

바다모래 수급실태 및 관리방안 연구

2003. 12

조동오·장학봉

□ 보고서 집필 내역

◆ 연구책임자

- 조 동 오 : 제1장, 제3장, 제5장~제7장

◆ 연 구 진

- 장 학 봉 : 제2장, 제5장

◆ 외부 집필진

- 김 창 식(한국해양연구원) : 제4장 3절
- 이 희 일(한국해양연구원) : 제4장 4절
- 최 중 기(인하대학교) : 제4장 1절
- 한 경 남(인하대학교) : 제4장 2절

□ 연구자문위원

- Thomas A. Grigalunas(Professor, U.R.I.)

머 리 말

최근 바다모래 채취에 대한 논쟁이 뜨겁다. 환경단체나 지역주민은 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 악영향이 크기 때문에 바다모래의 채취를 중단해야 한다고 주장하고 있고, 건설업계 및 골재사업자들은 건설자재의 공급이 원활히 되기 위해서는 바다모래의 공급이 불가피하다고 주장하고 있다.

바다모래에 대한 논쟁은 지난 몇 년 사이 바다모래의 채취가 증가하면서 불이 붙었다. 바다모래의 전국채취량이 1992년의 1,550만 m^3 에서 2002년 3,300만톤으로 급증하였고, 전체골재자원에서 차지하는 점유율은 1992년도의 15.3%에서 2002년도에는 27.7%로 크게 높아졌다. 그리고 우리나라의 건설자재 공급패턴에 큰 변화가 없는 한 앞으로 상당한 기간동안 이러한 바다모래에 대한 수요는 지속될 것으로 보인다. 특히 바다모래의 수요증대가 육상모래자원의 고갈에 크게 기인하고 있다면, 바다모래의 채취에 따른 논쟁은 계속될 것으로 보인다.

바다모래 채취가 해양환경에 미치는 악영향에 대한 우려는 비단 우리나라에만 국한되고 있는 것이 아니라 세계적인 추세이다. 영국을 비롯한 유럽제국은 물론, 일본이나 인도네시아 등 아시아에서도 바다모래의 환경문제에 관심이 고조되고 있다. 일본은 세토나йка이에서의 바다모래 채취를 전면 금지하였고, 인도네시아는 최근의 'Dredging and Port Construction'잡지에 의하면, 불법으로 채취하고 있는 해사채취선에 대해 경고사격까지 가하는 강력한 제재조치를 취하고 있다.

바다모래의 과도한 채취가 해양환경에 미치는 영향은 해양생태환경의 파괴, 수산자원의 감소, 해저퇴적층 및 해저지형의 변화와 해안침식 등을 초래하는 것으로 보고되고 있다. 그러나 이러한 환경문제가 있다고 해서 중요한 골재자원인 바다모래의 채취를 금지할 수는 없을 것이다. 따라서 환경문제와 자원개발문제를 동시에 만족시킬 수 있는 해법이 필요하며, 이러한 해법은 정부의 바다모래에 대한 종합적인 정책으로 구현되어야 할 것이다.

바다모래에 대한 정부의 정책은 지금까지는 건설자재의 공급을 증시하는 측면에서 이루어졌다고 볼 수 있다. 바다모래를 포함한 전체 골재의 공급계획은 건설교통부가 5년 단위로 수립하는 '골재수급기본계획' 등을 통하여 종합적으로 관리되어 왔고, 이를 위한 법제나 정부의 조직도 잘 정립되어 있는 실정이다. 그러나

바다모래 채취가 해양환경에 미치는 악영향에 대해서는 최근까지 소홀하게 다루어 왔으며, 최근 환경단체와 어민 등이 이를 강력하게 거론하면서 논쟁의 대상이 되었다. 최근 바다모래의 환경문제가 거세게 거론되자 허가권자인 지방자치단체에서는 아예 채취허가를 금지하는 조치를 취할 뿐 보다 근본적인 대책에는 접근하지 못하고 있다.

이런 관점에서 본다면 우리나라는 지금까지 바다모래에 대한 종합적인 정책이 부재하였다고 해도 과언이 아니다. 바다모래는 한정된 자원인지 아니면 재생가능한 무한한 자원인지, 바다모래가 해양생태환경에 어떠한 영향을 미치는지, 바다모래의 채취로 해저지형에 어떠한 변동이 발생하고 이로 인해 주변 해안과 해저에 어떠한 영향을 미치는지, 바다모래의 채취가 수산자원과 어업에 어떠한 영향을 미치는지 등 바다모래 채취에 따른 환경문제에 대해서 종합적인 조사나 연구가 이루어지지 못하였다. 단지 일부 민간기업에 의하여 부분적으로 수행된 바 있으나 정부차원에서는 한번도 수행되지 않았다.

본 연구는 바다모래는 그 부존량이 한정된 자연자원으로서 보전과 개발이 균형적으로 이루어져야 한다는 전제 아래 바다모래에 대한 친환경적 관리방안을 제시함으로써 바다모래의 무분별한 또는 과도한 채취를 지양하고 한정된 바다모래자원의 지속가능한 개발(sustainable development)을 도모할 수 있는 방안의 제시를 그 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 바다모래 시장 구조 및 수급 전망, 바다모래 채취제도 및 운영실태, 바다모래 채취의 해양환경 영향, 외국의 바다모래 관리사례를 분석하고 바다모래의 개발과 환경문제를 동시에 만족시킬 수 있는 통합적인 정책방향을 제시하였다. 바다모래에 대한 종합적인 관리수단으로서는 i) 바다모래 관리제도의 개선, ii) 해양자원관리법 제정, iii) 해사채취 환경영향평가의 현실화, iv) 해양이용협의제도의 강화, v) EEZ에서의 해사채취에 관한 환경성검토 강화, vi) 해사채취구역 복구제도의 개선, vii) 해사채취에 따른 해양환경피해 연구, viii) 해사채취 부담금 부과, ix) 해사채취행위의 감독체제 강화, x) 대체자원 개발 등이 제시되었다. 바다모래에 대한 정부의 통합정책수립을 촉구하고 그 실천방안들을 도출하는 데 크게 기여할 것으로 보인다.

본 연구는 한국해양수산개발원의 조동오 연구위원과 장학봉 연구위원이 수행하였으며, 바다모래의 채취가 해양환경에 미치는 영향에 대해서는 한국해양연구

원의 김창식 박사 및 이희일 박사 그리고 인하대학교의 최중기 교수 및 한경남 교수가 공동으로 집필하였다. 연구진들은 연구수행 중 도움을 주신 한국건설산업 연구원의 최민수 박사, 미국 로드아일랜드대학교의 Thomas A. Grigalunas 교수, 목포해양대학교의 김도희 교수, 거제환경운동연합의 윤미숙 국장, 해양수산부 본부 및 지방청의 관계자, 웅진군의 관계자 여러분께 고마움을 표시하고 있다.

끝으로 이 보고서는 필자들의 개인적인 견해에 따른 것이며, 우리 원의 공식적인 견해가 아님을 밝혀 둔다.

2003년 12월

韓國海洋水產開發院
院 長 李 廷 旭

목 차

〈요 약〉	i
-------	---

제 1 장 서 론	1
-----------	---

1. 연구의 배경과 목적	1
2. 연구의 범위와 방법	6

제 2 장 바다모래 시장구조 및 수급전망 분석	7
---------------------------	---

1. 바다모래 시장구조 분석	7
2. 바다모래 수급 실태 및 전망	11
1) 골재자원으로서의 바다모래 / 11	
2) 골재 및 바다모래의 수급 실태 / 12	
3) 골재 및 바다모래의 수급 / 16	
3. 요약	21

제 3 장 바다모래 채취제도 및 운용실태	23
------------------------	----

1. 채취제도	23
1) 관리주체 / 23	
2) 채취제도 / 25	
2. 운용실태	31
1) 바다모래 채취량의 급증 / 31	
2) 골재채취업의 등록요건 / 33	
3) 바다모래보전 종합관리대책 부재 / 34	
4) 바다모래관련 환경규제 / 34	
5) 바다모래 채취의 해양환경 피해연구 / 35	
6) 바다모래 채취의 경제적 인센티브 / 35	

3. 주요 쟁점	36
1) 해사채취 관리주체 / 36	
2) 개발정책과 보전정책의 균형 / 37	
3) 해양환경보호를 위한 제도적 장치 / 38	
4) 바다모래의 대체자원 / 39	

제 4 장 바다모래 채취의 해양환경 영향 40

1. 해양 생태 환경에 미치는 영향 분석	40
1) 해사채취가 수질 환경에 미치는 영향 / 41	
2) 해사채취가 저질 환경에 미치는 영향 / 43	
3) 해사채취가 플랑크톤 생태에 미치는 영향 / 44	
4) 해사채취가 저서 생물 생태에 미치는 영향 / 48	
2. 해사채취가 수산자원에 미치는 영향 분석	53
1) 경기만 해역의 수산 현황 / 53	
2) 해사채취 주변해역의 과거 수산자원 변동량 / 54	
3) 해사채취로 인한 수산자원 감소량 / 60	
4) 해사채취가 어업에 미치는 영향 / 64	
5) 어류생태에 미치는 영향 / 68	
3. 해안 및 해저지형 변화 분석	70
1) 우리나라 해역의 사퇴 기원과 발달 / 70	
2) 바다골재채취로 인한 퇴적환경 변화 / 71	
3) 바다골재채취로 인한 퇴적물 이동 현장 관측 / 74	
4) 사례 : 서해중부 근해에서의 바다골재채취로 인한 영향 분석 / 78	
5) 종합검토의견 / 84	
4. 해사층 형성역사 및 해상채취에 따른 퇴적층과 해저지형 변화분석	86
1) 해사의 퇴적환경역사 파악 / 86	
2) 수평적 (공간적) 해저지형 변화 분석 / 88	
3) 3차원 해저지형변화 탐사 / 89	
4) 해사채취지역의 퇴적환경파괴 파악 / 90	

제 6 장 해사채취 종합관리방안 122

4) 해사채취구역 복구제도 개선 / 131	
5) 해사채취에 따른 해양환경피해 연구 / 133	
6) 해사채취 부담금부과 방안 / 134	
3. 해사채취 관리 강화	138
1) 해사채취행위의 감독체제 강화 / 138	
2) 공유수면 점·사용료의 지출용도 감독 강화 / 140	
4. 대체자원 개발	141
1) 기술개발 / 141	
2) 모래 수입 / 142	
제 7 장 결론 및 정책 건의	143
참고문헌	150

표 목 차

<표 2-1> 골재채취업관련 법적 근거 및 정의	8
<표 2-2> 골재제품의 정의	9
<표 2-3> 건설계약액 추이	10
<표 2-4> 바다골재 채취 관련 행정체계 및 절차도	11
<표 2-5> 골재원별 점유비	13
<표 2-6> 연도별 바다모래 채취실적 및 점유비	15
<표 2-7> 2001년도 지자체별 바다골재 채취허가 현황 (광물포함)	16
<표 2-8> 골재수급기본계획상의 연도별 골재수요 전망	17
<표 2-9> 우리나라 골재 개발 가능량	18
<표 2-10> 각국의 1인당 골재 및 시멘트 소비량	20
<표 3-1> 바다골재 채취업의 등록기준	27
<표 3-2> 우리나라 골재 부존 현황	31
<표 3-3> 바다골재의 지역별 부존 현황	32
<표 3-4> 골재 품종별 채취실적 변화 추이	32
<표 3-5> 골재 업체수 추이	33
<표 4-1> 해사채취수역과 비채취수역간의 해양 수질 오염 인자 비교표	42
<표 4-2> 해사채취수역 공극수와 비채취수역 공극수의 환경인자 비교표	44
<표 4-3> 경기만 해역에서 어획되는 종류별 주요 수산물	54
<표 4-4> 해사채취 이전(1979~1993)과 해사채취 이후(1994~2001)의 덕적도 주변해역에 수산물별 평균어획생산량과 감소율	64
<표 4-5> 해사채취 이전(1979~1993)과 해사채취 이후(1994~2001)의 자월도 주변해역에 수산물별 평균어획생산량과 감소율	64
<표 5-1> 일본의 골재생산 연도별 추이	94
<표 5-2> 북서유럽의 골재생산량 현황(2000)	97
<표 5-3> 유럽의 바다골재 채취추이(백만톤)	97
<표 5-4> 영국의 바다모래 채취제도 및 관행	106

<표 5-5>	네덜란드의 바다모래 채취제도 및 관행	109
<표 5-6>	덴마크의 바다모래 채취제도 및 관행	111
<표 5-7>	프랑스의 바다모래 채취제도 및 관행	113
<표 5-8>	이탈리아의 바다모래 채취제도 및 관행	115
<표 5-9>	노르웨이의 바다모래 채취제도 및 관행	116

그 립 목 차

<그림 2-1> 골재시장의 구조	9
<그림 2-2> 바다모래시장 및 관련시장의 규모	10
<그림 2-3> 바다골재의 점유비 변화 (1992년 대 2002년)	13
<그림 3-1> 바다모래 채취관련 인허가 및 행정절차	30
<그림 4-1> 1998-2000년 해사채취수역 및 해사채취 현황	50
<그림 4-2> 해사채취 시범 해역과 Plume에서의 식물플랑크톤 다양성지수	50
<그림 4-3> 부유사 농도에 따른 요각류 <i>Acartia hongii</i> 의 사망률(A)과 일일 산란율 변화(B)	51
<그림 4-4> 부유물질 농도에 따른 섬모충류의 growth rate와 grazing rate	52
<그림 4-5> 연도별 웅진군 전체 수산자원의 어획생산량 변동(1979-2001년)	55
<그림 4-6> 연도별 덕적도 주변해역 수산자원의 어획생산량 변동(1979-2001년)	56
<그림 4-7> 연도별 자월도 주변해역 수산자원의 어획생산량 변동(1979-2001년)	57
<그림 4-8> 해사채취 해역(덕적, 자월)과 비채취해역간의 어획량 비(1979~2001년)	58
<그림 4-9> 웅진군 어류자원량 변동(I)	59
<그림 4-10> 웅진군 어류자원량 변동(II)	60
<그림 4-11> 비채취해역(덕적, 자월 제외)과 해사채취해역의 연도별 갑각류 어획생산량 비교(1979~2001년)	61
<그림 4-12> 비채취해역(덕적, 자월 제외)과 해사채취해역의 연도별 패류 어획생산량 비교(1979~2001년)	62
<그림 4-13> 비채취해역(덕적, 자월 제외)과 해사채취해역의 연도별 연체동물 어획생산량 비교(1979~2001년)	62
<그림 4-14> 비채취해역(덕적, 자월 제외)과 해사채취해역의 연도별 해조류 어획생산량 비교(1979~2001년)	63
<그림 4-15> 황해의 해저지형도	71
<그림 4-16> 바다골재채취에 의해 발생하는 현탁물 plume과 환경 관계 모식도	74

<그림 4-17> 발생한 해저 웅덩이의 수심 변화도	76
<그림 4-18> 바다모래 채취선 주변 해역의 SS농도 분포	78
<그림 4-19> 대산항 주변 해역의 현재 수심분포	81
<그림 4-20> 대산항 주변 해역에서 장안퇴를 2m 준설후 수심분포	82
<그림 4-21> 장안퇴 2m 준설시, 주 북서심해파의 파고 변화분포	82
<그림 4-22> 장안퇴 2m 준설시 남서심해파의 파고 변화분포	83
<그림 4-23> 장안퇴 2m 준설시 대조기 최강 창조류의 유속 변화분포	83
<그림 4-24> 장안퇴 2m 준설시 대조기 최강 낙조류의 유속 변화분포	84
<그림 4-25> 한반도 주변해역에 나타나는 바다모래의 예	87
<그림 4-26> 다중채널 탄성파 탐사장비 (A)와 해저지층 분석 예 (B)	88
<그림 4-27> Chirp방식 측면주사음탐기를 사용한 이원사퇴의 수평적 해저지형 자료	89
<그림 4-28> 다중빔측심기를 이용한 해저지형 3차원 복원의 예	90
<그림 4-29> 고해상 천부퇴적층/수심탐사기 탐사에 의한 인위적 채취이전과 이후의 해저지형 변화	91
<그림 4-30> 자동코아다중검침기를 사용한 시추코아의 비파괴 및 연속측정 대자율 분석	92
<그림 5-1> 영국의 바다모래 채취 해역	100
<그림 5-2> 잉글랜드와 웨일즈에서 Government View 협의 절차	102
<그림 6-1> 사회적 최적오염배출량 도출원리	136

<요 약>

제1장 서론

- 골재(모래 및 자갈)는 시멘트 및 철근과 더불어 주택, 도로, 항만공사 등의 건설에 필요한 3대 자재의 하나임. 골재의 수요는 1992년 1억 8,700만㎥에서 1997년 2억 5,900만㎥으로 정점에 달한 후 IMF와 더불어 감소하였으나 다시 증가하기 시작하여 2002년 2억 1,700만㎥에 이르고 있음. 향후에도 핵가족화의 진행에 따른 주택 수요의 증가, 재개발·재건축 사업의 지속적 증가, 항만시설 확충 등으로 골재의 연간수요는 2억㎥ 이상일 것으로 전망되고 있음
- 2002년도 잔골재 채취비율은 강모래 32.2%, 쇄사 18.3%, 바다모래 30.6%, 육모래 18.8%로, 1992년에 비해 강모래의 비중이 38.5%포인트 감소한 반면, 바다모래와 육모래의 비중이 각각 12.6%포인트 및 8%포인트가 상승한 것으로 나타났음
- 이와 같이 바다모래의 채취량이 증가하고 있는 이유는 육상모래자원의 고갈 및 육상모래채취에 관한 환경규제의 강화, 정부차원의 바다모래보전 종합대책 부재 및 관련부처의 다원화, 골재수요를 충족하기 위한 공급중시정책에 기인하고 있음
- 그러나 바다모래의 과도한 채취는 i) 바다모래가 한정된 자원이라는 점과 ii) 바다모래 채취가 해양환경에 악영향을 주는 점을 고려해야 함. 즉, 우리나라 연안의 바다모래는 주요 강의 하구둑 건설로 인해 육지로 부터의 공급이 중단된 상태이며 또한 오랜 기간에 걸쳐 퇴적된 한정된 자연자원임. 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향은 i) 해양환경의 파괴, ii) 해양생태계의 파괴, iii) 수산자원의 감소, iv) 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화와 해안침식 등으로 보고 되고 있음

- 따라서 바다모래 채취는 위와 같은 점을 고려하여 신중히 이루어져야 하나 그동안 범정부 차원의 공급중시의 정책과 지방자치단체의 재정수입증대 결과로 과도한 채취 및 개발이 이루어졌음
- 이와 같이 바다모래 채취를 위한 개발위주의 정부정책 및 민간부문의 활동은 매우 강력하게 진행되고 있는 반면, 바다모래를 보전하기 위한 정책은 관련 법, 제도, 추진조직 등에서 매우 미흡한 상태임
- 본 연구는 바다모래 채취관련 정부의 친환경적 관리방안을 제시함으로써 무분별한 채취를 지양하고 한정된 바다모래를 보전함으로써 건강한 해양환경을 유지하는 데 목적을 둠

제2장 바다모래 시장구조 및 수급전망

1. 바다모래 시장구조 분석

- 해사채취업은 골재채취업의 여러 종류 중 바다골재의 채취업자와 선별 세척업자를 의미하지만 일반적으로 골재채취업자들은 바다, 하천, 육상 및 산림골재 등을 같이 겸업하는 경우가 많음
- 산업적인 측면에서 보면 골재채취업은 골재를 원료로 사용하는 골재제품업체(레미콘, 아스콘, 시멘트가공제품, 콘크리트관 등)와 골재 또는 골재제품을 기초자재로 사용하는 건설(토목 포함, 이하에서는 건설로 통칭함)업체 및 산업시설업체(플랜트산업 등), 골재의 수송과 유통에 관련된 운송업체 및 기타 골재업체(철근,시멘트 등) 등이 있는데 이들 업체는 산업연관분석측면에서 보면 골재를 투입물로 사용하는 전방산업(前方産業)이라고 할 수 있음. 골재업자 특히 바다골재사업자는 채취선, 탐사장비 (스캔소우너 등) 등을 사용하므로 조선업과 해양장비산업이 골재채취업의 후방산업(後方産業)이라고 할 수 있음
- 골재는 건설산업의 기초자재로서 건설업과 직결되며 골재수요는 건설수요의 파생수요라고 할 수 있는데 건설업 매출액의 약 5.4%를 골재업이 차지하는 것으로 추정되고 있음. 따라서 우리나라 골재시장의 규모

는 2001년도 건설계약액(추계)을 기준으로 하면 3조 2,500억 정도로 추정되고 이 중 바다골재의 시장규모는 약 5,000억원 정도일 것으로 추산되고 있으며 현재 약 1,600개 업체가 등록되어 있음

2. 바다모래 수급실태 및 전망

- 바다모래의 채취량은 1992년도 이후 계속 증가추세를 보이면서 1996년도에는 30,591천㎥로 최고조에 달하였으나 IMF 이후 크게 감소하였다가 2000년도에는 다시 33,029천㎥로 회복하는 추세에 있음. 전체골재에서 차지하는 함유비를 보면 연도별로 약간의 기복은 있지만 계속 증가하는 추세에 있음. 일반적으로 전체 골재에서 잔골재(모래)의 비율이 40% 정도를 차지하는데 우리나라의 경우 바다골재가 모두 모래임을 감안한다면 우리나라 모래 공급의 70% 정도가 바다에서 공급되고 있음
- 건설교통부는 5년 마다 골재수급기본계획을 통하여 장기골재수급전망을 하고 있고 또한 매년 골재수급계획을 작성하고 있음. 현재의 골재수급계획은 2004년부터 2008년까지의 5년간에 걸친 계획인데 골재의 수요가 계속 증가하여 2005년에 최고조에 이를 것으로 전망되고 그 이후로는 안정적인 추세를 보일 것으로 전망되고 있음
- 최근 환경의 중요성에 대한 국민들의 인식이 확대됨에 따라 바다모래의 주변 해양환경 및 생태계에 대한 악영향을 우려하여 환경관련규제를 강화하게 되었고 따라서 바다모래의 채취허가가 크게 제한되고 있음. 이에 대해 건설업계와 골재업계에서는 건설자재의 수급 불안을 염려하고 있으며 육상골재에 대한 수급안정 대책과 함께 바다모래의 공급확대를 위해 배타적경제수역(EEZ)에서의 바다모래채취 허용과 함께 환경규제의 완화를 요구하고 있기도 함
- 바다모래의 환경문제는 비단 우리나라 뿐만이 아니며 바다에서 골재를 채취하는 많은 국가들이 인식하고 있어 바다모래의 환경규제는 세계적인 추세임을 감안할 때 환경규제까지 완화하며 바다모래의 공급을 확대하려는 정책은 바람직하지 못하다고 하여야 할 것임
- 따라서 현재 연간 약 3,000만㎥ 정도 채취되는 바다모래의 생산은 크게 확대되지 않을 것으로 전망되며, 골재의 안정적 공급을 위해서는 바다

모래의 수입을 통한 공급확대도 고려하여야 할 것으로 보임. 아직 수입 모래의 공급이 본격화되고 있지 않지만 가격문제가 해결된다면 국내의 모래공급에 기여할 수 있을 것으로 보이며 최근 수입모래의 가격이 국내가격에 근접하고 있어 공급원의 확대에 도움이 될 것으로 보임

제3장 바다모래 채취제도 및 운용실태

1. 채취제도

- 바다모래 채취와 관련된 정부부처는 건설교통부, 해양수산부, 환경부, 산업자원부, 지방자치단체 등으로 다원화되어 있고 정책목표도 상충되어 정부의 친환경적 종합대책이 수립되어 있지 않은 상태임
- 건설교통부는 골재채취법을 근거로 골재자원의 안정적 수급을 도모하고 있으며, 해양수산부는 공유수면관리법 및 해양오염방지법을 근거로 바다모래 채취관련 환경문제를 관장하며, 환경부는 「환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법」(이하 통합환경영향평가법)을 근거로 환경문제를 관장하고, 산업자원부는 광업법을 근거로 골재자원 기초조사 및 규사채취 인허가를 담당하고 있음
- 지방자치단체는 골재채취법 및 공유수면관리법에 근거하여 골재채취업의 등록 및 골재채취를 허가하고 채취료를 징수하고 있는바, 그동안 채취허가 남발에 대한 어민 및 환경단체의 반발이 심하였으며, 최근 채취허가를 극히 제한하고 있으나 근본적인 대책을 수립하지 못하고 있음

2. 운용실태

- 골재채취법에 근거한 건설교통부의 골재수급정책의 기초는 국내 건설 산업에 필요한 바다모래 등 골재수요는 주어진 명제이며, 이를 충족하기 위해서는 바다모래의 안정적 공급이 이루어져야 한다는 것임. 골재수급기본계획이나 대책 중에는 대체자원 확보나 기술개발을 촉진하여 한정된 자원을 지속가능하게 보전해야 한다는 내용은 빈약함

- 1996년 해양수산부가 설립되고 1997년 자연환경보전법 개정을 통해 바다모래 등 해양자연환경의 보전업무가 해양수산부로 이관되었으나 현재까지 바다모래 보전을 위한 종합대책이 수립되어 있지 않은 상태이며, 기존의 해양오염방지법, 공유수면관리법, 환경영향평가법에 의해 부분적으로 보전업무를 수행하고 있는 실정임

제4장 바다모래 채취의 해양환경 영향

1. 해양생태환경에 미치는 영향

- 바다에서 해사채취로 인하여 해양환경과 해양생태계에 미칠 수 있는 영향은 1차적으로 해사채취해역의 퇴적환경변화와 물리환경변화, 저서생물의 서식처 파괴를 들 수 있으며 2차적으로 해사채취로부터 발생하는 수질과 저질 환경의 변화, 채취해역의 소음 증가와 채취선으로부터 발생하는 오염물질의 증가 등으로부터 유발되는 환경의 악화에 기인된 주변 서식생물의 서식조건의 악화를 들 수 있음
- 이 중 가장 큰 영향을 받는 것은 해사채취로 인한 퇴적물 자체가 소실되는 퇴적환경변화와 서식지 전체가 파괴됨으로 제거되는 저서생물 군집의 소실이라 할 수 있음. 이러한 이유로 연안에서의 해사채취활동은 어떠한 경우이든 생태계에 악영향을 미치는 것으로 오랫동안 인식되어 왔음
- 해사채취는 저층 퇴적물을 직, 간접적으로 교란시킴으로써 수층에 서식하는 어류나 그 외 해양생물의 주요 먹이원인 퇴적물에 서식하는 저서동물의 자원량을 격감시키고 저서생물의 생물다양성을 급감시킴. 이러한 생물다양성과 자원량의 급격한 감소는 그 해역이 원래 가지고 있던 안정화된 에너지흐름과 먹이망의 연결을 단절시킴으로 인하여 그 해역 생태계 전체에 큰 영향을 미치게 할 수 있음

2. 해사채취가 수산자원에 미치는 영향

- 해사채취로 인한 수산자원 감소량을 파악하기 위해 해사채취 이전과 이후의 수산자원별 생산량 변동을 조사할 필요가 있으며, 이를 위해 웅진

군을 사례지역으로 제시함

- 사례지역인 웅진군에서 어획되는 갑각류는 상업적으로 유용한 꽃게, 대하, 중하, 젓새우 등을 들수 있으며, 이들 자원은 이 지역 어업인들의 주요 수입원임. 갑각류자원은 '80년대 자료가 없어 해사채취 전후의 자원변화에 대해 언급할 수 없으나, 비 해사채취 해역에서는 '90년대 중반까지 감소하다가 '96년 이후부터 현재까지 자원량이 증가하고 있는 것으로 나타났음
- 그러나 해사채취 해역인 덕적도 주변해역에서는 '93~'94년에 웅진군 전체 갑각류 어획량의 80% 이상을 기록하였고 특히 '94년에는 이 해역에서 웅진군 전체 갑각류 어획생산량의 절반이 어획되었으나 '95년 이후부터 급격하게 자원량이 감소하여 현재까지 어획생산량의 회복은 보이지 않고 있음

3. 해안 및 해저지형 변화

- 승봉도, 풍도 해역의 해안선 침식, 그리고 신안해역 섬들의 침식 등은 바다모래 채취가 그 원인으로 주민들의 피해 주장이 있음. 해안선으로부터 적어도 1.8km(기존의 채취 1구역 크기) 이상의 이격거리를 두는 것이 연안양식장 및 연안환경의 피해를 최소화 할 수 있을 것으로 사례조사에서 나타나며, 이는 채취해역의 퇴적물특성, 채취공법, 채취량, 해양수리환경 그리고 인접 해역사용용도 등에 따라 달라질 수 있음
- 환경수리학적 분석결과를 바탕으로 해안선으로부터의 거리 또는 최강 조류유속의 크기 등에 발생하는 부유퇴적물의 영향 범위, 굴착된 해저지형의 복원, 새로운 퇴적물의 공급 등에 대한 과학적 뒷받침이 요구됨. 또한 파랑에 의한 연안류가 해안선 가까이 발생하여 바다골재채취로 인한 인접 웅덩이가 퇴적물 이동의 sink로 작용하여 2km 이내의 해안선 침식을 유발할 우려가 높음
- 바다골재채취는 수심과 퇴적물 입도구성 그리고 수리환경에 의해 환경영향이 매우 크게 변함을 보여주었음
- 수심이 깊은 곳에서는 조류의 흐름이 빠르고 조류 왕복거리가 길어 확

산효과가 크므로 환경의 영향을 상대적으로 적게 받을 수 있으며, 동계의 북서계열과 하계의 남서계열의 높은 파랑에 의한 해저면에서의 입자 운동은 수심이 10m 이내일 경우 퇴적물 재부상과 이동을 일으킬 수 있을 것으로 예측되어 장안사퇴의 골재모래 채취는 보다 정밀한 조사연구를 수행한 후, 피해를 최소화할 수 있도록 국지적으로 추진할 것을 권장함

4. 해사충 형성 역사 및 해사채취에 따른 퇴적층과 해저지형변화 분석

- 한반도 주변해역에 분포하는 바다모래퇴적층은 과거에 공급되어 쌓인 퇴적물이 대부분이며 현재 하천 및 해안침식으로부터 공급되어 쌓이는 모래는 연안해역 일부에 제한적으로 나타나며 그 양 또한 매우 적어, 현재와 같은 추세로 바다모래 채취가 지속적으로 이루어진다면 우리가 이용할 수 있는 바다모래는 향후 수 십년 이내에 곧 고갈될 것임
- 바다모래의 채취는 기존 퇴적층의 파괴, 해저지형의 변화, 부유혼탁물의 발생, 퇴적물의 공급경로 차단 등 많은 환경문제가 발생되고 있으나, 제도적 취약점으로 인하여 바다모래 채취시 사전환경평가실시가 거의 전무한 실정임. 이로 인해 바다모래 채취 후 발생하는 환경피해 범위 및 정도, 환경복원과정 및 기간, 주변 환경에 대한 피해영향범위 등에 대한 내용을 정확히 파악하거나 예측할 수가 없으므로, 이를 방지하기 위한 사전 환경영향평가제도의 제도적 강화가 필요함
- 현재 전국적으로 발생하고 있는 해수욕장 모래의 유실은 근본적으로 하천으로부터의 모래공급의 차단, 해안선을 중심으로 진행된 인공구조물의 설치로 해안침식 모래양의 감소 그리고 백사장으로 공급되는 연안지역의 바다모래의 채취로 인한 모래공급원의 차단 등에 의해 나타나는 현상으로, 특히 해안에 인접한 지역에서의 해사채취행위의 규제강화가 시급함
- 현재 시행되고 있는 사전환경영향평가는 일부 항목에 대해서만 규정되어 있어 부실한 환경영향평가가 될 소지가 많으므로, 해사채취에 따른 환경영향평가 조사시 각 조사항목의 물량과 범위, 조사장비의 규정 그리고 자료의 신뢰도에 대해 명확히 규정하는 것이 필요함

제5장 해외 사례

- 일본은 세계최대의 바다골재 생산국이며 유럽에서는 영국을 비롯하여 많은 국가가 바다골재를 채취하고 있음. 반면 미국에서는 단지 해변복원용 모래만 일부 채취하고 있을 뿐 건설용 골재는 거의 채취되고 있지 않음
- 일본은 세계 최대의 바다골재 채취국가이면서도 지금까지 환경문제에 대해서는 다소 느슨한 실정이었음. 그러나 최근에는 일본에서도 바다모래의 환경규제가 강화되고 있으며 세토나이카이 내해에서는 바다모래 채취가 완전 금지되게 되었고 통상산업성에서는 이러한 추세에 대비한 골재안정공급대책을 논의하고 있음
- 영국은 덴마크와 함께 바다모래채취에 관련된 제도가 가장 잘 갖추어진 국가로 인정되고 있음. 바다골재의 환경문제를 가장 엄격하게 관리하고 있으면서도 바다골재의 공급량이 매년 상당한 수준에 있고 앞으로도 바다골재의 공급량이 다소 증가할 것으로 전망되고 있음
- 영국이 바다골재의 환경문제를 다루는 해법은 인허가 단계뿐만 아니라 채취활동단계 및 채취후의 전과정에 걸쳐 환경영향에 대한 감독과 감시가 이루어진다는 점과 골재채취업자 스스로가 환경문제를 해결해 나간다는 점이라고 할 수 있음. 영국에서 GV(Government View) 단계에서 채취허가에 따른 협의대상기관은 수십개 기관에 이르기도 하는데 채취신청자는 모든 제기된 의견에 대해 대응해야 하며 상대방을 설득해야 함. 또한 채취활동중에도 지속적인 환경감시가 이루어지고 있음. 또한 영국은 정부차원의 환경기준도 엄격하지만 업계 스스로 환경영향을 최소화하고 다른 이해관계자와의 관계를 원활히 하기 위한 노력을 적극적으로 하고 있음. 예를 들어 채취시 어민, 운송업자, 스포츠낚시업자 등 여타 해역이용자와의 공존을 위하여 ‘Codes of Practice (실무지침)’를 업계스스로 개발하여 운용하고 있는 것임
- 영국의 이러한 관리제도 및 업계의 자발적인 노력은 우리나라에 시사하는 바가 크다고 보여짐. 우리나라는 현재 해양수산부가 환경관리수단으로 해역이용협의제도를 시행하고 있는데 이를 면제해 달라는 등 환경규

제의 완화를 통한 바다골재공급의 확대를 모색하고 있음. 따라서 우리나라 업계도 환경문제를 피해가려는 자세보다는 이에 대한 적극적인 대응을 하면서 바다모래자원을 개발하는 자세로 전환하여야 할 것으로 보임

제 6 장 해사채취 종합관리방안

1. 해사채취 관리제도의 개선

1) 해사채취 종합관리계획

- 바다모래는 중요한 해양자연자원임에도 불구하고 갯벌 및 해양수질환경 등과 달리 이의 보전을 위한 국가종합관리대책이 수립되어 있지 않은 상태임. 반면 바다모래의 채취·개발을 위한 정부정책은 완벽하게 갖추어져 있는바, 골재채취 개발을 위한 제도는 i) 건설교통부의 해사를 포함한 5년 기간의 골재수급기본계획 수립, ii) 지방자치단체의 연도별 골재채취수급계획, iii) 골재채취업의 등록, iv) 골재채취 허가신청 등으로 완비되어 있는 상태임. 반면 바다모래를 보전하기 위한 정부정책은 매우 미미하고, 해사 종합관리대책이 수립되어 있지 않음. 따라서 기존의 해사채취·개발 위주의 골재채취기본계획을 대체·보완할 수 있는 종합관리대책의 수립이 요구됨

2) 해양자원관리법 제정

- 현재 바다모래 채취와 관련이 있는 법은 골재채취법으로 동 법은 주로 육상의 골재개발·채취를 주 목적으로 하고 있으며, 자연자원의 보전에 관한 규정은 미흡한 상태임. 따라서 바다모래 등 해양자연자원의 보전을 위한 관리법으로서 골재채취법은 부적절하며 독립된 법의 제정이 요구됨

2. 해양환경보호의 강화

1) 해사채취 환경영향평가의 현실화

- 해사채취와 관련하여 환경영향평가는 그 대상의 기준을 채취 면적 및

채취량으로 규정하고 있는바, 종전에는 환경영향평가 대상기준을 골재 채취면적 25만㎡ 이상이거나 골재채취량이 100만㎡ 이상이었으나 해사채취량이 증가하자 채취면적을 50만㎡로 강화하였음. 그러나 이 규정이 삽입된 이후에도 해사채취와 관련하여 환경영향평가를 시행한 사례가 한 건도 없는바, 이는 해양수산부의 요청에 의해 동 규정이 삽입된 반면, 해사채취와 관련한 환경영향평가 시행주체는 환경부이며, 현재까지 환경부가 해양수산부의 의도한 바대로 동 규정을 적용하고 있지 않기 때문임. 따라서 1996년 개정된 정부조직법에 의거 해양환경보전사무가 해양수산부로 이관된 만큼 해사채취사업 등 해양환경관련 사업의 환경영향평가에 관한 해석 및 집행업무를 해양수산부가 수행할 수 있도록 하여야 함

2) 해역이용협의제도의 강화

- 해사채취와 관련하여 해양환경영향을 검토하여 사업의 보완 또는 허가를 하지 않는 조치를 취할 수 있는 제도적 장치가 환경영향평가와 해역이용협의임. 그러나 환경영향평가는 해사채취량의 지속적인 증가에도 불구하고 지금까지 한 번도 시행한 실적이 없는바, 해사채취관련 해양환경영향을 검토하여 실질적인 해양환경보호를 취할 수 있는 제도는 현재로서는 해역이용협의의뿐임. 따라서 해사채취 등 해양개발·이용사업에 대한 해양환경영향을 평가하기 위한 기준을 설정하고 해역이용협의의 기간을 단기간에 시행될 수 있도록 하여, 관련된 해양이용·개발사업에 대한 허가, 보완조치, 철회 등의 결정이 조기에 이루어질 수 있도록 하여야 함

3) EEZ에서의 해사채취에 관한 환경성 검토강화

- 최근 연안해역에서의 바다모래 채취마저 점차 어려워지자 건설교통부는 배타적경제수역(EEZ)에서도 바다모래 채취가 가능하도록 골재채취법을 개정하였음. 그러나 해양수산부는 정부조직법상 EEZ를 포함하여 전 국가관할해역을 관리하며 동 해역내의 해양자원을 관리해야 할 책임이 있음. 또한 개정된 골재채취법은 건설교통부장관이 EEZ 등 골재채취단지를 지정할 때 환경부장관과 사전환경성검토협의를 거치면 환경정책기본법에 의한 사전환경성검토협의를 의제한 것으로 규정되어 있

을 뿐, 공유수면관리법에 의한 해역이용협의를 대한 의제 규정은 분명치 않음. 따라서 앞으로 해양수산부는 골재채취법의 개정 추진과 더불어 EEZ에서의 해사채취에 관련한 해역이용협의를 적극적으로 수행해야 할 것임

4) 해사채취구역 복구제도 개선

- 바다골재 채취사업의 경우 바다골재 채취에 따른 채취구역의 복구 및 복구비 예치 등이 이루어지고 있지 않음. 그 이유로는 바다골재 채취에 따른 해저 및 생태환경 변화에 대한 구체적 연구가 이루어지지 못한 점과 바다골재 채취구역의 경우 육상골재와 달리 자연적인 복원 메커니즘을 갖고 있어 인공적인 복원사업의 중요성이 육상골재와 다르다는 점, 바다골재채취구역(pit)의 자연복구기간이 지역별 여건에 따라 1~15년까지 많은 편차를 갖고 있어 채취구역에 대한 복구절차 규정의 어려움과 함께, 복구예치금액 및 예치기간의 산정의 어려움을 들고 있음. 그러나 해사채취가 해양생태계 및 수산산란장 등에 주는 피해는 분명한바, 현 규정의 불합리 및 복구비 계상의 어려움 등으로 복구비 예치 및 복구조치를 취하지 않은 것은 부당함. 따라서 우선 공유수면관리법 제12조의 “원상회복을 할 수 없거나 할 필요가 없는 경우로서 관리청의 승인을 얻은 경우”와 골재채취법 제33조에 명시된 “골재채취구역의 지형상 복구가 필요하지 아니하다고 시장·군수 또는 구청장이 인정하는 경우”에 관한 조항의 개정이 이루어져야 함

5) 해사채취에 따른 해양환경피해 연구

- 최근 지방자치단체의 바다모래의 채취허가의 남발 및 과다채취로 환경단체 및 지역 어민들의 반발이 심해지고 있으며, 바다모래 보전의 주무부처인 해양수산부도 이의 보전을 위한 노력과 함께 정책개발에 심혈을 기울이고 있음. 그러나 바다모래 보전을 위한 정책개발과 채취허가의 제한을 위한 정책은 바다모래 채취가 해양환경에 언제, 어떻게, 얼마만큼 영향을 미치는가에 대한 신뢰 있는 연구가 뒷받침되어야 함. 그동안 바다모래 보전을 위한 정부의 종합관리정책이 부재했던 것과 동일하게 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향에 관한 정부차원의 연구는 매우 미흡한 상태임. 따라서 바다모래 보전을 위한 정책수립과 합리적 개

발 및 보전을 위한 기본논리의 전개를 위해 바다모래 채취에 따른 해양 환경피해에 관한 종합적이고 과학적인 연구가 지속적으로 수행되어야 함

6) 해사채취 부담금부와 방안

- 일반적으로 환경오염행위를 직접 규제하지 않고 경제적 동기를 이용해서 간접적으로 생산자나 소비자의 행태에 영향을 주어 환경오염을 통제하는 정책이 간접규제 또는 경제적 유인제도임. 부담금 제도 또는 보조금 제도는 시장이 자원의 효율적인 배분을 달성하지 못하는 환경문제 즉 시장의 실패를 시장의 기능을 이용하여 해결하고자 하는 제도임. 해사채취에 대한 부과금 부과는 해사채취가 해양생태계에 부정적인 영향을 미치며, 부과금을 부과하지 않을 경우 개별기업은 사회적 최적채취량보다 더 많은 양을 채취한다는 데 타당성을 부여할 수 있음

3. 해사채취 관리 강화

1) 해사채취행위의 감독체제 강화

- 골재채취업자들이 가장 흔히 범하는 불법행위의 유형으로는 i) 허가보다 많은 양을 채취하는 경우, ii) 허가받은 지역을 벗어나는 경우, iii) 허가기간이 경과했는데도 계속 채취하는 경우 등이 있는데, 일반적으로 허가받은 양의 5배 이상을 불법채취하는 경우가 대부분인 것으로 알려지고 있음. 이와 같이 그동안 해사에 대한 수요의 급증과 현행 해사채취와 관련하여 많은 불법행위가 이루어져 왔으나 감독 수단의 부재로 실질적인 감시·감독이 이루어져 오지 않았음. 현재 골재채취법 및 공유수면관리법에 의해 지방자치단체에 연안 12마일까지 위임되어 있는 골재채취허가를 육지에서 육안으로 확인·감독할 수 있는 연안 3마일까지로 제한하고 연안 3마일 이상 해역에서의 해사채취 허가업무는 감독 수단을 보유한 중앙정부(해양수산부)가 수행함으로써 실질적인 감시·감독이 이루어질 수 있도록 하여야 함

2) 공유수면 점·사용료의 지출용도 감독 강화

- 공유수면관리법에 의거 골재채취업자는 해사를 채취하는 대가로 해당 지방자치단체에 일정한 채취료(공유수면 점·사용료)를 납부하게 되어

있으며, ‘기르는어업육성’에 의하면 동 채취료의 절반 이상을 수산자원 조성사업에 사용하도록 규정되어 있음. 그러나 현재 대부분의 지방자치 단체는 해사채취료의 수입을 타 수입과 분류하지 않고 있음. 해사채취료의 수입을 타 수입원과 분류하고 일정분 이상을 수산자원조성사업에 사용토록 엄격히 감독함으로써, 채취허가에 대한 인센티브를 줄여 결국 채취허가를 남발하지 않도록 유도하여야 함

4. 대체자원 개발

1) 기술개발

- 한국지질자원연구원의 자료에 의하면 우리나라의 바다골재 채취가능량은 9억^{m³} 정도임. 이러한 바다모래의 부존량은 오랜 기간에 걸쳐 축적된 것이며 육지로부터의 공급원은 주요 강하구둑 건설 등으로 차단되어 있는 상태임. 따라서 바다모래는 장기간에 걸쳐서 퇴적된 귀중한 해양 자연자원이며, 특히 육지로부터의 공급이 중단되었기 때문에 한정된 자원임. 따라서 이 한정된 자원을 보호하기 위해서는 수입에 의한 공급확대 및 기술개발에 의한 재생골재의 재활용을 위한 기술개발을 적극적으로 유도하여야 함

2) 모래 수입

- 바다모래에 대한 수출입은 유럽에서는 매우 활발하게 진행되고 있음. 영국의 경우 바다모래 총 채취량의 1/3을 네덜란드, 벨기에, 프랑스 등으로 수출하고 있으며, 독일도 상당량을 네덜란드 등에 수출하고 있음. 일본도 과거 우리나라와 중국으로부터 바다모래를 수입한 사례가 있음. 이제 우리나라도 장기적으로 필요한 골재의 일부를 외국으로부터 수입하는 방법을 적극적으로 검토할 필요가 있음

제7장 결론

- 바다모래는 동식물플랑크톤의 서식 등 해양생태계의 기능을 할 뿐만 아

나라 수산자원의 산란 및 서식지의 기능을 수행하며 해류 및 파랑으로부터 해안을 보호하는 등 중요한 해양자연자원의 기능을 수행하고 있는 것으로 알려지고 있음. 이와 같은 중요한 기능을 수행하는 바다모래는 주요강의 하구둑, 중상류의 댐, 수중보 건설로 육지로부터의 모래공급이 대부분 중단된 상태로 사실상 그 부존량이 한정된 자연자원이며 지속가능하게 보전하여야 할 대상임

- 그러나 최근 바다모래의 채취량이 급증하고 있는바, 바다모래의 채취량은 1992년 1,500만㎥에서 2002년 3,300만㎥ 수준에 이르고 있음. 2002년도 전체모래의 채취비율은 강모래 32.2%, 쇄사 18.3%, 바다모래 30.6%, 육모래 18.8%로, 1992년에 비해 강모래의 비중이 38.5%포인트 감소한 반면, 바다모래와 육모래의 비중이 각각 12.6%포인트 및 8%포인트 상승하였음
- 이와 같이 바다모래의 채취량이 증가하고 있는 이유는 i) 육상모래자원의 고갈 및 육상모래채취에 관한 환경규제의 강화, ii) 정부차원의 바다모래보전 종합대책 부재 및 관련부처의 다원화, iii) 골재수요를 충족하기 위한 범정부 차원의 공급관리정책에 기인하고 있음. 즉 바다모래를 포함한 골재의 공급을 위한 정부정책은 정부의 종합계획, 관련법, 담당조직 등이 완비되어 범정부 차원에서 추진되고 있는 반면, 바다모래를 보전하기 위한 정부정책은 관련법의 미비 및 담당조직의 분산으로 매우 미흡하게 추진되고 있는 상태임
- 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향은 i) 해양환경의 파괴, ii) 해양생태계의 파괴, iii) 수산자원의 감소, iv) 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화와 해안침식 등으로 보고 되고 있음. 그러나 그동안 바다모래 채취가 어느 정도로 해양환경, 해양생태계, 수산자원, 해저 및 해안에 피해를 야기시키는가에 대한 조사도 정부차원에서는 한번도 수행되지 않았으며, 일부 민간기업 즉 바다모래를 채취하는 업계에 의하여 부분적으로 수행되었음
- 외국의 경우, 바다모래의 채취는 육지모래의 채취에 못지않게 환경영향평가를 수행하고, 바다모래 채취에 관한 기준 즉 i) 육지로부터의 거리, ii) 채취두께, iii) 채취속도 등 채취방법, iv) 채취후의 상태 등 철

저한 모니터링을 통해 해양생태환경과 해저 및 해안에의 피해를 극소화하는 사항을 정하고, 무엇보다 이해당사(정부기관 및 민간부문)간의 협의를 거치고 있음

- 본 연구는 그동안 일방적으로 진행되어온 해사채취에 관한 실태와 그 원인을 살펴하고, 이러한 해사채취가 해양생태환경과 해저 및 해안에 미치는 영향을 분석하고, 무분별하게 해사채취가 가능하였던 관련 제도, 법체계를 분석하고, 또한 외국의 제도를 살펴보고 시사점을 도출함으로써, 향후 우리나라의 지속가능한 바다모래 보전을 위한 대응방안을 제시하였는바, 이를 조속히 정책에 반영하여 시행할 필요가 있음

제 1 장 서 론

1. 연구의 배경과 목적

골재(모래 및 자갈)는 시멘트 및 철근과 더불어 주택, 도로, 항만공사 등의 건설에 필요한 3대 자재의 하나이다. 골재의 수요는 1992년 1억 8,700만 m^3 에서 1997년 2억 5,900만 m^3 으로 정점에 달한 후 IMF와 더불어 감소하였으나 다시 증가하기 시작하여 2002년 2억 1,700만 m^3 에 이르고 있다. 향후에도 핵가족화의 진행에 따른 주택 수요의 증가, 재개발·재건축 사업의 지속적 증가, 항만시설 확충 등으로 골재의 연간수요는 2억 m^3 이상일 것으로 전망되고 있다.

2002년도 잔골재 채취비율은 강모래 32.2%, 쇄사 18.3%, 바다모래 30.6%, 육모래 18.8%로, 1992년에 비해 강모래의 비중이 38.5%포인트 감소한 반면, 바다모래와 육모래의 비중이 각각 12.6%포인트 및 8%포인트가 상승한 것으로 나타났다.

2002년 현재 바다모래 수요량은 전국적으로 3,300만 m^3 수준이며, 이 가운데 수도권이 2,000만 m^3 로서 절반 이상을 차지하고 있다. 서울·경기 등 수도권 지역의 강모래 공급량은 1992년 62.8%에서 2002년 10.2%로 급감하였으며, 그 대신 바다모래의 비중은 62.2%로 상승하였고 향후 수년내에 80%로 증가할 것으로 전망되고 있다.

이와 같이 바다모래의 채취량이 증가하고 있는 이유는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 육상모래자원의 고갈 및 육상모래채취에 관한 환경규제의 강화 : 골재 중 잔모래는 그동안 강 하구에서 채취하였으나, 산림녹화 등에 의해 강 상류로부터의 공급량이 급감하여 자원자체가 고갈되어 있는 상태이다. 또한 강으로부터의 모래 채취에 대해서는 채취량의 규모에 관계없이 엄격한 환경영향을 평가를 실시하여 사실상 채취가 금지된 상태이다.

둘째, 정부차원의 바다모래보전 종합대책 부재 및 관련부처의 다원화 : 바다모래 채취와 관련된 정부부처는 건설교통부, 해양수산부, 환경부, 산업자원부, 지방자치단체 등으로 다원화되어 있고 정책목표도 상충되고 바다모래 보전을 위한 정

부의 종합대책이 수립되어 있지 않은 상태이다. 건설교통부는 골재채취법을 근거로 골재자원의 안정적 수급을 도모하기 위한 골재수급기본계획을 수립·시행하고 있으며, 산업자원부는 광업법을 근거로 골재자원 기초조사 및 규사 인허가를 담당하고, 지방자치단체는 골재채취업체의 등록, 바다모래 채취허가, 채취료 징수 등 바다모래 채취 및 개발에 관한 법, 제도, 국가계획을 완비하고 있다. 반면 바다모래 보전을 위한 법 및 제도는 매우 미흡한 상태인바, 해양수산부는 공유수면 관리법에 의한 해역이용협의를 그리고 환경부는 환경영향평가법에 의한 환경영향평가를 관장하나 해역이용협의 및 해양환경영향평가를 위한 구체적인 기준이 마련되어 있지 않고 제도적인 허점으로 실질적인 바다모래 보전을 위한 기능을 못하고 있는 실정이다.

셋째, 골재수요를 충족하기 위한 범정부 차원의 공급관리정책 : 주택, 도로, 항만건설 등 건설산업은 우리나라 경제에 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 따라서 그동안 건설산업에 필요한 골재수요는 주어진 명제로 간주하고 단지 골재의 안정적 공급만을 범정부차원에서 추진하였다. 즉 골재채취법에 근거한 골재의 안정적 수급계획은 공급관리위주이며 수요관리는 전혀 정책의 대상이 되지 않았다.

그러나 바다모래의 과도한 채취는 i) 바다모래가 한정된 자원이라는 점과 ii) 바다모래 채취가 해양환경에 악영향을 주는 점을 고려해야 한다. 즉, 우리나라 연안의 바다모래는 주요 강의 하구둑 건설로 육지로부터의 공급이 중단된 상태이며 또한 오랜 기간에 걸쳐 퇴적된 한정된 자연자원이다. 또한 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향은 i) 해양환경의 파괴, ii) 해양생태계의 파괴, iii) 수산자원의 감소, iv) 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화와 해안침식 등으로 보고 되고 있다.

따라서 바다모래 채취는 위와 같은 점을 고려하여 신중히 이루어져야 하나 그동안 범정부 차원의 공급중시의 정책과 지방자치단체의 재정수입증대 결과로 과도한 채취 및 개발이 이루어졌다.

그러나 최근 바다모래에 서식 및 산란하는 수산자원의 감소 및 해안침식 등 피해가 나타나자 어민 및 시민단체가 바다모래 채취허가의 남발에 대한 반대운동이 거세게 일어나고 있다. 또한 일부 환경단체 및 어민 등은 바다모래 채취금지를 위한 소송을 제기하였으며, 한국방송공사(KBS)는 바다모래 채취실태 및 문제점을 전국적으로 방영한 바 있다.

이와 같은 어민 및 환경단체의 바다모래 채취반대에 응진군을 제외한 대부분의 지방자치단체가 관할 영해에서의 바다모래 채취를 금지하고 있는 상태이다. 따라

서 정부는 ‘배타적경제수역법’을 개정하여 배타적경제수역(EEZ)에서 바다모래의 채취를 가능토록 하였으며, 현재 많은 준설업체가 EEZ에서의 바다모래 채취허가를 신청하고 있는 상태이다.

이와 같이 바다모래 채취를 위한 개발위주의 정부정책 및 민간부문의 활동은 매우 강력하게 진행되고 있는 반면, 바다모래를 보전하기 위한 정책은 관련 법, 제도, 추진조직 등에서 매우 미흡한 상태이다.

또한 그동안 바다모래 보전을 위한 종합대책이 수립되지 않았던 것과 같이 이를 위한 연구도 미흡하였다. 그동안 바다모래와 관련된 대부분의 연구는 부존량 조사였으며 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향에 대해서는 부분적인 연구가 수행되었을 뿐이다.

본 연구는 바다모래 채취관련 정부의 친환경적 관리방안을 제시함으로써 무분별한 채취를 지양하고 한정된 바다모래를 보전함으로써 건강한 해양환경을 유지하는 데 목적을 둔다.

해사채취금지를 위한 소송개요

○ 신청인 : 통영시 소재 유관단체 및 어민 등 141명

○ 피신청인 : 부산신항만(주)

○ 사건의 요지 : 2002.8말경 통영시 소재 유관단체 및 어민들로 구성된 ‘해사채취에 따른 어업피해대책위원회’와 어민 141명이 각 신청인이 되고, 부산신항만(주)를 상대방으로 하여 ‘모래채취공사금지가처분’ 신청을 법원에 제기함.



○ 사건의 결과 : 1심과 부산고등법원 2심에서 각 패소, 상고포기로 확정됨.

○ 부산고등법원에 제출한 항소 이유서 중 신청인들의 주장 : 신청인들은 각자 소유하고 있는 선박으로 이 사건 해역이나 그 부근 해역에서 어류채취 등의 조업을 하면서 수익을 얻고 있는데, 피 신청인의 해사채취로 초래되는 부유사의 확산, 표층퇴적물 중 니질 퇴적물의 현저한 감소와 사질퇴적물의 급격한 증가 등 해저퇴적물의 급격한 구조변화로 인한 퇴적환경변화, 수산생물의 서식지 상실 내지 교란, 회유성 어종들의 회유경로의 변화 등 해양생태계의 중대한 변화로 어족자원 및 어획량이 감소되어 신청인들의 조업 활동이 직접적으로 제한되거나 침해됨으로써 신청인들의 소득이 줄어들 가능성이 크고 그 결과 신청인들의 생계수단 및 터전이 파괴되어 궁극적으로는 생계를 포기할 수밖에 없는 지경에 이르게 될 것이므로, 이 사건 해역 및 그 부근 해역이 피신청인의 해사채취로 훼손되지 않고 종전과 같이 유지됨으로써 신청인들이 얻게 되는 이익은 반사적 이익에 그치는 것이 아니라 환경권으로서 보호되어야 할 것이고, 아울러 피신청인의 해사채취행위는 신청인들의 선박소유권에 내재된 사용·수익권능을 침해하는 행위에 해당한다 할 것이고, 그로 인해 신청인들이 수인한도를 넘는 피해를 입었거나 향후 입게 될 것이 명백하므로, 신청인들의 선박소유권 및 환경권에 기한 방해배제 및 방해예방청구권에 터잡아 피신청인의 해사채취의 금지를 구할 수 있고, 나아가 피신청인이 해사채취를 계속한다면 신청인들로서는 회복할 수 없는 손해를 입게 될 염려가 있어 보전의 필요성도 있으므로, 가처분으로 피신청인의 해사채취의 금지를 구한다고 주장함.

○ 부산고등법원 판단의 주요 요소 : 입증책임, 환경권, 수인한도

○ 관련 기관의 해사채취 입장 표명 : 이 사건과 관련하여 경상남도의회, 통영시청, 통영시의회 등에서 해사채취 반대입장을 공식적으로 발표한 바 있음.

