

하구 · 석호 육해전이수역 통합환경관리 방안 연구

2001. 12

이창희, 강대석, 남정호



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

머 리 말

하구와 석호는 담수(淡水)와 해수(海水)가 혼합되는 전이수역(轉移水域)에서 형성되는 대표적인 연안환경입니다. 하구는 지구생태계 중 가장 생태적인 가치가 높은 환경중의 하나로 생태적 가치와 더불어 자연재해의 방어나 공간이용의 측면에서도 큰 역할을 담당하는 것으로 알려져 있습니다. 그러나 우리나라에서는 하구에 대한 인식부족과 개발중심의 정책으로 인해 이미 상당 부분의 하구가 심각하게 훼손된 실정이며 2011년에는 현재 대비 30%의 하구서식지가 추가적으로 훼손될 것으로 전망됩니다. 또한, 동해안 석호는 천혜의 자연경관과 자연 기수호(汽水湖)라는 독특한 지형적·생태적 특성을 보이고 있음에도 불구하고 주변지역의 개발로 인해 오염과 훼손이 가속화되고 있는 상황입니다.

특히, 우리가 막연하게 인식하고 있었던 하구·석호의 훼손 및 환경 악화의 주요 원인이 시화호 및 새만금 개발사업의 예에서 보듯이 국가 주도의 하구개발사업에 있었다는 점을 직시할 필요가 있습니다. 따라서 현재와 같이 개발사업에 따른 환경훼손을 사후대책 차원에서 줄여보려는 피동적인 환경관리 정책이 지속된다면 우리의 후손은 생명력이 살아 숨쉬고 생태적 다양함과 풍요로움의 상징인 하구와, 뛰어난 경관과 지형·생태적 특이성을 가지는 석호 환경을 외국의 예나 교과서를 통해서만 접할 수밖에 없을 것입니다. 그러므로 하구·석호 환경이 회복이 불가능한 수준으로 훼손되는 것을 방지하기 위해서는 환경을 훼손하지 않는 범위내에서 하구·석호의 합리적인 이용을 담보할 수 있는 법제도 및 관리체제의 확립이 필요하다고 하겠습니다. 이러한 관점에서 본 연구는 하구·석호의 현황파악을 통해 환경관리의 필요성을 제기하고 산발적으로 수행되었던 기존의 조사 및 연구자료를 하구·석호라는 공간을 단위로 종합·분석하여 환경보전을 위한 관리기본방향을 최초로 제시했다는 점에서 그 의미가 매우 크다고 할 것입니다. 하구에 대해서는 하구의 개념정립으로부터 하구환경관리를 위한 비전, 관리목표, 추진전략 및 부문별 시행방안을 포함하는 관리기본방향과 이를 구현하기 위한 법제도 개선방안을 제시함으로써 향후 하구환경관리를 위한 기본적인 틀을 마련했다고 볼 수 있을 것입니다.

특히 본 연구의 특징은 연구추진에 있어 육상환경 및 해양환경 정책연구를 담당하는 두 연구기관이 유기적인 협조를 통해 공동연구를 수행했다는 데 있습니다. 이는 하구·석호 등 육해전이수역의 특성을 갖고 있는 독특한 공간이 육상과 해양이라는

기계적 구분을 통해 관리가 이루어지고 있는 이분화된 관리현실을 고려할 때 공동연구를 통해 시너지 효과를 얻었다고 평가하고 싶습니다. 이는 공동연구를 통해 육상 및 해양에 관련된 광범위한 자료를 효과적으로 수집·분석할 수 있었고, 육상 및 해양을 고려한 균형적 시각에서 전이수역 관리방안을 도출할 수 있었다는 점에서 그 의의는 더욱 크다 하겠습니다.

따라서 본 연구결과가 정부의 하구·석호 등 육해전이수역 관리를 위한 정책에 실질적으로 반영되고 향후 하구·석호 관리와 연관된 구체적인 연구를 촉진하는 토대가 되기를 기대해봅니다. 또한 2002년 남아프리카 공화국에서 개최되는 '세계지속가능 정상회의(WSSD)'를 기점으로 하구·석호 관리의 획기적 전환점이 마련되어 미래세대에게 아름다운 자연유산이 계속 상속되어 나갈 수 있기를 희망합니다.

끝으로, 제한된 기간과 재원에도 불구하고 본 연구를 맡아 수행한 이창희 박사, 강대석 박사, 남정호 연구원, 이병국 박사 및 유혜진 연구원의 노고에 깊은 감사를 표합니다. 또한, 외부 자문위원으로서 연구의 질적 향상에 도움을 주신 환경부 수질정책과 송재영 과장, 해양수산부 해양환경과 박광열 과장, 인하대학교 해양학과 박경교수, 인하대학교 생물학과 조강현 교수, 내부 자문위원으로 큰 도움을 주신 박순철 자문위원, 박용하 박사, 김강석 박사, 이희선 박사에게 감사드립니다. 그리고 연구자료 제공과 현지조사에 도움을 아끼지 않으신 원주지방환경관리청 김동진 연구사, 이용석 교수, 허우명 교수, 양성렬 교수에게도 심심한 감사를 드립니다. 아울러, 본 연구의 내용은 공동연구기관의 공식 입장이 아닌 연구참여자 개인의 견해를 밝혀드립니다.

2001년 12월

한국환경정책·평가연구원

원장 윤서성

한국해양수산개발원

원장 이정욱

요 약

I. 연구의 필요성 및 목적

하구는 담수와 해수가 만나 형성되는 독특한 환경으로 인해 생산성이 아주 높을 뿐만 아니라 지구상 생태계 중에서 단위면적당 환경가치가 가장 큰 것으로 알려져 있다. 그러나, 하구의 생태적·사회경제적 중요성에도 불구하고 우리나라 하구의 대부분은 산업용지 및 농업용지 조성 등 연안개발을 목적으로 한 대단위 간척사업과, 용수확보, 염해방지를 위한 하구언의 건설로 인해 한강, 섬진강 및 소규모 하구를 제외하고는 자연적인 하구가 없는 실정이다. 또한 후빙기의 해수면 상승으로 인해 형성된 동해안 석호는 우리나라에서는 찾아보기 힘든 자연호수로 독특한 환경과 생물상을 가지고 있지만, 많은 석호가 훼손되거나 파괴되어 자연상태를 유지하는 석호는 2~3개 정도이다.

따라서 본 연구는 하구·석호 육해 전이수역의 고유한 기능과 가치를 유지·보전하여 지속가능한 이용을 보장할 수 있는 유역단위 통합환경관리방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 연구기간, 재원, 인력의 한계를 고려하여 연구범위는 하구의 경우 국가하천 13개소와 지방1급하천 4개소, 석호의 경우 청초호, 경포호, 화진포호 등 9개의 석호를 하구관리방안에 대한 연구대상으로 선정하였다. 하구의 정의 및 관리범위, 하구의 환경실태 및 이용, 보전, 개발현황, 외국의 하구관리정책 및 제도 등을 국내외 관련문헌, 환경조사자료 등을 통해 수집·분석한 후, 하구 및 석호의 관리기본방안과 부문별 시행방안을 도출하였다.

II. 하구의 정의 및 특성

하구환경관리에 직접적으로 적용되는 국내 법제가 마련되어 있지 않기 때문에 환경관리에 있어 하구 및 하구역에 대한 명확한 정의는 내려져 있지 않다. 본 연구에서는 미국 청정수법의 정의에 따라 ‘하천이 개방해역과 인위적으로 방해받지 않고 연결되어 해수의 염분이 담수유입에 의해 측정할 수 있을 정도의 희석이 일어나는 수역 또는 수역의 일부’로 하구를 정의하였다. 우리나라 동해안의 석호는 공간적으로 해양과 육지의 전이수역에 위치하며, 하구와 같이 담수와 해수가 혼합된 기수환경의 특징을 가지고 있기 때문에 넓은 의미에서 하구의 한 형태로 볼 수 있다.

하구의 범위는 하구보전지역의 지정이나 하구환경관리프로그램의 관리경계를 설정하는데 아주 중요하다. 본 연구에서는 하구의 상류경계는 역사적으로 조석이 영향을 미쳤던 상류한계를 기준으로 하였으며, 하류경계는 하구의 자연조건, 관리목적, 과학적 자료, 정치적 상황 등을 고려하여 설정하였다.

밀도가 다른 담수와 해수의 흐름이 공존하여 독특한 물순환 패턴을 보이는 하구는 육상환경과 해양환경이 만나서 만들어지는 연안산림, 연안초지, 습지, 늪지, 갯벌, 조하대 등 다양한 연안환경을 포함하고 있으며, 담수생태계와 해수생태계가 공존하는 점이지대로서 다양하고 풍부한 야생생물의 서식환경을 제공한다. 이와 함께, 지역경제 기여, 산란장 및 은신처, 오염물 정화, 심미적·문화적 가치, 자연재해 방지, 교육 및 과학연구 등 다양한 가치를 제공하고 있다.

III. 하구·석호 환경현황 및 관리상의 문제점

1. 하구 환경현황 및 문제점

하구지역의 자원과 공간은 다른 연안지역 및 육지부에 비해 상대적으로 고밀도로 이용되고 있어, 하구지역 및 주변지역에 대한 개발압력은 높아질 것으로 전망되었다. 하구지역의 인구, 면적은 전국의 약 15%를 차지하고 있는 반면, 상대적으로 환경에 미치는 압력이 높은 요인인 공장용지, 산업단지, 매립계획 등은 인구·면적과 비교하여 매우 높은 비율을 차지하고 있었다. 또한 항만하역능력은 전국 항만의 75%를 차지하여 항만운영에 따른 오염잠재력은 하구지역 항만에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

자연하구의 하천수질은 BOD기준 III등급의 양호한 상태를 보이고 있지만, 하구호의 경우 COD 기준 IV등급으로 수질이 악화된 것으로 나타났다. 90년대 이후 정부의 지속적인 환경개선 노력으로 4대강 하천의 수질은 개선되고 있지만, 중앙부처의 투자가 미흡한 중소규모 하천의 경우 수질이 악화되는 경향을 보였다. 하구연안해역의 경우 BOD나 COD 기준 수질이 개선되고 있고 연안해역에 대한 오염부하가 감소하고 있지만, 해역의 부영양화나 적조 원인 물질인 총질소와 총인은 지속적인 증가추세에 있다. 반폐쇄성 해역과 연결되어 있는 하구의 경우 해수수질은 III등급으로 악화되어 있는 실정이다.

하구지역 습지는 현재 최대 984.7km²로 추정되는데, 제2차 공유수면매립이 완료되는 2011년에는 30%의 하구습지가 감소할 것으로 전망된다. 하구언댐 축조는 하구지역 습지의 훼손에 결정적 역할을 하고 있으며, 산업단지, 도시지역 등 연안공간 이용

수요 증대에 따른 개발압력이 가중되고 있어 하구습지 면적의 감소와 함께 습지기능의 약화가 우려된다. 방조제 건설과 하구연안지역 개발에 의한 경관 훼손, 육상쓰레기의 유입 등이 하구의 서식지환경을 훼손하는 요인이 되고 있으며, 항만지역 및 조전소가 위치한 하구의 TBT 오염과 반폐쇄성 내만 해역의 중금속 오염은 개방형 하구보다 심각한 것으로 나타났다.

하구환경이 다양한 문제점을 안고 있음에도 불구하고 정부차원의 하구관리노력은 대부분 사후대책의 형태로 추진되고 있다. 이는 매체별 또는 관리대상별 환경관리체제로 인해 하구 공간을 하나의 관리단위로 바라보는 관리개념이 정립되어 있지 못하고, 지나치게 분화된 관리체제로 인해 하구환경관리를 통합적으로 조정할 수 있는 관리구조가 존재하지 않기 때문인 것으로 파악되었다. 또한 용지확보, 용수이용, 항만건설 등 개발압력은 증가하고 있지만 이러한 개발로부터 하구환경을 보전할 수 있는 보전전략의 부재와 하구관리를 위한 지식기반의 취약 등도 우리나라의 하구환경관리가 가지고 있는 문제점으로 지적될 수 있다.

2. 석호 환경현황 및 문제점

도시가 인접한 석호의 경우 인구에 의한 오염부하가 높게 나타났으나, 대부분의 석호 유역에서 축산과 비점오염원에 의한 부하가 매우 큰 것으로 나타났다. 송지호를 제외한 대부분 석호의 수질은 유기물과 영양염류 모두 전반적으로 악화된 상황이었으며, 특히 화진포호와 경포호 등은 수질악화가 심각한 수준이었다. 또한 자연호인 석호가 가지고 있는 생태적 가치에도 불구하고 매립, 인공시설물에 의한 호수의 훼손, 호수생태계의 파괴, 유역 및 수로의 인위적 변경 등에 의해 동해안의 대부분의 석호들이 심각하게 훼손된 상태였다.

석호 환경관리는 기본적으로 호수환경관리체제에 따르는데, 환경부가 관련법에 의해 감독기능을 하며 호수가 위치하는 시·군이 환경관리 기능을 위임받아 수행하는 형태로 되어 있다. 석호는 이용형태와 사업규모에 따라 중앙부처와 자치단체의 역할이 구분되어 있는 다원화된 관리체제 하에 있기 때문에, 권한관계에 있어 기능중복이 존재하고 업무분담의 구분이 불명확하여 책임소재의 파악이 어렵다는 문제가 있다. 또한 지방자치단체가 개발 지향적인 경우 이를 제지할 수 있는 수단이 없으며, 지방자치단체가 추진한 석호 환경보전 대책들 중 일부는 오히려 호수의 훼손을 가중시키는 결과를 초래하였다.

IV. 하구 환경관리 외국사례

우리나라 하구환경관리에 적용할 수 있는 시사점을 도출하기 위하여 이미 다양한 수준의 관리정책과 각 국의 실정에 적합한 하구관리제도를 운영하고 있는 미국, 캐나다, 호주, 영국, 일본의 하구관리 사례를 분석하였다.

정도의 차이는 있지만 본 연구에서 사례분석을 위해 선정한 환경선진국들도 하구환경관리의 부재로 인한 환경악화를 경험하였다. 이들 나라의 하구환경관리체제는 크게 법정하구관리프로그램과 비법정 하구관리프로그램으로 구분할 수 있다.

미국은 이미 20년 전부터 하구환경의 가치를 인식하고 법정하구환경관리프로그램을 통해 하구를 관리하고 있다. 미국의 하구관련 프로그램은, 하구생태계를 보호함으로써 지속적인 하구관련 연구와 교육을 보장하는 하구연구보전시스템, 주요 하구의 고유한 기능과 가치를 유지·개선할 목적으로 운영되는 하구프로그램, 훼손된 하구서식지의 복원을 위한 하구복원프로그램으로 이루어져 있다. 최근 하구복원법을 제정한 미국은 2010년까지 100만 에이커(4천km²)의 하구서식지를 복원하기 위한 법정 프로그램을 도입·운영하고 있다. 캐나다, 호주, 영국, 일본의 경우 미국과 달리 하구환경관리를 위한 법정프로그램은 가지고 있지 않다. 대신 이들 나라는 기존의 관리체제 아래에서 하구관련부처나 이해당사자 간의 업무조정 및 협조를 바탕으로, 하구별 비법정 하구환경관리프로그램을 운영함으로써 하구 훼손 방지, 하구환경 개선, 하구환경 보전 등 효율적인 하구이용을 도모하고 있다.

외국의 하구환경관리사례는 통합적이고, 점진적이며 반복적인 과정과 절차에 따라 관리를 시행할 때 하구환경관리가 가지는 다양성, 이해의 상충, 관리체제의 분화 및 지식기반의 부재 등과 같은 문제를 극복할 수 있음을 보여준다. 즉, 하구를 하나의 관리단위로 보고 영향유역을 고려하는 공간통합, 하구를 하나의 관리단위로 설정하고 각 관리매체 및 대상을 묶어 관리하는 연계성의 확보, 다양한 이해상충 조정 및 의사결정 과정의 통합성 제고 등 소위 통합적 유역관리의 개념이 하구환경관리의 근간을 이루고 있음을 알 수 있다.

V. 하구 및 석호 환경관리 기본방안

우리나라 하구·석호의 환경현황 및 관리실태에 대한 분석과 외국의 하구환경관리사례 분석으로부터 도출한 시사점을 토대로 향후 우리나라의 하구환경관리를 위한 기본방침과 부분별 관리시행방안을 제시하였다.

1. 하구 환경관리 기본방안

하구환경관리가 지향해야 할 비전으로 ‘강과 바다가 만나 다양함과 생명력이 넘치는 풍요로운 삶의 터전 창조’를 제시하였으며, 이러한 비전을 달성하기 위한 기본 원칙으로 통합적 유역관리의 핵심요소인 지속가능의 원칙, 동반자적 협력관리의 원칙, 생태계 중심관리의 원칙 및 통합관리의 원칙을 제안하였다. 하구관리의 실질적인 전략으로 하구서식지의 훼손방지 및 서식지 보호, 하구환경 개선, 훼손된 하구서식지 복원과 이를 지원하기 위한 하구환경관리체제 확립 등 4개 분야로 설정하고 부문별 목표와 시행방안을 도출하였다.

하구환경관리를 위한 각 부문별 목표는, 하구서식지 보호의 경우 하구서식지의 면적을 현재의 수준으로 유지하고, 하구환경질 개선부문의 경우에는 하구언유무에 따라 하구역의 하천 및 해양경계지점에서 수질환경기준 I등급 또는 II등급을 달성하는 것을 목표로 제안하였다. 하구서식지 복원의 목표는 현실적인 여건을 고려하여 습지보전법에 의한 대체습지의 조성 및 복원을 위한 시범사업추진에 두었으며, 관리체제의 확립은 하구별 환경관리체제의 확립을 목표로 하였다. 이러한 전략분야의 목표를 효과적으로 달성하기 위해 전략부문별 시행방안을 제시하였는데, 그 주요내용을 정리하면 다음과 같다.

■ 하구서식지 보호

하구서식지 보호부문의 시행방안으로는 낙동강 하구와 같이 자연환경보호구역으로 이미 지정된 지역의 경우 통합공간관리가 가능한 관리체제로 전환이 필요하며, 하구환경의 적극적인 보호를 위해 한강하구 등 일부하구를 환경보호구역으로 지정해야 할 것이다. 특히, 하구는 매우 광범위하기 때문에 전체를 보호구역으로 지정하기 보다는 보호가치가 크고 현실적으로 보호구역 지정이 용이한 지역을 소규모로 분할 지정하고 생태통로 건설 등을 포함하여 보호구역간의 관리연계성을 강화하는 것이 바람직하다.

■ 하구환경 개선

하구환경개선 부문 목표 달성을 위해 4대강 하구역 수질개선대책을 지속적으로 추진하고 상대적으로 수질관리가 미흡한 중소규모 하구의 수질개선, 하구폐기물 관리강화, 하구지형·경관특성의 유지 및 하구가 주민의 여가활동 장소로 이용되도록

지원하기 위한 생활환경질 개선대책이 추진되어야 한다. 제도적으로 하구수질 및 환경개선 사업을 지원하기 위해 수질환경보전법 개정을 통한 지정하구(가칭) 도입 또는 해양오염방지법 개정을 통한 환경관리해역제도의 내용적 관리범위 확대가 현실적으로 고려될 수 있다. 지정하구제 도입과 환경관리해역 관리범위 확대는 관련 부처인 환경부와 해양수산부 합동으로 하구환경관리를 위한 가장 효과적인 정책대안을 마련하는 과정에서 상호보완적으로 운영될 수 있다.

■ 하구환경복원

하구언 또는 인공방조제 건설 시 생태계 및 종합환경질을 고려한 하구정책을 시행하고 적극적인 하구복원사업의 타당성을 검토하기 위해서는 환경부, 해양수산부, 농림부 및 건교부 합동으로 하구역에 건설된 하구언 및 인공방조제가 당초의 치수, 이수 및 매립 등의 목적을 충분히 달성하였는지 평가하는 사업을 추진할 필요가 있다. 이와 병행하여 하구구조물 건설로 인해 야기된 하구의 물리, 화학, 생물, 지리 및 생태학적 영향을 종합적으로 평가하는 조사·연구사업이 추진되어야 한다. 또한, 적극적인 하구환경정책으로의 전환을 위해서는 하구복원에 대한 국가전략 및 지침을 개발하고 하구복원을 위해 영산강 하구 등 특정하구를 대상으로 한 시범사업 개발이 필요하다.

■ 하구환경관리체제 확립

하구환경의 보호, 개선 및 복원을 위해서는 하구를 하나의 관리단위로 하는 하구환경관리체제의 수립이 필요하며, 이런 관점에서 가장 시급한 것은 기존 환경관리체제의 통합 및 의사결정과정에서의 통합성을 제고할 수 있는 하구별 환경관리프로그램의 구축 및 운영이다. 또한 주요 하구이외의 하구에 대해서는 각 하구의 특성과 관리여건을 반영하여 하구환경현안을 해결하고 합의를 도출할 수 있는 비법정 하구환경관리프로그램을 운영하도록 유도해야 할 것이다.

이와 함께 기초조사의 확충, 하구환경 모니터링 능력을 제고하기 위한 수질측정망 개선, 의사결정 지원시스템 구축, 하구환경관리에 대한 추진동력을 제공하는 시민 의식 및 참여를 제고하기 위한 각종 교육·홍보 활동 및 주민참여 프로그램의 개발·운영 등 하구환경관리의 성공적 시행을 위한 관리기반 구축이 필요하다. 하구에 대한 종합적인 기초조사와 함께 중장기적인 연구 및 교육·홍보는 지역에 위치하는 대학이나 연구기관에 지역하구환경관리연구센터를 설립하고 지원하는 방안을 검토해야 한다.

■ PSR평가를 통한 하구별 환경관리기본방향

본 연구에서는 하구별 특성을 파악하고 특성별 관리기본방향을 도출하기 위해 연구범위에 포함된 하구에 대해 하구의 상태, 하구환경관리의 압력, 압력에 대한 대응자료에 기초하여 유형분류를 수행하였다. 분류결과 양양남대천 등 4개의 1급지방하천 하구는 보호를, 태화강 및 형산강하구는 개선을, 영산강 하구는 복원 중심의 관리가 이루어져야 하는 것으로 나타났다. 또한 낙동강, 섬진강, 금강, 안성천 및 삼교천 하구는 개선과 복원을 병행하고 한강, 만경강, 가화천 및 동진강 하구는 개선과 보호에 중점을 두어 관리를 추진하는 것이 바람직한 것으로 분류되었다.

2. 석호 환경관리 기본방안

독특한 환경특성과 생태·경관가치를 가지고 있는 석호의 환경관리는 경관가치와 지형가치를 어떻게 유지·보전할 것인지에 관리의 초점이 맞추어져야 한다. 특히, 석호는 하구환경과는 달리 규모가 매우 작아 지역적인 개발사업에 의해 물리적 원형이 쉽게 훼손될 수 있으며, 경관가치와 지형가치는 인위적인 활동에 취약하므로 보호가치가 있는 석호에 대한 보호정책은 적극적으로 추진되어야 한다. 이와 함께 이미 석호의 특성이 파괴되었거나 항만 등 다른 용도로 사용되는 석호는 수질개선에 바탕을 둔 이용합리화에 초점을 맞추어야 하며, 현재 훼손이 진행되고 있는 석호에 대해서는 보전과 복원노력을 병행하는 다원적인 관리가 이루어져야 한다.

PSR구조에 의해 관리유형별로 석호를 구분한 결과, 송지호 및 화진포호는 보호정책이 우선적으로 추진할 필요가 있는 것으로 나타났다. 반면 매호 및 향호는 보호 및 개선을, 영랑호 및 경포호는 개선 및 복원을, 청초호는 이용을 중심으로 관리를 추진해야 하는 것으로 나타났다. 보호중심의 석호는 뛰어난 경관적 가치와 우리나라의 일반적인 호소와 달리 자연호이며 동시에 육해 전이수역에 위치하는 기수호라는 지형적·생태적 특이성을 고려하여 생태계보전지역 또는 지정호소로 지정하여 중앙정부차원에서 보호·관리할 필요성이 있다. 또한, 석호는 수면적에 비해 유역면적이 넓고, 유입하천유량이 적으며, 기수호라는 특수성에 의한 성층 등 수질관리에 매우 취약한 조건을 가지고 있으므로 호소수질관리의 차원에서 석호의 특성별로 가용한 외부오염원 및 내부오염원 관리수단을 동원하여 수질보전 및 개선에 주력해야 할 것이다.

관리체제의 측면에서 석호를 단순히 우리나라 18,000개의 호소 중 일부로 평가해서는 안되며, 적어도 송지호 및 화진포호는 생태계보전지역이나 지정호소로 지정하

여 중앙정부 차원의 관리와 지원이 필요할 것으로 보인다. 또한, 가중되는 개발압력으로부터 개발과 보전의 균형을 유지하기 위해서는 환경영향평가, 사전환경성평가 등의 제도적인 평가체제를 강화하는 동시에 석호환경의 기능과 가치에 대한 조사·연구의 추진, 석호의 중요성에 대한 인식제고를 위한 교육·홍보 및 석호환경 보전을 위한 환경단체의 활동 지원 등이 병행되어야 할 것이다.

VI. 관리 기본방안 사례연구

하구 및 석호에 대한 관리기본방안을 섬진강 하구와 송지호에 적용하여 자연환경, 인문사회 현황 등의 자료를 토대로 관리범위 설정과 대상지역 관리방안을 도출하였다. 자연자원이 우리 경제에 기여하는 진정한 가치를 평가하기 위한 방법으로 개발된 에머지 평가기법을 이용하여 섬진강 하구와 송지호의 생태적 가치를 추정하여 관리방안 도출에 활용하였다.

1. 섬진강하구 관리 기본방안

섬진강 하구 상류쪽 경계는 조석이 영향을 미치는 범위를 기준으로 할 때, 광양시 소재 다압취수장 부근 지점이며, 바다쪽 경계는 관리여건을 고려하여 광양만 특별관리해역의 경계로 설정될 수 있다. 동 지역은 대규모 국가산업단지와 배후도시가 위치하여 산업 및 인구에 의한 이용압력이 높게 나타났고, 평균 수질은 해역수질기준 III등급으로 나타났다. 또한 중금속과 유해화학물질이 공단주변의 하천 및 해수에서 검출되어 향후 이들에 의한 오염이 문제가 될 것으로 보인다. 또한 산업단지 확장과 추가 건설을 위한 매립 등 대규모 개발계획이 추진되고 있어 생물서식지의 감소가 지속될 것으로 전망된다. 원유 및 석유류 제품을 수송하는 대형 선박의 입출항이 잦은 항구들이 위치하고 있어 대규모 유류오염이 우려되고 있다. 현재 환경부의 물관리 종합대책, 해양오염방지법상의 광양만 특별관리해역 등이 수립·시행될 예정이지만 관련부처간 섬진강 하구관할범위가 모호하여 하구 중심부는 관리의 사각지대로 남아 있다.

섬진강 하구환경관리방안은 관리제도 및 체계정비, 하구환경질의 개선, 생태계 복원, 생태계 가치평가에 기초한 관리계획 수립, 섬진강하구연구센터 운영, 지역이해당사자의 참여 제고 등으로 구분되어 제시되었다. 먼저, 관리제도 및 체계 정비부문의 경우 섬진강 하구를 하구환경보전지역으로 별도로 지정하기보다는 기존의 광양만 특

별관리해역을 하구환경관리를 포함하여 확대운영하는 것이 타당할 것으로 보인다. 관리주체 구성과정에서 섬진강 수계의 상류에 위치하는 지자체를 포함한 다양한 이해당사자들이 섬진강 하구관리에 참여함으로써 성공적인 하구관리가 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다.

섬진강 하구의 환경질 관리부문에서 하천쪽 수질은 BOD 기준 I등급, 바다쪽 경계의 해양수질은 II등급으로 관리목표를 설정하였는데, 수질개선을 위해서는 주변 산업단지와 배후도시의 오염원관리에 우선순위를 두어야 할 것으로 보인다. 에머지 평가 결과 섬진강 하구역은 약 2,900백만원/ha/년으로 생태적 가치가 매우 큰 것으로 나타났다. 이는 섬진강 하구가 철강 및 석유화학 등 산업활동을 위한 공간으로 사용됨으로써 우리 경제에 기여하는 가치 외에도 하구생태계의 기여가치가 아주 높다는 것을 보여준다.

한편 과학적이고 종합적인 섬진강 하구환경에 대한 자료의 부족은 섬진강 하구환경관리의 걸림돌로 작용하고 있다. 따라서 종합적이고 장기적인 연구·조사의 수행이 가능하도록 섬진강 하구지역에 위치한 연구기관이나 대학을 섬진강하구연구센터로 지정하여 섬진강 하구환경에 대한 모니터링이 지속적으로 이루어지도록 해야 한다.

2. 송지호 관리 기본방안

동해안 석호 중 소규모인 송지호는 유역내의 인구가 적고 인위적 오염원이 적어 비교적 보존 상태가 양호한 편에 속한다. 빼어난 경관과 양호한 보존상태로 지형경관에 대해서는 높은 보존등급을 보였지만, 생물종 다양성과 풍부성을 이용한 평가는 송지호의 훼손이 많이 진행되었음을 보여주었다. 송지호는 고니 등의 집단도래보호구로 지정되어 철새도래지로서 큰 가치를 지니고 있다.

송지호는 다른 석호들에 비해 수질이 전 항목에 걸쳐 가장 좋은 상태를 보였지만, 총인과 총질소 기준 III~IV 등급에 해당되어 호수의 수질 악화를 막기 위한 대책이 필요한 것으로 나타났다. 오염원으로는 축산폐기물과 비점오염원에 의한 부하가 큰 것으로 나타났다.

에머지 평가 결과 송지호의 생태가치는 약 130만원/ha/년으로 섬진강 하구에 비해 훨씬 낮게 평가되었지만, 육상의 일부 생태계에 비해서는 높았다. 송지호의 경우 본 연구의 에머지 평가에서 포함시키지 못한 지형·경관의 가치가 큰 것으로 판단되었다.

송지호의 자연환경 및 인문사회 특성에 기초하여 제시된 송지호의 환경관리방안

은 다음과 같다. 첫째, 관리제도 및 관리체계 재정비 부문에서는 송지호 유역을 생태계보전지역이나 지정호소로 지정하여 관리함으로써 관리효율성을 높일 필요가 있는데, 대안으로 호수주변의 토지를 매입하여 관리하는 방법이 고려될 수 있다. 또한 석호관리기준을 체계화하여 중앙-지방간 역할 분담을 재정립할 필요가 있으며, 이 경우 중앙정부 차원에서 석호에 대한 관리지침을 세워야 할 것이다. 둘째, 호수 수질관리를 위해서는 영양염류에 대한 대책이 필요하며, 축산오염과 비점오염원의 관리를 강화해야 한다. 셋째, 석호의 가치평가에 기초해 개발계획을 재검토하고, 석호의 가치를 잘 보전할 수 있는 간접적 개발방안에 대한 검토가 이루어져야 한다. 넷째, 석호 생태계에 대한 정밀 조사·연구가 필요하며, 여기에서 얻은 자료는 석호에 대한 올바른 가치인식 및 송지호관리방안 수립을 위한 기초자료로 사용될 수 있다. 다섯째, 송지호 관리를 위한 유역단위의 지역연합체로 송지호 관리위원회(가칭)를 구성하여 송지호의 관리에 지역주민의 참여를 활성화시킬 필요가 있다.

VII. 정책제언 및 향후 연구방향

모든 인간생존의 바탕인 자연환경의 현명한 이용이 그 어느 때보다 절실하게 요구되고 있는 시점에서 다양한 가치를 보유하고 있는 하구·석호 환경이 더 이상 회복불가능한 상태로 훼손되는 것을 방지하기 위한 국가정책의 획기적인 전환이 필요하다. 따라서 국가주도의 대규모 하구개발사업에 대한 포기선언은 이러한 정책전환의 출발점이라 할 수 있다. 특히 외국의 사례에서 보듯이 통합적이고, 점진적이며 반복적인 과정과 절차를 기반으로 한 하구환경관리체제는 향후 국가하구관리정책의 근간이 되어야 한다.

본 연구는 관리의 사각지대에 있는 육해 전이환경인 하구와 석호에 대한 종합적이고 광범위한 자료 수집·분석을 토대로, 환경관리를 위한 기본 정책방향과 시행방안을 최초로 제시했다는 점에 의의가 있다. 그러나, 하구·석호에 대한 기존의 연구가 매우 미흡하여 본 연구에서 실질적인 관리에 필요한 모든 사안을 심층적으로 다루는데 한계가 있었다. 이런 관점에서 본 연구의 한계와 향후 추진해야 할 연구내용 및 분야로, i) 종합적인 기초조사 및 환경현황 파악, ii) 수질이외에 하구생태계의 생태적 기능에 대한 연구, iii) 자연자원으로서의 가치에 대한 체계적인 평가연구, iv) 하구환경관리를 위해서는 현행의 분화된 관리체제에 대한 명확한 이해와 정리, v) 하구관련 조사연구에 대한 단기, 중기, 장기조사연구전략 수립 등을 들 수 있다.

【 목 차 】

제 1 장 서 론	1
제1절 연구의 필요성 및 목적	3
1. 연구의 필요성	3
2. 목 적	5
제2절 연구의 범위 및 방법	6
1. 선행연구 고찰	6
2. 연구범위	8
3. 연구방법	13
 제 2 장 하구의 정의 및 특성	 17
제1절 하구의 정의 및 범위	19
1. 정 의	19
2. 범 위	21
제2절 하구환경의 특징	23
1. 하구의 물리화학적 특징	23
2. 하구의 생물지리학적 특징	27
제3절 하구환경관리의 중요성 및 일반현안	28
1. 하구환경관리의 중요성	28
2. 하구환경관리 일반현안	32
 제 3 장 하구석호 환경현황 및 관리문제점	 35
제1절 하구환경 현황 및 문제점	37
1. 인문사회 현황	37
2. 수질환경 및 오염부하 현황	52
3. 생태계 현황	62
4. 기타 환경 현황	68

5. 하구환경현황의 문제점 종합	70
제2절 하구환경관리 현황 및 문제점	73
1. 하구환경관리 관련법제도 현황	73
2. 하구환경관리의 문제점 종합	89
제3절 석호 환경관리현황 및 문제점	92
1. 동해안 석호의 유역개황	92
2. 인문사회현황	93
3. 수질환경 및 오염부하 현황	105
4. 생태계 현황	110
5. 동해안 석호의 상태와 훼손원인	112
6. 석호 환경현황 및 문제점	115
7. 석호 환경관리 현황 및 문제점	115
 제 4 장 하구환경관리 외국사례	119
 제1절 법정 하구환경관리체제	121
1. 개 요	121
2. 하구연구보전시스템	121
3. 하구프로그램	127
4. 하구서식지 복원프로그램	131
제2절 비법정 하구환경관리체제	134
1. 개 요	134
2. 캐나다의 프레이저하구 관리프로그램	134
3. 호주의 더웬트 하구관리프로그램	141
4. 영국의 템즈하구프로그램	145
5. 일본의 氣仙沼灣(大川河口) 관리계획	150
제3절 외국 하구환경관리의 시사점	151
1. 하구환경 관리에 대한 통합적 접근	151
2. 개발과 환경보전의 균형 및 조화	153
3. 보호구역의 지정 및 관리계획 수립·시행	153
4. 이해당사자의 참여 및 이해상충 조정	154
5. 하구관리기반의 구축	155

제 5 장 하구 및 석호 환경관리 기본방안	157
제1절 하구 환경관리 기본방안	159
1. 비전 및 관리원칙	159
2. 목표 및 추진전략	163
3. 부문별 시행방안	166
4. 하구유형 분류	190
제2절 석호 환경관리 기본방안	196
1. 관리기본방향	196
2. 석호의 관리유형 분류	197
3. 석호 환경관리 시행방안	201
제 6 장 관리기본방안 사례연구	209
제1절 섬진강하구 환경관리방안	211
1. 섬진강 하구 관리범위 설정	211
2. 섬진강 하구 지역특성	213
3. 섬진강 하구의 생태가치	252
4. 섬진강 하구환경관리방안	262
제2절 송지호 환경관리방안	268
1. 지역특성 및 문제점	268
2. 송지호의 생태적 가치	270
3. 송지호 환경관리방안	271
제 7 장 정책제언 및 향후 연구방향	275
제1절 정책 제언	277
1. 하구 환경관리 부문	277
2. 석호 환경관리 부문	284
제2절 연구의 한계 및 향후 연구방향	285
[참고문헌]	289

[부 록]	298
-------	-----

【 표 차 례 】

<표 1-1> 연구대상 하천	10
<표 2-1> 우리나라 주요 하구 담수호 현황	29
<표 2-2> 하구환경문제에 대한 인식(예)	33
<표 3-1> 하구지역 인구현황	37
<표 3-2> 하구지역 및 하천수계 인구·면적 비교	41
<표 3-3> 하구지역 지목별 토지이용 현황	42
<표 3-4> 대지 및 공장용지 증가율 및 이용 현황	43
<표 3-5> 하구지역 산업단지 현황(국가, 지방 및 농공단지)	45
<표 3-6> 하구 주변지역 매립계획 수립현황	47
<표 3-7> 하구지역 연안 시·군·구 어업생산량 및 어획고	51
<표 3-8> BOD(생물학적 산소요구량) 발생부하량	54
<표 3-9> 하천 유역(수계) 오염원 현황	55
<표 3-10> 하천구역 수질환경 현황(2000년)	57
<표 3-11> 하구 연안해역 수질환경 현황(2000년)	61
<표 3-12> 하구지역 습지분포 현황	63
<표 3-13> 전국 주요 하구지역 생태계 평가 결과	65
<표 3-14> 하구지역을 이용하는 보호가치가 높은 생물종 현황	68
<표 3-15> 하구환경관리 관련법 및 특징	75
<표 3-16> 보호구역 지정 요건	77
<표 3-17> 하구지역 환경개선 및 생태계 보호를 위한 지역 지정 현황	81
<표 3-18> 하구관련 기초조사	83
<표 3-19> 수질측정망 운영현황	84
<표 3-20> 하구환경관리와 관련된 정부기관 및 역할	85
<표 3-21> 하구환경관리관련 업무분장	87
<표 3-22> 동해안 석호의 유역개황	92
<표 3-23> 동해안 석호유역의 인구현황	93
<표 3-24> 석호유역 해당시군 인구추이	94
<표 3-25> 동해안 석호유역의 토지이용현황	96
<표 3-26> 대지 및 공장용지 증가율 및 이용현황	97

<표 3-27> 도시계획상 동해안 석호구역의 용도지역 지정현황	97
<표 3-28> 동해안 석호구역의 토지이용 및 규제현황	98
<표 3-29> 동해안 석호 구역의 사업체 및 종사자수	99
<표 3-30> 동해안 석호 구역의 농가인구와 농경지 현황	100
<표 3-31> 동해안 석호 구역의 어가인구와 어선보유 현황	101
<표 3-32> 동해안 석호 구역의 어업권 현황	102
<표 3-33> 동해안 석호 구역의 수산물어획고	102
<표 3-34> 속초항 항만시설 현황	103
<표 3-35> 속초항 하역능력 및 선박입출항	103
<표 3-36> 석호 주변지역 개발계획	104
<표 3-37> 동해안 석호의 오염부하량	105
<표 3-38> 동해안 석호의 수질현황	107
<표 3-39> 석호주변 연안해역의 수질현황	108
<표 3-40> 동해안 석호의 지형경관 등급	111
<표 3-41> 정성적 평가기준에 의한 송지호의 서식지 및 생물 평가표	111
<표 3-42> 동해안 석호의 조수보호구 지정 현황	112
<표 3-43> 동해안 석호별 상태와 오염원	113
<표 3-44> 동해안 자연호수의 훼손유형과 원인	114
<표 3-45> 석호구역 수질보전계획 현황	118
<표 4-1> 미국의 하구환경관리프로그램 비교	123
<표 4-2> FREMP 발달 과정 및 주요 활동	136
<표 4-3> FREMP 참여 정부기관 및 역할(1994년 현재)	139
<표 4-4> 하구환경관리프로그램의 추진과정	144
<표 4-5> 템즈강 하구역 관리에서 관련당사자의 역할	148
<표 5-1> 자연환경보호지역의 문제점 및 개선대책	168
<표 5-2> 비법정 하구관리프로그램의 장점과 단점	186
<표 5-3> 하구유형분류 PSR 지표 적용방안	193
<표 5-4> 석호유형분류 PSR 지표 적용방안	198
<표 5-5> 각 호소별 수질개선 대책	205
<표 6-1> 광양만 특별관리해역 관련 행정구역	213
<표 6-2> 섬진강 하구역 인구현황(1999년)	216
<표 6-3> 섬진강 하구역의 지목별 토지이용 현황(1999년 자료 기준)	218

<표 6-4> 섬진강 하구역의 대지 및 공장용지 증가율 및 이용현황	219
<표 6-5> 섬진강 하구역의 도시계획상 용도지역 지정현황(1999년 자료기준)	221
<표 6-6> 섬진강 하구역 산업단지 현황(국가, 지방 및 농공단지)	222
<표 6-7> 섬진강 하구역의 산업별 사업체수 및 종사자수(1999년 기준)	224
<표 6-8> 섬진강 하구역의 농가인구 및 경지면적 현황(1999년 자료기준)	225
<표 6-9> 섬진강 하구역의 농가인구 및 경지면적 변화추이	225
<표 6-10> 섬진강 하구역의 가축사육 현황(1999년 자료기준)	226
<표 6-11> 섬진강 하구역 가축사육 변화추이	227
<표 6-12> 섬진강 하구역 어가인구 및 어선보유 현황(1999년 자료기준)	228
<표 6-13> 섬진강 하구역 어가인구 및 어선수 변화추이	229
<표 6-14> 섬진강 하구역 연안시군 어업생산량 및 어획고	230
<표 6-15> 섬진강 하구 인근지역의 지역별 식생 특징	231
<표 6-16> 섬진강 하류 및 남해연안에서 관찰된 생물상	232
<표 6-17> 섬진강 하구역 인근의 생물서식지 평가	233
<표 6-18> 섬진강 하구역에서 시행중인 대규모 개발계획	234
<표 6-19> 섬진강 하구역 매립계획 수립현황	235
<표 6-20> 섬진강 수계의 BOD 발생부하량 및 배출부하량	236
<표 6-21> 광양만 전체의 오염원별 부하량	237
<표 6-22> 광양만 공단주변 내만의 오염원별 부하량	238
<표 6-23> 섬진강 수계 하천수질등급 현황	238
<표 6-24> 섬진강 하구의 해수 중 중금속 및 유해화학물질 농도	244
<표 6-25> 섬진강 하구 주변 하천의 수질 현황	245
<표 6-26> 광양만 지역의 유류오염사고 발생현황(1991~2000년)	246
<표 6-27> 섬진강 하구 인근 해역 주요 유류오염사고 발생현황	246
<표 6-28> 섬진강권역 수계별 상주인구 증가 전망	247
<표 6-29> 섬진강 수계의 하폐수 발생량 증가 전망	248
<표 6-30> 섬진강 수계 오염부하량(BOD) 증가 전망	248
<표 6-31> 한국의 1999년 에머지 흐름	255
<표 6-32> 한국의 1999년 에머지 흐름 요약	258
<표 6-33> 한국의 1999년 에머지 지수	259
<표 6-34> 섬진강 하구의 에머지 평가	261
<표 6-35> 섬진강 하구의 생태가치와 다른 연구결과와의 비교	262

<표 6-36> 송지호의 에머지 평가	270
<표 7-1> 하구환경관리를 위한 제도정비(안)	281

【 그림 차례 】

[그림 1-1] 우리나라의 주요하구	11
[그림 1-2] 연구내용 및 방법	14
[그림 2-1] 염분구배에 따른 하구분류	24
[그림 2-2] 하구의 물순환 패턴에 따른 부유물의 순환	26
[그림 2-3] 하구환경분류의 예	27
[그림 2-4] 하구의 기능과 가치	30
[그림 3-1] 하구지역 인구현황	38
[그림 3-2] 하구지역 및 하천수계 인구밀도 비교	39
[그림 3-3] 하구지역 인구증가율(1995년~1999년)	40
[그림 3-4] 하구지역 대지 및 공장용지 증가율	44
[그림 3-5] 하구지역 산업단지 분포 현황(2000년)	46
[그림 3-6] 하구지역 매립계획 현황(2000년)	48
[그림 3-7] 전국대비 하구지역별 하역능력 비율(2000년)	49
[그림 3-8] 하역능력 연변화 경향(1996~2000년)	49
[그림 3-9] 하구지역 어업생산량(1999년 12월 기준)	51
[그림 3-10] 하천수계 BOD 발생부하 현황	52
[그림 3-11] 하천별 BOD 발생부하량	53
[그림 3-12] 하천구역 수질현황(BOD 및 COD)	58
[그림 3-13] 하천구역 수질 장기변화(BOD 및 COD)	59
[그림 3-14] 하구지역 연안 평균 해수수질(COD)	60
[그림 3-15] 하구지역 연안 총질소 현황(T-N)	62
[그림 3-16] 저서무척추 동물 서식지 및 생물평가 결과	66
[그림 3-17] 전국해안폐기물 모니터링 결과	69
[그림 3-18] 하구지역 사회경제 현황 종합	71
[그림 3-19] 우리나라 하구환경현황 및 관리 문제점	91
[그림 3-20] 석호유역 해당시군의 인구증가율	94
[그림 3-21] 속초항 하역능력 및 선박입출항	104
[그림 3-22] 동해안 석호의 수질현황(COD)	106

[그림 3-23] 석호주변 연안해역의 수질현황	108
[그림 3-24] 우리 나라의 호수관리체제	116
[그림 4-1] FREMP 체제	140
[그림 4-2] 호주 NSW 하구역 관리정책 시행전략	143
[그림 4-3] 템즈하구 관리 체제	147
[그림 5-1] 하구환경관리를 위한 목표 및 추진전략	164
[그림 5-2] 하구환경관리 부문별 시행방안	167
[그림 5-3] 하구관리위원회 구성	183
[그림 5-4] 하구 유형분류를 위한 PSR 구조 활용 개념도	192
[그림 5-5] 하구지역 PSR 지표 평가	194
[그림 5-6] 하구지역 PSR 종합평가	195
[그림 5-7] PSR 종합평가에 근거한 하구별 관리기본방향	196
[그림 5-8] 석호의 PSR 지표 평가	199
[그림 5-9] 석호 PSR 종합평가	200
[그림 6-1] 섬진강 하구 관리범위	212
[그림 6-2] 섬진강 하구역 시군별 인구구성비(1999년 자료 기준)	216
[그림 6-3] 섬진강 하구역의 인구밀도(1999년 자료 기준)	217
[그림 6-4] 섬진강 하구역의 연평균 인구증가율(1995~1999년 5년 평균)	217
[그림 6-5] 섬진강 하구역의 지목별 토지이용 구성비	218
[그림 6-6] 섬진강 하구역 대지 및 공장용지 구성비율(1999년 자료기준)	219
[그림 6-7] 섬진강 하구역 대지 및 공장용지 증가율(1995~1999년 자료기준)	220
[그림 6-8] 섬진강 하구역 도시계획상 용도지역 지정비율(1999년 자료기준)	221
[그림 6-9] 섬진강 하구역내 산업단지 유형별 구성비	223
[그림 6-10] 섬진강 하구역 산업단지 면적 구성비	223
[그림 6-11] 섬진강 하구역 산업별 업체수 및 종사자수 구성비	224
[그림 6-12] 섬진강 하구역 농가인구 및 경지면적 변화추이(1995~1999년 자료기준)	226
[그림 6-13] 섬진강 하구역 사육 가축 구성비율(1999년 자료 기준)	227
[그림 6-14] 섬진강 하구역 가축사육두수 변화추이	228
[그림 6-15] 섬진강 하구역 어가인구 및 어선수 변화추이	229
[그림 6-16] 섬진강 하구역 연도별 어업생산량 변화(1995~1999년 자료기준)	231
[그림 6-17] 섬진강 하류의 연별 BOD 및 COD 변화추이	239

[그림 6-18] 섬진강 하류 수질의 월별변화 추이(2000년 자료기준)	240
[그림 6-19] 섬진강 하류의 영양염류 변화추이	240
[그림 6-20] 섬진강 하류의 영양염류 월별변화추이(2000년 자료기준)	241
[그림 6-21] 광양만 해역의 COD 변화추이	241
[그림 6-22] 광양만 해역의 총질소 및 총인 변화추이	242
[그림 6-23] 광양만 해역의 COD 월변화(2000년 자료기준)	242
[그림 6-24] 광양만 해역의 총질소 및 총인 계절변화(2000년 자료기준)	243
[그림 6-25] 섬진강 하류의 수질변화 전망	249
[그림 6-26] 우리나라의 에너지 시스템 다이어그램	254
[그림 6-27] 한국경제에 대한 에머지 평가의 요약 다이어그램	257
[그림 6-28] 섬진강 하구의 에너지 시스템 다이어그램	260
[그림 6-29] 송지호 유역도	269
[그림 7-1] 하구·석호 환경관리 정책제안 요약	280

제 1 장 서 론

제1절 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

하구(河口)는 하천의 담수가 해수와 혼합되는 하천어귀의 수역(水域)으로 조류 및 어류를 포함한 많은 야생생물의 서식지이며 상업적으로 가치 있는 어류의 산란·양육지로 알려져 있다. 또한 잘 보전된 하구는 같은 면적의 옥수수 밭에 비해 4~10배의 유기물을 만들어내는 매우 생산성이 높은 환경의 하나이며 육상기인 퇴적물 및 오염물질을 처리하는 자연정화지의 역할을 하기도 한다¹⁾.

생태적인 측면뿐만 아니라 하구는 자연재해의 방지나 공간이용의 측면에서도 큰 역할을 담당하고 있는 것으로 알려져 있다. 즉 하구에 발달된 습지(濕地)의 토양이나 식물들은 홍수시 물을 효과적으로 분산시켜 홍수피해를 저감하는 동시에 해일(海溢)과 같은 자연재해로부터 육상생물 및 국민재산을 보호하는 기능을 가지고 있다. 또한 하구는 경관이 가지는 심미적 가치와 레크레이션 및 휴식의 장소를 제공하고, 만입(灣入)된 하구는 항구의 최적지로 해상운송 및 산업에 큰 기여를 한다는 점에서 사회·경제적으로도 매우 중요하다. 이러한 다양한 역할과 기능을 반영하여 하구의 단위면적 당 환경가치는 하천, 호수, 대륙붕, 산림 등 다른 생태계에 비해 월등히 높게 평가되고 있다 (Costanza et al., 1997; 부록 1-1 참조).

한편, 하구는 인위적인 개발을 비롯한 사회경제활동에 근본적으로 취약한 특성을 보이고 있어 선진국의 경우 20년전부터 하구 환경보전과 자원의 합리적 이용을 위한 다양한 정책수단을 개발하여 시행하고 있다 (Wenner and Geist, 2001). 하구환경관리를 위한 특화된 법정 프로그램을 운영하고 있는 미국의 경우 기존의 하구관리프로그램(National Estuary Program) 등 환경개선·보전에서 나아가 하구환경복원으로 정책전환이 이루어지고 있으며, 이를 위해 향후 5년동안 5,500억원이 투자될 예정이다. 비법정 관리프로그램을 통해 하구환경관리를 수행하고 있는 캐나다, 호주, 영국 등도 관련 이해당사자의 참여와 협력, 체계적인 연구, 합리적 정책수단 개발, 연방정부의 지원과 지방정부의 투자확대 등 하구환경보전을 위한 적극적인 정책을 시행하고 있다²⁾.

1) Online: <http://inlet.geol.sc.edu/nerrsintro.html>

2) 연안개발이 활발한 일본의 경우 최근 1.01km² 면적의 도쿄만(Tokyo Bay) 하구습지 매립계획을 철회한 바 있음(The Japan Times, 2001년 9월 27일자 신문).

4 하구·석호 육해전이수역 통합환경관리방안연구

반면, 우리나라의 하구는 대부분 용지의 확대 및 산업단지 조성 등 연안개발을 목적으로 한 대단위 간척사업과 농업용수 확보와 염해 (鹽害) 방지를 위한 하구둑 또는 수중보의 건설로 인해 섬진강 및 몇 개의 소규모 하구를 제외하면 사실상 자연적인 하구는 존재하지 않는 실정이다. 또한 하구의 환경보전 및 자원의 합리적 이용을 위한 관리정책은 전무한데, 이는 근본적으로 갯벌 및 습지를 포함한 하구환경 가치에 대한 무지와 더불어 협소한 국토면적에 따른 국토확장의 욕구, 염해방지 등 재해대책의 필요성, 간척 등 하구개발에 따른 개발관련자의 직접적인 이익이 종합적으로 작용하여 개발위주의 정책이 지속적으로 추진되어 왔기 때문이다. 특히 하구에 대한 국가정책은 우리나라 하구연구 수준과 관계가 있는데, 하구를 하나의 환경단위로 한 자연과학적 연구는 초보적인 수준에 머물고 있으며 종합적인 대책마련을 위한 관리체계 정비·개선부문 연구는 전무한 실정이다.

개발이 집중적으로 이루어진 하구의 경우 해역수질은 III등급을 보이고 있으며, 만성적인 부영양화 또는 적조현상이 나타나고 있다. 일부 하구의 경우 하구언택 건설 목적의 하나인 용수공급 기능조차 제대로 수행할 없는 상태인 것으로 알려지고 있다. 또한 상대적으로 양호한 수질상태를 보였던 중소규모 하천의 경우 정부의 상대적인 투자 미흡으로 지속적으로 수질이 악화되고 있다. 이는 우리나라 하구관리가 이용과 개발에 편중되었고, 환경보전과 자원의 합리적 이용을 위한 정부차원의 투자가 이루어지지 않은데서 나타난 필연적 결과라 할 수 있다. 단기적 측면에서 보면 하구의 개발을 통해 이익이 발생했지만, 장기적인 관점에서 본다면 수질오염, 부영양화와 적조, 어업자원의 감소, 상업적 가치가 높은 생물자원의 서식처 훼손, 심미적 가치의 훼손, 연안의 침식 등은 우리 사회가 부담해야할 비용이 되고 있다. 보호지역 지정 후 5년 동안 4배의 어획량증가를 보인 것으로 조사된 최근의 연구결과는 하구환경 보전 및 자원의 합리적 이용이 장기적으로는 사회전체의 부가가치 창출에 기여한다는 것을 간접적으로 보여주는 사례라 할 수 있다 (Robert et al., 2001).

최근 국가정책사업인 새만금사업의 추진여부를 둘러싼 지루했던 논란을 통해 확인하였듯이 과거와 같은 일방적인 개발위주의 정책은 더 이상 국민의 지지를 받을 수 없는 상황이 되고 있다. 이는 국민소득의 향상과 함께 환경의 중요성에 대한 일반국민의 인식이 확대되고 있고, 사회화 개발사업 등의 실례를 통해 무분별한 개발이 초래한 피해를 직접 경험할 수 있었기 때문이다. 따라서 인간의 사회경제활동에 유용한 서비스 제공 잠재력이 매우 높은 하구환경이 훼손되거나 사라지는 것을 미연에 방지하고, 생태적으로 가치가 있는 하구를 적극적으로 보전하고 개발 잠재력이 큰 하구를 합리적으로 이용할 수 있는 법제도적 토대 및 관리체제의 마련이 시급한 실정이다.

2. 목 적

본 연구의 목적은 육상과 해양의 전이환경(轉移環境)으로서 하구 및 석호가 가지고 있는 고유 기능 및 가치를 유지·보전하면서 지속적인 이용을 담보할 수 있도록 하는 유역단위의 통합적인 환경관리 방안을 제시하는데 있으며, 구체적인 연구목표는 다음과 같다.

첫째, 다른 생태계와 구별되는 하구생태계만의 독특한 특성을 제시하고 환경관리에서 하구에 대한 정의를 확립하고자 한다. 하구는 다른 생태계와 달리 담수와 해수가 만나는 전이수역에서 형성되므로 염분회석과 관련된 독특한 물리화학적 특성을 보인다. 이러한 환경특성은 다양한 생물종 서식에 영향을 미치기 때문에 하구환경의 관리를 위해서는 하구생태계의 특성에 대한 이해가 선행되어야 한다. 또한 하구는 수역뿐만 아니라 갯벌을 포함한 다양한 형태의 습지와 주변의 연안환경을 포함하므로 관리범위 및 관리주체에 대한 논의를 위해서는 하구의 정의에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

둘째, 우리나라 하구의 환경현황 및 이용·보전·개발현황을 제시하고 관리상의 문제점을 파악하고자 한다. 하구관리방안을 수립하기 위해서는 현재 우리나라 하구환경의 지형, 지질, 수리, 수문, 생물 및 서식지 등 자연환경, 하구환경에 영향을 미치는 유역의 인구, 축산, 산업, 토지이용 등 오염원, 하구의 이용과 관련된 개발현황과 하구환경관리를 위한 법·제도 등을 파악할 필요가 있다. 이러한 실태파악을 통해 현재 우리나라 하구환경의 상태, 하구환경 파괴의 주된 요인 및 하구환경관리에 있어 우선적으로 다루어야 할 관리대상 등을 파악하게 된다.

셋째, 사례연구를 통해 파악된 외국의 하구 관리정책 및 제도를 소개하고 우리나라 하구관리에 적용할 수 있는 시사점을 제시하고자 한다. 이미 미국, 캐나다, 호주, 영국, 일본 등 선진국에서는 다양한 수준의 관리정책과 각 국가의 실정에 적합한 하구관리제도를 운영하고 있으므로 이러한 외국의 사례분석을 통해 하구의 정의 및 관리범위, 하구 환경관리의 목적, 관리주체 및 법제화 현황, 하구의 이용·보전·개발 현황 등을 파악하도록 하겠다. 특히 각 국가의 관리제도는 해당 국가의 여건을 반영하고 있기 때문에 국내 적용을 위한 시사점을 도출하기 위해서는 우리나라의 관리여건과 이들 나라의 여건을 비교할 필요가 있다.

6 하구·석호 육해전이수역 통합환경관리방안연구

마지막으로 이러한 현황과악 및 외국의 사례분석 결과를 토대로 우리나라 하구에 대한 통합환경관리방안을 제시하고자 한다. 기본적으로 향후 우리나라 하구환경관리를 위한 비전, 목표, 추진전략을 포함한 정책방향을 제시하고, 본 연구를 통해 조사·분석된 자료를 토대로 하구환경관리 방향 및 환경관리를 지원하기 위한 법제도의 개선방안을 제시하도록 하겠다. 특히 본 연구에서는 대표적으로 섬진강하구와 송지호에 대한 사례연구를 통해 에머지(EMERGY) 기법을 이용하여 사례지역의 생태적 가치를 추정하고, 도출된 일반적인 관리방안을 사례지역의 특성을 고려하여 적용하도록 하겠다.

제2절 연구의 범위 및 방법

1. 선행연구 고찰

본 연구의 지리적·내용적 범위 및 방법 설정을 위해 하구를 대상으로 진행된 선행연구에 대한 고찰을 수행하였다. 먼저 하구의 물리, 화학적 특성에 대한 연구로 장과 김(1997)의 낙동강 하구의 해수유동 연구가 있으며, 박래환(2001)은 영산강 하구의 해수유동 및 수온, 염분 변화를 연구하였다. 또한 하구언 건설에 따른 물리학적 환경 변화에 관한 연구로는 낙동강 하구에 대한 최병습(1996), 장성표(1995)의 연구가 있으며, 이상호 등(1999)과 최진용 등(1996)은 금강 하구언 건설 전후의 물리적 환경 변화를 고찰하였다.

또한 이정만(1994)은 낙동강 하구의 부유사거동에 관해 연구하였으며 김태인(1985)은 금강 하구 부유퇴적물을, 김석윤(1984)은 섬진강 하구의 부유물질 농도와 이동에 관한 연구를 수행하였다. 하구퇴적현상과 지형에 대한 연구로는 낙동강 하구사주와 해저토 이동방향에 대한 반응부(1995), 이상화 등(1997)의 연구와 황규남(2000)의 하구역의 퇴적현상에 관한 연구 등이 있다. 또한 이동주(1994)와 Cho(1999), 박재용(1997) 등은 하구의 염분에 대한 조사와 모델링을 수행하였다.

한편, 하구생태계에 대해서도 개별 하구에 대해 각 분야별 연구가 수행되어 왔다. 먼저 하구 습지에 대해서는 낙동강 습지에 대한 김창호(1997), 김영록(2001), 문선화(2001)의 연구가 있으며, 이점숙(1990), 김정길 등(1988)은 만경강과 동진강 하구의 염

습지의 식생에 대한 연구를 수행하였다. 또한 김성한 등(1996)은 낙동강 하구의 저서층과 미생물을 조사하였고, 김지식(1991)은 만경강 하구의 저서환경과 저서생물, 홍재상(1991)은 양양남대천 하구의 대형저서동물의 생태학적 특성에 대해 연구하였다. 어류에 대한 연구로는 정석근(1989)의 낙동강 하구 주변해역의 어류군집조성 및 계절변화연구와 박경수 등(1997)의 한강 하구 어류의 유생동력학에 관한 연구가 있다. 조류에 관한 연구로는 우용표(1991)와 이정일(1984), 유환정 등(1984)이 수행한 낙동강의 철새와 수조류에 관한 연구가 있다.

이 외에 우리나라 하구역의 식물플랑크톤 분포 및 영양염의 분포양상에 대한 연구는 금강, 만경·동진강, 낙동강, 한강 하구역 등에서 다수의 논문이 보고되고 있다(Shim et al., 1982; Choi et al., 1986; 문창호 등, 1991; 심재형 등, 1991; 신재기 등, 1999; 이진애 등, 1994; 심재형 등, 1992; 정영호 등, 1987). 그러나 이들 연구의 대부분은 염분이 높은 상태를 유지하고 있는 하구 입구 및 이와 근접한 내만에서 수행된 조사이거나, 계절변화에 따라 풍수기와 갈수기간의 염분 또는 식물플랑크톤의 분포변화를 비교하는데 국한되어 있다. 담수와 해수가 처음 만나는 초저염분해역에서 하구입구까지 염분변화에 따른 식물플랑크톤 분포 및 영양염의 변화양상을 조사한 사례는 금강 하구둑 건설이전에 질소계 화합물의 순환과 엽록소-*a* 분포결정 요인 연구(김경렬 등, 1987; 기준학 등, 1987) 및 하구둑 건설후 영양염을 포함한 환경특성 연구(양한섭 등, 1990), 낙동강 하구둑 건설이후 환경특성과 식물플랑크톤 연구(문창호 등, 1991) 등이 있다.

한편, 지금까지 수행된 석호에 대한 연구는 하구에 비해 극히 부족한 실정이다. 전상호 등(1996)과 엄정훈(1999)은 동해안 석호 수질 및 퇴적물에 대한 연구를 수행하였고, 이진환(1988), 이진환 등(1987), 허우명 등(1999)은 석호의 부영양화에 대해 연구하였다. 김종만 등(1980)은 향호, 송지호, 영랑호 등 동해안 기수호에 대한 해양생태학적 연구를 수행하였고, 원주지방환경관리청은 1997년부터 동해안 석호의 수질과 플랑크톤에 대한 기초조사사업을 수행해 오고 있다.

이러한 기존의 연구는 적어도 학문적인 분야에서 하구환경에 대한 이해를 제고시키는데 기여했지만 새만금 사업의 추진 과정에서 볼 수 있듯이 하구관리에 대한 정책방향의 설정이나 실질적인 하구환경 관리방안에 반영되지 못하고 있는 실정이다. 이는 근본적으로 개발위주의 정책기조로 인해 정책입안자들이나 관리자들이 이러한 연구 결과를 하구환경관리 정책에 반영하고자 하는 의지가 매우 빈약했기 때문으로 볼 수 있다. 한편, 연구의 내용으로 보면 대부분의 연구가 하구의 물리화학적 또는

8 하구·석호 육해전이수역 통합환경관리방안연구

생물학적 과정과 현황을 주로 다루고 있고, 종합적이고 학제적인 연구보다는 부분적이고 특정한 주제에 초점을 두고 있어 정책입안자들에게 하구환경관리의 필요성을 역설하고 자극할 수 있는 실질적인 정보로서 사용되기에는 미흡하다는 점도 지적될 수 있다.

이러한 학문적인 연구결과가 정책에 반영되기 위해서는 정책입안자나 관리자들이 쉽게 이해할 수 있도록 내용이 집약되고, 정책이나 관리적 측면에서 적용이 가능한 형태로 연구결과가 제시될 필요가 있다. 그러나, 지금까지는 새만금 사업의 추진여부를 둘러싼 논란에서 제시된 자료(지속가능발전위원회, 2001a; 2001b)와 최근 낙동강하구일원 환경관리기본계획의 일환으로 수립된 하구환경관리계획(부산광역시, 2000) 이외에는 정책적 측면에서 하구환경 문제를 다룬 연구는 전무한 실정이다. 석호관리를 위한 정책연구는 중앙부처의 관심부족으로 지역의 환경단체와 연구자를 중심으로 문제제기 차원에서 정부의 관심을 유도하기 위한 정책토론회가 개최된 정도이다 (강릉경제정의실천시민연합, 1996; 삼척대학교, 2001; 한국환경정책평가연구원·한국해양수산개발원, 2001).

2. 연구범위

가. 연구의 지리적 범위

선행연구에 대한 고찰결과 우리나라 하구관련 기존연구는 하구의 물리적, 화학적, 생물학적인 과정을 규명하기 위한 기초적인 연구에 치중해 있는 것으로 평가할 수 있다. 또한 하구를 하나의 연구·조사단위로 한 연구에서 출발하기보다는 해양 또는 하천환경에 대한 조사과정에서 해양에 영향을 미치는 하천의 수질환경특성을 규명하는 차원에서 이루어졌다. 연구의 지역적 편중현상도 심하게 나타났는데, 환경조사 등 기초연구의 경우 고밀도 개발이 이루어졌거나, 개발잠재력이 높은 5대강 하구 또는 방조제가 축조된 하천을 중심으로 연구가 수행되었다. 따라서 이용·개발잠재력이 낮은 국가하천과 지방1급하천, 독특한 자연환경 특성을 보이고 있고 보전가치가 높은 동해안 석호의 경우 체계적인 연구조사와 관리체제 마련은 매우 미흡한 실정이다.

연구제목에 제시되었듯이 우리나라 육해 전이수역의 대표적인 환경으로 하구 및

강원도 동해안에 발달한 석호가 거론될 수 있는데, 본 연구에서 포괄하는 이론연구의 지리적 범위는 5대강 하구를 포함한 국가하천, 지방1급하천 및 동해안 석호로 설정하는 것이 바람직하다. 지방2급 하천의 경우 해수와 담수의 상호작용 정도가 매우 낮고, 하구환경이 가지고 있는 독특한 생태적, 지형적, 경관적 특성이 상대적으로 미약하여 통합관리의 필요성이 적은 것으로 판단되어 연구범위에 포함시키지 않았다. 또한 복잡한 이용형태와 다양한 생태계 요소로 구성되어 있는 하구의 자연환경조사 및 인문사회현황 자료의 가용수준을 고려할 경우 연구의 목적 및 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 연구범위를 공간적, 내용적으로 한정할 필요가 있다. 따라서 이론연구의 주요 대상으로는 우리나라 동해, 서해, 남해연안으로 유입되는 하천(부록 1-2 참조)에 의해 형성되는 하구 중 비교적 규모가 큰, 하천법의 별표2에 제시된 하천으로 한정하였다 (표 1-1, 그림 1-1).

하구와 석호는 담수와 해수가 섞이는 기수(汽水)환경이라는 공통점을 제외하면 실제 생성기원, 규모, 자연조건, 생태계 특성, 지리적 분포 등 모든 면에서 상이하므로 관리방안의 도출에 있어 같은 잣대를 가지고 다루기에는 현실적으로 무리가 있다. 특히 석호는 남한에서는 찾아보기 힘든 자연호로 생태적으로도 매우 중요한 환경이기는 하지만, 지리적으로는 강원도 일부지역에만 분포하고 있고 규모에 있어서도 매우 작으며 현실적으로 직면하고 있는 문제도 하구에 비하면 상대적으로 지역적인 수준에서 해결이 가능한 환경문제가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 하구와 석호를 분리해서 서술하도록 하겠다.

연구범위에 포함된 하구 중 인위적인 구조물로 인해 담수 및 해수의 자유로운 유통에 장애가 있는 낙동강, 금강, 영산강 등과 새만금 사업으로 개발이 진행되고 있는 동진강 및 만경강 하구는 엄밀한 의미에서 하구로 보기 어렵다. 그러나, 이들 하구 하구도 우리나라의 하구현황을 보여준다는 점에서 연구범위에 포함시켰다. 물론 환경적인 가치나 사회경제적인 측면에서 볼 때 소규모 하구도 연구대상에 포함시키는 것이 바람직하나 짧은 연구기간, 한정된 연구재원, 부족한 기존 자료로 인해 소규모 하구는 본 연구대상에서 제외하였다.

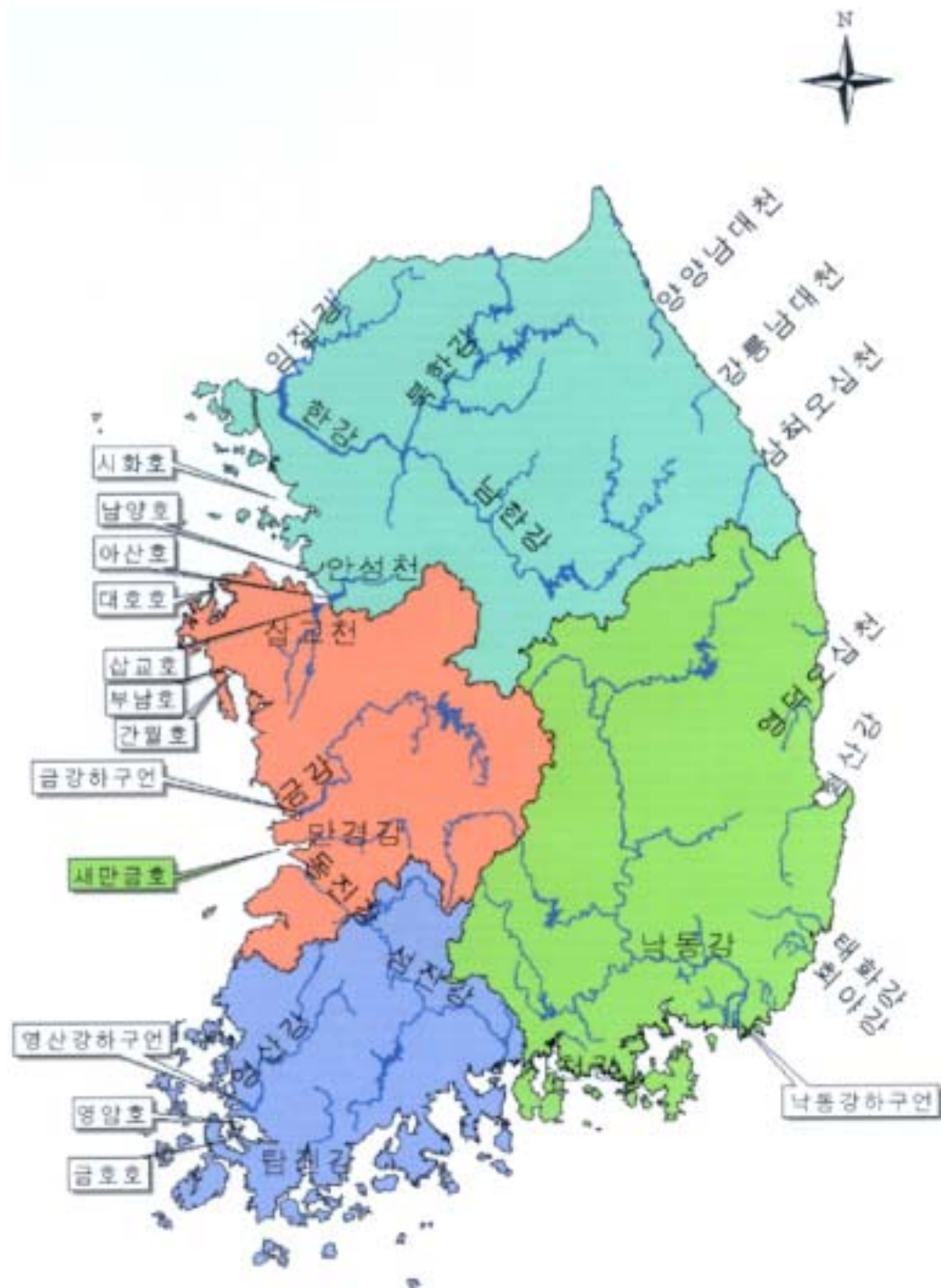
동해안의 석호는 현재 화진포호, 송지호, 청초호, 영랑호, 매호, 경포호, 향호, 풍호, 궁개호, 쌍호, 천진호, 봉포호, 광포호 등 13개가 알려져 있다. 이 중 풍호, 궁개호, 쌍호는 거의 매립되어 원래 모습의 일부만 남아 제 기능을 상실한 상태이고, 봉포호, 광포호, 천진호도 인위적인 매립과 인공구조물에 의해 상당히 훼손된 상태이므로 이들 석호를 제외한 나머지 석호만을 연구대상으로 하였다.

<표 1-1> 연구대상 하천

하 천 명	종 점
한 강	경기도 김포군 월곶면 용강리 유도 31m 산정으로부터 남북으로 그은 직선부분의 바다
안 성 천	경기도 평택군, 충청남도 아산시의 아산방조제의 외곽선
삼 교 천	충청남도 아산시 당진군의 삼교천 방조제 외곽의 선
금 강	충청남도 서천군 화양면 망원리 삼각점 (15.7m)에서 남 27도 동으로 그은 직선부분의 바다
만 경 강	전라북도 김제시 진봉면 국사봉 산정에서 북 15도 서로 그은 직선 부분의 바다
동 진 강	전라북도 부안군 동진면 안설리 삼각점 (25m)에서 북 50도 동으로 그은 직선 부분의 바다
영 산 강	전라남도 무안군 영암군의 영산강 하구언의 외각선
탐 진 강	전라남도 강진군 동면 삼신리 삼각점 (18.9m)으로부터 북 80도 서로 그은 직선부분의 바다.
섬 진 강	경상남도 하동군 금남면 갈도 삼각점(52.2m)으로부터 서로 그은 직선부분의 바다
낙 동 강	경상남도 김해군 녹산면 녹산배수 문우안으로부터 국도노선을 따라 부산직할시 서구 하단동과 연결한 직선부분의 바다
태 화 강	경상남도 울산시 매암동 삼각점 (16.8m)으로부터 북 40도 동으로 그은 직선부분의 바다
형 산 강	경상북도 포항시 대송면의 해안선
영덕 오십천	경상북도 영덕군 영덕면 해안선
삼척 오십천	강원도 삼척시 해안선
강릉 남대천	강원도 강릉시 해안선
양양 남대천	강원도 양양군 양양면·손양면의 해안선
가 화 천	경상남도 사천군 구호리 삼각점(90m)과 곤양면 중정리 삼각점(42m)을 이은 직선부분의 바다

자료: 하천법

주: 음영부분은 하구언댐 등에 의해 인공적 체절이 이루어지지 않은 자연하구를 의미함.



[그림 1-1] 우리나라의 주요 하구

나. 내용적 범위

이론연구의 내용적인 범위로는 전술한 연구목표를 최대한 구체적으로 달성할 수 있는 수준이 바람직하나 선행연구 결과를 통해 활용가능한 자료의 수준, 연구재원, 연구기간 및 연구인력 등의 현실적인 여건을 고려하여 다음과 같이 연구 범위를 한정하였다.

첫째, 하구의 정의 및 범위에 대한 연구는 아주 다양하게 나타나고 있는 실제 하구의 지역별 특성을 반영하여 각각의 하구에 대해 정의하기보다는 일반적인 하구의 특성에 기초하여 우리나라 하구환경관리의 실제적인 여건 즉, 육상 및 해양환경관리로 이분화된 환경관리체제 및 하천, 연안, 해양의 환경경관리와 연관된 여타 법규와 연관성을 고려하는 수준에서 다루었다.

둘째, 하구의 환경실태 및 이용·보전·개발 현황은 <표 1-1>에 제시된 하구유역에 대해서 파악하되 각각의 하구에 대한 별도의 실제현장조사보다는 기존의 자료에 근거하였다. 따라서 가능하면 각 하구별로 현황비교가 가능하도록 자료의 시기 및 구체성 등에 일관성을 유지하려고 노력하였으나, 자료의 가용성 등 기존자료가 가지는 한계로 인해 하구별 자료수준의 차이는 피할 수 없었다. 또한 하구현황 파악을 위한 자료를 현장조사를 통해 새로 수집하지 않고 기존의 자료를 취합하여 분석하였으므로 기본적으로 자료의 수준은 가용한 자료에 의해 좌우된다.

셋째, 외국의 하구역 관리정책·제도에 대한 사례는 법적으로 별도의 하구환경관리를 프로그램을 운영하고 있는 미국과 별도의 하구관리법보다는 기존의 관련법을 이용하여 하구환경관리를 수행하고 있는 영연방국가와 일본을 대상으로 수집하였다. 하구는 지역적인 자연특성과 하구이용과 관련된 사회·경제적인 여건에 따라 그 특성이 매우 다양하므로 국내 적용의 시사점을 도출하기 위해서 이들 국가의 관리제도와 지역여건과의 관계를 중점적으로 분석하였다.

넷째, 전이수역의 환경가치 추정과 도출된 관리방안의 시범적용을 위한 사례연구지역은 하구의 경우 섬진강하구, 석호는 송지호 각각 한 지역으로 한정하였다. 섬진강은 자연하구의 특성을 유지하고 있으면서도, 유역의 개발압력이 높아 향후 우리나라 하구관리의 시험대가 될 수 있다는 면에서 사례지역으로 선택하였다. 송지호의 경우 타 석호에 비해 경관이 수려하고, 개발이 많이 진행되지 않아 자연환경이 비교적 잘 보존되어 있어 환경가치가 상대적으로 크다는 점이 고려되었다.

다섯째, 하구 및 석호의 관리방안은 이들 환경이 담수와 해수가 혼합되는, 즉 육상환경과 해양환경이 점이(漸移)하는 수역으로 환경부와 해양수산부의 관할이 중첩한다는 점을 고려하여 통합적 관점에서 도출하도록 노력하였다. 이는 지속적인 하구개발로 인한 하구환경의 훼손에도 불구하고 여전히 분화된 관리체제 하에서 사안별 대책마련에 부심하고 있는 현 실정을 고려한다면 큰 의미가 있다고 하겠다. 따라서, 본 연구는 연구대상이 되는 하구에 대한 개별적이고 구체적인 환경관리시행방안을 제시하기보다는 향후 하구, 석호의 환경관리시행방안이 어떤 정책방향 및 제도적 틀에서 수립되고 이행되어야 하는가를 제시하는데 초점을 두었다.

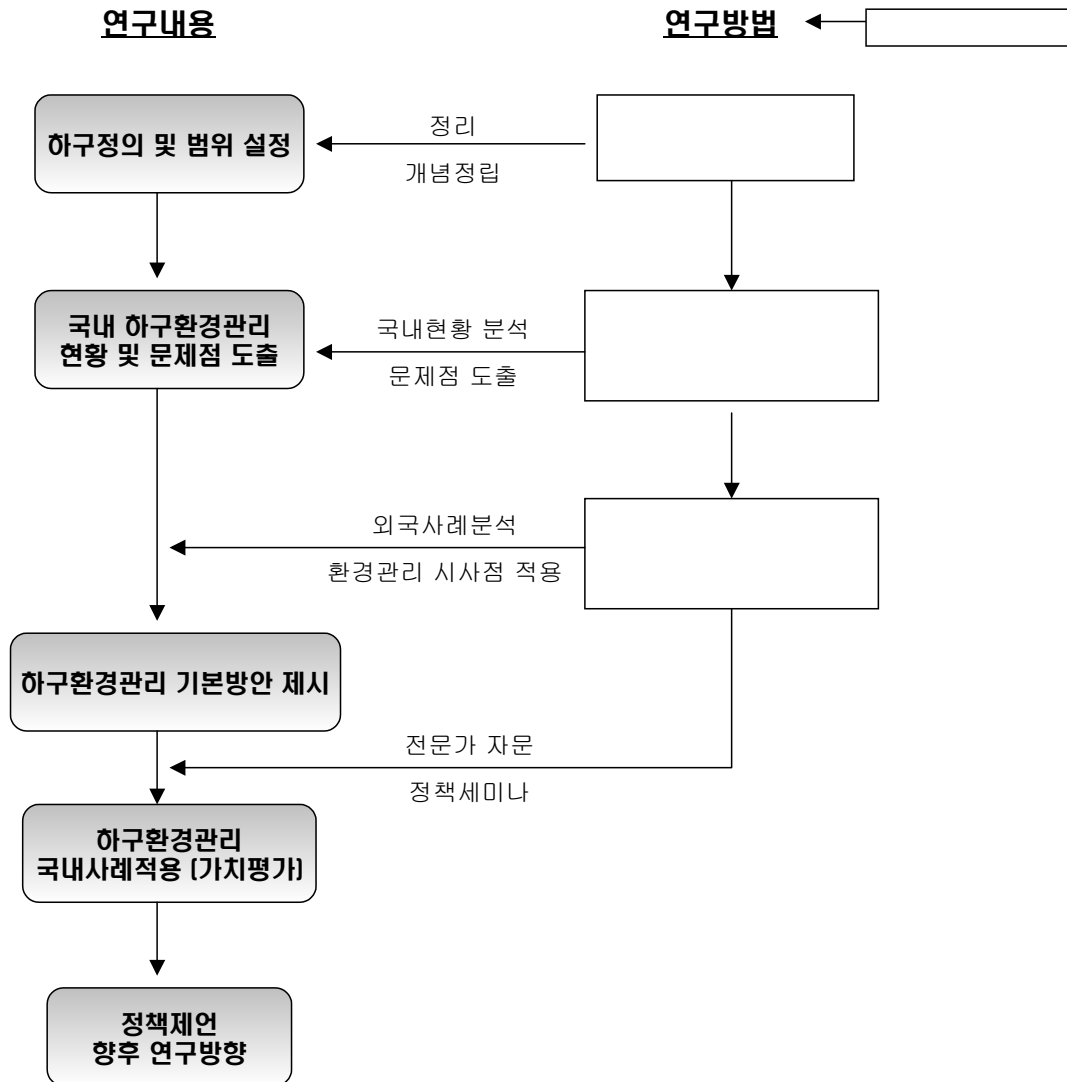
3. 연구방법

우리나라의 경우 아직까지는 하구·석호 환경관리에 대한 기존 연구가 미약하고 정부차원의 정책방향조차 설정되지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내의 하구환경에 대한 전반적인 관리실태 파악, 하구환경관리에 대한 정부차원의 프로그램을 가지고 있는 외국의 사례 분석 및 하구환경관리를 위한 기본방향 제시가 연구의 근간을 이루고 있다 (그림 1-2). 석호의 경우 하구환경관리 연구방법을 준용하여 연구를 수행하였다.

환경관리에 있어 하구의 정의와 범위는 국내외 관련 문헌 및 국내외 법·제도상 하구의 정의와 범위에 대한 자료에 기초하여 설정하였다. 특히 관리상 하구범위는 지역적인 하구특성, 관리목적, 하구관리와 연관된 기존의 관리체제 등과 밀접하게 연관되어 있으므로 이러한 요인을 고려하여 관리범위를 도출하였다.

국내하구의 지리적 특성, 수리 및 수문 환경, 생물 및 서식환경, 오염원 및 오염부하량, 하구의 개발현황, 하구의 향후 개발계획 및 개발수요 등 하구환경실태는 기존의 조사자료를 취합·분석하여 제시하였다. 기초자료로는 환경부의 자연환경기초조사, 수질환경기초조사, 수질관련 데이터베이스 및 하구역 개발과 관련된 환경영향평가조사자료와 해양수산부의 연안통합관리 실태조사, 연안통합관리계획 수립을 위한 조사, 항만건설과 관련된 자료 등을 참고하였다. 또한 중앙부처 및 지방자치단체의 하구역 이용·보전·개발계획과 관련된 자료를 인터넷을 통하여 수집하였고, 한국환경정책평가연구원, 해양수산개발원, 한국해양연구원, 한국국토연구원 등 관련연

구기관과 대학의 하구관련 기존 연구결과를 이용하였다. 하구언의 경우 하구언 또는 방조제 건설과 관련된 농업기반공사 및 수자원공사 등의 관련자료를 추가적으로 참고하였다. 이들 자료는 가능한 경우 현황자료뿐만 아니라 과거로부터의 변화 양상을 파악하기 위해 최대 과거 10년간 자료를 수집·분석하였다.



[그림 1-2] 연구내용 및 방법

(주: 석호의 경우 하구에 적용된 연구방법을 준용하였음)

이와 함께 하구(석호)관리에 대한 제도상의 문제점을 검토하기 위해 수질환경보전법, 자연환경보전법, 습지보전법, 연안관리법, 하천법, 해양오염방지법 등 하구환경관리와 관련된 법·제도를 검토하였다. 또한 육해전이수역이라는 하구특성을 고려하여 육상과 해양환경을 나누어 관리하고 있는 현행의 환경관리체제의 장단점도 살펴보았다.

하구환경관련 해외사례는 인터넷을 통해 관련자료를 다운로드하거나, 하구환경관리를 담당하는 관련국가의 관련자를 이메일로 접촉하여 필요자료를 입수하였으며, 해외출장을 통해 관련 국가를 방문하는 등 다양한 경로를 통해 자료를 수집하였다. 특히, 국토가 그리 넓지 않으며, 많은 하구가 형성되어 있고, 해양환경 특성을 결정하는 연안의 조수(潮水)환경이 우리나라와 유사한 영국은 직접 방문하여 대학의 하구환경관련 전문가, 환경청(Environment Agency)의 하구환경관리자, 하구환경관리를 위해 별도로 조직된 Thames Estuary Partnership의 담당자 등을 직접 만나 자료를 수집하거나 자문을 구하였다.

이러한 국내 하구관리현황 분석결과와 해외사례의 비교분석을 통해 향후 우리나라 하구환경관리를 위한 정책방향과 관리방안을 도출하였다. 도출된 안은 환경부, 해양수산부 등 하구환경보전 및 이용과 관련된 담당부처의 공무원과, 대학 및 연구소의 하구환경 전문가, 주요 환경운동단체의 대표자들이 참여하는 정책토론회를 통하여 수정·보완하였다. 또한 하구(석호)환경관리는 환경, 해양, 하천, 담수, 수질, 토양, 습지, 생태, 토목, 계획 및 토지이용 등 수많은 분야가 연관되어 있으므로 환경관리 방안의 도출에 있어 자문이 필요한 경우 해당분야의 전문가를 초청하여 세미나 형식으로 자문을 구하였다.

제 2 장

하구의 정의 및 특성

제1절 하구의 정의 및 범위

1. 정 의

하구(河口)는 일반적으로 하천(河川)의 입구, 즉 하천이 바다 또는 큰 호수와 만나는 하천어귀를 일컫는 용어이다³⁾. 전문적인 용어사전에 따르면 하구는 ‘외해(外海)와 연결되어 해류(海流)의 순환이 있으면서 하천의 담수(淡水)가 유입되는 곳’이라 정의된다⁴⁾. 환경적인 특징으로 볼 때 하구는 해수가 하천을 통해 유입되는 담수에 의해 혼합·희석되는 수역이므로 지리적으로 그 경계가 명확하지 않다. 따라서 담수와 해수가 맞닿아 섞여서 염분이 희석된 연안해역 또는 조석의 영향을 받아 염분이 올라가는 하천수역 등 하구특성을 보이는 수역을 통칭하여 하구역(河口域) 또는 염분특성상 기수환경임을 반영하여 기수역(汽水域)이라 부르기도 한다⁵⁾.

아직 우리나라에서는 하구환경관리에 직접적으로 적용되는 법제가 마련되어 있지 않기 때문에 환경관리에 있어 하구 및 하구역에 대한 명확한 정의가 내려져 있지 않다. ‘하천법’에서는 하천과 바다의 경계로 <표 1-1>과 같은 하천 종말기선을 설정하고 있어 하천과 바다를 명확히 구분하고 있으나⁶⁾, 전이수역인 하구에 대한 별도의 경계는 설정하지 않고 있다. 한편, ‘연안관리법’에 의하면 연안의 범위를 연안해역과 연안육역으로 하되 연안해역은 바닷가와 영해로 하고, 연안육역은 해안선으로부터 최대 1km의 범위 안에서 연안통합관리계획에서 정하는 육지와 무인도서로 한다고 규정하고 있다. 그러나, ‘하천법’에서 규정하는 하천구역은 연안육역이 제외되고 연안역은 외곽의 육역과 하천경계 수역만을 포함하므로 하구주변의 일부 육지부는 연안관리범위에서 제외되어 있는 실정이다.

3) 연세한국어사전

4) <http://www.nori.go.kr/info/dic/old:dic/gloha.htm>(국립해양조사원 해양용어사전)

5) 기수역(汽水域, brackish water zone) 강물이 바다로 들어가 담수와 해수의 혼합작용이 일어나는 곳. 담수의 양은 집수역의 강수량에 따라 불규칙하게 변하고 바닷물은 조수의 간만으로 규칙적인 상하운동을 보여줌. 그러므로 염분농도는 0.5~30ppt(part per thousand)로 매우 광범위하며 계절이나 강수량 등에 따라 변화가 심하게 나타남(보통 염도 0.5ppt 이하의 물은 담수, 30ppt 이상을 해수라고 한다). 따라서 기수역에는 이러한 광범위한 염분농도에 적응할 수 있는 생물들이 분포함. 생물의 종류는 순수 해양생물이나 담수생물군에 비해 수가 적으나 해양생물에 속하는 종류가 대부분이며 담수생물은 극히 일부분에 지나지 않음. 하구(河口) 이외의 해안지대 호수나 늪지대에 바닷물이 주기적으로 들어와 기수생태계를 형성하기도 하는데, 동해안의 영랑호·송지호·향호 등이 그 좋은 예임(두산 엔사이버 세계대백과 2001년판).

6) 이러한 수역경계는 현재 수역환경관리에 있어 환경부와 해양수산부 관할을 구분하는 기준으로 사용되고 있음.

하구환경관리를 위한 별도의 법제를 가지고 있는 미국의 예를 보면 하구를 ‘강, 시내 그 밖의 모든 수계의 어귀 및 입구로서 자연적인 개방해역(開放海域)과의 연결에 방해받지 않는 상태여야 하며, 하구 내에서 해수는 육지로부터 유입되는 담수에 의해 혼합되어 염분이 희석되는 지역’으로 정의하고 있다⁷⁾.

미국의 청정수법(Clean Water Act)에서는 하구(河口)와 하구역(河口域)을 구분하여 사용하고 있다. 즉, 하구역은 ‘하구와 하구에 연결되어 있어 하구의 물에 의해 영향을 받는 전이지역(轉移地域) [물론 다음과 같은 특정지역에만 국한되는 것은 아니지만 예를 들어 염습지(鹽濕地, salt marshes), 연안역(沿岸域, coastal zone), 갯벌 또는 조간대(潮間帶, tidal flat), 만(灣, bay or lagoon), 항구(港口, port), 석호(潟湖, coastal lagoon), 해협(海峽, channel) 등]을 포함하는 환경계’로 정의되고 있다.

물론 하구나 하구역의 정의는 관리의 목적에 따라 가변적이다. 즉, 미국의 연안역관리법(Coastal Zone Management Act)⁸⁾과 미국해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration)의 하구보전연구시스템(National Estuarine Research Reserve System)⁹⁾의 하구정의를 보면 청정수법에서 정의한 것처럼 담수에 의한 해수 염분의 희석이 없어도 오대호(五大湖, Great Lakes)로 유입되는 하천에 의해 형성되는 하구형태도 하구로 정의하고 있다¹⁰⁾.

우리나라의 경우 미국 오대호와 같이 내륙(內陸) 담수해(淡水海)가 없으므로 본 연구에서 하구(河口)의 정의는 미국 청정수법의 정의에 따라 ‘하천(河川)이 개방해역(開放海域)과 인위적으로 방해받지 않고 연결되어 해수(海水)의 염분(鹽分)이 담수(淡水)유입에 의해 측정할 수 있을 정도의 희석이 일어나는 수역(水域) 또는 수역의 일부’로 정의해도 큰 무리가 없으리라 판단된다. 이런 측면에서 보면, 하구언이 이미 건설되어 있는 낙동강, 영산강, 금강 및 현재 방조제가 건설되고 있는 동진강·만경강 하구는 하천과 개방해역과의 물순환이 인위적인 구조물에 의해 크게 제한을 받기

7) Federal Water Pollution Control Act, as amended by the Clean Water Act of 1977, Sec. 104 [33 USC 1254] Research, Investigations, Training, and Information (n)(4)

8) Coastal Zone Management Act of 1972 Sec. 304 [16 USC 1453]

9) National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce National Estuarine Research Reserve System Regulations Sec. 921.2 [15CFR921.2]. National Estuarine Research Reserve System에 대해서는 본 보고서의 제4장에서 자세히 설명하고 있으니 참조바람.

10) 오대호(五大湖)는 담수호(淡水湖)이기 때문에 청정수법(Clean Water Act)의 정의에 의한다면 오대호로 유입되는 하천에 의해 형성되는 하구형태는 엄밀한 의미에서 하구로 정의되지는 않음. 그러나 오대호도 일종의 내륙의 바다로서 미국해양대기청의 관리 하에 있으므로 오대호로 유입되는 하천에 의해 형성되는 하구형태도 하구로 정의하고 있음.

때문에 하구로 보기는 어렵다.

한편, 우리나라 동해안의 석호(潟湖)는 공간적으로 해양과 육지의 전이수역(轉移水域)에 위치하며 하구와 같이 담수와 해수가 혼합된 기수환경의 특징을 가지고 있어 넓은 의미에서 볼 때 하구의 한 형태로 볼 수 있다. 석호는 후빙기(後氷期)의 해수면 상승과 더불어 기존의 하곡이 침수되고 침수된 하곡의 해안쪽 입구가 모래퇴적으로 막혀 형성된 일종의 기수호(汽水湖)이지만¹¹⁾, 형성과정, 물의 순환패턴, 생태특성 등을 고려할 때 우리나라의 다른 하구와는 크게 다르다. 또한 그 분포가 동해안의 일부 지역에 한정되어 있으며 규모가 상대적으로 작다는 점을 고려하여 본 연구에서는 하구와 분리해서 별도로 다루기로 하겠다.

2. 범 위

하구환경관리에 있어 어디까지를 하구로 보아야 하는가에 대한 문제는 하구보전지역의 지정이나 하구환경관리프로그램의 관리경계를 설정하는데 있어 매우 중요한 일이다. 그러나 하구 및 하구역의 정의에서 지적하였듯이 하구 및 하구역의 경계는 지역의 자연적인 환경여건이나 관리목적에 따라 크게 달라질 수 있다.

미국의 청정수법에 의하면 하구프로그램이 적용되는 하구역의 범위를 하구로 유입되는 모든 지천 중 역사적으로 연어 등이 산란을 위해 이동했던 상한선 또는 역사적으로 조석이 영향이 미쳤던 상한선 중 더 상한인 한계까지 포함하는 부분 및 그와 연관된 수생태계를 포함하는 것으로 보고 있다¹²⁾.

한편, 하구연구보전시스템(National Estuarine Research Reserve System)제도의 운영에 있어서 보전지역 설정을 위한 하구의 범위는 '하구전체 또는 일부분, 하구에 인접한 섬, 전이지역, 육지 등을 포함하는 연구지역으로서 이 지역 내에서 연구자에게 생태학적 관계를 일정기간 이상 관찰할 수 있는 기회를 제공할 수 있는 자연환경단위(natural unit)를 포함하고 있어야 한다'라고 정의하고 있어 경계의 설정보다는 설정기준만을 제시하고 있다¹³⁾.

11) 유흥식(1996)

12) 미국의 Clean Water Act의 Sec. 320 [33 USC 1330]에 의한 National Estuary Program (NEP) 조항 참조. NEP에 대한 구체적인 설명은 제4장을 참조하기 바람.

13) Coastal Zone Management Act of 1972 Sec. 304 [16 USC 1453]

그러나, 대부분의 사례를 통해 보면 하구역은 하구가 가지는 물리화화적인 측면, 즉 염분농도와 조석에 따른 수위변화 등 조석이 영향을 미치는 한계를 기준으로 결정하는 것이 일반적이다. 만일, 염분분포를 기준으로 하구역을 정의하는 경우에는 평균 대조기 염분농도가 0.5~30‰인 기수역을 하구역으로 보는 것이 타당하다. 그러나 염분이 하구의 물리화화적인 과정을 대표한다는 점과 측정이 용이하여 범위설정이 비교적 쉽다는 장점에도 불구하고 염분이 하천상류로 침투하는 정도가 하천유량, 강우패턴, 조석 등에 따라 크게 달라져 상류경계를 정확히 설정하기 어렵기 때문에 이를 하구역 경계의 기준으로 삼기에는 무리가 있다.

따라서, 미국의 하구프로그램, 호주의 뉴사우스웨일즈가 운영하는 하구역관리프로그램(Estuary Management Program), 영국의 템즈하구파트너십(Thames Estuary Partnership)에서는 기본적으로 하구역의 육상경계를 감조역(感潮域)¹⁴⁾ 상류경계까지로 보고 있다. 하구에서 조석이 영향이 미치는 상류한계는 염분분포에 비해 상대적으로 일정하고, 이 한계 이상의 하천구역은 실질적으로 화학적, 물리화적인 측면에서 하구의 영향을 받지 않는다는 점에서, 역학적으로 수동적인 물질인 염분보다는 물리적으로 조석에너지가 전파되는 영향권을 하구역으로 보는 것이 타당하기 때문이다. 이러한 관점에서 볼 때, 하구역의 상류경계는 역사적으로 조석이 영향을 미쳤던 상류한계를 기준으로 설정하는 것이 바람직하다고 판단된다.

하구역의 상류경계가 어느 정도 과학적 자료에 근거하여 설정되는 반면 바다쪽 경계는 하구가 가지는 자연여건, 관리목적, 과학적 증거, 정치적 상황 등을 종합적으로 고려하여 설정하는 것이 일반적이다. 예를 들어 미국 플로리다 탐파만(Tampa Bay) 하구프로그램에서는 전문가의 입장에서 볼 때 과학적으로 타당성이 있고, 지역 자원관리의 입장에서 볼 때 현실적이며, 정치적인 견지에서 받아들일 수 있는 바다쪽 경계를 탐파만 입구에 있는 Barrier Island의 끝을 잇는 직선으로 설정하고 있다. 반면 영국의 템즈하구파트너십에서는 단순히 하천법 상에 있어 하천과 바다의 경계를 하구의 바다쪽 경계로 보고 있다.

14) 감조역(感潮域): 하천의 흐름이 조석 작용(潮汐作用)의 영향을 강하게 받는 하구 부근의 수역(水域). 하구 부근의 수역은 외해(外海), 특히 그 조석 작용의 영향을 강하게 받아 상류에까지도 물의 염분·수위·유속(流速) 등이 심한 주기적 변화를 나타낸다. 이와 같은 조석의 영향을 감지하는 하천의 하류 일부 수역을 감조역이라 하고, 이와 같은 하천을 감조하천(感潮河川)이라고 한다. 염분의 변화는 비교적 하류에서만 나타나지만 수위·유속 등의 변화는 그 영향이 훨씬 상류에까지 미친다. 일반적으로 감조수역(感潮水域)에서는 홍수 기간 중의 최고 조위(最高潮位)를 정하고 그보다 약간 높은 곳을 기준으로 하여 구조물(構造物)을 만든다. 한강에서는 감조 수역이 한강대교에까지 미치는 것으로 알려져 있다(두산 엔사이버 세계대백과 2001년판).

하구역은 일방적으로 바다의 영향을 받는 수역이 아니라 바다와 하천의 영향을 동시에 받는다는 수역임을 고려한다면, 하천법 상의 경계를 하구역의 경계로 보는 것은 관리주체를 분명하게 구분할 수 있다는 장점이 있지만 과학적인 측면에서 보면 큰 의미가 없다. 따라서, 하구역의 바다쪽 경계는 일률적으로 설정하기 보다 하구의 지리적 특성 및 관리여건에 따라 하구별로 설정하는 것이 타당하다고 판단된다. 예를 들어, 해양오염방지법상의 환경관리해역으로 지정된 하구에 대해서는 환경관리해역 지정을 위한 바다쪽 경계에 준하여 하구역의 경계를 설정할 수 있을 것이다¹⁵⁾.

제2절 하구환경의 특징

하구는 하천류와 해수흐름이 공존하는 수역이므로 조류특성, 담수와 해수의 혼합 정도, 하천으로부터의 영양염류 및 오염물질 유입 등의 현상이 맞물려 물리적, 화학적, 생물학적으로 매우 다양하고 복잡한 특성을 나타내게 된다. 따라서 하구환경관리의 중요성을 인식하고 실질적인 하구환경관리방안을 수립하기 위해서는 하구가 가지는 이러한 특성에 대한 이해가 선행되어야 한다.

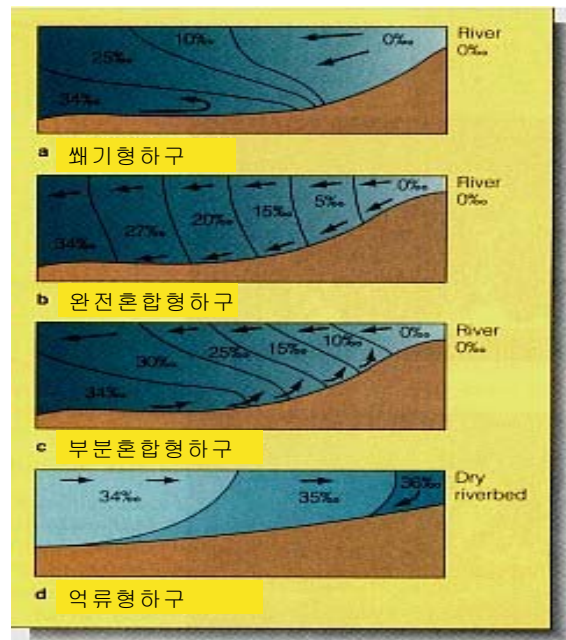
1. 하구의 물리화학적 특징

가장 기본적인 하구의 특성은 염분이 높아 밀도가 큰 해수와 상대적으로 밀도가 작은 담수가 만나서 발생하는 밀도차에 의한 흐름이다. 즉, 염분이 낮은 표층은 바다 쪽으로 흐르는 반면 염분이 높은 저층은 육지쪽으로 흐름이 진행되는, 일반적으로 하구형 물순환 패턴이라 일컬어지는 특이한 물흐름을 형성한다. 실제 하구의 물순환 패턴은 하구의 크기, 모양, 유입되는 담수의 양, 조차(潮差), 하구둑 또는 수중보 등 인위적으로 설치된 구조물에 의해 좌우되거나 자연적인 염분분포만을 기준으로 하면 하구는 다음과 같이 크게 네 가지 형태로 분류된다 (그림 2-1).

15) 바다쪽 경계는 지정지역의 지형적인 특성, 육상으로부터 오염유입부하의 영향 정도, 양식장 등의 자가오염원에 의한 부하 등을 종합적으로 고려하여 설정함.

가. 썰기형 하구(salt-wedge estuary)

이런 형태의 하구는 비교적 큰 하천이 소조차(小潮差) 또는 중조차(中潮差)환경의 연안으로 유입될 때 형성된다. 상대적으로 담수의 유입량이 크므로 밀도가 커 저층으로 유입되는 해수를 썰기의 형태로 유지시키기 때문에 붙여진 이름이며, 이 해수의 썰기는 썰물 때나 하천유량이 클 때는 바다쪽으로 이동하고 반대로 밀물 때는 육지쪽으로 이동하게 된다. 해수와 담수의 혼합은 두 수체의 경계에서 일어나고, 특히 해수와 담수가 만나는 만의 바닥(썰기의 끝)에서 집중적으로 일어난다. 이러한 하구는 표층부터 저층까지 깊이에 따른 뚜렷한 염분구배를 가지게 되고, 미시시피 같은 주요한 강의 어귀나, Sacramento 강이 San Francisco 만으로 유입되는 경우와 같이 강이 다른 하구로 유입되는 곳에서 발견된다.



[그림 2-1] 염분구배에 따른 하구분류¹⁶⁾

16) [Online] <http://squall.sfsu.edu/courses/geol103/labs/estuaries>

나. 완전혼합형 하구(well-mixed estuary)

완전혼합형 하구는 하천의 유입량이 적은 반면 연안의 조차는 크거나 보통이어서 담수와 해수가 완전히 혼합되는 환경에서 형성된다. 썰기형 하구에서는 수직적인 염분도의 구배가 매우 강하게 나타나지만 완전혼합형 하구에서는 표층부터 바닥까지 거의 일정한 염분분포를 보이게 된다. 이러한 하구에서는 수직적인 염분구배보다는 수평적인 구배 즉, 육지쪽으로 갈수록 염분도가 낮아지고 바다쪽으로는 더욱 높은 염분분포를 갖게 된다. 이런 하구는 한국의 한강, 금강, 영산강 등 하구나 미국 컬럼비아 강의 어귀 같이 조석작용이 하천과 해수를 완전히 혼합시키는 얇은 하구에서 나타난다.

다. 부분혼합형 하구(partially-mixed estuary)

썰기형하구와 완전혼합형하구의 중간적 형태를 띠는 부분혼합형 하구는 조차가 적당히 크고 하천의 담수 유입량이 큰 깊은 하구에서 볼 수 있다. 혼합은 조수에 의한 와류와 하천수의 흐름에 의해 주로 일어나며, 염분도 구배도 썰기형과 완전혼합형의 중간 형태를 보인다. 이러한 형태의 하구로는 미국의 San Francisco Bay와 Puget Sound를 들 수 있다.

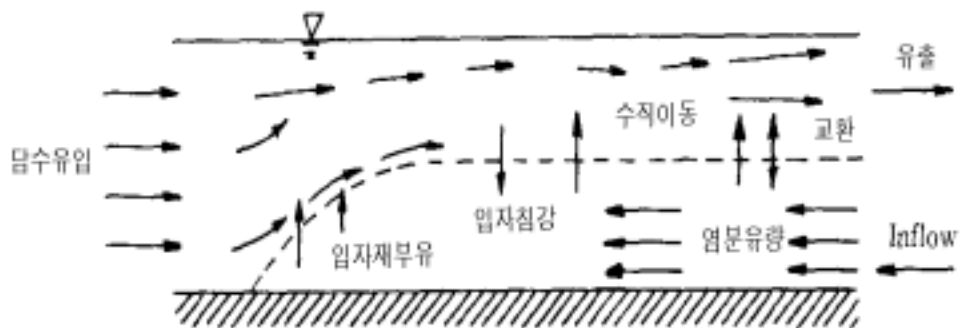
라. 역류형 하구(reverse estuary)

역류형 하구는 하천의 유량이 매우 적고 증발이 아주 많이 일어나는 고온건조한 연안에서 상층의 해수가 증발하면서 바닷물이 하구로 유입될 때 형성된다. 이 때 염분은 해안으로부터 하구의 상류로 갈수록 상승하게 된다. 이런 형태는 멕시코 캘리포니아 반도(Baja California)의 태평양 연안과 미국의 멕시코만 연안에서 발견되며, 과도한 증발에 의해 하구의 염분도는 종종 해양의 염분도를 초과하게 된다.

이러한 하구의 염분분포와 물 순환패턴은 하구로 유입되는 부유물, 영양염류, 오염물질의 순환패턴을 좌우하여 하구에서 독특하게 관찰되는 현상의 원인이 된다. 예를 들어 썰기형 하구의 경우 저층의 해수는 육지쪽으로 흐르고 담수는 해양쪽으로

흐르게 되므로 해수가 침투하는 말단부에는 수렴지역(covergence zone)이 형성된다(그림 2-2). 따라서 표층 담수와 함께 하류로 운반되는 부유물, 영양염류, 오염물질 등이 하구에서 바닥으로 침강되고, 침강된 물질이 저층의 해수와 함께 육지쪽으로 운반되는 과정이 반복되어 수렴지역에는 많은 부유퇴적물이 집중되고(turbidity maximum) 퇴적물과 연관된 영양염류 및 오염물질도 집적된다(nutrient trap). 이처럼 유역의 최하단부에 위치하고 있어 오염부하가 큰 하구의 지리적 위치 및 위에서 설명한 물순환 특성으로 인해 유입된 오염물질이 원활하게 외해로 배출되지 못한다는 점이 하구를 오염에 취약한 지역으로 만드는 근본적인 원인이라고 할 수 있다.

해수유입



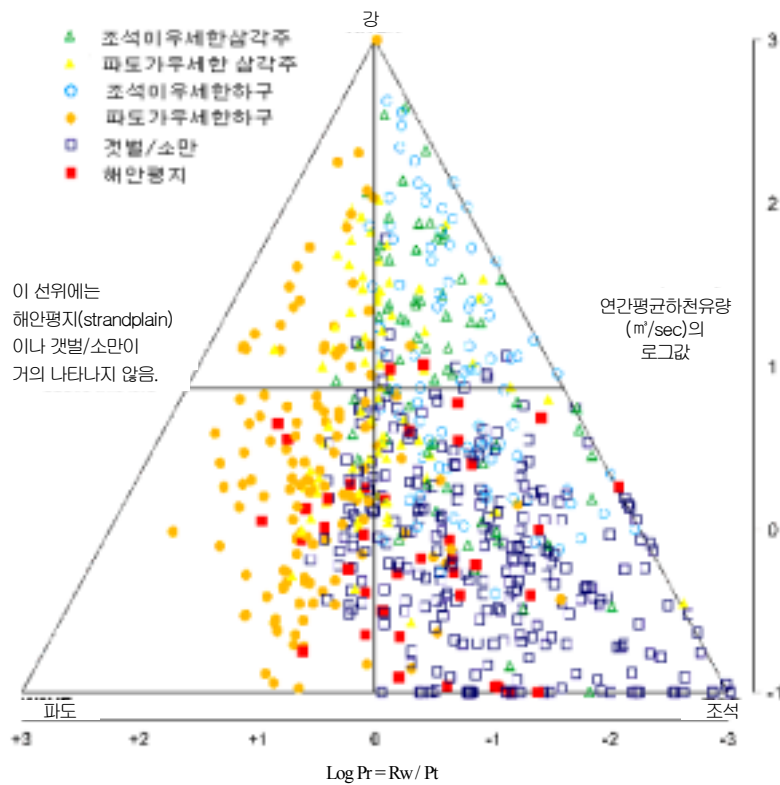
[그림 2-2] 하구의 물순환 패턴에 따른 부유물의 순환(Robert V. Thomann et al., 1995)

물론 실제의 하구는 위에 설명한 바와 같이 단순하게 나타나지 않는다. 염분은

담수의 유입량, 증발, 해수와 담수의 밀도차, 조석 주기, 코리올리 영향 등에 따라 수직적, 수평적, 시간적인 분포가 매우 심하게 변한다. 또한 하구는 수체의 규모가 해양에 비해 작고 하천 온도에 영향을 크게 받으므로 다른 연안의 수체에 비하여 온도 변화가 심한 특징을 가지고 있다. 하구의 용존산소량은 일반적으로 혼합에 의해 높게 나타나지만 온도, 대기와의 접촉, 해수, 담수층에 의해 변하게 되며, 여름이나 수직적 성층화가 강하게 일어나는 시기에는 무산소 상태가 발생하기도 하는데 인간 활동에 의한 영양염류 유입은 이러한 상황을 더욱 악화시킬 수 있다.

