

현안과제연구

Issue Report

2015. 09. 11

충청남도 바다모래 채취에 따른 연안 해역 영향 평가

윤종주

충남연구원 기후변화대응연구센터 전임책임연구원, jjyoon@cni.re.kr

본 연구의 목적은 태안군 관할해역 가덕도 지구에서의 바다모래채취 사업에 따른 주변 해양환경의 영향을 분석하고, 피해영향 저감 방안을 모색하는데 있음.

요 약

CONTENTS

< 요 약 >

1. 개 요
2. 해양생태환경 영향성 검토
3. 수산자원의 피해영향 검토
4. 해안침식의 피해영향 검토
5. 결론 및 정책 제언

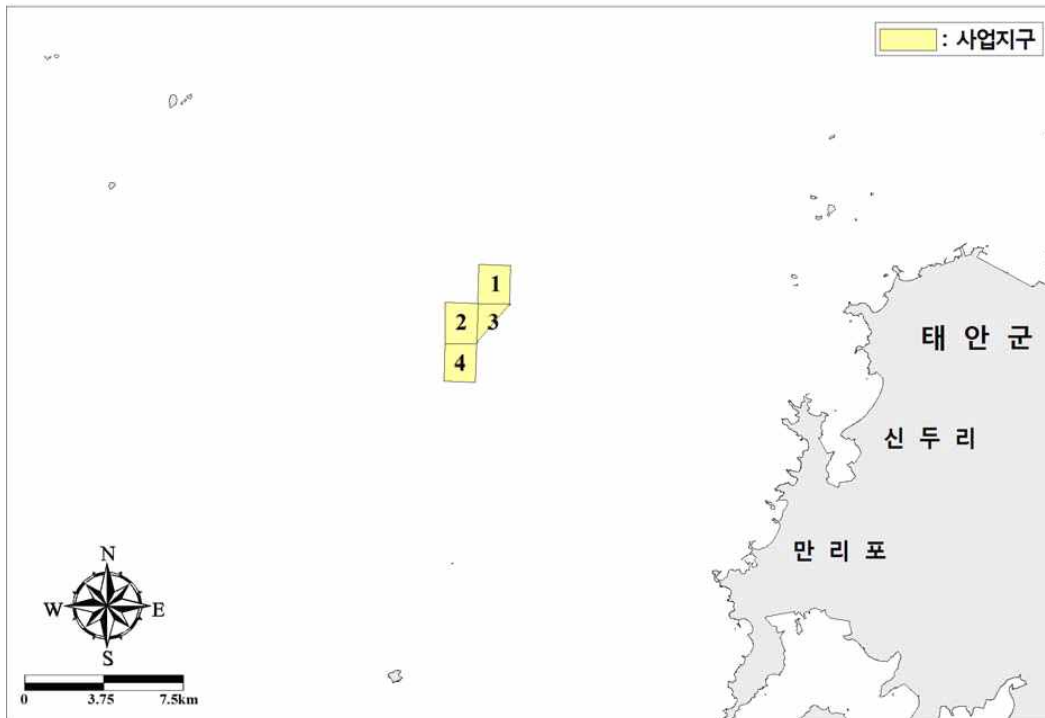
- 우리나라는 연간 약 3,000만 m³ 정도의 바다모래채취를 통하여 대형 아파트단지 건설과 항만 공사 등의 대형 건설산업을 위한 골재 수급을 해오고 있음. 특히 충청남도에서는 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업을 2013년부터 2017년까지 진행하면서, 총 15,950,000m³의 바다모래 채취가 진행 중임.
- 하지만 바다모래채취는 골재자원의 수급을 안정시키는 순기능 이외에, 해양환경에 악영향을 미치고 수산자원의 감소시키는 등의 문제점이 제기되고 있음.
- 바다모래채취로 인한 또 다른 피해발생 가능성은 해안침식을 유발할 수 있다는 것임. 이는 해수욕장의 질과 양을 훼손할 수 있으며 해안의 고유기능을 저감시켜 장기적으로 해안의 가치를 감소시킬 수 있음.
- 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업에 따른 해양환경영향조사결과를 살펴보면, 2014년의 조사결과까지는 바다모래 채취에 따른 퇴적환경 및 수산자원 등의 해양환경 영향은 크지 않은 것으로 나타남. 그러나 인위적인 골재채취에 따른 환경의 변화가 지속되어 자연적 회복능력을 초과하는 상태로 진행된다면, 해양환경의 평형상태가 유지되지 못하게 되어 급격한 수산자원 파괴 및 해저지형의 변형 등을 수반할 수 있음.
- 바다모래채취에 따른 해양환경, 해양생태계, 수산자원, 해저 및 해안에 대한 환경문제발생의 영향을 체계적이고 지속적으로 모니터링하여 이를 골재관리 종합계획의 수립에 적극 반영하도록 해야함.
- 특히 바다모래채취에 따른 인근 연안해빈의 침식문제는 그 연관성을 입증하기가 상당히 어려우므로, 장기간 모니터링과 함께 전문적인 연구기관에 의한 협동연구가 반드시 필요함.

1) 과업의 배경 및 목적

- 우리나라는 연간 약 3,000만 m³ 정도의 바다모래채취를 통하여 대형 아파트단지 건설과 항만 공사 등의 대형 건설산업을 위한 골재수급을 해오고 있음. 특히 충청남도에서는 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업을 2013년부터 2017년까지 진행하면서, 총 15,950,000m³의 바다모래 채취가 진행 중임.
- 하지만 바다모래채취는 골재자원의 수급을 안정시키는 순기능 이외에, 해양환경에 악영향을 미치고 수산자원의 감소시키는 등의 문제점이 제기되고 있음.
- 이들 문제에 대한 친환경적인 대책을 위해서는 기술적, 경제적, 환경적 그리고 정책적인 측면에서의 다양한 분야에 대한 고려가 필수적임. 이를 위해서는 과학적이고 체계적인 지식 및 현장 자료를 바탕으로 바다모래채취에 따른 친환경적인 종합대책의 마련이 시급함.
- 본 과업에서는 충남 태안 해역에서 이루어지고 있는 바다모래채취 사업으로 인한 수산자원 및 해양생태계에 미치는 영향과 함께 주변 해양저질의 변동에 따른 침퇴적 변화에 대해 살펴보고, 이러한 해양환경 변화에 대한 저감방안을 모색하고자 함.

2) 바다골재채취 사업 개요 및 현황

- 태안군 관할해역인 이곡·가덕도 지적의 바다골재를 채취하는 사업이며, 사업대상지는 충청남도 태안군 소원면 의항리로부터 최근접거리 약 12km, 용진군 울도로부터 약 13km, 선감도로부터 약 20km에 위치함(그림 1.1).



<그림 1.1> 사업지구 위치도

- 착공일은 2013년 3월 19일이며, 준공일은 2017년 8월 31일로서 약 4년에 걸쳐서 채취면적 9.45km²(총 4개 지구)에서 총 15,950,000m³의 바다골재를 채취하게 됨(표 1.1).

<표 1.1> 사업지구 정점 좌표

지구 번호	위도	경도	지구 번호	위도	경도
1지구	36° 54'00.0"N	125° 58'60.0"E	2지구	36° 52'59.9"N	125° 58'00.0"E
	36° 54'00.0"N	126° 00'00.0"E		36° 52'59.9"N	125° 58'60.0"E
	36° 52'59.9"N	126° 00'00.0"E		36° 52'00.1"N	125° 58'60.0"E
	36° 52'59.9"N	125° 58'60.0"E		36° 52'00.1"N	125° 58'00.0"E
3지구	36° 52'59.9"N	125° 58'60.0"E	4지구	36° 52'00.1"N	125° 58'00.0"E
	36° 52'59.9"N	126° 00'00.0"E		36° 52'00.1"N	125° 58'60.0"E
	36° 52'00.1"N	125° 58'60.0"E		36° 51'00.0"N	125° 58'60.0"E
	—	—		36° 51'00.0"N	125° 58'00.0"E

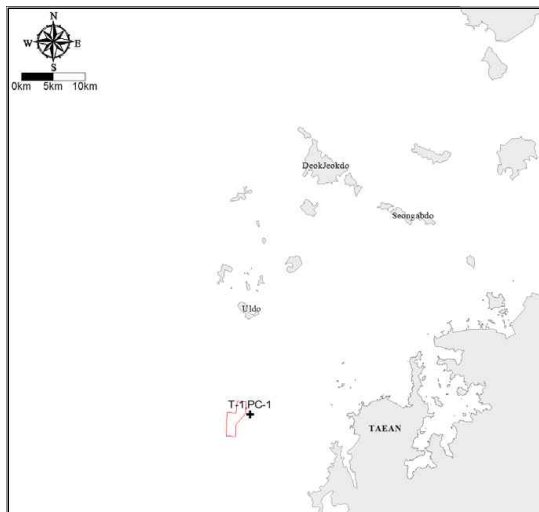
- 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업은 2013년 총 2,437,938 m³, 2014년 총 3,002,641m³의 바다골재채취를 완료하여, 전기간 계획대비 2014년까지 총 34.1%의 공정을 완료하였음.