KBS 취재파일(제175회)

□ 일자 : 2003년 8월 17일

□ 제목 : 백사장엔 모래가 없다

□ 내용의 일부

- 충남 보령의 오천항 앞 바다. 3천톤급 대형 모래 채취 선이 바다 속을 모두 빨아들일 기세로 모래를 퍼 올리고 있습니다. 예전에는 육상에서 하던 모래 세척도 이제는 아예 즉석에서 진행하고 있습니다. 멀지 않은 곳에서 또 다른 채취 선이 발견됩니다. 상당부분 작업이 진행된 듯 배 안에 모래가 가득 찼습니다.(박전식 기자)
- 이 채취선들이 작업 중인 지역은 해안에서 불과 5km 내외. 해사채취 허가가 극히 제한된 지역입니다. 충남 해안의 황금 어장을 파괴하고 있는 이 배들은 대부분 해사채취가 금지된 전라도 등에서 올라온 외지 배들입니다.(박전식 기자)
- “3천톤짜리가 천7백 루베 정도 우리 재산을 이렇게 파가고 있습니다. 하루에 많게는 열 척도 했고, 적게는 세 척도 했는데, 지금 행정력을 무마시키는 이런 불법이 있어도 되는 건지 ...”(편삼범/어민/보령시 의원)
- 그러나 바닷모래 채취업자들의 불법성을 가려내기란 쉽지 않습니다. 허가가 까다로운 공유수면 점·사용허가, 다시 말해 정식 ‘해사채취’ 허가를 받는 대신 광업권 등록을 통한 ‘구사 채취’로 대부분 위장하기 때문에 법 적용이 모호한 부분이 많습니다.(박전식 기자)
- “반대라고 피력은 계속 해서 회신을 보내도 그 의견 갖고 광업등록사무소에서 광업권을 설정하는데 판단하는 게 아니기 때문에 그래서 법적으로 규제사항을 더 주지 않는 이상은 그게 지금 어려운 점이 많이 있어요.”(태안군청 관계자)
- 이런 사정을 틈타 현재 충남 태안과 보령 지역에서만 모두 85곳의 구사 채굴 광구가 우후죽순처럼 등록돼 있습니다. 서해 최대의 대천 해수욕장. 이 곳에선 다른 해수욕장과는 다른 독특한 어려움에 시달리고 있습니다. 바닷모래 채취 등으로 앞 바다의 어장이 황폐화되면서 백사장의 주성분인 패각분이 더 이상 보충되고 있지 않기 때문입니다. 부스러져 모래로 변해야 할 조개들이 더 이상 대천 앞 바다에 없다는 얘깁니다.(박전식 기자)
- “대천은 동양에서 유일하게 모래가 일반 구사모래가 아니고 조개 껍데기 패각 분을 갖고 있다 보니까 모래가 한 번 유실이 되면 복구할 수 있는 길은 자연에서밖에 구할 데가 없다는 얘기에요.”(홍민석/대천 관광협회장)
- 남해안에 있는 해수욕장들도 비슷한 속병을 앓고 있습니다.(박전식 기자)

2. 연구의 범위와 방법

본 연구는 크게 i) 바다모래도 육지모래 및 하천모래와 동일하게 한정되고 귀중한 국가자연환경자원으로서의 보전가치를 지니고 있기 때문에 이의 지속가능한 보전대책이 요구되며, ii) 이를 위해 바다모래의 시장가격에 바다모래가 지닌 환경가치를 부여함으로써 대체자원 및 기술개발 그리고 합리적인 바다모래 채취기회를 부여하게 하는 데 역점을 두고 수행하였다.

본 연구는 전문가와의 공동연구로 수행하였으며, 국내외 선행연구 및 관계문헌에 의한 분석과 현장 실태조사 및 전문가 자문을 병행하였는바, i) 바다모래의 해양환경, 해양생태계, 수산자원, 해저 및 해안보호 기능은 관련 대학 및 연구소의 전문가와의 공동 연구로 수행하였으며, ii) 바다모래 및 육지골재 채취 제도 및 실태 분석은 기존 연구 및 실태조사를 병행하였고, iii) 바다모래 채취관련 문제점 및 쟁점사항은 이해당사자, 시민단체, 정책담당자 면담조사를 통해 분석하였으며, iv) 외국의 유사사례 분석 및 정책적 시사점 도출은 문헌 및 인터넷 사이트 조사를 통하여 수행하였다.

또한 한국해양연구원, 한국지질자원연구소, 관련 대학교 등의 전문가를 자문위원으로 활용하였다. 특히 제6장(바다모래 종합관리방안)은 미국 로드아일랜드대학교(University of Rhode Island)의 토마스교수(Thomas A. Grigalunas) 및 샴삭(G. Shamshak)의 자문을 받으며 수행하였다. 또한 본 연구를 수행하는 중 2차에 걸쳐 연구심의회를 개최하여 심의위원들로부터 자문을 받아 연구내용에 반영하였다.

연구의 내용은 제2장에서 바다모래 시장구조 및 수급을 전망하고, 제3장에서는 우리나라의 바다모래 채취제도, 운용실태, 주요쟁점을 분석하고, 제4장에서는 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향을 분석하였으며, 제5장에서는 미국, 유럽, 일본 등 주요국의 바다모래 관리제도를 분석하였으며, 제6장에서는 바다모래 종합관리방안을 제시하였다.

제 2 장 바다모래 시장구조 및 수급전망 분석

1. 바다모래 시장구조 분석

바다모래(해사) 시장은 ‘골재채취업자’를 중심으로 이루어지는 시장이다. 골재채취법 제2조에서는 ‘골재’, ‘골재채취업’ 그리고 ‘골재채취업자’의 정의를 내리고 있고, 동법시행령제2조2에서는 골재채취업의 종류를 구분하여 정의하고 있다. 골재채취법이 정의하고 있는 ‘골재채취업’은 ‘골재를 채취(선별·세척·파쇄를 포함한다)하는 사업’으로서 “국가 또는 지방자치단체가 골재를 채취하는 경우와 국가 또는 지방자치단체가 시행하는 공사를 도급받은 자가 당해 공사에 소요되는 골재를 채취하는 경우를 제외한다”라고 되어 있어 골재채취업은 골재의 채취 뿐만 아니라 ‘선별, 세척, 파쇄’하는 사업도 포함하고 있다. 그러나 ‘매립’용으로 골재를 준설하는 경우는 포함되지 않는다. 동법시행령은 골재채취업을 육상골재채취업, 수중골재채취업, 바다골재채취업, 산림골재채취업, 골재선별·파쇄업, 바다골재선별·세척업 등 6개 종류로 구분하고 있다. 따라서 바다모래채취업자는 크게 ‘바다골재 채취업자’와 ‘바다골재 선별·세척업자’를 포함하고 있다.

바다모래채취시장의 구조는 여러 각도에서 살펴볼 수 있다.

첫째 산업적인 측면에서 볼 수 있다. 해사채취업은 골재채취업의 여러 종류 중 바다골재의 채취업자와 선별세척업자를 의미하지만 일반적으로 골재채취업자들은 바다, 하천, 육상 및 산림골재 등을 같이 겸업하는 경우가 많기 때문에 산업적인 측면에서 분석할 때는 그냥 ‘골재채취업’으로 통칭하여 분석하기로 한다.

산업적인 측면에서 보면 골재채취업은 골재를 원료로 사용하는 골재제품업체(레미콘, 아스콘, 시멘트가공제품, 콘크리트관 등)와 골재 또는 골재제품을 기초자재로 사용하는 건설(토목 포함, 이하에서는 건설로 통칭함)업체, 산업시설업체(플랜트산업 등), 골재의 수송과 유통에 관련된 운송업체, 기타 골재업체(철근, 시멘트 등) 등이 있는데 이들 업체는 산업연관분석측면에서 보면 골재를 투입물로 사용하는 전방산업(前方産業)이라고 할 수 있다. 골재업자 특히 바다골재사업자는 채취선, 탐사장비(스캔소우너 등) 등을 사용하므로 조선업과 해양장비산업이 골

재채취업의 후방산업(後方産業)이라고 할 수 있다. 골재산업분석과 관련하여 유의할 점은 유리산업의 원료로 사용되는 바다모래는 법적으로 골재용 모래와 구분된다는 점이다. 이때의 모래를 ‘규사’라 하는데 규사는 이산화규소(SiO_2)를 85% 이상 함유하는 것으로서 유리제품이나 실리콘, 주물용, 연마사 등으로 이용되며, 건설용 모래가 골재채취법에 의해 인·허가되고 있는 것과는 달리 규사용 모래는 광업법을 통하여 인가된다. 광업법에 의한 규사채취는 최장 25년까지 허가가 가능하다는 점에서 비교적 단기(최장 5년) 허가가 주어지는 골재채취법에 의한 바다모래채취와 다르고, 점·사용허가료의 부과기준도 다르다.¹⁾

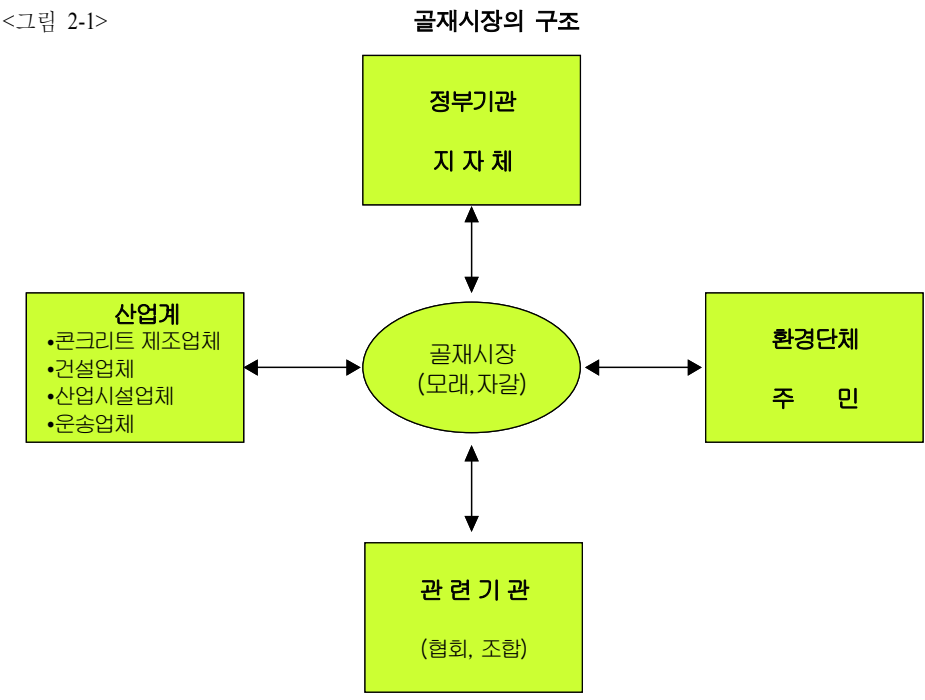
<표 2-1>

골재채취업관련 법적 근거 및 정의

용어	근거	내용
골재	골재채취법제2조	하천·산림·공유수면 기타 지상·지하등에 부존되어 있는 암석(쇄석용에 한한다) 모래 또는 자갈로서 건설공사의 기초 재료로 쓰이는 것
골재채취업	골재채취법제2조	골재를 채취(선별·세척·파쇄를 포함한다)하는 사업을 말한다. 다만, 국가 또는 지방자치단체가 골재를 채취하는 경우와 국가 또는 지방자치단체가 시행하는 공사를 도급 받은 자가 당해 공사에 소요되는 골재를 채취하는 경우
골재채취업자	골재채취법제2조	동법제14조의 규정에 의한 등록을 하고 골재채취업을 영위하는 자 * 제14조: 기준에 의한 자본금 또는 자산, 시설·장비 및 기술인력을 갖추고 시장·군수 또는 구청장에게 등록)
골재채취업의 종류	골재채취법시행령 제2조의2	1. 육상골재채취업 : 육상골재와 하상골재를 채취하는 업 2. 수중골재채취업 : 하천구역에서 수중골재를 채취하는 업 3. 바다골재채취업 : 바다골재를 채취하는 업 4. 산림골재채취업 : 산림골재를 채취하는 업 5. 골재선별·파쇄업 : 바다골재외의 골재를 선별 또는 파쇄하는 업 6. 바다골재선별·세척업 : 바다골재를 선별 또는 세척하는 업

1) 자세한 내용은 「공유수면관리제도 개선방안 연구」 참조.

<그림 2-1>



<표 2-2>

골재제품의 정의

용어	정 의
레미콘	‘Ready Mixed Concrete’의 약자로서 콘크리트 제조설비를 갖추고 있는 공장에서 생산되어 굳지 않은 상태에서 믹서트럭에 의해 고객에게 배달되는 콘크리트를 말한다. 재료로는 시멘트, 골재, 물, 혼화재료가 사용된다.
아스콘	아스팔트 콘크리트(Asphalt Concrete)를 줄인 명칭이며, 아스팔트, 아스팔트 혼합물, 아스팔트 콘크리트 등 여러 가지로 호칭되고 있다.

자료 : 한국골재협회.

특히 골재는 건설산업의 기초자재로서 건설업과 직결되며 골재수요는 건설수요의 파생수요라고 할 수 있는데 건설업 매출액의 약 5.4%를 골재업이 차지하는 것으로 추정되고 있다. 따라서 우리나라 골재시장의 규모는 2001년도 건설계약액(추계)을 기준으로 하면 3조 2,500억 정도로 추정되고 이 중 바다골재의 시장규모는 약 5,000억원 정도일 것으로 추산되고 있으며 현재 약 1,600개 업체가 등록되어 있다.

<표 2-3>

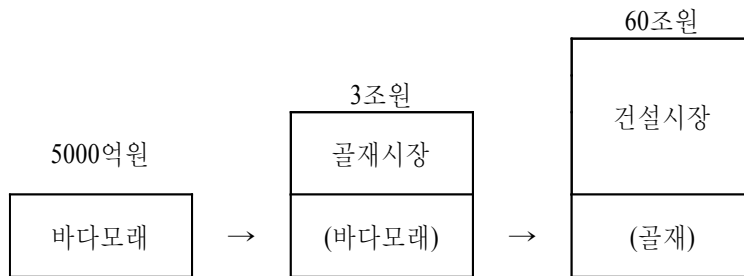
건설계약액 추이

구 분	1997년	1998년	1999년	2000년	2001년(추계)
금액(억원)	749,240	478,918	511,364	601,522	602,000
1997년대비	100.0	63.9	68.3	80.3	80.3

자료 : 월간건설경제동향('97년은 건설업 통계연보).

<그림 2-2>

바다모래시장 및 관련시장의 규모



바다모래채취시장은 또한 바다모래채취의 인허가 등 행정·관리측면에서도 살펴 볼 있다. 골재채취에 관련된 기관으로는 건설교통부, 산업자원부, 해양수산부, 환경부 등의 중앙 부처와 광역자치단체 및 기초자치단체 등이다. 건설교통부는 골재수급에 관한 관할부처로서 관련 제도 및 법령을 개선하며 5년 단위의 골재수급 기본계획과 연도별 골재수급계획을 수립한다. 산업자원부는 골재자원의 기초조사를 수행하는 데 일반적으로 대행기관을 통하여 기초조사를 수행한다. 광역지방자치단체는 광역골재수급계획을 수립하고 골재채취예정지를 지정·고시하며, 시·군·구는 골재채취에 대한 허가권을 가지는데 이때 사전에 해양수산부와 해역이용협의를 하여야 한다. 해양수산부는 공유수면관리법을 통하여 바다모래채취에 따른 점·사용허가권을 가지나 골재채취법에 의한 바다골재 채취는 점·사용허가가 의제처리되고 있다. 환경부는 ‘환경·교통·재해등에관한영향평가법’을 통하여 환경영향평가 또는 ‘환경정책기본법’에 의한 사전환경성검토를 받도록 하고 있다. 즉 해양수산부와 환경부는 해역이용협의 또는 사전환경성검토나 환경영향평가제도를 통하여 골재채취에 따른 환경문제를 관리하고 있다. 이러한 법적 제도 외에 환경단체(NGO), 어민 또는 주민이 환경감시자 역할을 하고 있기도 하다.

<표 2-4>

바다골재 채취 관련 행정체계 및 절차도

기관	내 용
건설교통부	법령 및 제도 개선 골재수급기본계획 수립 (5년 단위) 골재수급계획 수립(매년) 채취실적 관리 골재자원 조사
산업자원부	골재자원 기초조사
해양수산부	공유수면 점·사용허가 해역이용협의(↔ 시·군·구)
환경부	환경영향평가(↔ 사업자) 환경성검토(↔ 사업자)
시·도지사	광역단위골재수급계획 수립 (매년) 골재채취예정지 지정·고시
시·군·구	골재채취업자 등록 골재채취업 지도 감독 채취허가 및 채취지 복구 공유수면 점·사용허가 및 점·사용료 징수 해역이용협의(↔ 해양수산부) 골재수급계획 이행

2. 바다모래 수급 실태 및 전망

1) 골재자원으로서의 바다모래

바다모래(해사)는 골재자원의 한 형태로 개발 이용되고 있다. 골재채취법²⁾에 의하면 골재자원은 하천·산림·공유수면 기타 지상·지하 등에 부존되어 있는 암석(쇄석용에 한함)·모래 또는 자갈을 포함하는 자원으로 정의되고 있어 쇄석, 자갈 등과 함께 중요한 골재자원으로서 건설공사의 기초재료로 사용되고 있다. 따라서 바다모래채취의 수급은 작게는 골재시장에 좌우되고 크게는 건설시장에 좌우된다고 할 수 있다. 즉 바다모래채취시장은 골재시장의 하부시장에 해당되므로

2) 바다모래채취에 관련된 법령은 골재채취법, 광업법, 공유수면관리법, 환경·교통·재해등에 관한영향평가법, 해양오염방지법 등임.

바다모래채취시장에 대한 분석은 골재시장분석이 우선되어야 하며 골재시장을 구성하는 다른 골재자원(하천, 육상 골재자원)의 수급 동향도 분석되어야 할 것이다. 모래(육상모래 및 바다모래)는 크게 건설용으로 사용되는 경우와 산업용으로 사용되는 경우로 구분되는데³⁾ 모래의 대부분이 건설용으로 사용되고 산업용으로 사용되는 모래는 전체의 10% 정도이다. 건설용 골재는 대부분(약 73%)이 레미콘형태로 소비되고 있으며 그 외에 일반콘크리트(15%), 건축기초(9%) 등의 형태로 소비되고 있다.

2) 골재 및 바다모래의 수급 실태

(1) 골재 수급 실태

앞에서 언급하였듯이 바다모래시장의 수급을 분석하기 위해서는 골재시장의 수급을 먼저 이해할 필요가 있다. 골재는 콘크리트 구조물의 70% 이상을 차지하는 각종 건설공사의 기초재료⁴⁾로서 골재시장의 수급은 건설경기에 영향을 받지만 다른 한편으로 골재의 수급이 건설경제에 미치는 영향도 다대하기 때문이다.

건설교통부의 연도별 골재채취실적자료에 의하면 2000년도⁵⁾의 경우 112,365천 m³를 채취한 것으로 나타나고 있고 1992년도 이후의 추세를 보면 1996년, 1997년도를 정점으로 하여 대강 1억 1천만 m³ 정도 채취하고 있는 것으로 나타나고 있다. 골재는 형상에 따라 모래와 자갈로 구분되고 채취장소에 따라 하천골재, 바다골재, 산림골재, 육상골재로 크게 구분되는데, 2000년도를 기준으로 골재원별(채취장소별) 채취실적을 보면 하천골재가 전체의 23.8%, 바다골재가 26.0%, 산림골재가 44.8%, 육상골재가 5.5% 정도의 비율을 차지하고 있다.

골재원별 추세를 보면 산림골재의 점유비는 1992년도의 36.4%에서 2002년도에 48.9%로 높아졌으며, 하천골재의 점유비는 46.7%에서 17.3%로 크게 낮아졌고, 바다골재의 점유비는 15.3%에서 27.7%로 크게 높아졌다. 이러한 지난 10년간의 추세를 보면 하천골재의 점유비는 급격히 감소하였고, 반면 산림골재와 바다골재의 채취는 크게 증가하였는데, 특히 바다골재의 증가는 크게 두드러진다.

3) 미국의 Mineral Industry Surveys에서도 건설용(construction sand)과 산업용(industrial sand and gravel)으로 구분하고 있으며 대부분의 국가에서도 마찬가지임.

4) 골재, 시멘트, 철근, 레미콘 등을 건설기초자재라고 함.

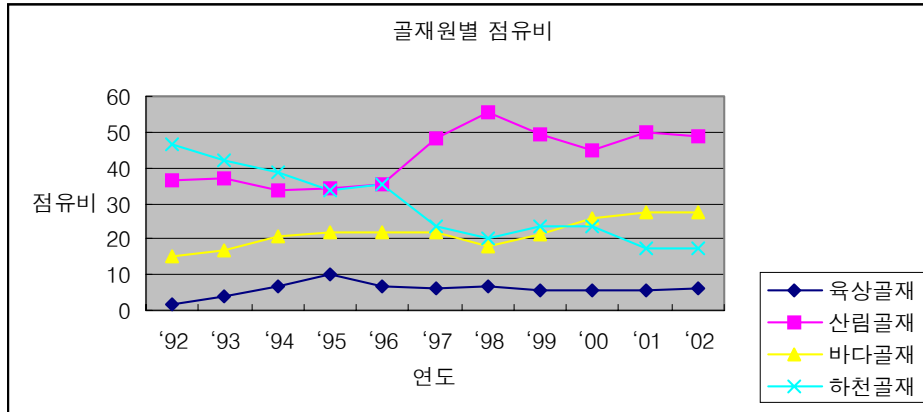
5) 2001년도 3/4분기까지만 집계되어 있음.

<표 2-5>

골재원별 점유비

구분	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02
육상골재	1.7	3.8	6.8	10.0	6.9	6.3	6.5	5.6	5.5	5.6	6.0
산림골재	36.4	37.2	33.8	34.1	35.5	48.4	55.6	49.6	44.7	50.0	48.9
바다골재	15.3	17.1	20.5	22.1	22.0	21.7	17.8	21.5	26.0	27.2	27.7
하천골재	46.7	41.9	38.8	33.8	35.6	23.5	20.1	23.3	23.8	17.2	17.3

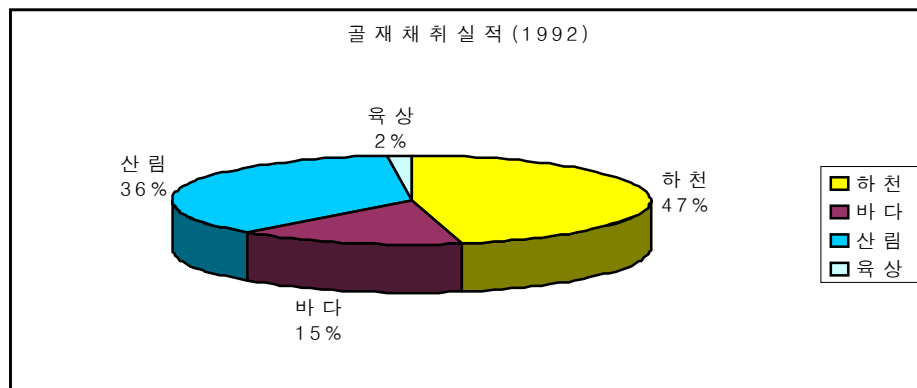
자료 : 건설교통부 자료(2000년도까지), 건설기술연구원(2001~2002년).

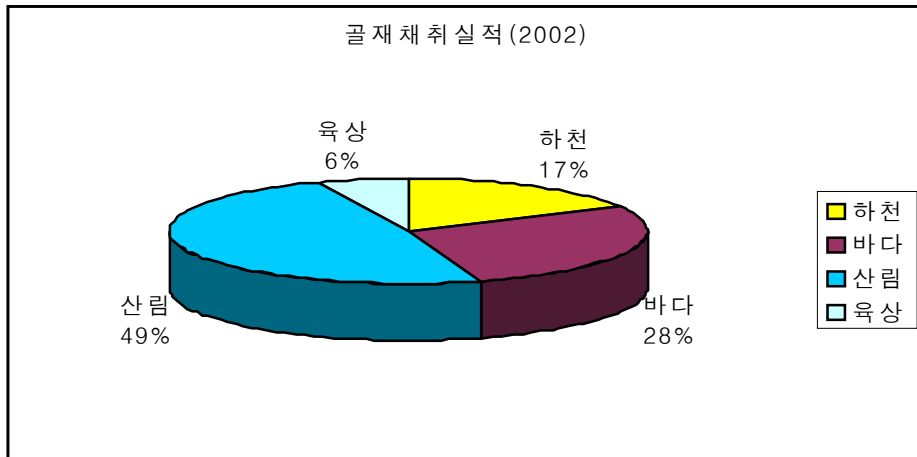


바다골재의 채취량은 1992년 이후 계속 증가하여 1996년도에는 30,591천 m^3 를 정점으로 최고조에 달하였으나 IMF 이후 크게 감소하였다가 2002년도에는 33,029천 m^3 로 다시 증가하는 추세를 보이고 있다. 바다골재 채취가 전체 골재에서 차지하는 비중 또한 연도별로 약간의 기복은 보이고 있으나 점차적으로 증가하고 있는 추세에 있다.

<그림 2-3>

바다골재의 점유비 변화 (1992년 대 2002년)





(2) 바다모래 채취 현황

바다골재는 파도나 바람, 조석 등의 동적인 작용을 많이 받아서 형상은 하천골재에 비하여 둥근편이며, 철근 콘크리트 구조물에 유해한 염분이 함유되어 있어서 이를 담수로 세척해야 된다는 단점이 있으나 콘크리트용 골재로서의 품질은 상당히 우수한 것으로 평가되고 있다. 바다모래의 채취는 두 가지 방식의 허가형태가 있다. 즉 ‘광업법’에 의하여 광물(규사) 채취형태로 개발되거나 ‘골재채취법’에 의거하여 골재 채취형태로 허가를 받아 채취할 수 있다. ‘광물(규사)’로서의 바다모래와 ‘골재’로서의 바다모래의 차이는 규사의 함량에 따라 결정되는데, 광업법에서의 모래는 규사함량을 90% 이상으로 규정하고 있지만 실제적으로는 양자(규사형태와 골재형태)에 차이가 없다.⁶⁾ 바다골재의 채취는 산업자원부장관으로부터 광업권허가를 받은 후 채취업자가 관할 시·군에 예정지를 신청하고, 관할 시·도지사의 승인과 시군의 허가를 받아 골재를 채취하고 채취료를 납부하게 된다.

외국의 경우를 보면 바다에서 모래는 물론 굵은 골재도 채취하지만 우리나라에서는 현재 바다에서는 암석이나 자갈은 채취하지 않고 모래만 채취하고 있어 바다골재자원의 전부가 바다모래라고 할 수 있다. 따라서 바다모래의 수급에 대한 자료는 바다골재의 수급에 대한 자료와 일치한다고 보면 된다.

6) 바다모래채취가 어떤 법에 의하여 이루어지는가에 따라 공유수면관리법의 점·사용료가 달라진다. 동일한 바다모래를 채취하면서도 광업법에 의하여 채취하는 경우 점·사용료를 훨씬 적게 낼 수 있어 업자간에 갈등의 문제가 초래되고 있다.

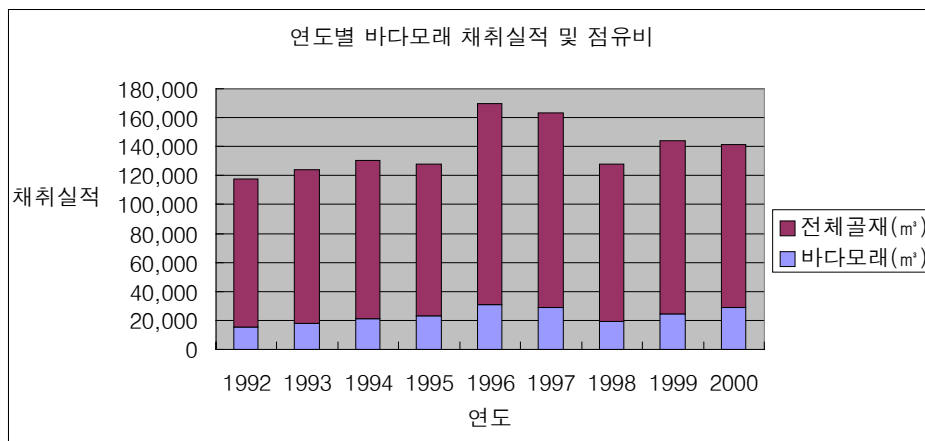
그러므로 <표 2-6>을 인용하여 바다모래의 채취실적을 보면 1992년도 이후 계속 증가추세를 보이면서 1996년도에는 30,591천 m^3 로 최고조에 달하였으나 IMF 이후 크게 감소하였다가 2002년도에는 다시 33,024천 m^3 로 회복하는 추세에 있다. 전체골재에서 차지하는 함유비를 보면 연도별로 약간의 기복은 있지만 계속 증가하는 추세에 있다. 일반적으로 전체골재에서 잔골재(모래)의 비율이 40% 정도를 차지하는데 우리나라의 경우 바다골재가 모두 모래임을 감안한다면 우리나라 모래 공급의 70% 정도가 바다에서 공급되고 있음을 알 수 있다.

<표 2-6>

연도별 바다모래 채취실적 및 점유비

연도	전체골재(천 m^3)	바다모래(천 m^3)	비율(%)
1992	101,826	15,546	15.3
1993	106,013	18,122	17.1
1994	109,476	21,339	20.5
1995	104,684	23,086	22.1
1996	139,029	30,591	22.0
1997	133,923	29,092	21.7
1998	108,454	19,276	17.8
1999	119,133	24,586	21.5
2000	112,365	29,179	26.0
2001	114,845	31,203	27.2
2002	119,246	33,029	27.7

자료 : 건설교통부.



우리나라에서 바다모래의 주요 채취지는 인천 옹진군, 충남 당진군, 전남 신안군, 진도군 등이나 최근에는 각 시군이 해양환경에의 영향을 감안하여 채취허가에 매우 신중을 기하고 있다. 참고로 강모래의 경우 1992년도에는 모래수급의 70.7%를 차지하였으나 2002년도에는 32.2%를 차지하고 있다. 강모래는 바다모래에 비하여 품질이 우수하고 수공 여건도 유리하여 소비자들에게 선호되고 있으나 강모래도 환경문제 등으로 공급문제가 야기되고 있다.

<표 2-7> 2001년도 지자체별 바다골재 채취허가 현황 (광물포함)

시·군	시군	건수	비 고
인천광역시	중구청	1	규사채취
	옹진군	126	규사채취(6), 골재 채취(120)
울산광역시	동구청	1	규사채광
충청남도	보령시	1	애석채취
	태안군	1	규사채취
전라남도	영광군	2	규사채취
	진도군	4	규사채취
	신안군	18	화장품원료(2), 규사(6), 모래(10)
여수지방청		1	토석채취
군산지방청		1	토사채취
합계		36	

자료 : 해양수산부.

3) 골재 및 바다모래의 수급

건설교통부는 5년 마다 골재수급기본계획을 통하여 장기골재수급전망을 하고 있고 또한 매년 골재수급계획을 작성하고 있다. 현재의 골재수급계획은 2004년부터 2008년까지의 5년간에 걸친 제3차 계획인데, 골재의 수요는 3차 수급기간 중 증가폭이 둔화되어 2005년도에 정점(peak)에 도달하고 2006년도부터는 하락세로 전환될 것으로 전망되고 있다. 주택보급률은 오는 2007년 이후 100%에 도달할 것으로 전망되고 있으나 핵가족화가 진행되면서 세대수가 계속 늘고, 재개발, 재건

축의 수요가 있기 때문에 골재 수요량에 큰 변화는 없을 것으로 예상된다.⁷⁾ 따라서 골재의 수요는 연간 2억 5천만³ 이상의 수요가 지속적으로 발생할 것으로 예상하고 있다.

<표 2-8>

골재수급기본계획상의 연도별 골재수요 전망

단위 : 천³

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
합계	257,044	260,429	260,429	257,822	257,834
모래	111,557	113,026	113,026	111,895	111,900
자갈	145,487	147,403	147,403	145,927	145,934

자료 : 건설교통부 골재수급기본계획.

동조사의 결과를 보면, 골재 자원의 수급실태에 관해서 대부분의 지역에서 골재의 확보에 어려움이 있는 것으로 나타났으며 특히 잔골재(모래)의 확보에 어려움이 있고 앞으로 어려움이 더 클 것으로 조사되고 있다. 그 주된 이유는 바다골재의 해양환경문제로 공급환경이 어려워지기 때문인 것으로 분석되고 있다.

골재자원의 수급안정을 1차적 정책목표로 하고 있는 건설업계 입장에서 골재수급과 관련하여 거론하고 있는 문제점은 다음과 같다.

첫째, 우리나라가 앞으로 약 30년 후에 부존자원의 한계에 도달할 것이며 따라서 특별한 공급대책이 수립되어야 한다고 한다.⁸⁾ <표 2-9>는 한국지질자원연구원이 조사한 우리나라 골재 부존량 및 이용가능량을 조사한 결과인데 우리나라의 골재부존량은 102억³, 개발가능량은 55억³ 정도로 보고 현재의 골재수요량을 1억 8천³로 가정할 때 약 30년 정도의 공급물량이라고 추정하고 있다. 그러나 자료를 재구성하여 2000년도의 연간 골재원별 채취량과 개발가능량을 비교하여 보면 채취가능연수가 약 50년 정도로서 앞의 30년과는 차이가 있다. 골재채취량과 수요량에 차이가 많은 것은 건설현장에서 재활용되는 골재의 양이 최근 상당히 많기 때문이다. 자료의 차이가 있지만 건설업계나 골재개발론자의 주장은 골재자원이 언젠가는 고갈될 것이며 따라서 바다모래 등 신규자원을 계속 발굴해야 되고 환경규

7) 건설교통부, 「골재수급기본계획(2004~2008)」, 2003. 9.

8) 한국건설산업연구원, 「골재의 수급안정 및 환경친화적 개발방안 세미나」, 2003. 4. p.7.

제를 과도하게 하면 골재수급에 지장이 있다는 것이다.

<표 2-9>

우리나라 골재 개발 가능량

구분	부존량(A)	개발가능량(B)	2000년도 연간채취량 (C)	채취가능년수(B/C)
총계	10,217,497	5,537,976	112,365	49
하천골재	2,014,660	1,006,260	26,770	38
바다골재	3,245,440	1,173,346	29,179	40
산림골재	4,957,397	3,358,370	56,416	60

자료 : 부존량 및 개발가능량은 한국건설산업연구원(2003) 자료에서 인용.

둘째, 골재는 자연채취물이기 때문에 채취원이 확보되지 않으면 공급량을 늘리기 어려운 특성이 있는데, 현재로서는 아직 뚜렷한 대체재가 없다. 그리고 외국으로부터 수입을 하는 것도 운송비 등의 문제로 여의치 않다는 것이다.

셋째, 환경규제의 과다로 골재의 확보에 어려움이 있다. 특히 바다골재의 경우 최근 환경영향평가 대상 기준이 강화되었고 그 외 주민들의 민원, 환경단체의 민원 등으로 바다골재의 허가가 매우 제한되고 있다. 전에는 바다모래 채취허가 건별로 100만^m 이상일 경우 환경영향평가를 받아야 했으나, 2001년 1월에 개정된 ‘환경·교통·재해영향평가법’ 시행령에서는 ‘광업법’에 의한 광구의 단위 구역당 바다모래 채취량이 합산하여 50만^m 이상일 경우 환경영향평가를 받도록 기준이 강화되었다. 또 해양수산부에서는 바다모래의 무분별한 채취를 방지하기 위한 종합적인 대책을 강구 중에 있으며 우선은 해역이용협의 제도를 활용하여 허가를 규제하고 있다. 해양오염방지법에 의하여 지방자치단체는 바다모래 채취허가시 지방해양수산청과 해역이용협의를 하여야 하는데 해양수산부(지방해양수산청)는 해역이용협의시 환경에 위해가 우려되는 경우 바다모래채취를 실제로 규제할 수 있는 것이다. 최근 채취허가권을 가진 시·군·구는 이러한 제도적 규제 외에도 주민이나 환경단체의 환경관련 민원 때문에 채취허가에 매우 신중한 태도를 보이고 있다. 따라서 바다모래 개발 입장에서는 이러한 환경규제가 바다모래의 안정적 공급에 어려움을 주고 있다는 것이다.

이러한 전망하에 골재자원의 안정적 수급을 위해서 환경규제 완화 및 배타적경제수역(EEZ)에서의 바다모래 채취, 새로운 골재원 및 재생골재의 활성화, 골재채취단지 지정을 통한 집중개발방식의 도입, 골재수입의 검토 등과 같은 정책이 검

토되고 있고 일부는 이미 도입되고 있다. 2003년도 7월부터 건교부장관의 허가를 받아 배타적경제수역(EEZ)에서 바다모래를 채취할 수 있게 되었으며 또한 「골재채취법 시행령 및 시행규칙」을 개정하여 하천구역과 공유수면(인근바닷가)을 대상으로 건교부장관 또는 시장·군수·구청장 신청으로 골재채취단지를 지정할 수 있도록 하였다. 건교부는 환경부의 사전환경성검토 절차 등을 거쳐 골재채취단지를 지정하게 되는데 골재채취단지 내에서는 해당 지역의 자치단체장이 골재채취 허가를 내주게 된다.

이상에서 살펴 본 것은 골재의 안정적 수급을 정책 목표로 하는 입장에서의 견해이다. 그러나 바다모래채취가 해양환경에 미칠 영향을 우려하여 바다모래를 채취하더라도 친환경적으로 채취해야 한다는 ‘지속개발론자’의 입장에서는 다른 전망을 하고 있다.

<참고> 해역이용협의

오염방지법 제4조의8

다음 각호의 1에 해당하는 지정·면허 또는 허가를 하고자 하는 행정기관의 장은 대통령령이 정하는 바에 의하여 미리 해양수산부장관과 협의하여야 한다. 다만, 제4호의 규정은 특별관리해역에 한하여 이를 적용한다.

1. 개항질서법 제24조제1항 단서의 규정에 의한 개항의 항계안에서의 폐기물배출해역의 지정
2. 공유수면매립법 제9조의 규정에 의한 공유수면매립의 면허
3. 공유수면관리법 제5조의 규정에 의한 공유수면의 점용 및 사용의 허가
4. 수산업법 제8조의 규정에 의한 어업의 면허

첫째, 바다모래의 채취가 해양환경에 미치는 영향에 대해서 국내에서는 충분한 연구가 이루어지지 않았지만 외국의 사례를 볼 때 환경에 영향을 미치지 않는 범위에서 바다모래채취가 허용되는 추세를 고려할 때 바다모래 채취의 환경규제는 더 강화될 것으로 보인다. 미국은 아직 바다모래를 건설자재용으로 채취하지 않고 있으며, 일본은 환경문제로 최근 세토나이카이에서는 바다모래채취가 전면 금지되었고, 영국 등 유럽에서는 환경규제가 더욱 강화되고 업계에서는 스스로 환경문제를 극복하기 위한 투자와 노력을 하고 있다.

둘째, 골재자원이 재생불가능한 자원이기 때문에 대체자원의 개발 또는 자원의 소비를 줄여 나가야 할 것으로 보인다. 우리나라의 경우 특히 골재자원의 소비가 다른 나라에 비해 많은 것으로 나타나고 있으며 폐골재의 재활용도가 낮은 것으로 나타난다. 골재의 연간 1인당 소비량을 보면 미국 4.0톤, 영국 2.4톤, 일본 5.8톤인

데 비하여 우리나라는 8.5톤으로서 다른 나라에 비하여 매우 높음을 알 수 있다. (골재는 굵은골재와 잔골재의 구성비에 따라서 부피(m^3)를 중량(톤) 기준으로 환산할 경우 약간씩 차이가 있는데 여기서는 골재 $1m^3 = 2$ 톤으로 환산). 또한 골재와 함께 중요한 건설 기초자재로 사용되고 있는 시멘트의 경우를 분석해 본 결과도 우리나라가 여타 국가에 비해 1인당 소비량이 매우 높은 것으로 나타나고 있다. 한국양회공업협회에 따르면 지난해 우리나라 1인당 시멘트 소비량은 1,140kg으로 1999년 기준 세계평균 267kg의 4배가 넘는다. 미국의 397kg, 독일의 466kg, 영국 217kg 등에는 비교도 못할 만큼 과다 소비를 하고 있으며, 일본의 539kg, 중국의 448kg에 비해서도 너무 과다한 소비를 하고 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 통계는 우리나라의 골재소비가 매우 비효율적임을 보여주고 있기 때문에 골재소비문화를 개선한다면 골재의 소비량을 크게 줄일 수 있고 공급문제도 훨씬 개선될 수 있을 것이다.

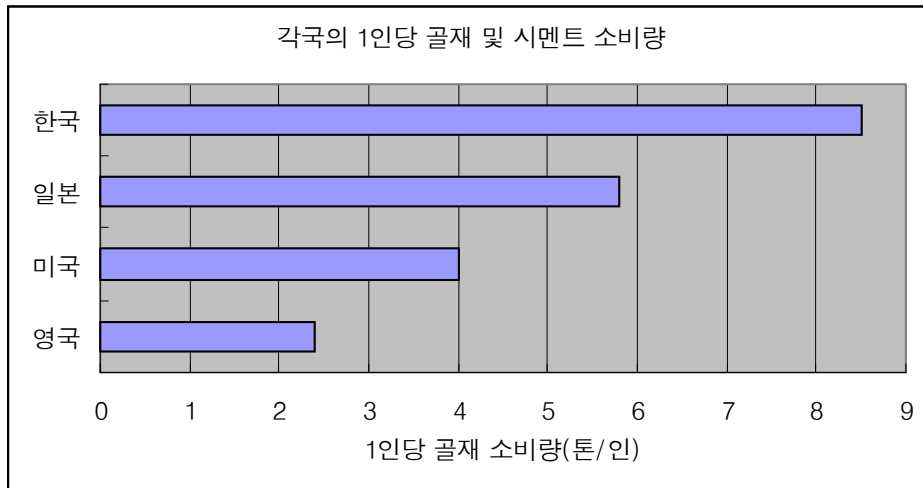
셋째, 바다모래의 수입도 고려할 수 있다. 골재업계에서는 수입가격이 국내가격에 비하여 높기 때문에 수입모래의 사용이 어렵다는 주장을 한다. 그러나 최근 인터넷을 통해 수입모래의 판촉이 이루어지고 있으며 가격도 국내가격에 상당히 접근해 있는 것으로 보인다. 물론 품질에 어떤 차이가 있는지는 현재로서는 알 길이 없지만 수입업자가 활동을 한다는 것은 그 만큼 시장에서 경쟁력이 있다는 반증으로 생각할 수 있다. 서유럽의 경우도 보면 영국과 프랑스가 마주보고 있지만 프랑스는 상당한 양을 영국에서 수입하고 있다. 우리나라의 경우 중국 모래의 수입을 고려할 수 있을 것이다. 더구나 EEZ에서의 모래채취를 해야할 정도이면 정밀한 분석을 해보아야 하겠지만 수입모래가 가격면에서 크게 문제되지는 않을 것으로 짐작된다.

<표 2-10>

각국의 1인당 골재 및 시멘트 소비량

구 분 국가	2001년도 골재소비량 (백만톤)	2001년도 인구 (천명)	1인당 골재소비량 (톤/인)	1인당 시멘트소비량 (톤/인)
한국	400	47,069	8.5	1.14
일본	746	127,335	5.8	0.54
미국	1,130	285,926	4.0	0.40
영국	140	59,542	2.4	0.22

자료 : 미국 USGS 통계.



3. 요약

우리나라의 바다모래 시장은 약 5,000억원의 작지 않은 시장이며 건설시장의 기초원재료로도 중요한 역할을 담당하고 있다. 1980년대 후반 이후 건설시장의 급속한 성장과 함께 바다모래시장 또한 크게 성장하였으며 현재 전체 모래공급의 약 70% 정도를 차지하고 있다.

그러나 최근 환경의 중요성에 대한 국민들의 인식이 확대됨에 따라 바다모래의 주변 해양환경 및 생태계에 대한 악영향을 우려하여 환경관련규제를 강화하게 되었고 따라서 바다모래의 채취허가가 크게 제한되고 있다. 이에 대해 건설업체와 골재업체에서는 건설자재의 수급 불안을 염려하고 있으며 육상골재에 대한 수급 안정 대책과 함께 바다모래의 공급확대를 위해 배타적경제수역(EEZ)에서의 바다모래채취를 허용하는 조치 등을 취하고 있으며 환경규제의 완화를 요구하고 있기도 하다.

바다모래의 환경문제는 비단 우리나라 뿐만이 아니며 바다에서 골재를 채취하는 많은 국가들이 인식하고 있어 바다모래의 환경규제는 세계적인 추세임을 감안할 때 환경규제까지 완화하며 바다모래의 공급을 확대하려는 정책은 바람직하지 못하다고 하여야 할 것이다. 그러므로, 현재 연간 약 30,000천 m^3 정도 이상 채취되

는 바다모래의 공급이 안정적으로 이루어지기 위해서는 우선적으로 바다모래 채취에 따른 해양환경문제가 해결되어야 할 것이다.

따라서 현재 연간 약 30,000천 m^3 정도 채취되는 바다모래의 생산은 크게 확대되지 않을 것으로 전망되며, 골재의 안정적 공급을 위해서는 바다모래의 수입을 통한 공급확대도 고려하여야 할 것으로 보인다. 아직 수입모래의 공급이 본격화되고 있지 않지만 가격문제가 해결된다면 국내의 모래공급에 기여할 수 있을 것으로 보이며 최근 수입모래의 가격이 국내가격에 근접하고 있어 공급원의 확대에 도움이 될 것으로 보인다.

또한 골재수급의 안정을 위해서 천연골재의 공급원 확대도 중요하지만 골재 소비를 줄이는 방안이 적극적으로 추진되어야 할 것이다. 특히 우리나라의 경우 1인당 골재소비량이 여타 국가보다 훨씬 높아 관련 기술이 개발된다면 어떤 정책보다도 효과가 클 것으로 보인다. 우리나라의 자연환경적 여건상 골재를 많이 쓸 수 밖에 없다는 주장도 있으나 우리와 비슷한 환경을 가진 국가나 경제규모가 유사한 국가의 경우도 우리보다 1인당 골재소비량이 적다라는 것을 인식하고 골재소비를 줄이거나 골재를 재활용하는 기술개발에 투자를 아끼지 말아야 할 것이다.

제 3 장 바다모래 채취제도 및 운용실태

1. 채취제도

1) 관리주체

바다모래 채취와 관련된 정부부처는 건설교통부, 해양수산부, 환경부, 산업자원부, 지방자치단체 등으로 다원화되어 있고 정책목표도 상충되어 정부의 친환경적 종합대책이 수립되어 있지 않은 상태이다. 건설교통부는 골재채취법을 근거로 골재자원의 안정적 수급을 도모하고 있으며, 해양수산부는 공유수면관리법 및 해양오염방지법을 근거로 바다모래 채취관련 환경문제를 관장하며, 환경부는 「환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법」(이하 통합환경영향평가법)을 근거로 환경문제를 관장하고, 산업자원부는 광업법을 근거로 골재자원 기초조사 및 규사채취 인허가를 담당하고 있다. 지방자치단체는 골재채취법 및 공유수면관리법에 근거하여 골재채취업의 등록 및 골재채취를 허가하고 채취료를 징수하고 있는바, 그동안 채취허가 남발에 대한 어민 및 환경단체의 반발이 심하였으며, 최근 채취 허가를 극히 제한하고 있으나 근본적인 대책을 수립하지 못하고 있다.

(1) 건설교통부

건설교통부는 바다모래를 포함한 골재의 수급 즉 골재개발을 총괄하는 부서인바, 골재채취법에 의거 5년 단위의 골재수급기본계획을 수립하며, 본 기본계획에 의거 연도별 골재수급계획을 수립한다. 제1차 골재수급기본계획에 이어 현재는 제2차 골재수급기본계획(1999~2003)이 수립되어 있으며, 2003년도 골재수급시행계획이 수립되어 시행되고 있다. 건설교통부는 골재수급기본계획 및 연도별 골재수급계획에 의거 지역별 골재채취허가를 공표하고, 시·군 등 지방자치단체를 통해 골재채취실적을 집계하고, 매년 수급통계를 발표하고 있다.

(2) 해양수산부

건설교통부가 바다모래를 포함한 골재공급을 위한 총괄부서인 반면 해양수산

부는 바다모래의 보전을 담당하는 부서이다. 1996년 해양수산부가 설립된 이후 정부조직법상 해양환경보전업무가 환경부 및 건설교통부로부터 해양수산부로 이관되었는바, 그 일환으로 1997년 자연환경보전법 개정을 통해 해양자연자원의 보전 업무를 해양수산부로 이관하였다. 바다모래는 해양자연자원이기 때문에 해양수산부가 그 보전업무를 담당하고 있다.

또한 해양수산부는 해양오염방지법상 시·군 등 지방자치단체로 하여금 공유수면관리법에 의거 바다모래 채취허가시 해양이용협의를 하도록 함으로써 바다모래 채취에 의한 해양환경의 보전측면을 관장하고 있다. 또한 해양수산부는 환경부와 바다모래 채취의 사전 환경성 검토(소규모 개발사업) 및 환경영향 평가(대규모 사업)를 통해 바다모래 보전업무를 관장하고 있다.

(3) 환경부

환경부는 해양수산부와 같이 환경·교통·재해영향평가법에 의거 바다모래 채취에 따른 환경영향평가를 담당하나, 현재까지 바다모래 채취관련 환경영향을 평가한 사례는 한 건도 없는 실정이다.

(4) 산업자원부

건설교통부가 골재채취법에 의거 바다모래의 공급을 관장하는 반면, 산업자원부는 광업법에 의거 규사로 사용되는 바다모래를 관장하고 있다.

바다모래는 용도에 따라 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 그 중 하나는 육상에서 채취되는 모래나 자갈, 깬 돌(碎石) 등과 함께 주로 건설공사에 사용되는 골재용 모래이고 다른 하나는 이산화규소(SiO_2)를 85% 이상 함유하여 유리제품이나 실리콘, 주물용, 연마사(研磨砂) 등으로 이용되는 규사(珪砂)이다. 이에 따라 바다모래를 다루는 관련 법규도 이원화되어 있는데, 골재용 바다모래는 골재채취법(건설교통부 관할)의 적용을 받는 반면, 규사로 쓰이는 바다모래는 광업법(산업자원부 관할)의 적용을 받도록 되어 있다.

골재로 사용하기 위한 바다모래 채취는 골재채취법에 따라 사업자가 관할 시·군·구에 사업자등록을 하고, 골재채취 허가신청과 공유수면 점·사용 허가 및 환경영향평가 등을 거쳐야 하는 반면, 규사로 쓰기 위한 바다모래 채취는 광업법에 따라 광업권자가 산업자원부에 광업권 등록을 한 뒤 탐광과정을 거쳐 채광계획서를 작성하여 인가를 받도록 되어 있다.

이들 양 허가의 차이점은 우선 골재용 바다모래 채취는 5년 이하의 비교적 단기 허가에 그치는 반면, 바다규사의 채취는 최장 25년까지 허가가 가능하며 허가된 광구에 조광권(粗鑛權)도 설정할 수 있다. 따라서 광업권이나 조광권이 설정된 지역에서 바다모래를 채취하기 위해서는 기존 광업권자 등의 동의를 얻어야 한다.

(5) 지방자치단체

시·군 등 지방자치단체는 골재채취업자의 등록업무를 관장하고 바다모래 허가신청을 받고 허가를 관장하는 실질적인 바다모래 개발 및 보전의 이행기관이다. 바다모래 채취 허가시 공유수면관리법에 의한 점·사용료를 징수한다.

2) 채취제도⁹⁾

(1) 골재수급계획

골재(모래 및 자갈)는 시멘트 및 철재와 더불어 주택, 도로, 항만공사 등의 건설에 필요한 3대 자재의 하나로서, 이의 원활한 공급을 위해 골재채취법이 제정되어 있다. 동 법은 골재의 원활한 수급과 골재채취에 따른 재해를 예방하기 위하여 골재의 수급계획, 골재채취업의 등록 등 골재채취에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 골재자원의 효율적인 이용과 국민경제발전에 이바지함을 목적으로 하고 있다.

건설교통부는 건설산업의 주무기관으로서 동 법에 근거하여 골재공급을 위한 종합계획을 수립·시행하고 있다. 즉 건설교통부장관은 5년 단위로 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 골재수급기본계획을 수립하여야 하는바, 동 기본계획에 포함하여야 하는 사항은 다음과 같다(법 제5조).

- ① 골재의 장기수요 전망
- ② 골재의 장기공급대책
- ③ 골재원별 개발방향
- ④ 기타 골재수급에 관한 사항

골재수급기본계획은 i) 건설교통부장관이 기본계획(안)을 마련하고, ii) 이를 관계중앙행정기관의 장과 협의한 후, iii) 기본계획을 확정하고, iv) 관계중앙행정기관의 장과 시·도지사에게 통보하는 절차를 거친다.

골재채취법은 시·도지사로 하여금 매년 10월 31일까지 다음 연도의 골재수급

9) 건설교통부, 「골재채취업무편람」, 2000. 12 및 한국골재협회인천지회, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구」, 2002. 6을 참조함.

계획을 작성하여 건설교통부장관에게 제출하며 건설교통부장관은 이를 총괄·조정하여 12월 31일까지 확정하도록 규정하고 있다(법 제6조). 연도별 골재수급계획에 포함하여야 하는 사항은 다음과 같다.

- 연간 골재가 소요되는 사업계획
- 사업별 골재의 수요 및 산출근거
- 분기별 골재수급계획
- 골재의 종류별 채취계획
- 환경피해의 예방 및 피해의 복구에 관한 사항
- 비축기지의 운용
- 골재운송대책
- 기타 골재의 수급에 필요한 사항

(2) 골재채취예정지 지정고시

시·도지사는 매년 1월 31일까지 연도별 골재수급계획에서 정하는 바에 따라 일정지역을 하천골재 및 바다골재의 채취예정지로 고시하여야 한다. 지정대상은 하천골재와 바다골재이며, 골재채취예정지의 지정 고시내용은 다음과 같다.

- ① 골재채취예정지의 위치·면적 및 골재의 부존량
- ② 골재채취예정기간(3년을 초과할 수 없다)
- ③ 연도별 채취예정물량
- ④ 골재채취허가의 신청에 관한 사항

(3) 골재채취업의 등록

골재채취업을 영위하고자 하는 자는 주된 사무소의 소재지를 관할하는 시장·군수·구청장에게 그 영위하고자 하는 골재채취업종을 등록하여야 한다. 골재채취업의 종류는 다음과 같다.

- ① 육상골재채취업 : 육상골재와 하상골재를 채취하는 업
- ② 수중골재채취업 : 하천구역에서 수중골재를 채취하는 업
- ③ 바다골재채취업 : 바다골재를 채취하는 업
- ④ 산림골재채취업 : 산림골재를 채취하는 업
- ⑤ 골재선별·파쇄업 : 바다골재외의 골재를 선별 또는 파쇄하는 업
- ⑥ 바다골재 선별·세척업 : 바다골재를 선별 또는 세척하는 업

바다모래 채취와 관련된 업종은 위와 같이 바다골재채취업과 바다골재선별·세척업이 있다.

골재채취업의 등록은 골재채취법 시행령에서 정하는 일정기준 이상의 자본금, 자산, 시설, 장비 및 기술인력을 보유하여야 하는바, 바다골재관련 사업자의 등록 기준은 다음 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1>

바다골재 채취업의 등록기준

골재채취업의 종류	자본금		시설장비		기술인력
	법인	개인	시설장비	규격	
바다골재 채취업	15억원	30억원	<ul style="list-style-type: none"> 바다골재채취선 1척 이상 골재운반선 1척이상 로우더1대 이상 굴삭기 또는 기중기 1대 이상 제염시설 1식 염분측정 시험실 (염분측정기 저울 각 1대 이상) 접안시설 및 야적장 	<ul style="list-style-type: none"> 바켓용량 2.5m³ 굴삭기는 바켓용량 0.7m³ 시험실 바닥면적 10m²이상 	골재의 종류별 생산에 필요한 해당 시설 및 장비의 조종에 관한 면허나 자격을 가진 1인 이상
바다골재 선별·세척업	3억원	6억원	<ul style="list-style-type: none"> 로우더 1대 이상 굴삭기 또는 기중기 1대 이상 제염시설 1식 염분측정시험실(염분측정기, 건조기, 측정저울 1대 이상) 야적장 및 세척용 급수시설 	<ul style="list-style-type: none"> 바켓용량 2.5m³ 굴삭기는 바켓용량 0.7m³ 시험실 바닥면적 10m²이상 	

(4) 골재채취 허가

골재채취업으로서 등록한 자가 실제로 골재를 채취하기 위해서는 골재채취법 제22조에 의해 시장·군수·구청장으로부터 허가를 받아야 하며, 신청서류는 다음과 같다.

- ① 골재채취허가신청서
- ② 골재채취용 시설 및 장비 보유현황
- ③ 골재채취업등록증 사본

- ④ 위치도
- ⑤ 사업계획서
- ⑥ 복구계획서
- ⑦ 골재의 채취구역에 광업권 또는 조광권 기타의 권리를 가진 자가 있는 경우에는 그의 동의서

시장·군수·구청장은 i) 생태계보존지역, ii) 자연보존지구, iii) 수산자원보존지구, iv) 방조제 및 배수갑문 1km 이내 지역 등 다른 법령에 의해 골재채취가 금지된 구역의 경우 골재채취허가를 하여서는 아니된다.

골재채취허가기간은 5년 이내로 하되 i) 허가신청 내용, ii) 선별기의 시간당 골재선별 용량, iii) 야적장 및 부대시설 등의 설치 등에 소요되는 기간, iv) 원상복구기간, v) 채취장소 및 기후 등 채취조건 등을 고려하여 정해야 한다.

(5) 골재채취관련 환경규제

골재채취를 위해서 골재채취법이 제정되어 있고 동 법에 의해 골재수급계획, 골재채취업의 등록, 허가 등이 제도적으로 완비되어 있는 반면에, 바다모래 보존을 위한 독립된 법이 제정되어 있지 아니하다. 다만, i) 공유수면관리법에 의한 공유수면 점·사용 허가, ii) 해양오염방지법에 의한 해역이용협의, iii) 환경영향평가법에 의한 환경영향평가제도가 모래채취와 관련한 환경규제이다.

① 공유수면 점·사용 허가

골재채취업자는 골재채취법에 따라 시장·군수·구청장으로부터 골재채취허가를 받음과 동시에 바다모래를 채취하기 위해서는 공유수면관리법에 의거 해역관리청(해양수산부장관 또는 시장·군수·구청장)으로부터 공유수면점·사용 허가를 받아야 한다(공유수면관리법 제5조).