2. 하구의 생물지리학적 특징

하구의 정의에서 언급하였듯이 하구는 생태적인 견지에서 보면 단순히 하천이 바다와 만나는 수역만을 의미하지 않고 부근의 다양한 연안환경을 포함한다. 미국의 연안역관리법에 제시된 하구 유형은 연안산림, 연안초지 등을 포함한 연안육역(沿岸陸域), 습지, 늪지, 갯벌을 포함한 육해전이지역(陸海轉移地域) 및 조하대(潮下帶)를 포함한 수면이하의 서식지를 포괄하고 있다. 특히, 하구서식지 중 갯벌은 하천수에 의해 부유·운반된 토사가 물의 흐름이 완만한 하구부에 퇴적되어 형성되는데, 우리나라 대부분의 강 하구에서 볼 수 있다. 대표적으로는 한강의 강화도-영종도 갯벌, 금강-만경강-동진강 하구의 군산-김제-부안 갯벌 등을 들 수 있다.



[그림 2-3] 하구환경분류의 예(Shaw, 2001)

하구의 바닥을 이루는 퇴적물의 조성은 하구서식 생물의 서식환경과 밀접한 관련이 있으며, 파랑의 크기, 조류의 세기, 하천유량 등과 퇴적물의 기원에 따라 달라질 수 있다. 따라서 하구지형 및 서식지 환경은 이러한 퇴적특성에 크게 좌우되는데, 호주의 연안, 하구 및 수로 관리를 위한 연구센터(Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management)는 이러한 면을 고려하여 파랑, 조류, 하천유량에 근거하여 하구환경을 분류하였다 (그림 2-3).

지질·지리적 특성과 함께 하구는 담수와 해수가 혼합되면서 야기되는 독특한 생물지화학적 작용이 이루어지는 환경이므로 담수생태계와 해양생태계가 공존하는 점이지대(漸移地帶, ecotone)를 형성하여 다양하고 풍부한 야생생물의 서식 환경을 제공해준다¹⁷⁾. 하구에는 조류, 어류, 게, 가재, 해양 포유류, 조개류, 곤충류, 파충류 등

17) 물론 우리나라 동해안의 석호와 같이 하구종류에 따라서는 염분 및 수온 변화가 극심하여 이러한 환경에서만 살아남는 생물종이 우점하여 생물다양성이 낮은 경우도 있음. 그러나 여기서의 생물다양성에 대한 언급은 다양한 종류의 하구형태 및 하구역을 포함하여 일반적인 관점에

다양한 동물들이 서식하며, 많은 해양어류가 유생기를 하구에서 보낸다. 이러한 동물들은 복잡한 먹이사슬 통해 육상과 해양의 식물 및 소형생물들과 상호작용함으로써 독특한 하구생태계를 이루기 때문에, 하구는 해양생태계와 육상생태계를 연결하는 고리가 된다.

제3절 하구환경관리의 중요성 및 일반현안

1. 하구환경관리의 중요성

지금까지 하구는 국토확장, 자연재해의 방지, 항만개발, 수로건설 등을 위한 직접적인 이용대상이 되어 왔다. 이는 하구가 무가치한 환경이라는 인식이 확고하게 자리잡고 있었던 사회적 환경에 기인하는데, 실제 1960년대 이후 추진된 간척사업으로 한강 및 임진강 등 군사적인 이유로 접근이 제외된 곳을 제외한 대부분의 지역에서 무차별적으로 하구개발이 진행된 것을 알 수 있다 (표 2-1).

물론 이러한 인식은 정도의 차이는 있지만 미국처럼 국토면적이 넓고 자연자원이 풍부한 일부 선진국을 제외한다면 네덜란드, 일본 등 대부분의 국가에서도 과거 존재했던 것으로 우리나라만의 일은 아니다¹⁸⁾.

<표 2-1> 우리나라 주요 하구 담수호 현황

서 기술한 것임.

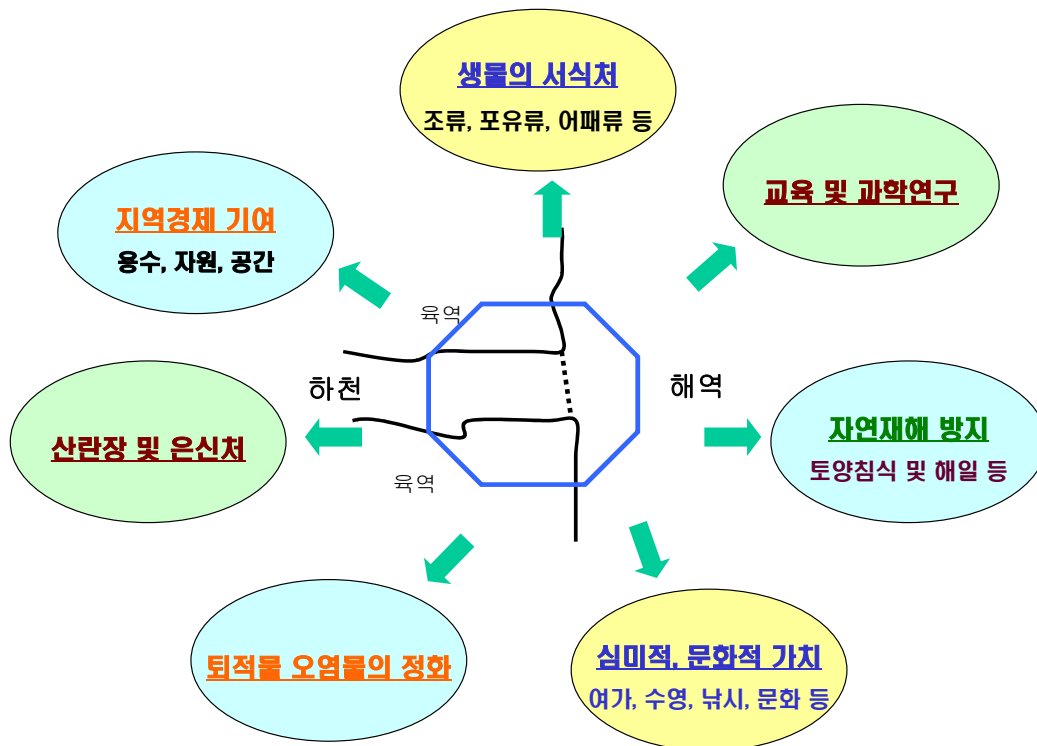
- 18) 새만금 공동조사단의 해외사례 결과보고에 따르면 최근에는 지속가능한 개발의 형태로 하구개발이 추진되고 있지만, 네덜란드의 경우 1500년부터 시작하여 전체 갯벌면적의 92%가, 일본은 1200년부터 시작하여 전체 갯벌의 90%가 간척된 것으로 알려짐.

담수호	하천 수계	유역 면적 (km ²)	만수 면적 (ha)	총저 수량 (만톤)	유효저 수량 (만톤)	관리 수위 (m)	사수위 (m)	공사기간
남양	발인천	209	800	3150	1850	+0.5	-3.5	1971-1976
아산	안성천	1634	2800	12300	8300	+2.5	-2.0	1971-1976
삼교	삼교천	1630	2017	8426	6279	+2.5	-1.5	1976-1979
영산	영산강	3470	3460	25320	18100	+1.0	-7.0	1978-1981
서산A	-	488	2885	14443	5026	-1.0	-2.9	1980-1991
서산B	-	1575	1702	9703	1259	-1.3	-2.0	1981-1991
대호	-	278	2150	12200	4650	-0.5	-3.7	1981-1985
금강	금강	9828	3650	13850	12250	+2.1	-3.0	1983-1990
부사	웅천천	288	495	837	818	+0.0	-2.5	1985-1993
해남	-	181	835	1710	1153	-0.5	-4.0	1985-1993
시화	반월천	477	5650	33233	18148	-1.0	-5.0	1985-1994
석문	역천	257	855	1396	626	-1.2	-2.0	1987-1995
영암	-	355	4286	24460	15300	-1.5	-6.4	1988-1992
우정	-	236	1452	5444	2816	-1.5	-4.0	1993-
낙동강	낙동강	23560	1220	50000	-	-	-	1983-1987
새만금	만경, 동진강	3319	9670	53452	35470	-1.5	-6.5	1992-

자료: 정병호(1997)

그러나, 시화호개발에 따른 문제 및 새만금사업의 추진을 둘러싼 최근의 논란을 계기로 하구환경관리의 필요성이 대두되기 시작하였다¹⁹⁾. 이는 기존의 개발일변도의

정부정책에 대한 반발, 지나친 개발에 따른 환경문제, 국민생활수준 및 교육수준의 향상에 따른 환경질에 대한 욕구 증대 등 다양한 원인이 있겠지만 근본적으로는 하구가 가지는 고유한 생태적 가치에 대한 인식이 점차 확대되고 있다는 점 또한 중요한 요인으로 꼽을 수 있다 (그림 2-4).



[그림 2-4] 하구의 기능과 가치

하구의 생태적 가치 또는 조류, 포유류, 어류와 기타 많은 생물종의 서식처이며 철새들에게 여행하는 동안 쉬고 먹이를 얻을 수 있는 이상적인 장소를 제공한다는 점을 들 수 있다²⁰⁾. 많은 어류와 조개류는 하구를 산란장소나 은신처로 사용하고 있

19) 하구는 최근까지 환경에 미치는 영향에 대한 심각한 고려 없이 국토확장, 농지확보, 자연재해 방지 등의 목적으로 개발되었고(한국농어촌진흥공사, 1996), 하구의 생태적 중요성에 대한 인식이 일반시민과 정책입안자에게까지 확대된 것은 시화호개발에 따른 수질문제와 새만금 사업의 추진과 연관된 국가적인 논쟁에서 비롯되었음(문경민, 2000).

으며, 상업적으로 가치가 있는 어류를 포함하여 많은 해양생물들은 성장단계에 일정 기간 동안 하구를 이용한다.

또한 하구가 가지고 있는 야생생물의 서식처로서의 기능 이외에도 하구 주변의 습지는 다른 중요한 기능을 제공한다. 육상에서 유입되는 담수를 퇴적물, 영양염류와 여러 오염물질들을 포함하고 있는데, 이러한 물이 해안습지대를 지날 때 많은 퇴적물과 오염물질들이 여과된다. 이런 정화작용과 더불어 습지의 식물과 토양은 범람하는 물을 흡수하고 폭우시 급격한 수위상승을 완화시켜 주므로 육지와 해양 사이에서 자연적인 완충지대 역할을 한다. 즉, 하구의 습지는 해일과 홍수로부터 육지생물과 재산을 보호해 주는 한편, 습지의 수초와 하구식물들은 퇴적물 및 토양의 침식을 방지함으로써 해안선을 안정하게 유지하는 기능을 한다.

사회·문화적인 측면에서 하구의 가치는 여가활동을 위한 장소, 과학적 지식 및 연구의 장, 자연생태계의 살아 있는 교육장 및 경관이 가지는 심미적인 기능에서 찾아볼 수 있다. 뱃놀이, 낚시, 수영, 탐조(探鳥)활동 등은 일반시민이 하구에서 즐길 수 있는 다양한 위락활동 중 몇 가지 예이다. 또한 하구는 종종 해안지방에 거주하는 주민공동체들에게 있어서 지역경제, 휴양지, 축제, 문화, 전통 등과 관련한 문화적 중심지로서의 역할을 한다. 육지와 해양사이의 전이지대로서 하구는 학생들과 과학자들에게 다양한 생물학적, 지리학적, 화학적, 물리학적, 역사적, 사회적 교육의 기회를 제공하는 매우 귀중한 살아있는 실험실이다. 하구는 또한 주변에 거주하는 지역주민이나 이곳을 방문하는 휴양객들에게 매우 큰 심미적 즐거움을 제공하기도 한다.

우리나라 하구의 기능 및 역할에 대한 연구는 아직까지 매우 제한적이며, 가용한 자료라 하더라도 대부분 이미 하구연 등에 의해 물순환이 조절되고 있는 대규모 하천 하구에 대한 것이다. 또한 기존의 연구들도 하구의 기능 및 역할보다는 하구환경의 일반적인 현황파악에 초점을 두고 있으므로 우리나라 하구환경 가치의 측면에서 관리의 중요성을 논하기에는 자료가 충분치 않은 실정이다. 그러나, 위에서 언급한 바와 같이 하구환경의 보전을 통해 얻을 수 있는 현실적이고 직접적인 이익과 관광, 어업 및 기타 상업활동이 기본적으로 하구가 제공하는 풍요로운 자연자원 그 바탕을 두고 있다는 점을 고려한다면 하구환경관리의 필요성은 매우 크다고 하겠다.

2. 하구환경관리 일반현안

하구환경관리에 있어 우리나라가 직면하고 있는 문제는 새만금 간척사업의 추진

20) [Online] <http://www.epa.gov/owow/estuaries/about1.htm>

을 두고 제기되었던 현안을 통해 분명하게 볼 수 있다. 새만금 사업의 추진에 있어 논란이 되었던 사안은 갯벌의 가치, 수질, 해양생태계, 식량안보와 국토확장, 국가 및 지역발전, 시대적 상황 및 국제동향, 경제적 타당성, 국책사업의 계속, 중단 또는 유보에 따르는 부담으로 정리될 수 있는데, 이들 문제는 정책적으로 환경보전과 개발의 적절한 균형점을 찾지 못해 야기되는 문제로 요약할 수 있다²¹⁾. 즉, 지금까지 일방적으로 추진되었던 개발중심의 정책이 환경보전이라는 또 하나의 거대한 흐름에 부딪혀 개발편익과 환경보전편익을 저울질해야 하는 상황에 이르렀으나, 지속적 개발이라는 새로운 정책방향이 하구환경관리에 어떻게 적용될 수 있는지 구체화되지 않아 발생한 문제로 볼 수 있다는 것이다 (표 2-2)²²⁾.

따라서, 하구환경관리의 현안을 분명히 하기 위해서는 다음과 같이 서로 다른 몇 단계의 수준에서 하구환경문제를 바라보아야 할 것이다.

첫째, 하구환경관리를 포함한 연안개발의 정책방안에 대한 문제이다. 지금까지 추진되어 왔던 개발일변도의 하구관리정책이 하구 고유의 기능과 역할을 회복할 수 있도록 전환되어야 한다는 점은 최근의 논의에서 점점 힘을 얻어가고 있는 상황이다. 특히 개발과 환경보전의 조화를 찾아가는 지속적 개발이라는 개념을 구현하기 위한 다양한 노력들이 전체 환경분야에 파급되기 시작하고 있으므로 이러한 개념이 하구환경관리에 어떻게 적용될 수 있는가에 대한 연구가 필요하다.

둘째, 개별하구의 고유한 특성을 어떻게 보전하고 어떠한 방법으로 하구환경의 질을 제고시킬 수 있는가 하는 문제이다. 이는 새만금의 경우처럼 방조제 건설이후의 수질문제에 대한 대책을 마련하는 등 사후대책의 개념이 아닌 현재 자연상태의 우리나라 하구가 가지는 하구개발, 서식지훼손, 수질악화, 생물다양성 등의 문제를 어떻게 해결하는가에 관심을 갖는 것이다. 실제 하구 환경문제는 지역의 여건에 따라 크게 다르나 새만금의 예나 외국의 예를 통해 볼 때 갯벌 등의 서식지 훼손, 수질오염 및 생물다양성 문제가 공통적인 현안으로 떠오르고 있다.

<표 2-2> 하구환경문제에 대한 인식(예)

21) 이는 2001년 5월7일부터 24일까지 진행되었던 정부의 새만금평가회의를 통해 정리된 새만금간척사업 추진과 관련 현안사항임.

22) 표에 나타난 바와 같이 하구의 환경문제는 매우 다양하고 관련자에 따라 문제에 대한 인식이 다르다는 것을 볼 수 있음. 그러나 하구환경관리에 있어 공통적으로 서식지 훼손문제를 가장 중요하게 생각하고 있으며, 이는 새만금 간척사업의 추진에 있어 논란의 기초가 되었던 갯벌보전 문제와 상통함.

순위	일 반 주 민	사안별 대책그룹	전문가 집단
1	서식지 및 습지 훼손	서식지 및 습지 훼손	서식지 및 습지 훼손
2	산업폐수 배출	생물 종 감소 및 멸종	생물 종 감소 및 멸종
3	농업활동	농업활동	인위적 하천 유로변경
4	유해물질 누출 및 유출	강우 유출수	강우 유출수
5	산림의 관리 행태	수변 식물대 훼손	인식부족
6	박테리아	인식부족	부적절한 정부의 관리
7	수변 식물대 훼손	산업폐수 배출	오염된 어류
8	오염된 퇴적물	산림의 관리 행태	농업활동
9	오염된 어류	부적절한 정부의 관리	수온 변화
10	인위적 하천 유로변경	인위적 하천 유로변경	건축 및 공사활동
11	방사성 물질	오염된 어류	수변 식물대 훼손
12	생물 종 감소 및 멸종	건축 및 공사활동	산림의 관리 행태
13	부적절한 정부의 관리	오염된 퇴적물	오염된 퇴적물
14	인식부족	유해물질 누출 및 유출	외래종 유입
15	건축 및 공사활동	수온 변화	용존가스의 증가
16	강우 유출수	외래종 유입	산업폐수 배출
17	수온 변화	하수처리장의 배출수	유해물질 누출 및 유출
18	하수처리장의 배출수	박테리아	박테리아
19	외래종 유입	방사성 물질	연안 및 수중 활동
20	연안 및 수중 활동	용존가스의 증가	하수처리장의 배출
21	용존가스의 증가	연안 및 수중 활동	방사성 물질

자료: LCREP(1999)

셋째, 하구언 건설, 수중보 설치, 간척, 유로변경 등 인위적인 행위로 인해 이미 자연적인 하구 고유의 특성을 상실한 대부분의 주요 하구의 환경질을 어떻게 회복시키는가 하는 문제이다. 이미 기존에 진행된 개발로 인한 직접적인 이익과 개발로 인해 야기된 사후의 환경영향평가 작업이 간헐적으로 진행되고 있지만, 기존에 이루어진 개발사업의 타당성을 검증하고 이미 변형된 하구환경의 생태적 기능을 회복시키기 위해서는 이 문제에 대한 관심이 더욱 강조되어야 할 것이다. 환경보전과 개발의 균형은 최근 환경관리가 지향하는 바이지만 실제적인 양상은 각 국가가 처해 있는

경제, 사회, 문화, 지리, 정치적인 여건에 의해 좌우되기 때문에 우리나라에 적용할 수 있는 전형적인 하구환경관리모형을 사례를 통해 찾기는 힘들다. 결국 하구환경관리를 위한 정책방향은 우리나라의 여건분석과 하구환경보전을 위한 당위성에 기초하여 개발되어야 하며, 따라서 본 연구에서는 이러한 정책방향 및 이를 구현하기 위한 법제도의 개선방안 도출에 일차적인 관심을 두고 있다.

또한, 이미 대부분의 하구는 개발이 완료된 상태로 자연적인 하구의 특성을 유지하지 못하고 있는 현실을 고려하여 자연상태의 하구환경을 보전하고 환경질을 개선하기 위한 관리방안의 도출에 초점을 두어야 할 것이다. 물론 전술한 바와 같이 하구환경관리에 서식지 및 갯벌을 포함한 습지의 훼손이 가장 중요한 현안문제이며 하구환경의 질을 개선하기 위해서는 수질개선이 요구된다는 점을 고려하여 이 두 가지 문제의 해결에 연구의 실질적인 초점을 두도록 하겠다.

하구언 등 인위적인 구조물의 설치에 따르는 환경영향평가와 이러한 개발사업에 의해 훼손된 환경을 어떻게 복원하는가 하는 문제도 다루어야 할 매우 중요한 문제이다. 그러나 하구의 정의 및 연구범위에서 한정하였듯이 본 연구는 자연하구의 환경관리방안에 초점을 두고 있으므로 이 문제는 간단히 언급하고 구체적인 내용은 향후의 연구과제로 남겨두도록 하겠다.

제 3 장

하구 · 석호 환경현황 및 관리문제점

제1절 하구환경 현황 및 문제점

1. 인문사회 현황

가. 인구 및 토지현황

1) 인구현황

하구환경에 가장 큰 영향을 주는 요인의 하나로 인구를 들 수 있는데, 현재 하구역 주변 연안에 거주하는 인구는 7,210,118명이며, 이는 우리나라 전체 인구 46,858,463명의 15.4%에 해당한다. 또한 하구지역 평균인구밀도는 440.9명/km²으로 전국 평균인구밀도 471.3명/km²보다는 작지만, 우리나라 연안지역 인구밀도 402명/km²보다는 높게 나타나 연안지역중 하구주변지역을 중심으로 인구가 집중되어 분포하고 있음을 알 수 있다 (표 3-1).

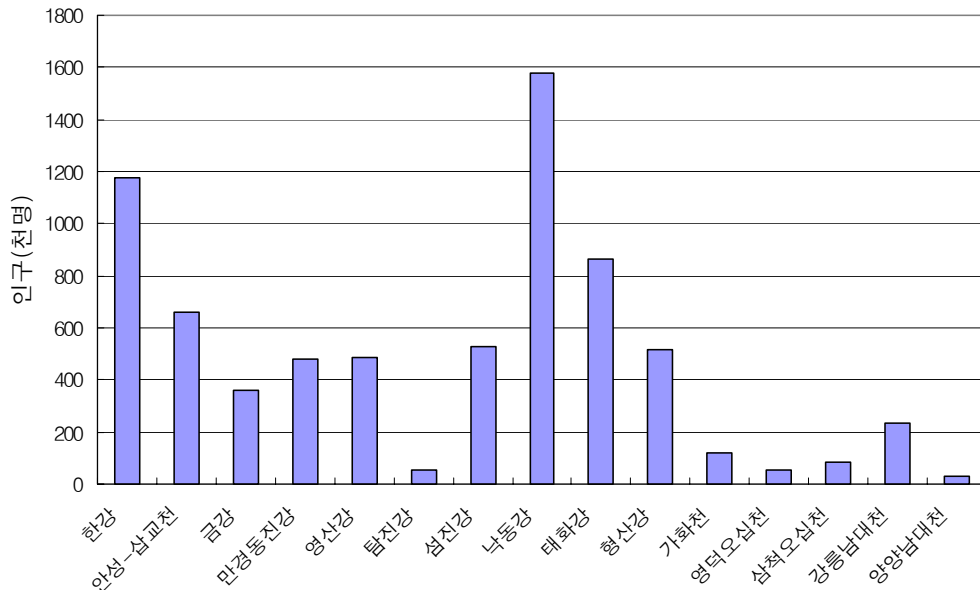
<표 3-1> 하구지역 인구현황

구분 하천명칭	인구(명)	면적 (km ²)	인구밀도 (명/km ²)	인구증가율 (%)
한강	1,175,568	1636.66	718	7.21
안성천·삼교천	660,640	1646.71	401	2.36
금강	358,416	734.49	488	-0.21
만경강·동진강	477,079	1415.12	337	-0.62
영산강	485,148	1882.95	258	0.18
탐진강	51,269	492.80	104	-1.72
섬진강	526,057	1619.80	325	0.53
낙동강	1,575,124	1237.52	1,273	1.80
태화강	865,401	301.20	2,873	0.50
형산강	515,656	1127.20	457	0.23
가화천	119,745	396.07	302	1.38
영덕오십천	51,905	740.90	70	-2.45
삼척오십천	84,606	1186.00	71	-1.51
강릉남대천	232,575	1040.00	224	0.98
양양남대천	30,976	628.60	49	-0.08
하구전체	7,210,165	16,086.02	441	1.62
전국	46,858,463	99,434.26	471	0.98

자료: 각 시군 통계연감

주: 인구는 하구주변 시군구를 기준으로 산출하였고, 인구증가율은 1995년~1999년까지 자료를 기초로 하였음.

연안하구 주변 시·군·구를 기준으로 각 하구별 인구를 비교 할 경우, 가장 많은 인구가 거주하고 있는 하구지역은 낙동강으로 1,575,124명이 거주하고 있으며, 다음으로 한강하구지역이 1,175,568명이 거주하고 있는 것으로 조사되었다 (그림 3-1). 반면 탐진강, 영덕오십천, 양양남대천 등 소규모 하천의 경우 유역면적이 작아서 거주인구는 매우 적은 것으로 조사되었다.

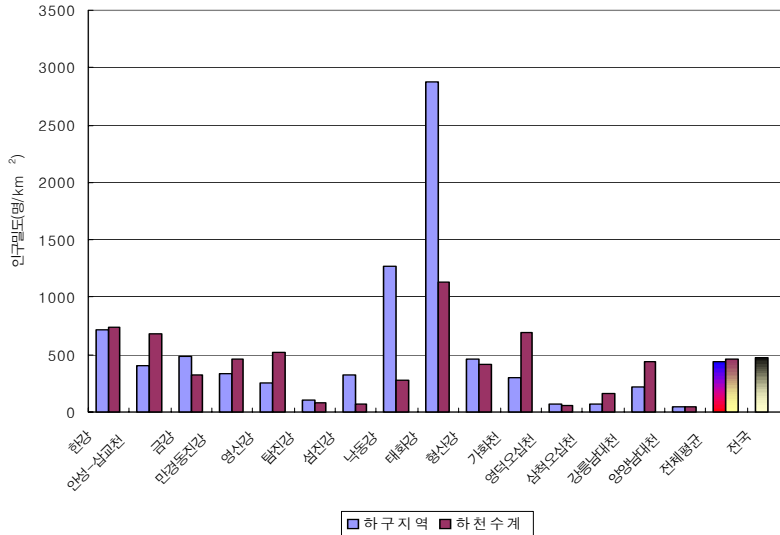


[그림 3-1] 하구지역 인구현황

단위면적당 인구집중 정도를 나타내는 인구밀도는 울산광역시 소재 태화강이 2,873명/km²으로 가장 높게 나타났으며, 낙동강 지역은 1,273명/km²으로 나타나 산업단지 조성지역에 인구밀도가 높은 것으로 조사되었다. 이와 함께 하구지역 전체 인구밀도 441 명/km²보다 높은 인구밀도를 보인 하구지역은 태화강, 낙동강, 한강, 금강, 형산강 등 5개 지역으로, 이들 지역의 경우 연안지역 사회경제활동이 고밀도로 이루어지고 있음을 시사한다 (그림 3-2).

하구에 직접적인 영향을 미치는 하천수계 유역의 인구밀도를 살펴보면, 한강, 안성천·삽교천, 만경강·동진강, 영산강, 가화천, 영덕오십천, 남대천 등이 하구주변

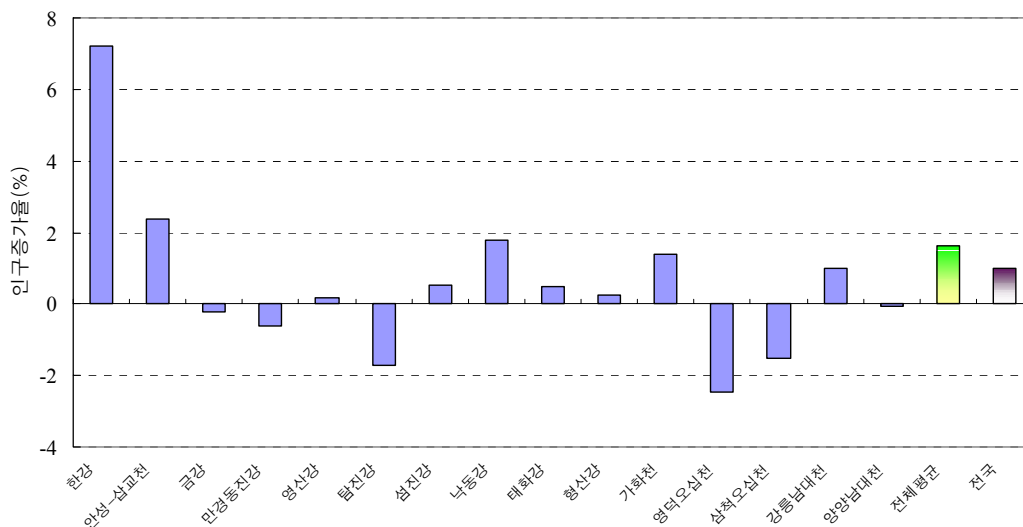
연안지역 인구밀도보다 높게 나타났다. 이들 하천의 경우 하류지역에 비해 중상류지역의 사회경제활동이 활발하다는 것을 시사한다.



[그림 3-2] 하구지역 및 하천수계 인구밀도 비교

한편, 향후 지역의 인구압력 증가를 보여주는 인구증가율을 살펴보면, 하구지역 전체 연평균 인구증가율(1995년-1999년)은 1.62%로 우리나라 전체 인구증가율 0.98%를 상회하고 있다. 특히 한강, 안성천·삼교천, 낙동강 등은 높은 인구증가율을 보이고 있어 향후 하구환경의 잠재적 오염원 증가에 대한 대책마련이 요구되는 지역이다. 특히, 한강의 경우 5대강 중 섬진강과 더불어 유일하게 하구가 자연상태로 남아 있는 지역으로 보다 적극적인 환경관리가 이루어져야 할 지역이다. 반면에 탐진강, 영덕오십천, 삼척오십천 등 소하천의 경우 인구증가율이 각각 -2.45%, -1.72% 및 -1.51%로 나타나 인구에 의한 환경훼손압력은 줄어들 전망이다 (그림 3-3).

하구지역별 인구증가율의 특징을 살펴보면, 산업단지 입지지역, 임해도시 지역, 도시계획지역 등의 인구는 고용수요가 증가함에 따라 따른 이주를 통해 증가한 것으로 추정되는데, 이들 지역에서는 산업폐수 및 생활하수 배출 비중이 높아질 것으로 예상된다. 전국적인 인구증가에도 불구하고 인구가 감소한 지역의 경우 축산폐수 및 비점오염원 비중이 점차 증가될 것으로 판단된다.



[그림 3-3] 하구지역 인구증가율(1995년~1999년)

하구환경관리를 위한 인구현황 조사에 있어 하구지역 연안 시·군·구지역 인구 분포와 하천수계 유역내 인구분포 현황을 비교·분석할 필요가 있다. 이는 하구환경에 영향을 미치는 요소가 하천수계유역 기인 육상오염원과 연안지역 기인 육상·해양오염원으로 구분되는 하구환경의 독특한 특징에서 비롯된다. 즉, 하구환경에 영향을 미치는 경로는 하천 수계유역의 사회경제활동과정에서 발생한 오염원의 오염부하 및 연안지역 발생기인 오염원의 해류에 의한 하구유입으로 크게 구분할 수, 연안 시·군·구 인구 및 하천수계 유역인구를 비교·분석하는 것이 필요하다.

<표 3-2>는 각 하구에 대해 하구연안지역과 하천수계유역의 인구 및 면적과 비율을 보여주고 있는데, 이를 비율이 높을수록 하구환경에 대한 연안지역 사회경제활동의 영향이 높은 것으로 추정할 수 있다. 한강의 경우 하구유역인구는 1,175,568명이지만, 수계유역인구는 18,736,562명으로 우리나라 전체인구의 40%, 수계전체인구의 53%를 차지하여 중상류지역 기인 오염원에 의한 환경부하가 매우 높은 것임을 시사한다. 또한 금강, 영산강, 낙동강, 안성천·삼교천 등도 중상류지역 기인 오염원 부하가 높을 것으로 판단된다.

반면 사천시 소재 가화천의 경우 연안지역의 인구가 차지하는 인구비율이 1,200%를 상회하고 있어 연안기인 오염부하가 높을 것으로 추정되며, 탐진강, 섬진강, 형산강을 비롯하여 8개의 하구지역 또한 연안지역 기인 오염부하가 높은 것으로 판단된다.

<표 3-2> 하구지역 및 하천수계 인구·면적 비교

구분 하천	인구현황(명)			면적현황(km ²)		
	하구인구	수계전체	비율	하구지역	수계전체	비율
한강	1,175,568	18,736,562	6.3	1,637.2	25,269.0	6.5
안성·삽교천	660,640	2,241,498	29.5	1,646.7	3,262.5	50.5
금강	358,416	3,094,668	11.6	734.5	9,654.6	7.6
만경·동진강	477,079	1,250,323	38.2	1,414.6	2,705.6	52.3
영산강	485,148	1,736,722	27.9	1,882.9	3,363.4	56.0
탐진강	51,269	41,281	124.2	492.8	520.8	94.6
섬진강	526,010	367,631	143.1	1,619.8	5,011.3	32.3
낙동강	1,575,124	6,682,155	23.6	1,237.6	23,635.5	5.2
태화강	865,401	745,957	116.0	301.2	656.8	45.9
형산강	515,656	475,594	108.4	1,127.2	1,134.2	99.4
가화천	119,745	9,537	1,255.6	396.1	13.8	2,877.1
영덕오십천	51,905	23,188	223.8	740.9	372.5	198.9
삼척오십천	84,606	65,789	128.6	1,185.8	398.9	297.2
강릉남대천	232,575	91,993	252.8	1,040.0	208.4	499.0
양양남대천	30,976	17,577	176.2	628.6	434.6	144.7
총 계	7,210,118	35,571,672	20.3	16,086.1	76,641.9	21.0

자료: 각시군통계연보(1999년 기준)

주 : 이 비율은 각 하구에서 수계전체의 인구와 면적에서 하구지역의 인구와 면적이 차지하는 비율을 나타냄.

2. 토지이용 현황

하구지역 소재 연안 시·군·구의 토지면적은 총 16,086.06 km²로 우리나라 국토면적(99,434.26 km²)의 16.2%를 차지하고 있다. 이중 임야가 전체의 57.0%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 공장용지는 1.0%로 가장 낮은 비중을 차지하였다(표 3-3). 전국 토지이용 현황과 비교해보면 임야의 경우 전국비율 65.6%(65,204.91 km²)보다 낮게 나타났으나, 대지와 공장이 차지하는 비율은 각각 2.6%, 1.0%로 전국대지 및 임야 이용현황 비율인 2.3%, 0.5%보다 높았다²³⁾. 이는 많은 양의 오염원을 배출하는 대지와 공장용지가 하구지역에 집중되어 있고, 이로 인해 하구환경의 오염·훼손압력이 다른 지역에 비해 상대적으로 높다는 것을 의미한다. 특히, 대지의 경우 수계내에서 차지하는 비중(2.4%)보다 높게 나타나, 하천의 중상류유역에 비해 하구지역의 개발압력이 높다는 것을 알 수 있다.

<표 3-3> 하구지역 지목별 토지이용 현황

(단위 : km²)

구분 하구	총면적	전	답	임야	대지	공장 용지	도로	하천	기타
한강	1637.17	175.16	407.15	708.75	56.11	8.79	51.21	108.80	121.19
안성·삽교천	1646.71	187.54	531.43	584.40	48.62	16.51	49.09	37.52	191.61
금강	734.49	56.51	255.27	235.17	29.97	11.29	24.74	47.54	73.99
만경·동진강	1414.65	140.65	518.75	411.86	46.08	11.95	48.20	106.33	130.84
영산강	1882.94	288.66	404.60	877.24	48.41	9.67	62.64	22.86	168.86
탐진강	492.83	32.39	108.25	293.28	9.27	0.36	12.65	10.12	26.51
섬진강	1619.80	119.04	185.00	1109.46	37.15	26.34	43.53	30.69	68.60
낙동강	1237.57	55.50	207.84	710.33	48.35	22.82	37.44	70.43	84.88
태화강	301.21	14.83	31.24	158.13	23.24	28.64	14.92	10.47	19.75
형산강	1127.24	65.35	116.16	802.69	25.67	17.35	20.66	30.23	49.13
가화천	396.07	27.74	70.55	240.00	10.21	1.63	10.81	7.25	27.88
영덕오십천	740.93	34.78	46.45	604.59	6.56	0.33	7.75	19.94	20.53
삼척오십천	1185.79	57.49	17.57	1051.04	6.72	0.72	12.52	27.11	12.62
강릉남대천	1040.05	51.23	60.09	849.22	13.19	1.64	16.46	20.85	27.37
양양남대천	628.59	24.82	32.87	534.47	4.10	0.16	8.20	11.41	12.56
하구지역총계	16086.05	1331.69	2993.21	9170.62	413.64	158.21	420.83	561.55	1036.31
비율	100.0	8.3	18.6	57.0	2.6	1.0	2.6	3.5	6.4

자료: 각 시군구 통계연보(2000년)

23) 전국현황은 건설교통부(2001) 참조

하구환경에 가장 큰 영향을 미치는 공장용지와 대지를 중심으로 지목별 토지이용 현황을 살펴보면, 공장용지의 경우 하구지역 지목별 이용에서 차지하는 비율은 울산시 태화강 하구지역이 가장 높은 7.7%로 나타났고, 금강(4.1%), 낙동강(3.9%), 한강(3.4%), 안성천·삽교천(3.0%), 영산강(2.6%) 지역도 전국 평균을 크게 상회하고 있는 것으로 조사되었다. 대지용지 또한 태화강이 가장 높은 비율(9.5%)을 차지하고 있으며, 낙동강(1.8%), 형산강(1.5%), 금강(1.5%) 등의 순으로 나타나 이들 지역의 하구 환경관리에서 산업활동 및 생활 기인 오염원 관리가 매우 중요함을 시사하고 있다²⁴⁾ (표 3-4).

<표 3-4> 대지 및 공장용지 증가율 및 이용 현황

(단위 : %)

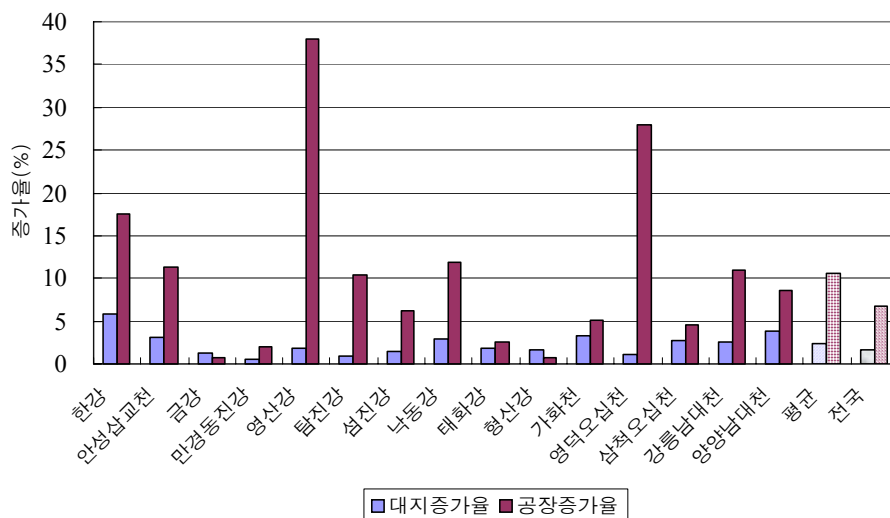
하구 \ 구분	토지이용비율 (1999년)		연평균 증가율 (1995-1999년)	
	대지	공장	대지	공장
한강	3.43	0.54	5.83	17.62
안성천·삽교천	2.95	1.00	3.18	11.37
금강	4.08	1.54	1.20	0.68
만경강·동진강	3.26	0.85	0.49	2.09
영산강	2.57	0.51	1.91	37.93
탐진강	1.88	0.07	0.84	10.47
섬진강	2.29	1.63	1.49	6.29
낙동강	3.91	1.84	2.99	11.83
태화강	7.72	9.51	2.05	2.26
형산강	2.28	1.54	1.58	0.66
가화천	2.58	0.41	3.27	5.05
영덕오십천	0.88	0.05	1.08	27.90
삼척오십천	0.57	0.06	2.76	4.57
강릉남대천	1.27	0.16	2.47	10.91
양양남대천	0.65	0.03	3.79	8.51
하구평균	2.57	0.98	2.31	10.56
전국평균	2.32	0.49	1.66	6.75

자료: 1. 통계청(2000)

2. 각 시·군·구 연도별 통계연보

24) 도로용지가 국토면적에서 차지하는 비율은 2.26%로 하구지역에서 도로가 차지하는 비율(2.6%)보다 낮음.

하구지역 배후 육지부 장기 이용전망에 따른 환경변화와 관련하여 대지 및 공장 용지 비율 증가율은 향후 하구환경에 대한 오염부하량 추정을 위한 근거자료로 활용될 수 있다. 1995년부터 1999년까지의 연평균 토지이용 증가율을 보면, 대지 및 공장 용지는 각각 2.31%, 10.56%의 증가율을 보이고 있는데, 우리나라 전체 대지 및 공장 용지 증가율 1.66%, 6.75%를 상회하고 있다 (표 3-4, 그림 3-4). 이는 인구증가율이 제시한 바와 같이 향후 하구환경에 대한 오염부하 압력은 더욱 커질 것임을 시사한다. 하천별로는 한강, 낙동강, 안성천·삽교천, 삼척오십천, 강릉 남대천, 양양 남대천, 가화천 등의 대지이용이 하구지역 평균증가율 2.31%보다 높은 증가율을 보이고 있다. 공장용지 또한 전반적으로 증가추세에 있으며, 영산강, 영덕오십천, 한강, 낙동강 등에서 공장용지가 차지하는 비율은 하구전체평균 이용비율 보다 높게 나타났다.



[그림 3-4] 하구지역 대지 및 공장용지 증가율

주: 증가율은 1995년부터 1999년까지 자료를 이용하여 분석

특히, 공장용지 증가율은 금강과 형산강을 제외하고는 전 하구지역에서 대지 증가율보다 높게 나타났는데, 비교적 환경상태가 양호한 하구연 지역인 영산강과 자연하구를 유지하고 있는 영덕오십천의 경우 25%이상의 증가율을 보이고 있다. 또한 이미 개발이 이루어진 한강, 안성천·삽교천, 낙동강 하구의 공장용지도 급격한 증가를 보이고 있는 것으로 나타나, 이미 개발이 진행된 하구지역 뿐만 아니라 자연하구를 유

지하고 있는 보존이 비교적 잘 이루어진 하구지역도 개발수요 증대에 따른 훼손압력이 높아질 것으로 예상된다.

나. 주요 사회경제 이용 및 계획 현황

1) 산업단지 지정 및 사업체 현황

하구지역에 위치하고 있는 산업단지는 1999년말 기준으로 90개소, 275.396km²의 면적이 지정되어 있어 우리나라 전체 산업단지 면적의 23.9%를 차지하고 있는 것으로 나타났다 (표 3-5).

<표 3-5> 하구지역 산업단지 현황(국가, 지방 및 농공단지)

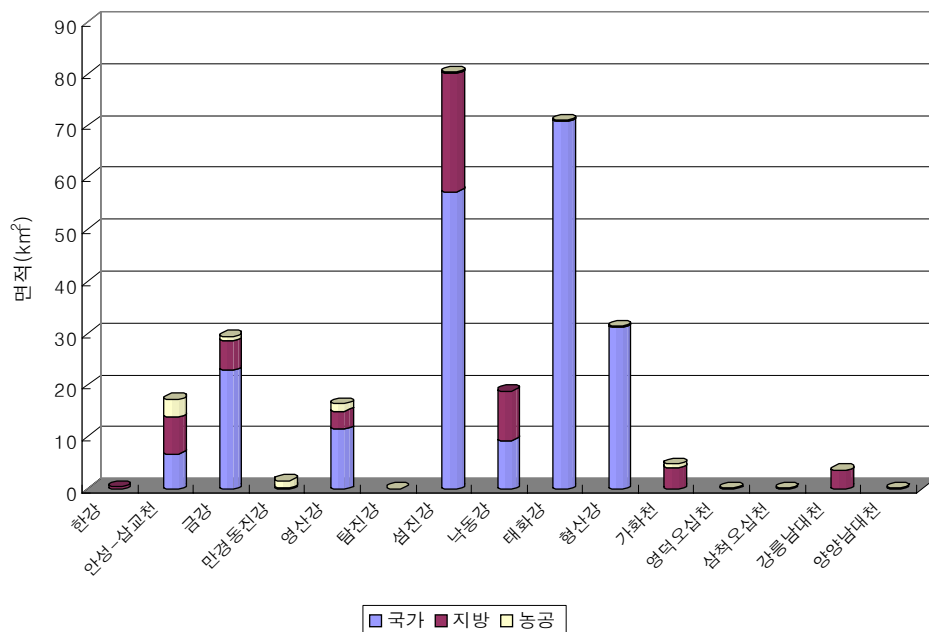
(단위 : km²)

구분 하구	국가		지방		농공		계	
	면적	개소	면적	개소	면적	개소	면적	개소
한강	-	-	0.371	4	-	-	0.371	4
안성천·삽교천	6.739	1	7.139	7	3.412	13	17.291	21
금강	22.76	2	5.666	1	0.979	4	29.405	7
만경강·동진강	-	-	0.262	1	1.319	8	1.581	9
영산강	11.567	2	3.421	3	1.358	7	16.347	12
탐진강	-	-	-	-	0.056	1	0.056	1
섬진강	57.263	2	22.756	4	0.252	3	80.271	9
낙동강	9.317	1	9.541	4	-	-	18.858	5
태화강	70.740	2	-	-	0.264	1	71.004	3
형산강	31.142	6	-	-	0.195	1	31.337	7
가화천	-	-	4.027	2	0.757	3	4.784	5
영덕오십천	-	-	-	-	0.146	1	0.146	1
삼척오십천	-	-	-	-	0.198	2	0.198	2
강릉남대천	-	-	3.497	2	0.134	1	3.630	3
양양남대천	-	-	-	-	0.116	1	0.116	1
하구전체	209.528	16	56.680	28	9.186	46	275.396	90
전국	910.825	36	195.378	162	44.439	295	1,150.642	493

자료: 1. 각 시·군·구 통계연보
2. 건설교통부(2001)

이는 하구지역 전체 토지면적의 1.7%로 우리나라 전체 산업단지가 국토면적에서 차지하는 비율인 0.9%보다 높게 나타나, 하구지역 토지가 상대적으로 고밀도로 이용되고 있음을 보여준다. 이를 산업단지별로 살펴보면 국가산업단지는 16개소이며, 지정 면적은 209.528 km²로 하구지역 전체 산업단지의 76.1%를 차지하고 있다. 지방산업단지와 농공산업단지는 각각 28개소 56.680km², 46개소 9.196km²가 지정되어 있다. 특히 국가산업단지의 경우 전국의 국가산업단지 36개소 중 16개소가 하구지역에 위치하고 있으며, 조성면적에 있어서 우리나라 국가산업단지 면적의 23.0%를 차지하고 있다. 지방산업단지와 농공단지는 전국 지방산업단지 및 농공단지의 각각 28.7%, 20.5%를 차지하고 있다.

지역별로는 섬진강 하구지역에 80.271km², 형산강에 71.004km²가 지정되어 있는데, 섬진강, 형산강, 금강, 낙동강, 태화강, 영산강, 안성천·삼교천 등 6개 하천의 하구지역에 총 264.513km²가 지정되어 있다. 이는 하구지역 전체 산업단지 지정면적의 96.2%, 우리나라 전체 산업단지의 약 30%에 해당하는 면적이다. 하구지역 산업단지에 입주해 있는 사업체는 1999년말 현재 3,059개소이며, 종사자수는 219,030명에 달한다 (부록 3-1 참조).



[그림 3-5] 하구지역 산업단지 분포 현황(2000년)

2) 공유수면 매립 계획현황

공유수면의 매립·간척은 하구환경에 지대한 영향을 미치는 요소인데, 제2차 공유수면 매립계획에 따르면 하구지역 공유수면 매립 대상지구는 전국 186개소, 38,230km²를 대상으로 지정되어 있다 (해양수산부, 2001b). 이들 자료는 향후 매립면허 승인절차를 거쳐 사업시행이 이루어질 예정인데, 하구지역에 계획되어 있는 매립면적은 10,583km²로 이는 우리나라 전체 매립면적의 27.7%에 해당한다²⁵⁾.

<표 3-6> 하구 주변지역 매립계획 수립현황

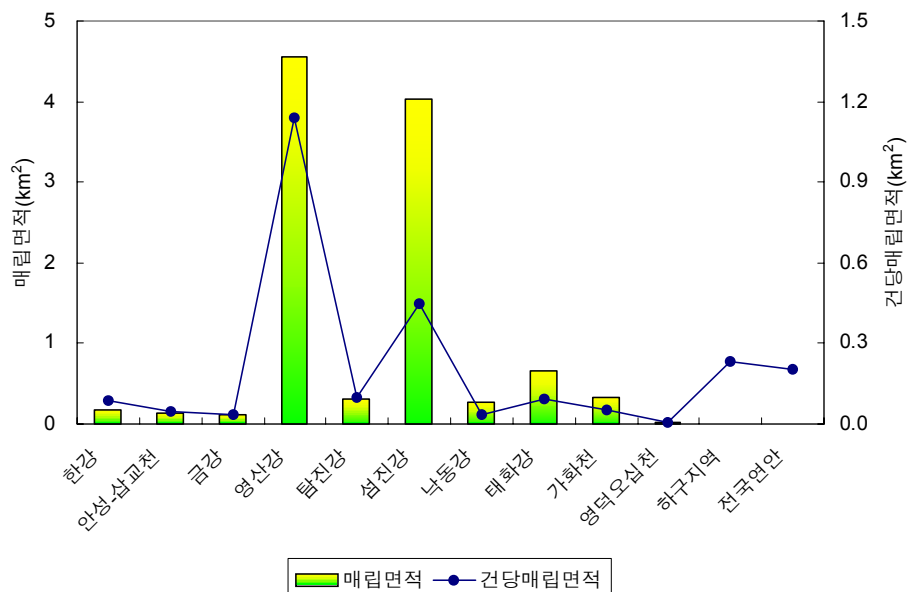
구분 하구지역명	지 구 명 (지구수)	면적 (km ²)
한강	외포, 대명 (2)	0.180
안성천·삽교천	운정, 한진, 교로 (3)	0.138
금강	원수, 월하성, 소룡 (3)	0.108
영산강	송공, 학교, 연산, 삼학도 (4)	4.561
탐진강	마량I, 마량 II, 송로 (3)	0.301
섬진강	황금, 와우, 중마 I, 하동지방산단, 대치, 중평 I, 중평 II, 송문, 고포 (9)	4.030
낙동강	명지, 연화, 사하, 다대I, 다대V-I, 남향, 삼한 (7)	0.264
태화강	미포 I, 미포 II, 전하 I, 전하 II, 주전, 정자 (7)	0.660
가화천	대방, 송포, 신촌 I, 신촌 II, 월등도, 중봉 (6)	0.330
영덕오십천	삼사, 축산 (2)	0.011
합계	46개 지구	10.583

자료: 제2차 공유수면매립기본계획(해양수산부, 2001b)을 토대로 재정리

매립계획을 하구별로 살펴보면 영산강과 섬진강이 각각 4.561km², 4.030km²의 면적이 매립될 예정인데, 이는 하구지역 매립면적의 81.2%로 자연하구를 유지하고 있는 섬진강의 경우 높은 개발압력으로 인해 환경훼손 가능성이 높아질 것으로 예상된다 (그림 3-6).

25) 이는 하구지역 환경에 직접적인 영향이 적은 것으로 판단되는 지역을 제외한 것으로, 하구범위를 담수의 영향이 미치는 지역으로 확장할 경우 매립계획면적은 20,394 km²에 이르며, 이는 전체의 매립계획면적의 53.3%에 해당함. 담수영향지역을 포함시킬 경우 섬진강, 영산강, 한강하구 지역 매립계획면적은 18,582km²로 하구지역 전체 매립계획의 91.1%를 차지하여 이들이 매립에 의한 개발압력이 이들 지역에 집중되어 나타날 것임을 시사함.

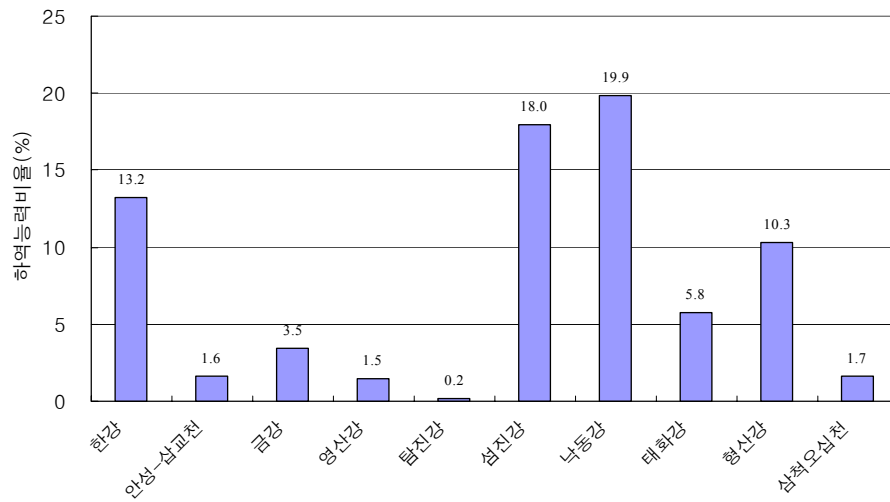
또한 매립지구당 매립면적을 비교할 경우 하구지역은 $0.230\text{km}^2/\text{건}$ 으로 우리나라 연안지역 평균인 $0.206\text{km}^2/\text{건}$ 보다 높게 나타났으며, 특히 섬진강과 영산강의 경우 각각 0.448km^2 , 1.140km^2 로 건당 평균매립면적을 상회하고 있다. 공유수면매립법은 0.300km^2 이상 매립지역의 매립면허 취득을 위해서는 환경영향평가를 받도록 하고 있는데, 두 지역하구의 경우 매립에 의해 하구환경이 훼손되는 것을 방지하기 위한 대책마련이 특별히 요구된다고 할 수 있다.



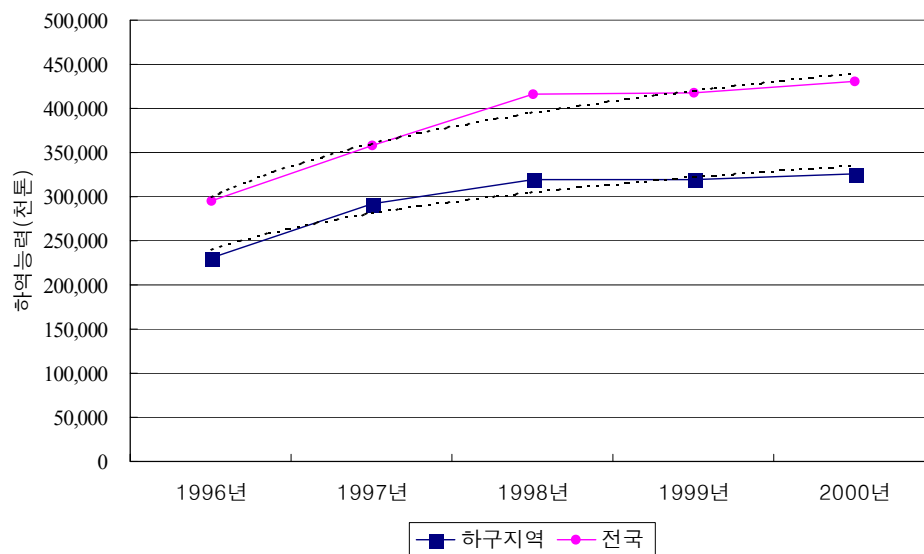
[그림 3-6] 하구지역 매립계획 현황(2000년)

3) 항만이용 및 개발계획 현황

우리나라 지정항만은 현재 50개로 무역항 28개소, 연안항 22개소로 구성되어 있는데, 하구지역에 위치하는 항만은 무역항 12개소, 연안항 1개소로 무역항의 입지율이 높다(해양수산부, 2001a). 하역능력을 기준으로 항만능력을 비교한 결과, 2000년 기준 하구지역 항만하역능력은 325백만톤으로 전국 하역능력 431백만톤의 75.5%를 차지하고 있다. 이 중 낙동강(86백만톤), 섬진강(77백만톤), 한강(56백만톤), 영산강(45백만톤)은 전국대비 61.4%를 차지하여 이들 지역의 하구 환경관리에 있어 항만지역 환경관리는 주요 현안이라 할 수 있다 (그림 3-7; 부록 3-9 참조).



[그림 3-7] 전국대비 하구지역별 하역능력 비율(2000년)



[그림 3-8] 하역능력 연변화 경향(1996~2000년)

하역능력 연평균 증가율을 살펴보면, 하구지역 평균증가율은 10.2%로 전국평균증가율보다 낮게 나타났지만, 안성천·삼교천은 102.5%로 급격한 증가율을 보였으며, 금강, 영산강 등도 전국평균 증가율을 상회하고 있는 것으로 조사되었다 (그림 3-8; 부록 3-9 참조).

한편, 해양수산부가 2001년에 수립한 ‘수정항만개발계획’에 따르면 2011년까지 총 사업비 37조원이 투자되어 하역능력은 609백만톤이 추가될 예정이다. 수정항만개발계획 대상 항만중 하구에 위치하고 있고 신항만 개발대상이 되는 항만은 부산신항, 광양항, 인천북항, 평택항, 울산신항, 목포신외항, 영일만 신항, 새만금 신항이다. 하구지역에 위치한 신항만 개발대상지역의 하역능력은 313백만톤으로, 개발규모의 50% 이상을 차지하고 있다. 특히 부산신항, 광양신항, 평택(아산)항에는 총 247백만톤(각각 93백만톤, 93백만톤, 26백만톤)의 하역능력이 추가로 개발될 예정인데, ‘수정항만개발계획’상 개발규모의 40.6%를 차지하고 있다.

이를 현재 전국 하역능력자료와 연계하여 파악하면, 낙동강, 섬진강 하구지역은 현재에도 항만운영에 따른 오염부하가 상대적으로 높기 때문에 향후 이들 지역에 항만을 개발할 경우 해양환경에 미치는 부정적 영향이 최소화되는 방향으로 개발이 이루어져야 할 것이다.

4) 어업생산 현황

우리나라 전체 어업생산량은 2000년 기준 501,947 톤으로 우리나라 전체 어업생산량의 23.9%를 차지하고 있으며, 생산액은 8,077억원으로 전국 어업생산액 32,440억원의 24.9%로 나타났다. 이중 어류는 263,410 톤으로 하구지역 어업생산량의 50% 이상을 차지하였으며, 연체동물은 24%인 115,405톤이 생산되었다 (표 3-7, 그림 3-9). 지역별로는 섬진강지역이 145,620톤으로 생산하여 하구지역 전체의 29.5%를 차지하는 최대 어업생산지로 나타났으며, 다음으로 영산강이 전체의 21.4%를 차지하고 있는 것으로 집계되었다²⁶⁾.

1995년부터 1999년까지 어획량은 지속적인 감소추세에 있으나, 하구지역의 경우 연평균 2.2%의 감소율을 보이고 있어, 전국 감소율 5.7%보다 낮았다(부록 3-7참조).

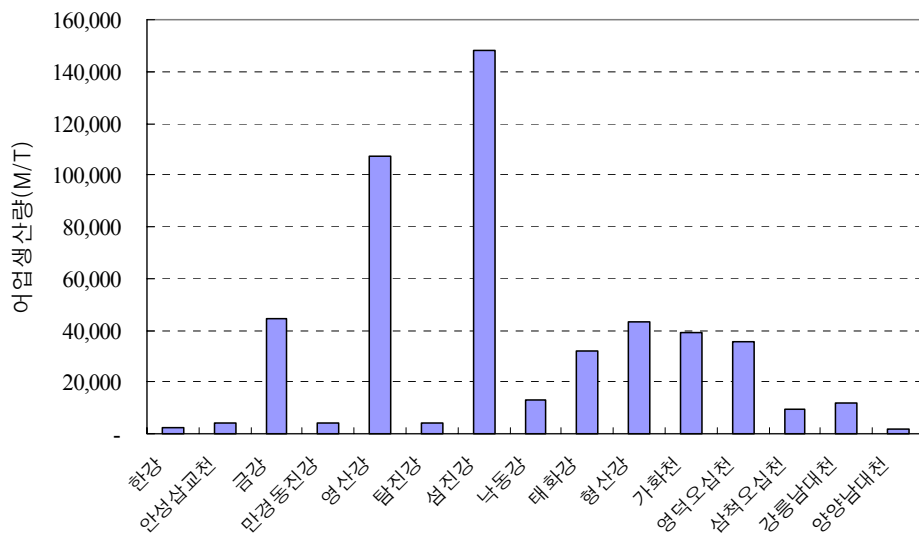
26) 섬진강의 경우 여수시의 어업생산량이 포함되었음.

<표 3-7> 하구지역 연안 시·군·구 어업생산량 및 어획고

하구	어획량(톤)	어획고(천원)	비율(%)
한강	2,564	13,693,448	0.5
안성삼교천	3,932	7,861,933	0.8
금강	44,738	24,843,019	8.9
만경동진강	4,301	11,383,228	0.9
영산강	107,330	193,452,483	21.4
탐진강	4,400	14,429,178	0.9
섬진강	145,620	247,619,215	29.5
낙동강	12,825	1,262,677	2.6
태화강	32,094	50,420,000	6.4
형산강	43,484	94,086,617	8.7
가화천	39,370	90,600,000	7.8
영덕오십천	35,704	47,734	7.1
삼척오십천	9,282	21,714,000	1.8
강릉남대천	11,716	27,548,000	2.3
양양남대천	2,027	8,771,105	0.4
하구전체	501,947	807,732,637	100.0
전 국	2,101,314	3,243,952,000	

자료: 각 시·군·구 통계연보(2000년)

주: 비율은 어업생산량 기준이며, 낙동강 지역은 강서구, 사상구, 김해시 생산량임.



[그림 3-9] 하구지역 어업생산량(1999년 12월 기준)

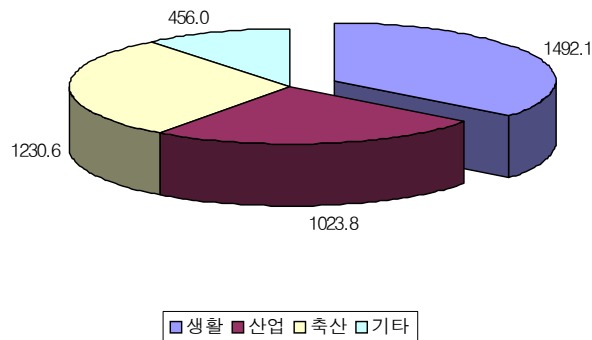
2. 수질환경 및 오염부하 현황

가. 수질환경 현황

하구환경관리의 근본적인 목적은 하구환경의 종합적인 질을 개선(improvement of environmental quality)하고, 이를 통해 현세대와 미래세대의 이용을 지속적으로 보장하는데 있다. 하구환경질에 영향을 미치는 요인은 하천의 전체유역(상류지역 포함)에서 발생하는 점오염원 및 비점오염원의 유입과 하구 주변지역의 개발사업이라 할 수 있는데, 이중 점·비점오염원에 의한 하천수질 악화는 하구 환경관리에서 높은 우선순위를 차지하고 있다. 특히, 본 절에서 다루게 될 수질 및 오염원 현황은 현재 하구의 환경상태(State)를 나타내는 가장 기본적인 지표로, 하구지역 통합환경관리 기본방안 도출을 위한 현황 개요차원에서 다루어지게 될 것이다.

1) 하천 유역 BOD 발생량

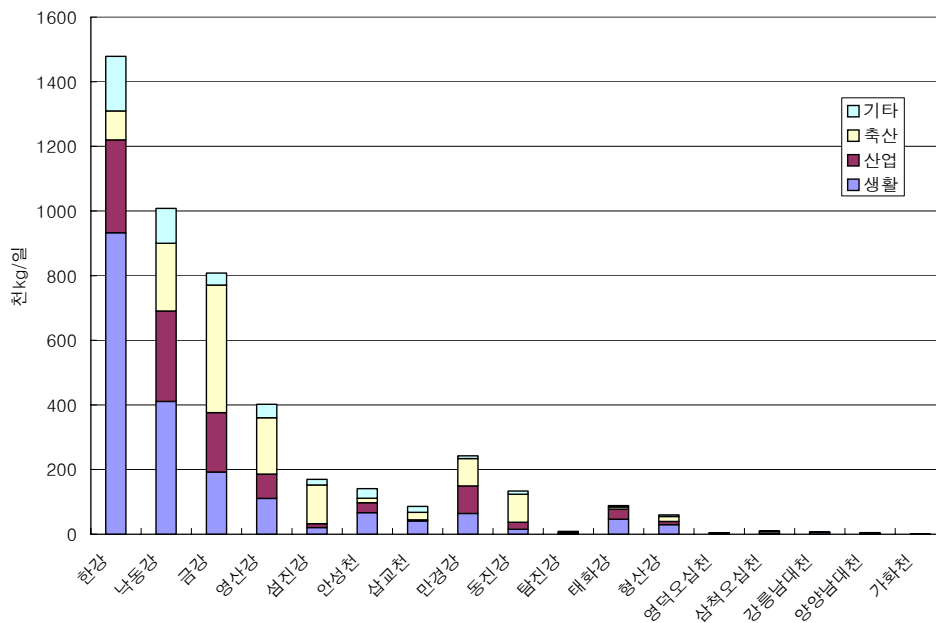
<표 3-8>은 하천별 BOD(생물학적 산소요구량) 발생부하량을 보여주고 있는데, 전체 BOD발생량 중 생활기인 발생량은 1,492.1톤/일로 전체의 41.8%를 차지하였다. 산업기인 및 축산기인 오염부하량 역시 일일 1,000톤을 초과하는 것으로 나타났으며, 토지 및 육상양식장 기인 BOD오염부하는 전체의 10%를 차지하였다(그림 3-10).



[그림 3-10] 하천수계 BOD 발생부하 현황

하천별 BOD발생 부하량의 경우, 한강 유역의 BOD 발생부하량이 1,478.5kg/일로 가장 많았으며, 가화천이 0.34kg/일로 가장 적은 부하를 갖는 것으로 나타났다. 발생 부하량의 항목별 비율은 각 하천에 따라 다양한 분포형태를 보여주고 있는데, 낙동강, 삼교천, 탐진강, 태화강, 형산강, 영덕오십천, 강릉남대천의 경우는 생활기인 오염원에 의한 부하의 비율이 가장 큰 반면, 탐진강을 제외한 나머지 유역들의 경우는 축산에 의한 BOD 부하량이 가장 큰 것으로 나타났다. 특히 섬진강, 동진강, 가화천, 영덕오십천의 경우는 축산부하 비율이 50%이상을 차지하고 있다 (그림 3-11).

산업활동기인 오염부하의 경우, 만경강과 태화강은 전체부하량의 35%이상을 차지하고 있고, 낙동강, 금강, 영덕오십천의 경우도 20% 이상의 비교적 높은 비율을 차지하고 있다. 탐진강의 경우 양식장과 토지에 의한 BOD발생부하가 다른 유역들과는 달리 가장 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다.



[그림 3-11] 하천별 BOD 발생부하량

<표 3-8> BOD(생물학적 산소요구량) 발생부하량

수계/구분	BOD 발생부하량 (천kg/일)				
	생활	산업	축산	기타	계
한강 ¹	932.4	287.9	89.2	169.0	1478.5
낙동강 ²	411.0	279.5	209.8	107.6	1007.9
금강 ³	192.6	183.4	395.1	37.0	808.1
영산강 ⁴	110.7	75.4	174.1	42.1	402.3
섬진강 ⁴	20.6	11.9	120.0	17.3	169.8
안성천 ¹	66.8	30.3	14.2	30.0	141.3
삽교천 ⁵	40.7	3.9	23.1	18.0	85.6
만경강 ³	63.9	85.3	84.8	8.6	242.6
동진강 ³	15.0	22.0	86.6	10.1	133.7
탐진강 ⁶	2.5	0.2	2.4	3.4	8.5
태화강 ²	45.9	31.9	6.3	4.2	88.4
형산강 ²	29.2	10.2	15.5	4.7	59.7
영덕오십천 ²	1.4	1.1	1.1	0.8	4.4
삼척오십천 ⁷	3.2	0.5	5.3	0.8	9.8
강릉남대천 ⁷	5.3	0.1	0.6	0.8	6.8
양양남대천 ⁷	0.8	0.2	2.3	1.5	4.9
가화천 ²	0.05	0.04	0.21	0.05	0.34
합 계	1,942.1	1,023.8	1,230.6	456.0	4,652.6

1. 환경부 내부자료
2. 낙동강환경관리청(1999)
3. 정부합동(2000a)
4. 정부합동(2000b)
5. 금강환경관리청(1999)
6. 영산강환경관리청(1999)
7. 원주지방환경관리청(2000)

2) 하천 유역 오폐수 발생량

하구 유역별 오염원 발생현황에서, 인구의 경우 한강유역이 18,737천인으로 가장 많고, 가화천은 0.7천인으로 가장 적게 나타났다 (표 3-9).

<표 3-9> 하천 유역(수계) 오염원 현황

수계/ 구분	오염원				오폐수량(천톤/일)			
	인구 (천인)	폐수배출 시설 (개소)	가축 (천두)		소계	생활	산업	축산
			소	돼지				
한강 ¹	18736.6	14011	445.1	1907.6	6311.8	5707.5	565.8	38.5
낙동강 ²	6682.2	7713	638.0	1636.0	2522.7	1967.9	512.9	42.0
금강 ³	3094.7	3064	408.5	1008.3	1373.2	1140.3	214.9	17.9
영산강 ⁴	1736.7	1338	178.9	353.7	670.3	570.4	92.8	7.1
섬진강 ⁴	367.6	298	123.0	239.8	94.0	72.5	16.7	4.8
안성천 ¹	1620.0	1936	103.6	460.7	626.2	478.4	138.7	9.2
삼교천 ⁵	621.5	29	92.8	407.1	254.5	209.3	39.4	5.7
만경강 ³	1007.8	1392	39.3	356.1	425.9	326.0	95.6	4.3
동진강 ³	242.5	270	81.9	175.9	79.3	54.2	21.5	3.6
탐진강 ⁶	41.3	33	21.2	10.0	16.5	15.1	0.6	0.8
태화강 ²	746.0	639	17.5	54.6	279.5	219.7	58.6	1.3
형산강 ²	475.6	554	58.5	88.3	161.9	140.1	18.7	3.1
영덕오십천 ²	23.2	23	3.1	8.5	9.1	6.8	2.0	0.2
삼척오십천 ¹	65.8	96	5.0	0.7	51.7	23.1	28.3	0.2
강릉남대천 ¹	92.0	110	1.6	5.8	28.9	26.1	2.7	0.1
양양남대천 ¹	17.6	9	1.9	16.1	4.7	4.3	0.1	0.3
가화천 ²	0.7	4	1.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0

1. 한강환경관리청(1999)
2. 낙동강환경관리청(1999)
3. 정부합동(2000a)
4. 정부합동(2000b)
5. 금강환경관리청(1999)
6. 영산강환경관리청(1999)

폐수배출시설도 한강유역이 전체 유역중 가장 많은 14,011개소로 조사되었고, 낙동강, 금강, 안성천, 만경강, 영산강 순으로 배출업소가 많이 위치하고 있는 것으로 나타났다. 전체 가축두수는 한강유역이 2,353천마리로 가장 많았으며, 낙동강, 금강, 안성천, 영산강 등의 순으로 사육규모가 큰 것으로 나타났다.

한편, 한강, 낙동강, 영산강 등에 비하여 섬진강, 삼교천, 동진강의 경우 오염원 중 가축의 비율이 매우 큰 특징을 보였다. 오폐수량의 경우 한강유역에서는 6,311.8천톤/일이 발생하였으며 가화천 유역은 가장 적은 0.3천톤/일이 발생하였다. 또한 대부분의 유역에서 생활하수가 가장 높은 비율을 차지하고 있으나, 삼척오십천의 경우는 예외적으로 산업폐수가 50% 이상을 차지하고 있다. 한강유역은 생활하수의 비중이 90%이상을 차지하는 반면 낙동강은 산업폐수의 비율이 20% 이상을 차지하고 있고, 안성천, 만경강, 동진강, 태화강 등도 산업폐수의 비율이 비교적 큰 것으로 나타났다. 또한 대부분의 유역에서 축산폐수의 발생비율이 가장 적었지만, 양양 남대천과 탐진강의 경우 산업폐수의 배출비율이 가장 적게 나타났다.

3) 하천구역²⁷⁾ 수질환경 현황

하천구역 수질환경을 평가하는데 일반적으로 사용되는 생물학적 산소요구량(BOD)과 화학적 산소요구량(COD)을 기준으로 수질을 평가한 결과, 자연하구 상태로 남아 있는 하천구역의 평균 BOD는 3.03 mg/L로 III등급의 양호한 수질을 보이고 있다²⁸⁾. 반면, 하구언땀에 의해 하천과 해양이 체절된 하천지역 COD는 6.67 mg/L로 IV등을 유지하고 있어 하천지역보다 상대적으로 수질이 악화되어 있는 실정이다²⁹⁾ (표 3-10). 양양남대천의 경우 0.6 mg/L로 여과 등 간이정수처리를 거친 후 상수원으로 사용할 수 청정상태를 유지하고 있는 반면, 아산호의 경우 COD가 8.2mg/L로 V등급을 보이고 있다. V등급 수질은 농업용수로 사용하는데 부적절하며, 공업용수로 이용할 경우 특수한 정수처리를 거쳐야만 사용이 가능한 수질상태이다. 또한 한강하구지역은 배후 육지부면적 및 전체 유역인구의 비중이 높음에도 불구하고 BOD는 3.5mg/l로 III등급의 양호한 상태를 보이고 있다. 만경강을 제외한 자연하구지역인

27) 하천구역이라 함은 하천법에서 규정하고 있는 해양지역을 제외한 담수영향 우세지역임.

28) 자연하구 하천구역의 수질기준은 BOD이며, 호소지역은 COD를 측정하여 수질을 평가함(환경정책기본법 수질환경기준 참조).

29) 간월호, 부남호, 남양호 등 담수유입원이 적은 인공방조제 조성지역의 경우 농업용수수질 기준조차 충족시키지 못하고 있는 것으로 조사되었음

영덕오십천, 삼척오십천, 강릉남대천도 매우 양호한 수질 상태를 보이고 있으며, 유역개발밀도가 높은 태화강과 형산강의 경우 BOD 5.6 mg/L로 III등급 수질을 유지하고 있다 (그림 3-12). 이는 연안해역환경보전, 수자원의 지속가능한 이용 및 하구환경보전을 위해서는 현재 자연하구로 남아 있는 하천의 경우 보전중심의 관리정책이 필요며, 하구언댐 조성지역의 경우 복원을 포함한 적극적인 하구환경개선정책이 시행되어야 함을 시사한다.

<표 3-10> 하천구역 수질환경 현황(2000년)

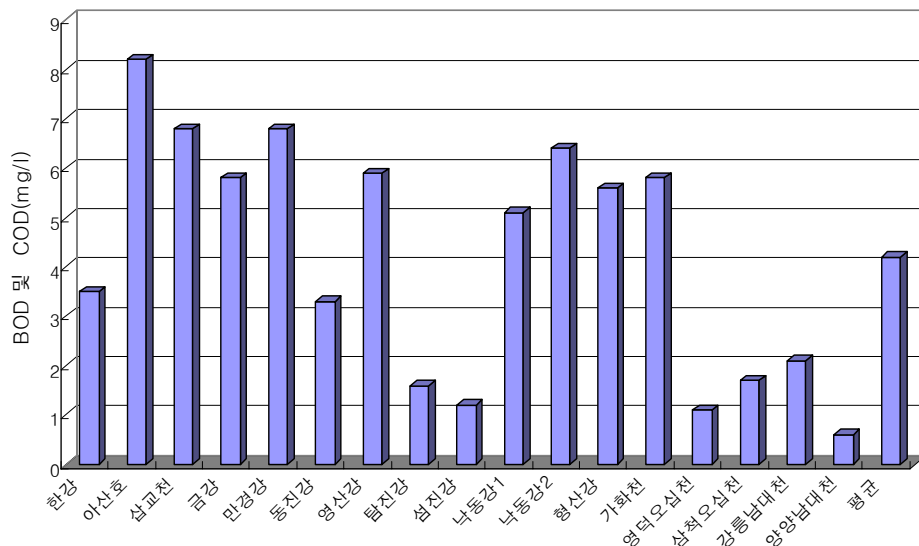
(단위 : mg/l)

구분 하천명칭		BOD/COD	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	수질등급		
					BOD /COD	T-N	T-P
한강		3.5	9.07	0.36	III	-	-
안성천·삽교천	아산호	8.2	8.89	0.15	V	등급외	V
	삽교천	6.8	6.02	0.11	IV	등급외	V
금강		5.8	3.55	0.04	III	등급외	III
만경강		6.8	10.3	0.54	IV	-	
동진강	동진강2	2.9	2.74	0.24	II	-	
	동진강3	3.6	3.44	0.26	III	-	
영산강		5.9	4.27	0.11	III	등급외	IV
탐진강		1.6	1.39	0.07	II	-	
섬진강		1.2	1.75	0.05	II	-	
낙동강	하구언 동쪽	5.1	3.5	0.05	III	등급외	III
	하구언 서쪽	6.4	3.45	0.05	IV	등급외	III
태화강		5.6	4.94	0.19	III	-	
형산강		5.6	4.94	0.19	III	-	
가화천		5.8	5.89	0.48	III	-	
영덕오십천		1.1	2.82	0.11	II	-	
삼척오십천		1.7	2.20	0.05	II	-	
강릉남대천		2.1	3.27	0.13	II	-	
양양남대천		0.6	0.78	0.01	I	-	

주: V등급은 공업용수 3급수이며, 농업용수 수질기준을 충족시킬 수 없는 상태임.

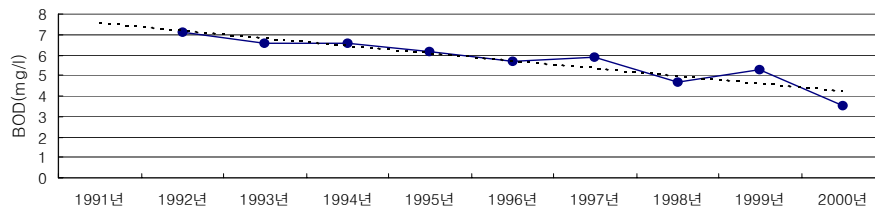
하천의 경우 총질소, 총인에 대한 수질기준이 없음.

또한 호소 수질측정 인자로 사용되는 총질소(T-N) 및 총인(T-P)의 경우 현재 하구 언둑이 건설되어 있는 6개 지역의 자료를 분석한 결과, 총 질소는 6개 하천구역에서 등급외의 악화된 수질상태를 보이고 있으며, 영산강, 아산호, 삼교천 지역의 총인은 IV~V등급으로 나타났다. 이는 해양 부영양화의 원인이 되는 영양염류 농도가 하구 언둑 조성지역의 경우 높게 나타나고 있어 하구언둑이 해양환경의 오염원으로 기능하고 있음을 시사한다.

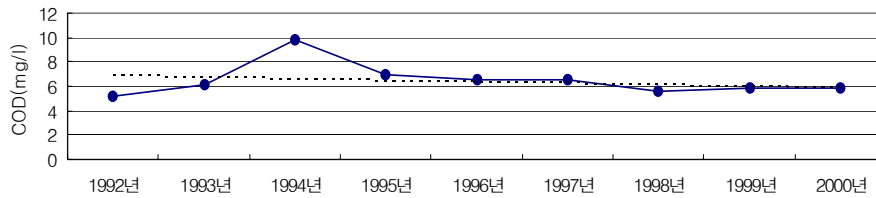


[그림 3-12] 하천구역 수질현황(BOD 및 COD)

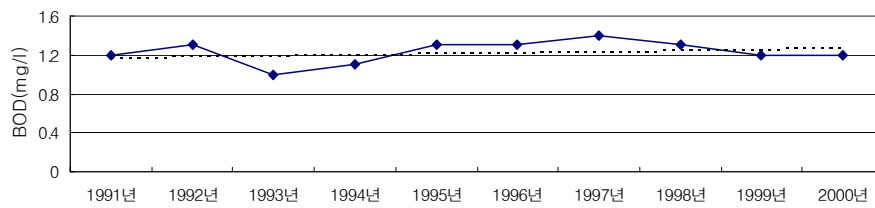
현재의 수질상태와 함께 수질의 연변화자료는 수질의 장기변화 경향을 파악하는데 유용하며, 하구 환경관리 기본방향 정립에 기여할 것으로 판단된다. 1991년부터 2000년까지의 수질측정결과 자료를 토대로 하천별 수질상태 개선여부를 분석한 결과, 1990년대 초반이후 한강, 금강, 낙동강 등은 4대강 수계 수질개선종합대책의 추진으로 BOD/COD 기준 수질환경은 점차 개선되고 있는 것으로 나타났다. 반면, 하구에 해당하는 하천구역의 하류부문과 연안해역의 경우 부영양화의 원인물질인 질소, 인은 감소하지 않고 있는 것으로 조사되었다. 중앙부처의 수질개선을 위한 투자가 상대적으로 미약한 일부 중소규모 하천 하구지역의 경우 수질이 악화되고 있는 것으로 나타나 자연하구의 특징을 유지하고 있는 중소규모 하천에 대한 관리체제 개선이 시급히 요구되고 있다 (그림 3-13; 이와 남, 2001).



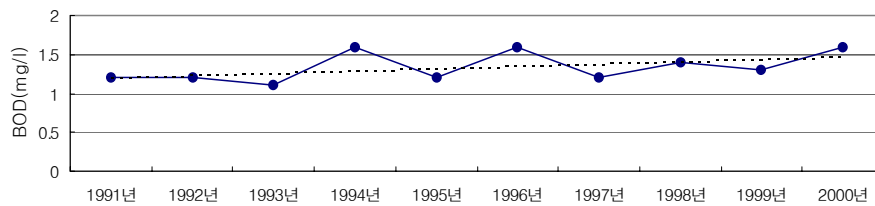
한강 하구



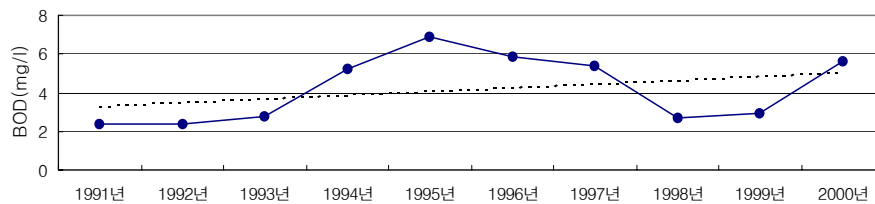
금강 하구



섬진강 하구



탐진강 하구



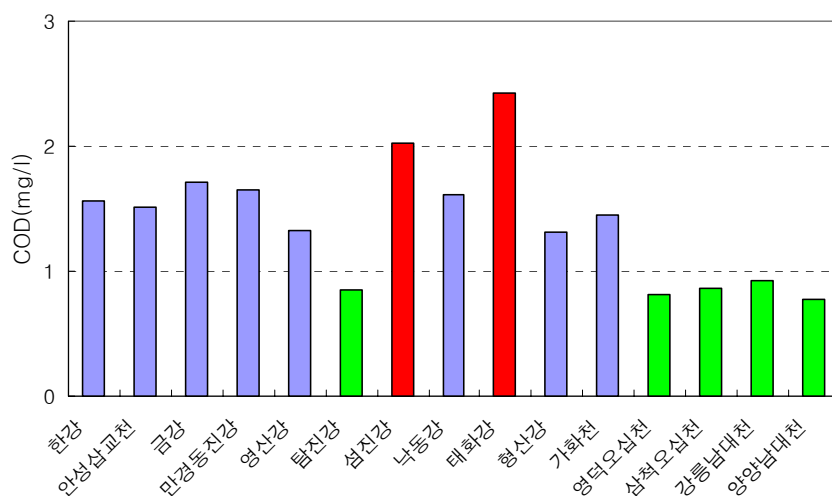
형산강 하구

[그림 3-13] 하천구역 수질 장기변화(BOD 및 COD)

4) 하구 연안해역 수질환경 현황

우리나라 연안해역의 수질은 정부의 지속적인 노력으로 점차 개선되는 추세에 있으나, 하천 수계 유역의 사회경제적 활동 및 배출 오염원의 직접적 영향을 받는 하구지역의 경우 수질개선은 미흡한 실정이다. 예컨대 인천연안, 군산연안, 전주포 연안, 목포 연안, 광양만, 부산연안, 영일만 등 하구지역 연안해역 수질은 하계에 해수 수질기준 III등급을 보이고 있는 것으로 나타났다 (국립수산진흥원, 2001). 일부 조사 자료에 따르면 금강하구의 경우 평균 COD농도가 8mg/L이상으로 수질오염이 심각함을 알 수 있다(김 등, 2001).

[그림 3-14]는 국립수산진흥원에서 조사한 해양환경조사결과 자료를 토대로 연안 해역 수질환경을 평가한 것인데, 섬진강하구 연안지역과 태화강 하구연안지역 수질은 해수수질기준 III등급³⁰⁾을 보이고 있어 특별한 관리대책이 요구되는 지역이라 할 수 있다. 반면, 탐진강, 영덕오십천, 삼척오십천, 강릉남대천, 양양남대천은 해수수질 I등급을 보이고 있어 수산생물의 서식, 산란, 양식에 적합한 상태를 유지하고 있다.



[그림 3-14] 하구지역 연안 평균 해수수질(COD)

30) 농업용수, 선박의 정박 등 기타용도로 이용되는 수질을 의미함.

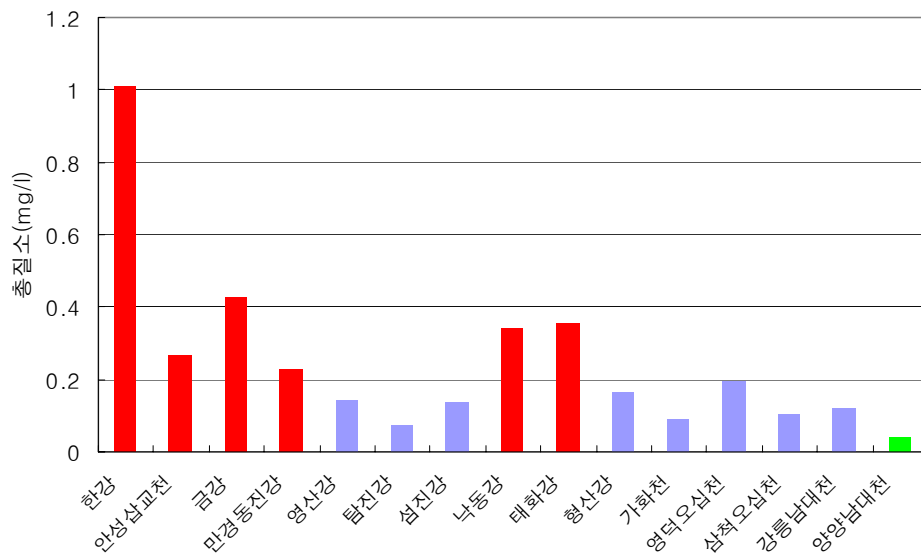
그러나 수산자원 및 해양생태계의 지속가능한 이용과 직접적으로 관련있는 부영양화 및 적조의 원인물질인 영양염류 중 총질소(T-N)의 경우 영산강, 탐진강, 섬진강, 형산강, 가화천, 영덕오십천, 삼척오십천, 강릉남대천, 양양남대천을 제외한 대부분의 하구연안이 등급이외의 수질상태를 보이고 있어 만성적인 부영양화 상태에 놓여 있다. 등급내 수질상태에 있는 하구연안지역 중 I등급지역은 양양남대천 연안지역 뿐이며, 탐진강, 가화천을 제외한 총질소 기준 하구연안 수질은 모두 III등급 수질을 보이고 있다 (표 3-11, 그림 3-15). 총인의 경우 등급외 수질상태를 보이고 있는 해역은 한강, 섬진강, 태화강, 삼척오십천, 강릉남대천 등 5개 연안해역이다.

<표 3-11> 하구 연안해역 수질환경 현황(2000년)

(단위 : mg/l)

구분 연안하구명칭	화학적 산소요구량 (COD)	총질소 (T-N)	총인 (T-P)	수질등급 (COD기준)	염분범위	하구지역내 정점수
한강	1.56	1.008	0.060	II	18.97-31.16	1
안성천·삽교천	1.51	0.267	0.021	II	27.82-30.64	1
금강	1.71	0.426	0.026	II	12.50-31.79	5
만경·동진강	1.65	0.229	0.026	II	29.30-31.67	10
영산강	1.32	0.144	0.011	II	27.91-32.93	6
탐진강	0.85	0.073	0.021	I	31.70-33.72	1
섬진강	2.03	0.137	0.063	III	19.59-33.77	6
낙동강	1.61	0.340	0.029	II	27.67-33.44	2
태화강	2.42	0.354	0.047	III	30.39-34.58	4
형산강	1.31	0.166	0.009	II	20.91-33.81	14
가화천	1.45	0.090	0.021	II	30.29-33.96	1
영덕오십천	0.81	0.195	0.015	I	23.79-31.92	1
삼척오십천	0.86	0.102	0.035	I	33.01-33.94	1
강릉남대천	0.93	0.121	0.063	I	33.05-33.71	1
양양남대천	0.78	0.037	0.010	I	32.05-34.18	1

자료: 국립수산진흥원(2001)



[그림 3-15] 하구지역 연안 총질소 현황(T-N)

3. 생태계 현황

우리나라 하구지역의 자연환경은 대부분 습지로 구성되어 있으며, 한강, 낙동강, 금강 등 주요 하천의 경우 물새를 비롯한 연안생물의 서식처 기능을 하고 있다. 현재까지 법제도상에서 관리범위가 지정되어 있지 않아 하구 생태계에 대한 체계적인 조사는 이루어지고 있지 않다. 다만, 조사목적에 따라 생물상 조사, 조류조사 등 부문별로 이용목적에 따라 독립적으로 이루어지고 있는 실정으로, 본 연구에서는 기존 연구조사자료 중 하구지역을 대상으로 한 연구사업결과를 우선 활용하였고, 관리범위 설정이 어려운 경우에는 기초지방자치단체 관할지역내 생태계 조사자료를 이용하였다.

가. 습지분포 현황

하구지역 습지는 하천구역과 연안해역에 존재하는 내륙습지 및 연안습지를 모두 포함하고 있는데, 우리나라 하구습지는 60년대 이후 국토확장정책 과정에서 간척·매립과 염해·침수 등 자연재해 방지를 목적으로 건설된 하구언댐으로 인해 상당부분 훼손되었다. 현재 하구와 연계되어 발달한 습지면적은 984.7km²로 우리나라 전체 연안습지면적 2,393.0km²의 41.2%를 차지하고 있다 (표 3-12).

<표 3-12> 하구지역 습지분포 현황

하천 명칭	관련지자체	면적(km ²)	지역현황
한강	김포시, 강화군, 고양시	5.0 ¹ 339.5 ²	임진강과 한강이 합류하는 지점의 하구 삼각주, 조간대, 강화군 북측 갯벌, 해안기수지역 등 (김포시 49.0km ²) * 하구범위를 강화군, 인천시까지 포함할 경우 498.0km ² 임
안성천, 삽교천	평택시, 아산시, 당진군	150.0 ³ 46.0 ²	아산만 방조제, 삽교방조제 외곽 연안습지
금강	군산시, 서천군	5.0 ¹ 63.0 ²	하구 삼각주, 해안앞바다 섬, 조간대 갯벌, 농경지
만경강 동진강	부안군, 군산시, 김제시	200.0 ¹ 224.9 ²	하구, 삼각주, 조간대 갯벌
영산강	목포시, 영암군, 해남군	10.0 ²	해안, 방조제 부근, 도서주변 갯벌
탐진강	강진군	78.8 ²	하구 및 조간대 갯벌
섬진강	광양시, 하동군	17.0 ²	하구, 삼각주, 해안갯벌
낙동강	강서구	96.5 ¹ 23.6 ²	삼각주, 해안갯벌
총계		724.9~ 984.7	해양수산부 자료를 기초로 할 경우 875.7km ² 임

자료: 1. 박수영 등(2000)
2. 해양수산부(1998b)
3. 이두표(2001)

연안 하구습지중 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 하구는 최대 유입유량을 보이고 있는 한강하구로 총 498.0km²의 습지가 분포하고 있다³¹⁾. 한강하구 다음으로 넓은 면적의 습지가 분포하고 있는 지역은 만경·동진강 하구로 총면적이 224.9km²에 달하나 새만금 간척사업이 완료될 경우 이중 208.0km²는 농지로 변하게 될 것이다. 따라서 새만금사업후 하구지역 습지면적은 776.7km²(최소 516.9km²)로 줄어든 것이다. 제2차 공유수면매립기본계획에 포함된 하구지역내 매립계획지역의 면적은 10.6km²로 현재 추진되고 있는 매립사업이 종료되는 2011년의 경우 하구지역 면적은 최소 500~최대 760km²에 이를 것으로 판단된다. 하구연담은 침수 및 염해방지 등 자연재해로부터 재산과 생명을 보호하는 기능과 사회경제활동에 필요한 용수공급의 기능을 수행하고 있다. 그러나 댐 건설을 통해 생태계 훼손과 자원량 감소 등 부작용이 크게 나타나고 있고, 하구생물의 중요한 서식공간인 댐 내측지역 습지와 연안습지는 가장 큰 영향을 받는 생태계라 할 수 있다³²⁾. 따라서 현재 추진중인 매립계획을 포함하여 제2차 공유수면매립계획 완료되는 2011년 우리나라 하구 습지는 최대 30%정도 감소될 전망이며, 이는 개발정책이 주를 이루었던 1988~1997년동안 이루어진 매립을 통한 감소비율 15%를 상회하는 것으로 향후 하구지역 생태계훼손압력은 가중될 전망이다.

나. 생태계 현황

환경부는 1997년 전국을 대상으로 제1차 전국 자연생태환경조사 사업을 수행하였는데, 동 조사지역에 포함된 하구지역은 금강을 비롯하여 16개 지역이다³³⁾. 환경부 생태조사결과에 따르면 먼저 경관생태학적 관점에서 금강, 아산만, 탐진강 하구환경은 파괴정도가 심하여 낮은 등급의 생태환경으로 분류되었다 (표 3-13; 부록 참조). 금강하구의 경우 방조제의 건설로 인해 갯벌이 훼손되어 물과 습지가 조화된 자연환경의 경관가치는 상실되었고, 군장국가산업단지 확대조성으로 인해 하구습지 생태계의 훼손은 더욱 가속화될 것으로 전망된다. 아산만 지역은 기존의 습지지역이 방조

31) 강화군 남단 습지 등 인천광역시 연안지역 습지 면적 제외

32) 연안습지(갯벌)는 지형이 완만하며 해파(파도)에너지가 적고, 육지로부터의 토양입자(부유물)가 충분히 공급되는 지역에 발달함(고, 2001).

33) 환경부에서 연안지역을 대상으로 수행한 자연환경생태조사는 해당연안 전체를 대상으로 진행한 것이 아니라 표본지역을 설정하고 표본지역의 자연환경생태 특징만을 조사하였음. 따라서 본 절에서 기술하는 하구지역 조사결과는 하구전체 환경을 대표한다고 할 수 없으나, 현재 하구지역 자연생태환경에 대한 유일한 종합조사 결과라는 점에서 의의를 가지고 있음.

제 건설로 인해 농경지로 변화였고, 일부 자연 서식지만이 방조제 전면부에 남아있어 독특한 자연경관 요소는 나타나지 않는 것으로 조사되었다. 한편, 가화천의 경우 경관등급은 높게 평가되었으나 최근 환경파괴로 인해 생태계변화가 예상되므로 보존이 필요하며, 형산강, 태화강도 수려한 경관의 보전이 요구되는 지역으로 조사되었다(환경부, 1997).

<표 3-13> 전국 주요 하구지역 생태계 평가 결과

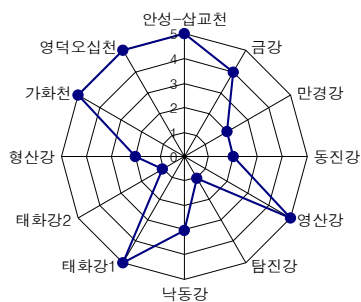
구분 연안하구명칭	지형 경관	저서무척추 동물 서식지					염생 식물	해조류	비고
		A	B	C	D	E			
한강	V						3		
안성천·삽교천	I	5	1	1	3	4	1~2	1	○ 방조제로 인해 자연경관성 매우 낮음
금강	I	4	4	2	4	4	2~4	1	○ 군장국가공단 건설에 따른 간석지 보호대책 필요
만경강	V	2	4	5	1	4	5		○ 새만금 사업 추진중
동진강	V	2	4	3	1	2	5		○ 새만금 사업 추진중
영산강	V	5	3	5	2	2			○ 해식애 중심의 해안경관발달
탐진강	I	1	1	3	2	4			○ 만입구 빨질 간석지 발달
섬진강									
낙동강	V	3	4	1	3	4			○ 소규모 무인도, 육계도, 해식애
태화강	V	1	1	2	1	2		4	○ 암석해안, 파식대 등 경관
		5	5	5	5	5			
형산강	V	2	4	3	3	3			○ 사구지형 형성, 사구생물상 발달
가화천	V	5	5	5	5	5		2	○ 염생식물 군락 발달, 최근 개발압력 증대로 훼손 우려
영덕오십천	V	5	5	5	4	4		3	○ 암석해안 발달, 해식동, 터널, 시스택 형성
삼척오십천									
강릉남대천	V								○ 육계도, 유계사주
양양남대천									

자료: 환경부(1997)

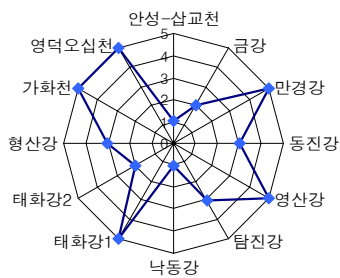
주: A 보전가치, B 훼손가능성, C 풍부성 및 다양성, D 자연성, E 지형경관

한편, 낙동강, 영산강 등 하구언댐이 건설된 하구지역의 경우 경관가치는 높게 평가되었지만, 저서 무척추 동물의 정성적 평가를 토대로 한 자연성, 생태적 다양성, 보전가치 등은 낮게 나타났다 (그림 3-16).

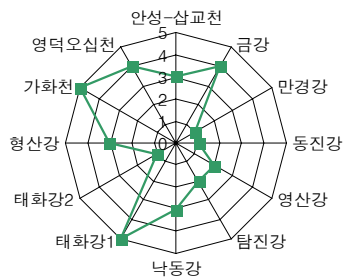
저서무척추동물에 의한 서식지 및 생물평가 결과를 살펴보면, 가화천, 영덕오십천, 태화강 등의 지역은 지형경관, 자연성, 생물다양성, 보전가치가 높지만 훼손가능성 또한 높아 적절한 보호대책이 필요한 것으로 나타났다. 또한 포항제철 등을 비롯한 산업시설 및 포항시로부터 유입되는 폐수로 인해 오염이 진행된 형산강 하구, 어선 및 지역 생활기인 오염물로 인해 주변 생태계에 대한 인위적 영향이 많은 마량항 주변의 탐진강 하구, 대규모 간척·매립 사업이 수행된 동진강 하구 등은 저서무척추 생물상에 대한 등급이 전체적으로 낮아 생태계의 훼손이 이루어지고 있음을 알 수 있다.



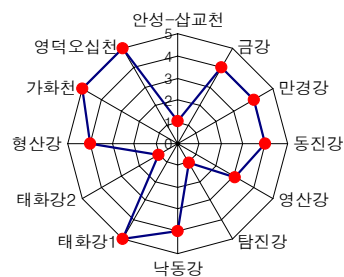
(a) 보전가치



(b) 다양성



(c) 자연성



(d) 훼손가능성

[그림 3-16] 저서무척추 동물 서식지 및 생물평가 결과

해조류 조사에 의하면, 저서무척추동물과 마찬가지로 가화천, 영덕오십천, 태화강의 생물상이 비교적 잘 보전되어 있고, 낙동강 하구지역내 조사해안은 공원 지역으로 지정되어 있어 생물상의 훼손이 적은 것으로 나타났다. 그러나 해안의 매립공사가 활발히 진행되고 있는 금강하구인 장암지역은 해조식생이 전혀 발달하지 않고 있는 것으로 조사되었다 (부록 참조).

또한 염생식물을 지표생물로 이용하여 하구의 보전가치를 평가한 결과에 따르면 만경강과 동진강의 염습지가 보전가치가 높은 것으로 나타났으므로 간척사업시 이에 대한 고려가 요구된다. 전라남도 갯벌은 목포권 연안해역을 중심으로 영산강 하구둑 건설이후 지속적인 대규모 간척사업으로 연안습지가 파괴되어 생물 서식처가 양적인 면에서 감소되었을 뿐만 아니라 물리적 환경 또한 변화되어 서식처를 고립시키는 서식처 분열이 일어나고 있는 것으로 조사되었다. 또한 안성천 하구 해안의 경우는 일부 야산을 제외한 대부분의 지역에 제방이 축조되어 있어 인위적인 교란(제방의 축조)에 의하여 간석지와 육지가 단절되고 간석지에 식생이 거의 없기 때문에 보존 가치가 전혀 없는 것으로 나타났다. 한강하구에 포함되는 강화대교-초지리 간석지는 현재 염생식물로 구성된 식생은 다소 미흡하여 보존 가치가 없는 상태이나 새로 건설되는 강화대교 주변의 경관을 위하여 개발제한 등의 조치가 취해질 필요가 있는 것으로 나타났다.

삼교천 하구 지역의 경우 산지(야산)와 접하는 일부를 제외하면 대부분의 해안선에 제방이 축조되어 있다. 또한 간석지도 비교적 넓게 형성되어 있는 지역에 서해안 고속도로 등 현재 공사가 진행 중인 곳이 많아 앞으로 해안선과 식생이 크게 변화될 것으로 예상된다. 또한 이 지역은 대부분 인위적인 교란을 받은 곳으로 염생식물의 종이나 분포면적상 보존의 가치가 있는 곳은 거의 없는 것으로 평가되었다.

우리나라 하구지역은 동북아시아 서식 철새의 생태통로 역할을 할 뿐만아니라 전 세계적으로 희귀한 생물종이 서식하고 있는 지역이며, 한강, 금강, 만경강, 동진강, 낙동강 하구는 람사습지 지역 지정기준을 충족하고 있는 생태적으로 중요한 서식처이다. 또한 한강, 섬진강, 낙동강, 양양남대천 등은 희귀생물종 및 멸종위기종의 서식처로 이용되고 있는데, 조류와 어류 뿐만 아니라 수달 등의 서식에 중요한 역할을 하고 있으므로, 보존가치가 높은 지역이라 할 수 있다 (표 3-14).

<표 3-14> 하구지역을 이용하는 보호가치가 높은 생물종 현황

수계\구분	보호종 서식 현황 및 특징	비고
한강	○ 천연기념물 노랑부리 백로 22개체 ○ 멸종위기종, 천연기념물 저어새 1종	○ 97년 조사자료 ○ 랍사습지 가입대상
금강		○ 랍사습지 가입대상
만경강		○ 랍사습지 가입대상
동진강		○ 랍사습지 가입대상
섬진강	○ 수서곤충류 : 멸종위기종 1종, 감소추세종 1종	
낙동강	○ 조류 : 천연기념물, 멸종위기종, 보호종 18종 ○ 수달 : 천연기념물 수달 1종	○ 랍사습지 가입대상
양양남대천	○ 보호종 조류 3종 ○ 회유성 어류 5종 ○ 보호대책이 필요한 종 3종	○ 조류집단도래보호구 지정 ○ 한독중개, 은어, 연어

주: 부록표 참조(환경부, 2000)

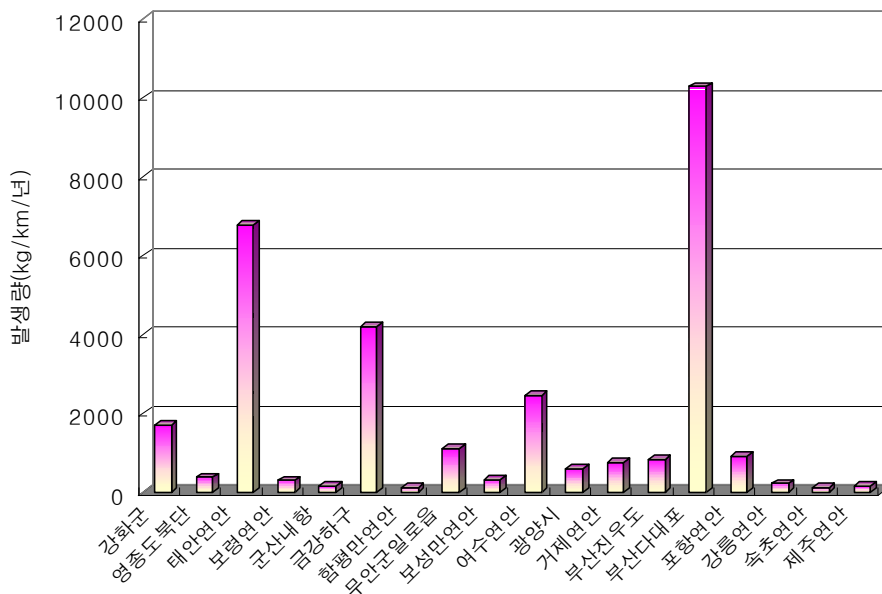
4. 기타 환경 현황

하구환경에 영향을 미치는 요인으로 중금속, 환경호르몬 등 유해화학물질과, 폐기물을 들 수 있는데, 이중 하구지역에서 가장 중요한 현안은 육상기인 폐기물이라 할 수 있다. 이는 최근 인천광역시와 경기도의 어업활동에 장애를 초래하는 원인의 하나로 지목되고 있는 해양폐기물 처리에 관한 분담을 산정과정에서 중요한 현안으로 대두되었다. 현재 육상기인 해양폐기물 발생량의 과학적 추정은 기술적 한계로 인해 이루어지지 않고 있어, 하구지역으로 유입되는 폐기물의 양을 추정하기는 곤란한 실정이다. 또한 하구지역에 정체 또는 침적하는 폐기물의 양과 하구를 통해 외해로 빠져나가는 양을 분리하여 산정하는 것은 더욱 어려운 실정이다.

발생량 추정은 이루어지고 있지 않지만 정부의 육상기인 해양폐기물 저감을 위한 대책 추진과정에서 해안폐기물 모니터링이 수행되었는데, 모니터링 결과를 토대로

하구지역으로 유입되는 해양폐기물 양을 간접적으로 추정할 수 있다.

2000년 8월부터 전국 18개 주요 연안지역을 대상으로 매월 1회씩 실시된 해안폐기물 모니터링 결과에 따르면, 낙동강 하구, 금강 하구 등 하구지역에서 폐기물 발생량 매우 높은 것으로 나타났다 (해양수산부, 2001f; 그림 3-17). 부산시 다대포와 진우도, 금강하구지역의 경우 하구연독 전면부에서 조사가 이루어졌는데, 이는 하구지역이 폐기물에 매우 취약한 구조를 갖고 있다는 것을 반증하는 사례라 할 수 있다. 특히, 하구지역에 축적·유입(육상기인 및 해양기인)되는 폐기물의 경우 연안지역에 축적되어 경관가치 감소, 연안생태계 및 생물서식에 부정적 영향을 미칠 수 있기 때문에, 다량의 폐기물이 축적되는 하구지역의 경우 경관 및 생태계 보전을 위한 폐기물 처리대책이 필요한 것으로 보인다.



[그림 3-17] 전국해안폐기물 모니터링 결과

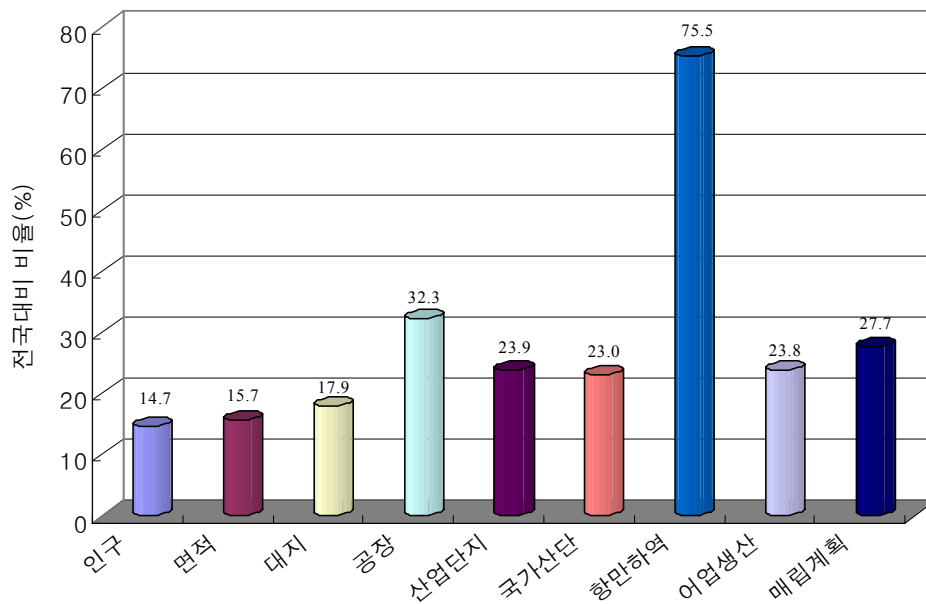
해양폐기물과 함께 최근 들어 국민의 관심현안으로 대두되고 있는 중금속과 환경

호르몬의 경우 육상기인오염원에 의한 영향보다는 하구 연안지역 소재 산업단지 및 항만에 의한 영향이 큰 것으로 사료된다. 먼저 선박의 방오도료로 사용되는 TBT오염은 서식생물의 임포섹스비율을 통해 확인될 수 있는데, 광양만의 경우 1998년 조사 당시 14개 정점중 12개 정점에서 100%의 임포섹스를 보이고 있는 것으로 나타났다(해양수산부, 1998a). 또한 항구 및 조선소 주변 해역에서 TBT농도가 높게 나타났는데, 퇴적물중 TBT농도는 울산지역에서 최고치를 보였다. TBT는 하수나 산업폐수와 달리 육상기인이 아닌 해양기인인데, 하구지역 유해화학물질의 대부분은 하천상류지역에서 기인한다기 보다는 하구지역 및 연안지역 사회경제활동 과정에서 발생하는 것으로 사료된다. 환경부에서 조사한 하천하류지역 중금속 조사자료는 이를 반증하고 있는데, 카드뮴(Cd)의 경우 0.1~1.6 mg/kgDWT, 수은(Hg)은 0.025~4.7 mg/kgDWT, 납(Pb)는 4.45~191 mg/kgDWT로 나타나 미국 연안퇴적물 기준(우려수준)에는 미치지 못하고 있다. 그러나 수은의 경우 아산호와 낙동강하구지역에서 각각 1.62mg/kg, 및 4.7mg/kg으로 나타나 미국 EPA의 퇴적물 목표수준을 상회하고 있고, 납의 경우 영산강 일부 조사지역에서 191mg/kg의 농도를 보이고 있다.