3) 해양환경영향조사 실시 내용

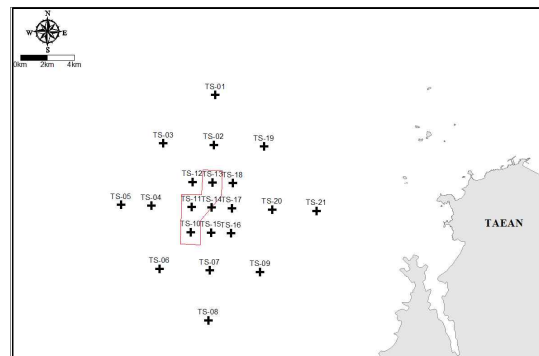
- 바다골재채취 사업의 시행으로 인한 해양환경변화가 예상되는 해양생태계, 해저지형, 퇴적물 관측, 부유사 관측 등의 분석·예측을 통한 저감대책 수립 및 관리를 위한 해양환경영향조사가 사업시작부터 사업완료 후 3년까지 충남골재 협회에서 매년 수행하고 있음.
- 해양환경영향조사 항목은 사업시행으로 인하여 해양환경변화가 예상되는 해저지형, 해양물리, 해양화학, 해양생태계, 해양퇴적물, 퇴적물 관측 등 총 6개 항목으로 선정함.
- 조사지역은 해역이용영향평가 대상지역인 사업지구 및 주변해역으로 설정함 (그림 1.2~1.7).
- 조사주기는 및 조사항목은 조사지역의 현황을 적절히 파악할 수 있도록 표 1.2와 같이 설정함.

<표 1.2> 해양환경영향조사 계획

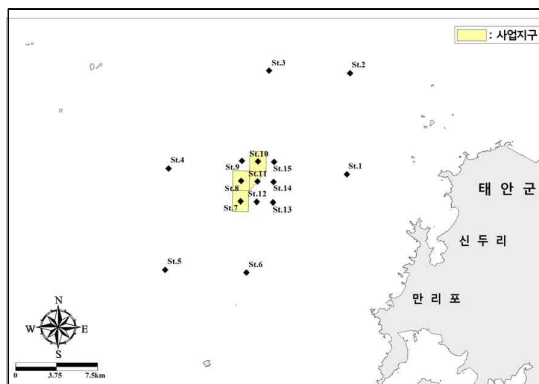
구분	조사항목	조사지점	조사방법	조사주기
해저지형	평가시 조사항목과 동일	평가시 조사정점과 동일	현지조사	1회/년
해양물리	평가시 해양물리 관측항목	평가시 조사정점과 동일	현지조사	2회/년
해양화학 및 해양퇴적물	-평가시 조사항목과 동일 -부유사 모니터링 -용출량 조사	평가시 조사정점과 동일	현지조사	4회/년
해양생태계	-평가시 해양동식물상 조사항목 -조망조사(수산자원 포함)	평가시 조사정점과 동일	현지조사	4회/년
퇴적물 관측	퇴적물 관측	육상 및 해상조간대	현지조사	1회/월



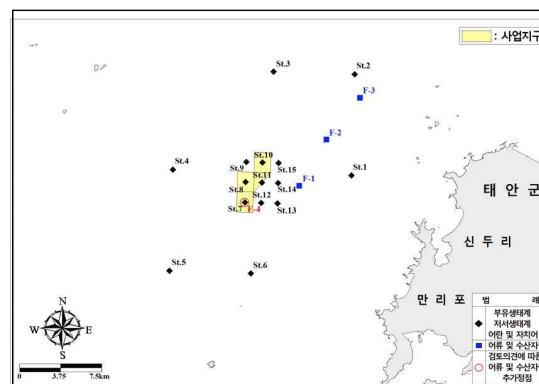
〈그림 1.2〉 해양물리 관측정점도(조위, 조류)



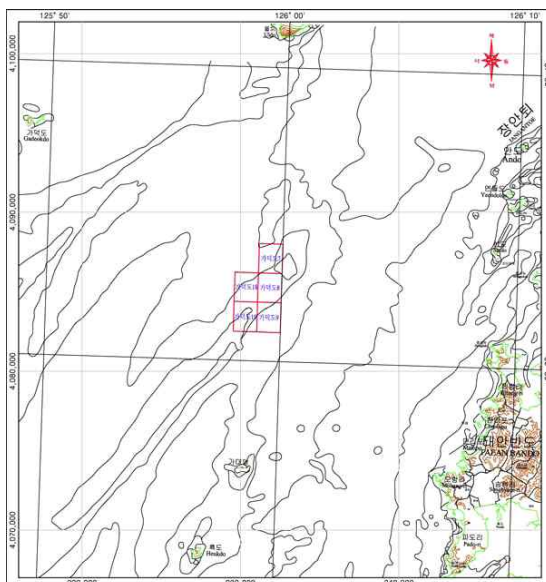
<그림 1.3> 해양물리 관측 정점도(수온, 염분)



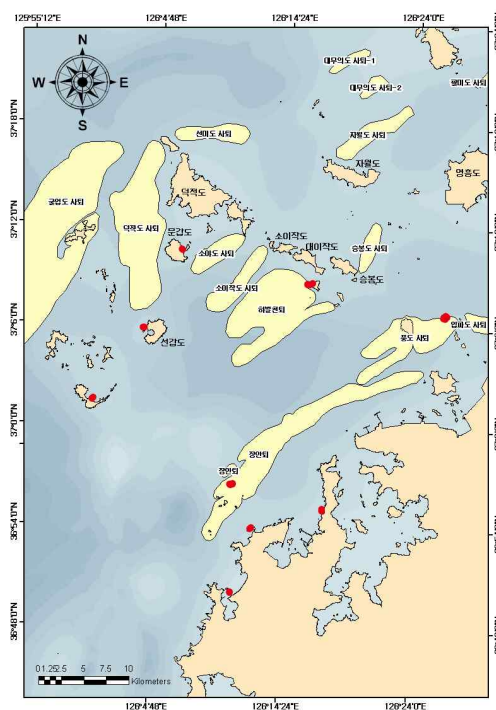
<그림 1.4> 해양화학 및 퇴적물 조사정점도



<그림 1.5> 해양생태계 조사정점도



<그림 1.6> 해양지질 조사구역 정점도



◁그림 1.7▷ 퇴적봉 조사 정점도

4) 주요 검토 내용

- 본 과업에서는 바다모래채취로 인하여 발생하는 수산자원에 미치는 영향 및 해안침식으로 구분되는 외부효과에 대해 평가를 수행함.
- 바다에서의 모래채취를 통하여 발생할 수 있는 해양환경과 해양생태계에 대한 영향은 사업장 인근해역의 퇴적환경변화, 해양물리환경변화 그리고 저서생물 서식처의 감소 등이 대표적이며, 그 외에 부가적으로 수질 및 저질 환경변화와 함께 채취선으로부터 발생하는 해저부유물질에 따른 주변 서식생물의 서식조건의 악화 등이 나타날 수 있음.
- 바다모래채취로 인한 또 다른 피해발생 가능성은 해안침식을 유발할 수 있다는 것임. 이는 해수욕장의 질과 양을 훼손할 수 있으며 해안의 고유기능을 저감시켜 장기적으로 해안의 가치를 감소시킬 수 있음.
- 본 과업에서의 이러한 바다골재(바다모래)채취 사업의 진행으로 인한 해양환경에 미치는 영향을 포괄적으로 살펴보고, 2014년에 수행된 당해 사업지구 바다골재채취사업에서의 해양환경영향조사 결과보고서를 바탕으로 당해역에서의 사업진행에 따른 환경영향을 분석하였음.
- 본 과업에서의 주요 내용은 다음과 같음.
 - 바다모래채취의 해양생태환경 영향성 검토
 - 바다모래채취로 인한 수산자원의 피해영향 검토
 - 바다모래채취로 인한 해안침식 피해영향 검토
 - 태안 해역에서의 바다모래채취 사업에 따른 해양환경영향 검토

