

국제공동연구

2005-02

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입방안 연구

2005. 12

조정희 · 이정삼

 **한국해양수산개발원**
KOREA MARITIME INSTITUTE

□ 보고서 집필 내역

- ◆ 연구책임자
 - 조 정 희 : 제1~5장(총괄)
- ◆ 연 구 진
 - 이 정 삼 : 제4장 1절

□ 산·학·연·정 연구자문위원

- ◆ 이 광 남 (한국수산회)
- ◆ 장 창 익 (부경대학교)
- ◆ 최 종 두 (한국디지털대학교)
- ◆ Jon Sutinen (Univ. of Rhode Island)

목 차

Summary	i
요 약	iii
제1장 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 방법	3
제2장 이론적 접근	5
1. 전통적 어업자원관리의 개념	5
1) 단일어종 관리 / 7	
2) 복수어종 관리 / 14	
2. 생태계 차원에서의 어업자원관리의 개념	16
1) 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 / 16	
2) 해양생태계 분석모델 / 18	
제3장 국제적 논의 동향 및 해외사례 분석	21
1. 국제적 논의 동향	21
1) 발전과정 / 21	
2) 책임있는 어업을 위한 행동규범과 레이카비크 선언 / 26	

3) WSSD와 UN회의 / 30	
2. 사례 분석	31
1) 미국 / 31	
2) EU / 35	
3) 캐나다 / 37	
4) 호주 / 38	
5) 기타 / 39	
3. 제약사항 분석	39
1) 행정구역과 생태계 경계의 불일치 / 39	
2) 과학기술의 한계 / 40	
3) 예산제약 및 효율성 / 41	
제4장 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입 방안	42
1. 어업자원관리 실태와 문제점	42
1) 자원관리 / 43	
2) 자원조성 / 48	
2. 도입시 고려사항 및 전제조건	50
1) 법적 근거 / 50	
2) 해양생태계에 대한 과학적 지식 / 52	
3) 해양생태계 경계 / 54	
4) 어업인의 참여 와 국제협력 / 55	
3. 중장기 추진방향	56
1) 중기추진방향 / 56	
2) 장기추진방향 / 58	

제5장 결론 및 정책 기여	62
참고문헌	64
부 록	69
1. The Ecosystem Approach to Fisheries Management	69
2. 해양생태계내 책임수산업에 관한 레이캬비크 선언	96
3. Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem	100

표목차

〈표 3-1〉 생태계 접근법과 연관된 국제회의	23
〈표 3-2〉 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 연관된 국제회의	26
〈표 3-3〉 레이카비크 선언문의 권고내용	29
〈표 3-4〉 국립과학위원회의 권고사항	33
〈표 3-5〉 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 접근 절차	38
〈표 4-1〉 우리나라 자원관리 및 자원조성 수단	43
〈표 4-2〉 해양보호구역 관련 법령 현황	51
〈표 4-3〉 자원량과 연관된 조사를 위한 단기추진과제	57

그림목차

〈그림 1-1〉 연구추진 흐름도	4
〈그림 2-1〉 어업자원과 연관된 요소	6
〈그림 2-2〉 생태계 내에서의 상호 작용	6
〈그림 2-3〉 자유입어하의 SY, TC, 및 PEC	10
〈그림 2-4〉 최적자원량	13
〈그림 2-5〉 최적어획량의 추이	13
〈그림 2-6〉 물리적인 변화 스케일	18
〈그림 3-1〉 미국의 21세기 전략비전	34
〈그림 4-1〉 생태계 기반 지원조사 평가 흐름도	58
〈그림 4-2〉 생태계 기반 통합자원관리 시스템	60

SUMMARY

The ecosystem paradigm has emerged as the dominant approach to managing natural resources internationally because many scientists have begun to recognize the potential of ecosystem based fisheries management to improve the sustainability of fisheries resources. The approach recognizes that plant and animal communities are interdependent and interact with their physical environment to form distinct ecological units called ecosystems. These systems contribute to the production of fish, marine birds, and marine mammals that cross existing jurisdictional boundaries. The approach also recognizes that many human actions and their consequences, including marine pollution, extend across jurisdictional boundaries. Therefore, the shift away from the management of individual resources to the broader perspective of ecosystems has taken root in many government policy and programs.

In the literature review, many scientific modeling were reviewed. A simple approach for analysis of trophic interactions in fisheries resources, so called Ecopath with Ecosim, was introduced to show the usefulness and complexity of the ecosystem based approach.

In the Unites States, NOAA, the principal federal government agency concerning the ocean, has actively worked during the past 20 years to establish the scientific bases for an ecosystem approach to managing coastal and ocean living marine resources. However, the application of the ecosystem approach to

fisheries management in the United States is in the early stages of implementation. Fishery Ecosystem Plans are the vehicle for expanding and strengthening the application of ecosystem approach to fisheries management in federal fisheries. In the other countries, the ecosystem approach to fisheries management is not being applied evenly or comprehensively across jurisdictions, regions, or ecosystems.

The policies for ecosystem based fisheries resource management are based on the following principles: 1) managing along ecological boundaries, 2) ensuring coordination among national agencies and increased collaboration with local governments, and the public; 3) using monitoring, assessment and the best science available; and 4) considering all natural and human components and their interactions.

An effort to broaden and strengthen the scientific research program is needed to support an ecosystem approach to management of all coastal and ocean resources. Also, the future research include the following areas: (1) ecosystems and fishery impact assessments, (2) socio-economic considerations, (3) assessment of management measures, (4) assessment and improving the management process, and (5) monitoring and assessment.

taking ecosystem concept includes the use of other tools of management in addition to fisheries regulation measures, such as stock and productivity enhancement, provision of physical structure, or marine protected areas. Korea should seriously consider to take the ecosystem based approach to fisheries management, since major fish stocks are currently depleted to many reasons such as over-fishing and coastal pollution, etc..

제1장 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

- 전 세계 어업자원의 상당 부분은 최대지속가능생산량(Maximum sustainable yield)을 넘는 수준에서 이용되고 있음
 - 현재 거의 모든 해역에서 60~90%가 이미 남획 또는 고갈되었다고 해도 과언이 아님
- 세계 총 어획량을 보면 1988년 이래 잡는어업(Capture fisheries)에 의한 생산은 정체되어 있고, 양식에 의한 생산은 증가 추세에 있음
 - 따라서 FAO를 비롯한 여러 국제기구들이 인류의 공유재산인 어업자원을 회복시키기 위해 부단히 노력하고 있음
- 과거에는 어업자원 고갈의 원인을 주로 인간의 과도한 어획활동으로 여겨졌으나, 1990년대에 들어 이러한 생각은 바뀌고 있음
 - 특히, 단일어종 중심의 어업자원관리만으로는 지속가능한 수산업을 달성하는데 한계가 있다는 인식이 확산됨
 - 따라서 복수어종관리, 더 나아가서는 생태계를 기반으로 하는 어업자원의 관리의 필요성이 대두되고 있음
- 결과적으로 단일어종의 지속적 생산량을 목표로 하는 전통적인 어업자원관리는 더 이상 적절한 방법으로 인정되지 않고 있는 추세임
 - 어업이 생태계의 구조와 기능에 미치는 영향도 동시에 고려해야 한다는 개념으로 인식이 전환되고 있음

- 국제사회는 이와 같은 어업자원관리의 개념전환을 더욱 구체화하기 위해 생태계를 고려한 어업자원관리를 권고하는 레이카비크 선언(Reykjavik Declaration)을 채택하였음
 - 또한 2002년 요하네스버그에서 개최된 ‘지속가능한 개발을 위한 세계정상회의’에서는 ‘레이카비크 선언을 참고하여 2010년까지 생태계 접근법을 도입할 것을 권고’ 하였음
- 우리나라의 어업자원은 여러 가지 오염물질로 인한 해양생태계 악화 및 과잉어획으로 인해 매우 낮은 상태에 놓여있음
 - 이러한 고갈된 자원을 회복시키기 위하여 여러 가지 자원관리 수단 및 자원회복 수단들이 시행되고 있음
- 그러나 지금까지의 우리나라 어업자원관리는 자원상태를 과학적으로 규명한 후 이를 바탕으로 관리수단들이 설정되어져야 함에도 불구하고 일부 근해어업 대상어종을 제외하고는 자원평가가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정임
 - 또한 주로 특정어종을 대상으로 어획활동 혹은 어획량을 규제하는 수단을 채택하고 있음
- 더욱이 고갈되는 어업자원을 회복시키기 위해 인공어초사업 및 방류사업 등 여러 가지 사업을 실시하고 있음
 - 그러나 이런 사업들은 생태학적으로 상호 긴밀하게 연관되어 있음에도 불구하고 생태계차원의 종합적인 고려 없이 독자적으로 수행되어 효율성이 떨어지고 있음
- 따라서 우리나라의 고갈된 어업자원을 회복시키고 효율적인 관리를 위해서는 해양생태계를 구성하는 요소들을 가능한 종합적으로 고려하는 생태계를 기반으로 하는 자원관리 도입이 필요함
- 이 연구의 목적은 아직까지 우리나라에서 다소 생소한 개념인 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리의 국제 논의 동향을 소개하고

- 각국의 사례분석을 통하여 우리나라 실정에 맞는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입방안을 제시코자 함

2. 연구 방법

- 본 연구는 주로 문헌조사와 정성분석을 통해 이루어졌음
 - 외국사례분석 중 미국은 로드아일랜드 대학(University of Rhode Island)측 연구자 및 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration)과 메릴랜드 대학(University of Maryland) 등 과제 관련 기관을 방문하여 관계자와 면담하였음
 - 이외에도 국제기구 및 국제협약에서 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리와 연관된 문헌들을 분석하였음
 - 또한 국내 어업자원관리 분석은 주로 해양수산부의 자료를 기초로 이루어졌으면 현재 진행 중인 '수산자원회복계획'의 내용을 참조하였음
 - 더욱이 분석결과와 도출된 결과를 검증하기 위해 전문가의 의견을 수렴하였음

제2장 이론적 접근

1. 전통적 어업자원관리의 개념

- 전통적인 어업자원관리는 단일어종 수준에서 가입(Recruitment)과 성장, 자연사망, 어획사망과 같은 네 가지 요소만을 고려하였음
 - 그러나 어업에 이용되는 수산자원은 해양생태계의 한 부분이고, 많은 종들은 서로 먹고 먹히는 관계에 있거나 또는 서로 경쟁하는 관계에 있음
 - 또한 어업인에 의한 어획 혹은 과잉어획으로 인한 생태학적 변화도 일어나고 있음

- 최근에 들어 어업자원을 관리하는데 전통적인 단일어종 접근방식에서 복수어업 분석방법으로 점차 발전되고 있음
 - 더욱이 지속가능한 어업을 유지하기 위해 생태계 차원의 종합적인 어업자원관리 방식으로의 인식전환이 점차 강조됨

1) 단일어종 관리

(1) 생물학적 분석

- 기존의 어업자원관리는 자원을 효율적으로 이용하기 위하여 개체군 수준에서 분석된 자원상태를 양적으로나 질적으로 바람직한 수준으로 변화시키거나, 혹은 유지시키는데 목표를 두어 왔음
- 효과적인 자원평가와 관리를 위해서는 가입수, 자연사망에 의한 개체수, 어획사망에 대한 개체수 등을 명확히 파악하여 자원변동의 구체적인 법칙성을 구하는 것이 필요함
 - 그러나 실제적으로 이러한 요소들은 수산자원이 속해 있는 생태계의 환경에 의해서도 영향을 받음

(2) 경제학적 분석

- 생물경제모델에서 가장 대표적인 것이 고든-쉐퍼(Gorden-Shafer) 모형이고 이 모델에서 생물학적인 성장모델은 로지스틱 성장함수(Logistic growth function)를 기초로 하고 있음
- 정태분석의 경우에는 어업자원의 적정이용에 있어서 시간의 흐름에 따른 어업인의 선택과 생물학적인 동태(Dynamics)를 고려하지 않음. 그러나 어획을 다음시기로 미루게 되면, 이에 따른 편익과 비용이 발생하게 됨
 - 편익의 경우 어획을 다음시기로 미루게 됨에 따라 어업자원의 자연성장에 따른 자원량의 증가로 인해 자원지대가 늘어남
 - 비용의 경우에는 어획으로 인한 어업수익을 다음시기로 미룸으로써

투입노력량에 대한 이자 등과 같은 손실임

- 어업의 동태적 분석에서는 이와 같이 자원의 시간적 배분에 따른 편익과 비용 발생을 고려하여 각 시기의 어획량을 결정함. 즉 동태적 어업자원의 효율성은 각 시기에 어업에서 얻어지는 경제지대에 대한 현재 가치의 합이 극대화됨으로써 이루어짐
- 자원에 대한 동태적 생물경제모델의 목적함수는 현재가치로서 순사회적편익(Net social benefit)을 최대화하는 것인데 이에 대한 필요조건은 아래와 같음
 - 식(3-1)은 이자율과 어업자원의 성장변화율이 일치하는 곳에서 이윤의 극대화가 이루어진다는 것을 보여줌

$$\begin{aligned}\frac{\partial H^{cv}}{\partial h} &= U'(h) - m = 0 \\ \Rightarrow U'(h) &= m \\ \dot{m} &= -\frac{\partial H^{cv}}{\partial X} + \delta m \rightarrow \text{adjoint equation} \\ &= -mG'(X) + \delta m \\ \Rightarrow G'(X) &= \delta \text{ --- Equation 3.1}\end{aligned}$$

- 결론적으로 경제학적 분석에서도 단지 한어종의 어획량과 자연증가율 등만을 고려하였음
 - 왜냐하면 여러 어종간의 상관관계, 해양생태계 구성요소의 관계 등을 고려하는 분석은 이론적으로 설명하기가 어렵기 때문임
 - 그러나 상관관계와 연관된 수식 및 데이터가 가능하다면 시뮬레이션 모델을 최적어획량 추정이 가능함
 - 따라서 현재 거의 모든 어종관리에 있어 최적 어획량 추정은 단일 어종을 중심으로 분석한 추정치에 기초하고 있음

2) 복수어종 관리

- 복수어종어업(Multi-species fisheries)관리란 두개 또는 그 이상의 어종들이 서로 직접적 또는 간접적으로 영향을 주는 것을 의미함
 - 복수어종어업은 생물학적인 요인과 기술적인 요인으로 분류됨
 - 생물학적인 요인은 생물학적인 상호작용 (포식자와 피식자간의 상호작용, 경쟁, 서식지의 중복 등)이 어종들 사이에 존재하고 있음
 - 기술적인 요인은 해양생태계에 어업이 작용함에 따라 발생하는데 관련되는 종의 수가 증가함에 따라 더욱 복잡해지며 이 복잡성은 어종간 연관성 크기의 함수로 나타낼 수 있음
- 대부분의 어업은 생물학적 요인과 기술적인 요인 간에 상호의존성을 가짐
 - 따라서 주요 어종들의 상호작용은 두 가지의 요인들이 복잡하게 작용됨에 따라 복수어종어업에 대한 관리방안을 도출하기가 매우 어려움

2. 생태계 차원에서의 어업자원관리의 개념

1) 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리

- 여러 어종을 어획하는 어업을 대상으로 하는 복수어종 관리가 도입됨에 따라 생태계 내에서의 해당 어종들 간의 상호 관계를 어느 정도 어업관리에 반영하고 있음
 - 그러나 어류의 생체량 변동에 영향을 미치는 많은 요소들 중에서 오직 소수만을 고려한다는데 그 한계가 있음
 - 따라서 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 이러한 한계를 극복하기 위해 고안되었는데 기존의 ‘생태계 관리(Ecosystem management)’와는 구별됨
- 생태계관리 개념은 1972년 인류 환경에 관한 스톡홀름 회의에서 국제적인 지지를 받은 이래 1992년 유엔환경개발회의, 생물다양성 협약에

서 점차 그 중요성을 인정받아 왔음

- 생태계관리의 핵심은 사회에서 필요로 하는 가치를 지속적인 수준으로 생산해 낼 수 있도록 생태계를 유지시키는데 있음

○ 그러나 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 어업이라는 특정 해양자원을 관리한다는 측면에서 생태계 관리보다는 범위가 제한됨

- FAO의 '생태계를 기반으로 하는 어업관리' 는 어업과 관련하여 생태계가 식량, 이윤, 고용 및 기타 서비스나 생계수단을 창출하는 능력을 지속시켜서 현세대뿐만 아니라 후세들에게 그 혜택을 누릴 수 있도록 하는 것을 목표로 함

○ 전통적인 어업관리는 생물학적 한계 내에서 주어진 생태계로부터 어업자원을 매년 어떠한 방법으로 얼마만큼 어획해야 하는지를 결정하는 것임

- 그러나 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 자원을 어획함으로써 장래에 생태계에 미칠 수 있는 영향과 이에 따른 생산량의 변화를 예측하면서 생태계 내의 종과 유전적 다양성을 유지하면서 경제적인 손실이 없이 적정량의 수산자원을 이용하는 것임

2) 해양생태계 분석모델

○ 어획 활동이 생태계에 미치는 영향은 직접적인 형태와 간접적인 형태로 나눌 수 있음

- 직접적 영향은 상대적으로 보다 쉽게 측정하거나 정량화 할 수 있음
- 그러나 어획이 생태계에 미치는 간접적이고 장기적인 영향은 정량화하고 예측하기가 훨씬 더 어려움

○ 현재의 과학수준으로는 이러한 영향을 정량화하거나 예측하는데 한계가 있고, 예측한다 하더라도 예측결과와 부정확성과 해양생태계의 불확실성이 존재함

- 지금까지 개발된 대부분의 생태계 모델의 대부분은 실용성보다는 이론적인 부문에 주로 치중되어 왔음

- 또한 이런 모델들은 한 지역의 현상만을 설명하고 있으므로 다른 해역에 일반화시키기가 어려웠고, 이들을 사용하여 생태계 과정을 이해하거나 생태계 현상을 예측하는 것은 불가능함
- 최근에는 생태계를 구성하고 있는 생물 간의 관계를 영양 역학적으로 해석하는 보다 실용적인 생태계 모델에 대한 연구가 점차 활발해 지고 있음
 - 생태계 차원으로 확장시킨 모델에는 생체량역학모델과 Ecopath모델이 있음
 - Ecopath모델은 주어진 시스템에 대한 정보를 요약할 수 있고 이 모델을 사용해서 생태계의 구조와 기능을 설명해 주는 다양한 생태계 특성을 계산하고 이 값들을 다른 생태계의 값들과도 비교할 수 있음

제3장 국제적 논의 동향 및 해외사례분석

1. 국제적 논의 동향

1) 발전과정

- 20세기 말 해양자원의 과도한 이용으로 인한 자원감소와 생태계 파괴가 심각해지면서 인간의 해양에서의 활동을 규제해야 한다는 논의가 확산됨
 - 유엔해양법협약 이후 유엔환경개발회의에서 채택된 아젠다 21등의 영향으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 관련한 여러 협약들이 성립되었음
 - 특히 아젠다 21은 해양관리에 생태계 접근법을 직접적으로 적용하였는데, 제17장에는 해양과 연안역 관리 및 개발에 관한 통합적 관리와 예방적 접근법을 적용하도록 주창함

- 1995년에 제정된 유엔어족자원협정은 해양생물자원의 장기적 보존과 친환경적 이용을 목표로 함
 - 또한 예방적 접근법, 생물다양성 보호 및 어업자원의 친환경적 이용을 다루고 있음
- 1995년 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범은 해양법협약에 비하여 생태계 관리의 관점에 근접해 있다고 할 수 있음
 - 그러나 Agenda 21이나 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범은 법적 구속력이 없는 형태임
- 지역 수산 및 해양기구에서도 생태계 접근법을 비교적 적극적으로 수용하고 있음

2) 책임있는 어업을 위한 행동규범과 레이카비크 선언

- 1995년 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범은 어업과 관련한 여러 환경 요소를 종합적으로 고려하여 어업관리를 하여야 한다는 권고에 관해 가장 영향력 있는 문서로 인정받고 있음
 - 이 행동규범은 생태계를 기반으로 하는 어업관리 개발에 적용할 수 있는 9가지의 생태계 관리 원칙들을 포함하고 있음
- FAO는 생태계관리원칙들을 각 회원국의 국내 정책에 반영시키기 위해 2001년에 해양생태계내 책임수산업에 관한 회의를 개최하였음
 - 이 회의에서는 해양의 다른 생물체와 이를 둘러싼 환경을 고려한 수산업관리로의 방향 답은 레이카비크 선언문을 채택하여 2002년 9월 요하네스버그에서 개최되는 지속개발 세계정상회의에 제출하였음
 - 더욱이 이 선언문은 현행 어업관리의 생태계 관리 요소를 더욱 강화하도록 권고하고 있음
- 결론적으로 레이카비크 선언문은 기존의 국제사회에서 채택된 FAO 책임 수산업 행동규범 및 4개의 관련 국제행동계획의 내용 중 생태계 고려사항에 특히 초점을 맞추어 그 이행을 강조한 정치적이고 선언적인 문서임

- 따라서 향후 세계 수산업 관리의 방향을 설정하는 중요한 지침으로서의 역할을 할 것임

3) WSSD와 UN회의

- 2002년 남아프리카의 요하네스버그에서 개최된 ‘지속가능한 개발을 위한 세계 정상회의’에서 이행계획이 채택되었음
 - 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 관련해서는 특히, 해양환경 내의 책임있는 어업에 관한 레이카비크 선언을 참고하여, 2010년 까지 생태계 접근법을 도입을 권고함
- 국제적 차원에서 해양생태계 보호 의무를 규정하고 있는 협약으로는 유엔해양법협약, 생물다양성협약, 유엔공해어족보존협정 및 FAO 책임 수산업행동규범 등 여러 가지 법적 문건을 가지고 있음

2. 사례 분석

- 각국의 어업과 환경에 관련한 기관들은 단일어종 관리의 한계성을 극복하기 위해서는 효율적인 통합관리가 필요하다는 인식을 함
 - 따라서 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 원칙을 채택하기 시작하였음
- 그러나 대부분의 국가들은 직접적으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 도입하여 시행하고 있지 않고, 주로 간접적인 방법으로 관련 이론들을 채택하여 시행하고 있음
 - 이는 많은 국가들이 여러 가지 제약에 따라 이 관리 수단을 적극적으로 도입하기가 어렵기 때문임

1) 미국

- 미국 연방수역내의 목표어종들에 대한 관리는 1976년에 처음 제정된 후 1996년에 수정된 맥너슨스티븐슨어업보존관리법에 주로 의존하고 있음

- 이 법을 집행하기 위해서 각 지역들이 따라야 할 국가기준지침이 마련되어 있는데 이 지침에서는 최대지속가능 생산량은 생태학적 및 환경 조건을 고려해서 하나의 자원이나 자원 복합체로부터 취할 수 있는 생산량이 되어야 한다고 명시하고 있음
- 더욱이 부수어종을 보호하기 위해 ‘보전과 관리는 가능한 한 혼획을 최소화하고 혼획이 불가피한 경우에는 혼획에 의한 사망률을 최소화해야 한다’ 고 명시하였음
- 미국의 국립과학위원회(National Research Council)가 제시한 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 정의는 “어업을 관리할 때에 생태계의 모든 구성요소 및 관련 서비스들을 고려하고, 환경친화적 이용이라는 목표를 달성하기 위하여 보다 광범위한 생태계의 메커니즘(Mechanism)을 이해하는 것이다” 라고 정의됨
- 이러한 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위하여 어업관리자들은 목표어종이 속한 먹이사슬 내의 관계, 기후와의 연관성, 어류와 서식지와의 관계, 어획활동이 어류자원과 그 서식지에 미치는 영향 등을 고려해야 함
- 최근 들어 미국해양정책위원회(U.S. Commission on Ocean Policy)는 해양에 관한 보고서를 발간하였음
- 이에 따르면 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 개발하기 위한 방편으로 해양구역화(marine zoning)를 권장함
- 미국 해양대기청(NOAA) 은 21세기를 위한 전략비전(Strategic Vision)을 수립하면서 4가지 목표를 설정함
- 이 네가지 목표 가운데에서도 생태계 기반 관리를 최우선 순위로 설정하여 이를 달성하기 위해 노력하고 있음

2) EU

- EU 회원국과 노르웨이의 해양환경국 장관들은 1997년 3월 회의를 열

- 어 어업과 환경문제 통합에 관한 선언문을 채택하였음
- 또한 이 회의는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리와 관련한 원칙들을 제시하였는데 특히, 어업, 환경 보호, 보존 및 관리 조치를 통합할 때에는 최선의 과학정보 이용을 전제로 하여야 한다고 지적하였음
- EU는 2001년에 ‘공동어업정책의 미래에 관한 보고서’를 발간하여 해양생태계의 기능에 대해 축적된 지식과 정보가 부족함을 지적하였음
- 또한 어업이 공동어업정책의 환경보호와 관련된 문제점을 어떻게 약화시키는지 그 요인들을 지적하였음
- 최근에 EU는 유럽해양정책을 개발하고 있으며, 이 정책은 지역별로 생태계 접근법을 어떻게 적용시키고 이행시킬 것인가를 다룰 예정임

3) 캐나다

- 캐나다의 1996년 해양법은 생태계 관리에 관한 규정을 포함하고 있음
- 이 법은 환경친화적 개발, 통합적 관리 및 예방적 접근법의 이론을 근간으로 해양관리 전략을 개발하고 이행하도록 하고 있음
- 2002년 캐나다 해양정책은 통합관리 이론, 해양자원의 보존과 지속적 이용을 위하여 필요한 요소를 포괄적으로 고려하여 인간활동을 관리할 계획을 입안할 것을 강조함
- 본 정책은 생태계를 기반으로 하는 관리 접근법을 강조하고 있으며, 동시에 광역해양관리수역의 개념도 소개함
- 2004년에 캐나다 수산해양부는 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 “인간활동을 적절히 관리하여 생태계의 구조, 기능 및 전반적인 해양환경의 질(quality)이 적정수준에서 유지되도록 하는 것”으로 정의하였음
- 또한 생태계를 기반으로 하는 통합관리를 위하여 17개의 해양생태지역(Marine ecoregion)을 지정하였음

4) 호주

- 호주는 1998년 해양정책에 따라 생태계 관리뿐만 아니라 생태계를 기반으로 하는 어업관리도 시행하고 있음
 - 생태계를 기반으로 하는 해양계획수립 및 관리의 목적은 모든 해양의 생태적 과정을 유지하고, 진화에 의한 변이를 포함한 해양의 생물다양성을 보존하며, 모든 해양토착생물들이 해당 기능을 하는 데 필요한 정도의 개체수를 유지하게 하는 것임
 - 본 해양정책의 효과적인 이행을 위한 ‘해양계획 및 관리 정책지침서’를 만들었음

5) 기타

- 네덜란드는 생태계 접근법을 주요 관리 목표로 삼고 있음
 - 현재 북해의 생태계 관리 목표를 설정하는 과정 중에 있음
 - 그러나 어업관리와 보존에 관한 중요 법안인 1963년 어업법은 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 적용하지 않고 있음
- 이외에도 뉴질랜드의 1996년 어업법 및 남아프리카의 1998년 해양생물자원법은 생태계 관리와 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 동시에 적용하고 있음

3. 제약사항 분석

- 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 이론적으로 해양환경과 생물을 보호함과 동시에 어업의 이익도 유지하게 해주므로 이상적인 관리형태임
 - 그러나 현실적으로는 여러 가지 제약상 여러 국가와 지역 수산기구 등은 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 적극적으로 도입하기 보다는 생태계 관리 원칙들을 어업관리에 제한적으로 도입하여 시행하고 있는 실정임

1) 행정구역과 생태계 경계의 불일치

- 성공적인 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위해서는 정확한 개별 생태계 또는 광역생태계 별로 관리가 필요함
 - 그러나 협약에 의한 관할 구역은 특정 어종의 관리에 초점을 맞추고 있음
 - 해양법 협약에 명시된 해양 관할 구역들도 생태계를 근간으로 획정되어 있지 않음
- 특히, 우리나라의 경우 경계 왕래성 어종들이 주변국 해역까지 회유함으로써 이들에 대한 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 시 주변국과의 협력은 필수적이라 할 수 있음

2) 과학기술의 한계

- 해양생태계와 그 요소들 간의 기능적 상호 관계를 모두 파악하는 것은 매우 복잡하며, 정교한 과학 기술을 동원해야만 가능할 것임
 - 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 이러한 기능적 상호 관계뿐만 아니라 모든 자원의 생체량과 생태계 내의 에너지 흐름에 관한 정보도 추가적으로 요구하므로, 더욱 복잡해질 것임
- 지금까지 개별 국가 또는 국제기구가 축적한 데이터로는 충분히 필요한 정보를 얻을 수 없음
 - 따라서 과학기술의 한계가 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 시행하는데 큰 걸림돌이 될 수 있음

3) 예산 제약 및 효율성

- 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 시행하는 것은 매우 복잡하며, 과학적 관점에서 검토해 보아도 시행하기 전에 우선 해결해야 할 과제가 많음
 - 또한 그러한 복잡한 관리를 시행하고, 필요한 정보를 얻기 위한 연구

- 를 실시하기 위해서는 충분한 예산이 필요함
- 그러나 현실적으로는 모든 국가가 충분히 많은 예산을 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위해서 책정 할 수는 없는 실정임
- 비용효율적 측면에서도 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 단순히 단일어종 관리 또는 복수어종 관리에 비해서 현재에는 단기적으로 비효율적임
- 그러나 장기적으로 볼 때, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 어업자원관리에 있어 나아가야 할 방향임에는 틀림이 없고 계량화 할 수 없는 이익(benefit) 또한 창출될 것임
- 결론적으로 과학적 측면에서 생태계 관리 모델은 매우 유용하며, 여러 전문 분야의 협력에 의한 관리 및 연구가 용이하다는 점에서 관심을 끌고 있는 것임
- 그러나 여러 국가들은 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 당장 시행해야 하기 보다는 생태계에 관한 관심과 이에 대한 연구가 어느 정도 축적된 이후에나 시행할 수 있을 정도의 목표치로 간주하고 있음

제4장 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입 방안

1. 어업자원관리 실태와 문제점

- 우리나라에 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념을 도입하기 위해서는 먼저 우리나라의 어업자원관리 수단에 대한 정확하고 현실적인 인식이 필요함
- 왜냐하면 문제점 인식을 바탕으로 우리나라 현실에 맞는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 방안이 도출 될 수 있기 때문임
- 더욱이 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 현재의 어업관리 수단을 대체하는 것이 아니라 중장기적으로 생태계를 고려하는 개념 하에서

현재의 수단들을 수정하고 보완하는 것이기 때문임

- 우리나라의 어업관리는 전통적으로 어선어업의 허가제를 근간으로 하여 진입규제와, 어구, 금어기, 망목규제와 같은 기술적인 통제수단을 사용하다가 1999년부터는 어획량을 통제하는 ‘총허용어획량’ 제도를 도입하여 같이 사용되고 있음
 - 더욱이 자원조성사업의 일환으로 인공어초사업, 종묘방류사업 등도 활발히 시행되고 있음
- 어업자원관리수단을 성격에 따라 분류해 보면 크게 규제적인 수단인 자원관리와 자원조성으로 나눌 수 있음
 - 자원관리에는 어획노력량 규제, 어획량 규제, 기술적 규제, 조업구역 규제를 포함하고 있음
 - 자원조성에는 환경관리, 어장조성, 자원첨가, 바다 목장이 있음