5. 하구환경현황의 문제점 종합

지금까지 토지, 인구, 산업 등 하구지역 인문사회현황, 오염부하, 수질환경, 생태계 등을 대상으로 하구환경현황에 대해서 살펴보았는데, 이를 토대로 하구환경현황 및 문제점을 다음과 같이 제시할 수 있다.

첫째, 하구지역 자원 및 공간이용은 다른 연안지역 및 육지부에 비해 상대적으로 고밀도로 이루어지고 있어 하구 및 주변지역에 대한 개발압력은 높아질 전망이다. 예컨대 하구지역의 인구와 면적은 전국의 약 15%를 차지하고 있는 반면, 상대적으로 환경에 미치는 압력이 높은 요인인 공장용지, 산업단지, 매립계획 등은 인구·면적과 비교하여 매우 높은 비율을 차지하고 있다. 또한 항만하역능력은 전국 항만의 75%를 차지하여 항만운영에 따른 오염잠재력은 하구지역 항만에 집중되어 있는 것으로 나타났다(그림 3-18).



[그림 3-18] 하구지역 사회경제 현황 종합

둘째, 하천유역을 통해 유입되는 BOD발생부하량중 산업기인 발생부하량이 약 42%를 차지하고 있으며, 토지 및 육상양식장 기인 BOD발생부하는 10%이하로 적게 나타났다. 하천별로는 한강이 가장 많은 BOD발생부하를 나타냈으며, 낙동강, 삼교천, 탐진강, 태화강, 형산강 등은 생활기인 오염부하가 가장 큰 비중을 차지하였고, 섬진강, 동진강, 가화천 등은 축산부하비율이 50%이상을 차지하였다.

셋째, 수질환경 자료에 근거한 하천별 특징을 보면 하구언댐에 의해 체절된 하천의 경우 평균 IV등급의 수질을 보이고 있는 반면, 자연하구의 특성을 유지하고 하천은 III등급의 양호한 수질상태를 보여주고 있다. 삼교천과 양양남대천은 이러한 특징을 극명하게 보여주는 사례라 할 수 있는데, 삼교천은 정상적 공업용수로 이용하는데 보다 많은 비용이 요구되는 V등급인 반면, 양양남대천은 간단한 정수과정을 거친 후 음용수로 사용할 수 있는 청정상태를 유지하고 있다. 따라서 하구언댐의 경우 복원을 포함한 적극적인 환경개선대책의 수립·시행이 이루어져함을 시사한다.

넷째, 환경에 대한 관심이 높아진 90년대 이후 정부의 지속적인 환경개선 노력으로 4대강 하천의 수질은 개선되고 있는 반면, 중앙부처의 투자가 미흡한 중소규모

하천의 경우 수질이 악화되는 경향을 보이고 있는 것으로 나타났다. 현재 상대적으로 양호한 수질상태를 유지하고 있는 중소규모 하천을 체계적으로 관리하여 하구지역 자원과 공간이 장기적으로 우리나라 부가가치 창출에 기여할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

다섯째, BOD와 COD 기준 수질은 개선되고 있고 연안해역에 대한 오염부하는 감소하고 있는 반면, 해역의 부영양화나 적조 원인 물질인 총질소 및 총인의 경우 지속적인 증가추세에 있다. 특히 영양염류 농도는 하구언댐이 건설된 지역이 자연하구 하천지역보다 높아 서남해안의 경우 하계에 만성적인 부영양화의 원인이 되고 있다.

여섯째, 하구지역 해역의 수질환경은 개선되고 있으나 반폐쇄성 해역과 연결되어 있는 하구의 경우 해수수질은 III등급으로 악화되어 있는 실정이다. 또한 안성천, 삼교천 연안해역 및 낙동강을 비롯한 일부 하구의 경우 하계에는 III등급의 수질을 보이고 있는 것으로 조사되었다.

일곱째, 하구지역 습지는 현재 최대 984.7km²로 추정되는데, 제2차 공유수면매립기본계획 시행 및 현재 추진중인 연안개발사업으로 인해 향후 500km²로 축소될 전망이다. 하구언댐 축조는 하구지역 습지의 훼손에 결정적 역할을 하고 있으며, 산업단지, 도시지역 등 연안공간 이용수요 증대에 따른 개발압력이 가중되고 있어 하구습지 면적의 감소와 함께 습지기능의 약화가 우려된다.

여덟째, 우리나라 하구지역의 일반적인 지형경관은 나쁘지 않지만 안성천·삼교천, 금강하구와 같이 방조제 건설과 하구연안지역 개발이 동시에 진행된 지역의 경우 경관가치가 크게 훼손되고 있는 것으로 나타났다. 또한 경관이 상대적으로 우수한 지역일지라도 하구개발이 진행된 지역의 경우 생태계 다양성과 보호가치 등이 낮은 것으로 평가되었다.

아홉째, 하천을 따라 유입되는 육상쓰레기는 하구를 통해 외해로 배출되는데, 배출되지 않는 폐기물은 하구 수변지역에 침적되거나 해류를 통해 다시 하구지역으로 역유입되어 서식환경을 훼손하는 요인이 되고 있다.

마지막으로, 현재 하구지역 중금속 및 환경호르몬은 전체적으로 심각한 우려수준은 아니지만 항만지역 및 조선소가 위치한 하구지역의 경우 TBT오염, 반폐쇄성 내만해역의 경우 중금속 오염정도가 개방형 하구지역보다 높게 나타났다. 따라서 반폐쇄성 해역을 포함하고 있거나 연안이용이 고밀도로 이루어지고 있는 하구지역으로 오염원이 직접 유입되는 것을 방지 또는 저감하기 위한 중점관리가 필요하다.

제2절 하구환경관리 현황 및 문제점

1. 하구환경관리 관련법제도 현황

가. 하구환경관리관련법

하구지역 환경 및 자원관리와 관련된 법은 환경정책기본법, 수질환경보전법, 자연환경보전법, 농어촌정비법, 하천법, 연안관리법, 습지보전법, 수산업법, 공유수면매립법, 공유수면관리법, 골재채취법, 항만법 등 50여개에 이르고 있다. 그러나 하구관련법이 상당히 다양한 형태로 존재함에도 불구하고 상기 법들은 환경관리를 위한 기본법의 성격을 갖고 있거나, 특정목적의 개발사업 지원 또는 생태계, 서식처, 생물자원, 수질 등 특정대상을 관리할 목적으로 제정·운영되고 있다. 예를 들어 생태적으로 중요하고 환경적으로 보호가치가 있는 지역이나 서식처의 경우 자연환경보전법이나 습지보전법에 의거 보호·보전을 위한 지구지정 또는 금지제한사항을 제정을 통해 관리가 이루어지고 있다.

또한 하구의 지리적 범위에 포함되는 하천, 습지, 바다목³⁴⁾, 항구 등의 경우 독립적인 형태의 관련법이 존재하는 것과 달리 하구는 그 어느 법에서도 직접적인 관리의 대상이 되지 못하고 있다. 이는 해수와 하천을 통해 유입되는 담수가 혼합·희석되어 나타나는 물리·화학적 특징과 이에 따른 독특한 생물학적 특징으로 인해 지리적 경계가 명확하지 않은데서 기인한 측면도 있다. 그러나 하구에 대한 법적 개념의 부재는 보호가치가 높은 생물종의 이동통로로서 뿐만 아니라 수려한 자연경관으로 심미적 가치를 제공하고, 생물자원의 산란·서식이 이루어지는 하구라는 단위공간을 하나의 환경관리단위로 보지 않고 있음을 반영한다.

하구지역은 육상과 해양의 물리적 성격이 상호작용을 통해 독특한 자연환경을 구성하는 전이수역으로 생물·물리·화학적인 환경변화가 매우 심하고 유역의 최하단부에 위치하고 있어 오염에 구조적으로 취약한 특성이 있다. 따라서 생태계, 서식처, 수질, 경관 등은 개별법에 의거한 소지역적 또는 단위사업과 같은 단편적인 대책으

34) 참고로 유선및도선사업법에서 바다목은 '강과 바다가 접하는 하구 또는 만의 형태를 갖춘 곳으로서 양해안의 해상거리가 2마일이내인 해역과, 육지와 도서간 또는 도서와 도서간의 거리가 비교적 가까운 해역으로서 해운법에 의한 여객선이 운항되지 아니하는 해역'으로 정의되어 있는데, 하구라는 명칭이 포함된 유일한 법이라 할 수 있음(동법 시행령 제2조 참조).

로는 수질개선 및 생태계 보전을 포함한 종합적인 환경질 개선을 도모하기 어려운 특징을 지니고 있다 (표 3-15).

하구관련 주요 법의 특징을 살펴보면, 하천법은 하천의 유수로 인한 피해방지, 하천이용을 통한 이익증진, 하천환경정비·보전을 목적으로 하고 있는데, 관리범위를 기계적으로 구분³⁵⁾하고 있다. 따라서 하구의 생태적 연결성, 담수와 해수의 상호 작용 등 하구의 기본적인 특징이 하천관리에서 고려되고 있지 않다. 또한 환경정책기본법 제6조의 2에서 규정된 영향권별 환경관리계획 및 대책의 수립에 의거한 ‘팔당호등 한강수계 상수원 수질특별관리종합대책(한강종합대책)’, ‘대청호등 금강수계 물관리종합대책(금강종합대책)’ 등 4대강 물관리대책 수립과정에서 제정된 ‘한강법’의 경우 주요 관리대상은 대책의 명칭에서 확인할 수 있듯이 상수원 보호, 상류지역 수질개선과 오염원 관리에 초점이 맞추어져 있다. 예컨대, ‘한강종합대책’의 경우 관리범위는 잠실수중보 상류지역으로 정해져 있으며, 관리목표는 팔당호수질의 I급수 개선으로 설정되어 있다.

이와 함께, 해양환경 및 자원관리의 기본법이라 할 수 있는 연안관리법의 경우 ‘연안환경 보전 및 연안의 지속가능한 개발’을 목적으로 하고 있다. 관리범위는 해양지역의 경우 영해를 포함하고 있고, 육지의 경우 해안선으로부터 500m~1km로 설정되어 있으나 하천구역은 제외되어 있다. 반면 해양환경보전을 목적으로 제정된 해양오염방지법의 경우 환경관리해역제도를 도입하고 관리범위에 연안유역을 포함시킴으로써 하구지역을 관리할 수 있는 법적 근거가 마련되어 있다. 그러나 연안유역의 포함은 해양으로 유입되는 육상기인오염원을 저감하기 위한 것으로, 하구를 환경보전, 개선 및 복원의 측면에서 관리할 목적으로 이루어진 것은 아니라는 점에서 한계를 가지고 있다. 또한 수질환경보전법은 하천, 호소 등 모든 공공수역에서의 수질보전을 목적으로 하고 있어 하구지역을 지리적으로 포함하고 있다. 반면, 동 법은 오염원조사, 환경기초시설 설치, 배출규제, 총량관리 시행방법 등 수질보전을 위한 수단 및 조치에 관한 사항을 적시하고 있어 공간을 대상으로 종합적인 환경관리를 시행하기에는 법적 근거가 미약하다.

한편, 습지보전법, 자연환경보전법, 문화재보호법, 조수보호및수렵에관한법률 등은 습지보호구역, 생태계보전지역, 천연기념물, 조수보호구 등 보호지역지정을 지정할

35) 하천법상 해양과 하천의 경계는 해안선의 만입부의 양 끝지점을 직선으로 이은 선을 기준으로 설정되어 있는데, 섬진강의 경우 하천경계는 ‘경상남도 하동군 금남면 갈도삼각점(52.2미터)으로부터 서로 그른 직선’으로 규정되어 있음(동법 시행령 부칙 참조).

수 있는 법적 근거를 가지고 있다. 따라서 하구지역에서 보호가치가 높은 생물종과 자원을 보호할 수 있으나 지구지정에 따른 제한금지사항 등 보전을 위한 수단만 마련되어 있을 뿐 환경의 개선 및 복원 등을 통합적으로 시행하기에는 미흡한 구조를 가지고 있다.

즉, 기존의 매체별 또는 목적별로 설정된 법체계 아래에서 하구환경은 단편적 또는 사안별로 관리될 수 있지만 하구전체의 고유한 기능과 특성을 고려한 관리는 이루어지고 있지 않다. 따라서, 환경·생태가 통합적으로 관리되는 하나의 관리단위로 설정하는 것이 바람직하나, 이는 기존법제도내에 하구관리를 위한 조항을 추가하거나 환경관련정책 또는 계획에서 하구를 하나의 관리단위로 설정하여 관리가 이루어지도록 하는 것이 필요하다.

<표 3-15> 하구환경관리 관련법 및 특징

법제도	제정목적	관리범위	특징
하천법	유수로 인한 피해방지, 하천이용, 하천정비	하천구역	- 하천과 해양의 기계적 구분
한강법, 낙동강법 금강법, 영산강· 섬진강법*	상수원보호, 오염원관리	잠실수중보 상류지역	- 상수원, 하천 중심의 수질 관리 - 하구역 제외
연안관리법	연안환경보전, 지속가능한 이용	영해 및 해안선으로부터 1km 하천구역 제외	- 연안관리의 기본법 - 하구지역 관리 근거 없음.
해양오염방지법	해양오염방지, 환경개선	연안유역 포함	- 환경관리해역만 관리가능 - 해양환경관리를 위한 육상 오염원 관리
수질환경보전법	수질보전	하천, 호소, 항만 등 모든 공공수역	- 생태계 관리 부재 - 수질보전 및 개선을 위한 수단으로 기능
습지보전법 등	보호가치가 높은 생태계 및 서식지 보호	습지, 천연기념물, 조류 등 생태계 및 서식지	- 수질관리 미약 - 종합적 관점의 개선, 보전, 복원에 한계 - 일부 하구에 지정

주: 『한강수계상수원수질개선 및 주민지원등에관한법률』, 『낙동강수계물관리 및 주민지원등에관한법률』, 『금강수계물관리 및 주민지원등에관한법률』, 『영산강·섬진강물관리 및 주민지원등에관한법률』 등 특별법을 의미함.

나. 하구환경관리 제도

1) 보호·보전지역 지정

제2장에서 전술한바와 같이 하구환경관리의 기본적인 목적은 갯벌 등의 습지를 포함한 서식지훼손을 방지함으로써 생물 다양성과 서식처를 유지하고 고유의 하구환경을 보전하는 데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 미국의 경우와 같이 하구환경보호를 위한 별도의 제도를 가지고 있지는 않지만³⁶⁾ 필요한 경우 보호지역(또는 보전지역)으로 지정할 수 있는 제도적인 장치를 가지고 있다. 즉, 자연환경보전법에 의한 생태계보전지역, 습지보전법에 따른 습지보호지역, 자연공원법에 의한 국립, 도립 또는 군립공원, 문화재보호법에 의한 천연기념물 보호구역, 조수보호및수렵에관한법률에 의한 조수보호구역, 국토이용관리법에 의한 자연환경보전지역, 해양오염방지법에 의한 환경보전해역, 관광진흥법에 의한 관광지, 수산자원보호령에 의한 특정어업금지구역, 수산업법에 의한 보호수면지정 등이 그것이다 (표 3-16).

특히 1999년 2월 제정·공포된 습지보전법은 갯벌을 포함한 습지서식지를 보호하고 생물다양성을 보전하는 기본적인 법적 근거를 제공한다는 점에서 하구환경관리에 있어 큰 의미를 갖는다. 즉 자연상태가 원시성을 유지하고 있거나, 생물다양성이 풍부한 지역, 희귀하거나 멸종위기에 처한 야생동식물이 서식 또는 도래하는 지역, 특이한 경관과 지형지질적인 가치가 있는 지역 중 특별히 보전할 가치가 있는 습지는 습지보호구역으로 지정하여 관리가 이루어질 수 있다. 일단 습지보호구역으로 지정되면 일상적 수산업 등 생계유지, 습지보전을 위한 사업, 군사상 목적, 재해의 예방, 응급대책 및 복구를 위한 활동 등의 목적으로 출입하는 것을 제외하고는 출입이 통제된다.

그러나, 위에서 언급한 것과 같이 습지보전법을 포함하여 하구환경보호를 위해 적용할 수 있는 다양한 법이 존재함에도 불구하고 현재 낙동강하구, 한강하구 및 탐진강 하구의 일부분만이 생태계보전지역, 자연환경보전지역, 문화재보호구역, 습지보호구역으로 지정되어 있다. 이는 향후 하구지역을 중심으로 이루어질 개발과정에서 하구생태계와 서식지 보호를 위한 제도적 장치가 현실적으로 미흡함을 보여주고 있으며, 개발이 진행될 경우 하구생태계 훼손 가능성은 매우 높을 것으로 예상된다.

36) 본 보고서 제4장의 미국하구연구보전시스템(National Estuarine Research Reserve System)의 내용을 참조

<표 3-16> 보호구역 지정 요건

법령	보호구역 명칭	내용
자연환경 보전법	생태 계보 전지 역	1.자연상태가 원시성을 유지하고 있거나 생물다양성이 풍부하여 학술적 연구가치가 큰 지역, 2.지형 또는 지질이 특이하여 학술적 연구 또는 자연경관의 유지를 위하여 보전이 필요한 지역, 3. 멸종위기 야생동·식물 또는 보호야생동·식물의 서식지·도래지등으로서 보전의 가치가 있다고 인정되는 지역, 4. 각종의 다양한 생태계를 대표할 수 있는 지역 또는 생태계의 표본지역-생태계 특별보호구역, (1)야생동·식물특별보호구역: 멸종위기 야생동·식물 또는 보호야생동·식물의 보호를 위하여 필요한 지역, (2)자연생태계특별보호구역: 자연생태계가 특히 우수하거나 생물다양성이 풍부한 지역 또는 취약한 생태계로서 훼손되는 경우 복원하기 어려운 지역, (3)해양생태계특별보호구역:해양생태계가 특히 우수하거나 생물다양성이 풍부한 지역
	완충 지역	생태계보전지역에 인접한 지역으로서 자연적 또는 인위적훼손이 생태계보전지역에 미치는 환경상의 영향을 완화시키거나 생태적으로 건전한 관광등의 이용에 제공하기 위하여 지정하는 지역
습지 보전법	습지 보호 지역	1. 자연상태가 원시성을 유지하고 있거나 생물다양성이 풍부한 지역, 2. 희귀하거나 멸종위기에 처한 야생동·식물이 서식·도래하는 지역, 3. 특이한 경관적·지형적 또는 지질학적 가치를 지닌 지역
	주변 관리 지역	습지보호지역 주변지역
	습지 개선 지역	1. 습지보호지역중 습지의 훼손이 심화되었거나 심화될 우려가 있는 지역 2. 습지생태계의 보전상태가 불량한 지역중 인위적인 관리등을 통하여 개선할 가치가 있는 지역
자연 공원법	국립 공원	우리나라의 풍경을 대표할 만한 수려한 자연풍경지로서 규정에 의하여 지정된 것
	도립 공원	특별시·광역시 및 도내의 풍경을 대표할 만한 국립공원 이외의 수려한 자연풍경지로서 규정에 의하여 지정된 것
	군립 공원	시 및 군내의 풍경을 대표할 만한 국립공원 및 도립공원 이외의 수려한 자연풍경지로서 규정에 의하여 지정된 것

법령	보호구역 명칭	내용
문화재보호법	천연기념물	1. 동·식물: (1)한국 특유의 동·식물로서 저명한 것 및 그 서식지·생장지, (2)석회암지대·사구·동굴·건조지·습지·하천·호소·폭포의 소·온천·하구·도서등 특수지역이나 특수환경에서 서식하거나 생성하는 특유한 동·식물 또는 동·식물군 및 그 서식지·생장지 또는 도래지, (3)진귀한 동·식물로서 그 보존이 필요한 것 및 그 서식지·생장지, (4)한국 특유의 축양동물, (5)학술상 가치가 큰 사충·명목·거수·노수·기형목, (6)대표적 원시림·대표적 고산식물지대 또는 진귀한 삼림상, (7)진귀한 식물의 자생지, (8)저명한 동·식물의 분포의 경계가 되는 곳, (9)유용 동·식물의 원산지, (10)귀중한 동·식물의 유물발견지 또는 학술상 특히 중요한 표본과 화석 2. 지질·광물:(1)암석 또는 광물의 생성원인을 알 수 있는 상태의 대표적인 것, (2)거대한 석회동 또는 저명한 동굴, (3)특이한 구조나 형태로 되어 있는 암석 또는 저명한 지형·지질, (4)지층단 또는 지괴운동에 관한 현상, (5)학술상 특히 귀중한 표본, (6)온천 및 냉광천 3. 천연보호구역: 보호할만한 천연기념물이 풍부한 대표적인 일정한 구역 4. 자연현상: 관상상·과학상·교육상의 가치가 현저한 것
	천연기념물 보호구역	1. 동물·지질광물·천연보호구역·자연현상은 그 보호에 필요하다고 인정되는 구역 2. 식물은 임목을 중심으로 하여 반경 5미터이상 100미터이내의 구역
조수보호 및수렵에 관한법률	조수보호 구역	조수의 보호·번식을 위하여 설정된 구역
국토이용관리법	자연환경보전지역	1.자연경관·수자원·해안·생태계 및 문화재의 보전과 수산자원의 보호·육성을 위하여 필요한 지역 2.자연환경보전지역중 수산자원의 보호·육성을 위하여 필요한 경우에는 수산자원의 보전이 필요한 공유수면이나 그에 인접된 토지를 수산자원보전지구로 세분할 수 있음
해양오염방지법	환경보전해역	1.해양환경의 상태가 양호하여 지속적으로 보전할 필요가 있는 해역 2.국토이용관리법 제9조의 규정에 의한 자연환경보전지역중 수산자원의 보호·육성을 위한 용도지역 3.해양환경 및 생태계가 특히 양호한 곳으로서 지속적인 보전이 필요한 해역
	특별관리해역	해역별 해양환경기준의 유지가 곤란하고, 해양환경의 보전에 현저한 장애가 있거나 장애를 미칠 우려가 있는 해역

법령	보호구역 명칭	내용
관광진흥법	관광지	자연적 또는 문화적 관광자원을 갖추고 관광객을 위한 기본적인 편의시설을 설치하는 지역으로서 관광진흥법에 의해 지정된 곳
수산자원보호령	특정어업 금지구역	수산동식물의 번식·보호를 위하여 수산동식물의 포획·채취의 제한 또는 금지
수산업법	보호수면	1. 수산자원의 증식·보호 상 특히 필요하다고 인정되는 수역, 2. 수산동물의 산란·수산동식물의 종묘발생이나 치어의 성장을 위하여 적합하다고 인정하는 수면
	육성수면	1. 정착성수산동식물이 대량 서식하는 수면 2. 수산자원의 조성을 위하여 수산종묘를 방류하거나 시설물을 설치한 수면

보호지역의 편중지정과 함께 기존 보호지역의 감소도 문제점으로 지적될 수 있다. 현재 하구지역 서식지 보호를 위해 지정된 보호구역 면적은 한강하구, 낙동강 하구를 포함하여 전국적으로 506.1km²에 이르고 있고³⁷⁾, 강화도 남단과 금강하구의 습지보호지역 지정을 위한 검토가 이루어지고 있으나³⁸⁾, 조수보호구역의 경우 과도한 조수에 의한 농작물피해가 증가함에 따라 민원이 빈발해 보호구역이 점차 해제되고 지정구역이 감소하는 추세에 있다 (표 3-17).

이러한 상황은 근본적으로 하구지역 개발압력 증대에 대한 보전전략이 부재하다는 데서 비롯된다. 즉, 우리나라 하구는 산업단지개발, 농지개발 및 주택용지 개발에 따른 하천 및 연안지역의 고밀도 이용에 따른 용수확보(공업용수 및 농업용수), 범람과 해일 등 재해방지를 위한 구조물 설치(하구언 축조 등), 건축재료 확보를 위한 골

37) 국토이용관리법의 자연환경보전지역의 경우 5km² 이하는 시도지사에게 지정권한이 위임되어 있고, 보호구역 범주에 포함시킬 수 있는 관광진흥법에 의한 관광지는 각 시군 계획에 포함되어 있으므로 지정현황을 전체적으로 파악하기가 어려운 실정임.

38) 금강하구와 만경강·동진강 하구 등 철새도래지, 순천습지지역 등 일부 지방하천의 하구를 보호지역으로 지정하려는 논의가 진행되고 있으나, 여전히 다른 하구역의 경우 기초적인 생태조사조차 이루어지지 않았음. 또한 상기지역에서의 보호지역 지정은 갯벌 등 습지보호를 목적으로 하고 있거나 조류보호를 위한 조수보호구지정 등이 주를 이루고 있어 하구의 경관, 생산력, 사회문화적 가치, 상류지역 생태계와의 연관성 등이 포함된 종합적 하구조사에 기초한 보호지역 지정은 모색되고 있지 않음(이와 남, 2001).

재채취 등 개발중심의 이용이 주를 이루었다. 특히 하구환경악화와 밀접한 관련이 있는 하구언 축조의 경우 용수확보와 재해방지를 목적으로 건설되었는데, 이로 인해 하구언이 축조된 하구의 경우 수질악화와 서식처 훼손³⁹⁾이 다른 하구에 비해 심각한 수준으로 나타나고 있다⁴⁰⁾. 이는 하구언 건설을 통해 야기될 수 있는 다양한 환경영향에 대한 종합적인 검토와 평가의 부재에서 비롯된 것이라 할 수 있다. 또한 농업용수확보를 위해 하구를 막아 건설된 대형 담수호 중 부남호, 아산호, 남양호 등은 농업용수 수질기준을 모두 초과하고 있어 하구둑 또는 하구언 건설의 가장 큰 목적조차 이루지 못하는 있는 실정이다⁴¹⁾. 즉 자원이용 및 환경보전의 균형을 고려하지 않은 개발정책이 진행될 경우 이를 장기적 관점에서 과학적으로 평가하고 합리적 대안을 마련하여 시행할 수 있게 하는 전략의 부재와 하구환경에 대한 인식의 부족을 보여주는 사례라 할 수 있다.

개발에 대한 대응전략 부재와 더불어 보호구역 지정 및 기존 보호구역의 관리상의 문제도 간과할 수 없다. <표 3-17>에 제시한 바와 같이 낙동강 하구지역을 대표적인 사례로 들 수 있는데, 현재 이 지역은 생태계보전지역, 자연환경보전지역, 습지보호지역, 국가지정문화재 등으로 중복지정 되어 있지만, 관련 법제도에 입각한 정책 및 실질적 보호를 위한 시행조치가 마련되어 있지 않은 실정이다. 철새도래지로서 생태계보전지역으로 지정되어 있는 34.2km²의 낙동강 하구지역은 습지보호구역으로도 지정되어 있다는 것은 중복지정과 관리부재의 대표적 사례라 할 수 있다.

중복지정 및 관리부재는 보호구역 관리의 실효성 저하는 물론 행정수요증대, 주민의 사적이용권 침해 및 이에 따른 민원발생 등 부작용을 낳고 있다(윤 등, 2000). 이는 부처별 제정목적이 유사한 법제도를 동일한 공간에서 선점식으로 적용하는 과정에서 발생한 것으로, 향후 낙동강 하구의 명확한 범위설정 및 관리목적에 부합하는 관리계획 수립과정에서 각 부문간 조정을 통해 보호구역 조정 등을 포함한 목표지향적인 관리체계 수립이 시급한 실정이다.

39) 뉴펀들랜드, 카스피해, 지중해 동부 대륙붕의 풍부한 어장은 댐에 의해 심각한 피해를 입은 지역이며, 또한 흑해에서 나타난 독성조류의 과도한 증가는 상류인 다뉴브 댐들에 의해 간헐적인 영양소의 감소로 인해 유발된 화학적 변화에서 기인하는 것으로 보고되었음.

(<http://www.ee/baltic21/publicat/R4.htm>; <http://my.netian.com/~6k5sjz/segae.html>)

40) 현재 13개 국가하천중 하구언댐이 없는 하구는 한강, 탐진강, 섬진강, 태화강, 형산강, 가화천, 만경강, 동진강 등 7개 지역이며, 이중 만경강, 동진강은 하구언댐 건설 예정지역임.

41) 2000년 아산호, 남양호, 부남호의 COD기준 수질은 각각 8.2 mg/L, 8.8 mg/L 및 8.4 mg/L으로 나타났다.

<표 3-17> 하구지역 환경개선 및 생태계 보호를 위한 지역 지정 현황

보호구역구분	명칭	근거법 (지정권자)	지정지역	면적 (km ²)	지정일
생태계 ¹ 보전지역	철새도래지	자연환경보전법 (환경부장관)	낙동강하구 (철새도래지)	34.2	1989. 3
자연환경 보전지역 ²	자연보전지구	국토이용관리법 (건교부장관)	낙동강하구 해면 (명지녹산신호리- 가덕도사이 연안지역)	64.1	1988.12
문화재 보호구역 ³ (천연기념물 보호구역)	천연기념물 179호 하류 철새도래지	문화재보호법 (문화재청)	낙동강하구 해면 (사하구 다대동-강서구 명지녹산 천가동-북구 금곡동)	109.9	1966. 7
	천연기념물 172호 까막섬의상록수림 (어부림)	"	전남 강진군 대구면 마량리 산191	0.015	1966. 1
	천연기념물 250호 한강하류재두루미 도래지	"	경기 파주시 교하면, 김포군 한강변의 충적퇴적지역	23.7	1975. 2
	천연기념물 419호 강화갯벌 및 저어새번식지	"	인천강화군	448.2	2000. 7
습지보호지역 ⁴	습지보전법 (환경부장관)	습지보전법 (환경부장관)	낙동강하구	34.2	1999. 3

- 주: 1. 생태계 보전목적
 2. 환경오염방지, 자연환경, 생태계 및 문화재 보호 등
 3. 문화재 보존으로 국민의 문화향상 도모
 4. 습지와 그 생물다양성 보전 도모

2) 기초조사

하구환경관리에 대한 개념조차 부재한 이유중의 하나는 지금까지 하구에 대한 체계적인 지식이 축적되어 있지 않기 때문이다. 이러한 지식기반의 취약은 지금까지도 지배적인 개발 및 용수이용 중심의 하구정책으로 인해 하구환경에 대한 조사 및 연구가 등한시되었기 때문이며, 따라서 최근 새만금 사업의 대상이 되고 있는 만경강,

동진강 하구 등 일부 현안이 되는 하구를 제외하면 자연자원의 이용가치에 대한 이해와 인식을 제고시킬 수 있는 기본적인 정보도 가용하지 않은 실정이다.

특히 전술한 바와 같이 우리나라는 아직 하구를 하나의 환경단위로 설정하고 있지 않아 하구는 각종 제도적 기초조사 대상에서 제외되고 있거나 조류, 습지 등의 서식지, 또는 야생생물 등 직접적인 관리 대상별로 단편적인 조사만 이루어지고 있다. 따라서 현재의 조사체계를 통해 하구 전체의 특성과 기능을 이해하기에는 한계가 있다(표 3-18). 더욱이, 지금까지 하구이용·관리의 정책 우선순위는 용수이용과 자연재해방지에 초점을 두고 있었기 때문에 상대적으로 하구생태계 및 서식지 조사자료 자체가 부족하며, 일부 수행된 하구생태계 조사도 공간적으로는 하구의 일부지역만을 대상으로 하였다. 또한 조사대상도 주로 철새에 속하는 희귀 생물종 및 멸종 위기종과 일부 습지에 국한되어 있어 하구의 기능은 물론 기초적인 특성조차도 파악하기 어려운 수준에 있다.

물론, 1990년대 중반이후 습지에 대한 가치가 새롭게 인식되면서 하구서식처의 중요한 부분을 차지하고 있는 습지보전을 위한 관련법이 제정되고 본격적인 조사가 이루어지고 있는 것은 긍정적으로 볼 수 있다. 또한 환경부에서 전국을 대상으로 시행하는 자연환경생태조사 역시 하구를 조사대상지역에 포함시키고 있는 등 하구지역 조사를 위한 노력이 시도되고 있는 것 또한 사실이다. 그러나 하구의 경우 향후 이러한 조사사업들이 유기적으로 연결되어 하구를 하나의 환경단위로 인식하고 추진되지 않으면 하구의 특성과 기능을 종합적으로 파악하여 합리적인 정책결정을 지원하는데에는 여전히 한계가 있을 것으로 보인다.

한편, 생태계 부문과는 달리 용수이용 중심의 수질정책을 지원하기 위해 정부는 수질측정망을 운영하고 있어 수질부문은 적어도 하천, 하구, 호소 및 해양의 수질현황과 수질변화를 체계적으로 파악할 수 있는 상황이다(표 3-18). 그러나, 현재 하천-해양 경계를 기준으로 하여 환경부는 주로 기수역 상류의 하천부를 중심으로 해양수산부는 해양을 중심으로 측정망을 설치하고 있어 하구수질 평가를 위한 하구 내 측정지점의 수가 상대적으로 부족한 실정이다. 또한 하구언이 있는 하구의 경우 댐 내 측지지역은 정기적으로 조사가 이루어지고 있는 반면, 댐 외측지역의 경우(바다쪽) 측정지점이 댐에서 멀리 떨어진 외곽에 위치하고 있어 해수와 담수의 상호작용 및 이에 따른 생태적 영향을 파악하는데는 한계가 있다.

<표 3-18> 하구관련 기초조사

조사명칭	관계법	조사분야 및 특징
환경오염 상태조사	환경정책기본법	환경오염 및 환경훼손의 현황, 환경질의 변화 등 환경상태 (매년 상시조사)
호소수질조사	수질환경보전법 호소수질관리법	호소수의 이용상황, 오염원의 분포현황, 오염물질의 발생 량 및 수질오염도 등(매년 상시조사)
자연환경 (생태계)조사	자연환경보전법	1. 산·하천·해안·해양 및 도서 등의 생물다양성 구성요 소의 현황 및 분포 2. 지형·지질 및 자연경관의 특수성 3. 야생동·식물의 다양성 및 분포상황 4. 환경부장관이 정하는 조사방법 및 등급분류기준에 의한 녹지등급 5. 식생현황 6. 멸종위기야생동·식물, 보호야생동·식물 및 국내고유 생물종의 서식현황 7. 경제적 또는 의학적으로 유용한 생물종과 농작물·가축 등과 유전적으로 가까운 야생종의 서식현황 8. 토양의 특성 9. 기타 자연환경의 보전을 위하여 특히 조사할 필요가 있 다고 환경부장관 또는 해양수산부장관이 인정하는 사 항(10년단위 필요한 경우 정밀조사 수행)
습지조사	습지보전법	5년마다 습지의 생태계현황 및 오염현황과 습지주변영향 지역의 토지이용실태 등 사회·경제적 현황
해양환경측정	해양오염방지법	연근해의 해양환경상황 및 오염원의 조사(매년 상시조사)
해양오염영향 조사	해양오염방지법	자연환경, 생활환경 및 사회·경제환경분야 (기름오염 발생시)
조수서식실태, 이동통로	조수보호및수렵에 관한법률	조수서식현황 및 조수의 이동통로
자연자원조사	자연공원법	자연공원내 자원실태
용도지역 이용현황 조사	국토이용관리법	지정목적에 부합한 이용여부
산림이용구분 조사	산림법	산림의 이용에 관한 조사(매 10년)

측정지점의 추가설정 및 조정과 더불어 하구환경을 정확하게 이해하기 위해서는 수질측정망이 갖는 기본적인 문제에 대한 해결이 동시에 추진될 필요가 있다. 예를 들어 현재 총인, 총질소 항목은 실제적으로 각각 무기인 및 무기질소만을 의미한다는 점에서 총인, 총질소에 대한 실질적인 정의가 필요하며, 단순히 유기물지표인 BOD를 중심으로 수질을 평가하기보다는 종합적인 수질평가 방법이 사용될 필요가 있다. 또한 하구지역은 유역의 최 하단부에 위치하고 있고 왕복하는 물순환 패턴으로 인해 오염에 취약하므로 하구오염현황 및 오염경향을 종합적으로 평가하기 위해서는 수질뿐만 아니라 퇴적물에 대한 측정도 정기적으로 실시할 필요가 있다⁴²⁾.

<표 3-19> 수질측정망 운영현황

구분		측정지점수	조사항목	측정주기
담수	하천수 (도시관류 포함)	578	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인 등 14개 항목	12회/년 (48회/년)*
			Cd, CN, Pb, Cr ⁺⁶ , As, Hg, ABS	4회/년 (12회/년)
			PCB, 유기인, TCE, PCE	1회/년
	호소수	153	pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인 등 17개 항목	12회/년
			PO ₄ -P, Cd, CN, Pb, Cr ⁺⁶ , As, Hg, ABS	4회/년
			PCB, 유기인, TCE, PCE	1회/년
	상수원수	593	하천수 pH, DO, BOD, SS, 대장균군수	월1회 이상
			Cd, CN, Pb, As, Hg 등 18개 항목	4회/년
			호소수 pH, DO, COD, SS, 대장균군수	월1회 이상
			Cd, CN, Pb, As, Hg 등 18개 항목	4회/년
	공단배수	75	pH, DO, BOD, COD, SS, 수온, 전기전도도	24회/년
			Cd, CN, Pb, Cr ⁺⁶ , As, Hg 등 16개 항목	12회/년
			PCB, 유기인, TCE, PCE	1회/년
	농업용수	177	pH, DO, BOD, COD, SS 등 13개 항목	2회/년
해양	연안해역 (조사점)	60	수온, 염분, pH, DO, COD, NO ₂ -N, NO ₃ -N, NH ₄ -N, SS, 총질소, 총인, 중금속 등 23개 항목	4회/년 (계절별)
	근해해역 (조사점)	293		

*: ()는 4대강 및 금호강의 주요지점에 대한 조사횟수임

42) 퇴적물측정망 설치의 필요성 및 설치방안은 이창희 등(2000) 참조

다. 하구환경관리체계

우리나라 하구 관리체계는 하구를 하나의 환경단위로 설정하여 관리가 이루어지는 통합관리체제가 아닌 기능별로 분화가 이루어진 관리형태를 특징으로 하고 있다. 실제 우리나라 하구환경관리에 직접적인 영향을 미치는 중앙부처만 하더라도 적어도 6개 이상이며, 각 중앙부처별로 실제적인 업무영역 단위를 기준으로 할 경우 더욱 많은 국·과가 관련되어 있다 (표 3-20). 특히, 우리나라의 경우 하천법 상의 하천수역은 환경부, 바다쪽 수역은 해양수산부의 관할에 있으며, 내용적으로 담수는 환경부가 해수 및 기수는 해양수산부가 관할하고 있어⁴³⁾ 하구역의 환경관리가 기계적으로 이분된 형태를 보이고 있다.

<표 3-20> 하구환경관리와 관련된 정부기관 및 역할

정부기관		관할권 영역				
		수질	오수처리	토지이용	용수이용	서식처보호
중앙정부	환경부	■	■	■	■	■
	해양수산부	■		■		■
	건설교통부			■	■	
	문화재청					■
	농림부			■		
	해양경찰청	■				
지방정부	시군구	■	■	■	■	■
	시도	■	■	■	■	■
지방청	지방환경관리청	■		■	■	■
	지방국토관리청			■		
	지방해양수산청	■		■		
	지방해양경찰서	■				

43) 시화호의 예에서 볼 수 있듯이 해수유통 전의 시화호 환경관리는 환경부에 의해 이루어졌으나, 해수유통 후 해양수산부로 관리권한이 이전되었음.

하구환경에 영향을 미치는 보호지역지정, 수질관리, 천연기념물보호, 용도지역지정, 공유수면 매립 등 주요사항들은 기본적으로 모두 해당 중앙부처의 소관이다. 또한 지방자치단체의 집행업무도 중앙부처의 업무영역에 따라 구분되어 있기 때문에 하구역의 환경관리는 대부분의 중앙부처가 관련되어 있다. 따라서 하구를 대상으로 한 환경관리 업무가 다양한 부처에 의해 이루어지는 하구환경관리의 일반적 특성과 더불어 동 업무들이 개별 관리목적에 따라 분화된 형태로 이루어지는 현재의 우리나라 환경관리체계는 자원의 이용과 환경보전을 균형적으로 실현할 수 있는 통합하구환경관리 체제 구축을 저해하는 근본 원인이라 할 수 있다.

예를 들어 환경부는 최근 4대강 특별법의 제정을 통해 하천 및 상수원의 수질 및 환경개선을 위한 획기적인 대책을 추진하고 있는데 한강수계의 경우 잠실 수중보 하류구간은 대상지역이 아니며 그 외의 수계는 기계적으로 하천법상 하천구간 상류유역만을 대상으로 하고 있다. 반면 해양수산부는 연안환경관리해역 관리를 위해 연안해역 및 육역(일부 하구역을 포함)을 동시에 관리하도록 하고 있으나 육상오염원을 관리할 수 있는 실질적인 수단이 없는 상태이므로 그 효과에는 한계가 있을 수밖에 없다. 따라서, 관리체계에 있어 하구는 환경부 및 해양수산부 어느 부처의 관심도 되지 못하고 있는 관리의 사각지대로 남아 있는 실정이다.

이러한 분화된 하구환경관리 체계의 단점을 보완하기 위해서 제4장의 외국사례에서 보듯이, 외국의 경우에는 하구단위의 하구환경관리위원회와 같은 별도의 법정 또는 비법정 관리기구를 운영하는 것이 보통이다. 그러나, 우리나라는 아직까지 하구환경관리에 대한 개념조차 미흡한 실정이므로 하구환경관리를 위한 별도의 관리체계를 갖추고 있지 않다.

선진국의 유역관리위원회처럼 체계적인 형태로 운영되고 있진 않지만, 초기단계의 통합 하구환경관리기구의 예로서 섬진강환경행정협의회를 들 수 있다. 이 협의회는 섬진강 수계권의 10개 시군이 주요 구성원이고 영산강환경관리청, 전주지방환경관리청 및 한국수자원공사가 특별회원으로서 참여하여 섬진강의 환경문제 해결을 위한 실질적인 사업을 벌이고 있다. 그러나, 이러한 행정협의회는 필요에 의해 자발적으로 형성된 체계이므로 섬진강 하구의 실질적인 문제 해결에 효율적이기는 하지만 하구의 매립 및 간척 등의 토지이용, 수질관리, 서식지 보호와 같은 하구환경에 큰 영향을 미치는 정책적 사안보다는 아직까지는 구조적으로 자치단체에 위임된 단편적인 현안의 해결에 그 역할이 제한될 수밖에 없다는 한계를 가지고 있다 (표 3-21).

<표 3-21> 하구환경관리관련 업무분장

관련법	중앙정부	지방자치단체
자연환경 보전법	<ul style="list-style-type: none"> -자연환경보전기본방침의 수립 -전국자연환경보전계획의 수립 -멸종위기야생동·식물의 보전 -서식지외보전기관의 지정 -생태계보전지역의 관리기본계획 수립 -생태계보전지역의 보전 -자연유보지역의 종합계획이나 방침수립 -완충지역의 지정 및 관리 -생태계보전협력금의 부과 및 징수 -생태계보전지역의 주민지원 -생물다양성대책의 수립 및 국제협력 -생태계위해외래동·식물등의 관리대책 수립 -자연환경보전·이용시설의 설치 -자연경관의 보전 -생태관광의 육성 	<ul style="list-style-type: none"> -자연환경보전기본원칙에 따라 자연환경보전을 위한 조치 강구 -시도생태계보전지역의 지정·보전 -자연환경보전·이용시설의 설치 -자연휴식지의 지정·관리 -자연휴식지의 이용료 징수 -과태료의 부과 및 징수 -자연경관의 보전
수질환경 보전법	<ul style="list-style-type: none"> -측정망설치, 수질오염도측정 -폐수배출기준 설정 -폐수배출시설 허가 -배출부과금 부과·징수 -과징금 부과·징수 -폐수종말처리시설 설치·운영 -종말처리시설 기본계획 승인 -수계영향권별 수질관리 -지정호소, 호소수질보전구역 지정·고시 -폐수처리업 등록 	<ul style="list-style-type: none"> -측정망설치, 수질오염도측정 -폐수배출시설 허가 -배출부과금 부과·징수 -과징금 부과·징수 -폐수종말처리시설 설치·운영 -지정호소수질보전계획수립
해양오염 방지법	<ul style="list-style-type: none"> -해양환경보전종합대책의 수립 -환경관리해역(환경보전해역,특별관리해역) 지정 및 관리기본계획수립 -해역별 수질기준 설정 -해역수질의 개선조치 -해양오염방지를 위한 국고의 보조 <해양경찰청> -방제선등을 배치하지 아니한 자에 대하여 선박출입금지 또는 시설사용금지를 명함 -폐선 및 선박해체계획의 감독 -관계기관과의 협조 -해양오염방지자재 또는 약재의 형식승인 및 취소 -과태료의 부과 	<ul style="list-style-type: none"> -해양오염방지설비의 검사 -해양오염방지증서등의 교부 -협약증서의 교부 -과태료의 부과 및 징수 <해양경찰서> -기름오염비상계획서의 검인 -방제·청소업의 등록 및 등록사항의 변경신고의 수리 -방제·청소업에 대한 시설개선 명령 및 조업정지 명령 -방제·청소업의 등록취소 -방제조치명령 -지재·약재의 보완명령 -과태료의 부과 및 징수
조수보호 및 수렵에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> -조수보호기본계획 수립·고시 -조수보호구 설정 -수렵장 승인 	<ul style="list-style-type: none"> -조수보호사업계획 수립·고시 -조수보호구 설정 -수렵면허

관련법	중앙정부	지방자치단체
습지보전법	<ul style="list-style-type: none"> -습지보전에 대한 정책의 수립 및 시행 -협약의 이행 -습지보호지역 및 습지주변관리지역의 지정 및 관리 -훼손된 습지의 관리 -인공습지의 조성·관리 권장 	<ul style="list-style-type: none"> -훼손된 습지의 관리 -습지보호지역에서의 행위중지, 원상회복명령 및 이에 상응한 조치의 명령 -출입의 제한·금지의 해제 및 그 고시 -과태료의 부과 및 징수
문화재보호법	<ul style="list-style-type: none"> -국가지정 문화재의 지정 -지정 또는 인정의 해제 -문화재에 대한 관리방법의 지시 -국가지정문화재에 대한 행위에 대한 허가 -중요무형문화재의 보호 및 육성 -국가지정문화재의 보호 및 관리를 위한 행정명령 -보조금의 지급 및 반환 -국유문화재에 대한 관리 및 총괄 -문화재보호단체의 지원·육성 -외국문화재의 보호 -현상변경 등의 허가 	<ul style="list-style-type: none"> -시·도지정문화재의 지정등 - 시도지정문화재에 대한 경비 부담 -그 지방에 속하는 국가지정문화재의 경비부담 -행위허가 및 취소에 관한 위임사항 -과태료의 부과 및 징수
국토이용관리법	<ul style="list-style-type: none"> -개발이익의 환수조정등 -국토이용계획의 입안 -용도지역의 세분 -용도지역의 관리의무 	<ul style="list-style-type: none"> -용도지역의 관리의무 -토지수급계획의 변경 -용도지역의 세분 -지형도면의 승인 -공공시설 및 공공건축물의 입지에 관한 협의 및 승인
공유수면매립법	<ul style="list-style-type: none"> -공유수면매립기본계획 수립·변경 -공유수면매립 및 관리업무의 총괄·조정 -매립면허, 면허수수료 징수 <ul style="list-style-type: none"> 1)지정항만 중 무역항-해양수산부 산하 지방해양수산청 2)농업목적-농림부 3)국가하천구역-건설부 산하 지방국토관리청 	<ul style="list-style-type: none"> -매립면허 -면허수수료징수
공유수면관리법	<ul style="list-style-type: none"> -공유수면관리제도 운용 -공유수면관리, 점·사용허가, 점·사용료징수: 지정항만 중 무역항은 지방해양수산청 	<ul style="list-style-type: none"> -공유수면관리 -공유수면 점·사용허가 -점·사용료 징수
수산업법	<ul style="list-style-type: none"> -어장이용개발계획 수립 -허가어업 허가(원양어업) -신고어업 신고(원양어업) -보호수면 지정, 관리 	<ul style="list-style-type: none"> -어장이용개발계획 세부계획수립 -어업면허, 어장관리 -허가어업 허가(근해어업) -신고어업 신고(근해어업) -보호수면 지정, 관리 -육성수면 지정, 관리

특히 지역의 현안이 되는 개발사업과 하구환경보호의 목적을 조화롭게 추진하기 위해서는 실질적으로 이러한 문제를 토의하고 결정할 수 있는 이해당사자가 참여하는 논의구조가 필요하며, 그렇지 않은 경우 다양한 개발압력으로부터 하구환경을 보

전하는 것은 그리 쉬운 문제가 아니다. 예를 들어, 낙동강 하구지역에서 정치망과 해태양식에 의한 불법어로 활동으로 인해 어족자원이 감소하고 있고, 철새의 서식지가 위협 받고 있는 것으로 보고되었다⁴⁴⁾. 정치망의 경우 하천구역에서 허용되지 않은 어업임에도 불구하고 관리의 소홀함을 이용하여 이루어지고 있는 불법어업으로 생태계 훼손하는 원인이 되고 있다. 또한 강원도 양양군 남대천의 골재채취사업⁴⁵⁾의 경우 원주지방환경관리청이 사전환경성 검토의견에 부동의 통보⁴⁶⁾를 했음에도 불구하고 지방자치단체에서 이를 강행하려 했다는 것은 개발중심의 하천이용·관리가 이루어지는 현실을 반영하고 있다.

연안의 대규모 간척·매립, 산업단지 조성 등 육지중심의 개발정책이 90년대 이후 환경보전의 중요성에 대한 사회적 인식의 변화로 환경과의 통합을 모색하려는 시도가 이루어지고 있지만, 제1절 하구환경현황 및 문제점 부문에서 살펴본 바와 같이 아직도 하구지역을 중심으로 한 연안에 대한 개발압력은 완화되고 있지 않다. 이는 하구지역이 용수이용의 편이성, 토지확장의 용이성 등으로 인해 다목적 개발수요를 충족시키는데 있어서 여전히 매력적인 조건을 갖추고 있기 때문이다.

2. 하구환경관리의 문제점 종합

환경관리체제의 측면에서 보면 하구는 환경부와 해양수산부가 하천구역경계선을 기준으로 해수부문과 담수부문이 독립적으로 관리되는 환경단위이다. 전술한 바와 같이, 대규모 개발이 진행되고 국가적 정책현안으로 대두된 새만금과 같은 지역을 제외하면 지금까지 하구역은 체계적인 관리가 이루어지지 않는 관리의 사각지대라 할 수 있다. 물론 수질, 생태계, 수산자원, 용수이용 등 이해당사자의 이용목적에 따라 부문별로 관리가 이루어지고 있긴 하지만 육상과 해양간 밀접한 상호작용을 통해 독특한 환경을 구성하고 있는 하구에 대한 종합적이고 체계적인 관리체제 정립은 미흡한 실정이다.

44) http://www.kfem.or.kr/wet/korea/korea_wetland/1o01.html

45) 양양군은 2000년 7월부터 남대천 하구 4만7천여 평방미터지역에 11만7천입방미터의 골재채취 사업을 진행하였는데, 하천범람 예방, 하천유지관리, 양양국제공항 및 국도 44호 확포장공사 등 국책공사에 소요되는 골재확보를 위해 불가피한 사업이라는 근거를 제시하였음.

46) 2000년 6월 양양군에 통보한 사전환경성 검토에서 골재채취지역이 수자원보호지역이고 골재채취로 인해 하천폭이 넓어지면 하천유지 용수부족 및 우천시 물이 혼탁해져 연어가 올라오는데 악영향을 미칠 수 있다며 골재채취가 바람직하지 않다는 의견을 제시하였음.

이상의 현행 하구환경과 관련한 관리체제의 문제점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 하구를 하나의 관리단위로 보아 접근할 수 있는 관리개념이 부재하다. 하구는 타 환경과는 달리 해수와 담수가 혼합되고, 육상과 해양환경이 전이하는 환경으로 그 특성과 기능을 유지·보전하기 위해서는 하구전체를 공간적으로 하나의 환경관리 단위로 보아야 한다. 그러나, 현행법에서는 환경관리를 매체별 또는 공간적으로는 육상과 해양, 담수와 해수 등으로 구분하여 관리하도록 하고 있어 하구를 하나의 관리단위로 접근할 수 있는 기반이 부재한 실정이다.

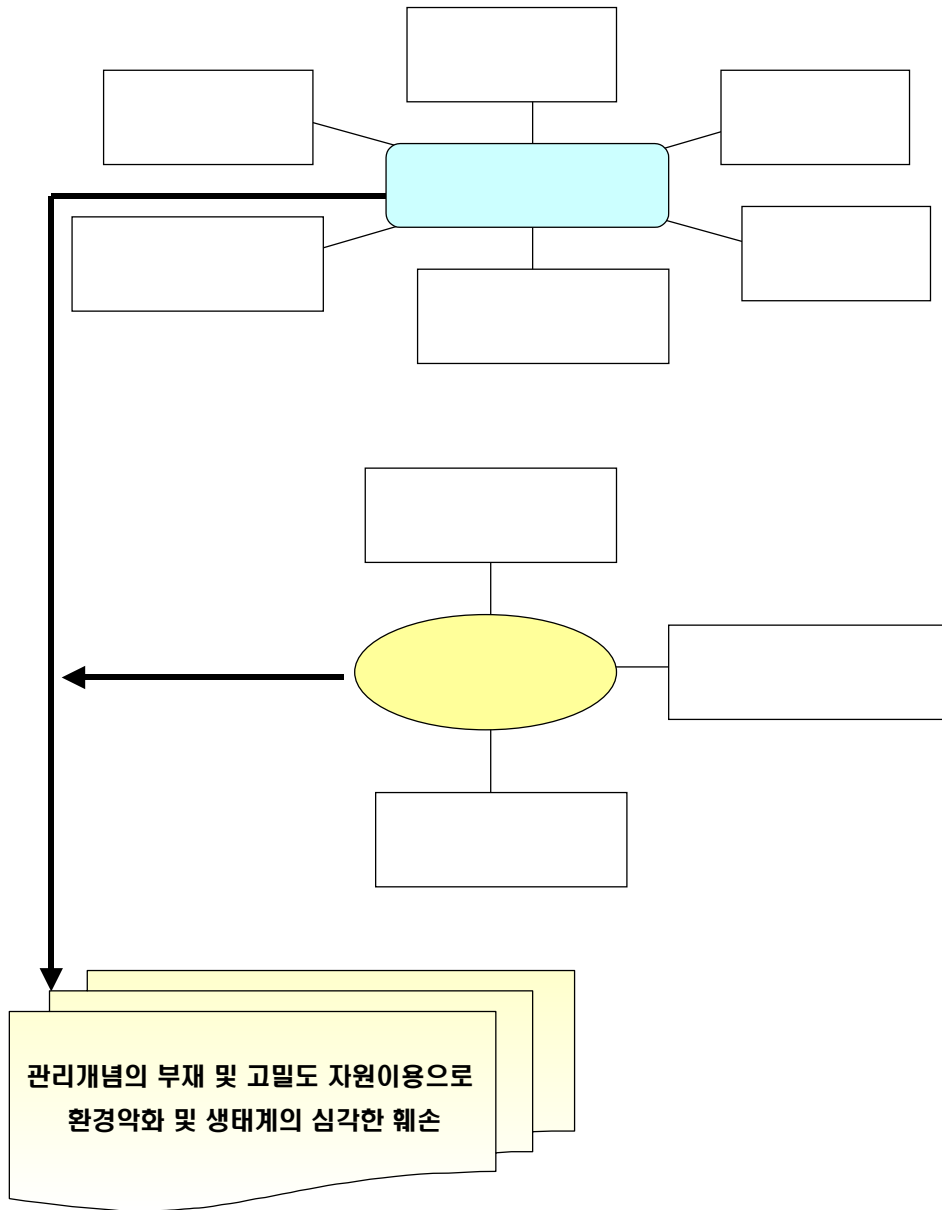
둘째, 하구환경이 지나치게 많은 부처에 의해 분산되어 관리되고 있는 반면 이를 통합적으로 조정할 수 있는 체계가 부재하다. 분화된 관리체계는 다른 나라의 하구환경관리에서도 직면하고 있는 공통적인 특징이지만 우리나라의 경우 특히 육상과 해양으로 이분화된 환경관리체계로 인해 육해 전이환경인 하구는 관리의 사각지대로 남아 있다. 또한 분화 또는 분산된 관리를 하구환경관리를 위해 효과적으로 통합하고 조정할 수 있는 관리구조도 부재하기 때문에 하구의 환경관리는 지엽적이고 단편적으로 추진될 수밖에 없는 상황이다.

셋째, 하구는 용수이용 및 염해방지를 위한 하구언 건설, 농업 및 산업용지 확보를 위한 매립, 항만건설 및 확충 등의 목적으로 지속적으로 훼손되어 왔고 지금도 개발압력이 지속적으로 증대되고 있으나 이러한 개발로부터 하구환경을 보전할 수 있는 보전전략은 부재한 실정이다. 이는 하구환경의 중요성에 대한 인식의 부족으로 인한 개발 중심의 정책, 생태계 및 습지보전지역 등 보호구역 지정의 어려움과 관리의 미흡, 분화된 관리체제로 인한 실질적인 하구환경관리의 어려움, 하구자연자원의 이용과 관련된 다양한 이해당사자간 이해 조정체계 부재 등의 모습으로 나타나고 있다.

마지막으로, 하구관리를 위한 지식기반이 매우 취약하다는 사실을 하구환경관리의 문제점으로 지적할 수 있다. 기본적으로 하구환경의 중요성을 인식시키기 위해서는 객관적인 조사와 연구자료에 기초하여 하구환경 및 하구자연자원의 가치에 대한 정보가 제공되어야 한다. 그러나, 이미 대부분의 주요하구는 하구언 건설, 매립·간척 등으로 하구 조사·연구를 위한 장(場) 자체가 훼손되었거나 사라져 버렸고, 자연하구로 남아 있는 만경강·동진강 하구도 새만금사업에 의해 사라질 위기에 있어 하구환경의 중요성을 연구할 기회조차도 얻기 힘든 상황에 있다.

또한, 중앙정부 수준의 체계적인 생태계 및 습지조사사업이 최근에 시작되었으나 하구에 대한 고려는 매우 미흡한 실정이며, 비교적 체계적이고 장기적으로 수행되고 있는 전국수질측정망 운영에 있어서도 하구역은 관리의 사각지대에 있어 등한시되고

있다. 또한, 지역 연구기관이나 대학이 하구를 대상으로 수행하는 조사 연구는 장기적이지 못하고 연구목적도 기초적인 현황 파악 수준에 머물고 있어 하구전체에 대한 종합적인 기능과 가치를 평가하기에는 한계가 있다.



[그림 3-19] 우리나라 하구환경현황 및 관리 문제점

제3절 석호 환경관리현황 및 문제점

1. 동해안 석호의 유역개황

자연적으로 형성된 동해안 석호의 크기와 유역면적은 다양한데, 호수의 규모로 볼 때 화진포가 가장 크고, 청초호와 영랑호의 순으로 나타났다 (표 3-22). 그러나 유역면적은 경포호가 가장 크고, 청초호, 화진포의 순이었다. 송지호, 향호, 매호는 호수의 크기나 유역면적의 크기에서 동해안 석호 중 소규모에 해당한다⁴⁷⁾.

<표 3-22> 동해안 석호의 유역개황

구분	수면적 (km ²)	최대수심 (m)	유역면적 (km ²)	유역행정구역
화진포호	2.310	3.55	19.94	고성군 현내면 초도리, 죽정리, 산학리 고성군 거진읍 화포리, 원당리
송지호	0.495	3.85	5.40	고성군 죽왕면 오봉리
청초호	1.362	7.00	25.63	속초시 노학동, 조양동 고성군 토성면 원암리
영랑호	1.045	6.25	8.23	속초시 금호동, 장사동, 영랑동, 동명동
매호	0.118	1.25	9.56	양양군 현남면 포매리, 견불리, 광진리
경포호	0.896	1.40	54.1	강릉시 경포동, 초당동 강릉시 성산면 위촌리, 송암리
향호	0.345	12.50	8.06	강릉시 주문진읍 향호 1·2리

47) 이외에도 풍호, 궁개호, 쌍호, 천진호, 봉포호, 광포호 등이 있으나 풍호, 궁개호, 쌍호는 거의 매립되어 형체의 일부만 남아 제 기능을 상실한 상태이며, 봉포호, 광포호, 천진호도 인위적인 매립과 인공 구조물에 의해 상당히 훼손된 상태임

2. 인문사회현황

가. 인구 및 토지현황

1) 인구현황

유역내에 시가지역이 있으며 수산업과 관련된 산업시설이 발달되어 있는 청초호의 경우 유역내에 6만명 이상의 가장 많은 인구가 거주하고 있고, 시가지만을 유역 행정구역으로 가지고 있는 영랑호와 경포호도 다른 석호유역인구에 비해 많은 인구가 거주하고 있는 것으로 나타났다. 유역인구밀도에 있어서도 청초호는 2546명/km²으로 가장 높았으며, 전국평균인 471.3명/km²를 크게 초과하였다. 반면, 송지호는 유역의 인구와 인구밀도가 조사된 석호 중 가장 작은 값을 보였다 (표 3-23). 또한 석호유역 해당 시군의 인구추이를 살펴본 결과 고성군과 양양군은 인구가 감소하는 추세에 있으나 속초시와 강릉시는 증가추세에 있는 것으로 조사되었다 (표 3-24). 이러한 경향은 현재 수질오염의 정도가 심각한 청초호와 수질오염의 합리적인 관리가 시급한 영랑호, 경포호의 현재 상태를 반영하는 것으로 보이며, 인구증가에 따른 오염부하 증가에 대한 대책이 요구됨을 시사한다.

<표 3-23> 동해안 석호유역의 인구현황

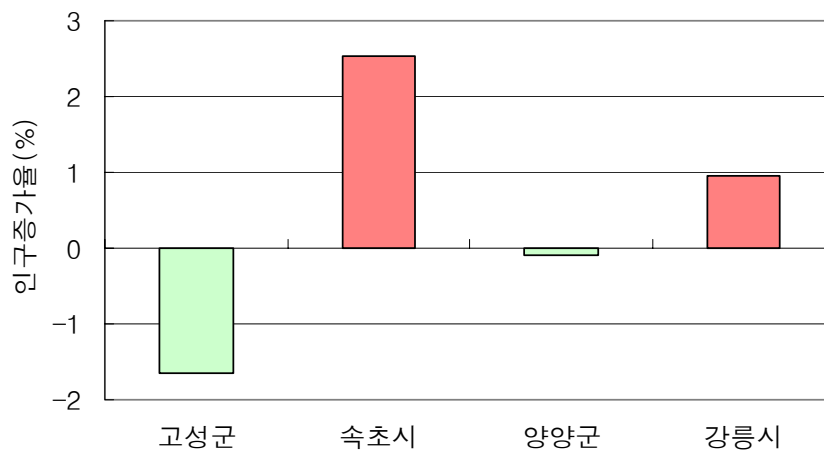
구분	인구(명)	유역인구밀도 (명/km ²)
화진포호	1,739	87
송지호	218	40
청초호	65,258	2,546
영랑호	3,091	376
매호	301	32
경포호	3,332	62
향호	1,081	134

자료: 원주지방환경관리청(1997)

<표 3-24> 석호유역 해당시군 인구추이

구분	고성군	속초시	양양군	강릉시
1995	39,015	80,709	31,081	223,539
1996	38,161	82,568	30,944	224,111
1997	37,429	85,427	30,956	225,528
1998	37,367	87,070	31,134	229,449
1999	36,429	88,914	30,976	232,067
인구증가율(%)	-1.66	2.54	-0.08	0.95

자료: 각 시군통계연보(2000년)



[그림 3-20] 석호유역 해당시군의 인구증가율

2) 토지이용 현황

동해안 석호유역의 토지이용현황을 살펴보면, 대부분의 석호유역에서 임야, 밭, 논 순으로 토지이용비율이 높게 나타났다 (표 3-25). 화진포의 경우 13.8%를 차지하는 미복구지역을 제외하면 다른 지역과 동일한 토지이용패턴을 보여주었다. 이러

한 경향으로부터 토지이용에 따른 비점오염원 부하가 오염부하의 큰 비중을 차지할 것임을 예측할 수 있다. 그러나 속초시의 시가지역에 위치한 영랑호의 경우 41%를 구성하는 임야에 이어, 대지가 14.6%로 두 번째로 비중이 높은 토지이용 특성을 보이고 있다.

석호환경에 영향을 미치는 대지와 공장용지가 해당 시군의 토지이용에서 차지하는 비율을 살펴본 결과, 속초시는 대지의 비율이 전국평균에 비해 높은 것으로 나타났다. 그러나 다른 시군은 대지와 공장의 비율이 전국평균보다는 낮은 것으로 나타났다. 그러나 대지와 공장용지는 계속 증가추세에 있으며, 특히 대지의 증가율은 전국평균보다 높아 이에 따른 오염부하 증가가 예상된다 (표 3-26).

도시계획상 지정된 용도지역을 살펴보면, 녹지지역이 62.6~87.7%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다 (표 3-27). 두 번째로 높은 비중을 차지하고 있는 것은 주거지역 (11.4~32.2%)으로 향후 생활하수가 석호의 환경에 영향을 미치는 중요한 요인이 될 것을 시사한다.

동해안 각 석호별로 유역의 토지이용 및 규제현황을 살펴보면 경포호가 자연환경 보전지역으로 지정되어 있고 대부분의 석호유역이 국토이용관리법상 산림 및 농림지역으로 지정되어 있으나, 청초호와 영랑호는 도시계획법상 자연녹지지역으로 지정되어 있는 것으로 나타나 환경에 대한 오염부하 압력이 높을 것으로 보여진다 (표 3-28).

나. 주요 사회경제 이용 및 계획현황

1) 사업체 현황

동해안 석호유역의 사업체를 살펴보면 사회간접자본 및 기타 산업서비스업이 대부분 90%이상을 차지하여 가장 높은 비중을 보였으며, 사업체 종사자수에 있어서도 가장 많은 비중을 차지하고 있다 (표 3-29). 이는 관광위주의 경제구조를 가지고 있는 동해안 석호유역의 경제상황을 반영하는 것으로 보이며, 이러한 경제상황은 인구에 의한 오염원 증가 가능성이 있음을 말해준다. 매호를 제외한 다른 석호유역에서 사업체수와 종사자수에서 두 번째로 높은 비중을 차지한 것은 광업 및 제조업이었다.

매호의 경우 농림어업이 사업체수에서는 광업 및 제조업 다음으로 나타났지만, 종사자수를 살펴보면 17.7%를 차지하여 광업 및 제조업의 3.6%보다도 높았다. 이는 매호구역이 대부분 농촌지역을 포함하고 있다는 것을 반영한다.

<표 3-25> 동해안 석호구역의 토지이용현황

(단위 : km²)

구분	계	논	밭	임야	대지	도로	미복구	기타	비고
화진포호	169.36 (100)	5.97 (3.5)	12.74 (7.5)	112.59 (66.5)	1.40 (0.8)	2.01 (1.2)	23.32 (13.8)	11.33 (6.7)	
송지호	50.07 (100)	2.84 (5.7)	6.30 (12.6)	35.03 (70.0)	0.65 (1.3)	0.92 (1.8)	-	4.33 (8.6)	
청초호	146.61 (100)	4.40 (3.0)	14.17 (9.7)	114.12 (77.8)	2.55 (1.7)	2.35 (1.6)	-	9.02 (6.2)	
영랑호	9.48 (100)	0.39 (4.1)	0.73 (7.7)	3.89 (41.0)	1.38 (14.6)	0.35 (3.7)	-	2.74 (28.9)	
매호	64.27 (100)	3.01 (4.7)	5.76 (9.0)	50.98 (79.3)	0.62 (1.0)	1.24 (1.9)	-	2.66 (4.1)	
경포호	106.51 (100)	7.34 (6.9)	11.08 (10.4)	76.70 (72.0)	1.69 (1.6)	2.97 (2.8)	-	6.73 (6.3)	
향호	60.55 (100)	3.59 (5.9)	5.74 (9.5)	44.34 (73.2)	1.44 (2.4)	1.39 (2.3)	-	4.05 (6.7)	
면적총계	606.85	27.54	56.52	437.65	9.73	11.23	23.32	40.86	
비율	100	4.54	9.31	72.12	1.60	1.85	3.84	6.73	

자료: 각시군 통계연보(2000년)

주: 팔호안은 전체면적에 대한 비율을 나타냄.

<표 3-26> 대지 및 공장용지 증가율 및 이용현황

구분	토지이용비율 (1999년)		연평균증가율 (1995-1999년)	
	대지	공장용지	대지	공장용지
속초시	4.91	0.10	1.72	-1.05
강릉시	0.50	0.01	2.24	7.60
고성군	0.65	0.03	2.56	13.65
양양군	0.65	0.03	3.29	6.35
평균	1.68	0.04	2.46	6.64
전국평균	2.32	0.49	1.66	6.75

자료: 1. 통계청(2000)
2. 각 시군 통계연보(2000년)

<표 3-27> 도시계획상 동해안 석호구역의 용도지역 지정현황

(단위 : 천m², %)

구분	계획구역 면적	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	미지정	비고
화진포호	4.57 (100))	1.47 (32.2)	0.13 (2.8)	0.13 (2.8)	3.19 (68.8)	0.15 (3.3)	거진읍
송지호	-	-	-	-	-	-	
청초호	34,470 (100)	5,250 (15.2)	1,510 (4.4)	670 (1.9)	21,570 (62.6)	5,470 (15.9)	속초시
영랑호	34,470 (100)	5,250 (15.2)	1,510 (4.4)	670 (1.9)	21,570 (62.6)	5,470 (15.9)	속초시
매호	2,340 (100)	267 (11.4)	21 (0.9)	-	2,052 (87.7)	-	현남면
경포호	71.52 (100)	11.54 (16.1)	1.37 (1.9)	1.56 (2.2)	55.48 (77.6)	1.57 (2.2)	강릉시
향호	71.52 (100)	11.54 (16.1)	1.37 (1.9)	1.56 (2.2)	55.48 (77.6)	1.57 (2.2)	강릉시

주: 괄호안은 전체 계획구역면적에 대한 비율을 나타냄.

자료: 각 시군통계연보(2000년)

<표 3-28> 동해안 석호구역의 토지이용 및 규제현황

구분	관련법규	토지 및 토지이용 현황	
경포호	자연공원법 (도립공원) 문화재보호법 도시계획법	자연환경보전지역	-경포천 상류인 지변동, 저동의 축산농가 다수 -인접지역에 집단주거부락, 상가 및 농업용지
향호	국토이용관리법	산림 및 농림지역	-호수상류에는 축산농가가 다수, 인접지역은 농경지가 대부분 -경계지역에 규사공장과, 군부대가 입지해 있음
매호	국토이용관리법 문화재보호법	산림 및 농림지역	-남쪽은 임야, 북서쪽은 농경지, 호수하구는 피서철 야영지
청초호	도시계획법	자연녹지 지역	-인접지역은 공업시설과 상업지역, 청초천 유역은 농업용지
영랑호	도시계획법	자연녹지 지역	-호수상류에 한화프라자, 수변을 따라 한일리조트 유원지 -인접지역은 주거지 및 숙박시설 -유입하천인 장천 유역은 농업용지
광포호	국토이용관리법	산림 및 농림지역	-남쪽은 임야, 북서쪽은 농업용지 -유입하천 상류는 집단취락지구, 경계지역에 대형 건축물 1동
봉포호	국토이용관리법	산림 및 농림지역	-호수유역의 대부분은 임야 -축산농가의 폐수처리장 → 현재 철수 -최근에는 학교시설(경동공과대학)이 입지
송지호	국토이용관리법	산림 및 농림지역	-호수인접지역은 대부분 임야, 유입천 상류는 농업용지
회진포호	국토이용관리법	산림 및 농림지역	-다른 호수에 비해 유역내 가축농가의 수가 많고 규모가 큼 -최근에는 해수욕장개발로 주변에 대규모 레저타운과 숙박시설이 입지, 하류지역 초도리는 대규모 숙박시설 -호수유역이 인접한 남서쪽은 농업용지가 대부분

자료: 박용길(2001)

<표 3-29> 동해안 석호 구역의 사업체 및 종사자수

(단위 : 개소, 명)

구분	합계		농림어업		광업 및 제조업		사회간접자본 및 기타 산업서비스업	
	사업 체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자	사업체	종사자
화진포호	1,153 (100))	3,388 (100)	3 (0.3)	7 (0.2)	118 (10.2)	799 (23.6)	1,032 (89.5)	2,582 (76.2)
송지호	324 (100)	1,034 (100)	2 (0.6)	8 (0.8)	12 (3.7)	98 (9.5)	310 (95.7)	928 (89.7)
청초호	1,317 (100)	6,137 (100)	-	-	92 (7.0)	536 (8.7)	1,225 (93.0)	5,601 (91.3)
영랑호	1,780 (100)	6,331 (100)	-	-	104 (5.8)	490 (7.7)	1,676 (94.2)	5,841 (92.3)
매호	448 (100)	1,392 (100)	5 (1.1)	246 (17.7)	16 (3.6)	93 (6.7)	427 (95.3)	1,053 (75.6)
경포호	877 (100)	3,557 (100)	-	-	18 (2.1)	71 (2.0)	859 (97.9)	3,486 (98.0)
향호	1,782 (100)	5,768 (100)	2 (0.1)	45 (0.8)	131 (7.4)	1076 (18.7)	1,649 (92.5)	4,647 (80.6)

주: 괄호안은 총사업체수와 총종사자수에 대한 비율을 나타냄.

자료: 각 시군 통계연보(2000년)

2) 농업 현황

속초시의 4개 동을 구역으로 가지고 있는 영랑호를 제외하면, 동해안의 석호는 3,000~8,000가구의 농가에 10,000~27,000명의 농가인구를 가지고 있었다. 강릉시에 위치한 경포호와 향호를 제외하고는 모두 밭에 비해 논 비중이 더 크게 나타났다

(표 3-30).

<표 3-30> 동해안 석호 구역의 농가인구와 농경지 현황

(단위 : 가구, 명, ha)

구분	농가수	농가인구	경지 면적			비고
			합계	논	밭	
화진포호	3,015	10,271	4,310	3,465	845	고성군
송지호	3,015	10,271	4,310	3,465	845	고성군
청초호	3,785	13,267	5,099	4,006	1,093	속초시, 고성군
영랑호	770	2,996	789	541	248	속초시
매호	3,413	11,239	4,225	2,902	1,323	양양군
경포호	8,050	26,117	8,966	4,514	4,452	강릉시
향호	8,050	26,117	8,966	4,514	4,452	강릉시

자료: 각 시군 통계연보(2000년)

3) 어업현황

동해안 석호구역의 어가현황을 살펴보면 화진포호, 송지호, 매호의 경우 전업어가의 비중이 높게 나타났으며, 청초호, 영랑호, 경포호, 향호는 겸업어가의 비중이 높았다 (표 3-31). 전체 보유어선 중에서 매호의 86.1%를 제외하면 동력선의 비율이 94% 이상을 차지하였다. 또한 10톤 미만의 선박이 차지하는 비중이 아주 높아 73.8~95.7%를 차지하였다.

어업권현황을 살펴보면, 매호, 경포호, 향호 유역을 구성하는 양양군, 강릉시가 화진포호, 송지호, 청초호, 영랑호의 유역을 이루는 고성군과 속초시에 비해 훨씬 넓은 면적을 보였다 (표 3-32). 공동·정치어업이 모든 석호 유역에서 건수와 면적에서 가장 높은 비중을 차지하고 있었으며, 양식어업이 그 다음을 차지하였다. 화진포호, 송지호, 청초호의 경우 내수면 어업이 전체 어업허가건수의 2.3~2.9%, 전체면적의 0.2~0.3%를 차지하였으며, 다른 석호유역에서는 내수면 어업건수가 없었다.

석호유역의 수산물 어획고의 경우 수량과 금액면에서 어류와 연체동물이 대부분

을 차지하고 있었다 (표 3-33). 화진포호, 송지호, 매호의 경우 어류의 비중이, 청초호, 영랑호, 경포호, 향호의 경우에는 연체동물의 비중이 높았다. 영랑호의 경우 가장 높은 비중을 차지한 연체동물에 이어, 기타 항목에 포함된 기타수산물도 수량(15.8%)과 금액(27.3%)에서 두 번째로 높은 비중을 차지하였다.

<표 3-31> 동해안 석호 구역의 어가인구와 어선보유 현황

(단위 : 가구, 명, 척)

구분	어가			어가인구	어선보유			비고
	계	전업	겸업		계	동력	무동력	
화진포호	1589	1010	579	5578	1063 (972)	998	65	고성군
송지호	1589	1010	579	5578	1063 (972)	998	65	고성군
청초호	3518	1523	1995	13245	1684 (1430)	1590	94	속초, 고성
영랑호	1929	513	1416	7667	621 (458)	592	29	속초시
매호	497	372	125	2071	417 (399)	360	57	양양군
경포호	1506	621	905	5714	785 (688)	756	29	강릉시
향호	1506	621	905	5714	785 (688)	756	29	강릉시

주: 괄호 안은 10톤 미만 소형선박의 수를 나타냄.

자료: 각 시군 통계연보

<표 3-32> 동해안 석호 유역의 어업권 현황

(단위 : 건수, m²)

구분	합계		공동·정치어업		양식어업		내수면어업		비고
	건수	면적	건수	면적	건수	면적	건수	면적	
화진포호	68 (100))	4,319 (100)	48 (70.6)	4,091 (94.7)	18 (26.5)	217 (5.0)	2 (2.9)	11 (0.3)	고성군
송지호	68 (100)	4,319 (100)	48 (70.6)	4,091 (94.7)	18 (26.5)	217 (5.0)	2 (2.9)	11 (0.3)	고성군
청초호	87 (100)	5,095.7 (100)	59 (67.8)	4,774.2 (93.7)	26 (29.9)	310.5 (6.1)	2 (2.3)	11 (0.2)	속초, 고성
영랑호	19 (100)	776.7 (100)	11 (57.9)	683.2 (88.0)	8 (42.1)	93.5 (12.0)	-	-	속초시
매호	74 (100)	7,915,200 (100)	54 (73.0)	7,289,400 (92.1)	20 (27.0)	625,800 (7.9)	-	-	양양군
경포호	61 (100)	35,963,580 (100)	34 (55.7)	32,991,200 (91.7)	27 (44.3)	2,972,380 (8.3)	-	-	강릉시
향호	61 (100)	35,963,580 (100)	34 (55.7)	32,991,200 (91.7)	27 (44.3)	2,972,380 (8.3)	-	-	강릉시

주: 괄호안은 전체 어업건수와 면적에 대한 비율을 나타냄.

자료: 각시군 통계연보

<표 3-33> 동해안 석호 유역의 수산물어획고

(단위 : 톤, 백만원)

구분	합계		어류		연체동물		기타		비고
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	
화진포호	1,9754 (100)	42,028 (100)	9,880 (50.0)	23,401 (55.7)	8,690 (44.0)	15,064 (35.8)	1,184 (6.0)	3,563 (8.5)	고성군
송지호	1,9754 (100)	42,028 (100)	9,880 (50.0)	23,401 (55.7)	8,690 (44.0)	15,064 (35.8)	1,184 (6.0)	3,563 (8.5)	고성군
청초호	61,640 (100)	92,843 (100)	18,188 (29.5)	30,350 (32.7)	27,874 (45.2)	41,451 (44.6)	15,578 (25.3)	21,042 (22.7)	속초, 고성
영랑호	41,886 (100)	50,815 (100)	8,308 (19.8)	6,950 (13.7)	19,184 (45.8)	26,387 (51.9)	14,394 (34.4)	17,028 (34.4)	속초시
매호	2,022 (100)	6,109 (100)	1,217 (60.2)	4,840 (79.2)	692 (34.2)	910 (14.9)	113 (5.6)	359 (5.9)	양양군
경포호	9,386 (100)	24,286 (100)	3,173 (33.8)	8,080 (33.3)	6,208 (66.1)	16,182 (66.6)	5 (0.1)	24 (0.1)	강릉시
향호	9,386 (100)	24,286 (100)	3,173 (33.8)	8,080 (33.3)	6,208 (66.1)	16,182 (66.6)	5 (0.1)	24 (0.1)	강릉시

자료: 각시군 통계연보

4) 항만이용 현황

현재 동해안의 석호중 청초호는 석호고유의 특성을 잃은 채 어항, 상업항으로서의 기능을 가진 항만으로 변형되었다. 항만이용과 개발은 청초호 환경에 영향을 미치므로 속초항의 전반적 항만시설 현황과 하역능력에 대해 살펴보았다 (표 3-34, 표 3-35). 그 결과 속초항의 항만능력은 1997년을 기점으로 증가하였고 입출항 선박도 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타났으므로 이에따른 청초호와 석호 주변 연안환경에 대한 부정적 영향이 우려된다 (그림 3-21).

<표 3-34> 속초항 항만시설 현황

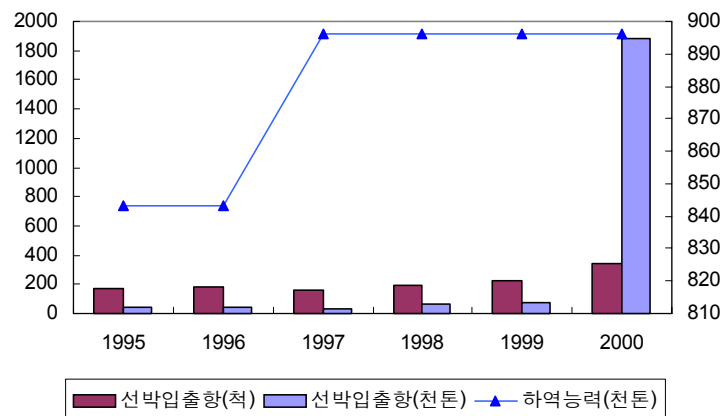
속초항 항만시설 현황	
안벽(m)	917
방파제(m)	1,361
잔교(m)	-
물양장(m)	2,007
접안능력(척)	6

자료: 해양수산부(2001d)

<표 3-35> 속초항 하역능력 및 선박입출항

구분	항만하역능력(1000톤)	선박입출항	
		척	톤
1995	843	176	46,600
1996	843	177	46,963
1997	896	160	35,998
1998	896	196	69,403
1999	896	220	78,160
2000	896	341	1,885,397

자료: 해양수산부(2001d)



[그림 3-21] 속초항 하역능력 및 선박입출항

5) 개발계획 현황

현재 석호의 주변지역에 대한 개발계획은 경포호, 향호, 송지호, 화진포호에 대해 <표 3-36>과 같이 수립되어 있다. 유역개발로 인해 석호의 환경훼손이 가속화 될 것으로 예상되며, 특히 군부대의 통제로 주변식생이 개발되지 않고 보존되어 있던 화진포호의 경우 개발사업에 의한 식생과 경관의 훼손, 토사유입에 의한 퇴적 증가 등이 예상된다. 또한 화진포호와 더불어 환경이 잘 보존되어 있고 높은 생태학적 가치를 갖는 것으로 평가되고 있는 송지호에 대해서도 주변 지역에 대한 대규모 관광단지 개발계획이 추진되고 있으므로 이에 따른 환경훼손의 우려가 크다.

<표 3-36> 석호 주변지역 개발계획

구분	주변개발계획
경포호	-경포골프장 조성사업(2000년말 완공예정)
향호	-주문진 해수욕장 관광지 조성사업(2006년까지)
매호	-없음
청초호	-없음
영랑호	-없음
송지호	-송지호 관광지 조성계획
화진포호	-화진포호 관광지 조성계획

3. 수질환경 및 오염부하 현황

가. 오염부하량

동해안 각 석호에 대한 오염부하량을 조사해본 결과 BOD, 총질소(TN), 총인(TP) 모든 항목에 있어 청초호의 부하량이 가장 크고 송지호의 부하량이 가장 작은 것으로 조사되었다. 오염원별 부하량을 살펴보면, 인구가 가장 많고 인구밀도가 매우 높은 청초호의 경우 인구에 의한 부하가 BOD 부하량의 90%이상을 차지하고 있었으나, 청초호를 제외한 다른 석호에서 축산에 의한 오염부하 비율이 가장 크고 인구에 의한 부하가 두 번째로 큰 비중을 차지하고 있었다 (표 3-37).

<표 3-37> 동해안 석호의 오염부하량

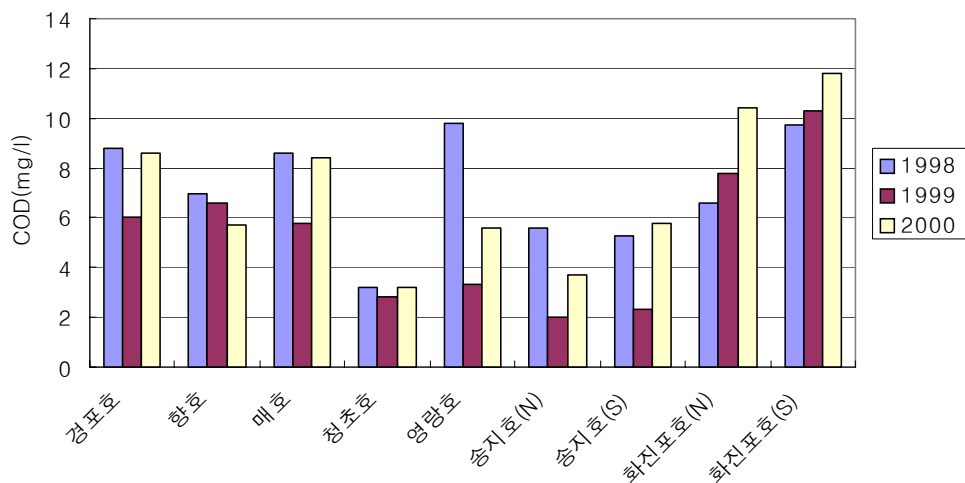
구분		경포호	향호	매호	청초호	영랑호	송지호	화진포호
BOD (kg/일)	인구	185	60	17	3618	171	12	96
	축산	361	322	109	245	189	114	599
	농경지	67.6	9.7	7	26.7	6.4	4.5	21.8
	삼림	29.6	4.2	7.3	18.5	20	3.3	10.5
	계	643.2	395.9	140.3	3,908.2	386.4	133.8	727.3
TN (kg/일)	인구	25.8	8.4	2.3	505.8	24	1.7	13.5
	축산	18.7	19.7	4.6	23.7	11.1	5.8	39.6
	농경지	64.9	9.3	6.7	25.6	6.2	4.3	20.9
	삼림	92.5	13.1	22.9	57.7	62.5	10.2	32.9
	계	201.9	50.5	36.5	612.8	103.8	22	106.9
TP (kg/일)	인구	5.4	1.8	0.5	106.3	5	0.3	2.8
	축산	71	62	22	42	36	22	113
	농경지	5.3	0.7	0.5	2.1	0.5	0.3	1.7
	삼림	3.1	0.4	0.8	1.9	2.1	0.3	1.1
	계	84.8	64.9	23.8	152.3	43.6	22.9	118.6

자료: 원주지방환경관리청(1997)

총질소의 경우 석호마다 다른 경향을 보이고 있는데 청초호의 경우는 역시 인구에 의한 부하가 가장 컸고, 향호와 화진포는 축산, 나머지는 산림에 의한 부하가 가장 큰 것으로 나타났다. 총인은 청초호 유역에서만 인구에 의한 부하가 가장 큰 것으로 조사되었으며, 이를 제외한 나머지는 모두 축산에 의한 부하가 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 이상에서 인구가 밀집되어 있는 청초호의 경우는 인구에 의한 오염부하가 가장 큰 비중을 차지하고 있는 반면 나머지 석호에 따라서 비점오염원과 축산에 의한 오염부하가 큰 비중을 차지함을 알 수 있었다. 각 석호별로 이들 오염원에 대한 적절한 관리대책이 마련되어야 할 것으로 보인다.

나. 수질현황

동해안 각 석호별로 1998~2000년의 수질현황을 살펴보면 COD의 경우 청초호와 송지호(3~5mg/L)를 제외하고는 매우 높게 나타났다. 경포호, 향호, 매호는 6~8mg/L의 분포를 보이며, 화진포호의 남호는 평균 10mg/L 이상의 값을 나타냈다 (표 3-38, 그림 3-22).



[그림 3-22] 동해안 석호의 수질현황(COD)

이는 우리나라 호수의 COD 수질등급을 기준으로 보았을 때 III~V 등급에 해당하는 값이다. 2000년 COD농도를 기준으로 볼 때 경포호, 매호, 화진포호는 V 등급 이상의 심한 오염도를 보여주고 있는데, 이것은 농업용수 3급에 해당하며 농업용수로도 사용할 수 없는 정도의 수질을 의미한다.

<표 3-38> 동해안 석호의 수질현황

구분	COD(mg/L)				TN(mg/L)				TP(mg/L)				Chl-a(mg/L)		
	1998	1999	2000	등급	1998	1999	2000	등급	1998	1999	2000	등급	1998	1999	2000
	수질	수질	수질		수질	수질	수질		수질	수질	수질		수질	수질	수질
경포호	8.8	6	8.6	V	2.363	2.511	2.08	등급 외	0.292	0.24	0.14	V	21.8	54.7	34.2
향호	7	6.6	5.7	III	2.332	1.377	1.088	V	0.178	0.104	0.067	IV	37	24.5	32.3
매호	8.6	5.8	8.4	V	1.506	1.559	1.399	V	0.251	0.199	0.134	V	46.9	44.7	61.4
청초호	3.2	2.8	3.2	III	1.601	2.051	1.356	V	0.166	0.165	0.094	IV	27.5	11.6	13.7
영랑호	9.8	3.3	5.6	III	1.999	1.526	1.166	V	0.149	0.062	0.041	III	96.6	14.9	36.4
송지호(N)	5.6	2	3.7	III	0.872	0.824	0.587	III	0.06	0.095	0.025	II	15.9	8.8	4.5
송지호(S)	5.3	2.3	5.8	III	0.773	0.787	0.65	IV	0.056	0.032	0.03	III	22	8.9	3.6
화진포호(N)	6.6	7.8	10.4	등급 외	1.451	1.379	1.322	V	0.137	0.1	0.076	IV	17.8	45.1	31.5
화진포호(S)	9.7	10.3	11.8	등급 외	1.551	1.561	2.055	등급 외	0.161	0.149	0.149	V	32.7	58.5	82.7

- COD호소수질기준 I 등급: 1mg/L II 등급: 3mg/L, III등급: 6mg/L, IV등급: 8mg/L, V 등급: 10mg/L 이하

- TN호소수질기준 I 등급: 0.2mg/L II 등급: 0.4mg/L, III등급: 0.6mg/L, IV등급: 1mg/L, V 등급: 1.5mg/L 이하

- TP호소수질기준 I 등급: 0.01mg/L II 등급: 0.03mg/L, III등급: 0.05mg/L, IV등급: 0.1mg/L, V 등급: 0.15mg/L 이하

자료: 허우명(2001)

총질소의 경우도 송지호를 제외하고는 모두 IV등급 이상이 되었으며, 총인의 농도는 점차 낮아지는 경향을 보이고 있으나 송지호를 제외한 석호에서 III~V 등급을 보여 물과 영양염류에 의한 오염이 모두 심각하다는 것을 알 수 있었다. 엽록소(Chl-a)의 경우 역시 송지호가 가장 낮은 값을 보였다. Forsberg and Ryding(1980)은 엽록소(Chl-a)의 농도가 10mg/m³이상이면 부영양호 40mg/m³이면 과부영양호라는 분류기준을 제시한바 있는데, 가장 낮은 값을 보이고 있는 송지호와 청초호를 제외

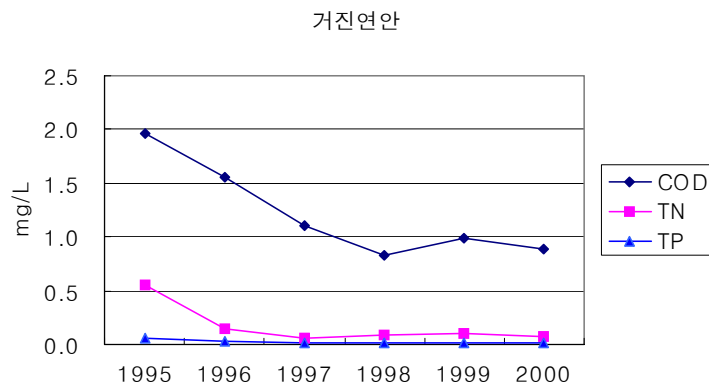
한 동해안 석호는 이 기준에 따르면 과부영양화 이상의 상태를 유지하고 있었다 (허우명, 2001).

석호 연안해역의 수질은 I등급의 비교적 양호한 수질을 유지하고 있으나 송지호와 청초호 연안은 II등급을 보이고 있다 (표 3-39). TN과 TP도 대부분 I등급을 보이고 있어 석호 주변 연안의 수질은 비교적 양호한 것으로 판단된다. 또한 1995년부터의 연도별 추이를 살펴본 결과 석호주변 연안의 수질은 점차 개선되고 있는 것으로 나타났다.

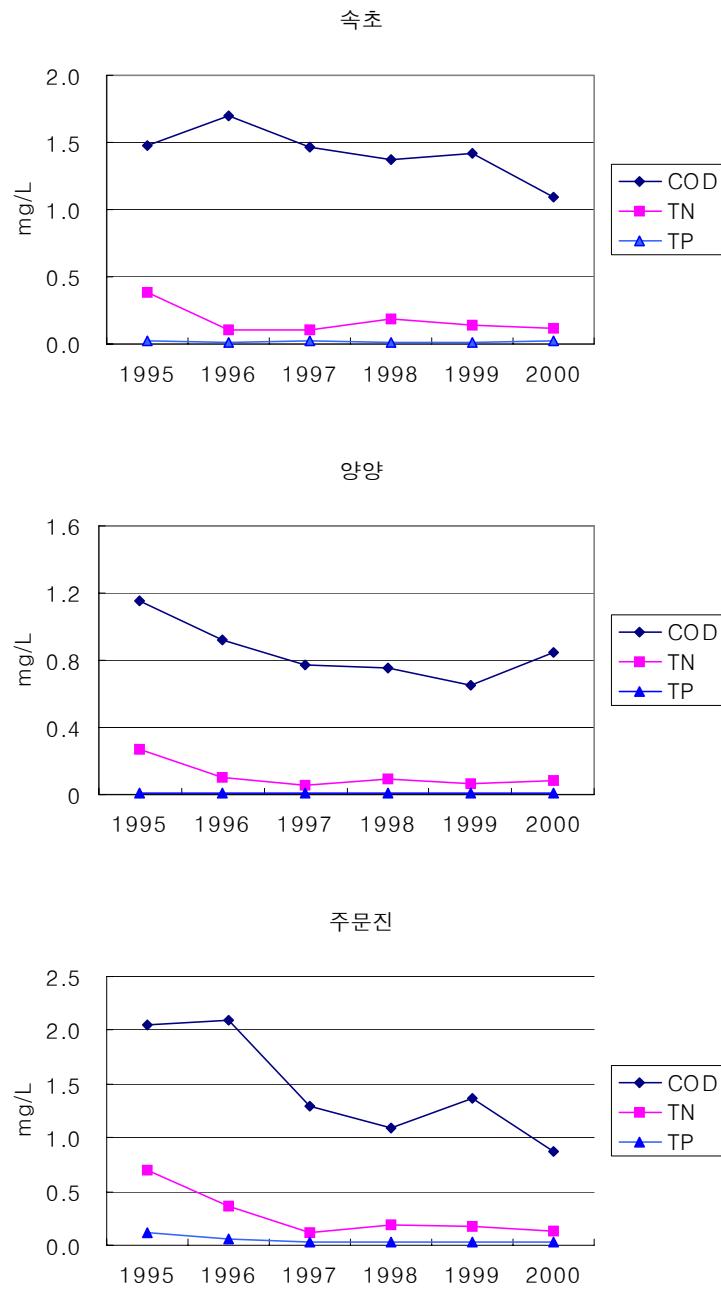
<표 3-39> 석호주변 연안해역의 수질현황

연안정점	해당석호	Sal	COD(mg/L)	TN(mg/L)	TP(mg/L)	수질등급 (COD기준)
거진1	화진포호	32.99	1.13	0.110	0.016	II
거진2	송지호	33.51	0.81	0.069	0.011	I
속초1	청초호	29.55	1.73	0.286	0.060	II
속초5	영랑호	33.14	0.72	0.075	0.009	I
양양2	매호	33.71	0.65	0.090	0.011	I
주문진5	향호	33.74	0.58	0.103	0.011	I
강릉4	경포호	33.75	0.53	0.086	0.011	I

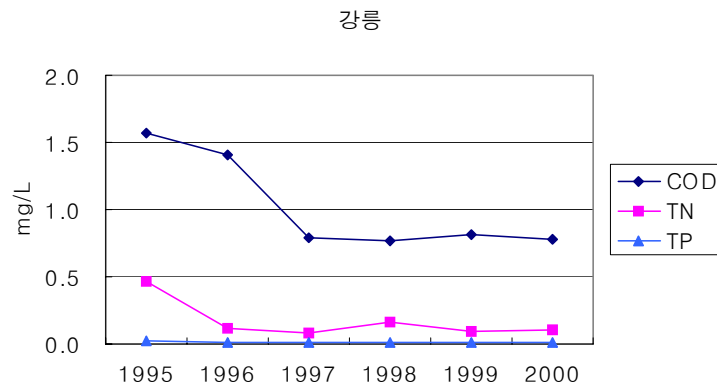
자료: 국립수산진흥원(2001)



[그림 3-23] 석호주변 연안해역의 수질현황



[그림 3-23] 석호주변 연안해역의 수질현황(계속)



[그림 3-23] 석호주변 연안해역의 수질현황(계속)

4. 생태계 현황

석호의 생태계 현황은 환경부에 의해 실시된 전국 자연환경조사 보고서를 참고로 조사하였다. 지형경관은 보존등급과 비보존등급으로 분류되는데, 모두 보존등급이 높은 것으로 평가되었다. 생태계조사는 송지호에서만 이루어졌으며, 그 결과는 <표 3-41>에 제시하였다. 풍부성과 다양성을 종합하여 생물종에 대해 등급을 매긴 결과 해조류, 갑각류, 연체류, 환형류 등은 가장 낮은 1등급을 갖는 것으로 나타나 훼손이 진행되었음을 보여주고 있다. 그러나 염생식물은 비교적 양호한 상태로 보존되고 있는 것으로 나타났으며, 서식지의 보전가치, 자연성, 지형경관은 4등급으로 비교적 양호한 상태였다. 또한 송지호는 수생식물 및 습지변화에 따른 2차 천이 연구 등 중요한 생태계 연구를 위해 보존이 필요한 지역으로 보고되고 있으며, 철새도래지로서도 중요한 가치를 지닌 곳으로 평가되고 있다.

현재 송지호와 화진포는 조수보호구역으로 지정되어 있으며 매호는 백로 및 왜가리 번식지로서 천연기념물보호구역으로 지정되어 있다 (표 3-42).

<표 3-40> 동해안 석호의 지형경관 등급

구분	지형도 (도폭명)	위치	규모	평가단위 (등급)
경포호	강릉	강원도 강릉시 강문동~운정동~안현동	길이; 최장경2.5km 최단경: 0.8km, 둘레: 8km, 면적: 1.8km	V
영랑호	속초	강원도 속초시 명랑동~금호동~사진동	최장경: 1.9km, 단경: 0.5km, 둘레: 8km, 넓이: 1.0km ²	V
송지호	교암	강원도 고성군 죽왕면 오호리	길이: 150m, 너비: 1~50m	V
화진포호	거진	강원도 고성군 거진읍 화포리~현내면 초도리	길이: 동서1.2km 남북 3.2km, 넓이: 2.3km ² , 깊이: 1.8m	V

자료: 환경부(1997)

<표 3-41> 정성적 평가기준에 의한 송지호의 서식지 및 생물 평가표

조사 지역 (행정구 역명)	조사내용											
	서식지 유형	보전 가치 (1-5)	훼손 가능 성 (1-5)	풍부 성 다양 성 (1-5)	자연 성 (1-5)	지형 경관 (1-5)	서식지 유형별 이용 정보	평가 등급 (1-5)				
								염생 식물	해조 류	갑각 류	연체 류	환형 류
송지호 (고성군 간성읍)	기수호, 염호	4	3	3	4	4	조류 서식지 갈대	4	1	1	1	1

자료: 환경부(1997)

<표 3-42> 동해안 석호의 조수보호구 지정 현황

구분	소재지	지정일	서식조수명	보호구역종류	면적(ha)
송지호 (죽도)	죽왕면 오호리	1989.5.17-1 999.12.31	흰뺨검둥오리 바다비오리 팽이갈매기 재갈매기	유치지구보호구	5
송지호	죽왕면 오봉리산	1985.1-영구	고니,큰고니 흑고니 팽이갈매기 희뺨검둥오리	집단도래보호구	64
화진포	거진읍 화진포리	85.1-영구	고니, 큰고니, 흑고니	집단도래보호구	374.49

5. 동해안 석호의 상태와 훼손원인

현재 동해안 석호의 상태를 조사해본 결과 화진포호와 송지호를 제외한 대부분의 석호들의 훼손이 심각한 수준으로 나타났다 (표 3-43). 석호 훼손은 크게 네가지의 유형으로 분류할 수 있는데, 매립, 인공시설물에 의한 호수의 훼손, 호수생태계의 파괴, 유역 및 수로의 인위적 변경 등이 그것이다 (박용길, 2001). 또한 자연적, 의도적 매립에 의한 유역면적의 축소는 동해안의 모든 자연호수에서 나타나는 공통적인 현상으로 조사되었다 (표 3-44). 앞서 석호 유역개황에서도 설명했지만 이 표에서 제시된 석호 이외에도 풍호, 쌍호, 공개호 등은 거의 매립되어 원형을 알아보기 힘든 상태인데, 이들 석호 역시 모두 습성천이에 의한 소멸이라기 보다는 인위적인 원인이 크게 작용한 것으로 보고되고 있다.

<표 3-43> 동해안 석호별 상태와 오염원

구분	상 태	오염원
경포호	<ul style="list-style-type: none"> - 해안쪽은 매립후 관광지로 개발되어 숙박업소와 식당이 들어서 있음 - 호수일주 순환도로가 만들어져 습지의 일부가 훼손됨 - 상류부 습지를 농경지로 개간하여 호수의 크기가 크게 감소됨. 	<ul style="list-style-type: none"> -축산폐수와 생활하수가 주요오염원 (배수구를 하구쪽으로 하여 현재는 직접유입이 없는 것으로 보임) -우기에 비점오염원 부하가 큼
화진포호	<ul style="list-style-type: none"> - 주변의 경관이 훼손되지 않고 남아 있음 - 관광개발이 계획되고 있어 장래에 자연변형 가능성이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> -축산폐수
송지호	<ul style="list-style-type: none"> - 주변의 경관이 훼손되지 않고 남아 있음 - 관광개발이 계획되고 있어 장래에 자연변형이 있을 가능성이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> -비점오염원에 의한 부하와 산불 발생 이후 토사유입이 주요오염원
영랑호	<ul style="list-style-type: none"> - 주변이 관광지로 개발되고 순환도로가 건설되어 주변의 수초대가 거의 소멸됨 - 하구부에 도시가 확대되면서 수로가 좁아지고 해수 교환이 감소됨 	<ul style="list-style-type: none"> -관광지와 아파트의 하수에 의한 수질악화가 주원인 -부영양화가 매우 심해 여름철에는 녹조 발생
청초호	<ul style="list-style-type: none"> - 어항, 상업항의 기능을 가진 항만으로 개발되어 주변은 완전히 도시화되어 있으며 자연경관을 찾아보기 힘들 - 청초호 유원지개발계획에 의해 매립이 진행되고 있어 호수의 원형을 회복하기가 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> -생활하수, 공장폐수가 주원인 -장기간 퇴적된 오염물도 수질 악화
매호	<ul style="list-style-type: none"> - 상류부 습지를 농경지로 개간하여 호수의 크기가 크게 감소 	<ul style="list-style-type: none"> -축산폐수 및 비료 -상류의 경지구획정리공사로 강우시 많은 토사유입이 예상됨
향호	<ul style="list-style-type: none"> - 상류부 습지를 농경지로 개간하여 호수의 크기가 크게 감소 - 인근 군부대와 아파트 하수가 수질악화의 주원인 	<ul style="list-style-type: none"> -생활오폐수, 축산폐수 -규사채취에 의한 퇴적물의 교란으로 영양염류의 내부부하량 증가 -농업배수, 농약

자료: 원주지방환경관리청(1997)으로부터 정리

<표 3-44> 동해안 자연호수의 훼손유형과 원인

훼손유형	훼손원인	사례별 내용
매립	정책적, 계획적 매립	풍호: 1970년대 농업용지와 한전체탄장 부지로 완전매립 청초호:재정수익사업의 일환으로 호수의 1/3정도 매립 경포호:1960년대 농경지 확보를 위한 계획적 매립
인공시설물에 의한 호수의 훼손	-호안정비를 위한 제방축조 -해수유입로에 방파제 축조 -호수둘레에 일주도로 건설 -호수주변의 농업용관개시설	-호안정비 및 일주도로를 건설한 대표적인 호수는 경포호, 청초호, 영랑호(대부분 도심지역에 위치한 호수) -청초호 방파제 축조 -매호 상류는 농업용관개시설 설치
호수생태계의 파괴	-수초제거 -호수수역에 공업, 상업시설 입지 -주변의 부락이나 농경지에서 생활오수, 농업 축산폐수 유입	-준설과 호안정비를 실시한 경포호, 청초호, 영랑호, 향호등이 수초제거의 대표적 사례 -동해안 대부분의 호수가 농업, 축산폐수로 오염(매호, 송지호, 화진포호 포함)
유역 및 수로의 인위적 변경	-하천유로 변경 -호수준설에 의한 수심변동 -해수유입로의 차단	-경포호가 유로변경의 대표적 사례 -경포호, 청초호, 영랑호, 향호 등이 준설에 의한 수심 변화 -해수유입로의 완전차단은 봉포호, 광포호가 해당되고 부분적 차단은 청초호, 영랑호
호수유역의 자연적+의도적 매립에 의한 면적 축소	동해안의 모든 자연호수 유역에서 나타나는 공통적 사례-관리기관의 관리소홀과 농업용지 확보를 위한 주민의 의도적 매립이 복합적으로 작용	

자료: 박용길(2001)

6. 석호 환경현황 및 문제점

이상의 석호 환경현황분석에서 도출된 문제점과 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 오염원별 부하량을 보면 도시가 인접한 호수는 인구에 대한 오염부하가 매우 높으므로 이에 대한 저감대책이 수립되어야 하지만, 대부분의 석호 유역에 대해서는 축산과 비점오염원에 대한 부하가 매우 큰 것으로 나타났다. 따라서 축산분뇨의 수거와 비점오염원의 관리 등 오염원 발생으로부터의 저감방안이 시급히 마련되어야 할 것으로 보인다.

둘째, 송지호를 제외한 석호의 수질이 유기물과 영양염류 모두 전반적으로 악화된 상황임을 알 수 있었다. 특히 화진포호와 경포호 등은 수질악화가 심각한 수준으로 보인다. 따라서 각 석호별로 과학적인 조사와 검토에 기초한 수질개선 대책이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

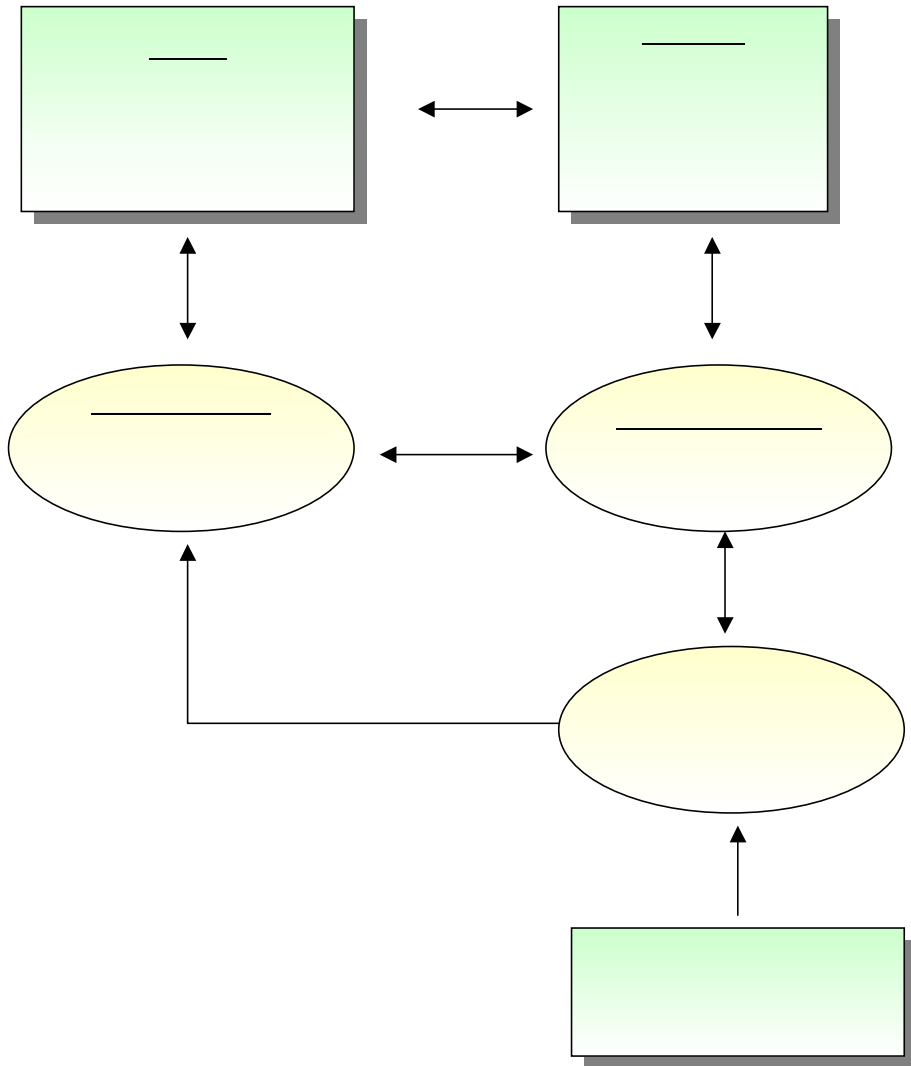
셋째, 석호가 가지고 있는 생태적 가치에도 불구하고 석호 생태계에 대한 연구자료가 매우 부족한 실정이다. 특히 환경부 주관하에 전국적으로 실시되고 있는 전국 자연환경생태계 정밀조사지점에서도 대부분의 석호가 빠져 있는 것으로 나타났다. 따라서 조사지점에 석호가 추가되어야 하며, 석호 생태계에 대한 전반적인 조사와 정밀한 연구를 위한 기반이 마련되어야 할 것으로 보인다. 이로 부터 석호의 향후 관리방안으로 제시될 수 있는 보전, 복원을 위해 매우 중요한 기초자료를 확보할 수 있다.