바다모래채취의 해양생태환경

영향성 검토 ◀

02

- 바다모래 채취사업에서는 다음의 사항을 반드시 고려해야함.
 - 바다모래는 한정된 자원이라는 점
 - 바다모래 채취는 해양환경에 악영향을 주게 되는 점

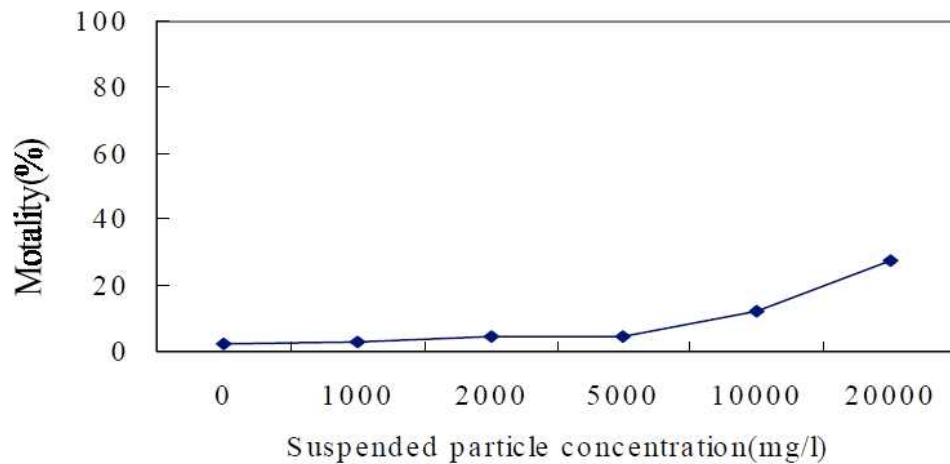
- 또한 바다모래 채취가 해양환경에 미칠 수 있는 영향은 다음과 같음.
 - 인근 해양환경의 파괴 가능성
 - 인근 해양생태계의 파괴 가능성
 - 수산자원의 감소
 - 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화를 야기시켜 해안침식을 유발할 가능성

- 본 절에서는 해양생태환경에 미치는 영향에 대해 살펴봄.

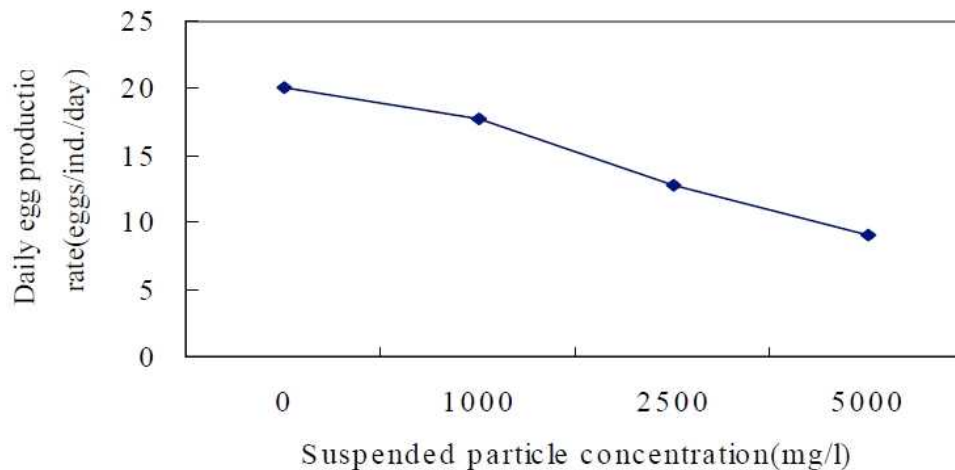
- 바다모래채취로 인하여 해양환경 및 해양생태계에 미치는 영향은 1차적으로 사업진행 해역에서의 퇴적환경의 변화와 물리환경의 변화 그리고 저서생물의 서식지에 대한 피해 등으로 나타남. 또한 2차적으로는 바다모래채취로 인하여 발생하는 수질과 저질 환경의 변화, 소음 증가 및 부유토사 발생으로 인한 해양환경의 악화에 따른 주변 서식생물의 생육환경에의 악영향 등을 들 수 있음.

- 해양생태계에 미치는 가장 큰 영향으로는 바다모래채취로 인하여 퇴적물(바다모래) 자체의 소실에 따른 퇴적환경변화 및 이에 따른 저서생물의 서식지 파괴에 따른 저서생물 군집의 멸실이라 할 수 있음.

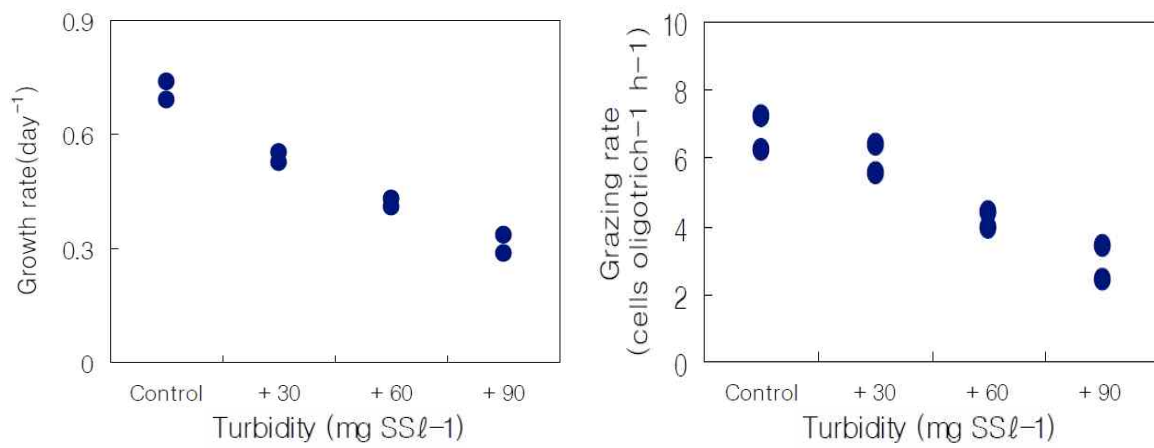
- 바다모래채취는 저층의 퇴적물상을 직접적으로 교란시킴으로 인하여 수층에 살고있는 어류 및 저서 해양생물의 자원량을 감소시키고 생물다양성을 크게 훼손할 수 있음. 생물다양성 및 수산자원량의 급격한 감소는 당해역 본연의 생태계 에너지 흐름 및 먹이구조를 단절시키게 되는데, 이는 인근 해역까지 광범위한 영향으로 나타날 수 있음(그림 2.1~2.3).



<그림 2.1> 부유사 농도에 따른 요각류 *Acartia hongii*의 사망률 변화
(한국골재협회 인천지회, 2002)



<그림 2.2> 부유사 농도에 따른 요각류 *Acartia hongii*의 일일 산란율 변화
(한국골재협회 인천지회, 2002)



<그림 2.3> 부유물질 농도에 따른 섬모충류의 growth rate와 grazing rate
(한국골재협회 인천지회, 2002)

● : *Rimostrombidium orientale*, 대조구 농도: 9.5mg S.S l⁻¹.