1) 자원관리

(1) 어획노력량규제

- 현행 자원관리 수단 중 어획노력량 규제를 위해 허가정수, 선복량 제한, 어구사용량설정, 어구실명제, 어선 감척 등과 같은 수단들이 사용됨
 - 이중 허가정수는 업종·지역간 어업분쟁 조정 및 어업의 균형발전을 도모하고자 어획능력 확대를 사전에 제한하는 것임
 - 그러나 기존의 허가정수는 자원상태에 대한 고려 없이 설정되고, 그 자체만으로는 시행효과를 거두기 어렵기 때문에 산출량규제 방식과 같은 다른 규제 수단과 병행할 필요가 있음
- **선복량 제한**은 허가 정수와 더불어 대표적인 어획노력량 규제 수단임
 - 어업자원 수준이 어획노력량에 비해 낮은 것으로 평가됨에 따라 어선세력 증가를 억제하기 위해 근해어업 전 업종에 신규허가를 금지하였음
 - 그러나 어선대체시 어선규모를 늘림으로 어획강도가 계속적으로 증가하고 있음

- 현재 어업인들이 **어구**를 사용함에 있어 수산자원의 관리나 장기적인 수익보장 측면 등을 고려하지 않고 임의적으로 과다하게 사용되고 있는 실정임
 - 그럼에도 불구하고 어선규모별로 어구사용에 대한 최소한의 기준이 없어 자원고갈의 원인이 될 수 있음
 - 따라서 이에 대한 개선으로는 어구사용량제한의 실효성을 확보를 위해서는 어구 실명제의 병행이 필수적이라 할 수 있음
- 어획노력량 규제 수단 중 가장 대표적인 것이 **어선감척임**
 - 어선감척은 어획능력 감소를 통한 자원회복 및 잔류어업인 소득증대를 도모하기 위한 수단으로 시행되고 있음
 - 그러나 과학적인 자료를 근거로 감척계획이 세워지기 보다는 부족한 과학적 자료에 의거하여 계획이 수립되고 있음
 - 또한 정책설정에 있어서 특정어종 및 어업을 중심으로 한 구체적인 정책 목표를 제시하기보다는 우리나라 어선어업이 안고 있는 국내외적인 문제를 어선감척을 통하여 해결하려는 측면이 강하다고 할 수 있음
 - 어선감척정책이 실질적인 어획노력량을 감소시키는 정책임에도 불구하고 어선척수이외의 신규 어획노력량을 규제하지 못하거나, 감척대상이 아닌 업종에서의 유희어선이 조업에 참여함으로써 실질적인 어획노력량 감소효과를 거두기가 어려운 실정임
 - 따라서 감척 그 자체만으로는 실효성을 가지기 어려우므로 기술적 규제와 병행되어야 하고, 더욱이 감척사업의 목표를 자원관리에 중점을 두어 단순화할 필요가 있음
 - 또한 감척 목표는 특정어업, 특정지역에 대한 구체적인 물량으로 제시하고, 목표량은 어선척수 뿐만 아니라 어선톤수, 마력수도 포함되어져야 함

(2) 어획량규제

- 어획량규제 중 TAC는 산출량규제에 있어 가장 대표적인 관리수단임
 - 우리나라의 경우 배타적 경제수역이 선포되면서 총허용어획량에 의한 어업관리 제도를 채택해서 2004년 현재 7개 어업에 9개 어종을 대상으로 하여 실시되고 있음
 - TAC제도는 중요 관리대상 어종에 대한 과학적 자원조사를 바탕으로 지속적인 어획이 가능하도록 총허용어획량을 제시하는 것임
 - 그러나 가장 기초라 할 수 있는 자원량 추정이 제대로 이루어지지 않을 경우 자원감소가 더욱 가속화될 수 있으며, 어획량 할당이 이루어지지 않을 경우에도 단기간에 경쟁이 가속화되어 자원에 대한 부정적인 영향이 심화될 수 있음
 - 따라서 TAC 대상어업이나 어종에 대하여 현실적인 자료나 정보에 적합한 자원평가모델이 개발되어야 하고 이를 이용하여 신뢰성 있는 과학적 TAC를 산정할 수 있도록 하여야 함
 - 더욱이 우리의 인접국인 중국 및 일본과 공동으로 이용하는 어종과 우리나라 어업인들만 어획 할 수 있는 연안 어종에 대한 TAC 산정시 각각의 기준이 마련되어야 함
- TAC 할당제는 총허용어획량중 어획량 할당을 통해 어업인간의 경쟁을 완화하며, 동시에 어업인의 조업경비 과다 지출로 인한 경영악화를 예방하는 기능을 할 수 있음
 - 이러한 할당제는 고비용 비능률적인 어업인에게도 어획량이 할당되어 어업전체의 효율성을 저하시킬 수 있는 단점도 가지고 있음
 - 따라서 일률적 할당방식을 택하기보다는 어업, 어종 및 대상어업인들의 특성을 감안하여 다양한 형태를 취하는 것이 효율적인 제도 시행을 위하여 필요함
 - 또한 할당량은 고정량보다 변동비율제로 하여 자원상태에 따라 TAC를 연동되도록 하여 어업인 스스로가 자원량이 늘어남에 따라 자신의 할당량도 동시에 늘어난다는 인식을 갖게 함으로써 자원보존에 적극

적으로 참여할 수 있게 할 필요가 있음

(3) 기술적 규제

- 어선어구 제한 및 금지, 금어구, 금어기 등과 같은 기술적 제한은 어획 능력과 자원에 대한 부정적인 영향을 감소시킬 수 있으며, 치어보호에도 효과적임
 - 또한 이러한 수단은 어업별 상황을 고려하여 조업활동을 규제할 수 있음
 - 그러나 이러한 규제수단은 기술적 대체로 어획능력이 다시 증가하거나, 불법행위에 대한 단속이 어려움

(4) 조업구역 규제

- 조업구역을 규제하는 수단으로는 특정어업금지구역, 보호수면, 육성수면, 수산자원관리 수면 등이 있음
 - 조업구역규제는 금지구역에서의 어업인의 이해관계가 얽혀 어업인간의 분쟁이 일어나기도 함
 - 특히 특정어업금지구역 설정과 관련해서 어업인간의 분쟁이 유발됨으로 업종별 분쟁완화를 위한 협의체운영 및 자율관리어업과 연계한 지도를 강화할 필요가 있음
- 보호수면은 수면의 이용규제를 통한 수산동물의 산란 및 수산동물의 종묘발생이나 치어의 성장보호를 위한 절대보존지역으로 시도지사의 신청에 의해 해양수산부 장관이 지정함
 - 보호수면제도는 해역별 관리정책에서 가장 강력한 관리정책으로 평가할 수 있으나, 현실적으로는 지자체실시 이후 지역개발압력으로 보호수면이 해체되어 양식장으로 개발되는 경우도 있음
 - 따라서 수산자원회복에 있어 가장 적은 비용으로 효과적인 자원회복 효과를 낼 수 있도록 산란장 및 치어육성 지역에 대해 보호수면제도를 적극적으로 활용할 필요가 있음

- **육성수면**은 해면에 정착성 수산동식물이 대량 서식하는 수면 또는 수산 자원의 조성을 위해 수산종묘를 방류하거나 시설물을 설치한 수면을 말함
 - 이러한 육성수면은 이용자격과 수 제한으로 갈등을 초래하기도 함
 - 따라서 육성수면은 수산자원관리 수면으로 통합하고, 보호수면 및 수산자원관리수면을 적극적으로 활용할 필요가 있음
- **수산자원관리 수면**은 인공어초 또는 바다목장 시설물을 설치했거나 설치할 예정인 수면에서의 어업적 이용 목적에 의해 지정됨
 - 이 수면을 자원회복어종에 따라 지정할 경우 자원회복효과를 높일 수 있음
 - 그러나 관리수면의 확대지정과 관련하여 이용하는 어업인간의 갈등이 초래되기도 함
 - 향후 수산자원관리 수면과 같은 해역별 관리가 강화되면 해당지역에서는 기존의 관리 수단을 이용자단체(자율관리어업위원회)가 자율적으로 조정할 수 있도록 불필요한 규제는 완화하여야 함

2) 자원조성

(1) 환경관리

- 자원조성 분야 중 환경관리수단에는 어장정화, 저질개선, 해적생물 구제, 배출수 규제 및 친환경적인 어구개발이 포함됨
 - 어장정화, 저질개선, 해적생물 구제 및 배출수 규제는 어장관리법에 의거하여 실시되며 연안오염방지 및 연안생태계 개선을 그 목적으로 함
 - 그러나 이러한 사업들은 대규모 예산이 필요로 하는 사업이므로 예산의 집중적인 지원이 어려움
 - 따라서 한정된 예산으로 정책의 효율성을 높이기 위해서는 주요 산란장과 성육장을 중심으로 집중적인 지원이 필요함
 - 현재 사용되고 있는 어구보다 생산성은 증대되지만 인건비 등 어업경비가 절감되고 생태계에 부정적인 영향을 적게 미치는 환경친화적인

어구가 개발 되어져야 함

(2) 어장조성

- **해중립 조성**사업은 수중 동식물의 인위적인 서식환경을 제공하여 생태계복원, 자원증대 및 어업인의 소득을 증대시키는 기능을 가지고 있음
 - 사업시행에 있어서는 해중립의 증대와 갯녹음 복원사업으로 나눠 실시해야 하나 체계적인 구분 없이 수행되고 있으며, 대상어종에 대한 과학적인 조사도 미흡함
 - 또한 철저한 검증 없이 사업이 수행됨에 따라 시행에 따른 효율성이 낮고, 수행된 사업에 대한 사후관리가 미흡함
 - 따라서 해중립 조성을 위한 철저한 사전조사 수행후 본 사업을 수행하고, 사업수행은 예비사업과 본 사업으로 분리하여 철저한 검증체계를 확립하여 수행하여야 함
- **인공어초사업**은 소규모인 경우가 많고 출현어종, 생태, 시설형태, 어초종류, 어법 등 종합적인 조사가 장기간에 걸쳐 이루어 지지 못하고 있어 단기적인 조사로 적지를 판정하고 있음
 - 더욱이 인공어초 적지조사시 인공어초 시설 이전의 자원상태 및 환경에 대한 충분한 분석이 실시되지 못한 상황에서 어초시설이 이뤄져 인공어초사업의 효과에 대한 분석이 어려운 실정임
 - 인공어초사업을 효과적으로 시행하기 위해서는 바다목장사업 및 자율관리사업과 연계가 필요하며, 해역별 특성에 맞는 환경친화적인 어초개발과 적지조사가 필요함
 - 또한 인공어초 시설후 해역에 대한 이용관리에 대한 주체를 명확히 하고 이용방법에 대한 한정조치를 취할 수 있는 수산자원관리 수면 등의 지정을 통해 적정한 방법으로 인공어초가 이용 관리되어져야 함

(3) 자원첨가

- 자원첨가의 주요 수단인 종묘방류 사업은 기르는어업육성법 9조에 근

- 거하여 자원을 첨가하여 어업소득을 증대시키는 것이 목적임
- 그러나 환경수용력, 자원상태 및 집단에 미치는 영향과약 및 효과조사 등 체계적인 계획이 없이 물량위주의 사업형태로 진행되고 있음
- 또한 무분별한 종묘 및 양식종묘를 방류함으로써 생태계에 악 영향을 끼치고 있음
- 따라서 지역에서 생산된 건강하고 유전적 다양성이 높은 친어를 확보하고 각 지역의 환경수용력을 고려하여 인증된 업체에서 방류하게 하여야 함

(4) 바다목장

- 통영바다목장의 조성 및 관리 사업은 아직 본격적으로 시행되지는 않고 있으며 현재 연구단계에 있는데 생태계 기반 관리 방식으로 추진할 계획을 가지고 있음

2. 도입시 고려사항 및 전제조건

- 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 관점에서 볼 때 우리나라의 기존 수산자원관리에 있어 가장 큰 문제점은 자원상태를 과학적으로 추정하여 이를 바탕으로 자원관리 정책이 수립되어야 함에도 불구하고 일부 근해어업 대상어종을 제외하고는 자원평가가 제대로 이루어지지 않고 있음
- 더욱이 여러 가지 수산자원과 관련된 정책들이 생태계를 기반으로 유기적으로 활용되어야 하는데, 현재는 각각의 수단들이 개별적으로 이루어져 어업자원량 회복효과를 극대화 하는데 한계가 있음

1) 법적 근거

- 우리나라에서 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기 위해서는 제도가 마련되어야 함
- 즉, 어업자원관리를 포함한 해양생태계를 기반으로 하는 통합적인 관

리시스템을 구축하기 위해 이를 적절한 기존 법률에 명시하거나 필요시에는 입법도 추진해야 함

- 해양의 자연환경 및 생태계 중심의 해양관련 보호구역을 체계적으로 규율할 수 있도록 여러 부처에 산재에 있는 관련 법률의 제도적 기반 마련이 필요함
- 미국의 예를 보면, 국가의 법률로 생태계 차원의 관리를 명시하고 있음

2) 해양생태계에 대한 과학적 지식

- 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기 위해서는 연구 활동을 강화해야 함
 - 특히, 해양환경조사, 생태계조사, 어업자원조사, 지구온난화와 같은 기상/기후 모니터링에 관한 연구가 필요함
 - 그러나 우리나라의 현실을 볼 때 현재까지의 과학적 지식수준은 이러한 종합적인 개념을 만들기에는 부족한 면이 없지 않음
 - 특히, 생태계의 과정이나 생태계의 역학에 대해 지식은 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 적극적으로 도입하기에는 상대적으로 부족함
- 따라서 우선적으로 필요한 연구 분야로서 다음의 세 가지를 생각해 볼 수 있음
 - 첫 번째는, 어업이 해양생태계에 미치는 영향을 이해하는 연구이고, 두 번째는 해양생태계의 상태와 변동성을 모니터링 하는 것임. 마지막으로 모든 어업자원관리의 기초자료인 자원량 평가에 대한 연구임
 - 이외에도 개별적으로 여러 기관에서 이루어지고 있는 연구결과를 통합하여 공유할 수 있는 시스템 구축도 필요함

(1) 어업이 생태계에 미치는 영향 연구

- 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 도입되기 위해서는 어획활동이 생태계에 미치는 영향에 대한 연구가 필요함

- 그러나 어업이 생태계에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하더라도 해양생태계의 불확실성이 존재하므로 예방적접근 방법을 적용하여야 함

(2) 생태계 모니터링

- 어류자원의 모니터링은 대부분의 국가에서 해양생태계 내 다른 어떤 그룹보다 훨씬 폭넓게 수행되고 있음
 - 모니터링되는 자료는 수산자원의 관리에 다양한 방법으로 사용되어지고 있고 어류자원의 모니터링 결과는 어업관리에 필요한 자원평가의 주요 입력자료로 사용됨
 - 그러나 이러한 관계가 아직 불명확하여 이론수준에 머물러 있어서 관리에 크게는 활용되지 못하고 있는 실정임
 - 따라서 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 연관된 과학적 요소들에 대한 모니터링이 더욱 필요함

(3) 자원량 평가

- 수산자원량에 대한 과학적 불확실성은 자원평가에 큰 영향을 미침
 - 이러한 불확실성 원인으로는 어획량 통계의 부정확성과 생물학적 파라미터 추정치들의 부정확성, 자원조사의 변동성, 그리고 가입과 같은 생물학적 가정의 자연변동성 등을 들 수 있음
 - 이러한 불확실한 요소들은 자원량 추정치의 신뢰구간을 결정할 때 반드시 고려되어야 함
 - 우리나라 연근해 주요어종에 대한 자원량 평가를 비교적 정확히 하기 위해서는 보다 많은 전문 인력을 확보해야 할 것임

3) 해양생태계 경계

- 수산자원의 관리단위를 설정할 때 과학적인 분석을 기초로 하여 생태계 경계를 정의하여야 함
 - 그러나 해양생태계 경계는 일반적으로 개방되어 있으나, 생태계 경계에 대한 문제는 또한 관리제도와도 관계가 있음

- 우리나라의 경우 한중일간 왕래하는 경계성 어종의 경계왕래 현상이 어업자원관리에 거의 고려되지 않는 경우가 많음.

4) 어업인의 참여와 국제협력

- 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 도입되기 위해서는 어업인들의 이해와 동참이 필요함
 - 아직까지 우리에게는 다소 생소한 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념이지만 이 개념은 새로운 제도의 도입을 의미하는 것이 아니라 각각의 관리 수단들을 통합적으로 수행하는 동시에 어류의 서식처가 되는 생태계를 고려하여 자원관리를 한다는 것임
 - 또한 우리나라에 서식하는 몇 개의 어종은 경계 왕래성 어종이므로 우리나라만의 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 효과가 적기 때문에 국제협력을 강화하여야 함

3. 중장기 추진방향

1) 중기추진방향

- 주요 선진 수산국가들은 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리에 대해 여러 가지 제약 때문에 구체적이고 적극적인 도입은 못하고 있는 실정임
 - 그러나 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 향후 추구해야 하는 방향이라는 데에는 대부분의 국가들이 동의하고 있음
- 우리나라도 다른 국가들과 마찬가지로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 당장 도입하는 것은 여러 가지 현실적인 제약 때문에 어려움
 - 따라서 우리나라에 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기 위한 추진을 ‘지속가능한 개발을 위한 세계정상회의’ 에서 권고한 2010년을 기준으로 중기와 장기적인 추진 방향으로 나누고자 함
- 중기 추진방향의 목표는 2010년 까지 우리나라 어업자원관리에 생

태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념 도입과 구체적인 개념 실현을 위한 기반을 조성하는 것임

- 첫째, 어업의 보호종과 보호를 필요로 하는 생태계의 특징을 지속시키기에 바람직한 폭넓은 생태계의 범위(경계)를 정하여야 함
- 둘째, 우리나라의 자원관리 수단과 자원조성 수단을 생태계차원에서 종합적으로 연계시켜 향후 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 위한 기반을 조성하여야 함
- 셋째, 현재 사업중인 통영바다목장을 중심으로 일부 특정지역에 한해 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념을 적용시켜야 함
- 넷째, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리에 필요한 연구를 수행하여야 함
- 마지막으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리 개념을 어업인들에게 적극적으로 이해시켜야 함

2) 장기추진방향

- 장기적으로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 추진하기 위해서는
 - 첫째, 측정 가능한 지표와 모니터링 계획을 설정해야 할 필요가 있음
 - 둘째, 생태계 차원에서 자원과 그 주변의 환경을 동시에 고려해서 자원을 조성하고 관리하는 과학적인 통합자원관리체계를 만들어야 함
 - 셋째, 연안이나 천해에는 생태계 기반 자율관리시스템을 만들어서 어업인들이 관리주체가 되어서 자율관리어업 공동체 어장의 어선어업이나 마을어업, 양식어업을 대상으로 주인의식을 가지고 관리할 수 있도록 해야 함
 - 넷째, 일부 선정된 천해나 내만에는 생태계를 다양한 방법으로 변형해서 자원의 활용도를 최적화 시킬 수 있는 바다목장관리시스템을 만들어야 함
 - 다섯째, 근해에는 광역생태계 기반 TAC관리시스템을 만들어서 국가(필요하면 지역의 국제기구)가 관리주체가 되어서 주로 연근해 어선어업을 대상으로 관리하는 방안을 만드는 것이 필요함

제5장 결론 및 정책 기여

- 어업자원의 관리는 생물학적 그리고 경제, 사회, 제도적인 측면을 모두 포함하고 있어 관리의 효과를 가시적으로 나타내기에는 어려운 점이 있음
 - 더욱이 자원관리가 순조롭고 상당한 수준의 지속적인 생산을 하고 있는 경우라도 계속적으로 변화되는 환경조건에 따라 관리방법은 항상 조정되어야 함
 - 특히, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 가능한 한 생태계에서 일어나는 모든 상호작용을 고려해야 하는데, 이러한 상호작용은 아직까지 명확하게 밝혀져 있지 않음
- 더욱이 우리나라의 어업관리 수준과 해양생태계에 대한 과학적 지식수준을 볼 때 아직은 전면적으로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기에는 이른 감이 있음
 - 그러나 국제적으로 2010년까지 생태계 접근법을 어업자원관리에 도입하는 것을 권고하고 있음으로 우리나라도 국제사회의 일원으로서 의무를 다하고, 우리 수산업을 지속가능하게 유지하기 위해서는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입은 필연적이라 할 수 있음
- 그러나 현재 수준에서 우리나라에서의 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 현행 자원관리를 보완하는 수단으로 그리고 진화적인 과정으로 이해하여야 함
 - 어류와 어업에 존재하는 복잡한 생태학적 환경에서 어업이 생태계에 미치는 영향과 생태계 변화가 어업에 다시 미치게 될 영향을 조금씩 이해해 나가면 점차 생태계 개념을 어업자원관리에 적용해 나아가야 함
- 따라서 현실을 무시한 단기적인 도입보다는, 중장기적인 추진 방향을 설정해 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 도입하여야 할 것임
 - 더욱이, 해양생태계의 불확실성을 고려하기 위해서는 예방적 접근법도 동시에 도입되어야 함.

- 본 연구 결과가 우리나라 수산정책에 기여할 수 있는 점은 다음과 같음
 - 첫째, 우리나라에는 다소 생소한 개념인 생태계를 기반으로 하는 어업 자원관리 개념을 국제동향과 주요수산국의 사례분석을 통하여 이해하기 쉽게 소개하였음
 - 둘째, 세계지속가능정상회의에서 각 국가들에게 2010년까지 생태계 접근법을 도입하라고 권고함에 따라, 우리나라도 본 연구에서 제시된 중장기 도입방안을 기초로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입방안을 마련할 수 있음
 - 셋째, 현행 국내 어업자원관리 수단들의 문제점을 지적한 후 개선방향을 적시함으로 향후 국내수산자원관리 수단에 대한 개선안을 마련시 기초자료로 사용될 수 있음
 - 마지막으로 국내 수산자원관리 수단들의 문제점 분석을 통하여 통합적 어업자원관리의 필요성을 부각시킴으로서 보다 효율적인 어업자원관리 정책 마련의 계기가 될 수 있음

제1장

서론

1. 연구의 필요성 및 목적

전 세계 어업자원의 상당 부분은 최대지속가능 생산량(Maximum sustainable yield)을 넘는 수준에서 이용되고 있으며, 1980년에서 1990년까지 과도하게 어획된 종의 수는 2.5배나 증가하였다.¹⁾ 따라서 세계 어업자원은 현재 거의 모든 해역에서 60~90%가 이미 남획 또는 고갈되었다고 해도 과언이 아니다. 세계 총 어획량을 보면 1988년 이래 잡는어업(Capture fisheries)에 의한 생산은 정체되어 있고, 양식에 의한 생산은 증가 추세에 있다. 따라서 FAO를 비롯한 여러 국제기구들이 인류의 공유재산인 어업자원을 회복시키기 위해 부단히 노력하고 있다.

그러나 과거에는 어업자원 고갈의 원인을 주로 인간의 과도한 어획활동으로 인해 야기된다고 여겨졌으나, 1990년대에 들어 이러한 생각은 바뀌고 있다. 특히, 단일어종 중심의 어업자원관리만으로는 지속가능한 수산업을 달성하는데 한계가 있다는 인식이 확산됨에 따라 복수어종관리, 더 나아가서는 생태계를 기반으로 하는 어업자원 관리의 필요성이 대두되고 있다.

이러한 패러다임의 전환은 유엔해양법에 잘 나타나 있는데, 모든 국가에 대

1) Alverson, D.L. and P.A. Larkin, Fisheries: Fisheries Science and Management. In C.D. Voigtlander. ed., The state of the worlds fishery resources : Proceedings of the World Fisheries Congress, Plenary Session, Oxford and IBH Publishing, New Delhi, 1994.

해 해양생태계에 대한 자국정책의 영향을 파악해야 한다고 권고하고 있고, 이 권고사항은 FAO의 책임어업에 대한 행동지침에서 다시 강조하고 있다. 결과적으로 단일어종의 지속적 생산량을 목표로 하는 전통적인 어업자원관리는 더 이상 적절한 방법으로 인정되지 않고 있으며, 어업이 생태계의 구조와 기능에 미치는 영향도 동시에 고려해야 한다는 개념으로 인식이 전환되고 있다.²⁾ 국제사회는 이와 같은 어업자원관리의 개념전환을 더욱 구체화하기 위해 생태계를 고려한 어업자원관리(Ecosystem-based fisheries management)를 권고하는 레이카비크 선언(Reykjavik Declaration)을 채택하게 되었다. 또한 2002년 요하네스버그에서 개최된 ‘지속가능한 개발을 위한 세계정상회의(the World Summit on Sustainable Development)’에서는 ‘레이카비크 선언을 참고하여 2010년까지 생태계 접근법을 도입할 것을 권고’ 하고 있다.

우리나라의 어업자원은 여러 가지 오염물질로 인한 해양생태계 악화 및 과잉어획으로 인해 매우 낮은 상태에 놓여있다. 이러한 자원을 회복시키기 위하여 여러 가지 자원관리수단 및 자원회복 수단들이 시행되고 있다. 그러나 지금까지의 우리나라 어업자원관리는 자원상태를 과학적으로 규명한 후 이를 바탕으로 관리수단들이 설정되어져야 함에도 불구하고 일부 근해어업 대상어종을 제외하고는 자원평가가 제대로 이루어 지지 않고 있는 실정이다. 또한 주로 특정어종을 대상으로 어획활동 혹은 어획량을 규제하는 수단을 채택하고 있다. 더욱이 고갈되는 어업자원을 회복시키기 위해 인공어초사업 및 방류사업 등 여러 가지 사업을 실시하고 있으나 이런 사업들은 생태학적으로 상호 긴밀하게 연관 되어 있음에도 불구하고 생태계차원의 종합적인 고려 없이 독자적으로 수행되어 효율성이 떨어지고 있다. 따라서 우리나라의 고갈된 어업자원을 회복시키고 효율적인 관리를 위해서는 해양생태계를 구성하는 요소들을 가능한 종합적으로 고려하는 생태계를 기반으로 하는 자원관리 도입이 필요하다.

이 연구의 목적은 아직까지 우리나라에서 다소 생소한 개념인 생태계를 기

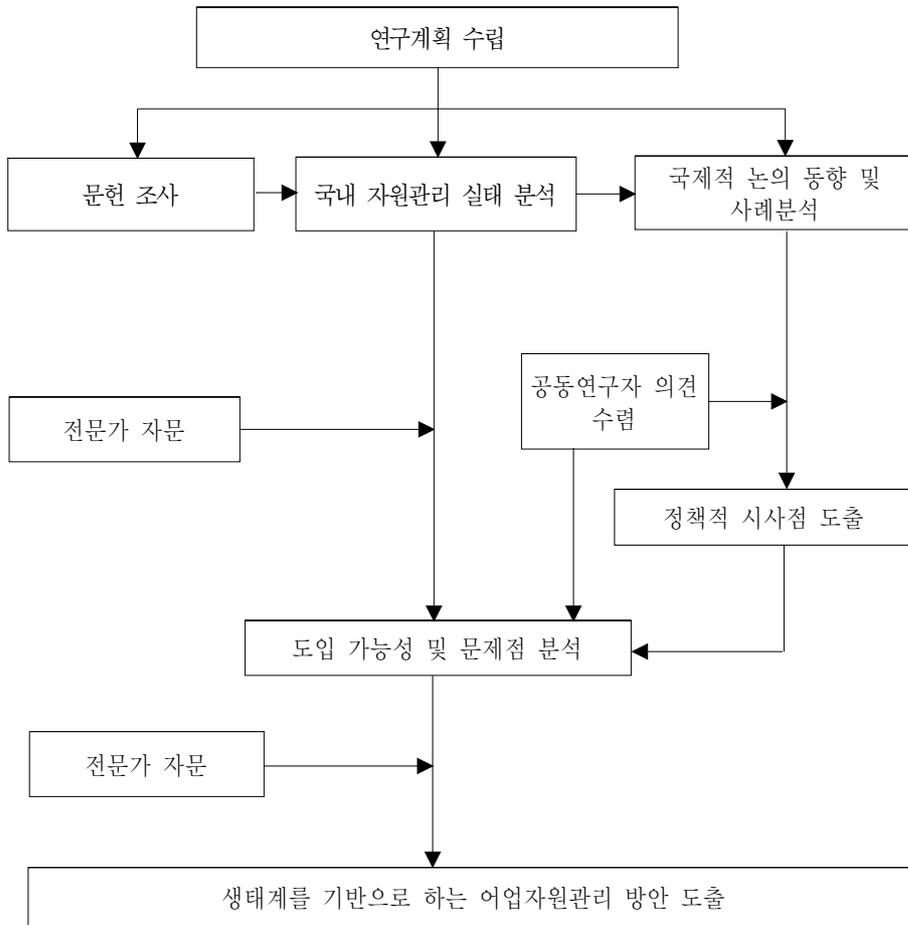
2) Gislason, H., M. Sinclair and K. Sainsbury, Symposium overview: incorporating ecosystem objectives within fisheries management, ICES Journal of Marine Science, 57, 2000.

반으로 하는 어업자원관리의 국제 논의 동향을 소개하고, 각국의 사례분석을 통하여 우리나라 실정에 맞는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입방안을 제시코자 함에 있다. 도입 방안은 단기적으로는 국제사회의 권고에 맞추어 2010년까지 도입하는 것을 목표로 한 방안을, 그리고 이후에는 장기적인 추진 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 주로 문헌조사와 정성분석을 통해 이루어졌으며 외국사례분석 중 미국의 사례분석은 로드아일랜드 대학(University of Rhode Island)측 연구자 및 미국 해양대기청(National Oceanic and Atmospheric Administration)과 메릴랜드대학(University of Maryland) 등 과제 관련 기관을 방문하여 관계자와 면담하고 국내에서 구할 수 없는 자료를 입수하여 분석하였다. 또한 미국의 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 진행상황을 확인 및 분석함으로써 연구의 충실화를 이루었다. 이외에도 국제기구 및 국제협약에서 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리와 연관된 내용을 조사하여 분석 하였다. 또한 국내 어업자원관리 분석은 주로 해양수산부의 자료를 기초로 이루어졌으면 현재 진행중인 '수산자원회복계획'의 내용을 참조하였다. 더욱이 분석결과와 도출된 결과를 검증하기 위해 전문가의 의견을 수렴하였다.