넷째, 매립, 인공시설물에 의한 호수의 훼손, 호수생태계의 파괴, 유역 및 수로의 인위적 변경 등에 의해 동해안의 대부분의 석호들이 심각하게 훼손된 상태로 보인다. 또한 자연적, 의도적 매립에 의한 유역면적의 축소는 동해안의 모든 자연호수에서 공통적으로 나타나고 있어 이에 대한 관리대책이 수립되지 않으면 호수의 소멸이 가속화 될 것으로 예측된다.

7. 석호환경관리 현황 및 문제점

우리나라에서 동해안 석호는 일종의 호수로 취급되기 때문에 석호의 환경관리는 기본적으로 호수환경관리체제에 따른다 (그림 3-24). 환경관리는 환경부(원주지방

환경관리청)가 관련법에 의해 감독기능을 하며 호수가 위치하는 시군이 환경관리 기능을 위임받아 수행하는 형태로 되어 있다. 따라서, 석호는 이용형태와 사업규모에 따라 중앙부처와 자치단체의 역할이 구분되어 있는 다원화된 관리체제 하에 있다.



[그림 3-24] 우리 나라의 호수관리체제(장과 박, 2000)

그러나 환경영향평가 과정을 통해 환경부의 승인을 얻어야 하는 일정규모 이상의 사업이외에는 실질적으로 석호가 위치하는 해당 시·군이 전적으로 석호의 개발 및 환경관리를 담당하고 있다. 자연환경보전지역으로 지정된 경포호를 제외하면 석호는 국토이용관리법상의 산림 및 농림지역 또는 도시계획법 상의 자연녹지지역으로 일정 규모 이상의 사업도 환경영향평가 기준 및 도시계획법 등에 의한 용도지역지정 요건만 충족하면 개발을 추진할 수 있어 시장군수가 개발 지향적인 경우 현재로서는 이를 제지할 수 있는 강력한 수단은 없는 실정이다.

실제, 동해안의 석호는 생태적인 가치뿐만 아니라 자연적인 경관이 수려하여 비교적 자연환경이 잘 보전된 송지호, 화진포호 등에 대단위관광지 개발계획이 추진중이다⁴⁸⁾. 또한 석호 주변의 땅이 개인 소유일 경우 무분별한 매립과 개발로 인한 석호 훼손이 방지되고 있는 실정이다. 한편, 이러한 다원화된 관리체제는 권한관계에 있어 기능중복이 존재하고 업무분담의 구분이 불명확하여 이에 따른 책임소재의 파악이 어렵다는 문제가 있다.

각 석호의 환경보전에 대해서도 해당 지방자치단체가 이를 담당하며 호수의 수질관리와 훼손방지를 위한 대책을 수립하여 추진해오고 있다 (표 3-45). 그러나 이러한 노력 중 일부는 오히려 호수의 훼손을 가중시켰다고 지적되고 있다. 즉, 호수의 토사유입에 의한 매립과 수질오염에 대한 대책으로 준설, 수초제거, 인공축대 조성, 호수유입하천 수로변경, 해수유입로 차단 등을 실시하였으나 이로 인해 생태계 파괴, 수질악화가 가속화된 것으로 보고되고 있다. 정밀한 조사와 전문가의 자문 없는 수질개선계획으로 갈대밭이 제거되고 퇴적물이 준설되어 생태계 파괴와 수질 악화를 초래했던 경포호 준설사업은 이의 단적인 예라고 할 수 있다. 이것은 지금까지의 정화사업에 대한 정확한 평가를 바탕으로 각 석호별로 정밀 조사와 충분한 검토를 거친 석호환경보전계획의 수립·시행이 필요함을 시사한다. 따라서 현재 수립된 보전계획에 대한 재검토를 통해 환경관리의 목적에 부합하도록 동 계획이 정비될 수 있도록 해야 한다.

48) 송지호 관광지조성계획에 따르면 2,434,000㎡를 개발하되 도로, 광장, 주차장 등의 공공편익시설이 122,291㎡, 관광호텔, 일반호텔, 콘도 6개를 포함한 숙박시설이 252,127㎡, 종합휴게센터, 테마상가, 카페테리아(죽도)등의 상가시설이 32,110㎡, 골프장, 해수풀장, 다목적 운동장, 놀이마당 등의 운동·오락시설이 653,376㎡, 야영장, 다목적 잔디광장, 오토캠프장, 연수원, 조류관찰시설 등의 휴양/문화 시설이 148,571㎡, 녹지 및 기타시설이 1,225,525㎡이 조성될 계획임.

<표 3-45> 석호유역 수질보전계획 현황

지역	주요내용
경포호	<ul style="list-style-type: none"> -호수 상류 농경지 매입: 비점오염원 제거 -경포천 복원계획 검토 -자연신탁운동(NT운동): 호수주변 시민 땅한평갯기 운동 전개 -경포호생태공원조성계획 수립(2000.5-12) -호수 수질변화 상시 모니터링
향호	<ul style="list-style-type: none"> -향호 낚시금지구역 지정검토 -규사채취사업 종료에 따른 향호 수질개선방안 마련: 향호 수질개선 연구용역 시행(2001) -향호 수질개선사업 시행(2002-2004) -유역내 오염원 관리: 축산폐수, 생활하수 등
매호	<ul style="list-style-type: none"> -오염하천 정화사업 추진(2000-2002): 퇴적오니 준설, 오수처리시설 설치, 하천정화시설(자연식생호안 정비 및 자갈층접촉산화법 적용), 갈대숲조성, 인공부도 설치
청초호	<ul style="list-style-type: none"> -하수종말처리장 건설사업(1994-2001) -해안변 오수관거 신설(1998-2010) -청초호 생태공원 조성(2000.4-12) -창초호 오니준설 사업(2000-2003)
영랑호	<ul style="list-style-type: none"> -영랑호 정화사업(1993-2002) -영랑호변 하수관거 시설사업(1998-2001)
송지호	<ul style="list-style-type: none"> -농촌오수처리시설 설치 -토사유출방지시설 설치
화진포호	<ul style="list-style-type: none"> -농촌오수처리시설 설치(2001) -연차별 투자계획 수립추진: 수변 완충녹지 및 습지조성, 호소내 퇴적물 준설, 논농업 직접지불제 시행에 의한 농약 비료 저감유도 등

자료: 원주지방환경관리청 내부자료

제 4 장

하구 환경관리 외국사례

제1절 법정 하구환경관리체제

1. 개 요

일반적으로 자연환경의 보전을 위한 정책수단으로 자연자원의 훼손을 근본적으로 방지하는 보호방안, 훼손되었거나 악화된 환경질을 개선하는 개선방안, 심하게 훼손된 환경을 바람직한 원상태로 되돌리는 복원방안이 있다. 미국은 특히 하구환경의 중요성을 일찍부터 인식하고 이러한 세 분야에서 별도의 법정 환경관리프로그램을 운영하고 있는 대표적인 국가이다.

즉, 하구생태계를 보호함으로써 지속적인 하구관련 연구와 교육이 가능하도록 하는 국가하구연구보전시스템(National Estuarine Research Reserve System, NERR, 이하 '하구연구보전시스템'), 주요하구의 고유한 기능과 가치를 유지·개선하는 목적으로 운영되는 국가하구프로그램(National Estuary Program, NEP, 이하 '하구프로그램'), 훼손된 하구서식지의 복원을 목적으로 하는 하구복원프로그램(Estuary Habitat Restoration Program)이 그것이다 (표 4-1).

본 절에서는 이러한 하구환경프로그램의 목표, 특성, 관리체제, 운영방법들을 살펴봄으로써 우리나라 하구관리방안 수립을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 하구연구보전시스템⁴⁹⁾

가. 현황

하구연구보전시스템은 해양환경 연구를 담당하고 있는 미국해양대기청이 1972년에 제정된 연안역관리법(Coastal Zone Management Act)에 근거하여 생태적으로 중요한 가치가 있는 하구를 보전지역으로 지정함으로써 지속적인 하구관련 연구와 자연교육의 장(場)을 확보하기 위해 운영하고 있는 하구환경관리제도이다. 현재 미국전역에 서로 다른 생지화학적 특성을 대표하는 25개 하구, 총 4,000km²이상이 보전지역으로 지정되어 있어 과학적인 연구를 위한 실험장, 자연교육을 위한 살아 있는 교

49) 보다 자세한 규정은 미국 Code of Federal Regulation Title15(Commerce and Foreign Trade), Chapter IX(NOAA, Department of Commerce), Part 921의 National Estuarine Research Reserve System Regulation을 참조 바람

육장소로 활용되고 있다⁵⁰⁾.

하구연구보전시스템에 포함된 25개의 하구는 기본적으로 개별 하구가 가지는 지역적인 환경문제에 대한 연구와 교육의 필요성에 초점을 두고 운영되고 있으나, 다음과 같은 역할을 공통적으로 수행하기도 한다.

첫째, 하구모니터링프로그램(System-wide Monitoring Program, SWMP)의 일환으로 해당 하구의 수질, 서식지, 토지이용 등을 조사·모니터링 한다. 이러한 조사모니터링 자료는 지역환경문제에 대한 연안관리자의 이해를 제고하는 한편 국가적으로 환경변화와 경향에 대한 기본적인 정보를 제공한다.

둘째, 하구관련 연구 및 교육의 활성화를 위해 마련된 대학원생 연구비지원제도(Graduate Research Fellowship Program)를 운영한다. 이를 통해 대학원생들에게는 지역 또는 국가적으로 중요한 과학적 문제들을 연구할 수 있는 기회를 제공하고, 정책입안자 및 연안환경관리자들에게는 특정 환경문제에 대한 개선안을 도출하는 기회를 제공한다.

셋째, 해안서식지 보전과 복원, 종다양성, 수질, 지속가능한 자원 관리등의 문제를 다루는 정책입안자를 위한 워크샵 (Coastal Decision-maker Workshops)을 개최한다. 이런 활동은 세미나, 현장 실습, 특정 주제별 워크샵, 기술전시회 등 다양한 형태로 추진되는데, 환경관리 관련 공직자, 토지계획입안자, 자연자원 관리자, 시민 등 참가자들은 이러한 기회를 통해 정보와 경험을 공유하고 다른 지역 하구보전활동에 참여하는 기회를 갖는다.

<표 4 -1> 미국의 하구환경관리프로그램 비교

50) 지정된 보호구역: Ace Basin Reserve (South Carolina), Apalachicola Reserve (Florida), Chesapeake Bay Reserve-MD (Maryland), Chesapeake Bay Reserve-VA (Virginia), Delaware Reserve (Delaware), Elkhorn Slough Reserve (California), Guana Tolomato Matanzas Reserve (Florida), Grand Bay Reserve (Mississippi), Great Bay Reserve (New Hampshire), Hudson River Reserve (New York), Jacques Cousteau Reserve (New Jersey), Jobos Bay Reserve (Puerto Rico), Kachemak Bay Reserve (Alaska), Narragansett Bay Reserve (Rhode Island), North Carolina Reserve, North Inlet/Winyah Bay Reserve (South Carolina), Old Woman Creek Reserve (Ohio), Padilla Bay Reserve (Washington), Rookery Bay Reserve (Florida), Sapelo Island Reserve (Georgia), South Slough Reserve(Oregon), Tijuana River Reserve (California), Waquoit Bay Reserve (Massachusetts), Weeks Bay Reserve (Alabama), Wells Reserve (Maine)

제안된 보호구역: San Francisco Bay Reserve (California), St. Lawrence River Reserve (New York)

	하구연구보전시스템 (National Estuary Research Reserve System)	하구프로그램 (National Estuary Program)	하구복원프로그램 (Estuary Habitat Restoration Program)
근거법	연안역관리법(Coastal Zone Management Act)	청정수법(Clean Water Act)	하 구 복 원 법 (E s t u a r y Restoration Act 2000)
목 표	지속적인 하구관련 연구와 교육의 장(場)을 보전하기 위한 보전지역 지정	수질을 포함한 하구 고유의 특성, 기능, 가치의 보전 및 개선	2010년까지 100만 에이커의 하구서식지 복원
지정절차	주지사가 신청, 해양대기청(NOAA) 차관이 지정	EPA청장 또는 주지사가 발의, EPA청장이 승인	주정부를 포함한 비연방기관이 신청, 육군장관이 선정
관리계획 (수립주체)	-환경영향평가보고서, 관리계획(주정부)	-하구보존및관리종합대책(하구관리협의회)	-국가하구복원전략(연방 하구서식지복원위원회) -복원사업계획(신청자)
시행	주정부	주정부	주정부를 포함한 비연방신청기관
연구	-하구생태계의 과학적 이해를 위한 조사, 연구 -하구 및 연안의 환경관리 및 정책지원 자료 -하구환경에 대한 시민이해 증진	-관리협의회 소집요구의 필요성 판단 및 관리협의회 활동에 필요한 연구활동 지원(환경영향평가프로그램, 생태계조사 및 평가프로그램, 종합적인 수질조사프로그램, 하구물질순환 및 영향에 관련된 연구프로그램)	-하구연구보전시스템 및 하구프로그램의 조사연구활동을 통해 수행
모니터링	-하구환경현황 및 변화 -지역적 특성 및 변화 -해양대기청의 연안모니터링 프로그램 이용	-해양대기청 모니터링프로그램 지원을 통해 수행	-해양대기청의 모니터링프로그램을 통해 수행
교육, 홍보	-교육프로그램 및 사업 개발 -시민교육자료 제공 -시민참여프로그램 운영	-	-
재원	관리 및 운영을 위해 최대 70% 연방기금 지원	대책수립 및 시행을 위해 최대 75% 연방기금 지원	복원소요 비용의 최대 65% 연방기금 지원

나. 보전지역의 선정 및 선정기준

보전지역은 지역적 차이를 반영하고 다양한 생태계 유형을 포함할 수 있도록 하구의 지리적 분포와 하구의 생태적, 물리적, 화학적 특성에 따른 생물지리학적 분류 시스템에 의거하여 적어도 각 유형별로 하나의 보전지역이 골고루 지정되도록 하고 있다⁵¹⁾. 이러한 기준에 의해 적절히 보전지역이 설정될 수 있도록 해양대기청은 지

점선정을 위해 필요한 재원을 주정부에 지원한다⁵²⁾. 해양대기청의 하구연구보전지역 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 선정지점이 하구연구보전시스템의 생물지리학적 분류개요, 유형의 균등한 분포를 이루는데 기여하는 정도(해양대기청의 시스템에 아직 포함되지 않은 생물지리학적 지역, 소지역, 통합유형에 속하는 지역을 우선적으로 고려)
- 2) 생물학적 생산성, 종다양성 등 지역의 생태학적 특성, 광범위한 연구와 교육적 흥미를 끌 수 있는 가능성(제한된 지역은 하구생태계를 대표하는 지역으로, 가능하면 인간활동에 의해 영향을 적게 받는 지역을 우선적으로 고려)
- 3) 선정지점의 경계가 생태학적 단위지역에 근접하고 효과적으로 환경보전을 담보할 수 있도록 주요 육역과 수역의 일부분을 포함하여야 함.
- 4) 생태학적 요소, 기존의 연구시설, 교육기관과의 근접성 등을 포함하여 장기연구를 수행하기에 적합한지 여부
- 5) 기존에 승인된 해안, 하구관리계획뿐 아니라 인접지역의 현재 또는 잠재적 토지 및 물 사용계획과의 양립가능성
- 6) 자연환경의 지속적인 보호를 위한 보전지역 설정의 필요성에 부합되는 교육적, 해석적 작업에 대한 지역의 중요성

물론, 이러한 지역선정 조건을 충족한다. 하더라도 지역선정의 초기단계에 주정부는 지정지역의 토지소유자, 지방정부, 다른 주와 연방관리청 등 보전지역선정과 관련되는 이해당사자들의 의견을 참고하여야 한다⁵³⁾.

51) 분류의 배경이 되는 자세한 내용은 National Oceanic and Atmospheric Regulations on National Estuarine Research Reserve System의 Sec. 921.3, Appendice I, II를 참조바람. 본 보고서의 [부록 3-1]에서는 지정지역 지정기준, 하구의 범위 및 생태적, 물리적, 화학적 특성을 반영한 하구분류의 예를 제시한다는 점에서 내용을 요약·제시하였음.

52) 해양대기청에 신청하는 재정요구서에는 적어도 제안된 지역선정 절차와 생물지리학적 분류 개요와 하구 유형에 근거하여 프로그램이 어떻게 수행될 것인가에 대한 설명, 보전지역 선정기관과 잠재적 관리기관의 지정, 어떻게 보전지역 지정에 있어 이해당사자의 참여가 확보될 수 있을 것인가에 대한 설명이 포함되어야 함. 또한 이전에 해양대기청에 의해 다른 목적으로 지정 고시된 지역을 하구보호구역(Estuarine Sanctuary)나 하구보전지역(Estuarine Reserve)로 재지정 하고자 하는 주는 지역선정과 재지정 가능성을 평가하는데 소요되는 비용도 요청할 수 있음.

53) 지역 선정을 위해서는 주정부 지방정부 및 토지소유자와 연락을 취한 후, 적어도 한번이상의

다. 관리계획의 수립 및 이행

주정부가 제안한 보전지역이 해양대기청에 의해 승인되면 주정부는 보전지역관리를 위한 환경영향평가보고서(초안)와 관리계획(초안)을 작성하여 해양대기청에 제출하여야 한다. 환경영향평가보고서(초안)은 기본적으로 선정지역의 물리, 화학, 생물학적 특성에 대한 조사자료와 관리계획(초안)의 대책에 따른 사회경제적 또는 환경적인 영향에 대한 자료를 포함한다. 또한 관리계획(초안)은 장기간에 걸쳐 보전지역을 관리하는데 요구되는 주정부와 해양대기청 간의 역할 및 책임에 관한 양해각서를 포함하며 보전지역 설정의 목적 및 목표, 이를 달성하기 위한 구체적인 대책을 제시한다⁵⁴⁾.

지역선정, 관리계획(초안), 최종환경영향평가서가 해양대기청으로부터 승인을 받으면 주정부는 해양대기청으로부터 재원을 보조받아 1차적으로 관리계획(초안)에 지정된 지역에 대해 구체적인 관리계획을 보완하여 최종관리계획을 작성한다⁵⁵⁾. 최종관리계획이 승인되면 제안된 보전지역이 하구연구보전시스템에 편입되고 2차적으로 해양대기청 등의 연방정부로부터 재원을 받아 연구프로젝트 추진, 교육시설 설립, 연구/교육프로그램 시행, 최종관리계획에서 결정된 복원사업에 대한 추진을 하게 된다. 관리계획의 이행은 주정부가 담당하며 계획이행에 필요한 재원은 연방정부로부터 지원받을 수 있다⁵⁶⁾.

공청회를 해당지역의 부근에서 개최하여야 하며, 장소, 시간, 적절한 주제 등을 기재한 공고를 적어도 공청회 15일전 지역의 주요 신문, 해양대기청의 Federal Register에 공지하여야 함.

- 54) 관리계획초안의 구체적인 내용은 일반적인 환경관리계획과 크게 다르지 않음. 관련규정에 의하면 1)보전지역 지정 목적 및 목표, 관리 대상이 되는 문제, 추진전략 및 대책, 2) 보전지역의 운영, 연구, 교육, 감독 및 시행에 있어서의 관리자의 역할을 포함한 행정계획, 3) 모니터링계획을 포함하는 연구계획, 4) 교육계획, 5) 주민 및 이해당사자 참여 계획, 6) 제안된 개발 및 건설 계획, 소요 예산, 7) 생태학적으로 중요한 보전 대상이 되는 토지와 수역의 한계를 결정하고, 중요도에 따라 우선순위를 설정하며, 연구에 적합한 안정된 환경을 유지하고 자연자원을 충분히 보호하기 위한 장기적인 관리전략을 반영한 수용계획(acquisition plan), 8) 자원 보호 계획, 9) 자연상태로의 복원이 필요한 지역에 대한 복원계획, 9) 보전지역 지정이전부터 자연자원에 관리가 이루어졌던 지역에 대해서는 지속적인 관리를 지원하기 위한 자원관리계획, 10) 연안관리계획에 포함된 지역의 경우 연안관리계획과의 일관성에 대한 증명 등을 포함해야 함.
- 55) 최종관리계획을 승인받기 이전까지의 1차 단계가 3년이상 지속될 수 없고 더 긴 기간이 필요하면 주정부와 해양대기청간의 협의가 필요함.
- 56) 일반적으로 연방자금은 한해동안 전체 하구연구보전지역 관리 및 운영 자금의 70%를 초과할 수 없음. 단지 예외적으로 자연자원의 훼손에 대한 배상금으로 충당된 재원으로부터 지원받는 경우에는 전체비용을 보조받을 수 있음.

라. 연구 및 모니터링

해양대기청은 지정된 보전지역에 대한 지속적이고 심도있는 연구를 위하여 ‘하구 연구지침’에 부합되는 연구사업에 대한 재정지원을 담당한다⁵⁷⁾. 이 재원은 보전지역 생태계에 대한 과학적 이해를 제고하고, 하구 및 연안관리를 지원할 수 있는 연구사업의 추진과, 연안과 하구 관리에 관련된 정책입안자와 관리자에게 정확한 정보를 제공하며, 하구생태계와 하구관리 문제에 대한 시민의 이해를 증진시키는데 사용된다.

하구연구보전시스템의 개요에서도 언급하였듯이 지정된 보전지역에 대해서는 모니터링 및 교육 프로그램을 운영하게 된다. 모니터링 프로그램은 하구자원의 개발과 생태계 관련정보를 체계적으로 수집하여 하구에 대한 국가적 차원의 환경현황 및 경향과, 지정하구의 지역적인 특성 및 그 변화를 파악하고, 연안모니터링 계획 수립 및 이행의 일환으로 시행된다.

또한 하구연구보전지역 지정의 취지를 살리기 위해 지정된 하구에 대해서는 혁신적이고 창조적인 교육프로그램과 사업, 일반시민의 하구에 대한 이해를 제고하기 위한 자료의 개발, 하구관리에 일반시민의 참여를 유도할 수 있는 사업에 대해서도 연방자금을 지원한다 (‘하구보존및관리종합대책’ 부록참조).

3. 하구프로그램⁵⁸⁾

가. 현황

하구프로그램은 미국환경보호청이 주요하구를 보호·유지하기 위해 1987년 개정된 ‘청정수법(Clean Water Act)’에 근거하여 운영하고 있는 하구환경질 개선프로그램이다. 즉 단순히 수질보호 차원이 아닌 물리, 화학, 생물학적인 자연적인 특성과 경제, 위락, 심미적 가치를 망라한 하구 전체의 고유한 특성을 유지·개선하는데 그 목표가 있고, 현재 28개의 하구가 이 프로그램에 포함되어 있다⁵⁹⁾.

57) 연구재원은 기본적으로 공개경쟁에 기초하므로 해당지역에 위치하지 않는 타주에 속한 공공기관, 연구소, 학교 및 개인에게도 제공될 수 있음. 한편 하구연구의 지침이 되는 ‘하구연구지침(Estuarine Research Guidelines)’은 매년 해양대기청이 수정·보완하여 Federal Register로 공시함.

58) 프로그램에 대한 보다 상세한 규정은 Clean Water Act, Section 320 National Estuary Program을 참조 바람

하구프로그램은 미국환경보호청에 의해 전체적으로 관리되고 있고 집행은 주정부가 담당하지만, 실제적인 하구관리를 위한 정책결정이나 보호방안의 시행은 지방정부 대표자, 일반시민, 다른 연방정부의 대표자, 대학, 산업체, 하구 사용자 단체 등으로 구성된 관리협의회에서 이루어진다. 환경보호청은 주정부 및 지방정부가 이러한 목적을 충분히 달성할 수 있도록 재원 및 기술지원을 담당하는 한편, 하구프로그램의 수행과정에서 얻어진 문제 및 경험을 여타의 하구프로그램 및 연안지역 주민과 공유하도록 정보전달, 교육 및 홍보의 역할을 담당한다.

59) Albemarle-Pamlico Sounds(North Carolina), Barataria-Terrebonne Estuarine Complex(Louisiana), Barnegat Bay(New Jersey), Buzzards Bay (Massachusetts), Casco Bay(Maine), Charlotte Harbor(Florida), Coastal Bend Bays and Estuaries(Texas), (Lower) Columbia River Estuary(Oregon and Washington), Delaware Estuary(Delaware, New Jersey, and Pennsylvania), Delaware Inland Bays(Delaware), Galveston Bay(Texas), Indian River Lagoon (Florida), Long Island Sound(New York and Connecticut), Maryland Coastal Bays(Maryland), Massachusetts Bays(Massachusetts), Mobile Bay (Alabama), Morro Bay(California), Narragansett Bay(Rhode Island), New Hampshire Estuaries(New Hampshire), New York-New Jersey Harbor (Harbor Estuary Program), (New York and New Jersey), Peconic Bay(New York), Puget Sound(Washington), San Francisco Estuary(California), San Juan Bay(Puerto Rico), Santa Monica Bay(California), Sarasota Bay(Florida), Tampa Bay(Florida), Tillamook Bay(Oregon)

나. 하구프로그램 편입

어느 지역의 하구가 하구프로그램에 편입되는 것은 환경보호청장의 발의나 해당 하구를 관할하는 주지사의 요청에 의해 하구관리협의회가 구성됨으로써 이루어진다⁶⁰⁾. 만일 주지사가 요청하는 경우에는 협의회 개최의 필요성, 성공가능성에 대한 의견 및 하구환경과 관련된 기초자료를 요청시 첨부해야 한다.

관리협의회는 주민의 용수이용목적 보호, 생태적으로 균형상태에 있는 어패류나 야생생물 등 토착생물군의 번식 및 보호, 수중 또는 수상의 위락행위의 허용, 기존의 오염원 관리의 필요성과 1개주 이상의 주에서 추가적인 점오염원 및 비점오염원 관리의 필요성이 제기되면 환경보호청장에 의해 소집될 수 있다. 이 때 환경보호청장은 청정수법의 하구프로그램에 제시된 바와 같이 Long Island Sound 등 11개 하구를 우선적인 하구프로그램 대상으로 고려할 수 있다⁶¹⁾.

다. 관리협회의 목적 및 구성

특정하구의 실질적인 관리는 관리협의회를 통해 이루어지는데 관리협회의 구성 목적은 다음과 같다.

- 1) 수질, 자연자원, 하구이용 현황에 대한 평가
- 2) 하구 환경문제의 원인과악을 위해 유해물질, 영양물질 및 자연자원 자료의 수집, 분석 및 평가

60) 단, 해당하구가 2개 주 이상의 경계에 걸쳐 있고 그 경계에 대해 논란이 지속되고 있어 법적 해결이 필요한 경우 경계논쟁에 대한 법적인 결정이 내려지기 전 까지 환경보호청장은 해당 하구를 위한 관리협의회를 소집하지 않음.

61) 여기서 주목할 것은 미국의 대표적인 하구인 체사피크만은 연방정부의 특별관리프로그램에 의해 독립적으로 관리되고 있기 때문에 하구프로그램에는 포함되지 않고 있다는 사실이다. 체사피크만은 미국에서 하구회복 및 보전을 목적으로 집중적인 관리가 시작된 최초의 하구이다. 1983년에 체사피크만과 수계에 포함된 메릴랜드, 버지니아, 펜실바니아 주지사, 콜롬비아 특별구역 시장, 환경보호청은 체사피크만의 수질개선 및 자원 보전을 위해 각각의 대책을 수립, 추진하도록 하는 체사피크만협약(Chesapeake Bay Agreement)을 체결하였다. 체사피크만프로그램은 이러한 협약의 목적 달성, 효과적인 수질개선 및 자연자원의 회복을 위한 제도적인 장치로 발전하여, 여러 주정부 및 관련기관들이 참여하여 공동프로그램을 수행하는 본보기가 되었다. 또한 체사피크만프로그램은 오염, 개발, 남용에 의해 황폐화의 위험에 처해있는 하구지역의 보전을 위해 연방정부 및 주정부의 협력이 필수적이라는 사실을 보여 주었으며, 이러한 협력을 바탕으로 한 환경관리방식이 타 하구의 관리에 적용될 필요성이 인식됨으로써 제도화된 하구프로그램이 수립되는 계기가 되었다.

- 3) 하구의 내부 및 외부 오염부하량과 하구역의 잠재적 용도, 수질 및 자연자원 간의 관계 파악
- 4) 수질, 평형상태의 어패류 및 야생생물 등 토착생물군, 위락행위를 포함한 하구 가치를 결정하는 물리, 화학, 생물학적인 특성을 개선·보전하고 하구의 이용목적을 충분히 달성할 수 있도록 점오염원 및 비점오염원의 관리계획, 우선순위를 고려한 시행방안을 포함하는 종합적인 하구보존 및 관리대책의 수립
- 5) 수립된 계획이 협의회에 참여하는 연방정부, 주정부, 지방정부 단위로 효율적으로 집행될 수 있도록 시행계획 수립
- 6) 계획 수행의 효율성을 파악할 수 있도록 지속적인 모니터링 수행
- 7) 기존의 '연방재원보조프로그램' 및 '연방개발프로그램'이 하구프로그램의 일환으로 개발된 계획의 목적과 부합되는지 또는 일치되는지 검토

이러한 중요한 역할을 담당하는 관리협의회 구성요원은 환경보호청장을 포함하여 최소한 다음 기관의 대표자를 포함한다.

- 1) 해당하구의 전체 또는 일부가 위치하는 주 또는 국가
- 2) 해당하구의 전체 또는 중요 부분을 관할하는 국제기관, 주연합기관, 지역기관, 또는 독립기관
- 3) 환경보호청장이 판단하기에 적절하다고 인정되는 연방기관
- 4) 환경보호청장이 판단하기에 적절하다고 인정되는 해당 하구역을 관할하는 지방정부
- 5) 환경보호청장이 판단하기에 프로그램에 의해 영향을 받을 수 있는 산업체, 공공 및 민간 교육기관, 일반 시민단체

일단 소집된 관리협의회는 한시적이며 원칙적으로 5년 이상 존속될 수 없으나 5년 이상 존속될 필요가 있는 협의회는 환경보호청장에게 기간연장 승인을 받아 연장이 가능하다. 그러나 기간이 종료된 협의회가 다시 활동을 재개하기 위해서는 협의회를 처음부터 재소집해야 한다.

라. 하구보존 및 종합관리대책의 수립 및 시행

관리협의회는 '하구보존 및 종합관리대책'을 수립해야 하는데 계획수립을 위해 새로 조사·연구된 자료뿐만 아니라 해당 하구와 관련된 연방정부, 주정부, 지방정부

및 기관에 의해 작성되었거나 연방정부, 주정부, 지방정부 및 기관을 위해 작성된 보고서, 자료, 연구결과를 취합하여 이용할 수 있다. 환경보호청장은 '하구보존 및 종합관리대책'의 수립을 위해 필요한 연구, 조사, 모델링 및 기술적 문제 해결을 지원하기 위해 보조금을 조성하여 주연합, 지방정부 수질오염관리기관 및 단체, 주정부에 속한 연안역관리기관, 주연합기관, 공공 또는 비영리민간기관, 연구소, 단체 및 개인에게 지급할 수 있다⁶²⁾.

수립된 계획은 주민 및 이해당사자의 의견수렴을 거친 후 주지사의 동의를 있으면 120일 이내에 환경보호청장에 의해 승인되고 승인된 계획은 주정부에 의해 집행된다. 환경보호청장은 '청정수법'의 II장, VI장 및 319조에서 규정하는 재원을 이 계획의 집행을 위해 주정부에 보조할 수 있다⁶³⁾. 보조금을 지급 받은 개인 (주, 주연합, 지역 기관 및 단체 포함)은 보조금 수령 후 18개월 이내에 환경청장에게 보고해야 하고 그 이후에는 6개월 단위로 사업의 진행상황을 보고해야 한다.

마. 연구지원

관리협의회의 활동 또는 관리협의회 소집요구의 필요성에 대한 판단을 위해서 환경보호청장은 환경보호청의 해양오염과와 해양대기청의 해양수산과를 통해 다음과 같은 연구활동을 지원한다.

- 1) 환경보호청장이 여러 관리방안 및 수단의 선택에 따른 실제적이고도 잠재적인 영향을 판단할 수 있을 정도로 충분한 자료를 제공하기 위해 하구역의 오염물질 농도변화, 생태계 변화 및 하구역에 영향을 미치는 물리적, 생물학적 요소의 변화를 장기적으로 측정하고 모니터링하는 평가프로그램
- 2) 하구역 상태와 자연 또는 인위적 변화에 의해 야기되는 영향에 대한 기초연구 및 하구역에 유입되는 특정 오염물질의 부하량 또는 일반적인 오염물질 부하

62) 그러나, 한 회계연도 내에 연구, 조사, 모델링 및 기술적 문제 해결을 위해 개인(주, 주연합, 지역 기관 및 단체 포함)을 지원하는 연방정부의 지원금은 소요되는 예산의 75%를 초과할 수 없으며 나머지 예산에 대해서는 비연방정부 재원으로부터의 보조가 있을 경우에만 지급될 수 있음.

63) 청정수법의 하구프로그램 규정을 보면 1987, 1988, 1989, 1990 및 1991 각 회계연도 당 관리협의회의 운영, 하구보존 및 관리종합대책수립을 위한 재원, 대책의 이행을 모니터링 하는데 지출한도를 \$12,000,000로 한정하고 있음. 이 중 관리협의회의 운영을 위한 경비는 총비용의 10%를 초과해서는 안되며, 환경보호청장은 각 회계연도 당 총\$5,000,000을 환경보호청이나 해양대기청에서 수행하는 이행모니터링과 관련된 연구활동을 위한 지원하는데 사용할 수 있도록 하고 있음.

량 변화에 따른 영향을 예측하는 모델개발을 돕는 생태계 평가프로그램

- 3) 현재까지 하구역에서 조사된 환경관련 자료의 수집, 검토, 분석 및 관련 주기 관, 지방기관, 외국기관과의 협의를 거쳐 수행되는 하구역의 영양염류, 산성비, 용존산소, 유해물질 (유기화학물질 및 중금속) 농도의 변화를 연속적으로 모니터링할 수 있는 종합적인 수질조사프로그램
- 4) 하구역을 통과하는 영양염류, 퇴적물, 오염물질의 거동 및 이들이 수질, 생태계, 하구이용목적 및 잠재적인 이용목적에 미치는 영향 파악을 위한 연구 프로그램

이러한 하구프로그램에 의해 실제로 수립·이행된 ‘하구보존및관리종합대책’의 예를 부록에 제시하였다.

4. 하구서식지 복원프로그램

가. 현 황

하구서식지 복원프로그램은 인구증가, 오염, 댐건설 등으로 인해 지속적으로 파괴되는 하구서식지를 복원하기 위해 2000년 입법된 하구복원법(Estuary Restoration Act of 2000)에 근거하여 새로 도입된 프로그램이다⁶⁴⁾. 아직 하구서식지복원을 위한 국가전략은 수립 단계에 있기 때문에 구체적인 시행사례는 아직 없으나 2010년까지 미국 전역에 걸쳐 1백만 에이커(4천km²)의 하구서식지 복원을 계획하고 있다.

하구복원업무의 효과적인 추진을 위해 관련연방정부 대표로 구성된 하구서식지복원위원회(Estuary Habitat Restoration Council)를 설립하고 향후 5년간 275백만 달러의 연방재원을 확보하도록 하고 있다.

나. 복원사업의 신청 및 승인

하구복원을 위한 사업은 연방기관을 제외한 주정부, 주정부 하위기관, 인디언 부

64) 예로서 San Francisco Bay 하구습지의 95%, Galveston Bay 수초대의 85%, Hudson-Raritan하구 습지의 75%가 파괴되었고, 대표적인 하구인 Chesapeake Bay의 굴생산량은 지난 30년간 25백만 파운드에서 1백만 파운드로 격감

족, 지역 또는 주간연합기관, 비정부기관 등의 사업신청을 통해 시작된다. 육군장관은 하구서식지복원위원회가 제출한 제안서의 목록으로부터 복원사업을 결정하며 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 신청사업이 기승인된 연방하구관리계획 또는 서식지복원계획에 포함된 단위사업인가의 여부
- 2) 기술적 실현가능성과 기술개발을 포함한 과학적인 측면에서의 이득여부
- 3) 사업을 통한 공공-민간, 공공-공공간의 협력 촉진, 연방기금을 통해 하구서식지 복원활동을 위한 민간기여(재원, 활동)를 제고할 수 있는가의 여부
- 4) 사업의 비용효율성
- 5) 신청기관의 사업대상지역 복원 또는 매입을 위한 재원 확보여부 등

한편, 복원사업의 선정에 있어 복원된 서식지를 재손상시킬수 있는 오염원이나 다른 활동들을 다루는 유역내의 프로그램이 이미 수행되고 있거나 하구복원을 위해 새롭게 비용효과적인 방법을 도입하거나 검증하는 사업에 대해서는 우선적인 고려를 한다.

다. 하구서식지복원위원회

하구서식지복원위원회는 육군공병단, 해양대기청, 환경청, 내무부, 농림부 및 대통령이 임명하는 연방기관의 대표로 구성되고, 의장은 위원 중에서 선출되며 임기는 3년이다. 이 위원회는 다음과 같은 의무와 권한을 갖는다.

- 1) 하구서식지 복원을 위한 국가전략 수립 및 향후 효과 분석⁶⁵⁾
- 2) 제안된 복원 사업에 대한 분류, 검토, 평가 및 사업선정을 위한 의견제시
- 3) 제안된 복원사업에 대한 우선순위 목록을 제출하고 사업 수행주체에 대한 의견제시(미육군공병단 또는 다른 연방기관에서 수행하는 것이 타당한지 등)

65) 하구복원법은 '하구서식지복원을 위한 국가전략'을 법시행 1년 이내에 수립하도록 규정하고 있음. 국가전략은 2010년까지 하구서식지 1백만 에이커 복원을 목표로 하여 기존의 하구관리, 서식지복원계획, 연방 프로그램의 검토를 통해 기존의 프로그램과 배치되지 않으면서 효과적으로 목표를 달성하기 위한 접근방법을 포함해야 함. 특히 새로운 공공-민간의 협력 제고를 통한 인센티브 극대화, 하구서식지 복원활동에 대한 민간의 참여를 제고하기 위한 방안 도출을 강조하고 있음. 또한 국가전략은 가)야생생물, 어류, 조개류의 서식지를 제공하는 건강한 생태계의 제공, 나)지하수, 지표수 수질개선 및 수량 확보, 홍수조절, 다)휴양기능 제공, 라)위원회의 다른 관심사항에 관련된 사업을 추진하도록 있음. 기타 하구서식지의 훼손상황, 훼손추이, 장래의 위협요인과 하구서식지 각 형태별 손상에 관한 문제를 다루고 있으며, 현재 국가전략보고서(초안)가 수립되어 검토중임(Online, <http://restoration.nos.noaa> 참조)

- 4) 본 법에서 요구하고 있는 데이터베이스 및 모니터링 표준 개발과 보고에 대한 검토 및 지침제공

물론 이러한 위원회의 회의는 원칙적으로 공개되며 위원회 활동에 있어 관련 과학자, 주정부, 지방정부, 비정부기구, 인디언 부족, 농업, 어업 등 하구사용에 관련된 이해당사자들이 의견을 개진할 수 있다.

라. 재원 및 모니터링

본 프로그램의 운영을 위해 2005년까지 총 275백만달러의 연방재원이 확보되었으며, 일반적으로 단위사업당 최대 65%의 비용을 연방재원으로부터 보조받을 수 있다⁶⁶⁾. 연방분담금 이외의 재원은 주정부를 포함한 사업신청기관이 분담하며, 이 비용은 일반적으로 사업수행을 위한 토지, 도로 등의 사용 또는 수용, 시설물의 재배치와 관련된다.

하구서식지복원위원회와 자문위원회 행정적 비용은 연간 전체 사업비용의 3% 이내 또는 연간 1.5백만달러를 초과하지 못하며 해양대기청에서 수행하는 모니터링 사업을 위해 별도로 1.5백만 달러가 지원된다.

제2절 비법정 하구환경관리체제

1. 개 요

미국 이외의 대부분의 국가에서는 하구환경관리가 별도의 법에 근거하여 수행되기 보다는 기존의 관리체제 아래에서 하구관련부처나 이해당사자 간의 업무조정 및 협조를 바탕으로 운영되고 있다. 물론 이러한 접근은 다양한 하구문제를 다루는데 있어 관리부처간의 이해상충이 있는 경우 관리계획의 수립, 재원조달, 관리우선순위의 설정 등에 있어 합의가 쉽지 않으며 법적 구속력을 갖지 않기 때문에 실질적으로 하구환경관리계획을 추진하는데 있어 불확실성이 크다는 단점이 있다.

66) 예외적으로 혁신적 기술을 적용한 사업의 경우 추가적 증가비용에 대해서는 연방분담비율은 85%이며, 하구서식지복원전략의 수립 전에 연방정부의 분담비용은 25%를 초과할 수 없음

그러나, 하구환경문제가 단순히 수질, 토지이용, 생태계보전 등 개별적으로 접근할 문제가 아니며, 다양한 이해당사자가 연관되어 있고, 하구환경 관리체제 또한 복잡하게 분화되어 있으므로 부문별, 단기적 접근보다는 해당하구에 대한 통합적이며 장기적인 관점에서 운용의 묘를 살린다면 기존의 관리체제를 통해서도 하구환경 문제를 해결할 수 있다는 인식이 자리잡고 있기 때문에 이것이 가능하다⁶⁷⁾.

특히, 캐나다, 호주, 영국과 같은 영연방 국가들은 각 국가의 실정에 적합한 법적 구속력을 갖지 않는 다양한 하구관리프로그램을 운영하고 있다 (표 4-2). 따라서 여기서는 이들 국가의 대표적인 하구환경관리프로그램의 목표, 특성, 관리체제 및 시행 사례를 통해 우리나라 하구환경관리에 대한 적용가능성을 살펴보고자 한다.

2. 캐나다의 프레이저하구 관리프로그램

가. 개 요

1980년 중반 캐나다 연방정부는 물 남용 및 수질악화 문제에 대응하기 위한 국가적인 물관리정책의 방향을 설정하였다. 동 정책방향의 핵심은 충분한 물의 공급 및 사후처리 위주의 정책에서 수요관리와 사전 오염예방 중심의 정책으로 물관리 정책의 기조를 전환하는데 있었고 이를 효과적으로 추진하기 위해 유역을 단위로 하는 종합적인 물관리(Comprehensive Management)의 필요성이 강조되었다. 따라서 캐나다 환경청은 환경기초시설확충, 고도처리시설 설치, 환경기준 및 배출허용기준의 강화, 오염물질 배출예방 등의 기존의 수질관리정책을 지속적으로 추진함과 더불어 물관리를 위한 하나의 방법으로 유역관리를 도입하여 시행하고 있으며, 캐나다의 유역관리는 생태계 추진계획 (Ecosystem Initiatives)의 일부로 시행되고 있다. 지금까지 생태계 추진계획의 일부로 6개의 유역에서 유역관리계획이 수립되어 시행되고 있는데, 여기서는 하구환경관리의 대표적인 사례로 알려져 있는 프레이저하구 관리프로그램에 대해 살펴보기로 하겠다.

나. 프레이저하구 관리프로그램

67) [Online] <http://www.bieapfrempp.org/indexf.htm>

FREMP(Fraser River Estuary Management Plan)는 개발, 인구증가, 하구자연자원의 훼손으로 인한 부정적인 환경영향을 감소시키고 프레이저하구의 지속가능한 개발을 담보하기 위해 하구관리와 연관된 6개 관련부처로 구성된 관리위원회에 의해 추진되는 하구환경관리프로그램이다. FREMP가 조직되게 된 배경은 대부분의 경우처럼 하구의 이용과 보전이라는 이해상충이 연방정부와 주정부, 정부부처내의 개발부처와 환경관리부처, 지역정부와 주정부간에 나타나 이를 조정·통합할 수 있는 관리체제가 필요했기 때문이다. FREMP에 의해 하구환경관리계획이 실질적으로 수립되기까지는 20년 정도의 세월과 시행착오가 있었다. 초기에는 기존의 단순한 규제나 실현가능성이 낮은 원칙에 의거해 하구환경관리가 이루어지기가 어렵다는 인식하에 FRES(Fraser River Estuary Study)를 통해 하구의 이용 및 환경에 대한 종합적인 연구를 수행하여 FREMP의 기반을 구축하는데 주력하였으며, 이를 토대로 1986년 FREMP 사무국이 설치되면서 실질적인 하구관리체제가 모습을 드러내게 되었다 (표 4-2)⁶⁸⁾.

<표 4-2> FREMP 발달 과정 및 주요 활동

68) FRES와 FREMP의 관리체제 및 관리체제의 변동에 관한 구체적인 사항은 ‘환경관리해역 시범 해역관리 시행계획수립 연구(해양수산부, 2001e)’를 참조하기 바람.

단계		주요 활동 및 보고서
FRES	1단계 1977~78	<ul style="list-style-type: none"> • 프레이저 만의 인문, 사회, 자연 환경의 현황 수집 및 경향성 파악 • 개발/관리 계획 수립을 위해 행정기관, 이용자 그룹, 지역 주민을 초청.
	2단계 1989~92	<ul style="list-style-type: none"> • 프레이저 만 개발 프로그램 초안 마련 (A Living River by the Door)
	3단계 1982~84	<ul style="list-style-type: none"> • 관리 계획화 시행 전략 및 세부계획 수립 (An Implementation Strategy for the Fraser River Estuary Management Program)
FREMP	1단계 1985~90	<ul style="list-style-type: none"> • 8개 기관의 연구보고서 완성 • 서식처 분류 후 도식화(GIS)
	2단계 1991~94	<ul style="list-style-type: none"> • 정책 결정 및 관리 계획 수립 • 실행 (A Living Working River)
	1994~96	<ul style="list-style-type: none"> • 2단계 동의 내용에 대한 지속적인 시행 • 새로운 현안에 대한 적절한 대처 • EMP(Estuary Management Plan for Fraser River) 수립

()안은 보고서명

자료: 해양수산부(2001e)

다. FRES (Fraser River Estuary Study)

FRES는 연방정부인 수산환경부와 주정부(British Columbia)의 환경국 주관으로 지속적인 만의 이용과 고유한 생태계를 보전할 수 있는 종합적인 관리계획 수립을 목적으로 시작되었다. 이러한 목적달성을 위한 목표로는 만의 자연현황 및 이용현황을 파악하고 지속적인 개발을 담보하기 위한 환경관리 방안을 도출하는데 두었으며 이들 목표는 후에 FREMP의 지침으로도 채택된 다음과 같은 5개 항목의 원리에 근거하여 추진되었다.

- 1) 프레이저만에 대한 개발 및 관리계획 수립시 경제적·환경적 자원으로서 만(灣)의 중요성을 인식
- 2) 프레이저만의 자원이용에 있어 이해당사자의 공동참여와 비용경제성을 근간으로 함으로써 실질적이고 효율적으로 관리계획이 시행될 수 있도록 추진
- 3) 프로그램 과정상 얻은 경험과 평가를 통해서 요구된 수정사항을 반영하기 위해서는 각 개별계획을 단계별로 설정하여 시행
- 4) 관련부처, 이해당사자 및 공공(시민 포함)의 의견이 확실히 반영될 수 있는 수단을 마련하고, 계획과정의 유연성을 재인식시킴으로써 관리계획에 대한 시민들

의 신뢰와 참여를 제고할 수 있는 방안을 개발

5) 육지부와 해양부를 조화롭게 이용할 수 있는 방안을 권장

실제 프레이저만의 관리를 위해서는 토지이용, 수운 및 항만개발, 수질, 레저와 생활공간 등 다양한 문제에 대한 관리가 요구되었으나, 이에 대한 관할권이 여러 부처에 분할되어 있고 관리의 우선순위를 정하기 어렵기 때문에 협의체 형태의 하구관리위원회(Estuary Council)의 설치가 고려되었다. 그러나 예산부족 및 하구관리를 위한 새로운 기구의 설치보다는 협의를 통해 관련부처간의 업무를 효율적으로 조정함으로써 업무의 연계성을 제고하자는 취지에서 관리위원회(Management Committee)를 구성하는 방향으로 추진되었다⁶⁹⁾

라. FREMP (Fraser River Estuary Management Plan)

FREMP는 FRES에 이어 인구증가와 경제성장에 따른 프레이저만의 개발압력증가에도 불구하고 환경친화적이고 조화로운 방법으로 프레이저만을 이용할 수 있도록 실질적인 환경관리방안을 도출할 목적으로 추진되었다⁷⁰⁾. 이를 위해 [그림 4-1]과 같이 관리위원회가 조직되어 운영되었으며, 관리운영회의 활동은 기본적으로 FRES에서 검토되었던 토지이용, 수운 및 항만개발, 수질, 레저와 생활공간 등에 관한 사항을 지속적으로 추진하는 것을 원칙으로 하였다. 관리위원회의 실무그룹은 항만 및 산업단지 개발, 수운 및 준설, 오수 처리, 서식지 관리, 통나무 관리, 레저, 방파제 및 수로 확보, 긴급 환경재난 대책반 등 8개 분야로 구성되어 활동영역별로 보고서를 작성하도록 하였다.

FREMP는 단계별 접근방법을 통해 1996년까지 3차에 걸쳐 진행되었는데(표 4-1), 각 단계의 사업이 끝나면 전단계까지의 사업경과를 재평가하고, 미비점은 추가적으

69) 관리위원회(Management Committee) 구성(안)에 따르면 관리위원회는 상근 5명 비상근 22명으로 구성하고 비상근 임원을 포함한 회의는 1년에 2번 개최함. 결정. 동 기구의 지원을 위해 사무관급 공무원 2명을 파견하고, 관리위원회 밑에 '정보시스템', '프로젝트 조정 및 검토', '계획 이행', '지역계획 수립' 등 4개의 분과를 운영함.

70) 1987년부터 FREMP를 승인한 환경부, 수산해양부, 주정부 환경토지공원국, 프레이저 항만위원회, 북프레이저강 항만위원회가 각각 5만불씩 지원하여 관리위원회가 운영되기 시작했으며, 1991년 2차 FREMP때부터 그레이트벤쿠버 지역지구(GVRD)가 참여하여 6개 기관이 관리위원회에 주도적으로 참여하였음. 이와 유사한 캐나다의 사례로는 CREMP(Courtenay River Estuary Management Plan)에서 찾아볼 수 있는데, 이에 대한 구체적인 내용은 [부록 4-4] 참조.

로 보완하며, 새로 도출된 현안 및 우선순위의 변화는 다음 시행단계에 반영되도록 하였다. 이러한 단계적 접근방법에 의해 최종 단계에서는 프레이저만을 이용하는 모든 인간 활동(거주, 산업, 관광 등)에 대하여 환경보전적 이용과정을 권장하고 규제하는 지침성격의 프레이저강의 하구관리계획(Estuary Management Plan(EMP) for Fraser River)이 수립되었다⁷¹⁾.

하구관리계획(EMP)은 사업의 내용에 따라 2가지 범주의 실천계획과 이행방안을 포함하고 있는데 첫번째 분야는 환경보호와 관련된 것으로 여기에서도 수질 관리와 어류 및 야생동물 보전문제를 다루고 있고, 두번째 분야는 사회경제활동과 관련된 사항으로 수운과 준설, 목재산업(통나무 관리), 공업단지 및 도시개발, 레크리에이션에 대한 내용을 담고 있다.

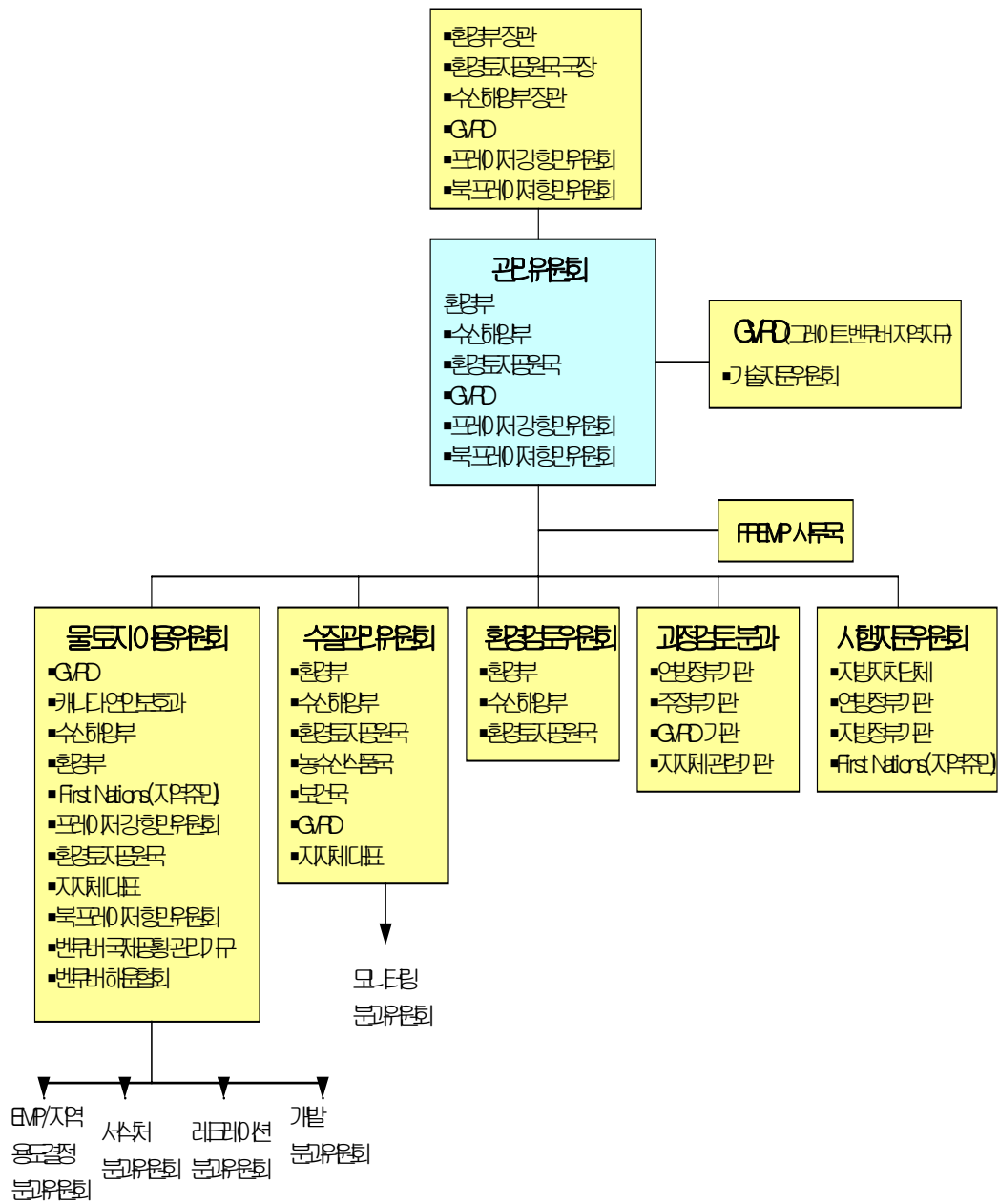
이러한 EMP의 시행을 통해 캐나다 정부는 <표 4-3>과 같이 각 부처의 관할권에 연안과 주변육지 이용 및 관리계획 수립시 비용과 시간을 절약하고, 특정지역의 용도변경 및 개발에 대한 사적, 공적 부문의 명확한 구별이 가능하며, 제안된 실천계획의 실행시 정부부처와 개인 사업가의 효율적이고 책임성 있는 정책시행 여부 확인이 가능하고, FREMP의 전단계에 수립된 비전, 목적, 지침 및 원칙 등을 수용함으로써 정책의 일관성을 유지할 수 있다는 장점을 강조하고 있다.

<표 4-3> FREMP 참여 정부기관 및 역할(1994년 현재)

71) 이 하구관리계획은 정책적인 측면에서 보면 가능한 범위에서 만의 환경을 유지 및 증진시키고 규제에 관한 원칙과 목표를 제공하며, 전략적 관점에서는 보전 목적, 투자, 이익 및 세부활동을 연계시키는 토대를 제공하는데 그 의미가 있음. 또한 이행계획으로서는 프로그램의 목표 및 활동계획, 관리 방안(토지용도 지정, 서식지 보상기준, 분쟁해결 과정), 업계 관련자 및 시민 등의 참여기회 보장에 관한 내용을 단계별로 제공하여 프레이저만 관리계획을 최적의 상태로 유지하는 기능을 담당하고 있음. 이행의 측면에서 보면 관리계획은 EMP를 모니터링 및 평가하고 성공적인 사례를 발굴하여 권장할 수 있는 방안을 추가하며, 변화가 필요한 지역을 확정하고, 미래에 이용될 예상 수요에 대처할 수 있고, 사회·환경·경제적인 변화 여건을 반영할 수 있는 방안을 강구하는데 그 의미가 있음.

정부기관		관할권 영역				
		수질	오수처리	토지이용	용수이용	서식처보호
연방정부기관	수산해양부	■				■
	환경부	■	■			■
	프레이저강 항만위원회			■	■	
	북 프레이저 항만위원회			■	■	
	공익 근로부				■	
	운송부			■	■	
	연안보호과				■	
	벤쿠버 국제공항 관리기구			■		
	벤쿠버 해운협회			■	■	
주정부기관	농수산식품국	■	■			
	농지위원회		■	■		
	환경토지공원국	벤쿠버 토지과		■		
		환경보호과		■		
		수산 및 야생동물실				■
		수질관리과		■	■	
	보건국 보건과	■	■	■		
	중소기업·여행·문화국 문화유산 보전과				■	■
	운송도로국				■	
지방정부	그레이트 벤쿠버 지역지구(GVRD)	■	■	■	■	
	지자체	■		■	■	■
지역주민				■		■

자료: 해양수산부(2001e)



[그림 4-1] FREMP 체계 (해양수산부, 2001e)

3. 호주의 더웬트 하구관리프로그램

가. 개 요

호주는 연방정부 차원에서 하구역 관리에 특화된 법제도가 존재하고 있지 않으나 하구환경 관련법제도의 통합운동을 통해 하구역관리 정책을 시행하고 있다⁷²⁾. 따라서 연방정부 차원에서 직접적으로 하구환경관리 제도를 운영하고 있지는 않으나 일종의 연안관리계획인 연안·해양 관리계획수립프로그램(Coastal and Marine Planning Program)에 하구환경도 포함되므로 이를 통해 주정부를 지원할 수 있다⁷³⁾. 또한 최근 하구환경관리의 중요성이 인식되면서 하구환경관리 및 정책지원을 목적으로 연안·하구·수로 연구센터(Cooperative Research Center for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management)를 설립하였다⁷⁴⁾.

실질적인 하구관리프로그램은 연안·해양 관리계획수립프로그램에 기초하여 주정부 차원에서 유역통합관리(Integrated Catchment Management) 및 연안통합관리(Coastal Policy)와 연계되어 운영되고 있으며, 주정부마다 현안문제 및 지역여건이 크게 다르기 때문에 하구환경관리체제 또한 지역마다 상이한 특성을 보인다. 따라서 여기서는 뉴사우스웨일스주의 하구환경관리정책을 통해 일반적인 주정부 차원의 하구환경관리 체제를 살펴보고 구체적으로 타스마니아주의 더웬트하구프로그램의 사례를 분석해보기로 하겠다.

72) 하구환경관리에 관련되는 호주의 연방기관 및 CNPP 이외 연방정부 차원의 관리정책 및 제도에 대한 구체적인 내용은 [부록 4-5] 참조

73) 연방정부의 연안·해양 관리계획수립프로그램(CMPP, Coastal and Marine Planning Program)은 호주 환경부(Environment Australia)가 주관하여 시행하고 있는 사업으로, 지방정부와 주정부가 연안과 해양관리 관련 계획수립시 정책적·행정적·재정적 지원을 통해 관리계획의 수준을 제고할 목적으로 마련되었음. 이는 미국의 하구프로그램(National Estuary Program)과 유사한 체제를 가지고 있지만 하구프로그램과는 달리 직접적으로 하구환경 보전 및 개선에 목적을 두고 있지는 않음. 현재 호주 연방정부 차원에서 하구역관리와 직접적 연관성이 높은 프로그램인 CMPP는 전국 36개 지역을 대상으로 관리계획이 수립·시행되고 있으며, 연안자연환경이 발달한 뉴사우스웨일스주에 가장 많은 관리계획(10개)이 수립·시행되고 있음.
(<http://www.environment.gov.au/marine/planning/projects/index.html>)

74) 이 센터는 하구관리 지침서 (Australia Estuaries; A framework for management - A guide for estuary managers and the community) 개발하였는데, 아직 국가정책으로 입안되지는 않은 상태임.

나. 뉴사우스웨일즈주의 하구환경관리 체제

뉴사우스웨일즈 주정부(이하 'NSW')는 1992년 10월 연안하구역 생태계의 회복·복원과 지속적 이용을 위해 하구역관리정책(Estuary Management Policy)을 수립하였고, 관리 실효성 제고를 위해 관리지침(Estuary Management Manual)을 마련하였다. 하구역관리프로그램(the Estuary Management Program)은 지방정부가 주정부의 하구역관리정책(the Estuary Management Policy)에서 제시된 하구역관리 기본원칙과 전략의 성공적 이행을 지원하기 위해 1992년 마련되었다. 현재 25개의 하구역이 주정부 관리정책에 의거 관리계획이 수립되어 관리되고 있으며, 76개의 지역공동체가 동계획의 수립과 시행을 위한 추진위원회를 구성·운영하고 있다. 주정부는 연간 1억6천5백만달러의 예산을 매년 집행함으로써 지방정부 하구역관리를 실효적으로 지원하고 있다.

주정부의 개별 하구역 관리를 위한 관리계획은 '하구역관리정책'과 1997년에 마련된 NSW 연안관리정책(Coastal Policy)을 토대로 수립된다. 이와 함께 NSW 주정부는 하구역관리의 실효성을 제고하기 위해 하구관리정책(Estuary Management Policy), NSW 하천·하구역관리정책(NSW Rivers and Estuaries Policy) 및 유역종합관리대책(Total Catchment Management)과의 유기적 연관성을 유지하도록 하고 있다. 관리계획의 수립은 NSW 토지·수질보전부(the Department of Land and Water Conservation, DLWC)가 주관하는 하구역관리의 최종단계로서, 과학적 조사자료의 종합적 분석과 지역공동체의 참여를 통해 이루어진다. 하구역 관리 지침서에 따르면 하구역관리는 [그림 4-2]와 같은 8단계의 과정을 거쳐 수행하도록 되어 있다.

다. 더웬트하구의 환경현안

더웬트하구는 호주 타스마니아주의 남부지역에 위치하는 만으로, 타스마니아주 인구의 40%를 차지하고 있으며 레저의 질 저하, 해양기인 질병증가, 수산식품 안전 문제, 연안 습지 생태계 파괴, 멸종 위기의 생물종 관리, 폐기물 관리(해변 쓰레기), 용수부족, 적조 등의 환경문제가 현안이 되고 있다. 그러나 환경관리 업무의 비효율성 및 각 기관(구)의 업무 및 제도의 중복성, 이로 인한 정책결정 과정의 혼선으로 인해 효과적인 관리가 이뤄지지 못하고 있다는 비판이 제기되어 더웬트 하구관리계획이 수립되었다.



[그림 4-2] 호주 NSW 하구역 관리정책 시행전략

계획의 목적은 연방정부, 주정부, 지방정부 등의 공동참여 하에 더웬트만의 환경 현안을 지역사회 중심으로 해결하되 생태적 가치보호 및 수질개선 등의 환경문제 뿐만 아니라 경제적인 측면에서 지속가능한 개발을 담보하는데 있다. 이를 위해 하구 관리계획은 다음과 같은 구체적인 목표를 설정하였다.

- 1) 만의 가치, 이용현황, 자연적인 해황 및 관리기구에 대한 전반적인 재검토
- 2) 주정부의 '통합자원관리·계획체제(Integrated Resource Management and Planning System, 이하 PMPS)' 및 수질관리정책의 기본 내용과 더웬트 하구

관리계획 목표와의 조화

- 3) 주정부의 수질관리정책에서 제안된 더웬트 만의 사회경제적인 이용현황 및 가치(PEVs)를 재평가하고, 동 평가에 근거하여 적절한 이용행위 규제안을 마련

이러한 목표를 달성하기 위해 <표 4-4>와 같이 2년에 걸쳐 단계적으로 하구환경 관리계획을 수립하였다.

<표 4-4> 하구환경관리프로그램의 추진과정

단 계	활 동
I. 사업착수 (98/11~99/4)	<ul style="list-style-type: none"> - 운영위원회 및 기술자문위원회 구성 - 세부 시행계획 준비, 자료 및 정보교환 체계 개발
II. 실태조사 (99/5~99/10)	<ul style="list-style-type: none"> - 자연환경, 이용현황 조사·분석, - 환경관리현안 도출 및 관리 우선 순위 선정을 위한 평가 - 포럼을 통한 연구조사자료에 대한 검토와 자문 - 관리체계 및 조직기구에 대한 전반적인 재평가 - 수질관리계획의 실행지원을 위한 환경보호관리지침 및 규제 사항 마련 - 시민참여 제고를 위해 자료와 정보의 공개 강화
III. 비전, 전략개발 (99/11~00/11)	<ul style="list-style-type: none"> - 비전, 목표, 추진전략 및 세부시행계획 수립 - 공무원, 지역이해당사자가 참여하는 포럼을 통해 우선순위, 시행을 위한 합의 도출 - 수립된 비전 및 전략개발 관련 보고서 공개 및 회람
IV. 관리체계 구축 (00/6~00/12)	<ul style="list-style-type: none"> - 제시된 공동목표, 전략 및 관리조직 기구를 출범 - 관리조직기구가 처리해야 할 현안을 설정 - 세부시행계획(모니터링 포함) 및 일반계획에 대한 재검토
V. 실행방안 도출 (00/8~00/10)	<ul style="list-style-type: none"> - 도출된 관리 우선순위에 따른 세부 실행방안의 재심 - 세부실행계획에 대한 참여기관간 합의도출 추진

라. 관리체계 및 역할

더웬트 하구프로그램은 해역환경·자원관리에서 있어서 정부간 공동책임제를 강조하는 것과 함께, 지역공동체의 책임을 강조하고 있는 등 각 관련주체의 역할을 재

평가함으로써 관련제도에 의거하여 책임범위와 역할을 공식적으로 부여한다는데 특징이 있다.

하구프로그램은 운영위원회와 기술자문위원회를 두어 프로그램의 원활한 추진과 시행을 지원하고 있는데, 운영위원회는 일차산업·수질환경부(DPIWE) 장관, 6개의 지자체 의회대표(호바트시, 글레노치시, 킹브로우시, 클러렌스시, 브리톤, 더웬트벨리)로 구성되며, 기술자문위원회는 주정부 및 지방정부, 산업체, 기타 이해당사자의 대표로 구성된 실무그룹이다. 운영위원회는 정책의 개발·결정, 각 부분(민간 부문, 다른 정부부처의 기관)의 참여 확대 및 세부 시행계획의 마련 및 조정 등을 통해 목표달성에 중추적인 역할을 수행하며, 기술자문위원회는 이에 필요한 전문적인 자료 및 의견을 제공한다.

이 하구환경관리계획은 주정부의 통합자원관리·계획체제(RMPS)가 자원 및 환경 관리에 모든 이해당사자 그룹의 참여를 강조하고 있음에도 불구하고 특정사안(예, 더웬트만)에 대한 공동관리를 실현하는 체제를 제공하지 못한다는 점에서 그 의미가 크다. 즉, 더웬트 하구환경관리프로그램은 정부와 관리위원회간의 최초의 공식적인 협력관계를 반영하고 있으며, 특히 더웬트하구라는 특정현안에 적절하게 대응할 수 있는 체계를 갖추고 있어 실질적인 문제해결에 적합하다는 것이다.

4. 영국의 템즈하구프로그램

가. 개 요

영국의 하구역 관리정책은 법적인 구속력을 가지지 않은 비법정 체제로 특징지을 수 있다. 영국하원 특별위원회는 1992년 "연안지역 보호 및 계획(Coastal Zone Protection and Planning)" 보고서에서 연안지역에 영향을 미치는 다양한 이해상충 문제들을 해결하기 위해서는 비법정 관리계획이 바람직하다는 결론을 내렸다. 이에 따라 영국 환경부는 계획정책지침(Planning Policy Guidance Note 20(PPG 20) Coastal Planning)을 통해 연안지역의 통합관리⁷⁵⁾, 주요하구에 대한 비법정 연안관리 계획의 수립, 하구관리계획의 수립 및 시행에 지방정부가 주도적인 역할을 담당하도

75) 이 보고서는 또한 영국 연안계획과 관리에 있어서 문제점들을 지적하고 있는데, 육상과 바다로 관리책임의 이분화가 되어 통합적인 계획수립과 관리에 걸림돌로 작용한다고 지적하였음. 영국의 하구관리와 관련된 이해당사자, 역할, 제도 등에 대한 구체적인 내용은 [부록 4-6]을 참조 바람.

록 권고하였다. 또한 1992년 리우 지구정상회담이후 영국정부가 작성한 생물다양성 영국국가 계획은 영국내의 하구의 중요성을 인식하고 27개의 하구에 대한 관리계획의 수립을 권고하였다.

1992년 환경부가 English Nature에 25,000파운드의 기금을 제공하여 통합하구관리 계획을 준비하도록 하였으며, English Nature는 “영국하구의 지속가능한 이용을 위한 전략(Strategy for the Sustainable Use of England's Estuaries)” 및 “하구관리계획-조정자를 위한 안내서(Estuary Management Plan- A Coordinator's Guide)”을 마련하고 이를 참고로 지역별로 하구환경관리계획을 수립하도록 하였다. 템즈하구관리프로그램은 English Nature가 1993년 영국정부의 재정지원을 받아 지원한 37개 하구역 관리프로그램 수립계획중의 하나로 1993년 출발하였다.

나. 템즈하구의 환경현안

템즈강 하구는 세계에서 가장 잘 알려진 하구중의 하나이다. 이 지역은 영국에서 상업활동이 가장 활발한 곳으로, 템즈강 하구 유역에는 약 1200만명의 인구가 거주하고 있다. 템즈강 유역은 또한 세계적으로 중요한 야생생물 서식지로, 템즈강 하구에는 114종의 어류가 서식하고 있고 300,000마리가 넘는 조류가 하구 주변의 갯벌과 습지를 월동장소로 이용하고 있다.

템즈강 하구에 대한 이용수요가 증가함에 따라 서로 다른 이용행위들간의 충돌이 장기적인 관점에서 하구환경에 악영향을 미칠 것이라는 우려가 확산되었다. 템즈강 하구역은 공간과 자원에 대한 수요가 영국내의 다른 어떤 지역보다도 강한 지역중의 하나이다. 따라서 템즈강 하구를 미래세대들까지도 향유할 수 있도록 지속가능한 이용을 보장하는 하구환경자원의 관리 필요성이 제기되었으며 이를 해결하기 위한 추진체로서 템즈하구협의체(Thames Estuary Partnership, TEP)가 결성되었다.

다. TEP 구조 및 역할

템즈하구 관리프로그램의 관리구조는 연례포럼, 운영위원회, 실무위원회로 구성되어 있다 (그림 4-3). 템즈강 하구역 연례포럼은 템즈강 하구역의 환경과 관련된 주요 문제들과 하구역의 환경보전 및 개선과 관련된 사업의 진행사항에 대한 토론의 장을 제공하는데, 템즈강 하구역에 관심있는 사람이라면 누구든 연례포럼에 참여할 수 있도록 하고 있다 (TEP, 1999).



[그림 4-3] 템즈하구 관리 체계

템즈강 하구역 관리프로그램의 운영은 다양한 이해당사자들로 구성된 운영위원회에서 담당하고 있는데, 현재 15개의 기관이 운영위원회에 참여하고 있다⁷⁶⁾. 템즈강 하구역 관리프로그램의 실무적인 사항은 5~6명의 운영위원으로 구성된 실무위원회를 통해 이루어진다. 실무위원회는 템즈강 하구역에 관련된 단기적인 문제들과 템즈강 하구역 관리프로그램의 지원과 운영방향에 대한 조정 역할을 수행한다.

템즈강 하구역 관리프로그램의 조정기구는 런던대학(University College of London)에 설치되어 있는데, 이는 관리프로그램을 활성화하고 템즈강 하구역 관리지침(Management Guidance for the Thames Estuary)의 실행에 있어서 중립적인 입장을 견지할 수 있는 기관이기 때문이다.

TEP의 운영은 기본적으로 다양한 이해당사자들의 자발적인 참여에 기초하는데 각 관련 당사자의 역할을 정리하면 <표 4-5>와 같다.

<표 4-5> 템즈강 하구역 관리에서 관련당사자의 역할

76) Environment Agency, English Nature, Port of London Authority, Thames Water, Kent County Council, Kent Essex Sea Fisheries, Thames Gateway, Sport England, South East England Tourist Board, PLA, Planning for Greater London, Essex County Council(Planning), Whitecliff Properties, Mobile, Gravesham Brough Council

구분	역할
국가기관	<ul style="list-style-type: none"> - 템즈강하구와 관련된 문제들이 정책에 반영될 수 있도록 보장 - 국가 및 지역정책의 조정 및 통합을 위해 협력 - 실행원칙과 계획을 지역 프로그램과 사업계획에 반영 - 실행계획을 위한 프로젝트에 예산지원 - 템즈강 하구와 관련된 조언 및 자료제공 - 관련된 활동그룹에 적극 참여
지방사회	<ul style="list-style-type: none"> - 실행계획을 위한 프로젝트에 참여 - 정보교환을 위한 대화의 장 조성 - 템즈강 하구 보전을 위한 프로젝트 수행 - 템즈강 하구포럼에 참여
민간부문	<ul style="list-style-type: none"> - 각자의 사업계획에 템즈강하구관리 실행원칙 반영 - 실행계획을 위한 프로젝트 지원 - 하구와 관련된 조언 및 자료 제공 - 관련된 활동그룹에 적극 참여 - 템즈강 하구포럼에 참여
시민단체	<ul style="list-style-type: none"> - 사업프로그램에 실행원칙 및 계획 반영 - 특정 프로젝트를 위한 외부지원 요청 - 구체적인 행동을 통해 하구 보전과 관리 참여 - 관련된 활동그룹에 적극 참여 - 템즈강 하구포럼에 참여

라. 템즈하구 관리프로그램

TEP는 참여자와의 공동작업을 통해 템즈하구 관리를 위한 관리지침을 작성하였다. 이 템즈하구 관리지침은 법적인 구속력이 없으며 따라서 지침의 이행을 위해서는 국가기관, 지방정부, 민간부문, 시민단체, 지역사회를 포함하는 모든 부분의 자발적인 참여가 필수적으로 요구된다. TEP는 한정된 자원이 템즈하구의 효율적인 관리에 사용될 수 있도록 조정역할을 담당한다. 이를 위해 TEP는 1) 하구역에 관련된 사업의 진행상황 점검, 2) 특정한 문제와 사업에 있어서 활동그룹의 활동 장려, 3) 이해관계의 조정이 필요한 경우에는 특별 그룹 조직, 4) 실행계획에서 도출된 사업을 위해 연구포럼 설립, 5) 자원 조달, 6) 국가기관, 지방정부, 지역사회, 민간부문 등이 적

극적인 역할을 수행하도록 고무하는 등의 역할을 수행한다.

템즈하구 관리지침은 관리전략, 실행원칙, 실행계획의 3부분으로 구성되어 있다. 관리전략의 주요 목적은 1) 템즈강 하구관리의 주요 의제 검토, 2) 하구의 미래환경을 보장하는데 있어서 고려되어야 할 문제와 이의 해결을 위한 수단 도출, 3) 이러한 의제들을 다루기 위한 실행원칙의 제시 등이다. 실행원칙은 관리전략에서 도출된 의제들을 다루는데 있어서 필요한 원칙들을 13개 주제로 나누어 총 101가지 원칙들을 제시하고 있으며, 실행계획은 실행원칙의 달성에 필요한 132가지의 프로젝트를 담고 있다⁷⁷⁾.

한편 템즈하구 관리지침은 통합적인 관점에서 하구환경관리를 효과적으로 수행할 수 있는 방법을 제시하고 있지만 실제적인 지침의 이행은 기존의 법정기관에 의해 수행된다. 따라서 템즈하구 관리지침은 개발단계부터 관련법정계획, 즉 지역환경기관계획(Local Environment Agency Plans), 지역의제21(Local Agenda 21)과 밀접한 연관관계를 가지며 각 계획의 일관성을 유지할 수 있도록 수립되었다.

5. 일본의 氣仙沼灣(大川河口) 관리계획

가. 개요

일본의 하구환경관리체제는 우리나라와 크게 다르지 않다. 하구환경문제를 별도로 다루는 법정프로그램은 없으며 필요한 경우 하구지역의 현안에 따른 하구환경관리를 시행하고 있을 따름이다. 단지, 최근 하구의 환경문제가 사안별·지역적 대책 위주의 관리정책으로 대체하기에는 한계가 있으며 유역관리에 기반한 접근이 필요하다는 공감대가 확대되고 있다.

아직까지 일본의 유역관리는 비교적 소유역에 대해 시범적으로 적용되고 있으며 대유역에 대해서는 개념만 도입된 단계로 볼 수 있다. 즉 유역관리는 기본적으로 유역을 하나의 단위로 간주하여야 하나 일부 조정 및 협력기능의 강화경향을 제외하면 여전히 하구환경관리를 포함한 유역의 많은 환경문제들은 행정단위별로 분화된 관리

⁷⁷⁾ 이에 대한 구체적인 내용은 TEP(1999, 2000) 참조

체제에 의해 해결되고 있다. 그러나 최근 여러 행정기관에 분산되어 수행되고 있는 대책들을 유역 단위로 조정 및 통합하려는 노력이 일부 시도되고 있다. 대표적으로 宮城縣의 氣仙沼灣과 大川, 山梨縣과 神奈川縣의 桂川과 相模川 등이 있는데, 여기서는 하구 관리의 예로서 氣仙沼灣(大川河口) 사례를 살펴보기로 하겠다.

나. 氣仙沼灣(大川河口) 관리계획⁷⁸⁾

宮城縣의 氣仙沼灣은 리아스식 해안이면서 적당한 수심으로 비교적 양식업이 양호한 항만이였다. 이 어장의 가치는 氣仙沼灣으로 흘러드는 大川에 기인하는데, 大川 하구의 삼각주는 최고 품질의 양식지로 유명하다. 이처럼 우수한 품질을 자랑하던 氣仙沼灣 해초양식장이 오염되기 시작한 것은 氣仙沼灣으로 흘러드는 대천의 하구 간사지가 매립, 콘크리트화 되어 하천의 수량이 감소했기 때문으로 나타났다. 따라서 하천을 복구하기 위한 식목활동의 시작으로 산림, 강, 바다를 일련의 생태계로 인식하는 유역권에 대한 인식의 필요성이 제기되었다.

유역권 관리 측면에서의 통합관리정책의 일환으로 1977년 ‘제3차 국토종합개발계획’에서부터 1998년 ‘21세기의 국토 그랜드 디자인(Grand Design)’에 이르기까지 유역권이 정주권의 하나로 제창되었다. 특히 ‘21세기의 국토 그랜드 디자인(Grand Design)’에서는 유역권에 착안한 국토의 보전과 관리를 위한 종합적인 시책 전개의 필요성이 제기되었다. 이러한 인식 하에 1998년 11월, ‘전국 수자원 계획(Water Plan 21)’이 발표되었다. 이는 건전한 물 순환계를 확립하기 위해서는 유역권과 수계를 단위로 수자원의 개발과 이용에 관한 장기적인 방향을 설정하고, 유역의 물 순환에 핵심인 국토보전과 지역환경의 보전 및 개발계획도 종합적인 관점에서 고려해야 한다는 점을 강조했다. 또한 ‘유역 물 순환 건전화 프로그램⁷⁹⁾’을 새롭게 추진하고 있는데, 이는 하천유역을 중심으로 이수와 치수, 자연환경과 생태계 보전 등 물의 기능이 손실되지 않도록 물 순환에 관한 각종 균형과 지속가능성을 확보하기 위해 수원지역 대책의 추진 등 유역권 협력방안과 관계기관 등이 연대하는 모델 유역권 조사 등을 추진하고 있다. 이 외에도 산림계획을 개정해 158개 유역단위로 편성하도록 산림법을 개정하였다. 산림을 관리하는 합리적인 지역단위인 유역단위를 기본으로 하여 유

78) 본 사례는 이창희 등(1999)에서 발췌하였음

79) 자세한 내용은 日本, 國土廳 長官官房水資源部, 健全な水環境系の構築を目指して, 人と國土(1999)를 참조.

역 내의 市町村, 산림, 임업, 목재산업 관계자 등 다양한 관계자의 협의 하에 임업 및 임산업의 활성화를 도모하도록 한다. 또한 산림의 제 기능을 유지 및 향상시킬 수 있도록 각 유역 특성에 따라 민유림과 국유림을 적절히 정비하고 있다.

제 3 절 외국 하구환경관리의 시사점

1. 하구환경 관리에 대한 통합적 접근

이상의 외국사례에서 살펴본 바와 같이 하구환경은 다른 생태계에 비해 비교적 최근에 집중적인 관리의 대상이 되었으며 하구환경에 대한 인식은 여전히 각 국가의 자연적인 여건, 경제적 상황, 사회문화적 배경 등에 따라 다르게 나타남을 알 수 있다. 따라서, 하구환경보전을 위한 정책 및 관리의 수준, 하구환경보전을 위한 접근방법, 하구환경관리 체제에서 상이점과 공통점을 보이고 있는데 이러한 사례가 시사하는 바를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 하구프로그램은 하구가 유역의 최하단부에 위치하고 있으며, 하구이용과 관련하여 많은 이해상충이 존재하고, 환경관리체제가 분화되어 있어 일관적으로 다양한 환경문제를 다루기 어렵다는 인식을 바탕으로 유역관리체제를 택하고 있다는 사실이다. 호주 더웬트만처럼 유역의 오염원관리 미흡이 수질악화의 원인이 되어 하구이용에 장애가 되고, 일본의 氣仙沼灣처럼 大川の 간사지 매립 및 콘크리트화로 인한 하천유량의 감소가 해조류 양식에 악영향을 끼치는 등의 예는 하구환경관리가 적어도 하구와 연결된 유역을 관리단위로 보아야함을 시사한다. 유역관리의 핵심은 지리적으로 유역전체를 하나의 관리단위로 보는 것이며, 이러한 관점에서 외국의 환경관리프로그램은 공통적으로 하구를 하나의 관리단위로 보아 관리하고 있다.

둘째, 최근의 환경관리는 물, 대기, 토양, 폐기물, 퇴적물 등의 매체별 관리에서 이들 매체간의 유기적 연관관계 및 상호작용을 고려한 방향으로 전개되고 있다. 즉 전통적인 현안이 되고 있는 하구의 수질, 서식지 문제뿐만 아니라 대기질, 폐기물(수상쓰레기문제 포함), 해안침식, 하구퇴적물 준설 등 하구환경과 연관되는 문제를 통합적인 관점에서 해결하고자 한다는 것이다. 그러나, 하구환경에 있어 아직까지는 이들 매체간의 유기적 연결성과 상호작용에 대한 연구가 충분하지 않은 실정이다. 예

를 들면 영국 템즈하구의 관리전략 및 관리방안은 물리적으로 수질, 대기질, 서식지, 폐기물 등을 포함한 12개 연관문제를 종합적으로 다루고는 있지만 아직 통합적 관점에서의 접근은 미흡한 실정으로 볼 수 있다.

셋째, 앞 절에서 외국의 사례를 법정 환경관리프로그램과 비법정 환경관리프로그램으로 구분하여 제시했지만 모든 프로그램의 공통적인 특징은 정책과정상의 통합성을 제고하는 방향의 소프트웨어적인 접근을 하고 있다는 점이다. 단지 차이점이 있다면 미국의 하구프로그램은 하구관리협회의 구성 및 재정지원 등 환경관리계획 추진의 핵심적인 사항을 별도의 법에 의해 규정하고 있는 반면, 영국은 기존의 환경관리체제를 근간으로 민간조종자를 중심으로 통합적 관점에서 하구의 문제를 바라보고 이를 해결하는 과정 및 절차에 중점을 두고 있다는 것이다.

2. 개발과 환경보전의 균형 및 조화

통합적 관점에서의 하구환경관리는 개발과 환경보전의 조화를 찾는데 그 근본적인 목적이 있으며 이와 관련하여 제시된 시사점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 미국의 경우 하구환경프로그램의 주안점은 각 프로그램이 가지는 고유의 목적 즉, 하구보호, 하구환경질 개선, 훼손된 하구의 복원 등에 두고 있다. 개발과 환경의 조화는 기본적으로 환경정책적인 큰 틀에서 다루고 있으며 이러한 관점에서 보면 보호가치가 있는 하구는 확실히 보호하고, 개발이 불가피한 하구는 환경질 개선에 초점을 맞추는 등 목적별 관리를 하고 있다고 볼 수 있다. 실행계획적 측면에서는 하구별 환경관리계획의 수립과정에서 하구관리협회의 공식적인 대화 창구를 이용해 개발과 보전의 적정수준을 도출한다고 볼 수 있다.

둘째, 캐나다의 사례를 보면 정책적 측면에서는 가능한 범위에서 만의 환경을 유지 및 증진시키며 인간 활동 규제에 관한 원칙과 목표를 제공하는 선에서 개발과 환경의 접점을 찾고 있다. 한편, 실행계획적 측면에서 하구환경프로그램이 개발과 관련된 근본적인 현안(토지용도 지정⁸⁰⁾, 서식처 보상 기준, 분쟁 해결 과정)에도 사업가와 시민 등 이해당사자의 참여를 보장하여 관리계획의 시행을 담보하려 하고 있다.

셋째, 영국의 템즈하구관리의 사례에서 보면 하구환경질을 훼손하지 않는 범위에

80) 본문에서는 언급되지 않았으나 '용도지역 지정제'를 도입하여 프레이저 하구 이용 계획에 대한 이해상충 조정을 전담하도록 하고, 주무기관 설치를 통해 만·하구의 자원 및 환경관리의 기본 운영 지침을 마련·시행하였음

서 최대한 하구의 개발과 이용을 장려하고 있다. 즉, 하구에 포함된 가치 있는 서식지 및 야생생물은 보호구역지정을 통해 보호되며 이 보호목적을 저해하지 않는 범위에서 도로, 철도, 항만 건설 등의 개발을 장려하고 있다. 즉, 하구환경관리의 목적이 하구환경의 조화로운 이용에 주안점을 두고 있다.

3. 보호구역의 지정 및 관리계획 수립·시행

하구환경보전을 위해 보호구역의 지정, 하구환경개선프로그램 운영, 하구복원 프로그램의 운영 등 다양한 수단들이 동원되고 있으나 그 구체적인 방법론은 각국의 여건에 따라 다르게 나타나고 있다. 이와 관련된 시사점을 외국사례로부터 정리하면 다음과 같다.

첫째, 호주, 영국, 일본, 캐나다 등은 우리나라와 같이 하구보호구역을 별도로 지정하지 않고 기존의 자연환경보호구역 제도를 이용하여 하구환경을 보호하는 반면, 미국은 이와 더불어 특별히 하구를 대상으로 별도의 보호구역지정 프로그램을 운영하고 있다. 하구환경보호의 측면에서 보면 미국의 접근이 효과적이고 타당하다고 판단되나 이는 국토가 넓고 자연자원이 풍부한 여건이 뒷받침하고 있어 가능한 것이라 보인다.

둘째, 영국의 경우 비록 국토가 넓지 않고 역사적으로 하구지역이 매립 등의 목적으로 많이 훼손되기는 하였으나 각종 자연환경보호 관련법에 의해 여러 하구의 서식지, 문화유산이 보호지역으로 지정되어 관리되고 있다. 이 경우 미국과 같이 별도의 하구보호구역을 지정 관리하지 않더라도 이미 하구 내에 지정된 다른 보호구역들을 유기적으로 연결하고 효율적으로 관리한다면 하구환경 전체를 보호하고자 하는 소기의 목적을 달성할 수 있을 것으로 보인다.

셋째, 공통적으로 하구환경의 개선을 위해 하구환경관리프로그램을 운영하고 있다. 물론 환경관리프로그램은 하구 전체유역을 하나의 단위로 보고 있고 수질 등의 일부 문제만 다루는 것이 아니라 다양한 환경문제와 하구개발에 대한 내용을 통합적으로 다루고 있으나 통합의 수준은 각 하구프로그램의 목적, 접근방법, 관리체제에 따라 매우 상이하다.

4. 이해당사자의 참여 및 이해상충 조정

사례를 통해본 하구환경관리체제의 공통점은 다양한 이해당사자의 참여를 보장하

고, 합의를 도출해 낼 수 있는 논의구조와 절차를 지역실정에 적합하게 개발하고 있다는 것이며 이를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 미국은 환경관리 대상이 되는 하구지역의 선정 및 관리계획의 수립을 위한 초기단계부터 이행을 담당하는 주정부와 연방환경의 책임을 지고 있는 연방기관과의 긴밀한 협의가 지속적으로 이루어지도록 법적인 진행과정을 규정하고 있다. 또한, 하구프로그램, 하구연구보전시스템, 하구복원프로그램에 의한 관리계획의 수립, 시행, 모니터링에 소요되는 예산의 재원과 조달방법을 규정함으로써 환경관리계획의 시행을 담보하고 있다.

둘째, 비법정 하구관리프로그램은 이해당사자의 다양한 활동보장, 논의의 활성화, 참여의 제고를 통한 새로운 관리체제 구축에 노력하고 있다는 사실이다. 이는 계획의 수립단계부터 비전, 목적, 목표를 공유하고 이를 달성하기 위한 방법론에 이르기까지 포괄적인 합의를 도출함으로써 이해당사자간 신뢰 회복 및 지역사회 공동목표 달성을 위한 이해당사자의 참여를 제고하고 있다.

셋째, 환경관리체제의 공통점은 환경관리에 영향을 미치는 각종 법·제도 및 분화되고 한편으로는 중복된 중앙 및 지방정부의 주무부서간 업무와 각 규제법령간 혹은 정책결정과정간 상충을 해결하는데 주안점을 두고 있다. 제시된 사례에서는 각 국가의 환경관리체제가 상이하므로 전형적인 접근방법을 도출하기는 어려우나 하구환경관리체제 확립에 있어 주목할 점은 하구환경관리를 위해 새로운 관리조직의 구성보다는 기존의 관리구조와 제도를 효율적으로 적용할 수 있는 방법을 도출했다는 데 있다.

5. 하구관리기반의 구축

성공적인 하구환경관리계획의 수립 및 시행에 있어 주요 걸림돌은 하구에 대한 이해의 부족이다. 이에 대한 대응방안을 각국의 사례로부터 정리하면 다음과 같다.

첫째, 미국, 영국, 캐나다, 호주 등 선진국의 하구환경관리프로그램은 모두 현재 우리가 가지고 있는 하구에 대한 이해의 폭이 매우 한정되어 있다는 것을 인정하고 기초조사, 연구 및 모니터링을 강조하고 있다. 미국 하구프로그램이나 하구연구보전시스템은 조사 및 연구에 대한 필요성을 명문화하고 있으며 영국, 호주 등은 하구프로그램의 개발을 위해 전국적인 하구조사 및 현황평가 작업을 수행하였다.

둘째, 미국의 하구보호구역의 설정에 있어서는 생태적 가치뿐만 아니라 지역적인

안배까지 고려하고 있다. 이는 국토의 면적이 매우 크고 지역에 따라 다양한 하구생태계가 존재한다는 측면도 있으나 하구와 같이 가치 있는 자연환경을 공평하게 누려야 한다는 개념을 반영한 것으로 볼 수 있다.

셋째, 하구프로그램의 공통적인 특징중의 하나는 하구환경에 대한 교육·홍보와 시민참여 프로그램의 개발과 운영을 강조하고 있다는 점이다. 이는 하구환경문제를 해결하기 위해서는 하구환경에 대한 일반시민의 인식이 전제되어야 하며 성공적인 환경관리계획의 수립과 시행에 있어 일반시민의 참여와 협조가 필수적이기 때문이다.

제 5 장

하구 및 석호 환경관리 기본방안

제1절 하구환경관리 기본방안

1. 비전 및 관리원칙

가. 비전

하구는 바닷물과 강물이 혼합되는 역동적인 환경이며, 다양한 서식지가 혼재하는 종합적인 생태계로 생물다양성의 보고이며, 다양한 상업적 목적으로 이용될 수 있는 심미적 가치를 가진 풍요로운 환경이다. 그러나 관리체제의 부재, 선점식 이용·개발로 인해 환경이 악화되었으며, 생태계 훼손이 가속화되고 있는 실정이다. 특히 기존에 건설되었던 낙동강, 금강, 영산강 하구언과 한강의 수중보 등은 하천상류로의 해수유동을 막아 자연하구의 특성을 근본적으로 훼손시켰으며, 현재 추진되고 있는 새만금 사업은 하구환경을 사라지게 하는 유래를 찾아보기 힘든 대표적인 사례로 볼 수 있다.

불행하게도 우리의 후손들은 어느 하구를 가든지 볼 수 있는 콘크리트와 육중한 수문으로 구성된 하구언, 구획정리가 잘 이루어진 논, 굴뚝이 밀집된 산업단지 등이 펼쳐진 풍경들을 전형적인 하구의 모습으로 이해하게 될지도 모른다. 우리가 개발 이전에 보았던 하구는 이런 모습이 아니라 바닷물과 강물이 자연스럽게 만나 조석에 따라 상하류로 움직이는 역동적 환경, 갯벌, 습지, 하천, 바다 등 땅과 물이 만나 만들어 내는 다양한 생태계와 그 안에 서식하는 다양한 생물, 그리고 어업, 수상교통, 레저 등을 지원하여 삶을 풍요롭게 하는 터전이었던 것이다. 따라서, 향후 하구환경 정책과 관리는 이러한 하구환경이 우리에게 주는 혜택을 현세대뿐만 아니라 후세대도 지속적으로 누릴 수 있도록 **‘강과 바다가 만나 다양함과 생명력이 넘치는 풍요로운 삶의 터전 창조’**라는 비전을 가지고 추진되어야 할 것이다.

이러한 비전은 국가환경비전 및 자연정책비전과 기초를 같이하고 있다. 즉, 좁게는 ‘자연의 모든 생물과 우리 후손이 어우러져 공생하는 삶’이라는 자연정책비전의 연장선상에 있고(환경부, 2001), 넓게는 ‘자원이용을 최소화하여 자연환경을 최대한 보존하고 환경이 주는 혜택을 모두가 고루 누리는, 삶의 질이 높은 정의사회 구현’이라는 새천년 국가환경비전과 궤를 같이 하고 있다 (환경부, 2000). 이러한 국가환경비

전은 단순히 환경분야에만 국한되는 것이 아니라 SOC, 도시개발, 산업입지, 관광개발 등 국토계획 전 부문에서 환경과의 조화를 중시하고 지속가능한 국가발전을 지향하겠다는 제4차 국토건설종합계획에도 반영되어 있다 (건설교통부, 2000a). 또한 해양개발기본계획에서는 청색혁명을 통한 해양부국건설이라는 비전을 달성하기 위한 목표의 하나로 생명력 넘치는 해양국토창조를 천명한 바 있어 그 맥을 같이 하고 있다 (해양수산부, 2001c)

나. 관리원칙

하구환경관리의 비전을 달성하기 위해서는 장기적이고 치밀한 추진전략과 이를 뒷받침할 수 있는 부문별 관리계획의 수립 및 이행이 필요하다. 이를 지속적이고 일관되게 추진하기 위해서는 제3장에서 파악된 우리나라의 하구환경관리 현황 및 문제점과 제4장에 제시된 외국의 하구환경관리 사례를 통해 볼 때 적어도 다음과 같은 4가지 기본적인 원칙에 따라 추진전략과 이행방안이 도출되어야 할 것으로 보인다.

1) 지속가능의 원칙

하구환경리를 위한 정책방향, 관리목표 및 관리방안의 수립에 있어 염두에 두어야 할 가장 기본적인 원칙은 지속가능의 원칙이라 할 수 있다. 즉, 현세대의 욕구를 충족시키기 위한 개발행위가 우리 후손의 욕구를 충족시킬 수 있는 여건, 환경, 능력을 저해하지 않는 범위에서 이루어져야 한다는 것이다. 이는 자연환경 자체에 작동하는 자체치유의 능력, 즉 자연에 가해지는 스트레스를 완충시키고 회복시킬 수 있는 능력에는 한계가 있으며 이 한계를 넘어선 개발은 재생이나 복원이 불가능한, 돌이킬 수 없는 자연자원 파괴의 원인이 된다는 인식에서 출발한다.

최근 정부에서는 이런 개념을 구현하기 위한 노력의 일환으로 정책적으로는 국가개발사업이 자연생태계의 환경용량을 초과하지 않는 범위에서 이루어질 수 있도록 대통령자문기구로 지속가능발전위원회를 구성하였으며, 규모가 매우 큰 단위국가사업에 대한 전략환경영향평가 개념을 도입하는 등 제도적 개선을 꾸준히 추진해 오고 있다. 그러나 이러한 최근의 인식변화 및 제도적인 개선에도 불구하고 최근 논란이 되었던 새만금사업의 추진과정에서 여실히 드러난 바와 같이 지속가능의 원칙은 개

발우선의 정책결정이 이루어지는 현실에 밀려 지켜지지 못하였다. 불행히도 만경강, 동진강 하구가 그 대상인 새만금사업은 개발의 정도가 과거 하천하류를 막던 하구언 공사와는 달리 하구 자체를 파괴하는 수준으로 이루어지고 있다.

물론, 새만금 사업의 추진과 관련된 정부의 최종결론은 이미 진행된 사업을 포기했을 경우 대안부재라는 현실상황과 단계적 접근을 통해 환경 악영향을 최소화할 수 있다는 입장에서 정리된 사후대책의 성격이었다. 그러나, 새만금사업에 대한 논란을 거울삼아 향후의 하구환경관리에 대한 정책은 지속가능의 원칙에 충실함으로써 새만금사업과 같은 상황이 더 이상 반복되지 않도록 해야할 것이다.

2) 동반자적 협력관리의 원칙

하구의 특성은 다양하고 복잡하다는데 있다. 하구역의 범위가 육상과 바다에 모두 걸쳐 있어 육상 및 해양환경관리의 시각지대에 있고, 지리적으로는 유역의 말단부에 위치하여 하천상류유역의 활동에 큰 영향을 받고 있다. 또한, 생태적인 특성으로 보아도 갯벌, 습지, 늪지, 수역 등 여러 생태계가 종합된 형태이며, 하구역의 이용과 관련되어 수많은 이해당사자가 존재한다.

과거 하구언의 건설이나 새만금사업의 추진을 위한 정책결정이 이루어질 당시에는 환경에 대한 인식이 매우 취약하고 개발중심의 정서가 팽배해 있어 이해당사자가 분화되어 있지 않고 이해상충이 크지 않아 정부주도의 일방적인 사업이 추진될 수 있었다. 그러나, 환경보전에 대한 인식이 확대됨에 따라 환경관리에 있어 보전과 개발이라는 근본적으로 상충되는 이해의 조화, 환경보전에 있어서도 부분간 우선순위 설정, 분화된 환경관리체제하의 기득권 유지 또는 관리의 사각화 등의 다양한 문제를 해결하기 위해서는 동반자적 인식과 협조가 반드시 필요할 것으로 보인다. 따라서 환경관리를 위한 추진체제는 이러한 다양한 문제를 해결하기 위한 이해당사자들의 관심, 참여, 협조를 제고할 수 있는 구조와 기능을 가져야 한다.

3) 생태계 중심관리의 원칙

일견 생태계중심관리의 원칙은 개발과 대립되는 개념으로 받아들여지기도 하지만 기본 철학은 지속가능의 원칙과 맥을 같이한다고 할 수 있다. 단, 지속가능의 원칙이

포괄적인 개념이라면 생태계 중심관리의 원칙은 생태계를 이루는 서식지, 생물, 인간, 물, 토양 등 다양한 구성요소 각각의 가치에 대한 평가와 이들 구성요소간의 유기적인 연관관계에 대한 이해를 바탕으로 궁극적으로는 건강한 하구생태계를 보전한다는 개념으로 이해할 수 있다.

그러나, 굳이 생태계중심관리의 원칙을 강조하는 것은 우리나라의 환경관리, 특히 하구환경관리에 있어서는 개발중심의 원칙이 철저히 적용되어 왔으며, 심지어는 육상생태계와 해양생태계 중심의 자연환경정책 및 관리에 있어서도 전이생태계로서의 하구가 독립적이고 특징적인 가치를 인정받지 못하고 있다는 현실 때문이다. 특히 우리나라 국가하천의 하구는 한강 하구 등 접근이 금지된 하구를 제외하면 하구언전설, 매립, 연안개발 등으로 인해 이미 지나치게 훼손·파괴된 실정이고, 개발압력이 상대적으로 커 정책방향이 생태계 중심으로 조속히 전환되지 않는다면 하구생태계 자체가 사라질 가능성이 매우 크다.

4) 통합관리의 원칙

상기의 원칙에 따른 관리를 위해서는 통합관리가 불가피하다. 물론 통합관리의 범위는 통합의 목적, 통합의 대상, 통합의 요소, 통합의 수준 등에 따라 크게 다르기 때문에 일괄적으로 정의하기 어렵다. 통합관리의 대상은 '해양, 담수, 유역 등 공간통합', '관련부처 및 지방자치단체간 협력관리를 실현하는 관리주체의 통합', '관리주체간 역할분담과 이용·보전·개발 행위간 조화를 추구할 수 있는 정책의 통합', '과학조사에 근거하여 하구관리를 실현하는 과학과 정책결정의 통합', '현세대와 미래세대의 이용을 고려한 시간의 통합' 등이 거론될 수 있다. 물론 여기에서는 통합의 대상을 개념적으로 구분하였지만 실제 이 모든 대상은 서로 연관성을 가지고 있으며, 하구환경관리를 위해서는 공간, 정책결정, 관리주체에 대한 통합이 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

물론 이러한 통합의 개념은 물리적으로 해당사항을 단순히 기계적으로 결합하는 종합의 개념과는 차별되어야 하며, 이런 관점에서 구성요소간, 관리대상간의 유기적인 연관관계를 고려한 통합이 가능한 메커니즘 개발이 하구환경관리에 있어 강조되어야 한다.

2. 목표 및 추진전략

가. 배 경

의제21에서 제시된 지속가능한 개발이 국가실천계획으로 수용된 후 환경부 수질 보전대책, 건설교통부 국토종합관리계획, 해양수산부의 해양한국21 등 관련 부처의 기존의 자원·환경관리 관련 국가정책은 환경 및 보호가치가 높은 생태자원의 보전을 강조하고 있다. 이는 환경관리가 과거와 같이 개발정책의 보완적 요소로 결합된 형태가 아니라 자원이용의 극대화를 위한 전략으로 관리체제에 수용되어 있음을 반영하는 것이다.

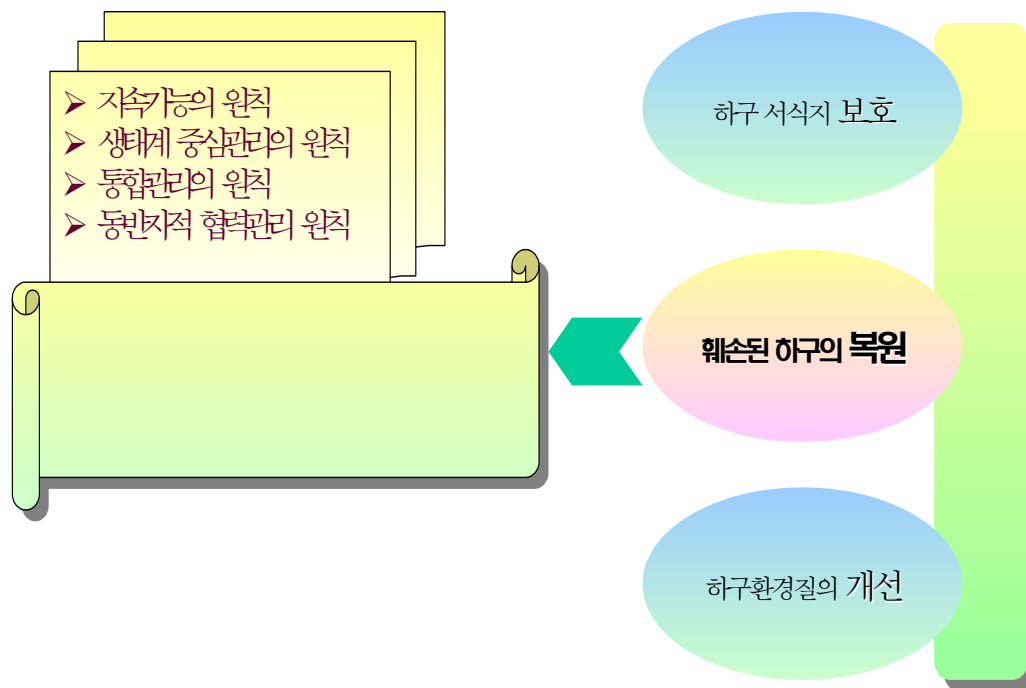
그러나 전술한 바와 같이 하구지역의 경우 관리체제의 부재, 개발중심의 이용으로 인한 수질악화 등 전통적인 환경관리의 문제점이 발생하고 있고, 기존의 관리방식이 유지되고 있다⁸¹⁾. 따라서 향후 하구환경관리는 하구에 대한 발상의 전환을 토대로, 추가적인 하구환경의 훼손을 최소화하여 하구환경을 보전하고, 서식지 및 수질 등 훼손되었거나 악화된 환경질을 개선하는데 우선순위를 두어야 할 것이다. 이를 위해서 하구를 하나의 『관리단위』로 설정하는 관리개념의 정립과 하구에 대한 기초·정밀조사자료를 토대로, 1) 훼손가능성이 있는 하구서식지 보호, 2) 악화된 하구환경질의 개선을 위한 하구환경개선, 3) 하구언 건설, 간척, 매립 등으로 인해 이미 자연특성을 상실한 하구역 및 하구호(담수호)의 복원, 4) 하구환경관리 체제의 확립 등 4개 부문에서 관리목표 및 추진전략이 제시될 필요가 있다 (그림 5-1).

나. 훼손가능성이 있는 하구서식지 보호

하구환경관리가 직면하고 있는 가장 시급한 문제는 하구개발에 따른 하구서식지의 훼손 및 파괴로 볼 수 있다. 해양수산부(1998b)에 따르면 1987년부터 1998년까지 간척 및 매립으로 인해 총 422.4 km²의 갯벌이 상실되었고, 이중 대부분은 하구갯벌로 추정된다.

81) 환경부(2001)에서 중점적으로 추진할 예정인 생태 네트워크의 구성요소에 규모가 작고 지역적으로 분포하는 석호는 포함되어 있으나 육상수생태계와 해양생태계의 연결고리가 되며 단위면적당 환경가치가 가장 큰 것으로 알려진 하구생태계는 포함되어 있지 않음.

그러나 현재 전체하구에 대한 면적과 전체하구역 면적대비 서식지 훼손면적을 정확히 추정하는 것은 불가능하므로 이에 대한 정밀조사가 요구된다. 따라서 현 상태에서 하구서식지 훼손방지를 위한 목표는 하구서식지의 훼손 또는 파괴 추세에 대한 인식을 바탕으로 하구서식지 및 생물다양성을 유지하기 위해 적어도 하구서식지 면적을 현재의 수준(새만금 사업이 계획대로 진행된다는 가정하에)으로 유지한다는 선에서 목표가 설정되어야 할 것으로 판단된다.



[그림 5-1] 하구환경관리를 위한 목표 및 추진전략

다. 하구환경질의 개선

하구의 환경질은 수질, 유해화학물질, 퇴적물 오염, 생물다양성, 서식지환경 등 다양한 지표를 통해 평가가 가능하다. 관리를 통해 달성해야할 목표는 하구환경질에 대한 종합적인 평가에 기초하여 설정되어야 하나 수질을 제외한 지표에 대해서는 자

료가 매우 빈약하고 정부차원의 관리기준 조차 마련되어 있지 않은 실정이므로 일차적으로는 수질을 기준으로 목표를 설정한다.

자연하구의 경우에는 바다쪽 경계에서는 해양수질 I등급을 만족시키도록 하고(특별관리해역이 지정된 하구에 대해서는 II등급), 하천부분에 대해서는 환경부에서 고시한 하천구간별 목표수질(향후 총량관리계획이 수립되면 총량관리 목표수질) 달성을 목표로 한다. 하구언이 이미 건설된 하구의 경우에는 하구언 내륙측의 수질목표는 수질환경기준 상의 농업용수기준을 만족시키고 하구역의 바다쪽 경계에서는 해수수질기준 I등급(특별관리해역에 해당하는 하구는 II등급) 달성을 목표로 한다.

수질목표 달성 여부를 판단하기 위한 항목은 일차적으로 하구역의 하천쪽 경계는 BOD, 바다쪽 경계는 COD로 하되 향후 하천수계별, 해역별 총량관리 대상물질의 추가여부를 반영하여 TP 또는 TN 항목(유기인 및 유기질소 포함)이 포함되도록 한다.