바다모래채취로 인한 수산자원의 피해영향 검토 ◀

03

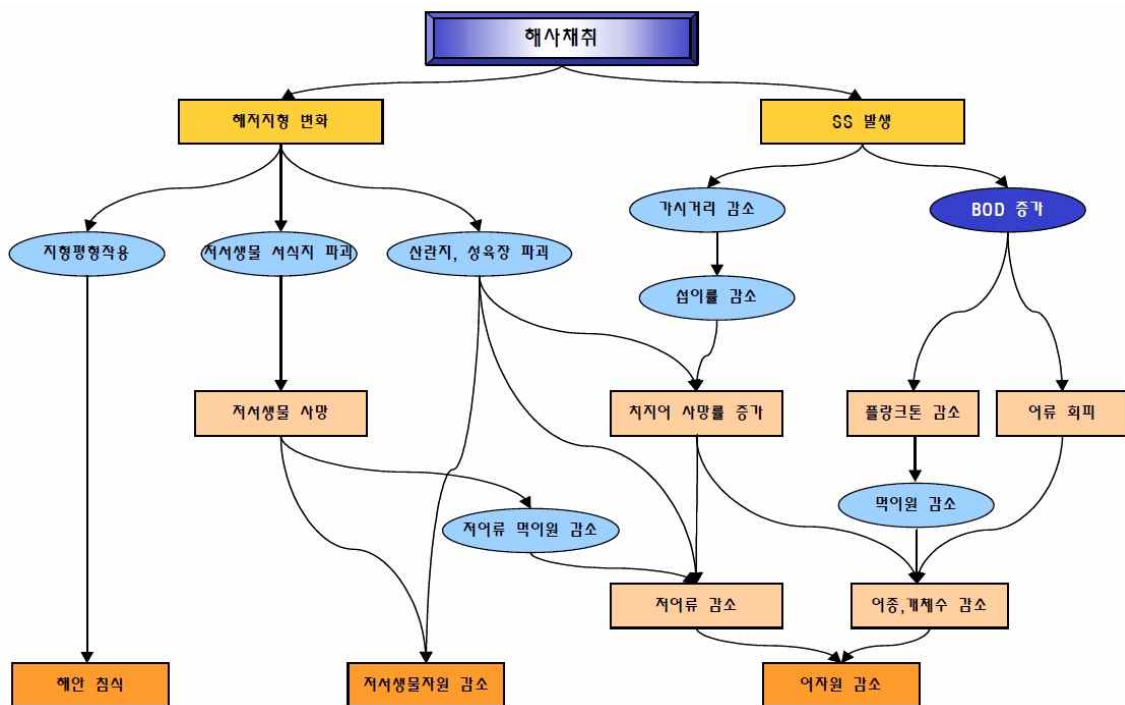
1) 수산자원의 피해 영향

- 수산자원의 피해는 직접적인 피해와 간접적인 피해로 구분될 수 있고, 직접적인 피해는 단기피해와 장기피해로 구분됨.
- 단기적 피해(직접적 피해)는 바다모래채취로 인하여 해저에 서식하는 해양생물이 입게되는 피해를 나타내며, 해양생물의 피해는 상업적 가치가 있는 중, 즉 어획대상이 되는 정도의 크기의 자원에 대한 직접적인 피해로 나타남.
- 장기적 피해 영향에는 직접적이고 단기적인 피해를 입게되는 어종의 어란, 치어 등의 단계에서의 피해가 있음. 바다모래를 채취하는 현장에서는 성어 뿐만 아니라 어란, 유생, 치자어 등의 직접적인 사망피해가 발생하는데, 이는 해당 개체군의 전면적인 피해로 나타나 해양생태계의 교란을 일으키게 됨. 이는 장기간의 회복 기간 동안 수산물 어획량 감소를 초래함.
- 또한 바다모래채취 작업 중에 발생하게 되는 표층 부유물질(flume)의 확산은 사업장 인근해역의 수산생물에 직접적인 피해를 일으킴. 즉, 바다모래를 채취하는 동안 채취바지선으로부터 흘러넘치는 유출수 및 유출수에 포함된 부유물질은 미래의 수산자원으로 성장하는 부유성 어란 및 유생에 직접적이고 치명적인 영향을 주게 됨(그림 3.1).



<그림 3.1> 바다모래 채취선에서 잉여수가 방출되는 모습 (해양수산부, 2004)

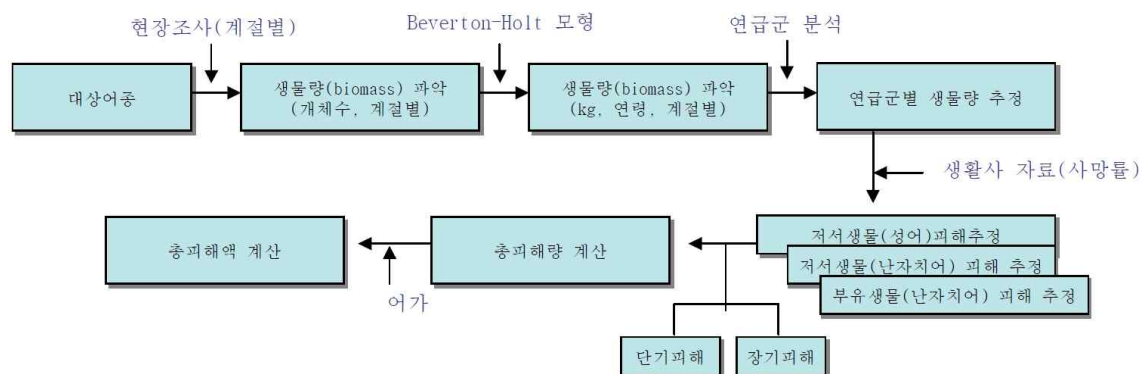
- 간접적인 피해로는 먹이사슬의 파괴에 따라 나타나는 피해가 있음. 해양생물은 해양생태계 내에서 먹이사슬(Food Web)을 이루며 다른 생물종들과 균형을 이루고 있는데, 바다모래채취로 인하여 직접적인 피해를 받는 종이 발생하면 이를 먹이로 하는 다른 생물종의 연쇄적인 감소를 야기할 수 있음(그림 3.2).



<그림 3.2> 바다모래채취의 잠재적 영향 (해양수산부, 2004)

2) 바다모래채취로 인한 수산자원의 영향 추정 방법

- 충남 태안 해역의 바다모래채취에 따른 장·단기적 어업피해 현황자료가 부족한 관계로 본 연구에서는 경기만 덕적도 인근 해역의 바다모래채취 사업을 대상으로 수행한 한국골재협회 인천지회(2002)의 연구보고서 자료를 분석한 한국 해양수산개발원(2005)의 연구결과를 참고하였음.
- 이를 통하여 바다모래채취로 인하여 발생하는 수산 자원의 장·단기의 직접적인 피해와 간접적인 피해를 추정하여, 바다모래채취사업이 해양환경에 미치는 외부효과를 추정하도록 하였음.
- 바다모래채취로 인한 수산자원관련 외부효과 추정의 절차는 그림 3.3에 제시된 바와 같음.



<그림 3.3> 바다모래채취로 인한 수산자원관련 외부효과 추정의 절차
(한국해양수산개발원, 2005)

- 단기적 피해 추정을 위한 대상 어종은 다음의 표 3.1에 나타난 바와 같으며, 생물량은 단위면적당 개체수 또는 중량이나 단위부피당 개체수 또는 중량으로 표현함.

<표 3.1> 단기적 피해에 대한 대상 어종

대상 어종의 요건	대상 어종
<ul style="list-style-type: none"> - 성어단계에서 모래층에 서식·분포하는 어종 - 정착성 어종 - 경기만 일대의 연안에서 서식 또는 회유하는 어종 - 상업적 가치가 큰 어종 	꽃게, 기타게, 기타 새우류(갑각류), 조피볼락, 소라·고동

● 장기적 피해 추정을 위한 대상어종은 표층부유사의 영향을 받는 부유성 어란 및 자치어의 경우로서, 해당 어종은 서대류(어란), 쥐노래미와 볼락(자치어)로 선정함(한국골재협회, 2002).

● 생활사(Life History) 자료는 대상 어종에 대한 성장식, 어장가입 연령, 체장-체중관계식, 최대 수명, 자연 사망률, 어획 사망률 등을 참고함(해양수산부, 2009). 또한 생물량(Biomass)에 대한 현장자료는 경기만 일대 덕적도 인근해역의 2001년도 자료를 참고함.

3) 추정결과 요약

● 경기만 덕적도 인근해역에서의 바다모래채취에 의한 예상 피해액의 추정결과는 2004년 결과를 기준으로 다음과 같이 나타남(한국해양수산개발원, 2005). 본 절에서 추정된 바다모래채취에 따른 외부효과는 수산자원의 피해만 분석한 것이어서, 해양환경 피해를 전부 반영하고 있지는 못함.

● 바다모래채취 사업장 1개 광구에서의 단기적으로 발생하는 수산자원 피해는 각 연령군 별로 다음 표 3.2와 같이 나타남.