〈그림 1-1〉 연구추진 흐름도



제2장

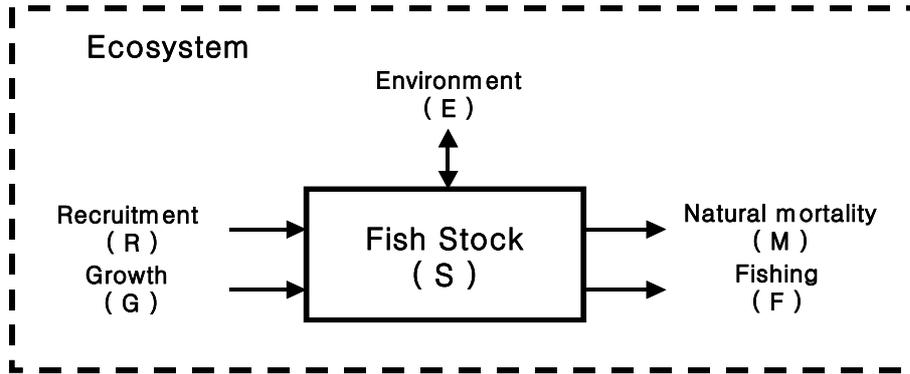
이론적 접근

1. 전통적 어업자원관리의 개념

전통적인 어업자원관리는 단일어종 수준에서 가입(Recruitment)과 성장, 자연사망, 어획사망과 같은 네 가지 요소만을 고려하는 자원평가 분석결과에 의존하여 수행되어져 왔다(〈그림 2-1〉 참조). 그러나 어업에 이용되는 수산자원은 해양생태계의 한 부분이고, 많은 종들은 서로 먹고 먹히는 관계에 있거나 또는 서로 경쟁하는 관계에 있다(〈그림 2-2〉 참조). 또한 어업인에 의한 어획 혹은 과잉어획으로 인한 생태학적 변화도 일어나고 있다. 특히, 저인망 어구 사용은 서식지에 부정적인 영향을 끼치기도 한다. 따라서 최근에 들어 어업자원을 관리하는데 전통적인 단일어종 접근방식에서 복수어업 분석방법으로 점차 발전되고 있으며, 더욱이 지속가능한 어업을 유지하기 위해 생태계 차원의 종합적인 어업자원관리 방식으로의 인식전환(Paradigm shift)이 점차 강조되고 있다.³⁾

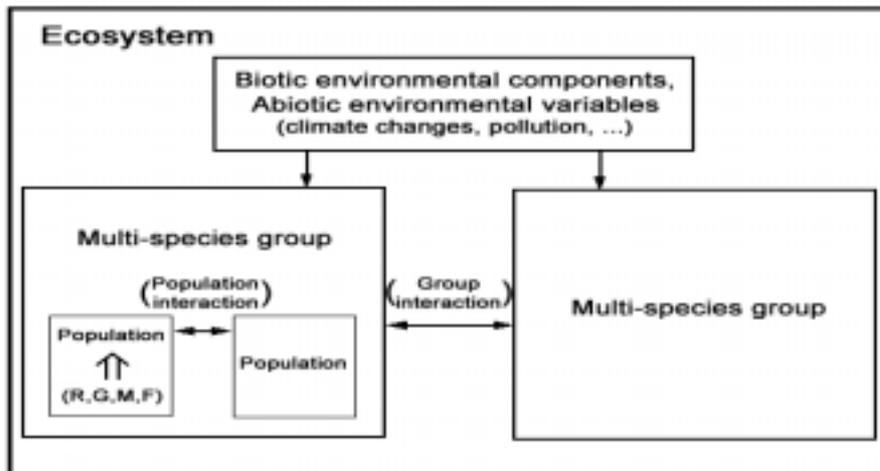
3) 복수어업자원을 분석하여 평가하는 방법 등이 일부 제안된바 있으나 아직 실용화되는 수준까지 이르지 못하고 있다. Sparre, P., Introduction to multi-species virtual population analysis, ICES, Mar. Sci. Symp. 1991.

〈그림 2-1〉 어업자원과 연관된 요소



자료 : 장창익, 2002.

〈그림 2-2〉 생태계 내에서의 상호 작용



자료 : 장창익, 2002.

1) 단일어종 관리

(1) 생물학적 분석

기존의 어업자원관리는 자원을 효율적으로 이용하기 위하여 개체군 수준에서 분석된 자원상태를 양적으로나 질적으로 바람직한 수준으로 변화시키거나, 혹은 유지시키는데 목표를 두어 왔다. 일반적으로 개체군 역학적인 개념에서 자원의 변동 요인을 자원관리와 관련시켜 보면, 수산자원은 사망에 의하여 개체수가 감소하고, 출생에 의하여 개체수(가입량)가 다시 증가된다. 이렇게 자원이 자연적으로 유지되는 상태에서 어업이 가해지면 자연사망에 의한 감소 외에 어획에 의한 감소가 추가된다. 따라서 자원을 개체수로 나타낼 경우 자원의 변동은 가입수와 자연사망에 의한 개체수, 어획사망에 의한 개체수 등 세 개의 변수에 의해 결정된다. 그러나 실제적으로 이러한 요소들은 수산자원이 속해있는 생태계의 환경에 의해서도 영향을 받게 된다. 식으로 나타내면 아래와 같다.⁴⁾

$$S_2 = S_1 + A + G - D - H$$

즉, 어느 해 초기의 자원량(S_1)과 다음 해 초기의 자원량 (S_2) 사이에는 가입량(A)와 개체의 성장에 따른 늘어난 중량(G)에 의한 자원의 증가요인과 자연사망량(D) 및 어획에 의한 사망량인 어획량(H)에 의한 감소요인이 작용한다. 자원변동이 없는 평형상태 ($S_1=S_2$)라면 $A+G=D+H$ 의 관계가 성립되어 증가요인과 감소요인의 크기가 같다. 이를 우리가 어획할 수 있는 량의 기준으로 나타내면 $H=A+G-D$ 이다. 이 관계식은 어획이론의 기초가 되는 식으로서 어획량(H)를 자연변동량인 $A+G-D$ 만큼 취하게 되면, 자원은 감소도 증가도 없는 균형상태를 유지한다는 의미이다. 만약, H가 우변보다 크면 $S_2 < S_1$ 이 되어 자원은

4) Russell, E.S. "Some theoretical considerations of the overfishing problem", *J Cons. Int. Explor. Mer.*, 6, 1931.

감소하고, 반대로 우변보다 작으면 자원은 증가하게 된다. 그러나 우변의 A, G, D는 자연적 요인에 의해 결정되므로 자연증가량, 또는 잉여생산량이라 부른다. 이에 반하여 좌변의 H는 인간의 어업활동과 관련된 요소이다. 그러므로 효과적인 자원평가와 관리를 위해서는 각 요소를 명확히 파악하여 자원변동의 구체적인 법칙성을 구하는 것이 필요하다. 이와 같이 개체군 수준에서의 수산 자원관리는 자원량 변동과 관련되는 요소인 가입과 성장, 자연사망 및 어획사망 등 네 가지 요소에 대한 관리를 포함한다. 그러나 실제적으로 이러한 요소들은 수산자원이 속해있는 생태계의 환경에 의해서도 영향을 받는다.

(2) 경제학적 분석

자유입어(open access)하에서의 기본적인 생물경제모델(Bio-economic model)을 설명을 통하여 경제학적으로 접근하면 다음과 같다. 생물경제모델에서 가장 대표적인 것이 고든-쉐퍼(Gorden-Shafer) 모형이다.⁵⁾ 이 모델에서 생물학적인 성장모델은 로지스틱 성장함수(Logistic growth function)를 기초로 하고 있는데, 어업자원의 증가는 주어진 환경부하량(Environmental carrying capacity, K)하에서 어업자원량(X)과 고유성장률(Intrinsic growth rate, r)에 의해 결정된다. 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$G(X) = rX\left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

자원량(X)이 X_{MSY} 보다 클 경우에는 $G'(X)$ 는 0보다 작고, 자원량이 X_{MSY} 보다 작거나 같으면 $G'(X)$ 는 0보다 크거나 같다. 식으로 표현하면

$$\frac{\partial G}{\partial X} \geq 0 \text{ for } X \leq X_{MSY} \text{ 이고 } \frac{\partial G}{\partial X} < 0 \text{ for } X > X_{MSY} \text{ 이다.}$$

5) 경제학자 Gorden과 해양생물학자 Shafer의 이름을 따서 명명하였다. 1952년 쉐퍼는 어획노력량의 증가에 따라 어업자원량(Stocks)은 균형상태의 자원량에서 감소하게 되며, 그 감소량은 어업자원의 성장속도와 관련이 있다고 주장하였다. 이어 1953년 고든은 쉐퍼의 성장곡선을 이용하여 새로운 어업자원의 최적이용수준을 제시하였다. 즉 종래의 어업자원의 최적이용수준이 생물학적 측면에 관점을 둔 MSY(Maximum Sustainable Yield)였으나, 비용과 수입 등의 경제적 변수를 고려한 MEY(Maximum Economic Yield)가 최적이용수준이 되어야 한다고 주장하였다.

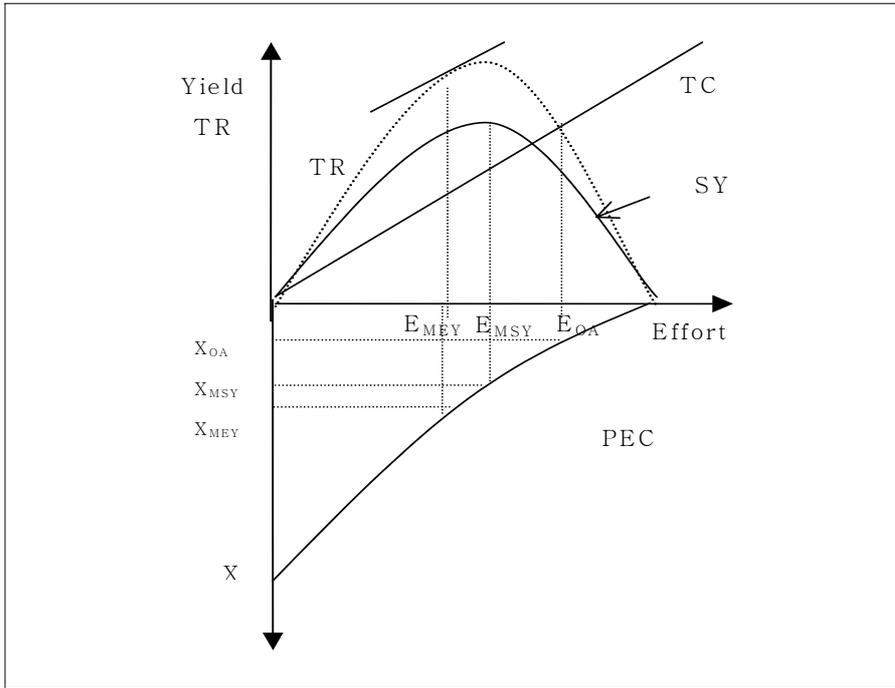
앞에서 언급했듯이 어업자원은 재생자원(Renewable Resource)이기 때문에 만약에 어획량(H)이 자원의 순성장률(Net Growth Rate)보다 클 경우 지속가능한 어업은 유지될 수 없다. 따라서 지속가능한 어업은 자원의 성장률에 의해 제한되므로 자원의 성장률과 어획률을 같게 놓으면 안정된 자원수준을 유지하면서 지속적으로 어획을 할 수 있을 것이다. 여기서 $G(X)$ 는 생물학적 분석에서 설명된 잉여생산량이라 할 수 있다. 수식으로 표현하면, 아래와 같은 식이 된다.

$$\dot{X} = G(X) - h$$

고든-슈퍼 모델을 이용하여 자유입어에 대한 설명을 그림에 나타내면, X_t 는 자원량을 나타내고, SY(Sustainable Yield)는 지속가능한 생산량, E_t 는 총어획노력량, 그리고 TR은 각 어획노력량 수준에서 총어업수입을 나타내고 있다(〈그림 2-3〉 참조). TR곡선은 어종의 일정한 평균가격에 SY를 곱하면 구할 수 있다. 만약에 가격이 1이라고 가정하면 SY곡선은 TR곡선과 일치된다. TC는 선형함수로서 각 총어획노력량에 대한 총비용을 표시하고 있다.

총어획노력량은 TR곡선과 TC직선이 만나는 점, 즉 E_{0A} 에서 균형을 이룬다. 만약에 어업인들이 E_{0A} 보다 더 많은 어획노력량을 증가시켰을 경우 총비용이 총이윤보다 커져 순이윤이 음수가 되므로 총어획노력량을 늘리지 않는다. 반대로 E_{0A} 보다 적게 했을 경우에는 총수입이 총비용보다 많아 총어획노력량을 감소시키지 않고 E_{0A} 까지 증가시킨다. 경제지대(Economic rent)개념을 이용하여 부연 설명하면, 어업자원은 공유재산적 성격을 가지고 있기 때문에 어획노력량의 투입은 수입과 비용이 일치하여 경제지대가 과잉자본(Excessive capitalization)의 형태로 완전히 소멸되는 수준까지 증가한다. 따라서 E_{0A} 에서 정태적 균형을 이룬다. 만약 어획노력량이 E_{0A} 보다 적으면 어업으로 인해 발생하는 경제지대가 0보다 크므로 새로운 어획노력량이 투입된다. 그러나 어획노력량이 E_{0A} 보다 크면 경제지대는 0보다 적게 되어 어업손실이 발생되고 결국 어업을 포기하는 한계 어업인으로 인해 어획노력량은 줄어든다.

〈그림 2-3〉 자유입어하의 SY, TC, 및 PEC⁶⁾



수학적으로 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_{t+1} - E_t = \eta [Ph(X_t, E_t) - cE_t]$$

여기서 E_t 와 E_{t+1} 은 시간에 따른 어획노력량을 나타낸다. η 은 양수로서 어업의 이윤에 따라 어획노력량의 변화율을 나타내는 조정파라미터(Adjustment Parameter)이고, c 는 단위어획노력량의 비용이다. 만약에 순이윤(Net Profit), 즉 $Ph(X, E) - cE$ 가 양수이면, 총어획노력량은 조정파라미터 비율에 따라 증가될 것이다.

6) SY(Sustainable Yield)는 지속가능생산곡선 ; TC(Total Cost)는 총비용곡선 ; TR(Total Revenue)은 총이윤곡선 ; PEC(Production Equilibrium Curve)는 생산균형곡선으로 총어획노력량에 해당하는 자원의 균형수준을 나타내고 있다.

최대지속생산을 할 수 있는 어획노력량인 E_{MSY} 와 경제적 이윤을 최대로 할 수 있는 E_{MEY} 을 비교하면, E_{MEY} 에서의 경제지대는 E_{MSY} 의 경제지대보다 크기 때문에 경제적으로 효율적으로 어업자원을 이용할 수 있다. 단지 c 가 0이 되는 경우에 한하여 생물학자들이 주장하는 MSY 도 경제적으로도 효율적인 어획량의 기준이 될 수 있다. 그러나 어업단위당 비용은 항상 0보다 크기 때문에 경제적으로 효율적인 어획노력량은 E_{MEY} 가 되고 거기에 따른 자원량은 X_{MEY} 가 된다.

결론적으로 자유입어하에서는 자원의 효율적인 이용과 어획에 대한 생산요소가 과다하게 투입되고 있으므로 총어획노력량을 어업관리의 목적에 따라 E_{OA} 에서 E_{MSY} , 혹은 E_{MEY} 로 이동시키기 위해서는 어획노력량에 대한 관리가 필요하다.

정태분석의 경우에는 어업자원의 적정이용에 있어서 시간의 흐름에 따른 어업인의 선택과 생물학적인 동태(Dynamics)를 고려하지 않는다. 어획을 다음시기로 미루게 되면, 이에 따른 편익과 비용이 발생하게 된다. 예를 들면, 편익의 경우 어획을 다음시기로 미루게 됨에 따라 어업자원의 자연성장에 따른 자원량의 증가로 인해 자원지대가 늘어난다. 비용의 경우에는 어획으로 인한 어업수익을 다음시기로 미룸으로써 늘어나는 비용이다. 예를 들면 투입노력량에 대한 이자와 같은 손실이 발생하게 된다.

어업의 동태적 분석에서는 이와 같이 자원의 시간적 배분에 따른 편익과 비용의 발생을 고려하여 각 시기의 어획량을 결정한다. 즉 동태적 어업자원의 효율성은 각 시기에 어업에서 얻어지는 경제지대에 대한 현재가치의 합이 극대화됨으로써 이루어진다.

자원에 대한 동태적 생물경제모델을 세워보면 다음과 같다. 목적함수는 현재가치로서 순사회적편익(Net social benefit)을 최대화하는 것이다. 식으로 표현한 목적함수는⁷⁾ 다음과 같다.

$$\text{Max.NB} = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} U(h) dt$$

7) Plourde, C. G., "A Simple model of Replenishable Natural Resource Exploitation", *American Economic Review*, Vol.49, 1970.

Subject to

$$\dot{X} = G(X) - h$$

여기서 U는 순사회적 편익을 나타내고, δ 는 이자율을 나타내고 있다. 모델을 단순화하기 위해서 자원에 대한 외부성은 고려하지 않았다. 목적함수를 해밀토니안(Hamiltonian) 함수로 표현하면 아래의 식과 같다.⁸⁾

$$H = e^{-\delta t} U(h) + \lambda [G(X) - h]$$

$$H^{cv} = U(h) + m[G(X) - h]$$

여기서 H^{CV} 는 현재 가치를 나타내고, m은 $\lambda e^{\delta t}$ 와 같다.

필요조건은 다음과 같다.

$$\frac{\partial H^{cv}}{\partial h} = U'(h) - m = 0$$

$$\Rightarrow U'(h) = m$$

$$\dot{m} = -\frac{\partial H^{cv}}{\partial X} + \delta m \rightarrow \text{adjoint equation}$$

$$= -mG'(X) + \delta m$$

$$\Rightarrow G'(X) = \delta \text{ --- Equation 3.1}$$

식(3-1)은 이자율과 어업자원의 성장변화율이 일치하는 곳에서 이윤의 극대화가 이루어진다는 것을 보여준다.

<그림 2-4>는 안정상태(Steady-state, $X = 0, m = 0$)하에서의 최적자원량(X^*)을 보여준다. 최적자원량은 식3.1에서 보듯이 이자율과 어업자원의 성장률, 즉 성장곡선, $G(X)$ 의 기울기와 만나는 점에 해당하는 자원량이다. <그림 2-5>은 최적어획량(h^*)의 추이를 현재의 자원량이 최적자원량보다 많은 경우($X > X^*$)와 현재의 자원량이 최적자원량보다 적은 경우($X < X^*$)로 나누어 보여주고 있다. 최적자원량(X^*)의 경우, 자원경제학에서 “황금률(Golden Rule)” 이

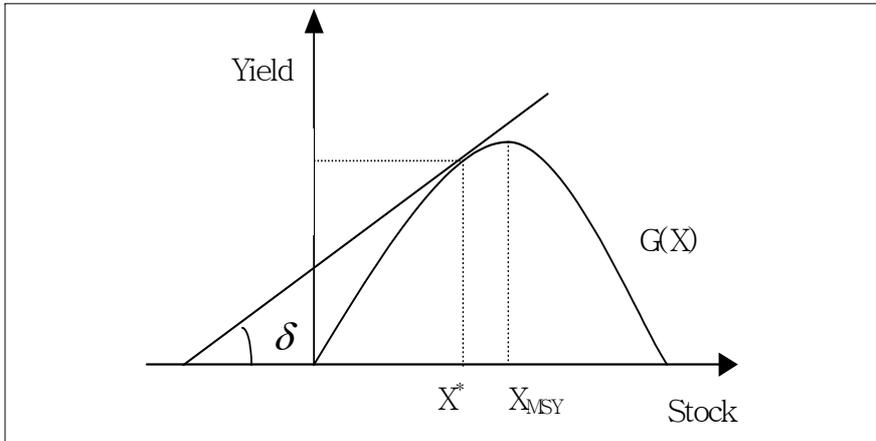
라 부르는 식,⁹⁾ $G'(X) - \frac{c'(X)G(X)}{p - c(X)} = \delta$ 을 이용하여 X^* 을 다른 식으로 표현하

8) Johnston, R. and J. Sutinen, “Uncertain Biomass Shift and Collapse : Implications for Harvest Policy in the Fishery”, *Land Economics*, Vol.72(4), 1996.

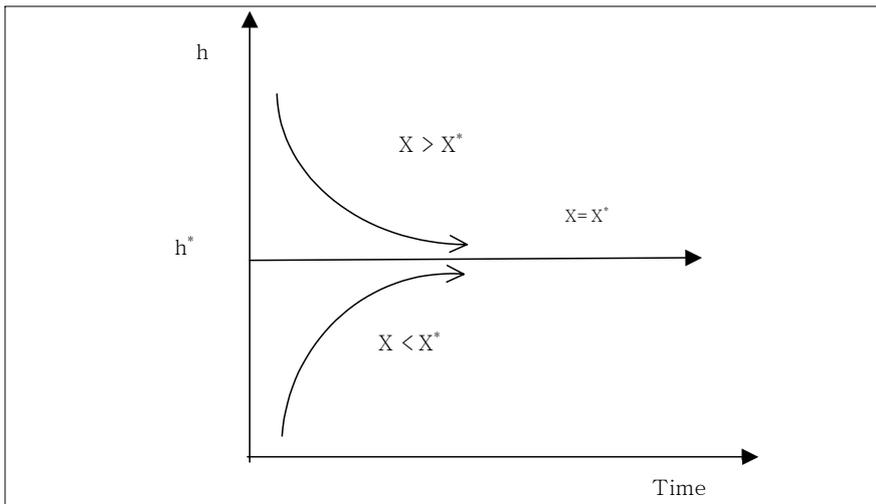
면 다음과 같다.

$$X^* = 0.25 \left[\frac{c}{pq} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} \right) + \left[\frac{c}{pq} + K \left(1 - \frac{\delta}{r} \right) \right]^2 + 8K \left[\frac{c\delta}{pqr} \right] \right]$$

〈그림 2-4〉 최적자원량



〈그림 2-5〉 최적어획량의 추이



9) Clark, C., Mathematical Bioeconomics. John Wiley & Sons, 1990.

결론적으로 경제학적 분석에서도 단지 한어종의 어획량과 자연증가율 등만을 고려하였다. 왜냐하면 여러 어종간의 상관관계, 해양생태계 구성요소의 관계 등을 고려하는 분석은 이론적으로 설명하기가 어렵기 때문이다. 그러나 상관관계와 연관된 수식 및 데이터가 가능하다면 시뮬레이션 모델을 최적어획량 추정이 가능하다고 할 수 있다. 따라서 현재 거의 모든 어종관리에 있어 최적어획량 추정은 단일 어종을 중심으로 분석한 추정치에 기초하고 있다.

2) 복수어종 관리

대부분의 어업은 여러 어종을 대상으로 한다. 따라서 복수어종어업(Multi-species fisheries)관리란 두개 또는 그 이상의 어종들이 서로 직접적 또는 간접적으로 영향을 주는 것을 의미한다. 이러한 어업대상 생물들 간의 상호작용을 고려한 복수어종어업의 중요성을 인식하기 시작한 것은 1980년대 초반부터이다.¹⁰⁾

복수어종어업은 생물학적인 상호작용을 설명하는데 있어서 두 가지의 요인으로 분류가 가능하다. 즉, 생물학적인 요인과 기술적인 요인이다. 생물학적인 요인은 생물학적인 상호작용 (포식자와 피식자간의 상호작용, 경쟁, 서식지의 중복 등)이 어종들 사이에 존재하고 있다는 현상에 관련이 있다. 이 생물학적 상호작용에 관련이 되는 해양생태계는 상당히 간단한 두 어종인 남극의 크릴과 수염고래의 시스템에서부터 훨씬 더 많은 종들이 관여되어 먹이관계가 서로 복잡하게 얽혀 있는 시스템까지로 다양하다. 이러한 생물학적 요인은 해양생태계 본연의 성질로서 어업이 있는 없든 항상 존재하는 것이다.

이와는 대조적으로 기술적인 요인은 해양생태계에 어업이 작용함에 따라 발생한다. 그리고 생물학적인 요인에서와 같이 기술적인 요인도 관련되는 종의 수가 증가함에 따라 더욱 복잡해지며 이 복잡성은 어종간 연관성의 크기의 함

10) Pauly, D. and G.I. Murphy, Theory and Management Tropical Fisheries, ICLARM Conference Proceeding, 9, 1982.

수로 나타낼 수 있다. 기술적인 요인은 직접적 혹은 간접적으로 작용한다.¹¹⁾ 일례로서 어획물 내에 여러 종이 동시에 출현하는 것은 우발적 혹은 고의적 일수도 있다.¹²⁾ 생물학적인 상호작용은 생태계 고유의 특성을 나타내는 것으로서 인간이 약간의 변형은 시킬 수 있지만 완전하게 조절할 수 없는 것이다. 그러나 기술적인 요인은 어떤 경우에는 종들간의 생물학적인 관계에 의해서 작용하기도 하지만 인위적인 조절이 가능하다. 대부분의 어업은 생물학적 요인과 기술적인 요인 간에 상호의존성을 가진다. 따라서 대부분의 경우 주요 어종들의 상호작용이 이 두 가지 요인 중 어느 쪽이든 하나에 속하지만 어떤 경우에는 이 두 가지의 요인들이 복잡하게 작용됨에 따라 복수어종어업에 대한 관리방안을 도출하기가 매우 어렵다.

그러나 가장 많이 연구된 방법 가운데 하나는 상당량의 부수어획이 일어나는 어업에서 개별 어종의 어획에 대해 제한을 가하면서 총어획량을 결정하는 선형프로그래밍(Linear programming)을 이용하는 것이다. 이 예는 1974년 북서대서양수산위원회(ICNAF)가 설정한 두 단계의 할당량 제도인데, 이 제도에서는 각 어종에 총허용어획량(TAC)을 설정하면서 동시에 전 어종에 대한 TAC를 각 어종에 대한 TAC의 합보다 적게 설정한 바가 있다. 그리고 다른 방법은 개별어종의 연령구조를 분석하는 방법이다. Beverton and Holt (1957)가 가장 먼저 연령구조 모델을 제시한 이래, Houghton (1981)은 이 모델을 확장 시켜서 가자미와 넙치 트롤어업에 대해서 적용하였고, Murawski (1984)는 Georges Bank 트롤어업에 대해 복수 가입당생산량 모델을 적용하였다.

Shepherd (1984)는 복수어업의 가입당생산량 모델을 개발하면서, 자원량-가입량 관계 뿐만이 아니라 포식효과를 이 모델에 포함시켰다. Pikitch (1987)는 세 종의 가입당생산량 모델을 개발하였는데, 이 모델에서는 암수별로 다른 매개변수를 사용했으며, 투기량, 경제학적인 변수, 그리고 망목크기와 노력량 조

11) 두개 또는 그 이상의 어종이 함께 어획되는 경우와 한 어구에 의한 어획이 이루어질 때 하나의 어종이 다른 어종으로 인해 최적 서식지를 변경하게 되는 경우를 들 수 있다

12) 예로, 바다거북이 새우트롤에 우발적으로 잡히는 경우와 트롤어선들이 여러 종의 저서어종들을 목표로 어획하는 경우를 들 수 있다

절에 따른 영향 등을 설명하였다. 이 모델은 오레곤(Oregon)의 저서류 어업에 적용되었다. 최근, Spencer et al. (2002)은 동부 베링해 저서류어업에 복수평형생산량 모델을 적용하여 자원관리방안을 제시하였다.

2. 생태계 차원에서의 어업자원관리의 개념

1) 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리

여러 어종을 어획하는 어업을 대상으로 하는 복수어종 관리가 도입되어 생태계 내에서의 해당 어종들 간의 상호 관계를 어느 정도 어업관리에 반영하고 있으나, 기존의 어업관리 방식은 어류의 생체량 변동에 영향을 미치는 많은 요소들 중에서 오직 소수만을 고려한다는데 그 한계가 있다. 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 이러한 한계를 극복하기 위해 고안되었는데 기존의 '생태계 관리(Ecosystem management)'와는 구별된다.

생태계관리 개념은 1972년 인류 환경에 관한 스톡홀름 회의(Stockholm Conference on the Human Environment)에서 국제적인 지지를 받은 이래 1992년 유엔환경개발회의(the UN Conference on Environment and Development), 생물다양성 협약(Convention on Biological Diversity)에서 점차 그 중요성을 인정받아 왔다.¹³⁾ 생태계관리의 핵심은 사회에서 필요로 하는 가치를 지속적인 수준으로 생산해 낼 수 있도록 생태계를 유지시키는데 있다.¹⁴⁾ 또한 생태계 관리는 특정한 자원 이용 활동에만 국한하지 않고 모든 관련 이용활동을 관리하나, 생태계 자체를 광범위하게 관리한다는 의미는 아니다.¹⁵⁾ 따라서 생태계

13) Garcia, S. M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G., "The Ecosystem Approach to Fisheries. Issues, Terminology, Principles, Institutional Foundations, Implementation and Outlook," *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 443, Rome, FAO, 2003.

14) *Ibid.*

15) Larkin., P.A., "Concept and Issues in Marine Ecosystem Management", *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol.6, 1996.

관리의 목표는 첫째, 모든 토착 생물들이 고유의 서식처에서 생존에 필요한 만큼의 개체수를 유지하고, 둘째, 보호수역 지정을 통하여 모든 토착 생태계 타입을 보존하고, 셋째, 진화 과정을 유지하며, 넷째, 생태계와 생물의 진화 가능성을 염두에 두고 충분한 기간을 정하여 관리하며, 마지막으로 동시에 인간의 자연자원 이용을 배려하는 것 등이다.

그러나 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 어업이라는 특정 해양자원 이용 활동을 관리한다는 측면에서 생태계 관리보다는 범위가 제한된다고 할 수 있다. FAO의 '생태계를 기반으로 하는 어업관리' 는 어업과 관련하여 생태계가 식량, 이윤, 고용 및 기타 서비스나 생계수단을 창출하는 능력을 지속시켜서 현재대 뿐만 아니라 후세대에게 그 혜택을 누릴 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 이러한 목표는 환경친화적 자원 이용을 통하여 생태계의 구조뿐만 아니라 구성원들간의 상호 작용까지도 보존하는 것을 의미하며, 생태계에 의해 받을 수 있는 혜택의 공평한 분배 없이는 그러한 목표를 성공적으로 달성하기 어렵다.¹⁶⁾

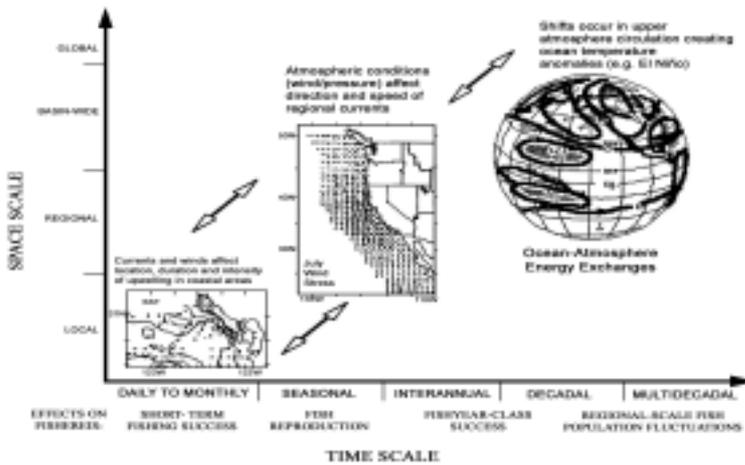
해양생태계는 시간적으로나 공간적으로 매우 다양한 스케일로 변화하는 특성을 가지고 있다(〈그림 2-6〉 참조). 해양생태계는 또한 구성 생물체와 생물체간의 상호작용 및 이들 생물체와 물리화학적 환경요소들과 작용한다. 따라서 어업자원은 해양생태계 내의 하나의 구성원이기 때문에 어업에 의한 자원의 이용이 생태계에 영향을 미치는 것은 당연하다.

전통적인 어업관리는 생물학적 한계 내에서 주어진 생태계로부터 어업자원을 매년 어떠한 방법으로 얼마만큼 어획해야 하는지를 결정하는 것이었다. 그러나 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 자원을 어획함으로써 장래에 생태계에 미칠 수 있는 영향과 이에 따른 생산량의 변화를 예측하면서 생태계 내의 종과 유전적 다양성을 유지하면서 경제적인 손실이 없이 적정량의 수산자원을 이용하는 것이다.¹⁷⁾

16) The Ecosystem Based Approach, Joint Nature Conservation Committee, www.jncc.gov.uk.