라. 훼손된 하구서식지 복원

현재에도 지속적으로 하구환경이 훼손되고 있는 실정이고 하구훼손에 대한 구체적인 자료가 없는 상황에서 미국의 하구복원법에서 제시된 바와 같이 하구서식지 복원을 위한 정량적인 목표를 설정하는 것은 현실 여건상 어렵다. 그러나, 현재 수준의 하구서식지 면적을 유지하기 위해서는 하구서식지 훼손이 예상되는 개발을 추진할 경우 손실이 예상되는 면적만큼 주위의 훼손된 서식지를 복원하는 대체 목적의 복원사업을 추진하는 것이 바람직해 보이며, 이는 일차적으로 습지보전법의 '훼손된 습지의 관리규정'에 준하여 습지보호지역으로 지정된 지역에 한하여 우선적으로 추진하는 것이 고려될 수 있다.

또한 이미 하구언이 건설되어 운영중인 낙동강, 금강, 영산강 하구언에 대해서는 하구언 건설에 따르는 사후환경영향 평가작업과 더불어 하구언 건설시 제시되었던 편익의 재산정 등 환경적 관점에서 하구언 건설의 효과를 종합적으로 재평가할 필요가 있다⁸²⁾. 이를 위해서 우선적으로 영산강 하구언에 대한 종합적인 사후환경영향평가 및 경제적 편익분석을 통해 일차적으로 하구언으로 인한 환경악영향 저감대책을 마련하고, 필요하다면 영산강 하구언 등의 하구를 대상으로 적극적으로 하구생태계 복원을 위한 시범사업을 추진한다.

82) 영산강 하구는 하구언이 설치된 다른 금강, 낙동강 하구에 비해 상대적으로 사후 환경영향평가를 위한 연구 및 모니터링이 미흡한 실정이며, 영산강 뱃길 복원 및 생태계복원 등 하구와 관련된 문화유산 및 환경복원을 위한 지역차원의 움직임이 있으므로 우선 검토대상이 될 수 있음.

마. 하구환경관리체제의 확립

하구환경에 대해서는 전술한 바와 같이 지금까지 별도의 관리체제가 정비되어 있지 않다. 하구환경관리는 미국의 경우처럼 하구환경의 보호, 보전, 복원 등 각 관리 목적별로 관련법을 제정하는 방안이 있으나 이는 하구환경보호를 위해 별도의 법정 계획을 수립·시행해야 한다는 부담이 따른다. 따라서 기존의 물관리, 자연환경관리, 해양환경관리와 관련된 법정관리체제를 근간으로 주요 하구유역별로 하구역을 하나의 관리단위로 보아 접근하는 비법정 하구환경관리프로그램을 개발하고 정착시키는 것을 일차적인 목표로 삼는다. 물론, 개발될 하구환경프로그램은 다양한 이해상충과 분화된 기존의 관리체제에도 불구하고 협조와 조정을 효과적으로 수행할 수 있는 관리구조를 가져야 한다.

3. 부문별 시행방안

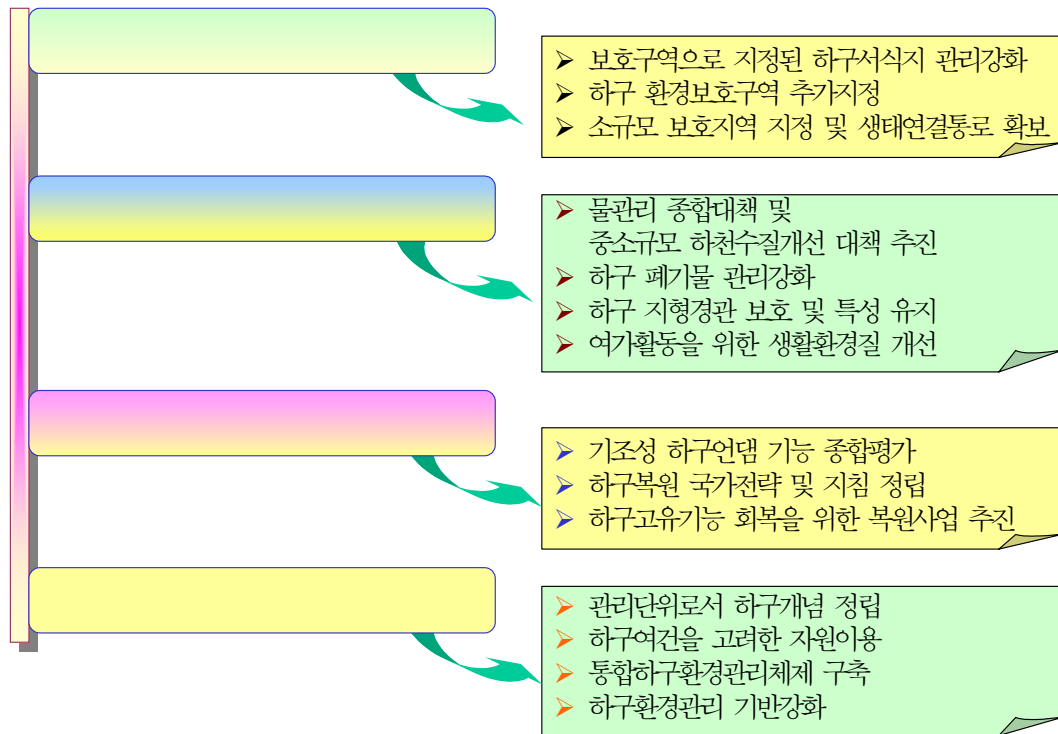
하구환경관리를 위한 목표를 4개 관리원칙과 4대 전략을 토대로 추진함에 있어서 ‘강과 바다가 만나 다양함과 생명력이 넘치는 풍요로운 삶의 터전 창조’라는 하구 환경비전을 성공적으로 구현하기 위해서는 부문별 관리지침이 필요하다. 지금까지 살펴본 우리나라 하구환경현황 및 관리문제점, 외국의 관리사례를 토대로 볼 때 시행방안은, 1) 하구서식지 훼손 방지 및 가치 있는 하구서식지 보호, 2) 하구환경개선, 3) 훼손된 하구서식지 복원, 4) 하구환경관리체제의 확립 등 4부문으로 구분하여 제시될 필요가 있다 (그림 5-2).

가. 하구서식지 훼손 방지 및 가치있는 하구서식지 보호

1) 자연환경보호구역으로 지정된 하구서식지 관리강화

현재 하구 중에는 낙동강 하구만이 생태계보전지역, 습지보호구역, 국가지정문화재, 연안특별관리해역 등의 다양한 보호지역과 특별대책지역으로 중복 지정되어 있으며, 탐진강 하구가 환경보전해역으로 지정되어 있다. 그러나, 제한된 정보에 기초하여 판단해 보아도 전체 하구의 고유한 특성과 기능을 유지하기에는 보호구역의 지

정이 부족한 실정이며, 이미 보호구역으로 지정된 하구의 경우에도 하구서식지와 주변지역에 대한 관리의 강화를 포함한 대책이 필요하다.



[그림 5-2] 하구환경관리 부문별 시행방안

윤양수 등(2000)은 자연환경보호지역의 문제점을 보호구역 관리정책, 보호구역 지정체계, 보호구역 관리의 측면에서 지적하고 그 대책을 제시하였는데, 이는 하구역 중 보호지역으로 지정되어 있는 낙동강 하구에도 그대로 적용될 것으로 판단된다 (표 5-1). 특히, 주목할 것은 낙동강 하구의 보호지역은 습지 또는 철새의 서식지 보호 등의 유형 또는 대상에 따른 단편적인 목적으로 지정·관리되고 있어 이들 생태계 또는 서식지가 하구생태계의 일부라는 인식이 부족하다는 점이다. 따라서, 보호지

역의 중복지정이라는 문제점과 유형별 보호구역의 위계 및 상호관계에 대한 불확실성을 극복하기 위해서는 전체적인 낙동강 하구생태계 보전의 차원에서 이들 보호구역의 역할과 기능을 재평가할 필요가 있다.

<표 5-1> 자연환경보호지역의 문제점 및 개선대책

	문제점	대책
보호구역 관리정책	-자연환경보호구역 관리에 대한 국가 비전 결여 -자연환경보호업무의 단편화 -지속가능한 자연자원활용 미흡	-자연자산에 대한 통합적 관리능력제고 -자연환경자원의 지속가능한 이용 -종합정보시스템 구축
보호구역 지정체계	-유형별 개념의 불분명 -불필요한 중복지정 및 관리목표 상충 -불필요한 경계구역 및 용도구분설정	-유형별 개념의 확립 -보호구역 범위 설정 시 생태계 및 서식지 범위 포함 -유형별 자연환경보호구역의 위계 및 상호 관계의 재정립
보호구역 관리	-관리계획의 부재 -관리에산부족 및 제도적 장치 미흡 -관리조직 부재 및 전문성 결여 -주민에 대한 대책 미흡	-대상물이나 유형별 관리에서 서식지 또는 구역방식으로 전환 -전담조직의 확립, 관리부서의 전환 -예산지원의 제도적 장치 마련 -사전조사와 지속적 모니터링 -사유지의 공유화 추진 -보호구역과 주변지역과의 연계발전 -환경교육의 확대와 자원의 활용 강화

자료: 윤양수 등(2000)으로부터 정리

2) 하구환경보호구역의 추가지정

생태계보전지역 및 습지보호구역으로 지정된 낙동강하구를 제외하면 대부분의 주요 하구는 심하게 훼손되어 자연적인 상태의 하구를 찾아보기 힘든 실정이다⁸³⁾. 주요하구는 하구언이 건설되고 주변지역이 매립되어 자연적인 물순환 패턴이 제한되고 자연서식지는 황폐화된 실정이다. 하구언이 건설되어 있지 않은 섬진강 하구의 경우

83) 불행히도 낙동강 하구도 낙동강 하구언의 건설로 인해 하구고유의 물순환패턴 및 이와 관련된 물리화학적 환경이 심하게 변형되어 하구고유의 생태적인 특성을 보유하고 있지 못함.

하천구간은 비교적 환경보전이 양호한 편이지만 연안해역은 항만 및 공업단지의 건설로 인해 하구 고유의 자연 생태계를 찾아보기 어렵다. 또한 중소기업의 하구에 대해서는 하구생태계 현황조차도 파악되지 않은 상태이므로 하구보호구역 지정을 위한 전국적인 하구환경기초조사 및 평가작업이 선행되지 않는다면 보호할 가치가 있는 하구를 선별하는 작업조차도 현실적으로 힘든 상황이다.

따라서 기존의 하구관련 자료만으로 보호지역지정이 가능한 하구를 제안하는 것은 불가능하나 일반적인 여건을 토대로 판단할 때 적어도 한강-임진강 하구는 보호지역 지정을 염두에 두고 정밀한 조사사업을 추진할 필요가 있다. 접근이 금지된 한강-임진강 하구지역은 (가) 육해 전이수역에 발달하는 하구고유의 자연적인 생태계가 비교적 잘 보전되어 있고(단 접근이 용이하지 않은 관계로 연구결과가 매우 제한적이며 신곡수중보로 인해 완전한 하구의 물순환 패턴을 보이지는 않음), (나) 군사보호구역 등으로 묶여 있어 보호구역 지정에 따른 민원발생의 소지가 상대적으로 적고, (다) 서울과 인접한 교통의 요충지로 통일 이후에는 개발압력이 지대할 것이므로 향후 개발에 따르는 하구훼손에 대비할 필요가 있으며, (라) 만일 한강하구가 훼손되는 경우 우리나라의 마지막 대규모 자연하구를 상실하는 결과를 초래한다는 점에서 생태계보전지역 등의 보호구역으로 지정하는 방안을 적극 고려할 필요가 있다⁸⁴⁾.

물론 한강-임진강 하구는 현재 통제구역이므로 보전지역지정이 현실적으로 불필요할 수 있으며, 군사적인 통제구역이 대부분인 관계로 정밀한 현황조사가 어렵다는 근본적인 어려움이 있으나 하구환경보전에 대한 정책적 의지를 구체화하는 상징 및 통일 이후 하구환경보호를 위한 수단으로 삼을 수 있다는 점에서 지정의 의미가 크다고 하겠다⁸⁵⁾.

3) 소규모 보호지역 지정 및 생태연결통로 확보

자연환경보호구역의 지정 및 관리는 하구의 자연보존가치를 최대한 활용하기 위한 적절한 관리를 촉진하는 동시에 가치 있는 하구서식지 손실을 최대한 예방하는

84) 자연환경 및 생태계 건강성이 양호하고, 보호가치가 높은 생물종이 서식하는 비무장지대의 해양부 연장지역을 북한과 공동으로 해양보호구역(MPAs)으로 지정·관리하는 것과 연계하여 이루어질 경우 향후 통일과정에서 발생하는 고밀도 연안이용에 따른 연안훼손을 방지하고, 해양 및 하구생태계 보전에 있어 시너지 효과가 창출될 수 있을 것으로 판단됨(한국해양수산개발원, 1999).

85) 한강하구 생태계보전지역은 인천-시화호 특별관리해역과 연계하여 관리될 수 있도록 설정.

관점에서 가장 근본적인 하구환경 보전의 수단이 될 수 있다. 그러나, 우리나라의 하구관리현황에서 살펴본 바와 같이 보호지역의 추가지정은 주민반발로 인해 용이하지 않으며 더욱이 하구역 전체를 보호구역으로 지정하는 것은 매우 비현실적일 수 있다. 따라서, 보호구역의 지정 및 이를 통해 효과적으로 하구환경을 보호하기 위해서는 다음과 같은 탄력적인 방안이 추진될 필요가 있다.

- (가) 하구전체에 대한 보호구역의 지정은 현실적인 측면에서 어려울 수도 있으므로 하구지역 내 특별한 가치가 있는 서식지에 대해서는 면적은 크지 않더라도 가능한 여러 개의 보호지역을 지정하고 생태 연결통로의 구축과 같은 방법을 통해 상호연계를 강화한다.
- (나) 하구서식지 감소로부터 생물이동 등의 활동을 보장하기 위한 연결통로를 조성하거나 서식지 연결 네트워크를 구성할 수 있는 관리방안을 개발한다.
- (다) 하구의 육역이나 수역에서 이루어지는 작업이 하구의 서식지나 야생생물의 활동에 주는 영향을 최소화하기 위해 작업이나 공사 중 인위적인 교란을 최소화하는 관리지침을 개발한다.
- (라) 적절한 관리를 통해 중요한 서식지의 야생생물과 조경가치를 유지·보전하며, 새로운 야생생물의 서식지를 확대하고 개선시키기 위해 지정된 보호지역 주변 지역의 관리를 강화한다.

나. 하구환경개선

1) 물관리종합대책 및 중소규모 하구 수질개선대책 추진

하구는 육상과 해양의 전이수역으로 하천유역 및 해양활동에 기인하는 오염물의 영향을 모두 받고, 물순환의 특성상 유입된 오염물질의 배출이 용이하지 않아 오염에 매우 취약한 환경이다. 한강, 금강, 낙동강, 영산강, 섬진강 등의 하류부 하천수질은 환경기초시설확충에 대한 정부의 집중적인 투자로 인해 어느 정도 수질개선이 이루어지고 있고, 2000년 말까지 수립이 완료된 수계별 물관리종합대책(정부합동, 1998; 1999; 2000b)이 시행되면 적어도 점오염원의 영향을 크게 받는 하천 및 상수원 수질은 크게 개선될 것으로 기대된다.

그러나, 환경현황에서 살펴본 바와 같이 하구역의 수질은 하천 하류부와는 달리 크게 개선되지 않고 있으며 일부 중소규모 하구의 수질은 날로 악화되고 있는 실정이다. 이는 상수원 수질개선 중심의 수질정책, 연안지역 하수처리장의 미비, 점오염원 중심의 관리수단, 연안개발로 인한 서식지 황폐화 및 자연 정화능력의 감소 등 다양한 원인에 기인하므로 하구의 수질을 획기적으로 개선하기 위해서는 다음과 같은 대책이 필요할 것으로 보인다.

- (가) 하구언이 건설된 금강, 낙동강, 영산강 하구언의 수질은 수계별 물관리종합대책이 계획대로 추진된다면 상당히 개선될 것으로 전망되므로 계획의 성공적인 추진을 최대도로 지원한다. 특히, 물관리종합대책은 수변구역지정, 수질오염총량관리제도입, 처리시설의 확충, 물이용부담금 부과 등 기존의 사후처리 대책뿐만 아니라 발생원 차원의 오염원 관리대책 및 주민지원 등의 포괄적인 내용을 담고 있어 계획대로 시행된다면 적어도 점오염원에 의한 오염물질의 부하는 획기적으로 저감할 수 있을 것으로 판단된다.
- (나) 상수원 수질관리위주의 수질정책으로 인해 연안지역의 하수도 보급률은 2000년 말 현재 51%로 약 70%를 상회하는 전국 하수도보급율에 비해 크게 낮은 실정이므로 하구역의 하수처리장을 확충해야 한다. 예를 들어 섬진강하구 하천 수질은 타 수계에 비해 양호함에도 불구하고 하구는 특별관리해역으로 지정될 정도로 악화된 수질을 보이고 있는데, 이는 광양만 개발에 의한 부하량 증가와 하수처리의 미비에 그 주요 원인이 있다.
- (다) 자연적인 정화능력을 제고할 수 있도록 염습지 등 하구서식지 복원 및 회복을 위한 연구를 추진할 필요가 있다. 섬진강의 경우 하구역 습지의 대부분이 매립·개발되어 오염부하량은 증가한 반면 자연적인 정화능력은 크게 감소되어 광양만 수질악화의 부차적인 요인이 되고 있다.
- (라) 물관리종합대책에 포함되지 않은 중소규모 하천하구 수질개선을 위한 지역 수질관리 역량을 제고한다. 형산강, 가화천, 태화강 등 중소규모 하천하구는, 미약하나마 수질개선 추세를 보이는 대규모 국가하천과 달리 수질이 악화되는 경향을 보이는 지역도 있으므로 이에 대한 자치단체 차원의 수질개선 노력이 강화되어야 한다.
- (마) 하구는 유역의 최하단부에 위치하기 때문에 향후 하구수질관리의 관건은 비점오염원 관리문제라 할 수 있다. 이미 점오염원의 관리에 성공한 선진

외국의 경우에도 비점오염원 문제로 인해 하구수질개선에 한계를 보이고 있고 비점오염원 관리를 강화하는 추세에 있다. 아직 우리나라는 비점오염원 관리를 위한 제도적인 장치조차 마련되어 있지 않고 물관리종합대책에 있어서도 비점오염원 관리대책은 상대적으로 매우 미흡하므로 비점오염원 관리를 위한 최적시행방안을 각 분야에서 실천할 수 있도록 제도적인 개선과 지역의 지도·홍보역량이 강화되어야 한다⁸⁶⁾.

2) 하구폐기물 관리강화

하구는 유역의 최하단부에 위치하여 육상으로부터 강우시 유입된 폐기물이 침적되며 어업 및 항만이용에 따른 폐기물(쓰레기) 유입으로 인해 하구의 심미적 가치(여가활동 지원을 위한 쾌적한 환경조성)가 크게 저해됨과 동시에 저서생태계, 수생태계, 어족자원에 큰 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다 (해양수산부, 2000b; 2001f). 따라서, 하구 환경질 개선을 위해서는 이러한 쓰레기에 대한 관리가 강화되어야 하며 적어도 다음과 같은 대책이 마련되어야 할 것으로 보인다.

- (가) 주요 댐의 홍수쓰레기 처리를 위해 관련기관(댐관리자, 용수이용자, 해당자치단체) 간의 역할 및 비용분담을 협약을 통해 해결하듯이 하구 쓰레기 현황조사, 처리 및 관리 문제도 뒤에서 논의될 하구별 환경관리위원회를 통해 논의되어야 할 것이다. 특히, 최근 인천 앞바다 및 한강쓰레기 처리사업의 예에서 보듯이 하구 쓰레기 처리비용의 분담문제로 인해 해당유역의 상하류 자치단체간의 분쟁이 있을 수 있으므로 하구별 환경관리위원회는 이러한 문제 해결을 위한 조정기구의 역할도 할 수 있을 것이다.
- (나) 하구로 유입되는 쓰레기는 비점오염원의 특성을 가지므로 발생원차원의 대책을 국가적 또는 적어도 하구유역별로 실시하지 않으면 큰 실익이 없다. 따라서 최근 국가폐기물 관리정책의 기초가 되는 폐기물 발생저감, 재이용, 재활용, 폐기의 단계별 우선순위에 따라 폐기물 관리가 생활화될 수 있도록 노력하고, 폐기물의 적정비치 등을 포함해 강우시 유출가능성을 저감하기 위한 제반대책의 추진이 필요하다.

86) 비점오염원을 포함한 소규모 수질오염원에 대한 관리방안은 이창희 등(1999)을 참조.

3) 하구 지형·경관특성의 유지

미흡하기는 하지만 현재 가용한 자연환경조사 자료에 근거하면 하구는 금강, 안성천, 삽교천 등 하구언이나 제방에 의해 자연경관이 심하게 훼손된 지역을 제외하면 대부분 보존가치가 큰 것으로 평가되고 있다. 특히 자연하구는 특징이 다른 여러 서식지 환경이 함께 어우러져 하구의 고유한 특성을 나타내고 있으므로 이를 유지하기 위해서는 지형·경관 유지를 위한 제도적인 틀과 효과적인 관리를 위한 새로운 접근방법의 개발이 필요하다.

- (가) 이를 위해 하구경관 유지를 위한 지침개발이 우선적으로 요구된다. 모든 하구개발계획에 있어 개발사업이 경관에 미치는 악영향을 저감할 수 있는 대책을 포함하도록 하고 가능하면 개발에 있어 지역적인 하구특성을 고양하고 증진시키는 방향의 개발을 장려한다. 물론, 환경영향평가법에 의해 단위 사업별로는 환경성평가, 환경영향평가 등을 통해 지형·경관에 대한 평가를 실시하고는 있지만 개발사업의 계획단계부터 이런 요소를 적용하도록 하는 구체적인 지침 개발이 필요한 실정이다.
- (나) 하구경관을 고려하여 하구지역의 인공구조물이 설치될 수 있도록 권고한다. 하구는 하구언, 해일 방지둑, 방과제 등 자연재해의 방지 및 용수이용 목적의 많은 구조물이 불가피하게 설치된다. 따라서, 이러한 구조물이 건설될 때 주위의 경관, 토지이용, 수변 또는 연안의 자연특성과 잘 어울리도록 설계되도록 관련기관을 지원할 필요가 있다. 또한 가능하면 지역적 특색과 새로운 개발 및 관리계획에 잘 부합하는 경관은 원형대로 보존하도록 한다.
- (다) 최근 경관의 중요성이 부각되면서 경관관리를 위한 경관관련 법 제정논의가 이루어지고 있는데, 하구언, 항만, 매립, 간척, 도시 건설 등의 하구개발이 하구 수역, 갯벌, 염습지 등 하구 전체의 경관과 잘 조화될 수 있도록 기본적인 관리방향이 제시되어야 한다.

4) 여가활동을 위한 생활 환경질 개선

하구 자연환경질 개선을 통해 가장 직접적으로 얻을 수 있는 이익의 하나는 하구를 여가활동을 위한 장소로 이용할 수 있다는 것이다. 이는 낙동강 하구 방문목적의

약 40%가 산책 및 휴식이라는 낙동강 주민에 대한 설문조사 결과에 잘 반영되어 있다 (부산광역시, 2000). 여가활동 장소로 하구가 이용되기 위해서는 기본적으로 환경질의 개선이 선행되어야 하며, 이와 더불어 접근성 및 편의성이 확보되어야 한다. 이러한 관점에서 향후 추진해야할 과제를 정리하면 다음과 같다.

- (가) 하구생태계 보전목적을 저해하지 않는 수준에서 수변접근성과 편의성을 제고할 수 있는 시설을 설치한다. 하구환경의 보전, 상업적 이용 및 여가활동이 조화되는 수준에서 레저와 레크레이션 활동을 지원하기 위한 기초시설로서 접근로, 산책로, 하역시설, 정박시설 등의 설치를 지원한다⁸⁷⁾.
- (나) 안전, 농업, 환경보전이라는 목적이 훼손되지 않는 범위에서, 가능한 모든 지역에 도로망을 구축하여 하구 인근지역의 농촌이나 개방지역으로 일반시민이 접근할 수 있도록 한다. 단, 야생동물, 고고학적 가치가 있는 민감한 지역의 여가활동이 좀더 민감하지 않은 지역으로 분산될 수 있도록 대안을 제공하여 여가활동에 의한 악영향을 최소화해야 한다.
- (다) 현실적으로 가능하고 적절하다면 하구에 위치하는 홍수, 해안침식, 해일에 의한 피해를 예방하기 위해 설치된 방파제, 제방 등의 방재시설이 향후 일반시민의 접근로로 사용될 수 있도록 개선방안을 고려한다.
- (라) 하구를 여가활동의 장소로 적절히 이용하도록 활동을 관리할 수 있는 자원감시원 제도를 도입하기 위한 방안을 검토한다. 또한, 하구이용에 대한 정보의 전달방법과 질을 제고하는 한편, 수변 및 수상 여가활동과 관련된 안전문제에 대한 인식을 제고하기 위한 교육·홍보 프로그램을 개발한다.

다. 훼손된 하구서식지 복원

1) 기조성된 하구언댐 기능 종합평가

현재까지 금강, 낙동강, 영산강, 만경강, 동진강, 역천, 반월천, 안성천, 삽교천 등 거의 대부분의 주요 하구는 용수공급, 염해방지, 농지확보, 산업단지 조성 등의 다양한 목적으로 하구언이 건설되고 간척매립이 이루어져 왔다. 이러한 개발은 당시의

87) TEP(1999)에서는 새롭게 계획되는 모든 개발은 수변으로부터 일정거리를 벗어나서 추진되도록 하여 일반시민이나 하구의 이용자들이 수변에 접근하는데 방해되지 않도록 권유하고 있음.

시대적 상황과 요구에 부응한 정책적 사업이었지만 결과적으로 우리나라 하구환경의 대부분을 소멸시키거나 크게 훼손시키는 결과를 초래했다.

시화호의 예에서 볼 수 있듯이 개발에 따른 결과는 개발초기에 기대했던 방향과는 매우 다르게 진행될 수 있으며, 이런 관점에서 볼 때 과거에 추진되었던 하구개발사업의 효과를 재평가하는 작업이 반드시 필요하다고 판단된다. 이는 단순히 개발사업의 성패를 판단하는데 의의가 있는 것이 아니라 이러한 평가결과를 바탕으로 향후 하구환경관리의 방향을 재정립하고 필요한 경우 하구환경을 복원하는데 기초작업이 되기 때문이다. 이를 위해서는 적어도 다음과 같은 사업의 추진이 필요하다.

- (가) 하구언이 설치된 하구별로 하구언 건설이후 환경변화를 파악하기 위한 종합적인 조사사업의 추진과 향후 주기적 모니터링 프로그램의 추진이 필요하다⁸⁸⁾. 조사연구는 물순환 패턴, 염분분포, 수질, 퇴적물, 서식지, 생물다양성(육상, 수생, 저서 동식물)등 환경변화의 척도가 되는 항목을 중심으로 한 현황파악을 위한 기초조사와 큰 변화가 감지되는 항목에 대한 중점조사로 나누어 실시한다. 특히, 조사대상 하구의 선정은 하구언 건설이후 사후 모니터링의 정도, 연구사업의 추진실적, 하구복원에 대한 관련 이해당사자들의 의식 및 의지, 하구복원의 타당성 등에 기초하여 이루어지는 것이 바람직하다.
- (나) 하구언 건설에 따른 경제적 이익에 대한 재평가 작업을 추진한다. 하구언 건설사업의 사업추진 당시에는 환경가치에 대한 인식이 부족했으며 건설의 주요목적이 염해방지, 국토확장, 용수확보 등 실제적이고 가시적인 개발이익에 기초한 것이었다면 사후 환경영향평가와 더불어 경제적인 관점에서 사업의 타당성에 대한 재평가 작업이 필요할 것으로 보인다. 물론 사회·경제적인 여건이 하구언 건설추진 당시와 지금은 매우 상이하므로 이러한 여건변화도 이 과정에서 충분히 고려되어야 할 것이며, 평가결과는 향후 하구환경관리의 방향설정과 중요성을 판단하는 시금석이 될 것이다.

88) 하구언 건설과 관련된 부분적인 연구가 산발적으로 진행되어 왔으나 이러한 연구는 단기적이며, 물순환 패턴, 서식지, 플랑크톤 등 연구대상별로 분화되어 하구언 건설로 인한 종합적인 영향을 평가하기에는 매우 미흡한 실정임. 이는 대부분의 연구가 하구관리라는 전체적인 틀 속에서 관리방안의 도출을 위한 기본연구로 진행된 것이 아니라 개별적인 연구자의 관심에서 비롯되었기 때문임.

2) 하구복원 국가전략 및 지침 정립

하구언이 건설된 하구의 경우 하구고유의 물순환 패턴, 물질이동 및 생태환경이 심하게 변화되었지만 하구언 바깥에는 새로운 형태의 하구생태계가 자리잡고 있다. 또한 그간 미흡하기는 하지만 단위 사업별로는 어도설치, 잔존 습지의 보호 등 가능한 범위에서 하구생태계를 개선하려는 노력이 경주되고 있으며, 일부 자치단체는 하구복원을 위한 계획을 수립하기도 하였다 (부산광역시, 2000).

제4장에서 제시된 바와 같이 미국은 하구복원법을 제정하여 2010년까지 1백만 에이커의 하구서식지를 복원한다는 목표를 가지고 있는 반면, 우리나라는 새만금사업의 추진과정에서 나타난 바와 같이 아직까지도 국가주도로 하구환경 자체를 완전히 파괴하는 현실을 고려할 때 복원 논의는 시기상조로 인식될 수 있다. 그러나, 향후 후손들에게 생물다양성과 풍요로움의 상징인 하구환경을 물려주기 위해서는 지금이라도 공격적인 방향으로 하구환경정책을 추진해야 하며 이런 관점에서 볼 때 하구환경복원에 대한 국가차원의 정책방향 및 기본방침이 수립될 필요가 있다.

- (가) 하구환경의 복원은 단절된 육상생태계와 연안생태계의 연결통로를 재개통한다는 측면에서 다른 어느 생태계보다 시급하게 다루어져야 할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 미국의 하구복원법과 같은 별도의 법을 제정하지는 못한다 하더라도 적어도 일차적으로는 하구환경복원의 정책적인 방향, 개념, 목표, 대상지역, 대상사업, 기초조사, 모니터링, 사업추진을 위한 재원 등에 대한 내용을 포함하는 하구환경복원을 위한 전략 및 기본방침의 수립이 요구된다.
- (나) 하구환경복원은 일단 하구복원을 위한 시범사업이나 단위 복원사업에 대한 지원 등을 통해 추진하되 복원의 효과 및 복원을 위한 재원조달 여건을 보아 단계적으로 확대한다. 특히, 초창기의 복원사업은 낙동강 하구의 철새서식지 복원과 같이 이미 그 중요성이 충분히 알려진 하구에서 자연환경보호구역으로 지정된 지역 주변의 훼손서식지를 대상으로 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이는 하구생태계에 대한 본격적인 복원보다는 적극적인 하구환경개선의 일환으로 부분적인 복원사업의 추진이 필요하다는 의미이다.

3) 하구고유 기능회복을 위한 복원사업 추진

복원은 훼손된 하구환경을 원래 자연상태로 되돌리는 복원, 환경의 기능을 회복하게 하는 수준의 복원, 훼손된 서식지 등을 대체하여 조성하는 대체 개념의 복원 등 목적에 따라 그 수준이 매우 다르게 나타난다. 만일 하구언 건설에 따른 사후 환경영향평가와 경제성평가를 토대로 하구고유의 기능을 유지하는 것이 바람직하다는 판단이 들고, 이해당사자간의 합의가 이루어진다면 하구언을 허물고 자연상태의 물리·화학적 순환패턴을 복원하는 것도 배제할 필요가 없을 것이다. 그러나, 현실적인 측면에서의 복원은 일반적으로 하구고유의 기능을 회복하거나 대체하는 수준에서 지역적 차원의 부분적인 복원사업이 우선적으로 추진될 필요가 있을 것이다.

즉, 하구 고유의 기능을 회복시키기 위한 하구복원사업은 습지를 포함한 훼손된 하구서식지 복원, 훼손이 불가피한 서식지에 대한 대체 서식지 조성, 하구를 서식지·산란지·양육지로 사용하는 어패류의 증식, 어류의 이동을 자유롭게 하는 어도의 설치, 용수이용에 저해가 되지 않는 범위에서 하구언에 의한 담수·해수 유통의 재조정, 철새 및 희귀조류 서식처의 인공조성 등과 관련된 사업이 포함될 수 있다.

라. 하구환경관리체제의 확립

이상의 논의에는 하구환경관리의 추진전략을, 추진방향을 중심으로 보호, 보전 또는 개선, 복원으로 나누어 살펴보았으나 이를 구현하기 위해서는 하구환경관리체제의 확립이 전제되어야 한다. 그러나, 하구환경관리에 대한 인식조차 미흡한 실정에서 수 차례 강조된 바와 같이 복잡·다양한 하구환경의 문제를 효과적으로 다루고 다양한 이해당사자의 합의를 도출하기 위해서는 기존의 환경관리체제와는 다른 개방적이며 유연성이 담보된 형태의 관리체제 개발이 요구된다. 이러한 관점에서 하구환경관리체제 체계화 전략을 제안하면 다음과 같다.

1) 관리단위로서 하구개념 정립

하구는 하천유역의 최하단부에 위치하여 하천유역 및 해양활동 모두로부터 직접적인 영향을 받기 때문에 하구를 하나의 관리단위로 보아 관리하지 않으면 실질적인

관리가 어렵다는 특성이 있다. 즉, 하구환경 관리를 위해서는 하구자체의 문제 해결 뿐만 아니라 하천유역 및 해양으로부터 발생하는 모든 원인에 대한 대책이 종합적으로 필요하다는 것이다.

그러나, 현재의 매체별 환경관리와 자연환경관리에 있어 육상 및 해양의 이분법적인 접근방법은 구조적으로 하구환경에 대한 무관심과 관리의 공동화로 나타나게 되었고, 개발중심의 국가정책과 결합하여 거의 모든 하구환경을 파괴하는 결과를 초래하였다. 따라서, 추가적인 하구환경의 훼손을 방지하기 위해서는 하구를 하나의 관리단위로 보아 접근하는 정책적 전환이 필요할 것으로 보인다.

- (가) 환경정책기본법에 근거하는 환경보전장기종합계획에 ‘하구를 하나의 관리단위로 설정하고 보전, 복원, 개선을 위한 적극적인 환경관리가 필요하다’는 내용을 명시함으로써 향후 환경보전중기종합계획 및 영향권역별 환경관리계획의 수립에 있어 하구환경관리계획이 충분히 반영될 수 있는 근거를 마련해야 한다.
- (나) 동 계획의 구체적인 추진사항으로 (i) 하구환경보호를 위해 하구서식지에 대한 생태계보전지역 및 습지보호구역지정 확대, (ii) 하구환경의 획기적인 개선을 위해 물관리종합대책과 연안환경관리해역 관리시행계획의 연계추진, (iii) 하구환경 관리를 위해 하구별 하구환경관리프로그램 구축 등에 대한 내용이 포함되어야 할 것이다.
- (다) 그러나, 단지 이러한 선언적인 개념의 도입과 타 환경관리계획과의 연계를 통한 하구환경관리는 현재의 우리나라 여건으로는 실효성이 그리 크지 않을 것으로 판단된다. 따라서 다음의 논의와 같이 하구환경관리를 위한 구체적인 노력이 수반될 필요가 있다.

2) 하구여건을 고려한 자원이용

새만금사업의 추진과정에서 얻은 가장 큰 교훈은 환경가치에 대한 인식의 확대에도 불구하고 개발중심의 인식을 극복하고 지속가능한 발전의 개념을 현실적으로 구현하기가 얼마나 힘든가를 확인하였다는 것이다. 물론, 최근들어 국토개발의 기본원칙이 지속가능한 발전으로 전환되었음이 천명되었고 대형국책사업에 대해서는 사업에 착수하기 전에 환경에 대한 영향을 토대로 사업추진의 타당성을 평가하는 전략환

경영향평가의 개념이 도입되는 등 지속가능 발전의 개념이 확대되고 있는 것은 사실이다. 그러나, 여전히 매립 및 항만건설 등 하구개발에 있어서는 지속가능 발전보다는 개발중심의 정책이 관성적으로 추진되고 있다는데 문제가 있다.

- (가) 하구매립: 제2차 공유수면매립계획을 보면 전체적인 매립면적이 크게 감소했음에도 불구하고 섬진강, 영산강, 탐진강 하구에 대한 매립면적이 상대적으로 매우 커(그림 3-4) 기존의 경향이 크게 달라지지 않고 있음을 보여주고 있다. 적어도 지속가능한 개발이라면 현재의 하구훼손이 심각함을 인식하고 하구의 매립은 최대한 억제 또는 금지하는 방향이 타당하며, 공공의 이익을 위한 기간시설의 설치를 위해 하구의 매립이 불가피한 상황인 경우 하구 고유의 기능과 가치유지, 개선, 회복 등 하구환경관리 측면에서 매립의 타당성이 재검토되어야 할 것이다.
- (나) 항만건설: 동북아 해운물류의 허브항 구축을 목적으로 한 섬진강 하구의 광양항, 낙동강 하구의 부산항 확장계획과 대중국 물동량 처리를 목적으로 한 영산강하구 목포항 건설 등 대규모 항만확충 및 건설계획도 향후 하구환경 파괴의 주된 요인이 될 것이 분명하다. 따라서, 지속가능 발전의 관점에서 이들 개발사업의 타당성이 확보되어 있는지 면밀한 검토가 필요할 것으로 보인다. 즉, 과연 허브항 건설을 위해 부산항과 광양항 두 항구에 대한 확충이 모두 필요한지, 대중국 물동량 처리를 위해 기존의 인천항, 군산항, 평택항도 모자라 목포항의 확충이 필요한지 하구환경보전의 관점에서 재검토되어야 한다. 또한 항만건설과 같은 공공사업에 대해서는 전략환경영향평가 등을 통해 사업계획의 수립단계에서 개입하여 사업의 타당성을 평가하고 사업의 계속적인 추진여부를 결정할 수 있도록 법적 근거가 조속히 마련되어야 할 것이다.
- (다) 용도지역 지정제: 캐나다 프레이저 하구계획처럼 건교부와 해양수산부, 환경부 등이 주요 하구별로 향후 개발수요를 예측하고 협의를 통해 사전에 용도지역을 지정함으로써 불필요한 개발을 지양하고 적정수준의 환경관리목표 및 수단을 강구한다. 이를 위해 필요하다면 하구별로 하구환경관리위원회 내에 용도지역지정을 위한 실무협의회 구성을 고려할 수 있다.

3) 통합하구환경관리체제 구축

가) 관리체제의 통합

하구환경은 하구 내부환경 뿐만 아니라 상류의 하천유역, 하류의 해양환경과 직접적으로 연결되어 있기 때문에, 하구환경전체를 하나의 관리단위로 설정하여 관리하는 것이 타당하다. 따라서 최근 환경관리의 기본적인 개념으로 자리잡고 있는 유역관리체제를 하구에 적용할 경우 관리체제는 통합적 성격을 띠게 되고, 하구역을 구성하는 개별요소의 종합적 관리가 실현될 것으로 판단된다 (이창희 등, 1999). 관리체제의 측면에서 보면 통합성은 관리구조를 물리적으로 재편성하여 통합성을 제고하는 하드웨어적인 접근과 의사결정 과정 및 절차의 개선을 통해 통합성을 제고하는 소프트웨어적인 접근방법이 있을 수 있다. 물론 적어도 하구관리를 위해서는 이 두 가지 접근방법이 적절히 병행되어야 하며, 이러한 관점에서 환경관리를 위한 통합성 제고 방안을 제시하면 다음과 같다.

(1) 환경관리체제 정비

하구는 육상 및 해양의 전이수역으로 실질적으로 관리의 사각지대에 놓여 있을 수 차례 지적한 바 있다. 즉, 환경부는 육상생태계 및 상수원수질보전 위주의 자연환경정책 및 수질보전정책을 견지하고 있으므로 하구역은 주요 관심의 대상이 아니며⁸⁹⁾, 해양수산부는 연안습지 관리 및 해양기인 오염원 관리이외에는 하구에 대한 실질적인 관리수단을 가지고 있지 못한 실정이다.

이러한 단점을 보완하기 위해 해양수산부는 환경관리해역의 지정범위에 육역을 포함함으로써 육상오염원 관리수단을 확보하려 하고 있으나, 하구역의 경우에는 대부분의 오염물질이 하천을 통해 유입되며 여전히 육상오염원의 관리수단이 환경부에 있음을 고려한다면 그 효과에는 한계가 있을 수밖에 없다. 또한 하구환경이 자연생태계의 일부로서 육상 및 해양생태계 관리와 직접적이고 유기적인 연계성을 확보해야 한다는 점에서 현재와 같은 이분법적인 환경관리체제는 하구환경관리의 측면에서 보면 매우 비효율적이라 할 수 있다. 따라서, 현재와 같은 경직된 행정구조, 부처간 협조체제 운영의 어려움, 환경관리를 위해 가용한 수단의 제한 등을 고려할 때 하구

89) 새만금 사업이 진행되는 만경강, 동진강 하구의 경우에는 개발에 따른 환경악영향을 최소화하려는 사후대책의 관점에서 관심의 대상이 되고 있지 하구자체의 가치를 유지하려는 관점에서 노력하고 있다고는 볼 수 없음.

환경 관리를 위해서는 적어도 중앙부처 차원에서 육상 및 해양관리주체의 일원화가 바람직할 것으로 판단된다. 이와 병행하여 하구역역을 단위로 한 하구별 환경관리체제의 구축을 통해 하구환경 관리와 관련된 제도간의 통합성의 제고가 필요하다⁹⁰⁾. 다음에서 서술할 지정하구 제도를 도입하거나 환경관리해역을 확대운영하는 방안은 통합관리체제 구축의 단초를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

(2) 지정하구 제도 도입 및 환경관리해역 확대 운영

기존의 하구관련 환경계획과의 연계만을 통해 하구환경관리를 추진하는 경우 가장 큰 문제는 하구환경관리의 주체가 모호하다는 점과 사업추진을 위한 재원의 확보가 어렵다는 것이다. 이러한 단점을 보완하기 위해서는 하구를 하나의 관리단위로 보아 하구환경관리계획(가칭)을 수립·시행할 수 있는 법적 근거를 마련해야 한다.

(가) 하구환경을 하나의 관리단위로 보아 관리하려면 미국이 청정수법에 근거하여 하구프로그램을 운영하고 있듯이 수질환경보전법에 하구수질보전에 관한 장을 추가하는 방법을 고려할 수 있다. 수질환경보전법은 호소의 수질보전을 위해 호소수질보전을 위한 별도의 장을 두고 있고 정기적인 조사 및 측정, 지정호소 및 호소수질보전구역 지정, 지정호소 수질보전계획, 조정의 신청, 관리대상시설의 운영, 호소관리를 위한 규제 또는 관리내용, 재정지원을 규정하고 있다. 호소라는 공간을 환경관리단위로 보고 접근한다는 점에서 이러한 골격을 하구의 수질관리에 적용하는 것은 용이할 것이다. 즉, 특별히 수질개선 및 환경개선이 필요한 하구를 지정하구로 지정하고, 지정하구의 하구역은 하구환경관리계획(가칭)을 수립·시행하여 관리하도록 한다. 특히, 외국의 사례에서 볼 수 있듯이 하구는 호소와는 달리 영향유역면적이 광범위하고 이해당사자의 이견조정이 쉽지 않으므로 하구환경관리위원회와 같은 관리·조정기구의 설치 및 운영에 대한 내용이 추가되면 될 것이다.

(나) 또 다른 대안은, 지정하구를 별도로 지정하는 것보다는 현재 해양오염방지법

90) 섬진강의 경우 상류의 댐 건설 및 용수이용의 증대 등으로 하천수량이 감소하고 이로 인해 해수가 상류로 더 많이 침투하여 하구역이 확장되는 등의 문제가 발생하고 있는데 통합적 환경관리체제가 구축되면 이러한 모든 면을 종합적으로 고려한 정책 판단과 관리계획의 수립이 용이할 것으로 기대됨.

상의 환경관리해역(특별관리해역 또는 환경보전해역)을 하구환경관리지역으로 대체하는 방안이다. 하구환경관리지역의 범위는 현재 환경관리해역으로 지정된 해역의 경우, 바다쪽 경계는 현재와 동일하고 육상쪽 경계는 본 연구에서 제안한 하구역의 상류 경계로 확대한다. 환경관리해역 관리를 위한 기본계획은 하구환경관리기본계획으로 변경하고 이 계획에 하구별 관리위원회 구성, 하구환경관리계획수립, 하구환경관리계획의 주요내용, 하구 연구·조사 및 모니터링 방침, 재원조달 등을 규정한다. 특히 해양수산부의 계획에 의하면 연차별로 환경관리해역을 추가 지정하도록 되어 있으므로 이 계획에 준하여 2010년까지 16개 전 하구에 대한 하구보전지역 지정 여부를 결정하고 지정되는 하구에 대해서는 하구별 여건에 적합하게 보호, 개선 또는 복원 전략을 수립·시행한다.

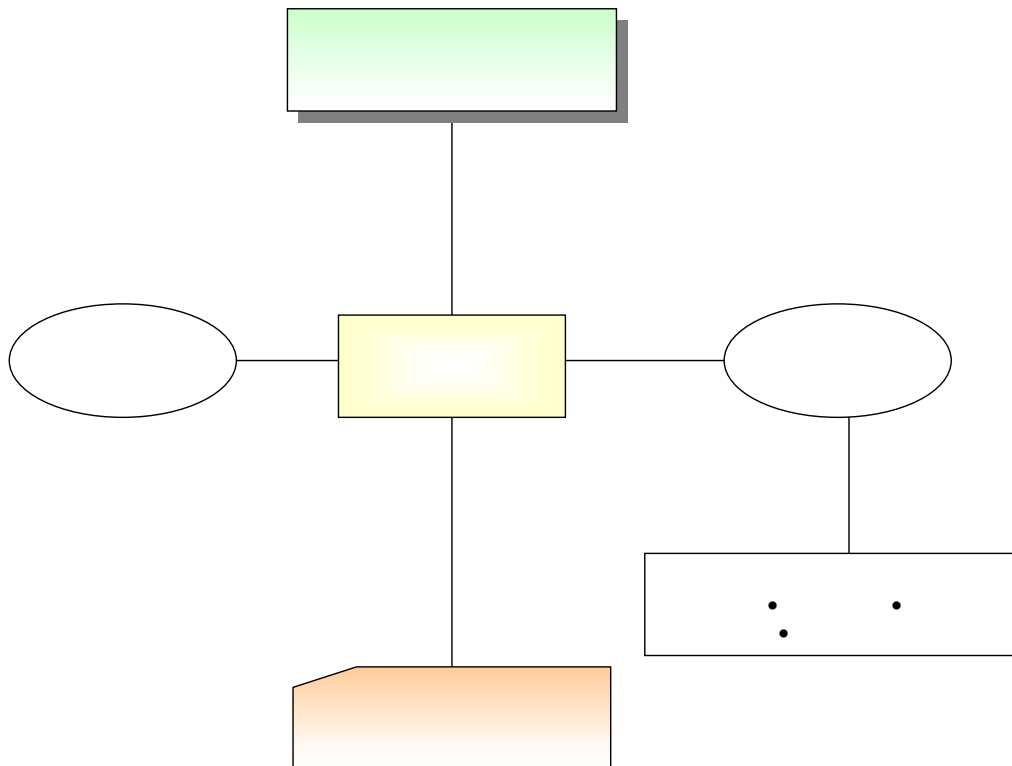
(3) 하구환경관리위원회 구성

하구관리지역으로 지정된 주요 하구에 대해서는 하구별로 현안문제 파악, 하구환경관리계획의 수립, 이해가 상충되는 하구환경문제에 대한 조정, 하구에 대한 교육 및 홍보를 담당하는 하구환경관리위원회를 둔다. 특히 하구의 환경관리는 하구환경보전을 위한 환경관리, 하구자원 이용과 관련된 자원관리, 하구지역토지이용과 관련된 공간관리가 종합적으로 고려되어야 하는데, 미국, 캐나다, 호주 등의 사례에서 보듯이 조정기구와 집행기구의 설치·운영이 필요하다. 먼저 수질환경보전법을 개정하여 하구환경보전계획을 수립하는 경우의 관리체제를 제안하면 다음과 같다.

(가) 국가하천의 하구에 대해서는 국무총리실 주관 하에 의사결정기구로 환경부, 해양수산부, 건설교통부, 농림부 및 해당 광역자치단체장으로 구성된 하구환경관리위원회를 설치하고 집행기구로 ○○하구운영위원회를 둔다. 운영위원회는 기본적으로 기술위원회를 통해 수질, 수리·수문, 연안·해양, 생태·자원, 공원 등 5개의 하위 기술자문단을 운영하고 하구역의 용도지정 등에 관한 전문가 의견수렴 등 특별히 필요한 경우 특별자문위원회를 둔다 (그림 5-3).

(나) 원칙적으로 주민, 산업체 및 기타 이해당사자의 의견은 분야별로 하위 기술위원회를 통해 사안별로 기술적 타당성 평가과정을 거쳐 수렴하도록 하고 직접적인 이해당사자가 아닌 전반적인 주민의견은 별도로 운영위원회에서 수집·반영한다. 운영위원회는 해당 하구를 관장하는 유역관리청장(또는 환경관리해역 유

역관리위원장)이 장이 되고 해당 시군, 지역에 위치하는 대학 및 연구기관 전문가, 물이용과 관련된 이해당사자, 지역의 NGO 및 기타 이해당사자로 구성하되 구체적인 구성원은 하구의 크기, 하구의 현안, 현안의 중요성 등에 따라 판단하여 결정한다.



[그림 5-3] 하구관리위원회 구성

(다) 하구환경 관리의 특성상 많은 문제를 다루어야 하며 우선순위의 설정 및 이해

의 조정이 필수적이므로 가능하면 공동작업을 통해 하구환경관리계획을 수립하도록 하고 상충되는 이해에 대한 합의도출에 용이한 협의구조를 유지한다. 특히, 개발과 보전의 상충되는 이해를 조정하기 위해서는 앞에서 언급한 바와 같이 하구지역의 토지용도에 관하여 관련부처의 협의가 가능하도록 용도지역 지정을 위한 협의회를 포함하도록 한다.

- (라) 국가하천 이외의 하구에 대해서는 하구의 크기, 중요성, 관련되는 이해당사자를 고려하여 하구별 하구환경관리위원회를 별도로 조직·운영한다. 하구환경관리위원회는 미국 하구프로그램의 관리협의회, 캐나다, 영국 또는 호주 등의 하구별 관리위원회와 같이 이해당사자의 참여, 개방된 구조, 다양한 문제에 대한 통합적 접근, 이해상충의 조정이 용이한 구조를 가지도록 한다. 하구환경관리위원회의 활동은 필요하다면 해당구역의 유역환경관리청, 지방국토관리청, 지방해양수산청 등의 유관기관과, 지역환경단체, 수산업관련단체, 지방상공회의소 등 관련이해당사자들의 참여와 협조를 제고할 수 있는 구조를 갖도록 한다.
- (마) 환경관리가 특별히 요구되는 국가하천의 하구에 대해서는 지정하구의 지정 및 관리 등 법정 하구환경관리프로그램으로 운영함으로써 비법정 하구프로그램이 가지는 단점을 보완하는 것이 필요하다 (표 5-2). 그러나 모든 하구에 대해서 법정 관리프로그램을 운영하는 것은 외국의 예에서 보거나 현실적인 측면에서 비효율적이므로 지정하구 외에는 하구별로 비법정 하구환경관리프로그램을 운영하도록 하는 방안이 바람직하다. 이를 위해서는 적어도 환경부 또는 해양수산부는 하구환경관리를 위한 하구환경관리위원회의 구성 및 운영, 관련사업의 추진방법, 기존의 사업과 연계한 효과적인 재원조달방법 등을 포함하는 하구환경관리지침서를 개발해야할 것이다.

(4) 하구관련 환경계획의 연계성 확보

하구환경관리계획(가칭)의 시행을 위해서는 기존 환경관리계획과의 연계성을 확보하는 것이 무엇보다도 중요하다. 가장 직접적으로 하구환경관리와 관련된 종합적인 환경관리계획으로는 5대강 수계별로 수립된 물관리특별종합대책⁹¹⁾과 연안환경관리해역 관리계획이 있다. 물관리종합대책은 한강, 금강, 만경강, 동진강, 영산강, 탐진강,

91) 본 대책은 획기적인 수질개선을 위한 정부공약 실천을 위해 수립된 특별대책으로 법정환경관리계획인 환경보전중기종합계획, 특별대책지역에 대한 특별종합대책, 영향권별 환경관리종합계획 및 특별법인 한강수계물관리및주민지원등에관한법률, 낙동강수계물관리및주민지원등에관한법률, 금강수계물관리및주민지원등에관한법률, 영산강·섬진강수계물관리및주민지원등에관한법률 등에 의해 지원됨.

섬진강, 낙동강 수계의 물관리 대책이며, 환경관리 해역중 환경보전해역은 탐진강 하구연안이, 특별관리해역은 한강 하구에 인접한 인천-시화연안, 섬진강 하구인 광양만, 태화강 하구연안이 지정되어 있으며 형산강하구연안이 특별관리해역으로 추가 지정될 예정으로 있다. 따라서 하구별로 수립·시행될 하구환경관리계획(가칭)의 수립 및 시행을 위해서는 이러한 기존의 법정계획과의 연계성이 강조되어야 할 것이다.

- (가) 낙동강, 섬진강, 탐진강 등 물관리종합대책(또는 수계영향권별 환경관리계획, 환경보전중기종합계획 등)과 환경관리해역 관리시행계획이 동시에 수립되는 하구에 대한 하구환경관리계획(가칭)의 수립 및 시행은 이러한 기존계획에 반영시키거나 운용의 묘를 살린다면 추가적인 재원의 확보 없이도 추진될 수 있을 것으로 판단된다.
- (나) 한강하구의 경우는 지역적인 접근이 불가능한 실정이나 앞에서 제안한 대로 조사를 통해 필요한 부분에 대해서는 생태계보전지역 및 습지보호구역으로 지정하여 관리하고, 한강하구에 관한 종합적인 조사를 바탕으로 한강하구를 지정하구로 지정하는 방안을 고려한다. 지정하구에 대해서는 별도로 하구환경보전계획(가칭)을 5년 단위로 수립·시행하되 계획 수립시 한강 물관리종합대책, 인천-시화특별관리해역 관리계획 및 연안정비계획 등 기존 계획과의 연계성을 확보한다.
- (다) 물관리종합대책의 대상이 아니거나 환경관리해역으로 지정되어 있지 않은 하구는 그 규모가 상대적으로 작으므로 관할 자치단체가 자체적으로 하구환경관리계획을 수립하여 환경보전중기종합계획, 영향권별 수질개선 대책, 연안정비계획 등의 관련계획에 반영한다.
- (라) 하구연이 건설되어 있어 사실상 하구연 상류의 육상환경과 하구연 바깥쪽의 바다 환경이 명확히 구분되는 하구에 대해서는 기본적으로 하구연 바깥쪽을 하구로 보아 관리한다. 단, 이 경우 하구담수호의 수질에 따라 연안수질이 좌우되므로 안전과 용수이용 문제뿐만 아니라 수문 조작 시 담수의 방류량 및 방류시기에 따른 연안환경에 대한 영향을 종합적으로 고려할 필요가 있다.

<표 5-2> 비법정 하구관리프로그램의 장점과 단점

구분	장 점	단 점
전략준비 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 워크숍과 비공식 토론모임을 통한 광범위한 참여 - 하구관리정책들이 위로부터 강제되지 않기 때문에 지역주민의 호응이 높음 	<ul style="list-style-type: none"> - 정책과 책임주체결정의 어려움 - 법적인 구속력이 없기 때문에 일부 기관은 불참
정책결정 과정	<ul style="list-style-type: none"> - 공감대를 바탕으로 한 편향되지 않은 결정과정 - 투명한 정책결정과정 	<ul style="list-style-type: none"> - 실행권한이 없음 - 공감대에 바탕한 접근방법은 이해관계의 균형을 맞추는데 시간이 오래 걸림 - 법적 정책결정과정에 종속되어 있기 때문에 권한과 영향력 부족 - 다른 계획들과의 중복가능성 - 참여자들의 선의에 전적으로 의존 - 정치환경의 변화에 취약
정책집행	<ul style="list-style-type: none"> - 어느 한 부문에 편향된 관심이 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 결정된 사항들을 집행할 권한이 없음 - 정책지침이 구체적으로 사용될지 여부 불확실 - 전략이 어느 단일 기관을 대표하지 않음
이미지와 대중성	<ul style="list-style-type: none"> - 주도 기관의 독주를 피할 수 있음 - 다양한 범위의 이해관계로부터 접근가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 주도 기관이 없기 때문에 관리계획의 정체성이 부족함 - 다른 계획들과 혼동될 가능성 높음
프로젝트 관리 재원	<ul style="list-style-type: none"> - 협력관계의 형성 촉진 - 광범위하게 채택된 전략의 일부 부분으로 재원확보에 유리 	<ul style="list-style-type: none"> - 지방정부나 중앙정부기관의 핵심사안이 아니기 때문에 단기적인 지원에 그칠 가능성이 높음 - 이용 가능한 자원과 범위가 넓은 전략 사이의 부조화 때문에 자원 제한적 - 정치적인 변화에 취약한 협력관계
실행	<ul style="list-style-type: none"> - 폭넓은 지지와 참여 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> - 결과를 정량화하기 힘들 - 단기적인 재정지원으로 인해 장기적인 계획을 세우기 힘들 - 우선순위가 낮고 참여자들의 선의에 의존

자료: Jemmett(1998)

4) 하구환경관리를 위한 기반강화

하구환경관리에 있어 가장 큰 문제는 관리의 목표를 분명히 하고 최적의 관리방안을 도출할 수 있도록 지원하는 과학적이고 체계적인 기초조사 및 연구자료가 매우 미흡하다는 사실이다. 특히, 하구서식지, 야생생물 등에 대한 자료는 거의 파편화된 통계적 자료에 머물고 있고, 하구의 생태적, 수질관리, 심미적 가치에 대해서도 객관적으로 내세울 만한 자료가 없는 실정이다. 따라서, 하구환경관리의 목적을 분명히 설정하고, 하구현안에 대한 우선순위와 최적의 관리방안을 도출하기 위해서는 기초조사 및 연구를 통한 하구환경관리기반의 강화가 요구된다.

가) 기초조사사업 확충

하구에 대한 국가차원의 조사사업은 자연생태조사와 습지조사사업의 일환으로 이루어지고 있다. 그러나 이러한 조사는 1990년대 중반이후에 시작되었고 전국을 대상으로 실시되고 있어 개별하구에 대한 현황을 파악하기는 매우 미흡한 실정이다. 또한 하구에 대한 조사가 실시된다 해도 조사대상이 너무 광범위하기 때문에 제한된 재원과 예산으로는 하구의 일부 지역 또는 일부 서식지에 대한 조사만이 현실적으로 가능한 실정이다. 따라서, 지금까지 추진되고 있는 생태계조사사업이나 습지조사사업과는 별도로 하구만을 대상으로 한 종합적인 조사·평가사업이 추진될 필요가 있다.

- (1) 하구환경 종합조사 및 평가사업은 영국이나 호주의 예를 보면 하구에 대한 현황을 파악하고 이를 기초로 하구별 관리의 우선순위를 도출하기 위해서는 반드시 선행되어야 한다. 이러한 조사는 하구의 물순환 패턴, 습지를 포함한 서식지 분포, 야생생물, 생물다양성, 보호종 분포, 수질, 퇴적물 오염정도 등의 다양한 물리·화학적, 생물학적 자료를 일관적인 조사 틀에 따라 조사함으로써 하구별 종합평가와 하구간의 비교가 가능하도록 해야 한다.
- (2) 하구현황 파악을 위한 특별 기초조사사업은 하구에 대한 장기적인 연구를 지원할 수 있는 모니터링 및 연구사업과 유기적으로 연관되어야 한다. 아직 하구에 대해서는 수질측정망 이외의 정기적인 모니터링이 이루어지지 않음을 고려한다면 법정조사인 생태계조사사업 및 습지조사사업을 통해 하구환경에 대한 정기적인 조사와 평가가 가능하도록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 지역별 또는 육상, 연안 등 순차적인 조사보다는 이들 조사사업이 단위생태계, 즉 하구만을 대상으로 하는 집중조

사가 가능하도록 기본적인 조사의 프로토콜에 대한 보완이 필요할 것이다.

나) 수질측정망 개선

현재 육상 및 해양에서 운영하고 있는 수질측정망은 매우 광범위하다. 그러나 기존의 측정망은 하천, 호소 또는 바다를 중심으로 이루어지고 있어 하구의 모니터링을 위한 자료로는 미흡한 실정이다. 따라서 하구환경관리를 지원하기 위해서는 측정지점의 추가설치, 측정항목의 확대 및 측정빈도의 조정 등이 필요할 것으로 판단된다.

- (1) 우리나라의 수질관리가 하천, 해양으로 이분되어 하구역은 측정지점이 설치되어 있지 않거나 위치가 부적절한 경우가 많다. 하구역은 조석에 따라 해수와 담수가 혼합되며 하구 특유의 물순환 패턴을 보이고 있어 오염에 취약하므로 반드시 측정지점이 추가적으로 설정되어야 한다. 특히 오염이 심하거나 주위의 대형 오염원에 의해 영향을 받는 하구역에 대해서는 조사지점을 추가하도록 한다.
- (2) 하구의 수질은 조석, 하천유량, 바람 등에 따라 시간적, 공간적으로 크게 변한다. 따라서, 한 방향의 흐름이 우세한 하천이나 물이 정체되어 있는 호소와는 달리 이러한 하구의 특성을 반영할 수 있도록 수질조사의 빈도가 결정되어야 하며, 수질조사의 시기도 조석의 주기 등을 고려하여 선택되어야 한다. 이를 위해서는 하구역에 대해서 별도의 수질측정망 운영지침이 개발될 필요가 있다.
- (3) 하구언이 설치된 하구는 하구언을 경계로 급격한 환경변화를 보인다. 특히, 정체수역인 하구호는 유역의 최하단부에 위치하므로 오염에 매우 취약하며 물의 흐름이 정체되어 있어 수질측정 자료가 보여주는 바와 같이 수질이 매우 악화되어 있는 실정이다. 따라서, 하구언 내측의 담수 방류가 하구 및 연안 환경에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 하구언 방류수에 대한 모니터링을 위해 자동측정기기를 설치하거나 수질 측정의 빈도를 증가시킬 필요가 있다.
- (4) 하구역은 기본적으로 기수역이므로 수질측정항목은 적어도 해양수질측정항목을 포함해야 한다. 또한 하구역의 오염물질 순환은 수저퇴적물에 따라 크게 좌우되므로 수질측정망과 더불어 퇴적물측정망을 설치 운영할 필요가 있다. 퇴적물측정망은 기본적으로 해양의 퇴적물측정망 운영지침에 준하되 하구는 해양과는 달리 시간적·공간적 퇴적물의 특성변화가 심하므로 조사빈도를 늘릴 필요가 있다.

다) 연구지원체제 확립

하구연구는 단시일 내에 이루어질 문제가 아니며 모니터링 또한 장기적으로 수행될 과제이다. 그러나, 하구환경관리와 관련된 의사결정과 하구환경관리 및 평가를 위해서는 하구에 대한 장기적인 조사·연구 자료와 더불어 하구환경관리 현안과 직접적으로 관련되는 정보가 적기에 공급되어야 한다. 이런 관점에서 기초적이고 장기적인 하구관련 연구와는 별도로 미국의 경우에는 모든 하구관련프로그램에 조사·연구에 대한 재원을 할당하여 현안이 되는 정보를 얻고 있으며, 호주는 하구관리를 위한 별도의 연구지원센터를 운영하고 있다.

- (1) 장기적으로 볼 때 수질측정과 같은 모니터링이 정부기관에 의해 수행될 필요는 없을 것으로 판단되므로 수질측정을 포함한 모니터링은 하구에 접근성이 좋은 지역의 연구기관, 대학, 측정대행업체가 수행하도록 한다. 물론, 이를 위해서는 모니터링 자료의 신뢰성 제고를 위한 강화된 QA/QC과정 및 수질측정과 관련된 제반지침의 개발이 선행되어야 함은 물론이다.
- (2) 하구 연구는 문제의 다양성을 고려하여 장기 연구과제와 현안연구과제를 분리해서 추진할 필요가 있다. 장기연구과제에 대해서는 하구지역에 위치하는 지역 대학에 하구연구를 위한 지역연구센터의 설립을 지원하거나 기존의 지역연구센터의 연구활동 지원을 강화하고⁹²⁾, 현안문제는 정부출연연구기관의 기본사업 또는 씨그랜트(Sea Grant)를 이용한 지역대학 연구지원을 통해 추진한다.
- (3) 하구는 유역의 최하단부에 위치하므로 하구환경의 효과적인 관리를 위해서는 하구유역단위의 데이터베이스시스템 구축이 필요하다. 현재는 매체별로 수질환경정책수립시스템, 대기자료시스템, 수자원정보시스템 등이 구축되고 있으므로, 장기적으로 이러한 목적별 데이터베이스가 구축되면 이들 시스템과 연계하여 하구유역별 통합시스템을 구축할 수 있다. 그러나, 기존의 데이터베이스 시스템만을 이용하는 경우 기존 시스템의 문제가 하구데이터베이스시스템에 그대로 포함되며, 연계사용시 많은 문제점이 발생할 수 있으므로 각 수계의 유역관리청 별로 국가하천 하구에 대한 별도의 데이터베이스 시스템을 구축하는 것이 바람직하다. 이러한 하구별 데이터베이스 구축은 수계중심의 환경관리, 이해당사자 중심의 환경관리라는 측면에서 아주 바람직하며 국가적으로도 중앙의 수

92) 현재 하구연구와 관련된 지역연구센터는 인하대의 서해환경연구센터, 군산대의 새만금환경연구센터가 있음.

질환경정책수립시스템과 같은 통합데이터베이스시스템의 기반이 될 수 있다는 측면에서 큰 장점이 있다.

라) 하구환경에 대한 주민인식제고

우리나라 하구환경의 파괴가 정책적으로 추진될 수 있었던 배경에는 하구환경에 대한 국민의식이 형성되지 못했다는 점 또한 간과할 수 없다. 다행히 최근 민간환경 단체의 활동을 통해 자연환경에 대한 가치가 알려지게 되고 정부의 정책도 개발과 환경보전의 조화라는 방향으로 전환되고 있다. 하구환경보전을 위한 적극적이고 공격적인 정책을 수립하고 추진하기 위해서는 대다수 국민의 지지가 필수적인데, 이를 위해서는 하구환경에 대한 교육프로그램과 하구환경보전과 연계한 시민 모니터링 프로그램의 개발과 운영이 필요하다.

- (1) 상호 신뢰 회복 및 지역사회 공동목표 달성을 위해 지역주민을 비롯한 시민의 참여를 제고한다. 이는 꾸준한 대시민 홍보 및 교육 프로그램 개발이 동반되지 않으면 불가능하며, 이러한 관점에서 하구환경관리계획의 수립단계부터 이해당사자의 적극적인 동참을 호소하는 시민운동을 전개한다.
- (2) 하구환경개선의 필요성과 환경개선의 효과를 적극적으로 홍보한다. 국내외에서 환경과 경제활동을 적절히 조화시킨 성공적인 하구환경개선 프로그램을 발굴하여 적극적으로 홍보한다.
- (3) 하구별 환경관리체제의 구축에 있어 하구환경관리계획의 수립단계부터 시민 및 이해당사자의 참여를 유도하여 하구환경관리에 대한 인식을 제고시키는 한편 관리계획의 시행을 사전에 담보한다.

4. 하구유형 분류

이상에서 제시한 하구환경관리의 기본방침과 관리방안은 일반적인 관리방안으로 특정하구의 관리방안은 해당 하구가 가지는 관리상의 중요성, 하구특성, 관리여건에 따라 크게 달라질 수 있다. 특히 시행방안의 도출에 있어서는 되도록 명확한 논의를 위해 하구환경 보호, 개선 및 복원 등의 내용을 구분하여 제시하였으나 실제 개별하구의 환경관리는 이 세 가지 요소를 모두 포함하게 된다. 따라서 본 절에서는 현재

의 환경현황, 개발압력, 환경개선 노력 등을 기준으로 개별하구를 관리유형별로 구분하고 하구환경관리의 비전을 달성하기 위해 하구별로 중점적으로 추진해야할 내용을 제시하였다.

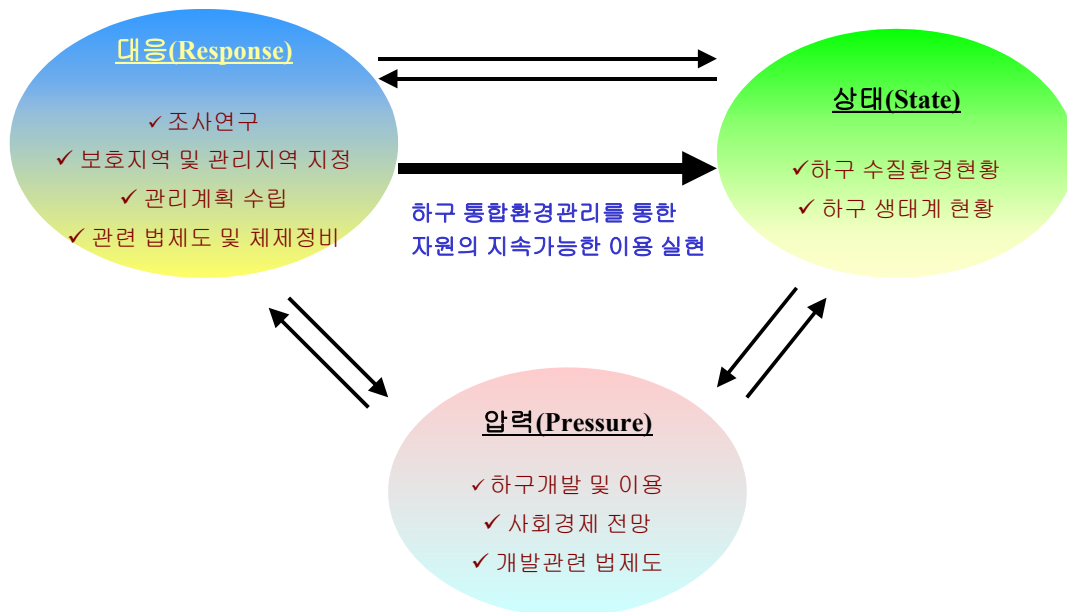
가. 유형분류 방향

우리나라 13개 국가하천 및 4개 지방1급 하천 하구지역의 통합환경관리를 위해서는 자연환경 특성, 사회경제 현황, 관리현황 등을 종합적으로 고려하여 지역특성에 적합한 관리방향이 제시되는 것이 바람직하다. 이는 하구환경관리를 위한 부문별 시행방안이 우리나라 17개 하구하천을 대상으로 적용되는 과정에서 하구정책은 크게 보호, 개선, 복원으로 구분될 수 있음을 의미한다. 본 연구에서는 지역특성이 고려된 관리기본방향 도출을 위해 현재까지 조사된 자료를 토대로 기초적인 유형분류를 수행하였으며, 유형분류 결과를 토대로 보호, 개선, 복원을 기준으로 하구의 관리방향을 제시하였다⁹³⁾.

유형분류를 위해 제3장의 하구환경현황, 개발압력 및 관리체제 현황 분석결과를 이용하였으며, OECD(1993)에서 인간의 사회경제활동과 환경과의 관계를 규명할 목적으로 채택·이용하고 있는 압력-상태-대응 구조(Pressure-State-Response framework; 이하 'PSR 구조')를 분류방법으로 활용하였다⁹⁴⁾(그림 5-4). 이와 함께 우리나라 하구유형분류를 시도할 때 하구연댐 축조여부는 중요한 분류인자가 되는데, 이는 하구연댐이 축조된 지역과 자연하구를 유지하고 있는 지역의 관리체제와 환경상태는 뚜렷한 차별성을 보이고 있기 때문이다. 따라서 유형분류는 기본적으로 하구연댐 건설여부 및 PSR지표 평가결과를 토대로 이루어졌다.

93) 유형분류 결과는 하구 자연환경의 우수성 또는 보전의 우선순위를 의미하지 않음.

94) 하구지역만을 대상으로 PSR 구조를 활용한 사례는 없지만 미국 연안자원관리센터는 연안관리에 활용하였으며, 한국환경정책·평가연구원 등 국내연구기관에서는 습지보전을 위한 유형분류 과정에서 활용하였음(Olsen et al., 1997; 권 등, 1997; 박과 이, 1997; 해양수산부, 2000a). 그러나 OECD에서 제시한 PSR구조의 각 지표를 정확하게 적용하기 위해서는 보다 다양한 형태의 자료가 요구되지만, 현재 국내 하구에 대한 각 지표별 조사결과가 부족한 실정임.



[그림 5-4] 하구 유형분류를 위한 PSR 구조 활용 개념도

나. 유형분류 지표

하구환경현황 분석결과와 기존 PSR관련 국내 연구자료를 토대로 우리나라 하구 유형분류를 위한 기본지표로, 상태지표 6개, 압력지표 6개, 대응지표 5개 등 총 17개의 지표가 설정되었다 (표 5-3). 상태지표는 하천수질, 해양수질, 무척추동물을 기준으로 자연성·보전가치·다양성, 습지특성, 지형경관, 퇴적물 오염 등을 포함하고 있다. 압력지표로는 인구증가율, 인구밀도, 산업단지, 매립계획, 토지이용(공장 및 대지) 등을 이용하였다. 대응지표는 환경관리 및 생태계 보전을 위한 조치를 포함하고 있으며, 보호지역 지정, 특별관리시행, 관리계획 수립·시행, 조사연구 등으로 세분화하였다.

<표 5-3> 하구유형분류 PSR 지표 적용방안

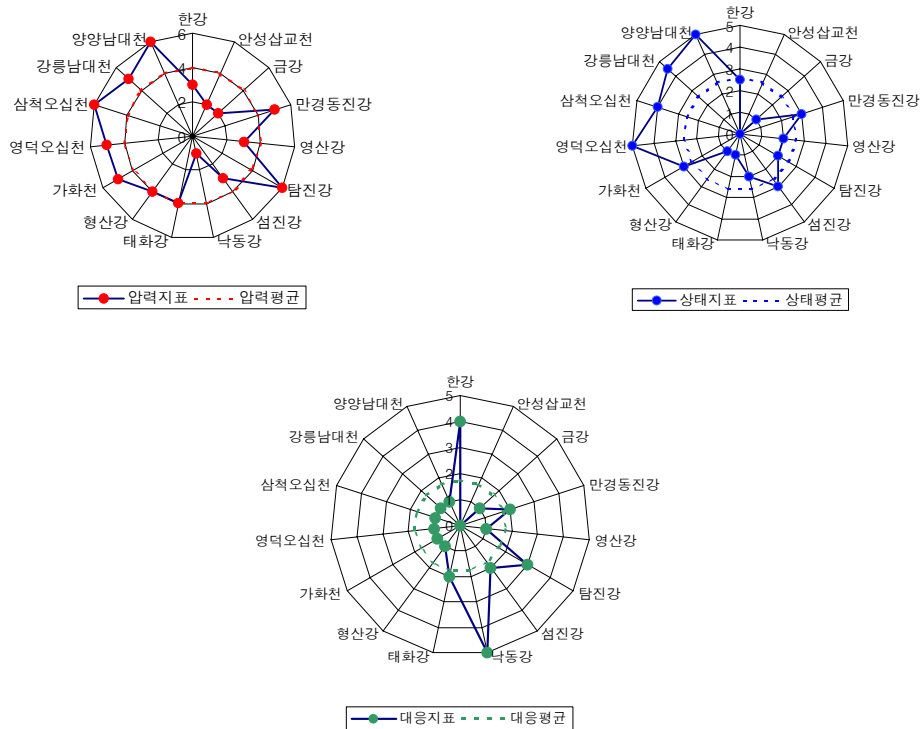
구분	상세 지표	비 고
압력지표(P)	① 인구 증가율, ② 인구밀도 ③ 공장용지 증가율 ④ 공장용지 비율 ⑤ 건당 매립면적 ⑥ 국가산업단지	하구평균 상회 (0) " " 산업단지 지정(0)
상태지표(S)	① 하천수질 ② 해양수질 ③ 보호생물종 및 서식지 ④ 지형경관 ⑤ 자연성, 다양성, 보전가치 ⑥ 항만 및 조선소	하천수질 II등급이하(1) 해양수질 I등급(1) 생물종 및 서식지존재(1) 지형경관 V등급(1) 3개분야 총합 12이상(1) 항만 및 조선소 존재(1)
대응지표(R)	① 보호지역 지정 ② 물관리종합대책 수립 ③ 특별관리해역, 환경관리해역 ④ 조사연구 ⑤ 수계의 범위	지정(1) 수립(1) 지정(1) 조사연구 수행(1) 1개지자체 또는 협의체존재(1)

- 주 : 1. 한강하구와 같이 생태계 자연성, 다양성, 보전가치에 대한 자료조사가 이루어지지 않은 경우 0.5를 부여하였음.
2. 상태지표 중 항만 및 조선소는 TBT 오염 여부 판단을 위한 지표임.
3. 대응지표에 포함된 수계의 범위는 관리용이성을 판단하기 위한 것으로, 지자체가 2개 이상일 경우 효율적 관리가 용이하지 않은 반면, 한강수계관리위원회처럼 협의체가 존재하는 경우 이를 극복할 수 있는 조건이 마련된 것으로 판단할 수 있음.

다. 유형분류 결과 및 시사점

PSR구조를 이용한 유형분류 결과는 [그림 5-5]에 제시하였다. 먼저 압력지표 결과를 보면 한강, 안성천·삽교천, 금강, 형산강, 섬진강, 낙동강, 태화강, 형산강 등은 하구 환경에 영향을 미치는 압력이 상대적으로 높게 나타났다. 상태지표를 통해서 고찰한 하구지역 환경상태는 한강, 안성·삽교천, 금강, 영산강, 탐진강, 낙동강, 태화강, 형산강, 가화천 등이 양호하지 못한 상태에 놓여 있음을 알 수 있다. 또한 압력

및 상태지표의 개선과 연관이 있는 대응지표의 경우 있어서 압력지표와 상태지표에서 낮은 수치를 기록한 한강, 낙동강 하구지역이 매우 높은 대응지표 지수를 나타냈는데, 이는 물관리대책을 비롯하여 하구환경 개선을 위한 정부의 집중적인 투자가 이루어지고 있다는 것을 반영하고 있다.



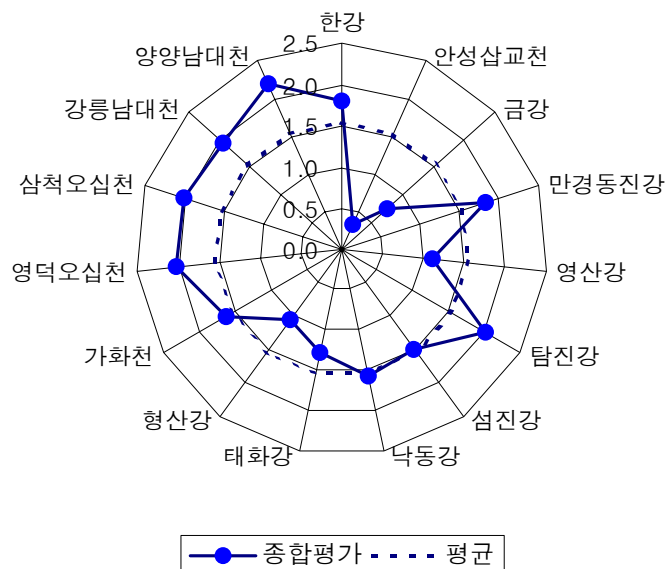
[그림 5-5] 하구지역 PSR 지표 평가

앞에서 제기한 바와 같이 하구환경관리를 위한 정책은 크게 보호, 개선, 복원으로 구분될 수 있는데, 3개 지표를 각 지표별 백분율을 이용하여 종합평가한 결과 안성천·삽교천, 금강, 영산강의 경우 복원을 포함한 적극적인 개선이 필요한 지역으로 분류될 수 있다 (그림 5-6). 하구복원의 경우 많은 비용과 다양한 이해당사자간 이해상충 발생소지가 있는 만큼, 하구둑의 기능 및 건설목적 달성여부에 대한 평가, 복원에 다른 비용산정·재원확보방안, 복원에 따른 잠재적 이익평가 등을 전제로 복원여부를 결정하는 것이 바람직하다. 반면, 하구언댐이 축조된 낙동강의 경우 복원보다는

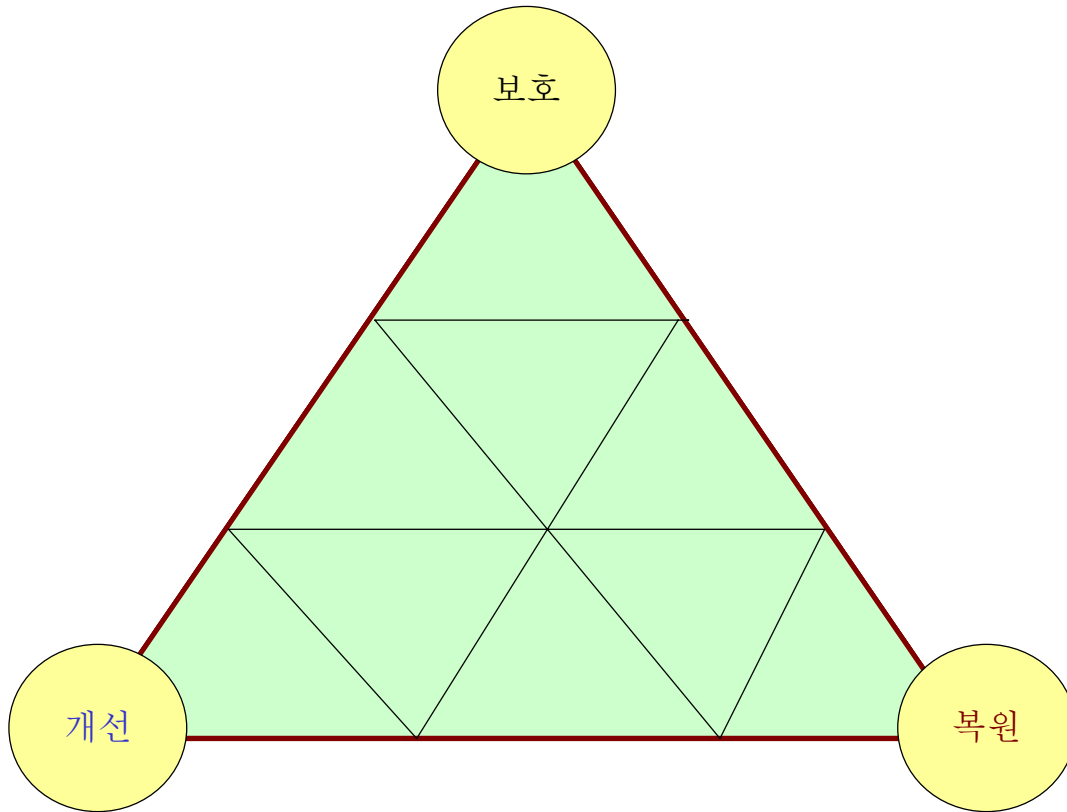
현존 자연생태계를 보호함과 동시에 적극적인 환경개선을 추진하는 것이 바람직하다. 따라서 현재 동 지역이 특별관리해역으로 지정되어 있는 만큼, 환경관리해역 제도를 하구의 자원, 생태계, 경관까지를 포함한 포괄적이고 종합적인 대책의 형태로 시행할 경우 하구환경관리의 목적을 달성하는데 어려움이 없을 것으로 판단된다.

자연하구의 특성을 보이고 있는 지역 중 양양남대천, 강릉남대천, 삼척오십천, 영덕오십천, 탐진강, 만경강·동진강의 경우 보호를 정책우선순위에 놓고 하구관리를 시행하는 것이 고려될 수 있다. 이중 만경강·동진강의 경우 현재 새만금간척사업이 확정·추진되고 있는 지역이므로, 하구지역 전체에 대한 보호가 아닌 보호가치가 높은 지역과 생태계를 선정하여 부분적 보호와 하구둑 축조과정에서 야기될 수 있는 환경오염을 최소화하는 정책을 추진해야 한다.

이와 함께 형산강, 태화강, 가화천, 섬진강의 경우 자연하구의 특성을 유지하고 있지만 연안유역의 고밀도 개발로 인해 하구환경이 심각하게 훼손된 지역으로 수질환경개선을 적극적으로 추진하되 소지역별로 하구의 건강성 회복을 위한 복원정책을 추진하는 것이 필요하다.



[그림 5-6] 하구지역 PSR 종합평가



[그림 5-7] PSR 종합평가에 근거한 하구별 관리기본방향

제2절 석호 환경관리 기본방안

1. 관리기본방향

동해안 석호는 크게 동해연안의 모래 해변, 설악산 등 배후의 명산과 어울려 뛰어난 자연경관을 이루고 있다는 경관적 가치와 우리나라의 다른 지방에서는 찾아보기 어려운 자연호인 동시에 기수호라는 특이한 지형적 가치(그에 따른 생태적 가치 포함)를 가지고 있다. 석호는 자연호소가 가지는 특성대로 시간이 경과함에 따라 유입 퇴적물로 인해 수심이 줄고 습지식물이 자라면서 자연적인 천이과정을 거치게 되며, 궁극적으로는 육화(陸化)되기 때문에 이러한 가치는 근본적으로 유한하다. 그러나, 문

제는 석호의 자연 및 관리현황에서 살펴본 바와 같이 송지호 및 화진포호 등 일부의 석호를 제외하면 관광개발과 무분별한 매립·이용으로 인해 자연적인 천이가 아니라 인위적인 작용으로 인해 석호가 급격히 훼손되고 있다는 데 있다.

석호의 환경관리는 석호가 가지는 경관가치와 지형가치를 어떻게 유지·보전하는가에 관리의 초점이 맞추어져야 할 것이며, 이를 위해서는 개발을 어느 수준까지 허용하는가 하는 보전과 개발의 조화라는 근본적인 문제에 다시 봉착할 수밖에 없다. 그러나, 하구환경과는 달리 석호는 그 규모가 매우 작아 지역적인 개발사업에 의해 쉽게 파괴되며, 석호가 가지는 경관가치와 지형가치는 인위적인 활동에 의해 매우 쉽게 훼손될 수 있다는 특성이 있다. 따라서, 모든 석호를 개발과 보전의 조화라는 측면에서 접근하는 것보다 보호가치가 있는 석호는 보호정책을 중점적으로 추진하고, 이미 석호의 특성이 파괴되었거나 항만 등의 다른 용도로 사용되는 석호는 수질을 중심으로 한 환경개선을 추진하며, 현재 훼손이 진행되는 석호에 대해서는 보전과 복원노력을 병행하는 다원적인 관리가 필요할 것으로 보인다.

2. 석호의 관리유형 분류

가. 유형분류

다원적인 관리가 가능하기 위해서는 석호에 대한 관리유형의 분류가 선행되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 동해안 7개 석호를 대상으로 자연환경 특성, 사회경제 현황, 관리현황 등을 종합적으로 고려하여 관리유형을 구분하였다. 유형분류는 하구의 유형분류에 적용했던 압력-상태-대응 구조(PSR구조)를 사용하였고, 상태지표 5개, 압력지표 4개, 대응지표 4개 등 총 13개 항목을 고려하였다 (표 5-4). 상태지표로는 호소수질, 지형경관, 인위적·정책적 매립, 인공시설물, 수로의 인위적 변경여부 등이 채택되었다. 압력지표로는 인구증가율, 인구밀도, 개발계획 유무, 도시지역 지정 등을 선정하였으며, 대응지표는 자연환경보전지역 지정, 보호지역 지정, 석호수질보전계획, 생태계 조사연구 등으로 세분화하였다.

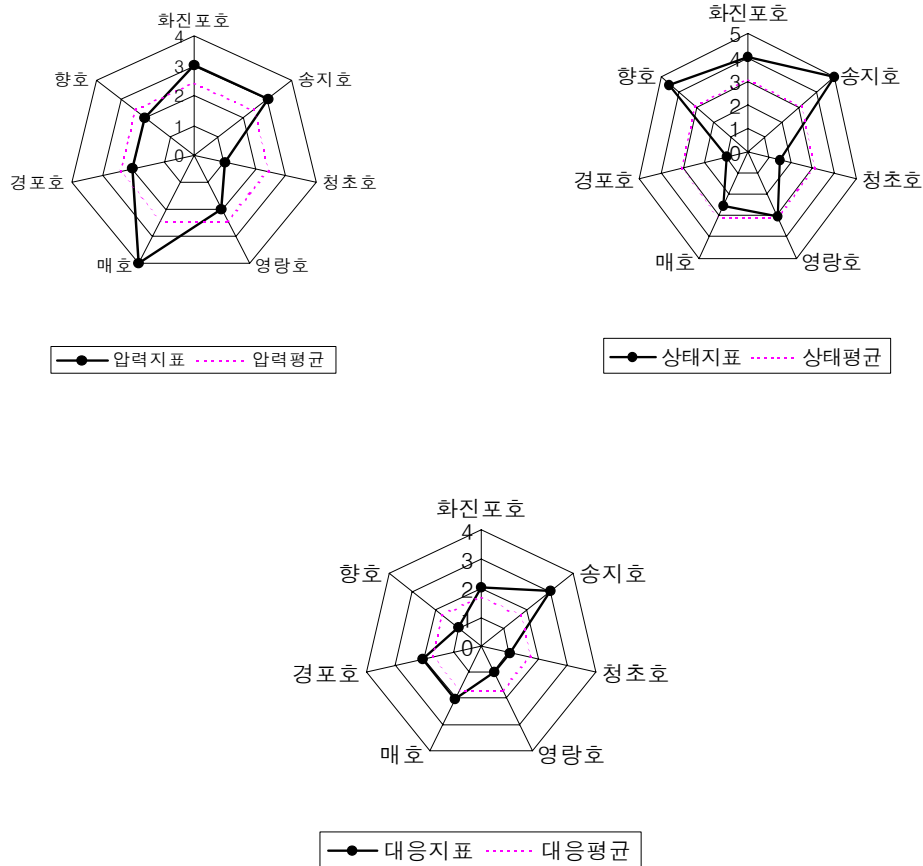
PSR구조를 이용한 석호의 유형분류 결과는 [그림 5-8]에 제시하였다. 먼저 압력지표 산정 결과에 따르면 청초호, 영랑호, 경포호, 향호 등이 석호 환경에 영향을 미치는 압력이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 특히 청초호는 다른 석호유역에 비

해 인구밀도가 매우 높고 유역내에 시가지역을 포함하고 있어 환경에 대한 압력이 가장 높게 나타나고 있다. 상태지표를 통해서 고찰한 석호지역 환경상태는 경포호, 청초호, 매호 등이 양호하지 못한 상태에 놓여 있는 것으로 나타났다. 특히 수질이 매우 악화되어 있으며 인위적 작용에 의해 호수가 훼손된 경포호와 석호의 특성을 거의 상실한 청초호의 상태지표 값이 매우 낮은 것으로 평가되었다. 대응지표의 경우는 생태계 조사연구가 이루어지고 있고 조수보호구역으로 지정되어 있는 송지호가 가장 높게 나타났다. 이것은 압력지표와 상태지표에서 낮은 값을 갖는 하구가 대응지표가 높게 나타난 것과는 다른 양상으로, 상태가 악화된 하구에 대해서는 개선대책이 수립되고 있지만 석호는 그렇지 못함을 보여준다.

<표 5-4> 석호유형분류 PSR 지표 적용방안

구분	상세 지표	비 고
압력지표 (P)	① 인구 증가율 ② 인구밀도 ③ 개발계획 ④ 도시구역	석호평균 상회 (0) " 있음(0) 지정(0)
상태지표 (S)	① 호소수질(COD) ② 지형경관 ③ 매립(정책적, 계획적) ④ 인공시설물 ⑤ 수로의 인위적 변경	III등급이하(1) 지형경관 V등급(1)* 있음(0) 있음(0) 있음(0)
대응지표 (R)	① 자연환경보전지역 지정 ② 보호지역(조수보호구, 천연기념물보호구역) 지정 ③ 석호수질보전계획 ④ 생태계조사연구	지정(1) 지정(1) 수립(1) 조사연구 수행(1)

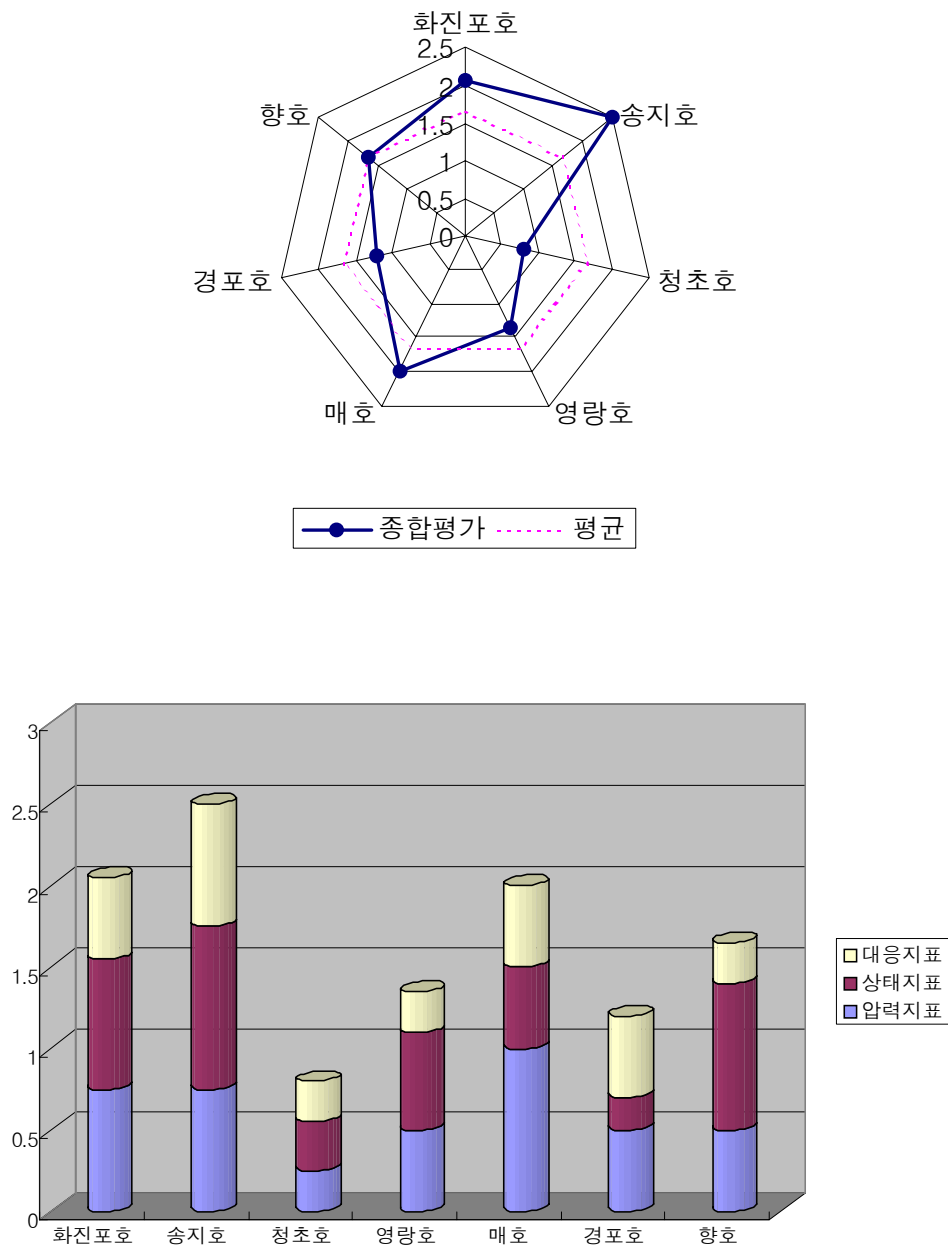
주: 경관조사가 이루어지지 않은 경우 0.5를 부여함.



[그림 5-8] 석호의 PSR 지표 평가

나. 유형별 관리방향

석호환경관리를 위한 정책은 하구의 경우와 같이 크게 보호, 개선, 복원으로 구분할 수 있는데, 3개 지표를 각 지표별 백분율을 이용하여 종합평가한 결과 송지호, 화진포호는 종합평가에서 상대적으로 높은 값을 가지므로 이들 석호는 보호를 정책우선순위로 한 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다 (그림 5-9). 따라서 두 석호에 대해 계획된 개발계획은 이러한 관점에서 신중한 재검토가 이루어지는 것이 바람직하다.



[그림 5-9] 석호 PSR 종합평가

경포호와 영랑호는 인위적 구조물과 수질오염 등으로 인해 환경이 심각하게 훼손된 것으로 판단되므로 복원과 개선을 바탕으로 한 적극적 대책이 마련되어야 할 것으로 보인다. 현재 영랑호의 경우는 도류제 설치 등 석호 복원사업을 추진중인데 호수 생태계 변화에 대한 과학적인 분석을 바탕으로 사업을 추진하여 경포호 준설사업에서와 같이 오히려 호수 생태계에 악영향을 미치고 예산을 낭비하는 일을 되풀이하지 않도록 해야 한다. 이들 석호 이외에 석호의 특성을 유지하고 있지만 유역의 환경에 대한 압력이 높고 석호 환경이 훼손된 매호, 향호 등은 수질환경개선과 함께 석호의 건강성 회복을 위한 복원정책을 추진하는 것이 필요하다.

청초호도 영랑호, 경포호와 함께 복원을 포함한 적극적인 개선이 필요한 지역으로 분류되었다. 그러나 청초호는 석호의 기능을 상실한 채 항만으로 변형되어 사용되고 있으며 개발계획으로 많은 면적에 걸쳐 매립이 이루어져 석호 원형을 복원하기는 어려울 것으로 판단되므로 항만으로 이용하되 오염을 최소화하는 방안이 검토되어야 한다.

3. 석호 환경관리 시행방안

가. 보전(보호)지역지정

송지호, 화진포호 등은 유역오염원이 비교적 적고 대단위 개발사업이 아직 진행되지 않아 자연환경이 잘 보전되어 있다. 현재 고니, 큰고니, 흑고니 등의 집단도래 보호구로 지정되어 있으나 최근 송지호 및 화진포호 개발계획이 수립되어 진행 중에 있어 개발계획이 추진되는 경우 현재와 같은 뛰어난 경관의 훼손은 불가피해 보인다. 이러한 개발에 의해 석호경관과 지형적 특이성이 훼손되는 것을 근본적으로 예방하려면 자연생태계 보전지역, 습지보호지역지정, 지정호소의 지정 및 관리와 같은 포괄적인 보호체계의 도입이 요구되며, 석호의 특성을 고려할 때 자연생태계보호지역 또는 지정호소 지정을 검토할 필요가 있다.

1) 자연생태계보전지역 지정

자연환경보전법 제18조 1항의 생태계보전지역 대상지역 중 ‘지형 또는 지질이 특이하여 학술적 연구 또는 자연경관의 유지를 위하여 보전이 필요한 지역’ 항목에 의하여 석호를 생태계보전지역으로 지정할 수 있을 것으로 여겨진다. 생태계보전지역으로 지정되면 석호주변의 개발행위가 제한되며 하천·호소 등의 구조를 변경하거나 수위 또는 수량에 증감을 가져오는 행위가 제한되므로 인위적 매립 등 석호의 훼손행위가 제한될 수 있다.

그러나, 현실적으로 생태계보전지역을 지정하기 위해서는 지역주민들과의 협의가 필요하고 주민들의 재산권에 대한 영향을 보상하기 위한 대책이 마련되어야 한다⁹⁵⁾. 지금까지 지정된 생태계보전지역의 경우 주거지나 산업시설로부터 멀리 떨어진 곳에서 보전지역 지정에 따른 갈등이 그리 심하지 않았다. 그러나 철새보호를 위한 주남저수지와 민통선 일대는 재산권 행사 제한에 대한 주민들의 반발이 심하게 나타났다. 반면, 우포늪의 경우 시민단체, 정부, 주민간의 상호이해와 협력을 토대로 한 합리적 조정과정을 통해 자연생태계보호지역 지정이 이루어졌다. 이는 정부가 경직된 법 집행에서 벗어나 지역주민들의 요구를 지정과정에서 수용하였기 때문에 가능하였다. 즉 건축물의 신축, 증축, 개축이 완전 금지되었던 기존의 조향이 기존건축물 연면적 2배 이내의 증축을 허용하는 것으로 개정되었으며, 주민들의 기존 영농활동을 인정하는 것으로 수정되었다. 또한 주민지원이 이루어질 수 있도록 생태계보전지역 지정과 더불어 생태관광 육성과 이에 대한 비용보조가 검토될 수 있도록 하고 있다. 이러한 지원은 토지에 대한 보상은 아니지만 생태공원을 통해 그 소득을 주민에게 돌리는 간접적 보상이 되므로 동해안 석호에 대해서도 적극적 도입이 검토될 필요가 있다.

동해안 석호 유역의 토지현황을 살펴보면 경포호 주변은 대부분 사유지이므로 자연신탁운동(NT운동)으로 호수주변 시민의 ‘땅한평갓기운동’을 전개하고 있다⁹⁶⁾. 아직 송지호, 화진포호 주변의 사유지 분포에 대해서는 정확한 자료는 없으나 사유지와 국유지가 혼재하고 있을 것으로 예상되므로 생태계보전지역의 지정을 위해서는 주변 지역의 사유지매입이 불가피할 것으로 판단된다. 이를 위해 자연신탁운동 및 생태계보전지역 지정을 위한 토지매수 규정에 근거하여 필요한 경우 토지수용을 위한 예산 확보도 가능할 것으로 판단된다.

2) 습지보호지역 지정

95) 자연환경보전법 19조3~4항, 25조, 26조.

96) 대부분의 석호에 대해서는 원주환경관리청의 요구에도 불구하고 지자체의 협조가 없어서 주변 지역 소유권이 제대로 파악되지 않고 있으나 사유지가 많을 것으로 추측됨.

석호주변은 자연호의 자연적인 천이과정에 따라 습지가 크게 발달하여 철새들의 도래지가 되고 있고, 석호는 우리나라 다른 지방에서는 발견되지 않는 특이한 경관적·지형적 가치를 가지고 있으므로 습지보전법에 근거한 습지보호지역으로 지정할 수 있다. 또한 자연생태계보전지역의 지정과 같은 절차와 주민협의를 거쳐 습지보호지역으로 지정하는 것도 절차상으로만 보면 불가능하지는 않다.

그러나 생태계보전지역과는 달리 습지보호지역의 지정에 있어서는 토지매수 등 사유지 수용에 대한 규정과 주변지역 주민보상에 관한 조항이 마련되어 있지 않으므로 사유지가 혼재하는 화진포호, 송지호의 경우 습지보호지역으로 지정하는것은 이러한 토지수용과 주민지원에 대한 대책이 마련되기 전까지는 현실적으로 어려워 보인다. 또한, 습지보호지역의 지정시 석호의 원형복원을 위해 습지 훼손이 불가피한 경우가 있으며 석호의 수질관리를 위해 습지식물을 제거할 필요성도 있기 때문에 습지보호지역으로 지정되는 경우 다른 관리의 목적과 상충될 가능성도 배제할 수 없다는 문제가 있다.

3) 지정호소 지정

수질환경보전법에서는 수질보전을 위하여 특별한 관리가 필요하다고 인정되는 호소에 대해서는 환경부 장관이 지정호소로 지정·고시하고, 지정호소의 수질에 영향을 미치는 지역을 호소수질보전구역으로 지정·고시할 수 있다고 규정하고 있다. 지정호소에 대해서는 지정호소수질보전계획을 수립·시행하고 있으므로 송지호, 화진포호를 지정호소로 지정하면 국가차원의 수질관리가 가능하다. 단, 이를 위해서는 수질환경보전법의 호소 정의에 석호가 명확하게 적시되어 있지 않으므로 호소의 정의에 석호를 포함하여 지정호소로 지정하면 중앙차원에서의 수질관리가 이루어질 수 있다.

동해안 석호는 현재 우리나라에 존재하고 있는 18,000여 개의 호수 중 극히 일부에 지나지 않고 정책의 우선순위가 호소중 상수원수로 사용되는 인공호의 수질관리에 주어지고 있는 현실로 인해 기수호인 석호의 수질관리는 전적으로 지방정부나 지방환경관리청의 자체예산으로 관리해야 한다는 것이 환경부의 입장이다. 또한, 석호는 기수호인 관계로 해양수산부 발족 이후에는 준설 등의 내부오염원 관리는 해수부에서 담당하고 있어 지금까지 환경부 차원의 대책은 매우 미흡한 실정이다. 그러나,

이러한 환경부의 입장은 우리나라 대부분의 호소가 용수이용을 위해 인공적으로 만든 인공호이지만 석호는 자연호소로서 경관적 가치와 지형적(생태적) 가치에 있어 여타의 호소와는 차별되며 특히 석호의 가치를 극대화하기 위해서는 수질개선이 반드시 필요하다는 점을 지나치게 간과하고 있다.

따라서 동해안의 석호가 단순히 강원도 일부에 위치하는 수많은 호소 중의 하나가 아니라 국가적으로 관리해야 할 가치가 있는 호소임을 인식할 필요가 있다. 이런 관점에서 보면 수질환경보전법의 지정호소지정과 호소수질보전지역의 설정 제도가 적용된 예가 없어 사문화된 실정에서 본 제도의 폐지를 검토하는 것보다는 석호관리를 위한 제도적인 장치로 운영하는 것을 심각하게 검토할 필요가 있다.

나. 수질개선대책 시행

동해안 석호는 자연 기수호로 물의 체류시간이 길고, 수심이 깊은 석호의 경우 표층과 저층의 염분 및 수온 차이로 인한 성층, 얕은 석호는 바람에 의한 수층의 혼합, 과부영양화 수준의 영양염류 농도, 수초 및 식물성플랑크톤에 의한 내부기인의 유기물 생성 등 다양한 수질악화 조건을 갖추고 있다. 따라서 거의 모든 석호가 공통적으로 주기적인 수질악화를 보이고 있거나 수질악화의 위험성에 노출되어 있다.

석호의 경관적 가치를 유지하기 위해서는 적절한 수질의 유지가 필수적이며 이미 석호현황에서 기술한 바와 같이 자치단체 차원의 다양한 수질개선 대책이 계획되었거나 시행 중에 있다 (표 3-41). 이러한 수질관리방안은 크게 유역에서 석호로 유입되는 오염부하를 저감하기 위한 처리시설 확충, 비점오염원 저감방안을 포함한 오염원 관리대책과 준설, 수초제거, 응집제 투여 등의 내부생성 오염부하 저감대책, 통수용량 증대, 침사지 설치, 수중폭기기 설치 등의 물리적인 대책으로 크게 구분할 수 있으며, 석호별로 적용 가능한 우선순위에 따라 대책을 정리하면 <표 5-5>와 같다.

특히, 수질관리의 기본이 되는 유역으로부터의 오염물질 유입을 효과적으로 차단할 수 있는 대책의 추진은 모든 석호에 공통적으로 필요한 사항이다. 즉, 청초호, 경포호, 영랑호와 같은 도시변의 석호는 생활하수의 처리가 필수적이며 이런 점에서 대부분의 생활하수는 하수종말처리장을 거쳐 호외로 방류되어야 하고, 화진포호, 송지호와 같이 유역 점오염원이 산재해 있거나 비점오염원의 영향이 큰 석호는 지역단위의 마을하수도와 비점오염원 관리를 위한 최적실행방안의 시행이 필요할 것이다.

또한, 현재와 같은 형태의 석호를 유지하기 위해서는 유입하천을 통해 유입되는

퇴적물의 차단이 필수적인데 이런 관점에서 보면 유입하천의 수질개선과 동시에 퇴적물 유입을 효과적으로 차단하기 위한 수변의 완충녹지, 유입하천에 갈대 숲 조성, 강우시 퇴적물의 유입을 최소화시키는 침사지 설치 등이 공통적으로 필요할 것으로 판단된다. 호소 내 대책은 각 석호가 가지는 특성에 따라 선택적으로 적용되어야 하는데, 응집제 및 살조제 투여, 수중폭기와 같이 비용에 비해 그 효과가 한정적이며 2차 오염을 유발 가능성이 있는 대책은 다른 기본적인 수질관리 대책이 시행된 후 필요한 경우에 한하여 추진하는 것이 바람직하다.

<표 5-5> 각 호소별 수질개선 대책

수질개선 대책안		경포호	향호	매호	청초호	영랑호	송지호	화진포호
1차 대안	축산폐수(수거처리)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	생활하수처리(차집처리)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	친환경농업 공법도입	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	호수변 농경지화 억제	△	◎	◎		△	△	◎
	호수변 토지(농경지) 매입	◎	◎	◎		◎	◎	◎
	수변완충녹지 및 갈대숲조성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	침사지 설치(인공연못)	◎	◎	◎		◎	◎	◎
2차 대안	유입수량확보	◎	◎	◎	△	◎	◎	◎
	해수유입시설	△	△	△	◎	△	△	◎
	늦가을 호수內 수초수확	◎	◎	◎		◎	◎	◎
3차 대안	응집제 및 살조제 투여	☆	☆	☆		☆		☆
	수중폭기 (용존산소,순환율확보)	☆	☆	☆		☆		☆
	퇴적물 준설	☆		☆	☆	☆		☆

주: ◎ 많이 필요, △ 약간 필요 ☆ 신중히 검토

자료: 허우명(2001)

다. 지속 가능한 석호개발

송지호와 화진포호를 제외한 대부분의 석호의 훼손이 심각한 상태에 이른 것은 석호의 개발·이용이 석호환경의 파괴를 동반하였기 때문이다. 이는 석호가 우리에게 제공하는 환경가치에 대한 인식부족과 석호의 친환경적 이용보다는 적극적 개발을 통한 편익이 더 크다는 인식에 기인한다 (장과 박, 2000). 따라서, 대부분의 개발계획은 환경보전을 염두에 둔 적정개발이 아닌 환경보전을 위한 최소한의 법적요건을 만족하는 수준에서 개발의 편익을 최대한 확보하는 방향으로 추진되고 있다.

기본방침에서 제시한 바와 같이 송지호, 화진포호와 같이 아직 자연적인 경관과 지형적 특성이 비교적 잘 보전된 석호는 기본적으로 현 상태를 보호하는 관점에서 접근해야 하며, 따라서 개발은 보전을 전제로 한 수준에서 이루어지도록 해야 할 것이다. 특히, 환경용량이 큰 다른 수생태계와는 달리 석호는 그 규모가 작고 영향면적 또한 넓지 않기 때문에 매우 한정된 환경수용력을 가지며 따라서 소규모 개발사업에 의해서도 쉽게 훼손될 수 있다는 특징이 고려되어야 한다.