<표 3.2> 단기 어획손실량 (단위: kg)

연령군 (년)	꽃게	기타게	새우류	소라고둥	조피볼락	가자미, 광어 등	합계
0.3	285.0	10.0	-	-	-	-	295.0
0.4	-	-	1.2	-	-	-	1.2
0.5	-	-	1.2	-	-	-	1.2
1	137.7	4.9	0.8	-	-	-	143.4
2	35.8	1.3	-	4.8	5.7	2.9	50.4
3	9.3	0.3	-	0.8	6.2	3.1	19.8
4	-	-	-	0.6	5.0	4.6	10.2
5	-	-	-	0.4	3.3	4.4	8.1
10	-	-	-	0.5	4.4	15.7	20.5
20	-	-	-	-	-	2.5	2.5
25	-	-	-	-	-	-	-
합계	467.8	16.5	3.2	7.1	24.5	33.2	552.3

주) 단기영향은 1년간 바다모래채취 기간 동안의 어획 손실량(kg)을 나타냄

- 상업적 어종에 대한 피해를 사업대상 해역의 20개 광구에서 10년 동안 바다모래채취 사업진행을 가정하여 단기, 장기, 간접 피해로 구분하여 추정해보면, 2004년 가격 기준으로 단기적 피해가 약 80억원, 장기적 피해가 약 12억원, 그리고 간접피해가 약 40억원 정도로 총 약 131억원의 피해액이 추정되었음 (표 3.3).

<표 3.3> 덕적도 인근해역에서의 바다모래채취로 인한 10년간의 단기, 장기 및 간접 피해 추정액 (2004년 가격, 단위: 백만원)

구 분	단기적 피해	장기적 피해	간접 피해	합계
현재가치	7,967	1,160	3,984	13,111
구성비	61%	9%	30%	100%

- 기본가정의 변화에 따른 민감도 분석에 따르면, 바다모래채취 지역의 회복기간을 3년으로 보는 경우와 간접영향을 단기피해의 100%로 보는 경우로 구분하여 분석한 결과, 10년간의 바다모래채취사업의 진행은 최대 238억원의 피해를 추정할 수 있음(표 3.4).

<표 3.4> 기본가정의 변화에 따른 민감도 분석 결과 (2004년 가격, 단위: 백만원)

구분	기본가정	기본가정 및 서식지회복(3년)	기본가정 및 100% 간접영향	서식지회복 및 100%간접영향
20개 광구에서 1년간 사업진행	408	1,063	494	1,376
5년간 사업진행	4,226	7,124	5,412	9,314
10년간 사업진행	13,111	18,125	17,094	23,847

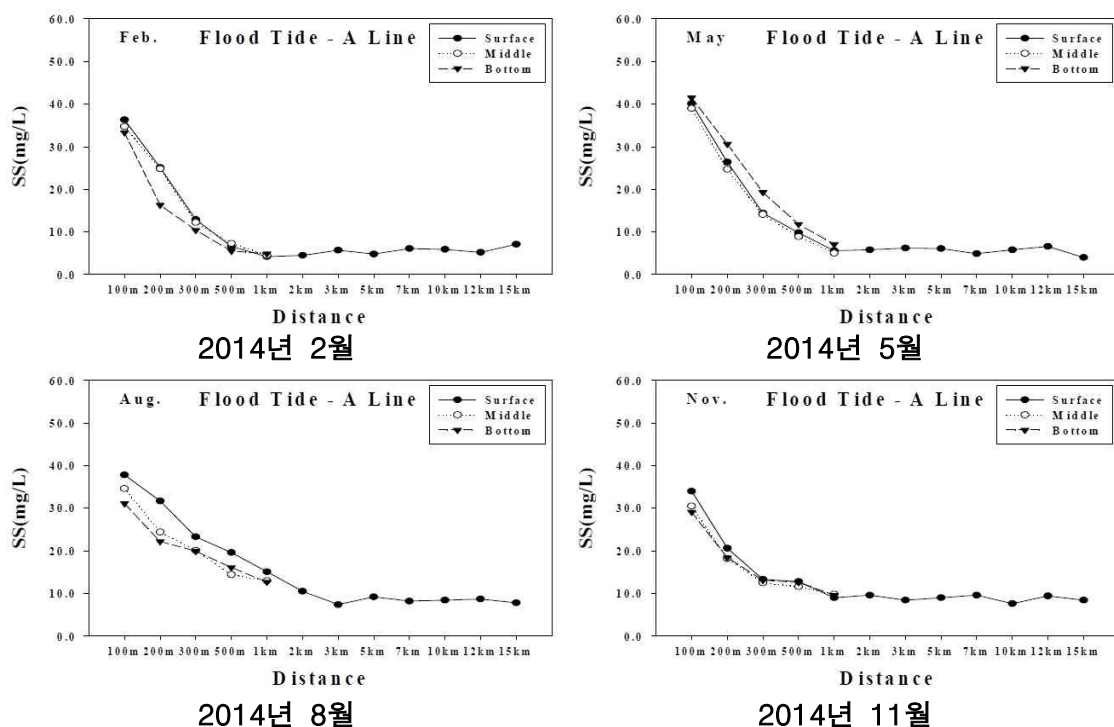
- 표 3.4의 수치를 부연 설명하면, 수산업에의 피해를 단순추정한 기본가정에서는 표 3.3의 결과와 같이 10년간 최대 피해 추정액이 약 131억원으로 나타남.
- 그러나 피해액의 추정에 있어 생태계의 회복기간, 소수어종의 피해, 먹이사슬 피해, 양식장 피해 여부 등의 추가영향을 고려한 경우에는 기본가정에 비해서 약 107억원의 추가피해액이 추정되어 최대 238억원의 바다모래채취에 따른 환경비용이 추산됨.

4) 충남해역의 수산자원 피해 예상

- 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업 인근해역에서는 2014년 해양환경영향조사 결과, 다음과 같은 수산자원 분포가 나타남.
 - 어란 : 최대 478 ind./1000m³ 채집(2014년 8월 조사 시)
 - 자치어 : 멸치(2, 5, 8월 조사 시), 쥐노래미(11월 조사 시) 등이 우점
 - 자망 채집 수산자원 : 총 9종 83개체, 홍어가 우점
 - 통발 채집 수산자원 : 총 32종 642개체, 각시수랑이 최우점
 - 대형 저서동물 : 출현종수는 40~60종, 환형동물문(예쁜얼굴갯지렁이류, 옆새우류, 반다리미갑갯지렁이)이 우점하였으며 평균서식밀도는 252~401 ind./1000m³로 나타남
- 2014년 조사결과에서는 골재채취 이후의 해양수질은 채취 이전과 비교하여 누적골재채취에 따른 변화는 미미한 것으로 나타났으며, 수질 등급도 채취 전·후

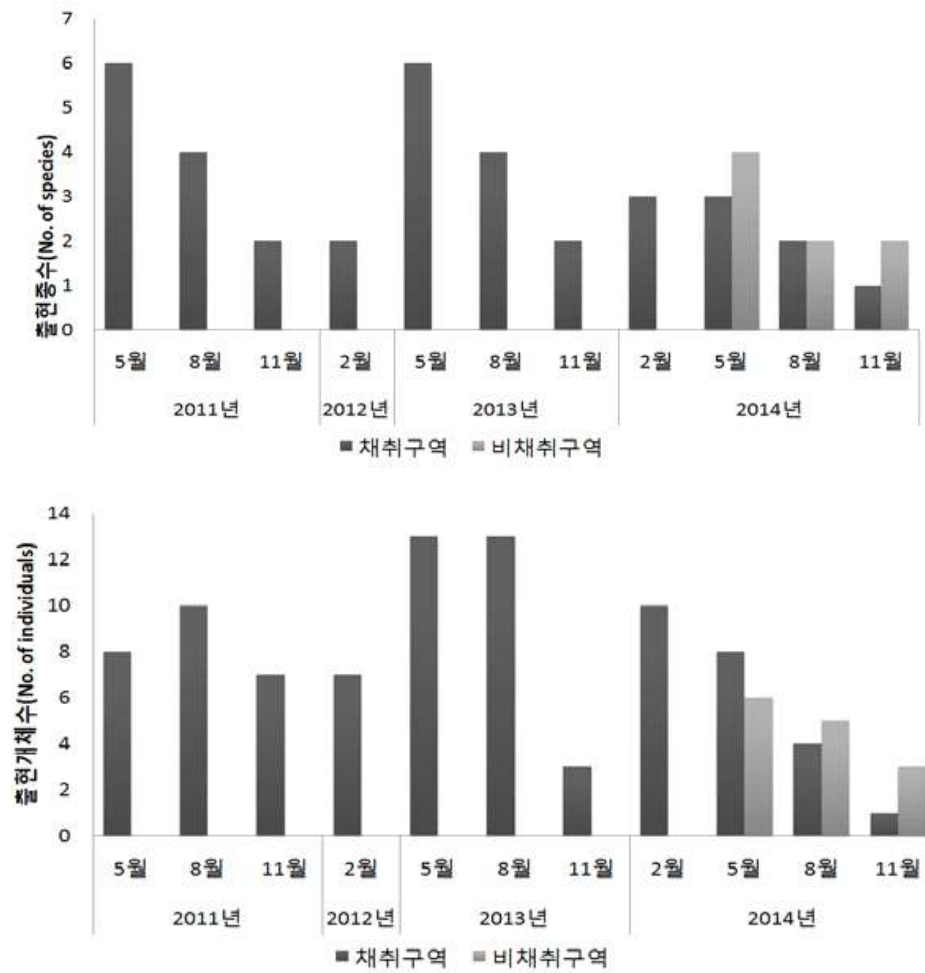
1등급을 유지하여 큰 변화가 없었음. 해양퇴적물의 조사에서도 골재채취 전·후의 농도 및 중금속 항목의 변화는 크지 않은 것으로 나타나 현재 사업시행에 따른 해양퇴적물에 미치는 영향은 미미한 것으로 나타남.