17) Each organism maximizes net energy equal to the difference between energy inflows and

〈그림 2-6〉 물리적인 변화 스케일



자료 : NMFS Pacific Fisheries Environmental Laboratory

생태계 기반으로 하는 수산자원관리에서도 단일어종 혹은 복수어종관리시 사용되는 수단인 어획방법의 조절과 허용어획량의 결정, 그리고 이를 모니터링 하고 감시하는 것을 포함한다. 그러나 기존의 어업자원관리와는 달리 이러한 방법들을 통하여 잠재적인 생산에 해를 끼치지 않고, 생물적 구성요소와 비 생물적 환경을 적정수준으로 보존하면서 수산자원을 적절하게 유지시키면서 이용해야 한다. 즉, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 생태계가 장기간의 지속성을 유지하면서 건강하고 완벽하게 기능을 하면서 인간과 공존할 수 있도록 인간의 활동을 생태학적, 사회경제적, 제도적 및 기술적인 측면을 모두 고려해서 관리하는 것이라 할 수 있다.

2) 해양생태계 분석모델

어획 활동이 생태계에 미치는 영향은 직접적인 형태와 간접적인 형태로 나

outflows. So, Net energy = Energy from sun +Inflows- Outflow - Respiration. A maximum is achieved when the marginal benefits of predation equal the marginal costs of predation. John Tschirhart, General equilibrium of an Ecosystem, J. theor. Bio., 203, 2000.

누어 생각할 수 있다. 직접적 영향은 상대적으로 보다 쉽게 측정하거나 정량화할 수 있다. 예를 들어 어획활동으로 인한 서식처의 물리적인 변화 측정, 어획되는 대상종과 부수어획물의 어획량 측정, 이로 인한 사망률과 어획량 가운데 폐기되는 양 추정 등을 포함 할 수 있다.

그러나 어획이 생태계에 미치는 간접적이고 장기적인 영향은 정량화하고 예측하기가 훨씬 더 어렵다. 이러한 어획의 효과는 어획개체군의 생체량과 연령구조의 변화를 초래하면서 동시에 영양단계의 구조도 변형시키면서 더 나아가서 어획개체군의 유전적 조성의 변화를 초래할 수도 있다. 그러나 현재의 과학 수준으로는 이러한 영향을 정량화하거나 예측하는데 한계가 있고, 예측한다 하더라도 예측결과의 부정확성과 해양생태계의 불확실성이 존재한다.

지금까지 개발된 생태계 모델의 대부분은 실용성보다는 이론적인 부문에 주로 치중되어 왔다. 이 모델들은 수백 개의 파라미터를 가질 정도로 복잡하며, 생태계 전체를 포함시키는 것이 아니라 일부분만을 포함시키기 때문에, 어업이 생태계에 미치는 영향을 충분히 설명하지 못하였다. 이러한 모델로는 북해의 Anderson and Ursin (1977) 모델과 북태평양의 Laevastu and Larkins (1981) 모델이 있다. 이 모델들은 어업을 생물학적 현상의 행위로 이해하지 않고 물리해양학적 과정에 포함시키는 경향이 있다. 이런 모델들은 한 지역의 현상만을 설명하고 있으므로 다른 해역에 일반화시키기가 어려웠고, 이들을 사용하여 생태계 과정을 이해하거나 생태계 현상을 예측하는 것은 불가능하다.

최근에는 생태계를 구성하고 있는 생물 간의 관계를 영양 역학적으로 해석하는 보다 실용적인 생태계 모델에 대한 연구가 점차 활발해 지고 있다. 여기에는 생태계 차원으로 확장시킨 생체량역학모델¹⁸⁾ 과 Ecopath모델¹⁹⁾이 있다.

18) Larkin, P. A. and W. Gazey, Application of ecological simulation models to management of tropical multispecies fisheries, In Theory and Management of Tropical Fisheries, ed., by D. Pauly and G. Murphy, ICLARM Conference Proceeding, 9, 1982.

19) Polovina, J.J., "Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Shoals", *Coral Reefs*, 3(1), 1984., Christensen, V. and D. Pauly, "ECOPATH II a software for balancing steady ecosystem models and calculating network characteristics", *Ecol. Modeling*, 61, 1992.

Ecopath모델은 질량균형 모델(mass-balance model)이라고도 불리는데 하나의 생태계 내에 존재하는 단일 종(혹은 종 그룹)에 대한 현 상태와 각종의 변화율을 추정해서, 이 상태와 변화율 체제 내의 주어진 기간에 대해 해양생태계의 상태를 정량적으로 설명한다. 이것은 Christensen and Pauly (1992, 1995)에 의해 더욱 발전되었고, 수산자원의 평가나 양식장의 평가와 같이 수중 생태계에 널리 응용되고 있으며 또한, 최근에는 육상목장 시스템(Farming system)을 분석하는데도 적용되고 있다.²⁰⁾

더욱이 Ecopath모델은 주어진 시스템에 대한 정보를 요약할 수 있는 방법으로 인정을 받고 있다. 즉, 이 모델을 사용해서 생태계의 구조와 기능을 설명해주는 다양한 생태계 특성치를 계산하고 이 값들을 다른 생태계의 값들과도 비교할 수 있다. 그러나 Ecopath모델은 생태계 영양 구조의 정적인 단면만을 보여 주기 때문에 이를 극복하기 위해서 Ecopath모델에 의한 생태계 특성치를 기초로 구성생물들의 시간에 따른 변동을 분석할 수 있는 생태계 역학(Ecopath/Ecosim)모델이 개발되었다.²¹⁾ 이 모델은 기존의 모델에 역학 모델링 능력을 결합시킨 모델로서 어획과 환경변화가 생태계에 미치는 미래의 영향을 시뮬레이션 하는데 사용할 수 있다. 이것은 미분방정식들로 이루어진 시스템으로 역학 시뮬레이션과 평형상태의 변화를 분석할 수 있다.²²⁾ 더욱이 이 방법은 간단한 질량균형 모델을 만들 수 있을 정도의 자료가 있으면 어업에 의한 생태계 반응을 이해하는데 사용될 수 있다. 또한, 이 모델은 생태계 영양 상호관계를 나타내는 포식-피식 효과를 설명하는데 'top-down' 대 'bottom-up'에 관한 가설을 선택해서 생태계 분석에 사용될 수 있다.

20) Dalsgaard, J.P.T., C. Lightfoot and V. Christensen, "Towards quantification of ecological sustainability in farming systems analysis", *Ecol. Eng.*, 4, 1995.

21) Walters, C., V. Christensen and D. Pauly, "Structuring dynamics models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments", *Review in Fish Biology and Fisheries* 7, 1997.

22) Pauly, D., V. Christensen and C. Waters, "Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries", *ICES Journal of Marine Science*, 57, 2000.

제3장

국제적 논의 동향 및 해외사례분석

1. 국제적 논의 동향

1) 발전과정

20세기 말 해양자원의 과도한 이용으로 인한 자원감소와 생태계 파괴가 심각해지면서 인간의 해양에서의 활동을 규제해야 한다는 논의가 확산되기 시작했다. 유엔해양법협약의 전문에 따르면 ‘해양에서 발생한 문제들은 상호 밀접하게 연관되어 있어서 하나로 통합하여 고려해야 할 필요가 있다’고 하였다.²³⁾ 그러나 해양법 협약이 제정될 당시만 해도 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 개념이 활발히 논의되지 않고 있었다. 따라서 생태계 접근법이 매우 제한적으로 수용되었으나, 회원국들이 해양생태계를 고려하여 관리에 임할 의무를 아주 배제한 것은 아니었다.²⁴⁾

유엔해양법협약 이후 유엔환경개발회의(UN Conference on Environment and Development)에서 채택된 아젠다 21(Agenda 21) 등의 영향으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 관련한 여러 협약들이 성립되었다. 특히 아젠다 21은 해양관리에 생태계 접근법을 직접적으로 적용하였는데, 제17장에는 해양과 연안역 관리 및 개발에 관한 통합적 관리와 예방적 접근법을 적용하도록

23) 1982년 유엔해양법협약은 최대지속적 생산량을 채택하고, 고갈된 자원의 회복, 자원간의 상호 의존성 및 연관종과 의존종의 관계에 관해 규정하였다. 회원국들의 환경 보존의무도 강조하였다.

24) *Ibid.*

주창하고 있다. 특히 해양자원의 이용과 환경보호는 분리되어서는 아니되며, 통합관리만이 양자 모두를 성공적으로 달성할 수 있는 방안임을 역설하였다. 또한 아젠다 21에는 연안역의 통합관리 및 친환경적 개발 (프로그램 A), 해양 환경보호 (프로그램 B), 공해상 해양생물자원의 친환경적 이용 및 보존 (프로그램 C), 국가관할 수역 이내의 생물자원의 친환경적 이용 및 보존 (프로그램 D), 해양환경과 기후변동 등 자연의 다변성 (프로그램 E) 등을 다루고 있다. 여기서 프로그램 C와 D가 어업과 관련 있는데, 남획을 근절시키기 위한 기존의 관리수단 강화, 복수어종 관리 및 연관종 및 의존종, 개체군 간의 관계, 고갈자원의 회복, 어구 선택성의 향상 및 해상투기(discards)의 감소, 멸종위기종 및 서식지의 보호, 파괴적(destructive) 어법의 금지 및 과학의 역할 등을 다루고 있다.

1995년에 제정된 유엔어족자원협정(Fish Stocks Agreement)은 해양생물자원의 장기적 보존과 친환경적 이용을 목표로 하고 있다. 또한 예방적 접근법, 생물다양성 보호 및 어업자원의 친환경적 이용을 다루고 있으며, 참여국들이 해양생물의 다양성을 보호하고, 어업자원의 지속적 이용을 보장하기 위한 조치를 채택하고, 그러한 자원의 최적 이용을 조장하며, 연관종 및 의존종을 고려함으로써 생태계 접근법을 채택하도록 장려하였다. 또한 상이한 법적 지위를 가진 수역이라도 동일한 자원에 대해서는 일관성 있는 관리 조치를 채택하여 시행하도록 하는 일관성의 원칙도 채택하였다.

1995년 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범(FAO Code of Conduct the for Responsible Fisheries)²⁵⁾에서도 생태계 접근법 또는 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 명확히 정의 내리거나 그 개념들을 언급하지는 않았다. 그러나 해양법협약에 비하여 생태계 관리의 관점에 근접해 있다고 할 수 있다. 그렇다 하더라도 Agenda 21이나 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범은 법적 구속력

25) 1995년 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범(the 1995 FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries)은 유엔해양법 협약 및 유엔 어족자원협정과 생물다양성 협약의 규정을 결합시켜 성립된 잡는어업(capture fisheries)과 양식에 대한 범세계적 관리체제로 인식되고 있다.

이 없는 형태이며, 1995년 어족자원 협정은 현재 비준국가의 수가 제한적이라 현재 국제법적으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 원칙을 강제이행 할 근거가 미약하다고 할 수 있다. 그 외에 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 발전에 기여한 여러 가지의 국제조약 및 회의가 이루어졌다(〈표 3-1〉 참조).

지역해양 및 수산 기구 중에서 생태계 접근법을 비교적 적극적으로 수용한 것으로 알려진 1980년 남극해양자원 보존협약 (Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources: CCAMLR)의 협약전문에도 생태계 접근법이라는 용어와 정의를 정확히 표기해 놓지 않고 있다. 다만 생태계 모니터링 프로그램이나 예방적 접근법을 강조하고 있다는 정도로 생태계 접근법과 연관되어 있을 뿐이다. 이 협약의 규정에 따르면 어떠한 생물자원의 채포 행위라도 안정적인 신규가입(recruitment)을 보장하는 수준 이하로 개체군 수가 감소되지 않도록 하여야 하고, 포획, 의존 및 연관 개체군간의 생태학적 관계를 유지해야 하며, 고갈 자원은 안정적인 신규가입을 보장하는 수준으로 회복시켜야 하고, 마지막으로 해양생태계의 변동을 방지하거나, 변동으로 인한 위험요소를 최소화하는 보존 원칙에 따라 행해야 한다.

〈표 3-1〉 생태계 접근법과 연관된 주요 국제회의

회의	내용 및 결과
해양오염이 생물자원 및 어업에 미치는 영향에 관한 FAO 기술회의(FAO Technical Conference on Marine Pollution and its Effects on Living Resources and Fishing, 1970)	육상기인의 해양 오염원에 대한 전문가 회의
1972년 인류와 환경에 관한 스톡홀름 회의 (1972 Stockholm Conference on the Human Environment)	환경적 측면에서의 자연자원관리를 다루었는데 특히 전반적인 생태계 관리 및 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 개념을 강조
어업관리개발에 관한 FAO 기술회의 (FAO Technical Conference on Fishery Management Development, 1972)	남획 및 어업 외 활동에 의한 환경과과 등과 예방적 접근법에 근거한 새로운 자원관리 및 복수어종 간의 관계에 대해서 논의

회의	내용 및 결과
세계 환경과 개발에 관한 위원회(World Commission on Environment and Development)	이 위원회가 편찬한 Brundtland Report는 환경친화적 개발의 개념을 발전. 특히 세대간 동등, 환경친화적 이용, 전환경평가, 사전논의, 예방과 보상, 경계왕대성 환경문제와 자연자원에 관한 협력 등을 다룸
1992년 생물다양성 협약 (1992 Convention on Biological Diversity)	이 협약은 생물다양성의 보존, 이익의 공평한 분배, 환경친화적 이용 등을 강조하고 있는데 가입국은 생물자원의 이용 및 탐사 권리를 가짐과 동시에 생물다양성을 위협하는 인간의 행위를 규제할 의무를 가짐. 생물다양성에는 생태계 다양성, 종다양성, 유전적 다양성 등이 포함됨. 생물다양성의 보존은 성공적인 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위하여 중요한 요소인데, 남획과 같은 외부 영향에 저항하거나, 원래의 자원상태로 복귀하는데 중요한 역할을 하기 때문이다. 본 협약은 1982년 유엔해양법 협약의 해양환경 보존의 의무를 한층 강화하거나 보완하였음.
식량보전을 위한 어업의 지속적 기여에 관한 교토 선언 (1995 Kyoto Declaration on the Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security):	본 선언은 세계의 식량생산 증대에 어업의 기여한 바를 강조하고 어업자원의 친환경적 개발을 위한 여러 원칙을 제창하였음.

CCAMLR이외에도 발트해의 지역어업기구인 국제 발트해어업위원회(the International Baltic Sea Fishery Commission; IBSFC), 발트해양환경보호위원회(the Baltic Marine Environment Protection Commission) 및 국제해양탐사위원회(International Council for the Exploration of the Sea)는 발트해 지역프로젝트(Baltic Sea Regional Project)를 이행하기 위하여 협력하고 있다. 이 프로젝트는 2002년 9월부터 시행되었으며, 생태계를 기반으로 하는 관리의 촉진을 도모하기 위하여 설립되었다. 발트해는 특히 반폐쇄해(semi-enclosed sea)로서 광역생태계(Large Marine Ecosystem)를 구성하고 있으므로 생태계를 기

반으로 하는 어업관리가 커다란 효과를 낼 수 있다.

상기한 CCAMLR과 IBSFC 외에는 지역수산기구 중에서 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 특별히 비중있게 이행하고 있는 국제기구는 거의 없다. 최근의 FAO의 한 연구에 따르면 대부분의 지역수산기구들이 생태계를 기반으로 하는 어업관리 이론 채택과 이행에 적극적이지 못한 이유는 대부분 1995년 유엔어족자원 협정이 성립되기 이전에 설립되었기 때문에 1995년 어족자원 협약의 생태계 관리 관련 규정 보다는 해양법 협약의 어업자원 관리와 보존에 관한 규정을 채택하고 있기 때문이라고 한다.²⁶⁾

1995년 이후 새로 설립된 지역수산관리기구는 ‘중서부태평양 고도회유성어족 보전 및 관리위원회(Commission for the Conservation and Management of Highly Migratory Fish Stocks in the Western and Central Pacific Ocean)’ , ‘남동부 대서양 어업위원회(South-East Atlantic Fisheries Commission)’ 및 ‘남서부 인도양 어업위원회(West Indian Ocean Fisheries Commission)’ 등이 있다. 이들 조약은 각각 생태계를 기반으로 하는 어업관리 원칙을 포함하고 있는데 예를 들면, 각 회원국들은 어업활동 및 어업관리활동을 하는데 있어 해양생물자원 전체에 미치는 영향을 최소화시켜야할 의무를 가지고 있다. 이들 협약은 또한 예방적 접근법을 적용하도록 하고 있다. 앞에서 언급한 국제 협약 및 회의 외에도 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 관련한 국제 협정 또는 회의는 <표 3-2>와 같다.

26) FAO Document, RFB/II/2001/7, Ecosystem Challenges for Coordination between Marine Regional Fisheries Bodies and Regional Seas Conventions.

〈표 3-2〉 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리와 연관된 국제회의

년도	회의
1971년	국제적으로 중요한 습지에 관한 람사협약
1973년	멸종위기종의 국제거래에 관한 협정
1979년	야생회유종의 보존에 관한 본 협약
1991년	지구환경금융
1992년	Transboundary watercourses의 이용과 보호에 관한 헬싱키 협약
1992년	친환경적 개발에 관한 유엔 위원회

2) 책임있는 어업을 위한 행동규범과 레이카비크 선언

1995년 FAO 책임있는 어업을 위한 행동규범은 어업과 관련한 여러 환경 요소를 종합적으로 고려하여 어업관리를 하여야 한다는 권고에 관해 가장 영향력 있는 문서로 인정받고 있다.²⁷⁾ 이 행동규범은 생태계를 기반으로 하는 어업관리 개발에 적용할 수 있는 9가지의 생태계 관리 원칙들을 포함하고 있다. 첫째, 생태계와 그에 속한 구성요소들이 경계왕래성임에 주의하고 양식 활동을 포함하여 환경에 영향을 미치는 활동을 잘 규제하여 생태계 전체를 잘 보존하여야 한다. 어업활동, 오염, 기타 서식지 변경 및 기후변화가 생태계에 미치는 영향을 평가하기 위한 연구를 시행해야 한다. 중요서식지(critical habitat)를 포함한 서식지 보호 및 회복 계획의 수립과 서식지 변경이 생태계에 미치는 영향에 관한 연구 및 새로운 어업 및 어획기술 도입의 잠재적 영향을 사전에 평가할 계획도 수립해야 한다.

둘째, 환경요인을 연구 시 최선의 과학 정보를 이용하여야 하며, 어업은 항상 환경에 대한 영향을 고려한 후 실시하여야 한다.

셋째, 양식업 및 인공어초 투하를 포함한 모든 어업관련 활동의 영향을 최소

27) Fisheries Management -2. The Ecosystem Approach to Fisheries, FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries 4, Suppl.2, FAO, 2003.

화 하여야 하며, 그러한 영향을 평가하고 감시하기 위한 연구프로그램을 개발할 것을 권고한다. 환경오염 및 화학물질 사용을 감소시키고 환경적으로 안전한 가공, 운반, 저장 방식을 선택하며, 어획 이후의 관행의 환경영향을 규제할 것을 요청한다. 어구영향의 사전평가 및 감시, 파괴적 어로관행의 금지, 친환경적인 어구 개발이 필요하며, 에너지의 최적이용 문제에 관해서도 관심을 가져야 한다.

넷째, 어업외의 해양자원 이용활동이 어업에 미치는 영향을 조사하고, 이해관계자들 간의 분쟁은 되도록 피해야 한다. 어업의 환경영향도 함께 평가하여야 하며, 그러한 이용활동을 통하여 감소한 자원들도 다시 회복시킬 것을 요청한다. 특히 석유 시추시설과 같은 인공구조물을 해저에 유기하는 것에 관하여 결정할 때에는 어업관계 당국과 논의를 거쳐야 한다. 어업을 연안역 관리에 통합시킬 것을 권고한다. 항구나 양륙지에 폐기물 처리 시스템을 개발하여 오염요소를 제거하고, 어선의 해상투기는 ‘국제 선박오염 방지협약 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships: MARPOL)’ 의 요건에 따라 실시해야 한다. 배기가스, 오존의 방출을 줄이고 기존의 냉각제(프레온 가스) 대신에 대체 냉각제의 사용을 증가시켜야 한다.

다섯째, 어업이 생물다양성에 미치는 영향을 최소화 시키고 어업영향에 대한 연구를 실시하여야 한다. 그러한 어업영향의 규제를 통하여 기존의 멸종위기종 보호에도 노력해야 한다.

여섯째, 이 행동규범은 목표종과 비목표종을 구분하고 의존종 및 연관종 관계도 구별하고 있다. 의존종과 연관종의 행태, 보존에 관한 연구를 증진시키고, 적절한 과학정보 및 부수적 어획 사망률의 부재를 해결하고, 어획량의 평가 및 어획량 최소화에 관한 연구도 필요하다. 개체군간의 상호관계에 대한 과학적 연구도 필요하다.

일곱째, 연안역은 어업관리의 생태계적 접근법을 시행할 중요한 대상 지역이므로 특별한 보호가 필요하다.

여덟째, 부적절한 어구 선택성은 비목표종의 어획, 부수어종어획, 해상투기

등의 문제를 일으키는 주요 원인이므로, 어구선택성 향상을 위한 국제협력 등이 필요하며, 해상투기 및 어구유실 방지를 위한 프로그램이 필요하다.

마지막으로 해양환경 보존을 위하여 예방적 접근법을 보다 광범위하게 적용해야 하며, 여러 불확실성의 요소들을 고려하고 신중어업이나 기술을 채택하기 전에 사전 영향 평가를 실시할 것을 권고한다.

FAO는 생태계관리원칙들을 각 회원국의 국내 정책에 반영시키기 위해 2001년에 해양생태계내 책임수산업에 관한 회의(Conference on responsible fisheries in the marine ecosystem)를 개최하였다. 이 회의에서는 현재의 단일 어종 중심의 수산업 관리가 수산자원의 적절한 보존과 이용에 실패하였다는 인식하에 해양의 다른 생물체와 이를 둘러싼 환경을 고려한 수산업관리로의 방향을 모색하였다. 더욱이 이를 담은 선언문을 채택하여 2002년 9월 요하네스버그에서 개최되는 지속개발 세계정상회의에 제출하였다. 따라서 '2001년 해양생태계 내의 책임있는 어업에 관한 레이캬비크 선언' (The 2001 Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem)이 채택되었고 현행 어업관리의 생태계 관리 요소를 더욱 강화하도록 권고하고 있다(〈부록〉 참조). 이 선언은 1982년 유엔해양법협약 및 UNCED와 책임있는 어업을 위한 행동규범을 근거로 하여 해양생태계와 어업이 상호 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 이해할 필요성을 인식하고, 식량안보, 생태계와 그에 속한 자원의 효과적인 보존 및 환경친화적 이용을 보장하기 위하여 어업관리에 생태계관리 원칙을 적용시킬 것을 촉구하였다. 또한 생태계내의 포식자와 피식자간의 관계 및 인간의 활동이 해양 생태계에 미치는 영향을 규명할 것을 강조하였으며, 과학의 역할 및 어업 외 활동이 생태계에 미치는 영향에 대해서도 연구할 필요성 등을 강조하였다. 구체적인 권고내용은 〈표 3-3〉과 같다.

〈표 3-3〉 레이카비크 선언문의 권고내용

차례	권고내용
1	- FAO의 책임있는 어업을 위한 행동규범을 이행 - 국제행동계획 및 교토선언과 어업의 식량보장에 기여를 위한 행동계획 등도 함께 이행
2	- 효과적인 어업관리조치를 인센티브 제도와 함께 즉각적으로 도입
3	- 기존의 지역 및 국제 어업관리기구를 강화 - 필요한 경우 새로운 기구를 설립 - 생태계 관리와 해양환경의 보존을 위하여 기구간의 협력을 강화
4	- 어업 외의 활동이 해양생태계 및 어업에 미치는 영향을 규제
5	- 생태계 관리에 필요한 과학정보 수집 (a) 생태계를 기반으로 하는 관리전략을 개발하고 이행하는데 필요한 과학지식을 향상, (b) 관련 생태계, 먹이그물, 종간의 상호관계, 및 포식자-피식자 관계, 서식지의 역할 및 생태계 의 안정성과 유연성에 영향을 미치는 생물학적, 물리적, 해양학적 요소 등을 파악, (c) 자연 변동이 생태계의 생산성에 미치는 영향을 체계적으로 모니터링할 방안을 강구, (d) 모든 어업의 부수어종어획 및 해상투기를 적절히 감독하여 정확한 실제 어획량 데이터를 수집하기 위해 노력, (e) 어구 및 어업관행에 관한 연구 및 기술개발을 지원, (f) 어업 외의 활동이 해양환경에 미치는 영향 및 그러한 영향이 친환경적 해양자원 이용에 미치는 영향 평가.
6	- 양식 개발과 잡는어업(Capture fisheries)의 상호 연관성을 모니터링
7	- 개발도상국을 지원하여 생태계 관리를 어업관리에 도입 - 특히 전문 인력을 양성을 위한 국제적 협력을 강화
8	- 지속가능한 어업을 위한 기술 이전
9	- 기술 및 재정관련 국제기구와 FAO가 협력하여 효과적인 관리 제도에 관한 기술적 조언 및 정보, 특히 개발도상국 등을 대상으로 제공하는 지원.
10	- 최선의 관행에 관한 기술지침서를 개발할 것을 촉구 - 기술지침서는 FAO 어업위원의 다음 회기 때에 제출

이외에도 해양생태계를 고려한 어업관리에 대한 이해를 넓히기 위해 과학 심포지엄이 개최되었다. 대부분의 과학자들은 과도어획능력을 줄이기 위한 긴급한 노력 없이는 해양생태계내 책임 수산업에 대한 진전을 이루기가 매우 어려울 것이라고 전망했다. 또한 생태계를 기반으로 하는 관리(Ecosystem-

based management)에 대한 공식적인 정의에 대하여는 합의가 없으나, 복수어 종 수산업 및 다른 해양이용의 종합 관리차원, 그리고 현재 대부분의 수산업관리계획에 있는 것 보다 더 폭넓은 보존 목표를 통합하는 것이라고 하였다. 특히, 생태계 고려사항으로서 예방적접근 원칙의 적용이 강조되어야 한다고 지적하였다.

결론적으로 레이카비크 선언문은 기존의 국제사회에서 채택된 FAO 책임 수산업 행동규범 및 4개의 관련 국제행동계획의 내용 중 생태계 고려사항에 특히 초점을 맞추어 그 이행을 강조한 정치적이고 선언적인 문서이다. 따라서 향후 세계 수산업 관리의 방향을 설정하는 중요한 지침으로서의 역할을 할 것이다.

3) WSSD와 UN회의

2002년 남아프리카의 요하네스버그에서 개최된 ‘지속가능한 개발을 위한 세계 정상회의(the World Summit on Sustainable Development: WSSD)’에서 이행계획(Plan of Implementation)이 채택되었다. 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 관련해서는 특히, 해양환경 내의 책임있는 어업에 관한 레이카비크 선언을 참고하여, 2010년 까지 생태계 접근법을 도입할 것을 권고하였다. 이외에도 국가 관할권 이내 또는 이원의 중요 연안역, 해역의 생산성과 생물다양성을 유지해야 하며, 생태계 접근법 등의 다양한 방법을 이용하여, 파괴적 해양이용 관행을 금지시키는 등의 노력을 해야 한다고 권고하고 있다.²⁸⁾

유엔총회(General Assembly)와 해양과 해양법에 관한 비공식협의회의(The UN Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea) 등 유엔의 해양관련 기구 또한 최근 들어 생태계를 기반으로 하는 어업관리에 관해 심도 있는 논의를 하였다.

결론적으로 국제적 차원에서 해양생태계 보호 의무를 규정하고 있는 협약으

28) Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August- 4 September 2002., United Nations, A/CONF.199/20*. Para. 30(d), 32(a), 32(c).

로는 유엔해양법협약, 생물다양성협약, 유엔공해어족보존협정 및 FAO 책임 수산업행동규범 등 여러 가지 법적 문건을 가지고 있다고 할 수 있다.

2. 사례 분석

각국의 어업과 환경에 관련한 기관들은 단일어종 관리의 한계성을 극복하기 위해서는 효율적인 통합관리가 필요하다는 인식을 함에 따라, 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 원칙을 채택하기 시작하였다. 그러나 대부분의 국가들은 직접적으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 도입하여 시행하고 있지 않고, 주로 간접적인 방법으로 관련 이론들을 채택하여 시행하고 있다.²⁹⁾ 따라서 이 절에서는 여러 국가들이 어떻게 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하였는가에 대하여 그리고 추진상황에 대하여 분석하고자 하였으나, 미국을 제외한 대다수의 국가들에 대한 자세한 분석을 하지 못하였다. 이는 많은 국가들이 여러 가지 제약에 따라 이 관리 수단을 적극적으로 도입하기는 현실적으로 어렵기 때문인 것 같다.

1) 미국

미국 연방수역내의 목표어종들에 대한 관리는 1976년에 처음 제정된 후 1996년에 수정된 맥너슨 스티븐슨 어업보존관리법(Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act)에 주로 의존하고 있다. 이 법을 집행하기 위해서 각 지역들이 따라야 할 국가기준지침이 마련되어 있는데 이 국가지침에서는 최대지속가능 생산량은 생태학적 및 환경조건을 고려해서 하나의 자원이나 자원 복합체로부터 취할 수 있는 생산량이 되어야 한다고 명시하고 있다.

29) Molenaar, Erik Jaap, "Ecosystem-Based Fisheries Management, Commercial Fisheries, Marine Mammals and the 2001 Reykjavik Declaration in the Context of International Law," IJMCL, Vol. 17, No. 4, 2002.

더욱이 부수어종을 보호하기 위해 ‘보전과 관리는 가능한 한 혼획을 최소화하고 혼획이 불가피한 경우에는 혼획에 의한 사망률을 최소화해야 한다’ 고 명시하였다. 이외에도 생태계를 기반으로 하는 어업관리 관련 내용을 직접적으로 다루고 있다. 주요내용은 첫째, 해양생태계뿐만 아니라 수산업의 보호, 회복 및 장기적인 건전성(health)과 안정성을 추구한다. 둘째, 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 시행하도록 국가기준(national standard)을 정한다. 셋째, 어업관리계획이 비목표종 및 서식지에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 평가 등 어업관리계획이 생태계에 미치는 영향을 평가한다. 넷째, 비관리대상 어종의 서식지도 고려한다. 마지막으로 어업생태계 계획 또는 어업관리계획을 광범위한 지역생태계계획과 일치시킨다 등이다.

미국의 국립과학위원회(National Research Council)가 제시한 생태계를 기반으로 하는 어업관리의 정의는 “어업을 관리할 때에 생태계의 모든 구성요소 및 관련 서비스들을 고려하고, 환경친화적 이용이라는 목표를 달성하기 위하여 보다 광범위한 생태계의 메커니즘(Mechanism)을 이해하는 것이다” 라고 정의되어 있다.³⁰⁾ 이러한 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위하여 어업관리자들은 목표어종이 속한 먹이사슬 내의 관계, 기후와의 연관성, 어류와 서식지의 관계, 어획활동이 어류자원과 그 서식지에 미치는 영향 등을 모두 고려해야 한다.³¹⁾ 즉 전통적인 어업관리에 비하여 여러 가지 요인들을 종합적으로 고려하는 특성을 갖추었다고 볼 수 있다(〈표 3-4〉 참조).

최근 들어 미국해양정책위원회(U.S. Commission on Ocean Policy)는 해양에 관한 보고서를 발간하였는데 이에 따르면 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 개발하기 위한 한 방안으로 해양구역화(marine zoning)를 권장하였다. 해양구역화를 포함한 여러 가지 수단을 이용하여 생태계를 기반으로 하는 어업

30) *Sustaining Marine Fisheries*, Committee on Ecosystem Management for Sustainable Marine Fisheries, National Research Council, 1999.