이런 관점에서 볼 때 화진포호, 송지호 등 비교적 환경상태가 양호한 석호의 경우에는 숙박시설, 놀이시설 및 편의시설 등의 설치보다는 자연경관 및 지형적 가치를 충분히 살릴 수 있는 생태관광 코스로 개발·활용하는 것이 바람직하다. 특히 동해안의 여러 석호를 자연호의 천이과정에 따라 분류하고 천이 단계별로 하나로 생태관광 코스로 묶는다면 자연호의 천이과정을 보여줄 수 있는 살아있는 교육장으로 활용할 수 있을 것이다. 또한, 생태관광을 지원하기 위해 필요한 최소한의 시설들은 석호의 자연성을 훼손하지 않도록 석호로부터 충분한 이격 거리를 확보한 지점에 설치되도록 하는 것이 바람직하다.

경포호, 영랑호, 청초호 등 이미 개발이 진행되었거나 진행되고 있는 석호는 추가적인 훼손의 방지와 환경개선에 관리의 기본방향을 두어야 한다. 경관이 뛰어난 경포호, 영랑호 등에는 가능하면 자연형 호안을 건설하고, 석호주변의 자연습지를 최대한 보전하며, 석호주변의 산책로 또는 순환도로는 주요습지를 훼손하지 않도록 충분히 이격하여 건설하되 주변경관과 어울리는 포장재를 사용하는 등의 세심한 관리가 필요하다. 한편, 청초호와 같이 도심에 있고 이미 개발이 완료되어 복원의 여지가 적은 석호는 향만 또는 시민공원 등의 이용과 관련하여 쾌적성과 편의성을 제고할 수 있는 수질개선사업 및 편의시설확충 사업을 추진하는 것이 바람직하다.

한편, 매호, 향호 등은 상류의 습지를 농지로 개간하여 석호의 크기가 지속적으로 감소하는 추세에 있다. 최근 대규모 개발과 관련된 매립을 제외하면 상류유역의 매

림은 석호의 천이에 따른 습지확대와 더불어 점진적으로 진행된다는 특성이 있으므로 농지매립에 대한 대책은 습지복원 문제와 밀접하게 연관되어 추진되어야 한다. 따라서, 석호면적의 감소를 막고 습지를 보호하기 위해 일차적으로는 개간의 가능성이 높은 사유지에 대한 매립방안을 마련하고 장기적으로는 상류유역의 논을 습지로 환원하며, 준설 등을 통해 수역의 면적을 확대하고 수심을 확보하는 적극적인 복원 방안을 강구할 필요가 있다. 특히, 최근 무역개방과 더불어 논농사에 대한 수익성이 날로 악화되고 있다는 점을 고려한다면 논의 매립과 장기적인 휴경을 유도하기 위한 관리여건은 그리 나쁘지 않다고 볼 수 있다.

라. 관리체제 개선 및 교육·홍보 강화

현재 석호는 뛰어난 경관과 생태적 희소성에도 불구하고 상수원보호구역 또는 특별대책지역으로 지정·관리되고 있는 주요 상수원과는 달리 일반적인 호소로 관리되고 있다. 이는 석호환경관리를 위해 특별히 중앙정부 차원의 대책이나 지원이 따르지 않음을 의미하며, 만일 실질적인 관리를 담당하는 자치단체가 개발 지향적일 경우 석호보전을 위한 수단이 매우 한정될 수밖에 없음을 의미한다.

이러한, 관리체제상의 한계점을 극복하기 위해서는 뛰어난 경관과 생태적 가치를 지닌 석호에 대해서는 자연생태계보전지역으로 지정하여 관리하거나 지정호소로 지정·관리하여 중앙정부가 직접적으로 개입하여 국가적 차원에서 관리할 필요가 있다. 특별히 국가차원에서 관리하지 않는 석호의 환경은 이해당사자에 대한 교육과 홍보를 통한 인식제고, 지역 중심의 환경운동 활성화 및 환경영향평가 등 기존의 평가체제를 통해 환경친화적인 개발 유도를 통해 관리할 수 있다.

즉, 장기적인 교육프로그램을 통해 관련 이해당사자를 대상으로 유치원, 학교 등의 공공부문과 환경운동단체 등의 민간부문이 손잡고 석호의 중요성과 환경관리의 필요성에 대한 교육 및 홍보활동을 전개한다면 석호보전을 위한 공감대를 형성할 수 있을 것이다. 이는 현재 자생적으로 활동을 전개하고 있으나 인력과 재정 면에서 어려움을 겪고 있는 지역의 환경운동단체를 활성화시키는 기폭제가 되며, 환경보전 보다는 개발편익을 극대화하려는 개발지향의 관성을 제어하고, 자치단체나 중앙정부로 하여금 환경보전활동을 지원하는 한편 더 나아가 적극적인 환경보전 대책을 수립·시행할 수 있도록 하는 원동력이 된다.

환경영향평가와 사전환경성평가는 현재로서는 환경친화적인 석호개발을 유도할

수 있는 가장 강력한 제도적인 수단이다. 즉, 평가과정에서 개발에 따른 악영향을 예측하고 실현 가능한 수단과 방법을 통해 개발로 야기되는 악영향에 대한 대책을 사전에 강구하도록 할 수 있다. 그러나, 현실적으로 환경영향평가를 통해 환경친화적인 개발을 유도하는 것이 쉽지 않은데, 이는 개발에 따른 환경영향을 예측함에 있어서 과학적이고 객관적인 정보의 부족에 기인한다.

예를 들어, 석호주변에 숙박시설을 설치하는 경우 인구유동, 오염물질 배출 등은 비교적 예측이 가능하지만 이로 인해 야기되는 동식물에 대한 영향은 추정만이 가능할 뿐이다. 또한, 평가서 작성을 위해 단기간에 조사된 자료에 근거하여 장기적인 영향을 평가하기에는 한계가 있고, 수질, 대기질, 소음 등 부문별로 분화된 평가를 토대로 종합적인 환경영향을 파악하기 어렵다. 또한, 생태가치, 경관가치, 지형가치 등의 보전을 위한 대책이 상충되는 경우 우선순위의 판단이 어렵고, 점진적 개발이 공간적, 시간적으로 누적되어 궁극적으로 나타나게 될 영향 또한 예측하기 힘들다. 즉, 지역에서 체계적이고, 장기적이고, 종합적인 연구가 선행되지 않으면 얻을 수 없는 자료가 상당히 많다. 따라서, 환경친화적인 개발, 지속가능한 이용을 담보하기 위해서는 석호의 생태적 기능, 경관적 가치 및 지형적 특성에 대한 종합적인 연구와 석호환경변화에 대한 종합적인 모니터링이 체계적이고 지속적으로 추진될 필요가 있다.

제 6 장

관리기본방안 사례연구

제1절 섬진강하구 환경관리방안

본 연구에서는 하구 환경관리방안을 수립하기 위한 사례지역으로 섬진강하구를 택하였다. 섬진강은 남한의 5대강 중에서 하천수질과 하천생태계가 가장 잘 보존되어 있는 몇 안 되는 하천의 하나이나 섬진강이 유입되는 광양만은 대규모 항만, 산업단지 및 배후도시의 조성으로 인해 수질 및 생태 환경이 갈수록 악화되고 있다. 즉, 섬진강 하구는 상대적으로 청정한 하천과 극심한 연안개발로 인한 환경악화가 공존하는 수역이며, 우리나라 다른 하구와는 달리 하구언이나 수중보가 건설되어 있지 않은 자연하구로 하구의 고유한 물순환 특성을 보유하고 있다. 따라서, 전장에서 논의한 바와 같이 개선 중심의 하구환경관리가 필요하다는 점에서 사례지역으로 선정하였다.

본 절에서는 먼저 섬진강 하구의 인문사회환경, 자연환경 및 오염현황에 대한 분석을 토대로 섬진강 하구관리의 문제점을 파악하고, 생태적 가치평가기법을 이용하여 섬진강 하구가 지니는 가치를 알아본 후 하구환경 기본관리방안에 근거하여 섬진강 하구환경관리방안을 제시하고자 한다.

1. 섬진강 하구 관리범위 설정

본 연구에서 사례지역으로 선정된 섬진강 하구의 관리범위는 [그림 6-1]에 제시한 바와 같이 설정하였다. 관리범위의 전체 면적은 465km^2 이며, 이중 수면부가 131km^2 , 육지부가 334km^2 를 차지하였다.

관리범위 중 수면부의 하천 쪽 경계는 조석의 영향을 미치는 범위를 기준으로 결정하였으며, 바다 쪽 경계는 해양오염방지법에 근거하여 지정된 광양만 특별관리해역의 바다 쪽 경계를 따랐다. 이는 섬진강 하구환경의 다양한 요소들을 고려하여 하구 관리범위를 결정하기에는 섬진강 하구환경에 대한 체계적인 연구결과가 부족하였기 때문이었다. 향후 섬진강 하구환경에 대한 장기적이고 체계적인 조사가 이루어진 후 섬진강 하구환경에 적합한 수면부 관리범위를 재설정할 필요가 있다. 하구의 수역에 영향을 미치는 육지부의 관리범위는 광양만 특별관리해역의 육지부 범위로 지정된 지역으로 하였다.



[그림 6-1] 섬진강 하구 관리범위

섬진강 하구 관리범위의 하천 쪽 경계는 조석의 영향을 미치는 가장 상류의 지점으로 설정하였다. 그러나 섬진강 하구에서 조석의 영향을 미치는 범위에 대한 과학적인 조사결과가 전무하기 때문에, 본 연구에서는 섬진강 관리 관련자들의 경험에 기초해 광양시에 위치한 한국수자원공사 다압취수장 부근을 조석의 영향을 미치는 상류경계로 하였다. 섬진강 하구관리범위의 바다 쪽 경계로 사용된 광양만 특별관리해역의 범위는 해역이용활동과 육지로부터 유입된 오염물질이 영향을 미치는 범위를 고려하여, 반폐쇄성 특성을 보이는 광양만의 입구에서 경계가 설정되었다 (해양수산부, 1999b).

본 연구에서 사례지역으로 선정된 섬진강 하구의 육지부 관리범위로 채택된 광양만 특별관리해역의 육지부 경계는 광양만에 미치는 배수구역내에서 임야를 제외하고 도시화가 이루어진 지역을 중심으로 설정되었으며, 광양시, 하동군, 여수시, 순천시 등이 포함되어 있다 (해양수산부, 1999b; 표 6-1).

<표 6-1> 광양만 특별관리해역 관련 행정구역

시군	읍면동
광양시	태인동, 금호동, 광영동, 중마동, 성황동, 황금동, 광양읍, 옥곡면, 진상면, 진월면
여수시	율촌면, 소라면, 삼일동, 묘도동, 주삼동
순천시	해룡면
하동군	금성면, 금남면, 고전면, 하동읍

자료: 해양수산부(1999b)

2. 섬진강 하구 지역특성

본 연구에서는 섬진강 하구의 지역특성을 파악하는데 있어서 <표 6-1>에 제시된 광양만 특별관리해역 관련 행정구역 중 전체 면적의 극히 일부만이 포함되어 있는 순천시를 제외하고 섬진강 하구의 자연환경, 인문사회환경 및 환경현황을 수집·분석하였다.

가. 섬진강 하구의 자연환경

우리나라의 남부 중서부에 위치하고 있는 섬진강은 총 유역면적이 $4,986.5\text{km}^2$, 본류의 유로 연장이 212.3km 로 남한의 5대강에 속하며, 남북한을 합쳐서 9번째로 큰 강이다 (섬진강환경행정협의회, 1999). 섬진강유역에는 전라남도 2개시 6개군, 전라북도 1개시 4개군, 경상남도 1개군 등 총 3개시 11개군의 행정구역이 포함되어 있는데, 전라남도가 섬진강 유역면적의 47%, 전라북도가 44%, 경상남도가 9%를 차지한다. 섬진강유역은 동쪽으로는 낙동강유역, 서쪽으로는 영산강 및 동진강 유역, 그리고 북쪽으로는 금강 및 만경강 유역과 접하고 있다.

섬진강유역의 연평균 강수량은 $1,365\text{mm}$ 이며, 섬진강 하구지역은 우리나라 3대 최다우지 중 하나이다 (건설교통부, 1998). 섬진강유역의 총 강수량중 약 55%는 6월, 7월, 8월의 여름철 3개월에 집중되어 있다. 섬진강유역의 연평균 기온은 11.82°C , 연평균 습도는 72.8%이다.

섬진강은 국가하천인 섬진강본류, 보성강과 148개의 지방2급 하천으로 구성되어 있다 (건설교통부, 2000b). 유역별로 보면 섬진강의 수계는 섬진강 본류 I, II의 2개 구간과, 지천인 오수천, 요천, 동복천, 보성강의 4개 구간으로 나누어진다 (섬진강환경행정협의회, 1999).

우리나라의 남해안 중심부에 위치한 광양만은 동서간의 길이 27km , 남북의 폭이 15km 로, 여수시, 광양시, 순천시, 남해군, 하동군의 5개 시군으로 둘러싸인 반폐쇄성 내만이다. 우리나라 김양식의 발생지인 광양만은 1970년 이후 많은 개발이 이루어져 원래 해면의 약 70%만이 남아 있다 (이규형, 2001). 광양만은 만의 북동부와 남동부를 통해 다른 해역과 연결되는데, 북동부의 노량수도를 통해 진주만과 연결되고 남동부의 여수해만을 통해 외해와 이어진다.

광양만의 조차는 약 3m 로, 조석에 따른 해수교환율은 7.6~22.3%까지 담수유입량에 따라 변동이 큰 편이다 (박광순, 1984). 광양만의 수심은 만의 서쪽과 북쪽은 5m 이하로 얕은 편이고, 노량해협과 여수해만을 연결하는 주 수로의 수심은 20m 이상이다. 만의 중앙에 위치한 묘도의 북쪽과 남쪽은 수심이 10m 이상으로 조류가 만내로 진입하는 수로를 이루고 있다 (신현출, 2001). 광양만은 묘도를 경계로, 서쪽은 수심이 얇고 지형적으로 폐쇄되어 있어 정체수역의 특성을 보이며, 동쪽은 섬진강으로부터 담수가 유입되고 지형적으로 개방된 형태를 보인다.

광양만지역의 기후는 온난다습한 해양성기후의 특성을 보이는데, 연평균 기온은 14~15℃, 습도는 69%를 보인다. 이 지역은 우리나라 3대 다우지 중의 하나인 섬진강 하구지역에 속하여 연평균강수량이 1,300mm 정도이며, 이중 약 50%정도가 여름에 집중된다.

광양만으로 유입하는 하천으로는 섬진강, 수어천, 광양 동천, 광양 서천, 울촌천, 소라천, 주삼천, 남수천, 중흥천, 상암천, 남해의 대사천, 청포천이 있으며, 섬진강 이외에 수어천 및 동천을 제외하고는 유역면적이 대부분 작은 편이다. 섬진강을 통해 만으로 유입되는 담수의 양은 약 $5.8\sim 8.7\times 10^8$ 톤에 이르며, 섬진강을 제외한 다른 하천의 유입량은 많지 않다 (Park et al., 1982; 1984).

나. 섬진강 하구의 인문사회 및 유역이용 현황

1) 인구현황

섬진강 하구에 인접한 시·군인 광양시, 여수시, 하동군의 인구는 1999년말 현재 526,057명이며, 이중 여수시의 인구가 62.1%로 가장 높은 비중을 차지하였다 (표 6-2). 광양시의 인구는 26.3%, 하동군의 인구는 11.6%로 나타나, 광양 및 여천 지역에 밀집되어 있는 산업활동을 반영하였다 (그림 6-2). 섬진강 하구역의 인구밀도는 325명/km²로, 전국 및 우리나라 하구역 전체의 인구밀도보다 낮게 나타났지만 섬진강 유역 전체의 인구밀도(120명/km²)보다 약 2.7배 높아 섬진강 전체 유역의 인구활동이 섬진강 하구지역에 밀집되어 있음을 보여주었다 (표 6-2, 그림 6-3). 그러나, 인구밀도가 90명/km²에 불과한 하동군을 제외한 광양시와 여수시의 인구밀도는 493명/km²로 전국 및 하구 전체의 인구밀도보다 높았다.

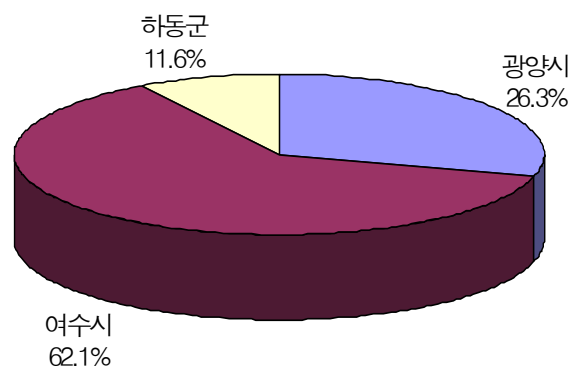
1995~1999년 5년 동안의 자료를 토대로 계산된 섬진강 하구역의 연평균 인구증가율은 0.08%로 인구의 급격한 증감은 나타나지 않았다 (표 6-2, 그림 6-4). 광양시의 인구는 같은 기간 동안 연평균 1.76% 증가하였지만, 여수시(-0.18%)와 하동군(-1.87%)의 인구는 감소하여 섬진강 하구역 전체의 인구증가율은 높지 않았다. 섬진강 하구역의 인구증가율은 같은 기간 동안 하구전체 및 전국의 인구증가율보다 훨씬 낮은 것으로, 이 지역의 인구는 포화상태에 이른 것으로 보인다. 그러나 같은 기간 동안 섬진강 유역 전체의 인구는 감소(연평균 -0.25%)하였다.

<표 6-2> 섬진강 하구역 인구현황 (1999년)

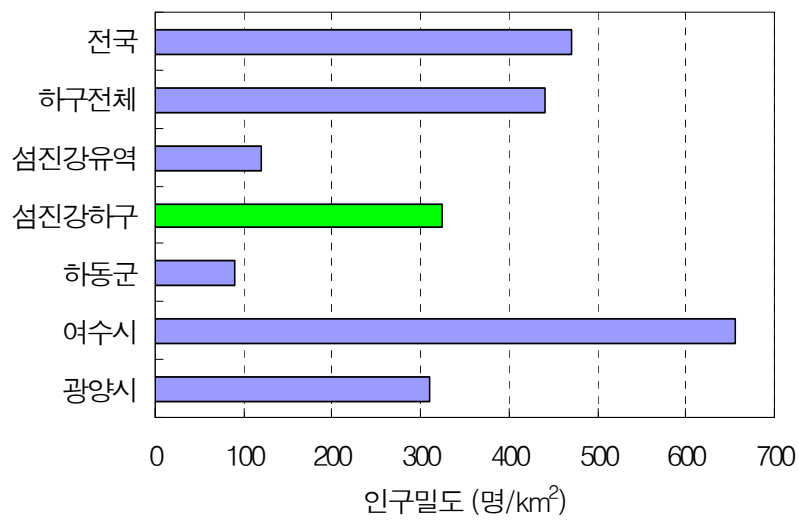
구분 지역	인구(명)	면적 (km ²)	인구밀도 (명/km ²)	연평균 인구증가율 (%)
광양시	138,267	446.08	310	1.76
여수시	326,942	498.10	656	- 0.18
하동군	60,848	675.64	90	- 1.87
섬진강하구	526,057	1,619.82	325	0.08
섬진강유역	1,041,989	8,708.00	120	- 0.25
하구전체	7,210,118	16,086.02	441	1.62
전 국	46,858,463	99,434.26	471	0.98

자료: 각 시군 2000년 통계연보; 통계청(2000)

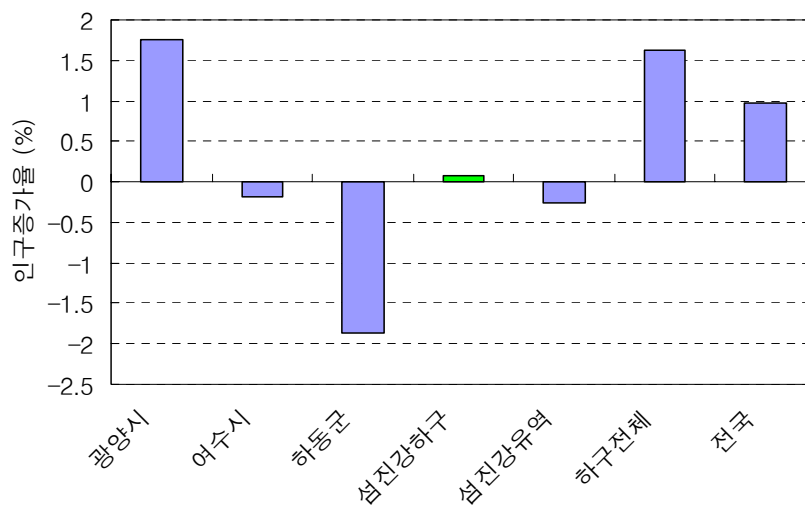
주: 인구증가율은 1995년~1999년 5년 동안의 자료를 토대로 계산되었음.



[그림 6-2] 섬진강 하구역 시군별 인구구성비(1999년 자료 기준)



[그림 6-3] 섬진강 하구역의 인구밀도(1999년 자료 기준)



[그림 6-4] 섬진강 하구역의 연평균 인구증가율(1995~1999년 5년 평균)

2) 토지이용 현황

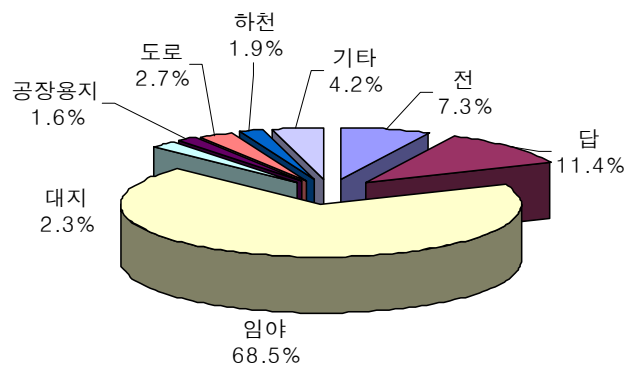
섬진강 하구에 인접한 시·군의 총 육지면적은 1,619.82km²로, 이중 하동군이 41.7%로 가장 넓은 면적을 차지하였다 (표 6-3). 지목별로는 임야의 비중(69%)이 가장 높았으며, 밭(11%), 논(7%)의 순으로 나타났다 (그림 6-5).

<표 6-3> 섬진강 하구역의 지목별 토지이용 현황(1999년 자료 기준)

(단위 : km²)

구분 지역	계	전	답	임야	대지	공장 용지	도로	하천	기타
광양시	446.08	19.89	53.87	304.03	9.89	13.68	12.57	12.70	19.45
여수시	498.10	70.04	44.98	312.94	18.71	12.22	14.77	2.35	22.09
하동군	675.64	28.89	85.90	492.19	8.87	0.54	16.55	15.64	27.06
섬진강 하구	1,619.82	118.82	184.75	1,109.16	37.47	26.44	43.89	30.69	68.60

자료: 각 시군 2000년 통계연보



[그림 6-5] 섬진강 하구역의 지목별 토지이용 구성비

섬진강 하구 환경에 직접 영향을 미칠 수 있는 대지와 공장용지의 비율은 각각 2.31%, 1.63%로, 대지의 경우 전국(2.32%)이나 하구전체(2.69%)의 구성비율과 비슷하였지만 공장용지의 비율은 전국 및 하구 전체의 구성비율보다 높게 나타났다 (표 6-5, 그림 6-6). 그러나 아직 개발이 많이 이루어지지 않아 대지와 공장용지의 비율이

각각 1.3%와 0.08%에 불과한 하동군을 제외하면, 대지와 공장의 구성비율은 3.0%와 2.7%로 증가해 전국 및 하구 전체의 비율보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞 절에서 언급한 인구밀도 분포에서 나타난 바와 같이 섬진강 하구역의 경제활동이 광양과 여수지역 지역에 집중되어 있음을 보여준다.

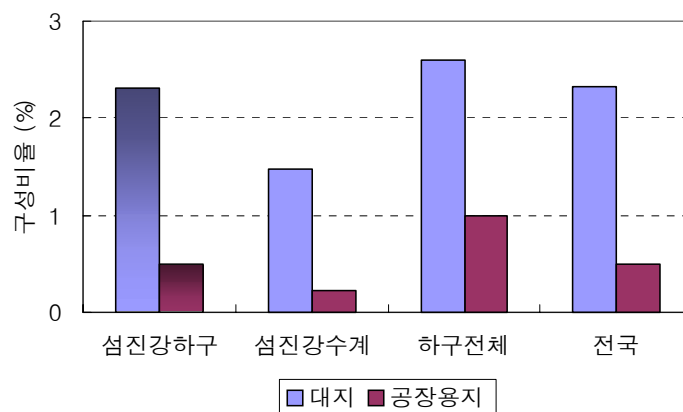
섬진강 유역 전체의 토지이용 현황에서 대지와 공장용지가 차지하는 비율은 각각 1.48%, 0.23%로 섬진강 하구역의 비율보다 낮게 나타나 섬진강 유역권의 개발이 섬진강 하구역에 집중되어 있음을 알 수 있었다.

<표 6-4> 섬진강 하구역 대지 및 공장용지 증가율 및 이용현황

(단위 : %)

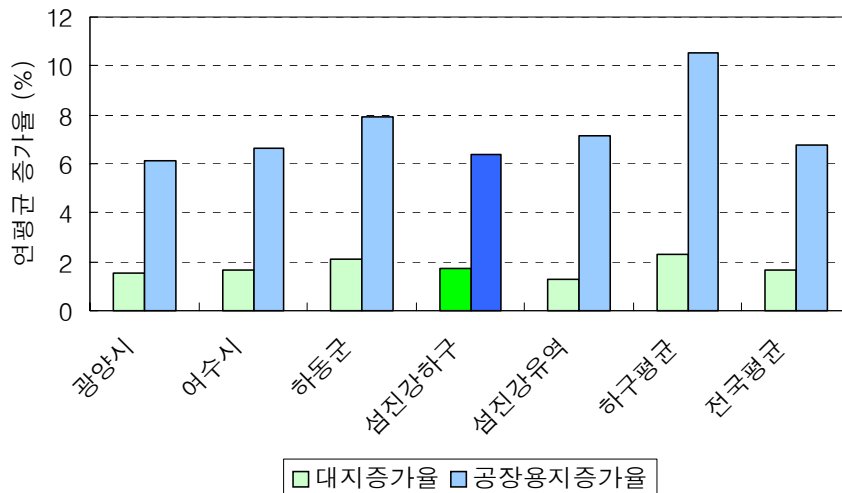
하구	구분	연평균 증가율 (1995-1999년)		토지이용비율 (1999년)	
		대지	공장	대지	공장
	광양시	1.53	6.15	2.21	3.07
	여수시	1.65	6.63	3.76	2.45
	하동군	2.08	7.93	1.31	0.08
	섬진강하구	1.72	6.40	2.31	1.63
	섬진강유역	1.27	7.17	1.48	0.23
	하구평균	2.31	10.56	2.69	1.31
	전국평균	1.66	6.75	2.32	0.49

자료: 각 시군 2000년 통계연보; 통계청(2000)



[그림 6-6] 섬진강 하구역의 대지 및 공장용지 구성비율(1999년 자료기준)

섬진강 하구역에서 1995~1999년 5년 동안 대지와 공장용지의 연평균 증가율은 각각 1.72%, 6.40%로, 전국 평균 증가율과 큰 차이가 없었지만 우리나라 하구역 전체의 연평균 증가율인 2.31%, 10.56%에 비해 낮았다 (표 6-4, 그림 6-7). 섬진강 유역 전체의 연평균 대지 증가율은 섬진강 하구역에 비해 낮았지만, 공장용지의 경우 섬진강 유역의 증가율이 더 높게 나타났다. 그러나 섬진강 유역의 공장용지 증가율은 대부분 1999년 현재 섬진강 유역 전체 공장용지 면적의 66.9%를 차지하는 광양시의 공장용지 증가에 기인하는 것이었다.



[그림 6-7] 섬진강 하구역의 대지 및 공장용지 증가율(1995~1999년 자료기준)

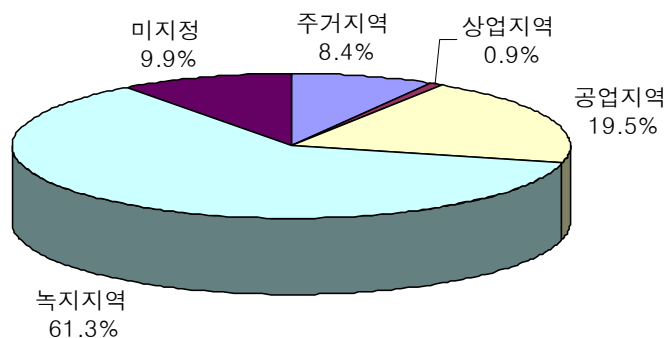
3) 용도지역 및 개발제한구역

섬진강 하구역 전체 면적의 29.9%인 485.04km²가 도시계획상 용도지역으로 지정되어 있다 (표 6-5). 그러나 개발이 많이 이루어지지 않은 하동군의 용도지역은 섬진강 하구역 전체 용도지역의 1.5%에 불과하였다. 용도지역 중 녹지지역이 61.3%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 공업지역이 19.5%를 차지하였다 (그림 6-8). 광양시의 경우 공업지역이 계획면적인 132.80km²의 32.4%로 아주 높아 광양국가산업단지를 중심으로 한 산업단지 건설추세를 반영하고 있다.

<표 6-5> 섬진강 하구역의 도시계획상 용도지역 지정현황(1999년 자료기준)

지역	계획인구 (명)	계획면적 (km ²)	용도지역				
			주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	미지정
광양시	430,000	132.80	12.29	1.56	42.97	75.98	-
여수시	530,000	345.05	27.05	2.60	51.49	215.88	48.03
하동군	22,354	7.19	1.57	0.20	-	5.42	-
합계	982,354	485.04	40.91	4.36	94.46	297.28	48.03

자료: 각 시군 2000년 통계연보



[그림 6-8] 섬진강 하구역의 도시계획상 용도지역 지정비율(1999년 자료 기준)

섬진강 하구의 시·군 중 여수시에만 개발제한구역이 지정되어 있는데, 그 면적은 1999년 현재 87.59km²이다. 이중 임야가 65.01km²로 전체 개발제한구역의 74.2%를 차지하였으며, 논과 밭이 각각 11.1%와 6.51%를 차지하였다.

4) 산업단지 및 사업체 현황

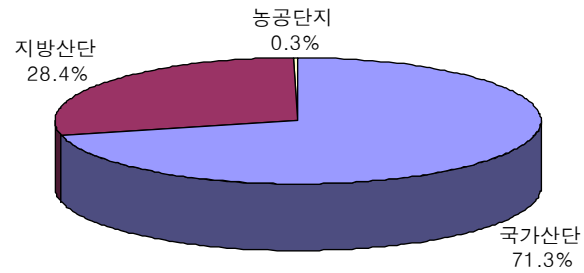
섬진강 하구역은 1960년대 정부의 중화학 공업 육성책의 일환으로 여천시에 석유 화학공업단지가 조성되면서 전형적인 농어업 중심의 경제구조에서 공업도시지역으로 발전하였다. 1985년 이후 광양제철소, 연관공단, 컨테이너 부두 등 대규모 개발사업이 진행되어 섬진강 하구역은 우리나라의 대표적인 산업지대로 성장하였다.

섬진강 하구역에는 1999년말 현재 2개의 국가산업단지, 4개의 지방산업단지, 3개의 농공단지가 위치하고 있다 (표 6-6). 이들 산업단지의 총 면적은 80.271km²에 이르며, 211개소의 업체가 25,698명의 종업원을 고용하고 있다. 산업단지 유형별 면적 구성비율을 살펴보면, 광양 및 여천 국가산업단지가 71.3%로 대부분을 차지하였으며, 지방산업단지가 28.4%를 차지하였다 (그림 6-9).

<표 6-6> 섬진강 하구역 산업단지 현황(국가, 지방 및 농공단지)

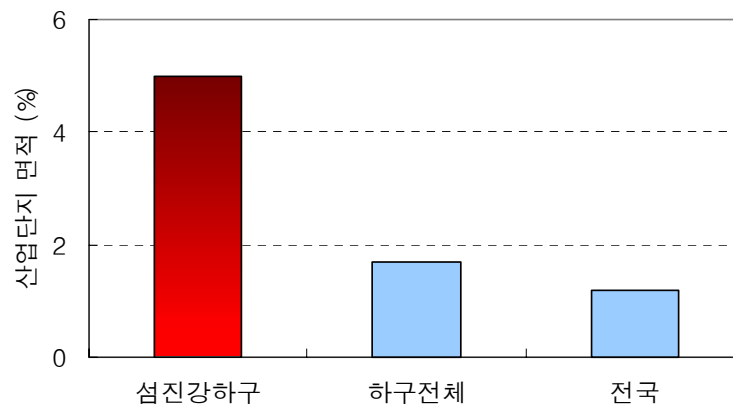
구분 하구	면적 (km ²)	업체수 (개소)	종업원수 (명)	비고
국가산업단지				
광양국가산업단지	26.479	51	12,246	광양시
여천국가산업단지	30.784	83	12,263	여수시
소 계	57.263	134	24,509	
지방산업단지				
초남지방산업단지	0.409	19	368	광양시
오천지방산업단지	0.222	33	386	여수시
율촌 1, 2 지방산업단지	22.125	2	80	여수시
소 계	22.756	54	834	
농공단지				
화양농공단지	0.119	12	173	여수시
적량농공단지	0.060	6	104	하동군
고전농공단지	0.073	5	78	하동군
소 계	0.252	23	355	
총 계	80.271	211	25,698	

자료: 광양시, 여수시, 하동군 2000년 통계연보



[그림 6-9] 섬진강 하구역내 산업단지 유형별 구성비

섬진강 하구역에 위치한 산업단지의 면적은 섬진강 하구역 전체 면적의 5.0%에 해당하는데, 우리나라 하구역 전체의 면적에서 산업단지가 차지하는 비율인 1.7%, 전국의 비율인 1.2%와 비교할 때 섬진강 하구역의 경우 산업활동에 의한 환경부하가 클 것임을 시사한다 (그림 6-10). 1995~1999년 기간 동안 섬진강 하구역의 산업단지 면적은 1995년의 37,500 km^2 에서 1999년의 80,271 km^2 로 2.1 배 증가하였다.



[그림 6-10] 섬진강 하구역의 산업단지 면적 구성비

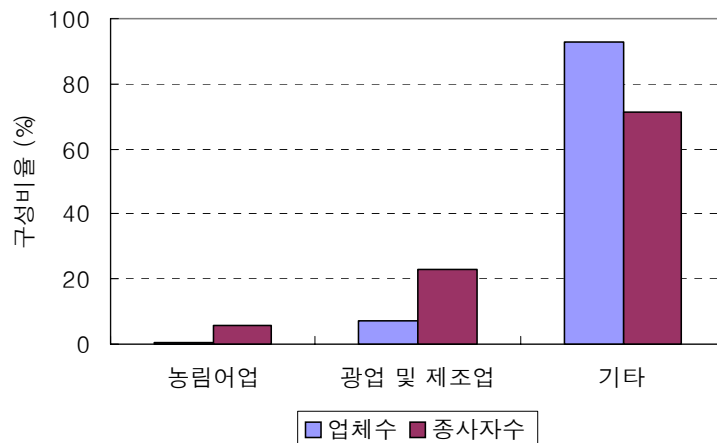
섬진강 하구역의 산업별 사업체수 및 종사자수를 살펴보면, 사회간접자본 및 기타 서비스업이 사업체수와 종사자수에서 각각 92.6%와 71.2%를 차지하여 가장 높은 구성비율을 보였다 (표 6-7, 그림 6-11). 농림어업의 사업체수와 종사자수는 각각 0.5%와 5.9%에 불과하여 대규모 산업단지가 위치한 이 지역의 경제구조를 반영하였다. 광업 및 제조업은 업체수와 종업원수에서 각각 7.0%, 22.9%를 차지하였으며, 대규모 국가산업단지가 위치해 있는 광양시와 여수시의 비중이 높았다.

<표 6-7> 섬진강 하구역의 산업별 사업체수 및 종사자수(1999년 기준)

(단위 : 개소, 명)

지역	합계		농림어업		광업 및 제조업		사회간접자본 및 기타 서비스업	
	업체수	종사자수	업체수	종사자수	업체수	종사자수	업체수	종사자수
광양시	7,632	42,954	12	222	568	13,951	7,052	28,781
여수시	21,954	91,472	99	7,018	1,446	18,856	20,409	65,598
하동군	4,190	14,536	42	1,558	344	1,316	3,804	11,662
합계	33,776	148,962	153	8,798	2,358	34,123	31,265	106,041

자료: 각 시군 2000년 통계연보



[그림 6-11] 섬진강 하구역 산업별 업체수 및 종사자수 구성비

5) 농축산 및 어업

섬진강 하구역의 농가인구와 경지면적은 각각 92,532명, 29,097ha로 나타났다 (표 6-8). 이중 농가인구의 비중은 여수시가 가장 높아 섬진강 하구역 전체 농가인구의 44.2%를 차지하였으며, 경지면적의 경우 하동군이 39.5%(11,479ha)를 차지하여 경지면적이 가장 넓었다. 광양국가산업단지를 중심으로 산업단지 개발이 계속 이루어지고 있는 광양시의 경우 섬진강 하구역 전체 경지면적의 23.9%에 불과하였다. 경지면적 중 논과 밭의 비율은 각각 61.3%, 38.7%로 논 비중이 더 높게 나타났다.

<표 6-8> 섬진강 하구역의 농가인구 및 경지면적 현황(1999년 자료기준)

지역	농가 (가구)	인구 (명)	경지면적 (ha)		
			합계	논	밭
광양시	7,345	22,364	6,943	5,106	1,837
여수시	13,273	44,496	10,675	4,142	6,533
하동군	9,402	25,672	11,479	8,590	2,889
합계	30,020	92,532	29,097	17,838	11,259

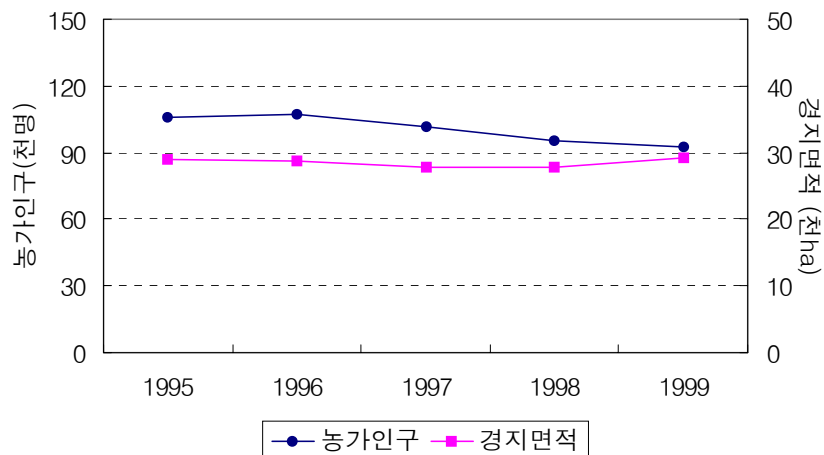
자료: 각 시군 2000년 통계연보

섬진강 하구역의 농가인구는 1995~1999년 5년 동안 연평균 3.1% 감소하여, 광양시와 여수시의 산업단지 개발로 인한 지역 경제구조의 변화를 반영하였다(표 6-9, 그림 6-12). 경지면적의 경우 같은 기간 동안 0.2%의 증가에 그쳐 큰 변화를 보이지 않았다.

<표 6-9> 섬진강 하구역의 농가인구 및 경지면적 변화추이

연도	농가 (가구)	인구 (명)	경지면적 (ha)		
			합계	논	밭
1995	31,394	105,533	28,900	17,696	11,204
1996	32,290	107,264	28,799	17,747	11,052
1997	31,445	101,712	27,865	16,767	11,098
1998	30,244	95,144	27,874	16,807	11,067
1999	30,020	92,532	29,097	17,838	11,259

자료: 광양시, 여수시, 하동군 2000년 통계연보



[그림 6-12] 섬진강 하구역 농가인구 및 경지면적 변화추이(1995~1999년 자료기준)

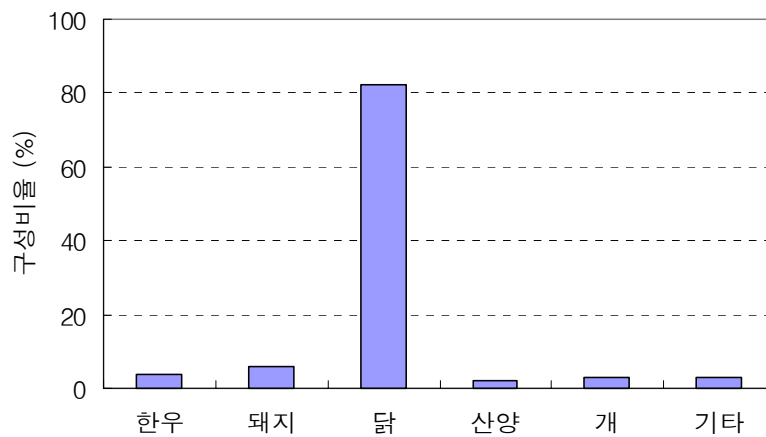
1999년말 현재 섬진강 하구역의 가축사육수는 총 923,862마리로, 종류별 구성비율은 닭이 82.1%로 대부분을 차지하였으며 돼지 5.9%, 한우 3.8%의 순으로 나타났다(표 6-10, 그림 6-13). 시군별 구성비율에서는 여수시가 전체 가축사육두수의 74.8%로 가장 많았으며, 닭이 여수시 가축사육두수의 83.1%를 차지하였다. 광양시의 가축사육두수는 전체의 6.4%에 불과하였다.

<표 6-10> 섬진강 하구역 가축사육 현황(1999년 자료기준)

(단위 : 마리)

지역	합계	한우	돼지	닭	산양	개	기타
광양시	59,403	6,805	10,574	22,481	5,891	5,928	7,724
여수시	691,390	10,676	27,476	630,536	6,786	12,333	3,583
하동군	173,069	17,762	16,367	105,927	6,565	8,532	17,916
합계	923,862	35,243	54,417	758,944	19,242	26,793	29,223

자료: 각 시군 2000년 통계연보



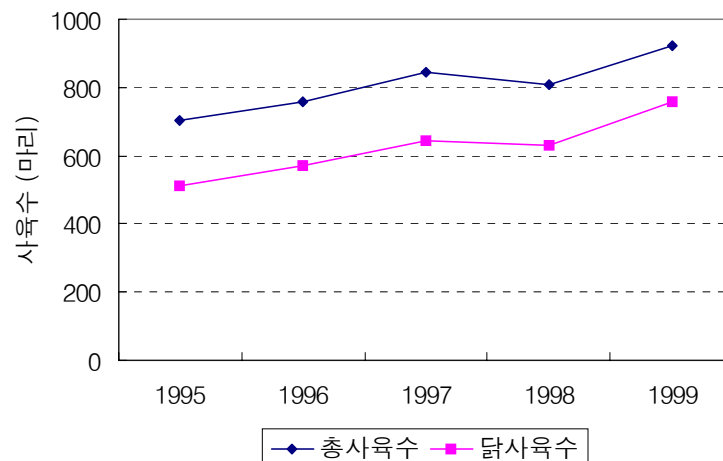
[그림 6-13] 섬진강 하구역 사육 가축 구성비율(1999년 자료 기준)

섬진강 하구역의 가축사육두수는 1995~1999년의 기간 동안 지속적으로 증가하였으며, 연평균 증가율은 7.9%에 달하였다 (표 6-11, 그림 6-14). 그러나, 이 증가율은 1999년 말 현재 전체 가축사육두수의 82.1%를 차지하고 있는 닭의 사육두수가 같은 기간 동안 연평균 12.0%의 비율로 증가한 결과로 볼 수 있다. 약 1.7%의 증가율을 보인 기타 가축이외의 다른 가축들의 사육 두수는 1995~1999년의 5년 동안 감소하였다(개 -7.8%, 한우 -5.1%, 산양 -4.2%).

<표 6-11> 섬진강 하구역 가축사육 변화추이

연도	합계	한우	돼지	닭	산양	개	기타
1995	701,616	44,284	55,215	512,589	23,178	38,971	27,379
1996	756,792	48,184	54,555	572,934	23,050	39,445	18,624
1997	845,498	50,713	63,352	646,068	23,386	36,213	25,766
1998	810,137	44,716	63,577	628,917	20,880	28,263	23,784
1999	923,862	35,243	54,417	758,944	19,242	26,793	29,223

자료: 광양시, 여수시, 하동군 2000년 통계연보



[그림 6-14] 섬진강 하구역 가축사육두수 변화추이

섬진강 하구역의 어가인구는 1999년말 현재 12,562세대, 40,792명으로, 여수시가 어가의 77.4%, 어가인구의 77.1%로 가장 높은 비중을 차지하였다 (표 6-12). 총 보유 어선수는 9,103척으로, 이중 동력선이 7,893척으로 86.7%, 무동력선이 639척으로 13.3%를 차지하였다. 광양국가산업단지의 건설로 연안어장이 대폭 감소한 광양시의 경우 섬진강 하구역 전체 어가 및 어가인구의 6.1%와 6.7%, 총어선수의 2.1%에 불과하였다.

<표 6-12> 섬진강 하구역 어가인구 및 어선보유 현황(1999년 자료기준)

연도	어가 (세대)	인구 (명)	어선보유 (척)		
			총계	동력선	무동력선
광양시	763	2,734	188	150	38
여수시	9,726	31,434	7,369	6,970	399
하동군	2,073	6,624	1,546	773	202
합 계	12,562	40,792	9,103	7,893	639

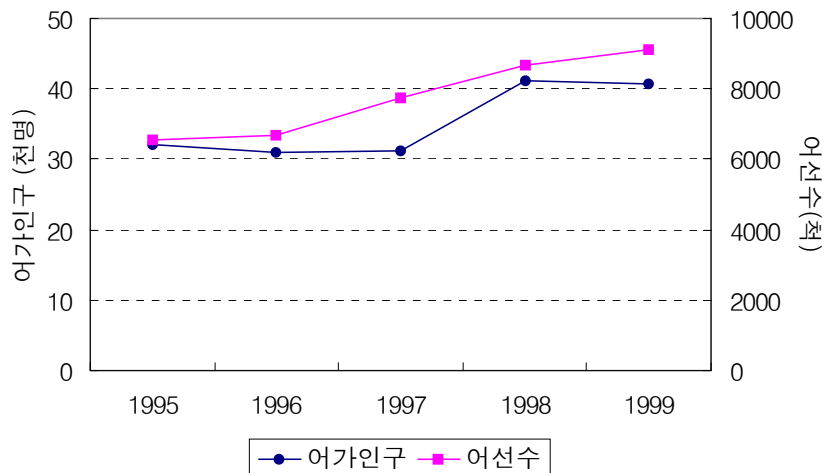
자료: 각 시군 2000년 통계연보

섬진강 하구역의 어가인구는 1995~1999년 기간동안 연평균 6.8%의 비율로 증가하였으며, 보유 어선수는 연평균 9.8%의 증가율을 보였다 (표 6-13, 그림 6-15). 이중 어가인구의 증가는 대부분 여수시의 어가인구 증가(연평균 10.8%)에 기인하였으며, 보유어선수의 경우 하동군(23.6%)과 광양시(13.9%)의 증가율이 평균보다 높게 나타났다. 특이한 점은 광양시의 경우 보유어선수는 1995~1999년 5년 동안 13.9%의 비율로 증가하였지만, 어가인구는 24.1%의 감소율을 나타냈다.

<표 6-13> 섬진강 하구역 어가인구 및 어선수 변화추이

연도	어가 (세대)	인구 (명)	어선보유(척)		
			총계	동력선	무동력선
1995	8,169	32,063	6,534	5,755	479
1996	8,775	31,026	6,671	5,839	463
1997	8,792	31,085	7,758	6,748	524
1998	12,496	41,197	8,687	7,516	687
1999	12,562	40,792	9,103	7,893	639

자료: 광양시, 여수시, 하동군 2000년 통계연보



[그림 6-15] 섬진강 하구역 어가인구 및 어선수 변화추이

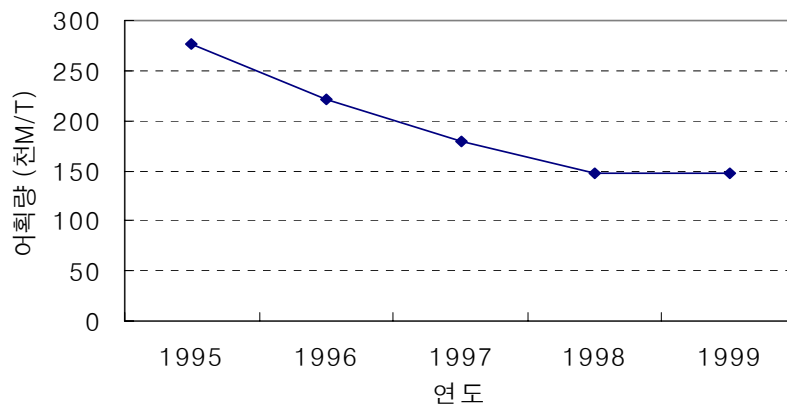
섬진강 하구역의 어획고 및 어획량은 각각 148천톤, 247,619천원으로 우리나라 하구 전체의 어획고 및 생산량의 29.7%와 31.4%를 차지하였다 (표 6-14). 이것은 섬진강 하구역 어획량 및 어획고의 93.3% 및 79.9%를 차지하는 여수시의 어업생산량에 기인하는 것으로, 여수시의 어업생산량은 대부분 여자만과 가막만 등 인근 다른 해역의 어업활동에 의한 결과라고 판단된다. 이러한 점을 고려한다면 섬진강 하구의 어업생산량은 높지 않은 것으로 여겨진다. 광양국가산업단지 등 산업단지의 개발과 배후도시의 조성으로 인해 어장이 대폭 감소한 광양시의 어획량 및 어획고는 섬진강 하구역 전체의 0.8%, 0.7%에 불과하였다.

<표 6-14> 섬진강 하구역 연안시군 어업생산량 및 어획고

지역	어획량(M/T)	어획고(천원)	비율(%) 어획량/어획고
광양시	1,150	1,733,300	0.8 / 0.7
여수시	138,235	197,913,000	93.3 / 79.9
하동군	8,795	47,972,915	5.9 / 19.4
섬진강하구	148,180	247,619,215	100.0 / 100.0
하구전체	499,387	787,705,734	

자료: 각 시군 2000년 통계연보

섬진강 하구역의 어획량은 1995~1999년의 기간 동안 연평균 11.6%의 지속적인 감소를 보여, 하구전체(-2.2%) 및 전국(-5.7%)의 어획량 감소율보다 훨씬 높았다 (그림 6-16). 하동과 광양의 경우 각각 27.0%, 2.2%의 어획량 증가를 보였지만, 섬진강 하구역의 어획량에서 여수시가 차지하는 비율이 93.3%에 달하기 때문에 1995~1999년 기간 동안 여수시의 어획량 감소(-12.2%)는 섬진강 하구역의 어획량 감소로 나타났다.



[그림 6-16] 섬진강 하구역의 연도별 어업생산량 변화(1995~1999 자료 기준)

6) 자연생태계

온난다습한 해양성기후로 식물성장에 유리한 조건을 갖춘 섬진강 하구인근 지역은 약 69%가 임야로 다양한 수종이 분포하고 있으나, 조림사업의 부진과 과거의 무분별한 벌목으로 대다수 산림이 황폐화되어 있다 (환경부, 1998a). <표 6-15>는 지역별 식생특징을 보여주고 있다.

<표 6-15> 섬진강 하구 인근지역의 지역별 식생 특징

지역 구분	수목류	초목류
광양지역	소나무, 측백나무, 자작나무, 참나무, 밤나무, 상수리나무, 아카시나무, 대나무, 철쭉, 진달래 등	고사리, 씀바귀, 고비, 억새, 쭉, 엉겅퀴, 무릇 등
도서지역	소나무, 측백나무, 참나무, 녹나무, 싸리나무, 동백나무, 율나무, 머루나무, 감나무 등	고사리, 잔디, 대사초, 비비취, 더덕, 도라지 등
육지	소나무, 너쿨나무, 상수리나무, 밤나무, 느릅나무, 칙, 싸리나무, 보리수 등	고사리, 억새, 피잔디, 쭉, 엉겅퀴, 모시풀 등

자료: 환경부(1998a)에서 재인용

주: 수목 중 소나무와 초목 중 고사리는 모든 지역에 분포하는 종임.

섬진강 하구의 생물상에 대한 조사연구는 그리 많지 않은데, 경남대학교 연구팀이 섬진강 하류 및 남해연안에서 조사한 생물상(경상남도, 1993)을 살펴보면 1종의 멸종위기종, 4종의 천연기념물, 1종의 환경부지정보호종, 1종의 환경부지정 감소추세종이 관찰되었다 (표 6-16). 그러나 동 조사에서 관찰된 식물플랑크톤 중에서 적조원인생물 중의 하나로 알려진 *Cochlodinium* sp.가 출현하여, 조사해역의 부영양화를 반영하고 있는 것으로 보인다. 환경부(1998a)의 조사에서는 39과 82종 10변종 1품종이 발견되었으며, 동 연구가 기존의 문헌자료를 종합한 결과 총 1,256종(44목 142과 592속 985종 3아종 154변종 14품종)의 관속식물이 섬진강하구 인근 지역에 출현하였다.

<표 6-16> 섬진강 하류 및 남해연안에서 관찰된 생물상

구분		출현종수	특이사항
동물상	포유류	5목 14과 29종	수달(천연기념물) 하늘다람쥐(천연기념물)
	조류	9목 21과 51종	새매, 황조롱이(천연기념물) 큰오색딱다구리(환경부지정보호종)
	곤충류	21목 137과 491종 (섬진강 일대)	톱사슴벌레(환경부지정 감소추세종) 장수풍뎅이(멸종위기종)
		21목 119과 368종 (남해안 일대)	
식물상	관속식물	121과 473속 685종 1아종 101변종, 10품종	
식물플랑크톤		56속 118종	적조원인생물인 <i>Cochlodinium</i> sp. 출현

자료: 경상남도(1993)

환경부(1998c)가 수행한 제2차 전국자연환경조사 결과 중 섬진강 하구역 인근의 생물서식지 평가결과를 살펴보면, 한려해상국립공원에 포함된 여수시 안도가 보전가치, 훼손가능성, 풍부성 및 다양성, 자연성, 지형경관의 다섯 가지 항목에서 가장 좋은 평가결과를 보였으며, 한려국립해상공원에 포함된 금오도 역시 모든 항목에서 평균 이상의 평가를 받았다. <표 6-17>에 제시된 서식지 중 본 연구에서 관리범위로 설정한 섬진강 하구역내에 포함된 지역은 광양시 황길동의 갯벌로 훼손가능성, 자연성, 지형경관에 대한 평가에서 최하위 점수를 받았으며, 보전가치에서도 평가가 낮았다. 이는 대형 산업단지의 개발이후 섬진강 하구의 생태계가 처한 상황을 단적으로 보여주는 것이라고 판단된다.

<표 6-17> 섬진강 하구역 인근의 생물서식지 평가

지역		서식지유형	보전가치 (1~5)	훼손 가능성 (1~5)	풍부성 다양성 (1~5)	자연성 (1~5)	지형경관 (1~5)	기타정보
광양	황길동	갯벌	2	1	3	1	1	
여수	안도	바위해안	5	5	5	5	5	
	돌산도	자갈, 조개껍질, 돌맹이	3	4	2	3	4	
	금오도	바위해안	4	4	4	3	4	
		갯벌	3	4	4	3	3	
하동	양포	갯벌	4	3	3	2	4	어촌, 양식장

자료: 환경부(1998c)

주: 1. 1에서 5로 갈수록 기준요인을 높게 평가하는 것임.

2. 갯벌은 고은 모래, 실트, 점토질이 섞인 퇴적물의 의미함.

1993년 자연생태계보호지역으로 지정된 광양의 백운산은 한라산 다음으로 가장 다양한 식물종을 보유하여 온대에서 한대에 이르기까지 약 900종의 식물이 서식하고 있다⁹⁷⁾. 또한 인근의 순천만은 천연기념물 228호인 흑두루미를 비롯해 천연기념물 19종, 환경부지정 특정야생동물중 멸종위기종 7종, 보호종 16종, 국제자연보존연맹 적색목록 13종 등 160여 종의 조류가 관찰되고 있다⁹⁸⁾.

광양만의 습지는 11월~3월경까지 시베리아-중국-한국을 경유하는 국제 희귀조인 검은머리 갈매기를 비롯하여 천연기념물인 황새, 두루미, 저어새, 민물도요 등 90여 종의 철새들이 한겨울을 쉬어 가는 집단서식지로 밝혀지고 있다⁹⁹⁾. 광양만 일대의 갯벌 중에서는 순천시의 대대포구를 중심으로 하는 순천만과 광양시 세풍을 중심으로 하는 광양만, 갈사리를 중심으로 하는 갈사만이 습지로서의 생태적 기능을 유지하고 있다.

그러나 광양시와 여수시의 갯벌은 광양국가산업단지, 여천국가산업단지, 율촌지방산업단지 및 이와 관련한 배후도시의 개발로 인해 많이 사라져 현재 남아 있는 갯벌의 면적은 광양시 2.9km²에 불과하다 (해양수산부, 1998b). 하동군의 경우 14.1km²의 갯벌이 분포하고 있지만 이중 일부는 진주만 해역에 분포하고 있다.

97) <http://gwangyang.jeonnam.kr/up/index.html>

98) <http://www.greenkorea.org/greenlove.htm>

99) <http://www.gykfem.or.kr/board/board-01.html>

광양만의 저서생물은 각종 매립과 산업폐수 유입 및 해난사고에 의한 유류유출 등으로 환경이 악화되어 퇴적상 교란 및 퇴적층 세립화의 영향을 받아 1995년 이후 저서생물의 밀도가 1980년대의 절반 수준으로 감소하였다 (환경부, 1998a). 저서동물의 대부분을 차지하는 다모류에서는 2개 종이 사라졌고, 그 대신 유기물 오염지시종이 증가하여(신과 고, 1990), 광양만이 저층 교란 및 유기물 오염에 의해 빈생물해역으로 변화하고 있었다.

광양만 내에서는 1985년 첫 적조발생이 기록된 이후 매년 적조가 발생하고 있으며, 광양만 주변지역의 산업생산과 관련된 요인이 주요 원인으로 꼽히고 있다 (윤양호, 2001). 적조발생의 빈도 또한 증가하여 2000년에는 10건의 적조가 발생하였다.

다. 개발사업현황

<표 6-18>은 섬진강 하구 주변지역에서 시행되고 있는 대규모 개발사업을 보여주고 있다. 기존에 형성된 여수, 광양의 산업단지와 함께 이러한 개발계획들이 모두 예정대로 진행된다면 지역경제에 커다란 변화가 초래될 것으로 예상되며, 명실상부한 상업, 공업도시로 성장할 것으로 기대되고 있다. 그러나 각종 개발사업으로 현재 원래 해면의 약 73%만이 남아 있는 광양만의 경우 진행중인 개발사업이 완료될 경우 각종 산업폐수와 배후도시의 생활하수에 의한 오염부하가 증가될 전망이다.

<표 6-18> 섬진강 하구역에서 시행중인 대규모 개발계획

개발사업명	면적(천m ²) 규모	업종	사업시행시기
여천국가산단 확장	8,593	화학제품	1992~2001
여천울촌산단 2단지 조성	25,260	1차금속, 조립금속, 조선	1995~2005
광양컨테이너 부두	12,839	항만시설, 배후도시	1987~2001
광양화력발전소 (광양제철소 내)	500MW×2기 (1000MW)	유연탄	1997~2004
현대 LNG발전소 건설	500MW(가스터빈 160MW×2기, 중기터빈 180MW×1기)	LNG(비상시 경유)	1999~2002

섬진강 하구에는 10개 지구, 4.1597km²의 면적에 대해 매립계획이 수립되어 있다 (표 6-19). 이중 하동지방산업단지 등을 위한 공업용지가 3.4820km²로 전체 매립계획 면적의 83.7%를 차지하여, 향후 섬진강 하구 환경에서 산업이 미치는 영향이 더욱 커질 것임을 시사하였다. 도시용지는 0.489km²로 매립계획 면적 중 11.8%를 차지하였다.

<표 6-19> 섬진강 하구역 매립계획 수립현황

구분 매립지구명	면적 (km ²)	용도	위치
황금	0.8370	공업용지(중간재 가공공장)	광양시 골약동
와우	0.4890	도시용지(공공 및 주택시설)	광양시 중마동
중마 I	0.0400	기타시설용지(수산물유통센터, 택지)	광양시 중동
낙포	0.1300	유통가공시설용지(항만시설, 유통가공시설)	여수시 낙포동
하동지방산업단지	2.6450	공업용지(원자재 및 중간재 공장)	하동군 금성면
대치	0.0070	기타시설용지(선착장 진입로)	하동군 금남면
중평 I	0.0018	기타시설용지(해안도로)	하동군 금남면
중평 II	0.0018	기타시설용지(호안정비)	하동군 금남면
송문	0.0057	기타시설용지(호안정비)	하동군 금남면
고포	0.0024	기타시설용지(어항보전시설)	하동군 금성면
합계	4.1597		

자료: 해양수산부(2001b)

라. 오염원 및 수질 현황

1) 폐수배출시설 및 처리시설현황¹⁰⁰⁾

섬진강 하구주변 시·군의 폐수배출시설은 1999년 현재 227개소이며, 대부분 4~5종의 소규모사업장들로 이루어져 있다 (광양시, 2000; 여수시, 2000; 하동군, 2000). 하수처리장은 광양시와 하동군에만 위치하고 있는데, 표준활성슬러지법으로 연간 2.2백만 톤을 처리하고 있으며, 여수시는 2003년 완공을 목표로 처리능력 110천톤/일의

100) 자료: 광양시, 여수시, 하동군 2000년 통계연보

하수처리장을 건설 중에 있다. 공단폐수의 경우 여천, 광양공단은 국가공단으로 환경관리공단이 공단폐수처리장을 운영하고 있으나, 지방산업단지의 경우 개별 사업장에서 공단폐수처리가 이루어지고 있다.

2) 섬진강유역 오염원별 부하량

섬진강 수계의 BOD 발생부하량은 169.8 천kg/일로 나타났으며, 이중 축산폐수가 차지하는 비율이 70.7%로 가장 높게 나타났다 (표 6-20). 생활하수, 비점오염원, 산업폐수가 발생부하량에서 차지하는 비율은 각각 12.1%, 10.1%, 7.1%이었다. BOD 배출량은 44.7천kg/일로 나타났으며, 비점오염원에 의한 배출부하량이 전체의 38.5%로 가장 많은 양을 차지하였다. 축산폐수 및 생활하수에 의한 배출량은 각각 30.9%와 29.5%로 비슷한 양이었다. 그러나 산업폐수에 의한 배출량은 전체 배출량의 1.1%에 불과해 농림업 중심의 경제구조를 가진 섬진강 유역의 상황을 반영하고 있는 것으로 보인다.

<표 6-20> 섬진강 수계의 BOD 발생부하량 및 배출부하량

(단위 : 천kg/일)

구분	발생부하량	배출부하량
계	169.8	44.7
생활하수	20.6	13.2
산업폐수	12.0	0.5
축산폐수	120.0	13.8
비점오염원	17.2	17.2

자료: 정부합동(2000b)

3) 광양만의 오염원별 부하량

광양만 전체로 유입되는 오염원별 배출부하량의 대부분은 하천에 의한 것으로 나타났다는데, 부유고형물(SS)의 경우 하천에 의한 부하량이 전체 부하량의 98.6%에 이르렀다 (표 6-21). 이는 광양만으로 유입되는 다른 하천들에 비해 평균유량이 큰 섬진강에 의한 배출부하량이 포함되었기 때문이다. 전체 하천의 부하량에서 섬진강이 차

지하는 비율은 BOD 96.8%, SS 99.3%, TN 93.1%, TP 72.1%를 차지하였다. BOD의 경우 하천을 제외하고는 축산폐수에 의한 부하량이 6.4%로 두 번째로 높은 기여율을 보였으며, TN과 TP의 경우 공장폐수가 각각 10.2%와 10.1%를 차지하였다.

<표 6-21> 광양만 전체의 오염원별 부하량

구분	부하량(kg/일) 및 기여율(%)			
	BOD	SS	TN	TP
계	59,322.75 (100.0)	479,879.77 (100.0)	98,306.95 (100.0)	3,004.86 (100.0)
하천	51,918.53 (87.5)	473,358.49 (98.6)	87,129.01 (88.6)	2,489.86 (82.9)
축산폐수	3,781.61 (6.4)	1,960.50 (0.4)	602.61 (0.6)	127.25 (4.2)
생활하수	1,760.17 (3.0)	2,053.54 (0.4)	252.61 (0.3)	53.13 (1.8)
공장폐수	1,301.19 (2.2)	1,612.13 (0.3)	10,048.69 (10.2)	303.48 (10.1)
기타	561.25 (0.9)	895.11 (0.3)	274.03 (0.3)	31.14 (1.0)

자료: 환경부(1998a)

주: 괄호안은 기여율을 나타냄.

그러나 광양만 전체 지역중에서 섬진강, 남해군, 하동군을 제외하고 산정한 공단 내만 주변의 오염원별 부하량의 경우 광양만 전체의 오염원별 부하량상과는 다른 모습이었다 (표 6-22). BOD의 경우 축산폐수가 33.2%로 가장 높은 기여율을 보였지만, 하천, 생활하수, 공장폐수의 경우도 18%이상의 기여율을 나타냈다. SS의 경우 하천의 기여도가 37.8%로 가장 높았으며, 공장폐수와 생활하수가 각각 19.7%와 18.7%를 차지하였다. TN의 경우 공장폐수의 기여율이 59.6%로 가장 크게 나타났으며, 하천이 35.6%의 기여율을 보였다. 하천(60.0%), 공장폐수(26.0%)가 광양만 내만의 주요 TP 오염원으로 나타났다.

<표 6-22> 광양만 공단주변 내만의 오염원별 부하량

구분	부하량(kg/일) 및 기여율(%)			
	BOD	SS	TN	TP
계	7,022.63 (100.0)	8,177.44 (100.0)	16,862.37 (100.0)	1,158.81 (100.0)
하천	1,660.86 (23.7)	3,090.29 (37.8)	5,998.77 (35.6)	694.94 (60.0)
축산폐수	2,331.57 (33.2)	1,315.96 (16.1)	376.94 (2.2)	92.39 (8.0)
생활하수	1,312.66 (18.7)	1,531.43 (18.7)	188.39 (1.1)	39.63 (3.4)
공장폐수	1,301.19 (18.5)	1,612.13 (19.7)	10,048.69 (59.6)	303.48 (26.2)
기타	416.35 (5.9)	627.63 (7.7)	249.58 (1.5)	28.37 (2.4)

자료: 환경부(1998a)

4) 섬진강 수질현황

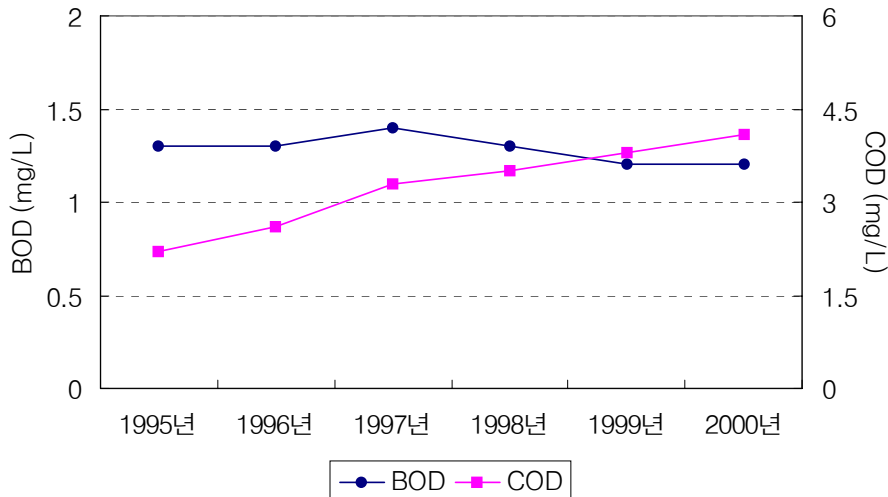
섬진강 수계의 6개 수역 구간은 100%가 II급수 이내의 수질을 유지하였다 (표 6-23). 이를 전국의 195개 하천구간 중에서 II급수 이내의 수질을 유지한 하천구간이 46.4%에 불과하다는 사실과 비교해보면 섬진강이 청정하천이라는 점을 다시 한번 확인할 수 있다.

<표 6-23> 섬진강 수계 하천수질등급 현황

구분		계	I 등급	II 등급	III 등급	IV 등급	V 초과
섬진강	수역구간	6	-	6	-	-	-
	%	100	-	100	-	-	-
전국 하천수질등급		195구간	16.5%	46.4%	22.2%	7.7%	7.2%

자료: 정부합동(2000b)

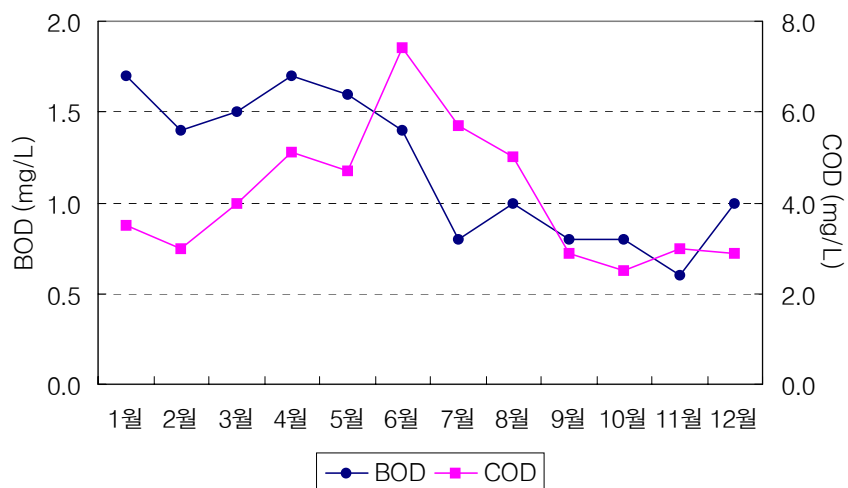
섬진강 하구에 인접한 섬진강 하류 하동지역의 BOD 농도는 2000년 기준 1.2 mg/L로 하천수질 II등급에 속하였으며, 1995~1999년 5년 동안의 BOD 농도는 다소 감소하였다 (그림 6-17). 그러나 COD의 경우 1995년의 2.2 mg/L에서 2000년의 4.1 mg/L로 꾸준히 증가하여, COD를 기준으로 판단되는 섬진강 하구역의 수질에 영향을 미칠 것으로 판단된다.



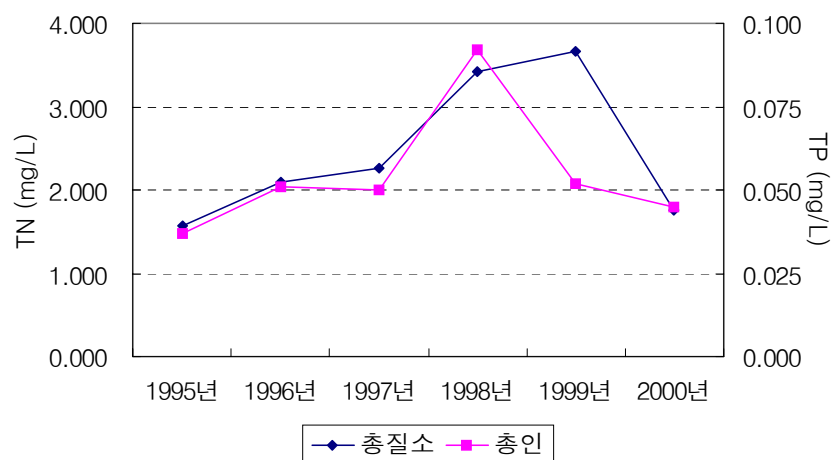
[그림 6-17] 섬진강 하류의 연별 BOD 및 COD 변화추이

섬진강 하류 수질의 월별 변화추이를 살펴보면 BOD와 COD의 계절변화 양상이 다르게 나타났다 (그림 6-18). BOD의 경우 겨울철에서 가을철로 갈수록 감소하였으며, COD는 여름철에 가장 높은 농도를 보였다. BOD 기준 하천수질등급은 1월에서 6월까지 II등급에 해당하였으며, 7월에서 12월 기간동안은 I등급의 수질을 보였다. 여름철에 가장 높은 COD 농도를 보이는 섬진강 하류의 수질은 여름철 광양만의 수질에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

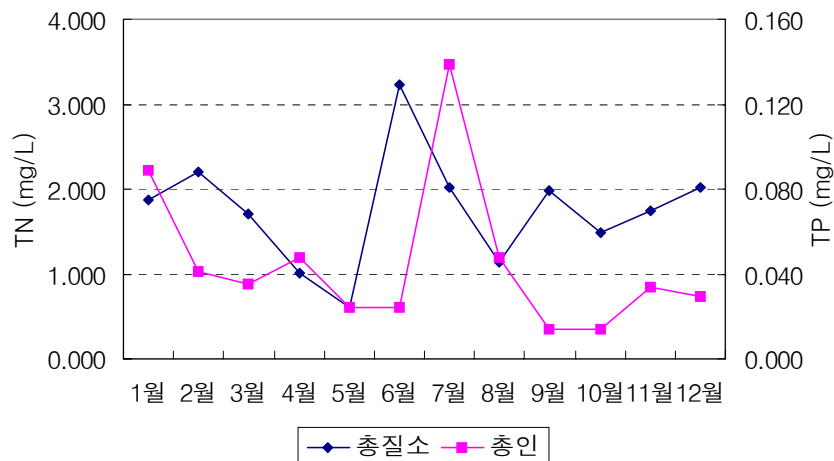
연안해역의 부영양화에 영향을 미치는 영양염은 1995년부터 1998년까지는 꾸준히 증가하였으나, 1999년 이후 총질소와 총인 모두 감소하였다 (그림 6-19). 2000년 조사 자료를 토대로 살펴본 영양염류의 계절변화는 여름철에 가장 높은 농도를 보였다 (그림 6-20).



[그림 6-18] 섬진강 하류 수질의 월별변화 추이(2000년 자료기준)



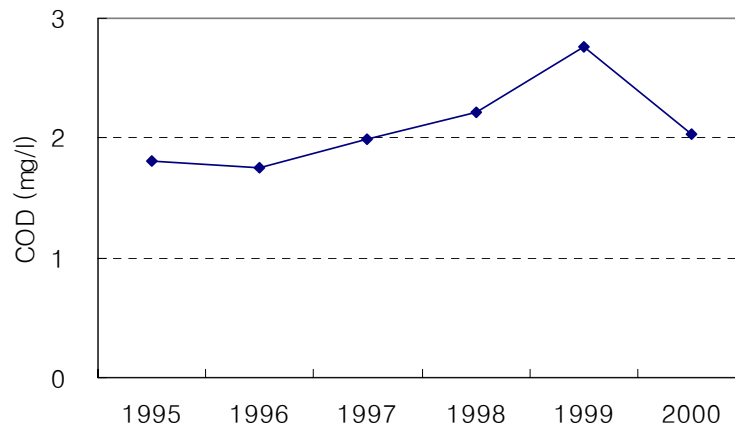
[그림 6-19] 섬진강 하류의 영양염류 변화추이



[그림 6-20] 섬진강 하류의 영양염류 월별변화추이(2000년 자료기준)

5) 광양만 해역 수질현황

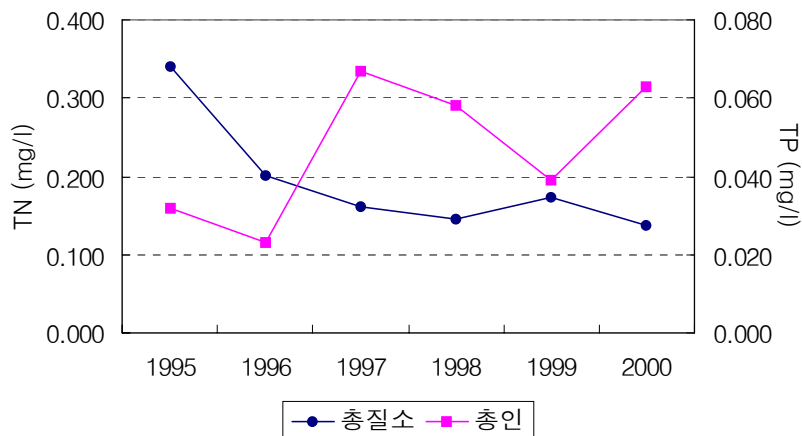
광양만 연안해역의 수질(COD 기준)은 2000년 현재 해역별 수질기준 III등급에 해당하였다. 1995년 1.81mg/L(해수수질 II등급)에서 지속적으로 악화되어 1999년에는 2.76mg/L(해수수질 III등급)까지 증가하였으나, 2000년에는 2.03mg/L(해수수질 III등급)로 개선되었다 (그림 6-21).



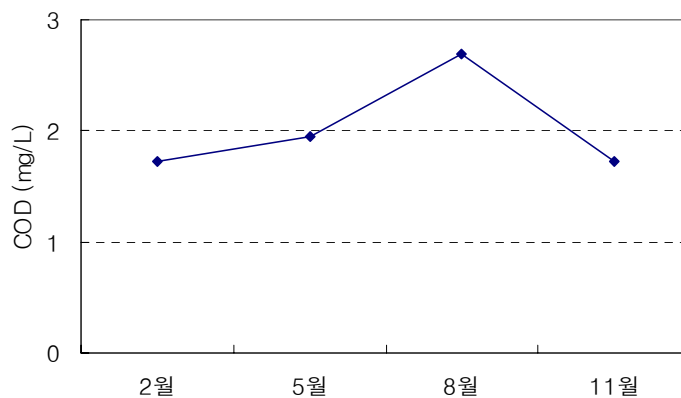
[그림 6-21] 광양만 해역의 COD 변화추이

광양만 해역 영양염류의 경우 총질소와 총인의 연별 변화추이가 다르게 나타났다 (그림 6-22). 총질소의 경우 1995~1999년 5년 동안 지속적으로 감소하여, 등급외 수질에서 1997년 이후 해수수질 III등급으로 개선되었다. 그러나 총인은 연별 변화가 크게 나타났지만, 전체적으로 증가하는 경향을 보였다. 총인의 경우 해수수질 기준 III등급을 보인 1996년을 제외하고는 등급외 수질을 보였다.

2000년 광양만 해역의 COD 기준 수질은 여름철에 악화되어 III등급을 보였지만, 2월, 5월, 11월에는 II등급 수질을 유지하였다 (그림 6-23).

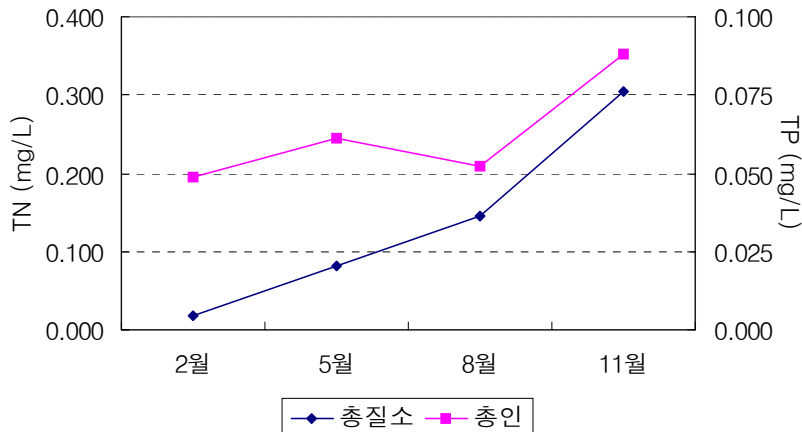


[그림 6-22] 광양만 해역의 총질소 및 총인 변화추이



[그림 6-23] 광양만 해역의 COD 월변화(2000년 자료기준)

광양만 해역 영양염류의 농도는 겨울철로 갈수록 증가하여, COD의 계절변화와는 다른 양상을 보였다 (그림 6-24). 총질소의 2월에는 I등급, 5월과 8월에는 II등급의 수질을 보였지만, 11월에는 등급외의 수질에 해당하였다. 총인의 경우 연중 등급 외의 수질을 나타냈다.



[그림 6-24] 광양만 해역의 총질소 및 총인 계절변화(2000년 자료기준)

여천공단의 해수중 중금속 농도는 대부분 해역 수질기준이하로 나타났지만, As와 Cr은 연차적으로 증가추세에 있었다 (표 6-24; 환경부, 1998a). 유해물질인 PCBs, 유기인, n-Hexane, CN 등은 검출되지 않았으며, 페놀류는 미량 검출되었으나 우려할 만한 수준은 아니었다. 선박의 방오도료에 포함된 유기주석으로 인해 광양만에 서식하는 대수리에서 임포섹스가 관찰되기도 하였다 (조현서, 2001).

광양만에서 1990년 이후 조사된 해수 중 중금속 농도를 살펴보면, 조사 연도에 따라 결과에서 많은 변동이 관찰되지만 대부분 해역수질기준 이하로 나타났다. 그러나 크롬의 경우 1회의 조사, 구리와 아연은 각각 4회와 3회의 조사에서 기준을 초과해 검출되었으며, 검출되어서는 안 되는 수은은 4회의 조사에서 검출되었다. 유해화학물질 역시 조사에 따라 변화가 크게 나타났지만, 검출되어서는 안 될 CN과 n-Hexane 등이 3회의 조사에서 검출되었다. 따라서 향후 크롬, 구리, 아연, 수은 등 중금속과 CN, n-Hexane 등 유해화학물질에 의한 오염이 문제가 될 것으로 보인다.

<표 6-24> 섬진강 하구의 해수 중 중금속 및 유해화학물질 농도

(단위 : $\mu\text{g/L}$)

구분		여천공단	광양만	수질기준
중금속	Cr	ND~63.2	ND~63.2	0.05 mg/L이하
	As	-	ND~9.26	0.05 mg/L이하
	Cd	ND~1.5	ND~9.26	0.01 mg/L이하
	Pb	ND~10.3	ND~43	0.1 mg/L이하
	Cu	ND~12.0	ND~40	0.02 mg/L이하
	Zn	0.8~67.2	ND~890.0	0.1 mg/L이하
유해화학 물질	Hg	ND~0.1	ND~2.8	검출되어서는 안됨
	CN	ND	ND~1.27	검출되어서는 안됨
	Phenolics	ND~0.066	ND~0.07	-
	N-Hexanes	ND	ND~3.24	검출되어서는 안됨
	PCBs	ND	ND	검출되어서는 안됨
	유기인	ND	ND	검출되어서는 안됨

자료: 환경부(1998a)

주: 여천공단의 자료는 국립환경연구원이 1997년 3차에 걸쳐 조사한 자료이며, 광양만의 자료는 1990~1997년 사이에 광양만에서 이루어진 16차례 연구조사의 결과임.

6) 섬진강 하구 주변 하천의 수질 현황

섬진강 하구 주변 광양과 하동지역의 하천 수질은 대부분의 경우 BOD 기준 II등급을 유지하였으며, III등급 수질을 보인 조사결과도 있었다 (표 6-25). 그러나 TN의 경우 해역수질기준을 적용할 경우 모두 등급외의 수질에 해당하였으며, TP의 경우 III등급을 보인 일부 조사지점을 제외하고 모두 등급외의 수질을 나타내 이들 하천에서 영양염류의 오염이 심각함을 보여주었다. 여천공단지역 하천의 경우 모든 수질항목에서 기준치를 훨씬 초과하였으며, 특히 호남화력발전소 앞 하천의 수질이 가장 나쁘게 나타났다.

<표 6-25> 섬진강 하구 주변 하천의 수질 현황

지역	BOD	COD	SS	TN	TP
여천공단지역 하천 ¹⁾	1.97~79.40 (1.97~3.73)	3.4~86.0 (3.4~6.4)	1.95~23.08 (1.95~6.2)	7.26~105.99 (7.26~10.95)	0.84~5.26 (0.84~1.84)
광양지역 하천	1.2~4.0	1.9~12.08	1.1~34.0	1.581~10.910	0.011~1.700
하동지역 하천	1.25~3.48	2.43~11.21	1.08~20.1	0.501~4.311	0.032~1.036
섬진강 하류 ²⁾	1.2	4.1	7.4	1.752	0.045

자료: 환경부(1998a), [Online] <http://www.me.go.kr>

주: 1. 팔호안은 오염이 심각한 호남화력발전소 앞 하천의 하류수질을 제외한 범위임.

2. 섬진강 하류의 자료는 2000년 측정자료임.

섬진강, 광양지역의 하천, 하동지역의 하천에서는 중금속과 유해화학물질이 검출되지 않았다. 여천공단지역의 하천에서는 비소($3.00\sim13.00\ \mu\text{g/L}$), 크롬($3.06\sim15.64\ \mu\text{g/L}$), 카드뮴($0.02\sim0.23\ \mu\text{g/L}$), 구리($4.71\sim13.04\ \mu\text{g/L}$), 납($1.23\sim15.29\ \mu\text{g/L}$), 아연($6.43\sim20.28\ \mu\text{g/L}$) 등의 중금속이 검출되었지만 모두 중금속 수질기준이내의 농도를 보였다. 그러나 검출되어서는 안 되는 중금속인 수은($\text{ND}\sim0.60\ \mu\text{g/L}$), 유해화학물질인 CN($\text{ND}\sim0.0603\ \mu\text{g/L}$)이 검출되었으며, 역시 유해화학물질인 페놀($\text{ND}\sim2.0339\ \mu\text{g/L}$)도 검출되었다 (여수수산대, 1997; 환경부(1998a)에서 재인용). 특히, 호남화력발전소 앞 하천의 하류는 중금속과 유해화학물질 오염이 아주 심각한 것으로 나타났다.

7) 해난사고에 의한 유류오염

섬진강 하구의 경우 철강 및 석유화학공장들이 입주해 있는 대규모 국가산업단지와 지방산업단지가 위치하고 있기 때문에 원유 및 유류관련제품을 수송하는 대형 선박들의 입·출입이 잦은 편이며, 이로 인해 대형 유류오염사고가 우려되는 지역이다. 해난사고로 인한 유류오염의 심각성은 이를 정화하기 위한 경제적 비용이외에, 사고 지역의 해양생태계에 치명적인 피해를 입히며 교란된 해양생태계가 복원되는데 수십 년 이상의 시간이 필요하다는데 있다.

여수항 및 광양항에는 5~15만톤급의 원유운반선, 여천공단 석유화학공장의 화학물질운반선(1~5천 톤급)과 기름제품수송 유조선(150~20,000톤급), 광양제철소의 철광

석 및 제풍운반선(5천톤~10만톤급) 등 대형 선박이 자주 드나들고 있다. 또한 해역내에 35개의 저유시설이 위치하고 있으며, 이중 300kl 이상 저유시설이 30개에 이른다(이봉길, 2001).

대규모 산업단지와 해상물동량의 증가에 따라 전국적으로 매년 수백건의 해양유류오염사고가 발생하고 있으며, 유조선의 대형화로 대규모 오염사고가 빈발하고 있다. 지난 10년간(1991~2000) 전국의 유류오염사고 발생건수는 3,735건으로 연평균 370건 이상 발생하였으며, 이중 광양만에서 발생한 사고는 총 250건(연평균 25건)이었다(표 6-26). 전국에서 지난 10년 동안 발생한 유류오염사고 3,735건 중 1 kl 미만의 소형사고는 3,332건으로 89%를 차지하였으며, 광양만의 경우 250건 중 202건으로 소형사고가 82%를 차지하였다. 그러나 사고로 인한 유류의 유출량을 살펴보면 전국적으로 1,000kl 이상의 대형오염사고가 차지하는 비율이 72.7%에 이르렀다. 광양만의 경우 1,000kl 이상의 대형사고가 유출량에서 차지하는 비율이 84.4%로 전국의 비율보다 더 높았는데, 전국에서 지난 10년 간 발생한 대형오염사고 9건 중 3건이 광양만에서 발생하였다(표 6-27).

<표 6-26> 광양만 지역의 유류오염사고 발생현황(1991~2000년)

구분	발생건수	유출량 (kl)	1,000 kl 이상 대형사고	
			발생건수	유출량
광양만	250	9,080	3	7,665
전국	3,735	43,073	9	31,036

자료: 이봉길(2001)

<표 6-27> 섬진강 하구 인근 해역 주요 유류오염사고 발생현황

일시	장소	선박명	유출량 (kl)
91. 5. 24	전남 여천군 금호수로	제9남성호	병커 C 115
93. 9. 27	전남 여천 묘도	제5금동호	병커 1,228
95. 7. 23	전남 여천 소리도	씨프린스호	원유 등 5,035
95. 11. 17	전남 여천 낙포동	호남사파이어호	원유 1,402

자료: 이봉길(2001)

마. 섬진강 하구관리 여건 전망

1) 사회경제현황 전망

섬진강 수계의 인구는 1998년말 현재 367천명에서 2005년의 351천명으로, 연평균 0.63%의 비율로 감소할 것으로 예측되었다 (표 6-28). 섬진강 하류권역의 감소율이 가장 높아 연평균 0.89%의 감소율이 예측되었으며, 보성강권역이 연평균 0.88%의 비율로 인구의 감소가 예상되었다. 이는 향후 섬진강 하구역의 환경관리에 있어서 섬진강 수계의 인구로부터 발생하는 환경부하는 크지 않을 것임을 시사한다 (정부합동, 2000c).

<표 6-28> 섬진강권역 수계별 상주인구 증가 전망

(단위 : 천명)

구 분	섬진강수계			
	합 계	상류권역	보성강권역	하류권역
1998년	367	219	70	77
2002년	355	214	67	74
2005년	351	212	66	73
증가율(%/년)	-0.63	-0.46	-0.88	-0.89

자료: 정부합동(2000c)

2) 오염물질증가 전망

섬진강 수계의 하폐수 발생량은 다소 감소할 것으로 전망되었는데, 연평균 증가율은 -0.08%로 예측되었다 (표 6-29). 그러나 하폐수 발생량의 감소는 1998년 현재 전체 발생량의 77.1%를 차지하는 생활하수의 감소(연평균 -0.36%)에 기인하는 것이었으며, 산업폐수와 축산폐수는 증가할 것으로 전망되었다 (정부합동, 2000c).

<표 6-29> 섬진강 수계의 하폐수 발생량 증가 전망

(천톤/일, %)

구분	1998년	2002년	2005년	증가율(%)
생활하수	72.5	71.4	70.7	-0.36
산업폐수	16.7	17.1	17.3	0.50
축산폐수	4.8	5.2	5.5	1.96
합계	94.0	93.7	93.5	-0.08

자료: 정부합동(2000c)

섬진강 수계의 BOD 발생부하량은 연평균 1.62%의 비율로 증가할 것으로 전망되었는데, 특히 전체 BOD 부하량의 70.7%를 차지하는 축산계 부하량은 연평균 2.07%의 증가가 예상되어 전체 부하량 증가의 주원인으로 분석되었다 (표 6-30). 생활계, 산업계, 기타 비점오염부하는 연평균 0.5% 내외의 증가가 예측되었다 (정부합동, 2000c).

<표 6-30> 섬진강 수계 오염부하량(BOD) 증가 전망

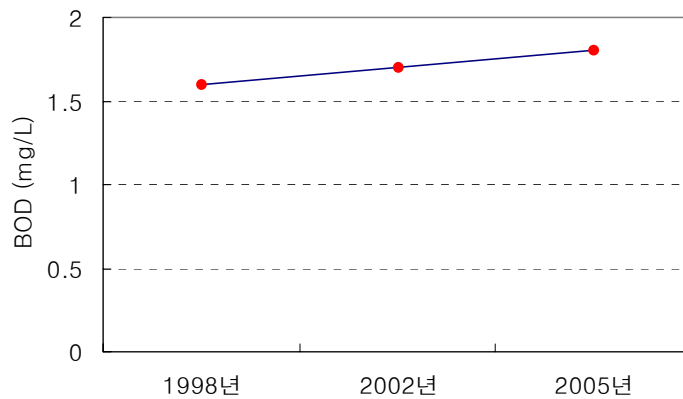
(단위 : 천kg/일)

구분	1998	2002	2005	증가율(%)
생활계	20.6	20.9	21.4	0.56
산업계	12.0	12.2	12.4	0.50
축산계	120.0	130.4	137.4	2.07
비점오염부하	17.2	17.6	17.8	0.45
합계	169.8	181.1	189.0	1.62

자료: 정부합동(2000c)

3) 하천 및 해양 수질 전망

환경부(2000c)는 현재의 상태가 지속될 경우 섬진강 하류에 위치한 하동지점의 수질은 BOD 기준 1998년 1.6mg/L에서 2005년에 이르면 1.8mg/L 정도로 악화될 것으로 전망하였다 (그림 6-25).



[그림 6-25] 섬진강 하류의 수질변화 전망(갈수시; 자료 : 정부합동, 2000c)

광양만 수질의 경우 2000년 기준 해수수질 III 등급을 유지하고 있지만, 광양컨테이너 부두, 울촌공단 조성, 슬래그 매립장 확대 등으로 광양만 전체 면적의 33%가 매립되면 해양수질의 개선이나 회복은 더욱 어렵게 될 것으로 보인다 (환경부, 1998a).

바. 섬진강 하구환경의 문제점

앞에서 살펴본 섬진강의 자연·인문사회 현황과 오염원 및 수질현황 자료분석을 토대로 파악된 섬진강 하구의 환경현황 문제점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 섬진강 하구의 수질은 해역수질기준 III등급에 해당하는데, 섬진강 하구의 수질에 영향을 미치는 주요 요인은 섬진강 하구의 서쪽과 북쪽에 위치한 여천국가산업단지, 광양국가산업단지 등 대규모 산업단지와 배후도시인 것으로 나타났다. 중금속과 유해화학물질의 경우 섬진강, 하동군, 광양시의 하천에서는 검출되지 않았지만, 여천공단, 여천공단 인근의 하천, 그리고 광양만의 해수에서는 검출되어 향후 중금속 및 유해화학물질의 오염이 문제가 될 것으로 보인다. 따라서 섬진강 하구의 환경관리를 위해서는 연안유역의 오염원에 초점을 맞추어야 할 것으로 보인다.

둘째, 산업단지와 배후도시의 건설을 위한 매립으로 인해 갯벌 등 섬진강 하구의 연안서식지가 많이 사라졌으며, 산업폐수 및 생활하수의 유입과 퇴적환경의 변화로 인해

저서생물의 밀도가 대폭 감소하였다. 그러나 산업단지 확장과 추가 건설을 위한 매립 등 대규모 개발계획이 추진되고 있어 섬진강 하구 생물생산의 근원인 생물서식지의 감소가 지속될 전망이다.

셋째, 섬진강 하구는 철강 및 석유화학공장들이 입주해 있는 광양과 여천의 산업단지를 포함하고 있기 때문에 원유 및 유류관련제품을 수송하는 대형 선박들의 입·출항이 잦은 편이며, 이로 인해 대형 유류오염 사고가 우려되는 지역이라는 점이다. 이미 광양만 해역은 시프린스호, 호남사파이어호 등 대형 유류유출 사고를 경험하였다. 이러한 대형 유류오염사고는 섬진강 하구의 해양생태계에 치명적인 영향을 미치게 될 것이다.

넷째, 섬진강 하구의 환경에 대한 체계적이고 종합적인 장기연구조사가 전무하다는 점이다. 섬진강 하구의 수질과 일부 생태계 부분에 대한 조사가 간헐적으로 이루어져 왔지만, 보존과 이용이 조화를 이루는 섬진강 하구의 지속가능한 이용전략의 수립에는 수질뿐만 아니라 생태계까지 포함하는 장기적이며 종합적인 자료의 구축이 필수적이다.

사. 섬진강 하구의 환경관리 문제점

1) 하구관리체제의 부재

앞에서 지적한 것처럼 현재 우리나라의 경우 하구에 대한 법적 정의가 뚜렷하지 않기 때문에, 섬진강 하구역의 체계적인 관리를 위한 계획은 전무한 상황이다. 본 연구에서 설정한 섬진강 하구의 관리범위와 연관된 관리계획으로는 영산강수계 물관리종합대책(정부합동, 2000b), 광양만권역 환경개선대책(안)(환경부, 1999a), 그리고 광양만 특별관리해역(해양수산부, 1999b)을 들 수 있다. 그러나 섬진강 하구 관리개념이 정립되지 않은 현 상황에서는 관련부처 사이의 하구관할범위가 모호하여 관리의 사각지대라고 할 수 있다.

섬진강 유역의 수질관리를 위한 영산강수계 물관리종합대책의 경우 하천법상 섬진강의 해양쪽 경계까지만 포함하며, 섬진강 하구로 직접 배수되는 연안지역은 제외되어 있다. 하천법은 국가하천인 섬진강의 해양쪽 경계를 “경상남도 하동군 금남면 갈도삼각점(52.2m)으로부터 서로 그은 직선”으로 정의하고 있다. 광양만권역 환경개

선대책(안) 역시 육상으로부터 배출되는 오염물질에 의해 오염되고 있는 섬진강 하구 해역부분의 환경개선 및 보존 문제를 다루고 있지 않다.

오염이 심각한 광양만의 해양환경개선을 위해 해양과 육상을 포함하는 통합관리 대책으로 해양오염방지법을 근거로 지정된 광양만 특별관리해역은 광양만의 환경개선을 위해서는 육상까지 포괄하는 관리가 필수적이라는 것에서부터 출발한다. 본 연구에서 섬진강 하구의 관리범위로 설정한 면적은 기본적으로 광양만 특별관리해역과 거의 일치한다. 그러나 2000년 특별관리해역으로 지정된 광양만 특별관리해역의 관리방안은 아직 수립되지 않았다.

2) 수질중심의 환경관리체제로 생태계 기반 관리의 부재

우리나라 김양식의 발생지인 광양만을 포함하는 섬진강 하구는 섬진강의 담수와 남해의 해수가 만나 형성되는 환경적인 특성으로 인해 다양한 수산생물의 산란성육장으로서 천혜의 입지 조건을 가지고 있었다. 그러나 1970년대 이후 들어서기 시작한 대규모 국가산업단지 및 배후도시의 건설로 인해 광양만 해면 면적의 약 27%가 사라졌으며, 이와 함께 하구환경에 서식하는 생물들의 다양한 서식지 또한 파괴되었다. 광양시와 여수시 지역에 밀집된 산업단지와 배후도시로부터 유입되는 오염물질은 생물서식지의 파괴를 가속화시키고 있다.

그러나 섬진강하구와 관련된 대부분의 관리정책은 대부분 수질개선 위주의 환경개선대책만을 시행하고 있다. 그러나 섬진강 하구환경의 개선은 BOD, COD 등으로 표시되는 물리화학적 요소만을 포함하는 것은 아니며, 섬진강 하구에 분포하는 다양한 생태계를 회복·지속시킬 수 있는 것이어야 한다.

3) 체계적인 섬진강 하구조사 프로그램의 부재

보존과 이용이 조화를 이루는 섬진강 하구환경의 관리를 위해서는 먼저 섬진강 하구환경을 정확하게 이해하는 것이 중요하다. 섬진강 하구 환경이 가지고 있는 다양한 요소들에 대한 체계적인 과학조사를 축적함으로써, 섬진강 하구의 과거와 현재에 대해 정확한 판단을 할 수 있으며 이를 토대로 미래 환경의 예측이 가능하다. 또한 섬진강 하구환경에 대한 과학조사 결과가 하구환경관리 정책의 수립에 의미를 갖

기 위해서는 하구를 하나의 관리단위로 설정하고 나서 이를 토대로 조사계획을 수립해야 할 필요가 있다.

그러나 지금까지 섬진강 하구의 다양한 환경요소 중 일부 요소에 대한 단기간의 연구조사는 이루어져왔지만, 하구를 하나의 관리단위로 설정한 장기적이며 체계적인 조사는 수행되지 않았다.

본 연구에서 설정한 섬진강 하구 관리범위에 포함되는 환경측정망에는 환경부 수질측정망과 해양수산부 해양환경측정망이 있지만, 하구관리개념이 정립되지 않은 현 상황에서는 두 환경측정망 사이의 협조체계가 제대로 이루어지지 않고 있다. 또한 경상남도 하동군 하동읍 섬진교에서 끝나는 환경부의 수질측정망과 6개의 측정지점 중 1개만이 섬진강이 광양만으로 유입되는 지역에 위치한 해양수산부 해양측정망 사이에 조사지점의 공백이 있다. 담수와 해수가 만나는 하구환경의 특성상 환경의 변화가 짧은 거리에서도 다양하게 일어나는 상황에서 현재의 측정망체계로는 섬진강 하구 환경을 정확하게 진단하는 것은 힘들다.

섬진강 하구 생태계의 경우 수질 측정망과 같은 정기적인 조사체계가 수립되어 있지 않기 때문에, 관리정책의 수립에 필요한 체계적이며 장기적인 자료의 축적이 부족한 실정이다. 광양항 컨테이너 부두의 건설에 따라 섬진강 하구에서의 해상 물동량 증가가 예상되고 있기 때문에, 대형선박의 잦은 유출입으로 따른 사고발생시 생태계 관련 대책의 수립을 위해서도 섬진강 하구 생태계에 대한 지속적인 조사자료의 축적이 필요한 실정이다.

3. 섬진강 하구의 생태가치¹⁰¹⁾

자연환경의 이용·보전을 조화시키기 위한 정책의 수립에 있어서 우선적으로 요구되는 것은 이들 자연환경자원이 우리 경제에 기여하는 진정한 가치를 평가하는 것이다. 지금까지 자연환경자원의 가치는 시장경제에서 화폐로 표시되는 가격의 관점에서 평가되었다. 그러나 기존의 경제적인 관점의 평가에서는 자연환경이 우리 경제에 기여하는 직접적인 가치만을 평가하였지만, 최근의 많은 연구들은 시장경제의 가격으로 표시될 수 없는 기능들이 많이 있음을 보여주었다. 따라서 기존의 가치평가

101) 에머지의 개념과 평가방법에 대한 자세한 내용은 부록에 수록하였음.

방법에 기초한 자연환경 관리정책은 그 목적의 달성에 한계가 있었다.

이용가능한 자원의 양이 감소하고 있는 현 시점에서 자연환경의 지속가능한 이용을 위한 정책은 자연환경이 우리에게 기여하는 직접적인 가치뿐만 아니라 시장경제에서 화폐로 환산하기 힘든 기능들까지 포함하는 새로운 가치평가 방법이 절실하다. 본 연구에서는 이러한 새로운 가치평가 방법의 하나로 제안된 에머지(emergy) 평가법(Odum, 1983; 1996)을 이용하여 섬진강 하구 생태계가 우리 경제에 기여하는 진정한 가치를 평가함으로써, 섬진강 하구환경관리를 위한 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 에머지 평가는 한가지 자원이 가지고 있는 가치를 이를 생산하기 위해 직접 및 간접적으로 필요한 에너지에 비례한다는 가정에 기반하고 있다 (Odum, 1996). 에머지 개념은 여러 가지 다양한 환경 자원들을 에너지라는 공통화폐로 표시하려는 시도로, 이를 통해 서로 다른 특성을 가진 자원들을 동일한 기준에서 비교할 수 있다.

섬진강 하구가 갖는 진정한 가치는 이 시스템이 속해 있는 더 큰 시스템의 관점, 즉 우리나라 전체 또는 지역적 차원의 관점에서 파악되지 않으면 아무런 의미가 없다. 따라서 본 연구에서는 먼저 우리나라의 전체 경제에 관한 에머지 평가를 먼저 실시하고, 이를 토대로 섬진강 하구가 우리 경제에 기여하는 바를 에머지 개념을 이용하여 평가하였다.

가. 우리나라의 에머지 분석

우리나라 전체의 에너지 시스템 다이어그램이 [그림 6-26]에 제시되어 있다. 이 모델은 태양, 바람, 강우 등 자연의 재생가능한 에너지와 외부로부터 구입된 연료, 광물, 재화 및 용역 등의 에너지가 상호 작용함으로써 경제 활동이 이루어짐을 보여주고 있다. 시스템 내부의 주요 생산은 연안 생태계, 산림, 농업 등과 이들로부터의 생산과 외부로부터 구입된 재화와 용역을 이용하는 산업 및 상업활동에 의해 이루어지는 것으로 나타내었다. 이러한 생산 과정들은 인간에 의해 지원되고 유지된다.

우리나라의 경제활동에 관한 에머지 평가는 <표 6-31>에 제시하였다. <표 6-31>의 에머지 평가에는 1999년의 경제활동 자료를 이용하였다. 주요 에머지 흐름에 대한 평가는 우리나라 경제활동의 경향을 제공해줄 수 있다. 우리나라에서 1999년 일년동안 사용된 에머지 중 많은 부분은 수입을 통해 유입된 것이었으며, 이는 우리나라가 무역중심의 경제체제를 가지고 있다는 것을 반영한다.

<표 6-31> 한국의 1999년 에머지 흐름.

번호	항 목	원자료	태양에너지 변환도 (sej/단위)	태양에머지 (sej/yr)	거시경제적 가치 1999 EmW
재생가능 자원					
1	태양	1.17×10^{21}	J	1	4.97×10^{11}
2	바람	1.97×10^{17}	J	1,496	1.26×10^{11}
3	강우, 위치에너지	2.40×10^{17}	J	10,488	1.07×10^{12}
4	조석	2.54×10^{17}	J	16,842	1.82×10^{12}
5	강우, 화학에너지	2.65×10^{18}	J	18,199	2.05×10^{13}
6	파도	2.03×10^{17}	J	30,550	2.64×10^{12}
7	지질작용	9.94×10^{16}	J	34,377	1.45×10^{12}
국내의 재생가능 에너지생산					
8	수력	2.18×10^{16}	J	159,000	1.48×10^{12}
9	농업생산	2.57×10^{17}	J	200,000	2.19×10^{13}
10	축산업생산	1.97×10^{16}	J	2,000,000	1.68×10^{13}
11	어업생산	7.10×10^{15}	J	2,000,000	6.04×10^{12}
12	연료목재생산	2.28×10^{15}	J	34,900	3.38×10^{10}
13	임업생산	6.27×10^{16}	J	34,900	9.31×10^{11}
국내의 재생불가능 자원					
14	석탄	1.22×10^{17}	J	40,000	2.07×10^{12}
15	금속광물	4.15×10^{11}	g	8.55×10^8	1.51×10^{11}
16	산업광물	8.46×10^{13}	g	1.00×10^9	3.50×10^{13}
17	토양	1.90×10^{16}	J	74,000	5.97×10^{11}
수 입					
18	석탄	1.51×10^{18}	J	40,000	2.58×10^{13}
19	원유	5.49×10^{18}	J	53,000	1.24×10^{14}
20	석유제품	1.20×10^{18}	J	66,000	3.38×10^{13}
21	금속광물	3.86×10^{13}	g	1.00×10^9	1.64×10^{13}
22	산업광물	3.20×10^{14}	g	1.00×10^9	1.36×10^{14}
23	천연가스	6.90×10^{17}	J	48,000	1.41×10^{13}
24	재화 및 용역	1.04×10^{14}	\$	1.08×10^9	4.94×10^{13}
수 출					
25	재화 및 용역	1.65×10^{14}	\$	2.35×10^9	1.65×10^{14}

주: 태양에너지변환도 자료는 기존의 에머지 평가결과들(Odum, 1996)을 이용하였음.

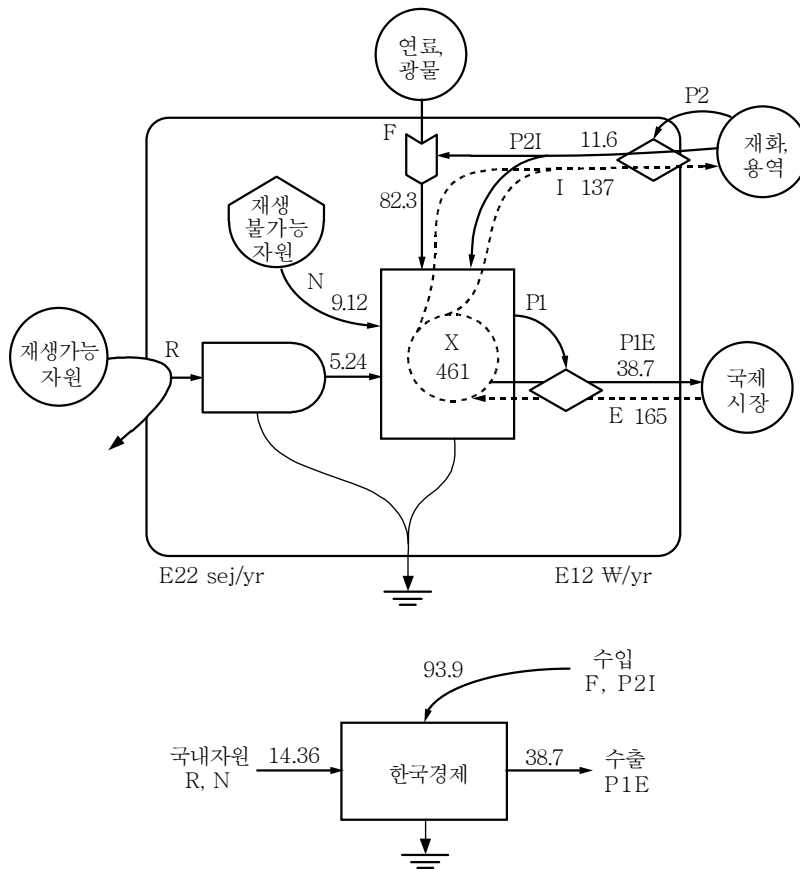
우리나라 경제를 뒷받침하는 에머지 흐름을 요약한 다이어그램이 [그림 6-27]에 제시되어 있다. 왼쪽에 제시된 다이어그램(그림 6-27a)은 우리나라 경제 시스템으로 유입되는 에머지 흐름을 몇 가지 중요한 항목으로 요약한 것으로, 외국으로부터 수입된 연료 및 광물(F) 그리고 재화와 용역(P2I), 재생가능한 에너지원들(R), 우리나라에서 생산된 재생불가능한 에너지원들(N)로 구분되어 있다. [그림 6-27b]는 [그림 6-27a]의 다이어그램을 좀 더 축약한 형태로, 우리나라 내부에서 공급된 에머지 흐름(R, N), 외국으로부터 구입된 에머지 흐름(F, P2I), 수출(P1E)의 세 가지로 요약되었다. [그림 6-27]의 자료들이 표의 형태로 <표 6-32>에 제시되었다.