해역관리청은 공유수면에서 토석·모래 또는 자갈의 채취허가시 대통령이 정하는 바에 의하여 관계행정기관의 장과 협의하고 이를 고시하여야 한다. 해역관리청은 바다모래 채취관련 공유수면점·사용 협의시 다음 사항을 미리 관계행정기관에 송부해야 한다(시행령 제6조).

- ㉠ 점·사용허가의 신청자
- ㉡ 점·사용허가의 신청지역·규모 및 내용
- ㉢ 점·사용의 목적 및 기간
- ㉣ 기타 점·사용허가에 관한 협의에 필요한 사항

② 해역이용협의

해역관리청은 공유수면(해역)에서 골재채취허가(공유수면관리법에 의한 공유수면점·사용허가 의제 처리)를 하는 경우 해양오염방지법령의 규정에 의하여 미리 해양수산부장관(지방해양수산청장)과 해역이용협의를 협의하여야 한다. 이 경우 해역관리청은 사업과 관련된 서류를 첨부 제출하여야 하며, 해양수산부장관은 필요시 해양오염방지법 시행령 제8조 1항에 명시된 자료를 추가적으로 요청할 수 있다. 해양수산부장관은 이들 자료를 검토한 후 환경보전과 관련된 의견을 행정기관의 장에게 통지하여야 하며, 행정기관의 장은 이들 내용을 사업시행시 충분히 반영하여야만 하도록 규정되어 있다(동법 시행령 제8조 2항).

③ 환경영향평가

환경영향평가법은 골재채취법에 의거 해안에서 모래를 채취하는 골재채취업으로서 채취면적이 25만㎡ 이상이거나 골재채취량이 50만㎥ 이상인 경우 골재채취허가 전에 환경영향평가를 실시토록 규정하고 있다(환경영향평가법시행령 제9조). 종전엔 골재채취량이 100만㎥ 이상인 경우 환경영향평가를 받도록 규정되어 있었으나 50만㎥로 강화되었다.

(6) 골재채취지역의 복구

골재채취와 관련하여 골재채취법(제29조)은 “① 골재채취업자로 하여금 시장·군수 또는 구청장이 지정하는 기간내에 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 하도록 하고, ② 시장·군수 또는 구청장으로 하여금 골재채취의 허가를 함에 있어서 골재채취구역의 복구 등에 필요한 비용을 예치하게 하고, ③ 골재채취업자가 필요한 조치를 하지 아니하는 때에는 시장·군수 또는 구청장은 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 대행하게 하고 그 비용은 예치금으로 충당할 것”을 규정하고 있다. 이 규정에 의거 실제로 육상골재 채취사업자들의 경우 사업개시 전 복구비의 예치와 함께 사업 종료 후 복구사업을 시행하고 있다.

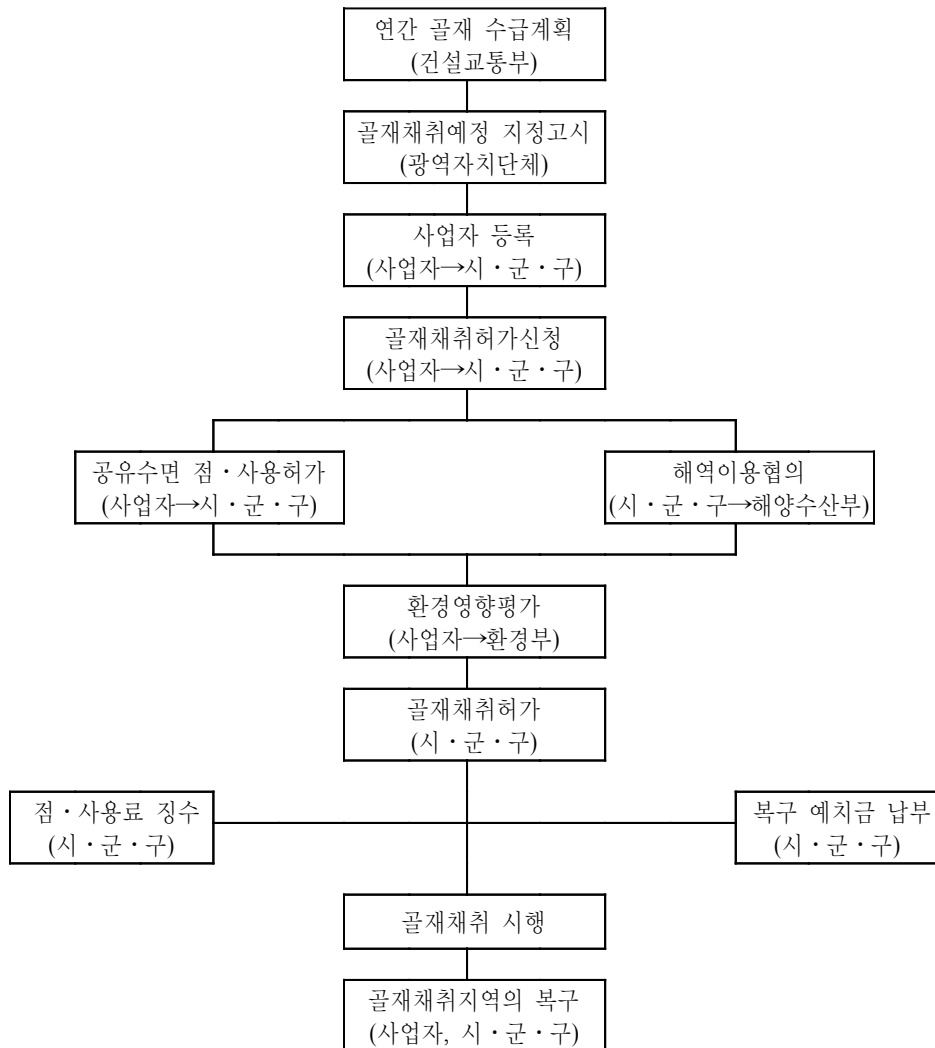
한편 바다골재 채취사업의 경우, 공유수면관리법(제12조)에서 “① 점·사용허가를 받은 자로 하여금 공유수면에 설치한 공작물·시설물·토석 기타의 물건을 제거하고 당해 공유수면을 원상으로 회복시키고, ② 관리청으로 하여금 원상회부를 하지 아니하거나 점·사용허가를 받지 아니하고 공유수면을 점·사용한 자에 대하여 공유수면의 원상회부를 명하고, ③ 원상회부명령을 받은 자가 이를 이행하지 아니하는 때에는 행정대집행법의 규정에 따라 원상회부에 필요한 조치를 취하

도록” 규정하고 있다. 그러나 동시에 동 법은 “원상회부를 할 수 없거나 할 필요가 없는 경우로서 관리청의 승인을 얻은 경우는 예외”로 규정하고 있어, 대부분의 해사채취구역에 대해 복구조치를 취하지 않거나 예치금을 징수하고 있지 않은 근거 조항으로 이용되고 있다.

이상 바다골재 채취관련 인허가 및 행정적 절차를 도시하면 <그림 3-1>과 같다.

<그림 3-1>

바다모래 채취관련 인허가 및 행정절차



자료 : 최중기, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향연구」, 2002, p.568.

2. 운용실태

골재채취법에 근거한 건설교통부의 골재수급정책의 기초는 i) 국내 건설산업에 필요한 바다모래 등 골재수요는 주어진 명제이며, ii) 이를 충족하기 위해서는 바다모래의 안정적 공급이 이루어져야 한다는 것이다. 골재수급기본계획이나 대책 중에는 대체자원 확보나 기술개발을 촉진하여 한정된 자원을 지속가능하게 보전해야 한다는 내용은 전무하다.

한편 1996년 해양수산부가 설립되고 1997년 자연환경보전법 개정을 통해 바다모래 등 해양자연환경의 보전업무가 해양수산부로 이관되었으나 현재까지 바다모래 보전을 위한 종합대책이 수립되어 있지 않은 상태이며, 기존의 해양오염방지법, 공유수면관리법, 환경영향평가법에 의해 부분적으로 보전업무를 수행하고 있는 실정이다.

1) 바다모래 채취량의 급증

한국지질자원연구원에서 지난 1997년에 조사한 자료에 따르면 우리나라 전역에는 100억 m^3 의 골재가 부존되어 있는 것으로 나타났다. 이 중에서 채취가 가능한 골재(可採埋藏量)는 55억 m^3 정도인데, 산림골재가 60%로 가장 많고 그 다음이 21%를 차지하고 있는 바다골재이다

<표 3-2>

우리나라 골재 부존 현황

단위 : 천 m^3

구 분	합 계	하천골재	바다골재	산림골재
부 존 량	10,217,497	2,014,660	3,245,440	4,957,397
개발가능량	5,537,976	1,006,260	1,173,346	3,358,370
점유비(%)	100.0	18.2	21.2	60.6

자료 : 한국지질자원연구원, 「골재자원조사(1993~1997년)」, 2000.

또한 같은 연구원에서 2001년에 탐사자료를 재해석한 결과 1997년에 12억 m^3 에 가까웠던 바다골재의 가채매장량이 9억 m^3 로 줄어들었는데, 이는 탐사기술의 발전으로 실제 개발 가능한 양을 보다 정확하게 추정할 수 있게 된 데다 그동안의 지속적인 바다모래 채취에 따른 결과로 보인다.

<표 3-3>

바다골재의 지역별 부존 현황

단위 : 천m³

지 역	부존량(1997년 결과)		개발가능량(1997년 결과)		개발가능량(재해석)	
		점유비		점유비		점유비
수도권 (경기만 북부) (경기만 남부)	1,984,471	61.1%	806,097	68.7%	656,352	72.1%
충남 (아산만)	486,964	15.0%	169,064	14.4%	108,479	11.9%
전북 (군산서부)	54,325	1.7%	23,145	2.0%	23,145	2.7%
전남 (목포북서부) (목포남서부)	719,680	22.2%	175,040	14.9%	121,320	13.3%
합 계	3,245,440	100%	1,173,346	100%	909,297	100%

자료 : 한국골재협회인천지회, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향연구」, 2002. 6.

한국골재협회의 자료에 따르면 우리나라의 바다모래 사용량은 해마다 늘어나 전체 골재 공급에서 차지하는 비중이 계속 높아지고 있다. 1992년 이후 2001년까지 10년간 골재채취 실적을 살펴보면 하천골재는 계속 줄어든 반면 바다모래와 산림골재는 꾸준한 증가세를 나타내었다. 이에 따라 전체 골재 채취량에서 바다모래와 산림골재가 차지하는 비중도 1992년의 15.3%와 36.4%에서 2001년에는 각각 27.2%와 49.9%로 크게 높아졌다. 그러나 산림골재의 대부분은 깎 돌(碎石)이나 자갈과 같은 굵은 골재라는 점을 감안하면 잔모래 수요의 대부분은 바다모래로 충당되고 있는 셈이다.

<표 3-4>

골재 품종별 채취실적 변화 추이

연 도	채취실적(천m³)					점유비(%)				신고량 (천m³)
	하천	바다	산림	육상	계	하천	바다	산림	육상	
1992	47,517	15,546	37,072	1,691	101,826	46.7	15.3	36.4	1.7	-
1993	44,405	18,122	39,474	4,012	106,013	41.9	17.1	37.2	3.8	-
1994	43,084	21,339	37,483	7,570	109,476	39.4	19.5	34.2	6.9	2,941
1995	35,393	23,086	35,717	10,488	104,684	34.8	22.7	35.1	10.3	2,645
1996	49,437	30,591	49,416	9,585	139,029	35.6	22.0	35.5	6.9	9,673
1997	31,501	29,092	64,843	8,487	133,923	23.5	21.7	48.4	6.3	4,920
1998	21,848	19,276	60,252	7,078	108,454	20.1	17.8	55.6	6.5	11,021
1999	28,069	24,586	59,688	6,790	119,133	23.6	20.6	50.1	5.7	5,169
2000	26,770	29,179	50,283	6,133	112,365	23.8	20.0	44.8	5.5	3,360
2001	19,781	31,203	57,418	6,443	114,844	17.2	27.2	49.9	5.7	21,779

자료 : 건설교통부.

이처럼 바다모래의 채취가 급증세를 지속하고 있는 것은 육상에서 채취할 수 있는 골재자원이 점차 고갈되고 있는 데다 각종 환경규제의 강화로 육상골재의 채취 여건이 악화되었기 때문이다. 이에 반해 바다모래는 종합관리대책이 제대로 수립되지 못한 가운데 채취료가 상대적으로 저렴하고, 산림골재와는 달리 원상복구 예치금도 부과되지 않는 데다 행정단속도 느슨하여 무분별한 채취를 부추기고 있다.

2) 골재채취업의 등록요건

위에서 살펴본 바와 같이 골재채취업을 영위하고자 하는 자는 골재채취업의 종류별로 대통령령이 정하는 기준에 따라 자본금 또는 자산, 시설·장비 및 기술인력을 갖추어 주된 사무소의 소재지를 관할하는 시장·군수 또는 구청장에게 등록하여야 한다.

현행 골재채취업 등록 기준을 보면 로우더·굴삭기·선별기 등 기초적인 장비만 갖추면 등록이 가능한 상태이며, 자본금 기준도 임시 차입 등을 통하여 불법적으로 충족시키는 것이 가능하기 때문에 1990년대에 들어 건설투자가 확대되면서 골재업체가 크게 증가되어 왔다. 골재채취업체는 2000년 2/4분기 현재 1,487개 업체에 달하고 있는데, 이는 1995년의 924개 업체에 비하여 60.9%가 증가한 것으로서 연평균 90여개의 업체가 신규 진입하고 있는 상태이다. 2000년 12월말 현재 레미콘생산업체가 전국적으로 564개사에 달한다는 점과 비교할 때 골재업체수는 레미콘업체에 비하여 약 3배 가까이 난립하고 있다고 볼 수 있다.

업체수가 증가하면서 과당경쟁 등으로 인하여 골재품질의 저하가 우려되고 있으며, 소규모 채취 허가가 증가됨으로 인하여 자연환경 훼손이 심화될 우려가 높아지고 있는 상태이다.

<표 3-5>

골재 업체수 추이

단위 : 개, %

연도	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 2/4
업체수	456	456	711	924	1,038	1,250	1,239	1,251	1,460	1,487
증감률	-	0	55.9	30.0	12.3	20.4	-0.9	1.0	16.7	1.8
등록업체현황	548	548	848	1,121	1,274	1,566	1,544	1,555	1,574	1,600
증감률	-	0	54.7	32.2	13.6	22.9	-1.4	0.7	1.2	1.7

자료 : 한국건설산업연구원, 「골재산업의 중·장기 육성방안 - 골재채취법령의 개선 방안을 중심으로 -」, 2001. 12.

3) 바다모래보전 종합관리대책 부재

바다모래는 한정된 해양자연자원으로서 이를 보전할 필요가 있는 한편, 국내 건설산업에 필요한 골재로서 일정량을 개발할 필요성도 있다. 그러나 그동안 바다모래는 골재채취업을 중심으로 개발 및 공급 측면 위주로 국가정책 및 계획이 수립되어 수행된 반면, 이를 종합적으로 관리·보전하는 측면의 종합관리대책은 수립되어 있지 않은 상태이다. 이는 1996년 해양수산부가 설립된 이후 해양환경보전을 위한 정책이 점진적으로 개발·수립되고 있는 과정 중에 있는 데 기인한다고 볼 수 있겠다.

바다모래의 경우 1997년 자연환경보전법을 개정하여 일반 자연자원은 환경부가 관리하고 해양자연자원은 해양수산부가 관리토록 규정하였는바, 이제 바다모래의 경우도 합리적인 개발과 보전이 이루어지고 정책적인 균형을 이루는 종합관리대책의 수립이 요구된다.

4) 바다모래관련 환경규제

바다모래 채취관련 환경영향평가를 담당하는 환경부는 지금까지 바다모래 채취관련 환경영향평가를 시행한 적이 한 건도 없고 바다모래 채취관련 행정규제는 전적으로 해양수산부의 관리사항으로 지적하고 있다. 또한 건설교통부는 연안해역에서의 바다모래 채취가 어려워지자 배타적경제수역에서 모래채취가 가능토록 골재채취법을 개정하였는바, 동 지역에서의 환경영향평가는 시행하지 않아도 된다고 주장하고 있다.¹⁰⁾

10) 한국골재협회홈페이지(일간건설(2002.6.30)) : “앞으로 건교부장관의 허가를 받아 배타적경제수역(EEZ)에서 바닷모래를 채취할 수 있게 돼 골재수급에 안정성을 높일 수 있게 됐다. 28일 건설교통부에 따르면 골재채취법을 올해 초 개정한데 이어 시행령 및 시행규칙 개정안이 최근 국무회를 통과함에 따라 내달 1일부터 이 법의 시행에 들어가기로 했다. 건교부는 골재채취법 개정을 통해 환경규제 등으로 건설공사의 기초가 되는 골재채취가 점점 어려워짐에 따라 건설교통부 장관의 허가를 받아 배타적경제수역에서 골재를 채취할 수 있도록 했다. 지금까지는 배타적경제수역법에 따라 EEZ에서 골재채취가 금지됐으며 이로 인해 연안에서의 바다모래 채취 허가권자인 기초지자체에서 환경문제 등을 이유로 허가를 내주지 않아 골재 수급 불안이 가중됐었다.”

5) 바다모래 채취의 해양환경 피해연구

바다모래는 한정된 해양자연자원으로서 다양한 기능을 하고 있는바, 이는 바다모래 채취에 따른 해양환경에의 영향이 막대함으로 알 수 있다. 일반적으로 바다모래의 과도한 채취가 해양환경에 미치는 영향으로, i) 해양생태계의 파괴, ii) 수산자원의 감소, iii) 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화, iv) 해안침식의 유발 등으로 보고되고 있다.

그러나 그동안 바다모래 채취와 관련된 해양환경 피해에 관한 정부의 공식적이고 종합적인 연구는 수행된 사례가 없으며, 일부 개발관련 업계에서 자발적으로 수행한 사례가 있을 뿐이다.¹¹⁾

따라서 바다모래 보전을 위한 정부의 종합관리대책을 수립하고 또한 개발부처 및 건설산업계에 바다모래의 합리적인 개발과 보전의 필요성을 주장하기 위해서는 우선 바다모래 채취가 해양환경에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 종합적인 연구가 이루어져야 한다.

6) 바다모래 채취의 경제적 인센티브

최근 바다모래 채취량이 급증하는 이유로서 육지골재자원의 고갈 및 환경규제의 강화를 들고 있으나, 보다 근본적인 이유는 바다모래 채취와 관련된 경제적 인센티브가 존재하기 때문이다.

현재 바다모래의 가격은 시장에서 결정되는바, 동 가격에는 바다모래 채취와 관련된 제반 원가¹²⁾에 일정한 이윤과 공유수면점·사용료가 포함된다. 그러나 동 가격에 해양환경피해에 관한 비용은 전혀 포함되어 있지 않다.

바다모래는 일정량의 염분을 포함하고 있지만 최근 기술개발에 의거 건설자재로 사용하는데 육지모래(하천 및 육상)보다 품질이 더 나은 것으로 평가되고 있다. 그럼에도 불구하고 각 지역별 모래가격을 비교하면 바다모래의 가격이 하천 및 육사모래보다 더 낮은 가격으로 결정되고 있다. 이는 전적으로 바다모래 채취와 관련된 비용이 육지모래 채취에 비하여 경제적으로 유리하기 때문이다.

11) 최중기 외, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구」, 2002. 6.

12) 바다모래 채취관련 주요 원가는 해양에서의 채취비용, 해상운송비용, 하역비용, 선별·세척비용, 건조비용, 상차·육지운송·하차비용 등이 있음.

3. 주요 쟁점

1) 해사채취 관리주체

앞에서 살펴본 바와 같이, 해사채취와 관련된 정부부처는 건설교통부, 산업자원부, 환경부, 해양수산부, 지방자치단체 등으로 분산되어 있는바, 이 중 건설교통부, 산업자원부, 지방자치단체 등은 해사채취 및 개발과 관련된 부처이고 해양수산부 및 환경부는 해사의 보전과 관련된 부처이다.

여기서 건설교통부는 우리나라 건설산업의 주관부처로서 건설산업에 필요한 골재(바다모래 포함)의 안정적 공급을 위한 업무를 담당하고 있는바, 골재수급장기계획 및 연도별 수급계획을 총괄하고 있다. 그러나 건설교통부의 골재수급을 위한 정부계획에는 바다모래의 보전을 위한 측면은 전혀 고려되고 있지 않다.

지방자치단체는 중앙정부(건설교통부)의 골재수급장기계획 및 연도별 수급계획 하에서 골재채취업의 등록, 바다모래 채취허가 및 사후관리를 담당하는 실질적인 집행기관이다.

그러나 지방자치단체에게 바다모래의 채취허가권을 부여할 것인가가 문제이다. 그동안 지방자치단체는 주로 세외 수입확대를 위해 바다모래 채취허가를 남발하여 왔다. 그러나 바다모래는 지방자치단체의 소유라기보다 국가의 소유이고 더욱이 한정된 자원이다. 또한 바다모래는 채취허가 후에 허가한 내용대로 채취하는 것을 감독하고 또한 사후 복구문제도 관리해야 하나, 지방자치단체는 이들 업무를 수행할 전문인력 및 수단이 없기 때문에 단지 바다모래 채취허가 및 수수료 징수 이외에 감독 및 복구와 관련된 업무는 전혀 수행하고 있지 않은 상황이다.

환경부는 통합환경영향평가법에 의거 바다모래 채취가 해양환경에 어떠한 영향을 미치는가를 관장함으로써 해양환경보호에 기여하여야 하나, 실제 해사채취가 환경영향평가의 대상규모 이하로 이루어지고 있다는 이유로 바다모래 보전에 관해서는 전혀 관여하고 있지 않은 상태이다.¹³⁾ 또한 해사채취에 대한 환경영향평가를 위해서는 해사채취에 의한 해양생태환경, 수산자원, 해저퇴적층 변화, 해안 침식 등에 관한 구체적인 평가지침이 마련되어야 하나 이에 대한 사항도 준비되어

13) 2001년 7월 바다모래 채취에 대한 규제를 강화하기 위하여 기존의 통합환경영향평가법을 대폭 개정하여 환경영향평가 대상사업의 범위를 종전의 건당 100만㎡에서 50만㎡로 확대하고 동일 사업자에게는 채취량을 누진 적용하였는바, 해양수산부가 요청 및 주관하여 개정하였음.

있지 않다.

해양수산부는 바다모래의 보전에 관한 주관부서이나 그동안 바다모래 보전에 관한 정책적 우선순위를 부여하고 있지 않았는 바, 이는 항만의 개발과 연안 및 해양생태계 보전업무를 병행하고 있기 때문이다.

2) 개발정책과 보전정책의 균형

그동안 우리나라는 30~40년의 짧은 기간에 1인당 GNP 1만 달러를 달성하는 고속성장을 거듭하면서 개발위주의 경제정책을 펴왔으며, 이는 건설산업을 포함한 모든 분야에 공통된 사항이었다. 특히 건설산업은 도로 및 항만 등 우리나라 경제의 인프라 구축뿐만 아니라 주택 등 전후방 효과가 매우 큰 분야를 포함하고 우리나라 경제성장에 지대한 영향을 미치어 왔다. 따라서 건설산업에 필요한 골재(모래 및 자갈)의 안정적인 공급을 위한 정부정책은 완벽하게 갖추어져 있는바, i) 골재수급 장기 및 연도별 수급계획수립, ii) 골재채취단지 지정, iii) 골재채취업의 등록, iv) 골재채취 신청 및 허가 등이 제도적으로 갖추어져 있는 데에서 알 수 있다. 또한 골재공급을 위한 정부계획도 정책적 우선순위가 매우 높다고 할 수 있다. 이는 최근 육지 및 연안 모래채취가 어려워지자 그동안 배타적경제수역법에 의거 채취가 금지되었던 배타적경제수역 내에서의 바다모래 채취를 동 법 및 골재채취법의 개정을 통해 건설교통부 장관의 허가만으로 가능토록 하는 데에서도 알 수 있다.

그러나 바다모래 보전을 위한 정부정책은 매우 미약한 상태인바, 이는 그동안 바다모래 보전을 위한 정부의 담당부처가 부재하였기 때문이다. 현재 해양수산부가 바다모래 보전을 위한 전담부처이나 바다모래가 해양자연자원으로서 동 부처의 관리대상으로 법적인 뒷받침을 받게 된 것은 1997년 자연환경보전법의 개정을 통해서이다. 또한 앞서 지적한 바와 같이 그동안 해양수산부도 항만개발에 필요한 골재를 주로 바다모래에 의해 충당하여 왔기 때문에 바다모래 보전을 위한 강력한 정책수립에도 한계가 있었다.

그러나 해양수산부에 해양자연자원의 보전을 위한 담당부서(해양환경보전과)가 신설되고 바다모래를 해양자연자원으로서 관리할 수 있는 법적인 장치가 마련된 만큼, 바다모래의 보전을 위한 정책과 개발정책이 균형을 이루도록 하여야 할 것이다.

3) 해양환경보호를 위한 제도적 장치

앞서 지적한 바와 같이 건설산업에 필요한 골재공급의 한 방안으로 바다모래에 대한 수요가 급증하고 이에 대한 개발정책이 제도적으로 완비되어 있고 강력하게 추진되고 있는 반면, 바다모래 보전을 위한 제도적 장치로는 i) 환경영향평가, ii) 해역이용협의, iii) 바다모래 채취후의 복구제도 등이 있다. 그러나 이들 제도는 유명무실하게 운영되고 있어 바다모래 보전을 위한 제도적 장치로서 기능을 상실한 상태이다.

첫째, 우선 환경영향평가의 경우, 단위 구역당 해사채취면적이 25만 m^2 이상이거나 채취량이 50만 m^3 이상 사업이 그 대상이다. 그러나 현재까지 해사채취와 관련하여 환경영향평가를 시행한 사례가 한 건도 없는바, 이는 해사채취업자가 환경영향평가 대상규모 이하로 해사채취를 신청하고 시행하고 있기 때문이다.

둘째, 환경영향평가 대상규모 이하의 해사채취의 경우, 해사채취관련 해양환경영향을 검토하여 해양환경보호를 취할 수 있는 제도는 현재로서는 해역이용협의뿐이다. 그러나 현재 해사채취와 관련한 해역이용협의를 공유수면관리법에 의한 공유수면점·사용허가(의제)의 협의인바, 이는 해사채취시 불가피하게 공유수면을 점유 및 사용하는 데 따른 환경영향을 평가하는 것일 뿐이지 해사채취·개발 자체와 관련한 환경영향평가 즉 해양생태환경, 수산자원, 해저퇴적층변화, 해안 및 해변침식 등을 평가하는 것이 아니다.

셋째, 바다모래 채취후 복구의 경우, 건설교통부가 관장하는 골재채취법에서는 복구를 위한 일정한 강행 규정을 두고 있는데, 오히려 해양수산부가 관장하는 공유수면관리법에서 복구에 대한 면죄부를 주고 있는 실정이다. 즉, 골재채취법(제29조)은 “① 골재채취업자로 하여금 시장·군수 또는 구청장이 지정하는 기간내에 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 하도록 하고, ② 시장·군수 또는 구청장으로 하여금 골재채취의 허가를 함에 있어서 골재채취구역의 복구 등에 필요한 비용을 예치하게 하고, ③ 골재채취업자가 필요한 조치를 하지 아니하는 때에는 시장·군수 또는 구청장은 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 대행하게 하고 그 비용은 예치금으로 충당할 것”을 규정하고 있다.

공유수면관리법(제12조)에서도 “① 점·사용허가를 받은 자로 하여금 공유수면에 설치한 공작물·시설물·토석 기타의 물건을 제거하고 당해 공유수면을 원상으로 회복시키고, ② 관리청으로 하여금 원상회복을 하지 아니하거나 점·사용허

가를 받지 아니하고 공유수면을 점·사용한 자에 대하여 공유수면의 원상회복을 명하고, ③ 원상회부명령을 받은 자가 이를 이행하지 아니하는 때에는 행정대집행법의 규정에 따라 원상회부에 필요한 조치를 취하도록” 규정하고 있다. 그러나 동시에 동 법은 “원상회부를 할 수 없거나 할 필요가 없는 경우로서 관리청의 승인을 얻은 경우는 예외”로 규정하고 있어, 대부분의 해사채취구역에 대해 복구조치를 취하지 않거나 예치금을 징수하고 있지 않은 근거 조항으로 이용되고 있다.

4) 바다모래의 대체자원

그동안 바다모래를 포함한 골재수급정책은 공급정책 위주였는바, 건설산업이 국가경제에 차지하는 중요성을 내세워 이에 필요한 골재수요는 주어진 지상명제이고 이 수요에 어떻게 하면 안정적으로 공급할 것인가가 주요 정책의 대상이었다. 따라서 모래의 경우, 그동안 지리적으로 가까운 하천모래를 주로 공급하다가 자원고갈 및 환경규제의 심화로 그 공급처를 산림골재로 변경하였다가 비용 및 환경 등의 문제로 최근에 바다모래로 그 공급대상을 변경하였다.

하지만 환경보전과 직접적으로 관련된 골재 특히 바다모래를 대체할 수 있는 대체자원의 개발이나 또는 수요관리는 아주 미흡한 실태이다.

첫째, 다음 제4장에서 살펴보는 바와 같이 우리나라의 1인당 골재 소비량은 8.5톤으로서 일본(5.8톤), 미국(4.0톤), 영국(2.4)톤에 비하여 매우 높은 편이며, 1인당 시멘트 소비량도 1.14톤으로서 일본(0.54톤), 미국(0.40)톤, 영국(0.22톤)에 비하여 높은 편이다. 이와 같이 우리나라의 골재 및 시멘트 소비량이 높은 것은 골재수요를 주어진 명제로 간주하고 공급위주의 정책결과라고 할 수 있다.

둘째, 바다모래를 대체할 수 있는 대체자원의 개발정책이 미흡하였다. 바다모래를 대체할 수 있는 가장 유력한 대안은 외국으로부터의 수입이다. 그러나 반대로 과거 우리나라는 일본으로 바다모래를 수출한 사례가 있으며, 중국도 일본으로 바다모래를 수출하였다. 또한 현재 유럽의 네덜란드 및 벨기에는 필요한 바다모래를 영국으로 수입하고 있다.

셋째, 골재는 자연자원으로서 무상으로 채취하여 채취비용이 낮은 편이다. 따라서 골재를 필요로 하는 건설산업은 낮은 비용으로 자연으로부터 채취하는 데 주력하였지 대체자원의 개발 등 기술개발노력은 아주 미흡한 실정이었다.

제 4 장 바다모래 채취의 해양환경 영향

1. 해양 생태 환경에 미치는 영향 분석¹⁴⁾

바다에서 해사채취로 인하여 해양환경과 해양생태계에 미칠 수 있는 영향은 1차적으로 해사채취해역의 퇴적환경변화와 물리환경변화, 저서생물의 서식처 파괴를 들 수 있으며 2차적으로 해사채취로부터 발생하는 수질과 저질 환경의 변화, 채취해역의 소음의 증가와 채취선으로부터 발생하는 오염물질의 증가 등으로부터 유발되는 환경의 악화에 기인된 주변 서식생물의 서식조건의 악화를 들 수 있다. 이 중 가장 큰 영향을 받는 것은 해사채취로 인한 퇴적물 자체가 소실되는 퇴적환경변화와 서식지 전체가 파괴됨으로 제거되는 저서생물 군집의 소실이라 할 수 있다. 이러한 이유로 연안에서의 해사채취활동은 어떠한 경우이든 생태계에 악영향을 미치는 것으로 오랫동안 인식되어 왔다.

해사채취는 저층 퇴적물을 직·간접적으로 교란함으로써 수층에 서식하는 어류나 그 외 해양생물의 주요 먹이원인 퇴적물에 서식하는 저서동물의 자원량을 격감시키고 저서생물의 생물다양성을 급감시킨다. 이러한 생물다양성과 자원량의 급격한 감소는 그 해역이 원래 가지고 있던 안정화된 에너지흐름과 먹이망의 연결을 단절시킴으로 인하여 그 해역 생태계 전체에 큰 영향을 미치게 할 수 있다.

해사채취로 인한 해양생태계의 영향정도를 정확하게 파악하기 위하여는 해사채취해역의 환경특성을 이해하여야 하며, 모래로 이루어진 퇴적환경에서의 저서생물 생태와 그 주변에 서식하는 어류, 플랑크톤 등의 생태를 이해할 수 있는 많은 자료가 필요하다. 그러나 우리나라에서의 해사채취해역에 대한 자료는 대부분 해사채취가 시작된 후에 사후조사 성격으로 많이 진행되었기 때문에 해사채취전과 해사채취후의 변화된 생태환경을 평가할 수 있는 자료가 거의 없는 현실이다.

해사채취가 해양 생태 환경에 미치는 영향을 분석하기 위하여 전국 해사채취량의 60%에 달하고, 수도권 골재 수요량의 80%에 달하는 연간 2,500만³m³ 이상의 해사채취가 이루어지고 있는 경기만 해역을 대상으로 검토하였다. 지속적인 해사채

14) 본 1절은 인하대학교 최중기교수가 집필함.

취는 해사 부존량 감소, 퇴적물 이동에 따른 해안 지형의 변화, 탁도 증가와 퇴적물 교란으로 인한 해양 수질 악화, 해양 생태계의 파괴 등과 같은 다양한 환경 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 환경 문제를 정확히 평가하기 위하여는 다년간의 집중적인 연구가 필요하나 해사채취 해역에 대한 과거 자료가 부족하고 제한된 조사 기간으로 인하여 부분적인 의견을 제시할 수밖에 없는 상황이다.

따라서 경기만 해역에서 인하대학교에 의해 조사된 기존의 경기만 공유수면 해사채취수역 해양환경연구 최종보고서(한국골재협회 인천지회, 1999)와 경기만 내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구보고서(한국골재협회 인천지회, 2002)를 인용하여 해사채취가 해양생태환경에 미치는 영향을 검토하였다.

1) 해사채취가 수질 환경에 미치는 영향

해사채취가 활발한 수역과 해사를 채취하지 않는 수역(이하에서는 비채취수역이라 함)을 비교한 결과 수소이온 농도(pH), 용존산소(DO), 화학적산소요구량(COD), 인산염(HPO₄), 부유물질(SS), 중금속 농도 등에서 1997년 조사시와 2001년 조사시 모두 두 수역에서 큰 차이를 보이지 않았다. 조사해역은 활발한 조석작용으로 물의 유동이 커 용존산소 농도가 비교적 높고 부유물질 농도 또한 높다. 부유물질 농도로는 수질 등급 Ⅱ 등급을 초과하고 있다. 인산염 또한 인천 연안수의 영향으로 수질 등급 Ⅱ-Ⅲ 등급의 높은 농도를 보였다. 그러나 중금속 농도는 Ⅰ 등급으로 영양염 농도와는 다른 양상을 보여 이 수역이 한강 등의 담수의 영향을 직접 받거나 해저 퇴적물 공극수로부터 높은 농도의 중금속이 유입되지는 않는 것으로 나타났다. 해사채취해역의 경우 조립질의 퇴적물이 주 구성 성분으로 공극수 내에 중금속의 축적이 적고 유출된 중금속 또한 강한 조류에 의해 바로 희석되기 때문에 전반적으로 낮은 농도를 보이는 것으로 사료된다.

화학적산소요구량(COD)과 총질소(T-N)농도의 경우는 해사채취수역이 비채취수역에 비해 다소 높은 양상을 보였다. 화학적 산소 요구량의 경우 동계와 춘계에는 두 수역의 분포가 유사하였으나 하계와 추계에 해사채취수역이 비채취수역보다 다소 높은 것이 통계적으로 유의성 있는 차이는 아니나 하계와 추계에 해사채취가 화학적 산소 요구량 증가에 기여하는 것으로 보인다. 질소계 영양염의 경우 암모니아 염이 동계와 추계에 해사채취수역에서 다소 높게 나타나 해사채취로 공극수 중의 암모니아 염이 수층으로 방출되어 수층 암모니아 염 농도에 영향을 준

것으로 보인다. 화학적 산소 요구량에 의한 수질 등급은 전체적으로 Ⅲ등급으로 나타나 경기만 해역의 수질이 전반적으로 양호하지 않음을 나타내고 있다(<표 4-1> 참조).

해사채취가 수질 환경에 뚜렷한 영향을 줄 수 있는 것은 해사채취시 펌핑으로 선상에 올라온 해저 퇴적물로부터 방출되는 해저 퇴적물 공극수에 농축되어 있던 영양염 물질, 중금속 물질, 유기물 등과 해저 퇴적물과 함께 올라온 부유물질의 방출이다. 해사채취시 이러한 해저 퇴적물 및 부유사의 동태에 의한 주변 수질에 영향 정도를 파악하기 위하여 해사채취 인근 해역에서 시범적으로 행해진 해사채취에서 나타난 결과는 다음과 같다.

<표 4-1> **해사채취수역과 비채취수역간의 해양 수질 오염 인자 비교표**

조사수역	조사시기	DO	COD	SS	TN	HPO4	Si(OH)4
해사채취수역	1997/10	7.8	1.44-3.4	34.2	0.13	0.024	0.192
	1997/12	8.4	3.38	93.2	0.14	0.027	0.283
	1998/5	8.4	2.56	37.2	0.13	0.018	0.201
	1998/9	6.0	1.28	63.0	0.12	0.013	0.552
비채취수역	1997/10	7.6	1.40-3.4	33.0	0.10	0.020	0.179
	1997/12	8.6	1.76	110.4	0.12	0.024	0.270
	1998/5	8.3	2.08	58.0	0.17	0.018	0.243
	1998/9	6.3	1.08	67.5	0.11	0.015	0.471

자료 : 한국굴재협회 인천지회(1999).

시범 해역의 해사채취 후 해사로부터 방출된 해수의 화학적 산소 요구량은 해사채취 이전의 표층 해수의 농도보다 약 2배 (5.24 mg/l) 높았고, 부유물질의 경우는 약 8배, 규산염은 약 1.5배 높은 것으로 나타났으나 그 외의 수질 항목은 뚜렷한 농도 차이를 보이지 않았다. 표층으로 방출된 혼탁수는 인근 해수와 급속하게 희석되어 해사채취선으로부터 10m 이격된 거리에서 1/5정도로 급격하게 감소되는 것을 보였다. 따라서 해사채취시 방출되는 혼탁수는 주변 조류와 난류 확산에 따라 다소 차이는 있을 것이나 대체로 200~400m 범위까지 영향을 미칠 것으로 보이고, 최대 영향을 미칠 경우에는 주변 1,000m 정도까지 영향을 줄 것으로 평가하였다.

2) 해사채취가 저질 환경에 미치는 영향

해사채취가 저질 환경에 미칠 수 있는 영향은 해사채취로 인하여 해저 퇴적물의 입자 분포와 구성에 영향을 줄 수 있는 요인으로 구분해 볼 수 있다.

최근의 해사채취는 대부분 펌핑으로 채취를 하기 때문에 펌핑으로 인한 해저 퇴적물의 입자 교란이나 조성 교란은 거의 없을 것으로 판단되고 실제 해저 퇴적물의 교란 보다는 해저 퇴적물의 소실이 큰 문제가 될 수 있다. 그러나 퇴적물의 소실은 해사채취시 필수적으로 일어나기 때문에 해사채취 금지 외에는 이를 해결할 방법이 없다. 한 지역에서 지속적인 해사채취시 과도한 해저 퇴적물의 굴착으로 해저 웅덩이가 형성되어 해수의 소통이 원활치 못할 경우 용존 산소의 감소 등 많은 문제점이 야기될 것으로 예상되나 경기만 해역은 저층까지 조류의 유동이 활발하여 이와 같이 해사채취로 인한 해저 웅덩이에서 저산소 분포가 발견된 경우가 현재까지는 없다. 해저 퇴적물 내 공극수의 분포는 해사채취시 수층의 해수질에 영향을 주기 때문에 해사채취 해역의 공극수의 저질 환경은 중요한 영향 요인이 될 수 있다.

경기만 내 해사채취 해역의 공극수내 암모니아 염의 분포는 사질 퇴적물 내 유기물의 함량이 낮게 분포하여 공극수 내 영양염 농도도 낮게 분포하는 일반적 경향과 유사하게 비교적 낮게 분포한다. 니질 퇴적물의 경우는 공극수 내 유기물의 높은 분포와 박테리아에 의한 작용으로 높은 영양염 분포를 보인다. 그러나 사질 퇴적물의 공극수 경우는 수층 농도보다는 높으나 니질 퇴적물의 공극수보다는 낮은 분포를 보인다.

사질 퇴적물의 공극수에 용존된 암모니아 염, 질산염, 아질산염, 인산염, 규산염, 중금속 농도 등이 니질 퇴적물 공극수 중 농도보다 훨씬 낮은 농도로 분포하기 때문에 실제 해사채취시 퇴적물 교란으로 인한 해수질 오염은 크지 않은 것으로 나타났다. 해사채취시 해사 시추선 등에서 유출되는 오염물질(중금속 등)로 인한 해사채취해역 공극수의 중금속 농도에 영향을 미치는 정도는 해사채취해역 공극수 중 중금속 농도가 전반적으로 낮은 것으로 보아 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 해사채취해역의 퇴적물 내 중금속 농도 분포가 해사채취작업의 영향 보다는 입도 분포에 따라 차이가 남은 공극수 내 중금속 농도 분포에 입도 분포가 가장 큰 영향 요인임을 보여 주는 결과이다. 실제 해사채취해역의 퇴적물내 중금속 농도가 낮은 것도 이에 근거 하는 것으로 해사채취가 퇴적물내 중금속 농도에 거의 영향을 주지 않는 것을 암시한다.

<표 4-2> 해사채취수역 공극수와 비채취수역 공극수의 환경인자 비교표

조사수역	조사시기	중금속농도(PPb)					영양염농도(uM)		
		Cu	Zn	Ni	Fe	Mn	암모니아	인산염	규산염
해사채취수역공극수	1997.10	0.79	6.06	0.598			0.49	0.55	9.12
	1997.12	1.44	19.3	0.64			0.11	0.77	14.89
	1998.5	1.01	13.2	-	1.05	6.24			
	1998.9	0.77	5.5	-	3.38	6.04			
비채취수역공극수	1997.10	0.39	3.12	0.44			0.71	0.58	14.13
	1997.12	0.63	3.2	0.43			4.73	0.52	12.59
	1998.5	1.35	15.9	-	2.14	7.46			
	1998.9	0.46	4.12	-	1.35	5.64			

자료: 한국골재협회 인천지회(1999).

해사채취수역 공극수와 비채취수역 공극수의 환경 인자를 비교한 결과 중금속 중 구리와 아연은 해사채취수역이 다소 높았으나 그 외 중금속은 큰 차이를 보이지 않았고 암모니아는 오히려 비채취수역이 높은 분포를 보여 전체적으로 두 해역 공극수의 상태를 비교하기 어려웠다(<표 4-2> 참조).

3) 해사채취가 플랑크톤 생태에 미치는 영향

(1) 해사채취수역의 식물 플랑크톤 생태에 미치는 영향

경기만 내 해사채취수역에서 조사된 식물 플랑크톤은 연평균 598,500cells/l의 현존량 분포를 보이고 있어 인천 연안의 연평균 현존량 140만cells/l에 비하여 낮은 농도를 보이고 있다. 이는 해사채취수역이 인천연안 수역에 비해 덜 부영양화되어 정상적인 춘계 대 증식 외에는 높은 현존량을 보이지 않기 때문이다. 이와 같이 경기만 내 해사채취수역의 식물 플랑크톤 분포는 인천연안에서 비교적 멀리 떨어져 있고 외해수와 활발한 교환으로 식물 플랑크톤의 종조성이나 현존량 분포 등에 있어서 외해수의 영향을 많이 받는 정상적인 연안군집의 특징을 보여준다.

해사채취수역의 식물 플랑크톤 군집의 생물 다양성 분포는 평균 1.428의 분포를 보여 연안 수역의 평균 1.267 보다 다소 높게 나타나고 있어 연안수역보다 안정된 군집구조를 보여주고 소수종에 의한 우점률이 연안수역보다 낮게 나타나 전반적으로 오염에 영향을 적게 받는 비교적 안정된 연안군집의 특성을 보여준다. 해사채취수역을 대상으로 해사채취가 집중적으로 이루어지는 해사채취 집중수역과 해

사채취가 행해지는 일반 해사채취수역, 현재 해사채취를 하지 않는 비채취수역으로 구분하여 식물 플랑크톤의 분포와 군집을 비교한 결과, 해사채취가 집중적으로 이루어진 곳의 현존량은 계절평균 337,300cells/l, 일반해사채취수역은 평균 361,847cells/l, 비채취수역은 평균 681,492cells/l 를 보여 비채취수역이 다소 높게 나타났다. 이는 비채취수역에서 하계에 대증식이 일어난 결과로, 해사채취 집중수역에서는 이와 같은 대증식이 미약한 결과이다. 다른 계절에는 해사채취 집중수역이나 비채취수역에서 유의성 있는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 하계에 해사채취 집중수역에서의 미약한 대증식은 해사채취수역이 다소 높은 부유물질 분포로 표층 광의 소광계수가 증가하여 식물 플랑크톤의 생산에 부정적인 영향을 주었거나 해사채취수역이 연안에서 멀리 떨어져 있어 영양염 공급이 충분치 못한데 기인될 것일 수 있으나 어떤 요인에 의한 것인지 현재로서는 알기 어렵다.

계절별 다양성 지수 분포를 보면 동계에 비채취수역에서 평균 2.158을 보여 해사채취수역의 1.756보다 다소 높은 값을 나타내며 춘계에도 비채취수역이 1.815를 보여 해사채취수역의 1.722보다 다소 높은 값을 보인다. 그러나 하계에는 해사채취수역이 1.611로 비채취수역의 1.324보다 다소 높았고, 추계에도 다소 높게 나타났다.

해사채취 집중수역의 계절평균 1.66, 해사채취수역 1.63, 비채취수역의 계절 평균 1.63을 보여 식물 플랑크톤 군집의 다양성 지수 분포가 해사채취에 의한 영향보다는 계절적인 수역 특성에 의해 결정되는 것으로 보이며, 인근 수역 내에서 거의 유사한 군집 특성을 갖는 것으로 보인다.

해사채취 전후의 식물 플랑크톤 현존량과 식물 플랑크톤 군집의 다양성 변화는 <그림 4-2>에서 보는 바와 같이 해사채취 직후 퇴적층의 교란으로 해저에서 유입되는 저서규조류의 재부유 현상으로 인접 수층에 식물플랑크톤 현존량이 다소 증가 하는 경향을 보이고 있다. 그러나 주위 해수와 바로 희석되어 이러한 현상이 오랫동안 유지되지는 못하고 있다. 해사채취전과 후의 식물 플랑크톤 우점종 조성은 해사채취 전에 비해 해사채취 후에 일부 저서 돌말류의 출현으로 보다 다양화되었음을 보여 해사채취로 인하여 우점종의 구성에 있어 미소한 변화가 일어날 수 있음을 보여주었다. 이상과 같이 해사채취시 채취지점에서는 저서 돌말류의 증가 등 미세한 군집 변화를 보여 주었으나 해사채취 지점 200m 떨어진 수역에서는 주위 해수와의 혼합으로 큰 차이를 보이지 않아 해사채취로 인한 식물 플랑크톤 군집에 미치는 영향이 좁은 수역에 국한됨을 보였다.

해사채취시 발생하는 부유사에 의한 식물플랑크톤 성장에 미치는 영향을 실험

한 결과 부유성 규조류인 *skeletonema costatum*의 경우 일반 부유물질 농도 50mg/l에서는 3일간의 계대배양결과 일반 대조구와 비슷한 성장곡선을 보인 반면 부유물질 500mg/l 실험조건에서는 3일 후 대조구에 비해 1/3의 낮은 성장 속도를 보였다. 이는 해사채취시 발생하는 부유물질로 인하여 해사채취 지점에서는 식물 플랑크톤의 성장이 저하되나 인근희석 수역에서는 식물 플랑크톤 성장속도가 크게 영향을 받지 않는 것을 의미한다.

이러한 결과 부유물질의 중량이 10%~300% 증가할 때 일일 일차생산은 동계에는 22.7mgCm-2d-1 ~ 154.0mgCm-2d-1 정도 감소하며, 춘계에는 20.2mgCm-2d-1 ~ 210.1mgCm-2d-1, 하계에는 110.7mgCm-2d-1 ~ 1212.0mgCm-2d-1 추계에는 20.4mgCm-2d-1 ~ 167.1mgCm-2d-1 정도로 감소하는 것으로 예측되었다).

해사채취시 발생하는 공극수의 영양염 유출은 유광대에서 식물플랑크톤 성장을 증가시킬 수 있으나 동시에 발생하는 부유물질은 유광대의 깊이를 감소시켜 일차 생산력의 감소를 야기시킬 수 있다. 특히 동계와 같이 북서 계절풍이 발달하여 해수의 수직 혼합이 활발한 구역에서는 해수의 부유물질의 농도가 증가하게 된다. 2001년 동계조사에서 부유물질의 농도가 76.3mg/l에 이르러 높은 소광계수로 인한 유광대 깊이의 감소는 낮은 일차 생산력을 유발하였다.

해사채취시 방출된 부유물질은 위와 같이 계절에 따라 식물 플랑크톤의 일차 생산에 거리와 규모에 따라 영향을 주는 정도가 다르게 나타나므로 해사채취작업 시에는 부유물질의 확산을 막을 수 있는 조치가 필요할 것으로 사료된다.

(2) 해사채취수역의 동물 플랑크톤 생태에 미치는 영향

기존의 조사에서 해사채취수역의 동물 플랑크톤 분포양상은 해사채취집중수역, 일반해사채취수역, 비채취수역 사이에서 수역에 따라 종조성 및 현존량이 차이를 보이지 않고, 일반적인 외해수의 영향수역과 연안수 영향 정도에 따라 군집 조성이 차이가 있음을 보였다. 이는 조사 수역에서 수행되는 해사채취가 동물 플랑크톤 군집의 공간 분포에 큰 영향을 미치지 않음을 의미한다. 그러나 해사채취로 인한 동물 플랑크톤 군집의 변화를 파악하기 위하여 비채취수역에서 시범채취를 통하여 거기에 반응하는 동물 플랑크톤 군집의 변화를 조사한 결과 시범채취전에는 동물 플랑크톤 군집사이에 큰 차이를 보이지 않았으나, 시범채취 후 채집된 군집 사이에는 다소 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 해사채취수역과 조류 방향을 고려해 설정된 정점들 사이에서 출현한 동물 플랑크톤 종조성을 비교해 보면

해사채취수역에서 다소 요각류의 종조성이 감소되는 것으로 나타났다. 이는 직접 해사채취를 하는 지점은 소규모 생태계 교란이 발생할 가능성이 있음을 의미하나 그 교란 범위는 매우 국지적임을 의미한다. 동물 플랑크톤의 개체수 분포는 해사채취가 빈번하게 일어나는 수역에 비해 생태계 교란이 덜한 수역에서 유생 분류군의 개체수가 5배 이상 많이 출현한 반면에 요각류 개체수는 1/2 정도로 적게 출현하였다. 이러한 출현 양상은 생태계교란이 덜한 수역이 저서동물 및 대형 갑각류의 산란 및 성장에 유리함을 보여주는 것이다.

해사채취 전후에 조사된 동물 플랑크톤 개체수 분포는 거의 유사한 양상을 보이고 있으나 군집구조에 있어서는 상당한 차이를 보였다. 해사채취 후 야광충은 전날에 비해 약 6배의 증가를 보였으나 모악동물 *Sagitta crassa*는 65% 감소, 요각류의 경우는 54%의 감소가 일어났다. 이러한 동물플랑크톤 군집 구조의 변동은 해사채취로 인하여 일시적으로 일어난 것으로 보이나 그 변화는 희석작용에 의해 오래 지속되지는 않는다. 그러나 해사채취가 광역적·지속적으로 일어날 경우 저서 동물의 유생이나, 요각류 등에 이상을 일으켜 동물 플랑크톤 군집 구조 전체에 영향을 줄 것으로 예상된다.

(3) 부유사 농도에 따른 동물 플랑크톤의 생물 검정 결과

해사채취시 발생하는 부유사로 인하여 동물 플랑크톤의 생리 생태에 미치는 영향을 알아보기 위하여 경기만 동물 플랑크톤 군집에서 가장 우점하는 *Acartia hongi*의 사망률과 난생산물의 변화를 부유사 농도에 따라 실험한 결과를 보면 <그림 4-3>에서 보듯이 24시간 노출 후 측정된 사망률 측정결과를 보면 부유사 농도 5,000mg/l까지는 *Acartia hongi*의 사망률 변화가 거의 없으며 이 농도 이상으로 급격히 높였을 때 다소 증가하는 양상을 보였다. 난생산물의 변화는 사망률 변화에 비해 다소 낮은 농도부터 반응을 보였는데 1,000mg/l 이상의 부유사 농도에 노출되었을 때부터 난생산물이 감소되기 시작하였다.

경기만 해사채취 해역의 일반적인 부유사 농도 분포는 최대 500mg/l 정도로 나타나기 때문에 해사채취로 인한 *Acartia hongi*의 사망이나 난생산 감소를 일으키는 직접적인 영향은 주지 않은 것으로 보인다. 다만 해사채취가 직접 일어나는 지점이나 다수의 선박이 집중적으로 해사를 채취할 경우 기상상태와 어울려 1,000mg/l 이상의 부유사 농도가 발생할 수 있다. 이런 때는 요각류의 난생산력이 영향을 받을 것으로 예상된다. *Acartia hongi* 외에 해사채취수역에 서식하는 일부 동물을

플랑크톤의 경우 부유사에 예민하거나 크기가 아주 작은 종들은 해사채취수역의 부유사 농도에 영향을 받을 수 있다. 그러나 현재까지는 이에 관련된 조사가 이루어진 바가 없어, 해사채취로 인한 동물 플랑크톤 군집에의 영향 정도를 단정 짓기는 어려운 상태이다.

부유 물질에 의한 소형 섬모충류 *Rimostrombidium orientale*의 성장률은 0.34 ~ 0.72d⁻¹로 변화하였으며 부유물질의 농도가 높을수록 *R. orientale*의 성장률은 감소하였다. 부유물질이 첨가 될수록 *R. orientale*의 평균 성장률은 1.2 ~ 1.3배 감소하였고 150mg/l의 높은 부유물질 상태 하에서는 크게 감소하였다. 그러나 유종 섬모충류 *Tintinopsis angustior*는 부유물질이 증가됨에 따라 성장률이 증가하는 경향을 보여 부유물질농도 250mg/l까지 1.6 ~ 2.1배로 성장률이 증가하였다. 이와 같이 소형 동물 플랑크톤의 경우는 종에 따라 부유물질의 양에 따른 반응이 상반되게 나타났으나 일반적으로 해역에 빈섬모충이 많이 출현하는 것으로 보아 높은 부유물질 농도에서는 빈모섬모충류와 요각류 종류가 일부 영향을 받는 것으로 보인다.

4) 해사채취가 저서 생물 생태에 미치는 영향

해양에 있어서 해사채취는 해저에 퇴적된 모래를 채취하는 행위로 1차적으로 해저퇴적물의 물리적 제거로 여기에 서식하는 저서 생물의 서식처를 완전히 제거하는 서식처 파괴이자 치명적인 손실이며, 2차적으로 채취과정에서 일어나는 부유퇴적물의 증가를 통하여 표영생태계 및 저서생태계에 영향을 미친다. 이러한 이유로 미국이나 영국 등 선진국에서는 해사채취나 준설이 해양생태계에 미치는 영향에 대하여 많은 연구를 하고 있다. 이러한 연구 결과의 대부분은 해저 퇴적물의 채취나 준설을 표에서 보듯이 저서 생물의 종 수, 개체수, 그리고 생물량의 감소로 나타난다. 그러나 채취 후나 준설 후 원래 군집으로의 회복 속도는 여러 가지 요인들 중에서도 채취되는 지역과 주변 지역에 서식하는 생물 군집의 유형, 서식 저서 생물 군집이 퇴적물 교란이나 탁도 부하에 얼마나 적응하고 있는지의 정도에 따라 다르게 나타난다. 대체적으로 초기에 재정착이 빨리 나타나는 경우는 번식과 성장률이 빠른 이동성 기회종 생물 군집이 출현하여 빠른 정착을 하는 경우이다. 이와는 반대로 수명이 길고 상대적으로 성장이 느린 k-선택 종은 유생의 가입과 성장이 느리고 성체의 안정과 조성에 많은 시간을 요하므로 복원될 때까지 수년이 걸린다. 환경 교란 이후의 회복 과정도 군집의 조성이나 개체군 밀도 및 생물량 등이

이전의 상태 또는 대조구 지역과 유사한 생물 군집으로 천이 하여야 인정된다. 이러한 회복에는 지역에 따라 최소 3주에서 최장 12년 정도가 걸리는 것으로 보고되고 있으며, 이러한 저서생물 군집의 회복은 퇴적상에 따라 매우 다르게 나타난다. 사질이나 역질의 경우는 2~4년이 걸리나 펄이나 점토질로 되어 있는 지역에서는 6개월~1년 정도 걸리는 것으로 보고되고 있다. 일반적으로 사질이나 역질의 생물 군집은 파도나 해류 등의 교란 정도와 관련하여 성장이 느린 k-선택 종들이 더 많이 분포하여 자연적 환경교란에 의해 과도기를 거치며 모래채취나 준설후 2~3년 내에 회복하는 패턴을 보인다.

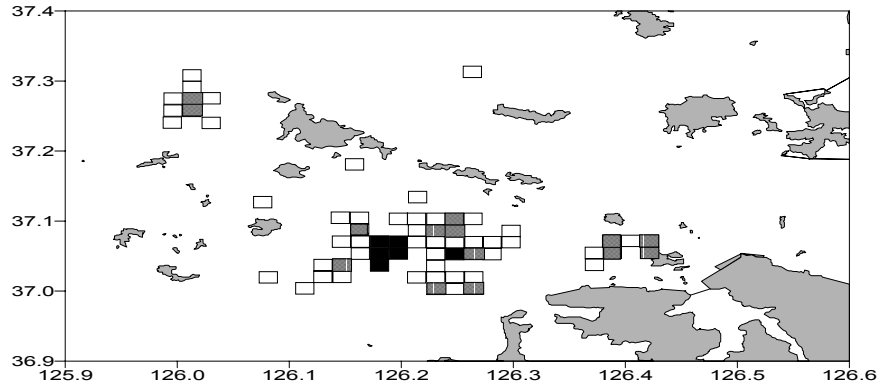
경기만 내 시범 해사채취 구역에서 행한 사질 서식 저서 생물 군집도 시범사업 시행 후 대조구와 처리구에서 관찰된 생물학적 변수와 SEP 그리고 특징 종의 밀도 변화로 판단하여 100일~130일 뒤에 동일한 경향을 갖는 것으로 나타나 회복 시기를 130일 정도로 추정하였으나 제 요인을 고려하여 회복시기를 100일 정도로 추정하는 것이 바람직하다고 하였다.

