

연구논문

## 바다골재채취에 따른 환경영향 스코핑과 제도개선

이대인 · 엄기혁 · 전경암 · 김귀영

국립수산과학원 해역이용영향평가센터  
(2010년 3월 17일 접수, 2010년 6월 14일 승인)

### Scoping for Environmental Impact and System Improvement of Marine Sand Mining in Korea

Dae-In Lee · Ki-Hyuk Eom · Kyeong-Am Jeon · Gui-Young Kim

Marine Environmental Impact Assessment Center, National Fisheries Research & Development Institute  
(Manuscript received 17 March 2010; accepted 14 June 2010)

#### Abstract

This paper assessed environmental impacts of marine sand mining on coastal areas and Exclusive Economic Zones (EEZs) of Korea, and diagnosed problems of the related assessment statements for suggesting key assessment items (scoping) and system improvement. To mitigate conflicts and environmental impacts caused by large-scale, concentrated sand mining, we suggest it is critical to promote sustainable and eco-friendly utilization of marine resources while listening opinions from various stakeholders and analyzing alternative plans. Especially, it should be mandatory as a scoping item to provide verifiable data on the amount of sand, potential and accumulative impacts by mining, and key assessment items (e.g. erosion and sedimentation by submarine topography, benthic change, spreading of suspended solids, water pollution, grain-size change, and impact on fisheries resources). We also suggest that post-assessment and monitoring should be improved to enable tracking of environmental impacts caused by sand mining through seasonal monitoring together with intermittent short-term surveys. In addition, effective measures to mitigate the impacts is also essential. As repeated sand mining at large-scale can damage marine ecosystems by long-term accumulated impacts, we suggest that assessment systems and regulatory policies should be developed and established, especially for ensuring reliability of assessment and review on selected major sand-mining projects.

Keywords : Environmental Impact, Marine Sand Mining, Key Assessment Items (Scoping),  
System Improvement

## 1. 서론

우리나라에서 바다골재채취는 연안구역에서는 경기만과 서남해역의 각종 지적 광구에서 대부분 이루어져 왔고, 최근에는 비계획적이고 무분별한 해사채취에 따른 환경문제가 사회쟁점으로 부각됨에 따라 골재채취 문제를 효율적으로 대처·관리하기 위해 골재공영제를 추진하여 서해 어청도 외해 40km 및 남해 욱지도 남방 50km 이격된 곳에 골재단지를 지정하여 운영하고 있는 상황이다. 2002년~2009년 동안 매년 약 17,440~33,698천m<sup>3</sup> 범위로 채취되었고, 이 기간 동안 채취된 총량(약 184백만m<sup>3</sup>)에서 연안구역이 64.5%, EEZ는 35.5%로 평가되었다(이대인 외, 2010). 이러한 바다골재채취에 따라 가채량 규모가 점점 감소하고 있는데, Fig. 1과 같이 채취규모와 대상지역의 특성에 따라 해양환경 및 생태계에 미치는 영향이 다양하게 진단되고 있다. 일반적으로 사퇴 등 모래자원 자체의 감소, 해저지형변화와 연안침식 유발, 부유사확산 등 수질영향, 저서생물을 포함한 수산자원의 서식과 생활사에 미치는 부정적 영향이 제기되고 있고(김

백은 외, 2005; 손규희 외, 2007; 양재삼 외, 2008; 유옥환 외, 2006; 한국해양수산개발원, 2006; 해양수산부, 2007; Boyd *et al.*, 2003; Cho, 2006; Kim & Lim, 2009; Kim *et al.*, 2008; Thornton *et al.*, 2006), 어업인과의 갈등이 내포되어 있어서 해역이용행위 중에서 환경적으로 가장 민감한 중점검토사업 중 하나이다(국토해양부, 2008a).

바다모래채취구역 주변은 해양환경 및 생태계적으로 보전·관리가 요구되고 주요 수산자원의 분포와 이동에 영향을 주는 지역이고, 또한 채취계획도 유사구역에서 집중·반복적으로 이루어져서 중장기적인 누적영향과 피해가 예상될 수 있으므로 이에 대한 합리적이고 신뢰성있는 해양환경평가의 수반과 함께 이해당사자와의 충분한 의견수렴이 필요로 하고, 불가피하게 사업을 추진할 때에는 엄밀한 사후관리가 요구된다고 할 수 있다. 그러나 현재 이루어지고 있는 대부분의 환경평가는 이러한 누적영향과 중장기적인 변화요소를 충분히 고려하고 있지 않으며, 경변변화 및 예측사항에 대한 과학적 근거자료가 부족한 상태이고, 또한 사후검증과 시간