- 2014년도 바다모래채취 작업으로 인한 채취선 주변의 부유사의 영향을 살펴본 결과, 골재채취선을 중심으로 100~300m까지는 골재채취로 인하여 발생한 부유사가 확산되는 경향이 나타났으나, 500m 이상 떨어진 지역에서는 골재채취로 인한 부유사 발생영향이 더 이상 크지 않은 것으로 조사됨(그림 3.4).

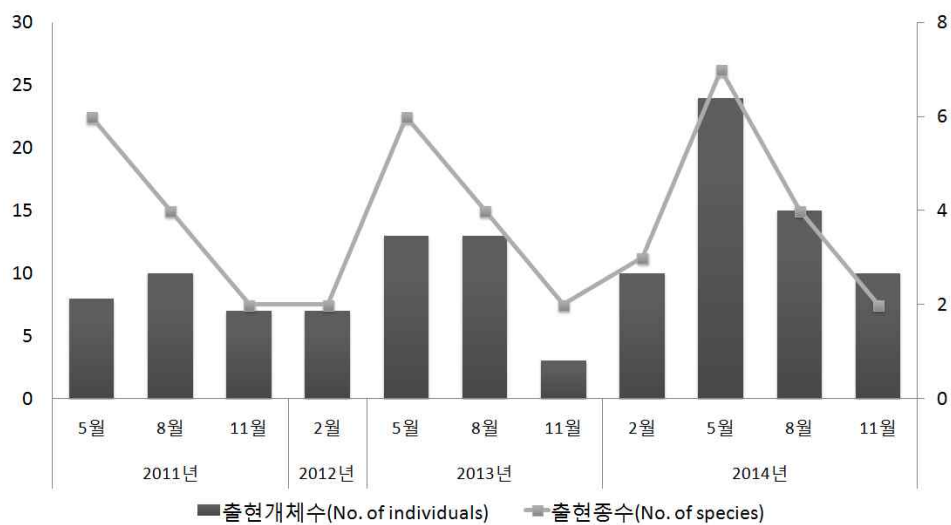


<그림 3.4> 창조시 바지선으로부터의 거리에 따른 부유사 농도 분포
(충남골재협회, 2015)

- 동일 조사에서 바다모래 누적채취량에 따른 어란 및 자치어, 어류 및 수산자원의 출현종수, 출현량의 변화는 거의 나타나지 않았음(그림 3.5, 3.6).

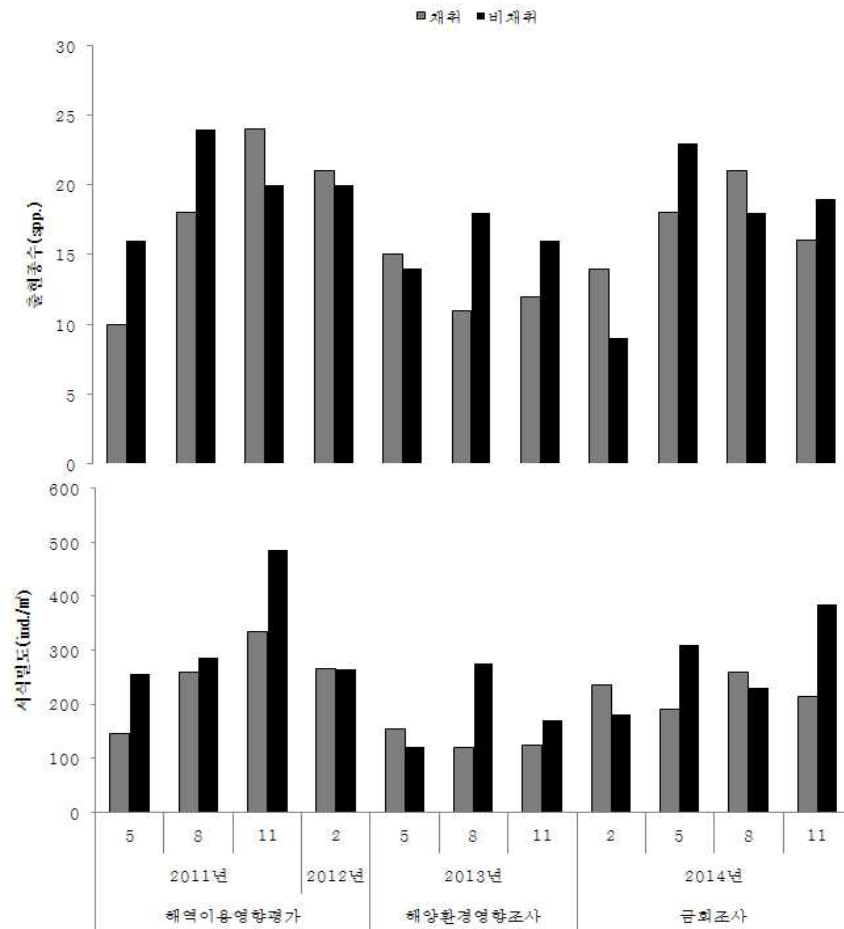


<그림 3.5> 자망조사결과와 채취구역과 비채취구역 대표정점 비교, 출현종수 및 출현개체수 (충남골재협회, 2015)



<그림 3.6> 조사시기별 자망에 채집된 수산자원의 출현종수 및 출현개체수 (충남골재협회, 2015)

- 동일조사에서 당해역에 대한 골재채취 전과 후의 대형저서동물의 출현종수 및 서식밀도를 채취/비채취 지역으로 구분하여 연속 비교한 결과, 일관된 특성이 나타나지는 않았음. 이에 따라 바다모래채취로 인한 저서동물에의 영향은 작은 것으로 보임(그림 3.7).



**<그림 3.7> 채취구역 및 비채취구역의 대표정점
대형저서동물 종조성 비교 (충남골재협회, 2015)**

- 바다모래채취로 인한 수산자원 감소량의 파악에는 바다모래채취 이전/이후의 수산자원별 생산량 변동에 대한 조사 자료가 필요하며, 이를 위해서는 장기간에 걸친 환경영향평가자료의 축적이 필수적임. 본 연구에서는 당해지역에서의 장기간 조사 자료가 부족한 관계로 직접적인 통계자료를 제시하기에는 어려움.
- 경기만의 바다모래채취사업이 진행된 90년대 중반의 덕적도 주변해역에서의

수산자원 변동추이를 살펴보면, 1993~1994년에 옹진군 전체 갑각류(꽃게, 대하, 중하, 젓새우 등) 어획량의 80% 이상을 덕적도 주변해역에서 기록하였으나 바다모래채취사업 진행 이후 1994년에는 어획량 담당비중이 50%로 줄어들었음. 그리고 1995년 이후부터는 급격하게 상업용 갑각류 자원의 어획량이 크게 감소하였으며, 이후 어획생산량의 회복은 매우 더디게 진행 중임.