지금까지 경기만에서 해사채취가 집중적으로 이루어진 대이작도 승봉도 앞 해역의 저서 동물 군집은 다양한 조사 결과 다른 해역의 정점들과 비교하여 커다란 차이를 나타내지 않고 있어 해사채취가 직접적으로 일어나는 곳은 서식처 훼손이 크나 그 주변 지역은 다른 모래해역과 비교하여 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 해사채취 주변수역이 전반적으로 모래로 이루어져 생물상이 빈약한 것에 기인되거나 빠른 조류작용에 의해 생물들의 이동 및 정착이 빨리 이루어져 주변 해저 지역이 유사한 군집으로 확산 되는 것에 기인되는 것으로 보인다. 1997년~1998년에 조사된 해사채취 해역과 그 주변 해역의 해저 퇴적물은 저질의 안정도가 낮은 사질 혹은 역질환경으로 이루어져 있어 이러한 곳에 저서 동물의 서식 밀도가 전반적으로 낮게 나타나 일반적인 해양환경 특성과 부합되는 것으로 보고되었다.

해사채취에 의한 저서생물에의 영향은 모래에 서식하는 저서 동물 군집만이 아니라 얕은 해저 모래에 서식하는 잘피군락에도 영향을 줄 수 있다. 잘피 군락은 수심이 비교적 얕고 해저가 모래질로 이루어진 비교적 광투과가 잘 이루어지는 곳에 서식하는 현화식물로 높은 생산력과 어류 및 저서 생물의 서식처로 양호한 조건을 제공해 연안 생태계에서 중요한 인자이다. 승봉도, 대이작도, 덕적도 앞 해역은 이러한 조건을 두루 갖추어 아직도 수중에 잘피군락이 발견되곤 한다. 이 잘피 군락은 빛에 예민하여 부유물질의 증가에 의한 광조건의 약화가 일어날 경우 바로 소멸해 버리는 특징을 갖고 있어, 이러한 잘피군락 인근에서 해사채취가 일

어날 경우 해사채취에 따른 부유물질 증가로 광투과가 감소되어 잘피군락이 소실 될 가능성이 있다.

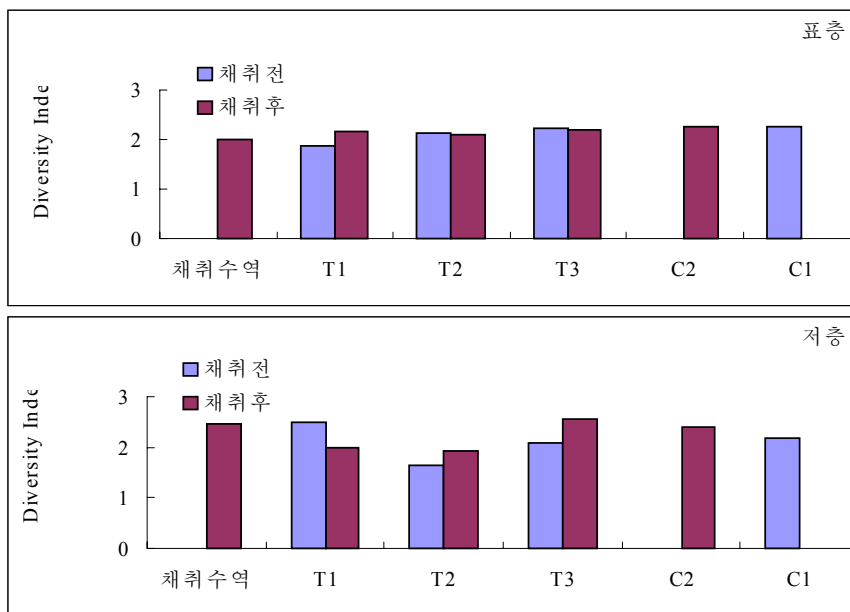
<그림 4-1> 1998-2000년 해사채취수역 및 해사채취 현황



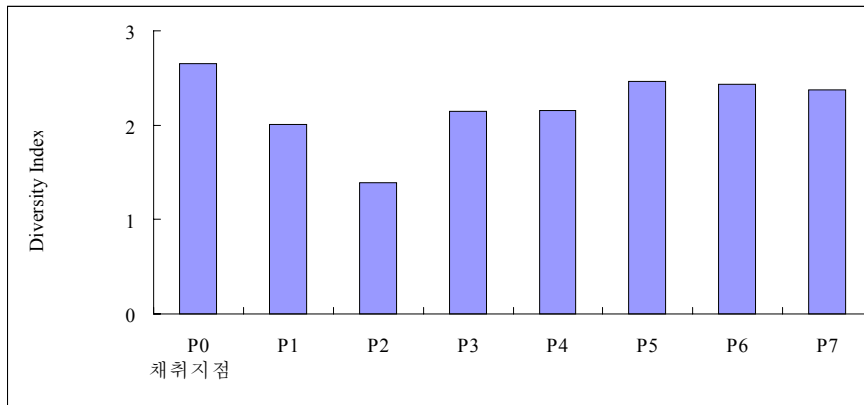
자료 : 한국골재협회 인천지회(2002).

<그림 4-2> 해사채취 시범 해역과 Plume에서의 식물플랑크톤 다양성지수

(A)



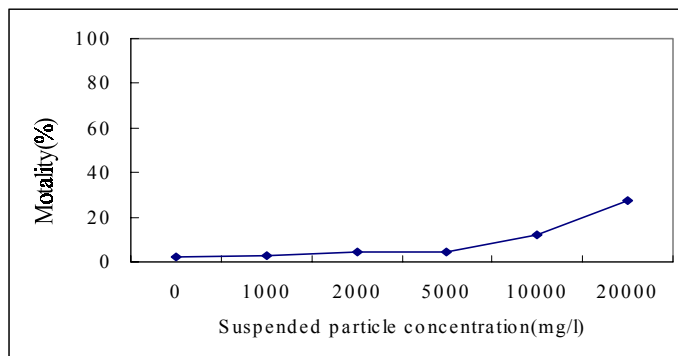
(B)



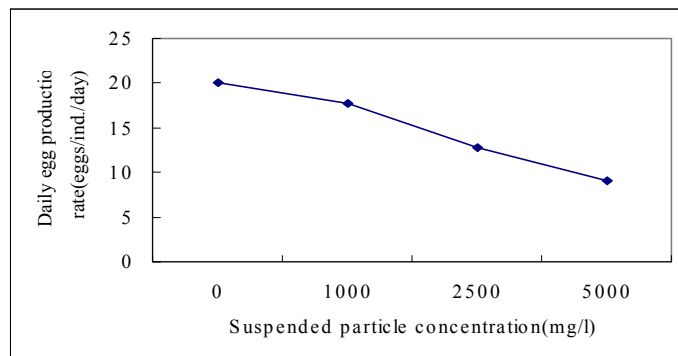
자료: 한국골재협회 인천지회(2002).

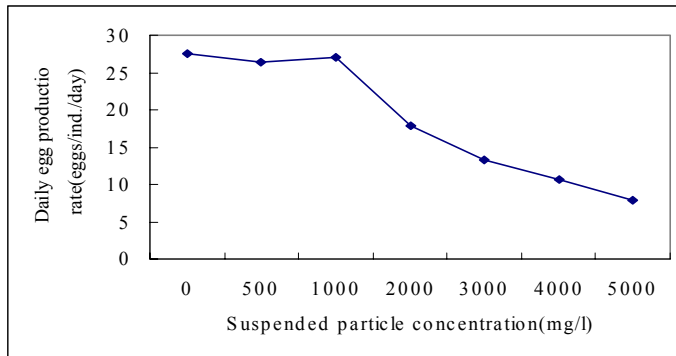
<그림 4-3> 부유사 농도에 따른 요각류 *Acartia hongii*의 사망률(A)과 일일 산란율 변화(B)

(A)



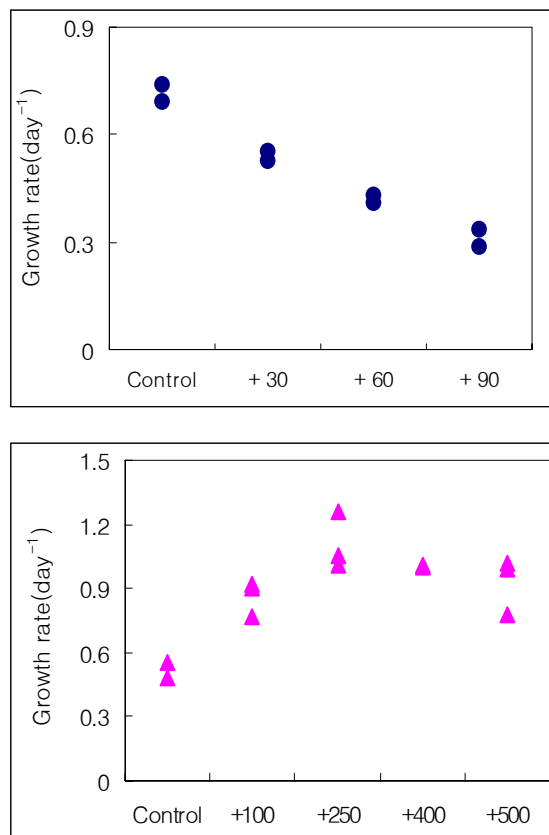
(B)

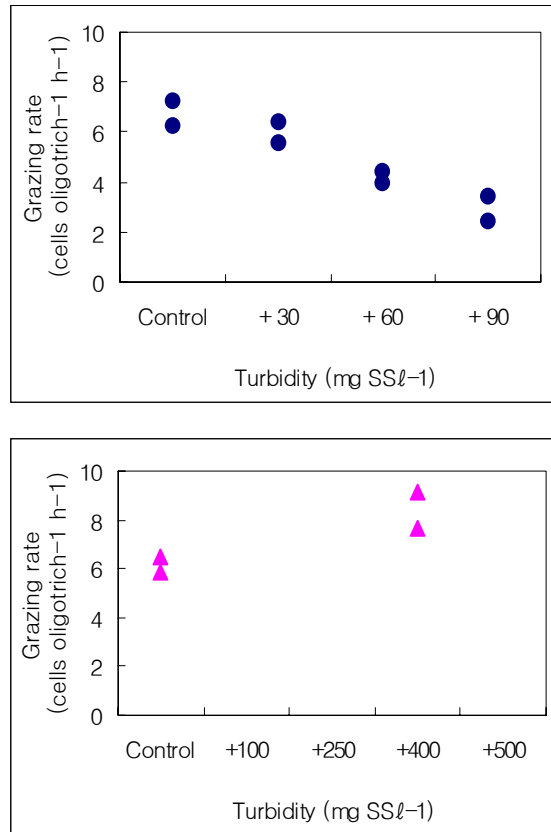




자료 : 한국골재협회 인천지회(2002).

<그림 4-4> 부유물질 농도에 따른 섬모충류의 growth rate와 grazing rate





자료 : 한국골재협회 인천지회(2002).

주 : ● : Rimostrombidium orientale, 대조구 농도: 9.5mg S.S l-1.

▲ : Tintinnopsis angustior, 대조구 농도: 13.5mg S.S l-1.

2. 해사채취가 수산자원에 미치는 영향 분석¹⁵⁾

1) 경기만 해역의 수산 현황

경기만은 50여개의 크고 작은 섬들과 육지로 둘러싸여 지형적으로 매우 복잡한 양상을 나타내는 곳이다. 경기만의 해저지형은 남-북 또는 남서-북동방향으로 흐르는 강한 왕복성 조류의 작용으로 섬 주위를 이루는 수로를 따라 깊은 골이 형성

¹⁵⁾ 본 2절은 인하대학교 한경남 교수가 집필함.

되는 해자(Moat)현상이 빈번히 나타나고 사구(Sand ridge)와 사퇴(Sand bar)가 발달하며 연안을 따라 조간대가 형성되는 것이 특징이다. 사퇴는 파랑의 영향이 약하고 조차가 큰 경기만 북부해역의 장봉, 용유도 서측과 남부해역의 덕적도 및 굴업도 남서쪽에서 잘 발달된 지형을 보이고, 조간대는 주로 강화도 남단에서 인천 연안을 따라 나타나며 내만 곳곳에 넓은 사퇴가 수로 좌우로 분포하고 있다. 또한 경기만은 북서쪽의 석모수로와 염화수로를 통해 한강, 임진강, 예성강의 담수 유입과 황해로부터 공급되는 해수에 의해 혼염성 기수역의 성격을 띠며, 영양염류가 풍부하여 생물생산력이 높고 수심이 낮아 각종 수산 어·패류의 산란장과 어린 자치어의 보육장(nursery ground)으로서의 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 강에서 산란하고 바다에서 성장하는 황복이나, 바다에서 산란하고 민물에서 성장하는 뱀장어류와 같은 왕복성 회유어종의 이동경로로서의 기능도 갖추고 있다. 이와 같은 경기만의 지형적 특성과 물리, 화학적 특성 때문에 수산생물의 서식환경이 다양하고 또한 각 계절별로 어획되는 수산물이 풍부하여 옛부터 수산업이 성행한 지역이었다.

경기만에 서식·분포하는 수산생물의 전체 종수를 파악하기에는 어려운 점이 있지만 과거부터 현재에 이르기까지 이 해역내에서 어획 및 수확되는 수산물은 어류, 패류, 해조류, 갑각류, 연체동물을 포함하여 총 60여종에 달하는 것으로 나타났으나, 이것은 상업적으로 유용한 수산자원생물의 경우이고, 경제적 가치가 낮은 수산생물을 포함한다면 200여종이 넘을 것으로 사료된다(<표 4-3> 참조).

<표 4-3>

경기만 해역에서 어획되는 종류별 주요 수산물

구분	총계	어류	갑각류	패류	연체동물	기타수산동물	해조류
어획물 (종류)	65	36	7	12	5	2	3

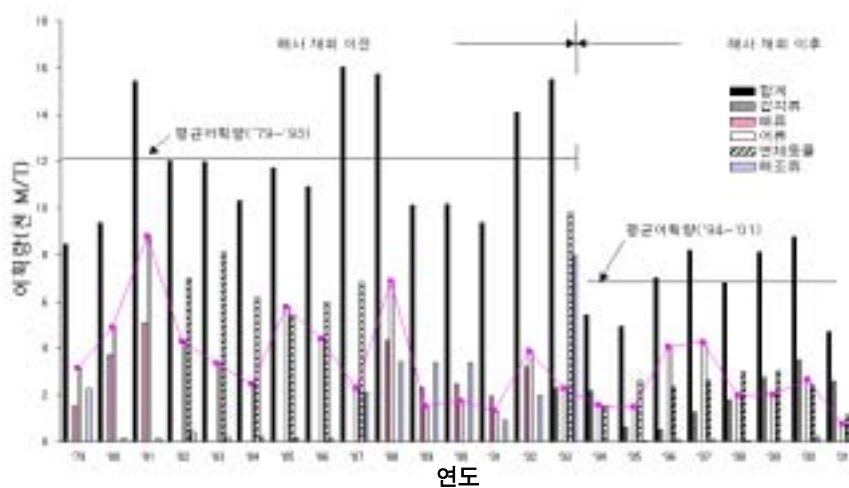
자료 : 해양수산부, 「어업생산통계」, 2002.

2) 해사채취 주변해역의 과거 수산자원 변동량

경기만의 해사채취가 수산자원 조성 및 생산량에 미치는 영향을 파악하기 위하여 해사채취가 발생하고 있는 웅진군의 지난 1979년부터 2001년까지의 22년간의 연도별 수산자원 변동량(웅진군 어업통계자료)을 조사하였다(<그림 4-5> 참조).

<그림 4-5>에 나타난 바와 같이 웅진군 전체의 수산자원 생산량은 일부 연도('87~'88년, '91~'92년)에서 예년에 비해 높은 어획량을 올린 실적도 있으나, 전반적으로 볼 때 1980년 이후 지속적으로 감소하는 추세를 나타내고 있으며, 1990년에 들어 그 감소량은 두드러지게 나타났다. 특히 해사채취가 발생하기 이전 연도('79~'93)의 웅진군 전체의 수산자원 연 평균 생산량은 12,000M/T 내외 이었으나, 해사채취가 발생한 이후('94~'01) 7,500M/T로 해사채취 이전 생산량의 약 38%정도가 감소하고 있음을 나타내었다. 또한 <그림 4-5>에 의하면, 웅진군에서 어획되는 주요 수산자원은 어류>연체동물>패류>갑각류>해조류 순으로 나타났으나, 어류어업 통계자료 이외에 다른 수산자원의 어업 통계치는 연도별로 세분화되어 있지 않아 연속적인 변동량을 파악하기에는 다소 어려운 점이 있다.

<그림 4-5> 연도별 웅진군 전체 수산자원의 어획생산량 변동(1979-2001년)

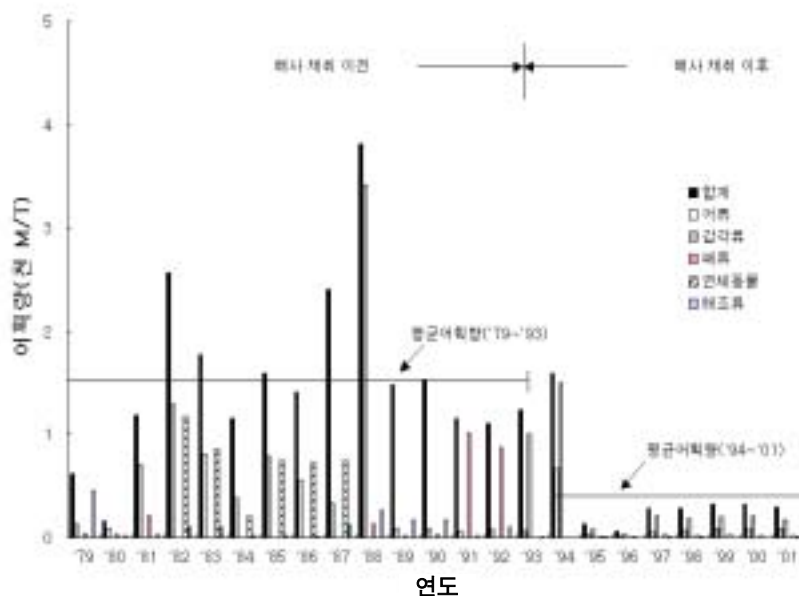


자료 : 한국골재협회 인천지회, 2002.

한국골재협회의 행정구역별 해사채취실적 자료에 의하면, 1993년부터 2001년까지의 경기만과 아산만에서의 총 해사채취량은 약 1억 8천만 m^3 에 달하며, 이 중 경기만의 덕적도 북서부해역과 대이작도 남서부(하벌천퇴 남서부)해역에서 전체의 75%인 1억 3,500만 m^3 의 해사를 채취한 것으로 조사되었다. 덕적도 북서부해역은 행정구역상 웅진군 덕적면에 편입되어 있으며 그 주변해역에는 덕적도를 포함하

여 문갑도, 선갑도, 굴업도, 백야도, 소야도 등이 있고, 대이작도 남서부해역은 자월면에 위치하며 그 주변에는 자월도, 대이작도, 소이작도, 승봉도 등이 있다. 따라서 이 두 해역의 해사채취 전후 시기의 수산자원의 어획생산을 조사하면 해사채취가 수산자원에 미치는 영향을 평가할 수 있을 것으로 사료된다. <그림 4-6>과 <그림 4-7>에 나타난 수산물별 생산량은 덕적면과 자월면 주변해역에서 어획된 수산물의 연도별 총량이다. <그림 4-6>에 나타난 바와 같이 덕적도 주변해역의 수산자원 어획량의 연 변화는 <그림 4-5>의 웅진군 전체 수산자원 어획생산량의 연 변화와 비교할 때 전체적으로 유사한 추세를 보이고 있으나, 해사채취가 집중적으로 발생하고 있는 1994년 이후의 수산자원의 어획생산량 변동은 웅진군 전체 수산자원 변동량과는 다소 차이를 보였다. 이 해역에서의 해사채취 이전까지의 연 평균 수산자원 총 어획량은 1,545M/T이었으나, 해사채취 이후 412M/T으로 해사채취 이전 생산량의 약 74% 정도가 감소한 것으로 나타났다.

<그림 4-6> 연도별 덕적도 주변해역 수산자원의 어획생산량 변동(1979-2001년)

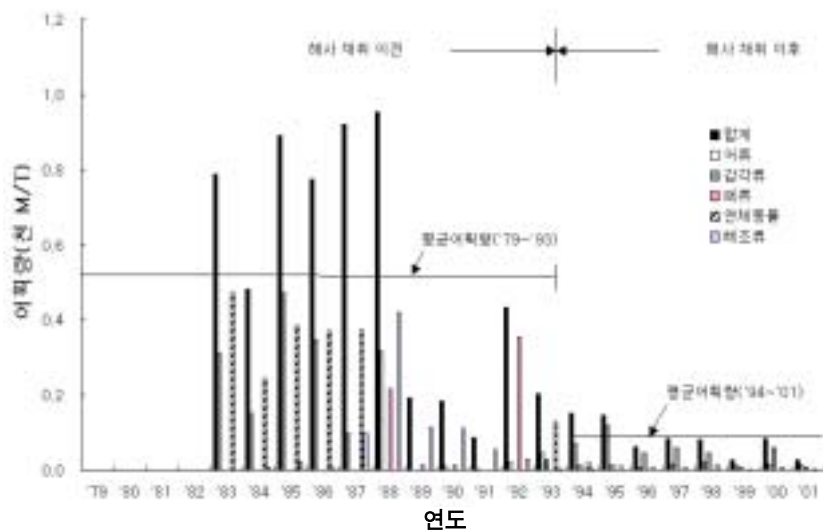


자료 : 한국골재협회 인천지회, 2002.

자월도 주변해역에서 어획되는 수산자원의 어획량 연변동을 <그림 4-7>에 나타

내었다. 자월도 주변해역의 수산자원 역시 1980년 이후 지속적으로 감소하고 있으며 해사채취 이후의 수산자원 변동은 덕적도 주변해역에서 나타난 것과 같이 변동 폭이 두드러지게 나타났다. 해사채취 이전까지의 연 평균 수산자원 총 어획량은 538M/T 이었으나 해사채취 이후 82M/T으로 해사채취 이전 어획생산량의 약 85% 정도가 감소한 것으로 조사되었고 덕적도 주변해역보다 수산자원 어획생산량이 저조한 것으로 나타났다.

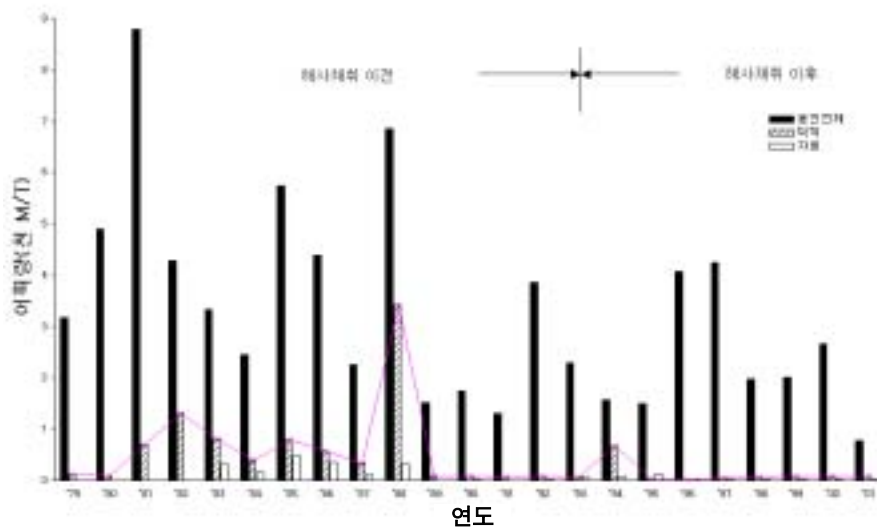
<그림 4-7> 연도별 자월도 주변해역 수산자원의 어획생산량 변동(1979-2001년)



자료 : 한국골재협회 인천지회, 2002.

한편, 해사채취 행위가 수산자원량 조성에 영향을 미치는 지에 대한 여부를 파악하기 위해 1979년부터 2001년까지 연속적인 어획통계자료가 있는 어획생산량 자료를 바탕으로 해사채취 주변해역의 어류 생산량과 비채취해역(덕적, 자월도 주변 어류생산량 제외) 어류 어획생산량간의 변화양상을 비교·분석하였다(<그림 4-8> 참조). <그림 4-8>에 나타난 바와 같이 비채취해역과 해사채취해역의 어류 어획생산량은 연도별로 심한 변동 양상을 보이고 있으며 1980년대 이후부터 지속적으로 감소하는 경향을 나타내고 있다. 특히 해사채취해역의 어획생산량 변동은 1990년대 전후를 기점으로 이러한 현상이 더욱 두드러지게 나타났다. 한편 1994년

<그림 4-8> 해사채취 해역(덕적, 자월)과 비채취해역간의 어획량 비(1979~2001년)



자료 : 한국골재협회 인천지회, 2002.

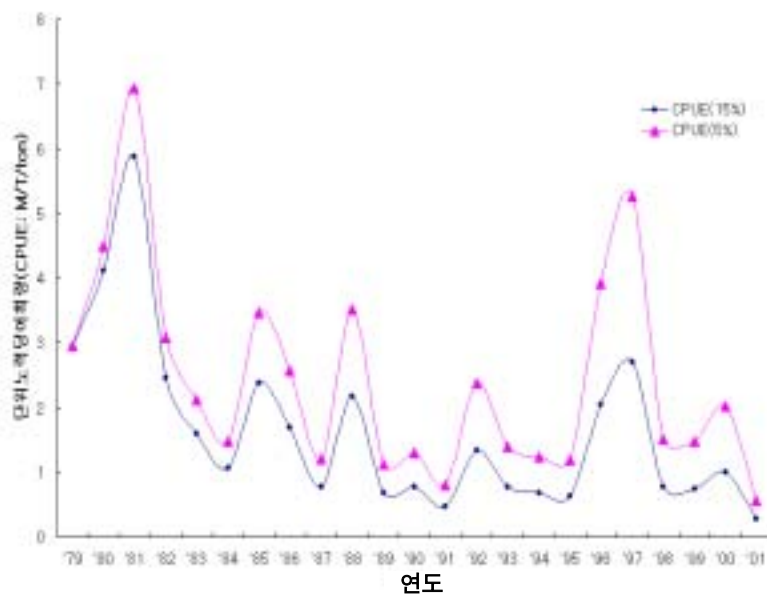
을 기준으로 비채취해역의 이전 어류 어획생산량은 평균 어획량 4,117M/T에서 2,383M/T으로 약 42% 정도 감소한 것으로 나타났고, 해사채취해역인 덕적도 주변 해역은 해사채취 이전에 724M/T에서 118M/T으로 약 83% 감소를 보이며, 자월도 주변해역의 경우 142M/T에서 32M/T으로 약 73% 정도의 감소를 보여 해사채취해역의 어류자원 어획생산량이 더욱 큰 폭으로 감소하고 있음을 나타내었다.

이상의 결과로 볼 때, 해사채취가 발생한 1994년을 기점으로 특히 해사채취 해역의 수산자원 어획생산량 감소는 틀림없는 사실이나 어획생산량 감소가 해사채취로 인하여 영향을 받았는지에 대한 논란의 여지는 다소 남아있다. 다시 말해 웅진군 수산어획생산량의 연도별 감소추세는 남획에 의한 일반적인 추세인지 아니면 해사채취가 웅진군 전체 수산어획생산량의 감소를 유발하였는지에 대한 과학적인 분석이 필요하다. 따라서 필자는 1979년부터 2001년까지 22년간의 웅진군 전체 어류의 개체군에 대한 자원변동량을 조사하기 위하여 연도별 어류 어획량 및 어획 노력량을 조사하였다. 어류 어획량은 웅진군 어업통계 자료와 웅진수협 어획자료로부터 구하였다. 어획노력량은 자망, 선망, 저인망 및 부망 어선들의 총 톤수(ton)를 사용하였고 어획강도의 연 증가율을 5%, 10% 및 15%로 나누어 연 증가율의 차이에 따른 어획노력량을 계산하였다(<그림 4-9, 4-10> 참조).

일반적으로 1980년대 중반부터 도입되기 시작한 어군탐지기와 GPS(Global Positioning System) 등에 의해 어획강도는 급격히 증가된다는 연구들이 있어 왔으며 이러한 어획기술 발달에 의한 어획강도의 증가는 정도의 차이는 있으나 조사해역의 어류 어업에서도 마찬가지로 이루어져 왔다고 가정하였다. 본 연구에서 자원량 지수로 사용한 단위노력당 어획량(CPUE)은 총 어선 1톤당 어획량으로 정의하였으며 이것은 자원량의 밀도를 나타내는 지수로 해석할 수 있다. 어획강도의 연 증가율에 따른 1993년도 해사채취 이후의 단위노력당 어획량은 큰 변동을 보였다(<그림 4-9> 참조). <그림 4-10>은 웅진군의 어획강도 증가율을 10%로 가정하여 추정된 CPUE의 연변동을 나타낸 것이다. <그림 4-10>에 나타난 바와 같이 CPUE는 1981년에 최고치를 기록한 이후 1984년까지 급격히 감소하였다. 1984년부터 1989년까지는 CPUE가 3,000M/T 내외에서 변동하였으나, 이 이후로 1995년까지 1,500M/T 내외의 낮은 수준에 머물렀다. 1996~1997년에는 백령도와 대청도에서 까나리와 멸치 어획량의 급격한 증가로 CPUE가 일시적인 증가를 보이나 1998년 이후부터 다시 급격히 감소하는 추세를 보였다.

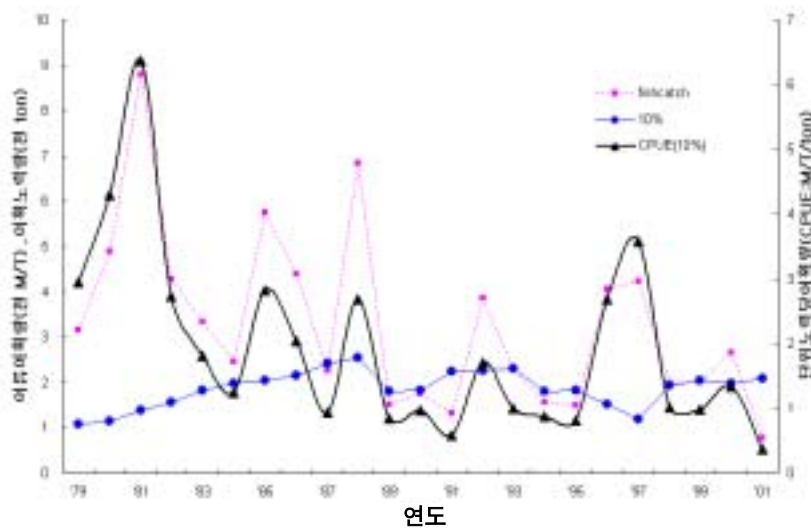
<그림 4-9>

웅진군 어류자원량 변동(Ⅰ)



<그림 4-10>

웅진군 어류자원량 변동(II)



이상의 결과를 요약하면, 어류 자원량의 밀도를 나타내는 CPUE는 몇몇 어종의 어획량이 증가한 1996년과 1997년을 제외한다면 1981년 이후부터 급격히 감소하는 추세를 보이고 있다. 이것은 웅진군의 어류 개체군이 어떠한 원인(남획 또는 환경요인)으로 인해 매우 낮은 자원밀도에 머무르고 있음을 단적으로 보이는 것이라 할 수 있다. 일반적으로 남획에 의한 수산자원의 감소는 비단 웅진군에만 국한되어 있지 않고 우리 나라 전체에 걸쳐 나타나고 있는 현상이라 할 수 있으며, 그 감소패턴은 비교적 유연한 변동곡선을 보이며 점진적으로 하락하는 양상을 보인다. 그러나 웅진군의 어류자원량의 변동은 해사채취해역과 비채취해역간의 변동양상이 다르고 특히 해사채취 시점을 기준으로 해사채취해역에서의 어류자원의 급격한 감소는 남획 이외에 어류자원조성에 방해를 주는 환경변화가 있었음을 시사한다고 볼 수 있다.

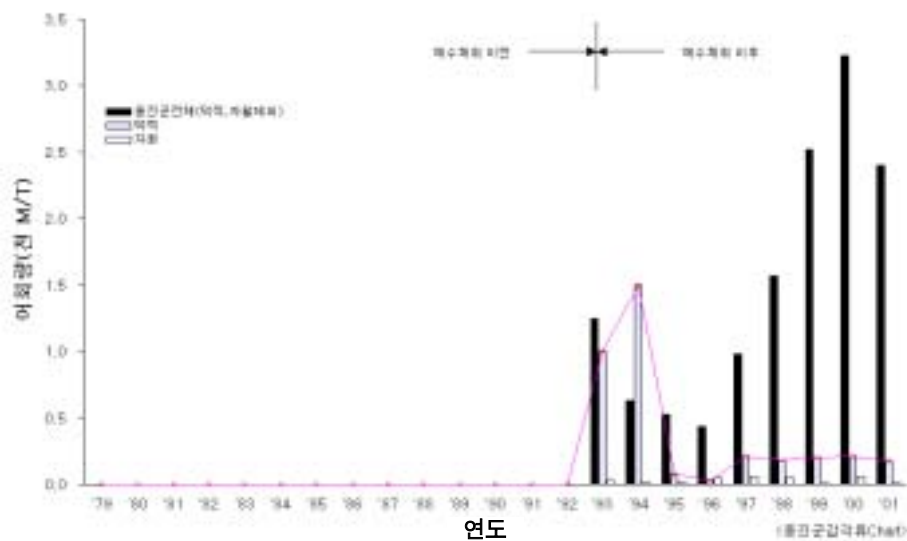
3) 해사채취로 인한 수산자원 감소량

해사채취로 인한 수산자원 감소량을 파악하기 위해 해사채취 이전과 이후의 수산자원별 생산량 변동을 조사하였고(<그림 4-11> 참조), 감소량을 <표 4-4>와 <표

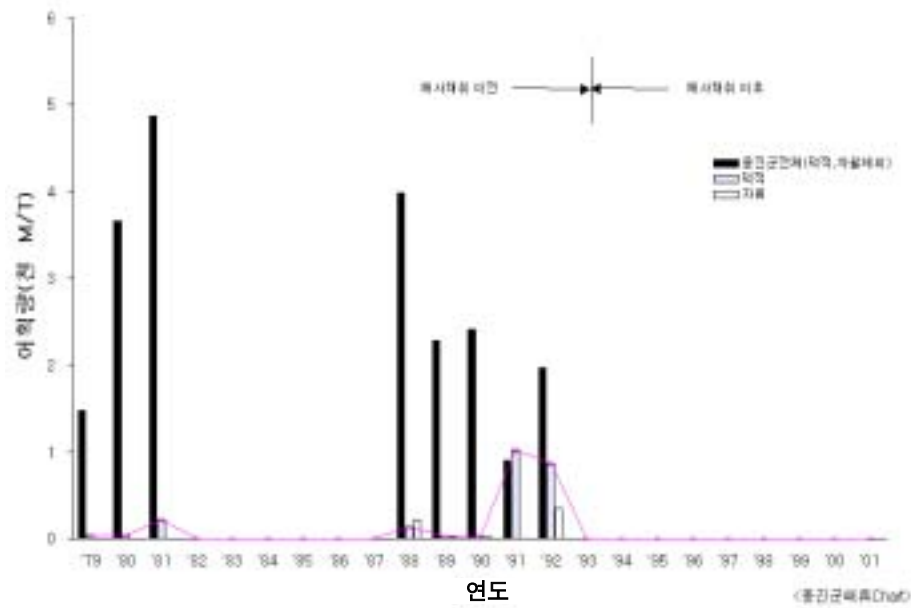
4-5>에 정리하였다. 웅진군에서 어획되는 갑각류는 상업적으로 유용한 꽃게, 대하, 중하, 젓새우 등을 들 수 있으며, 이들 자원은 이 지역 어업인들의 주요 수입원이다. 갑각류자원은 1980년대 자료가 없어 해사채취 전후의 자원변화에 대해 언급할 수 없으나, 비채취해역에서는 1990년대 중반까지 감소하다가 1996년 이후부터 현재까지 자원량이 증가하고 있는 것으로 나타났다(<그림 4-11> 참조). 그러나 해사채취 해역인 덕적도 주변해역에서는 1993 ~ 1994년에 웅진군 전체 갑각류 어획량의 80% 이상을 기록하였고 특히 1994년에는 이 해역에서 웅진군 전체 갑각류 어획생산량의 절반이 어획되었으나 1995년 이후부터 급격하게 자원량이 감소하여 현재에 이르기까지 어획생산량의 회복은 보이지 않고 있다.

웅진군에서 어획되는 패류는 굴류, 소라고둥, 전복류, 가무락, 동죽, 맛류, 바지락, 백합류, 키조개, 기타패류 등을 들 수 있다. 패류자원에 대한 어업통계자료는 1982-1987년까지의 6년간 그리고 1993년 이후부터 현재까지 웅진군 전체에 대한 자료가 없었다(<그림 4-12> 참조).

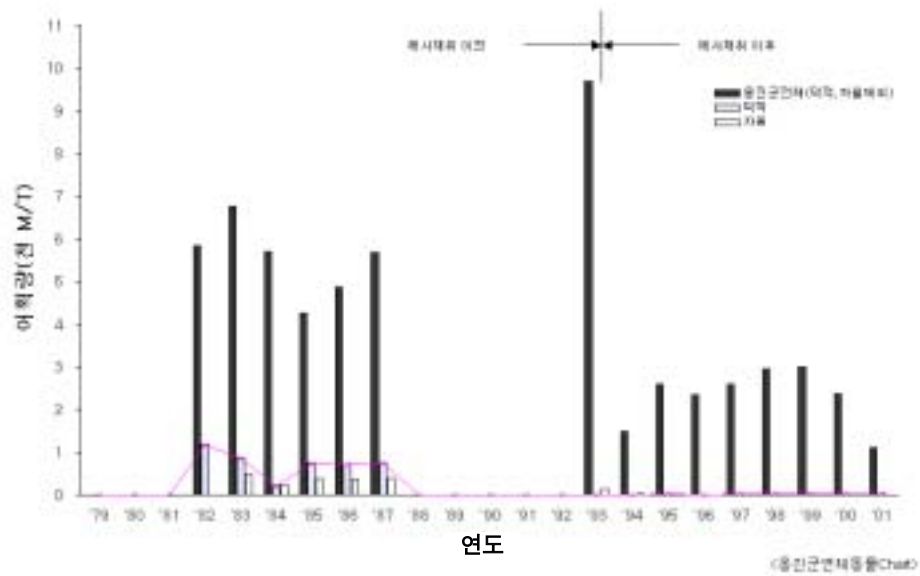
<그림 4-11> 비채취해역(덕적, 자원 제외)과 해사채취해역의 연도별 갑각류 어획생산량 비교(1979~2001년)



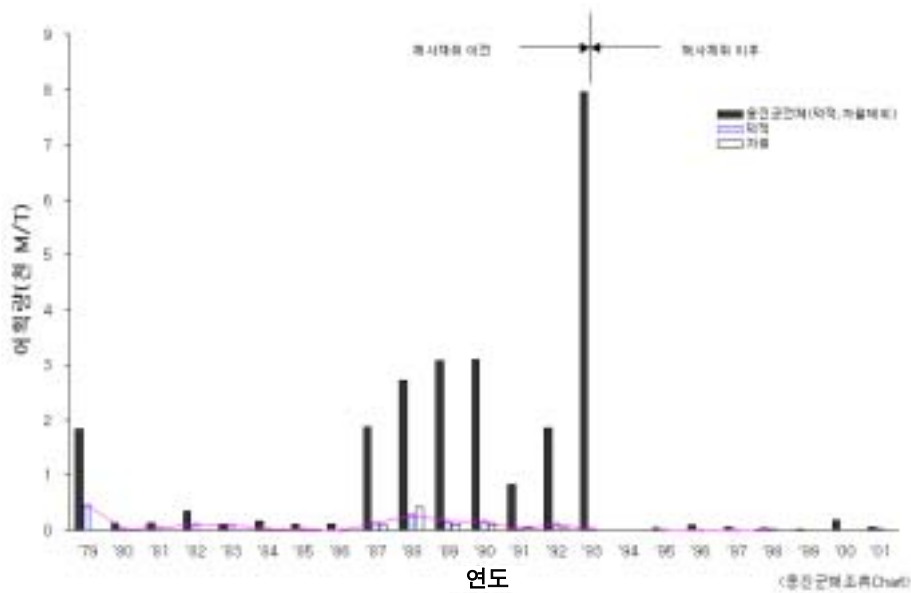
<그림 4-12> 비채취해역(덕적, 자월 제외)과 해사채취해역의 연도별 패류
어획생산량 비교(1979~2001년)



<그림 4-13> 비채취해역(덕적, 자월 제외)과 해사채취해역의 연도별 연체동물
어획생산량 비교(1979~2001년)



<그림 4-14> 비채취해역(덕적, 자원 제외)과 해사채취해역의 연도별 해조류 어획생산량 비교 (1979~2001년)



웅진군에서 어획되는 연체동물은 갑오징어류, 꼴뚜기, 낙지, 쭈꾸미, 기타 연체동물을 들 수 있다. 연체동물자원 역시 1988~1992년까지의 어획생산량 자료가 없어 어획량 변동을 파악하기에는 다소 어려움이 있으나, 현재 가지고 있는 자료로 보면 해사채취 해역을 제외한 웅진군의 1982-1987년까지 평균 어획량 5,000M/T 수준이었던 것이 1994년에서 현재까지 2,000M/T 수준으로 40% 정도 감소한 것으로 나타났다(<그림 4-13> 참조). 그러나 해사채취해역인 덕적도 주변해역의 경우, 1980년대에 평균 어획량 640M/T에서 1990년대에 18.8M/T으로 97%의 감소량을 보였고, 자원도 주변해역의 경우 1980년대 평균 어획량 329M/T에서 1990년대에 9.7M/T으로 97.1% 정도 감소량을 나타냈다(<표 4-4, 4-5> 참조).

웅진군에서 수확되는 해조류는 김, 파래, 우무가사리, 다시마 등이다. 해조류 어획생산량은 1993년에 8,000M/T의 수확을 기록한 후 현재에 이르기까지 거의 생산량이 없는 것으로 조사되었다(<그림 4-14, 표 4-5> 참조).

<표 4-4> 해사채취 이전(1979~1993)과 해사채취 이후(1994~2001)의 덕적도 주변해역에 수산물별 평균어획생산량과 감소율

구분	해사채취 이전(A) 평균생산량	해사채취 이후(B) 평균생산량	A-B (M/T)	감소율(%)
어류	593	136	457	77.0
갑각류	-	324	-324	-
패류	293	-	293	-
연체동물	640	18.8	621.2	97.0
해조류	108	8.2	99.8	92.4

자료 : 웅진군 어업통계통계(1979~2001).

<표 4-5> 해사채취 이전(1979~1993)과 해사채취 이후(1994~2001)의 자월도 주변해역에 수산물별 평균어획생산량과 감소율

구분	해사채취 이전(A) 평균생산량	해사채취 이후(B) 평균생산량	A-B (M/T)	감소율(%)
어류	538	82.4	455.6	84.7
갑각류	-	31.7	-31.7	-
패류	150	-	150	-
연체동물	329	9.7	319.3	97.1
해조류	86.2	1.5	84.7	98.3

자료 : 웅진군 어업통계통계(1979~2001).

4) 해사채취가 어업에 미치는 영향

(1) 수산생물분포에 미치는 영향

해사채취가 주변해역에 분포하고 있는 수산생물에 어느 정도 영향을 미치는 지 알아보기 위해 해사채취가 발생하고 있는 덕적도와 자월도 주변해역에서 다음과 같은 조사를 실시하였다. ① 2001년 1월부터 2002년 4월까지 총 9회에 걸쳐 월별 조사를 실시하였다. ② 2001년 9월에 승봉도와 상공경도 사이에 시범 사업해역을 설정하여 해사채취를 시범적으로 시도함으로써 해사채취 전·후의 생물상의 변화를 알아보았다. ③ 과거 해사채취해역과 조사 당시(2001) 해사채취해역간의 생물상을 비교, 검토하였다.

① 항목에 대한 조사결과, 조사기간 동안 출현한 유용수산생물은 총 40종, 588개체, 9,500.9gWWt이었다. 계절별 총 출현종 수는 2001년 동계(2월)에 9종, 춘계(4

월)에 12종, 하계(8월)에 13종, 추계(10월)에 12종, 2002년 동계(1월)에는 유용수산생물이 출현하지 않았으며, 춘계(4월)에 9종 채집되었다. 분류군별 출현 종수를 살펴보면, 어류는 0~9종, 연체동물은 0~2, 절지동물은 0~3종, 그리고 극피동물은 0~2종이 출현하였으며, 극피동물을 제외한 다른 분류군은 동계에서 가장 적은 종수를 보이고 있고 수온이 증가함에 따라 종수가 증가하는 경향을 나타냈다. 또한, 계절별 총 개체수는 0~216개체가 나타났으며, 분류군별 개체수는 어류가 0~165개체, 연체동물이 0~22개체, 절지동물이 0~29개체, 그리고 극피동물은 0~14개체로 출현종수와 마찬가지로 수온에 기인하여 증감하는 경향을 보였다.

위의 결과에서 보면, 동계보다 춘계에 출현한 유용수산생물이 전반적으로 크게 증가하는 경향을 보이며, 하계에 가장 많은 종수와 개체수를 나타내어 경기만에서 보여지는 전형적인 수온에 기인한 유용수산생물의 출현을 나타냈다. 단, 극피동물의 경우에는 동계에서 높은 생체량을 나타내고 있다.

종다양성 지수를 계절별로 비교하여 보면, 동계에는 덕적도 남쪽 부근 정점 2에서 1.24로 가장 높은 값을 나타냈으며, 춘계에는 선갑도 남쪽 부근 정점 3에서 1.97로 높은 값을 나타냈고, 하계와 추계는 두 계절 모두 덕적도 남쪽 부근 정점 2와 자월도 부근 정점 1에서 1.63으로 가장 높은 값을 나타냈다.

본 조사가 시행된 해역은 모래준설(해사채취) 사업이 이루어지고 있는 해역으로서, 특히 정점 4의 경우는 수년간 해사채취를 집중적으로 하는 곳으로 이번 조사에서는 유용수산생물의 피해는 치명적이지는 않았으나, 향후 이러한 곳에서 채취가 지속적으로 이루어질 때에는 해양환경 변화를 초래할 수 있다. 이러한 환경변화는 웅덩이의 생성으로 조류의 흐름이 나빠져 저 산소환경이 발생할 수 있으며, 지반의 변화로 인한 서식지 파괴와 산란장 유실이 나타날 수 있으며, 경기만으로 회유하는 종일 경우에는 회유경로의 이탈에 따른 수산어업의 피해를 유발한다. 또한, 해저면을 교란시켜 해저면에 서식하는 저서생물에 직접적인 영향을 미치며, 연·근해에 서식하는 대부분의 수산생물은 해저면을 서식 근거지로 이용하여 해저에 서식하는 저서동물을 주요 먹이 공급원으로 이용하기 때문에 직·간접적인 영향을 받을 것으로 사료된다.

② 항목에 대한 조사결과, 해사채취 전에 채집된 유영생물은 총 16종, 109개체, 2,370.3gWWt이었고, 이를 분류군별로 보게되면, 어류는 11종, 66개체, 806.8gWWt이었고, 연체동물은 2종, 19개체, 92.9gWWt, 절지동물은 3종, 24개체, 1,470.6gWWt이었다. 출현종수를 보면 총 16종 중 어류는 11종으로 전체의 68.8%로 가장 우점

한 분류군으로 조사되었고, 절지동물은 18.8%, 연체동물 12.5%를 나타내고 있다. 개체수에서는 총 109개체 중 어류가 66개체(60.6%), 절지동물 24개체(22.0%), 연체동물 24개체(17.4%)로 조사되었으며, 생체량에 있어서는, 꽃게와 같은 개체당 중량이 큰 종이 포함된 절지동물이 1,470.6gWWt(62.0%), 가장 높은 값을 나타내었고, 어류 806.8gWWt(34.0%), 연체동물 92.9gWWt(3.9%)로 조사되었다. 어류에서는 동갈양태가 19개체 144.6gWWt로 가장 많은 개체수와 생체량을 나타내었고, 멸치(*Engraulis japonicus*), 고등어(*Scomber japonicus*), 병어(*Pampus argenteus*), 돌가자미(*Kareius bicoloratus*) 등은 각 1개체씩 출현하였다.

해사채취 후에 채집된 유영생물은 총 6종, 42개체, 775.4gWWt로 조사되었다. 이를 각 분류군 별로 보게되면, 어류는 3종, 16개체, 90gWWt, 연체동물 1종, 15개체, 75gWWt, 절지동물 2종, 11개체, 610.7gWWt로 조사되었다. 출현종수를 보게 되면 어류가 50.0%로 가장 우점한 분류군으로 조사되었으며, 절지동물은 33.3%, 연체동물은 16.7%로 조사되었다. 출현 개체수에 있어서 어류는 38.1%, 연체동물 35.7%, 절지동물이 26.2%로 조사되었으며, 생체량에 있어서는 절지동물이 78.7%, 어류 11.6%, 연체동물 9.7%로 조사되었다.

해사채취 전·후의 유용 수산생물상을 비교하여 보면, 어류는 11종에서 3종으로 감소하였으며, 연체동물은 2종에서 1종, 절지동물은 3종에서 2종으로 나타나 전체적으로 출현하는 종이 감소하는 경향을 보였다. 또한 출현 개체수에 있어서도, 어류가 66개체에서 16개체, 연체동물 19개체에서 15개체, 절지동물은 24개체에서 11개체로 감소하였으며 생체량의 경우에도 어류는 806.8gWWt에서 90gWWt로, 연체동물은 92.9gWWt에서 75gWWt, 그리고 절지동물의 경우는 1,470.6gWWt에서 610.7gWWt로 급격한 감소를 나타내었다.

종 다양성지수는 해사채취 전 2.20에서 해사채취 후 1.30의 값을 나타냈는데, 이러한 종 다양성지수의 차이는 해사채취 전에는 총 109개체로 많은 출현을 한 반면에 작업 후에는 42개체로 급격히 감소한 개체수에 의하여 큰 차이를 보이는 것으로 사료된다.

해사채취 후에 어류 및 수산생물의 출현종 및 개체수가 감소하는 이러한 원인은 일차적으로 해사채취로 인한 지반의 변화가 이 해역에서 거주 및 분포하는 어류생물군의 변화를 부추기는 요인으로 생각할 수 있으며 해사채취작업이 이루어지면서 발생되어지는 부유사로 인한 물의 탁도와 소음, 그 외에 수반되는 여러 가지 환경영향에 의해서 다른 지역으로 이동하였을 것으로 추정된다.

③ 항목에 대한 조사결과, 조사기간 동안 총 출현량을 보면 덕적도 남쪽 부근 정점 2는 26종, 222개체, 2,790.9gWWt이었고, 장안퇴 북쪽 정점 4는 6종, 22개체, 528.6gWWt로 덕적도 남쪽 부근 정점이 확연히 높은 출현량을 보였다. 계절에 따른 출현 종수에서는 정점 2에서 4~9종 출현하였고, 정점 4에서는 1~2종만이 출현하였다; 개체수에서는 정점 2에서 12~99개체, 정점 4에서는 1~45개체로, 생체량에서는 정점 2에서 46.2~415.7gWWt, 정점 4에서는 3.9~384.8gWWt로 나타나 계절에 따른 출현량 또한 정점 2에서 높게 나타났다. 또한 계절변화에 의한 출현량의 변화도 정점 2에서는 확연히 보여지는데 비하여 정점 4에서는 그 정도가 미약하였다. 또한 정점 2와 4의 종 다양성지수를 비교하여 보면 정점 2에서는 1.24~1.94로 나타났고, 정점 4에서는 0.00~0.63범위로 낮은 값을 보이는데 총 9회 조사에서 종다양성지수가 0.00으로 나타난 경우가 5번 나타났다.

한편 해사채취로 인하여 환경이 변화하였다고 추정되는 덕적도 남쪽 부근 정점 2를 선정하여 1998년 자료와 비교하여 해사채취를 하지 않았을 경우에 그 지역의 유용수산생물의 변화를 살펴 보았다. 단, 1998년 조사의 경우에는 동계, 춘계, 하계의 3계절 조사를 하였기 때문에 본 조사 결과에서도 동계(1월), 춘계(5월), 하계(8월)의 조사 결과만을 가지고 비교하였다. 해사채취가 이루어지고 있던 1998년에는 출현종수 17종, 52개체, 생체량 560.0gWWt이었고, 이 후 3년 동안 이 지역에서 해사채취를 하지 않았던 2001년에는 출현종수 17종, 157개체, 1,317.0gWWt로 출현종수의 차이는 없었으나 개체수와 생체량은 증가하였다. 이를 계절별로 보면 어류의 경우 동계에는 차이를 보이지 않으나, 춘계의 경우 종수에서는 1종에서 5종, 개체수는 1개체에서 34개체로 증가하는 것으로 나타났고, 하계에는 종수에서 2배, 개체수에서 25배 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 해사채취로 인하여 인위적인 서식처 파괴에 따라 덕적도 남쪽 부근에 서식하는 어류가 일시적으로 도피나 다른 곳으로 이동하였다가 시간이 흐름에 따라 본래의 서식지로 돌아오는 것으로 보여진다.

(2) 어란 및 자치어에 미치는 영향

해사채취가 어란 및 자치어 분포에 어느 정도 영향을 미치는 지 알아보기 위해 해사채취가 진행되고 있는 주변해역과 과거 해사채취해역간의 난, 자치어 분포를 비교, 검토하였다.¹⁶⁾

16) 여기서 언급하는 조사정점 위치는 경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구(한국골재협회 인천지회, 2002) 최종보고서에 표시되어 있다.

두 해역간에 출현하는 어란 및 자치어의 출현종수 및 개체수는 현재 해사채취가 한창 진행 중인 해역에 비해 과거 채취해역에서 전반적으로 높게 출현하고 있는 것으로 나타났으나 그 차이는 계절에 따라 약간 다른 양상을 보이고 있다. 다시 말해 4월부터 10월 사이에는 자월도 부근해역에서 출현어종과 개체수가 훨씬 많이 출현하나 10월 이후부터 익년 2월 사이에는 모래준설이 이루어지는 채취해역에 다소 많은 출현을 보였다. 특히 이 시기에 출현한 흰배도라치는 냉수성이고 저질이 모래인 지역을 서식지로 선호하는 어종으로서 산란은 수심이 깊은 덕적도 외해지역의 모래지역에서 이루어지나 부화한 자치어는 해류를 따라 연안으로 이동하여 일정시기동안 섭이활동을 하고 그 후에 본래의 서식지로 이동하여 생활하는 어류이다. 따라서 초겨울 모래지역에 이 종이 많이 출현하는 것은 이 종의 생태적 특징을 반영한 것으로 생각할 수 있다.

한편, 4월부터 10월 사이에는 자월도 부근 정점 1, 2가 정점 9보다 난·자치어의 출현이 훨씬 많았는데 이것은 해사채취 행위가 있을 후 일정시간이 지난 뒤에 수·저질환경 뿐만 아니라 해양생태계가 복원되어 상대적으로 난·자치어 생물상이 풍부하다는 심증은 가지만(특히 해사채취 해역에 자치어의 출현이 전무하다는 조사결과를 근거하여) 과학적인 결론을 내릴 수 없을 것으로 생각된다. 이러한 근거의 하나는 이 시기에 출현한 난·자치어의 대부분은 경기만 연안지역이나 섬 주변에 출현하는 대표적인 어종들이기 때문에 두 지역간의 출현종 및 개체수의 차이는 지형적인 조건에 의해 출현분포가 결정된다고 사료된다.

5) 어류생태에 미치는 영향

해양수산부 어업생산통계에 의하면 인천 앞바다에서 어획 및 판매되는 어류 47종, 갑각류 11종, 패류 13종, 연체동물 7종, 해조류 2종 그리고 기타 수산동물 3종에 대해 1998년에서 2003년까지의 어업생산량 현황을 파악하였다. 대부분의 어종은 한국, 중국, 일본의 연안 각 해역에 분포하는 온대성 수산동물로서 연중 대륙붕 범위내의 모래 또는 사니질의 해저에 서식하고 봄철에는 연안의 천해역으로 이동하여 산란이나 섭이를 하며, 수온이 내려가는 가을철에는 수심이 깊은 해역으로 월동을 위해 이동하는 생활사를 가지고 있다. 이들 어종의 식성은 종류에 따라 다소 차이가 있으나 대체적으로 다모류, 이매패류, 단각류, 등각류, 어린 치어 등을 주식으로 한다. 웅진군 해역에서는 매년 5~6월경에 성숙한 이러한 어종들을 채집

할 수 있고, 7~9월경까지 어획 가능하다. 또한, 이 종류들의 어린 자치어는 6~8월경에 웅진군 주변해역에서 자주 채집되고 10월경에는 채집이 어려워 자치어시기 이후에 변태과정을 걸쳐 해류를 따라 집단적으로 내만 또는 외해의 깊은 곳으로 이동(Schooling)하는 것으로 예측된다.