31) *Ecosystem-Based Fishery Management -A Report to Congress by the Ecosystem Principles Advisory Panel*, US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, 1999.

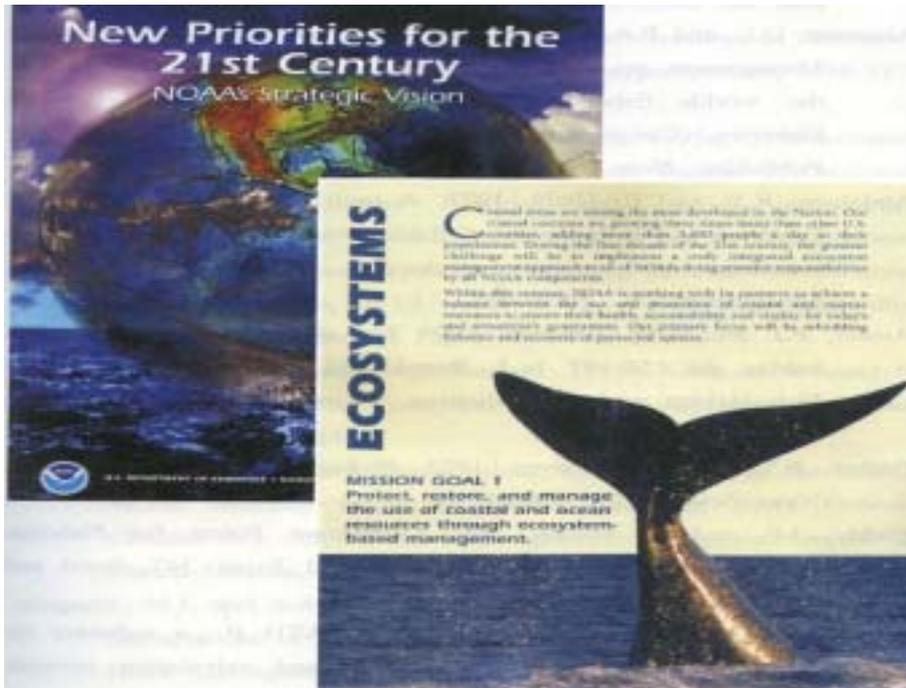
자원관리를 실현하고 있는데 여러 가지 예는 아래와 같다. 베링해에서는 킹크랩과 그 서식지를 보호하기 위하여 세 곳이 해양보호 수역으로 설정되어 저서어류 트롤어업 및 가리비 저예망 어업이 금지 되었으며, 2005년에 북태평양어업관리위원회는 알류산 열도 근해의 산호와 저서동물을 보호하기 위하여 트롤어업 금지구역을 5십만 평방 마일 정도로 확장시킬 것을 제안하였다. 명태는 멸종위기종인 스텔라 바다사자의 주요 먹이종이므로, 한꺼번에 한 구역에서 남획되는 것을 막기 위하여 명태와 고등어의 총허용어획량을 지역·계절별로 나누어 배정하였다. 알류산 열도에서는 모든 명태어획을 금지시켜 바다사자의 식량을 확보하도록 하였다. 스텔라 바다사자와 함께 역시 멸종위기종인 알바트로스(short tailed albatross)의 부수어종어획량도 설정되었다.

〈표 3-4〉 국립과학위원회의 권고사항

권고내용
<ul style="list-style-type: none"> - 모든 이해관계자들이 정보를 공유하고 의사결정과 관리에 참여할 수 있어야 한다. - 어업활동이 생태계를 영구적으로 파괴해서는 안 된다. - 어업에 의한 경계 왕래성 피해도 고려해야 한다. - 어업 외의 기타 해양 이용활동에 의한 생태계 파괴도 감소시켜야 한다. - 경제적 관점에서 생태계를 이해해야 한다. - 생태계의 다양성과 구조 및 기능을 보존해야 한다. - 보호수역의 개념을 도입한다. - 어업관리의 범위를 생태계의 자연적 경계와 일치시킨다. - 환경기구와 어업관리기간에 협력을 강화시킨다. - 단기적 목표뿐만 아니라 장기적 목표 또한 함께 설정한다. - 보존과 환경친화적 이용간의 적절한 균형을 유지한다. - 생태계의 다양성과 변화가 불가피한 점을 인지한다. - 과학뿐만 아니라 전통적 관리를 통해 축적된 지식도 적극 활용한다. - 생태계 피해와 회복가능성에 대한 정보 수집을 확대한다. - 적절한 생태계 관리를 위하여 모든 과학 분야가 협력하도록 한다. - 예방적 접근법을 광범위하게 적용한다. - 이익의 공평한 분배를 보장한다. - 효과적인 분쟁해결 및 집행 방안을 준비한다. - 과학지문의 질적 우수성과 독립성을 보장해야 한다. - 순응적 관리 전략을 채택한다. - 관리활동을 감시하기 위하여 환경친화적 생태계이용의 지표를 설정한다.

이외에도 미국은 체사픽만 프로그램 등 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 시행하기 위한 많은 프로그램을 시행 중이며, 북태평양어업관리위원회는 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 개발하기 위하여 노력하고 있다. 예를 들어 알라스카만의 저서어류(groundfish) 어업에 생태계를 기반으로 하는 어업관리가 도입되어 시행되고 있는데, 저서어류의 어획율을 매우 낮은 보존수준 (conservative levels)으로 설정하는 것이 이 관리의 핵심이다. 해상투기를 줄이기 위하여 본 어업을 관리하는 북태평양어업관리위원회(North Pacific Fishery Management Council)는 1998년에 명태와 태평양 대구(Pacific cod)의 유지율(retention)을 어획장소와 시기와 상관없이 100%로 하도록 요청하였으며, 인간이 소비하지 않은 어류만 해상 투기하도록 하였다. 1999년에는 조피볼락류(demersal shelf rockfish) 및 기타 어종에도 이러한 기준이 적용되었다.

〈그림 3-1〉 미국의 21세기 전략비전



미국 해양대기청(NOAA)은 21세기를 위한 전략비전(Strategic Vision)을 수립하면서 첫째, 생태계 기반 관리(Ecosystem-based management), 둘째, 기후변화의 이해(Understanding climate variability), 셋째, 기상 및 수자원 서비스(Serving weather and water), 넷째, 안전하고 환경친화적인 해운 시스템(Safe and environmentally sound transportation)을 목표(Mission Goal)로 설정하였다. 이 네가지 목표 가운데에서도 생태계 기반 관리를 최우선 순위로 설정하여 이를 달성하기 위해 노력 하고 있다.

2) EU

EU에서는 1990년대 말에 이미 생태계 접근법을 북해의 어업관리에 도입하는 방안이 논의되기 시작하였는데, EU 회원국과 노르웨이의 해양환경국 장관들은 1997년 3월 회의를 열어 어업과 환경문제 통합에 관한 선언문을 채택하였다. 본 선언문은 생태계 접근법에 관하여 ‘어업과 환경 정책의 통합은 한층 더 강화되어야 하며, 어업과 환경의 보호, 보존 및 관리 조치가 해당 생태계의 구조적 특성, 기능, 생산성 생물다양성 유지에 적합하고, 해당 생물과서식지의 식량 생산의 필요성도 고려하는 등 생태계 접근법의 필요성을 해당 정책에 반영해야 한다.’ 라고 서술하고 있다. 또한 이 회의는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리와 관련한 원칙들을 제시하였는데 특히, 어업, 환경 보호, 보존 및 관리 조치를 통합할 때에는 최선의 과학정보 이용을 전제로 하여야 한다고 지적하였다.

또한 본 회의의 참석자들은 주요목표로서 첫째, 생태계의 구조적 특성 및 기능, 생산성 및 생물학적 다양성을 회복시키고 유지시킴으로써 북해 생태계의 지속적인 건전성(health)을 보장하여야 하고, 둘째, 양질의 식량을 대량 생산할 수 있도록 보장함으로써 해양생물자원의 지속적 이용을 달성하며, 셋째, 경제성 있는 어업을 보장하는 것을 합의하였다.

EU는 2001년에 ‘공동어업정책의 미래에 관한 보고서’ (Green Paper on the

Future of the Common Fisheries Policy)를 발간하여 해양생태계의 기능에 대해 축적된 지식과 정보가 부족함을 지적하였고, 어업이 공동어업정책(Common Fisheries Policy; CFP)의 환경보호와 관련된 문제점을 어떻게 악화시키는지 그 요인들을 지적하였다. 또한 그러한 CFP의 결점을 보완하기 위하여 본 문서는 장기적으로 생태계를 기반으로 하는 관리를 이행할 것을 제안하였다. 또한 중요 어종과 서식지 보호를 위한 중기(medium term) 목표로는 부수어종어획 및 혼획제한을 제시하였다. 생태계 접근법을 모든 어업관리 영역에 도입하여 해양생태계의 지속적 이용을 달성하도록 권고하기도 하였다.

2002년 3월에는 제5차 북해보호에 관한 국제회의(International Conference on the Protection of the North Sea)를 개최하여 베르겐 선언(Bergen Declaration)을 채택하였는데 이 선언문의 제1부에 생태계를 기반으로 하는 관리를 다루고 있다. 북해의 해양환경에 영향을 미치는 모든 인간의 활동을 관리하여 생물다양성을 보존하고 지속적 개발을 보장하기 위하여 본 회의 참석자들은 북해 생태계의 건전성에 영향을 미치는 중요 요소를 파악하고 규제하는 등의 생태계 접근법을 이행할 것에 동의하였다. 최근에 EU는 유럽해양정책(European Marine Strategy)을 개발하고 있으며, 이 정책은 지역별로 생태계 접근법을 어떻게 적용시키고 이행시킬 것인가를 다룰 예정이다.

이것과 연관되어 유럽위원회(European Commission)의 기금을 통해 수행된 국제해양탐사위원회(International Council for the Exploration of the Sea)의 연구결과로 북해해양자원관리를 위한 친환경계획초안을 보면 지금까지의 북해 수산자원에 대한 자원관리는 일부 포식어종과 피포식어종의 연관관계를 고려하지는 하였으나, 주로 어종별로 이루어졌다고 지적하였다. 또한 인간영역에서 어업관리자들만이 인간 활동부분을 고려하였으나 일련의 모든 인간 활동의 영향이 어류의 생존에 영향을 미치고 있음을 지적하였다. 더욱이 북해 대구의 경우 수온변화가 2도 이상 변할 경우 어족자원자체가 사라질것이라는 연구결과를 포함시킴으로써 해수온도 변화 및 기후 변화에 대한 영향을 고려해야 한다고 주장하였다. 이 연구에서 친환경 계획은 기존의 자원관리가 조업금지 구역

을 확대할 것을 주장하는 것이 어촌사회에 피해를 야기시키는 점을 고려하여 조업금지구역은 일부 먹이사슬이 발달한 중요서식지에 한정하는 대신 어선규모 및 적당 양륙량을 규제하고 서식지 파괴가 심한 어구를 친환경적 설비로 대체할 수 있도록 할 것을 제한하였다.

3) 캐나다

캐나다의 1996년 해양법(Oceans Act)은 생태계 관리에 관한 규정을 포함하고 있으나, 1985년 어업법은 여전히 전통적 단일어종 관리를 근간으로 하고 있으므로 생태계를 기반으로 하는 관리를 어업에 적극적으로 도입하여 이행하고 있다고는 보기 어렵다. 1996년 해양법은 환경친화적 개발, 통합적 관리 및 예방적 접근법의 이론을 근간으로 해양관리 전략을 개발하고 이행하도록 하고 있다. 이 법의 전문에 실린 해양정책개발과 관련된 중요 내용은 다음과 같다. 첫째, 해양과 그 자원의 지속적 개발을 위하여 해양, 해양과정(ocean processes), 해양자원 및 해양생태계의 이해를 증진시키고, 둘째, 생태계 접근법을 근간으로 한 보존조치가 해양환경의 생물다양성과 생산성을 유지하는 근간이 된다는 것을 주지하고, 셋째, 예방적 접근법을 해양자원의 보존, 관리 및 이용에 광범위하게 적용하여 이들 자원을 보호하고 해양환경을 보전하기 위하여 노력하며, 마지막으로 해양과 그 자원의 통합관리를 증진시킨다.

2002년에 공표된 캐나다 해양정책(Canada's Oceans Strategy)은 통합관리 이론, 해양자원의 보존과 지속적 이용을 위하여 필요한 요소를 포괄적으로 고려하여 인간활동을 관리할 계획을 입안할 것을 강조하고 있다. 본 정책은 생태계를 기반으로 하는 관리 접근법을 강조하고 있으며, 동시에 광역해양관리수역(Large Ocean Management Areas)의 개념도 소개하고 있다. 2004년에 캐나다 수산해양부(Department of Fisheries and Oceans)는 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 “인간활동을 적절히 관리하여 생태계의 구조, 기능 및 전반적인 해양환경의 질(quality)이 적정수준에서 유지되도록 하는 것”으로 정의하였다.

캐나다 정부의 생태계를 기반으로 하는 접근법은 다음과 같이 이행된다(〈표 3-5〉참조). 더욱이 2004년에 DFO는 생태계를 기반으로 하는 통합관리를 위하여 17개의 해양생태지역(Marine ecoregion)을 지정하였다.

〈표 3-5〉 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 접근절차

절차
<ul style="list-style-type: none"> - 관리해역의 지리적 배경을 우선 파악하고 - 해양생태계를 이해하며 - 생태계의 상태를 평가하고 - 인간활동을 관리하며 - 주어진 생태계 구역의 생물다양성, 생산성, 수질 및 서식지의 질(quality)을 유지하기 위한 목표를 설정하고. - 생태계 지표를 지정하고 감독하여 상기의 목표가 달성되도록 보장한다.

4) 호주

호주는 1998년 해양정책(1998 Ocean Policy)에 따라 생태계 관리뿐만 아니라 생태계를 기반으로 하는 어업관리도 시행하고 있다. 이 해양정책에 따르면, 호주의 생태계를 기반으로 하는 해양계획수립 및 관리의 목적은 모든 해양의 생태적 과정(ecological process)을 유지하고, 진화에 의한 변이를 포함한 해양의 생물다양성을 보존하며, 모든 해양토착생물들이 해당 기능을 하는 데 필요한 정도의 개체수를 유지하게 하는 것이다. 이 정책에 따르면, 해양의 다양한 이용을 위하여 통합된 생태계를 기반으로 하는 정책입안 및 관리를 시행해야 할 필요성을 분명히 지적하고 있다. 본 해양정책의 효과적인 이행을 위한 ‘해양계획 및 관리 정책지침서’ (The Policy Guidelines for Oceans Planning and Management)는 효과적인 생태계 유지를 위하여 해양 정책 입안 또는 관리 시에 육지와 해양 및 해양생태계와의 생태학적 연계를 고려해야 하고, 또한 생태계 조직과 기능의 유지를 위하여 공동의 생태계 목표와 지표를 개발해야 한다고 제안을 하였다.

5) 기타

네덜란드는 생태계 접근법을 주요 관리 목표로 삼고, 현재 북해의 생태계 관리 목표를 설정하는 과정 중에 있다. 하지만 어업관리와 보존에 관한 중요 법안인 1963년 어업법은 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 적용하지 않고 있다.

뉴질랜드의 1996년 어업법(1996 Fisheries Act) 및 남아프리카의 1998년 해양생물자원법(Marine Living Resources Act)은 생태계 관리와 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 동시에 적용하고 있다.

3. 제약사항 분석

생태계를 기반으로 하는 어업관리는 이론적으로 해양환경과 생물을 보호함과 동시에 어업의 이익도 유지하게 해주므로 이상적인 관리형태이다. 그러나 현실적으로 사례분석에서 살펴 본바와 같이 여러 국가와 지역 수산기구 등은 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 적극적으로 도입하기 보다는 생태계 관리 원칙들을 어업관리에 제한적으로 도입하여 시행하고 있는 실정이다. 이러한 원인으로는 다음과 같은 요인들을 도출하였다.

1) 행정구역과 생태계 경계의 불일치

성공적인 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위해서는 정확한 개별 생태계 또는 광역생태계 별로 관리가 필요하므로, 각 어업관리 관할 구역이 광역생태계의 경계를 바탕으로 지정되는 것이 가장 이상적이라 할 수 있다. 그러나, 현재 지역어업협정 또는 다자간 어업협정 및 해양법협약, 1995년 유엔어족자원협정, 1995년 FAO 행동규범 등은 해양생태계나 광역생태계별 관리를 위한 기본적인 조치, 즉 관할 구역을 생태계 경계에 맞추어 획정하는 것 보다는 특정

어종의 관리에 초점을 맞추고 있다. 특히 해양법 협약에 명시된 해양 관할 구역들은 생태계를 근간으로 획정되어 있지 않다.

상기한 바와 같이 CCAMLR의 경우나 발트해의 경우는 단일 광역생태계로 이루어져 있어 그러한 생태계를 근간으로 하는 해양자원 보전과 관리가 성공할 수 있는 조건이 갖추어져 있다. 또한 국제기구뿐만 아니라 연안국이라도 연안역이 단일한 광역생태계로 구성된 경우에 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 도입한다면 큰 효과를 거둘 수 있으리라 예상된다. 그렇지 않은 경우는 국가간 지역기구의 긴밀한 협력을 통해서만 성공적인 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 달성할 수 있을 것이다. 특히, 우리나라의 경우 경계 왕래성 어종들이 주변국 해역까지 회유함으로써 이들에 대한 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 시 주변국과의 협력은 필수적이라 할 수 있겠다.

2) 과학기술의 한계

해양생태계와 그 요소들 간의 기능적 상호 관계를 모두 파악하는 것은 매우 복잡하며, 정교한 과학 기술을 동원해야만 가능할 것이다. 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 그러한 기능적 상호 관계뿐만 아니라 모든 자원의 생체량과 생태계 내의 에너지 흐름에 관한 정보도 추가적으로 요구하므로, 더욱 복잡해질 것이다.

보다 정확한 관리를 위하여 특정 어종이 어떠한 외부 환경변화에 처했을 때의 개체량 변화도 예측해야 한다. 그러나 그러한 변동의 발생 시기 등이 대체로 예측 불가능하며, 생태계 내에서 발생하는 사건의 인과관계 또한 규칙적이지 않다. 어업활동이 생태계에 미치는 영향을 예측하는 것도 쉽지 않지만, 어업 이외의 인간 활동으로 인해 발생하게 되는 변화나, 기후 변화로 발생하는 생태계 변동을 예측하는 것은 더욱 어렵다. 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 성공시키기 위하여 필요한 정보는 상기한 내용 이외에도 많다. 지금까지 개별 국가 또는 국제기구가 축적한 데이터로는 충분히 필요한 정보를 얻을

수 없다는 것이 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 시행하는데 큰 걸림돌이 된다고 할 수 있다.

3) 예산제약 및 효율성

앞서 언급한 대로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 시행하는 것은 매우 복잡하며, 과학적 관점에서 검토해 보아도 시행하기 전에 우선 해결해야 할 과제가 많다. 그뿐만 아니라 그러한 복잡한 관리를 시행하고, 필요한 정보를 얻기 위한 연구를 실시하기 위해서는 충분한 예산이 필요하지만, 현실적으로는 모든 국가가 충분히 많은 예산을 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 위해서 책정 할 수는 없는 실정이다. 예를 들어서, CCAMLR의 경우 생태계 관리에 선구적인 역할을 하고 있으며, 과학 연구 및 보존에도 많은 노력을 쏟고 있고, 50년간 광물자원 이용의 모라토리움을 선언하는 등의 조치를 취하고 있으나, 대부분의 개발도상국 회원들은 기본적인 자원평가 연구도 제대로 시행하지 못하고 있는 실정이다.

비용효율적 측면에서도 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 단순히 단일어종 관리 또는 복수어종 관리에 비해서 현재에는 단기적으로 비효율적이라 할 수 있다. 그러나 장기적으로 볼 때, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 어업자원관리에 있어 나아가야 할 방향임에는 틀림이 없고 계량화 할 수 없는 이익(benefit) 또한 창출될 것이다

결론적으로 과학적 측면에서 생태계 관리 모델은 매우 유용하며, 여러 전문분야의 협력에 의한 관리 및 연구가 용이하다는 점에서 관심을 끌고는 있지만 실제 여러 국제기구나 연안국들이 시행하고 있는 바에 따르면, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 당장 시행해야 하기 보다는 생태계에 관한 관심과 이에 대한 연구가 어느 정도 축적된 이후에나 시행할 수 있을 정도의 목표치로 간주하고 있는 것 같다.

제4장

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입 방안

1. 어업자원관리 실태와 문제점

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 앞장에서 살펴본 바와 같이 국제기구나 주요 수산선진국에서 도입하여 시행중에 있다. 그러나 우리나라에 이 관리 개념을 도입하기 위해서는 먼저 우리나라의 어업자원관리 수단에 대한 정확하고 현실적인 인식이 필요하다. 왜냐하면 문제점 인식을 바탕으로 우리나라 현실에 맞는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 방안이 도출 될 수 있기 때문이다. 더욱이 생태계를 기반으로 하는 어업관리는 현재의 어업관리 수단을 대체하는 것이 아니라 중장기적으로 생태계를 고려하는 개념 하에서 현재의 수단들을 수정하고 보완하는 것이기 때문이다.

우리나라의 어업관리는 전통적으로 어선어업의 허가제를 근간으로 하여 진입규제와, 어구, 금어기, 망목규제와 같은 기술적인 통제수단을 사용하다가 1999년부터는 어획량을 통제하는 '총허용어획량(Total Allowable Catch; TAC)' 제도를 도입하여 같이 사용되고 있다. 더욱이 자원조성사업의 일환으로 인공어초사업, 종묘방류사업 등도 활발히 시행되고 있다. 어업자원관리수단을 성격에 따라 분류해보면 크게 규제적인 수단인 자원관리와 자원조성으로 나눌 수 있다. 자원관리에는 어획노력량 규제, 어획량 규제, 기술적 규제, 조업구역 규제를 포함하고 있으며, 자원조성에는 환경관리, 어장조성, 자원첨가, 바다 목장이 있다.

본 절에서는 우리나라 어업자원관리를 크게 자원관리와 자원조성으로 나누어 기존의 어업관리 수단의 실태와 문제점을 찾아보고 개선 방향을 제시하고자 한다.

〈표 4-1〉 우리나라 자원관리 및 자원조성 수단

자원관리	어획노력량 규제	허가정수, 선복량 제한, 어구사용량 설정, 어구실명제, 어선감척 등
	어획량 규제	TAC 제도, TAC 할당제(IQ) 등
	기술적 규제	어선·어구 제한, 금어구, 금어기 등
	조업구역 규제	특정어업 금지 구역, 보호수면(부분적 이용), 육성수면(한시적 운영), 수산자원관리 수면 등
자원조성	환경관리	어장정화, 저질개선, 해적생물구제, 배출수 규제, 환경친화적 어구개발, 등
	어장조성	해중립 조성, 인공어초사업 등
	자원첨가	종묘방류
	바다목장	바다목장

1) 자원관리

(1) 어획노력량규제

현행 자원관리 수단 중 어획노력량 규제를 위해 허가정수, 선복량 제한, 어구사용량설정, 어구실명제, 어선 감척 등과 같은 수단들이 사용되어지고 있다. 이중 허가정수는 업종·지역간 어업분쟁 조정 및 어업의 균형발전을 도모하고자 어획능력 확대를 사전에 제한하는 목적으로 근해어업과 연안어업에 업종별로 정수를 설정하고 있다. 그러나 기존의 **허가정수**는 자원상태에 대한 고려 없이 설정되고 있고, 그 자체만으로는 시행효과를 거두기 어렵기 때문에 산출량 규제 방식과 같은 다른 규제 수단과 병행할 필요가 있다.

선복량 제한은 허가 정수와 더불어 대표적인 어획노력량 규제 수단의 일종

인데 어업자원 수준이 어획노력량에 비해 낮은 것으로 평가됨에 따라 어선세력 증가를 억제하기 위해 근해어업 전 업종에 신규허가를 금지하였다. 그러나 어선대체시 어선규모를 늘림으로 어획강도가 계속적으로 증가하고 있다.

현재 어업인들이 어구를 사용함에 있어 수산자원의 관리나 장기적인 수익보장 측면 등을 고려하지 않고 임의적으로 과다하게 사용되고 있는 실정이다. 그럼에도 불구하고 어선규모별로 어구사용에 대한 최소한의 기준이 없어 자원고갈의 원인이 될 수 있다.³²⁾ 더욱이 최근 자원의 감소 및 어장 축소 등으로 인해 조업경쟁이 심화됨으로써 과다하게 어구를 사용하여 어업경비의 증가는 물론 자원남획으로 이어지는 악순환이 일어나고 있다. 또한 어구를 무분별하게 사용하거나 어구에 실명이 표시되지 않아 부설된 어구의 무단 방치 등에 의한 자원남획 및 어장오염 등을 방지할 수 있는 수단 또한 미약하다. 따라서 이에 대한 개선으로는 어구사용량제한의 실효성을 확보를 위해서는 어구 실명제의 병행이 필수적이라 할 수 있다.

어획노력량 규제 수단 중 가장 대표적인 것이 **어선감척**이다. 어선감척은 어획능력 감소를 통한 자원회복 및 잔류어업인 소득증대를 도모하기 위한 수단으로 시행되고 있다. 그러나 과학적인 자료를 근거로 감척계획이 세워지기 보다는 부족한 과학적 자료에 의거하여 계획이 수립되고 있고 정책설정에 있어서 특정어종 및 어업을 중심으로 한 구체적인 정책 목표를 제시하기보다는 우리나라 어선어업이 안고 있는 국내외적인 문제를 어선감척을 통하여 해결하려는 측면이 강하다고 할 수 있다. 따라서 어선감척정책이 실질적인 어획노력량을 감소시키는 정책임에도 불구하고 어선척수이외의 신규 어획노력량을 규제하지 못하거나, 감척대상이 아닌 업종에서의 유희어선이 조업에 참여함으로써 실질적인 어획노력량 감소효과를 거두기가 어렵다. 따라서 감척 그 자체만으로는 실효성을 가지기 어려우므로 기술적 규제와 병행되어야 하고, 더욱이 감척사업의 목표를 자원관리에 중점을 두어 단순화할 필요가 있다. 또한 감척 목표는 특정어업, 특정지역에 대한 구체적인 물량으로 제시하고, 목표량은 어선

32) 현재 해양수산부는 어구사용량 제한을 2006년 7월부터 법제화시키려고 추진 중에 있음.

척수 뿐만 아니라 어선톤수, 마력수도 포함되어져야 한다. 특히 감척사업의 실질적이고 가시적인 효과를 얻기 위해서는 사업시행 이전에 유휴 허가의 정리, 적정 허가정수설정 및 조정, 톤수 및 마력수 제한 등 기존의 어업관리 수단들과 병행하여 감척사업을 실시하여야 하며, 감척후에도 재진입을 불허하는 기준 마련이 필요하다.

휴어제는 현재 우리나라의 자원관리정책에는 이용되지 않고 있는 정책이지만 최근 들어 업계의 자발적인 실시 등 관심이 증대되고 있다. 또한 휴어제는 어업인의 자발적인 참여와 어업자들 내부의 상호감시 유도한다는 점에서 보다 선진화된 제도라고 할 수 있다. 휴어제는 일정기간 어장진입 또는 어획을 억제하는 것으로서 실질적인 어획노력량을 감축하는 것이기 때문에 궁극적으로 어업자원의 증대 효과를 낼 수 있다. 이에 비해 현행 법률에 정해진 금어기는 자원보호를 목적으로 한다는 점에서는 동일한 의미를 지니지만, 금어기가 주로 산란장 또는 산란시기에 어획을 금지하므로 다분히 어업자원의 조성측면의 성격을 지니면서 강제성을 띤다는 점에서 차이가 있다.

(2) 어획량규제

어획량규제 중 TAC는 산출량규제(Output control)에 있어 가장 대표적인 관리 수단이다. 우리나라의 경우 배타적 경제수역이 선포되면서 총허용어획량(TAC)에 의한 어업관리 제도를 채택해서 2004년 현재 7개 어업에 9개 어종을 대상으로 하여 실시되고 있다. TAC제도는 중요 관리대상 어종에 대한 과학적 자원조사를 바탕으로 지속적인 어획이 가능하도록 총허용어획량을 제시하는 것이다. 그러나 가장 기초라 할 수 있는 자원량 추정이 제대로 이루어지지 않을 경우 자원감소가 더욱 가속화될 수 있으며, 어획량 할당이 이루어지지 않을 경우에도 단기간에 경쟁이 가속화되어 자원에 대한 부정적인 영향이 심화될 수 있다. 우리나라의 경우 어업자원량 평가를 위한 전문인력과 장비가 부족하여 정확한 어종별 TAC 산정에 어려움이 있다. 따라서 TAC 대상어업이나 어종에 대하여 현실적인 자료나 정보에 적합한 자원평가모델이 개발되어져야 하

고 이를 이용하여 신뢰성 있는 과학적 TAC를 산정할 수 있도록 하여야 한다. 더욱이 우리의 인접국인 중국 및 일본과 공동으로 이용하는 어종과 우리나라 어업인들만 어획 할 수 있는 연안 어종에 대한 TAC 산정시 각각의 기준이 마련되어야 한다.

TAC 할당제는 총허용어획량중 어획량 할당을 통해 어업인간의 경쟁을 완화하며, 동시에 어업인의 조업경비 과다 지출로 인한 경영악화를 예방하는 기능을 할 수 있다. 한편, 이러한 할당제는 고비용 비능률적인 어업인에게도 어획량이 할당되어 어업전체의 효율성을 저하시킬 수 있는 단점도 가지고 있다. 따라서 일률적 할당방식을 택하기보다는 어업, 어종 및 대상어업인들의 특성을 감안하여 다양한 형태를 취하는 것이 효율적인 제도 시행을 위하여 필요하다. 또한 할당량은 고정량보다 변동비율제로 하여 자원상태에 따라 TAC를 연동되도록 하여 어업인 스스로가 자원량이 늘어남에 따라 자신의 할당량도 동시에 늘어난다는 인식을 갖게 함으로써 자원보존에 적극적으로 참여할 수 있게 할 필요가 있다.

(3) 기술적 규제

어선·어구 제한 및 금지, 금어구, 금어기 등과 같은 기술적 제한은 어획능력과 자원에 대한 부정적인 영향을 감소시킬 수 있으며, 치어보호에도 효과적이다. 또한 이러한 수단은 어업별 상황을 고려하여 조업활동을 규제할 수 있다. 그러나 이러한 규제수단은 기술적 대체로 어획능력이 다시 증가하거나, 불법행위에 대한 단속이 어렵다.

(4) 조업구역 규제

조업구역을 규제하는 수단으로는 특정어업금지구역, 보호수면, 육성수면, 수산자원관리 수면 등이 있다. 이러한 수단을 통해 자원보호가 이루어지고 있다. 그러나 조업구역규제는 금지구역에서의 어업인의 이해관계가 얽혀 어업인간의 분쟁이 일어나기도 한다. 특히 **특정어업금지구역** 설정과 관련해서 어업인간의

분쟁이 유발됨으로 업종별 분쟁완화를 위한 협의체운영 및 자율관리어업과 연계한 지도를 강화할 필요가 있다

보호수면은 수면의 이용규제를 통한 수산동물의 산란 및 수산동물의 종묘발생이나 치어의 성장보호를 위한 절대보존지역으로 시도지사의 신청에 의해 해양수산부 장관이 지정한다. 현재 고흥군 주변에 있는 여자만과 득량만에 1,827ha가 지정되어 있고, 최근에는 바다목장사업 구역 중 일부(1개소 540ha)를 보호수면으로 지정하여 관리하고 있다. 보호수면제도는 해역별 관리정책에서 가장 강력한 관리정책으로 평가할 수 있으나, 현실적으로는 지자체 실시 이후 지역개발압력으로 보호수면이 해체되어 양식장으로 개발되는 경우도 있다. 따라서 수산자원회복에 있어 가장 적은 비용으로 효과적인 자원회복효과를 낼 수 있도록 산란장 및 치어육성 지역에 대해 보호수면제도를 적극적으로 활용할 필요가 있다.