- 태안군 관할해역에도 2013년부터 2017년까지 5개년 간의 바다모래채취사업이 진행되고 있는데, 현재까지는 당해역에서의 수산자원에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타남.
- 그러나 경기도의 사례와 마찬가지로 과업이 장기간 진행될수록 수산자원의 어획량이 감소할 것으로 예상되며, 이후 회복이 되는데도 상당 기간이 소요될 것으로 추정됨. 따라서 5년 동안의 바다모래채취 이후에 추가적인 사업의 진행은 환경적인 측면에서 지양되어야 할 것임.

바다모래채취로 인한 해안침식의

피해영향 검토 ◀

04

1) 모래해안과 해안침식

● 우리나라는 전국 해안선 길이 총 11,914km 중에서 약 6.7%에 해당되는 803km가 모래해안임. 특히 모래해안은 기능과 같이는 다음과 같이 정리할 수 있음.

- 친수공간 : 해수욕장 등으로서의 이용가치, 전국 약 349개소 해수욕장
- 생물서식 공간 : 육상과 해양생태계의 연결 공간
- 수질 정화 공간 : 물리·화학적 정화 및 생물학적 정화 기능
- 재해방지 공간 : 파랑 및 해일의 에너지를 소산

● 충청남도의 총해안선 길이는 약 986km이며, 이 중 모래해안의 총길이는 약 143km로서 모래해안이 차지하는 비율은 약 14.5%에 이름(표 4.1).

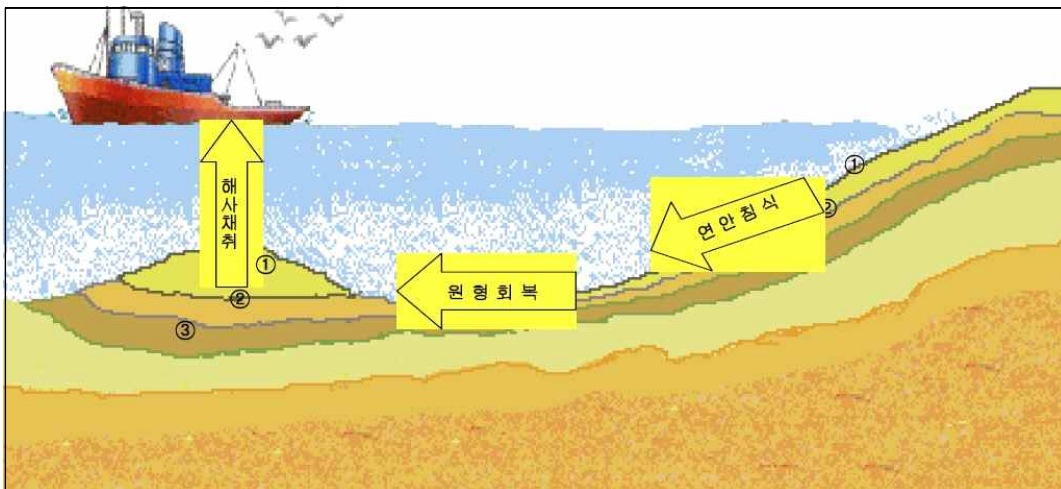
<표 4.1> 전국 및 충청남도의 모래해안의 분포 (단위: km, 국립해양조사원)

구분	총해안 선길이	자연 해안	인공 해안	모래해안				모래 해안 비율
				총길이	해수 욕장	연안연계형태	길이	
전국	11,914.1	10,406.2	1,507.9	802.5	256.5	바다-자연해안	146.0	6.7%
						바다-인공구조물	174.1	
						갯벌-자연해안	367.2	
						갯벌-인공구조물	11.3	
충청 남도	986.4	869.1	117.3	143.1	52.2	바다-자연해안	5.4	14.5%
						바다-인공구조물	5.7	
						갯벌-자연해안	92.1	
						갯벌-인공구조물	39.9	

- 해안침식 및 퇴적의 원인은 크게 자연요건과 인간활동에 의한 것으로 구분될 수 있음.
 - 자연적 요인 : 기상(날씨, 강수, 바람, 태풍, 지구온난화 등), 해양환경(파랑, 조류, 연안류 등), 지질환경(쓰나미, 장기해수면 변동 등), 하구 환경(모래공급환경의 변동 등)
 - 인위적 요인 : 인공구조물의 설치(방파제, 방사제, 이안제 등), 준설, 바다모래채취 등

2) 바다모래채취가 모래해안에 미치는 영향

- 바다골재채취는 수심과 저층 퇴적물의 입도구성, 해양수리환경에 의해 주변해역에 미치는 영향이 매우 크게 나타날 수 있음. 특히 연안으로 유입되는 모래공급량을 감소시켜 모래해안의 침식에 영향을 줄 수 있음(그림 4.1).



<그림 4.1> 바다모래채취에 따른 퇴적환경변화 및 연안침식 과정 모식도
(해양수산부, 2004)

- 과거 경기만 덕적도 일대의 바다모래채취에 따른 승봉도, 풍도 해역의 해안선 침식 등의 사례로 볼 때, 바다모래 채취가 해안선 침식의 한 원인으로 나타났음(그림 4.2, 4.3). 따라서 바다모래채취는 해안선으로부터 적어도 2km 이상의 이격거리를 두는 것이 연안 양식장 및 해안선의 변화에 대한 피해를 최소화할 수 있는 것으로 사례조사 되었음.



<그림 4.2> 웅진군 승봉도 남측해안의 이일레 해안의 자갈밭이 드러난 모습



<그림 4.3> 덕적도 서포리 해수욕장의 해안침식 예
(한국해양수산개발원, 2006)

- 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업으로 인한 태안반도의 주요 해역에서의 해안침식피해 영향을 분석하기 위해서는 사업장 인근해역의 퇴적물 특성, 채취공법, 채취량, 당해역의 해양물리환경 그리고 사업해역과 태안반도 사이 해역의 해양저질분포 등을 종합한 판단이 필요함.
- 이를 위해서는 해역의 환경수리학적 분석결과와 함께 해안선으로부터의 거리, 조류 및 파랑 특성, 굴착된 해저지형의 복원경향, 주변 해역으로부터의 새로운 퇴적물의 이동·공급 등에 대한 과학적 자료가 요구됨.

- 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업에 따른 2014년도 해양 환경영향조사결과를 살펴보면 2014년도에 가덕도 인근 4개(7, 8, 18, 19) 광구에서 채취한 골재량은 총 2,752,400m³이며, 채취 면적대비 평균 채굴 깊이는 약 1.97m, 대조구(9광구)를 제외한 광구 면적 대비 평균 채굴 깊이는 0.25m로 나타났다.
- 2014년에 가덕도 인근 4개 광구에서의 골재채취는 각 광구별로 협소한 범위에서 최대 10m 깊이까지의 집중 채굴이 진행되었음. 그러나 집중채굴에도 불구하고 비교적 단기간에 해저지형의 평형이 이루어진 것으로 조사되었는데, 이는 골재채취로 인한 반구형의 오목지형이 주변 사퇴로부터의 퇴적물 이동·공급으로 인하여 평탄화된 것으로 나타남. 해저경사도에서도 변화는 크지 않은 것으로 나타남.
- 2014년도 당해역 퇴적봉 관측 결과에서는 계절풍의 변화에 따른 영향으로 퇴적과 침식이 반복되는 일반적인 경향이 나타남. 춘계와 추계에 퇴적양상을 보이고, 하계의 태풍 등의 영향에 의해 일시적인 침식이 나타남. 또한 동계에서도 강한 북서풍의 영향으로 상부 설치정점에서는 침식, 하부쪽으로는 퇴적되는 양상을 보임.
- 태안반도 전면에는 장안사퇴가 광범위하게 분포하여 주변 해수욕장 및 해안사구 등의 모래해안에 지속적인 모래공급원이 되고 있음. 그러나 지속적인 이곡·가덕도 지적 바다골재채취는 당해역 뿐 아니라 물리적으로 멀리 이격된 장안사퇴의 퇴적환경에까지 영향을 줄 가능성이 있음.
- 다만 바다골재채취 사업장의 위치가 태안군의 주요 해변까지 약 20km 이상 떨어져있고, 굴착된 주변해역의 퇴적평형을 위한 공급원이 부족하지 않은 것으로 나타남. 따라서 바다모래채취가 태안군 주요해빈에 미치는 단기간의 직접적인 영향은 거의 없을 것으로 보임.
- 바다모래채취와 해안침식 사이의 인과관계를 명확히 파악하기 위해서는 일회성 관측에 의한 것이 아닌 체계적이고 장기적인 관측이 중요함. 특히 사업이 종료되더라도 환경영향평가를 위한 관측의 지속수행은 무엇보다 중요함.