이들 종류는 생태학적 지위에 따라 ① 모래지역 생활형 ② 모래지역에서 산란 또는 초기 자치어(유생)단계 생활형 ③ 모래지역으로의 월동형으로 구분하여 볼 수 있으며, 발육단계나 특정 목적을 위해 회유를 할 경우에는 3개 영역을 공유하며 서식한다. 웅진군에 어획되는 수산동물 중 ①에 해당하는 종류는 가자미류, 복어류, 조피볼락, 서대류, 양태, 꽃게, 대하 등을 들 수 있고, 전 생활사를 모래지역을 중심으로 생활한다고 할 수 있다. ②에 해당하는 종류는 농어, 멸치, 까나리 등이다. 이 종류는 웅진군 외해 수심 30~40m 모래지역에서 산란이 이루어지고 있는 것으로 예측된다. 부화된 자치어는 해류를 따라 섬주변이나 인천 연안으로 이동하여 2~3개월간 성장한 후 외해로 나간다. ③에 해당하는 종류는 밴댕이, 전어, 병어, 젓새우 등을 들 수 있다. 이 종류는 봄철(3~5월경)에 외해쪽에 출현하는데 이 시기에는 생식소가 미숙된 상태이며 2~3개월간 섭이활동을 통해 영양을 보충한 후, 6~8월경에 강화도 주변 하구역으로 이동하여 산란을 한다. 부화한 자치어는 하구역에서 10월경까지 체류한 후 동수로를 걸쳐 외해로 월동회유를 하는 것으로 예측되나 정확한 회유경로는 알려져 있지 않다.

이상과 같이 웅진군 해역의 모래지역은 주요 수산동물의 서식장소로서의 역할과 특정 목적을 위해 일시적인 체류 또는 이동경로로서의 기능을 갖춘 수산학상 매우 중요한 지역임을 알 수 있을 것이다. 따라서 이러한 해역이 해사채취와 같은 행위에 의해 그 기능이 상실되고 파손된다면 이동력이 있는 수산동물은 안정된 다른 해역으로 이주할 것이고 이동력이 없거나 떨어지는 수산동물(패류, 해조류)은 멸종하여 복원되기까지는 수십년이 걸릴 수 있다. 이러한 견해는 앞서 지정한 해사채취해역의 수산물 생산량 변동을 보아도 알 수 있듯이 그 해역이 가지고 있는 생태학적 기능이 파괴되었기 때문에 급격한 생산량 감소를 수반한 결과라고 생각된다. 따라서 해사채취해역의 기능회복을 위한 체계적인 통합환경관리 기반 구축기술이 필요하며 수산생물 전반에 대한 생태환경 복원 및 관리기술이 절실히 요구된다고 할 수 있다.

3. 해안 및 해저지형 변화 분석¹⁷⁾

1) 우리나라 해역의 사퇴 기원과 발달

해양에서 나타나는 기존 사퇴의 기원에 대한 이론은 두 가지로 요약된다. 첫째, 수심이 낮은 해역에서 사질퇴적물의 이동에 의한 형성, 둘째, 해침(해수면이 상승하여 해수면이 육지쪽으로 진입하는 현상)에 의해 연안에 연결되어 있던 사주(barrier)가 육지로부터 떨어져 나와 해류에 의한 침식으로 형성되는 것으로 알려져 있다.

한반도 서부 대륙붕(<그림 4-15> 참조)에 발달한 사퇴의 특징은 ① 사퇴의 발달 방향이 대체로 조류방향과 일치하고 있고, ② 사퇴의 수직구조는 상부와 하부층으로 구분되며, ③ 퇴적층 상부에만 사질퇴적물이 퇴적되어 있으며, 그 하부는 조간대 퇴적층으로서 니질(펄질)이 발달하고 있다. C14연대측정 자료에 의하면 사퇴의 상부를 구성하는 모래층은 약 B.P. 5,000~6,000년경 본 해역이 해침을 받은 후, 강한 왕복성 조류에 의하여 주변의 古河成 사질퇴적물이 재동되어 생성되기 시작한 것으로 사료된다.

일반적으로 사퇴 정상부의 퇴적물이 측사면보다 더 세립질이며, 분급도는 정상부 퇴적물이 더 양호한 경향을 보여준다. 사퇴는 북동-남서 방향으로 길게 발달하고, 길이는 약 12km, 폭은 0.5~2km이며, 이 퇴적층의 두께는 가장자리에서 15~20m 정도이며 중앙으로 갈수록 두께가 증가한다.

사퇴표층에 발달된 구조(모래파, 해저사구)는 강한 조류에너지가 해저면에 전달됨에 따라 퇴적물의 침식, 운반, 재퇴적 과정을 거쳐 형성되며, 표층구조에서 나타나는 비대칭성은 퇴적물의 이동양상을 제시해 준다.

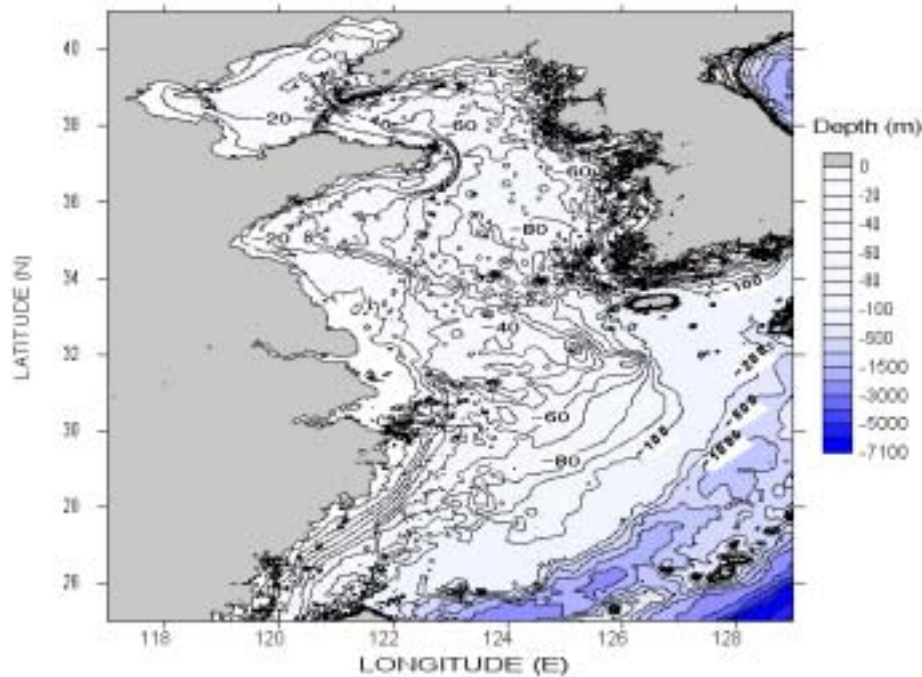
연안에서 조류에 의해 형성된 조간대 퇴적층이 해수면 상승으로 침수되고 강한 왕복성 조류에 의해 퇴적층의 침식(scour)으로 사퇴와 같은 지형을 형성하였다. 이때 재동된 세립질퇴적물은 제거되고 사질퇴적물이 등성이의 상부를 피복하였다. 해수면이 보다 상승하면서 조류의 방향에 따라 모래파와 거연흔을 형성하고 모래파와 급경사면을 따라 사질퇴적물이 사퇴의 정부로 이동되어 성숙된 사퇴를 형성하였다. 해수면이 보다 상승하여 조류의 영향이 없어짐에 따라 모래파와 거연흔이 사라지고 사질퇴적물이 골짜기(trough)로 분산되어 사퇴의 파장이 넓어지고, 높이

17) 본 3절은 한국해양연구원 김창식 박사가 집필함.

가 낮은 소멸(moribund)된 사퇴를 형성한 것으로 해석된다.

<그림 4-15>

황해의 해저지형도



주 : 복잡한 해안선과 많은 섬 그리고 조류 수로골과 수많은 해저 천퇴 등의 형상이 특징적이다.

2) 바다골재채취로 인한 퇴적환경 변화

(1) 바다골재채취 방법에 따른 부유사 발생 과정

일반적으로 trailer suction hopper dredge(트레일러 흡입식 채취선)에 의한 채취방법이 전 세계적으로 널리 사용되고 있다. TSHD에는 운항기능이 자체적으로 부착되어 있으며, 채취된 바다골재를 부두에서 하역할 수 있는 기능을 갖춘 것도 있다. 운항속도를 2~3knots로 유지하면서 넓은 지역을 움직이며 약 10~30cm의 표면 바다골재를 채취하며, 수심이 32m 정도 넘을 경우 채취펌프를 해저면의 파이프까지 내려서 사용할 수 있다. 우리나라에서는 드물게 사용되는 TSHD의 장점은 tug boat를 별도로 필요로 하지 않아 운항에 편리함이 있으며, 30,000톤 이상의 대량채취가 가능하다. 단점으로는 해저면 표면층을 넓은 범위로 교란하게 되어, 최근에는 해

저생태계 파괴에 대한 높은 우려를 낳는 방법으로 알려져 있다. 한편 우리나라에서 널리 사용되고 있는 정박식(anchored) tug barge시스템은 주로 중소형(1,000 ~ 10,000m³)채취에 사용되며, 한 곳에서 정박하여 채취를 하게 되어 해저바닥에 내려진 흡입 파이프의 유동 그리고 채취 barge의 정박 중 유동에 따른 수십 ~ 수백 미터 반경의 웅덩이가 생성된다. 이때 주변 해저면으로부터의 수심변화는 약 50cm에서 최대 10m 이상까지 일어날 수 있다. 일반적인 채취수심은 약 30m이내이지만, 흡입펌프의 재원에 따라 최근에는 최대 120m 수심에서도 채취가 가능하다.

채취준비를 위해서는 정박된 barge로부터 흡입파이프가 해저면에 내려지고, barge 전방에 위치한 dredge head가 anchor line을 따라 움직이는 barge의 전방에서 부채꼴 모양으로 좌우 움직이며 해저면의 바다골재를 흡입하여 barge로 퍼 올린다. 한 곳에 정박하여 채취하는 이 방법을 사용할 경우 채취완료 후에는 깊은 웅덩이와 같은 형태의 해저지형의 변화가 일어난다. 이 방법은 우리나라에서 널리 사용되며, 미국의 동부해안에서는 거의 사용되지 않는다. 흡입되어 올라온 해저퇴적물은 barge선에 가라앉고 넘쳐흐르는 물과 부유물질의 혼합물은 barge선 옆면을 넘쳐흘러 다시 바다로 돌아간다. 이때 흡입되어 올라오는 퇴적물의 바닷물에 대한 부피비율은 약 15 ~ 20%이다. 대체로 이 과정에서 일어나는 난류의 강도에 의해 fine silt크기(약 0.074mm) 이하의 입자는 surface plume으로 넘쳐나간다. barge선에 바다골재가 가득 채워지는 시간은 해상조건, 흡입펌프의 성능, 해저층의 상태, 그리고 퇴적물의 특성 등에 따라 변한다. 하지만 일반적으로 barge를 가득 채우는 경제적인 시간은 대략 1 ~ 2시간 정도이다.

(2) 파랑장의 변화에 미치는 영향

미국 동부 Virginia Beach의 인공양빈을 위해 3마일 밖 해상에서 수행한 약 2km×2 km 구역의 30cm 깊이의 수심변화로 인한 파랑장 변화에 대한 예측에 따르면, 파고의 변화는 미약하나 파향의 변화가 5% 이내 일어날 수 있음을 제시하였다. 수심이 비교적 얇고 파랑의 친해 변화과정이 뚜렷한 해역에서의 현상으로서, 우리나라 서해안의 빠른 조류 해역에서는 파랑장 변화는 거의 없을 것으로 예견된다. 하지만 파랑의 특성에 따라 변화하는 해저 경계층에서의 유속장 변화는 저층 퇴적환경의 변화에 결정적 요인이 된다. 즉 해사채취로 인하여 파랑장은 미약하게 변하나, 파랑장의 변화에 따른 해저 퇴적물 이동에는 매우 큰 영향이 있다.

(3) 부유현탁물 Plume

준설작업을 하는 동안 준설선 주위에는 해저 퇴적물의 교란과 바지선으로부터 흘러 넘치는 바닷물과 함께 배출되는 퇴적물에 의한 부유현탁물의 흐름이 형성된다. 바지선에서 바로 넘쳐흐르는 부유현탁물은 주변 바닷물 흐름에 직접적 영향을 받으며 이동과 확산하여 퍼져나간다. 이때 바닷물과 함께 흡입되어 올라온 해저 퇴적물 중 입자크기가 세립질 모래 이상인 것은 대부분 준설 바지에 남게 되고 이 중 약 10%(부피기준)의 퇴적물이 넘쳐흐르는 물과 함께 바다로 되돌아간다.

흘러 넘치는 물에 포함된 퇴적물의 입자 분포는 바지에 쌓은 모래에 비해 Silt와 Clay 부분이 상대적으로 높은 농도를 보인다. 흘러 넘치는 물 속에 포함된 세립질 모래(직경 0.1mm 이상)들은 곧바로 침강하여 해저바닥으로 되돌아가지만 Silt 보다 작은 입경(약 0.0625mm 이하 ; $\phi > 4$)의 퇴적물은 침강 속도와 주변 바닷물의 난류정도에 따라 수중 또는 표층에 부유한 채 이동과 확산을 하며 멀리 퍼져나간다.

대부분의 세립질 모래 이상의 크기를 갖는 퇴적물은 준설지점으로부터 약 100 ~ 200m 이내에 가라앉게 된다. 준설선의 바지선으로부터 흘러 넘치는 물에 포함된 퇴적물 입경 분포와 입경 별 무게의 누적분포는 준설지점의 퇴적물 특성과 준설방법 등에 의해 크게 달라지며, 일반적으로 수천 mg/l 의 농도를 보이는 경우도 있다. 준설로 인한 부유현탁물 흐름의 확산범위는 준설 퇴적물의 특성, 준설방법 외에 주변해수의 흐름제기, 난류강도 등에 의해 수백m에서 수십km, 수 시간으로부터 수 일간 현탁물이 바닷물 중에 떠다니게 된다.

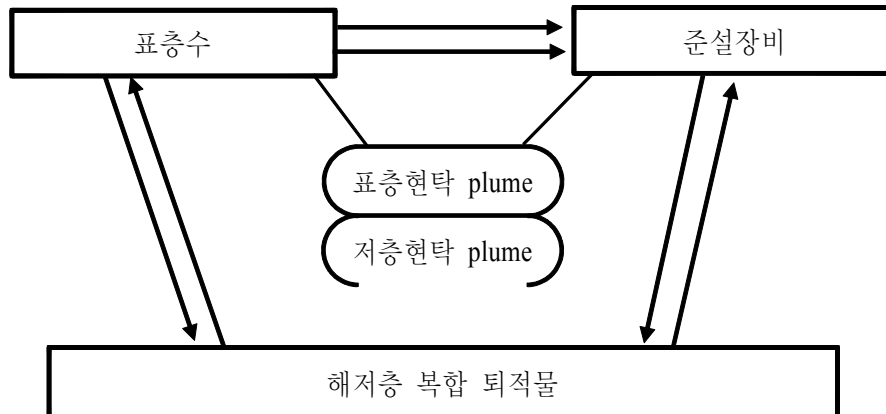
(4) 해저지형변화 및 지형회복 과정

바다골재를 채취하는 작업은 기존의 해저지형을 변화시킨다. 만약 천퇴에서 많은 양의 바다골재가 채취될 경우 천퇴의 형상이 변화될 것이다. 이 결과 해저 지형상 움푹 파진 부분이 나타나게 되고, 수심도 깊어지게 된다. 어떤 형태 또는 어떤 크기든지, 이러한 해저지형의 변화는 곧 이곳을 지나는 해류와 파랑의 전파에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 수리역학 현상의 크기와 방향 변화는 매우 silt-specific 한 특성을 지니며, 영향의 중요도는 채취작업의 규모에 달려있다. 이때 변화된 해류의 크기와 방향이 새로운 퇴적을 일으키고 퇴적에 필요한 퇴적물 공급원이 인접에 없을 경우에는 파여진 웅덩이 지형은 당분간 유지될 것이다.

인위적으로 파여진 웅덩이는 해류와 파랑의 작용에 의해 모양이 변화된다. 대체

로 외국의 관측에 의하면 웅덩이를 채우는 퇴적물은 기존의 퇴적물보다 크기가 작은 물질들로 채워진다. 또한 채취과정에서 발생하는 표층현탁물 plume과 해저층현탁물 plume으로부터 침전된 물질들은 대체로 fine silt 이하의 입자이기 때문에 상대적 입자크기는 작아진다.

<그림 4-16> 바다골재채취에 의해 발생하는 현탁물 plume과 환경 관계 모식도



3) 바다골재채취로 인한 퇴적물 이동 현장 관측

우리나라에서 해사채취에 따른 해저환경 및 생태환경의 변화에 대한 정밀한 측정과 모니터링은 2001~2002년 경기만 해사부존량 평가사업의 일환으로 이루어진 것이 유일한 경우이다. 바다골재채취로 인한 해저 환경이 교란되지 않고 비교적 해저생태계가 자연적인 구역을 설정하여, 그곳에서 바다골재채취를 시험적으로 실시한 후 각종 환경 및 생태변화를 모니터링하였다. 일반적으로 알려진 사실은 1회의 바다골재채취에 의한 환경영향은 넓은 해역의 자정능력의 규모에 비하면 매우 미미할 수 있다. 하지만 선진국의 연구추세와 같이 바다골재채취를 일정 구역에서 연간 수백~수천만 톤을 반복하여 채취할 경우 누적된 영향은 인접 해양환경 및 생태계에 뚜렷한 영향을 미칠 수 있다. 이러한 누적 영향을 파악하기 위해서는 단일 채취과정과 이로 인한 환경영향요소들에 대한 정량적 규명이 선행되어야 한다.

한국골재협회 소속의 바다골재채취선(H25)을 사용하여 2001년 9월 7일 약 13시부터 약 2시간 반 동안 anchored 채취방법에 의해 약 1,700m³의 바다골재를 채취하

였다. 채취된 바다골재의 특성은 모래성분이 99% 이상을 차지하고 중간크기의 모래(직경 0.3~0.5mm)로서, 골재자재로서 만족할 만한 사질이었다. 약 2시간 반 동안 진행된 바다골재채취 도중, 발생하는 표층 및 해저의 현탁물 plume의 거동을 이해하고 현탁물 내의 부유물 특성, 해저 생태계 특성, 해저지형 변화 그리고 해수 유동 특성 등을 측정하였다.

DGPS와 정밀 echo sounder가 결합 운용되는 시스템(Stella2000)을 활용하여 매 1초마다 위치와 수심을 정밀 측정하였고, plume의 흐름방향과 가로방향을 이동하며 CTD(OS200/Ocean Sensor)와 ADCP-WH(R&D, 500kHz)를 이용하여 수온, 염분, 탁도 그리고 해수흐름의 수직 구조를 매 1분마다 측정하였다.

바다골재가 채취되는 도중 발생하는 부유현탁물은 overflow가 일어나는 채취 barge 옆에서는 표층 및 저층에서 300~1000mg/l 의 높은 탁도를 나타내어 음파의 산란 또는 반사를 이용하는 echo sounder, ADCP 그리고 광학측정범위를 넘어선 탁도계 등의 작동이 오류를 낼 정도이다.

육안에 의한 표층 plume의 확산범위는 최대 1km×200m 범위 이내이었으며, 사질 크기 이상은 곧바로 침전되어, 낮은 구성비를 갖는 사질 미만의 부유입자의 확산 범위는 매우 한정됨을 알 수 있었다.

약 1,700m³의 바다골재채취가 완료된 후, 바다골재채취도중 주변해역에 대한 관측과 같은 방법으로 채취중앙부를 중심으로 해저지형과 각종 관측을 시행한 결과 시험채취로 인한 해저지형 변화가 관측자료에 뚜렷이 나타났다. 약 1,700m³에 해당하는 수심변화(50m×20m 영역에서 약 1~2m 수심변화)를 보이는 웅덩이가 형성되었다(<그림 4-17> 참조).

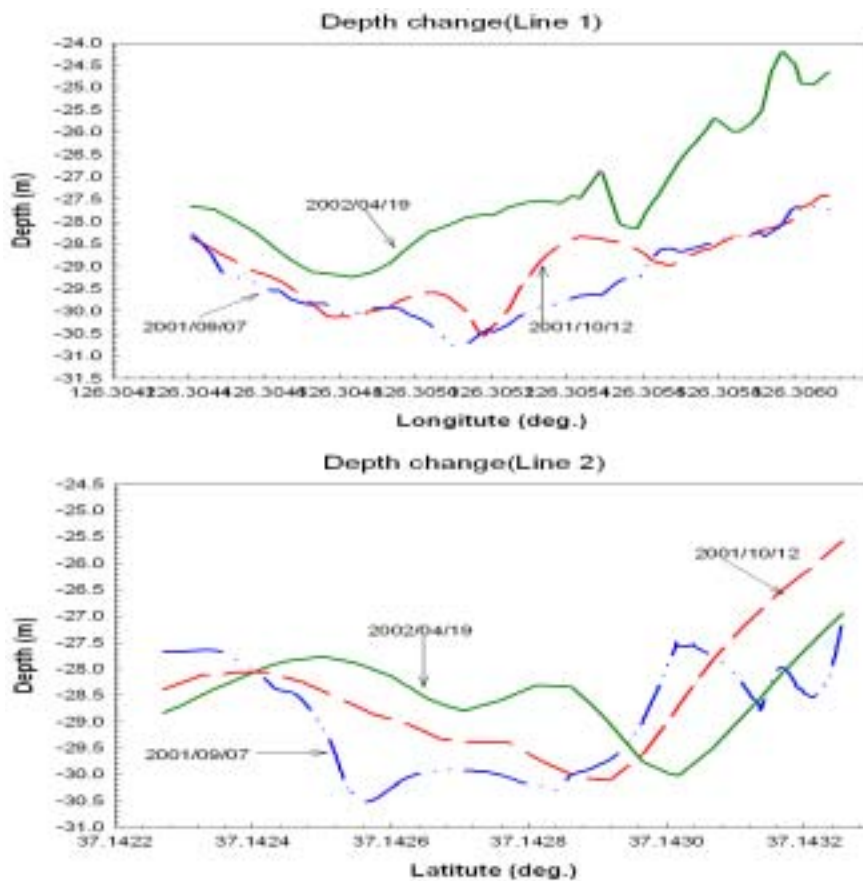
해저수심의 뚜렷한 변화에 대한 과정을 규명하기 위하여 수심과 유속측량을 2001년 9월 7일(시험 채취일), 9월 13일, 9월 24일, 10월 12일 그리고 2002년 4월 19일에 걸쳐 수행하였다. 이때 측정된 수심은 매 1초마다 DGPS에 의한 위치정보와 함께 기록되었다. 동시에 bottom-tracking mode를 이용하여 R&D사의 ADCP-WH로 해수 유속의 수직적 구조를 연속적으로 관측하였다.

측정된 수심은 측정시의 조석의 변화에 따라 절대 비교가 쉬운 편이 아니다. 시범해역에서의 최대 조석 변화는 약 9m에 이르며 최대 유속(최강 창조류)은 약 1.5m/s에 이른다. 이러한 점을 감안하여 연속적으로 관측된 수심의 절대적 변화를 파악하기 위하여 수심자료를 조위의 변화에 대해 정밀 보정을 실시하였다. 관측지점에 대한 조석자료는 국립해양조사원의 실시간 조석 정보 자료를 활용하였으며,

측정자료의 시간대별 조위를 회귀 분석하여 평균해면(MSL)으로 수심을 보정하였다.

<그림 4-17>은 조위가 보정된 평균해면과 수심분포도로서, 바다골재채취에 의한 웅덩이의 중심부(37.143N, 126.305E)의 수심 약 30m 범위가 10월 12일과 4월 19일로 지나며 점점 줄어들며 단면이 완만해지는 변화과정을 보이고 있다. 웅덩이의 가로 및 세로축에서의 수심변화가 처음 1개월간 급격히 일어나 웅덩이의 모양이 비교적 완만해지는 경향을 보인다. 2002년 4월 19일에는 웅덩이의 70% 이상이 채워진 것을 볼 수 있다. 실험적으로 채취를 수행하여 만들어진 해저 웅덩이의 시간적 변화를 분석한 결과 바다골재채취 후 약 1개월이 경과한 2001년 10월 12일 경에는 조류수로 서안에 약 0.5m의 퇴적양상을 보이고, 약 7개월이 경과한 2002년 4월 19일에는 전체 웅덩이와 수로에 약 0.5m 퇴적양상을 보였다.

<그림 4-17> 발생한 해저 웅덩이의 수심 변화도



<그림 4-17>의 분석으로부터 웅덩이의 퇴적물량 변화량은 2001년 10월 12일에 약 390m³의 퇴적량을 기록하여 퇴적률 10.98m³/day를 나타냈다. 7개월 뒤인 2002년 4월 19일에는 2460m³의 퇴적량이 추정됨으로써, 약 11.14m³/day의 평균 퇴적률로 실험 웅덩이의 원상회복이 이루어짐을 관측하였다. 그러나 이러한 퇴적과 침식의 양상은 주변 수리환경 및 퇴적물 공급량에 지배를 받는 현상으로써, 현상의 국지성을 배제할 수는 없다.

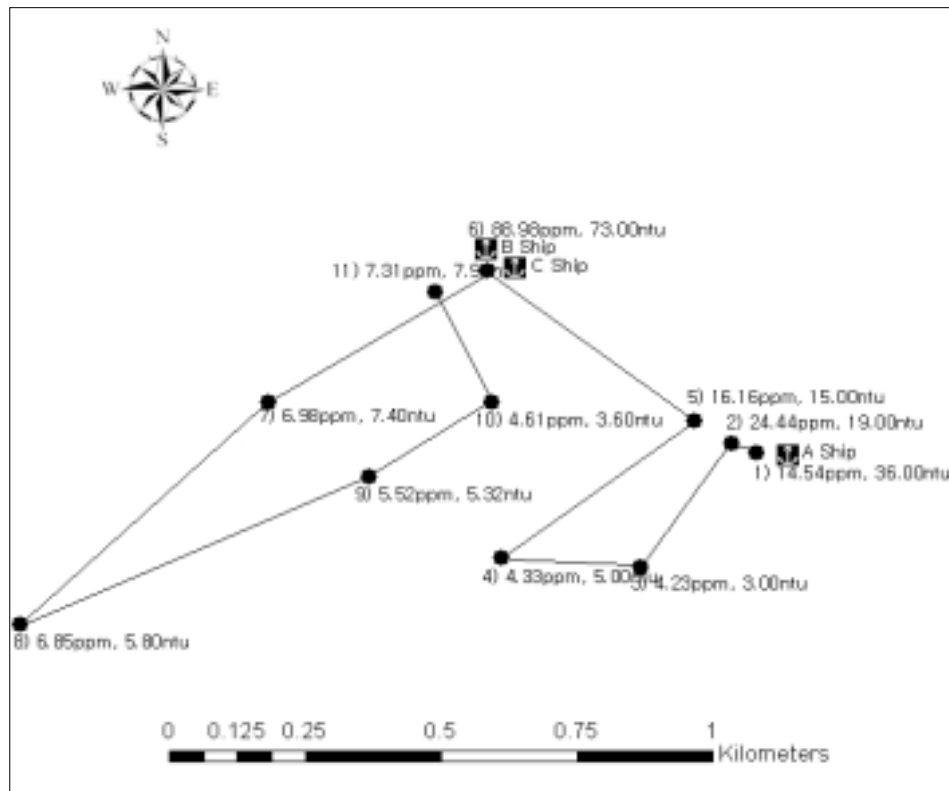
이러한 현장측정으로부터 약 2,000m³의 바다모래의 채취시 주변 20m×20m 정도 크기에 약 3~5m 깊이의 웅덩이가 생성됨을 알 수 있었다. 웅덩이의 지형회복은 매우 국지적 현상이며, 빠른 회복은 곧 인접해역 및 해안으로부터 퇴적물이 밀려와 채워지는 것으로 해석되며, 주위에 공급량이 부족할 때는 하벌천퇴의 누적된 웅덩이처럼 반경 약 2Km 범위, 약 15m 깊이의 큰 웅덩이가 그대로 남아있는 경우도 발견하였다.

<그림 4-18>은 현장관측의 일환으로 채취과정에 따라 변화하는 퇴적물입도를 보여준다. 바다골재채취 작업을 대상으로 하는 해저퇴적물(Grab sediment), 흡입되어 준설바지로 올라오는 퇴적물과 해수의 혼합체(Pumped water), 잉여수(Overflow water)에서는 실트 이하 크기($\phi > 4$)가 차지하는 비율은 0.5% 미만으로 나타났다. 바지선에 쌓인 채취모래는 대부분 세립질 모래이상 크기의 퇴적물로서 $\phi < 3$ 인 퇴적물이 99.99% 이상을 차지한다. 모래채취시 채취퇴적물의 입도구성은 용출 부유사 발생농도에 매우 중요한 환경변수이며, 수리환경과 퇴적물 구성은 매우 정확하게 관측과 예측이 되어야함을 알 수 있다.

바다골재채취 현장에서 관측한 내용을 종합해 보면, 바다골재채취 지점으로 선정되기 위해서는 적어도 세립질 모래이상성분이 95% 이상이 바람직하며, 실제로 바다골재채취업체들은 95% 이상의 모래질인 곳에서의 채취가 경제성이 있다고 한다. 이러한 점은 바다골재채취로 인하여 발생할 수 있는 부유현탁물의 농도에 대한 우려는 니질과 찰질이 풍부한 곳의 채취에 대한 환경영향우려가 높음을 알 수 있다.

<그림 4-18>

바다모래 채취선 주변 해역의 SS농도 분포



4) 사례 : 서해중부 근해에서의 바다골재채취로 인한 영향 분석

서해중부 해역 중 대산항 인접해역은 환경수리학적으로 매우 복잡한 곳이다. 조류수로와 많은 섬, 장안사퇴, 인공연안시설물, 아산만의 지형적 효과 등으로 인하여 연안해양과학의 많은 관심을 불러일으킨 곳이기도 하다.

장안사퇴를 중심으로 3억 m^3 (최소가채량 약 1억 m^3 , 최대충후 약 15m), 국화도사퇴에 약 5천 7백만 m^3 , 풍도사퇴에 약 1.4억 m^3 의 바다모래가 충후 약 10~15m의 두께로 발달되어 있어 바다골재자원의 개발대상으로 특히 많은 관심을 불러일으킨 곳이다. 하지만 자연과의 평형을 이루며 수천만년 동안 생성되어 존재해온 이러한 사퇴의 인위적 변화는 인접항구와 각종 연안산업시설 등의 안정성 특히 쇄굴과 설계파 변화 등의 측면에서도 신중히 검토되어야 하겠다.

대산항 인접해역에 대한 해양환경공학적 그리고 해양지질학적 연구는 한국해

양연구소에서 1995년에서 1997년 사이에 집중적인 연구를 수행하였다. 해저지질학적 형상 및 퇴적물 입도분포와 퇴적 수리학적 특성 등은 상기 보고서를 참고하기 바란다.

대산항 인접해역에서 바다골재채취를 시행함으로써 발생하는 부유퇴적물의 이동 및 확산범위와 농도를 추정, 인접 양식장과 해안에 미치는 영향을 보다 정량적으로 분석하였다.

대산항의 인접해역은 약 30km의 길이와 폭 약 3km의 장안사퇴가 조류의 주방향과 나란한 방향으로 발달되어 있다. 장안사퇴에 대한 바다모래 매장량은 약 3억^{m³} 정도로 추산되어, 이에 대한 개발 가능성이 관심의 대상이 되어왔다.

2001년도의 경우 태안군에서 풍도지적 149호에 대해 250,000^{m³} 이상, 이곡지적 1, 2, 11, 21, 22, 23, 32호에 대해 총 2,350,000^{m³} 정도의 바다골재채취를 허가하였다. 하지만 많은 해양환경 관련자는 장안사퇴에서의 바다골재채취가 인접해안선과 연안시설물 그리고 연안환경에 어떤 영향을 미칠 지에 대한 우려의 소리가 높은 것은 사실이다.

대산항을 중심으로 한 장안사퇴의 역할 등에 대해 연구검토하였다. 연구실험의 일환으로 정밀한 수심도를 바탕으로 정밀한 조류분포를 예측하고 이 해역에 지배적인 동계 북서 파랑과 하계 남서 파랑의 변환 분포를 제시하였다.

장안사퇴 좌우측의 수심이 깊은 채널과 평행하게 이어진 퇴적층을 약 2m 깊이로 일정하게 준설(준설량 20,000,000^{m³})한다고 가정한 후 주변 해역의 파와 해류의 변이를 실험하였다. 파의 변이 실험조건은 파고 5m와 파의 주기 6.5초의 심해파를 남서방향과 북서방향으로 나누어 실험하였고 해류의 변이 실험조건은 장안퇴 해역의 최강 창조류와 최강 낙조류로 나누어 실험하였다.

<그림 4-19>는 장안퇴 해역의 약최저 저조위에서의 수심도를 나타낸다. 태안군과 서산군의 해안선과 평행하게 이어진 장안퇴는 길이가 약 25km이며, 깊이는 약 최저 저조위 기준으로 약 5~11m 이고, 폭이 약 1km 이다. 장안퇴 해역의 해사채취에 따른 파와 해류의 변이를 실험하기 위하여 장안퇴 수심이 11m 이하의 영역을 2m 깊이로 준설하였다(<그림 4-20> 참조).

대산항 해역의 북서 파랑이 주기 6.5초와 유의파고 5m가 겨울철의 대표적 파랑장이다. 장안사퇴의 정상부분에서 천수효과에 따른 굴절과 회절로 파랑에너지의 수렴현상이 나타난다.

입사파랑이 여름철 남서계열인 경우, 장안사퇴의 영향은 남서에서 북동으로 진

행하는 파랑장이 얇은 수심의 장안사퇴의 정상을 향해 수렴하는 현상으로 나타난다. 다시 말하면 남서 파랑의 진행 방향이 장안사퇴의 방향과 일치함으로써 사퇴의 좌우 수로로 진행하던 파랑이 사퇴의 중앙부 축을 향해 수렴하게 된다. 이로써 사퇴중앙부는 양측에서 수렴하는 파랑에너지의 영향으로 높은 에너지를 나타내게 된다.

<그림 4-21>은 장안사퇴의 정상부분이 2m 준설되어 수심이 깊어진 경우에, 북서 유의파고 5m의 파랑이 내습한 파랑장의 공간분포를 보여준다. 정상부분이 준설되지 않은 경우와 비교해 볼 때 장안사퇴의 정상부분으로 수렴하던 파랑에너지가 수심이 2m 더 깊어짐에 따라 파선이 해안선을 향해 직진하는 경향이 높아진다. 이는 곧 파랑에너지의 증가된 impact가 건너편 해안선에 닿을 수 있음을 의미한다. 파의 변이는 해사가 준설된 영역과 주변에서 파의 진행방향을 따라 약 10~80cm 증가하였다.

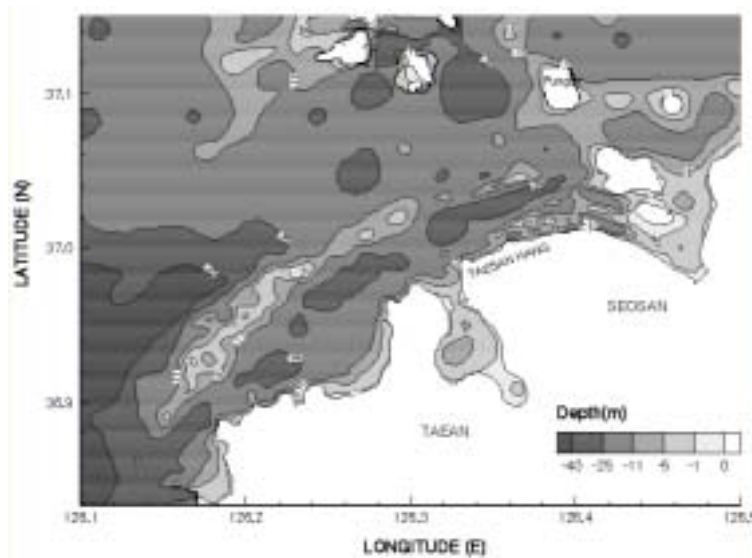
<그림 4-22>는 장안사퇴의 수심을 2m 준설한 후 예상되는 남서계열 유의파고의 진입에 의한 파랑분포를 나타낸다. 사퇴의 수심을 변경하지 않은 상태의 파랑변환 분포와 큰 차이는 없으나, 사퇴의 중앙부를 향해 많은 파랑에너지가 증가함을 보여준다. 파의 변이는 파의 방향이 외해에서 해안선과 수직인 방향으로 진행함에 따라 준설된 장안퇴 영역과 해안선 방향으로 약 1km의 영역까지 약 10~80cm 증가하였다. 이로써 장안사퇴의 인위적 수심변화는 동계의 북서계열 파랑의 진입에 에너지를 해안선 쪽으로 상당량 전파시키며, 이로 인한 해안시설물 및 항만에 대한 설계파의 적정성에 대한 우려를 낳을 수 있다. 또한 앞절에서 연구된 바와 같이 파고의 변화에 의한 해저전단응력의 변화로 인한 새로운 퇴적물이동 양상을 야기할 수 있다. 그러나 이러한 관점에서의 정량적 평가는 보다 체계적이고 정밀한 방법의 연구가 요구된다고 판단한다.

한편 장안사퇴가 2m 정도 준설이 된 상태에는(<그림 4-21>, <그림 4-22> 참조), 장안사퇴의 정상부를 통과하는 흐름의 천수사행의 각도가 다소 누그러지며 보다 대각선으로 직접 진입하는 경향을 나타냄으로써 조류의 마찰에 의한 에너지 감소가 줄어들음을 의미한다. 해류의 변이는 준설된 장안퇴 영역에서 전반적으로 유속이 약 5~20cm/s 증가하였으며 장안퇴와 가장 근접한 태안군의 수심골이 있는 해안선 근처에서 유속이 약 5~20cm/s 감소하였다. 사퇴 정상부의 유속 증가는 또한 새로운 침식의 작용힘을 제공할 수 있으며, 수로 중심골에서의 유속감소는 퇴적의 경향을 보일 수 있다. 다시말하면 사퇴의 인위적 채취로 정상부의 지속적 침식과

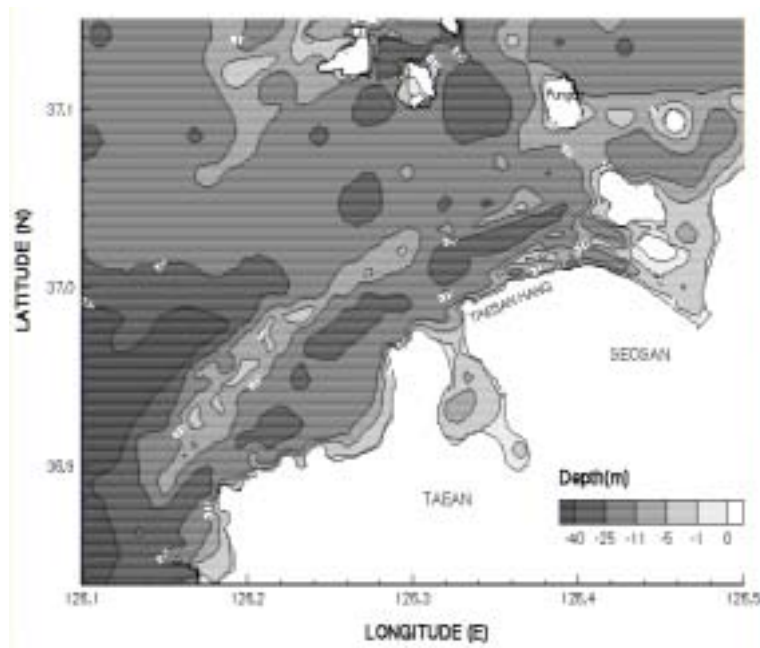
수로골에서의 퇴적 증가를 유발할 수 있다. 이는 다시 해저지형의 새로운 평형을 위해 끊임없이 변화할 것이며, 파랑장의 해안선으로의 천퇴효과는 더욱 커질 것으로 사료된다.

이와 같은 수치실험에서 알 수 있는 것은 장안사퇴의 준설로 약 2m의 수심변화를 가져 올 경우 국지적으로는 기대보다 큰 해저지형 변화는 물론 인접 해안지형의 변화에 큰 영향을 미침을 의미한다. 본 연구에서 고려되지 않은 3차원적 지형 변형과 정밀조류와 파랑상호 작용에 대한 해안지형변형 그리고 현재의 연안시설물(대산항, 안흥항, 대산 유화단지 접안시설 등)들의 설계파고의 변화에 대한 연구는 신중하게 고려되지 못하였다. 따라서 장안사퇴의 바다골재채취 관련 허가에 의한 해양환경의 영향 저감방안에 대한 연구는 보다 철저한 연구가 요구된다.

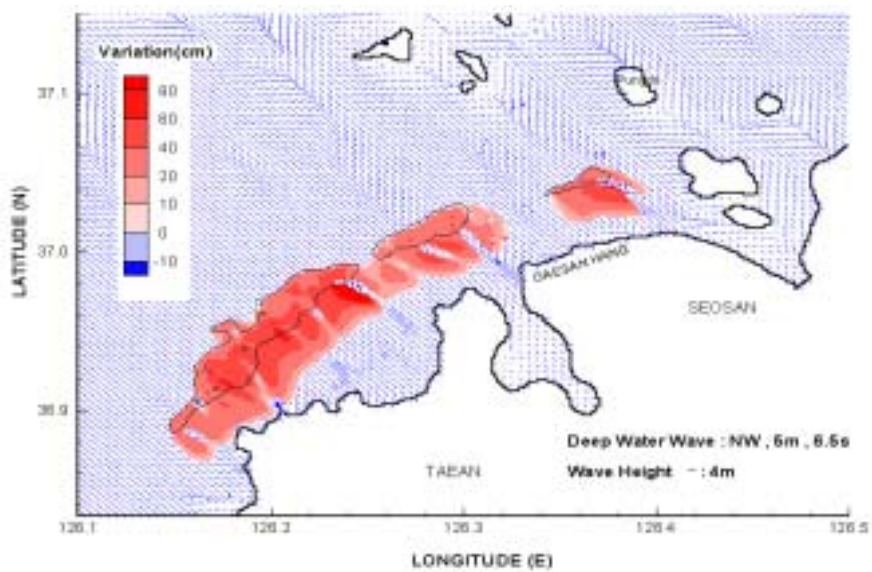
<그림 4-19> **대산항 주변 해역의 현재 수심분포**



<그림 4-20> 대산항 주변 해역에서 장안퇴를 2m 준설후 수심분포

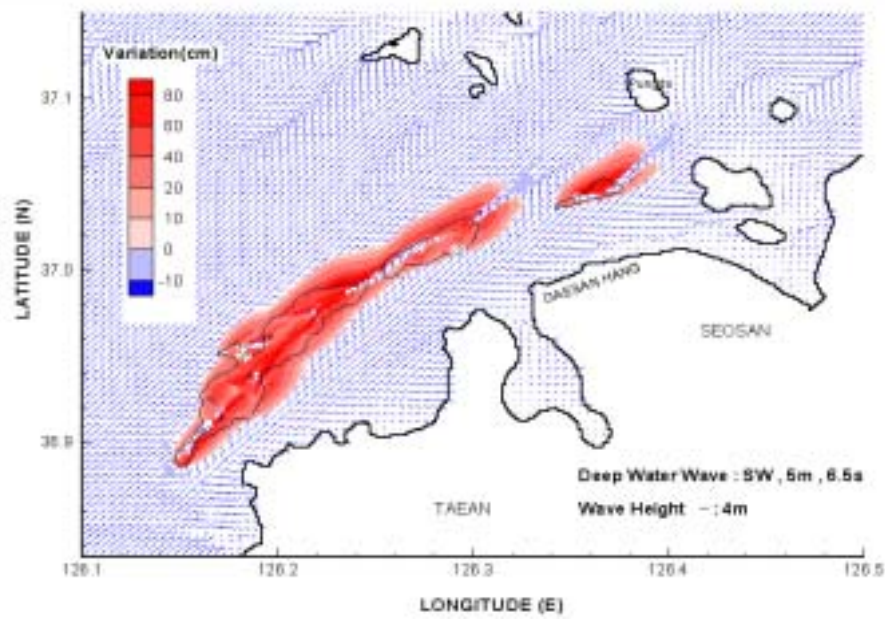


<그림 4-21> 장안퇴 2m 준설시, 주 북서심해파의 파고 변화분포



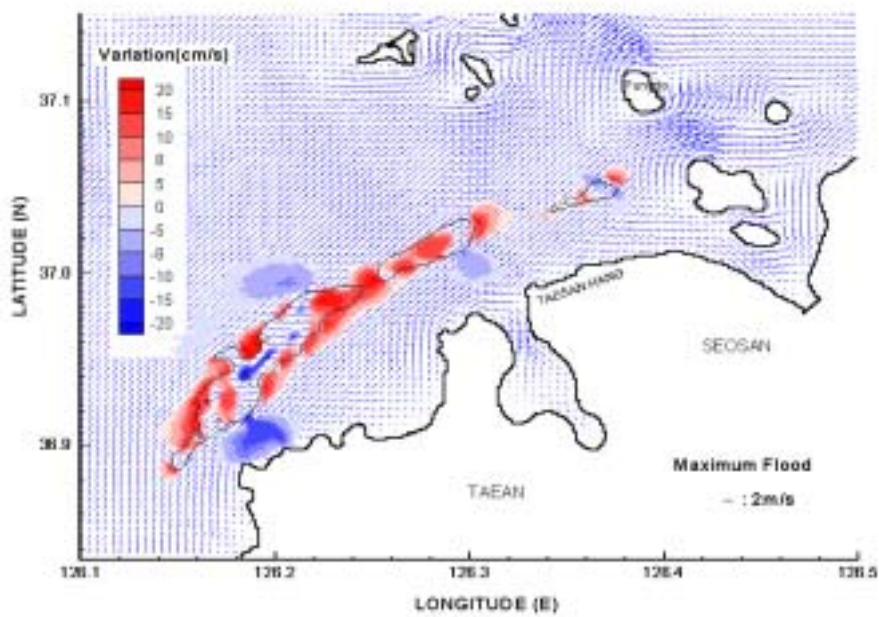
주 : W 유의파 5m기 6.5초

<그림 4-22> 장안퇴 2m 준설시 남서심해파의 파고 변화분포

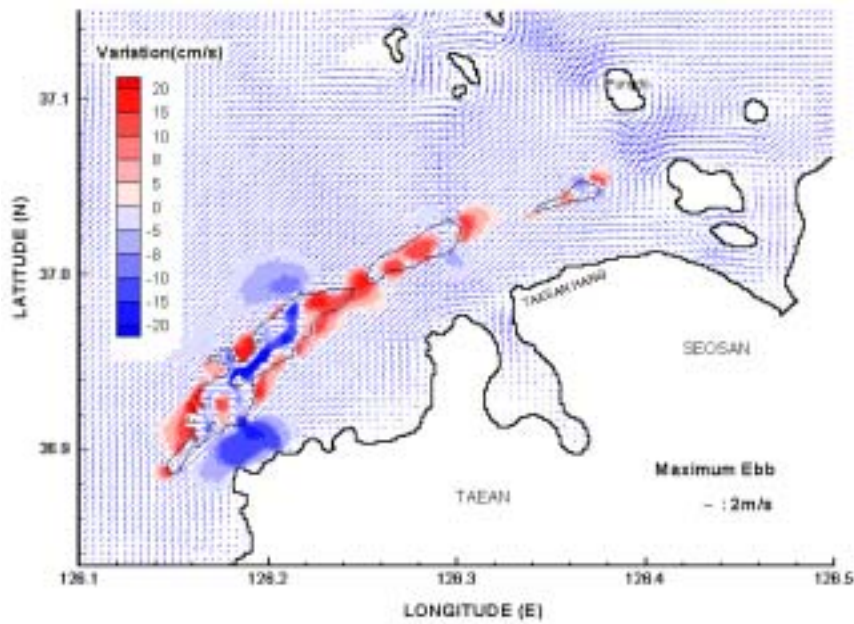


주 : SW 유의파 5m, 주기 6.5초

<그림 4-23> 장안퇴 2m 준설시 대조기 최강 참조류의 유속 변화분포



<그림 4-24> 장안퇴 2m 준설시 대조기 최강 낙조류의 유속 변화분포



5) 종합검토의견

- (1) 국내의 경우 승봉도, 풍도 해역의 해안선 침식, 그리고 신안해역 섬들의 해안선 침식 등은 바다모래 채취로 인한 원인으로 주민들의 피해 주장이 있다. 해안선으로부터 적어도 1.8km(기존의 채취 1구역 크기) 이상의 이격거리를 두는 것이 연안양식장 및 연안환경의 피해를 최소화할 수 있을 것으로 사례 조사에 나타나며, 이는 채취해역의 퇴적물특성, 채취공법, 해양수리환경 그리고 인접 해역사용용도 등에 따라 달라질 수 있다.
 - ① 외국의 경우 열린 해안에서 주요 시설 등의 보호를 위한 준설유격거리는 해양의 환경 조건에 따라 결정될 문제로서 해양에서의 바다모래 채취는 전 세계적으로 큰 우려를 낳고 있다.
 - ② 서해 해역은 많은 섬과 복잡한 해안선을 가지고 있으며, 강한 조류가 조류 수로를 따라 흐르고, 입사파랑에 의한 해저층에서의 입자운동이 비교적 강한 해역이다.
 - ③ 환경수리학적 분석결과를 바탕으로 해안선으로부터의 거리 또는 최강조

류유속의 크기 등에 발생하는 부유퇴적물의 영향 범위, 굴착된 해저지형의 복원, 새로운 퇴적물의 공급 등에 대한 과학적 뒷받침이 요구된다.

- ④ 또한 파랑에 의한 연안류가 해안선 가까이 발생하여 바다골재채취로 인한 인접 웅덩이가 퇴적물 이동의 sink로 작용하여 2km 이내의 해안선 침식을 유발 할 우려가 높다.
- (2) 바다골재채취는 수심과 퇴적물 입도구성 그리고 수리환경에 의해 환경영향이 매우 크게 변함을 보여주었다.
 - ① 수심이 깊은 곳에서는 조류의 흐름이 빠르고 조류 왕복거리가 길어 확산 효과가 커서 환경의 영향을 상대적으로 적게 받을 수 있다.
 - ② 동계의 북서계열과 하계의 남서계열의 높은 파랑에 의한 해저면에서의 입자 운동은 수심이 10m 이내일 경우 퇴적물 재부상과 이동을 일으킬 수 있을 것으로 예측되어 장안사퇴의 골재모래 채취는 보다 정밀한 조사연구를 수행한 후, 피해를 최소화할 수 있도록 국지적으로 추진할 필요가 있다.
- (3) 항로 안전성 유지를 위한 해역의 준설은 불가피한 상황으로 간주하여 퇴적물의 모래성분이 90% 미만일 경우 오탁망설치 등과 같이 악영향을 최대한 줄일 수 있는 방안을 모색하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- (4) 현재 1분 (약 1.8km) 격자 크기의 바다골재채취 단위구역을 적어도 4등분하여 조류의 주방향 구역간 분기 또는 반기마다 채취를 교대하는 허가 조건 등을 도입함이 바람직하다(선행 웅덩이의 퇴적물 sink 역할).
- (5) 해저 수심이 비교적 깊은 곳이라 하더라도 바다모래 채취를 시행함으로써 발생하는 해저지형변화, 부유현탁물 발생 및 이동확산, 해저경계층의 흐름장 구조변화, 지형회복 가능성, 사업지구내의 퇴적물 재공급 여부, 우리나라 영해 내의 복합적 환경 및 생태계 영향 등에 대해 판단할 수 있는 과학적 근거가 필요할 것으로 판단된다.
- (6) 단편적 해사채취의 연속으로 인한 누적영향은 막대할 것으로 사료된다.

4. 해시층 형성역사 및 해상채취에 따른 퇴적층과 해저지형 변화분석¹⁸⁾

1) 해사의 퇴적환경역사 파악

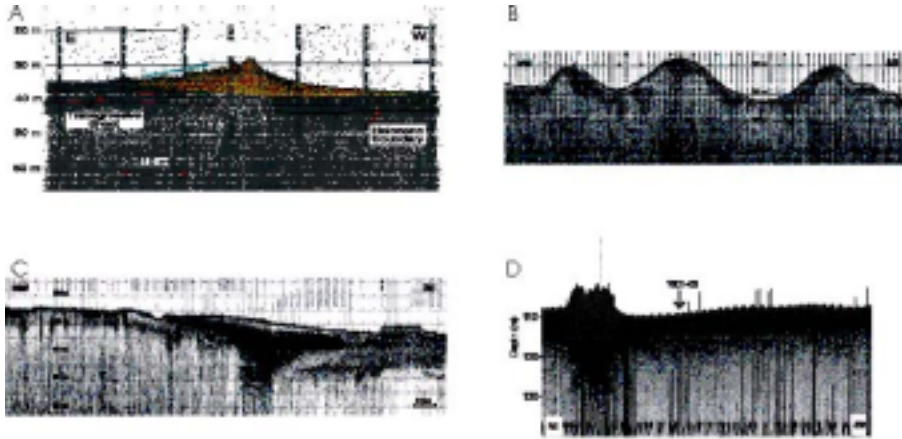
한반도 주변해역에 분포하는 해사 즉 바다모래는 수심 약 200 m 이하의 대륙붕 해역에서만 나타나며 그 이상의 수심에서는 나타나지 않는다. 이는 빙하기 시기에 해수면이 하강(약 160 m)하면서 하천 및 해안이 바다를 향하여 전진하게 되어, 현재의 대륙붕 해역까지 모래가 공급될 수 있었기 때문이다. 물론 현재에도 하천과 해안으로부터 모래의 공급이 꾸준히 이루어지나, 이들 모래퇴적물들은 대부분 육지와 인접한 연안에 국한되어 나타난다. 즉 우리나라 주변해역의 바다모래는 대부분 과거에 공급되어 쌓인 퇴적물로 구성되어 있으며 현재의 하천과 해안침식으로부터 공급되는 양은 아주 미미한 실정이다. 바다모래 퇴적층 두께는 약 20~40m가 대부분이며 바다모래층 하부는 팽층으로 구성되어 있는 것이 일반적이다.

바다모래의 생성 역사는 육상환경과 얹하구에서 형성된 경우로 다양하다. 즉 현재의 황해나 남해, 동해는 대륙붕과 대륙사면의 일부는 해안선이 점진적으로 후퇴하면서 육상퇴적물을 포함한 육상환경이 형성된 역사가 반복되었다. 이는 기후변동과 빙하기·간빙기의 반복된 지질역사와 깊게 연관된다. 이런 빙하기·간빙기의 반복과 함께 바다는 해수면이 하강과 상승을 반복하였다. 따라서 지금의 바닷속에는 옛날 하천, 옛날 해안선, 계곡과 산이 해저에 존재하거나 현생퇴적층 아래에 존재한다. 사퇴 (sand-ridges)는 바다모래층이 해류 및 조류에 의해서 재이동되어 생성된 것으로 바다모래퇴적층 중에서 상부층 일부에 해당한다 (전체 바다모래층 두께의 1/3~1/5) (<그림 4-25>의 A, B 참조). 현생퇴적물 중에서 바다모래는 계속 형성될 수 있는데 이는 육상 강이나 하천으로부터 충분한 모래가 계속 공급될 경우에 해당된다. 사퇴의 경우에는 해류 및 조류 등에 의해서 발달형태 및 분포지역이 구분된다. 그리고 해수면하에 형성된 해저수로 및 고하천의 모래도 잠재적으로 채취 가능성이 있으므로, 이에 대한 분포, 품질 등에 대한 자료 축적이 필요하다 (<그림 4-25>의 C, D 참조). <그림 4-25A>에서도 밝혀진 바와 같이 바다모래의 한 부류인 사퇴는 하부퇴적층과의 경계면이 뚜렷하여, 바다모래형성과 이동과정 등에 대한 자세한 정보가 필요하다.

18) 본 4절은 한국해양연구원 이희일 박사가 집필함.

<그림 4-25>

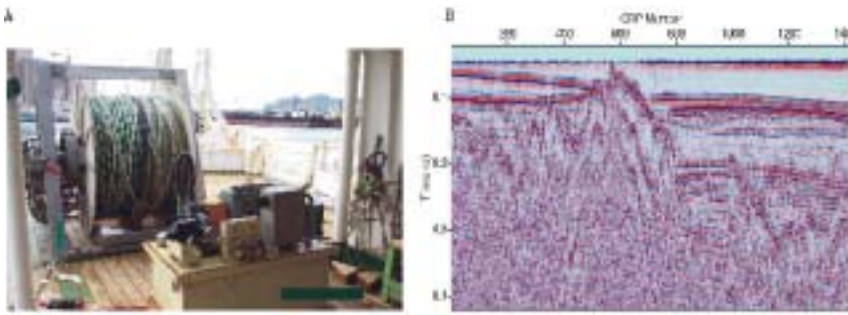
한반도 주변해역에 나타나는 바다모래의 예



(A) 경기만-태안반도 주변에 발달된 사퇴, (B) 황해 중심부에 발달된 사퇴,
 (C) 황해 중부에 발달된 고하천충진 모래, (D) 남해에 발달된 고하천충진 모래 (Yi 등, 1998,
 1999, 2000, 2001, 2002; Yi et al., 2003).

현재 바다모래 퇴적층의 형성역사와 정확한 부존량을 산출하기 위한 첫 단계는 퇴적층 분석을 통한 고퇴적환경을 복원하고 이를 추적할 수 있는 Chirp방식의 고주파 지층탐사기 (Chirp Sonar Sub-Bottom Profiling System; Chirp SBP, DATASONICS 사)나 Quad-pulser 지층탐사기 (BENTHOS사) 또는 이에 준하는 장비를 사용하는 것이다. 고주파 지층탐사기는 기존의 3.5kHz 지층탐사기를 보완한 장비로 복합주파수 (1 ~ 10kHz) 음원이 사용된다. 바다모래 퇴적층(사퇴, 고하천 퇴적층 등)은 상하부층간의 뚜렷한 반사면이 나타나면서, 동시에 내부반사면은 바다모래의 진행 방향의 정보를 제공한다. 바다모래층의 반사특성은 옛(고: 古) 퇴적환경을 지시함으로써, 바다모래층의 개략적인 품질을 예측할 수 있는 기초 자료로 제공된다. 또한 다중채널 탄성파 장비 (multi-channel seismic equipment)는 아주 두꺼운 바다모래층 또는 바다모래층의 수직층서 및 분지규모의 기반암을 파악하기 위해서 이용된다(<그림 4-26> 참조).