육성수면은 해면에 정착성 수산동식물이 대량 서식하는 수면 또는 수산자원의 조성을 위해 수산종묘를 방류하거나 시설물을 설치한 수면을 말한다. 이러한 육성수면은 이용자격과 수 제한으로 육성수면의 이용을 둘러싼 이권에 대한 갈등을 초래하기도 한다. 따라서 육성수면은 수산자원관리 수면으로 통합하고, 보호수면 및 수산자원관리수면을 적극적으로 활용할 필요가 있다.

수산자원관리 수면은 인공어초 또는 바다목장 시설물을 설치했거나 설치할 예정인 수면에서의 어업적 이용 목적에 의해 지정된다. 이 수면을 자원회복어종에 따라 지정할 경우 자원회복효과를 높일 수 있다. 그러나 관리수면의 확대 지정과 관련하여 이용하는 어업인간의 갈등이 초래되기도 한다. 향후 수산자원관리 수면과 같은 해역별 관리가 강화되면 해당지역에서는 기존의 관리수단을 이용자단체(자율관리어업위원회)가 자율적으로 조정할 수 있도록 불필요한 규제는 완화하여야 한다.

2) 자원조성

(1) 환경관리

자원조성 분야 중 환경관리수단에는 어장정화, 저질개선, 해적생물 구제, 배출수 규제 및 친환경적인 어구개발이 포함된다. **어장정화, 저질개선, 해적생물 구제 및 배출수 규제**는 어장관리법에 의거하여 실시되며 연안오염방지 및 연안생태계 개선을 그 목적으로 한다. 그러나 이러한 사업들은 대규모 예산이 필요로 하는 사업이므로 예산의 집중적인 지원이 어렵다. 따라서 한정된 예산으로 정책의 효율성을 높이기 위해서는 주요 산란장과 성육장을 중심으로 집중적인 지원이 필요하다. 또한 현재 폐어구로 인해 어장 오염, 산란장 훼손 등으로 어장 생산력 저하 및 해양생태계 파괴의 위험이 있다. 따라서 현재 사용되고 있는 어구보다 생산성은 증대되지만 인건비 등 어업경비가 절감되고 생태계에 부정적인 영향을 적게 미치는 친환경적인 어구가 개발 되어져야 한다.

(2) 어장조성

해중립 조성사업은 수중 동식물의 인위적인 서식환경을 제공하여 생태계복원, 자원증대 및 어업인의 소득을 증대시키는 기능을 가지고 있다. 사업시행에 있어서는 해중립의 증대와 갯녹음 복원사업으로 나눠 실시해야 하나 체계적인 구분 없이 수행되고 있으며, 대상어종에 대한 과학적인 조사도 미흡하다. 또한 철저한 검증 없이 사업이 수행됨에 따라 시행에 따른 효율성이 낮고, 수행된 사업에 대한 사후관리가 미흡하다. 해중립 조성을 위한 철저한 사전조사 수행 후 본 사업을 수행하고, 사업수행은 예비사업과 본 사업으로 분리하여 철저한 검증체계를 확립하여 수행하여야 한다.

인공어초사업은 규모가 소규모인 경우가 많고 출현어종, 생태, 시설형태, 어초 종류, 어법 등 종합적인 조사가 장기간에 걸쳐 이루어 지지 못하고 있어 단기적인 조사로 적지를 판정하고 있다. 더욱이 인공어초 적지조사시 인공어초 시설 이전의 자원상태 및 환경에 대한 충분한 분석이 실시되지 못한 상황하에

서 어초시설이 이뤄져 인공어초사업의 효과에 대한 분석이 어려운 실정이다. 또한 어초시설후 초기 자원조성에 대한 수단이 거의 없는 실정이다. 어초 시설 후 이용관리에 대한 제한이 이뤄지지 않아 자망 등의 무리한 조업으로 인해 어초사업의 효과가 떨어지고 있다. 인공어초사업을 효과적으로 시행하기 위해서는 바다목장사업 및 자율관리사업과 연계가 필요하며, 해역별 특성에 맞는 환경친화적인 어초개발과 적지조사가 필요하다. 또한 인공어초 시설 후 해역에 대한 이용관리에 대한 주체를 명확히 하고 이용방법에 대한 한정조치를 취할 수 있는 수산자원관리 수면 등의 지정을 통해 적정한 방법으로 인공어초가 이용관리 될 수 있도록 하여야 한다.

(3) 자원첨가

자원첨가의 주요 수단인 종묘방류 사업은 기르는어업육성법 9조에 근거하여 자원을 첨가하여 어업소득을 증대시키는 것이 목적이다. 그러나 환경수용력(CarryinG capacity), 자원상태 및 집단에 미치는 영향과악 및 효과조사 등 체계적인 계획이 없이 물량위주의 사업형태로 진행되고 있다. 또한 무분별한 종묘 및 양식종묘를 방류함으로써 생태계에 악 영향을 끼치고 있다.

따라서 지역에서 생산된 건강하고 유전적 다양성이 높은 친어를 확보하고 각 지역의 환경수용력을 고려하여 인증된 업체에서 방류하게 하여야 한다.

(4) 바다목장

통영바다목장의 조성 및 관리 사업은 아직 본격적으로 시행되지는 않고 있으며 현재 연구단계에 있는데 생태계 기반 관리 방식으로 추진할 계획을 가지고 있다. 이 사업에서는 먼저 생태계 모델링 연구를 통하여 생태계의 구조와 에너지 흐름을 파악한다. 생태계 구조의 분석을 통해 필요한 시설물을 바다목장에 설치하고, 이용대상의 자원생물 치자어를 적정량 인공방류하여 자원을 조성한다. 이러한 조성효과를 생태계 역학 시뮬레이션에 의해 생태계의 변동을 예측하고, 이용대상 수산자원들의 TAC를 설정해서 자원을 관리하는 방식으로

서 생태계 기반 관리개념에 입각한 것이다. 이러한 방식에 의해 통영에 이어 남해안의 전남바다목장과 서해안의 태안바다목장, 동해안의 울진바다목장, 제주도의 바다목장 등이 선정되어 정부의 사업으로서 계속 추진되고 있다.

2. 도입시 고려사항 및 전제조건

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 관점에서 볼 때 우리나라의 기존 수산자원관리에 있어 가장 큰 문제점은 자원상태를 과학적으로 추정하여 이를 바탕으로 자원관리 정책이 수립되어야 함에도 불구하고 일부 근해어업 대상 어종을 제외하고는 자원평가가 제대로 이루어지지 않고 있다는 것이다. 더욱이 여러 가지 수산자원과 관련된 정책들이 생태계를 기반으로 유기적으로 활용되어야 하는데, 현재는 각각의 수단들이 개별적으로 이루어져 어업자원량 회복효과를 극대화 하는데 한계가 있다. 그러나 각각의 수산자원관리 수단 및 자원조성 사업들이 생태계를 기반으로 한 어업자원관리와 전혀 무관하게 이루어지고 있다고 말하기도 사실상 어렵다. 예를 들어 보호수면 등과 같은 수단들은 생태계 관리 측면에서 보면 가장 효과적인 수단이기 때문이다. 따라서 제3장의 외국사례분석을 통해 도출된 제약사항 및 제4장에서 조사된 내용을 바탕으로 우리나라 실정에 맞는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입시 고려 될 사항을 정리하면 아래와 같다.

1) 법적 근거

우리나라에서 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기 위해서는 제도가 마련되어야 한다. 즉, 어업자원관리를 포함한 해양생태계를 기반으로 하는 통합적인 관리시스템을 구축하기 위해 해양수산부가 주관이 되어 외교통상부, 환경부, 과학기술부, 기상청이 공동으로 로드맵을 만들어야 하는데 이를

위해서 적절한 기존 법률에 명시하거나 필요시에는 입법도 추진해야 한다.

또한 생태계를 기반으로 하는 어업관리에 가능한 수단인 해양보호구역(Marine protected area)의 경우 우리나라도 현재 실시 중에 있다. 그러나 해양의 자연환경 및 생태계 중심의 해양관련 보호구역을 종합적이고 체계적으로 규율할 수 있는 법이 여러 부처에 의해 지정 및 관리되고 있는 실정이다. 따라서 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 해양수산부가 체계적이고 효율적으로 시행하기 위해서는 본격적인 도입 및 시행을 위한 제도적 기반마련이 시급하다고 할 수 있다. 미국의 예를 보면, 국가의 법률로 생태계 차원의 관리를 명시하고 있으며, 해양대기청(NOAA)은 2004년 국가 해양개발 5개년 계획 및 21세기 1/4분기 계획(2005~2025)에 따른 전략비전(Strategic vision) 4과제를 수립하면서 생태계 기반 관리(Ecosystem-based management)를 21세기 추진 과제 중 최우선과제로 설정하여 추진 중에 있다.

〈표 4-2〉 해양보호구역 관련 법령 현황

명칭	관련법률	관련부처	
수산자원보호	수산자원보호구역	국토 계획 및 이용에 관한 법률	해양수산부/건설교통부
	보호수면	수산업법	해양수산부
	수산자원관리수면	기르는어업육성법	해양수산부
	패류생산지정해역	수산물품질관리법	해양수산부
	특정어업금지구역	수산자원보호령	해양수산부
자연생태계보존 및 보전	해중경관지구	해양수산발전기본법	해양수산부
	습지보호지역	습지보전법	해양수산부/환경부
	생태계보전지역	자연환경보전법	해양수산부/환경부
	해상, 해안국립공원	자연공원법	환경부
	특정도서	독도등도서지역의 생태계보전에관한특별법	환경부
	조수보호구	조수보호및수렵에관한법률	환경부
	생물권보전지역	유네스코 MAB	문화관광부
기타환경관리	환경보전해역	해양오염방지법	해양수산부
	특별관리해역		
	어장관리해역	어장관리법	해양수산부
	어장관리특별대책		

2) 해양생태계에 대한 과학적 지식

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기 위해서는 연구 활동을 강화해야 하는데 특히, 해양환경조사, 생태계조사, 어업자원조사, 지구온난화와 같은 기상/기후 모니터링에 관한 연구가 필요하다. 왜냐하면 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 해양생태계에 관한 현재의 과학적인 지식과 정보, 그리고 해양생태계와 인간과의 관계에 관한 경험적인 정보를 기초로 만들어진 개념이기 때문이다. 그러나 우리나라의 현실을 볼 때 현재까지의 과학적 지식 수준은 이러한 종합적인 개념을 만들기에 부족한 면이 없지 않다. 특히, 생태계의 과정이나 생태계의 역학에 대해 지식은 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 적극적으로 도입하기에는 상대적으로 부족하다. 따라서 우선적으로 필요한 연구 분야로서 다음의 세 가지를 생각해 볼 수 있다. 첫 번째는, 어업이 해양생태계에 미치는 영향을 이해하는 연구이고, 두 번째는 해양생태계의 상태와 변동성을 모니터링 하는 것이다. 마지막으로 모든 어업자원관리의 기초자료인 자원량 평가에 대한 연구이다. 이외에도 개별적으로 여러 기관에서 이루어지고 있는 연구결과를 통합하여 공유할 수 있는 시스템 구축도 필요하다. 왜냐하면 지금까지 해양생태계연구와 어업자원관리연구가 별개로 추진되고 있기 때문이다. 따라서 어업자원이 자율갱신자원임을 고려할 때 상호 연계하는 연구는 매우 의미 있다고 할 수 있다.

(1) 어업이 생태계에 미치는 영향 연구

어획활동은 생태계의 종 구성을 바꾼다는 명백한 증거가 보고되고 있다.³³⁾ 또한 Pauly et al. (1998)은 최근 전 세계 어획물의 평균 영양단계가 심각하게 감소하고 있음을 보고한 바 있다. 더욱이 유동성 어구에 의해 저서 서식처가 파괴되고 있다는 연구 결과도 있다.³⁴⁾ 따라서 생태계를 기반으로 하는 어업자

33) Forgarty, M.J. and S.A. Murawski, "Large-scale disturbance and the structure of marine systems : Fisheries impacts on Georges Bank", Ecological Applications Supplement, 8(1), 1998.

원관리가 도입되기 위해서는 어획활동이 생태계에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다.

어업이 생태계에 미치는 영향을 좀 더 자세하게 설명하면 다음과 같다. 특정 어류자원을 평가하는데 필요한 자료는 때때로 제한되어 있지만, 양육되는 어종들에 대한 어업의 영향은 대체로 이해되고 있다. 어업은 연령조성과 같은 개체군 구조 뿐 만 아니라 개체군의 유전적인 조성도 변화시킬 수 있으므로 어업으로 인한 유전적인 변화도 일으킨다. 따라서 종의 풍도와 다양성, 먹이망 역학, 서식처 변화, 어업에 의한 영향의 폭과 크기 등이 연구되어야 한다.

그러나 어업이 생태계에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하더라도 해양생태계의 불확실성이 존재하므로 예방적접근 방법을 적용하여야 한다. 미국 베링해 어업에서는 이러한 점을 고려해서 해양포유동물이 서식하고 있는 섬 주변 10에서 20해리 이내에서 이들의 먹이가 되는 어류들을 보호하기 위해 저층트롤을 금지시키고 있다.

(2) 생태계 모니터링

어류자원의 모니터링은 대부분의 국가에서 해양생태계 내 다른 어떤 그룹보다 훨씬 폭넓게 수행되고 있다. 모니터링의 대상으로는 어류 뿐 아니라 인간에 의한 어획물과 해양포유류, 바다새, 저서생물, 동식물플랑크톤, 그리고 물리, 지질 및 화학적 요소들이 포함되어야 한다. 미국은 해양포유류 보호법(Marine Mammal Protection Act)에 따라 제한된 수준이지만 해양포유류들도 모니터링되고 있고 일부 연안국가들은 바다새들도 모니터링 하고 있다.

우리나라에서는 국립수산과학원이 생태계 구성요소들에 대한 모니터링을 오래 전부터 시행해 오고 있다. 예를 들면 물리, 화학적 요소들을 모니터링 하고 있고 최근에는 연속 플랑크톤기록기(Continuous Plankton Recorder)를 사용하여 플랑크톤을 모니터링 하고 있다. 또한 인공위성의 원격탐사 기술의 발달로

34) Auster, P.J. and R.W. Langton, "The effects of fishing on fish habitat", In L. Benaka. ed., Fish Habitat : Essential Fish Habitat and Rehabilitation. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 1999.

광범위한 지역에 대한 기초생산력과 물리학적 자료들이 실시간으로 모니터링 되고 있다.

모니터링되는 자료는 수산자원의 관리에 다양한 방법으로 사용되어지고 있다. 어류자원의 모니터링 결과는 어업관리에 필요한 자원평가의 주요 입력자료로 사용된다. 기타 생태계 구성요소에 대한 정보도 때때로 어업자원의 변동을 설명하는데 도움을 준다. 그러나 이러한 관계가 아직 불명확하여 이론수준에 머물러 있어서 관리에 크게는 활용되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 생태계를 기반으로 하는 어업관리와 연관된 과학적 요소들에 대한 모니터링이 더욱 필요하다고 하겠다.

(3) 자원량 평가

수산자원량에 대한 과학적 불확실성은 자원평가에 큰 영향을 미친다. 이러한 불확실성 원인으로는 어획량 통계의 부정확성과 생물학적 파라미터 추정치들의 부정확성, 자원조사의 변동성, 그리고 가입과 같은 생물학적 가정의 자연 변동성 등을 들 수 있다. 이러한 불확실한 요소들은 자원량 추정치의 신뢰구간을 결정할 때 반드시 고려되어야 한다. 그러나 자원평가지 이러한 불확실성은 종종 고려되지 않고 있으며, 고려되더라도 실제보다 더 낮게 고려되는 경향이 있다. 따라서 우리나라 연근해 주요어종에 대한 자원량 평가를 비교적 정확히 하기 위해서는 보다 많은 전문 인력을 확보해야 할 것이다.

3) 해양생태계 경계

수산자원의 관리단위를 설정할 때 과학적인 분석을 기초로 하여 생태계 경계를 정의하여야 한다. 그러나 해양생태계 경계는 일반적으로 개방되어 있으나, 생태계 경계에 대한 문제는 또한 관리제도와도 관계가 있다. 200해리 배타적경제수역(EEZ)의 설정 이후 수산자원관리를 위한 관할구역은 생태학적 경계나 자원개체군의 경계와 일치하지 않는 경우가 많아졌다. 따라서 국제지역

수산위원회나 국가 간 쌍무어업협정 등 다양한 방법으로 관할구역 사이의 관리를 위해 노력하고 있다. 우리나라의 경우 한중일간 왕래하는 경계성 어종의 경계왕래 현상이 어업자원관리에 거의 고려되지 않는 경우가 많다.

생태계 경계의 정의에 관련된 또 다른 요인은 사회의 비어업분야의 활동이 해양생태계에 미치는 영향이다. 수산업 뿐 아니라 농업과 임업, 연안역 관리에도 생태계 일반원칙을 효율적으로 적용시킬 필요가 있다. 만약 생태계 경계 내에서 이러한 활동을 관리대상으로 포함시키는 것이 비현실적이라면, 이러한 활동으로 인해 생태계 경계 내에 미치는 영향은 반드시 고려되어야 한다.

4) 어업인의 참여와 국제협력

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 도입되기 위해서는 어업인들의 이해와 동참이 필요하다. 아직 까지 우리에게는 다소 생소한 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념이지만 이 개념은 새로운 제도의 도입을 의미하는 것이 아니라, 각각의 관리 수단들을 통합적으로 수행하는 동시에 어류의 서식처가 되는 생태계를 고려하여 자원관리를 한다는 것이다. 이에 대한 어업인의 이해가 절대적으로 필요하다고 할 수 있다. 더욱이 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 성공적이라 할지라도 수산자원은 국가의 재산이며 한번 남획되면 회복되는데 많은 기간이 소요된다는 점을 이해하여 불법어업을 어업인 스스로 단속하고 불법어구나 어법의 사용을 지양해야 한다. 또한 국제협력을 강화해야 한다. 앞서 언급했듯이 우리나라에 서식하는 몇 개의 어종은 경계 왕래성 어종이므로 우리나라만의 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 효과가 적기 때문이다.

3. 중장기 추진방향

1) 중기추진방향

주요 선진 수산국가들은 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리에 대해 여러 가지 제약 때문에 구체적이고 적극적인 도입은 못하고 있는 실정이다. 그러나 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 향후 추구해야 하는 방향이라는 데에는 대부분의 국가들이 동의하고 있다. 우리나라도 다른 국가들과 마찬가지로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 당장 도입하는 것은 앞 절에서도 언급한 바와 같이 여러 가지 현실적인 제약 때문에 어렵다. 따라서 우리나라에 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기 위한 추진을 ‘지속가능한 개발을 위한 세계정상회의’에서 권고한 2010년을 기준으로 중기와 장기적인 추진 방향으로 나누고자 한다. 그러나 전체적으로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 목표는, 생태계 지속성(Sustainability) 유지, 생물다양성(Biodiversity) 유지, 서식처(Habitat) 보호 또는 회복, 그리고 사회경제적 혜택(Benefit) 유지이다.

중기 추진방향의 목표는 2010년 까지 우리나라 어업자원관리에 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념 도입과 구체적인 개념 실현을 위한 기반을 조성하는 것이다. 즉, 기존의 어업자원관리 수단들을 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념에 맞추어 수정 및 보완하고, 생태계를 이해와 어획활동이 생태계에 미치는 영향을 평가하기 위한 연구를 수행하는 것이다. 구체적으로 살펴보면 아래와 같다.

첫째, 어업의 보호종과 보호를 필요로 하는 생태계의 특징을 지속시키기에 바람직한 폭넓은 생태계의 범위(경계)를 정하여야 한다. 범위 설정시 생물다양성, 생산성, 그리고 중요서식지(Essential fish habitat)를 분명히 고려하여야 한다. 또한 생태계 범위가 정해짐에 따라 서로 다른 관리의 주체들이 포함될 수도 있으므로 이에 대한 관리 주체간 협의체 구성도 필요하다.

둘째, 우리나라의 자원관리 수단과 자원조성 수단을 생태계차원에서 종합적으로 연계시켜 향후 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 위한 기반을 조성하여야 한다. 예를 들면 현재 시행 중에 있는 인공어초사업과 종묘방류사업 뿐 만 아니라 바다목장 조성사업과 자원관리(예로 TAC)들은 각각 분리되어 있는 개별사업이 아니라 하나의 생태계 내에서 서로 밀접하게 연결되어 있는 연계사업이므로 일괄적으로 통합해서 추진되어야 한다. 또한 각 개별 사업도 생태계를 기반으로 하여 설계되어야 한다.

셋째, 현재 사업중인 통영바다목장을 중심으로 일부 특정지역에 한해 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념을 적용시켜야 한다.

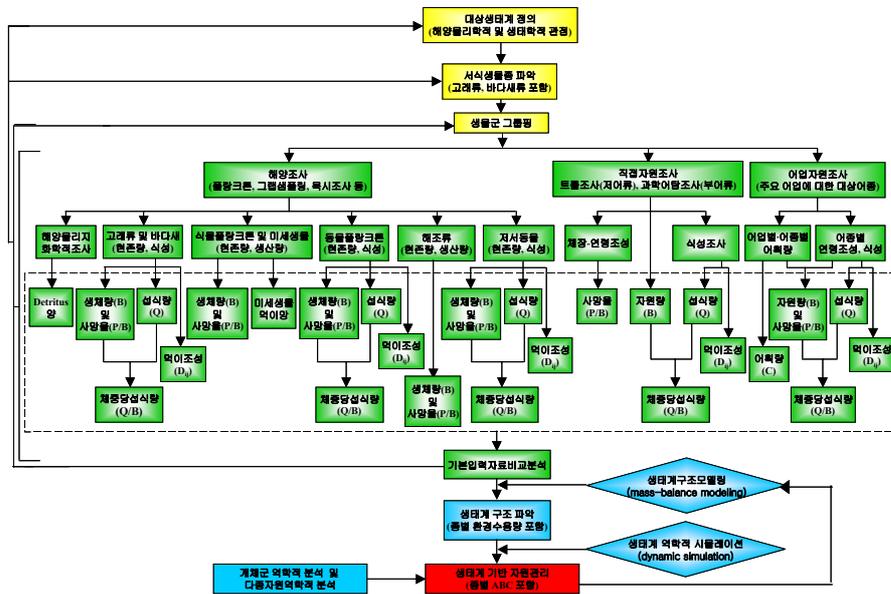
넷째, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리에 필요한 연구를 수행하여야 한다. 주요 분야로서는 생태계와 어업영향 평가(Ecosystems and fishery impact assessments), 사회-경제적 고려요인(Socio-economic considerations), 관리 수단의 평가(Assessment of management measures), 관리과정의 향상 및 평가(Assessment and improving the management process), 그리고 모니터링(monitoring)연구이다. 이러한 연구들을 통하여 과학 기술과 데이터가 축적될 수 있다. 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리의 가장 필수적이라 할 수 있는 자원량 조사를 위한 단기 추진과제로는 <표 4-3>과 같다.

<표 4-3> 자원량과 연관된 조사를 위한 단기추진과제

연구항목	방법
자원량 조사	자원량 추정 방법론 개발 수산자원 조사방법 표준화 개발
생물학적 특성조사	조사대상 어종 선정 종 분류, 체장조성조사
생물생산 예측 시스템	생태계 구성 물질, 어획량 및 환경간의 변동관계를 지속적인 모니터링을 통하여 예측할 수 있는 시스템구축

마지막으로 생태계를 기반으로 하는 어업관리 개념을 어업인들에게 적극적으로 이해시켜야 한다. 이를 위해 어촌계가 주도적으로 이용하고 있는 마을 어장에 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리의 개념을 적용한다면 보다 쉽게 개념을 이해시킬 수 있을 것이다. 즉, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리가 새로운 관리 수단을 의미하는 것이 아니라 해양생태계의 구성 요소들을 종합적으로 고려하는 것이라는 것을 그리고 이를 통하여 보다 높은 어획량을 유지할 수 있다는 것을 체험할 수 있게 하여야 한다.

〈그림 4-1〉 생태계 기반 자원조사 평가 흐름도



2) 장기추진방향

장기적으로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 추진하기 위해서는 첫째, 측정 가능한 지표와 모니터링 계획을 설정해야 할 필요가 있다. Gislason

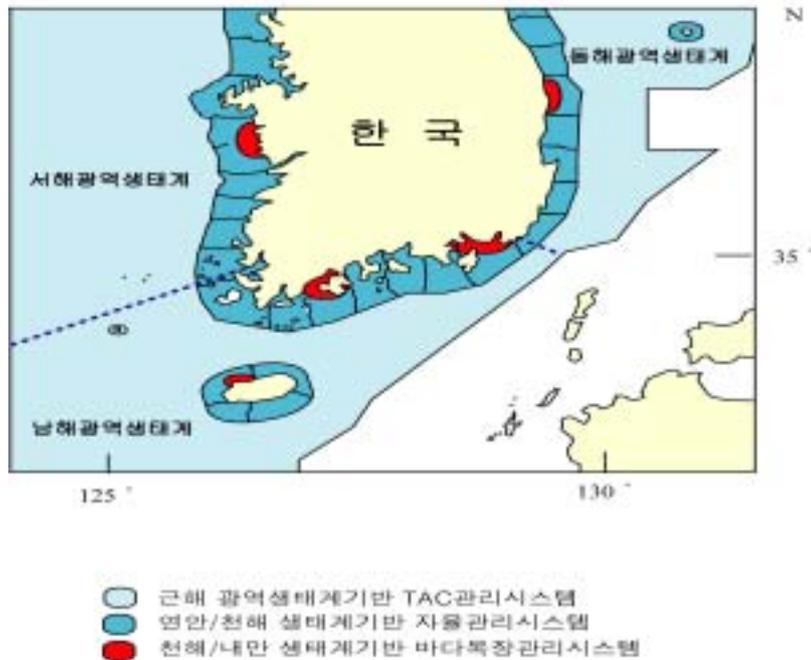
et al. (2000)은 생태계 기반 관리목표와 각 목표에 대한 지표 및 기준점을 <표 5-1>과 같이 제시하였다. 제시된 여섯 가지의 생태계 보존목표는 (1) 생태계 다양성, (2) 종 다양성, (3) 종 내의 유전학적 변이도, (4) 직접 영향 받는 종, (5) 생태학적으로 종속되는 종, (6) 영양단계의 균형 등이다. 각 목표에 대한 지표와 기준점들은 앞으로 계속해서 개발되고 평가가 이루어져서 보완이 되어야 하지만 현 시점에서 고려될 수 있는 사항들도 포함되어 있다.

둘째, 생태계 차원에서 자원과 그 주변의 환경을 동시에 고려해서 자원을 조성하고 관리하는 과학적인 통합자원관리체계를 만들어야 한다. 이에 대처하기 위해서는 수산생물들의 생태학적 특성과 생태계의 환경변화, 기후변동, 생물 간 상호작용 등을 고려하는 거시적 생태계 지식기반 자원관리 지침이 시급히 마련되어야 한다.

셋째, 연안이나 천해에는 생태계 기반 자율관리시스템을 만들어서 어업인들이 관리주체가 되어서 자율관리어업 공동체 어장의 어선어업이나 마을어업, 양식어업을 대상으로 주인의식을 가지고 관리할 수 있도록 해야 한다. 이 방법으로는 자원을 조성(회복)하고 어장생태계를 보호(불법어업 어선 감시보호 포함)하며, TAC에 의한 자율관리시스템이 되어야 한다. 이 정책이 효과를 거두기 위해서는 자원의 과학적 관리능력이 선결되어야 한다. 이를 위해서는 자율관리의 주체인 어업인들이 자율적으로 자원을 지속가능하게 관리할 수 있는 능력을 갖추도록 정부가 과학적인 자원관리 방법을 지도보급하고 관리체제를 구축해 주어야 한다.

〈그림 4-2〉 생태계 기반 통합자원관리 시스템

생태계 기반 통합자원관리 시스템



넷째, 일부 선정된 천해나 내만에는 생태계를 다양한 방법으로 변형해서 자원의 활용도를 최적화 시킬 수 있는 바다목장관리시스템을 만들어야 한다. 바다목장관련 공동체가 관리주체가 되어서 주로 어선어업(주로 낚시어업)과 나잠어업에 의하여 바다목장 생태계를 효율적으로 이용, 관리하는 것이 바람직하다. 이 방법에는 생태계 기초생산력 증대를 위한 인위적 용승용 구조물 설치나, 고갈된 자원의 인위적 가입량 증대를 위한 종묘방류, 인위적인 서식처 조성을 위한 인공어초의 투입, 바다 숲의 조성 등이 포함된다.

다섯째, 근해에는 광역생태계 기반 TAC관리시스템을 만들어서 국가(필요하면 지역의 국제기구)가 관리주체가 되어서 주로 연근해 어선어업을 대상으로

관리하는 방안을 만드는 것이 필요하다. 인접국가와 공동으로 자원조사를 실시하고 자료를 교환해서 광역생태계 모델링을 포함한 공동자원관리 방안을 마련해서 모든 어획대상 어종을 대상으로 TAC에 의한 예방적 자원관리시스템을 만들어야 한다. 이를 효과적으로 추진하기 위해서는 고갈된 수산자원을 회복시키기 위한 방안을 마련하고 대부분이 경계 왕래성인 수산자원의 공동조사와 공동관리를 위해서 인접국가들이 가칭 '동북아 수산자원관리기구' 를 조속히 설립하도록 노력해야 한다.

제5장

결론 및 정책 기여

어업자원의 관리는 생물학적 그리고 경제, 사회, 제도적인 측면을 모두 포함하고 있어 관리의 효과를 가시적으로 나타내기에는 어려운 점이 있다. 더욱이 자원관리가 순조롭고 상당한 수준의 지속적인 생산을 하고 있는 경우라도 계속적으로 변화되는 환경조건에 따라 관리방법은 항상 조정되어야 한다. 특히, 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 가능한 한 생태계에서 일어나는 모든 상호작용을 고려해야 하는데, 이러한 상호작용은 아직까지 명확하게 밝혀져 있지 않다. 더욱이 우리나라의 어업관리 수준과 해양생태계에 대한 과학적 지식수준을 볼 때 아직은 전면적으로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리를 도입하기에는 이른 감이 있다. 그러나 국제적으로 2010년까지 생태계 접근법을 어업자원관리에 도입하는 것을 권고하고 있으므로 우리나라도 국제사회의 일원으로서 의무를 다하고, 우리 수산업을 지속가능하게 유지하기 위해서는 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입은 필연적이라 할 수 있다.

또한 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 동양적인 사고, 즉 자연과 더불어 그리고 자연을 존중하면서 인간도 그 자연속에서 하나라는 생각과 일맥상통하다고 할 수 있다. 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 전체적인 관점(holistic view)차원에서 만들어진 어업자원관리 수단이라 할 수 있다.