3) 바다모래채취에 따른 종합적인 관리방안의 마련

- 현재 한반도 주변해역에 분포하는 바다모래의 퇴적층은 오랜 과거로부터 공급되고 쌓인 자연퇴적물이며, 연안 하구 및 사주에 분포하는 하천 기인 모래는 그 공급량이 제한적임. 따라서 바다모래는 제한된 자원임의 인식과 함께 지속적인 관리가 매우 중요함.
- 바다모래 채취는 퇴적층의 파괴, 해저지형 변화, 부유퇴적물 발생, 퇴적물 공급 경로 차단 등 수많은 해양환경에 악영향을 미치게 됨. 이에 대한 정량적인 평가를 위해서는 바다모래 채취로 인하여 발생하는 환경피해를 정밀하게 계량화할 수 있어야함.
- 이를 위해서는 바다골재채취 사업 수행에 앞서 사전 환경평가를 반드시 실시토록 하며, 이를 통하여 사업 수행 이후에 발생하는 환경영향의 공간적 범위 및 복원 과정·기간을 장기간 모니터링하도록 하는 제도적인 뒷받침이 필요함.
- 전국적으로 진행되고 있는 주요 해수욕장 모래유실은 근본적으로 인간활동에 의한 인위적 요인이 크게 작용하고 있음. 특히 하천정비에 따른 하천 모래공급 축소, 해안을 따라 건설된 인공구조물에 의한 해안침식 발생에 따른 모래유실, 그리고 연근해역에서의 바다모래채취로 인한 모래공급원의 차단 등이 주요 원인으로 나타남.
- 그러나 육지 골재수급의 현실적인 문제가 상존함에 따라 바다골재수요가 지속적으로 발생하고 있는 실정임.
- 소중한 바다골재의 효율적인 활용을 위해서는 특정해역에서의 지속적인 바다모래 채취의 시행을 지양해야함. 그리고 바다모래채취의 환경영향 평가제도를 강화하여 해양생태계나 해양환경에 미치는 영향을 철저히 감시하고, 이를 저감하기 위한 과학적인 근거의 마련을 위한 체계적인 조사자료의 축적을 통한 DB 구축이 필요함.

1) 결 론

- 바다모래는 동식물성 플랑크톤의 서식환경 기능으로 해양생태계에 중요한 역할을 하며, 수산자원의 산란 및 서식지의 역할을 하고 있음. 또한 해저사되는 해일, 파랑 등으로부터 연안을 보호하는 천연방파제로서의 재해방지 기능을 수행할 수 있음. 그러나 이러한 바다모래는 육지로부터의 공급량이 제한되어 있어 그 부존량이 한정된 자연자원임.
- 바다모래채취는 해양환경에 있어서 첫째로 해양저질환경의 직접적인 파괴, 두 번째로 해양생태계의 파괴, 세 번째로 수산자원의 감소, 네 번째로 해저퇴적층의 평형상태 파괴 및 해저지형 변화, 마지막으로 연안해빈의 바다모래 유실로 인한 해안침식 초래 등의 악영향을 줄 수 있음.
- 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취 사업에 따른 해양환경영향조사결과를 살펴보면, 2014년의 조사결과까지는 바다모래채취에 따른 퇴적환경 및 수산자원 등의 해양환경 영향은 크지 않은 것으로 나타남.
- 그러나 인위적인 골재채취에 따른 환경의 변화가 지속되어 자연적 회복능력을 초과하는 상태로 진행된다면, 해양환경의 평형상태가 유지되지 못하게 되어 급격한 수산자원 파괴 및 해저지형의 변형 등을 수반할 수 있음.

- 바다모래채취에 따른 해양환경, 해양생태계, 수산자원, 해저 및 해안에 대한 환경문제발생의 영향을 체계적이고 지속적으로 모니터링하여 이를 골재관리 종합계획의 수립에 적극 반영하도록 해야함.

2) 정책 제언

- 해양환경평가 자료의 지속적인 데이터베이스 구축이 필요함. 해양환경에 대한 경제적 평가를 수행하기 위해서는 다양한 과학적 조사자료의 축적이 무엇보다 중요함.
- 바다모래채취에 따른 환경영향평가제도는 골재채취사업을 통해서 해양생태계나 해양환경에 미치는 영향을 정량적으로 감시하고 저감시키기 위한 유일한 과학적 근거가 되기 때문에 해양조사자료의 가치는 매우 크다고 할 수 있음.
- 특히 중요한 것은 바다모래채취에 관한 기준이 되는 육지로부터의 거리, 채취두께, 채취속도 및 채취방법, 채취후의 상태 등에 대해서도 철저한 모니터링을 수행하여 해양생태 및 해저지형변화에 의한 피해를 최소화 할 수 있는 방안의 도출에 활용하도록 해야함. 이를 위해서는 환경보전을 위한 이해당사자인 지자체 및 민간(인근 지역 어민)이 바다골재 채취현장에 참여한 감시체계의 강화가 중요함.
- 바다모래채취에 따른 해양환경피해에 대한 연구가 반드시 필요함. 최근 지방자치단체의 바다모래 채취허가의 남발 및 과다 채취로 인하여 환경단체 및 지역 어민들의 반발이 심해지고 있음. 그러나 바다모래 보전을 위한 정책 및 채취허가 제한을 위한 정책의 수립을 위해서는 바다모래 채취에 따른 해양환경이 어떻게 영향을 받는지에 대한 신뢰성 있는 연구가 뒷받침되어야 함.
- 특히 바다모래채취에 따른 인근 연안해빈의 침식문제는 그 연관성을 입증하기가 상당히 어려우므로, 장기간 모니터링과 함께 전문적인 연구기관에 의한 협동연구가 반드시 필요함.

- 우리나라 각 해역의 해양환경 특성은 크게 차이가 남. 따라서 바다모래채취 사업이 진행되는 광역지자체 단위의 바다모래 보전을 위한 정책수립과 함께 이를 뒷받침할 수 있는 바다모래채취에 따른 해양환경피해에 관한 종합적이고 체계적인 연구가 지속적으로 수행될 필요가 있음.
- 바다모래채취 행위의 감독체제를 공고히 해야함. GPS시스템을 탑재한 해사채취선 관제영상시스템의 도입 및 현장 민간 감시인원의 확충 등, 바다모래채취선 및 현장에 대한 감시방안이 강화되었으나 여전히 허가량 이상을 채취하거나 허가지역을 벗어나는 등의 불법채취에 대한 우려는 매우 큼. 지속적인 감시 감독 체제의 유지를 통하여 실질적인 감시감독이 이루어질 수 있도록 해야 함.
- 채취 허가 시 채취량은 가급적이면 소량으로 제한하도록 하며, 환경영향을 최소화할 수 있는 채취방법을 권고하도록 함. 사업대상해역에서의 해양생태계의 원활한 복원을 위해서는 기질(substrate)이 되는 생물이 멸절되지 않도록 해야 함. 이를 위해서는 바다모래채취의 속도를 가급적 줄이도록 하여 해저면 교란을 최소화하고, 채취장비의 해저면 직접 접촉범위를 최소화 하는 등의 작업협조에 힘써야 함.
- 장기적으로는 천연골재를 대체할 수 있는 재생골재 등의 활용을 위한 대체자원 기술개발을 유도하도록 하며, 필요한 골재의 일부를 중국, 동남아시아 등 외국으로부터 수입하는 방안을 적극 검토할 필요가 있음.

◆ 참고 자료 ◆

- 충남골재협회, 태안군 관할해역 이곡·가덕도 지적 바다골재채취사업 해양환경영향
조사 결과통보서(2차년도), 2015.
- 한국골재협회 인천지회, 경기만내 해사부존량 추정 및 바다모래채취에 따른 환경
영향연구, 2002.
- 한국해양수산개발원, 바다모래 수급실태 및 관리방안 연구, 2003.
- 한국해양수산개발원, 생물경제학적 모형을 활용한 해사채취의 외부효과 추정,
2005.
- 한국해양수산개발원, 해사채취에 따른 해안침식 피해의 경제학적 평가, 2006.
- 해양수산부, 해사채취의 친환경적 관리방안연구(1) 중간보고서, 2004.