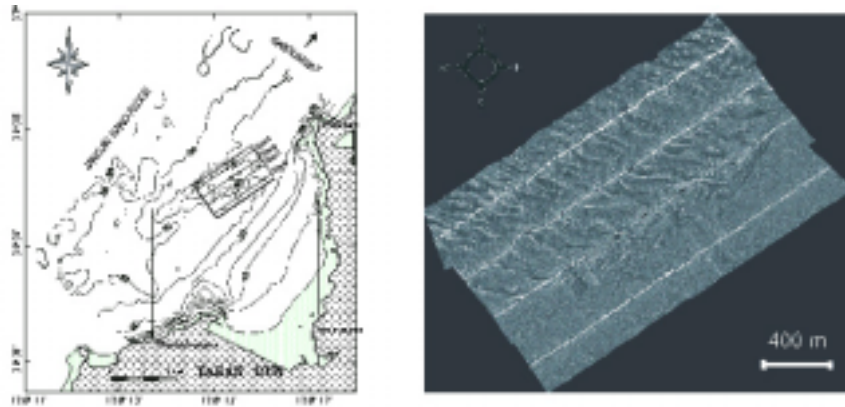
<그림 4-26> 다중채널 탄성파 탐사장비 (A)와 해저지층 분석 예 (B)



2) 수평적 (공간적) 해저지형 변화 분석

바다모래층의 발달해역이 고주파 지층탐사기(Chirp SBP)로 확인된 후에는 바다모래층의 정확한 부존량 및 품질평가를 위하여 수평적, 수직적(공간적·시간적) 해저지형변화 분석이 이루어진다. 바다모래층은 퇴적환경에 따른 수평적 변이가 보이며, 이것은 해양환경(해류, 조류, 태풍 등)에 의해서 꾸준히 유동적인 것이다. Chirp 방식의 측면주사음탐기(Chirp Digital Side Scan Sonar; Chirp SSS, Benthos사)는 해저면영상을 획득하는 장비로 tow vehicles에 압력계와 motion sensor를 탑재하여 기존의 측면주사음탐기에 비해 아주 높은 고해상력(2cm 크기의 물체가 인식)을 가진다. 바다모래의 수평적(공간적) 해저영상을 2cm 크기의 물체까지 파악할 수 있는 고해상력을 측정하는 장비로 바다모래의 연흔, 모래파의 정량적 자료와 해저면 구성물질의 음향학적 특성을 파악할 수 있다. 장안사퇴의 경우, Chirp 방식의 측면주사음탐기 자료에서 모래파의 방향성과 사퇴의 수평적인 경계 등의 자료뿐만 아니라, 사퇴의 실제적인 크기, 즉 정량적인 규모(2cm 이내의 고해상력)가 관측되었다(<그림 4-27> 참조). 바다모래층의 품질은 사퇴내에서도 그 위치에 따라 세분될 것으로 판단되며, 자세한 바다모래층의 품질정보는 Chirp 방식의 측면주사음탐기 자료의 분석을 통하여 정밀하게 위치를 선정하여 시추코아퇴적층을 획득·분석함으로써 가능하다. 특히 Chirp 방식의 측면주사음탐기의 경우는 침물선, 기뢰, 인공어초의 탐색이 가능한 장비로 바다모래 채취 대상해역의 보호대상물까지 인지할 수 있다. 이것은 바다모래의 보존 뿐만 아니라, 주요 보호대상물(문화재 및 해양시설물)을 보존하는 수단으로 이용될 것이다.

<그림 4-27> Chirp방식 측면주사음탐기를 사용한 이원사퇴의 수평적 해저지형 자료

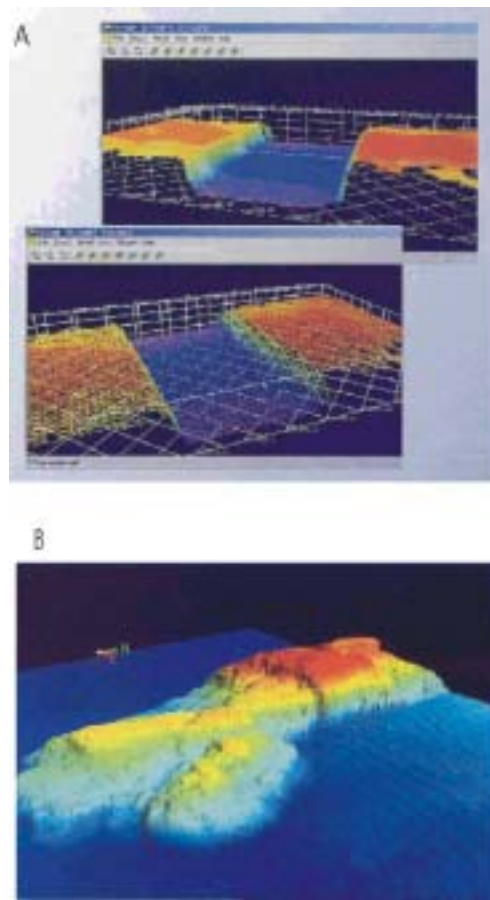


3) 3차원 해저지형변화 탐사

바다모래층은 형성역사에 따라 규모의 차이는 있으나, 상·하부층과의 뚜렷한 경계를 갖는다. 또한 바다모래층의 상부는 해류 및 조류 등의 해양환경변화에 의해서 지속적으로 이동되고 진화되므로, 살아있는 역동적인 퇴적환경의 일부이다. 이러한 바다모래층의 3차원 공간분포의 분석은 바다모래를 채취하기 전과 채취한 후의 변화 및 파괴를 정확하게 진단하고, 그 변화과정에서 모래의 이동 및 진화를 예측할 수 있는 자료로 활용된다. 다중빔측심기 (Multi-beam Echosounder)는 수심의 수백까지 탐사가 가능하며 조밀한 격자간격(수심 10m일 경우 35cm 간격)으로 정밀하게 지형을 조사할 수 있으므로 수백 m를 대상으로 하는 좁은 해역에서 이루어지는 해사채취 시에는 해저지형의 판독 및 변화를 파악하기 위해서는 필수적으로 활용되는 장비이다. 또한 바다모래층은 그 상부층이 단기간에도 지속적으로 이동 및 진화가 일어나는데, 연구대상지역을 시기별로 탐사함으로써 정밀한 해저지형의 변화를 예측할 수 있다. 수 cm 고해상력을 가진 다중빔측심기는 해저지형변화를 관측함으로써, 바다모래층의 자연적 형성인지 또는 인위적인 영향인지를 3차원 공간분포 분석을 통하여 가능하게 해 준다(<그림 4-28> 참조). 황해에 발달된 사퇴는 조류 및 해류에 의해서 큰 영향을 받아왔고, 지금도 계속해서 받고 있는 중인데, 다중빔측심기를 사용한 탐사에 의해서 단기간, 계절별, 장기간의 사퇴층 및 퇴적층 이동 및 진화과정을 밝힐 수 있으므로 바다모래를 채취한 이후의 해양환경 변화를 인지할 수 있는 자료로 활용될 것이다.

<그림 4-28>

다중빔측심기를 이용한 해저지형 3차원 복원의 예

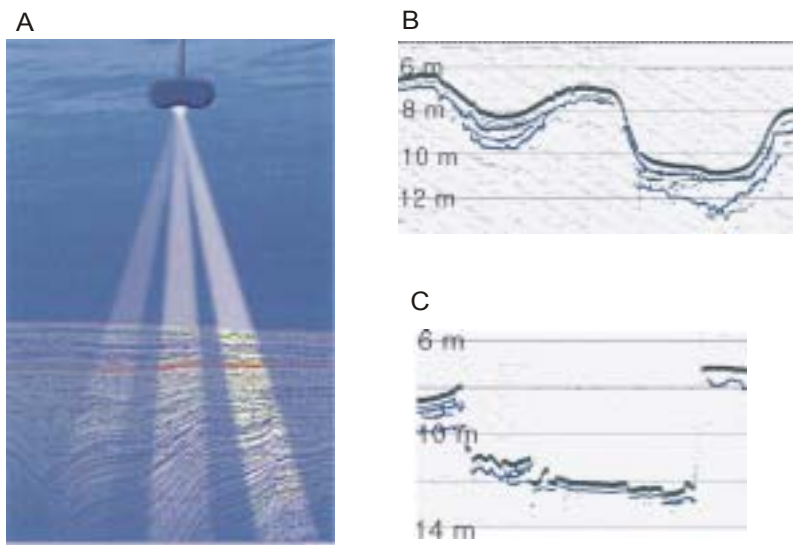


4) 해사채취지역의 퇴적환경파괴 파악

바다모래 채취전·후의 해양환경의 변화를 측정하고, 허가된 바다모래 채취범위 내에서의 작업 등을 확인하기 위해서는 고해상 천부퇴적층/수심탐사기 (Parametric Sediment Echosounder: SES-96, Innomar사)의 조사가 필요하다. 고해상 천부퇴적층/수심탐사기는 parametric system을 사용하여 고해상력(수 cm의 퇴적층 두께)을 가지는 고정밀 수심측정이 가능하다. 바다모래 채취허가권 이후에도 허가 해역에서의 지속적인 조사가 이루어진다면, 바다모래 파괴를 최소한으로 줄일 수 있을 것이다. 고해상 천부퇴적층 수심탐사기 (SES-96)는 해저지층의 상부퇴적층의 구조 및 두께를 조사함으로써, 바다모래 채취에 의한 퇴적환경파괴를 정량화시킬 수 있

다. 새만금방조제 앞의 바다모래에서의 인위적인 해저지형 파괴가 인지되었고, 이런 인위적인 행위는 고해상 천부퇴적층 수심탐사기 (SES-96) 장비를 사용하여 파악되었고, 이런 인위적인 준설로 인한 급격한 퇴적층의 파괴 또한 인지 되었다 (<그림 4-29> 참조). 이것은 바다모래층 자체의 지형적인 변화와 퇴적층의 붕괴 뿐만 아니라 주변해역의 해류 및 해양생태계 전반에 대한 변화를 초래할 것으로 판단된다. 고해상 천부퇴적층 수심탐사기(SES-96)는 바다모래의 채취에 의한 해저지형의 정밀한 평가와 허가된 해역의 관리 영역에서도 많은 기여를 할 것이다.

<그림 4-29> 고해상 천부퇴적층/수심탐사기 탐사에 의한 인위적 채취이전과 이후의 해저지형 변화

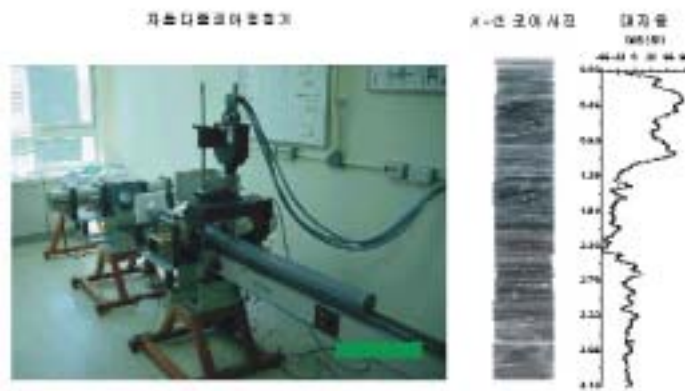


5) 시추코아퇴적층의 분석

바다모래층의 발달양상 및 이동 등의 자료는 앞서 밝힌 Chirp방식의 고주파 지층탐사기, 다중채널 탄성파장비, Chirp 방식의 측면주사음탐기, 다중빔측심기, 고해상 천부퇴적층/수심탐사기들에 의해서 분석되며, 바다모래 품위를 판단하기 위한 직접적인 방법으로 시추코아를 행한다. 연구대상의 바다모래를 대변하거나 특정짓는 시추코아는 채취후에 자동코아다중검침기(Automated Multi-Sensor Core Logger: AMSCL, Geoteck사)에 의한 시추코아의 비파괴 또는 파괴, 연속측정이 이

루어진다. 자동코아다중검침기는 P파 음향속도(P-wave acoustic velocity), 감마밀도(gamma density), 대자율(magnetic susceptibility)의 항목이 연속 측정된다(<그림 4-30> 참조). 시추코아에 의해서 채취된 바다모래는 자동코아다중검침기에서 분석된 후에 바다모래 평가를 위해서 입도, 함수율, 유기물, 광물분석 및 환경주사전자현미경 (Environmental Scanning Electron Microscope; ESEM), 전자현미분석기(Electron probe Micro-Analyzer)에 의해서 바다모래의 품질이 분석된다. 황해의 경우는 바다모래층(사퇴 및 고하천 등 포함)의 형성 및 이동과 바다모래층의 지화학 특성 등에 관한 연구가 전반적으로 이루어졌으며, 이후 바다모래 채취 대상해역에 대한 해양지질·지구물리 정밀조사에 의해서 해양환경 및 바다모래의 보호와 보존에 큰 역할을 할 것이다.

<그림 4-30> 자동코아다중검침기를 사용한 시추코아의 비파괴 및 연속측정 대자율 분석



제 5 장 해외 사례

1. 일본

1) 개요

일본은 바다골재의 세계최대 생산국가이다. <표 5-1>은 지난 10년간 일본의 골재채취실적을 보여주고 있는데 연간 7억 5천만톤 정도 유지하고 있다. 일본의 골재채취량은 1990년도 이전에는 약 10억톤까지 기록했으나 최근 재정난 및 경기침체로 공공 및 민간 부문의 건설공사가 저조하여 골재수요도 점차 감소추세에 있다.

일본의 골재수급의 중요한 특징은 쇄석이 60% 정도의 큰 비중을 차지하고 있다는 점이다. 쇄석은 퇴적암, 화성암, 변성암 등의 암석을 잘게 쪼개어서 골재로 사용하는 것을 의미하는데 일본은 지질학적으로 이러한 암석이 전국적으로 크게 발달되어 있어 일찍부터 쇄석 개발이 활발하였다.

모래와 자갈 등의 천연골재는 전체수요의 약 40% 정도를 차지하고 있고 이중 바다골재는 전체골재의 10% 정도, 천연골재의 25% 정도를 차지하고 있다. 일본에서는 바다에서 모래뿐만 아니라 자갈도 상당히 채취되고 있다.

일본에서는 바다모래, 강모래 등 양질의 천연골재가 점차 감소추세에 있고 지역적으로 골재부족현상이 나타남에 따라 1999년(히라세11년) 전국을 대상으로 골재수급동향조사를 행하였다. 본 조사는 경제산업성과 국토교통성이 공동으로 전국 47개 도도부현을 대상으로 골재수급에 관한 기존통계자료 분석 및 지방자치단체, 골재생산업체 등에 대한 앙케이드 조사를 통하여 수행되었다. 동 조사는 골재의 안정적 확보를 목표로 수행된 것으로 골재공급의 양적유지 및 확대, 골재수급의 지역적 불균형 해소, 골재규격의 재검토, 효과적인 환경대책 등에 관한 내용들이 포함되었다.

수급 전망에 대한 앙케이드 조사 결과를 보면, 지금부터 10년 동안은 건설투자의 감소에 따라 10% 정도 골재수급량이 감소할 것으로 보고 있으며 공급량은 약 17%정도(8,302천 m^3) 부족할 것으로 전망하고 있다.¹⁹⁾ 하천골재에 대해서는 이미

19) 골재수급동향조사, 참고자료, 1999.

<표 5-1>

일본의 골재생산 연도별 추이

단위 : 백만톤

연도	공 급							
	계	골재소계	하천	산	육	해	쇄석	기타
1992	892	352(39)	38(4)	110(12)	127(14)	77(9)	526(59)	14
1993	864	338(39)	38(4)	107(12)	118(14)	75(9)	512(59)	14
1994	852	341(40)	37(4)	94(11)	130(15)	80(9)	497(58)	14
1995	849	348(41)	38(4)	96(11)	131(15)	83(10)	484(57)	17
1996	862	357(41)	35(4)	97(11)	144(17)	81(10)	487(57)	18
1997	820	315(38)	32(4)	83(10)	128(16)	72(9)	487(59)	18
1998	735	289(39)	28(4)	76(10)	118(16)	67(9)	430(59)	16
1999	729	301(41)	28(4)	81(11)	113(16)	79(11)	412(57)	16
2000	734	278(38)	25(3)	80(11)	107(15)	66(9)	431(59)	25
2001	746	263(35)	24(3)	76(10)	106(14)	57(8)	463(62)	20

자료 : 일본 국토교통성.

여러 지역에서 채취금지를 시행하는 곳도 있고, 많은 지역에서 채취규제를 하기 때문에 공급량이 매우 제한될 것으로 전망되고 있고, 산림골재 및 육상골재, 그리고 쇄석은 현상유지를 할 것으로 전망되고 있다. 반면 바다모래의 경우 중국(中國), 사국(四國), 구주(九州) 지역에서 바다모래의 채취를 삭감하려는 현이 3개현에 이르고 있으며, 서일본(西日本)에서는 바다모래의 공급이 크게 부족할 것으로 전망되고 있다. 도도부현을 대상으로 바다모래에 대한 각 현의 입장을 보면, 동경도(東京都), 미에현(三重縣), 히로시마현, 도쿠시마현(德島縣), 미야자키현은 바다모래의 채취를 금지하고 있거나 금지할 예정으로 있다.

이에 따라 국토교통성과 경제산업성은 2000년도에 바다모래를 대체할 다른 골재자원을 확보하기 위한 조사를 수행하였다. 동 조사에서는 서일본지역에서 바다모래를 대체할 자원으로 하천모래, 산림모래, 육상모래, 쇄사, 슬러그, 수입모래 등으로 보고 이들 대안을 ‘품질, 비용, 공급량’의 관점에서 비교 검토하였다. 그 결과를 보면 쇄사를 가장 가능성 높은 대안으로, 그 다음으로 수입모래로 평가하였으며, 슬러그는 광역적으로는 어렵고 일부지역에는 가능성이 있는 것으로, 기타의

대안은 가능성이 없는 것으로 평가하였다.

2) 허가 및 규제

일본은 1968년에 제정된 골재채취법을 통하여 골재채취업의 등록, 인가 및 규제를 하고 있고 또한 골재채취에 따라 발생할 수 있는 재해를 방지하고 골재채취업의 건전한 발달을 도모하고 있다.

골재채취업에는 모래와 자갈뿐만 아니라 쇄석을 포함하며 또한 채취에는 바다 골재의 세척도 포함하고 있다. 이 정의는 우리나라와 동일하다고 할 수 있다.

골재를 채취하기 위해서는 골재채취업자로 등록을 하여야 하는데 채취구역이 속하는 ‘도도부현(都道府縣)’²⁰⁾ 지사에게 등록을 하도록 되어 있으며²¹⁾ 채취업자의 지위는 승계될 수 있다.

재해방지에 대해서는 경제산업성령에서 정하고 있는 ‘골재채취에 관한 재해방지에 관한 직무’조항에서 규제하고 있으며 특이한 사항은 재해방지를 책임지는 ‘업무책임자’를 두고 있고 업무책임자는 도도부현지사가 실시하는 시험을 합격해야 자격을 갖게 된다는 점이다. 골재채취법의 제16조에서는 골재채취업자가 골재를 채취하기 위해서는 골재채취구역의 관할 지사에게 채취허가를 받아야 하며 (하천에서 채취할 경우에는 하천관리자에게 허가를 받아야 함) 채취계획에는 골재채취구역의 위치, 골재의 종류 및 수량, 채취기간, 골재채취방법 및 채취설비, 채취에 따른 재해방지방법 및 설비에 관한 사항, 그리고 그 외에 경제산업성령 및 국토교통성령에서 정한 사항을 포함하여야 한다. 채취허가권을 가진 도도부현지사나 하천관리자는 “골재의 채취가 타인에게 해를 끼치거나 공동의 목적으로 사용하는 시설을 파손하거나 혹은 다른 산업의 이익을 훼손하는 경우” 채취허가를 할 수 없도록 되어 있다.

일본도 환경영향평가법에 의해 대규모사업의 경우 환경영향평가를 받도록 되어 있다. 일본의 환경영향평가법은 1984년에 도입되었지만 환경영향평가의 절차 등을 법에서 규정하고 있지 않고²²⁾ 내각의 행정지도에 의하여 지도하고 있다.

해사채취와 관련된 주요 내용을 보면 다음과 같다. 첫째, 해안에서 1km 이내의

20) 일본의 광역자치단체로서 우리나라의 특별시·광역시·도에 해당함.

21) 우리나라는 시·군·구에 등록을 한다는 점에서 차이가 있음.

22) 매립간척사업의 환경영향평가는 법에서 규정하고 있음.

수역에서는 (어떤 경우는 3km 이내) 바다모래 채취가 허용되지 않는다. 둘째, 수심 30m 이천(以淺)에서는 채취가 허용되지 않는다. 셋째, 채취허가는 1년만 유효하다. 즉 1년 단위로 허가를 받아야 한다. 넷째, 채취는 지방정부가 통제한다. 다섯째, 채취사업자는 지방의 어업협동조합으로부터 동의를 받아야 한다. 마지막으로 피해가 있는 경우 어민은 물론 지방정부도 보상의 대상이 된다.

2. 유럽

그동안 유럽에서도 주로 육상에서 모래 및 자갈 등 골재를 채취하여 왔으나 최근 40년 동안 바다에서 많은 양의 골재를 채취하고 있다. 물론 바다골재의 채취증가는 육상 골재자원의 고갈에 기인하고 있다. 바다골재(모래 및 자갈)의 주요 사용처는 콘크리트골재, 해변복원(beach replenishment), 연안매립 등이다.

우리나라의 해사채취 선박은 해사채취 바아지(barge)와 예인선박으로 구성되어 있는데 반해, 유럽의 해사채취 선박은 추진장치가 부착된 특수준설선이다. 가장 보편적인 준설선은 TSHP(Trailer Suction Hopper Dredger)로 추진장치가 있으며, 준설파이프를 해저면까지 내려서 골재를 흡입하여 준설선의 선상에 퍼부어 체질하여 저장한다. 그후 바다모래는 부두까지 운송되어 펌핑 또는 기타 방법으로 양해된다.²³⁾

가장 보편적으로 해사채취가 이루어지는 곳은 수심 60m 미만인 곳이지만, 최신식 준설선의 경우 수심 120m인 곳에서도 채취를 하고 있다.

유럽전체의 연간 골재 수요량은 20억~30억톤으로 알려지고 있다. 또한 연간 1인당 골재 소비량은 약 7톤으로 알려지고 있으나 변동폭은 국가별로 매우 크다. 즉 영국 및 네덜란드의 경우 골재소비량이 1인당 3톤에 지나지 않으나 오스트리아 및 룩셈부르크의 경우 18톤에 이르고 있다.

유럽에서의 해사채취는 네덜란드, 영국, 덴마크, 독일, 프랑스, 벨기에에서 이루어지고 있다. 스웨덴 및 노르웨이에서는 해사채취가 거의 이루어지고 있지 않은바, 이는 이들 국가에 홍적세(洪績世)(glacial)의 육지 모래 및 자갈의 부존량이 많

23) 이하 다음 문헌 참조함 : David John Harrison, *European Overview of Marine Sand and Gravel - Shaping the Future*, EMSAGG Conference 20~21 February 2003, Delft University, The Netherlands, (http://www.ciria.org/emsagg/pdf/d_harrison_european_overview.pdf).

기 때문이다.

<표 5-2> 북서유럽의 골재생산량 현황(2000)

국 명	모래 및 자갈	쇄사	총 량
네덜란드	116	0	116
영국	89	130	219
벨기에	30	27	57
덴마크	46	0	46

자료 : David John Harrison, European Overview of Marine Sand and Gravel - Shaping the Future, EMSAGG Conference 20~21 February 2003, Delft University, The Netherlands, ([http : // www.ciria.org/emsagg/pdf/d_harrison_european_overview.pdf](http://www.ciria.org/emsagg/pdf/d_harrison_european_overview.pdf)).

유럽에서의 해사채취는 1980년대에 대폭 증가하였다. 현재 해사채취량은 1980년대 수준을 유지하고 있으나, 연안매립 수요에 따라 그 수준이 등락을 보이고 있다. 네덜란드는 유럽에서 가장 많이 바다모래를 사용하는 국가로서 주로 연안매립 및 해변복원용으로 사용하고 있으며, 영국은 주로 골재용으로 사용하고 있다.

<표 5-3> 유럽의 바다골재 채취추이(백만톤)

국 명	1997	1998	1999	2000	2001
네덜란드	36.4	34.4	35.8	40.6	58.2
영국	24.8	22.9	23.7	23.1	22.7
덴마크	9.0	10.7	18.4	11.9	?
독일	6.8	22.2	7.2	9.2	?
프랑스	3.6	3.5	3.0	3.9	3.8
벨기에	5.5	2.2	2.7	3.0	3.0

자료 : <표 5-3>과 동일.

유럽에서도 해사채취는 채취허가를 받아 이루어지는 데 이는 대부분의 경우 바다모래의 소유권이 국가 또는 국왕(영국 및 네덜란드 : Crown)에게 귀속되어 있기 때문이다. 이에 따라 준설업자는 해사채취에 대한 수수료(loyalty)를 지급하고 있으며, 영국의 경우 약 톤당 0.5~1.0파운드를 Crown Estate에 지급한다.

대부분의 해사채취 허가는 국내법에 의해 정부 부처에서 관리하고 있으며, 모든 국가들이 채취허가전에 관련 정부부처 및 준설에 의해 영향을 받는 민간 이해당사

자 및 일반 시민의 의견을 중시한다.

최근 모든 유럽국가에서도 해사채취에 따른 환경피해가 지대한 관심으로 부상하고 있으며, 해사채취가 해양환경에 어떠한 영향을 주는가에 대한 평가를 충분히 수행한 다음 해사채취허가를 하여야 한다는 일반적 합의가 이루어져 있다. 대체로 해양환경에 대한 영향평가는 환경영향평가(EIA : Environment Impact Assessment)에 의해 이루어지고 있다. 대부분의 국가가 해사채취허가시 환경영향과 관련하여 다음과 같이 세부적인 조건을 부여하고 있다.

- 해사채취 지역 및 규모
- 해사채취 기간(네덜란드 2년, 영국 25년)
- 해사채취 총량 및 채취속도
- 해사채취지역의 최저 수심
- 해안선으로부터의 최저 거리
- 해안에 대한 무영향(zero effect)
- 해저면(seabed substrate)의 특정 성분 및 두께 유지
- 수산자원에 대한 최소 영향
- 준설선에 대한 엄격한 항해기준
- 환경모니터링을 포함하여 준설작업에 대한 특정 모니터링프로그램

유럽의 경우 일정한 채취지역에서 모래와 자갈을 모두 채취하는 것은 환경적으로 위해하다고 여기고 있으며, 특히 바다모래 해저면의 보호와 저서생물의 복원을 위해 50cm 두께의 바다모래를 유지하고 있다. 각국의 국내법 및 유럽연합 정책은 특정지역에서의 바다모래 및 자갈 채취를 금지하고 있다.

또한 유럽에서는 바다모래 및 자갈의 보전을 위해 골재 재활용을 중시하고 있는바, 골재 재활용 자재는 주로 채석장에서의 골재, 재활용 및 재사용 자재, 산업 부산물, 합성골재 등이다.

1) 영국

(1) 개요

영국에서는 1920년대 부터 건설용 자재 및 해변보충(beach replenishment) 을 위해서 바다골재(모래 및 자갈)를 채취하기 시작하였으며 지난 40년간 채취량이 급속히 증가하였는바, 연간 채취량이 1960년대 940만톤, 1970년대 1,490만톤, 1980년

대 1,770만톤, 1990년대 2,350만톤으로 지속적으로 증가하고 있다. 1989년도에 해사채취량이 2,700만톤으로 정점에 이른 후 지속적으로 감소하였으나, 최근 다시 증가하여 2001년 현재 2,270만톤에 이르고 있다.

바다골재 산업의 종사자는 2,500명 정도이고 50개 정도의 채취업자가 등록되어 있으며 연간 1억 8천만파운드의 매출액을 기록하고 있다(1999년 기준).

2001년도의 채취량 22.7백만톤 중 14백만톤(62%)은 주로 런던 및 남부지역의 건설자재로 사용되고, 7백만톤(31%)은 네덜란드, 벨기에, 프랑스 등 다른 유럽국가에 수출되고 있으며 1.6백만톤(7%)는 해변복원용으로 사용되고 있다. 해변복원용으로 사용하기 위한 골재채취량은 매년 상당한 변동폭을 보이고 있는데 1988년도에는 380만톤이었으나 1996년도에 720만톤으로 최고수준에 이르렀다가 1999년도에는 230만톤, 2001년도에는 160만톤으로 감소하였다.

1992년부터 2006년까지 영국의 전체 골재 수요량은 42.8억톤이며, 이 중 3.1억톤이 바다모래로 연간 바다모래 수요량은 2,100만톤 정도로 예상하고 있다.

영국의 경우 전체 골재의 15~20% 정도를 바다모래로 충당하고 있으나 향후 바다모래의 보전을 위해 골재의 재활용을 중시하고 있다. 이에 따라 모든 바다모래를 포함한 자연골재 채취에 일정한 세금을 부과할 계획이다.

(2) 주요 채취지역

<그림 5-1>은 영국에서의 바다골재의 주요채취지역을 보여주는데, 그 중에서도 동부 Anglia, Lincolnshire/Humber, Wight and Hastings 그리고 Bristol 해협이 주요 4대 채취해역이다. 영국에서 바다골재는 잉글랜드, 웨일즈, 북아일랜드 등에서 채취되고 있지만 아직 스코틀랜드 해역에서는 채취되지 않는 것으로 조사되고 있다. 전에는 Thames 강 하구에서 많이 채취되었지만 지금은 이 지역에서 거의 채취되지 않고 있다.

영국에서의 골재채취는 대체로 해안에서 5~35km 정도 떨어지고 수심이 10~40m인 해역에서 이루어지는데 약 50개 이상의 허가지역이 있다. 그리고 이 허가는 11개 골재회사에 허가되어 있다. 1993년 Crown Estate(이하에서는 CE)²⁴⁾는 허가잠재지역의 배타적 탐사권을 부여하기 위해 경쟁입찰을 도입하였고 탐사권을 주는 경우 옵션으로 향후의 채취권도 동시에 주도록 하였다.

2001년도에 약 1,400km²가 허가되었지만 실제적으로는 173km²에서만 채취되었고

24) 영국에서 해양의 모든 광물자원(석유천연가스 제외)의 소유권을 가짐.

또 그 중에서도 13km²에 해당하는 면적에서 전체 채취량의 90%가 채취된 것으로 발표되고 있다.²⁵⁾ 그 이유는 영국에서는 최근 환경문제를 극복하기 위해 채취지역을 극소화하여 집중적으로 채취하고 있기 때문인 것으로 보인다.

최근에는 영국과 프랑스 사이 해협 (도버해협)의 중간 위치에서 아주 유망한 광구가 발견되어서 이를 개발하기 위해 영국과 EU가 동시에 채취허가 여부를 검토 중에 있는 것으로 알려졌다.

<그림 5-1>

영국의 바다모래 채취 해역



자료 : 인터넷 자료.

25) Crown Estate (2002)의 자료.

(3) 허가 및 협의 절차

영국에서의 바다골재 채취허가는 CR²⁶⁾에 의해 주어지지만 채취업자의 채취신청서는 ‘Government View(이하에서는 GV)’라는 절차를 따라 검토되고 CE는 단지 GV의 결과가 우호적(favorably)으로 판정되었을 때 허가권을 부여하는 역할만 한다. 그런데 이 GV라는 제도는 1968년도부터 도입되어 사용되고 있는데 법정 절차가 아니고 자율적인 절차였다. 현재 이를 법제화하기 위한 작업이 진행되고 있으며 2003년도 하반기에 제도화될 것으로 예정되고 있다.

GV에 대한 자세한 설명을 통해서 영국에서의 바다골재 채취허가제도를 이해할 수 있고 또한 바다골재와 환경과의 문제가 어떻게 처리되고 있는가를 이해할 수 있다. <그림 5-2>는 영국의 바다모래채취허가 절차로서 5단계로 구분하여 설명하면 다음과 같다.

① 신청 단계(Application Stage)

영국(잉글랜드)²⁷⁾에서 바다모래채취업자는 우선 환경운송지역성(Department for Environment, Transport and the Regions, DETR)에 신청서(요약본)를 제출하고 동시에 신청서의 복사본을 CE와 DEFRA(Department for the Environment, Food, and Rural Affairs)²⁸⁾에 송부한다. 그러면 DETR에서는 협의할 기관들의 명단 (List of Organizations for Consultation)을 채취신청자에게 주게 되는데 사업신청자들은 이 명단에 있는 모든 기관들과 협의를 해야 한다. 이 협의대상기관에는 수산, 생태, 항로, 해양문화 등을 관장하는 정부 부처²⁹⁾와 지방자치단체 등이 포함된다. 협의대상기관명단이 주어지면 사업신청자는 Coastal Impact Study(CIS)와 Environment Impact Assessment(EIA)를 포함하는 환경평가서(Environmental Statement)를 작성하기 위하여 위탁사업을 시작하게 된다. 연안영향조사서(CIS)는 바다골재채취가 인접 해안에 미칠 영향 등 기술적인 내용들을 포함하게 되는데 1998년 DETR과 NAW는 어떠한 내용들이 포함되어야 하는가를 공표한 바 있다.

사업신청자는 사업신청후 기각될 위험을 줄이기 위하여 보통 신청서를 제출하

26) 영국에서 해양의 모든 광물자원(석유천연가스 제외)의 소유권을 지님.

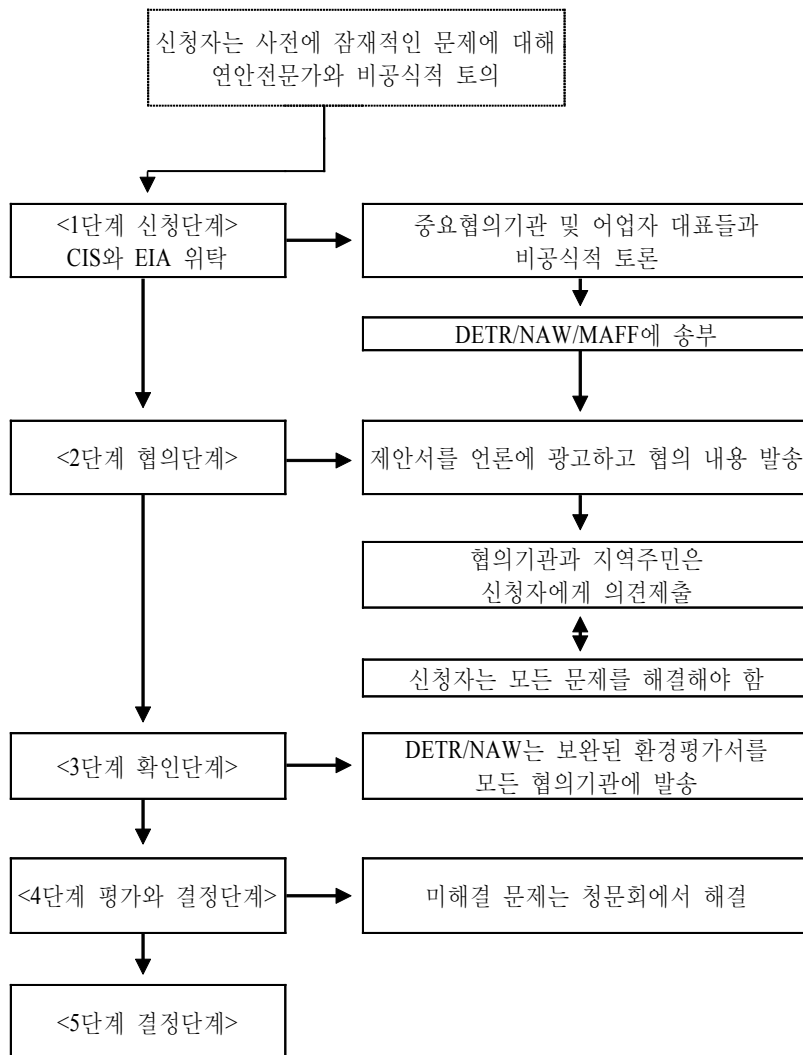
27) 영국에서는 지방에 따라 신청하는 기관이 다르다. 잉글랜드에서는 DETR에, 웨일즈에서는 NAW(National Assembly for Wales), 스코틀랜드에서는 SE (Scottish Executive)에 제출한다. 그러나 그 다음 단계에서의 절차는 모두 동일하므로 잉글랜드를 예로 설명함.

28) 2002년도 이전에는 MAFF(Ministry of Agriculture Fisheries and Food)였음.

29) DEFRA, Environment Agency(환경청), English Nature 등의 정부기관.

기 전에 전문용역기관과 비공식적인 협의를 하게 된다.

<그림 5-2> 잉글랜드와 웨일즈에서 Government View 협의 절차



② 협의 단계(Consultation Stage)

환경영향평가서(ES)가 완성되면 사업신청자는 협의기관은 물론 지역주민과 협의하는데 제안서는 보통 The Fishing News(신문사)와 지방신문에 광고를 낸다. 협의문서들이 적어도 신청지역에서 가장 가까운 두 개 이상의 지방자치단체에 송부

되고 동시에 협의대상기관들은 ES를 포함한 협의 문서를 받는다. 모든 기관들의 관심사항이 신청자에게 전달되면 신청자는 모든 관심사항(concerns)에 대해서 해결해야 한다. 이러한 협의과정이 모두 완결되면 신청자는 협의결과에 대한 요약보고서를 DETR(웨일즈에서는 NAW)에 송부하고 사본을 CE와 DEFRA에 송부한다. 그 요약본에는 모든 협의사항과 주고 받은 문서(correspondence)들이 포함된다.

③ 확인단계(Confirmation Stage)

DETR/NAW은 요약 보고서의 복사본과 보완된 ES를 모든 협의기관들에게 송부하고 논평에 참여한 지역주민에게도 송부한다. 6주 내에 아무런 반응이 없으면 모든 협의기관들이 동의한다고 가정하게 된다.

④ 평가 및 결정단계(Assessment and determination stage)

DETR은 DEFRA와 협의하여 신청서에 대한 최종결과를 결정한다. 최종결과의 내용은 다음과 같은 4가지 중의 하나가 된다.

- 승인(favorable) GV
- 기각(unfavorable) GV
- 비공식 청문회(미결정 GV)
- 공식적 청문회(미결정 GV)

⑤ 최종 결정단계(Decision Stage)

DETR/NAW는 GV공문을 신청자에게 발급하며 그 복사본을 CE와 모든 협의기관에게 보내게 되고 CE와 사업신청자간에 계약이 체결된다. 최근에는 새로운 허가(license)를 받는 데 5년 내지 10년 소요된다. 채취허가에는 여러 가지의 모니터링 조건이 첨부될 수 있다. 예를 들면 정기적인 수심조사(bathymetric survey), 표본 채취, 데이터 분석 등이다. 그리고 사업자의 경우 유망지역을 찾는 것과 허가권을 획득하는 데까지의 시차와 불확실성 때문에 사전에 전문화된 채취업자와 자원량이 충분한가 등에 대하여 자세한 계획과 검토를 한다.

(4) 환경문제와 관리정책

영국에서도 바다모래채취가 해양환경에 미치는 영향에 대한 우려가 최근 증가하고 있으며 이에 대응하여 여러 가지 조치들을 취하고 있는데 특기할 점은 정부뿐만이 아니라 채취업자 스스로 환경문제를 극복하기 위한 조치를 취하고 있다는 점이다.

첫째, 영국은 허가절차에 있어서 환경문제를 검토할 수 있는 장치를 갖고 있다. 허가절차상의 GV제도는 환경문제를 사전에 예방하기 위한 일련의 조치들이라고 할 수 있다. 환경영향평가서(ES)와 CIS는 환경영향에 대한 평가서이며 또한 특히 관련기관과 지역주민, 지방자치단체가 GV절차에 참여하는 것도 환경문제를 여과할 수 있는 과정이다. 허가를 신청할 때는 예정된 바다모래 채취지역의 환경영향평가서 EIA(environmental impact assesment)³⁰⁾가 첨부되어야 하는데 EIA는 환경영향에 대한 체계적이고 객관적이며 철저한 분석이 수행되어야 하고 정보가 제출되어야 한다. 전문가뿐만 아니라 비전문가나 일반 대중이 검사할 수 있도록 요점 정리가 되어야 한다. 그리고 예측된 영향과 환경영향저감대책이 적절하게 반영되어야 한다.

둘째, DETR이 최종적으로 신청서에 대한 승인여부를 평가하는 과정에서도 DEFRA와 협의하는 것도 바다모래채취가 어업에 미치는 영향을 다시 한번 반영하는 과정이라고 할 수 있다.

셋째, 영국정부는 환경에 대한 논쟁이 과학적인 자료에 바탕을 둔 논쟁이 될 수 있도록 하기 위하여 정부를 대신하여 CEFAS로 하여금 일련의 연구를 수행하게 한 바 있다. 그 주요 결과는 채취가 이루어진 후 9년까지 채취영향이 주변해역에 미치며, 채취해역의 환경이 2~3년 안에 회복된다는 가정은 항상 적용되는 것이 아니라는 결론을 보여주고 있다.

넷째, Crown Estate는 채취에 대한 모니터링과 허가조건에 맞추어 채취하고 있는가에 대한 감시를 하고 있다. 이러한 모니터링과 감시는 EMS(electronic monitoring system)라고 불리워 지는데 1993년에 도입된 것으로서, 채취허가조건이 제대로 준수되고 있는가를 감시하도록 되어 있으며 모든 채취선에 장착되어 채취선의 위치에 관련된 정보를 제공하고 있다. 영국 수역에서 운항중일 때 채취작업이 시작되면 자동적으로 스위치가 작동되고 기록된다. EMS 데이터는 매달 CE에 제출되며 모든 위반사항과 허가지역 이외에서의 채취가 보고된다. 2001년에 31,000시간의 채취에 대한 EMS가 기록되었으며 그 중 0.002%(1건)가 허가지역 이외를 벗어난 것으로 조사되었다. EMS 도입 10년간의 결론은 ① 허가지역을 벗어나 다른 나라의 수역에서 채취한 증거는 전혀 없다 ② 산업계가 EMS의 정확성에 대한 논란을 제기한 적은 없는 것으로 보고되었다. EMS 데이터는 감시용으로서 개발되었지만

30) 1989년 이후 거의 모든 신청에 EIA를 요구하고 있으며 1992년 11월 최초의 환경영향평가서가 제출되었다. 최초의 평가서는 호된 비판을 받았으나 시간이 지나면서 많이 개선되어 왔다.

여러 가지 다른 용도로도 사용되는데, 연구용 데이터로도 사용되고 있고 산업계는 관리목적으로도 활용하기도 하고 장래의 새로운 채취신청시의 자료로도 사용된다.

다섯째, 1968년도부터 도입된 GV제도는 2003년도 하반기에 대체될 것으로 전망되고 있고 제도화될 것으로 전망되고 있다. 새로운 제도는 환경관련제도의 강화 및 공청회제도를 개선할 것으로 전망되고 있는데,³¹⁾ 새로운 제도의 1차적인 목표는 한번에 채취할 수 있는 채취지역의 면적을 축소함으로써 환경에의 영향을 줄이는 것과 허가조건을 잘 준수하도록 하는 데 있다.

여섯째, 정기적 검토(심사) (periodic reviews)제도를 시행하고 있다. 환경영향평가(EIA)에서 예측된 방법대로 바다골재채취가 이루어지는 가를 평가하는데 이를 정기검토(periodic review)라 한다. 정기검토를 통하여 골재채취를 계속할 것인가, 현재의 환경영향저감대책을 변경하거나 새로이 할 필요가 있는가, 그리고 채취를 예정보다 일찍 종료할 필요가 있는가를 검토한다. 정기검토에서는 모니터링계획이 중요하다. 지금까지의 모니터링 기록이 제시되어야 하며 모니터링계획이나 환경저감대책을 수정할 필요가 있는가를 검토한다.

일곱째, 누적환경영향평가제도 (cumulative effect)의 도입이다. 환경영향평가시 신청하는 사업의 환경영향뿐만 아니라 지금까지 수행된 전체사업을 동시에 고려하여 영향을 평가하도록 하는 제도이다.

영국은 정부차원의 환경기준도 엄격하지만 업계 스스로 환경영향을 최소화하고 다른 이해관계자와의 관계를 원활히 하기 위한 노력을 적극적으로 하고 있다. 예를 들어 채취시 어민, 운송업자, 스포츠낚시업자 등 여타 해역이용자와의 공존을 위하여 'Codes of Practice (실무지침)'를 업계스스로 개발하여 운용하고 있다. 또한 업계에서는 스스로 환경문제를 극복하기 위하여 투자하고 있는데 연간 150만파운드가 연구비, 조사비에 투입되는 것으로 알려졌다.

결론적으로 영국은 일본 다음으로 바다모래를 많이 채취하는 나라이며 수출까지 하고 있고 앞으로도 골재자원의 안정적 수급을 위하여 바다모래의 역할이 강조되고 있다. 그러나 앞에서 살펴보았듯이 바다모래채취가 주변환경에 미칠 영향을 항상 감시하도록 하여 친환경적인 채취가 이루어지도록 정책을 수립하고 있고 운

31) European marine sand and Gravel Group(EMSAGG)의 Special Edition (April 2003)에 수록된 내용. 영국의 Minerals Planning Division이 'Marine minerals dredging in English waters - policy and consent procedures' 심포지엄에서 언급.

용하고 있다는 점에서 우리나라에 시사하는 점이 많다.

<표 5-4>

영국의 바다모래 채취제도 및 관행

- ☐ 향후 50년간 바다모래 수요
 - 5억~10억 m³, 이 중 1/2은 자갈
 - 지난 5년간의 매년 수요 2,400만톤
- ☐ 바다모래의 용도
 - 콘크리트용 골재, 수출, 매립, 해변복원용
- ☐ 바다모래 부존지역 및 향후 채취지역
 - 5대지역 : Bristol channel (sandbanks), South Coast of Isle of Wight, outer Thames estuary, east coast off Great Yarmouth, mouth of Humber
 - English Channel의 동부지역이 유력하며, 현재 조사중
- ☐ 바다모래채취구역에 대한 모니터링 및 연구
 - 외해 해사채취지역의 '해안에 관한 영향' 및 '환경적인 영향'에 관한 많은 연구 있음.
 - 해안근처의 벙크에서 Hurst Spit 해변복원용 해사채취에 관한 모니터링 및 연구
- ☐ 관련 조직 및 관련법 측면
 - 부총리(ODPM : Office of Deputy Prime Minister)(Waste and Mineral Division)와 Wales (Welsh Assembly Government) 및 Scotland (Scottish Executive)의 이와 대등한 조직이 기획기능을 수행하며, Dept of Environment, Food and Rural Affairs (DAFS in Scotland); Environment Agency; Local Councils; National Conservation bodies (English Nature, Countryside Council for Wales) 등과 협의함.
 - 해저(seabed)의 소유자(주로 Crown Estate)가 준설업자와 민법상의 계약을 체결하며, 채취행위(예 ; 채취량 및 채취지역)를 모니터링함.
 - 단, 정부로부터 채취허가가 난 다음에 계약 및 모니터링 등을 수행함.
- ☐ 협의 절차
 - 해사채취 허가제도는 1963년부터 시행함.
 - 현재 준설업체는 지정된 장소에서 주어진 속도로 해사채취를 위한 신청서를 ODPM (또는 이와 대등한 조직)에 제출함.
 - 단, 채취지역의 중복을 회피하기 위하여 해저소유자(통상 Crown Estate)로부터 채취제안서에 대하여 승인을 받음.
 - ODPM은 준설업체에게 신청한 해사채취의 영향평가 및 협의를 위한 요구사항에 관하여 자문을 해줌.
 - 해사채취의 영향평가는 해안영향조사(Coastal Impact Study)와 광범위한 환경영향평가(Environmental Impact Assessment)를 포함하며, 신청자(준설업자)는 이들 영향평가를 수행하는 기관을 자유로이 선택할 수 있음.

영국의 바다모래 채취제도 및 관행(계속)

- 통상 채취범위를 결정하기 위하여 영향평가 보고서 완성전과 보고서 작성중 협의가 진행되며, 일단 보고서가 완성되면 ODPM은 신청자의 보고서에 기초하여 추가로 협의의를 더 가짐.
- 그 후 채취허가를 거절하거나, 허가하거나 (통상 조건을 달아서), 추가적인 조사를 요구함.
- 현재 허가기간은 15년이나, 만약 부정적인 영향이 발생할 경우 통지없이 허가를 취소할 수 있음.
- 일단 관련 기관에 의해 채취허가가 주어지면, 준설업체는 해저의 소유자와 민법상의 준설계약을 체결하며, 본 계약에는 허가된 톤당 채취속도가 포함됨.
- 현재 위의 제도는 강행적이 아니기 때문에, 해사채취와 관련한 어떠한 결정에 대한 항소권(right of appeal)은 인정되지 않음.

□ 수리학 및 지형학적 평가방법

- 해안영향조사(Coastal Impact Study)에 다음 현상이 조사되고 평가됨
 - ① 해안은 채취지역으로의 모래이동(draw-down)으로 영향을 받아서는 안됨(해안으로부터 해사채취구역으로 영구적으로 모래이동이 있어서는 안됨).
 - ② 해안으로의 모래공급이 영향을 받아서는 안됨.
 - ③ 파랑으로부터 해안을 보호하는 어떠한 bars 및 banks가 파괴되고 영향을 받아서는 안됨.
 - ④ 연안해역의 파랑에 영향을 주고 그 결과 침적물의 해안이동에 영향을 주는 파랑굴절 패턴의 심각한 변화
 - ⑤ 해안선 근처의 조석 변화
- ②번의 경우 수정된 모래이동 및 파랑패턴과 해당지역의 모델링 및 현존하는 현장자료에 근거한 해사채취구역 및 (연안) 지형으로의 이동에 관한 변화를 추정해야 함. (예 : 해저지형형성(bedforms), 침적물 분포/이동 계산)

□ 생태학적 평가방법

- 환경영향평가가 요구되며, 통상 동 평가는 부유사 발생과 모래 또는 finer-grained 침적물이 채취지역 밖의 해저에의 침적에 집중하고 있음.
- 동 평가는 현재의 환경상태 그리고 또한 다른 대안과 비교하여 신청한 채취방법의 영향에 대한 기술을 포함함.
- 동일 지역내의 다수 채취에 의한 ‘누적영향’을 포함함.

□ 규제의 형태 및 기준

- 채취지역에 대한 수심의 한계를 고정하고 있지 않으나, (간조시) 15m 이하 지점에 대한 허가는 별로 없음. 각 개별 신청에 대해 해안 및 환경영향에 대한 조사를 조건으로 하고 있음.
- 해변의 모래이동 : 영국 South Coast의 육지/해양의 해사채취를 위한 수심기준은 해변의 모래이동이 일어나지 않도록 하기 위해 간조시 최저 10m임. 추가적인 기준은 해안으로부터 최저 600m의 거리를 두고있음. 대부분의 해사채취지역은 이보다 훨씬 깊은 곳임.

영국의 바다모래 채취제도 및 관행(계속)

- 해저침적물이동 : 현장조사에 의하면 자갈(shingle, gravel)은 18m 이상의 해저에서는 이동하지 않는 것 같음. 그러나 (자갈채취의 경우라도) 모래이동에 대해서는 좀더 자세히 전문적인 연구가 요구됨.
- Sand bar 및 banks : 지역별 전문적인 연구에 기초한 최저수심; 해안선에 인접한 banks의 준설은 허용되지 않음; 높은 해사 축적율을 보이는 경우는 예외.
- 파랑굴절 효과 : 종래부터 대체적인 기준은 영국의 남부 해안의 파랑굴절연구에 기초한 최저수심 14m. 현재는 종종 이보다 더 깊은 수심의 지역에서도 파랑굴절모델링을 간단히 수행하며, 이 경우 그 효과가 무시된다는 비판의 위험이 있음.
- 조류의 효과 : 해사채취구역의 근접지역 이외에서는 실질적인 이슈가 아니나, 지역적으로 침적물의 이동에 영향을 주고, 그 결과 인접지역의 생태에 영향을 줌.

□ 경험 및 교훈

- 지난 50년 동안 해안선에 확연한 영향은 없었음.
- 심해저의 해사채취구역이 세립질 퇴적물에 의해 퇴적되는 현상이 없었음.
- sandbanks와 같은 천해지역의 해사채취구역(pits)도 채취 수개월후 별다른 변화가 없었으며, 해저의 더 넓은 지역에 비해 (감지할 수 없는) 적은 변화만 있었는바 이는 함몰 지역의 자연적인 침적현상이었음.

자료 : National Practices and Regulations in the Extraction of Marine Sand and Gravel (Forms Chapter3ofFinalSandpitBook), (<http://sandpit.wldelft.nl/reportpage/right/NationalPracticesAndTables.pdf>).

2) 네덜란드³²⁾

네덜란드의 주요 바다모래 수요는 연안매립 및 해빈보충이며, 이를 위해 북해의 남쪽 네덜란드 연안에서 대폭적으로 해사채취가 이루어지고 있다. 2000년도, 2001년도의 채취량은 각각 40.6백만톤, 58.2백만톤에 이르고 있으며, 2000년도의 경우 해빈보충에 12.2백만톤 그리고 연안매립에 28.4백만톤이 소요되었다.

네덜란드는 건설용(콘크리트) 골재(모래 및 자갈)를 대부분 수입에 의존하고 있으며 이 중 3~4백만톤을 영국 동해안에서 채취한 모래를 수입하고 있다.

네덜란드는 육지의 대부분이 바다보다 낮기 때문에 육지자원을 보호하는 편이

32) - Meakins, S.C., Leggett, D.J., Artherton, R.A., Harrison, D., and Humphries, B., *The Development of Marine Sand and Gravel in North-West Europe - Identifying the Issues Over the next 25 Years*, (<http://www.bmapa.org/pdf/ecmp99paper2.pdf>), p.5.

- David John Harrison, "European Overview of Marine Sand and Gravel - Shaping the Future", *EMSAGG Conference*, 20-21 February 2003, Delft University, The Netherlands, (http://www.ciria.org/emsagg/pdf/d_harrison_european_overview.pdf).

며, 따라서 네덜란드 정부는 연안매립시에 준설 모래를 사용할 것을 권장하고 있다. 물론 이 경우 준설모래의 운송비 및 준설비용을 상쇄하기 위해 낮은 수수료를 부과하고 있다.

또한 네덜란드 정부는 건설부문에도 바다모래의 사용을 권장하고 있다. 이를 위해 육지의 한정되고 거친 모래 대신 바다의 잔 모래를 콘크리트 재료로 사용할 수 있는지를 연구하고 있다.

1997년 네덜란드 정부는 1996 ~ 2030년까지의 골재수요를 추정하였는데, 골재용 바다모래는 710만톤, 해변공급용 바다모래는 1,230만톤, 매립용 바다모래는 1,680만톤이다. 그러나 이 골재수요량에는 20억 m^3 의 모래를 필요로 하는 3개의 대형공사(Europort 연장공사, Europort와 헤이그사이의 연안매립공사, 해안으로부터 15km 떨어진 섬의 건설공사)는 제외되어 있다.

<표 5-5>

네덜란드의 바다모래 채취제도 및 관행

- ☐ 향후 50년간 바다모래 수요
 - 16억~30억 m^3 , 이 중 자갈은 미미함. 현재 연간 수요량은 3,200만 m^3 .
- ☐ 바다모래의 용도
 - 해변 및 해안용, 매립용, 일반건축용.
 - 현재 해변 및 해안용으로 연간 1,200만 m^3 소요. 일반건축 및 건축지역의 높임 및 강화용으로 연간 2,000만 m^3 소요. Maasvlakte의 확장에 4억 m^3 소요 예정. 향후 북해 공항섬(airport-island) 건설에 추가로 20억 m^3 소요예정.
- ☐ 바다모래 부존지역 및 향후 채취지역
 - 네덜란드 해안으로 따라 해사채취가 이루어지고 있음.
 - 해변 및 해안용 모래는 가능한한 근접지역에서 채취함.
 - 대부분의 해사채취는 Hoek van Holland와 Den Helder 사이에서 이루어지고 있음.
- ☐ 바다모래채취구역에 대한 모니터링 및 연구
 - ① 심해저 해사채취구역의 한 곳(Verdiepte Loswal)에 대한 모니터링이 심도있게 수행되었음. 동 모니터링프로그램은 PUTMOR이라 지칭됨. PUTMOR 데이터는 주로 수심측량(bathymetry)과 유체역학(hydrodynamics)을 포함함. 동 채취구역은 수심 약 20m의 Hoek van Holland에 취치해 있으며(주변지역보다 약 10m 낮은), 약 30m의 깊이임. 이 채취구역은 로테르담항만의 준설물질로 반년동안 매립되었음. 동 지역의 깊이와 (반년이라는) 짧은 기간으로 지형학적인 변화는 매우 적었음.
 - ② 접근수로부터 로테르담항만 및 암스테르담항만까지의 준설기록.
 - ③ 해안근접 지역에 대한 임시의 해사채취구역, 예를 들어 Scheveningen의 근접해구 조사

네덜란드의 바다모래 채취제도 및 관행(계속)

- ☐ 관련 조직 및 관련법 측면
 - MTPW(Ministry of Transport and Public Works), Rijkswaterstaat, North Sea Directorate가 해사채취허가를 수행함.
 - 향후 500헥타르 이상의 해사채취에 대해서는 환경영향평가(Environmental Impact Assessment)를 실시할 예정임.
- ☐ 규제의 형태 및 기준
 - 일반적으로 20m 등수심 밖에서 해사채취가 허용되며, 해사채취는 두께 2m까지만 허용됨.
 - 항만 입구의 경우 20m 등수심 이내에서도 해사채취를 허용함.
 - Verdiepte Loswal에 대해서는 특별한 환경영향평가가 수행되었는바, 이는 동 채취구역이 임시적이었기 때문임.
 - 향후 10동안 해사채취 두께가 주변 해저면보다 10~30m까지 깊게 해사채취가 허용될 것으로 예상됨. 보다 작은 규모로 보다 깊게 채취하는 것이 해저면의 손상을 감소할 것임.
 - 콘크리트골재용 모래는 깊은 수심지역에서만 가능함. 천해지에서는 세립질의 모래만 발견되며, 이 모래는 콘크리트골재용으로는 사용할 수 없음. 환경영향평가가 요구될 것임.
- ☐ 수리학 및 지형학적 평가방법
 - 수정된 모래이동 및 파랑패턴 모델링
 - 모델링 및 현존 경험에 근거한 지형학적 변화에 대한 추정
- ☐ 생태학적 평가방법
 - 현재 상황의 기술, 모든 대안에 대한 환경적 및 생태학적 평가 그리고 환경영향이 가장 적은 대안에 대한 특별한 주의.
 - 부유사의 탁도와 이들이 1차생산, 저서생물, 어류, 조류에 미치는 결과에 대한 특별한 주의.
 - 해사채취지역에 동물군(fauna)의 이식(recolonisation)이 주요한 이슈임.
- ☐ 경험 및 교훈
 - 현 해안선에 대한 영향 없으며, 현 채취구역에 아주 느린 이동 있음.
 - 20m 등수심 이내에 대한 해사채취를 불허하고 있기 때문에 현 해안선의 침식영향은 없는 것으로 예상됨.