그러나 현재 수준에서 우리나라에서의 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리는 현행 자원관리를 보완하는 수단으로 그리고 진화적인 과정으로 이해하여야 한다. 어류와 어업에 존재하는 복잡한 생태학적 환경에서 어업이 생태계에

미치는 영향과 생태계 변화가 어업에 다시 미치게 될 영향을 조금씩 이해해 나가면 점차 생태계 개념을 어업자원관리에 적용해 나아가야 만 할 것이다. 따라서 현실을 무시한 단기적인 도입보다는, 중장기적인 추진 방향을 설정해 생태계를 기반으로 하는 어업관리를 도입하여야 할 것이다. 더욱이, 해양생태계의 불확실성을 고려하기 위해서는 예방적 접근법도 동시에 도입되어야 한다.

본 연구 결과가 우리나라 수산정책에 기여할 수 있는 점은 다음과 같다

첫째, 우리나라에는 다소 생소한 개념인 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 개념을 국제동향과 주요수산국의 사례분석을 통하여 이해하기 쉽게 소개하였다.

둘째, 세계지속가능정상회의에서 각 국가들에게 2010년까지 생태계 접근법을 도입하라고 권고함에 따라, 우리나라도 본 연구에서 제시된 중장기 도입방안을 기초로 생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입방안을 마련할 수 있다.

셋째, 제4장에서 현행 국내 어업자원관리 수단들의 문제점을 지적한 후 개선방향을 적시함으로써 향후 국내수산자원관리 수단에 대한 개선안을 마련시 기초자료로 사용될 수 있다.

마지막으로 국내 수산자원관리 수단들의 문제점 분석을 통하여 통합적 어업자원관리의 필요성을 부각시킴으로서 보다 효율적인 어업자원관리 정책 마련의 계기가 될 수 있다.

참고문헌

- 부경대학교, 해양생태계 기반 자원관리 Workshop, 2006.
- 장창익, “해양생태계 기반 수산자원관리 전망”, 「한국수산자원학지」, 5, 2002.
- 장인식, 장창익, 「미국어업보전관리 Agenda 21」, 세종출판사, 2005.
- 해양수산부, 중장기 수산자원회복계획 추진에 관한 연구, 2005.
- Anderson, K.P. and E. Ursin, “A multispecies extension of the Beverton and Holt theory of fishing with account of phosphorus circulation and primary production”, Meddr. Danm. Fisk.-og Havunders, N.S., 7, 1977.
- Allen, K.R., "Relation between production and biomass", J. Fish. Res. Bd. Can., 28, 1971.
- Alverson, D.L., M.H. Freeberg, J.G. Pope and S.A. Murawski, “A global assessment of fisheries bycatch and discards”, FAO Fisheries Technical Paper No. 339, FAO, Rome, 1994.
- Alverson, D.L. and P.A. Larkin, Fisheries: Fisheries Science and Management. In C.D. Voigtlander. ed., The state of the worlds fishery resources : Proceedings of the World Fisheries Congress, Plenary Session, Oxford and IBH Publishing, New Delhi, 1994.
- Auster, P.J. and R.W. Langton, “The effects of fishing on fish habitat”,. In L. Benaka. ed., Fish Habitat : Essential Fish Habitat and Rehabilitation. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 1999.
- Beverton, R.J.J. and S.J. Holt, “On the dynamics of exploited fish

- populations”, Fishery investigation, Series II, Marine Fisheries, Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 19. 1957.
- Christensen, V. and D. Pauly, “ECOPATH II a software for balancing steady ecosystem models and calculating network characteristics”, *Ecol. Modeling*, 61, 1992.
- Christensen, V. and D. Pauly, “Fish production, catches and the carrying capacity of the world oceans”, *NAGA, the ICLARM Q.*, 18(3), 1995.
- Clark, C., *Mathematical Bioeconomics*. John Wiley & Sons, 1990.
- Dalsgaard, J.P.T., C. Lightfoot and V. Christensen, “Towards quantification of ecological sustainability in farming systems analysis”, *Ecol. Eng.*, 4, 1995.
- DeMaster, Doug, Mike Fogarty, Doran Mason, Gary Matlock, and Anne Hollowed. 2005. *Management of Living Marine Resources in an Ecosystem Context*. NOAA Fisheries, Silver Spring, MD.
- Ecosystem-Based Fishery Management - A Report to Congress by the Ecosystem Principles Advisory Panel*, US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, 1999.
- Fisheries Management -2. The Ecosystem Approach to Fisheries*, FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries 4, Sippl.2, FAO, 2003.
- FAO, “Code of Conduct for Responsible Fisheries”, FAO, Rome, 1995.
- FAO Document, RFB/II/2001/7, *Ecosystem Challenges for Coordination between Marine Regional Fisheries Bodies and Regional Seas Conventions*.
- Forgarty, M.J. and S.A. Murawski, “Large-scale disturbance and the structure of marine systems : Fisheries impacts on Georges Bank”, *Ecological Applications Supplement*, 8(1), 1998.
- Garcia, S. M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G., “The Ecosystem Approach to Fisheries. Issues, Terminology, Principles, Institutional Foundations, Implementation and Outlook,” *FAO Fisheries*

- Technical Paper, No. 443, Rome, FAO, 2003.
- Gislason, H., M. Sinclair and K. Sainsbury, Symposium overview: incorporating ecosystem objectives within fisheries management, *ICES Journal of Marine Science*, 57, 2000.
- John Tschirhart, General equilibrium of an Ecosystem, *J. theor. Bio.*, 203, 2000.
- Johnston, R. and J. Sutinen, "Uncertain Biomass Shift and Collapse : Implications for Harvest Policy in the Fishery", *Land Economics*, 72(4), 1996.
- Larkin, P.A., "Concept and Issues in Marine Ecosystem Management", *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6, 1996.
- Larkin, P. A. and W. Gazey, Application of ecological simulation models to management of tropical multispecies fisheries, In *Theory and Management of Tropical Fisheries*, ed., by D. Pauly and G. Murphy, ICLARM Conference Proceeding 9, 1982.
- MAFAC. 2003. Strategic Guidance for Implementing an Ecosystem-based Approach to Fisheries Management. NOAA: Silver Spring, MD (May).
- Molenaar, Erik Jaap, "Ecosystem-Based Fisheries Management, Commercial Fisheries, Marine Mammals and the 2001 Reykjavik Declaration in the Context of International Law," *IJMCL*, 17(4), 2002.
- NOAA. 2004a. New Priorities for the 21st Century- NOAA's Strategic Plan (updated for FY2005-2010).
- NOAA. 2004b. Report on the Delineation of Regional Ecosystems. Regional Ecosystem Delineation Workshop, Charleston, NC, August 31 - September 1, 2004.
- NOAA. 2005a. NOAA 20 Year Research Vision. Washington D.C., Dept. of Commerce.
- NOAA. 2005b. Research in NOAA: Toward Understanding and Predicting Earth's Environment - A Five-Year Plan: Fiscal Years 2005-2009. (Jan 2005).

- NOAA Fisheries. 2004. Developing Guidelines for Regional Marine Ecosystem Approaches to Management. (NOAA Fisheries Service Discussion Draft). US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Silver Spring, MD. (September 2004).
- Pauly, D. and G.I. Murphy, Theory and Management Tropical Fisheries, ICLARM Conference Proceeding, 9, 1982.
- Pauly, D., V. Christensen and C. Waters, "Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries", ICES Journal of Marine Science, 57, 2000.
- Plourde, C. G., "A Simple model of Replenishable Natural Resource Exploitation", American Economic Review, 49, 1970.
- Polovina, J.J., "Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Shoals", Coral Reefs, 3(1), 1984.
- Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August- 4 September 2002., United Nations, A/CONF.199/20*. Para. 30(d), 32(a), 32(c).
- Russell, E.S. "Some theoretical considerations of the overfishing problem", J Cons. Int. Explor. Mer., 6, 1931.
- Sparre, P., Introduction to multi-species virtual population analysis, ICES, Mar. Sci. Symp. 1991.
- Sustaining Marine Fisheries, Committee on Ecosystem Management for Sustainable Marine Fisheries, National Research Council, 1999.
- Walters, C., V. Christensen and D. Pauly, "Structuring dynamics models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments", Review in Fish Biology and Fisheries 7, 1997.
- The Ecosystem Based Approach, Joint Nature Conservation Committee, www.jncc.gov.uk.

부 록

1. The Ecosystem Approach to Fisheries Management: The Case of United States Federal Fisheries

by

Jon G Sutinen

University of Rhode Island

Background

The ecosystem paradigm has emerged as the dominant approach to managing natural resources in the US as well as internationally. The shift away from the management of individual resources to the broader perspective of ecosystems has taken root in many government policy and programs. Since the late 1980s, many federal agency officials, scientists and policy analysts have advocated a new, broader approach to managing the nation's natural resources. The approach recognizes that plant and animal communities are interdependent and interact with their physical environment to form distinct ecological units called ecosystems. These systems contribute to the production of fish, marine birds, and marine mammals that cross existing jurisdictional boundaries. The approach also recognizes that many human actions and their consequences, including marine pollution, extend across jurisdictional boundaries.

Many observers explain the emergence of this paradigm as a response to the failure of the single sector/single species approach to achieve sustainable

development of interdependent natural resources and effective protection of the natural environment. There is now a pronounced trend towards more integrated ecosystem management. US administration and legislation are increasingly requiring an ecosystem approach to natural resource research and management. The September, 1993, Report of The National Review: Creating a Government That Works Better and Costs Less recommended that the President issue an executive order establishing ecosystem management policies across the federal government. The policies are based on the following principles: 1) managing along ecological boundaries, 2) ensuring coordination among federal agencies and increased collaboration with state local and tribal governments, the public and congress; 3) using monitoring, assessment and the best science available; and 4) considering all natural and human components and their interactions. To implement an ecosystem approach for environmental management, the White House Office of Environmental Policy established an Interagency Ecosystem Task Force to implement an ecosystem approach to environmental management.

Perhaps the most important ocean policy initiative to occur since the mid-1970s is the recent report to the President by the United States Commission on Ocean Policy (2004), which recommended applying the ecosystem approach to managing all ocean and coastal resources. The Commission stated

“U.S. ocean and coastal resources should be managed to reflect the relationships among all ecosystem components, including human and nonhuman species and the environments in which they live. Applying this principle will require defining relevant geographic management areas based on ecosystem, rather than political, boundaries.”

The Commission is not the first to call for an ecosystem approach to management of ocean and coastal resources. The move towards an ecosystem approach to management of ocean and coastal resources is reflected in, for example, the

Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act (as amended through October 11, 1996), the Marine Sanctuaries Program, the National Estuary Program, the National Estuarine Research Reserves System, the 1990 Amendments to the Coastal Zone Management Act and also in the actions of federal agencies with resource management responsibilities. Since 1992 all four of the primary land management agencies (the National Park Service, the Bureau of Land Management, the Fish and Wildlife Service and the Forest Service) have independently announced that they are implementing or will implement an ecosystem approach to managing their natural resources, and each has been working to develop its own strategy (GAO, 1994). Several other agencies, including the Soil Conservation Service, the Department of Defense, Department of Energy, Bureau of Indian Affairs, Bureau of Mines, Bureau of Reclamation, Minerals Management Service, USGS, EPA, and NASA, have engaged in significant ecosystem management activities (CRS, 1994). Further, the Strategic Plan of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) is based, in large part, on the ecosystem approach to living marine resource management.

NOAA, the principal federal government agency concerning the ocean, has actively worked during the past 20 years to establish the scientific bases for an ecosystem approach to managing coastal and ocean living marine resources (NOAA 2005a). There are more than 90 Congressional Acts, treaty obligations, Executive Orders, regional agreements, NOAA-specific policies, memoranda of understanding with other federal agencies, and court orders that form the legal and regulatory basis for NOAA's ecosystem approach to management. Some of these include such federal laws, executive orders, courts, and international treaties as the Magnuson-Stevens Fishery and Conservation Management Act, Endangered Species Act, National Environmental Policy Act, Marine Mammal Protection Act, Coral Conservation Act, ICCAT, IATTC, Coastal Zone Management Act, and National Marine Sanctuaries Act. One of the four mission goals of NOAA's current Strategic

Plan (2005) is to

- ‘Protect, restore, and manage the use of coastal and ocean resources through an ecosystem approach to management.’

To clarify the meaning of this goal, NOAA defines an ecosystem as

- ‘a geographically specified system of organisms (including humans), the environment, and the processes that control its dynamics.’

In addition, ‘an ecosystem approach to management is management that is adaptive, specified geographically, takes into account ecosystem knowledge and uncertainties, considers multiple external influences, and strives to balance diverse social objectives.’ Figure 1, from NOAA’s Strategic Plan (2004), shows the relationship between the ecosystem mission goal, outcomes and performance measures.

Figure 1. Elements of NOAA’s Strategic Plan FY 2005 – FY 2010

NOAA’s Ecosystems Mission Goal	
Outcomes	Performance Objectives
<ul style="list-style-type: none"> ○ Healthy and productive coastal and marine ecosystems that benefit society ○ A well informed public that acts as a steward of coastal and marine ecosystems 	<ul style="list-style-type: none"> Increase number of fish stocks managed at sustainable levels Increase number of protected species that reach stable or increasing population levels Increase number of regional coastal and marine ecosystems delineated with approved indicators of ecological health and socio-economic benefits that are monitored and understood Increase number of invasive species populations eradicated, contained, or mitigated Increase number of habitat acres conserved or restored Increase portion of population that is knowledgeable of and acting as stewards for coastal and marine ecosystem issues Increase number of coastal communities incorporating ecosystem and sustainable development principles into planning and management

The strategies for NOAA to achieve the objectives and produce the outcomes of its plan include the following:

- Engage and collaborate with our partners to achieve regional objectives by delineating regional ecosystems, forming regional ecosystem councils, and implementing cooperative strategies to improve regional ecosystem health.
- Manage uses of ecosystems by applying scientifically sound observations, assessments, and research findings to ensure the sustainable use of resources and to balance competing uses of coastal and marine ecosystems.
- Improve resource management by advancing our understanding of ecosystems through better simulation and predictive models. Build and advance the capabilities of an ecological component of the NOAA global environmental observing system to monitor, assess, and predict national and regional ecosystem health, as well as to gather information consistent with established social and economic indicators.
- Develop coordinated regional and national outreach and education efforts to improve public understanding and involvement in stewardship of coastal and marine ecosystems.
- Engage in technological and scientific exchange with our domestic and international partners to protect, restore, and manage marine resources within and beyond the Nation's borders.

How is NOAA applying the ecosystem approach to fisheries management?

The application of the ecosystem approach to fisheries management (EAFM) in the United States is in the early stages of implementation, and few examples of ecosystem approach to fisheries management currently exist. This is due, in part, to the deliberate and systematic approach that the agency is taking in this

implementation.

In 1999, the Fluharty science panel reported to Congress (Fluharty 1999) on the principles, goals and policies that should embody an ecosystem approach to fisheries management. In summary these are as follows:

Principles

- ◆ The ability to predict ecosystem behavior is limited.
- ◆ Ecosystems have real thresholds and limits which, when exceeded, can effect major system restructuring.
- ◆ Once thresholds and limits have been exceeded, changes can be irreversible.
- ◆ Diversity is important to ecosystem functioning.
- ◆ Multiple scales interact within and among ecosystems.
- ◆ Components of ecosystems are linked.
- ◆ Ecosystem boundaries are open.
- ◆ Ecosystems change with time.

Goals

- ◆ Maintain ecosystem health and sustainability.

Policies

- ◆ Change the burden of proof.
- ◆ Apply the precautionary approach.
- ◆ Purchase “insurance” against unforeseen, adverse ecosystem impacts.
- ◆ Learn from management experiences.

- ◆ Make local incentives compatible with global goals.
- ◆ Promote participation, fairness and equity in policy and management.

The panel evaluated the extent to which the National Marine Fisheries Service (NMFS) and the Regional Fishery Management Councils (RFMC) were then applying these principles, goals, and policies in marine fisheries management and research. The panel concluded that while NMFS and the RFMCs were applying some of the principles, goals, and policies, the Service and Councils were not doing so evenly or comprehensively across jurisdictions, regions, or ecosystems.

Fishery Ecosystem Plans

In order to expand and strengthen the application of ecosystem approach to fisheries management, the panel recommended that RFMCs develop Fishery Ecosystem Plans (FEPs). Since legislation is required to implement FEPs, the Secretary of Commerce recently (on September 19, 2005) submitted the Bush Administration's proposal to authorize regional FEPs as part of its bill to reauthorize the Magnuson-Stevens Act. The Fluharty panel proposed that there should be one FEP for each major ecosystem under a RFMC's jurisdiction and should incorporate the panel's principles, goals and policies. The objectives of an FEP are to: (1) Provide a clear description and understanding of the fundamental physical, biological, and human/institutional context of ecosystems within which fisheries are managed; (2) Direct how that information should be used in the context of fishery management plans; and (3) Set policies by which management options would be developed and implemented. The FEP would be an umbrella document that would contain information on the structure and function of the ecosystem in which fishing occurs so that managers and stakeholders are made aware of the effects that their

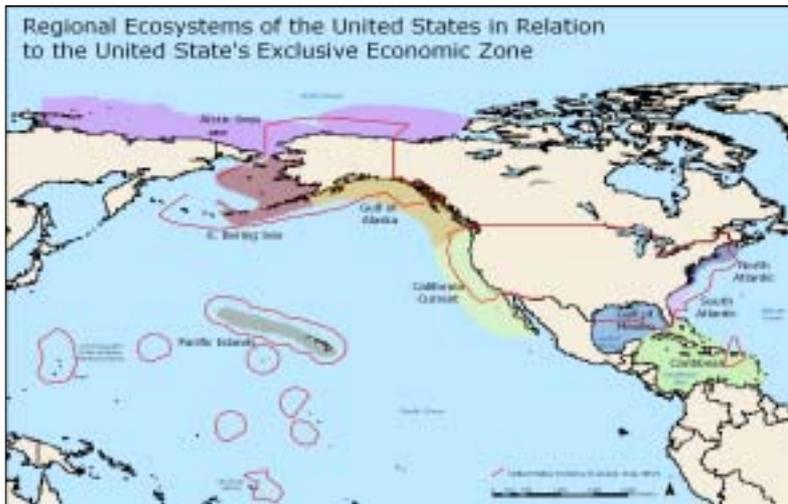
decisions and actions have on the ecosystem, and the effects that the ecosystem components may have on fisheries.

Each FEP would require the following:

1. Delineation of the geographic extent of the ecosystem(s) that occur(s) within Council authority, including characterization of the biological, chemical and physical dynamics of those ecosystems, and “zone” the area for alternative uses.
2. Developing a conceptual model of the food web.
3. A description of the habitat needs of different life history stages for all plants and animals that represent the “significant food web” and how they are considered in conservation and management measures.
4. Estimation of total removals, including incidental mortality, and showing how they relate to standing biomass, production, optimum yields, natural mortality and trophic structure.
5. An assessment of how uncertainty is characterized and what kind of buffers against uncertainty are included in conservation and management actions.
6. Developing indices of ecosystem health as targets for management.
7. Describing available long-term monitoring data and how they are used.
8. An assessment of the ecological, human, and institutional elements of the ecosystem which most significantly affect fisheries, and are outside Council/Department of Commerce (DOC) authority. Included should be a strategy to address those influences in order to achieve both FMP and FEP objectives.

Appendix I provides the table of contents for a comprehensive FEP that the Fluharty panel suggests.

Figure 2. U.S. Exclusive Economic Zone overlay on LME boundaries



Regarding the first element of an FEP, NOAA has recommended that Large Marine Ecosystems (LMEs) should be the basis for delineation of marine and coastal ecosystems. Therefore, the US EEZ would contain 10 regional ecosystems: the Arctic, Bering Sea, Gulf of Alaska, the California Current, Pacific Islands, Gulf of Mexico, Caribbean, South Atlantic, North Atlantic, and the Great Lakes. The use of LMEs is a starting point for the delineation of marine and coastal ecosystems, however, and the boundaries will remain flexible in order to adapt to regional issues. See Appendix III for detailed information on the 10 LMEs. Figure 2 shows the location and boundaries of these LMEs in relation to the US EEZ.

The Status of the Ecosystem Approach to Management in US Fisheries

As indicated above, the Fluharty panel found that the ecosystem approach to fisheries management was not being applied evenly or comprehensively across

jurisdictions, regions, or ecosystems. A case where it is being applied – though not completely – is in the North Pacific waters off Alaska. Alaskan groundfish management illustrates how fishery managers in US are taking incremental steps towards implementing ecosystem approaches to fisheries management. Source: DeMaster, et al (2005).

Alaska

In this case, the North Pacific Fisheries Management Council (NPFMC) has developed a system of in-season constraints on target groundfish species, non-target groundfish species (primarily groundfish incidentally captured), forage species, and prohibited species (important non-groundfish species incidentally captured) that is consistent with EAFM.

The catch constraints (total allowable catches, or TACs) are built around a tier system for estimating allowable biological catch (ABC) and the overfishing levels (OFL) for fish stocks or stock complexes. This system establishes the maximum permissible levels of catch given the quality of information available. In addition to the constraints on catch at the species or species group level – and this is a critical feature of the ecosystem approach to fisheries management – the NPFMC also imposes an overall cap on the total amount of groundfish that can be removed. This overall constraint results in considerable reductions in catch for several target species in the Bering Sea Aleutian Islands region.

The NPFMC groundfish managers always set $TAC < ABC < OFL$. Therefore, catch of any one species is usually less than TAC, almost always less than ABC and is always less than OFL. The NPFMC has designed its groundfish management strategy to preserve biodiversity by protecting target species along with non-target species that are impacted by the fisheries. The NPFMC's groundfish fishery management plans (FMPs) also include constraints stemming from the Endangered

Species Act. For example, there are time, area, and gear restrictions on groundfish to reduce direct and indirect mortality of Pacific salmon, short-tailed albatross, and Steller sea lions. In addition, a biomass control rule was established for pollock, Pacific cod and Atka mackerel to preserve the forage base for Steller sea lions. These constraints are intended to mitigate adverse impacts of fishing on endangered species. The NPFMC groundfish FMPs also protect essential fish habitat from the effects of fishing through seasonal or year-round closures.

In addition to its efforts to apply an ecosystem approach to groundfish management, the NPFMC is currently considering supporting the establishment of a separate Ecosystem Council. According to a staff report (NPFMC 2005),

[R]egional ecosystem councils are not intended to displace existing authorities. Instead, they would optimally provide an opportunity for managers to coordinate regional information and consider the cumulative impacts of all ongoing activities on ecosystem components. However, the development of an ecosystem policy (consisting of goals and objectives for maintaining ecosystem health) inevitably involves reconciling competing objectives. Vesting such authority in a regional ecosystem council would tend to constrain the regional fishery management councils' and NOAA Fisheries' management.

The Ecosystem Committee of the NPFMC has recommended that the general ecosystem approach to ocean management be tested for the Aleutian Islands. The relationship and structure of the Ecosystem Council is illustrated in the figure to the right.

South Atlantic

The South Atlantic Fishery Management Council (SAFMC) also has made significant strides towards implementing the ecosystem approach to fisheries management in recent years.

The SAFMC has been at the forefront of habitat conservation and management.

It currently regulates fisheries to protect essential fish habitat from the direct or indirect impacts of fishing. This is done by prohibiting the use of specific gears and using closed areas. In addition, the SAFMC has developed a stand alone Habitat Plan –the first in the nation. The plan consolidates all information on the habitat that is essential to the species managed by in the South Atlantic region.

With the Habitat Plan as a base, the SAFMC is developing an ecosystem approach to fisheries management. Several workshops have been, and are being held to begin developing the approach; and this is being supplemented by a cooperative research program to develop GIS mapping capabilities related to the effort.

Pilot Projects

To spur further progress towards EAFM, Congress, in FY 2004, allocated approximately \$2 million to NOAA Fisheries to conduct ecosystem approach to fisheries management projects in the four regions of New England, Mid-Atlantic, South Atlantic, and Gulf of Mexico. These projects are just getting underway and, at this date, there is little evidence on actual achievements.

Research Needed to Support the Ecosystem Approach to Fisheries Management

Needless to say, the research need to support an ecosystem approach to fisheries management is much broader than that needed for single species fisheries management. To address this concern, NOAA has established teams of internal and external experts to assess what scientific research is needed, and how NOAA should organize its ecosystem research program. A recent paper by DeMaster, et al. (2005) provides some perspectives on this set of issues.

DeMaster, et al. suggest that one way to organize the science capabilities

necessary to manage LMRs in an ecosystem context is to consider the framework recommendations of FAO (2003) regarding research needed to implement an ecosystem approach to fisheries management. These include research organized around the following areas:

- (1) ecosystems and fishery impact assessments,
- (2) socio-economic considerations,
- (3) assessment of management measures,
- (4) assessment and improving the management process, and
- (5) monitoring and assessment.

The FAO perspective on an ecosystem approach to management is fully consistent with NOAA's definition of EAM (i.e., "Most importantly, the approach aims to ensure that future generations will benefit from the full range of goods and services that ecosystems can provide by dealing with issues in a much more holistic way" [FAO 2003]). The primary aim of the Agency is to transition from the traditional single species management approach to management in an ecosystem context.

Appendix IV contains the 13 areas of key research identified by NOAA in 2005 categorized by the five areas identified by FAO. In addition, these include the science capabilities identified by the FAO that were considered important in managing LMRs in an ecosystem context.

Summary & Conclusions

This paper has briefly examined the ways in which the United States federal government is implementing the ecosystem approach to fisheries management. NOAA, the principal federal government agency concerning the ocean, has actively worked during the past 20 years to establish the scientific bases for an ecosystem approach to managing coastal and ocean living marine resources. However, the

application of the ecosystem approach to fisheries management in the United States is in the early stages of implementation. Fishery Ecosystem Plans are the vehicle for expanding and strengthening the application of ecosystem approach to fisheries management in federal fisheries. An FEP would be an umbrella document containing information on the structure and function of the ecosystem in which fishing occurs so that managers and stakeholders are made aware of the effects that their decisions and actions have on the ecosystem, and the effects that the ecosystem components may have on fisheries.

The delineation of marine ecosystem is a key element in an ecosystem approach to fisheries management. As a starting point for the delineation, NOAA has recommended 10 ecosystem regions that are based on the Large Marine Ecosystems that fall within the US EEZ.

The ecosystem approach to fisheries management in the US is not being applied evenly or comprehensively across jurisdictions, regions, or ecosystems. However, there are two fishery management councils (the NPFMC and the SAFMC) that are applying some of the elements of EAFM to fisheries in their regions. To strengthen efforts towards EAFM four pilot projects have been initiated.

Last, but not least, is an effort to broaden and strengthen the scientific research program in NOAA that is needed to support an ecosystem approach to management of all coastal and ocean resources. The agency currently is evaluating these needs, which are much broader than the needs of single species fisheries management.

I am impressed with NOAA's approach to implementing EAFM. Their approach appears to be a very deliberate, systematic, and comprehensive. The agency has proceeded from a general concept of an ecosystem approach to management, to a set of operational objectives and measurable outcomes via a strategic planning process; and NOAA and the RFMCs have begun to develop the tools, including fishery ecosystem plans, to achieve the desired outcomes. These exact plans and tools may not be appropriate for Korea – that I cannot judge – but I would encourage Korea

to seriously consider the processes that have been used in the US as an effective way to apply EAFM in Korea.

Appendix I

SUGGESTED TABLE OF CONTENTS FOR A COMPREHENSIVE FEP

Source: MAFAC (2003)

1. Introduction
 - a. Agencies (lead, participating, supporting, interested)
 - b. Laws being implemented
 - c. Public consultation process
 - d. Time period covered by this plan
2. Description of the geographic area of coverage
 - a. Identification of significant political boundaries
 - b. Identification of significant ecological units, subsets (may need to consider a hierarchical approach, stepping down from large to small scale as needed), and boundaries
 - c. Base maps (created/obtained):
 - i) Large scale of the ecoregion and small scale overlays for specific areas such as Habitat Areas of Particular Concern (HAPCs)
 - ii) Inventory and obtain GIS data available from other agencies
 - iii) Identify GIS data storage for security and accessibility
3. Description of current natural resource and socio-economic conditions using categories that are potentially developed/discussed in the Fisheries Ecosystem Plan to provide status and trends of all stressors affecting the natural resource and its system. The categories may include:

- a. Quantification of key environmental parameters
 - b. Identification of the structure and relative abundance of each trophic guild
 - c. Identification of abundance, geographic range, and age-class representation of key species
 - d. Description and historic antecedents of the relevant fishing communities and related socio-economic setting
 - e. Models used and results to present the integrated picture
 - f. Issues of special concern (T&E, catastrophic events, etc.)
 - g. May focus on details at each trophic level and representative guilds, species, and environmental parameters
4. Description of the historic ecosystem through trend mapping for the metrics used to describe the current natural resources and socio-economic conditions in addition to descriptive information such as traditional knowledge.
 5. Description of the Desired State of the Natural Ecosystem expressed in the goal statements for the ecoregion and stepped down into sub-goals and quantifiable objectives as necessary. These would be similar to the current conditions in lightly perturbed reaches but would have to include rebuilding/restoration in highly disturbed/over harvested systems. The goals and objectives may be separated into short-term (2 to 5 yrs.) and long-term (>20 yrs.) goals and objectives. The desired state must be linked to the long-term desired socio-economic conditions.
 6. Description of the Desired State of the Socio-Economic Ecosystem conditions expressed in the goal statements for the ecoregion and stepped down into sub-goals and quantifiable objectives as necessary. These also could be separated into short-term (2 to 5 yrs.) and long-term (>20 yrs.) goals and objectives. The desired state must be linked to the long-term desired ecological conditions.
 7. Description of Ecosystem Management Options presented in terms of pros and cons of various management options to correct or mitigate the effects of adverse

- anthropogenic stressors and to accommodate natural cycles, to encourage resource abundance and health, to attain the desired resource and socio-economic goals.
8. Apply the selected indicators for ecosystem “health”, for example, species and/or community, environmental, and/or societal descriptive metrics.
 9. Evaluation and Follow-up via a clear process that institutionalizes periodic follow-ups on progress, and implements needed corrections.
 10. Identification and prioritization of crucial information needs –In many applications, implementation will be limited by lack of information. These needs should be revisited periodically and considered during annual budget planning.

Appendix II

EVALUATING IMPLEMENTATION

Source: MAFAC (2003).

The following questions provide a nominal evaluation plan to assess progress in applying an ecosystem approach to fisheries.

1. Was a sound, interdisciplinary, ecosystem assessment conducted or is one underway that describes the current conditions and the major natural and anthropogenic (if any) stressors and constraints for a geographically/politically defined area?
2. Were goals and objectives (or are they being) collaboratively developed, describing a vision of desired future conditions, limited by historic restrictions and irreversible changes, including:
 - a. Marine resources

- I) Key environmental parameters;
 - ii) Structure and relative abundance for each trophic guild;
 - iii) Abundance, geographic range, and age-class representation of indicator species;
 - iv) Tangible measurable (or monitorable) outcomes.
- b. Socio-economic issues
- I) Public process in place to make resource allocation decisions;
 - ii) Ability to use economic incentives and/or disincentives to match fishing capacity to sustainable harvest of resources;
 - iii) Pursue conservation measures that pose the fewest socio-economic problems.
3. Were the calculation and presentation of the trends, in the measurements/metrics selected for use in item #2 above, done for at least three time periods (a past period with relatively light disturbance/natural conditions, present, and desired future)?
4. Has interagency collaboration and coordination of activities and data sharing and reporting been implemented?
5. Does the Fisheries Ecosystem Plan identify and prioritize management actions to address the natural and anthropogenic stressors and the socio-economic tradeoffs limiting the achievement of the goals and objectives?
6. Are periodic interagency follow-up assessment meetings, open to the public, part of the standard operating procedures?