<표 6-32>의 자료를 이용하여 우리나라 경제의 에머지 지수들이 <표 6-33>에서 계산되었다. 우리나라의 에머지-화폐비율은 2.35×10^9 sej/W로 세계의 평균 1.08×10^9 sej/W에 비해 높았으며, 선진국의 에머지-화폐비율에 근접하였다.

우리나라가 1999년에 사용한 총에머지량중에서 약 13%(그림 6-27a에서 R과 N)가 국내에서 조달되었으며, 87%가 외국과의 교역을 통해 유입되었다. 총에머지 사용중에서 내부에서 조달된 에머지의 비율은 한 나라의 경제가 에머지의 관점에서 얼마나 자급 자족적인가를 나타낸다. 우리나라의 경우 13%만이 국내에서 조달되었기 때문에 외부 의존적인 경제라고 할 수 있다. 기존의 연구 결과를 보면, 일본의 경우 31%, 대만의 경우 24%만이 국내에서 조달된 에머지를 사용하였으며, 미국의 경우에는 77%, 중국의 경우에는 98%가 자체에서 공급된 에머지였다 (Odum, 1996). 일반적으로 나라의 크기가 클수록 외부의 에머지원에 의존하는 정도가 감소한다. 위의 예들은 이러한 경향을 보여 주고 있다.

수입을 통해 유입된 에머지와 수출로 유출된 에머지의 비는 2.43/1로 나타나, 앞에서 언급하였듯이 우리나라는 화폐의 관점에서뿐만 아니라 에머지의 관점에서도 1999년에 흑자를 기록하였다. 이는 우리나라가 에머지 가치가 높은 연료 및 원료물질을 수입하여 가공한 후 이를 다시 수출하였기 때문이다. 이 자료는 또한 우리나라가 에머지의 관점에서 보았을 때 소비자 국가임을 보여준다. 수입 에머지가 수출 에머지보다 큰 나라를 소비자 국가, 이와 반대인 나라를 생산자 국가로 구분한 Brown and McClanhan(1996)에 따르면 우리나라는 소비자 국가에 해당한다. 또한 우리나라는 원료를 수입하여 가공한 후 이를 수출하기 때문에 상품 생산국에 해당한다.

단위면적당 연간 에머지 사용량은 일반적으로 저개발국가에서 그리고 면적이 넓은 나라에서 적게 나타나는데, 우리나라는 1.09×10^{13} sej/yr로 아주 높게 나타났다. 국토는 좁고 인구밀도가 높은 상태에서 많은 양의 에머지를 교역을 통한 수입에 의존하는 우리나라의 상황을 반영하는 것으로 보인다.



[그림 6-27] 한국경제에 대한 에머지 평가의 요약 다이어그램¹⁰²⁾

생활수준에 관한 자료를 제공하는 일인당 연간 에머지 사용량은 2.31×10^{16} sej/person/yr로, 세계 평균인 0.36×10^{16} sej/person/yr 에 비해 높게 나타났으며 선진국의 수준에 근접하였다. 예를 들어, 미국의 경우에는 2.9×10^{16} sej/person/yr, 호주의 경우에는 5.9 sej/person/yr의 값을 보였다 (Odum, 1996).

현재의 생활수준에서 재생가능한 에너지(R)에 기반한 인구수용력은 우리나라 경

102) [그림 6-26] 요약 다이어그램을 더 축약한 형태임. 에머지 흐름의 단위는 10^{22} sej/yr이며, 화폐 흐름의 단위는 10^{12} W/yr임. 그림에 표시된 영문자는 <표 6-3>에 제시된 것과 동일함.

제의 장기적인 관점에서의 지속가능성의 측정에 이용될 수 있다. 재생가능한 에머지에 기반한 인구수용력은 약 227만명으로 1999년 현재 우리나라 인구(4,690만)의 4.8%에 불과하였다. 이것은 현재의 생활수준을 유지한다고 가정하였을 때 재생가능한 에너지(R)만으로 부양할 수 있는 인구수를 의미한다. 선진국 수준의 경제 발전과 현재의 생활수준을 유지한다고 가정하였을 때의 인구수용력은 앞에서 계산된 재생가능한 에머지 환경용량에 8을 곱하여 얻을 수 있는데, 이것은 선진국의 경우 외국에서 구입된 에머지와 자국의 경제 시스템에서 산출된 에머지사이의 비율인 에머지 투자비율이 일반적으로 8/1인 것에 기반하고 있다. 이 경우 우리나라의 환경과 경제가 부양할 수 있는 인구수는 1,820만명으로 현재 인구의 38.8%에 해당하였다. 이 결과는 현재 우리나라의 인구수가 이미 오래 전에 우리나라의 자연 환경이 부양할 수 있는 수준을 넘어섰음을 의미하며, 인구 정책의 방향을 제시하는 것으로 여겨진다.

<표 6-32> 한국의 1999년 에머지 흐름 요약

항목	에머지 흐름
R 재생가능에너지원, sej/yr	5.24×10^{22}
N 국내의 재생불가능한 에너지원, sej/yr	9.12×10^{22}
F 수입된 광물 및 연료, sej/yr	8.23×10^{23}
P2I 수입된 재화와 용역, sej/yr	1.16×10^{23}
I 수입금액, ₩/yr	1.37×10^{14}
E 수출금액, ₩/yr	1.65×10^{14}
P1E 수출된 재화와 용역, sej/yr	3.87×10^{23}
X 국민총생산, ₩/yr	4.61×10^{14}
P2 수입품의 에머지-화폐 비율, sej/₩	1.08×10^9
P1 우리나라의 에머지-화폐 비율, sej/₩	2.35×10^9

<표 6-33> 한국의 1999년 에머지 지수.

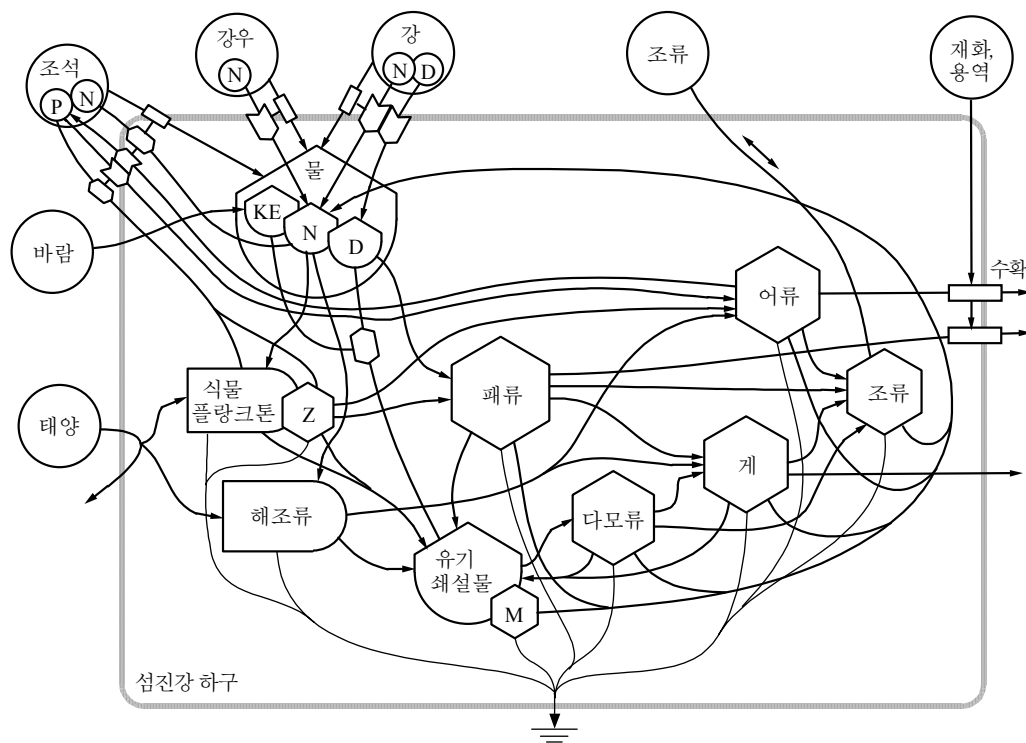
항 목		값
재생가능 에머지 흐름	R	5.24×10^{22}
국내의 재생불가능한 에머지 흐름	N	9.12×10^{22}
수입된 에머지 흐름	F+P2I	9.39×10^{23}
총 에머지 흐름	R+N+F+P2I	1.08×10^{24}
총 에머지 사용	U=N+R+F+P2I	1.08×10^{24}
수출된 에머지 흐름	P1E	3.87×10^{23}
총 에머지 사용량 중 국내의 에머지원 비율	(N+R)/U	0.13
수입 - 수출	(F+P2I)-P1E	5.52×10^{23}
수입/수출 에머지 비율	(F+P2I)/P1E	2.43
총 에머지 사용량 중 재생가능 에머지 비율	R/U	0.05
총 에머지 사용량 중 수입된 에머지 비율	(F+P2I)/U	0.87
단위면적당 에머지 사용($9.94 \times 10^{10} \text{m}^2$)	U/(면적)	1.09×10^{13}
일인당 에머지 사용(4,690만명)	U/(인구수)	2.31×10^{16}
재생가능 에머지에 기반한 인구수용력	(R/U)*(인구수)	2.27×10^6
선진국수준 발전 가정 인구수용력	8(R/U)*(인구수)	1.82×10^7
에머지-화폐 비율(sej/W)	P1=U/GNP	2.35×10^9
환경부하비율(ELR)	(N+F+P2I)/R	19.65
에머지산출비율(EYR)	U/(F+P2I)	1.15
지속가능성지수(SI)	EYR/ELR	0.06

환경용량이 제시하는 바는 환경부하비율에 의해 더욱 더 뚜렷하게 나타난다. 1999년 우리나라의 환경부하비율은 19.65로 Brown and Ulgiati(1997)의 기준에 따르면 환경에 대한 부하가 아주 높아 현재의 상태가 계속된다면 지속가능한 성장이 의문시 된다. 에머지 평가를 통해 산출된 우리나라 경제의 지속가능성지수는 0.06에 불과하여 이를 뒷받침하였다.

나. 섬진강 하구의 에머지 평가

섬진강 하구역의 에너지 시스템 다이어그램은 [그림 6-28]에 제시되었다. 섬진강 하구로 유입되는 주요 자연 에너지들이 포함되었으며, 섬진강 하구 시스템에서 유출되는 흐름은 조석의 흐름과 하구에서 생산되는 수산물의 수확을 통해 일어난다.

시스템 내부의 주요 일차 생산자인 식물 플랑크톤, 저서 규조류, 습지식물 등에 의해 생산된 유기물은 조개류와 같은 부유물 식자에 의해 섭취되는 경로와 유기쇄설물(detritus)을 거쳐 먹이 사슬의 상위 단계로 이동하는 경로의 두 가지로 나누어 표현하였다. 플랑크톤과 어류가 조석을 따라 섬진강 하구로 들어오거나 빠져나가는 것을 다이어그램에서는 양쪽 끝에 화살표가 없는 선이나 반대 방향인 두 경로를 동시에 그림으로써 나타내었다. 조류(birds)의 이동 또한 같은 방식으로 표현하였다.



[그림 6-28] 섬진강 하구의 에너지 시스템 다이어그램

(KE = 운동에너지; N = 영양염류; M = 미생물; D = 유기쇄설물;

P = 시스템 외부의 플랑크톤 개체군; Z = 동물플랑크톤)

섬진강 하구의 자연환경에 대한 에머지 평가결과는 <표 6-34>에 제시하였다. 1999년에 섬진강 하구로 연간 유입된 자연 에머지의 총량은 8.85×10^{20} sej/yr로, 이 중 섬진강의 담수유입에 의한 화학에너지가 88.1%(7.80×10^{20} sej/yr)를 차지하여 가장 큰 기여를 나타냈다. 섬진강을 통한 유기물의 유입과 조석에너지가 각각 4.6%(4.05×10^{19} sej/yr), 4.0%(3.52×10^{19} sej/yr)를 차지하였다. 이 결과는 섬진강의 유량과 수질을 변화시키는 상류의 경제활동이 섬진강 하구 생태계의 구조와 기능에 아주 큰 영향을 미칠 것임을 보여준다. 낙동강, 영산강 등 하구언의 축조로 본래의 하구 모습을 잃어버린 지역의 예는 이러한 가능성을 간접적으로 보여주고 있다.

총 에머지 유입량 계산시, 태양, 바람, 강우의 경우에는 중복 계산을 피하기 위하여(Odum, 1996) 세 가지 에머지 중에서 가장 큰 기여를 나타낸 강우의 에머지만을 포함하였다. 즉 섬진강 하구 생태계로 유입된 총 에머지량은 강우, 조석, 담수의 화학에너지와 유기물질의 에머지를 합한 값으로 계산되었다.

섬진강 하구로 유입되는 각 에머지의 거시경제적 가치(macroeconomic value) 또한 <표 6-34>에서 계산되었다. 거시경제적인 가치는 <표 6-34>에 제시된 각 유입에너지의 에머지량을 <표 6-33>에서 계산된 에머지-화폐 비율(emergy to money ratio)인 2.35×10^9 sej/W로 나눔으로써 계산되었다. 이 결과에 따르면, 광양만을 포함하는 섬진강 하구역이 우리 경제에 기여하는 바는 연간 3,760억 EmW(328백만 Em\$)이다. 이를 1 ha당으로 환산하면 약 2,900만 EmW(약 25,100 Em\$)이었다. 에머지 측면에서 가장 큰 에머지 기여율을 보인 담수의 화학에너지는 연간 약 3,320억 EmW(2억 9000만 Em\$)의 가치를 보였다.

<표 6-34> 섬진강 하구의 에머지 평가

항 목	에너지	에너지 변환도 (sej/J)	에머지 (sej)	거시경제적 가치, EmW
태양	4.31×10^{17} J	1	4.31×10^{17}	1.83×10^8
바람	8.36×10^{13} J	1,496	1.25×10^{17}	5.32×10^7
조석	2.09×10^{15} J	16,842	3.52×10^{19}	1.50×10^{10}
강우, 화학에너지	7.17×10^{14} J	18,199	2.90×10^{19}	1.23×10^{10}
강, 화학에너지	1.01×10^{16} J	48,459	7.80×10^{20}	3.32×10^{11}
강, 유기물	1.32×10^{14} J	62,400	4.05×10^{19}	1.72×10^{10}
합 계			8.85×10^{20}	3.76×10^{11}

주: 에너지변환도는 Odum(1996)의 자료를 이용하였음.

<표 6-35>는 본 연구에서 에머지 개념을 이용하여 계산한 섬진강 하구의 가치를 다른 연구결과들과 비교하여 보여주고 있다. 본 연구에서 에머지개념을 이용해 평가한 섬진강 하구의 생태가치는 경제적 평가방법을 이용하여 하구의 가치를 평가한 Costanza et al.(1997)의 결과나 우리나라의 갯벌을 대상으로 경제적인 평가방법을 사용하여 분석한 이홍동(1998)의 결과보다 높았다. 또한 본 연구결과는 에머지 개념을 이용하여 평가된 강화도 갯벌의 가치(Kang, 2001)보다 더 높게 나와, 섬진강 하구가 우리나라의 경제에 기여하는 바가 아주 높다는 것을 보여주었다. Costanza et al.(1997)의 연구에 포함된 다른 해양생태계의 가치는 외양의 \$252/ha/yr에서 해초지의 \$19,004/ha/yr까지 분포하였다.

<표 6-34>의 결과와 <표 6-35>의 비교는 섬진강 하구생태계의 가치가 섬진강 하구의 관리정책의 방향을 수립하는데 있어서 중요한 부분이 되어야 한다는 것을 보여준다. 우리의 경제가 하구시스템을 철강 및 석유화학 등 산업활동을 위한 공간으로 사용함으로써 얻는 가치이외에도 자연상태의 하구생태계가 우리 경제에 기여하는 바도 아주 높다는 것을 본 연구의 결과는 제시하고 있다.

<표 6-35> 섬진강 하구의 생태가치와 다른 연구결과와의 비교

생태계 유형	평가 가치 (\$/ha/yr)	평가방법	문헌
하구	22,832	경제적 평가	Costanza et al.(1997)
하구	25,100	에머지 평가	본 연구
갯벌	14,200	경제적 평가	이홍동(1998)
갯벌	18,700	에머지 평가	Kang(2001)으로부터 수정

4. 섬진강 하구환경관리방안

앞에서 제시된 섬진강 하구의 사회경제 및 자연환경 특성과 문제점 그리고 섬진강 하구의 생태적 가치에 대한 에머지 평가를 바탕으로 섬진강 하구 관리방안을 제시하면 다음과 같다.

가. 섬진강 하구 관리제도 및 체계 정비

현재 하천법상 섬진강의 해양쪽 경계를 기준으로 섬진강 하구의 환경관리가 환경부와 해양수산부로 이원화되어 있다. 그러나 섬진강이라고 하는 담수환경이 하천법상 섬진강의 경계에서 끝나고, 이 지점부터 해양수산부 관할의 바다가 시작되는 것은 아니다. 섬진강 하구는 담수와 해수가 만나 형성되는 다양한 물리환경과 생물환경이 하나의 전체로서 상호 작용하는 시스템이다. 따라서 섬진강 하구를 하나의 관리단위로 설정하고 이에 따라 관리대책을 추진해야 할 필요가 있다.

따라서 법적인 측면에서 하구의 범위에 대한 정의를 내리고, 관리범위를 정할 수 있는 근거와 기준을 마련함으로써 체계적인 섬진강 하구 관리대책이 수립되어야 할 것이다. 본 연구에서 시범적으로 섬진강 하구의 관리범위를 결정하였지만, 하구의 관리개념이 정립되고, 체계적인 과학조사를 통해 적절한 관리범위를 설정해야 할 필요가 있다.

섬진강 하구는 우리나라의 대규모 하구 중에서 하구언이나 수중보 등이 건설되어 있지 않은 자연하구로, 상대적으로 청정한 섬진강과 대규모 연안개발로 인해 환경이 악화된 광양만이 공존하는 수역이다. 에머지 개념을 이용한 평가에서 밝혀진 섬진강 하구의 높은 생태가치는 섬진강 하구의 수질 및 환경을 개선함으로써 국내에 몇 안 되는 대규모 자연하구를 보전할 필요성에 대한 근거를 제공하고 있다.

본 연구에서 설정한 섬진강 하구 관리범위는 대부분 해양오염방지법에 근거해 지정된 광양만 특별관리해역의 범위와 일치하고 있다. 또한 앞에서 섬진강 하구환경의 문제점에서도 지적하였듯이 섬진강 하구의 환경오염에 있어서 대규모 산업단지 및 배후도시 등 연안지역으로부터의 오염부하가 섬진강을 통해 유입되는 오염부하보다 더 중요한 요소로 작용하고 있다. 따라서 섬진강 하구의 경우 하구환경보전지역을 별도로 지정하기보다는 광양만 특별관리해역을 하구환경보전지역으로 대체해 운영하면 될 것으로 보인다. 이 경우 바다쪽 경계는 광양만 특별관리해역의 바다쪽 경계로 하고 하천쪽 경계는 본 연구에서 제시된 경계로 확대하면 될 것이다.

이를 위해 수립예정인 광양만 특별관리해역관리 기본계획을 섬진강하구환경보전 기본계획으로 확대하고, 이 계획에 섬진강 하구환경관리위원회, 섬진강하구환경보전 계획수립, 자원조달 등을 포함하도록 한다. 또한 섬진강하구환경보전계획의 효과적인 시행을 위해 영산강수계 물관리종합대책, 광양만권역 환경개선대책, 광양만 특별관리해역 등 섬진강 하구 관련 대책들과의 연계성을 확보함으로써 추가적인 자원확보에

대한 부담없이 섬진강하구를 관리할 수 있을 것으로 보인다.

환경부, 해수부, 건교부, 농림부, 섬진강 하구관리범위에 포함된 전라남도과 경상남도의 자치단체장으로 구성되는 섬진강 하구환경관리위원회를 섬진강 하구관리를 위한 의사결정기구로 삼아, 섬진강 하구가 당면하고 있는 문제의 파악, 섬진강하구환경보전계획의 수립, 섬진강하구의 이용 및 보전에 관련된 이행상충의 조정, 섬진강하구 환경에 대한 교육과 홍보를 담당하게 하고, 집행기구로 섬진강하구운영위원회를 설치하여 통합적이며 지속가능한 섬진강 하구관리를 가능하도록 해야 한다.

섬진강 하구환경관리는 섬진강 주변의 경제활동뿐만 아니라 섬진강 수계의 상류에 위치하는 다른 지역의 경제활동과도 밀접하게 연결되어 있다. 최근 들어서 수계의 관리문제에 있어서 상·하류에 위치한 지방자치단체사이에 수계이용과 관리에 관한 분쟁이 증가하고 있는 실정이므로, 섬진강 하구의 성공적인 관리를 위해서는 섬진강 하구환경관리위원회를 통해 섬진강 하구 주변의 지방자치단체와 섬진강 상류권역 지방자치단체가 섬진강 하구 관리를 위해 협력할 수 있는 제도적 장치를 만들어야 한다. 이를 통해 섬진강 하구 주변 및 수계의 상류에서 추진되고 있는 개발계획을 섬진강 하구환경관리와 연계하여 검토할 수 있게 될 것이며, 상·하류 유역 시·군간의 갈등을 합의를 통해 해결할 수 있는 장을 제공할 수 있을 것이다.

나. 섬진강 하구환경질의 개선

섬진강 하구의 수질에 영향을 미치는 섬진강 하류의 수질은 BOD 기준 II등급을 유지하고 있고, 영산강수계 물관리종합대책은 2005년까지 섬진강의 수질을 I등급으로 만들기 위한 목표를 가지고 있기 때문에 섬진강 하구의 수질을 악화시키는 요인으로 작용하지는 않을 것으로 보인다. 또한 섬진강 하류에서는 중금속과 유해화학물질이 전혀 검출되지 않았다.

그러나 광양제철소의 건설이후 폐쇄된 해역으로 변한 섬진강 하구의 서쪽 해역은 여천공단과 광양공단으로부터 유입되는 산업폐수와 배후도시로부터 배출되는 생활하수로 인해 광양만 전체의 수질은 COD 기준 III등급에 불과하다. 특히 여천공단 주변의 하천과 광양만에서는 크롬, 수은 등 일부 중금속이 기준치를 초과하여 검출되었으며, 검출되어서는 안 되는 CN, n-Hexane 등이 검출되었다.

따라서 특별관리해역이 지정되어 있는 섬진강 하구의 경우 바다쪽 경계에서의 해양수질 II등급, 환경부의 영산강수계 물관리종합대책에 포함된 섬진강의 목표 수질 I

등급을 달성하기 위해서는 광양과 여천지역에 위치한 산업단지와 배후도시의 오염원 관리에 우선순위를 두어야 할 것으로 보인다. 이 지역에는 대규모 산업단지 조성 시행 중에 있거나 계획되어 있기 때문에 섬진강 하구의 환경질을 개선하기 위해서는 산업폐수처리 강화, 환경기초시설의 확대를 통한 생활하수 처리 등을 시급히 추진하여야 할 것으로 보인다.

다. 섬진강 하구생태계의 복원

지속 가능한 섬진강 하구이용의 중요한 요소는 하구의 원래 특성인 생물서식지의 다양성을 어떻게 유지할 수 있는 가이다. 섬진강 하구의 경제적 이용이 전제하고 있는 것은 섬진강 하구의 생태계가 제 기능을 발휘하는 것이다.

섬진강 하구의 경우 산업단지 조성을 위한 대규모 매립으로 인해 갯벌 등 다양한 생태계가 사라졌다. 그러나 아직까지 청정하천을 유지하고 있는 섬진강과 연결되어 있는 국내의 몇 안 되는 대규모 자연하구인 섬진강 하구는 하동군 갈사리 주변 습지에서 천연기념물과 보호종 조류가 발견되고 있다. 따라서, 비교적 상태가 양호한 섬진강 하구의 동쪽해역을 중심으로 생물서식환경을 개선할 수 있는 대책을 우선 추진해야 할 것으로 보인다.

이와 동시에 섬진강 하구에 아직 남아 있는 생태계의 실태에 관한 조사를 토대로 보호해야 할 생태계와 복원이 필요한 생태계를 파악한 후, 이를 바탕으로 보호가치가 높은 생태계의 보호지역지정을 추진하고 복원이 필요한 지역에 대해서는 시범복원사업의 시행을 통해 전체적인 생태계 복원전략을 수립해야 할 것으로 보인다. 이러한 복원사업은 하구역 습지의 대부분이 매립되어 크게 감소한 섬진강 하구의 자연적인 정화능력을 회복시킴으로써 광양만 수질환경개선에 기여할 것으로 보인다.

그리고 섬진강 하구 생태계의 복원에 있어서 육상생태계까지를 포함하는 생태계의 공간적인 분포에 대한 고려가 필요한데, 이는 섬진강 하구의 한 지역에 위치하는 생태계가 다른 지역에 위치하는 생태계와 독립적으로 존재하지 않기 때문이다. 섬진강 하구의 다양한 생태계는 서로 상호작용하고 있기 때문에 복원하고자 하는 생태계가 주변의 관련 생태계와 어떤 형태로든 공간적으로 연결되어 있다면 생태계 복원사업의 성공확률은 높아질 것이다.

라. 생태계 가치평가에 기초한 관리계획 수립

급속한 경제 성장의 과정에서 자연생태계는 화폐로 표현되는 경제적 이익의 산출을 위한 이용 대상으로만 취급되어 왔으며, 따라서 자연생태계가 갖는 가치는 이러한 이익의 크기로 평가되었다. 이러한 인식의 대표적인 예로 갯벌의 간척을 들 수 있는데, 일부 수산물을 생산하는 것 말고는 쓸모 없는 땅으로만 여겨졌던 갯벌은 농업 및 공업용지를 확보하기 위하여 간척되어 왔다. 갯벌 생태계가 우리 경제에 기여하는 가치는 간척을 통한 국토의 확장, 즉 농업 및 공업용지의 확장으로 증가한다고 하는 것이 이러한 간척 사업의 추진 배경이었다. 이용가능한 자원의 양이 감소하고 있는 현 시점에서 경제활동의 기반이 되는 자연생태계의 보존과 이용을 조화시킬 수 있는 환경관리 방안과 관리우선순위의 설정이 시급한데, 이는 생태계가 우리 경제에 기여하는 진정한 가치의 평가를 전제로 한다.

섬진강 하구에 대한 에머지 평가는 하구가 우리 경제에 기여하는 바가 상당히 크다는 것을 확인시켜 주었다. 생태계의 가치평가에 기초하여 섬진강 하구를 관리하기 위한 다양한 대안들을 평가함으로써, 가용한 자원을 섬진강 하구의 관리에 효율적으로 사용할 수 있을 것이다.

마. 섬진강하구연구센터 운영

섬진강 하구의 환경관리문제점에서 지적인 바와 같이 섬진강 하구환경의 상태를 하구관리의 관점에서 종합적이고 체계적으로 진단할 수 있는 시스템이 필요하다. 그러나 현재와 같이 서로 다른 연구기관들이 독자적으로 섬진강 하구 환경의 일부분만을 조사하는 구조로는 그러한 시스템을 수립하기가 힘든 것으로 보인다.

따라서 섬진강 하구환경에 대한 연구와 조사를 지속적으로 수행할 수 있는 ‘섬진강하구연구센터’와 같은 기구가 필요한 것으로 보인다. 섬진강하구연구센터는 섬진강 하구환경을 지속적으로 모니터링할 수 있도록 섬진강 하구에 대한 접근성이 좋은 지역의 연구기관이나 대학에 설립할 필요가 있다. 이를 통해 섬진강 하구환경에 대한 지속적인 연구를 수행할 수 있는 섬진강하구연구 후속세대가 지역에서 양성되는 효과도 거둘 수 있을 것으로 보인다.

섬진강하구연구센터의 프로그램은 섬진강 하구환경의 통합적 관리라는 목적에 따라 수질뿐만 아니라 섬진강 하구환경을 전반적으로 조사할 수 있는 체제로 구축되어

야 한다. 수질의 경우 기존의 환경부 수질측정망과 해양수산부 해양측정망 사이에 측정망 사각지대로 남아 있는 수역에 대해 적정한 숫자의 측정지점을 포함하도록 섬진강하구연구센터의 모니터링 지점이 설계되어야 한다. 수질모니터링의 경우 일정한 기준이상의 인력과 장비를 갖춘 측정대행업체가 수행하고, 이의 관리는 섬진강하구연구센터가 맡는 방안을 고려해볼 수도 있다. 또한, 기존의 섬진강 하구 관련 조사에서 소홀히 다루어진 종합적이며 장기적인 생태계 조사를 위한 프로그램이 섬진강하구연구센터 내에 구축되어야 한다. 지속적인 수질 및 생태계 모니터링을 통해 확보한 자료를 토대로 섬진강 하구의 환경용량을 산정함으로써 섬진강 하구의 개발과 보전을 위한 적절한 공간이용계획이 수립될 수 있도록 해야 한다.

바. 섬진강 하구관리에 지역이해당사자의 참여제고

섬진강 하구환경의 개선 및 보존을 위해서는 섬진강 하구환경을 직·간접적으로 이용하는 지역주민, 시민단체, 기업체 등 지역이해당사자의 참여가 필수적이다. 섬진강 하구주변의 지역주민과 시민단체가 주축이 되는 섬진강하구 시민환경단의 구성을 통해 섬진강 하구 생태계 모니터링, 불법적인 폐수방류 감시, 중앙부처, 지방자치단체, 섬진강 하구에 위치한 기업체의 섬진강 환경개선 노력 등에 대한 감시활동을 전개함으로써, 정부의 환경정책과 기업경영의 투명성을 증가시킬 수 있을 것이다.

또한 시민환경단을 통해 지역주민이 섬진강 환경개선에 직접 참여할 수 있는 소규모 프로그램을 개발하고, 섬진강 하구환경의 과거, 현재, 미래를 담은 소식지를 발간하여 섬진강 하구환경의 중요성을 알리고 지역이해당사자의 섬진강 하구 환경개선 동참의식을 고양시키는 장으로 활용할 수 있을 것이다.

아직 훼손되지 않은 생태계를 이용한 생태관광 코스와 지역의 산업시설 관광이 연계된 관광프로그램을 개발함으로써, 지역주민으로 하여금 섬진강 하구의 보존이 결국은 자신들의 실제적인 이익으로 되 돌아온다는 점을 인식시키게 되면 지역주민의 자발적인 참여를 더욱 활성화시킬 수 있을 것으로 보인다.

앞에서도 살펴보았듯이 섬진강 하구환경의 악화는 산업폐수의 유입이 중요한 요소로 작용하고 있다. 따라서 섬진강 하구관련 이해당사자의 한 축인 기업체들이 자발적인 환경협약을 체결하게 함으로써 섬진강 하구환경의 개선을 위한 노력에 동참하도록 유도하여야 한다.

제2절 송지호 환경관리방안

송지호는 동해안에 산재해 있는 자연석호 중의 하나로 환경현황에서 살펴본 바와 같이 도시 및 관광지 개발로 그 본래의 모습을 잃어가고 있고 유역으로부터의 오염유입의 증가로 인해 수질오염이 심각해지고 있는 다른 석호들과 달리 비교적 자연성을 유지하고 있는 석호이다. 그러나, 최근 관광지 등의 목적으로 송지호를 개발하려는 계획이 수립되었고 개발에 대한 압력이 점차적으로 증대되고 있는 실정이므로 적절한 환경관리방안이 수립되지 않으면 현재와 같은 자연형태의 송지호를 유지하기에 힘든 실정에 있다. 따라서 본 절에서는 경관 및 교육적 가치가 큰 송지호 환경보전 방안을 전장에서 제시된 석호 환경관리기본방침에 근거하여 제시하도록 하겠다.

1. 지역특성 및 문제점

송지호는 앞장의 석호 유역현황에서 살펴보았듯이 유역면적 5.4km^2 , 수면적 0.49km^2 로 동해안 석호 중 소규모에 해당하며, 유역내의 인구와 인구밀도도 조사된 동해안 석호 중 가장 낮았다. 유역의 토지이용현황을 살펴보면 임야가 70%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며 밭이 그 다음으로 높은 비중을 차지하고 있다. 송지호 유역은 국토이용관리법상 산림 및 농림지역으로 구분되어 있으며 도심지역과 거리가 멀고 주변에 인공시설이 적다. 또한 호수인접지역은 대부분 임야이고 유입천 상류가 농업용지로 사용되고 있다. 이로부터 송지호가 다른 석호들보다 인위적 오염원이 적다는 것을 알 수 있으며, 이것이 송지호가 비교적 잘 보존된 상태를 유지할 수 있었던 이유라고 할 수 있다.

송지호에 대한 생태계조사에 의하면 송지호는 빼어난 경관과 양호한 보존상태로 지형경관에 대해서 높은 보존등급을 갖는 것으로 조사되었으나, 해조류, 갑각류, 연체류, 환형류 등의 생물종을 다양성과 풍부성 등으로 평가한 등급에 의하면 생태계의 훼손이 진행되었음을 보여주고 있다. 그러나, 염생식물은 비교적 양호한 상태로 잘 보존되고 있는 것으로 나타났으며, 생물종 서식지에 대해서도 보전가치, 자연성, 지형경관은 4등급으로 비교적 양호한 상태이다. 또한 송지호는 수생식물 및 습지변화에 따른 2차 천이 연구 등 중요한 생태계 연구를 위해 보존이 필요한 지역으로 보고되고 있으며, 고니 등의 집단도래보호구로 지정되어 있는 등 철새도래지로서도 큰

가치를 지닌 곳으로 평가되고 있다.

수질현황을 살펴보면 송지호는 다른 석호에 비하여 전 항목에 있어서 가장 낮은 값을 갖고 있어 동해안 석호 중 수질이 가장 양호한 것으로 나타났다. 그러나 TN, TP의 경우는 우리나라 호수수질기준으로 볼 때 Ⅲ~Ⅳ등급에 해당되어 호수의 수질 악화를 막기 위한 보전대책이 필요한 것으로 보인다. 수질에 영향을 미치는 부하량에 있어 오염원별 부하를 살펴보면 COD, TP는 축산에 의한 부하가 80~90%로 가장 높은 비율을 차지하고 있고, TN의 경우는 임야에 의한 부하가 가장 큰 것으로 조사되었는데, 이것은 송지호 수질관리를 위해 축산폐기물 처리와 비점오염원 부하 저감 방안이 마련되어야 함을 시사한다. 특히 최근 고성군 산불로 지표식생이 많이 파괴되어 토사유입에 의한 오염부하 증가가 예상되므로 이를 위한 대책도 요구된다.



[그림 6-29] 송지호 유역도

그러나 송지호에 대해 가장 우려되는 것은 송지호 인근 면적 2.4km²에 대해 관광지 조성계획이 수립되어 추진되고 있다는 것이다. 송지호 관광지 개발사업은 환경영향평가가서 초안이 완성되고 주민의견수렴과 협의를 마친 상태에서 사업이 진행되던

중 개발기업이 사업을 포기하여 중단되었으며, 현재는 이에 따른 후속 계획을 수립하지 못하고 있는 상태이다. 그러나 이러한 개발계획으로 인해 우리나라 자연호수로서 보존가치가 매우 높은 송지호가 훼손될 가능성은 매우 크다고 할 수 있다.

2. 송지호의 생태적 가치

송지호가 가지고 있는 생태적 중요성을 파악하기 위하여, 섬진강 하구의 가치평가에 적용한 에머지 개념을 이용해 송지호의 생태가치를 평가하였다. 에머지 개념과 평가방법에 관한 자세한 내용은 부록에 수록하였다.

에머지 평가결과 송지호가 경제에 기여하는 가치는 연간 약 3억13백만 EmW(273,000 Em\$)이었다 (표 6-36). 이를 ha당 기여가치로 환산할 경우 송지호가 경제에 기여하는 바는 연간 약 129만 EmW(1,124 Em\$)로 나타났다.

<표 6-36> 송지호의 에머지 평가

항 목	에너지	에너지 변환도 (sej/J)	에머지 (sej)	거시경제적 가치, EmW
태양	7.65×10^{15} J	1	7.65×10^{15}	3.26×10^6
바람	1.12×10^{13} J	1,496	1.68×10^{16}	7.13×10^6
강우, 화학에너지	1.60×10^{13} J	18,199	2.91×10^{17}	1.24×10^8
강, 화학에너지	9.03×10^{12} J	48,459	4.38×10^{17}	1.86×10^8
강, 유기물	1.07×10^{11} J	62,400	6.70×10^{15}	2.85×10^6
합 계			7.35×10^{17}	3.13×10^8

주: 에너지변환도는 Odum(1996)의 자료를 이용하였음.

<표 6-36>에서 계산된 송지호의 생태가치는 섬진강 하구의 생태가치에 비해 아주 낮은 값이었는데, 이는 섬진강 하구의 경우 섬진강이라는 대규모 하천의 유입과 조석에너지의 유입을 통해 섬진강 하구생태계가 막대한 에너지를 받아들이기 때문인 것으로 보인다. 그러나 Costanza et al.(1997)이 제시한 대륙붕 생태계의 가치인 \$1,610/ha/yr과 크게 차이가 나지 않으며, 육상생태계의 생태계 서비스 가치인 \$804/ha/yr는 보다는 높은 값이었다. 그러나 자연성이 매우 높은 자연석호인 송지호가 가지고 있는 경관가치가 본 연구의 에머지 평가에 포함되지 않았기 때문에 에머지 개념을 통해 이를 평가할 수 있다면 <표 6-36>에서 계산된 것보다 훨씬 더 높은 가치를 나타낼 것으로 보인다.

3. 송지호 환경관리방안

앞 절에서 연구된 송지호의 특성과 문제점, 에머지 평가에 의한 생태적 가치 평가를 바탕으로 송지호에 대한 관리방안을 제시하면 다음과 같다.

가. 관리제도 및 관리체계 재정비

관리현황에서도 살펴보았듯이 현재의 관리체계로서는 송지호 관광지개발사업과 같은 대단위 개발사업과 유역내 석호훼손 행위를 제재할 수 있는 제도가 마련되어 있지 않다. 따라서 보존가치가 높은 석호를 보호하기 위한 적극적 수단이 마련되어야 할 것으로 보인다. 즉, 송지호 유역을 '생태계보전지역'으로 지정하거나 수질환경보전법의 '지정호소'로 지정하는 것을 검토해 보아야 한다. 이것은 개별법에 의하여 사안별로 관리되고 전체적인 석호관리가 지방자치단체에 의존하는 것을 탈피하며 중앙정부 차원의 대책과 지원을 통해 현행 석호관리체제의 문제성을 보완하여 줄 수 있을 것으로 기대된다. 또 다른 대안으로는 호수주변의 토지를 공공기금이나 기부금으로 매입하여 관리하는 방법이 있다. 실제로 강릉시는 2000년 경포호 주변의 토지매입을 통해 인공습지를 조성하도록 결정하였으며, 자연신탁운동(NT운동)으로 호수주변 시민 땅한평갓기 운동을 전개하고 있다. 이러한 토지매입을 통한 관리는 호수주변토지를 지속적이며 환경친화적으로 사용하도록 유도할 수 있다는 장점이 있으므로 호수보전을 위한 적극적 방안으로 검토될 수 있다.

현재 동해안 호수관리는 다원적 체계로 되어 있어 중앙과 지방간에 기능이 중복

되고 업무분담 구분이 불명확하여 이에 따른 책임소재의 파악이 어렵다는 문제가 있다. 따라서 석호관리기준을 체계화하여 중앙-지방간 역할분담을 재정립할 필요가 있다. 그러기 위해서는 먼저 석호를 국가적 자원으로 인식하고 중앙정부에서 석호에 대한 관리지침을 세워야 할 것으로 보인다. 그러나 현재 환경부에서는 석호별 보전 관리대책이 아직 수립되어 있지 않은 실정이다. 따라서 먼저 정부차원의 지침이 수립되어야 하며 이 지침의 범위 내에서 상호간의 긴밀한 협조 하에 지방 정부가 감시·감독의 기능을 갖는 구조가 확립되어야 한다. 또한 중앙정부의 석호 보전을 위한 예산지원이 확대되어야 한다.

나. 호수 수질관리

송지호는 동해안의 다른 석호에 비하여 비교적 수질이 양호한 편이지만 영양염류에 대해서는 어느 정도 오염이 진행되었다고 볼 수 있으므로 수질을 보전하기 위한 대책이 요구된다. 앞 절에서 설명한대로 송지호 유역은 축산과 비점오염원에 의한 부하가 매우 큰 비중을 차지하고 있으므로 이에 대한 대책이 우선적으로 수립되어야 한다. 즉, 축산에 의한 오염부하 저감을 위해서는 유역내 축산폐수의 일괄수거하고 이를 축산분뇨처리장에서 처리한 후 처리수를 호수유역 밖으로 방류하는 방안이 검토되어야 한다. 또한 비점오염원에 대해서는 호수의 상류부에 저류지를 설치하거나 호수 주변의 토지를 매입하여 완충녹지, 갈대숲을 조성하는 등의 방안이 마련될 수 있다. 이것은 송지호에서 특히 문제가 되고 있는 토사유입에 대해서도 이를 저감할 수 있는 효과가 있을 것으로 기대된다.

다. 석호의 가치평가에 기초한 이용계획 수립

앞 절에서 제시된 에머지 결과에 의하면 송지호의 생태적 가치가 하구나 다른 해양생태계에 비해 높지 않지만, 일부 육상생태계에 비해서는 높은 것으로 평가되었다. 현재 무분별하게 동해안 석호가 개발되고 있는 것은 직접적 개발이 보존이나 간접적 개발보다 더욱 이익이 크다는 인식에서 비롯된 것이나, 개발가치와 환경가치를 비교·분석한 결과들을 개발가치가 환경가치보다 훨씬 낮은 것을 보여주고 있다(장과 박, 2000). 따라서 동해안 석호가 가지고 있는 생태적·경제적 가치에 대한 정확한 평가가 먼저 이루어지고, 이를 바탕으로 개발계획이나 이용계획이 수립되어야 한다.

송지호에 대해서도 이러한 생태경제학적 가치평가에 기초하여 현재는 중단중인 개발 계획이 재검토되어야 하고, 석호의 가치를 비교적 잘 보전할 수 있는 자연생태공원 등의 간접적 개발방안에 대한 검토가 이루어져야 한다.

라. 석호에 대한 생태계 조사·연구

다행히 1998년부터 동해안 석호에 대해 수질과 동식물플랑크톤 등 환경에 대한 조사 연구가 진행되고 있으며, 올해부터 시작된 환경부 내륙습지 생태계조사에 화진포호가 포함되어 있지만 전반적인 석호 생태계에 대해서는 정밀한 조사가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 앞장에서 제시된 송지호에 대한 생태계 조사자료는 환경부 전국자연환경조사의 기초조사에 의한 것이나 연차적으로 시행되는 정밀조사에서 송지호를 포함한 동해안 석호 대부분이 제외되어 있는 실정이다. 따라서 석호에 대한 정밀한 생태계조사가 이루어져야 하며, 이것은 석호에 대한 올바른 가치인식을 위해서, 그리고 향후 석호관리방안으로 복원, 보전 등의 방안을 제시하고자 할 때 기초자료로서 매우 중요하게 사용될 수 있다.

마. 석호관리를 위한 지역연합체 구성

석호에 대한 효율적 관리는 지역주민의 협조 없이는 한계가 있다. 즉, 관주도적인 환경정책 및 사업은 점점 설득력을 잃고 있는 상황이므로 정부, 지역주민, 관련 전문가 및 학자와 석호 이용에 관련된 이해당사자들의 협의를 통한 관리가 요구되고 있다. 따라서 '송지호 관리위원회' 등 유역 단위의 연합체를 구성하여 충분한 논의와 검토를 거쳐 관리, 이용·관리계획이 수립되고 시행된다면 더욱 효과적인 관리가 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

제 7 장

정책제언 및 향후 연구방향

제1절 정책 제언

본 연구는 90년대 이후 지속가능발전이라는 정책기조로 국가 환경·자원관리체계가 변화되고 있는 상황임에도 불구하고, 단위 생태계 중 가장 가치 있는 생태계의 하나로 평가되고 있는 하구환경이 고밀도 이용·개발에 의해 지속적으로 훼손·파괴되고 있다는 문제인식에서 출발하였다. 자연자원의 이용에 있어 지속가능성을 담보하기 위해서는 대상자원에 대한 정확한 가치인식에 기초하여 균형적인 이용을 유도할 수 있어야 하나 하구환경의 중요성에 대한 개념이 정립되기도 전에 정책적 차원에서 추진된 개발사업이 우리나라 하구환경 훼손 및 파괴의 근본적 원인임이 연구추진과정에서 구체적인 자료를 통해서 확인되었다. 따라서 지속가능이라는 패러다임에 기초하여 하구환경을 보전하기 위한 관리의 기본방향과 시행방안을 도출함으로써 향후 하구환경관리를 위한 기본적인 틀을 제시하는데 연구의 중점을 두었다. 이를 위해 먼저 하구와 관련된 환경, 개발, 관리분야의 광범위한 자료를 수집하여 하구의 환경관리현황 및 문제점을 체계적으로 파악하였다. 본 장에서는 하구연구를 통해서 도출된 우리나라 하구환경현황 및 관리문제점을 요약하고, 이를 토대로 하구환경보전 및 자원의 지속가능한 이용을 위한 국가차원의 체계적인 대책마련을 위한 기본방향을 제시하도록 할 것이다.

1. 하구 환경관리 부문

우리나라 하구환경 현황 및 문제점은 지난 30년간 집중적인 매립으로 인한 하구서식지의 지속적인 훼손과 파괴로 일부 하구는 회복이 불가능한 상태에 이르렀다는 것으로 요약될 수 있다. 현재의 개발 및 고밀도 하구이용이 지속되고 제2차 공유수면매립이 완료되는 2011년에는 30%의 하구서식지가 추가적으로 감소될 것으로 전망된다. 서식지 훼손과 함께 수질악화 또한 하구환경관리의 현안으로, 자연하구의 수질은 평균 BOD를 기준으로 III등급 이하, 하구담수호는 BOD와 영양염류 기준으로 각각 IV등급 이하 및 등급의 수질을 보이고 있어 전반적인 하구수질이 매우 열악한 상태에 있다. 특히 대규모 하구의 수질은 물관리대책에 의한 하천수질의 개선으로 점차 개선되는 추세에 있는 반면, 일부 보호가치가 높은 중소규모 하구의 수질은 오히려 악화되고 있다. 이는 국가차원의 하구정책 부재를 단적으로 보여주는 사례라 할

수 있다.

하구의 환경훼손이 심각한 상황임에도 불구하고 현재까지 이루어진 정부차원의 관리노력은 새만금 사업추진과 관련된 사후대책 이외에는 실질적으로 부재한 실정이다. 매체별 또는 관리대상별 환경관리체제로 인해 하구공간을 하나의 관리단위로 보는 환경관리의 개념이 아직까지 자리잡고 있지 못하며, 특히 환경관리영역의 분산으로 인한 통합환경관리의 부재에 주요 원인이 있는 것으로 파악되었다. 즉, 물리적으로 육상 및 해양으로 이분화된 환경관리체제 하에서 육해 전이수역인 하구는 관리의 사각지대로 남아 있고, 분화된 환경관리체제로 인해 하구관리가 사안별로 단편적이고 단속적으로 수행되고 있는 실정이다. 또한 하구환경에 대한 인식부족으로 인해 하구별로 별도의 환경관리체제가 기초적인 형태로도 구축되어 있지 않은 현실은 문제해결을 어렵게 하는 요인이 되고 있다.

관리개념의 부재, 관리영역의 분산 및 통합관리체제 미흡은 개발압력 증대에 따르는 보전전략의 부재와 하구관리를 위한 지식기반의 취약으로 나타났다. 하구에 대한 개발압력에 대해 보호구역 지정 등의 예방대책보다는 사후대책 및 관리에 치중하는 수동적 환경정책을 견지함으로써 하구환경 훼손을 방지할 수 있는 실질적인 대응을 하지 못하고 있다. 물론, 이는 하구에 대한 과학적이고 객관적인 조사 및 연구자료의 부재로 인해 하구의 기능 및 가치에 대한 주민의 인식이 매우 저조하고 실질적인 관리 수행의 필요성을 크게 느끼지 못했기 때문이기도 하다.

■ 하구환경관리 4대 관리원칙 및 관리전략 추진

본 연구를 통해 도출된 하구환경관리를 위한 기본방침과 부분별 관리시행방안을 제시하면 다음과 같다. 먼저, 우리가 지향하는 하구환경관리의 비전을 '강과 바다가 만나 다양함과 생명력이 넘치는 풍요로운 삶의 터전 창조'로 설정하는 것이 필요하다. 이를 달성하기 위해 통합적 유역관리의 핵심요소인 지속가능, 동반자적 협력, 생태계 중심 및 통합관리의 접근원칙이 강조되어야 한다. 또한, 실질적인 전략분야를 하구서식지의 훼손방지 및 서식지 보호, 하구환경 개선, 훼손된 하구서식지 복원과 이를 지원하기 위한 하구환경관리체제 확립 등의 4개 분야로 설정함으로써 하구환경 관리가 종합적으로 이루어지는 것이 필요하다.

■ 체계적 관리를 위한 부문별 관리목표 설정

하구환경관리를 위한 4대 전략 중 보호, 개선, 복원의 부문별 목표는 다음과 같이 설정되었다.

- 하구서식지 보호부문 : 하구서식지 면적을 현재 수준으로 보존(No net loss)
- 하구환경질 개선부문 : 하구연유무에 따라 하구역의 하천 및 해양경계지점에서 수질환경기준 I등급 또는 II등급 달성(Swimmable and Fishable)
- 하구서식지 복원부문 : 현실적인 여건을 고려하여 습지보전법에 의한 대체습지의 조성 및 복원을 위한 시범사업추진(Rehabilitation and Restoration)
- 하구환경관리체제 확립부문 : 하구를 하나의 관리단위로 설정하고 공간, 관리주체, 관리정책 등을 유기적으로 연관시킨 유역단위 통합관리체제 구축(Integration)

■ 부문별 세부 시행방안 수립 및 추진

이러한 전략분야의 목표를 효과적으로 달성하기 위해 전략부문별 시행방안은 다음과 같이 제시될 수 있다 (그림 7-1).

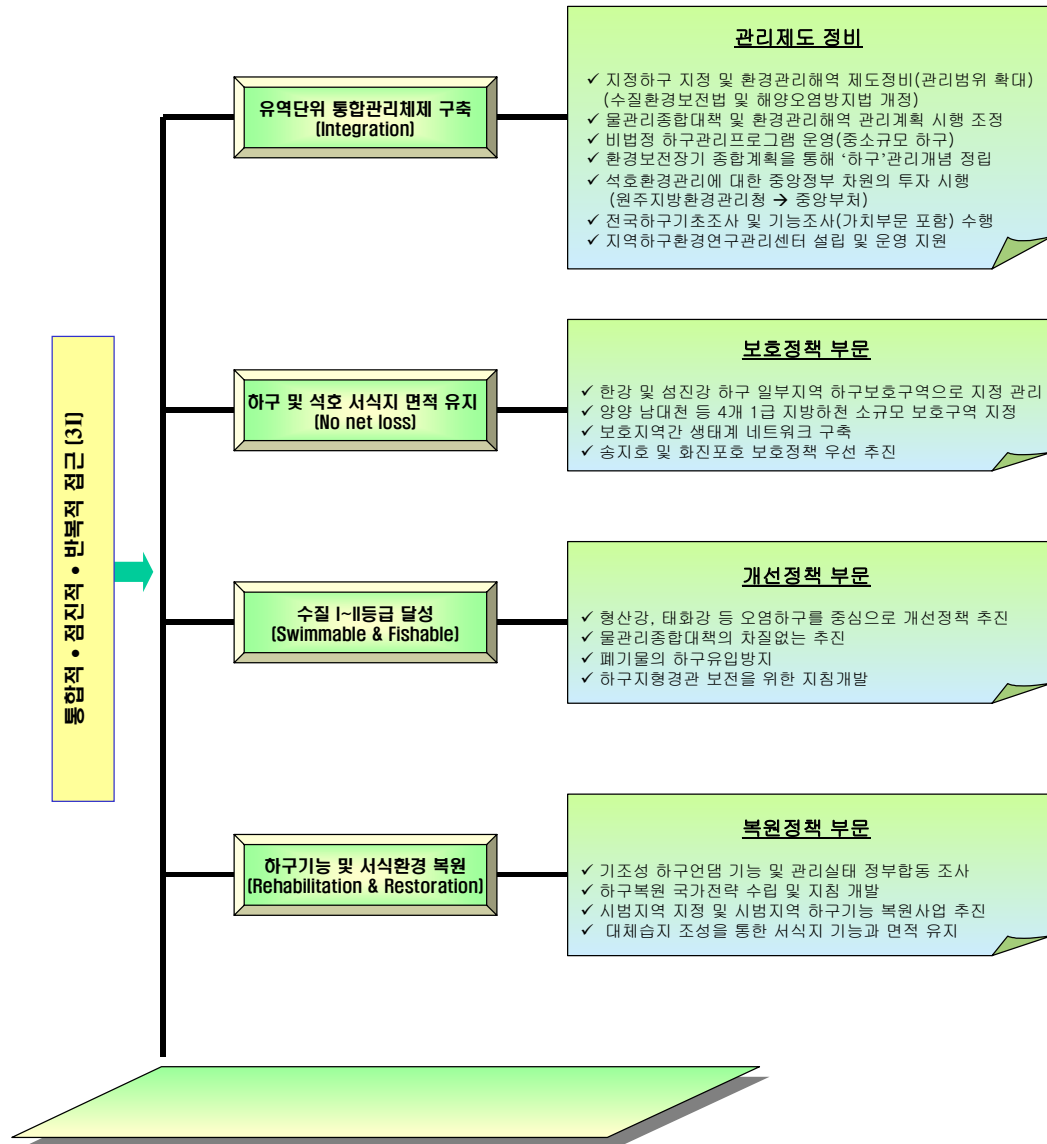
하구서식지 보호부문

하구서식지 보호부문의 시행방안으로는 낙동강 하구와 같이 자연환경보호구역으로 이미 지정된 지역의 경우 통합공간관리가 가능한 관리체제로의 전환이 필요하며, 하구환경의 적극적인 보호를 위해 한강하구 등 일부하구를 환경보호구역으로 지정해야 할 것이다. 특히, 하구는 매우 광범위하기 때문에 전체를 보호구역으로 지정하기 보다는 보호가치가 크고 현실적으로 보호구역 지정이 용이한 지역을 소규모로 분할 지정하고 생태통로 건설 등을 포함하여 보호구역간의 관리연계성을 강화하는 것이 바람직하다.

하구환경질 개선부문

하구환경개선 부문 목표 달성을 위해 4대강 하구역 수질개선대책을 지속적으로 추진하고 상대적으로 수질관리가 미흡한 중소규모 하구의 수질개선, 하구폐기물 관리강화, 하구지형·경관특성의 유지 및 하구가 주민의 여가활동 장소로 이용되도록 지원하기 위한 생활환경질 개선대책이 추진되어야 한다. 제도적으로 하구수질 및 환경개선 사업을 지원하기 위해 수질환경보전법 개정을 통한 지정하구(가칭) 도입 또는

해양오염방지법 개정을 통한 환경관리해역제도의 내용적 관리범위 확대가 현실적으로 고려될 수 있다 (표 7-1). 지정하구제 도입과 환경관리해역 관리범위 확대는 관련 부처인 환경부와 해양수산부 합동으로 하구환경관리를 위한 가장 효과적인 정책대안을 마련하는 과정에서 상호보완적으로 운영될 수 있다.



[그림 7-1] 하구·석호 환경관리 정책제안 요약

<표 7-1> 하구환경관리를 위한 제도정비 (안)

	내용	장점	단점
지정하구지정	<ul style="list-style-type: none"> -지정하구지정 및 하구보전지역 지정 -지정하구수질보전계획 수립 및 시행 -하구관리위원회, 하구운영위원회 구성 및 운영 -하구수질관리를 위한 조사 및 연구 -하구수질개선을 위한 지침 및 재정지원 	<ul style="list-style-type: none"> -하구관리를 위한 법정프로그램운영으로 수질 및 환경 개선 담보 -하구환경관리를 위한 재원 및 기술지원 근거 마련 -하구관리를 위한 법정 관리체제 운영 -수질개선을 통한 생태계 및 환경개선 도모 	<ul style="list-style-type: none"> -수질환경보전법에 개정을 통해 근거규정 마련필요 -수질환경보전법에 근거하는 경우 대부분의 내용이 수질 개선에 중점 -하구의 서식지, 생태가치보호를 위한 관리 미흡 -지정하구 지정에 따른 민원 발생 가능
환경관리해역 제도 정비	<ul style="list-style-type: none"> -현재 해양오염방지법 상의 환경관리해역 제도의 내용적 범위 및 지리적 관리범위를 하구지역으로 확대운영 -하구환경관리 기본계획 수립 시행 -유역관리위원회, 하구별 환경관리위원회 구성 및 운영 -하구수질관리를 위한 조사 및 연구 -하구수질개선을 위한 지침 및 재정지원 	<ul style="list-style-type: none"> -기존제도 활용으로 제도시행에 따른 추가적 노력이 상대적으로 적음 -육상의 하천과 연안환경 관리의 연계성 확보를 통한 관리의 실효성 제고 -환경보전해역의 경우 보호지역 지정이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> -해양오염방지법 개정을 통한 근거규정 마련 필요 -현재 환경관리해역이 가지는 단점 답습(육상오염원 관리수단 미흡 등) -육상부분 관리영역의 확대로 인한 기존 관리체제와의 충돌 및 업무협조의 어려움

하구서식지 복원부문

하구언 또는 인공방조제 건설 시 생태계 및 종합환경질을 고려한 하구정책을 시행하고 적극적인 하구복원사업의 타당성을 검토하기 위해서는 환경부, 해양수산부, 농림부 및 건교부 합동으로 하구역에 건설된 하구언 및 인공방조제가 당초의 치수, 이수 등 매립 목적을 충분히 달성하였는지 평가하는 사업을 추진할 필요가 있다. 이와 병행하여 하구구조물 건설로 인해 야기된 하구의 물리, 화학, 생물, 지리 및 생태학적 영향을 종합적으로 평가하는 조사·연구사업이 추진되어야 한다. 또한, 적극적인 하구환경정책으로의 전환을 위해서는 하구복원에 대한 국가전략 및 지침을 개발하고 하구복원을 위해 영산강 하구 등 특정하구를 대상으로 한 시범사업 개발이 필요하다.

하구환경관리체제 확립부문

○ 하구를 하나의 관리단위로 하는 환경관리체제 수립

하구환경의 보호, 개선 및 복원을 위해서는 하구를 하나의 관리단위로 하는 하구환경관리체제의 수립이 필요하며, 이런 관점에서 가장 시급한 것은 기존 환경관리체제의 통합 및 의사결정과정에서의 통합성을 제고할 수 있는 하구별 환경관리프로그램의 구축 및 운영이다. 우선적으로 환경관리의 사각지대에 있는 하구환경관리를 위해서는 육상 및 해양으로 이분화된 환경관리체제 일원화가 선행되어야 할 것으로 판단된다. 이러한 물리적인 관리체제의 통합과 더불어 의사결정 과정에서의 통합성을 제고할 수 있도록 하구관련 환경계획의 연계성 확보가 이루어져야 하며, 하구환경관리를 위한 제도적 접근의 일환으로 한강, 섬진강 등의 주요 하구에 대해서는 관리를 위한 집중적인 투자와 연구조사가 이루어져야 한다. 또한 주요 하구이외의 하구에 대해서는 각 하구의 특성과 관리여건을 반영하여 하구환경현안을 해결하고 합의를 도출할 수 있는 비법정 하구환경관리프로그램을 운영하도록 유도해야 할 것이다. 이를 위해 정부는 하구환경관리프로그램의 구성, 역할, 운영방법, 재원조달, 환경계획수립, 조사 및 연구 등의 내용을 포함한 지침을 우선적으로 개발해야 한다.

○ 하구환경관리기반 구축

하구환경관리의 성공적인 추진을 위해서는 하구환경관리기반구축이 중요한데, 하구환경에 대한 과학적 이해를 제고하기 위한 기초조사의 확충, 하구환경 모니터링 능력을 제고하기 위한 수질측정망 개선, 의사결정에 요구되는 과학적이고 신뢰성 있는 자료를 적시에 제공받을 수 있도록 지속적인 연구지원체제의 확립, 하구환경관리에 대한 추진동력을 제공하는 시민 의식 및 참여를 제고하기 위한 각종 교육·홍보 활동 및 주민참여 프로그램의 개발 및 운영이 필요하다. 특히, 하구환경에 대한 기초자료가 미흡한 실정에서 전국하구를 대상으로 한 종합적인 기초실태조사사업은 우선적으로 추진되어야 한다. 또한 중장기적인 연구와 교육 홍보는 대부분의 하구문제가 지역현안과 연관된다는 점을 고려하여 지역에 위치하는 대학 또는 연구기관에 지역 하구환경관리연구센터를 설립하고 지원하는 방안을 검토해야 한다.

○ 관리유형별 정책우선순위 중점 추진

전술한 하구환경관리 기본방침 및 추진방안의 실제적인 적용은 개별 하구가 처해 있는 자연환경상태, 사회경제현황 등 지역여건에 따라 크게 좌우된다. 따라서 본 연

구에서는 하구별 특성을 파악하고, 특성별 관리기본방향을 도출하기 위해 연구범위에 포함된 하구에 대해 하구의 상태, 하구환경관리의 압력, 압력에 대한 대응자료에 기초하여 유형분류를 수행하였다. 분류결과에 따르면 양양남대천 등 4개 1급지방하천 하구는 보호, 태화강 및 형산강하구는 개선, 영산강 하구는 복원 중심의 관리가 이루어져야 한다. 그 외 낙동강, 섬진강, 금강, 안성천 및 삼교천 하구는 개선과 복원을 병행하고 한강, 만경강, 가화천, 및 동진강 하구는 개선과 보호에 중점을 두어 관리를 추진하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

■ 적극적 하구환경관리를 위한 정부 정책의지 천명

지금까지의 하구훼손이 국가의 정책적인 개발사업에 의해 추진되었음을 상기한다면 우리 후손에게 하구의 고유기능과 가치를 유지하고 있는 단 하나의 자연하구라도 물려주기 위한 공격적인 환경정책으로의 전환이 필요한 시점이다. 따라서 적어도 정책적 차원에서는 대단위 정부주도의 개발을 통해 하구환경자체를 파괴하는 사업은 추진하지 않겠다는 정책의지를 ‘2002년 지속가능발전 정상회의(WSSD)’를 준비하는 과정에서 천명하는 것이 적극적으로 검토되어야 한다.

■ 통합적·점진적·반복적 접근과 절차 견지(3I Approach)

- Integrated, Incremental and Iterative Approach -

정도의 차이는 있지만 하구환경의 악화와 관리부재는 환경선진국도 과거에 직면했던 문제이기도 하다. 그러나 선진국들이 추진한 프레이저 하구, 체사피크만, 템즈 하구관리프로그램 등의 특징은 환경개선 및 생태계 보호·복원을 위해 최소 20년간의 집중적인 투자와 관리노력을 기울였다는데 있다.

이들 나라의 하구환경프로그램은 하구환경관리가 가지는 다양성, 이해 상충, 관리체제의 분화 및 지식기반의 부재 등과 같은 문제를 극복할 수 있는 통합적이고, 점진적이며 반복적인 과정과 절차를 기반으로 하고 있다. 즉, 하구를 하나의 관리단위로 설정하고 영향유역을 고려한 공간통합, 하구를 단위로 관리매체 및 대상을 묶어 관리하는 연계성의 확보, 이해상충 조정을 통해 정책우선순위를 정하는 의사결정 과정 등 소위 통합적 유역관리의 개념이 하구환경관리의 근간을 이루고 있다. 따라서 향후 우리나라 하구환경관리를 위한 제도정비와 계획수립·시행에 있어 단기적·가시적 성과위주가 아니라 장기적 안목에서 통합적·점진적·반복적 과정과 절차를 견지해야 한다.

2. 석호 환경관리 부문

독특한 환경특성과 생태·경관가치를 가지고 있는 석호의 환경관리는 경관가치와 지형가치를 어떻게 유지·보전하는가에 관리의 초점이 맞추어져야 할 것이다. 특히, 석호는 하구환경과는 달리 규모가 매우 작아 지역적인 개발사업에 의해 물리적 원형이 쉽게 훼손될 수 있으며, 경관가치와 지형가치는 인위적인 활동에 취약하므로 보호가치가 있는 석호에 대한 보호정책은 적극적으로 추진되어야 한다. 이와 함께, 이미 석호의 특성이 파괴되었거나 항만 등 다른 용도로 사용되는 석호는 수질개선에 바탕을 둔 이용합리화에 초점을 맞추어야 하며, 현재 훼손이 진행되는 석호에 대해서는 보전과 복원노력을 병행하는 다원적인 관리가 이루어져야 한다.

하구의 경우와 같이 개발압력, 환경상태, 개발압력에 대한 대응지표를 종합적으로 검토하여 관리유형별로 석호를 구분한 결과 송지호 및 화진포호는 보호 정책이 우선적으로 추진될 필요가 있는 것으로 나타났다. 반면 매호 및 향호는 보호 및 개선을, 영랑호 및 경포호는 개선 및 복원을, 청초호는 이용을 중심으로 관리를 추진하는 것이 적절한 것으로 판단되었다. 보호중심의 석호는 뛰어난 경관적 가치를 가지고 있고 우리나라 일반적인 호소와는 달리 자연호이면서 육해 전이수역에 위치하는 기수호라는 지형적·생태적 특이성을 가지고 있다. 따라서 생태계보전지역 또는 지정호소로 지정하여 중앙정부차원에서 보호·관리되어야 한다. 또한, 석호는 수면적에 비해 유역면적이 넓고, 유입하천유량이 적으며, 기수호라는 특수성에 의한 성층현상 등 수질관리에 매우 취약한 조건을 가지고 있으므로 호소수질관리의 차원에서 석호의 특성별로 모든 외부오염원 및 내부오염원 관리수단을 동원하여 수질보전 및 개선에 주력해야 할 것이다.

관리체제의 측면에서 보면 석호를 단순히 우리나라 18,000개의 호소 중 일부로 평가해서는 안되며, 적어도 송지호 및 화진포호는 생태계보전지역이나 지정호소로 지정하여 중앙정부 차원의 관리와 지원이 필요하다. 또한, 가중되는 개발압력으로부터 개발과 보전의 균형을 유지하기 위해서는 환경영향평가, 사전환경성평가 등의 제도적인 평가체제를 강화하는 동시에 석호환경의 기능과 가치에 대한 조사·연구의 추진, 석호의 중요성에 대한 인식제고를 위한 교육·홍보 및 석호환경 보전을 위한 환경단체의 활동 지원 등이 병행되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 담수와 해수의 회석과 혼합의 상호작용으로 인해 형성되는 독특

한 환경인 하구와 석호는 그 생태적 가치에도 불구하고 관리체제의 부재와 선점식 이용·개발로 인해 훼손이 심각하게 진행되었음이 확인되었다. 환경 및 관리현황 조사와 분석을 통해 본 우리나라 하구·석호의 모습은 자연생태계가 가지는 다양함과 생명력은 찾아보기 어려운 실정이며, 잔존하는 하구도 지속적인 개발위협 앞에 언제든지 사라질 수 있는 위기의 상황에 직면해 있다고 볼 수 있다. 그러나, 육상 및 해양생태계를 연결하는 생태통로인 하구환경에 대한 특별한 관심을 바탕으로 관리의 사각지대에 놓여 있는 전이수역에 대한 적극적인 관리가 추진될 수 있다면 아직까지는 우리가 꿈꾸는 다양함과 생명력이 넘치는 풍요로운 삶의 터전인 하구·석호를 다시 찾는 것이 불가능하지는 않을 것이다.

제2절 본 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구는 내용적으로 볼 때 지금까지 관리의 사각지대에 있는 육해전이환경인 하구 및 석호에 관한 광범위한 자료를 수집·분석하여 환경현황 및 문제점을 파악하고, 이에 기초하여 환경관리를 위한 기본적인 정책방향 및 시행방안을 최초로 제시했다는 점에 큰 가치가 있다. 또한 연구의 추진에 있어서 육상 및 해양으로 이분화된 현재의 관리체제 하에서 육상 및 해양환경 정책연구를 담당하는 두 연구기관이 유기적인 협조를 통해 공동연구를 수행했다는 점도 간과할 수 없는 특징이라 하겠다. 그러나, 하구·석호에 대해 정책적 차원에서 수행되었던 기존의 연구가 매우 미흡한 실정에서 본 연구를 통해 실질적인 관리를 위해 요구되는 모든 사안을 심층적으로 다루는데는 연구기간, 인원 및 재원에 한계가 있었으며, 이런 관점에서 본 연구의 한계 및 향후 추진해야 할 추가적인 연구내용 및 분야를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 하구 및 석호라는 공간단위를 대상으로 한 종합적인 기초조사 및 이에 근거한 환경현황 파악이 필요하다. 기존의 하구 관련 연구는 하구라는 공간을 하나의 단위로 설정하여 이루어진 것이 아니라 자연환경, 수질, 대기, 폐기물 등 매체별 관리에 필요한 조사의 일환으로 수행되었기 때문에 자료의 수준 및 내용에 큰 차이가 있을 수밖에 없다. 따라서 이러한 기존결과를 정리, 제시 및 해석하는데 있어서 어느 정도 내용의 불균형이 불가피한 상황이다.

둘째, 수질을 제외한 기초조사 자료가 매우 빈약한 실정이므로 앞으로 서식지 분포, 육상 야생동식물 현황, 어류 등에 대한 조사를 토대로 하구생태계의 생태적 기능

에 대한 연구가 집중적으로 추진될 필요가 있다. 본 연구에서 사용한 하구생태계 관련 기초연구 자료는 모두 외국의 연구결과를 인용하였는데, 실제 우리나라 하구생태에 대한 이해의 폭은 너무나 미흡한 실정이다. 따라서 하구환경관리 기반의 확충이라는 측면에서도 이 분야의 연구가 조속히 추진되어야 할 것이다.

셋째, 하구 및 석호의 생태적 또는 자연자원으로서의 가치에 대한 체계적인 평가 연구가 수행되어야 한다. 물론 이는 하구의 생태적 기능에 대한 연구와 병행하여 추진되어야 할 문제이지만 새만금의 경우와 같이 사업추진의 타당성 확보를 위한 목적 지향적인 연구보다는 본 연구에서 사용된 에머지 평가기법을 포함한 보다 객관적이고 과학적인 접근방법을 이용한 자연하구생태계 가치 추정작업이 필요하다.

넷째, 하구환경관리를 위해서는 현행의 분화된 관리체제에 대한 명확한 이해와 정리가 필요하다. 특히 하구환경관리와 직·간접적으로 관련된 법만해도 50여개에 이르고 있으며, 여기서 파생되는 제도 및 관리체제를 고려할 때 통합적인 하구환경관리체제를 구축하기 위해서는 관련 법, 제도, 관리부서 및 역할의 연계성을 면밀히 분석하여 공간을 단위로 하는 효율적인 관리체제와 의사결정 과정 및 절차를 도출할 필요가 있다.

다섯째, 목적 지향적인 하구관련 연구가 장기적으로 추진될 수 있도록 하구관련 조사연구에 대한 단기, 중기, 장기조사연구전략을 수립할 필요가 있다. 기존 하구관련연구를 보면 대부분 현황 파악이나 일부 주요 수계에 집중되어 있어 실질적인 하구관련 정책이나 구체적인 시행방안의 도출을 위해 사용하기에는 매우 미흡한 실정이다. 따라서, 과학적인 연구목적을 달성하는 동시에 하구 정책결정 및 환경관리에 실질적으로 기여할 수 있는 연구가 이루어지도록 연구추진전략이 수립되어야 한다.

참고문헌 부 록

[참고문헌]

- 강대균. 1999. 철새 도래지의 생태공원 조성기법에 관한 연구-한강하류 중심으로-고려대학교 자연자원대학원 석사학위논문
- 강대석·박석순. 1999. 에머지(Emergy) 개념을 이용한 다목적댐 건설의 생태경제학적인 평가방법에 관한 연구. 환경영향평가. 8:45-51.
- 강릉경제정의실천시민연합. 1996. 동해안 호수 보존 심포지움 자료집
- 건설교통부. 1998. 수자원편람
- 건설교통부. 2000a. 제4차 국토건설종합계획
- 건설교통부. 2000b. 한국하천일람. 748pp.
- 건설교통부. 2001. 2001년도 국토이용에 관한 연차보고서
- 경상남도. 1993. 남해안 및 섬진강 생태계 조사. 511pp.
- 고성군. 1999. 고성군 송지호 관광지 조성사업 환경영향평가서 초안
- 고철환. 1998. 황해의 환경과 물질수지
- 고철환. 2001. 한국의 갯벌과 세계의 갯벌: 그 규모와 형성과정. 고철환 엮음. 서울대학교 출판부
- 광양시. 2000. 광양시 통계연보. 392pp.
- 국립수산진흥원. 2001. 한국해양환경조사연보(2000년)
- 권문상·이원갑·이지현·정갑용·윤진숙·이미진·남정호·최희영. 1997. 사례연구를 통한 연안역 관리정책 및 정보시스템 구축연구. 한국해양수산개발원
- 권순국. 1999. 논외 환경적 역할과 가치 (I). 15pp.
- 금강환경관리청. 1999. '98 수질오염원 현황(금강권역)
- 기상청. 1999. 기상연보. 247pp.
- 기준학·김경렬. 1987. 금강하구에서의 화학적, 생물학적 제과정에 관한 연구. II. Chlorophyll a 분포결정 요인에 관하여. 한국해양학회지 22:207-215
- 김경렬·기준학. 1987. 금강 하구에서의 화학적, 생물학적 제과정에 관한 연구. I. 질소계 화합물의 순환: 전반적 고찰. 한국해양학회지 22:191-206
- 김석윤. 1984. 섬진강 하구와 광양만의 부유물질 농도와 이동. 서울대학교 석사학위논문
- 김성한·윤인길·송성주·김영의·권오섭. 1996. 낙동강 하구 저서층의 환경 요인과 저서 미생물의 분포. 한국육수학회지. 29(3):205-214
- 김영록. 2001. 낙동강 하구의 갈대 개체군의 성장동태와 습지환경. 동아대학교 교육

대학원 석사학위 논문

- 김정길·이점숙. 1988. 만경강. 동진강하구 염습지의 식물분포에 미치는 환경요인. 군산대학교자연과학연구소 자연과학연구 3(1):45-59
- 김종구·권정노·조은일. 2001. 장기관측자료에 의한 금강하구둑 수문조작에 따른 수질평가. 한국해양환경공학회 춘계학술대회 논문집. pp. 275-280
- 김지식. 1991. 만경강 하구의 저서동물과 서식환경에 관한 연구. 한국육수학회지 24(1):17-26
- 김창호. 1997. 낙동강 하구의 습지 환경 변화와 갈대(*Phragmites communis* Trin.) 개체군의 생장 동태. 신라대학교 자연과학연구소 자연과학논문집 3(1):1-13
- 김태인. 1985. 금강 하구 부유퇴적물의 분포 및 이동. 서울대 석사학위 논문
- 김형근. 1998. 영산강 뱃길복원과 선박운항 및 재원조달방안. 영산강뱃길복원 학술대회
- 낙동강환경관리청. 1999. 낙동강권역 수질오염원조사 보고서
- 남정호·최동현·장원근. 2001. 시화호 해양환경개선을 위한 유역관리체제 구축방향. 해양수산부-PEMSEA 시화호 특별관리해역 환경개선을 위한 국제워크샵
- 농어촌진흥공사. 1996. 한국의 간척
- 문경민. 2000. 새만금 리포트. 중앙 미디어 북스
- 문선화. 2001. 낙동강 하구 습지의 시공간 분석 및 비오톱 지도화에 관한 연구. 동아대학교 대학원 석사학위논문
- 문창호·권기영. 1994. 낙동강 하구역 입자성 유기규소의 계절적 변화. 한국해양학회지 29:5-16
- 문창호·최혜지. 1991. 낙동강 하구 환경특성 및 식물플랑크톤의 군집구조에 관한 연구. 한국해양학회지. 26(2):144-154
- 박경수·한경남. 1997. 한국의 한강 하구 및 경기만에서 어류 유생 동력학. 한국해양학회지, 32(4):202-207
- 박광순. 1984. 광양만의 해수 교환. 부산대학교 석사학위 논문
- 박래환. 2001. 영산강 하구의 해수유동 및 수온. 염분 변화. 전남대 대학원 석사학위 논문
- 박수영. 2000. 습지학원론. 경남발전연구원
- 박용길. 2001. 동해안 석호의 습성천이 구조와 원인, 그리고 복원정책. 동해안석호 수질보전대책 심포지움
- 박재용. 1997. Random Walk 입자추적법에 의한 1차원 하구 염분도 모델링. 관동대

대학원 석사학위 논문

- 박태윤 · 이동근. 1997. 연안습지의 효율적 이용방안에 관한 연구, 한국환경정책 · 평가연구원. 158pp.
- 반용부. 1995. 낙동강 하구 연안사주 지형의 변화. 신라대학교 논문집 40(1):155-195
- 부산광역시. 1998. 부산광역시 환경보전종합계획. 709 pp.
- 부산광역시. 2000. 낙동강하구일원 환경관리기본계획 수립용역 최종보고서. 2000
- 새만금사업환경영향공동조사단. 2000. 새만금사업 환경영향공동조사 결과보고서(요약. 환경영향분야. 수질보전분야. 경제성분야)
- 섬진강환경행정협의회. 2001. 제7차정기총회회의자료(미발간 자료)
- 섬진강환경행정협의회. 1999. 섬진강의 환경. 390pp.
- 손지호. 신성교. 조은일. 이석모. 1996. 한국수산업의 EMERGY 분석. 한국수산학회지 29:689-700
- 손지호. 1999. 에머지 분석법에 의한 도시의 지속적인 발전가능성 평가. 부경대학교 환경공학과 박사학위 논문. 141pp.
- 수질개선기획단. 2001. 새만금 간척사업에 대한 정부조치계획(안)
- 신재기 · 조경제. 1999. 낙동강 하구에서 환경요인과 담수조류의 일변화. 한국육수학회지. 32(4):341-348
- 신현출. 2001. 광양만 저서오염지표종의 시 · 공간적 분포. 한국해양환경공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집. 여수대학교. 2001.5.2~25. pp.107-111
- 신현출 · 고철환. 1990. 광양만 다모류 군집의 시공간적 변화. 한국해양학회지 25:205-216
- 심재형 · 신윤근 · 여환구. 1991. 만경. 동진강 하구 표영생태계의 무생물 환경과 일차생산자: I. 환경 특성과 식물플랑크톤의 군집구조. 한국해양학회지 26:155-168
- 심재형 · 신윤근 · 이원호. 1991. 만경강 하류의 환경과 식물플랑크톤 군집. 한국육수학회지 24:45-54
- 양성렬. 2001. 섬진강 하구역의 환경현황 및 문제점. 하구 · 석호 등 육해전이수역 통합환경관리를 위한 정책토론회. 서울. 2001. 10.23. pp.33-42
- 양양군. 2001. 양양남대천골재채취예정지 사전환경성검토서
- 양한섭 · 김성수. 1990. 금강 하류역에서 수질의 시공간적 변화특성. 한국수산학회지 23:225-237
- 엄기혁. 손지호. 조은일. 이석모. 박청길. 1996. EMERGY 분석법에 의한 득량만의 환경용량 산정. 한국수산학회지 29:629-636

- 엄정훈. 1991. 동해안 석호의 수질 및 퇴적물 특성과 주변 지역 변화에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문
- 여수시. 2000. 여수통계연보
- 연안 시·군·구. 각년도 통계연보(1995년~2000년)
- 영산강환경관리청. 1999. '98 수질오염원 현황(영산강·섬진강 중권역)
- 우용표. 1991. 낙동강 하구의 조류상에 관한 연구. 경성대학교 논문집 12(2):31-59
- 울산지방해양수산청. 2000. 울산항준설공사 환경영향평가
- 원주지방환경관리청. 1997a. 동해안 석호 수질개선대책
- 원주지방환경관리청. 1997b. 동해안 석호 자연생태계 연구보고서
- 원주지방환경관리청. 1999. '98 동해안 석호조사보고서
- 원주지방환경관리청. 2000. 동해안수계 오염원조사 보고서
- 원주지방환경관리청. 2001. 석호(潟湖) 연구보고서
- 유환정. 1984. 낙동강 하구유역의 겨울새 현황조사. 경상대학교 석사 학위논문
- 유흥식. 1996. 동해안 호수와 그 유역의 경관변화. 동해안 호수보전 심포지움
- 윤양수·박용하·최재용. 2000. 자연친화적 국토이용을 위한 자연환경보호구역 관리 체계개선 연구. 국토연구원
- 윤양호. 2001. 부유생태계와 적조. 한국해양환경공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집. 여수대학교. 2001.5.2~25. pp.88-106
- 윤해순. 2001. 낙동강 하구갯벌:염생식물. 저서동물. 수금류. (In)한국의 갯벌(고철환 엮음)
- 이규형. 2001. 광양만의 해양환경 현황(개황 및 해황특성). 한국해양환경공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집. 여수대학교. 2001.5.2~25. pp.85-91
- 이동주. 1994. 금강 하구의 염도 모형 해석. 군산대학교 논문집 21(1):571-592
- 이두표. 2001. 수조류. 한국의 갯벌. 고철환 엮음. 서울대학교 출판부. P. 179-194
- 이봉길. 2001. 광양만해역의 유류오염사고 발생 현황과 방제 대책. 한국해양환경공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집. 여수대학교. 2001.5.2~25. pp.119-129
- 이상호·권효근·최현용. 1999. 하구언 수문 작동으로 인한 금강 하구역의 물리적 환경 변화(II): 염분 구조와 하구 유형. 바다(한국해양학회지) 4(4):255-265
- 이상화·신동수·김진후·박운용. 1997. 낙동강 하구 사주의 지형조사와 해저토 이동 방향에 관한 연구 (I). 대한토목학회논문집(II) 17(II-6):553-558
- 이점숙. 1990. 만경강 하구 생태계의 구조와 기능에 관한 연구. 군산대학교자연과학연구소 자연과학연구 5(1):211-228

- 이정만. 1994. 낙동강 하구에서의 부유사 거동에 관한 연구. 동아대 대학원 석사학위 논문
- 이정일. 1984. 낙동강 하구 철새집단 의 군집생태 에 관한 연구. 동국대학교 박사 학위논문
- 이진애 · 조경제 · 정익교. 1994. 낙동강 하구 생태계 식물성 플랑크톤의 일차 생산성. 한국육수학회지 27(1):69-78
- 이진환. 1988. 경포호의 부영양화에 관한 연구. 상명여자대학교 기초과학연구소 논문집 2:33-45
- 이진환 · 곽희상. 1987. 영랑호의 환경학적 연구. 한국육수학회지 20:39-48
- 이창우. 1999. 서울시 환경용량 평가에 관한 연구. 서울시정개발연구원. 144pp.
- 이창희 · 김은정. 1999. 소규모수질오염원의 관리지침. 한국환경정책 · 평가연구원
- 이창희 · 남정호. 2001. 하구환경관리현황 및 관리개선방안. 하구석호등 육해전이수역 통합환경관리를 위한 정책토론회 자료집. 코엑스 아셈홀. 10. 23. pp.59-75
- 이창희 · 유혜진. 2000. 수저퇴적물 환경기준 개발에 관한 연구. 한국환경정책 · 평가연구원
- 이창희 · 이병국 · 최지용 · 김은정. 1999. 물자원의 효율적 이용을 위한 유역관리방안. 한국환경정책 · 평가연구원
- 이홍동. 1998. 갯벌 보전과 농업생산의 가치에 대한 비교 연구. 해양연구 20:145-152
- 임업연구원. 1999. 임지 토양 침식률 자료
- 장성태 · 김기철. 1997. 낙동강 하구에서의 해수유동. 동아대학교 해양자원연구소 연구논문집
- 장성표. 1995. 낙동강 하구 독 하류부의 물리해양학적 환경과 낙동강 하구 독 유출수의 거동. 동아대 대학원 석사 학위논문
- 장순희 · 박용길. 2000. 동해안 자연호수의 지속가능한 개발. 환경정책 8(2):181-203
- 전남일보사. 1996. 영산강을 살리자
- 전재경. 2001. 갯벌보전의 법리. (In)한국의 갯벌(고철환 엮음)
- 전재인. 1999. 형산강 하구의 Ecosystem 연구(I)-형산강 유역의 식물상. 환경관리학회지 5(2):207-217
- 정부합동. 1998. 팔당호등 한강수계 상수원 수질관리특별종합대책
- 정부합동. 1999. 낙동강수계 물관리종합대책-낙동강 생명찾기 대장정
- 정부합동. 2000a. 대청호등 금강수계 물관리종합대책-주부권의 젓줄 금강 살리기
- 정부합동. 2000b. 영산강수계 물관리 종합대책-호남의 생명수 지키기 대역사

- 정부합동. 2000c. 호남의 생명수 지키기 대역사. 483pp.
- 정석근. 1989. 낙동강 하구 주변해역 어류군집의 종조성 및 계절변화. 부산대학교 석사 학위논문
- 정영호·노경희·이옥민. 1987. 낙동강 하구역 식물성플랑크톤의 구계와 동태. 자연보존협회 논문집 9:5-30
- 조현서. 2001. 유해물질 오염. 한국해양환경공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집. 여수대학교. 2001.5.2~25. pp.113-118
- 지속가능발전위원회. 2001a. 새만금 공개토론회 주제발표자료(종합토론: 인문사회 및 대안분야)
- 지속가능발전위원회. 2001b. 새만금 공개토론회 주제발표 자료(환경영향, 수질, 경제성분야)
- 최병습. 1996. 낙동강 하구둑 주변의 수리학적 특성에 관한 연구. 부산대학교 대학원 박사학위 논문
- 최진용·최현용·서만석. 1996. 하구언 갑문 폐쇄 후 금강 하구의 물리, 퇴적학적 특성 변화. 한국해양학회지 30(4):262-270
- 통계청. 1998. 한국통계연감. 720pp.
- 통계청. 2000. 한국통계연감. 777pp.
- 하동균. 2000. 하동통계연보. 429pp.
- 한강환경관리청. 1999. '98 한강대권역 수질오염원 현황
- 한국수자원공사. 1998a. 수자원편람
- 한국해양수산개발원. 1999. 해양비무장지대 해양보호구역 지정 및 남북공동관리(미발표 자료)
- 해양수산부. 1998a. TBT 오염실태 조사 및 대책수립연구
- 해양수산부. 1998b. 우리나라의 갯벌
- 해양수산부. 1999a. 연안통합관리계획 수립(안). 331pp.
- 해양수산부. 1999b. 환경관리해역 지정 및 관리기본계획 수립방안 연구. 264pp.
- 해양수산부. 2000a. 갯벌생태계 조사 및 지속가능한 이용방안 연구(II)
- 해양수산부. 2000b. 해양폐기물 종합처리시스템 개발연구(I)
- 해양수산부. 2001a. 수정항만개발계획
- 해양수산부. 2001b. 제2차 공유수면매립기본계획 수립연구
- 해양수산부. 2001c. 해양개발기본계획-해양한국(OCEAN KOREA) 21
- 해양수산부. 2001d. 해양수산통계연보

- 해양수산부. 2001e. 환경관리해역 시범해역관리 시행계획 수립연구
- 해양수산부. 2001f. 해양폐기물 종합처리시스템 개발연구(II)
- 허우명. 2001. 동해안 석호의 수질실태 및 보전방안. 하구·석호등 육해전이수역 통합환경관리를 위한 정책토론회(자료집)
- 홍재상 외. 2000. 양양 남대천 하구역의 여름철 대형저서동물 군집의 생태학적 특성. J. Korean Fish. Soc. 33(3):230-237
- 환경부. 1996. 생태도시 조성 기본계획수립을 위한 용역사업
- 환경부. 1997. 전국자연환경조사보고서
- 환경부. 1998a. 광양만권역 종합환경영향조사사업. 583pp.
- 환경부. 1998b. 환경백서. 622pp.
- 환경부. 1998c. 제2차 전국자연환경조사보고서
- 환경부. 1998d. 서해안 주요습지에 도래하는 수조류의 봄. 가을 조사
- 환경부. 1999a. 광양만권역 환경개선 대책(안)
- 환경부. 1999b. 생태계보전지역 관리 기본계획 수립을 위한 연구
- 환경부. 2000. 새천년 국가환경비전과 추진전략
- 환경부. 2001. 21세기 자연환경보전정책 발전방향
- 황규남. 2000. 하구역 퇴적현상 및 퇴적격감을 위한 일반적인 원칙. 한국수자원학회지 33(3):61-67
- 日本, 國土廳 長官官房水資源部. 1999. 健全な水環境系の構築を目指して. 人と國土
- Brown, M.T. and S. Ulgiati. 1997. Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. Ecological Engineering, 9:51-69
- Brown, M.T. and T.R. McClanahan. 1996. Emergy analysis perspectives of Thailand and Mekong River dam proposals. Ecological Modelling 91: 105-130
- Cho, J.H. and D. J. Elliott. 1999. One dimensional estuary salinity modeling by random walk particle tracking method, Environmental Engineering Research 4(1):41-49
- Choi, J. K. and J. H. Shim. 1986. The ecological study of phytoplankton in Kyeonggi Bay, Yellow Sea. III. Phytoplankton composition, standing crops, tychopelagic plankton, J. Oceanol. Soc. Korea 21:156-170
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Gaskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and

- natural capital. *Nature*, 387:253-260
- Doherty, S.J., M.T. Brown, H.T. Odum, and R.C. Murphy. 1992. Emergy analysis and policy perspectives for Papua New Guinea. Report to the Cousteau Society, Center for Wetlands and Water Resources, University of Florida, Gainesville.
- Jemmett, A. 1998. Implementing estuary management plans - a case study from the Dee estuary. *The Geographical Journal*. Vol. 64(3):307-318
- Kang, D. 2001a. Emergy evaluation of the Kangwha tidal flat. *J. Korean Soc. Oceanogr.* 36:51-58
- Kang, D. 2001b. Emergy evaluation perspectives on the natural environment and economy of Seoul. *Bulletin of the Korean Environmental Sciences Society* 10:1-10
- KORES. 1998. The Mining Industry of Korea (Ver 2.0).
- Lee, S.M. and H.T. Odum. 1994. Emergy analysis overview of Korea. *J. of the Korean Environmental Sciences Society* 3:165-175
- LCREP (Lower Columbia River Estuary Program). 1999. Comprehensive Conservation and management Plan(Draft).
- Odum, H.T. 1983. *Systems Ecology*. Wiley, New York. 644pp.
- Odum, H.T. 1994. *Ecological and General Systems*. University Press of Colorado, Niwot. 644pp.
- Odum, H.T. 1996. *Environmental Accounting*. Wiley, New York. 370pp.
- Odum, H.T. and D.A. Hornbeck. 1996. EMERGY evaluation of Florida salt marsh and its contribution to economic health. In: C.L. Coultas and Y.-P. Hsieh (eds.), *Ecology and management of tidal marshes: a model from the Gulf of Mexico*. St. Lucie Press, Delray Beach, FL. pp.209-230
- Odum, H.T., E.C. Odum, and Blissett. 1987. *Ecology and economy: Emergy analysis and public policy in Texas*. Policy Research Project report No. 78. Office of Natural Resources and Texas Department of Agriculture, Austin, Texas.
- OECD(Organization for Economic Co-operation and Development). 1993. Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies. *Environment Monographs* No. 79. 133pp.
- Olsen, S., J. Tobey, and M. Kerr. 1997. A common framework for learning from

- ICM experience. *Ocean and Coastal Management* 37(2):155-174
- Park, Y.A., C.B. Lee, and J.H. Choi. 1984. Sedimentary environments of Gwangyang Bay, southern coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*. 19:82-88
- Park, Y.A., S.K. Chang, and C.B. Lee. 1982. A study on the intertidal and deltaic environments of Gwangyang Bay, Korea. *Korea Science and Engineering Education*. 32pp.
- Roberts, C. M., Bohnsack, J. A., Gell, F., Hawkins, J. P. and R. Goodridge. 2001. Effects of marine reserves on adjacent fisheries, *Science* 294:1920-1923
- Robert V. Thomann, John A. Mueller. 1995. 수질모형과 관리. 동화기술
- Shaw R. 2001. Cooperative research to improve the health of coastal ecosystem (presentation material), (In) International workshop on estuary and coastal environmental conservation technology, RRC for Coastal environments of Yellow Sea & Songdo Techno Park
- Shim, J. H. and J. S. Yang. 1982. The community structure and distribution of phytoplankton of the Keum River estuary. *J. Oceanol. Soc. Korea* 17:1-11
- Thames estuary partnership. 1999. Management Guidance for the Thames Estuary (strategy)
- Thames estuary partnership. 2000. Management Guidance for the Thames Estuary (Action Plan)
- Tunstall. S. 1999. Public perceptions of the Environmental Changes to the Thames Estuary in London, U.K.
- US EPA. 1999. New strategies for America's watersheds, National Academy Press, Washington D.C., p. 232
- Wenner, E., and M. Geist. 2001. The National Estuarine Research Reserve Program to monitor and preserve estuarine waters, *Coastal Management*. 29:1-17

[제1장 부록]

<부록 1-1> 지구생태계의 연평균 가치

생태계 (% 총가치)		면적 (10 ³ ha)	단위가치 (US\$ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	총가치 (10 ⁹ US\$yr ⁻¹)
대양 (25)		33,200	252	8,381
연안역 (38)	하구	180	22,832	4,110
	수중수초대	200	19,004	3,801
	산호초	62	6,075	375
	대륙붕	2,660	1,610	4,283
습지 (15)	연안습지/갯벌	165	9,990	1,648
	소택지/범람원	165	19,580	3,231
산림 (14)	열대림	1,900	2,007	3,813
	온대/아한대림	2,955	302	894
초지		3,898	232	906
호수/하천 (5)		200	8,498	1,700
사막		1,925		
툰드라		743		
빙하/암석		1,640		
농경지		1,400	92	128
도시		332		
총 계		51,625		33,268

자료: Costanza et al.(1997)

<부록 1-2> 연안으로 직접 유입되는 하천

□ 국가하천

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)	2이상 시도 관할하천
경기	한강	481.7	26218.6	1
	안성천	66.4	1699.6	1
충남	금강	395.9	9810.4	1
	안성천	66.4	1699.6	1
	삼교천	58.6	1611.7	0
경북	형산강	63.95	1143.07	1
경남	가화천	10.38	27.8	0
	섬진강	212.3	4896.5	1
전북	금강	395.9	9810.4	1
	만경강	77.4	1527.1	0
	동진강	46	1129.3	0
전남	섬진강	212.3	4896.5	1
	영산강	129.5	3455	1
	탐진강	55	505.5	0
부산	낙동강	521.5	23817.3	1
울산	태화강	41.5	626.4	0

□ 지방1급하천

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
강원	양양남대천	54	475
	강릉남대천	31.18	256
	삼척오십천	56.8	375
경북	영덕오십천	41.1	375.5

□ 지방2급하천

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
강원	자산천	13.3	46.7
	북천	22.5	148.5
	남천	15.6	41
	오호천	8.8	14.4
	삼포천	7.5	12.6
	문암천	15.1	22.6
	천진천	11.7	36
	용촌천	14.1	34.5
	청초천	7.8	20.2
	쌍천	16.8	65.32
	물치천	14.5	37.64
	주청천	3.9	4.9
	동명천	8	8.3
	상운천	8.9	22.5
	광정천	9.5	11.7
	해송천	7.5	16.2
	화상천	10.3	32
	신리천	16.4	46.3
	연곡천	28.3	173.7
	사천천	23.7	60.2
	안현천	5	6.4
	경포천	7.2	35.4
	군선천	18.1	78.6
	정동진천	8.4	24.5
	주수천	21.1	145.8
	전천	20.3	123
	마읍천	30.3	159.5
	추천	12.6	43.5
	임원천	8.5	19
	호산천	19.8	50.5
	가곡천	41.9	264.19

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
경기	방림천	5.6	9
	금곡천	4	10
	발안천	17	61
	어은천	7.1	23.5
	자안천	13.07	52.63
	무봉천	6	7.48
	신남천	3.5	5.4
	남양천	8.5	19.9
	남전천	10	16.9
	동화천	10.5	46.3
	반월천	12.7	40.9
	안산천	12.25	54.75
	화정천	7.4	18.43
	신길천	7.55	7.35
	장현천	6.25	11.4
	보통천	11.9	51.93
	은행천	8.3	15.52
	신천	5.5	17.07
	석정천	3	5.4
	포내천	10.25	22.5
충남	솔리천	3.6	10
	판교천	16.2	56.7
	당정천	6.9	3.85
	종천천	12	27.05
	웅천천	34.3	159.02
	주교천	5.7	6.2
	남포천	4.5	9.6
	궁촌천	4	15.02
	대천천	12.6	85.84
	신대천	3.3	9
	봉당천	5	21

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
충남	교성천	2.6	11.9
	진죽천	6.2	17.55
	광천천	10.1	63.5
	대판천	5	9.4
	금리천	7.2	25.86
	읍내천	1.9	1.9
	판교천	2.6	5.6
	송천천	3.7	5.1
	차동천	2.7	1.36
	상황천	2.3	2.48
	중리천	2.9	4.72
	와룡천	16.7	85.4
	소정천	6.1	101
	기포천	2.8	4.2
	도운천	2.7	2.93
	신상천	3.3	6.68
	도당천	13	98.3
	청지천	6.7	
	둔당천	5.6	
	야당천	2.5	
	장리천	1.9	
	진장천	2.3	
	홍인천	3.3	
	상옥천	3.4	
	태안천	3.8	
	용요천	2	
	반계천	1.5	

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
경북	나곡천	8.3	11
	부구천	15	59.88
	남대천	24.85	126.01
	외두천	6.8	9.7
	박금천	7.5	10
	산사천	8.5	9.5
	왕피천	60.95	517.05
	척산천	16	34.35
	황보천	9.2	33.18
	남대천	31.95	146.5
	삼울천	5.8	15
	유금천	6.3	10.6
	백록천	6.2	10.2
	아곡천	6.8	10.4
	각리천	4.8	14
	송천	31.95	237.93
	축산천	20	69.85
	장사천	10.6	34.58
	지경천	8.8	13.7
	광천	17.6	30.4
	청하천	10	19.13
	서정리천	12.4	37.5
	곡강천	25.2	158.74
	여남천	5.2	12.4
	칠성천	4.5	2.8
	냉천	19	84.93
	대화천	10.6	30.2

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
	장기천	12.2	40.98
	대종천	18	116.41
	나산천	6.7	7.5
	하서천	14.1	43.15
	수림천	3.6	22.6
	도동천	4.25	7.5
	태하천	2.4	4.18
경남	대장천	4.5	8.2
	동천	4.5	7
	송정천	2.8	5.2
	신이천	4	7
	여좌천	4.5	8.1
	남천	10	97.2
	삼호천	6.6	13.6
	회원천	3.6	12.5
	장군천	3	2.5
	우산천	8	17.4
	수정천	2.5	2.2
	석곡천	3	3.4
	태봉천	7.2	22.22
	진동천	8.2	14.41
	임곡천	2.5	2.5
	진전천	18.3	67.43
	어신천	3.5	5.5
	금봉산천	2.6	4.8
	구만천	7.7	21.61
	마암천	7.5	16
	보전천	3	3.2
	고성천	10.1	36.36

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
경남	외곡천	2.9	4.35
	용정천	2	2.7
	장좌천	4.1	14.81
	신룡천	2.3	4.8
	황리천	2.6	3.81
	안정천	3.8	3.7
	광도천	5	14.81
	죽림천	2	5
	원산천	2	7.5
	둔덕천	8	20.23
	오량천	3.1	6.2
	사등천	3.1	4.8
	고현천	5.5	14.8
	수월천	4.1	10.9
	연초천	8	17.6
	유계천	3	15
	외포천	3	5.6
	덕포천	3	4.1
	아주천	3.2	6.1
	소동천	3	6.1
	산양천	7	36.5
	오수천	3.2	4.5
	간덕천	3	10.3
	한산천	2.5	2.8
	산양천	4	4.8
	월평천	2.4	3.4
	대독천	5.7	13.2
	병산천	4	5.6
	미룡천	2.2	2.3

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
경남	장치천	3.5	8
	수양천	3.5	6
	학림천	2.5	5.5
	오방천	4.5	8.2
	사곡천	4.8	9.2
	봉현천	7	22.4
	봉남천	4	6.6
	삼천포천	7.7	13.09
	송포천	4	9.3
	백천	3.9	8.9
	송지천	3	4.6
	용정천	3	4
	죽천천	15.43	42
	중선포천	12	64.55
	목곡천	7.5	13.81
	목단천	6.5	6.4
	곤양천	22.1	58
	구평천	3.8	4.6
	관곡천	11	12.91
	대곡천	3	4.8
	동산천	4.2	3
	봉천	5.1	6.17
	입현천	2.5	1.4
	초음천	3.5	4.2
	다천천	4	4.5
	무림천	2	5.5
	난음천	2.5	6.5
	영지천	3	4.8
	화천	8.1	26
	대지포천	2.5	3.7

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
경남	금양천	2.5	4.2
	금전천	2.5	5.6
	두모천	3	5
	금평천	3	9.2
	임포천	2.3	4.4
	양지천	3.5	9.2
	상덕천	3.64	5.2
	서상천	5	16.17
	정포천	3.5	6
	대사천	2.3	11.14
	창선천	4.5	6.1
	부윤천	2	1.6
전북	자룡천	6.2	7.5
	장산천	3.2	3.7
	내곡천	3	3.5
	법장천	3.4	8
	해리천	11	32.4
	담암천	7	7.9
	월산천	4.5	8.7
	주진천	29.3	229.3
	마파천	3	3
	장사천	2.4	4
	원당천	4.2	2.2
	갈곡천	14.2	13
	장고천	2.5	3.2
	신창천	4	9.7
	만화천	3	8.2
	백천	4.1	8.7
	석포천	2.5	2.5

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
전북	마동천	2.1	6.2
	유유동천	4.1	8
	운산천	5	8
	직소천	16.1	60.4
	대광계천	3.1	7.2
	문수동천	3	4
	금광천	3	3
	주상천	18.4	79.2
	석불천	4	9.3
	영은천	5.2	10.5
전남	수어천	36.34	121.7
	성황천	6.3	10.3
	광양서천	28.89	163
	인덕천	9	10.1
	울촌천	6.53	11.2
	쌍봉천	7.87	53.2
	남수천	4.25	10.4
	중흥천	4.23	9.1
	상암천	6.72	19.2
	돌산천	7.64	9.5
	화양천	4.42	8.6
	연화천	5.39	13.4
	순천동천	35.53	371
	석현천	5.76	9.6
	동룡천	12.11	31.2
	양촌천	2.3	2.4
	별교천	14.59	73
	칠동천	14.29	33
	와우천	7.68	7.7

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
전남	대강천	3.5	5
	강산천	5.83	11.3
	송산천	4.62	12
	신흥천	3.73	5.6
	고흥천	9.3	18
	포두천	10.5	22
	양지천	4.28	4.8
	우산천	4.14	4.3
	도화천	7.28	17.9
	가영천	3.03	4.2
	고읍천	5.33	18
	용산천	3.7	15.7
	두원천	7.04	10.6
	마수천	11.1	14.8
	안남천	3.1	2.9
	조성천	6.57	12.5
	예당천	4.63	8.1
	송곡천	12.8	17.3
	화죽천	5.74	9.8
	회천천	13.25	7.8
	봉강천	3.08	6.1
	수문천	8.37	18.1
	홍거천	8.52	26.1
	남상천	13.59	60
	두암천	3.28	3.4
	고읍천	10.1	43.5
	대덕천	9.93	37.4
	상흥천	3.27	9.5
	마량천	4.24	8.82

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
전남	대구천	6.37	26
	칠량천	14.68	46.6
	강진천	12.19	29.5
	도암천	10.66	27.9
	삼인천	3.95	8
	구수천	3.38	11
	홍촌천	3.83	4.3
	월성천	4.8	7.2
	동해천	4.03	7.5
	영흥천	5.9	5.9
	영풍천	2.9	2.9
	대야천	4	7
	죽청천	3.4	2.4
	대구미천	3.05	3.05
	대신천	2.5	2.5
	삼두천	3.24	3.24
	군외천	8.36	7.3
	신학천	4.5	4.5
	부황천	2.5	2.5
	청룡천	3.46	3.46
	신평천	3.84	5.2
	오천천	4.86	4.6
	산정천	7.94	7.94
	현산천	14.88	14.88
	화산천	7.49	15.1
	삼산천	20.37	63
	남천	3.37	12.1
	해남천	11.64	34.8
	금자천	5.12	9.5

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
전남	산막천	7.03	12.9
	옥천천	17.71	72.9
	계곡천	14.03	32.2
	가학천	8.45	6.6
	월하천	5.16	6.1
	춘동천	5.49	9.5
	용장천	3.72	2.5
	고군천	9.42	13.7
	신천	3.35	7.7
	향동천	4.1	2.8
	초상천	5.13	3.5
	의신천	11.89	140
	석교천	5.57	13
	군내천	8.52	23
	지산천	4.52	36
	용계천	8.9	25
	태봉천	5.75	17.6
	학계천	5.16	8.8
	우간천	4.7	20.5
	광각천	3.27	4
	해운천	4.2	5.6
	죽암천	6	19.6
	북성천	3.27	5.4
	오동천	6.5	150
	불갑천	32.32	157.3
	길용천	5.98	11.25
	와탄천	25.42	182
	군서천	7.29	10.4
	구암천	17.23	57.1

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
	자룡천	6.2	7.5
제주	연외천	9	22.2
	동홍천	11.9	10.9
	보목천	8	15.51
	효돈천	13	9.8
	신례천	15.7	10.5
	종남천	10.2	6.2
	전포천	7.7	5
	서중천	12.7	7
	신흥천	9.7	6.3
	송천	16.7	11.2
	가시천	14.7	9.8
	천미천	25.7	17.5
	고성천	12.7	8.4
	소왕천	12.7	8.4
	수산천	13.3	9.1
	금성천	18	12.5
	한림천	7.6	8
	옹포천	6.7	2
	창고천	21	14
	예래천	13	16.41
	중문천	12	9.1
	대포천	7.6	5.3
	회수천	9.5	6.6
	도순천	13	10.6
	악근천	9	7
부산	장안천	12.2	21.02
	좌광천	16.2	45.24
	동백천	2.8	2.6

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
	일광천	7	20
	죽성천	5.5	17.2
	우동천	2.4	4.1
	남천	2.42	3.3
	부산천	1.8	2.91
	초량천	2.3	2.33
	송정천	5.7	17.4
인천	장수천	6.9	16
	심곡천	8.95	16.11
	공촌천	9.93	15.97
	검단천	10.3	23
	송릉천	6	18.9
	다송천	5	11.8
	덕하천	4	7
	교산천	5.7	8.7
	삼거천	9.72	26.4
	내가천	9	23.5
	삼흥천	5	15
	인산천	3	4.5
	덕교천	2.5	3.3
	길정천	5	33.2
	온수천	6	13.2
	삼동암천	8	32.5
	동락천	7.5	19.2
울산	여천천	4.5	3.6
	회야강	41	220.8
	신명천	7	18.6
	산하천	2.5	2.3
	정자천	3.4	24

시도	하천명	유로연장(km)	유역면적(km ²)
울산	금천	5.5	8.4
	운곡천	3.5	4
	주전천	2.5	2.5
	미포천	4.5	8
	일산천	3	2.1
	청량천	16.85	62.5
	대정천	3.6	4.2
	원산천	3	3
	진하천	2.1	1.79
	신암천	2.6	3.4
	효암천	7.5	25.62

자료: 건설교통부(2000b)

[제3장 부록]

<부록 3-1> 하구지역 산업단지 면적, 사업체수 및 종업원수 현황

구분 하구	개소	면적 (km ²)	사업체수 (개소)	종업원수 (명)
한강	4	0.371	62	1,732
안성천·삼교천	21	17.291	386	2,272
금강	7	29.405	165	9,332
만경강·동진강	9	1.581	127	2,112
영산강	12	16.347	198	7,176
탐진강	1	0.056	9	38
섬진강	9	80.271	211	25,698
낙동강	5	18.858	611	25,356
태화강	3	71.004	669	97,211
형산강	7	31.337	445	42,363
가화천	5	4.784	44	3,442
영덕오십천	1	0.146	3	12
삼척오십천	2	0.198	18	136
강릉남대천	3	3.630	95	2,081
양양남대천	1	0.116	16	69
계	90	275.396	3059	219,030

<부록 3-2> 수계 구역의 지목별 토지이용 현황(1999년 기준)

(단위 : km²)

수계\구분	계	전	답	임야	대지	기타	비율
한강	25,269.0	2,078.9	1,772.6	18,170.8	682.8	2,564.0	33.0
안성천	1,652.1	182.3	455.4	669.8	76.7	267.9	2.2
삼교천	1,610.4	194.4	395.5	736.0	56.6	228.0	2.1
금강	9,654.6	845.8	1,446.5	6,076.2	241.4	1,044.7	12.6
만경강	1,501.9	141.2	389.9	707.0	62.0	201.8	2.0
동진강	1,203.7	135.9	406.9	442.3	60.2	158.5	1.6
영산강	3,363.4	332.1	716.8	1,781.0	126.7	406.7	4.4
탐진강	520.8	27.1	87.7	351.5	10.1	44.4	0.7
섬진강	5,011.3	299.4	633.3	3,577.8	73.1	427.8	6.5
낙동강	23,635.5	1,669.9	2,695.7	16,344.3	410.2	2,515.5	30.8
태화강	656.8	31.6	84.7	412.8	31.9	95.8	0.9
형산강	1,134.2	68.7	160.1	743.8	28.2	133.4	1.5
가화천	13.8	1.3	2.3	9.0	0.2	1.1	0.0
영덕오십천	372.5	19.0	14.8	314.8	2.6	21.2	0.5
삼척오십천	398.9	27.3	2.6	342.7	3.9	22.4	0.5
강릉남대천	208.4	9.8	10.1	167.6	5.7	15.2	0.3
양양남대천	434.6	12.5	12.0	389.2	2.0	18.9	0.6
수계 총합	76,641.9	6,077.2	9,286.7	51,236.4	1,874.3	8,167.4	100.0
전국	99,434.3	8,174.6	12,428.9	65,204.9	2,302.4	11,323.5	

<부록 3-3> 하구 지형경관조사 결과

하천	지형도- 도폭명	지형경관- 명칭	위치	규모	평가단위 (등급)
금강	서천	간석지	충청남도 서천군 마서면 당선리(금강하구둑 주변)	7,000ha	I
아산만					I
강화군 및 김포해안					V
강릉남대천	강릉	육계도	강원도 강릉시 견소동	높이: 37m 둘레: 120m	V
강릉남대천	상운	사취	강원도 양양군 양양읍 조산리	길이: 280m, 너비: 30~80m, 경사: 2~3°	V
영산강	목포				V
탐진강	마량				V
동진강	계화				V
만경강	심포				V
탐진강	칠량	간석지	강진군 대구면 사당리		I
영덕오십천	강구	암석해안	포항시 북구 부흥리	길이 약 1km	V
가화천	성내	간석지	사천시 서포동 하석문리	길이 2500m	V
가화천	사천	간석지	사천시 서남동 방지리	길이 3000m	V
가화천	사천	간석지	사천시 용현동 금문리	길이 2500 m	V
낙동강	다대	시스택	부산시 사하구 다대동 물운대리	높이 : 20 m 폭 : 30 m 길이 : 40 m	V
형산강	환호	모래해안	포항시 북구 송도동	높이 : 1 m 폭 : 30 m 경사 10° 해안선 길이 약 2 km	V
태화강	방어	암석해안	울산시 동구 방어동	높이 : 20 m 길이 100 m	V
태화강	방어	시스택	울산시 동구 방어동	높이 : 8m 길이 40 m	V
태화강	방어	시스택	울산시 동구 방어동	높이 : 20m	V

<부록 3-4> 하구 지형경관 특징

하천	소권역명	지형도-도 폭명	특 징
금강	2-34 장항	서천	<ul style="list-style-type: none"> ○ 금강하구의 간석지들은 방조제의 건설로 대부분 파괴되었고 방조제 전면부에 일부 남아있음. 간석지의 퇴적물질들은 금강에서 유입되는 실트, 모래 등의 세립질퇴적물로 구성되어 있다. 갯골의 밀도는 낮은 편임. ○ 최근 군장국가공단 건설에 따른 개야도 유역까지의 간척사업이 추진되고 있어서 갯벌의 파괴가 심각할 것으로 보여 간석지 보호대책이 요구됨.
아산만			<ul style="list-style-type: none"> ○ 아산만지역은 노년기의 낮은 구릉지대가 발달되어 있고 삼교방조제, 대호·석문방조제가 건설되어 일부 구릉지를 제외한 전체 해안선이 일련의 직선구간으로 이루어져 있음. ○ 기존의 간석지들은 방조제의 건설로 농경지화 되었고 일부 간석지만이 방조제 전면부에 남아 있어서 독특한 자연경관의 분포는 찾아볼 수가 없음.
강릉남대천	해안5	강릉	<ul style="list-style-type: none"> ○ 강릉시 송정동에서 남대천의 하구로 향해 발달한 길이 60m의 육계사주로 육화된 섬으로 높이 37m, 둘레는 120m임. ○ “죽도봉”으로 불리는 이 육계도는 대보화강암으로 구성되어 있으며 정상에는 해송이 밀생 ○ 배후의 육계사주는 석영·장석질의 왕모래로 구성되어 있으며, 북서쪽으로 송정동을 지나 경호의 사빈에 길게 이어짐. 한편, 육계사주에는 해송으로 피복된 고도 3~4m의 비치리즈가 형성되어 있고, 배후에는 습지가 분포함.
영산강		목포	<ul style="list-style-type: none"> ○ 목포 일대는 영산강 하구를 중심으로 하는 해안지역인데, 유달산의 서쪽해안 지역과 입암산의 동쪽 부위에는 높은 해식애가 발달하여 있으며 이들 산지가 바다와 접하는 곳은 암석해안을 이루고 있음. ○ 입암산 자락의 바다 쪽으로 돌출한 해식애에는 고조위선 부위에 갯바위라 칭하여 지고 있는 대규모의 풍화혈과 그나마를 포함한 크고 작은 많은 풍화혈이 관찰됨. ○ 목포 일대의 해안지역은 해안선의 출입이 심하여 크고 작은 만이 많이 형성되어 있는데, 이들 만입지들은 대부분 방조제로 막아 간척되었음. ○ 목포만 일대는 썰물 때 광범위한 빨질 간석지가 드러나는 지역이었지만 현재는 대부분의 간석지가 간척되어 대규모 공업단지와 택지 그리고 농경지가 조성되었고, 목포만의 입구에 위치한 고하도는 만의 입구 부위에 높은 해식애가 발달하여 있음.