자료 : <표 5-4>와 동일.

3) 덴마크

덴마크의 해사채취량은 총 골재수요량의 10~20%에 해당한다. 주요 바다골재

수요는 연안매립 및 건설 골재이며, 특히 지난 10년간 대형 공사로 인해 연안매립 수요가 급증하였다. 2000년 현재 바다골재 채취량은 11.9백만톤이다.

덴마크는 바다모래 채취에 관하여 부정적이지 않은 편이다. 덴마크에선 바다모래 채취가 매우 제한적으로 이루어지고 있는데, 이는 낮은 인구밀도 및 풍부한 육지 모래 때문이다.

<표 5-6>

덴마크의 바다모래 채취제도 및 관행

- ☐ 향후 50년간 바다모래 수요
 - 모래, 굵은 자갈, 흙모래 등 3억~5억톤.
 - 이 중 70%는 해변복원용 및 매립용의 흙모래이며, 나머지 12%의 모래 및 14%의 자갈/굵은 자갈은 콘크리트 원자재용임(본 수치는 과거 5년간의 연간 수요량을 보간법으로 추정함).
- ☐ 바다모래의 용도
 - 일반건설(콘크리트용 골재), 토지매립, 해변복원용.
- ☐ 바다모래 부존지역 및 향후 채취지역
 - 덴마크 전 지역에 위치한 소위 전이지역이라 지칭되는 113곳. 이 중 70곳은 개발되고 있음.
 - 2007.1.1부터 환경영향평가의 대상이 되어온 지역에서 해사채취가 이루어질 것임.
 - 전이지역은 일차적으로 건설산업용 원자재의 공급처임.
 - 추가로 해변복원용 또는 특정의 대형 건설공사용 ‘흙모래’의 채취를 위한 채취허가가 주어지고 있음.
- ☐ 바다모래 채취구역에 대한 모니터링 및 연구
 - 외해의 준설 및 텀핑지역에 대한 수개의 환경영향평가가 수행되었으며, 이 중 소수지역에서는 모니터링이 수행되었음.
- ☐ 관련 조직 및 관련법 측면
 - 덴마크 산림자연청 및 환경부
- ☐ 협의 절차
 - 덴마크의 원자재의 준설에 관한 법은 1996년에 개정되었음. 그러나 새로운 법률에 적응을 용이하게 하고 준설업체들이 불리한 조건에 놓이게 되는 것을 피하기 위하여, 10년간의 전이기간을 두었음. 동 기간동안 113곳이나 되는 많은 지역에서 현재와 같은 조건으로 해사/자갈채취가 계속될 것임.
 - 전이지역 113곳은 현재 그 곳에서 채취가 이루어지고 있기 때문에 선정되었음. 조사 결과에 의하면 그들 지역에서 향후 수년동안 덴마크에 공급할 충분한 원자재를 포함하고 있는 것으로 예상되었음. 관련 기관 및 조직과의 협의는 해사채취가 환경에 대한 심각하고 부정적인 영향이 없도록 진행됨.

덴마크의 바다모래 채취제도 및 관행(계속)

- 전이기간은 1997.1.1부터 2006.12.1까지임. 이 기간 이후, 준설업체에 의해 개발되기를 원하는 이들 지역은 보전절차에 들어갈 것이며, 새로운 법 규정에 따라 채취지역으로 정의될 것임.

☐ 수리학 및 지형학적 평가방법

- 다음사항에 대한 연구가 수행되고 있고 해안영향연구의 일부로 평가됨.
 - ① 파랑공격으로부터 해안을 보호하는 어떠한 bars 및 banks가 파괴되고 영향을 받아 서는 안됨.
 - ② 준설은 해안근접지역에서의 이동과정에 영향을 주어서는 안됨.
 - ③ 해안근접지역 파랑에의 심각한 변화 그리고 그 결과에 따른 침적물의 해안이동의 변화. 조석, 조차, (조류가 시작되는 곳의 준설과 관련하여) 조류의 흩어짐.

☐ 생태학적 평가방법

- 환경영향평가의 일부로서 전형적으로 다음 사항이 포함됨.
 - ① 준설공사 및 해저면으로 퇴적공사 중 세립질 퇴적물의 유출 및 확산
 - ② 퇴적지역의 범위 및 두께
 - ③ 해양동식물에의 영향
- 현 환경상태의 기술 및 신청한 준설의 영향, 대안의 제시 및 변경된 준설절차

☐ 규제의 형태 및 기준

- 일정한 기준(limits)은 없음. 전이지역과 기타지역으로부터의 채취는 면허와 함께 허가됨.
- 2007.1.1부터 각 해사채취는 해안 및 환경영향평가에 관한 특정 연구결과에 따름.
- 채취허가시 다음과 같은 특정 조건이 부여될 것임; 사용될 선박에 관한 조건, 사용될 방법(예; trailing suction), 보존 및 보고되어야 할 기록, 유출의 한도, 어업행위와의 관계, 해저면의 상태, 해사채취구역의 최대 깊이(허용될 경우, 통상 3m), 항로수심의 영향.

☐ 경험 및 교훈

- 해안선예의 부정적인 영향 또는 조차/조류확산에의 심각한 변화는 보고되지 않았음.

자료 : <표 5-4>와 동일.

4) 독일

독일에서는 북해 및 발틱해에서 해사채취가 이루어지고 있다. 해사채취량은 많지 않은 편인데, 2000년의 경우 9.2백만톤이며, 이 중 4.8백만톤이 건설골재로 사용되었다. 나머지 바다골재는 주로 해변복원용으로 사용되고 있다.

5) 프랑스

프랑스의 해사채취량은 수년간에 걸쳐 연간 3~4백만톤으로 안정되어 있다. 연간 1백만톤 정도를 영국 및 벨기에으로부터 수입하고 있다.

프랑스 골재업계는 바다모래 채취를 자제하고 있다. 그 주된 이유는 바다모래에 포함되어 있는 염화물(chloride)과 조개 등에 의한 부정적인 영향 때문이다. 또한 프랑스에서는 바다모래 채취와 관련하여서는 중앙정부 차원보다는 지방정부에 위임하는 편이다.

<표 5-7>

프랑스의 바다모래 채취제도 및 관행

- ☐ 향후 50년간 바다모래 수요
 - (수심 30m 이내 그리고 항만으로부터 경제적인 거리 이내의) 이용가능 부존량 : 6억 m³
 - 과거 5년간 연간 평균 수요량 : 300만 m³
- ☐ 바다모래의 용도
 - 일반건설(콘크리트용 골재), 토양첨가용(carbonate sands)
- ☐ 바다모래 부존지역 및 향후 채취지역
 - Brittany 및 Loire 지역(대서양 해안 및 영국해협)에서 전국 생산량의 2/3(250만톤의 모래 및 자갈 그리고 50만톤의 carbonate sands 및 lithothamnium)를 공급.
 - 가장 큰 채취지역은 Loire 기수역으로, 이곳에서 매년 100만톤의 모래 및 자갈을 채취함.
- ☐ 바다모래채취구역에 대한 모니터링 및 연구
 - 모든 준설지역은 환경영향평가내에서 철저히 연구되고 있음.
 - 채취전 최초 상태의 정의가 요구되며, 그후 매 5년마다 모니터링이 권고되고 있음.
 - 1981년 이후 Seine 기수역 외해의 실험지역인 CNEXO 채취구역에 대한 모니터링이 수차례 수행되고 있음.
- ☐ 관련 조직 및 관련법 측면
 - Dept. of Industry; Regional Dept. of Research, Industry and Environment (DRIRE); Port admiral (Prefet Maritime); Port authority (Port Autotome); Marine Division of the Local Direction of Public (DDE), Local Authorities.
- ☐ 협의 절차
 - 준설업체는 3개의 행정적 절차를 충족해야 함; 채취허가(모든 해저토지는 국가소유이므로), 국가토지이용에 관한 권한, 준설을 위한 개방허가를 득할 것.

프랑스의 바다모래 채취제도 및 관행(계속)

- 채취허가를 위한 지방조사 : 1982년 법령에 따라, 준설업체는 준설면허를 위한 신청서를 산업부에 제출하고, 산업부는 이를 지방정부와 관련될 경우 항만청으로 송부함. 신청서는 준설업체가 선정한 컨설턴트에 의해 수행된(해안영향, 어업 및 저서생태계 영향 등) 환경영향평가를 포함함. Port Admiral과의 협의후, 조사가 DRIRE에 의해 수행되는바, DRIRE는 이를 local departments (Public and Water Works, Telecommunication, Defence, Environment, Culture), local authorities, 정부의 자연과학자(Iframer 포함)와 협의함. 또한 동 조사는 공공적인 협의와 DDE의 해양국과의 협의도 포함함. DRIRE와 DDE의 보고서는 지방정부에 송부되며, 지방정부는 조건유/무를 달아 면허를 발급하거나 또는 추가적인 조사를 요구함.
- 채취허가를 위한 국가조사 : 채취를 담당하는 부처는 공공사업부, 어업부, 환경부와 협의하여야 하는데, 이들 부서는 허가를 취소할 수 있음. 모든 경우에, 지방정부(Prefet)는 신청자에게 공식적인 답변을 하여야 함.
- 국가토지의 이용을 위한 허가 : 공공사업부 지역국의 해양과는 신청자가 준설을 위해 국가토지를 사용해도 되는지의 여부를 조사함. 계약에는 신청자가 채취하는 단위당 채취속도를 정의함.
- 공사 개시 : 또 다른 조사가 공사허가전 지역적으로 수행되어야 함. 동 조사는 공공적 협의 뿐만아니라 DRIRE 및 local authorities와의 협의도 포함됨.
- 위의 사전 협의절차는 약 3년이 소요됨. 허가기간은 15년임.

☐ 수리학 및 지형학적 평가방법

- 해안영향평가의 내용을 정의하는 특별한 규정은 없음.
- 컨설팅회사에 의해서 제출된 보고서는 통상적으로 (이용가능한 경우 현장자료 및 현존 모델링 결과에 근거한) 퇴적물 이동에 대한 일반적인 경향 뿐만아니라 지역의 해류 및 파랑조건을 기술하는 참고서류에 의존함.
- 동 보고서는 퇴적물의 연안을 따라 또는 교차하여 이동하는 것을 변화시키는 파랑굴절 패턴의 변화를 평가함.

☐ 생태학적 평가방법

- 채취전 및 채취 중 저서생태계의 inventory를 어떻게 수행할 것인가에 대한 프로토콜(protocol)이 정의되어 있음(샘플링의 형태 및 빈도, 생물학적 분류, 종(species)과 속(genera)의 정의, 모수의 밀도 등).

☐ 규제의 형태 및 기준

- 고정된 기준은 없음. 해사채취는 수심 8~23m 사이에서 그리고 해안선으로부터 1~6km 사이의 해역에서 이루어지고 있음. 채취는 1~8m의 두께임.
- 파랑굴절에 관한 효과 : 대서양 프랑스 해안에서의 최고 파랑에 대한 해사채취구역의 최저수심에 관해서 Migniot와 Viguier이 확립한 관계식이 이용되고 있으나, 동 관계식의 제한은 심한편이며 통상 설명되지 못하고 있음.

☐ 경험 및 교훈

- 현재의 해사채취가 해안선에 확연히 영향을 미친다는 과학적인 근거는 없음.
- 수심 17m인 CNEXO 해사채취구역이 지난 20년 동안 매년 1m씩 움직이고 있으며, 세립질 퇴적물에 의거 심각하게 퇴적되고 있지 않음.

자료 : <표 5-4>와 동일.

6) 이탈리아

<표 5-8>

이탈리아의 바다모래 채취제도 및 관행

- ☐ 향후 50년간 바다모래 수요
 - n.a.
- ☐ 바다모래의 용도
 - 해변복원용
- ☐ 바다모래 부존지역 및 향후 채취지역
 - North Adria 해역, south-central Tyrrhenian 해역
 - Tyrrhenian 해역 북쪽 및 중앙 Adria 해역의 모래 부존량에 관한 예비조사 진행 중.
- ☐ 바다모래채취구역에 대한 모니터링 및 연구
 - Veneto 해안 및 Lazio 해안의 해변복원용과 관련하여, 특히 모래 부존량 탐사와 선정된 지역으로부터 해사채취의 기회 및 효과의 평가와 관련하여 채취 전 연구가 수행되고 있음.
- ☐ 관련 조직 및 관련법 측면
 - Ministry of Environment, local authorities, Regions, civil engineers-maritime works(Genio civile opere maritime), Ministry of Public Works
- ☐ 협의 절차
 - 공공해역에서의 텃밭 및 원자재 취급에 관한 법률에 따라 환경부에 신청해야 함(Decreto Legge 24 Gennaio 1996 n.24).
 - 환경부는 'Genio Civile - Opere Maritime'와 지방정부의 의견에 기초하여 허가함.
- ☐ 수리학 및 지형학적 평가방법
 - 공사의 목적, 환경(항만, 기수역, 해변 등)의 종류, 준설시스템, 준설지역, 준설의 범위
- ☐ 생태학적 평가방법
 - 채취지역에 현존하는 phytozoobenthos군
 - 퇴적물의 물리적, 화학적, 미세 생물학적 특성
- ☐ 규제의 형태 및 기준
 - 해사채취는 보호지역(고고학적 지역, 생태학적 보호지역, 자연공원 등) 또는 (해안선으로부터 3마일 이내, 보호지역, phanerogamae 등의 초지(grassland) 등) 민감지역내에서는 허가되어서는 안됨. 해사채취는 보호지역, 허약한 생태계, 해양자원의 이용에 영향을 미쳐서는 안됨.
 - 해안으로부터의 거리는 3마일 이내에서는 곤란함.
 - Adria 해의 중부 및 상부를 제외하고 수심은 50m 이상이어야 함.
- ☐ 경험 및 교훈
 - 이탈리아에서의 해사채취관행은 새로운 것이며, 해변복원용으로만 관련되어 있음.

자료 : <표 5-4>와 동일.

7) 노르웨이

<표 5-9>

노르웨이의 바다모래 채취제도 및 관행

- ☐ 향후 50년간 바다모래 수요
 - 대부분 조개 (carbonated) 모래, 연간 약 10만톤
- ☐ 바다모래의 용도
 - 대부분 농업용
- ☐ 바다모래 부존지역 및 향후 채취지역
 - 노르웨이 남서해안이 주요 부존지역임.
- ☐ 바다모래채취구역에 대한 모니터링 및 연구
 - n.a.
- ☐ 관련 조직 및 관련법 측면
 - 노르웨이 정부가 소유자이며, 허가권은 지방정부에 이양되어 있음.
- ☐ 규제의 형태 및 기준
 - 매우 엄격한 규정은 없음.
 - 채취는 주로 다음과 같은 채취지역의 현지 지식에 의거 허가됨; 보호지역, 기타 목적으로 규제되는 지역, 채취에 의하여 영향을 받을 것으로 인정되는 이해당사자간의 공청회, 환경적 이슈, 어류의 산란/서식 조건, 어업지역.
- ☐ 수리학 및 지형학적 평가방법
 - n.a.
- ☐ 생태학적 평가방법
 - n.a.
- ☐ 경험 및 교훈
 - n.a.

자료 : <표 5-4>와 동일.

8) 벨기에

벨기에는 북해 남단의 벨기에 연안에서 바다모래를 채취하고 있으나, 매우 적은량을 채취하고 있다. 2001년의 경우 3.0백만톤을 채취하였으며 주로 해변복원용으로 사용하였다. 벨기에는 매년 약 2.5백만톤의 건설용 바다모래를 영국으로 수입

하고 있다.

독일, 벨기에, 스웨덴, 폴란드, 아일랜드는 바다골재 채취와 관련된 특별한 국가 계획 및 정책이 수립되어 있지 않은 상태이다.

3. 미국

1) 채취 실적

USGS의 Mineral Industry Surveys에 의하면 2000년도의 미국 전체의 골재(모래와 자갈) 생산량은 11억 2천톤이며 금액으로는 53억 9천달러에 이른다. 이러한 생산 실적은 3,901개의 생산업자가 6,204 광산에서 생산한 것이며 연간 생산량 20만톤 이상을 생산하는 큰 규모에 해당하는 생산지가 전체의 26%에 해당하는 1,641개인 데 이들이 생산량으로는 전체의 79%를 생산하고 있다.

미국에서 바다모래는 단지 해변복원용(beach nourishment)으로만 일부 채취되고 있을 뿐 건설용으로는 거의 채취되지 않는 것으로 조사되고 있으며 해변복원용 모래도 매우 작은 규모로 채취되고 있어 통계가 제대로 나타나지 않고 있다. 바다모래가 채취되지 않고 있는 주요 이유는 아직 육상의 골재자원이 풍부하기 때문인 것으로 알려져 있다.

그러나 2000년도 뉴욕의 뉴저지 연안에서 건설용 바다모래채취를 위한 사업신청이 있었으며 수많은 논쟁 끝에 아직 허가되지 않은 것으로 밝혀졌다.³³⁾ 이에 대한 내용은 미국에서 바다모래 채취에 따른 환경문제가 어떠한 상황에 있는지를 짐작할 수 있는 부분이기 때문에 후에 별도로 설명하기로 한다.

2) 허가 및 관리 제도

미국에서는 내무성의 MMS(The Minerals Management Service)가 바다골재를 관리하고 있다. 바다골재를 규제하고 있는 법은 대륙붕토지법(Outer Continental Shelf Lands Act)으로서 바다골재의 탐사, 임대 및 운영에 관한 규정을 담고 있다.

33) 뉴저지항 입구에서 최근 1건의 건설용 바다모래채취가 이루어지고 있다는 정보가 있으나 이 건과 동일한 것인지는 확실하지 않음.

바다골재의 탐사에 관한 규정에 의하면, 상업적인 탐사를 하기 위해서는 승인(permits)이 필요하며 탐사기간은 3년 이내이나 2년간 연장이 가능하고, MMS는 신청된 탐사에 대하여 60일 이내에 승인여부를 결정하여야 하며, 한 회사의 탐사신청에 대한 자료는 비밀이 보장되는데, MMS는 지질조사자료는 50년 동안, 다른자료는 25년 동안 비밀을 지켜주어야 한다.

임대규정은 연안 주(states) 들이 연방의 골재채취계획에 참여하는 데 관련된 내용들을 포함하고 있다. 여기에는 탐사지역의 면적, 탐사기간, 환경규제문제, 임대료 또는 로얄티, 판매 등에 대한 조건들을 담고 있다. 임대기간은 보통 10년이다.

운영에 관한 규정은 임대후의 활동에 관한 내용을 규정하고 있는데 모든 이해당사자는 제안된 활동(임대를 통한 채취활동)에 대한 의견을 제시할 수 있다. 채취지역의 환경보호에 대한 모든 자료들이 MMS에 제출되면 그 후 60일 동안 모든 사람(기관)들이 열람할 수 있고 의견을 제출할 수 있다. MMS는 채취계획에 대한 승인, 수정 또는 거부를 할 수 있는 책임을 지며 또한 채취현장을 점검(inspection)할 수 있는데 이러한 점검을 통하여 진행되고 있는 골재채취활동을 유보시킬 수도 있고 취소할 수도 있는 권한을 가진다.

3) 환경관리

1996년에 제정된 ‘Marine Mineral Resources Research Act’에 의하면 바다모래와 골재(sand/aggregates)는 사광(placers), 인산염(phosphates), 망간단괴(manganese nodules) 등과 함께 해양광물³⁴⁾(marine mineral resources)의 범주에 속하며 동법은 해양광물의 탐사, 평가, 확인, 연구를 진흥하기 위하여 제정되었다.

미국에서의 바다모래채취는 사업자가 채취신청을 하면 예비환경영향평가(Draft Environmental Impact Statement)를 하고 그 후에 본격적인 환경영향평가를 한다. 만약 사업이 환경에 악영향을 미치는 것이 없으면 scoping hearing과 청문회(public hearing)를 거친 후 최종적으로 승인을 해준다. 그런데 지난 25년 동안에 신청을 기각한 비율은 2%에 불과하다.

앞에서도 언급되었지만 채취해역의 환경보호에 대한 자료는 MMS에 제출되고 이 자료는 60일 동안 일반에게 공개되는데 모든 이해당사자들이 이에 대한 의견을

34) 석유·가스, 수산 동식물, 해양포유동물을 제외한 해양자원은 모두 해양광물자원에 속한다고 할 수 있다.

제출할 수 있고 제출된 의견을 검토하여 MMS는 채취여부를 결정하게 된다. 또한 채취업자는 채취가 환경에 미치는 영향을 모니터링하여 그 결과를 매월 또는 분기별로 채취실적 자료와 함께 MMS에 제출하여야 한다.

이하에서는 최근에 있었던 바다모래채취를 둘러싼 여론과 관계기관의 입장을 살펴 보았다.

미국에서 약 70위권에 있는 골재채취기업인 Amboy Aggregate사가 2000년 뉴저지 앞바다에서의 바다모래채취 신청을 하게되었다. 이 채취신청이 허가가 된다면 상업적인 의미에서 미국에서의 최초 바다모래채취사업이 되는 것이었다. 동 회사는 1996년도에도 유사한 지역에서의 바다모래 채취신청을 하였으나 거부된 적이 있었는데 이번에는 채취지역을 크게 축소하여 해안에서 3~12마일 떨어진 100만 평방마일에 대해 신청하였다. 이는 1996년도의 1,400만 평방마일의 7% 정도 수준인데 1996년 당시 광범위한 지역에 대한 환경문제³⁵⁾가 걸림돌이었기 때문에 이 문제를 극복하기 위한 것으로 판단된다.

Amboy Aggregate사는 100평방 마일의 바다모래채취를 통하여 연간 90만달러를 해변복원사업(beach restoration work)에 기부하겠다고 하고 있다. 그러나 환경론자들 반대론자들은 환경에 미치는 영향이 어떠한 지에 대한 조사가 제대로 되지 않은 상태에서 채취업자에게 엄청난 혜택을 줄 수 없다는 점에서 반대하고 있다. 채취업자는 임대료로 1입방야드에 50센트만 지불하면 되는데 이는 3야드 콘크리트의 배달가격이 400달러 정도임을 감안할 때 엄청난 혜택이라는 것이다. 반대론자들은 또한 바다모래채취가 환경에 미치는 악영향을 우려할 뿐만 아니라 바다모래채취의 허가가 뉴저지연안에서의 석유가스개발로 이어질 수도 있음을 우려하고 있다.

동사업에 대해 항만청, 건설업자, 미공병대 등은 지지하고 있으며 환경론자, 어민, 낚시어업자, 잠수부 등은 반대하고 있고 MMS도 반대입장을 취하고 있다.³⁶⁾ MMS의 보고서에 의하면 뉴저지, 매릴랜드, 델라웨어, 버지니아 주 등에서 해수욕장과 연안복원사업을 위하여 수행하는 바다모래채취도 환경과 해양생물에 어떤 영향을 미칠가에 대한 정보가 별로 없다고 하고 있다. 또한 해외정보에 의하면 바다모래채취가 준설보다도 더 큰 영향을 미칠 것이라고 하며 악영향을 미치는 기간

35) 당시 주된 이유는 “바다모래채취가 해양동식물과 환경에 어떤 영향을 미칠 것인가” 하는 것이었다.

36) 동사업에 대한 논쟁은 Jersey Coast Anglers Association(JCAA)가 주도하고 있으며 찬반 논쟁의 자세한 내역은 2000년 2월 29일 개최된 바다모래채취청문회 자료를 참고할 수 있다.

이나 회복하는 데 소요되는 시간도 준설보다도 더 많이 소요될 것이라는 정보를 갖고 있다고 주장하고 있다.³⁷⁾ Mid-Atlantic Fishery Management Council의 의장 또한 뉴저지연안에서의 바다모래채취가 주변의 조개자원(surf clam)에 영향을 미칠 것이며 어류의 서식에 영향을 미칠 것이라고 주장하고 있다. 또한 채취에 따른 부유물질의 유동이 환경에 어떠한 영향을 미칠지에 대한 정보도 갖고 있지 못하다고 주장하고 있으며 과학자들도 퇴적이동 등에 대한 과학적인 이해가 부족하기 때문에 바다모래채취를 반대하고 있다. 한편 뉴욕주립대학의 해양학과 교수이며 Amboy Aggregate³⁸⁾의 컨설턴트인 Henry Bokuniewicz는 Minerals Management Service에 보낸 서한에서 “연안(offshore)에서의 바다모래채취는 바다모래자원의 고갈도 야기하지 않고, 해안침식도 야기하지 않으며 수산에도 큰 영향을 미치지 않을 것이라고 주장하고, 단지 약간의 해저면 마찰이 있을 것이고 따라서 해저바닥에 서식하는 생물이 회복하는 데 다소 시간이 걸릴 것”이라고 하고 있다.

현재 MMS에서는 “개발업자가 바다모래채취가 주변 환경에 아무런 영향을 미치지 않는다는 것을 증명해야 한다”고 언급하고 있다.

4. 외국 사례의 시사점

일본은 세계최대의 바다골재 생산국이며 유럽에서는 영국을 비롯하여 많은 국가가 바다골재를 채취하고 있다. 반면 미국에서는 단지 해변복원용 모래만 일부 채취하고 있을 뿐 건설용 골재는 거의 채취되고 있지 않다.

일본은 최대의 바다골재 채취국가이면서도 지금까지 환경문제에 대해서는 다소 느슨한 실정이었다. 따라서 미국의 한 골재회사는 바다모래 채취신청을 하면서 바다모래의 환경문제에 부딪치자 “최대 채취국인 일본에서도 환경문제가 그다지 심각하지 않는데 처음으로 개발하려는 미국에서 환경문제가 왜 심각해야 하는가”라고 주장을 할 정도였다.³⁹⁾ 그러나 최근에는 일본에서도 바다모래의 환경규제가

37) *Digging for Truth on Mining*, by Todd B. Bates, Environmental Writer, Asbury Park Press, 2/27/2000.

38) 미국에는 1000여개의 (육상)골재생산업체가 있으며 Amboy Aggregate는 약 70위 권의 골재 생산업체이다.

39) 2000년 미국 Amboy Aggregates사의 바다모래채취신청에 관련된 청문회자료에서 인용.

강화되고 있으며 세토나이카이 내해에서는 바다모래채취가 완전 금지되게 되었고 통상산업성에서는 이러한 추세에 대비한 골재안정공급대책을 논의하고 있다.

영국은 덴마크와 함께 바다모래채취에 관련된 제도가 가장 잘 갖추어진 국가로 인정되고 있다.⁴⁰⁾ 바다골재의 환경문제를 가장 엄격하게 관리하고 있으면서도 바다골재의 공급량이 매년 상당한 수준에 있고 앞으로도 바다골재의 공급량이 다소 증가할 것으로 전망되고 있다. 영국이 바다골재의 환경문제를 다루는 해법은 인허가단계뿐만 아니라 채취활동단계 및 채취후의 전과정에 걸쳐 환경영향에 대한 감독과 감시가 이루어진다는 점과 골재채취업자 스스로가 환경문제를 해결해 나간다는 점이라고 할 수 있다. 영국에서 GV(Government View) 단계에서 채취허가에 따른 협의대상기관은 수십개 기관에 이르기도 하는데 채취신청자는 모든 제기된 의견에 대해 대응해야 하며 상대방을 설득해야 한다. 또한 채취활동 중에도 지속적인 환경감시가 이루어지고 있다. 또한 영국은 정부차원의 환경기준도 엄격하지만 업계 스스로 환경영향을 최소화하고 다른 이해관계자와의 관계를 원활히 하기 위한 노력을 적극적으로 하고 있다. 예를 들어 채취시 어민, 운송업자, 스포츠낚시업자 등 여타 해역이용자와의 공존을 위하여 ‘Codes of Practice (실무지침)’를 업계 스스로 개발하여 운용하고 있는 것이다.

영국의 이러한 관리제도 및 업계의 자발적인 노력은 우리나라에 시사하는 바가 크다고 보여진다. 우리나라는 현재 해양수산부가 환경관리수단으로 해역이용협의 제도를 시행하고 있는데 이를 면제해 달라는 등 환경규제의 완화를 통한 바다골재 공급의 확대를 모색하고 있다. 따라서 우리나라 업계도 환경문제를 피해가려는 자세보다는 이에 대한 적극적인 대응을 하면서 바다모래자원을 개발하는 자세로 전환하여야 할 것으로 보인다. 차후 영국 등 유럽에 관한 보다 심층적인 분석과 연구는 바다골재를 관리하는 정부부처에게나 바다골재를 개발하는 업계 등 우리 모두에게 보다 많은 시사점을 줄 것으로 기대된다.

40) 인터넷 자료(www.civeng.ucl.ac.uk/prs).

제 6 장 해사채취 종합관리방안

1. 관리제도의 개선

1) 해사채취 종합관리대책

정부가 바다모래(해사)를 해양자연자원으로 인식하고 보전할 필요가 있다고 처음으로 조치를 취한 것이 1997년 자연환경보전법의 개정이다. 그러나 엄밀히 말하여 이는 해사 등 해양자원의 관리주체를 환경부로부터 해양부로 이관한 조치였으며 해사 보전을 위한 직접적인 정부정책은 아니었다.

1996년 해양수산부 설립과 관련하여 개정된 정부조직법은 ‘해양환경보전 사무’를 해양수산부 소관업무로 규정하였다. 이에 따라 1996년 해양수산부 설립과 더불어 해양오염방지법을 환경부로부터 그리고 공유수면매립법 및 공유수면관리법을 건설교통부로부터 해양수산부로 이관하였다. 이어서 1997년 자연환경보전법의 개정을 통해 해양자연자원의 관리주체를 환경부로부터 해양수산부로 이관하였다.

동 법 개정 후 1999년 환경부와 해양수산부는 생물다양성의 보고인 동시에 오염물질정화기능을 가진 습지를 효율적으로 보전·관리함으로써 국토를 효율적으로 이용하고, 「물새서식처로서국제적으로중요한습지에관한협약」(람사협약)과 관련한 국제협력을 증진시키기 위해서 1999년 습지보전법(법률 제5866호)을 제정하여 환경부는 육지습지를 담당하고 해양수산부는 연안습지(갯벌)를 담당토록 하였다. 연안습지는 해양자연자원이기 때문에 개정된 자연환경보전법에 의거 관리주체를 해양수산부로 하였다. 동년 2월 8일에 공포된 이 법률의 요지는 다음과 같다.⁴¹⁾

습지는 담수, 기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로서 내륙습지 및 연안습지를 포함한다. 내륙습지는 육지 또는 섬 안에 있는 호 또는 소와 하구 등의 지역이고, 연안습지는 만조시에 수위선과 지면이 접하는 경계선으로부터 간조시에 수위선과 지면이 접하는 경계선까지의 지역이다. 내

41) 해양수산부, 「해양수산백서」, 1996, pp.103~104.

륙습지에 관한 습지조사 및 습지보호지역 등의 지정·보전에 관한 시책의 수립·시행은 환경부장관이, 연안습지에 관한 습지조사 및 습지보호지역 등의 지정·보전에 관한 시책의 수립·시행은 해양수산부장관이 각각 관장한다.

환경부장관 또는 해양수산부장관은 5년마다의 기초조사를 토대로 특히 보전할 가치가 있는 습지와 그 주변지역을 관계중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 습지보호지역·습지주변관리지역 및 습지개선지역으로 구분하여 지정·관리할 수 있도록 한다.

람사협약의 국내 이행을 위해 협약사무국에 통보하는 습지, 일명 람사습지는 습지보호지역 또는 이에 상당하는 가치가 있는 습지 중에서 정하도록 한다. 또한 연안의 습지주변관리지역 또는 습지개선지역 안에서 생태계를 위협하는 외래 동·식물을 풀어 놓거나 식재하는 행위가 금지되며, 연안의 습지주변관리지역에서 일정규모 이상의 간척사업, 공유수면매립사업, 기타 습지보호에 위해를 줄 수 있는 행위를 하고자 하는 경우는 해양수산부장관의 승인을 얻어야 하며, 관계중앙행정기관의 장의 경우에는 해양수산부장관과 협의하여야 한다.

해양수산부장관은 습지보호지역의 보호 및 관리를 위하여 특히 필요하다고 인정하는 경우에는 해당지역의 전부 또는 일부에 대하여 일정한 기간을 정하여 그 지역에서의 출입을 제한하거나 금지할 수 있다. 다만 해당지역 주민이 일상적 농림수산업의 영위 등 생활영위를 위하여 출입하는 경우, 습지보전을 위한 사업을 위하여 출입하는 경우, 군사상 목적을 위하여 출입하는 경우, 재해예방 및 복구 등을 위해 출입하는 경우는 제외한다.

현재 해양수산부는 동 법에 의거 무안갯벌을 습지보호지역으로 지정하고 관리계획을 수립, 시행하고 있으며, 앞으로 진도갯벌 등 주요 갯벌에 대해서 조사 및 지역 이해당사자들과의 협의를 거쳐 습지보호지역으로 지정 및 관리할 계획이다.

해양오염방지법도 해양자연자원인 해양(수질)환경을 보전하기 위한 법률인바, 동 법률은 1996년 해양수산부 설립과 동시에 관리주체를 환경부로부터 해양수산부로 이관하였다.

해양환경보전을 위해서는 우선 국가의 해양환경보전을 위한 국가종합대책이 필요한바, 해양오염방지법은 해양수산부장관으로 하여금 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 해양환경보전을 위한 종합대책을 수립시행할 것을 규정하고 있으며, 종합대책에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 할 것을 규정하고 있다.

① 해양환경보전에 관한 시책방향

- ② 해양오염의 현황 및 장래예측
- ③ 해양오염의 방지대책
- ④ 해양환경보전을 위한 기술개발
- ⑤ 해양환경보전을 위한 국제협력
- ⑥ 기타 해양환경보전에 관하여 필요한 사항

본 규정에 의거 최초의 해양환경보전계획으로서 ‘해양오염방지5개년계획(1996~2000)’이 수립·시행되었으며, 현재는 ‘해양환경보전종합계획(2001~2005)’이 2001년 4월에 수립되어 시행 중에 있다. 종전의 ‘해양오염방지5개년계획’이 육지 중심적 관점과 규제 및 사후관리 측면에서 수립된 반면 현재의 ‘해양환경보전종합계획’은 해양중심적 관점과 규제·사후관리는 물론 예방적 관리 측면에서 수립되었으며, 주요 추진부문은 i) 육상기인오염원의 해양유입 방지, ii) 해양기인오염원의 관리, iii) 해양수질개선 및 생태계 보전, iv) 국제협력 강화 및 지구환경보전, v) 해양환경 관리기반 강화 등으로 구성되어 있다.

해양수산부장관은 ‘해양환경보전종합계획’이 수립되면 이를 관계행정기관의 장에게 통보하여야 하며, 통보를 받은 관계행정기관의 장은 종합계획의 시행을 위하여 필요한 조치를 하여야 하며, 이에 따라 매년 해양환경보전 실천계획이 수립되고 있다.

해사는 중요한 해양자연자원임에도 불구하고 갯벌 및 해양수질환경 등과 달리 이의 보전을 위한 국가종합관리대책이 수립되어 있지 않은 상태이다. 해사의 채취·개발을 위한 정부정책은 어느정도 완벽하게 갖추어져 있는바, 앞 제2장에서 살펴본 바와 같이 골재채취 개발을 위한 제도는 i) 건설교통부의 해사를 포함한 5년 기간의 골재수급기본계획 수립, ii) 지방자치단체의 연도별 골재채취수급계획, iii) 골재채취업의 등록, iv) 골재채취 허가신청 등으로 완비되어 있는 상태이다. 반면 해사를 보전하기 위한 측면의 정부정책은 매우 미미한바, 우선 해사 종합관리대책이 수립되어 있지 않은 상태이며, 골재채취기본계획 등 해사채취관련 정부계획수립시 제도적으로 해양수산부의 의견이 반영되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 기존의 해사채취·개발 위주의 골재기본계획을 대체·보완할 수 있는 종합관리대책의 수립이 요구된다.

2) 해양자원관리법 제정

대체로 정부의 정책 또는 사업은 관련법을 제정하여 강제성과 효율성을 부여하는바, 바다모래의 지속가능한 보전·개발을 위해서 가칭 ‘해양자원관리법’의 제정이 요구된다.

현재 바다모래 채취와 관련이 있는 법은 골재채취법인바, 동 법은 주로 육상의 골재채취를 목적으로 하고 있으며, 주요 내용은 i) 골재의 수급조정, ii) 골재채취업의 등록, iii) 골재의 채취 신청·허가, iv) 골재채취단지의 지정 등이다.

위와 같이 골재채취법은 주로 육상의 골재개발·채취를 주 목적으로 하고 있으며, 자연자원의 보전에 관한 규정은 미흡한 상태이다. 따라서 바다모래 등 해양자연자원의 보전을 위한 관리법으로서 골재채취법은 부적절하며 독립된 법의 제정이 요구된다.

동 법은 우선 위에서 지정한 바다모래 종합관리계획을 포함하여 i) 바다모래의 지역별 부존량 조사, ii) 바다모래의 해양생태기능 평가, iii) 바다모래 채취에 의한 해양생태환경, 수산자원, 해저지형 및 퇴적층 변화, 해안침식 등 종합적인 영향평가, iv) 바다모래 채취에 의한 부담금 부과, v) 바다모래 채취지역의 복구 등 골재채취법에서 규정하고 있지 않은 바다모래의 보전에 관한 규정이 포함되어야 할 것이다.

미국의 경우 대륙붕 및 연근해 해저광물자원(석유, 천연가스, 모래, 골재 등의 광물자원)의 조사, 개발, 조광권의 관리, 환경규제를 총괄하는 ‘대륙붕지역법’(Outer Continental Shelf Lands Act)을 제정하여, 육상 골재개발사업의 관리체계와 차별화하고 있다.

2. 해양환경보호의 강화

1) 해사채취 환경영향평가의 현실화 방안

해사채취와 관련한 환경영향평가의 대상을 환경·교통·재해·영향평가법에서는 다음과 같이 규정하고 있다.

‘환경·교통·재해등에관한영향평가법’ 시행령 별표1 제1호 더목(4) : “골재채

취법 제22조의 규정에 의하여 해안에서 골재를 채취하는 경우로서 광업법 제15조의 규정에 의한 광구의 단위구역당 채취면적이 25만 m^2 이상이거나 채취량이 50만 m^3 이상인 것”

즉 해사채취사업의 환경영향평가 대상의 기준을 채취면적 및 채취량으로 규정하고 있다. 종전에는 환경영향평가 대상기준을 골재채취면적 25만 m^2 이상이거나 골재채취량이 100만 m^3 이상이었으나 해사채취량이 증가하자 채취면적을 50만 m^2 로 강화하였다. 그러나 현재까지 해사채취와 관련하여 환경영향평가를 시행한 사례가 한 건도 없는 상황이다. 이는 해사채취업자가 현행 제도를 교묘히 악용하고 있는바, 매번 해사채취신청시마다 채취면적 및 채취량을 환경영향평가 대상규모 미만의 사업으로 신청하고 허가를 받아 환경영향평가를 빠져나가고 있기 때문이다.⁴²⁾

이와 같은 제도의 허점을 보완하기 위해 해양수산부는 환경·교통·재해·영향평가법 시행령에 다음과 같은 조항을 삽입하였다.

‘환경·교통·재해등에관한영향평가법’ 시행령 별표1 비고 4 : “평가대상규모 미만이어서 영향평가를 실시하지 아니한 사업으로서 동일 영향권에서 사업계획의 변경 또는 준공후 신규허가 등으로 사업의 규모가 증가하여 평가대상규모에 달한 때에는 그 사업 전체에 대하여 영향평가를 실시하여야 한다.”

‘환경·교통·재해등에관한영향평가법’ 시행령 별표1 비고 5, 다목 : “제1호 더목(3) 및 (4)에 해당하는 사업을 2인 이상이 시행하는 때에는 그 사업에 대한 환경영향평가를 공동으로 실시하여야 한다.”

본 규정은 해사채취사업 뿐만 아니라 모든 사업에 있어서 환경영향평가의 대상 규모를 판단할 때 기존의 사업결과와 새로운 사업의 결과를 고려하여 평가할 것을 규정하고 있다.

본 규정을 해사채취의 경우에 적용하면, 해사채취 신규사업 또는 사업계획이 변

42) 그러나 골재채취업체 및 개발부처에서는 현행 환경영향평가의 기준을 다음과 하향조정할 것을 주장하고 있음(한국건설산업연구원, 「골재의 수급안정 및 환경친화적 개발방안 세미나」, 2003. 4, p.16).

- ‘환경·교통·재해등에관한영향평가법’을 탄력적으로 운용하여 바다골재의 수급에 지장이 없도록 배려하는 것이 필요
- 채취량을 기준으로 규정할 경우에는 환경영향평가를 받아야 하는 대상 규모를 현행 50만 m^2 에서 100만 m^2 로 상향 조정하는 방안을 검토
- 단기 조치로서 현재 채취가 이루어지고 있는 지역과 인접한 광구에서 바다모래를 채취할 경우에는 환경영향평가 대상에서 제외하는 방안을 검토.

경된 사업의 환경영향평가 대상규모의 여부를 판단할 때 기존의 사업결과도 고려하여 판단할 것을 규정한 것이다. 즉 한 지역에서의 해사채취의 누진량이 50만³을 초과할 경우 동 지역에서의 신규 해사채취사업에 대해서는 환경영향평가를 실시하라는 의미이다. 또한 동일광구에서 다수의 채취업자가 동일광구내 여러 지역에서 채굴한 경우, 이들의 채굴량을 합산하여 50만³을 초과하면 환경영향평가를 받으라는 규정이다.

그러나 이 규정이 삽입된 이후에도 해사채취와 관련하여 환경영향평가를 시행한 사례가 한 건도 없는바, 이는 해양수산부의 요청에 의해 동 규정이 삽입된 반면, 해사채취와 관련한 환경영향평가 시행주체는 환경부이며, 현재까지 환경부가 해양수산부의 의도한 바대로 동 규정을 적용하고 있지 않기 때문이다. 환경부가 해사채취관련 환경영향평가를 느슨하게 집행하고 있는 또 다른 예로서 동일 지역에서의 2인 이상이 해사채취사업을 시행할 경우인데, 이 경우 환경부는 각 사업자의 채취량을 합산하여 평가하지 않고 각 개별채취량을 평가하고 있다.

이와 같이 환경부가 통합환경영향평가법의 규정을 엄격하게 적용하고 있지 않은 것은 환경부가 육지환경보전사무를 담당하고 해양수산부가 해양환경보전사무를 담당하는 환경행정의 이원화에 기인한다.⁴³⁾ 즉 환경부가 환경영향평가의 주무부서이나 해양환경보전사무를 수행하지 않기 때문에 해양환경 관련 환경영향평가에 관하여 법률조문의 해석을 해양수산부와 다르게 해석하고 또한 환경영향평가의 내용에 관해서도 건설교통부와 지방자치단체가 요청을 하였을 경우 해양수산부와 다르게 해석할 수 있다.

따라서 1996년 개정된 정부조직법에 의거 해양환경보전사무가 해양수산부로 이관된 만큼 해사채취사업 등 해양환경관련 사업의 환경영향평가에 관한 해석 및 집행업무를 해양수산부가 수행할 수 있도록 하여야 한다.

43) 1996년 개정된 정부조직법(제44조)은 「해양환경보전사무」를 환경부에서 해양부의 소관사무로 규정하였으며, 이 법률에 의거 동 사무를 다음과 같이 환경부로부터 해양수산부로 이관하였다.

- ① 1996년 해양오염방지법을 이관하여 해양수산부가 선박·해양시설로부터의 오염물질 규제 및 육상폐기물의 해양투기 규제함.
- ② 1997년 자연환경보전법을 개정하여 육지자연자원은 환경부가 관리하고 해양자연자원은 해양수산부가 관리함.
- ③ 1999년 습지보전법을 제정하여 육지습지는 환경부가 관리하고 연안습지는 해양수산부가 관리함.

2) 해역이용협의제도의 강화

연안해역은 매립, 각종 시설의 설치 및 사용, 폐기물 투기, 양식 등 다양한 용도로 사용하기에 편리하고 그에 관한 허가면허 등이 지방자치단체 및 해역관리청에 이관되어 있어 남용될 여지가 있다. 또한 일정규모 이상의 사업의 경우 환경영향평가를 실시하지 않아도 된다. 따라서 해양오염방지법(제4조의 8)은 다음과 같은 사업의 경우 행정기관의 장은 지정·면허 또는 허가를 하기 전에 해양수산부장관과 협의를 하도록 하여 사전 환경영향평가의 기능을 도모하고 있다.

- ① 개항의 항계안에서 폐기물 등을 버리는 장소 지정
- ② 공유수면매립면허
- ③ 공유수면 점·사용허가
- ④ 어업면허

이에 따라 해역관리청은 공유수면(해역)에서 골재채취허가(공유수면관리법에 의한 공유수면점·사용허가 의제 처리)를 하는 경우 해양오염방지법의 규정에 의하여 미리 해양수산부장관(지방해양수산청장)과 해역이용협의를 협의하여야 한다. 이 경우 해역관리청은 사업과 관련된 서류를 첨부 제출하여야 하며, 해양수산부장관은 필요시 해양오염방지법 시행령 제8조 1항에 명시된 자료를 추가적으로 요청할 수 있다. 해양수산부장관은 이들 자료를 검토한 후 환경보전과 관련된 의견을 행정기관의 장에게 통지하여야 하며, 행정기관의 장은 이들 내용을 사업시행시 충분히 반영하여야만 하도록 규정되어 있다(동 법 시행령 제8조 2항).

해양수산부는 2000년에 해양오염방지법 제4조의 8의 규정에 의한 해역이용협의업무를 처리하기 위해 필요한 사항을 규정하는 해역이용협의사무처리규정(해양수산부 훈령 제183호, 2000.2.9)을 제정·발령하여 새로운 해역이용 협의제도를 시행하였다. 이 제도에 따르면 지방해양수산청장은 관할구역의 해역이용업무를 관할하며, 해양오염방지법시행규칙 제7조제2항에서 규정한 기간내에 해역이용협의를 신청한 행정기관의 장에게 검토의견을 통보해야 한다. 또한 해역이용협의 내용을 검토하기 위해 필요한 때에는 국립수산물과학원장, 국립해양조사원장, 각 수산연구소장, 기타 해양수산부 소속기관의 장에 대하여 관련자료와 검토의견을 요청할 수 있고, 필요한 자문을 하기 위하여 고등교육법에 근거하여 설립된 교육기관의 해양관련학과 조교수 이상의 교원 또는 해양관련 전문연구기관의 책임연구원 이상의 연구원을 해역이용협의 자문위원으로 위촉할 수 있다. 지방해양수산청장은 분기

별로 해역이용협의 검토의견이 반영되었는지 여부를 확인하여야 하며, 해역이용협의 실적을 해양수산부장관에게 보고하여야 한다.

해사채취와 관련하여 해양환경영향을 검토하여 사업의 보완 또는 허가를 하지 않는 조치를 취할 수 있는 제도적 장치가 환경영향평가와 해역이용협의이다. 먼저 환경영향평가는 해사채취 면적인 25만 m^2 이상이거나 또는 채취량이 50만 m^3 이상인 사업에 적용된다. 그러나 앞에서 지적하였듯이 환경영향평가는 해사채취량의 지속적인 증가에도 불구하고 지금까지 한 번도 시행한 실적이 없는바, 이는 i) 해사채취업자가 해사채취사업을 환경영향평가 규모 미만으로 신청하고, ii) 환경부가 환경영향평가 규모를 심사할 때 해당 단일 사업만을 대상으로 하지, 종전의 채취량을 합계한 누지량 또는 동일 광구내의 다수의 채취업자의 채취량을 합계한 총량은 고려하고 있지 않기 때문이다.

또한 현재 관행적으로 해역관리청(지방자치단체 등)이 해사채취의 허가기간을 1년으로 해주는데, 환경영향평가를 수행하는 데는 1년 이상이 소요되기 때문에 채취업자는 환경영향평가를 적극적으로 수행하지 않으려는 결과를 초래하고 있다.

결국 해사채취관련 해양환경영향을 검토하여 실질적인 해양환경보호를 취할 수 있는 제도는 현재로서는 해역이용협의뿐이다. 그러나 현재 해사채취와 관련한 해역이용협의는 공유수면관리법에 의한 공유수면점·사용허가(의제)의 협의인바, 이는 해사채취시 불가피하게 공유수면을 점유 및 사용하는 데 따른 환경영향을 평가하는 것일 뿐이지 해사채취·개발과 관련한 환경영향을 평가하는 것이 아니다. 따라서 현행의 해역이용협의제도를 다음과 같이 개선하여 해사채취와 관련 실질적인 해양환경영향평가가 이루어지도록 해야할 필요가 있다.

첫째, 해사채취 등 해양개발·이용사업에 대한 해양환경영향을 평가하기 위한 기준의 설정이다. 환경·교통·재해영향평가법에 의한 일반 육지환경과 관련된 환경영향평가를 위한 평가기준은 매우 정교하게 설정되어 있다. 그러나 현재 해양환경영향을 평가할 수 있는 기준은 전혀 설정되어 있지 않은 상태인바, 이는 해양보전사무를 전담하는 부서가 해양수산부이기 때문에 환경부가 해양환경보전사무를 위한 환경영향평가의 기준을 설정할 필요가 없기 때문일 것이다. 따라서 해양수산부가 그 기준을 설정하여야 하며, 설정시 고려사항은 해양자연환경(해양수질환경, 해양생태계, 수산자원 등)과 해양생활환경(항만, 해운, 해양관광, 해양레저 등)이다. 이들 고려사항은 대부분 육지환경과는 독립된 해양환경내의 상호 연관된 요소들이다.

둘째, 해양환경영향 평가기간의 단축이다. 환경영향평가와 달리 해역이용협의는 1년 이내의 단기간에 시행될 수 있도록 하여, 관련된 해양이용·개발사업에 대한 허가, 보완조치, 철회 등의 결정이 조기에 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

3) EEZ에서의 해사채취에 관한 환경성 검토강화

최근 연안해역에서의 바다모래 채취마저 점차 어려워지자 건설교통부는 배타적경제수역(EEZ)에서도 바다모래 채취가 가능하도록 골재채취법을 개정하였다. 즉, 종전에는 배타적경제수역법 제2조의 규정에 의한 EEZ에서는 골재를 채취할 수 없었으나 앞으로는 건설교통부장관의 허가를 받아 채취할 수 있도록 하였다(골재채취법 제22조제1항). 또한 이 개정 법률에는 건설교통부장관이 골재채취단지를 지정할 때에는 환경부장관과 사전환경성검토협의를 거치도록 하고, 시장·군수 또는 구청장이 골재채취단지안에서 골재채취를 허가할 때에는 별도의 협의를 거치지 아니하도록 하여 골재채취단지안에서의 골재채취허가를 간소화하였다.⁴⁴⁾ 즉 위 조항은 건설교통부장관이 EEZ를 골재채취단지로 지정할 때 환경부장관과 사전환경성검토협의를 거치면 골재허가단계에서는 환경정책기본법상의 사전환경성검토협의를 거친 것으로 의제하는 내용이다.⁴⁵⁾

이와 같이 해양수산부는 EEZ에서의 해사채취와 관련된 허가 및 환경성 검토 등 일련의 행정행위에서 제외되어 있다. EEZ의 관할권이 해양수산부장관에게 있음에도 불구하고 EEZ에서의 해사채취와 관련된 일련의 행정행위에서 해양수산부가 배제되어 있다는 것은 큰 모순이 아닐 수 없다.

동 법률의 개정과정에서 해양수산부는 해사채취허가와 관련하여 그동안 환경부와 해양수산부에서 행사하던 사전 환경통제권이 사실상 무력화될 우려가 커지고 있어 건설교통부의 이 같은 골재채취법의 개정을 반대하는 의견을 개진한 바

44) 골재채취법 제34조②건설교통부장관은 제1항의 규정에 의한 골재채취단지를 지정하고자 하는 때에는 관할 시·도지사의 의견을 듣고 환경부장관과 환경정책기본법 제25조의 규정에 의한 사전환경성검토협의를 하여야 한다. 이 경우 시장·군수 또는 구청장이 골재채취단지안에서 제22조제1항의 규정에 의한 골재채취허가를 함에 있어서는 환경정책기본법 제25조의 규정에 의한 사전환경성검토협이가 있는 것으로 본다.

45) 법제처 골재채취법 개정이유(2002.12.30 법률 제06851호) : 최근 환경규제가 강화되면서 건설공사의 기초재료로 쓰이는 골재의 채취가 어려워짐에 따라 골재의 집중개발을 통한 골재수급의 안정을 도모하기 위하여 골재채취단지안에서의 골재채취허가절차를 간소화하는 등 골재채취단지제도의 활성화를 위한 제도적 기반을 마련하고, 그 밖에 현행 제도의 운영과정에서 나타난 일부 미비점을 개선·보완하려는 것임.

있으나 역부족이었던 것으로 생각된다.

그러나 본 규정은 즉시 개정되어야 한다. 해양수산부는 정부조직법상 EEZ를 포함하여 전 국가관할해역을 관리하며 동 해역내의 해양자원을 관리해야 할 책임이 있기 때문이다. 또한 개정된 골재채취법은 건설교통부장관이 EEZ 등 골재채취단지를 지정할 때 환경부장관과 사전환경성검토협의를 거치면 환경정책기본법에 의한 사전환경성검토협의를 의제한 것으로 규정되어 있을 뿐, 공유수면관리법에 의한 해역이용협의를 대한 의제 규정은 분명치 않다. 따라서 앞으로 해양수산부는 골재채취법의 개정 추진과 더불어 EEZ에서의 해사채취에 관련한 해역이용협의를 적극적으로 활용해야 할 것이다.

4) 해사채취구역 복구제도 개선

생산 및 소비활동 중 배출하는 오염물질의 적절한 처리를 통한 오염물질의 감소를 유도하기 위한 제도로써 예치금제도(deposit refund system)가 있는바, 통상 동 제도는 예상되는 오염배출량에 대해 단위당 일정액을 예치한 후 오염자가 발생한 오염물질을 적절히 처리하였을 경우 그에 상응하는 예치금을 환불하여 주는 데 적용되고 있다.

이와 같은 예치금제도를 원용하여 골재채취와 관련하여 훼손된 자연환경의 복구를 유도하기 위한 제도로써 골재채취법(제29조)은 “① 골재채취업자로 하여금 시장·군수 또는 구청장이 지정하는 기간내에 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 하도록 하고, ② 시장·군수 또는 구청장으로 하여금 골재채취의 허가에 있어서 골재채취구역의 복구 등에 필요한 비용을 예치하게 하고, ③ 골재채취업자가 필요한 조치를 하지 아니하는 때에는 시장·군수 또는 구청장은 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 대행하게 하고 그 비용은 예치금으로 충당할 것”을 규정하고 있다.

하지만 바다골재 채취사업의 경우 바다골재 채취에 따른 채취구역의 복구 및 복구비 예치 등이 이루어지고 있지 않다. 그 이유로는 육상골재 채취사업의 경우 ① 골재채취에 따른 채굴 및 훼손구역의 경계가 분명하며, ② 훼손구역에 대한 책임소재가 확실하며, ③ 훼손구역에 대한 복구정도 및 결과에 대한 평가가 용이하기 때문이다. 그러나 바다골재 채취사업의 경우 ① 바다골재 채취에 따른 해저 및 생태환경 변화에 대한 구체적 연구가 이루어지지 못한 점과 ② 바다골재 채취구역

의 경우 육상골재와 달리 자연적인 복원 메커니즘을 갖고 있어 인공적인 복원사업의 중요성이 육상골재와 다른다는 점, ③ 바다골재채취구역(pit)의 자연복구기간이 지역별 여건에 따라 1~15년까지 많은 편차를 갖고 있어 채취구역에 대한 복구절차 규정의 어려움과 함께, 복구예치금액 및 예치기간의 산정에도 어려움이 있기 때문이다.⁴⁶⁾

한편 유럽의 경우 해양환경 및 생태적으로 중요하고 민감한 지역은 바다모래의 채취를 금지하고 있으며, 채취가 허가된 지역에서도 채취 후에는 해저에 최소한 50cm 이상의 바다모래를 유지하도록 하여 저서생물 등의 산란 및 서식지의 기능을 유지토록 하고 있다.⁴⁷⁾

공유수면관리법(제12조)에서도 “① 점·사용허가를 받은 자로 하여금 공유수면에 설치한 공작물·시설물·토석 기타의 물건을 제거하고 당해 공유수면을 원상으로 회복시키고, ② 관리청으로 하여금 원상회부를 하지 아니하거나 점·사용허가를 받지 아니하고 공유수면을 점·사용한 자에 대하여 공유수면의 원상회부를 명하고, ③ 원상회부명령을 받은 자가 이를 이행하지 아니하는 때에는 행정대집행법의 규정에 따라 원상회부에 필요한 조치를 취하도록” 규정하고 있다. 그러나 동시에 동 법은 “원상회부를 할 수 없거나 할 필요가 없는 경우로서 관리청의 승인을 얻은 경우는 예외”로 규정하고 있어, 대부분의 해사채취구역에 대해 복구조치를 취하지 않거나 예치금을 징수하고 있지 않은 근거조항으로 이용되고 있다.

그러나 제4장에서 살펴본 바와 같이 해사채취가 해양생태계 및 수산산란장에 주는 피해는 분명한바, 현 규정의 불합리 및 복구비 계상의 어려움 등으로 복구비 예치 및 복구조치를 취하지 않은 것은 부당하다. 따라서 우선 공유수면관리법 제12조의 “원상회복을 할 수 없거나 할 필요가 없는 경우로서 관리청의 승인을 얻은 경우”와 골재채취법 제33조에 명시된 “골재채취구역의 지형상 복구가 필요하지 아니하다고 시장·군수 또는 구청장이 인정하는 경우”에 관한 조항의 개정이 이루어져야 한다.