Appendix III

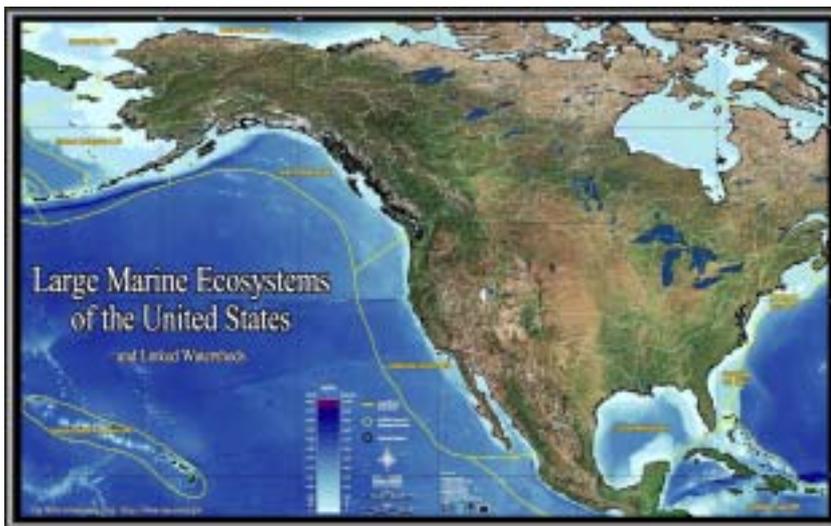
LMEs of the United States

Excerpts from NOAA (2004b):

The LMEs provide linkages between the coastal ocean, its coastal margins and associated freshwater basins. Ten LMEs are in U.S. jurisdictional waters: Beaufort Sea, Chukchi Sea, East Bering Sea, Gulf of Alaska, California Current, Gulf of Mexico, Caribbean Sea, Southeast U.S. Continental Shelf, Northeast U.S. Continental Shelf, and Insular Pacific Hawaiian (Figure 3). More detailed information on Large Marine Ecosystems can be found at <http://www.lme.noaa.gov/>.

Figure 3. Large Marine Ecosystems of the United States.

Source: <http://www.edc.uri.edu/lme/maps.htm>



The Caribbean Sea LME includes U.S. jurisdictions (Puerto Rico, U.S. Virgin Islands). The Great Lakes are considered a freshwater ecosystem given their spatial extent and distinct characteristics.

Northeast U. S. Continental Shelf LME –The Northeast U.S. Continental Shelf Large Marine Ecosystem is characterized by its temperate climate. It extends from the Gulf of Maine to Cape Hatteras along the Atlantic Ocean. Efforts to examine changing ecosystem states and the relative health of this LME are underway in four major sub-areas: the Gulf of Maine, Georges Bank, Southern New England and the estuarine-dominated waters of the Mid-Atlantic Bight. This LME is structurally very complex, with marked temperature and climate changes, winds, river runoff, estuarine exchanges, tides and complex circulation regimes. It is historically a very productive LME of the Northern Hemisphere.

This LME is bounded on the east or seaward side by the Gulf Stream. Its complex circulation with meanders and rings greatly influences the LME. The gyre systems of the Gulf of Maine and Georges Bank, and the nutrient enrichment of estuaries in the southern half of the LME contribute to the maintenance on the shelf of relatively high levels of phytoplankton and zooplankton prey fields for planktivores including fish larvae, menhaden, herring, mackerel, sand lance, butterfish, and marine birds and mammals. The Northeast U.S. Continental Shelf is considered a Category I (>300 gC/m²-yr), highly productive, ecosystem according to SeaWiFS global primary productivity estimates.

Southeast U. S. Continental Shelf LME - This LME is characterized by its temperate climate. It borders the Atlantic Ocean, extending from the Straits of Florida to Cape Hatteras, North Carolina. It contains many bays and sounds, and extensive coastal marshes that provide unique habitats for living marine resources. Upwelling along the Gulf Stream front and intrusions from the Gulf Stream cause

short-lived plankton blooms. The offshore upwelling regime is not as intense as in the higher latitude regions (see Yoder, 1991 and NOAA, 2002). The Southeast U.S. Continental Shelf LME is considered a Class II (150-300 gC/m²-yr), moderately productive ecosystem based on SeaWiFS global primary productivity estimates. The seaward boundary of the Southeast U.S. Shelf Large Marine Ecosystem is located along the area of confluence between the 200 m isobath and the landward margin of the thermal front of the Gulf Stream as it meanders along the coast between Cape Hatteras and the Florida Straits.

Caribbean Sea LME - The Caribbean Sea Large Marine Ecosystem is a semi-enclosed sea located in the Western Hemisphere between North and South America, and bounded by Central America to the west. It encompasses an area of 2,515,900 square kilometers and is the second largest sea in the world. It is noted for its many islands, including the Leeward and Windward Islands situated on its eastern boundary, Cuba, Hispaniola, Puerto Rico, Jamaica and the Cayman Islands. There are numerous banks and breaking shoals. The LME is comprised of four deep basins: the Venezuelan Basin in the east, the Colombian Basin in the west (from which it is separated by a ridge), the Cayman Trough in the northwest, and the Yucatan Basin in the north. There is little seasonal variation in surface water temperatures.

The Caribbean Sea LME is considered a Class III (<150 gC/m²-yr), low productivity ecosystem, according to SeaWiFS global primary productivity estimates, although upwelling along the northern coast of Venezuela contributes to relatively high productivity in that area. Other factors contributing to the greater productivity of South America's northern coast are the nutrient input from rivers and estuaries. The remaining area of the LME is mostly comprised of clear, nutrient-poor waters. Key components of the shallow water ecosystem are the coral reefs of the Caribbean

Sea. There is some background information available on this area thanks to a multidisciplinary study called the Cooperative Investigations in the Caribbean Sea and Adjacent Areas (CICAR), which was completed during the 1970's (see Richards and Bohnsack, 1990). There is still a need for better understanding of the role of physical and biological offshore processes.

Gulf of Mexico LME- This LME is characterized by its tropical climate. The Gulf of Mexico is partially isolated from the Atlantic Ocean. The continental shelf is topographically diverse, and includes slopes, escarpments, knolls, basins and submarine canyons. Ocean waters enter from the Yucatan channel and exit from the straits of Florida, creating the loop current which is associated with the upwelling and the high level of nutrients flow of this LME (for more information on what controls primary production in this LME, see Lohrenz et al., 1999). There is an additional major fresh water source, from rivers in the U.S.A. and from Mexico. Productivity ranges from eutrophic conditions in coastal waters to oligotrophic in the deeper ocean. Overall, The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem is considered a Class II (150-300 gC/m²-yr), moderately productive, ecosystem based on SeaWiFS global primary productivity estimates. The productivity of the LME is complex. The region of the Mississippi River outflow has the highest measured rates of primary production in the Gulf of Mexico LME (see Sklar and Turner, 1981 and Lohrenz et al., 1990). Hurricanes may increase phytoplankton biomass and primary production because they increase the vertical advection of nutrients into surface waters (see Iverson, 1977).

California Current LME – This LME is characterized by its temperate climate. It is a transition ecosystem between subtropical and subarctic water masses with an upwelling coastal phenomenon. The California Current Large Marine Ecosystem is separated from the Gulf of Alaska LME by the Subarctic Current, which flows

eastward from the western Rim of the Pacific Ocean. The California Current system is very complex and is further described in major currents of the North Pacific Ocean. The coastal upwelling phenomenon, El Niño, and the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) result in strong interannual oscillations of the productivity of the ecosystem. ENSO events are characterized locally by an increase in; sea temperature, a rise in coastal sea level, diminished upwelling and increased coastal rainfall (see Bakun, 1993). The California Current Large Marine Ecosystem is considered a Class II (150-300 gC/m²-yr), moderately high productivity ecosystem based on SeaWiFS global primary productivity estimates. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI) is a program that has sampled zooplankton biomass almost continuously from 1956 to 1980. There is a need for a better understanding of the climate's role and seasonal change in the regulation of populations and communities, and of the feedback loops that determine community structure, regulate energy flow and population dynamics.

Gulf of Alaska LME - The Gulf of Alaska Large Marine Ecosystem lies off the southern coast of Alaska and the western coast of Canada. It is separated from the East Bering Sea LME by the Alaska Peninsula. Its climate is sub-Arctic. The cold Subarctic Current, as it bifurcates towards the south, serves as the boundary between the Gulf of Alaska and the California Current LME. The Gulf of Alaska Large Marine Ecosystem is sensitive to climate variations on time scales ranging from the interannual to the interdecadal. The climate of the North Pacific is known to change sharply over periods of decades, centuries and millennia, in concert with climatic processes in other parts of the world, such as in the North Atlantic. This has an effect on plankton production and plankton species composition. The Gulf of Alaska LME is a Class I (>300 gC/m²-yr), highly productive ecosystem based on SeaWiFS global primary productivity estimates. It presents a significant upwelling phenomenon linked to the presence of the counterclockwise gyre of the Alaska Current (see NOAA, 2002). The LME's cold, nutrient-rich waters support a diverse

ecosystem. Large-scale atmospheric and oceanographic conditions affect the productivity of this LME.

East Bering Sea LME - This LME is characterized by its Sub-Arctic climate. The East Bering Sea Large Marine Ecosystem is bounded by the Bering Strait on the north, by the Alaskan Peninsula and Aleutian island chain on the south, and by the Alaskan coast on the east. The LME is characterized by a wide shelf and by a seasonal ice cover that reaches its maximum extent of 80% coverage in March. Temperature, currents and seasonal oscillations influence the productivity of this LME. The Eastern Bering Sea LME is considered a Class II (150-300 gC/m²-yr), moderately high productivity ecosystem, based on SeaWiFS global primary productivity estimates. This LME is experiencing a regime shift. There is still much to understand about the levels of natural variability in many of the species abundance, mainly because of the limited time series of unbiased observations.

Chukchi Sea LME - The Chukchi Sea Large Marine Ecosystem is characterized by its Sub-Arctic climate. It is a high-latitude marine region situated off of Russia's East Siberian coast and the Northwestern coast of Alaska (U.S.A). Pacific waters enter this Arctic LME via the Bering Strait. The LME is characterized by its extreme environment, and by major seasonal and annual changes in ocean climate. The region is driven by climatic conditions and by the annual formation and deformation of sea ice. Sea ice dynamics help explain the productivity of the region. This LME is relatively shallow with an extensive continental shelf. The coastline has many islands, shallow bays, gulfs and inlets. The ice-cover varies considerably during the year and inter-annually. The annual formation and melting of sea ice impact the productivity of the region. Climatic conditions and temperature influence the distribution, growth and recruitment of the major fish species and other living marine resources. The Chukchi Sea LME is considered a Class II (150-300 g C/m

2-yr), moderately high productivity ecosystem based on SeaWiFS global primary productivity estimates.

Beaufort Sea LME - The Beaufort Sea Large Marine Ecosystem is characterized by its Sub-Arctic climate. It is a high-latitude marine region situated off the coast of northern Alaska, in the United States, and of Canada. The LME is characterized by its extreme environment, and is driven by major seasonal and annual changes in Arctic climate conditions. It is covered with ice for most of the year. The Beaufort Gyral Stream forms a clockwise drift pattern. Other relevant ecological criteria are bathymetry and trophodynamics. An LME book chapter pertaining to this LME is Carleton, Ray and Hayden, 1993, which describes marine biogeographic provinces of the Bering, Chukchi and Beaufort Seas. During the winter there is limited light penetration because of ice cover. In the summer when the ice melts, productivity estimates are significantly higher. The coastal region supports a wide diversity of organisms, some of which are unique to this coast. The Beaufort Sea LME is considered a Class III (<150 gC/m²-yr), low productivity ecosystem based on SeaWiFS annual global primary productivity estimates.

Insular Pacific – Hawaiian LME –The Insular Pacific-Hawaiian Large Marine Ecosystem is characterized by its tropical climate. This LME includes the main Hawaiian Islands of Hawaii, Maui, Lanai, Molokai, Oahu, Kauai, and Niihau, as well as the outer northwest islands and their near-shore boundaries. The region is influenced by equatorial currents (see NOAA, 2002) and predominant northeasterly trade winds. The Hawaiian Islands were formed by successive periods of volcanic activity, and are surrounded by coral reefs. Ocean surface temperatures range from 21 to 29 degrees C. The LME waters have a high diversity of marine species; however, they have relatively low sustainable yields due to limited ocean nutrients (see NOAA, 1999). The Insular Pacific-Hawaiian LME is a Class III (<150

gC/m²-yr), low productivity, ecosystem according to SeaWiFS global productivity estimates. The LME has a high percentage of endemic species: about 18%-25% of the LME's shore fishes, mollusks, polychaete worms, seastars, and algae exist only in the Insular Pacific-Hawaiian LME. It is an important habitat for the North Pacific humpback whale. The LME's important algal habitats and coral reef ecosystems are used by a variety of organisms for food, shelter, and nursery grounds.

Appendix IV

This Appendix lists 13 areas of key research identified by NOAA in 2005 categorized by the five areas identified by FAO (DeMaster, et al. 2005). This list includes the science capabilities identified by the FAO that were considered important in managing LMRs in an ecosystem context:

- I. Ecosystems and fishery impact assessments
 - a. study ocean phenomena
 - b. study coral ecosystems
 - c. promote research on inter-disciplinary and biophysical integration of observation systems
 - d. promote technological development
 - e. investigate sources, fates, and effects of anthropogenic influences
 - f. explore submerged landscapes and the effects of physical changes on coastal and marine ecosystems
 - g. map and characterize previously uncharted habitats
 - h. forecast and assess temporal scales of ecosystem variability
 - i. create biophysical coupled models of water mass movements and their effects on biological productivity (including fisheries recruitment and population distribution)

- j. study aquatic biodiversity
 - k. expand knowledge of how fishing impacts target and non-target species and their associated ecosystems
- II. Socio-economic considerations
- a. understand the dynamics of social and economic systems and their relation to ecosystem management
 - b. conduct interdisciplinary research to better understand marine biological, chemical, and physical processes and their implications for human health
 - c. develop appropriate multispecies bio-economic models
 - d. conduct research into the factors that influence the day-to-day behavior of vessel operators
 - e. Apply an integrated environmental and economic accounting framework to the assessment and analysis of interactions between fisheries and other sectors of the economy
- III. Assessment of management measures
- a. develop and demonstrate environmentally compatible culture systems for commercial, overexploited, threatened, and endangered species
 - b. develop technology in the area of fishing gear and practices to improve gear selectivity and reduce the impact of gear on ecosystems
 - c. develop procedures to integrate traditional ecosystem knowledge into management
 - d. identify the species and ecosystems that are suitable for stock enhancements programs
 - e. assess the potential role of MPAs as a management tool and evaluate their effectiveness where already implemented
- IV. Assessment and improving the management process

- a. implement research on how to evaluate management performance, how to include uncertainty and risk assessment in management, etc.
- b. develop procedures to improve the participatory processes by stakeholders in the management process
- c. develop ways to better communicate the implications of different management strategies

V. Monitoring and assessment

- a. promote technological development
- b. develop simple and efficient appraisal methods
- c. develop adaptive management approaches to assist with data-poor situations
- d. develop multiple analytical techniques to underpin the decision-making process
- e. develop, as possible, a set of generic indicators that can be widely applied to different ecosystems and different fisheries

2. 해양생태계내 책임수산업에 관한 레이카비크 선언 (국문, 영문)

2001. 10. 1 - 4일간 책임수산업에 관한 레이카비크 회의에서 만나,

노르웨이 정부의 후원과 이 회의를 조직한 아이슬란드 정부 및 FAO의 주도를 평가하면서,

이 계획이 2001. 2. 26 - 3. 2일간 FAO 수산위원회 제24차 총회 및 제112차 이사회 (2001. 6월)에서 승인되었음을 상기하며,

유엔해양법협약(협약)이 해양생물자원의 보존과 관리를 포함하여 해양 및 해양자원의 이용 및 보존과 관련한 국가의 권리 및 의무를 설정했음을 재확인하며,

최근 국제사회가 환경과 개발에 관한 리오선언 및 의제21(제17장)을 포함하여 협약의 조항을 보충하는 몇 개의 추가적인 법적 및 정치적 약속에 합의했음을 상기하며,

FAO 책임수산업행동규범의 원칙들을 재확인하며,

또한 그 행동규범에 따라 작성된 4개의 국제행동계획, 즉, 어획능력관리, 상어의 보존 및 관리, 연승어업에 의한 바닷새 부수포획 감소, 불법·비규제·비보고 어업을 예방·방지·제거하기 위한 국제행동계획을 상기하며,

FAO 제112차 이사회가 FAO에 의하여 행해질 생태계에 기초한 수산업관리연구가 FAO 수산위원회의 제24차 총회 보고서 제39항에서 합의된 대로 접근 방법에 있어서 균형있고 종합적이어야 함을 권고했음을 재확인하며,

이 회의 과학심포지움에서의 논의사항을 환영하고 고려하면서,

생태계 고려사항을 통합하는 지속수산업관리는 해양생태계에 대한 수산업의 영향과 수산업에 대한 해양생태계의 영향을 고려하는 것임을 인식하며,

수산업관리에 해양생태계를 고려하는 목표가 장기 식량안보 및 인류발전에 기여하고, 생태계 및 생태계 자원의 효과적인 보존과 지속적 이용을 보장하는 것임을 확인하며,

이 회의가 모든 수산업관련 이해관계자를 위하여 수산업 관리에 있어 생태계를 포함하기 위한 방법을 공동으로 평가하는 중요한 기회가 되었다는 점을 평가하며,

해양생물자원의 지속적 이용이 식량의 다양성 및 인류의 식량안보에 실질적으로 기여하고, 수백만 사람의 생계를 보장하고, 많은 국가경제, 특히 저소득 식량부족국가 및 개발도상의 소규모 도서국의 경제에 있어 핵심적인 역할을 한다는 점을 인식하며,

수산업과 다른 해양생태계의 구성요소 사이의 복잡한 상호관계를 인식하며,

수산업관리에 생태계 고려사항을 포함하는 것이 국가 및 수산관리기구의 관리실적을 증진하도록 하는 구조를 공급한다는 점을 확신하며,

생태계 고려사항을 통합한다는 것이 해양생태계의 효과적인 보존 및 지속적 이용과

해양생물자원의 다양한 어족과 종간의 포식-피포식자 관계 같은 상호작용에 보다 주의를 기울인다는 의미이고, 또한 인류가 해양생태계에 야기할 수 있는 구조적 왜곡 가능성을 포함하여 해양생태계에 대한 인간활동의 영향에 대한 이해가 따라야 한다는 점을 확인하며,

다른 무엇보다 생태계 고려사항을 통합할 목적으로 과학적, 법적, 제도적인 구조를 포함하여 관리능력을 강화하고 지속시킬 필요를 인식하며,

수산업관리에 있어 생태계 고려사항을 통합하기 위한 과학적 기초가 더 발전될 필요가 있으며, 어업의 생태학적인 영향뿐만 아니라 생태계의 구조, 기능, 구성요소 및 성질에 관한 불완전한 과학적 지식이 있다는 점을 강조하며,

일부 비수산활동이 해양생태계에 영향을 주고 수산관리에 영향을 끼친다는 점을 인식하며, 이는 서식지, 수질, 어업의 생산성, 식품의 품질 및 안전에 영향을 주는 육상 및 해상활동을 포함한다.

대다수의 개발도상국이 수산업관리시 생태계에 대한 고려를 도입함에 있어 주요 장애에 직면해 있어 국제적인 협력과 지원이 필요함을 인식하며,

해양생태계에서 책임있고 지속적인 수산업을 다시 강화하려는 노력으로 우리는 개별적으로 그리고 공동으로 생태계 고려사항을 수산업관리에 통합할 것을 선언한다.

이러한 목적을 위하여 우리는 또한 다음사항을 선언한다.

1. 수산업 관리제도를 만들고 강화함에 있어 우리가 공동으로 합의한 지침인 FAO의 행동규범과 행동규범에 따라 작성된 국제행동계획 그리고 식량안보에 관한 수산업의 기여에 관한 교토선언의 효과적인 이행을 계속하여야 한다는 결의,
2. 과도한 어획노력을 지속적인 이용이 가능한 수준까지 감소시킬 제도를 포함하여 책임수산업과 해양생태계의 지속적 이용을 진작시킬 유인책과 더불어 즉각적이고 효과적인 관리계획을 도입할 분명한 필요가 있다.
3. 지역적, 국제적 수산관리기구를 강화개선 및 적절한 경우 설립하고 그들의 작업

에 생태계에 대한 고려를 도입하며, 이들 기구와 해양환경의 관리보존을 담당하는 기구들간의 협력을 증진하는 것이 중요하다.

4. 비수산활동이 해양생태계 및 수산업에 부정적 영향을 미치는 것을 방지하기 위해서는 관련 기관 및 기타 이해관계자의 행동이 필요하다.
5. 특별히 긴급한 문제에 대하여는 예방적 접근에 기초하여 즉각적인 조치를 취할 필요가 있는 반면, 현재 및 미래의 이용가능한 과학적 지식에 기초하면서, 생태계 고려사항을 통합하기 위하여 과학적 토대를 증진시키는 것이 중요하다. 이러한 목적을 향하여 우리는 다음사항을 떠맡을 것이다.
 - (a) 어족을 보존하고 그들이 의존하는 생태계 및 서식지의 통합성을 유지하는 한편, 생태계 고려사항을 통합하고 지속적인 생산을 보장하는 관리전략을 개발하고 이행하기 위한 과학적 토대를 증진
 - (b) 관련 해양생태계의 구조, 구성요소, 기능, 식품의 구성, 먹이사슬, 종간 상호작용 및 포식-피포식 관계, 서식지의 역할 및 생태계 안정성 및 복원성에 영향을 주는 생물학적, 물리학적, 해양학적 요소의 확인 및 묘사
 - (c) 자연의 가변성에 대한 체계적인 감시 및 생태계 생산성과의 관계를 설정 또는 증진
 - (d) 실제 잡은 어류의 양에 대한 보다 나은 정보를 얻기 위하여 모든 수산업에 있어 부수포획 및 어류투기에 대한 감시를 개선
 - (e) 어구의 선택성을 개선하고 서식지 및 생물 다양성에 관한 어업관행의 부정적인 영향을 줄이기 위하여 어구 및 어업관행에 대한 연구 및 기술개발 지원
 - (f) 비수산활동을 통하여 인간이 해양환경에 미치는 부정적인 영향 및 지속적인 이용을 위한 이들 영향의 결과를 평가
6. 해양환경에 있어 양식개발과 포획어업간의 상호작용이 관련 제도적 및 규제적 조치를 통하여 감시되어야 한다.

7. 생태계 고려사항을 수산업 관리에 통합함에 있어 개발도상국을 지원할 목적으로 특히, 관리전략을 계획·이행 및 개선하기 위하여 필요한 생물학적, 해양학적, 생태학적 및 어업 자료를 수집하고 가공하기 위한 교육 및 훈련을 통한 전문성을 향상시키는 데 있어 국제협력을 강화하기 위한 우리의 결의
8. 우리는 필요한 경우 건전한 규제적 구조를 도입하고, 무역왜곡을 검사하고 필요한 경우에는 이를 제거하며, 투명성을 증진하면서 지속적 관리에 기여할 기술이전을 진작시킴으로써 건전한 환경을 증진할 것을 결의한다.
9. 우리는 관련 기술적, 재정적 국제기구와 FAO가 개발도상국에 특별한 주의를 기울이면서 각 국가에 효과적인 관리체제에 관한, 그리고 그러한 조치로부터의 경험에 관한 기술적 조언과 정보 및 기타 지원을 제공할 것을 촉구한다.
10. 우리는 FAO가 생태계 고려사항을 수산업관리에 도입하는 것과 관련하여 최선의 관행을 위한 기술적 지침을 개발하도록 다른 지역으로부터의 과학기술전문가와 일할 것을 격려할 것이다. 이 기술지침은 FAO 수산위원회의 차기 총회에 제출되어야 한다.

그리고 아이슬란드 정부가 UN 사무총장, FAO 사무총장, 2002년 9월 요하네스버그에서 개최될 지속개발세계정상회의의 의장 및 관련 수산관리기구가 이 선언문을 고려할 수 있도록 이 선언문을 제출할 것을 요구한다.

3. Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem

Having met at the Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem from 1 to 4 October 2001,

Appreciating the initiative taken by the Government of Iceland and the Food and

Agriculture Organization of the United Nations (FAO) to organize the Conference with the co-sponsorship of the Government of Norway,

Recalling that this initiative was endorsed at the Twenty-fourth Session of the FAO Committee on Fisheries (26 February - 2 March 2001) and at the One Hundred and Twentieth Session of the FAO Council (June 2001),

Reaffirming that the 1982 United Nations Convention on the Law of the Sea (the Convention) sets out the rights and duties of States with respect to the use and conservation of the ocean and its resources, including the conservation and management of living marine resources,

Recalling that in recent years the world community has agreed on several additional legal and political commitments that supplement the provisions of the Convention, including the Rio Declaration on Environment and Development and Agenda 21 (Chapter 17),

Reaffirming the principles of the FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries, *Recalling further* the four International Plans of Action formulated in accordance with the Code of Conduct, namely for the Management of Fishing Capacity, for the Conservation and Management of Sharks, for Reducing Incidental Catch of Seabirds in Longline Fisheries, and to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing,

Reaffirming that the FAO Council during its One Hundred and Twentieth Session recommended that ecosystem-based fisheries management studies to be conducted by FAO as agreed in paragraph 39 of the Report at the Twenty-fourth Session of the FAO Committee on Fisheries should be balanced and holistic in approach,

Welcoming and taking into account the discussion in the scientific symposium of the Conference,

Recognising that sustainable fisheries management incorporating ecosystem considerations entails taking into account the impacts of fisheries on the marine ecosystem and the impacts of the marine ecosystem on fisheries,

Confirming that the objective of including ecosystem considerations in fisheries management is to contribute to long-term food security and to human development and to assure the effective conservation and sustainable use of the ecosystem and its resources,

Appreciating that the Conference represented an important opportunity for all fisheries stakeholders to jointly assess the means for including ecosystem considerations in fisheries management,

Aware that the sustainable use of living marine resources contributes substantially to human food security, as well as dietary variety, provides for the livelihood of millions of people and is a central pillar of many national economies, especially low-income food-deficit countries and small island developing States,

Recognising the complex inter-relationship between fisheries and other components of the marine ecosystems,

Convinced that including ecosystem considerations in fisheries management provides a framework within which States and fisheries management organizations would enhance management performance,

Affirming that incorporation of ecosystem considerations implies more effective conservation of the ecosystem and sustainable use and an increased attention to interactions, such as predator-prey relationships, among different stocks and species of living marine resources; furthermore that it entails an understanding of the impact of human activities on the ecosystem, including the possible structural distortions they can cause in the ecosystem,

Recognising the need to strengthen and sustain management capacity, including

scientific, legal and institutional frameworks with the aim of incorporating among other things ecosystem considerations,

Emphasising that the scientific basis for including ecosystem considerations in fisheries management needs further development and that there is incomplete scientific knowledge about the structure, functioning, components and properties of the ecosystem as well as about the ecological impact of fishing,

Recognising that certain non-fishery activities have an impact on the marine ecosystem and have consequences for management. These include land-based and sea-based activities which affect habitat, water quality, fisheries productivity, and food quality and safety,

Recognising also that the majority of developing countries face major challenges in incorporating ecosystem considerations into fisheries management and that international cooperation and support are necessary,

Declare that, in an effort to reinforce responsible and sustainable fisheries in the marine ecosystem, we will individually and collectively work on incorporating ecosystem considerations into that management to that aim.

Towards this end, we further declare:

1. Our determination to continue effective implementation of the FAO Code of Conduct, which is our common and agreed guide in strengthening and building fisheries management systems, as well as the International Plans of Action as formulated in accordance with the Code, and the Kyoto Declaration on the Contribution of Fisheries to Food Security.
2. There is a clear need to introduce immediately effective management plans with incentives that encourage responsible fisheries and sustainable use of marine ecosystems, including mechanisms for reducing excessive fishing efforts to sustainable levels.

3. It is important to strengthen, improve, and where appropriate establish, regional and international fisheries management organizations and incorporate in their work ecosystem considerations and improve cooperation between those bodies and regional bodies in charge of managing and conserving the marine environment.
4. Prevention of adverse effects of non-fisheries activities on the marine ecosystems and fisheries requires action by relevant authorities and other stakeholders.
5. While it is necessary to take immediate action to address particularly urgent problems on the basis of the precautionary approach, it is important to advance the scientific basis for incorporating ecosystem considerations, building on existing and future available scientific knowledge. Towards this end we will undertake to:
 - (a) advance the scientific basis for developing and implementing management strategies that incorporate ecosystem considerations and which will ensure sustainable yields while conserving stocks and maintaining the integrity of ecosystems and habitats on which they depend;
 - (b) identify and describe the structure, components and functioning of relevant marine ecosystems, diet composition and food webs, species interactions and predator-prey relationships, the role of habitat and the biological, physical and oceanographic factors affecting ecosystem stability and resilience;
 - (c) build or enhance systematic monitoring of natural variability and its relations to ecosystem productivity;
 - (d) improve the monitoring of by-catch and discards in all fisheries to obtain better knowledge of the amount of fish actually taken;

- (e) support research and technology developments of fishing gear and practices to improve gear selectivity and reduce adverse impacts of fishing practices on habitat and biological diversity;
 - (f) assess adverse human impacts of non-fisheries activities on the marine environment as well as the consequences of these impacts for sustainable use.
6. The interaction between aquaculture development in the marine environment and capture fisheries should be monitored through relevant institutional and regulatory arrangements.
 7. Our determination to strengthen international cooperation with the aim of supporting developing countries in incorporating ecosystem considerations into fisheries management, in particular in building their expertise through education and training for collecting and processing the biological, oceanographic, ecological and fisheries data needed for designing, implementing and upgrading management strategies.
 8. We resolve to improve the enabling environment by encouraging technology transfer contributing to sustainable management where appropriate, introducing sound regulatory frameworks, examining and where necessary removing trade distortions, and promoting transparency.
 9. We urge relevant technical and financial international organisations and the FAO to cooperate in providing States with access to technical advice and information about effective management regimes and about the experience from such arrangements, and other support, devoting special attention to developing countries.
 10. We would encourage FAO to work with scientific and technical experts from all different regions to develop technical guidelines for best practices with regard to introducing ecosystem considerations into fisheries management.

These technical guidelines should be presented at the next session of the FAO Committee on Fisheries.

AND REQUEST that the Government of Iceland convey this Declaration to the Secretary-General of the United Nations, the Director-General of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, the Chairman of the World Summit on Sustainable Development to be held in Johannesburg in September 2002 and relevant fisheries management organizations for their consideration.

생태계를 기반으로 하는 어업자원관리 도입방안 연구

2005年 12月 ??日 印刷

2005年 12月 ??日 發行

編輯兼 李 正 煥
發行人

發行處 韓國海洋水產開發院
서울특별시 서초구 방배3동 1027-4
수암빌딩

전 화 2105-2700 FAX : 2105-2800

등 록 1984년 8월 6일 제16-80호

組版·印刷 / 영진인쇄사 02)734-3713 정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물관매센터
Tel : 394-0337, 734-6818