<부록 3-4> 하구 지형경관 특징(계속)

하천	소권역명	지형도 -도폭명	특징
탐진강		마량	<ul style="list-style-type: none"> ○ 마량지역은 강진반도의 남서단, 강진만의 남동측 해안에 위치하고 있으며, 해안지역에 해식애가 발달하여 있음. ○ 바다로 돌출하여 암석해안을 이루는 헤드랜드 사이에는 만입지가 형성되어 있으며 이들 만입지에는 빨질 간석지가 잘 발달하여 있고, 육지와 바다가 맞닿는 지역에는 갯펄중에 패블(pebble)크기의 각력이 포함되어 있는 경우가 많음. ○ 조립질의 모래로 구성된 모래해안이 관찰되는 곳도 있으나 제한적이고, 자갈해안도 관찰되는데 이들은 각력 또는 아각력으로 이루어진 경우가 대부분이고 개펄이 혼재하여 있는 경우도 있음. ○ 마량항의 바로 앞에 위치한 까막섬은 썰물 때 빨질 간석지 위로 드러나며, 섬해안은 핵석들과 낮은 해식애로 이루어져 있음.
동진강		계화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계화도를 중심으로 한 계화면 일대는 간석지가 농경지화한 곳으로, 북쪽의 개화 제2방조제를 따라 형성된 해안 일대는 동진강 하구에 해당하는 위치여서 빨질과 모래질의 간석지가 혼재하여 있음. ○ 썰물 때는 광활한 간석지와 갯골이 나타나며, 계화도는 주로 암석해안을 이루며 해식애도 형성되어 있음.
만경강		심포	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 조사지역은 진봉반도의 북쪽 심포를 중심으로 한 만경강 하구 지역임. 심포 일대의 구릉성 산지가 바다와 접하는 곳에는 해식애가 발달해 있음. ○ 헤드랜드의 사이에 규모가 작은 모래해안이 형성되어 있지만 그 전면은 빨질 간석지인데, 썰물 때 물이 빠지면 광대한 빨질 간석지와 갯골이 드러남.
탐진강		칠량	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조립질 모래로 이루어진 모래해안의 뒤쪽은 비치리즈를 이루고 그 배후는 습지상태로 현재는 논으로 이용되고 있음. ○ 모래해안의 전면은 빨질 간석지로 pebble크기의 각력을 다량 포함하고 있는데, 이 각력들은 산지사면에서 이동되어 와서 섞인 것임.
영덕오십천	해안4-80	강구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 강구리 강구등대 주변은 암석해안이 길게 발달하며 길이는 약 1km임. 암석해안은 급경사의 해식애를 발달시켰고 해저에 파식대와 수많은 암초들이 해안선을 따라 노출되고 있음. ○ 암석해안에는 절리면을 따라 파식작용을 받아 해식동이나 소규모의 터널 그리고 시스택이 만들어지고 곳에 따라 도로공사로 암석이 붕괴되어 사면을 덮고 있음. ○ 해식동의 규모는 약 2m 정도이고, 암초의 높이는 약 1~2m 정도이며 주변에 10m 해성단구면이 발달했음.

<부록 3-4> 하구 지형경관 특징(계속)

하천	소권역명	지형도 -도폭명	특징
가화천	해안4-81	성내	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사천만의 깊숙한 내만에 위치한 광포만, 이는 사천만의 입구쪽이 몇 개의 섬으로 둘러 있어 매우 잔잔한 곳이며, 섬들은 간척사업으로 육화되었음. ○ 본래 넓은 갯벌이 발달하여 일찍부터 갯벌을 막아 경지화하여 왔기에 방조제가 많으며, 전면에 보이는 조도는 40m, 주변에는 같은 고도에 평탄면이 나타나고 있음. ○ 뺨의 구성물질은 주로 실트이며, 해안 가까이에 모래 및 암석이 보이고, 염생식물이 자라며, 조개, 굴, 전어, 꼬시래기, 게, 농어 등이 어획됨. ○ 매일 바지락도 채취하는 반농반어 지역이나, 최근 경지면적이 증가되어 농업(축산,과수,경제작물)에 주력하고 있음. ○ 간석지 경사는 1°내외이고, 간석지 간척으로 하폭의 면적이 감소해 생태계 변화가 예상됨으로 보존이 요망됨.
가화천	해안4-81	사천	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사천만에 있는 갯벌로 갯골을 중심으로 뺨어 있으며, 갯골의 경사가 크고, 수심이 깊음. ○ 해안선은 계속적으로 방조제 구축(경지확장)으로 직선화되고 가옥이 들어서고(횃집, 어류양식업)있어 생태계가 파괴되고 최근 삼성 항공 공업 관련 공업단지가 조성중에 있어 해안지역의 환경훼손 우려가 있음. ○ 염생식물(갯잔디, 갈대, 갯뺨싸리, 갯쭉, 나문재)이 군데군데 서식하고 있으며, 갯벌의 경사는 완만(1°)하며, 조개류, 굴양식 정치망(숭어, 전어, 농어)이 설치되고 부락민들은 연안에서 어업을 하며(삼천포 앞바다까지)양식업에 종사함. ○ 이곳에도 횃집, 여관, 식당 등을 새로 건축하였고 도로가 건설되어 있어 환경 파괴에 따른 대책 수립이 필요함.
가화천	해안4-81	사천	<ul style="list-style-type: none"> ○ 용현면 배후산지(500~600m)에서 운반되어 사천만에 퇴적된 선상지성 퇴적물로 구성된 간석지라서 구성물질은 조립~세립(자갈, 모래, 실트)등임. ○ 육지쪽에는 각력이 흩어져 있고, 갯골쪽으로 가면서 세립질로 변화됨. 주민들이 간석지를 농경지로 개간하여 해안선의 본래 모습은 인공구조물(제방)로 둘러 쌓여있음. ○ 갈대, 갯뺨싸리, 갯쭉, 갯잔디, 칠면초, 나문재 등 염생식물의 군락이 있고, 조개, 굴양식, 정치망, 숭어, 전어, 농어 등이 잡힘. 뺨의 경사는 평탄하고 지질은 경상계층임.

<부록 3-4> 하구 지형경관 특징(계속)

하천	소권역명	지형도 -도폭명	특징
낙동강	해안4-88	다대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 물운대 남쪽의 취점은 기반암의 노출은 대체로 20~30m, 10m, 20m 정도에 단구가 발달하였는데, 부근의 물운대(부산 8경의 하나)는 부산의 명승지로 해안선이 복잡하고 소규모의 무인도가 분포하는 낙동강 하구의 육계도임. ○ 기반암은 화성암 계통의 안산암질이고 파랑에너지가 커서 해안선은 기반암의 해식애가 발달하였으며, 소규모 pocket에는 자갈이 퇴적된 자갈해안임. 경관이 수려하고 수목이 울창하여 보존이 필요한 지역임(부산 서구의 시민공원).
형산강	해안4-105	환호	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포항 송도 해수욕장은 경관이 수려한 관광지임. 모래 해안이며 파랑이 거세게 밀려오는 편이며, 사빈의 구성 물질은 세사, 패사 등임. ○ 사빈 경사는 약 10°이고, 사구에는 각종 염생 식물-갯넙싸리, 갯잔디, 갯쭉, 갈대, 해당화, 달맞이꽃, 소나무-이 분포하고 경작 식물로는 주로 호박 등이 있음. ○ 사구 후면에는 구 석호 지형이 발달되어 있으며, 사구에는 해송이 밀생하고(편형수) 바다에서는 동죽, 상합 및 꼬시래기, 도다리, 황어, 송어 등이 어획됨. ○ 사구 위에는 관광객을 위한 각종 상업 시설이 입지하고 있으며, 사구상에 경작 행위를 제한하고 사구의 보존 관리가 요망됨. 경관이 수려하여 보존이 요망됨.
태화강	해안4-113	방어	<ul style="list-style-type: none"> ○ 울기등대 앞의 암석해안 지형으로, 소나무 숲이 울창하고 해안은 암석해안이며, 파식대가 있음. 파랑이 연중 거세게 밀려오며, 파식에 의한 암석이 마식을 받고 있으며, 경관이 매우 수려함.
태화강	해안4-113	방어	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대왕암으로 불리우는 화강암이 파식대 위에 노출되어 있으며, 무수한 절리에 따른 거센 파랑이 연중 밀려와 파식으로 암석의 틈이 넓혀져 있음. ○ 높이 5~8m, 길이 30~40m, 수직, 수평 절리가 발달하였으며, 학술적 연구 가치가 높아 보존되어야 함.
태화강	해안4-113	방어	<ul style="list-style-type: none"> ○ 울기등대 부근의 해안으로 기암괴석이 분포하는 암석해안으로, 해식애와 해식동이 파식으로 무너져 내려 암석이 크게 양분되었음. ○ 파랑이 항상 거세게 밀려오는 두각지의 암석해안이 파식작용으로 육지와 분리되었으며, 경관이 수려하 적극 보존되어야 함.

<부록 3-5> 정성적 평가기준에 의한 저서무척추동물 서식지 및 생물 평가

하천	조사지역 (행정구역명)	조사내용						
		서식지유형 (지도에 분포 표기)	보전 가치 (1-5)	훼손 가능성 (1-5)	풍부성 다양성 (1-5)	자연성 (1-5)	지형 경관 (1-5)	서식지 유형별 이용 정보
금강	장항 (서천군 장항읍장항 모래리)	바위해안	3	4	2	4	3	
		갯벌 (mudflat) 고운모래, 실트, 점토질이 섞인 퇴적물	4	4	2	4	4	
안성천	신영 (포승면)	갯벌, 고운모래, 실트, 점토질이 섞인 퇴적물	5	1	1	3	4	어촌
영산강	목포 (목포시)	갯벌	5	3	5	2	2	맨손어업
만경강	심포 (김제군 진봉면)	모래갯벌	2	4	5	1	4	맨손어업
동진강	부안 (부안군 계화면)	갯벌	2	4	3	1	2	김양식
탐진강	마량 (강진군 대구면)	인공제방	1	1	3	2	4	어류양식

<부록 3-5> 정성적 평가기준에 의한 저서무척추동물 서식지 및 생물 평가(계속)

하천	조사지역 (행정구역명)	조사내용						
		서식지유형 (지도에 분포 표기)	보전 가치 (1-5)	훼손 가능성 (1-5)	풍부성 다양성 (1-5)	자연성 (1-5)	지형 경관 (1-5)	서식지 유형별 이용 정보
형산강	송도 (포항시 남구 송도동)	바위해안	2	4	3	3	3	
태화강	방어진 (울산시 동구 방어동)	바위해안, 인공구조물	1	1	2	1	2	
	방어진B (")	바위해안	5	5	5	5	5	
낙동강	다대포 (부산시 사하구 다대동)	모래갯벌(sand-flat)(0.06-2mm)	3	4	1	3	4	
가화천	사천 (사천시 숙동면)	갯벌 (mudflat) 고운모래, 실트, 점토질이 섞인 퇴적물	5	5	5	5	5	
영덕오십천	강구 (영덕군 강구면)	바위해안	5	5	5	4	4	

<부록 3-5> 정성적 평가기준에 의한 저서무척추동물 서식지 및 생물 평가(계속)

하천	조사지역 (행정구역명)	조사내용							
		갑각류		연체류		환형류		기타동물류	
		평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점종	평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점종	평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점종	평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점종
금강	장항 (서천군 장항읍장항 모래리)	2	조무래기따 개비	2	굴류/ 총 알고둥				
		2	콩게류						
안성천	신영 (포승면)	1	엽낭게	1	바지락, 가리맛				
영산강	목포 (목포시)	4	칠게, 풀게	4	우럭, 바지락	1		1	
만경강	심포 (김제군 진봉면)	2	칠게, 따개비류	2	대합, 참굴	1		2	개맛
동진강	부안 (부안군 계화면)	2	조무래기따 개비, 칠게	2	참굴, 왕좁쌀무늬 고둥	1	오두기 갯지렁 이	1	
탐진강	마량 (강진군 대구면)	1	갯강구	3	참굴, 큰뺨고둥	1	석회관 갯지렁 이류	1	말미잘류
형산강	송도 (포항시 남구 송도동)			5	굵은줄격판 담치		원참갯 지렁이		
태화강	방어진 (울산시 동구 방어동)	5	조무래기 따개비						
	방어진B (")	5	조무래기 따개비	5	진주담치		원참갯 지렁 이		
낙동강	다대포 (부산시 사하구 다대동)	5	등각류, 단각류						

<부록 3-5> 정성적 평가기준에 의한 저서무척추동물 서식지 및 생물 평가표(계속)

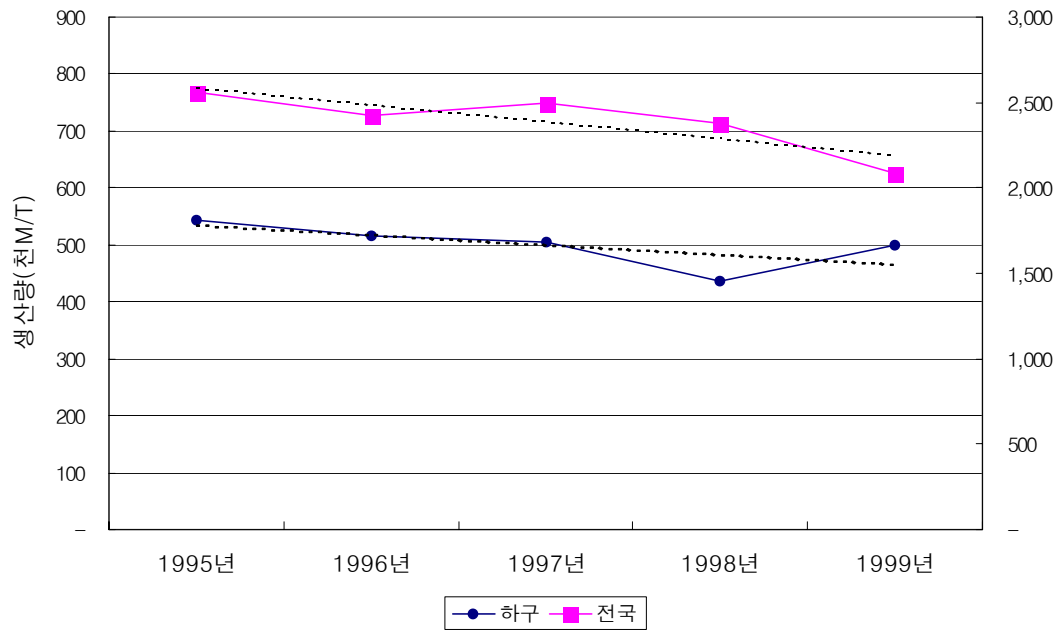
하천	조사지역 (행정구역명)	조사내용							
		갑각류		연체류		환형류		기타동물류	
		평가 등급 (1-5)	우점종 /아우 점종	평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점 종	평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점 종	평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점종
영덕오십천	강구 (영덕군 강구면)	5	단각류 / 등각 류	5	굵은줄 격판담 치 / 애기삿 갯조개	5	네모부 채말 갯지렁 이/ 고깔갯 지렁 이, 홍점갯 지렁이		
가화천	사천 (사천시 숙동면)			5	기수우 렁이/ 진주 담치, 탱 가리				
	송지호 (고성군 간성읍)	1	<i>Anisoga m-marus kygi, Gnorimos p-haera ovata</i>	1	<i>Euhadra herklotsi, Corbicul a fluminea</i>	1	참갯지 렁이	1	

<부록 3-5> 정성적 평가기준에 의한 해조류 서식지 및 생물 평가(계속)

하천	조사지역 (행정구역명)	조사내용								
		서식지 유형	보전가치 (1-5)	훼손 가능성 (1-5)	풍부성 다양성 (1-5)	자연성 (1-5)	지형 경관 (1-5)	서식지 유형별 이용 정보	해조류	
									평가 등급 (1-5)	우점종 /아우점종
금강	장항 (장암)	바위해안	1	1	1	1	1		1	
		자갈/조개껍 데기 돌맹이 (256mm), 굵은자갈 (64-256mm), 자갈 (2-64mm)	1	1	1	1	1		1	<i>Ulva pertusa</i>
안성천	신영 (포승면)	자갈/조개껍 데기 돌맹이 (256mm) 굵은자갈 (64-256mm) 자갈 (2-64mm)	1	1	1	1	1		1	<i>Ulva pertusa</i> <i>Enteromor pha linza</i>
영덕오 십천	강구 (강구면)	바위해안	3	4	4	4	4	어촌	3	새우말, 산호말
태화강	방어진 (방어동)	바위해안	4	3	4	5	3	어촌 생태관 찰지역	4	모자반, 새우말
낙동강	다대포 (사하구)	바위해안	5	4	4	4	4	해수욕 장	3	지충이, 모란갈파 래
가화천	사천 (용현면)	갯벌 (mudflat) 고운모래, 실트, 점토질이섞 인 퇴적물	5	3	4	5	5	어촌 양식장	2	잎파래

<부록 3-6> 염생식물 지표생물을 통한 보전가치 평가

하천	조사지역	서식지 유형	보전 가치	훼손 가능성	풍부성 다양성	자연성	지형 경관	이용 정보	염생식물	
									등급	우점종
삼교천	당진(신평)	갯벌	2	3	2	3	2	어업	2	칠면초, 갯잔디
금강	장항(장암)1	갯벌	2	2	2	1	1	어촌	2	갈대, 천일사초
	장항(장암)2	사질	4	4	4	4	3	어촌	3	세모골, 지채
	장항(장암)3	갯벌	3	4	2	4	3	어촌	2	칠면초, 갈대
	장항(장암)4	사질	3	4	3	4	3	어촌	3	갈대, 천일사초
	장항(장암)5	사질	3	4	3	5	3	어촌	4	갈대, 갯잔디
한강	강화(임진강)	갯펄	3	3	2	3	2	어촌	3	칠면초, 갈대
안성천	신영(선전포)	갯펄	2	1	2	3	2	어촌	1	갈대, 갯잔디
만경강	군산 금광리	염습지	4	1	5	2	4	맨손어업	5	칠면초
동진강	김제 은포리	염습지	5	1	5	2	4	맨손어업	5	칠면초



[부록 3-7] 연도별 어업생산량 변화

[제4장 부록]

1. 미국 하구연구보전지역지정 기준

I.1 생물지리학적 분류: 지리학적 위치에 따른 분류(Biogeographic Classification Scheme)

Acadian

1. Northern of Maine (Eastport to the Sheepscot River.)
2. Southern Gulf of Maine (Sheepscot River to Cape Cod.)

Virginian

3. Southern New England (Cape Cod to Sandy Hook.)
4. Middle Atlantic (Sandy Hook to Cape Hatteras.)
5. Chesapeake Bay.

Carolinian

6. North Carolinas (Cape Hatteras to Santee River.)
7. South Atlantic (Santee River to St. John's River.)
8. East Florida (St. John's River to Cape Canaveral.)

West Indian

9. Caribbean (Cape Canaveral to Ft. Jefferson and south.)
10. West Florida (Ft. Jefferson to Cedar Key.)

Louisianian

11. Panhandle Coast (Cedar Key to Mobile Bay.)
12. Mississippi Delta (Mobile Bay to Galveston.)
13. Western Gulf (Galveston to Mexican border.)

Californian

14. Southern California (Mexican border to Point Conception.)
15. Central California (Point Conception to Cape Mendocino.)
16. San Francisco Bay.

Columbian

17. Middle Pacific (Cape Mendocino to the Columbia River.)
18. Washington Coast (Columbia River to Vancouver Island.)
19. Puget Sound.

Great Lakes

20. Lake Superior (including St. Mary's River.)
21. Lakes Michigan and Huron (including Straits of Mackinac, St. Clair River, and Lake St. Clair.)
22. Lake Erie (including Detroit River and Niagara Falls.)
23. Lake Ontario (including St. Lawrence River.)

Fjord

24. Southern Alaska (Prince of Wales Island to Cook Inlet.)
25. Aleutian Island (Cook Inlet Bristol Bay.)

Sub-Arctic

26. Northern Alaska (Bristol Bay to Damarcation Point.)

Insular

27. Hawaiian Islands.
28. Western Pacific Island.
29. Eastern Pacific Island.

I.2 생태적 특성과 물리적 특성에 따른 하구분류 (Typology of National Estuarine Research Reserves)

이 유형화시스템은 지역적 위치와 반드시 연관되어 있지 않은 자연적인 하구특성의 차이를 반영하고 있다. 이 분류의 목적은 하구보전지역의 지정에 있어 생태적 다양성을 극대화하기 위함이며 따라서 지정의 우선순위는 하구보전지역에 편입되지 않은 주요 생태계 유형을 대표할 수 있는 하구에 주어진다. 물론, 어떤 한 하구는 여러 형태의 생태계 유형 또는 여러 물리적 특성을 대표할 수 있으므로 지역지정 시 이러한 면도 고려된다. 분류는 크게 생태계 유형과 물리적 특성에 기초하며 생태계 유형은 다시 해안지역, 전이지역, 수저특성에 따라 구분되며 물리학적 특징은 지리학적, 수문학적, 화학적 특성에 따라 다음과 같이 구분된다.

Class I--Ecosystem Types

Group I--Shorelands

- A. Maritime Forest-Woodland.
 - 1. Northern coniferous forest biome
 - 2. Moist temperate (Mesothermal) coniferous forest biome
 - 3. Temperate deciduous forest biome
 - 4. Broad-leaved evergreen subtropical forest biome
- B. Coast shrublands
 - 1. Northern areas
 - 2. Southeast areas
 - 3. Western areas
- C. Coastal grasslands
 - 1. Arctic/Boreal: Elymus
 - 2. Northeast/West: Ammophla
 - 3. Southeast Gulf: Uniola
 - 4. Mid-Atlantic/Gulf: Spartina patens.
- D. Coastal tundra
 - 1. Low tundra
 - 2. High Tundra
- E. Coastal cliffs

Group II--Transition Areas

- A. Coastal marshes
 - 1. Tidal
 - 2. Nontidal (freshwater)
 - 3. Tidal Freshwater
- B. Coastal swamps
- C. Coastal mangroves
- D. Intertidal beaches
- E. Intertidal mud and sand flats
- F. Intertidal algal beds
 - 1. Northern latitude rocky shores

2. Southern latitudes
3. Tropical and subtropical latitudes

Group III--Submerged Bottoms

- A. Subtidal hardbottoms
- B. Subtidal softbottoms
- C. Subtidal plants

Class II Physical Characteristics

Group I Geologic

- A. Basin type
 1. Exposed coast
 2. Sheltered coast
 3. Bay
 4. Embayment
 5. Tidal river
 6. Lagoon
 7. Perched coastal wetlands
 8. Anchialine systems
- B. Basin structure
 1. Coastal plains estuary:
 2. Fjord
 3. Bar-bounded estuary
 4. Tectonic estuary
 5. Volcanic estuary
- C. Inlet type
 1. Unrestricted
 2. Restricted
 3. Permanent
 4. Temporary (Intermittent)
- D. Bottom composition.
 1. Sand
 2. Mud
 3. Rock
 4. Oyster shell

Group II--Hydrographic

A. Circulation

1. Stratified
2. Non-stratified
3. Lagoonal

B. Tides

1. Diurnal
2. Semidiurnal
3. Wind/Storm tides

C. Freshwater

1. Surface water
2. Subsurface water
 - a. Vadose water
 - b. Groundwater

Group III--Chemical

A. Salinity

1. Positive estuary
2. Negative estuary
3. Salinity zones (expressed in ppt):
 - a. Hyperhaline--greater than 40 ppt.
 - b. Euhaline--40 ppt to 30 ppt.
 - c. Mixhaline--30 ppt to 0.5 ppt.
 - (1) Mixoeuhaline--greater than 30 ppt but less than the adjacent euhaline sea.
 - (2) Polyhaline--30 ppt to 18 ppt.
 - (3) Mesohaline--18 ppt to 5 ppt.
 - (4) Oligohaline--5 ppt to 0.5 ppt.
 - d. Limnetic: Less than 0.5 ppt.

B. pH Regime

1. Acid: pH of less than 5.5.
2. Circumneutral: pH ranges from 5.5 to 7.4.
3. Alkaline: pH greater than 7.4.

2. 하구연구보전시스템의 관리사례(Padilla Bay, Washington)

○ 위치: Washington Anacortes의 North Puget Sound

○ 면적: 11000 에이커

○ 지정: 1980년

○ 개요

11000 에이커에 걸쳐 있는 보호구역은 넓은 수초(seagrass) 목초지, 갯벌, 진흙 구덩이(slough), 염습지(salt marsh), 초원과 숲으로 이루어진 고지(upland)를 포함하고 있다. 서식하는 주요 종으로는 수초(*Zostera marina*와 *Zostera japonica*), Dungeness crab, 연어, 흑기러기, 흰머리 독수리, 매 등이 있다.

이 보호구역에서의 주요 활동으로는, 주요 식물과 동물 군집의 특성을 구분하고 이를 지도화하며, 물의 이동, 농업과 하구의 연결, 사라져가고 있는 *Spartina alterniflora*와 *Spartina anglica*의 관리에 대한 연구를 수행하고 있다.

○ 연구와 모니터링

보호구역에 대한 연구와 모니터링 프로그램은 농업구역의 유출수로부터의 비점오염원 오염물질에 초점을 맞추고 있다. 100에이커의 실험농장이 보호구역의 경계에 포함되어 있고, 농업과 연구를 수행하는 연구그룹들은 현장으로부터의 유입을 줄일 수 있는 다양한 농경 방법들을 연구하는데 협력하고 있다.

○ 교육

교육 프로그램은 K-12와 네 개의 교과과정으로 이루어지고 교실과 현장 연구를 수행하는 성인들을 대상으로 하는 프로그램을 포함하고 있다. 이 프로그램은 주위의 CZM(해안지역관리) 사무소와 다른 자연자원 관리 부서, 지방 정부들과 협력하여 해안의 의사 결정자들을 대상으로 한 워크숍을 계획하고 개최한다. 또한 가정에서 정화조 시스템을 적절하게 관리하여 주거지에서의 비점오염원 오염물질을 최소화하도록 하는 정화조관리 프로그램을 개발해오고 있는데, 이것은 미국과 해외에 널리 보급되고 있다.

○ Stewardship

보호구역의 Stewardship 프로그램은 보호구역에서 사라져가고 있는 염습지 식물인 *Spartina*의 관리에 초점을 맞추고 있다. Skagit River 하구의 삼각주에 대한 유역 모니터링 프로그램은 보호구역프로그램과 자발적인 참여자들에 의해 수행되고 있다.

○ 지역기관의 협력과 후원자

보호구역프로그램의 주도 기관은 워싱턴주 생태부이다. Padilla Bay Foundation이 보호구역프로그램을 후원하며, 연구 프로그램은 워싱턴대학과 서부워싱턴대학의 협력 하에 수행되고 있다. Stewardship에 협력하는 사람들에는 Skagit Valley College, Skagit Conservation District와 많은 지역 정부, 주, 연방, 부족(tribal)의 자원 담당 부서와 담당자들을 포함되어 있다.

○ 시설

보호구역에 위치한 시설로는 전시관, 수족관, 강당, 사무실을 갖추고 있는 방문자 센터가 있으며, Breazeale House는 회의실, 사무실과 과학자, 대학원생들을 위한 실험실, 기숙사를 갖추고 있다.

3. 하구프로그램의 관리사례(Tampa Bay, Florida)

오염과 준설은 탬파만(Tampa Bay) 하상의 수초 절반 이상을 파괴해왔다. 그러나 항공사진에 의한 조사에 따르면 1988년 이후 탬파만에서 수초 서식 구역이 새로이 형성되거나 확장되어 3000에이커 이상 회복되었는데, 이 지역중 일부는 수십년동안 불모의 지역이었다. 이러한 주목할만한 회복은 만으로 유입되는 질소부하량의 감소와 밀접한 상관관계가 있다.

과학적 연구에 의하면 탬파만 지역의 빠른 도시화에 따른 수초의 사멸(물리적으로 준설이나 매립에 의해 묻히거나 제거된 면적은 제외하고)은 물에 잠긴 하상의 수초에 적당한 양의 빛이 도달하지 못하는 것이 중요한 원인으로 작용하고 있음이 밝혀졌다. 빛의 투과량이 줄어든 주요한 이유는 과도하게 유입되는 질소에 의한 식물플랑크톤의 번식 때문이다.

하상의 수초를 회복하는 방법으로 시행된 만의 질소 유입 조절은 탬파만 NEP의

가장 중요한 목적 중의 하나였다. NEP는 만을 개선시키려는 노력이 측정될 수 있는 척도로 하상 수초의 면적을 선택하였는데, 이것은 수초가 만의 생태계에서 중요한 역할을 하며 장기간 수질의 변화를 나타내주는 중요한 환경의 지시자(barometer) 역할을 하기 때문이다.

시행계획은 NEP에 의해 채택된 질소 관리 목표 달성을 위한 일련의 노력 끝에 탬파만 질소관리협회(Tampa Bay Nitrogen Management Consortium)에 의해 전개되었다. 탬파만 질소관리협회는 탬파만 NEP와 관련된 6개 지역정부 및 규제 기관을 비롯하여 지역 관련시설, 인광업, 비료 관련 회사, 농업관련자 등으로 구성되었다. 시행 계획은 각 만의 구역에 대하여 5개년의 질소감소관리 목표를 달성하고 대기 침전, 산업 점 오염원, 비료 취급, 집약적 농업으로부터 기인하는 질소 부하 중 년간 56톤을 감소하기 위한 각 지역정부, 관련부서, 산업부문 프로젝트로 이루어져 있다.

탬파만 NEP는 만 주변 12,350 에이커의 수초지대를 회복하기 위한 장기 목표도 채택하고 있다. 이 면적은 준설과 매립에 의해 영구히 변형된 지역을 제외하고 1950년경 존재하였던 수초지대의 면적이다.

NEP에 의해 개발된 경험적 수질 모델은 만의 주요 부분에 대하여 시간이 지남에 따라 자연적 재생에 의하여 수초지대 회복 목표가 달성될 수 있을 정도로 충분히 수질이 개선될 수 있음을 예측하고 있다. 현재의 수질을 관리하고 수초지대 회복 과정을 지속시키기 위해서 NEP는 질소를 현재의 수준으로 고정하려는 5년간의 영양물질 관리 목표를 설정하였다. 탬파만에 대한 질소의 유입부하는 2010년까지 인구 증가와 그에 따른 개발에 의하여 연간 7% 증가할 것으로 예측된다. 이것은 매년 약 17톤 정도의 질소 부하가 증가됨을 의미하며, 이에 따르면 2000년에는 연간 84톤의 질소가 유입될 것으로 전망된다. 결과적으로 지역 정부와 산업체들은 만의 현재 질소 유입 수준을 유지하기 위해서 만으로 유입되는 이 정도의 양을 줄여야 할 필요가 있는 것이다.

NEP에 있어서 지역 정부와 관련기관은 강우시 유출수와 점오염원 배출에 기인하는 질소 유입부하를 2000년까지 연간 약 28톤으로 줄이거나 제한할 책임을 받아들이고 있다.

<부록 4-1> 미국 하구프로그램의 성공사례

지 역	주 원 인	대 책
Long Island Sound	· 하수종말처리장으로부터 과다한 질소유입에 의한 용존산소 감소	· 하수종말처리장에 비용경제적인 BNR (Biological Nutrient Removal) 처리방식을 적용해 질소처리 강화
Delaware Inland Bay	· 강우유출수로부터 과다한 질소 및 인의 유입에 의한 용존산소감소	· 초기 강우유출수를 처리할 수 있는 인공습지 조성 (생태적인 목적포함)
Tampa Bay	· 과다한 질소유입에 의한 수중식물 대 손실	· 만 주변의 지방정부, 산업체 등의 참여하여 매년 56톤의 질소부하량 감소를 위한 대책 시행 · 강우유출수에 의한 질소부하를 2000년까지 매년 28톤씩 감소
Santa Monica Bay	· 도시지역 강우유출수에 포함된 병원체에 의한 위락수역 이용저해	· 병원체 선별을 위한 연구 및 수영금지(또는 백사장 폐쇄)를 위한 경보체계 구축
Buzzards Bay	· 강우유출수에 포함된 대장균류에 의한 패류 집단서식처 오염	· 인공습지를 조성하여 강우유출수의 처리 · 강우유출수 처리시설 설치
Narragansett Bay	· 레저용 배의 배출수 및 강우유출수에 포함된 병원체에 의한 패류서식처 오염	· 농업지역 BMP 수행 및 배 정박지에 펌프아웃 시설 설치
Galveston Bay	· 대규모 도시 및 밀집된 산업시설로부터 배출되는 오폐수	· 오염방지 프로그램에 배출업소의 자발적 참여유도, 교육수행, 오염방지 감사실시 (자발적 오염방지 프로그램의 전형적인 예)
Sarasota Bay	· 하수종말처리시설로부터 유입되는 과다한 질소로 인한 수중 수초대 손실	· 질소, 인 고도처리를 통한 농도감소 및 deep-well injection site를 이용한 방류수 및 질소를 포함하는 지하수 차단
Sarasota Bay	· 준설퇴적물 및 건설폐기물 투기로 인한 조간대 서식지 손실	· 폐기물 및 외래 식물 제거, 자연적인 표고 회복, 여러 개의 조간대 웅덩이 설치, 토착 고유식물 식재, 공공산책로 설치
Puget Sound	· 비점오염원 (퇴적물 및 영양염류)에 의한 수질악화 및 어패류 서식지 손실	· 하상복구, 강우유출수 전환수로 및 퇴적물 저류시설 설치

EPA, National Estuary Program Success Stories

[Online] <http://www.epa.gov/OWOW/estuaries/success.htm>로부터 정리

4. 캐나다의 CREMP(Courtenay River Estuary Management Plan)¹⁰³⁾

가. 개 요

Courtenay River 하구는 다양한 식생, 어류, 야생동물의 서식지로 잘 알려져 있으나 제방 및 댐건설, 조간대와 해안개발, 육상오염물질의 유입 등에 의해 하구생태계는 지속적으로 위협을 받아 왔다. 또한 인구증가에 따른 하구자원과 공간에 대해 계속되는 수요에 대해 하구의 생산성을 유지하고 관리하는 것은 더욱 어려워지고 있으나 유역의 지역공동체들은 자연자원을 보호하고 환경질을 향상시키기를 바라고 있는 상황이다. 이러한 상반된 요구간의 균형을 찾는 것은 다양한 경제, 사회, 환경적 관심을 가진 기관과 시민들이 하구자원의 지속가능한 관리를 위해 협력하려는 의지에 달려있는데, CREMP는 이러한 의지와 노력을 반영한 하구관리계획의 예이다¹⁰⁴⁾.

나. 관리계획의 목적 및 목표

CREMP는 하구환경(서식지 포함)의 보전과 개선에 궁극적인 목적을 두고 있으며 하구의 다양한 이용, 통합적 의사결정 및 정보에 입각한 관리를 강조함으로써 계획의 수립 및 이행에 있어 관련부처 및 이해당사자의 공평하고 동등한 참여 및 책임을 강조하는 유역관리의 개념에 기초하여 수립되고 있다. 지역의 문제와 연관되어 제시된 관리계획의 목표는 다음과 같다.

- 1) 생물, 어류, 야생동물, 인간에게 이익을 주는 하구환경질의 보전과 개선
- 2) 하구유역의 장기적인 환경, 사회, 경제적 이익이라는 관점에서 자연적, 생산적 하구의 역할 인식
- 3) 하구의 자연환경을 보전하고 개선하는 방향의 활동을 장려하고 하구환경을 훼손

103) <http://www-heb.pac.dfo-mpo.gc.ca/english/cremp/>

104) Estuary Management Plan은 Fisheries and Oceans Canada의 Habitat and Enhancement Branch에 의해 제안되었음. Federal Oceans Act에 의하여 Fisheries and Oceans Canada는 하구와 해안에 영향을 미치는 모든 행위에 대한 관리계획의 수립과 실행에 대해 주도적인 역할을 위임받고 있는데 이러한 역할은 다른 부처와 이해당사자, 지역주민과의 실질적인 협력에 기초하여 수행되게 됨. 따라서 내용별로 구체적인 계획은 기본적으로 법적으로 부여받은 소관부처별 역할과 기능에 따라 수립되고 이행되며 관련 부처별 역할과 기능은 주정부 또는 지역적인 특성을 반영하는 사항 이외에는 본문 FREMP의 <표 4-3>과 유사함.

손시킬 우려가 있는 활동은 제한

- 4) 하구 자연환경의 보전 및 개선목적과 양립할 수 있는 경우, 토지, 물이용과 관련된 공동체의 장기적인 사회경제적 요구충족
- 5) 서식지를 제공하고, 식량을 제공하는 기능을 가진 관리지역내의 농업지역의 중요성 인식
- 6) 지역의 경제에 대한 계획지역 내의 상업 및 산업활동의 중요성 인식

다. 관리체제

CREMP의 관리조직은 하구의 토지와 물관리에 대한 사법적 위임권을 가진 관련 부처로 구성된 관리위원회와 공공자문위원회, 환경조사위원회 등 세 개의 위원회로 구성된다. 관리위원회는 법적으로 계획의 발의와 집행을 담당할 수 있는 관련부처로 구성됨으로써 환경관리계획의 이행을 담보할 수 있을 뿐만 아니라, 사안별로 협의 및 조정을 공식적인 채널을 통해 수행할 수 있다. 또한 공공자문위원회는 일반시민의 의견수렴 및 정보교환의 수단을 제공하며, 환경조사 위원회는 추진되는 사업에 대한 평가와 사업간의 일관성을 유지할 수 있는 기준을 제공한다.

계획의 수립단계에서 관련부처들 간의 사업계획, 모니터링, 연구활동 등에 관련된 자금지원을 포함한 각 기관들의 의무와 책임이 규정되기 때문에 성공적 관리계획의 이행을 위해서는 위원회 기관간의 합의에 기초한 환경관리계획의 수립이 필수적이다. 관리위원회의 조치는 위원회 구성원들이 동의하거나 반대가 없을 경우에만 시행되며, 계획의 실행은 합의에 기초한다. 즉, 위원회는 규제기관 간의 공식적인 대화 및 접촉창구 역할을 하며, 따라서 의사결정과 발의에 참여하는 구성원들은 소속된 기관의 사법적 권한에 의해 제한을 받게 된다. 실질적으로 관리위원회는 하구환경관리계획을 통합적으로 검토하는 기능을 가진다. 하구환경에 대해 제안된 행위나 사업은 일반적으로 토지나 물이용을 관할하는 기관으로부터 형식적인 승인이 필요하다. 만일 각각의 기관이 고유의 프로젝트 검토 및 승인절차에 따라 하구관련 계획을 검토하는 경우 기관간의 중복이나 충돌이 발생할 가능성이 크다. 따라서 관리위원회는 계획의 검토와 관련하여 기관과의 대화를 용이하게 하고 각 기관이 제안한 사업의 환경영향에 대한 정보를 공유하게 함으로써 사업 승인 시 불필요한 중복과 충돌을 최소화 할 수 있다는 장점이 있다.

라. 시행계획

CREMP는 내용적으로 보면 6개의 시행계획으로 구성되어 있다. 시행계획은 지역의 환경현안 및 정책적 우선순위에 따라서 다양하나 CREMP의 시행계획내용을 보면 FREMP 등 일반적으로 하구환경관리에 있어 직면하는 다음과 같은 공통적인 문제를 다루고 있다.

- 첫째, 환경보전과 개발사이의 충돌이 최소화되도록 계획지역 내의 개발 및 환경관리에 대한 지침 설정
- 둘째, 지역산업의 현안이 되고 있는 통나무의 저장과 관리
- 셋째, 원할한 수운을 유지하기 위한 수로관리 및 준설문제
- 넷째, 하구지역의 경관보전, 생태적 가치유지, 여가를 위한 공간확보 등을 포함한 레크레이션 관련 문제
- 다섯째, 건강한 하구의 기본적인 요건인 수질관리를 위한 제반 대책
- 여섯째, 다양한 식물, 어류, 야생생물종의 서식처로서의 하구 기능을 유지하고 개선하고자 하는 서식지 관리

5. 하구환경관리와 연관된 호주의 연방정부 기관 및 연방차원의 관리정책

가. 하구역 관련 연방정부 기관

호주의 연안 및 해양환경관리와 관련있는 연방기구는 환경부(Environmental Australia), 농림수산부(Department of Agriculture, Fisheries and Forestry), 국가해양청(National Oceans Office), 대보초국립공원관리청(Great Barrier Reef Marine Park Authority), 자연문화유산 신탁기구(Natural Heritage Trust), 해양과학연구소(Institute of Marine Science), 연안연구센터(Cooperative Research Centers) 등으로 정리될 수 있다. 이중 환경부가 연안하구역관리 정책수립·시행의 주무부처라 할 수 있으며, 연안 및 해양에 특화된 실행기구의 위상을 가지고 있는 국가해양청은 1999년 12월 연방정부 공공사업법(the Commonwealth Public Service Act, 1999)에 근거하여 설치되었다. 국가해양청(NOO)의 기능은 국가해양정책 수립·시행을 위한 사무국운영 및 기술지원, 지역별 해양관리 계획의 조정, 국가해양정책의 실행조정, 연방정부-주정부 간 해양현안 조정, 관련 이해당사자에 대한 정보공개 등으로 요약할 수 있다. 이와

함께 총 12억달러의 예산이 편성되어 운영되고 있는 자연문화유산 신탁기구(NHT)는 후세대에 물려줄 자연유산의 훼손 방지 및 복원을 목적으로 설치되었는데, 동 사업의 추진과정에서 연안이해 당사자와의 협력관계 강화를 기본원칙으로 하고 있다. 국가 자연유산에 포함되는 핵심 대상은 토지, 식생, 하천, 연안, 해양 및 종다양성 등 5개 항목으로 생물종다양성의 보호와 함께 천연자원관리 및 지속가능한 농업시스템을 개발하는데 중요한 역할을 하고 있다. 호주 연안지역 해양보호구역(MPAs)의 보전 및 관리와 직접적 관련을 맺고 있고, 국가 해양보호지역 관리체제(National Representatives of MPAs)의 수립을 가능하게 했던 기구는 호주 대보초국립공원관리청인데, 동 기구는 호주 대보초의 자연환경 보전을 목적으로 설치·운영되고 있다.

<부록 4-2> 호주 하구역 관리 관련 연방정부·주정부 기관 현황

구분	관련 기관
연방정부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경부(Environmental Australia) ○ 농림수산부(Department of Agriculture, Fisheries and Forestry) ○ 국가해양청(National Oceans Office) ○ 대보초국립공원관리청 (Great Barrier Reef Marine Park Authority) ○ 자연문화유산 신탁기구(Natural Heritage Trust) ○ 해양과학연구소(Institute of Marine Science) ○ 연안연구센터(Cooperative Research Centers)
주정부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경, 천연자원, 수산자원 관리와 관련된 부처에서 수행 <ul style="list-style-type: none"> - 환경청(Environment Protection Authority) - 토지, 계획, 환경부(Dept. Lands, Planning, and Environment) - 일차산업 및 수산부(Dept. Primary Industries and Fisheries) 등

나. 연방정부 하구역 관리정책 및 관련법제도

1) 연방정부 하구역관리 관련 정책

가) 생태적 지속가능 발전전략 (National Strategy for Ecologically Sustainable Development)

1992년 리우회의에서 국제적 합의를 통해 마련된 ‘의제21’의 국내이행을 목적으로 마련된 국가전략(National Strategy for Ecologically Sustainable Development, 1992)은 호주국가차원에서 환경보전과 지속가능한 개발을 위한 기본지침이자 전략적 기본수단으로 기능하고 있다. 연방정부 하구역 환경관리의 기본모태이기도 한 이 국가전략은 1992년 주정부, 지방정부, 산업체, 전문가, NGOs, 지역사회단체 등의 검토와 참여를 거쳐 마련되었다. ‘생태적 지속가능 발전전략’은 하구역관리를 중요 관리분야의 하나로 설정하고 있는데¹⁰⁵⁾(Environment Australia, 1998), 동 국가전략 수립을 기점으로 하구역관리가 국가의 환경에 관한 기본정책 사항으로 설정되었다고 할 수 있다. 생태적 지속가능발전전략은 7대 부문을 대상으로 다음과 같은 전략적 지침을마련하여 시행하고 있다.

- 자연문화유산 보호신탁기금 조성(Natural Heritage Trust)
- 수질개선 정부위원회 구성 (Council of Australian Governments (COAG) and Water Reform)
- 정부위원회 수질개선 시행계획 수립(COAG Salinity and Water Quality Action Plan)
- 생물물종다양성 보호 국가전략 수립(National Strategy for the Conservation of Australia's Biological Diversity)
- 온실가스대응 국가전략 수립(National Greenhouse Strategy)
- 해양정책 수립(National Oceans Policy)
- 지역단위 산림보호 협정 마련(Regional Forest Agreements)

105) 생태적 지속가능 발전전략의 7개 부문은 ‘정주, 생물종다양성, 대기, 토지, 담수, 하구 및 해양, 자연·문화유산’으로 구성되어 있음.

나) 연방정부 연안관리정책(Commonwealth Coastal Policy)

호주연방정부 연안관리정책(Commonwealth Coastal Policy)은 1995년 수립되었는데, 연안이용과 보전의 기본지침이라 할 수 있다(Australia NOO, 1995). 연안의 효율적인 이용과 환경보전을 위해 관리체제의 개선과 함께 관련 이해당사자간 협력강화를 토대로 다양한 정책을 시행하고 있는데, 다음은 연안관리정책 수립목적이라 할 수 있다.

- 연안자원의 지속가능한 이용 실현
 - 현세대와 미래세대 자원의 균등한 이용
 - 공공의 연안접근성 증진 및 다양한 형태의 연안향유 실현
- 연안자원의 보전
 - 생태적, 문화적, 경제적으로 중요한 자원의 보전
 - 생물종다양성 유지 및 연안생태계 생산성 증진
 - 연안수질의 유지 및 개선
- 이해당사자 참여
 - 연안자원 이용자의 검토와 참여를 통한 자원관리
- 지식기반 강화
 - 연안생태계 보전 및 자원이용 관련 과학에 기반한 의사결정 수행
 - 특정지역 연안관리를 위한 지침마련시 기술자문 지원
- 관련기관간 정책조정력 제고

연안관리정책에서 제시한 관리목적 달성을 위한 주요 추진전략은 ‘지역공동체 참여를 통한 연안통합관리 실현, 연안개선 프로그램 시행¹⁰⁶⁾, 원주민 어업 관리 전략 수립, 전략적 통합관리체계 운영, 연안관리자의 관리역량 및 지식기반 강화, 연안 생물종다양성 및 생태계 보호¹⁰⁷⁾ 등으로 설정되어 있다.

다) 연방정부 해양정책(Oceans Policy)

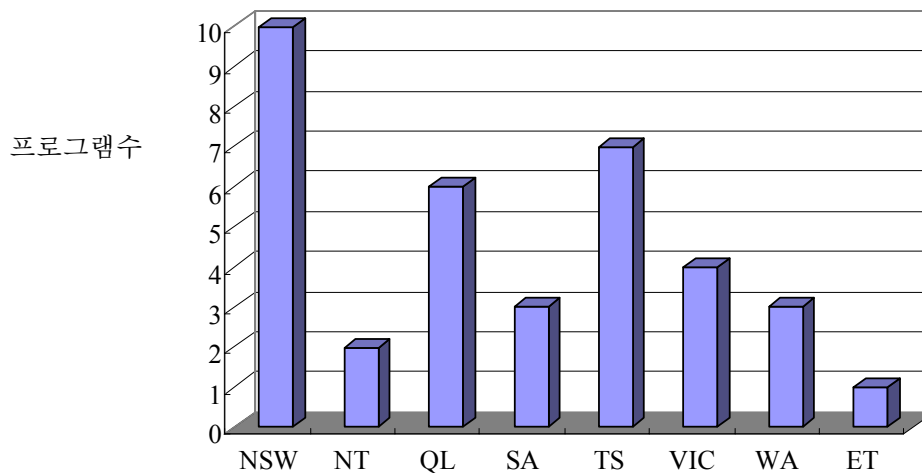
호주 연방정부는 해양관할지역내 자원보호와 생태적으로 지속가능한 이용·관리

106) 연안개선프로그램(Coastcare Program)의 주요내용은 ‘사구, 하구역, 습지의 보전 및 회복’, ‘생태계 모니터링’, ‘국가연안관리 자문위원회 운영’ 등임.

107) 연안생태계 및 종다양성보호를 위해 지정·관리되는 해양보호구역 관련 사업이 주요 수단임.

를 실현할 목적으로 1998년 해양정책(Oceans Policy)을 수립하였는데, 해양정책 실행 주관기관은 호주해양청(National Oceans Office)이다. 동 해양정책의 목적과 실행전략은 생태적 지속가능한 개발을 위한 국가전략(e.g. National Strategy for Ecologically Sustainable Development 1992), 생물종다양성보전 국가전략(National Strategy for the Conservation of Australia's Biological Diversity, 1996) 및 해양환경보호에 관한 정부간협약(Intergovernmental Agreement on the Environment and the Heads of Agreement on Roles and Responsibilities 1998) 등과 조화를 이루고 기본이념이 일치하도록 구성되었다.

주요 내용으로는 생태계기반 통합해양관리체제(Integrated ecosystem based oceans planning and management), 해양관리 실행수단(Implementation arrangement for oceans planning and management), 관련 정책과의 관계(Principles for ecologically sustainable ocean use), 해양과학기술 및 해양산업(The Marine Science and Technology and Marine Industries) 등으로 구성되어 있다. 하구역 관리는 동 정책의 집행수단과 밀접하게 관련되어 있는데, 주요 실행조치에는 해양통합관리, 해양생물종 다양성 보전, 해양이용과 영향분석, 해양오염저감, 해양관광, 지역공동체 참여, 해양에 대한 이해, 국가이익 증진, 효과평가 등이 포함되어 있다.



[부록 4-3] 호주 연안·해양 관리계획 수립프로그램(CMPP) 현황
(NSW, New South Wales; NT, Northern Territory; QL, Queensland; SA, South Australia;
TS, Tasmania; VIC, Victoria; WA, Western Australia; ET, External Territories)

라) 기타 수질 및 해양환경 관련 정책

상기 주요 국가정책외에 하구역관련 정책은 수질관리국가전략(National Water Quality Management Strategy), 해변정화 프로그램(Clean Seas Program), 해양생물종 보호 프로그램(Marine Species Protection Program) 등이 있다. 수질관리국가전략(National Water Quality Management Strategy)은 호주-뉴질랜드 농업자원관리위원회(ARMCANZ)와 호주-뉴질랜드 환경보전위원회(ANZECC)의 주관으로 개발된 것으로, '생태적으로 지속가능한 개발'을 위한 지침서로 기능하고 있다. 해변정화 프로그램은 연안지역에서 발생하는 폐기물(육상기인 및 해양기인)의 효율적 관리를 목적으로 하는 정책으로 연안폐기물의 효율적인 수거, 처리를 포함하는 종합처리대책이며, 해양생물종보호 프로그램은 해양생물종의 훼손을 방지하기 위한 정책으로 보호가치가 높은 연안 및 해양생물종 보호를 위해 중요 서식처의 환경악화 방지를 목적으로 시행된다.

2) 하구역 관리 관련 법제도

호주의 환경보호 및 관리에 관한 기본법이라 할 수 있는 '환경보호 및 생물종다양성 보전법'(Commonwealth Environment Protection and Biodiversity Conservation Act)은 기존에 실행되었던 5개의 관련 법률¹⁰⁸⁾을 통합하여 1999년 제정되었고, 2000년 7월부터 법적 효력이 발생하여 시행되고 있다. 동법은 환경보호에 관한 기본적인 원칙과 전략을 담고 있는데, 다음과 같은 법제정 목적을 통해 호주 환경관리원칙의 주요 내용을 파악할 수 있다.

- 환경적으로 중요한 자원의 보호
- 천연자원의 지속가능한 이용과 보전을 통해 생태적으로 지속가능한 개발 추진
- 생물종다양성 보호
- 주정부·지방정부, 지역공동체, 토지소유자, 원주민을 비롯한 관련 이해당사자와의 협력을 통해 보호 및 관리 실현
- 국제협약 및 국제사회의 의무 이행 지원

108) 환경보호법(Environment Protection (Impact of Proposals) Act 1974), 멸종위기종 보호법(Endangered Species Protection Act 1992), 국립공원 및 야생생물 보전법(National Parks and Wildlife Conservation Act 1975), 세계유산보전법(World Heritage Properties Conservation Act 1983) 및 고래보호법(Whale Protection Act 1980) 등임.

○ 생물종다양성 및 자연환경보전을 위해 지역주민(원주민)의 역할과 인식제고

이외에 야생생물 보호와 관련된 국제협약의 국내수용 및 호주내의 야생 식물·동물을 보호할 목적으로 수립된 야생생물 보호법(Wildlife Protection (Regulation of Exports and Imports) ACT 1982)과 자연유산신탁법(Natural Heritage Trust of Australia Act 1997)이 있다. 호주 자연문화유산 보호와 복원을 목적으로 제정된 자연유산신탁법은 13.5억불의 기금을 조성하여 운용하고 있는데, 동 기금은 환경보호, 지속가능한 농업실행, 천연자원 관리에 사용된다. 동 기금의 효율적 운용과 법제정 목적 달성을 위해 위원회(Natural Heritage Trust Advisory Committee)를 설치·운영하고 있다.

6. 영국의 하구역 관리관련 기관, 역할, 정책 및 제도

가. 하구역 관련 기관

영국에서 하구역 관리와 관련 있는 중앙정부 부처로는 환경, 수송 및 지역부(Department of the Environment, Transport and the Regions), 농어업 및 식품부(Ministry of Agriculture, Fisheries and Food)가 있으며, 국가 차원의 기관으로는 환경청(Environment Agency), English Nature, Countryside Agency 등이 있다 (부록 4-4).

환경, 수송 및 지역부는 토지이용계획에 관한 정책과 지침을 제시하며, 환경과 보전에 관한 업무를 담당한다. 환경수송 및 지역부가 수행하는 연안에 관련된 역할은 1) 연안정책에 관련된 정부부처간 위원회 운영, 2) 연례 연안포럼 운영, 3) Wavelength라는 소식지 발간, 4) 유럽연합의 “연안통합관리를 위한 유럽의 전략”에서 영국정부의 대표 등을 들 수 있다. 농어업 및 식품부는 연안 보호와 홍수방제에 관한 정책 및 지침을 제시하며 연안에 위치한 지방정부에 보조금을 제공한다.

영국 환경청은 오염통합관리, 수환경 계획, 수질, 자원, 홍수방제, 어업, 환경보전에 관한 업무를 담당하는 기관이다. 환경청은 연안에 약 1,400km의 홍수방제를 위한 해안방벽을 유지하고 있으며, 하구역과 감조하천(tidal river)에 약 3,300km의 방벽을 운영하고 있다. 환경청은 또한 고유업무의 일환으로 연안지역의 수질 및 오염에 관한 자료를 수집한다. 영국의 자연보전에 관해 정부에 자문을 제공하는 English Nature는 특별보호지역, 특별한 보호를 필요로 하는 생물종, 중요한 서식지로서의 하구관리계획 등을 담당한다. Countryside Agency는 자연경관과 관련된 사항에 대해

정부에 자문을 제공한다.

영국의 하구역 관리와 관련 있는 지방기구는 하구역에 관련된 각 지방자치단체와 항만청(Port Authority), 관광위원회(Tourist Board), 수도회사(Water Utility Company) 등을 들 수 있다 (부록 4-4). 각 지방자치단체는 지역의 토지이용계획과 개발 허가, 환경보전 및 개발 등을 담당하고 있으며, 항만청은 항행, 수로안내, 준설, 출항허가, 화물, 승객, 항해 및 유람선 사용, 바닷가에 대한 접근 등을 주요 업무로 한다. 관광위원회는 하구역과 관련된 관광을 담당하고 있으며, 수도회사는 각 하구역에서 수처리 및 공급, 하수처리 등을 담당하고 있다.

<부록 4-4> 영국 하구역 관리 관련 국가·지방정부 기관 현황

구분	관련 기관
국가기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경, 수송 및 지역부(Department of the Environment, Transport and the Regions) ○ 농업, 어업 및 식품부(Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) ○ 환경청(Environment Agency) ○ English Nature ○ Countryside Agency
지방기관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각 지방자치단체 ○ 항만청 ○ 관광위원회 ○ 수도회사

자료: TEP(1999)

나. 영국의 하구역 관리정책 및 관련법제도

1) 영국의 연안관리정책

가) 연안관련 법체제

현재 영국에는 연안지역에 관련된 국가차원의 법제도는 존재하지 않는다. 그러나 다양한 종류의 법정 및 비법정 제도들이 연안지역의 육상 또는 해양 부분을 포함하는데, 이러한 제도들의 공간적인 관리범위가 중복되는 경우도 있다. 법정 공간계획시스템은 평균저조선 위의 육상지역만 포함하는데, 이와 관련된 주요 법률은 도시 및

지방 계획에 관한 법률(Town and Country Planning Act, 1990)이다. 이 법은 조간대 지역의 대부분을 포함한다. 해양어업 및 야생동물 보존법(Sea Fisheries and Wildlife Conservation Act, 1992)을 포함한 일부 해양관련 법률은 조하대 지역과 조간대 지역을 모두 포함한다.

영국의 연안관련 정책은 일반적으로 일련의 지침서에서 제시된 기존의 체제를 따라 수립되었다. 영국의 연안 및 하구 관리에 중요한 전기를 마련한 것은 영국하원 특별위원회의 1992년 보고서인 “연안지역 보호 및 계획(Coastal Zone Protection and Planning)”이었다. 이 보고서는 영국의 연안문제에 관한 관심을 높이는 계기를 제공하였으며, 영국연안의 관리를 위한 전략적 연안관리시스템의 필요성을 강조하였다. 또한 연안지역 관리를 위한 기구, 정책, 계획 체제에 대한 개선점을 제시하였다.

이 보고서가 발간된 이후 영국 정부는 연안정책을 명확하게 정리하고 이를 위한 가능한 수단을 제안한 일련의 문서들을 발간하였다. 1992년 영국 환경부가 발간한 계획정책지침(Planning Policy Guidance note 20 Coastal Planning)은 영국에서 연안 지역에 대한 계획의 수립시 필요한 지침을 제공하였다. 영국 환경부가 1995년 발간한 연안정책지침(Policy Guidelines for the Coast)은 가) 연안자원의 지속 가능한 이용 달성, 나) 다양한 연안이용행위 사이의 조화, 다) 연안통합관리 등을 연안관리의 목적으로 제시하고 있다. 이 지침은 또한 지역차원에서 연안에 영향을 미치는 이용 계획과 관련된 모든 당사자들은 해당지역의 적절한 관련기관과 이해당사자들의 의견을 충분히 고려하여야 한다고 명시하고 있다. 연안정책지침은 비법정 하구관리계획에 대해 언급하면서 그러한 계획들이 폭넓고 균형 잡힌 접근방법을 채택하여야 함을 강조하고 있다. 이 지침은 기존의 지침을 대체하는 것이 아니라 연안통합관리와 서로 다른 부문사이의 연계성 개선을 강조하고 있다. 연안지역관리에 특화된 지침은 환경부가 1996년 발간한 연안지역관리(Coastal Zone Management, Towards Best Practice)로, 연안지역에 이해관계를 가진 모든 당사자들을 통합적인 접근방법에 포함시키는 방법에 관한 권고를 담고 있다.

연안 계획과 관리의 통합에 있어서 자발적인 접근방법으로 특징지을 수 있는 영국의 연안관리정책은 연안포럼(Coastal Forum)에서 더욱 더 발전된 형태로 제시되는데, 이를 통해 다양한 이해당사자들이 참여를 통해 지속 가능한 연안관리를 추구한다.

나) 연안지역관련 기관의 관할범위와 역할

영국의 경우 연안지역에 대해 국가차원에서 공식적인 정의를 내리고 있지는 않다. 계획상의 목적을 위해서 일반적으로 해양쪽 경계는 저조선으로 규정되며, 외해에 관한 국가계획은 존재하지 않는다. 영국의 연안 및 해양문제는 다양한 정부부처에 분산되어 있는데, 각 부처의 관할범위와 주요 업무를 <부록 4-5>에 정리하였다.

<부록 4-5> 연안지역관리에 관련된 영국 정부부처의 관할범위 및 역할

기관명	관할범위	역할
지방정부	고조선 - 육상	육상이용계획, 해안보호, 고조선 지역의 유류오염방지 여가, 보호지역 관리
환경청	3마일 - 육상	수질관리, 홍수방제
수송 및 지역부	12마일-육상	연안정책 조정
무역 및 산업부	200 - 저조선	외해 유전 및 가스전 허가
English Nature	3마일 - 육상	자연보호구역지정, 자연보전정책
농어업 식품부	12마일 - 저조선	연안 보호 및 홍수방제에 대한 재정지원
농어업 식품부	200마일 - 3 마일	어업자원관리

자료: <http://www.coastalguide.org/england>

주: 1. 관할범위에서 거리는 해안으로부터의 거리임.

2. 관할범위에서 육상지역의 범위는 연안의 홍수위험지역임.

다) 연안 및 해양 보호지역

영국의 연안지역은 다양한 종류의 보호지역으로 보호되고 있는데, Countryside Agency, English Nature 등이 이를 위한 업무를 수행하고 있다. Countryside Agency는 국립공원, 빼어난 자연경관 지역 지정을 담당하고 있으며, 자연적인 아름다움을 보전할 가치가 있는 해안을 Heritage Coast로 지정한다. English Nature는 영국의 야생동물과 자연적인 특색을 보전하기 위한 역할을 수행하는데, 이 기관의 주요임무와 역할은 국립공원 및 Countryside 접근에 관한 법률(National Parks and Access to the Countryside Act, 1949)과 환경보호법(Environmental Protection Act, 1990) 등을 법률적인 기반으로 한다. English Nature는 법정보호지역지정, 연안지역을 포함하는 서식지 관리, 유럽연합 서식지 및 종다양성 지침 등과 같은 국제협약에

서 규정된 지역지정 등의 역할을 수행한다.

[제6장 부록] 에머지(Emergy) 개념 및 에머지 평가방법¹⁰⁹⁾

1. 서 론

인간 사회의 경제성장은 자연으로부터 끊임없는 자원의 유입을 필요로 한다. 그러나 경제개발에 필연적으로 수반되는 자원의 고갈 및 환경의 파괴는 이제 국경을 넘어 국제적인 규모로 발전하여 인류의 미래에 크나큰 의문을 제기하는 단계에 이르렀다. 이러한 문제들에 대한 인식 아래 90년대 들어 지속 가능한 개발이라는 개념을 통해 개발과 보존이 조화를 이루는 경제 개발 방식 및 정책에 대한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 작업은 자연 자원의 가치에 대한 정확한 평가를 필요로 하며, 또한 자연과 인간 사회를 각 성분 요소들과 과정들을 개별적으로 연구하는 기존의 환원주의적 접근 방법에서 벗어나 통합적인 관점의 이해를 필요로 한다.

지금까지 자연 환경 자원의 가치는 시장 경제에서 화폐로 표시되는 가격의 관점에서 평가되었다. 그러나 시장 경제의 가격은 자연 환경 및 자원이 우리 경제의 진정한 부에 기여하는 바를 제대로 평가하지 못하고 있다 (Odum, 1996). 전통적인 경제적인 관점의 가치 평가는 자연 환경이 우리 경제에 기여하는 직접적인 측면만을 다루었지만, 자연 환경이 우리 경제에 기여하는 기능들 중에는 시장 경제의 가격으로 환산할 수 없는 항목들도 다수 포함되어 있음이 많은 연구들을 통하여 밝혀졌다.

본 연구에서는 자연 자원이 우리의 경제에 기여하는 진정한 가치를 평가하기 위한 노력들 중의 하나인 에머지(Emergy, spelled with an "m")라는 개념을 이용하여 하구의 생태경제학적인 가치를 평가하고자 하였다. 에머지 평가는 한 가지 자원이 가지고 있는 가치는 이를 생산하기 위해 직접 및 간접적으로 필요한 에너지에 비례한다는 가정에 기반하고 있다 (Odum, 1983 and 1996 및 여기에 인용된 문헌 참고). <부록 6-1>에 에머지 개념과 관련하여 본 연구에서 사용되는 용어들을 정리하였다.

에머지 개념을 이용한 자연 환경 및 경제에 대한 분석은 자연 환경의 보존 및 개발에 관한 많은 새로운 관점들을 제시해왔다(Odum(1996) 및 여기에 인용된 문헌 참고). 우리나라에서는 에머지 개념이 우리나라 전체에 대한 모델(Lee and Odum,

109) 강과 박(1999), Odum(1996), Brown and McClanahan(1996) 등을 참조

1994), 수산업 분석(손 등, 1996), 어장의 환경용량 산정(엄 등, 1996), 댐 건설(강과 박, 1999), 도시 분석(환경부, 1996; 부산광역시, 1998; 이, 1999; 손, 1999; Kang, 2001b), 갯벌평가(Kang, 2001a) 등에 적용되어 왔지만, 하구의 생태적인 가치를 에머지 개념을 이용하여 평가한 예는 아직 없다. 본 연구에서는 에머지 개념을 이용한 하구의 생태학적인 가치를 평가하고, 이 평가로부터 하구관리를 위한 시사점을 도출하고자 하였다. 에머지 평가를 위한 사례 지역으로는 섬진강 하구와 송지호가 선정되었다.

<부록 6-1> 에머지 평가 관련 용어의 정의¹¹⁰⁾

에너지: 일을 할 수 있는 능력. 에너지는 열로 변환될 수 있는 모든 사물들의 성질이며, 열량의 단위로 측정된다(BTU, 칼로리 또는 J).

에머지(emergy): 생산물이나 서비스를 생산하는 작업 과정에서 사용된 모든 에너지를 한 가지 형태의 에너지로 표현한 것. 태양 에머지(solar emergy)는 생산물이나 서비스의 에머지를 태양 에너지를 기준으로 나타낸 것이다.

Emjoule: 에머지의 단위. Emergy joule. 한 가지 생산물이 만들어지는데 사용된 에너지의 단위로 표현된다. 예를 들어, 물고기의 태양 에머지는 물고기를 생산하기 위해 필요하였던 모든 에너지를 태양 에너지로 환산한 Joule로 표현된다.

최대 에머지 원리(Maximum emergy principle): 생산과정을 강화하고 더 많은 자원들을 끌어들이며 효과적인 시스템의 조직화를 통해 더 많은 제한들을 극복함으로써 이용 가능한 에머지를 최대한 활용하는 시스템들이 우세하게 된다는 이론. 에머지를 최대화하는 형태의 시스템이 우리 사회의 부에 가장 많은 기여를 한다.

거시경제적 가치 (Emdollar): 에머지 흐름의 결과로 경제에서 순환되는 화폐의 양. 에머지 흐름이나 저장의 거시경제적 가치를 얻기 위해서는 이들의 에머지를 국가 경제의 국민총생산(GNP)에 대한 전체 에머지의 비율로 나누어준다.

에너지변환도(Transformity): 한 과정에 사용된 모든 에머지를 이 과정을 통해 생산된 에너지로 나눈 값. 에너지변환도의 단위는 에머지/에너지의 형태로 나타난다. 하나의 생산물에 대한 에너지 변환도값은 이 생산물을 만들기 위해 투입된 모든 에머지 흐름들을 더한 후 이 생산물의 에너지값으로 나눴으로써 계산된다. 에너지 변환도는 서로 다른 형태의 에너지들을 동일한 형태의 에머지로

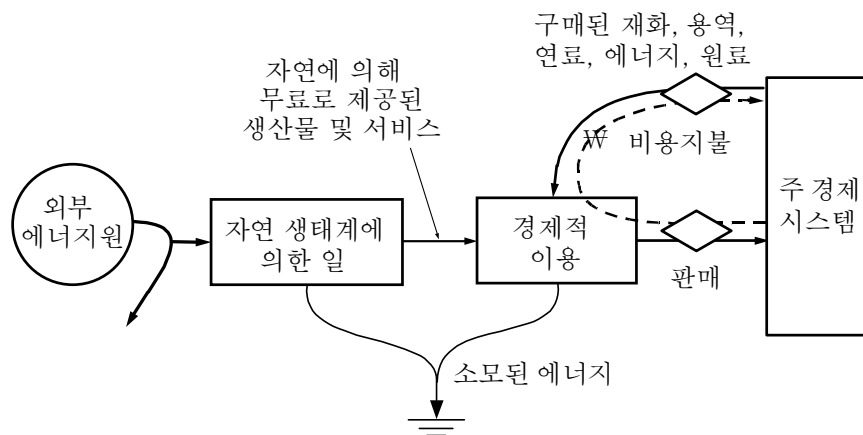
110) Brown and McClanahan(1996)

환산하기 위하여 사용된다.

2. 에머지 개념의 소개

급속한 경제 성장의 과정에서 자연 환경은 화폐로 표현되는 경제적 이익의 산출을 위한 이용 대상으로만 취급되어 왔으며, 따라서 자연 환경이 갖는 가치는 이러한 이익의 크기로 평가되었다. 쓸모 없는 땅으로만 여겨졌던 갯벌의 매립은 이러한 인식의 대표적인 예로 들 수 있다. 갯벌 생태계가 우리의 경제에 기여하는 가치는 매립을 통한 국토의 확장, 즉 농업 및 공업용지의 확장으로 증가한다고 하는 것이 이러한 매립 사업의 추진 배경이었다.

경제 시스템에 의한 자연 환경의 이용을 나타낸 <부록 6-2>에서 보듯이 돈은 경제활동에 참여하는 인간들의 용역에 대해서만 지불된다. 자연 환경의 생산물 및 서비스는 경제 시스템에 무료로 제공된다. 따라서 자연 자원의 획득 및 처리에 투입된 인간의 용역에 대해 지불된 돈은 이들 자원이 우리 경제의 진정한 부(real wealth)에 기여하는 정도의 척도가 될 수 없다. 오히려 시장 가격과 자연 환경이 우리 사회의 진정한 부에 기여하는 정도는 역관계에 있다고 할 수 있다(Odum, 1996). 환경 자원이 풍부할 때는 이들의 가격이 낮지만 경제 시스템은 이들을 이용하여 많은 것을 생산해 낼 수 있다. 그러나 환경 자원의 양이 감소함에 따라 화폐로 표시되는 가격은 증가하지만 이들이 진정한 부에 기여하는 정도는 낮아진다.



[부록 6-2] 경제에 의한 자연환경의 이용

주: 실선은 에너지와 물질의 흐름을 나타내고, 점선은 화폐의 흐름을 나타냄.

또한 직접적인 경제적 이익의 산출이외에 자연 환경이 갖는 다양한 기능에 대한 연구 결과들은 기존의 자연 환경 및 자원에 대한 가치 평가의 수정을 요구하고 있다. 지속 가능한 성장을 위한 적절한 정책을 수립하는데 있어서 자연 환경에 대한 올바른 가치 평가는 필수 조건이다.

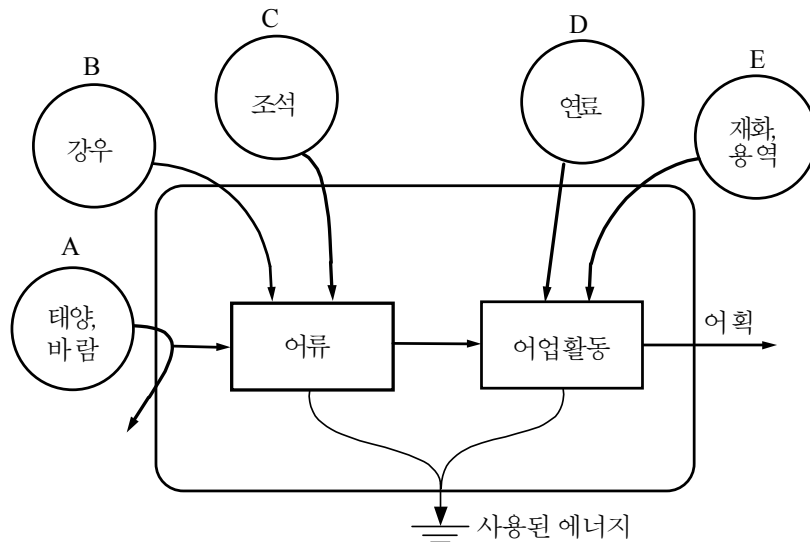
에머지는 “한 가지의 서비스나 생산물을 만드는 과정에서 직접 및 간접적으로 이미 소모된 한 종류의 이용 가능한 에너지”로 정의되며(Odum, 1983; 1994; 1996), 단위로는 emjoule을 사용한다. 에머지 이론은 여러 가지 다양한 환경 자원들을 에너지라는 공통 화폐로 표시하려는 시도이다. 이렇게 함으로써 서로 다른 특성을 가진 자원들을 동일한 기준에서 비교할 수 있게 되는 것이다. 현재 에머지 평가 방법론에서 서로 다른 자원들을 비교하기 위하여 기준으로 삼은 에너지는 태양 에너지이며, 따라서 에머지의 단위로는 solar emjoules(sej)이 사용되고 있다.

에머지 평가는 <부록 6-2>에 나타난 두 가지 요소, 즉 인간의 용역과 자연 생태계가 무료로 제공하는 유입 모두를 포함시키고자 하는 시도이다 (Odum, 1996). 예를 들어 우리가 어업을 통해 얻는 어류의 진정한 가치는 이들을 생산하는데 투입된 인간의 노동력뿐만 아니라 태양, 바람, 비, 조석 등 자연에 의한 일을 더한 것이다(부록 6-3). 그러나 모든 에너지들이 일을 할 수 있는 능력이 동일하지 않기 때문에 에머지 분석에서는 이들 서로 다른 에너지를 더할 때 기준으로 삼은 한 가지 종류의 에너지로 먼저 환산한다.

에머지(Emergy)는 “Energy Memory”를 줄여서 표현한 용어로 간주될 수 있는데 (Odum, 1996), 한 가지 자원이 가지고 있는 에너지 관점의 가치는 이 자원이 형성되기까지 열역학 제2법칙에 따라 소모되었던 모든 에너지들까지 포함시켜야 한다는 개념이다. 예를 들어 시장에서 우리가 구입할 수 있는 물고기 1kg의 에너지 관점의 가치는 열량계로 측정이 가능한, 즉 현재 이 물고기에 남아 있는 실제 에너지량뿐만 아니라, 1kg의 물고기가 성장하는 동안에 더 이상 사용될 수 없는 에너지로 사라졌던 모든 에너지—태양, 바람, 비, 조석, 영양물질, 연료, 재화 및 인간의 용역 등—까지 포함시켜야 한다는 것이다. 열역학 제2법칙을 따라 소실된 에너지가 존재하지 않았다면 1kg의 물고기가 성장하지 못했을 것이기 때문이다.

또한 에머지 개념은 다양한 에너지들 사이에 일을 할 수 있는 능력이 다르다는 점을 강조한다 (Odum, 1996). 즉 동일한 에너지량이라도 태양 에너지 1 칼로리는 우

리 인간에 포함되어 있는 에너지 1 칼로리가 할 수 있는 것과 같은 작용을 할 수 없다. 더 고급의 일을 할 수 있으며, 더 큰 조절작용을 할 수 있다는 점에서 인간의 에너지 1 칼로리는 태양 에너지 1 칼로리보다 더 질이 높다고 할 수 있다. 많은 양의 태양 에너지가 생태계의 먹이사슬을 따라 축적되는 과정을 통해 에너지의 질이 높아진 후에야 우리 인간에게까지 도달하는 것이다.



어획된 어류의 에너지 = 각 에너지원의 에너지 합(A+B+C+D+E)

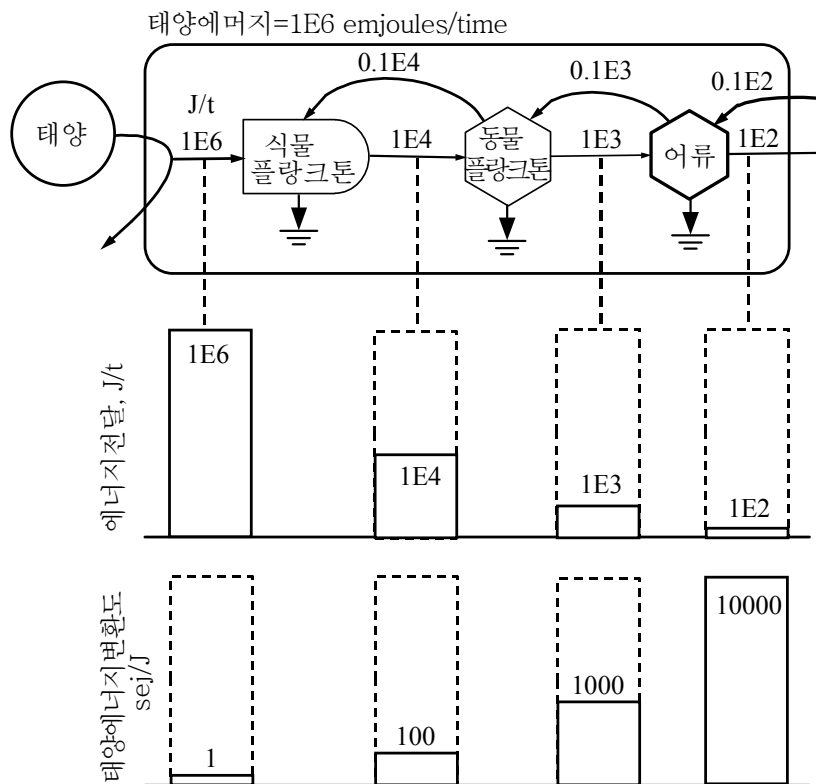
$$\text{어획된 어류의 에너지변환도} = \frac{\text{어획된 어류의 에너지}}{\text{어획된 어류의 에너지}} \text{ seJ/J}$$

[부록 6-3] 에너지와 에너지변환도 계산 다이어그램.

수중 생태계를 예로 들면 태양에너지, 식물 플랑크톤, 동물 플랑크톤, 어류의 순으로 에너지의 질이 증가한다. 즉 에너지 질의 계층구조가 형성되는 것이다(부록 6-4). 이 계층구조를 따라 올라감에 따라 각 단계에서 나타나는 실제 에너지량은 감소하지만 단위 에너지가 할 수 있는 일의 능력은 증가한다. 낮은 질의 에너지는 보다 높은 질의 에너지를 위한 기반이 되며, 높은 질의 에너지는 낮은 질의 에너지에

조절의 피드백을 제공한다 (Odum, 1996).

에머지 이론에서는 이러한 서로 다른 에너지 사이의 질적인 차이를 에너지 변환도(Transformity)라는 개념으로 나타낸다. 에너지 변환도는 한 가지 자원이 형성되는데 직접 및 간접적으로 투입되었던 기준이 되는 에너지량, 즉 에머지를 이 자원의 실제 에너지량으로 나눈 값으로(부록 6-3), 에너지 변환도가 클수록 자원의 질은 더 높다(Odum, 1996). 앞에서 예로 든 수중 생태계의 경우에는 태양 에너지, 식물 플랑크톤, 동물 플랑크톤, 어류의 순으로 에너지 변환도가 증가하게 된다 (부록 6-4). 태양 에너지 변환도(Solar transformity)는 모든 자원의 질을 현재 에머지 이론에서 기준으로 사용하고 있는 태양 에너지를 사용하여 나타낸 값으로, 단위는 solar emjoules per joule (sej/J)을 사용한다.



[부록 6-4] 수생생태계 먹이사슬 에너지변환 계층구조와 변환도

앞에서 사용한 물고기의 예에서 현재 이 물고기에 포함되어 있는 에너지가 100J

이고, 이 물고기가 성장하는 동안에 직접 및 간접적으로 투입되었던 모든 에너지를 태양 에너지 기준으로 표현하여 1,000,000J이라고 가정한다면(부록 6-3에서 $A+B+C+D+E$), 이 1kg의 물고기에 포함되어 있는 에머지는 1,000,000 solar emjoules(sej) 이 되고, 태양 에너지 변환도는 1,000,000 sej/100J, 즉 10,000 sej/J가 된다. 따라서 주어진 자원의 실제 에너지량과 이 자원의 에너지 변환도를 알고 있다면, 이 자원이 가지고 있는 에머지량을 계산할 수 있게 된다.

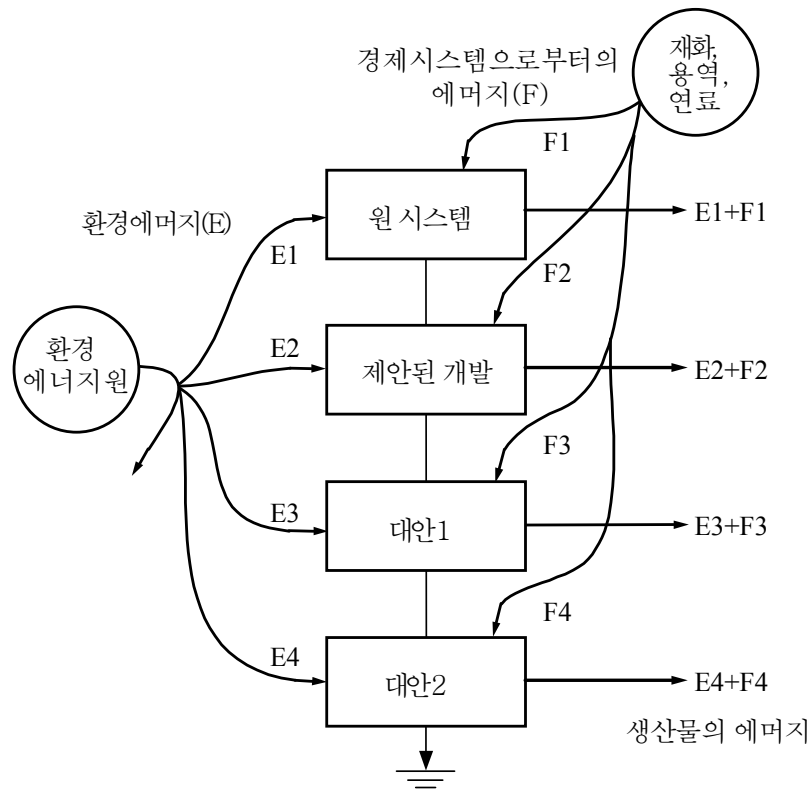
Odum and Hornbeck(1996)은 염습지(salt marsh)가 경제에 기여하는 가치를 에머지 개념을 이용한 분석결과들과 경제학적인 분석 도구를 이용한 결과들을 비교하였다. 1 ha 의 염습지가 1년에 경제에 기여하는 가치는 경제적인 방법을 이용한 분석에서는 \$90~270 범위에, 에머지 분석에서는 \$500~1,560의 범위로 나타나, 자연이 무료로 제공한 일들까지 포함한 에머지 분석이 자연 생태계의 가치를 더 높게 평가하였다. 강화도 남단 갯벌이 가치는 가치를 에머지 개념을 이용하여 평가한 Kang(2000a)으로부터 수정된 결과에 따르면 강화도 남단 갯벌이 우리 경제에 기여하는 가치는 ha당 연간 약 2,100만원에 달하였다.

에머지는 주어진 시스템의 외부에서 시스템의 경계를 통해 유입되는 에너지들을 평가하기 때문에 분석하고자 하는 시스템을 둘러싸고 있는 더 큰 시스템의 성질을 반영한다 (Odum, 1996). 따라서 에머지 분석은 분석 대상이 되는 시스템보다 시스템의 계층구조에서 한 단계 더 높은 시스템에 관한 지식이 없이는 완전하게 이루어질 수 없다.

자연 환경의 개발은 현재 우리가 누리고 있는 생활 수준을 유지하기 위해서는 필수적이다. 그러나 지금까지 개발에 따른 비용-편익 평가는 주로 경제적인 측면에만 치우쳐 개발이 가져오게 될 환경의 변화는 고려되지 않았으며, 설혹 비용-편익 평가에 포함되었다 하여도 정성적인 측면만이 다루어져 왔다. 에머지 분석은 시장경제의 가격 시스템에서 돈으로 쉽게 환산할 수 없는 자연 환경 및 자원들을 에너지의 관점에서 분석함으로써 개발에 따른 이익과 손실을 평가하는데 있어서 정량적인 도구를 제공한다. 제안된 개발에 대한 대안들을 기존의 시스템과 에머지 개념을 이용하여 비교, 평가함으로써 좀 더 환경친화적이고 지속가능한 성장을 보장하는 대안을 선택할 수 있을 것이다.

<부록 6-5>는 에머지 평가가 어떻게 제안된 개발이 원래의 시스템 및 다른 개발 대안들과 비교될 수 있는지 보여준다. 에머지 이론에서는 경쟁에서 우세하게 되는 시스템은 적정 효율로 자원의 유입량을 강화함으로써 에머지의 흐름을 최대화하는

시스템이 될 것이라고 주장한다 (Odum, 1996). 그러나 이러한 에머지의 최대화가 환경에 지나치게 부하를 주는 것이라면 이 시스템은 장기적인 관점에서 보았을 때 지속가능한 시스템이 아니며 결국 다른 시스템에 의해 교체될 것이다. <부록 6-5>의 대안들 중에서 좀 더 많은 에머지를 산출(E+F)하고 환경에 대한 부하가 작은 대안이 선택될 것이다.



[부록 6-5] 원래의 시스템, 제안된 개발계획 및 개발대안들의 에머지 편익 비교

3. 에머지 평가 방법¹¹¹⁾

에머지(Emergy) 평가법은 top-down systems approach로(Odum, 1983; 1996), 첫 번째 단계는 분석하고자 하는 시스템의 구성 성분들과 이들 사이에서 일어나는 에너

111) 자료 : Odum(1996), Brown and McClanahan(1996)

지 및 물질 흐름들에 대한 생각을 조직화하는 수단으로서 시스템 다이어그램을 작성하는 것이다. 두 번째 단계에서는 이 다이어그램을 이용하여 에머지 분석을 위한 표를 작성하는 것이다. 세 번째 단계는 두 번째 단계에서 작성한 표를 이용하여 자연 자원이 경제에 기여하는 바를 평가하기 위하여 에머지 흐름들의 비율을 계산하는 것이다. 다음에 에머지 평가의 단계들을 좀 더 자세하게 설명한다.

가. 에머지 평가 과정

첫 번째 단계: 시스템 다이어그램의 작성

시스템 다이어그램은 Howard T. Odum이 개발한 에너지 시스템 언어를 이용하여 작성한다(Odum, 1983; 1994). 에너지 시스템 언어는 분석하고자 하는 시스템의 성분들과 이들 사이의 연결관계를 특별한 의미들이 부여된 기호들을 이용하여 시각적으로 나타내며, 이를 통해 전체 시스템의 유기적인 관계를 종합적으로 파악할 수 있도록 해준다. <부록 6-6>에 에너지 시스템 언어의 기호들을 제시하였다.

에너지 시스템 언어를 이용한 시스템의 표현은 각 기호들이 에너지 법칙들을 충실히 따르고 있기 때문에 시스템의 에너지론과 동력학을 동시에 나타낼 수 있다(Odum, 1996). 또한 각 기호들은 그 자체에 수학적 의미들이 이미 정의되어 있기 때문에 에너지 시스템 다이어그램이 작성되면 이로부터 쉽게 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 작성할 수 있어서 시스템에 대한 동적인 분석까지 가능하게 된다.

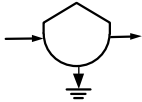
시스템 다이어그램의 작성은 먼저 분석하고자 하는 시스템의 경계를 정하는 일로부터 시작된다. 시스템의 경계는 연구하고자 하는 대상과 연구의 목적에 따라 연구자들이 결정하게 된다. 어떤 경우에는 뚜렷한 물리적 경계들이 분석하고자 하는 시스템의 경계들을 손쉽게 결정할 수 있도록 해주지만, 다른 경우에는 이와 같은 뚜렷한 물리적 경계들이 없을 수도 있다. 해양에서의 연구와 같이 뚜렷한 물리적인 경계가 존재하지 않는 경우에는 연구의 대상과 목적에 따라 임의적인 경계를 설정하면 된다. 분석하고자 하는 시스템의 경계가 확정되면, 이 시스템으로 유입되는 외부의 영향들을 찾아 이를 다이어그램의 경계밖에 표시한다. 이것은 태양에너지, 강우, 바람, 조석 등과 같은 자연의 에너지원일 수도 있으며, 외부로부터 구입되는 연료, 전기, 상품, 용역, 정보 등도 분석하고자 하는 시스템의 관점에서는 외부 에너지원으로 간주할 수 있다. 또한 외부로부터 연구의 대상이 되는 시스템으로 유입되는 물질들도 외부 에너지원에 포함된다. 이들 외부 에너지원들은 에너지 질의 순서대로 다이

어그램의 왼쪽에서 오른쪽으로 배치한다.

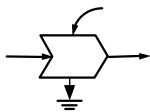
→ 에너지 흐름: 순수한 에너지 흐름 또는 물질이 포함된 에너지 흐름; 태양에너지의 흐름은 순수한 에너지 흐름이며, 생태계의 먹이사슬을 따라 일어나는 유기물 흐름은 에너지와 물질의 흐름이 결합된 형태임.



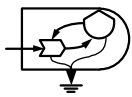
에너지원: 외부로부터 시스템으로 유입되는 에너지; 예를 들어, 산림생태계로 유입되는 태양, 바람, 강우 등을 들 수 있으며, 우리나라가 외국으로부터 수입하는 화석연료 등도 우리나라 전체 경제시스템에는 에너지원으로 구분된다.



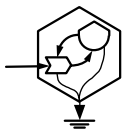
저장고: 시스템내에 저장되는 에너지 또는 물질을 나타내는 기호; 예를 들어 숲의 목재, 동물의 몸체, 토양, 우리 주변의 건축물 등을 저장고 기호로 표시할 수 있으며, 대기중의 산소나 질소 등과 같은 기체도 저장고 기호로 나타낼 수 있다.



상호작용: 서로 다른 형태의 에너지 흐름 또는 물질 흐름이 상호작용하여 새로운 흐름을 만들어내는 과정을 나타내는 기호; 예를 들어, 빛, 영양분, 이산화탄소가 반응하여 유기물이 생성되는 광합성 과정을 이 기호를 이용하여 나타낸다.



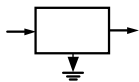
생산자: 식물처럼 다양한 에너지를 이용하여 새로운 유기물을 만들어내는 것들을 위한 기호; 생산자 기호는 상대적인 측면을 가지고 있다. 즉, 한 시스템의 소비자가 다른 관점에서 본다면 생산자가 될 수도 있다. 산업생산은 자연자원을 소비한다는 점에서는 소비자이지만, 우리 사회에 필요한 물품을 생산한다는 관점에서 보면 생산자 기호로 나타낼 수 있다.



소비자: 스스로 새로운 물질을 만들어내지 못하고, 다른 생물이나 과정을 통해 생산된 물질을 이용하는 성분을 나타내는 기호; 예를 들어, 생태계의 동물들이 이 기호로 나타낼 수 있으며, 인간사회도 자연자원을 소비한다는 관점에서 이 기호로 나타낼 수 있다.



거래: 재화나 용역의 판매를 나타내는 기호; 실선은 농산물, 수산물, 공산품 등 에너지나 물질의 흐름을 나타내고, 점선은 이러한 물품의 판매의 반대급부로 지불되는 화폐의 흐름을 나타낸다. 에너지나 물질의 흐름과 화폐의 흐름은 항상 반대방향으로 일어난다.



상자: 시스템의 경계를 나타내거나, 내부의 자세한 과정을 나타내고 싶지 않은 과정을 나타내는데 사용한다.

[부록 6-6] 에너지 시스템 언어에서 사용하는 기호.

외부 에너지원들이 파악된 후에는 시스템내의 중요한 구성 성분들을 구별하여 경계 내에 표시한다. 다이어그램을 처음 그릴 때는 시스템에 존재하는 모든 성분들을 다이어그램에 표시하지만, 나중에는 분석의 목적에 필요한 필수적인 성분들만을 포함하도록 축약을 하게 된다. 다음 단계는 이들 구성 성분들 사이의 흐름관계들을 파악하여 연결한다. 또한 이 단계에서 외부 에너지원들이 시스템의 내부 성분들에 적절하게 연결되며, 이로써 시스템 다이어그램이 완성된다. 시스템 다이어그램을 작성할 때는 반드시 시스템내의 연결 관계들이 에너지 법칙과 물질 보존의 법칙을 따르는지 점검하여야 한다.

요약하면, 에너지 시스템 모델은 첫째 연구하고자 하는 시스템의 경계를 설정하고, 둘째 중요한 외부의 에너지원들에 대한 목록을 작성하고, 셋째 시스템 내부의 주요 성분들을 파악하고, 넷째 시스템 내부에서 일어나는 주요 생산 및 소비 과정들에 대한 목록을 작성하고, 다섯째 시스템 경계외부의 에너지원들로부터 시작하여 시스템 내부의 각 성분들을 적절히 배치한 후 이들을 에너지, 물질, 정보 및 화폐의 흐름에 따라 연결함으로써 작성된다.

두 번째 단계: 에머지 분석표

에머지 분석의 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 작성된 에너지 시스템 다이어그램을 이용한 주요 유입 및 유출 경로들에 대한 에머지 평가표의 작성이다. 에머지 평가표는 일반적으로 다음과 같은 형태로 주어진다.

번호	항목	원자료	태양에너지 변환도	태양에머지	거시경제적 가치 EmW 또는 Em\$
1	xxx	J/yr, g/yr 또는 화폐단위/yr	xxx	원 자료 × 태양 에너지변환도	태양에머지/에머지- 화폐비율

에머지 분석표의 각 행은 분석하고자 하는 시스템으로 유입되는 흐름들과 이 시스템으로부터 유출되는 흐름들을 나타낸다. 다음에 각 열에 대한 설명이 주어진다.

1. 각 항목에 관한 자료의 출처와 계산과정을 나타내기 위한 주석 번호
2. 시스템 내의 에머지 또는 물질 흐름
3. 각 흐름의 실제 자료로, 보통 연간 에너지(J/yr), 물질(g/yr) 또는 화폐(\$/yr) 흐름량으로 나타낸다.
4. 각 항목의 태양에너지변환도

5. 세 번째 열의 실제 흐름량과 네 번째 열의 태양에너지변환도를 곱하여 얻은 태양에머지.
6. 다섯 번째 열의 에머지값을 분석하고자 하는 시스템이 속해 있는 전체 시스템, 즉 국가 경제의 에머지-화폐비율(Emergy-Money ratio)로 나눈 값

세 번째 단계: 에머지 지수들의 계산

두 번째 단계에서 에머지 분석표가 완성되면 이를 토대로 주어진 시스템을 평가하고, 이를 다른 시스템들과 비교하기 위한 여러 가지 비율들이 계산된다. 여기에서 계산된 비율들은 분석하고자 하는 시스템의 현 상태에 관한 안목을 제시해주며, 정책 결정과정에도 사용될 수 있다. 몇 가지 정책 대안들에 대한 비교가 연구의 대상이라면 가장 많은 에머지를 경제에 기여하고 환경에 미치는 영향이 최소인 정책이 가장 나은 것으로 판단된다. 그리고 한 시스템을 단독으로 분석한 경우라면, 주어진 시스템이 주변 지역의 시스템과 얼마나 에머지의 측면에서 조화를 이루고 환경에 대한 영향을 최소화하는 지가 시스템의 수행에 관한 판단의 기준이 된다(Brown and McClanahan, 1996; Odum, 1996).

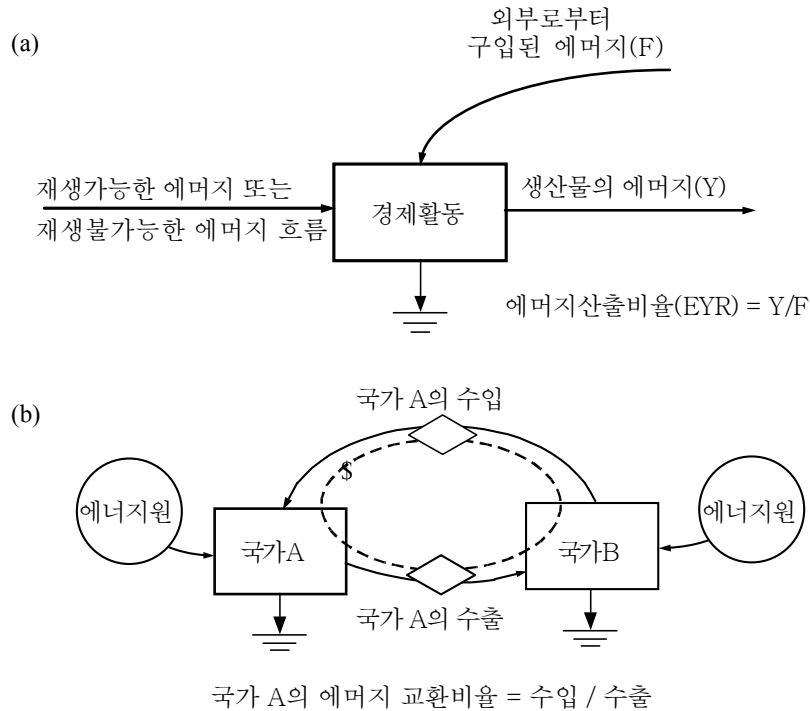
시스템을 이해하고 비교하기 위해서 여러 가지 비율들이 계산되는데, 에머지-화폐비율(Emergy-money ratio), 일인당 에머지 사용(Emergy use per capita), 에머지 밀도(Emergy density), 에머지 교환 비율(Emergy exchange ratio), 에머지 산출 비율(Emergy yield ratio), 에머지 투자비율(Emergy investment ratio, IR), 환경부하비율(Environmental loading ratio, ELR) 등이 사용된다. 이중 몇 가지 비율이 <부록 6-7>112)에 제시되어 있다.

한 국가에 대한 에머지-화폐비율은 이 국가에 의해 사용된 총에머지량을 한 해의 국민총생산(GNP)으로 나누어 얻은 값으로, 저개발국가의 에머지-화폐비율은 선진국의 비율보다 높는데 이는 돈을 지불할 필요가 없는 자연 환경으로부터의 에머지 유입이 경제에서 차지하는 부분이 크기 때문이다.

일인당 에머지 사용량은 한 국가에서 일년동안 사용된 총에머지량을 인구수로 나누어 얻게 된다. 이 에머지 지수는 한 나라의 생활 수준을 평가하는 척도로 사용될 수 있다. 일인당 에머지 사용량이 높다는 것은 진정한 부의 측면에서 생활수준이 높다는 것을 의미한다. 에머지 밀도는 한 시스템에서 주어진 기간동안(보통 일년) 사용된 에머지량을 시스템의 전체 면적으로 나눈 값으로, 경제의 공간적인 집중 정도를

112) Brown and McClanahan(1996)

추정할 수 있게 한다. 에머지 밀도가 높은 곳은 다른 지역에 비해 경제 활동의 강도가 높다는 것을 나타낸다 (Odum, 1996).



[부록 6-7] 에머지 산출비율과 에머지 교환비율 계산방법

에머지 교환비율은 교역을 통해 수입된 에머지를 수출을 통해 외부로 빠져나간 에머지로 나눈 값이다 (부록 6-7b, 부록 6-8). 수출을 통해 유출된 에머지보다 더 많은 양을 수입을 통해 획득하는 경제는 더 많은 부를 축적하며, 이를 이용하여 경제가 더 윤택하게 된다. 일반적으로 광물과 같은 원료물질과 농업, 어업, 임업 등의 농촌 생산물은 시장경제의 가격 시스템을 통해 판매되었을 경우 높은 에머지 교환 비율을 갖는다. 이는 자연의 과정에 의해 생산된 물품의 시장가격에는 이들을 경작하고 수확하는데 투입되었던 인간의 노동력은 반영되어 있지만 자연 환경이 한 일은 포함되어 있지 않기 때문이다.

에머지 산출비율은 생산물의 에머지를 주어진 시스템의 외부에서 생산과정으로 투입된 에머지량으로 나누어 구하며(부록 6-7a), 이 비율은 관심의 대상이 되는 생산 과정이 지역 경제에 일차 에너지원(primary energy source)을 공급하는데 있어서 경

쟁력이 있는지를 나타낸다 (Odum, 1996). 경쟁력이 있는 전형적인 연료의 에머지 산출비율은 약 6/1로 알려져 있다. 따라서, 이 비율보다 낮은 에머지 산출비율을 갖는 과정들은 일차 에너지원으로서 경제적이라고 할 수 없다.

에머지 투자비율(IR)은 시스템의 외부로부터 화폐를 지불하고 구입된 에머지와 그 지역에서 이용 가능한 에머지(태양 에너지, 바람, 강우 등과 같이 재생가능한 에너지원(I)과 석탄, 광물자원 등과 같이 그 지역에서 이용 가능한 재생불가능한 에너지원(N)의 합, 즉 $I + N$) 사이의 비율이다 (부록 6-8).

$$IR = F / (I + N)$$

에머지 투자비율은 말 그대로 지역 자체에서 이용 가능한 에머지에 대해 외부로부터 투자된 에머지의 비율이다. 에머지 투자비율이 클수록 개발의 강도가 높다(Odum, 1996). 즉 그 지역에서 공급되는 에머지에 비해 외부로부터 구입되는 에머지의 양이 많다는 것이다. 기존에 연구된 국가들의 에머지 투자비율은 미국의 7/1(Odum et al., 1987)에서부터 파푸아뉴기니의 0.045/1(Doherty et al., 1992)까지 나타나 있다.

인간 경제의 모든 생산 과정들은 환경의 재생가능한 에머지와 재생불가능한 에머지 사이의 상호작용을 통해 이루어지며, 자연 환경은 이러한 경제 활동에 영향을 받는다. 환경부하비율은, 외부로부터 구입된 에머지 및 시스템 내부에 저장되어 있는 재생불가능한 에머지(N+F)와 환경의 작용을 통해 제공되는 재생가능한 에머지(I)의 비율이다 (부록 6-8¹¹³⁾).

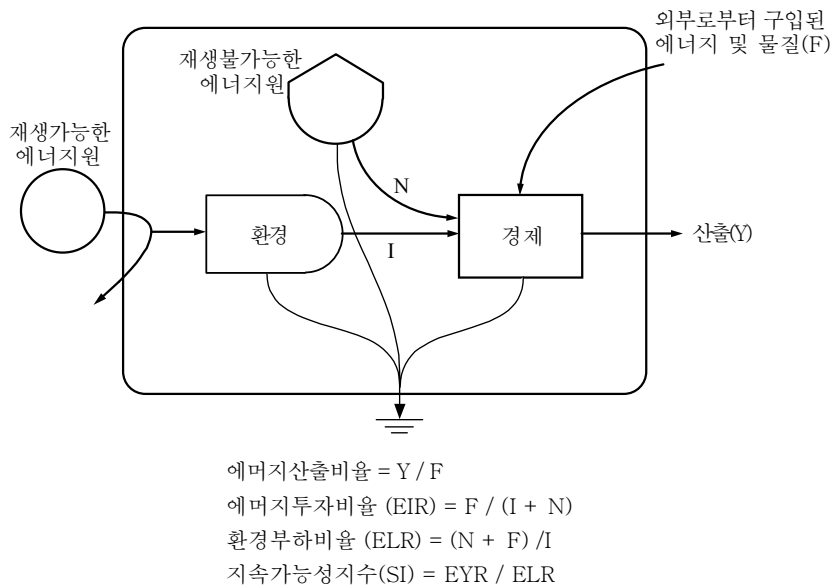
$$ELR = (N + F) / I$$

이 비율은 주어진 개발이나 인간의 경제 활동이 주변 환경에 얼마나 부하, 즉 스트레스를 주는지 나타낸다. 환경부하비율이 낮을수록 개발이나 인간의 경제활동이 자연환경에 미치는 영향은 적다. Brown and Ulgiati(1997)에 의하면 환경부하비율이 3보다 적으면 환경에 대한 영향이 적은 시스템이며, 이 비율이 10보다 클 경우에는 환경에 대한 영향이 큰 시스템으로 평가된다. 환경부하비율이 3~10의 범위에 나타날 때는 환경에 미치는 영향이 비교적 크지 않은 것으로 여겨진다. 따라서 계획된 개발 대안에 대해 이 비율을 계산하여 기존에 존재하는 시스템의 비율과 비교함으로써 개발이 환경에 미칠 잠재적인 영향을 파악할 수 있게 된다.

지속가능성 지수(SI)는 에머지산출비율(EYR)을 환경부하비율(ELR)로 나누어 구한 값으로(Brown and Ulgiati, 1997), 평가대상이 되는 시스템이 현재의 상태에서 얼마나 지속가능한 지를 나타낸다. 지속가능성 지수가 낮을수록 재생불가능한 에너지의

113) Odum(1996), Brown and Ulgiati(1997)

사용량이 많고, 외부로부터 구입된 에너지와 물질에 대한 의존도가 높으며, 환경에 주는 스트레스가 높다 (Brown and Ulgiati, 1997). 이들은 또한 지속가능성지수가 1보다 작은 시스템은 선진국형 소비자 경제를 나타내고, 10보다 큰 경우는 저개발 경제로 구분하였으며, 지속가능성지수가 1~10인 시스템은 개발도상국형 경제로 구분하였다.



[부록 6-8] 에머지지수 계산 개념도

나. 섬진강 하구의 에머지 평가

본 연구에서는 두 가지 규모의 평가가 이루어졌다. 우리나라 전체의 경제에 관한 에머지 평가를 먼저 실시하고, 이를 토대로 섬진강 하구가 우리 경제에 기여하는 바를 에머지로 평가하였다. 에머지 평가는 모든 물질 및 에너지원들을 열거하고, 각 흐름에 대한 에너지량을 계산한 후 그 흐름에 대한 에너지 변환도를 곱하여 각 에너지 흐름에 대한 에머지를 계산함으로써 이루어졌다. 우리나라 경제와 섬진강 하구의 에너지 및 물질 흐름은 여러 가지 통계자료 및 문헌들로부터 구하였다. 본 연구에서 사용된 에너지 변환도들은 기존의 다른 연구(Odum, 1996)들을 통해 계산된 값들을 사용하였다. 에머지와 화폐사이의 비율은 우리나라 전체 경제의 에머지 흐름과 화폐순환에 대한 분석으로부터 계산되었다.