또한 골재채취의 경우, 골재채취허가 신청시 복구계획서를 제출하도록 되어 있으나 동 계획서가 육지골재채취후 복구계획 위주로 되어 있고 해사채취의

46) 한국골재협회인천지회, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구」, 2002, p.572.

47) Meakins, S.C., Leggett, D.J., Artherton, R.A., Harrison, D., and Humphries, B., *The Development of Marine Sand and Gravel in North-West Europe - Identifying the Issues Over the Next 25 Years*, (<http://www.bmapa..org/pdf/ecmp99paper2.pdf>), p.13.

경우에는 구체적으로 해당사항이 없는 상황이다. 따라서 동 복구계획서를 해사채취에도 적용될 수 있도록 개정하고 해사채취허가 신청시 육지골재채취 허가신청시와 동일하게 제출토록 하여 실질적인 복구가 이루어지도록 해야 할 필요가 있다.

5) 해사채취에 따른 해양환경피해 연구

최근 지방자치단체의 바다모래 채취허가 남발 및 과다채취로 환경단체와 지역 어민들의 반발이 심해지고 있으며, 바다모래 보전의 주무부처인 해양수산부도 이의 보전을 위한 노력과 함께 정책개발에 심혈을 기울이고 있다. 그러나 바다모래 보전을 위한 정책개발과 채취허가의 제한을 위한 정책은 바다모래 채취가 해양환경에 언제, 어떻게, 얼마만큼 영향을 미치는가에 대한 신뢰 있는 연구가 뒷받침되어야 한다.

국내 공공연구기관 및 대학의 경우 1970년대부터 최근까지 국내 연근해 바다골재의 부존과 퇴적메카니즘을 규명하는 지질학적 해양환경에 대한 다양한 연구를 시행한 바 있다. 대표적인 연구 사례로는 지질자원(연)이 수행한 아산만(1977) 및 경기만(1979) 4기 해저지질 및 해저자원 조사, 경기만 지역을 모체로한 천해저 쇄설성 광물자원의 정밀탐사 기술개발연구(1989) 및 산업자원부 지원을 통해 이루어진 바다골재 1차 5개년조사(1993~1998), 바다골재 2차 5개년조사(1999~2002) 등을 지적할 수 있으며, 해양(연)과 대학 등에서는 천해저의 퇴적환경과 생태계에 대한 다양한 연구가 있었다.⁴⁸⁾

그동안 바다모래 보전을 위한 정부의 종합관리정책이 부재했던 것과 마찬가지로 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향에 관한 정부차원의 연구도 매우 미흡한 상태이다. 오히려 2002년 골재채취업자의 단체인 한국골재협회 인천지회가 경기만 지역의 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향에 관한 연구를 수행한 바 있다.⁴⁹⁾

일반적으로 바다모래 채취에 따른 해양환경에의 영향은 해양생태계, 수산산란장 및 서식처, 해저지질 및 퇴적환경, 해안 및 해변 등 매우 광범위하게 미치는

48) 한국골재협회 인천지회, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구」, 2002, p.569.

49) 한국골재협회 인천지회, 「경기만내 해사부존량 추정 및 해사채취에 따른 환경영향 연구」, 2002.

것으로 알려져 있다. 따라서 바다모래 보전을 위한 정책수립과 합리적 개발 및 보전을 위한 기본논리의 전개를 위해 바다모래 채취에 따른 해양환경피해에 관한 종합적이고 과학적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

6) 해사채취 부담금부과 방안

일반적으로 환경정책수단은 크게 직접개입, 직접규제, 간접규제 등으로 분류할 수 있는바, 우리나라의 해양환경정책은 직접개입과 직접규제가 주류를 이루고 있다.

먼저 직접개입은 환경재가 공공재라는 인식하에 정부가 환경보전을 위한 사업을 직접 수행하는 것으로 생활쓰레기, 생활하수, 분뇨 등의 수거·처리가 그 예이다. 해양환경정책의 경우 질소 및 인의 유입에 의한 적조방제사업, 어장정화사업, 수중에 침적되어 있는 해양폐기물 수거사업 등이 이에 해당된다. 직접개입정책의 단점은 해양환경오염을 근본적으로 해결하지 못하고 반복적이며 많은 재원이 소요되는 점이다.

직접규제는 지시·통제정책(command & control)이라고도 부르며 i) 정부가 환경오염원인자의 오염물질배출에 대하여 기준 및 규정을 만들어서 이의 준수를 강제하고, ii) 이를 어기는 환경오염원인자에게는 법적·행정적 제재를 가하는 정책이다.

환경정책기본법(제7조)은 자기의 행위 또는 사업활동으로 인하여 환경오염 또는 환경훼손의 원인을 야기한 자는 그 오염·훼손의 방지와 오염·훼손된 환경을 회복·복원할 책임을 지며, 환경오염 또는 환경훼손으로 인한 피해의 구제에 소요되는 비용을 부담함을 원칙으로 하는 ‘오염원인자책임원칙(PPP : Polluter Pays Principle)’을 채택하고 있는바, 이 오염원자책임원칙에 의한 정책은 지시·통제 정책에 속한다.

해양환경보전을 위한 대표적인 법률인 ‘해양오염방지법’에서도 오염원인자책임원칙을 채택하고 있다. 즉 해양오염방지법은 선주 등 해양을 이용하는 자에게 원칙적으로 해양으로의 오염물질배출을 금지하고 배출허용 기준을 규정하고 있으며, 이를 위반할 경우 벌금 및 과태료 등을 부과하고 있다. 또한 동 법은 i) 기름 등폐기물을 해양으로 배출시킨 오염원인자(선박소유자 및 시설의 설치자 등)에게 동 오염물질을 신속히 수거·처리하는 등 필요한 방제조치를 즉시 취하도록 규정

하고 있으며, ii) 만약 오염원인자가 방제조치를 취하지 않을 경우 국가가 직접 방제조치를 취하고 소요된 비용을 오염원인자에게 부담시키고 있다.

해양오염방지법 이외의 ‘연안관리법’, ‘공유수면매립법’, ‘공유수면관리법’, ‘항만법’ 등 대부분의 타 해양관련 법률에서도 해양환경보호를 위한 규정을 위반할 경우 벌금 및 부과금 규정을 두고 있다.

이와 같이 우리나라의 해양환경보전을 위한 법제에서 채택하고 있는 해양환경보전 정책수단은 대부분 지시·통제인바, 오염배출의 기준을 정하고 이를 어길 경우 제재를 가하는 채책 정책이다. 이 지시·통제정책의 단점은 모든 환경오염원인에게 오염행위를 규제하기 때문에 그 숫자가 많을 경우 이를 집행하는 데 막대한 재원이 소요되는 점이다.

따라서 환경오염행위를 직접 규제하지 않고 경제적 동기를 이용해서 간접적으로 생산자나 소비자의 행태에 영향을 주어 환경오염을 통제하는 정책이 간접규제 또는 경제적 유인제도이다.

위의 부담금 제도 또는 보조금 제도는 시장이 자원의 효율적인 배분을 달성하지 못하는 환경문제 즉 시장의 실패를 시장의 기능을 이용하여 해결하고자 하는 제도이다.

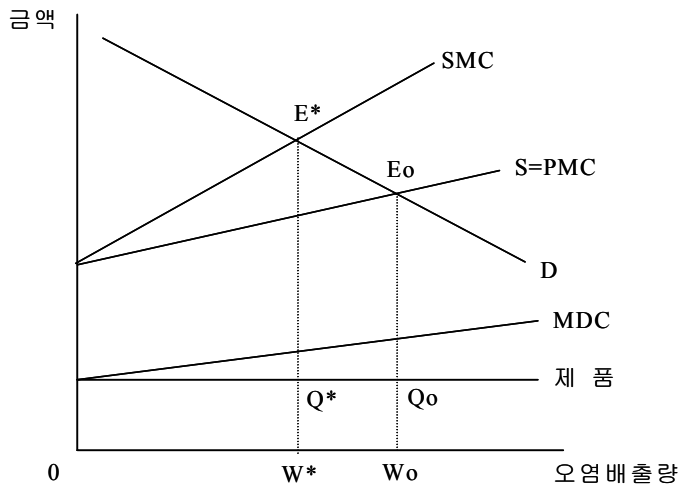
<그림 6-1>에서 개별기업은 자기가 생산하는 제품 또는 서비스의 사회적 수요곡선(D)과 자신의 한계비용곡선(PMC)이 만나는 E_0 에서 Q_0 의 제품을 생산하며 W_0 의 오염물질을 배출한다. 그러나 이 경우 개별기업은 자신의 오염물질배출로 인한 사회적 피해는 고려치 않고 생산량을 결정하고 오염물질을 배출하고 있다. 이 기업에 의한 사회적 한계피해비용곡선은 MDC이다. 따라서 바람직한 생산량 및 오염배출량을 결정하기 위해서는 이 기업의 한계비용곡선에 사회적 한계피해비용곡선을 합한 사회적 한계비용곡선(SMC)과 수요곡선이 만나는 점에서 결정되도록 하여야 하는바, E^*W^* 만큼의 부담금⁵⁰⁾을 부과하면 개별 기업은 사회적 한계비용곡선을 자신의 한계비용곡선으로 간주하게 되어 사회적 최적오염배출량(W^*)을 도출할 수 있게 된다.

여기서 중요한 점은 부담금 제도 또는 보조금 제도를 통하여 얻을 수 있는 효과는 기업으로 하여금 오염물질의 사회적 최적배출량을 배출토록 하는 것이지 결코 오염물질의 배출을 금지하는 것이 아니라는 점이다. 오염물질의 사회적 최적배출

50) 본 부담금을 최적피구세(optimal Pigouvian Tax)라고도 함.

<그림 6-1>

사회적 최적오염배출량 도출원리



량이란 기업의 한계저감비용(marginal abatement cost)과 사회전체의 한계피해비용(marginal damage cost)이 일치하는 오염배출량이다. 부과금 부과 또는 보조금 지급을 통해 기업으로 하여금 단위당 오염물질 저감비용이 부담금이나 보조금보다 적을 경우 부담금이나 보조금과 동일한 수준까지 오염물질을 감소시키도록 유도한다.

해사채취에 대한 부과금 부과는 해사채취가 해양생태계에 부정적인 영향을 미치며, 부과금을 부과하지 않을 경우 개별기업은 사회적 최적채취량보다 더 많은 양을 채취한다는 데 타당성을 부여할 수 있다. 즉 위의 <그림 6-1>의 제품생산량을 해사채취량으로 그리고 오염배출량을 해양생태계파괴로 바꾸어 생각하면, 개별기업의 제품생산에 따른 오염배출량의 수준과 해사채취에 따른 해양생태계 파괴를 쉽게 알 수 있다. 즉 해사채취업자는 해사에 대한 수요곡선과 해사채취관련 자신의 한계비용곡선이 만나는 점에서 채취량을 결정하기 때문에, 개별기업의 채취량은 사회적 최적채취량을 초과하게 된다. 따라서 해사채취에 대해 해양생태계 파괴에 대한 만큼의 부과금을 부과하게 되면, 개별기업은 해사채취관련 자신의 한계비용과 부담금을 합한 금액을 자신의 새로운 한계비용곡선으로 간주하여 해사의 사회적 최적채취량을 달성할 수 있다.

그러나 해사채취에 의한 해양생태계 파괴에 관한 정확한 자료 및 정보를 파악

하기가 쉽지 않다. 따라서 현실적으로 다음과 같이 해사의 시장가격과 육지골재가격 또는 수입가격의 사이에서 부담금을 결정하는 방안이 있겠다.

현재 해사의 가격은 시장에서 결정되는데, 지역별로 차이가 있으며 또한 육상골재와도 차이가 있다. 해사의 원가에는 해상에서의 채취비용과 육상까지의 운송비용 그리고 하역비용이 포함되나 해사채취에 따른 환경파괴에 따른 피해는 포함되지 않는다. 따라서 해사채취에 따른 부담금의 한도는 해사의 시장가격과 육지골재와의 차이 또는 수입가격과의 차이여야 할 것이다. 이 정도의 부담금을 부과함으로써 해사수입 및 육지골재채취 등 공급의 다변화와 골재잔재의 재사용 또는 대체자재 사용을 위한 기술개발을 유도할 수 있을 것이다. 앞 제2장에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 골재사용비율이 타국가에 비하여 매우 높기 때문에 골재잔재의 재사용 및 대체자재 사용을 위한 기술개발은 매우 중요하다고 할 수 있다.

한편, 현재 지방자치단체가 채취한 해사에 대해 시장가격의 10%에 해당하는 금액을 채취료로 징수하고 있는바, 이는 공유수면 점·사용료이지, 해저에 있는 해사채취가 해양생태계에 미치는 부정적인 영향에 대해 부과하는 부담금이 아니다.

이와 같은 간접규제는 최소의 비용으로서 최대의 환경개선효과를 얻기 위한 정책인바, 해양환경분야에서는 해양오염물질의 해양배출행위에 대해 부과하는 배출부과금 제도와 오염물질 저감에 대해 보조금을 지급하는 제도가 있다.

‘해양오염방지법상’의 배출부과금 제도로써 육지에서 처리가 곤란하여 해양으로 배출하는 폐기물에 대해 환경개선부담금을 부과하는 예를 들 수 있다.⁵¹⁾ 이 제도는 2001년부터 시행하고 있으며, 이 부과금은 ‘어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법’(제22조)에 의한 수산발전기금으로 납입되고 있어 수산자원 보호를 위한 해양환경개선사업에 사용되고 있다.

51) 제46조의3 (해양환경개선부담금) ①해양수산부장관은 해양환경 및 생태계에 현저한 영향을 미치는 사업으로서 다음 각호에 해당하는 사업에 대하여는 해양환경개선부담금(이하 ‘부담금’이라 한다)을 부과·징수한다.

1. 폐기물해양배출업자의 폐기물 해양배출행위

2. 그 밖에 대통령령이 정하는 규모 이상의 기름 등 배출행위

②해양수산부장관은 국가·지방자치단체 및 공공기관이 시행하는 사업, 그 밖에 국방목적 또는 공익상 중요한 사업으로서 대통령령이 정하는 사업에 대하여는 부담금을 감면할 수 있다.

③해양수산부장관은 제1항의 규정에 의한 부담금을 어업협정체결에따른어업인등의지원및수산업발전특별법 제22조의 규정에 의한 수산발전기금으로 납입하여야 한다.

④제1항의 규정에 의한 부담금의 산정·감면기준 및 부과·징수절차 등 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

또한 해양오염방지법은 i) 유조선 선주 및 정유시설자 등 잠재적인 오염원인자에게 오염사고에 대비하여 사전에 방제선·자재·약재 등을 배치할 것을 요구하고, ii) 이 규정을 수행하기 위해 설립된 한국해양오염방제조합에 분담금을 납부토록 하고 있다.

한편 경제적 유인제도 중 보조금 지급제도는 오염원인자부담원칙(PPP)과는 달리 오염물질 배출자가 오염물질을 저감할 경우 이에 대해 보조금을 지급하는 제도로 소위 당근 정책이라고 할 수 있다. 여기에 소요되는 재원은 개선된 환경을 이용하는 편익자(일반 국민)가 부담하기 때문에 ‘수익자부담원칙(BPP : Benefiter Pays Principle)’이라고 한다.

해양폐기물 수매제도는 수익자부담원칙에 근거한 정책수단인바, 어업인들(주로 근해어업의 경우)이 어업에 사용한 어망 등 어구나 어선에서 사용하였던 생활폐기물 등 오염물질을 해양으로 배출(투기)한 것을 다시 수거하여 육상으로 가져온 경우 즉 오염물질을 저감시킨 경우 그에 대해 일정한 보조금을 지급하는 당근 정책이다. 이 제도는 지시·통제정책 및 부담금 부과제도가 정책집행에 많은 재원이 소요되는 현실적인 문제를 고려하여 실질적인 환경개선을 위한 수단으로 채택된 제도이다. 이 제도가 시행되기 전에는 실제 조업 중 그물에 인양된 해양폐기물은 다시 해양으로 폐기되고 있었다. 수익자부담원칙에 근거한 보조금 제도는 오염물질의 배출에 의한 사회적 비용이 보조금 지급에 기업의 편익보다 크다는 데 정책의 타당성을 두고 있다.

3. 해사채취 관리 강화

1) 해사채취행위의 감독체제 강화

그동안 해사에 대한 수요의 급증과 현행 해사채취와 관련하여 많은 불법행위가 이루어져 왔으나 감독 수단의 부재로 실질적인 감시·감독이 이루어져 오지 않았다. 또한 제도상으로는 골재채취업자의 불법행위를 효과적으로 통제할 수단이 법률에 명시되어 있으나 현실적으로는 이 규정의 실효를 별로 기대하기가 힘들다.

골재채취업자들이 가장 흔히 범하는 불법행위의 유형으로는 i) 허가보다 많은 양을 채취하는 경우, ii) 허가받은 지역을 벗어나는 경우, iii) 허가기간이 경과했

는 데도 계속 채취하는 경우 등이 있는데, 일반적으로 허가받은 양의 5배 이상을 불법채취하는 경우가 대부분인 것으로 알려지고 있다.

골재채취법은 이 같은 불법행위에 대해서 사안의 경중을 고려하여 6개월 이내의 영업정지나 허가취소와 같은 행정처분이나 3년 이하의 징역 또는 1,000만원 이하의 벌금 등에 처하도록 되어 있으나, 일부 골재채취업자는 지자체의 단속이 불가능한 야간이나 공휴일, 심지어는 폭풍주의보가 내려진 상황에서도 모래를 채취하는 사례도 있다고 한다. 실제로 전라남도 모 지방자치단체의 경우 1998년 이후 지금까지 총 85건의 불법 바다모래 채취행위를 적발하였으나 이는 빙산의 일각이라는 주장이 우세하다. 또한 일부 지방자치단체에서는 이 같은 불법행위를 적발하고도 허가취소나 형사고발조치와 같은 중벌보다는 비교적 가벼운 처분, 이를테면 벌금부과 등에 그쳐 바다모래의 과도한 채취를 사실상 묵인 내지 방조하고 있는 셈이다.⁵²⁾

한편 골재채취법에 의한 해사채취 허가를 받아 위와 같이 불법채취를 하는 경우와 달리 광업법에 의한 규사용 해사를 채취하여 골재로 판매하는 불법행위도 있다. 즉, 규사로 사용하기 위한 해사채취는 광업법에 따라 광업권자가 산업자원에 광업권 등록을 한 뒤 탐광과정을 거쳐 채광계획서를 작성하여 인가를 받으며, 최장 25년까지 채취허가가 가능하며 허가된 광구에 조광권(粗鑛權)도 설정할 수 있다. 그런데 광업권에 의해 규사채취허가를 받아 규사용 해사를 채취하여 골재용으로 불법 판매하고 있다.

이와 같이 해사채취업자의 불법행위가 이루어지고 있는 데에는 지방자치단체가 불법행위를 감시·감독할 수 있는 수단 즉 인력 및 선박이 없었기 때문이다. 해사채취는 육지에서 멀리 떨어진 해상에서 이루어지고 또한 야간 및 기상 악화시에도 이루어지기 때문에 선박에 의해 현장에서 감시하지 않고서는 채취량 및 채취장소를 파악할 수 없다.

따라서 현재 골재채취법 및 공유수면관리법에 의해 지방자치단체에 영해범위 내(직선기선 또는 통상기선으로부터 12마일)에 위임되어 있는 골재채취허가를 육지에서 육안으로 확인·감독할 수 있는 연안 3마일까지로 제한할 필요가 있다. 연안 3마일 이상 해역에서의 해사채취 허가업무는 감독 수단을 보유한 중앙정부(해양수산부)가 수행함으로써 실질적인 감시·감독이 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

52) 최재선, 「해양수산현안분석 - 바다모래 실태와 정책 대응방향 -」, 한국해양수산개발원, 2002. 12, p.11.

앞 제5장에서 살펴본 바와 같이, 영국의 경우 바다모래 전담부서인 Crown Estate는 바다모래 채취업자가 허가한 조건대로 채취하고 있는 가를 감시하기 위해 도입한 EMS(electronic monitoring system)와 같은 자동감시시스템의 도입이 요구된다. 동 시스템에 의거 바다모래 채취선박이 우리나라 연안에서 운항하게 되면 자동적으로 작동하도록 하여 허가해준 지역에서 채취하는지의 여부와 기타 위반사항이 있는가를 과학적으로 감시할 수 있도록 하여야 할 것이다.

2) 공유수면 점·사용료의 지출용도 감독 강화

공유수면관리법⁵³⁾에 의거 골재채취업자는 해사를 채취하는 대가로 해당 지방자치단체에 일정한 채취료(공유수면 점·사용료)를 납부하게 되어 있으며, ‘기르는어업육성’⁵⁴⁾에 의하면 동 채취료의 절반 이상을 수산자원조성사업에 사용하도록 규정되어 있다. 제3장에서 살펴본 바와 같이 해사채취는 해양생태환경을 파괴하고 수산자원을 감소시키므로 동 사용료의 일정분을 수산자원조성사업에 사용하는 것은 당연하다. 그러나 현재 대부분의 지방자치단체는 해사채취료의 수입을 타 수입과 분류하지 않고 수입·지출내역도 제시하지 않고 있다. 결국 대부분 지방자치단체는 해사채취 허가에 의한 채취료를 세외 수입원으로 간주하고 적정 규모 이상의 채취허가를 내주고 있는 상황이다.

전남지역의 경우(KR-97광구) 산자부에서 평가한 바다모래 가채량은 2,516만^{m³}에 지나지 않으나 인접한 지방자치단체에서 경쟁적으로 허가를 내주는 바람에 가채량보다 60% 이상 많은 4,038만^{m³}나 채취된 것으로 판단하고 있으며, 신안군의 경우 산업자원부에서 산정한 바다모래 가채량의 6배 이상을 초과하여 채취한 것으로 자체 분석하고 있다. 1990년 이후 바다모래 채취허가를 내준 전남의 3개 연안 지방자치단체에서 얻은 수익은 신안군이 164억원, 진도군 72억원, 해남군 1억

53) 동법 시행규칙 별표2 제4항 다목 : 당해 시장·군수 또는 구청장이 전년도 10월중에 2회 이상 조사한 가격을 당해 특별시장·광역시장 또는 도지사의 조정을 받아 고시한 토석·모래·자갈 또는 준설토의 도매가격 평균치의 100분의 10. 다만, 당해 조사가격이 없는 지역은 다음에 해당하는 가격의 평균치의 100분의 10

54) 동법 부칙 제4조 제3항제 : ③시장·군수·구청장은 골재채취법 제22조의 규정에 따른 골재채취의 허가를 받은 자로부터 징수한 점·사용료 수입중 100분의 50 이상을 기르는어업육성법 제9조제1항의 규정에 의한 수산자원조성을 위한 사업에 사용하여야 한다. 다만, 해양수산부장관은 시·군 또는 자치구별 특성 및 점·사용료 수입금액 등을 고려하여 수산자원조성사업에 사용하여야 하는 비율을 100분의 50 미만으로 따로 정할 수 있다.

원 등 총 237억원에 해당하나, 모래 채취허가를 가장 많이 발급한 신안군의 경우 그동안의 단속경비 등을 공제하면 실제로 얻은 수익은 연평균 12억원에 불과한 실정이다. 그러나 이 같은 수익추구는 모래채취로 인한 수산자원의 손실 이외에 연안침식에 따른 복구비(531억원) 한 항목을 놓고 비교할 때도 ‘배보다 배꼽이 더 큰’ 현상이 빚어지고 있다.⁵⁵⁾

따라서 해사채취료의 수입을 타 수입원과 분류하고 일정분 이상을 수산자원조성사업에 사용토록 엄격히 감독함으로써, 채취허가에 대한 인센티브를 줄여 결국 채취허가를 남발하지 않도록 유도하여야 할 것이다.

4. 대체자원 개발

1) 기술개발

한국지질자원연구원의 자료에 의하면 우리나라의 골재부존량은 100억 m^3 이며, 이 중에서 채취 가능량은 55억 m^3 으로 이 중 산림골재가 60%이고 바다골재가 21%이다. 채취가능량 55억 m^3 은 현재 골재 수요량을 기준으로 향후 30년 정도의 공급 물량이다.

또한 동 연구원의 2001년 탐사자료에 의하면 바다골재 채취가능량은 9억 m^3 정도이다. 이러한 바다모래의 부존량은 오랜 기간에 걸쳐 축적된 것이며 육지로부터의 공급원은 주요 강하구둑 건설 등으로 차단되어 있는 상태이다. 따라서 바다모래는 실제로 한정된 자원이다.

그러나 개발부서 및 관련업계에서는 바다모래의 부존량을 무한정으로 인식하고 있다. 따라서 골재자재 수급안정을 위한 기본방향으로 바다모래의 안정적 공급을 최우선으로 설정하고 있으며, 그 이유로 다음 사항들을 제시하고 있다.⁵⁶⁾

첫째, 바다모래를 대체할 수 있는 하천모래나 육모래, 쇄사, 재생모래 등이 공급 측면에서 모두 일정한 한계를 가지고 있다.

둘째, 석산에서 생산되는 쇄사는 현재도 모래 소비량의 15% 이상을 담당하고

55) 최재선, 「해양수산현안분석 - 바다모래 실태와 정책 대응방향 -」, 한국해양수산개발원, 2002. 12, p.2.

56) 한국건설산업연구원, 「골재의 수급안전 및 환경친화적 개발방안 세미나」, 2003. 4, p.10.

있어 공급여력에 한계가 있으며, 입도가 불량하고 쇄사 생산시 발생하는 슬러지 처리 문제로 공급량 확대가 곤란하다.

셋째, 재생모래는 흡수율 등 품질문제로 인하여 구조용이나 콘크리트용 모래로 사용하는 것이 곤란하다.

대체로 해사채취·개발을 주장하는 부처는 해사의 부존량은 무한정이고 채취에 따른 환경영향은 미미하기 때문에 국내 건설경기에 악영향을 주지 않도록 해사채취·공급이 안정적으로 이루어져야 한다는 것이다. 그러나 이들 부처의 해사채취 및 공급관련 대안 중에는 대체자원 확보나 기술개발을 촉진하여 한정된 자원을 지속가능하게 보전해야 한다는 내용은 빈약하다.

그러나 바다모래는 수억년에 걸쳐서 퇴적된 귀중한 해양자연자원이며, 특히 육지로부터의 공급이 중단되었기 때문에 한정된 자원이다. 따라서 이 한정된 자원을 보호하기 위해서는 수입에 의한 공급확대 및 기술개발에 의한 재생골재의 재활용을 위한 기술개발을 적극적으로 유도하여야 한다.⁵⁷⁾

2) 모래 수입

바다모래에 대한 수출입은 유럽에서는 매우 활발하게 진행되고 있다. 영국의 경우 바다모래 총 채취량의 1/3을 네덜란드, 벨기에, 프랑스 등으로 수출하고 있으며, 독일도 상당량을 네덜란드 등에 수출하고 있다.

일본도 과거 우리나라와 중국으로부터 바다모래를 수입한 사례가 있다.

이제 우리나라도 장기적으로 필요한 골재의 일부를 외국으로부터 수입하는 방안을 검토할 단계라고 여겨진다. 골재의 원가는 크게 채취비용, 하역비용, 세척비용(바다모래의 경우), 운송비용으로 구성된다. 이 중 해상운송비용은 일반 광석운반선 운임의 경우 타 화물에 비해 매우 저렴하기 때문에 주변 국가로부터 골재를 수입하는 경우 거리에 따른 운송비용은 전체 원가에서 큰 비중을 차지하지 않을 것이며, 만약 대량운송이 이루어진다면 규모의 경제가 작용할 것이다.

해사채취 종합관리대책에 대체자원 확보 및 기술개발에 관한 정부의 지원과 더불어 앞에서 제안한 해사채취부담금 부과를 통해 해사채취에 대한 경제적 유인을 제거함으로써 대체자원 확보, 기술개발, 외국으로부터의 수입을 촉진할 유도하여야 할 필요가 있다.

57) 과거 일본이 우리나라 및 중국으로부터 해사를 수입한 사례가 있고 또한 영국은 네덜란드 등 바다모래 부족국가에 해사를 수출하고 있음.

제 7 장 결 론 및 정 책 건 의

바다모래는 동식물플랑크톤의 서식 등 해양생태계의 기능을 할 뿐만 아니라 수산자원의 산란 및 서식지의 기능을 수행하며 해류 및 파랑으로부터 해안을 보호하는 등 중요한 해양자연자원의 기능을 수행하고 있는 것으로 알려지고 있다. 이와 같은 중요한 기능을 수행하는 바다모래는 주요 강의 하구둑, 중상류의 댐, 수중보 건설로 육지로부터의 모래공급이 대부분 중단된 상태로 사실상 그 부존량이 한정된 자연자원이며 지속가능하게 보전하여야 할 대상이다.

그러나 최근 바다모래의 채취량이 급증하고 있는바, 2002년 현재 바다모래 수요량은 전국적으로 3,300만^m³ 수준에 이르고 있다. 2002년도 전체모래의 점유비율은 강모래 32.2%, 쇄사 18.3%, 바다모래 30.6%, 육상모래 18.8%로, 1992년에 비해 강모래의 비중이 38.5%포인트 감소한 반면, 바다모래와 육상모래의 비중이 각각 12.6%포인트 및 8%포인트가 상승하였다.

이와 같이 바다모래의 채취량이 증가하고 있는 이유는 i) 육상모래자원의 고갈 및 육상모래채취에 관한 환경규제의 강화, ii) 정부차원의 바다모래보전 종합대책 부재 및 관련부처의 다원화, iii) 골재수요를 충족하기 위한 범정부 차원의 공급관리정책에 기인하고 있다. 즉 바다모래를 포함한 골재의 공급을 위한 정부정책은 정부의 종합계획, 관련법, 담당조직 등이 완비되어 범정부 차원에서 추진되고 있는 반면, 바다모래를 보전하기 위한 정부정책은 관련법의 미비 및 담당조직의 분산 등으로 매우 미흡하게 추진되고 있는 상태이다.

최근 바다모래의 과도한 채취를 제한하고 이를 보전하여야 한다는 노력도 정부차원에서 시작된 것이 아니라 어민, 환경단체, 일반 시민들에 의해서 주도되고 있다.

바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향은 i) 해양환경의 파괴, ii) 해양생태계의 파괴, iii) 수산자원의 감소, iv) 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화와 해안침식 등으로 보고 되고 있다. 그러나 그동안 바다모래 채취가 어느 정도로 해양환경, 해양생태계, 수산자원, 해저 및 해안에 피해를 야기시키는가에 대한 조사도 정부차원에서는 한번도 수행되지 않았으며, 일부 민간기업 즉 바다모래를 채취하는 업

계에 의하여 부분적으로 수행되었다.

따라서 최근 어민 및 환경단체가 실제로 바다모래에 서식 및 산란하는 수산자원의 감소 및 해안침식 등 피해가 나타나자 바다모래 채취허가의 남발에 대한 반대운동을 펼치고 있으며, 일부 환경단체 및 어민 등은 바다모래 채취금지를 위한 소송을 제기하였다. 이에 따라 대부분의 지방자치단체가 관할 영해에서의 바다모래 채취를 제한하기 시작하였다. 그러나 정부는 ‘배타적경제수역법’을 개정하여 배타적경제수역(EEZ)에서 바다모래의 채취를 가능토록 하였다. 대체로 그동안 우리나라의 바다모래 채취허가는 관련 정부기관 및 이해당사간의 협의와 환경영향평가가 수행되지 않고 일방적으로 주어졌으며, 어민 및 환경단체의 강력한 반발과 또한 이들의 반발을 피할 수 있는 EEZ로의 채취확대 등으로 이어지고 있다.

그러나 외국의 경우, 바다모래의 채취는 육지모래의 채취 못지않게 환경영향평가를 수행하고, 바다모래 채취에 관한 기준인 i) 육지로부터의 거리, ii) 채취두께, iii) 채취속도 등 채취방법, iv) 채취후의 상태 등 철저한 모니터링을 통해 해양생태환경과 해저 및 해안에서의 피해를 극소화하는 사항을 정하고, 무엇보다 이해당사(정부기관 및 민간부문)간의 협의를 거치고 있다.

본 연구는 그동안 일방적으로 진행되어온 해사채취에 관한 실태와 그 원인을 살펴보고, 이러한 해사채취가 해양생태환경과 해저 및 해안에 미치는 영향을 분석하였으며 또한 외국의 제도를 살펴보고 시사점을 도출함으로써, 다음과 같이 향후 우리나라의 지속가능한 바다모래 이용을 위한 대응방안을 제시하였다.

첫째, 해사채취 관리제도의 개선

□ 해사채취 종합관리계획 : 바다모래는 중요한 해양자연자원임에도 불구하고 갯벌 및 해양수질환경 등과 달리 이의 보전을 위한 국가종합관리대책이 수립되어 있지 않은 상태이다. 반면 바다모래의 채취·개발을 위한 정부정책은 완벽하게 갖추어져 있는바, 골재채취 개발을 위한 제도는 i) 건설교통부의 해사를 포함한 5년 기간의 골재수급기본계획 수립, ii) 지방자치단체의 연도별 골재채취수급계획, iii) 골재채취업의 등록, iv) 골재채취 허가신청 등으로 완비되어 있는 상태이다. 반면 바다모래를 보전하기 위한 측면의 정부정책은 매우 미미한바, 우선 해사 종합관리대책이 수립되어 있지 않은 상태이며, 골재채취기본계획 등 해사채취관련 정부계획수립시 제도적으로 해양수산부

의 의견이 반영되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 기존의 해사채취·개발 위주의 골재채취기본계획을 대체·보완할 수 있는 종합관리대책의 수립이 요구된다.

- 해양자원관리법 제정 : 현재 바다모래 채취와 관련이 있는 법은 골재채취법 인바, 동 법은 주로 육상의 골재개발·채취를 주 목적으로 하고 있으며, 자연 자원의 보전에 관한 규정은 미흡한 상태이다. 따라서 바다모래 등 해양자연 자원의 보전을 위한 관리법으로서 골재채취법은 부적절하며 독립된 법의 제정이 요구된다. 동 법은 우선 위에서 지적한 바다모래 종합관리계획을 포함하여 i) 바다모래의 지역별 부존량 조사, ii) 바다모래의 해양생태기능 평가, iii) 바다모래 채취에 의한 해양생태환경, 수산자원, 해저지형 및 퇴적층 변화, 해안침식 등 종합적인 영향평가, iv) 바다모래 채취에 의한 부담금 부과, v) 바다모래 채취지역의 복구 등 골재채취법에서 규정하고 있지 않은 바다모래의 보전에 관한 규정이 포함되어야 한다.

둘째, 해양환경보호의 강화

- 해사채취 환경영향평가의 현실화 방안 : 해사채취와 관련하여 환경영향평가는 그 대상의 기준을 채취면적 및 채취량으로 규정하고 있는바, 종전에는 환경영향평가 대상기준을 골재채취면적 25만㎡ 이상이거나 골재채취량이 100만㎥ 이상이었으나 해사채취량이 증가하자 채취면적을 50만㎡로 강화하였다. 그러나 이 규정이 삽입된 이후에도 해사채취와 관련하여 환경영향평가를 시행한 사례가 한 건도 없는바, 이는 해양수산부의 요청에 의해 동 규정이 삽입된 반면, 해사채취와 관련한 환경영향평가 시행주체는 환경부이며, 현재 까지 환경부가 해양수산부의 의도대로 동 규정을 적용하고 있지 않기 때문이다. 따라서 1996년 개정된 정부조직법에 의거 해양환경보전사무가 해양수산부로 이관된 만큼 해사채취사업 등 해양환경관련 사업의 환경영향평가에 관한 해석 및 집행업무를 해양수산부가 수행할 수 있도록 하여야 한다.
- 해역이용협의제도의 강화 : 해사채취와 관련하여 해양환경영향을 검토하여 사업의 보완 또는 허가를 하지 않는 조치를 취할 수 있는 제도적 장치가 환경영향평가와 해역이용협의이다. 그러나 환경영향평가는 해사채취량의 지

속적인 증가에도 불구하고 지금까지 한 번도 시행한 실적이 없는바, 해사채취관련 해양환경영향을 검토하여 실질적인 해양환경보호를 취할 수 있는 제도는 현재로서는 해역이용협의뿐이다. 따라서 해사채취 등 해양개발·이용사업에 대한 해양환경영향을 평가하기 위한 기준을 설정하고 해역이용협의의 기간을 단기간에 시행될 수 있도록 하여, 관련된 해양이용·개발사업에 대한 허가, 보완조치, 철회 등의 결정이 조기에 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

□ EEZ에서의 해사채취에 관한 환경성 검토강화 : 최근 연안해역에서의 바다모래 채취마저 점차 어려워지자 건설교통부는 배타적경제수역(EEZ)에서도 바다모래 채취가 가능하도록 골재채취법을 개정하였다. 그러나 해양수산부는 정부조직법상 EEZ를 포함하여 전 국가관할해역을 관리하며 동 해역내의 해양자원을 관리해야 할 책임이 있다. 또한 개정된 골재채취법은 건설교통부장관이 EEZ 등 골재채취단지를 지정할 때 환경부장관과 사전환경성검토협의를 거치면 환경정책기본법에 의한 사전환경성검토협의를 의제한 것으로 규정되어 있을 뿐, 공유수면관리법에 의한 해역이용협의를 대한 의제 규정은 분명치 않다. 따라서 앞으로 해양수산부는 골재채취법의 개정 추진과 더불어 EEZ에서의 해사채취에 관련한 해역이용협의를 적극적으로 수행해야 할 것이다.

□ 해사채취구역 복구제도 개선 : 바다골재 채취사업의 경우 바다골재 채취에 따른 채취구역의 복구 및 복구비 예치 등이 이루어지고 있지 않다. 그 이유로는 ① 바다골재 채취에 따른 해저 및 생태환경 변화에 대한 구체적 연구가 이루어지지 못한 점과 ② 바다골재 채취구역의 경우 육상골재와 달리 자연적인 복원 메카니즘을 갖고 있어 인공적인 복원사업의 중요성이 육상골재와 다른다는 점, ③ 바다골재채취구역(pit)의 자연복구기간이 지역별 여건에 따라 1~15년까지 많은 편차를 갖고 있어 채취구역에 대한 복구절차 규정의 어려움과 함께, 복구예치금액 및 예치기간 산정의 어려움을 들고 있다. 그러나 해사채취가 해양생태계 및 수산산란장 등에 주는 피해는 분명한바, 현 규정의 불합리 및 복구비 계상의 어려움 등으로 복구비 예치 및 복구조치를 취하지 않은 것은 부당하다. 따라서 우선 공유수면관리법 제12조의 “원상회복을 할 수 없거나 할 필요가 없는 경우로서 관리청의 승인을 얻은 경우”와 골재채취법 제33조에 명시된 “골재채취구역의 지형상 복구가 필요하지 아니

하다고 시장·군수 또는 구청장이 인정하는 경우”에 관한 조항의 개정이 이루어져야 한다.

- 해사채취에 따른 해양환경피해 연구 : 최근 지방자치단체의 바다모래 채취허가의 남발 및 과다 채취로 환경단체 및 지역 어민들의 반발이 심해지고 있으며, 바다모래 보전의 주무부처인 해양수산부도 이의 보전을 위한 노력과 함께 정책개발에 심혈을 기울이고 있다. 그러나 바다모래 보전을 위한 정책개발과 채취허가의 제한을 위한 정책은 바다모래 채취가 해양환경에 언제, 어떻게, 얼마만큼 영향을 미치는가에 대한 신뢰 있는 연구가 뒷받침되어야 한다. 그동안 바다모래 보전을 위한 정부의 종합관리정책이 부재했던 것과 동일하게 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향에 관한 정부차원의 연구는 매우 미흡한 상태이다. 따라서 바다모래 보전을 위한 정책수립과 합리적 개발 및 보전을 위한 기본논리의 전개를 위해 바다모래 채취에 따른 해양환경피해에 관한 종합적이고 과학적인 연구가 지속적으로 수행되어야 한다.
- 해사채취 부담금부과 방안 : 일반적으로 환경정책수단은 크게 직접개입, 직접규제, 간접규제 등으로 분류할 수 있는바, 우리나라의 해양환경정책은 직접개입과 직접규제가 주류를 이루고 있다. 먼저 직접개입은 환경재가 공공재라는 인식하에 정부가 환경보전을 위한 사업을 직접 수행하는 것으로 해양환경정책의 경우 질소 및 인의 유입에 의한 적조방제사업, 어장정화사업, 수중에 침적되어 있는 해양폐기물 수거사업 등이 이에 해당된다. 직접개입정책의 단점은 해양환경오염을 근본적으로 해결하지 못하고 반복적이며 많은 재원이 소요되는 점이다. 직접규제는 지시·통제정책(command & control)이라고도 부르며 i) 정부가 환경오염원인자의 오염물질배출에 대하여 기준 및 규정을 만들어서 이의 준수를 강제하고, ii) 이를 어기는 환경오염원인자에게는 법적·행정적 제재를 가하는 정책이다. 환경오염행위를 직접 규제하지 않고 경제적 동기를 이용해서 간접적으로 생산자나 소비자의 행태에 영향을 주어 환경오염을 통제하는 정책이 간접규제 또는 경제적 유인제도이다. 본 부담금 제도 또는 보조금 제도는 시장이 자원의 효율적인 배분을 달성하지 못하는 환경문제 즉 시장의 실패를 시장의 기능을 이용하여 해결하고자 하는 제도이다. 해사채취에 대한 부과금 부과는 해사채취가 해양생태계에 부정적인 영향을 미치며, 부과금을 부과하지 않을 경우 개별기업

은 사회적 최적채취량보다 더 많은 양을 채취한다는 데 타당성을 부여할 수 있다.

셋째, 해사채취 관리 강화

- 해사채취행위의 감독체제 강화 : 골재채취업자들이 가장 흔히 범하는 불법행위의 유형으로는 i) 허가보다 많은 양을 채취하는 경우, ii) 허가받은 지역을 벗어나는 경우, iii) 허가기간이 경과했는데도 계속 채취하는 경우 등이 있는데, 일반적으로 허가받은 양의 5배 이상을 불법채취하는 경우가 대부분인 것으로 알려지고 있다. 이와 같이 그동안 해사에 대한 수요의 급증과 현행 해사채취와 관련하여 많은 불법행위가 이루어져 왔으나 감독 수단의 부재로 실질적인 감시·감독이 이루어져 오지 않았다. 이는 지방자치단체가 불법행위를 감시·감독할 수 있는 수단 즉 인력 및 선박이 없었기 때문이다. 해사채취는 육지에서 멀리 떨어진 해상에서 이루어지고 또한 야간 및 기상 악화시에도 이루어지기 때문에 선박에 의해 현장에서 감시하지 않고서는 채취량 및 채취장소를 파악할 수 없다. 따라서 현재 골재채취법 및 공유수면관리법에 의해 지방자치단체에 연안 12마일까지 위임되어 있는 골재채취허가를 육지에서 육안으로 확인·감독할 수 있는 연안 3마일까지로 제한할 필요가 있다. 연안 3마일 이상 해역에서의 해사채취 허가업무는 감독 수단을 보유한 중앙정부(해양수산부)가 수행함으로써 실질적인 감시·감독이 이루어질 수 있도록 하여야 한다.
- 공유수면 점·사용료의 지출용도 감독 강화 : 공유수면관리법에 의거 골재채취업자는 해사를 채취하는 대가로 해당 지방자치단체에 일정한 채취료(공유수면 점·사용료)를 납부하게 되어 있으며, ‘기르는어업육성’에 의하면 동 채취료의 절반 이상을 수산자원조성사업에 사용하도록 규정되어 있다. 그러나 현재 대부분의 지방자치단체는 해사채취료의 수입을 타 수입과 분류하지 않고 수입·지출내역도 제시하지 않고 있다. 결국 대부분 지방자치단체는 해사채취 허가에 의한 채취료를 세외 수입원으로 간주하고 적정 규모 이상의 채취허가를 내주고 있는 상황이다. 따라서 해사채취료의 수입을 타 수입원과 분류하고 일정분 이상을 수산자원조성사업에 사용토록 엄격히 감독함으로써, 채취허가에 대한 인센티브를 줄여 결국 채취허가를 남발하지 않도록 유도하

여야 한다.

넷째, 대체자원 개발

- 기술개발 : 한국지질자원연구원의 자료에 의하면 우리나라의 바다골재 채취 가능량은 9억㎥ 정도이다. 이러한 바다모래의 부존량은 오랜 기간에 걸쳐 축적된 것이며 육지로부터의 공급원은 주요 강하구둑 건설 등으로 차단되어 있는 상태이다. 따라서 바다모래는 수억년에 걸쳐서 퇴적된 귀중한 해양자연 자원이며, 특히 육지로부터의 공급이 중단되었기 때문에 한정된 자원이다. 따라서 이 한정된 자원을 보호하기 위해서는 수입에 의한 공급확대 및 기술개발에 의한 재생골재의 재활용을 위한 기술개발을 적극적으로 유도하여야 한다.
- 모래 수입 : 바다모래에 대한 수출입은 유럽에서는 매우 활발하게 진행되고 있다. 영국의 경우 바다모래 총 채취량의 1/3을 네덜란드, 벨기에, 프랑스 등으로 수출하고 있으며, 독일도 상당량을 네덜란드 등에 수출하고 있다. 일본도 과거 우리나라와 중국으로부터 바다모래를 수입한 사례가 있다. 이제 우리나라도 장기적으로 필요한 골재의 일부를 외국으로부터 수입하는 방안을 적극적으로 검토할 필요가 있다.

참 고 문 헌

<국내문헌>

- 「골재채취법」, 「공유수면관리법」, 「광업법」 등 관련 법령.
- 국토개발연구원 · 한국골재협회, 「골재수급계획에 관한 연구」, 1989.
- 김상렬 외, “Sand wave distribution pattern on the Yellow Sea shelf from side scan sonar digital image processing”, *Proceedings of First Korea-China Symposium on sedimentary processes and depositional environments*, 2000.
- 김창식, “내대륙붕에서의 파랑과 흐름이 복합된 해저 Ekman 경계층의 유속분포”, 「해양연구」, 19(1);21-34, 1997.
- _____, “3차원 수리역학 및 수질모형의 경기만 시험적용”, 「1998년도 세계해양의 해 기념 해양수산 공동 학술발표회 요지집」, 1998.
- _____, 「취송순환에 대한 파랑-흐름의 영향」, 한국해양연구소, 1990.
- 김창식 외, 「폭풍 시 연안류 변동에 따른 연안재해요소 연구」, 한국해양연구소, 1993.
- 박영수 외, 「경기만의 해양환경지질 기초연구」, 한국자원연구소, 1995.
- 이윤오 외, 「바다골재 부존조사」, 한국자원연구소, 1994.
- 이종찬 외, “Application of a 3D Hydrodynamic Model to Macro-tidal Water of Korea in the Yellow Sea”, *Hydroinformatics '98*, Babovic & Larsen (eds), Balkema, Rotterdam, 1998.
- 이희일 외, 「황해 퇴적물 이동현상 및 퇴적환경 연구(한중 국제공동연구)」, 한국해양연구원, 2002.
- 이희일 외, “Latest Holocene Yellow Sea Paleoenvironmental Changes”, *Proceedings of First Korea-China Symposium on Sedimentary Processes and Depositional Environments*, 2000.
- 이희일 외, “New Concept and Results of Surface Sediments Distribution and Processes in the Yellow Sea and South Yellow Sea of Korea”, *Proceedings of Second China-Korea Symposium on Sedimentary Dynamics and Palaenvironmental Changes in the Yellow Sea*, 2001b.

- 이희일 외, “Reviews of Sedimentology of the Yellow Sea: Surface Sediment Characteristics and Modern Sedimentary Processes”, *Proceedings of Second China-Korea Symposium on Sedimentary Dynamics and Palaenvironmental Changes in the Yellow Sea*, 2001.
- 이희일 외, “Surface Distribution of Clay Minerals in the Yellow Sea and South Sea of Korea”, *Proceedings of Second China-Korea Symposium on Sedimentary Dynamics and Palaenvironmental Changes in the Yellow Sea*, 2001c.
- 이희일 외, “Suspended Sediments and Water Properties in the Yellow Sea and South Sea of Korea from the 1998-2000 Cruises”, *Proceedings of Second China-Korea Symposium on Sedimentary Dynamics and Palaenvironmental Changes in the Yellow Sea*, 2001a.
- 이희일 외, “The Records of Origin and Transport of Sediments from the Past to Present in the Yellow Sea”, *Proceedings of Yellow Sea International Symposium*, 2003.
- 이희일 · 한상준, “Distribution and Transport Pattern of Surface Sediments in the Yellow Sea”, *Proceedings of First Korea-China Symposium on Sedimentary Processes and Depositional Environments*, 2000.
- 일본의 사리등록업자의 등록에 관한 규칙, 「일본통상산업성령」, 제80호.
- 천종화 외, “Origin and Characteristics of Holocene- Pleistocene Deposits in the Northwestern Yellow Sea”, *Proceedings of Second China-Korea Symposium on Sedimentary Dynamics and Palaenvironmental Changes in the Yellow Sea*, 2001
- 최재선, “바다모래 실태와 정책 대응방향”, 「해양수산현안분석」, 한국해양수산개발원, 2002.
- 최중기 외, 「경기만내 해사부존량 추정 및 바다모래채취에 따른 환경영향연구」, 한국골재협회 인천지회, 2002.
- 충남대학교 해양연구소, “서해연안 바다모래의 개발과 환경보전”, 「심포지엄 논문집」, 제8권, 2001.
- 한국건설기술연구원, 「건설업통계연보」, 각 연도.
- _____, 「월간건설경제동향」, 각 연도.
- 한국건설산업연구원, 「골재산업의 중·장기 육성 방안」, 2001.

- _____, 「골재채취제도의 개선방안 연구」, 2001.
- _____, 「지역별 골재소비 구조분석 및 수급안정 방안」, 2003.
- 한국골재협회 인천지회, 「경기만내 해사부존량 추정 및 바다모래채취에 따른 환경영향연구」, 2002.
- 한국해양연구소, 「경기만 연안개발에 따른 수리 및 수질 통합평가모델 개발」, 1999.
- _____, 「해저층 퇴적물 이동 및 예측기술」, 환경부 G7 연구사업, 1997.
- _____, 「서해 연안의 부유퇴적물 이동 연구」, 1997.
- _____, 「해저층 퇴적물 이동 및 예측기술」, 환경부 G7 연구사업, 1차년도 보고서, 1997.
- _____, 「해저층 퇴적물 이동 및 예측기술」, 환경부 G7 연구사업, 2차년도 보고서, 1998.
- _____, 「해저층 퇴적물 이동 및 예측기술」, 환경부 G7 연구사업, 3차년도 보고서, 1999.
- 해양수산부, 「공유수면관리제도 개선방안연구」, 2002.
- _____, 「어업생산통계」, 2002.
- _____, 「해양수산백서」, 1996.
- 허식 · 이희일, “Depositional Sequence in the Yellow Sea Interpreted from Shallow Seismic Data”, *Proceedings of Second China-Korea Symposium on Sedimentary Dynamics and Palaeoenvironmental Changes in the Yellow Sea*, 2001.
- 현상민 · 이희일, “Geochemical Study on the Sediment Provenance in the Yellow Sea”, *Proceedings of First Korea-China Symposium on sedimentary Processes and Depositional Environments*, 2000.
- 환경구 외, 「바다모래의 기본성질과 잔골재로서의 이용방안에 관한 연구」, 농업진흥공사 농공시험소, 1974.
- 환경부, 「연안수질 평가 및 예측기술(I)」, 한국해양연구소 (김창식 연구책임자), 1996.
- _____, 「연안수질 평가 및 예측기술(II)」, 한국해양연구소 (김창식 연구책임자), 1997.
- _____, 「해저퇴적물 이동 관측 및 예측기술(I)」, 한국해양연구소 (김창식 세부연구책임자), 1997.

_____, 「해저퇴적물 이동 관측 및 예측기술(II)」, 한국해양연구소 (김창식 세부 책임자), 1997.

<외국문헌>

Coastal Sediments '03, *The International Conference on Coastal Sediments '03 - Book of Abstracts*.

Dyer K. R. et al., "A Comparison of in-situ techniques for Estuarine Floc Settling Velocity Measurements", *J. Sea Research* 36, 1996.

Engelund, F. and Hansen, E., *A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams*, Teknisk Forlag, Copenhagen, 1967.

Falconer, R.A., "An Introduction to Nearly Horizontal Flows", in *Coastal Estuarine and Harbour Engineers Reference Book*(Eds. M.B.Abbott and W.A.Price), E. and F.N. Spon Ltd, London, Chapter 2, 1996.

_____, "A Two-dimensional Mathematical Model Study of the Nitrate Levels in an Inland Natural Basin", *Proceedings of the International Conference of Water Quality Modelling in the Inland Natural Environment*, BHRA, Fluid Engineering, Bournemouth, Paper J1, 1986.

French, R.H., *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1986.

Harrison, David John, "European Overview of Marine Sand and Gravel - Shaping the Future", *EMSAGG Conference*, 20-21 February 2003, Delft University, The Netherlands, (http://www.ciria.org/emsagg/pdf/d_harrison_european_overview.pdf).

Holland, Stephen P., "Extraction Capacity and the Optimal Order of Extraction", *Jouranal of Environmental Economics and Mangement*, vol. 45 Number 3, May 2003.

HR Wallingford, *Environmental Aspects of Aggregate Dredging, Refined Source Terms for Plume Dispersion Studies*, Report SR-548, 1999.

Lorenz, R., *Spill from Dredging Activities*, Proc. Oresund Link Dredging and Reclamation Conf., Copenhagen, 26~28 May, 1999.

Marker, Brian R., "Marine Minerals Dredging in English Waters", *EMSAGG Conference*, Feb. 2003.

Masalu, Desiderius C.P., "Coastal Erosion and Its Social and Environmental

- Aspects in Tanzania: A Case Study in Illegal Sand Mining”, *Coastal Management*, 30:347~359, 2002.
- Meakins, S.C. et al., *The Development of Marine Sand and Gravel in North-West Europe - Identifying the Issues Over the next 25 Years*,
(<http://www.bmapa.org/pdf/ecmp99papaer2.pdf>).
- MMS, *Marine Aggregate Mining Benthic and Surface Plume Study*, Report No. 98-555-03, 1998.
- Owens, P.H., *Mathematical Modelling of Sediment Transport in Estuaries*, Thesis Submitted to University of Birmingham in Partial Fulfilment of Degree of Doctor of Philosophy, 1987.
- Rodi, W., “Turbulence Models and Their Application in Hydraulics”, *International Association for Hydraulics Research*, Delft, 2nd edit., 1984.
- Shi, Xuefa et al., “Transportation and Deposition of Modern Sediments in the Southern Yellow Sea”, *Proceedings of Yellow Sea International Symposium*, 41-54, 2003a.
- Shi, Xuefa et al., “Modern Sedimentary Environments and Dynamic Depositional Systems in the Southern Yellow Sea”, *Chinese Science Bulletin*, 48:1-6, 2003b.
- Tina Bernd-Cohen & Melissa Gordon, “State Coastal Program Effectiveness in Protecting Natrual Beaches, Dunes, Bluffs, and Rocky Shores”, *Coastal Management*, 27:187-217, 1999.
- <http://law.e-gov.go.jp/>
- <http://lcweb2.loc.gov/law/usa/us040325.pdf> (Marine Mineral Act of 1996 - USA)
- <http://www.civeng.ucl.ac.uk/rps>
- <http://www.bmapa.org/media.htm>
- <http://www.british-aggregates.com/databank.htm>
- <http://www.ciria.org.uk/emjoggy/pdf>
- <http://www.conshelf.com/services/beach-nourishment/marine-mining.html>
- <http://www.crownestate.co.uk/>
- <http://www.defra.gov.uk/environment/marine/quality/04.htm>
- <http://www.diveweb.com/offshore/features/mayjun2001.02.htm>
- <http://www.env.go.jp/>

<http://www.env.go.jp/>
<http://www.environment-agency.gov.uk/>
<http://www.esep.de/abstracts/meps/v221/p265-275.html>
<http://www.gtz.de/uvp/publika/English/vol213.htm#3.%20Notes%20on%20the%20analysis%20and%20evaluation%20of%20environmental%20impacts>
 (Survey of Issues - Germany)
<http://www.houko.com/>
http://www.ifremer.fr/drogm_uk/Realisation/Miner/Sable/stability.html
[http://www.ifremer.fr/drogm_uk/Realisation/Miner/Sable/stability.html\(shoreline effects of mining\)](http://www.ifremer.fr/drogm_uk/Realisation/Miner/Sable/stability.html(shoreline%20effects%20of%20mining))
http://www.isopec.org/call4papers/2003/CALL-OMS03_9-09-02_.pdf(Planned (2003)Conference -- with contact names)
<http://www.maff.go.jp/>
<http://www.marinemining.com/faq/faq.html>
<http://www.meti.go.jp/>
<http://www.mlit.go.jp/>
<http://www.mms.gov/intermar/plumestudy.htm>
<http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/BriefingBooks/Oceans/index.cfm?&CFID=8652295&CFTOKEN=32599941>
<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/imms/codefeb2002.html>
<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/imms/imms.html>
<http://www.ngo.grida.no/soesa/nsoer/issues/coast/driver.htm>(So. Africa experiences and issues w/ mining and other coastal resource conflicts)
<http://www.nrf.ac.za/publications/marinerep/conserve.htm>(Surveys env issues from mining and other coastal/marine activities)
http://www.qpa.org/pro_mar.htm
<http://www.saiseiki.or.jp/>
<http://www.sandandgravel.com/>
<http://www.scottsb.com/misc/enviro/oceanmine.htm> (Fishermen against offshore sand and gravel mining -- NE US)
<http://www.sof.or.jp/>
<http://www.usgs.org>(<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/>)

바다모래 수급실태 및 관리방안 연구

2003年 12月 26日 印刷
2003年 12月 31日 發行

編輯兼

發行人

發行處

李 廷 旭
韓國 海洋 水產 開發 院
서울특별시 서초구 방배3동 1027-4
수암빌딩

전 화

등 록

2105-2700 FAX : 2105-2800
1984년 8월 6일 제16-80호

組版·印刷/서울기획문화사 2272-1533 정가 15,000원

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

ISBN 89-7998-219-4