Fig. 1. 바다골재채취에 따른 영향과 변화

에 따른 실제적인 변화패턴을 파악하고 대책을 세우려는 적극적인 사후관리체계가 미흡한 실정이다. 즉, 협의서 등에서는 단순한 조사결과의 나열과 일반적이고 원론적으로 자료제시로 인해 당해 사업에 따른 문제점과 변화사항을 객관적으로 파악하기는 불가능하고, 검토기관에서 별도로 다양한 문헌과 연구자료를 비교해서 협의서 등의 문제점과 결과에 대한 신뢰성을 지적하는 수준으로 전개되고 있는 상황이다. 협의과정에서 미진한 사항에 대해서는 일부 보완이 이루어지지만 현 시점에서는 정성적 정량적 변화정도를 제시한 결과를 바탕으로 사전에 방지능의 제도 실효성이 저하될 수 있을 것이다.

따라서 환경평가의 개선 유도와 더불어 제도 실효성 확보를 위한 장치마련이 지속적으로 보완될 필요가 있을 것이다(김귀영 외, 2009). 물론 이러한 평가사항은 해역이용협의서 및 영향평가서 등 관련 작성규정(국토해양부, 2008b; 국토해양부, 2008c)에 명확하게 정립되어 있지 않아서 사업자 주체주의 제도측면에서 평가자의 주관에 의존하므로 그 역량에 따라 질적 차이가 다양한 상황이다. 해양환경영향평가 향상과 실효적인 대책수립을 위해서는 사업유형과 지역특성을 고려한 선택과 집중이 필요하고, 이에 따라 평가단계와 사후관리단계에서 중점적으로 그리고 반드시 검토해야 할 사항을 합리적으로 제시하는 등 평가의 스코핑을 유도하는 것이 매우 중요하다고 사료된다. 단계적이고 중장기적인 제도개선을 강구하는 과정에서 현 단계에서는 환경영향평가제도에서 적용되는 스크리닝과 스코핑의 응용은 매우 유용한 평가수단이라고 볼 수 있다. 현재 일어나고 있는 상황을 정확히 진단하고, 이러한 바다이용자 사이의 갈등을 체계적으로 관리해서 친환경적이고 공존 가능한 정책방안은 없는지, 그리고 제도상 합리적인 방법과 개선방향은 무엇인지에 대해서 모두의 지혜를 모아 합리적인 방안을 찾아야 할 시점이다.

이러한 배경하에서 본 연구는 우리나라의 연안과 EEZ에서 바다골재채취에 따른 환경영향 사항을 분석하고, 현재의 해역이용협의 및 해역이용영향평가

서의 문제점을 진단해서 중점평가사항과 고려해야 할 내용을 스코핑한 방안을 제시하였다. 나아가서 중장기적인 제도개선 방안도 논의하였다.

## II. 연구방법

바다골재채취에 따른 협의는 과거에는 규모에 따라 환경영향평가를 거쳤지만, 현재에는 해양에서 일어나는 중점검토사업의 특성상 「해양환경관리법」에 따른 해역이용협의 또는 해역이용영향평가를 받게 된다. 즉, 해역이용협의서와 해역이용영향평가서 작성 등에 관한 규정을 참조하여 협의서 등을 제출하는데, 현 작성규정에는 사업유형에 따른 평가기준이 미정립되어 일률적이고 비합리적인 작성요소가 내재되어 이에 대한 개선이 마련되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 바다골재채취에 국한하여 평가 및 검토단계에서 가장 중요한 평가요소에 대한 스코핑을 연구하였다. 해역이용영향검토기관으로 제출된 협의서 등을 분석하고, 다른 나라의 사례와 전문가 의견 등을 참조하여 현 협의서 등의 문제점, 바다골재채취시 나타날 수 있는 문제점 요약과 현 평가실태, 그리고 평가단계와 사후관리단계에서 가장 핵심적으로 고려해야 할 사항을 제시해서 해양환경평가 및 제도개선을 지원하고자 하였다.

## III. 바다골재채취로 인한 해양환경평가 및 문제점 분석

### 1. 연안구역 환경영향 요약

바다골재채취가 집중적으로 이루어진 경기만은 어패류의 산란장·보육장으로서 각종 수산생물의 서식처와 회유어종의 이동로이다. 이러한 지역에서 바다골재채취로 인한 영향평가 사항은 개별적인 단위사업 추진에 따른 해역이용협의서와 영향평가서 등에서도 제시되어 있지만, 객관성이 미흡하고 불명확한 사항이 많으므로 기 연구된 결과(해양수산부, 2007)가 많이 인용되고 있다(Table 1). 다만, 이러한 연구결과도 채취규모에 따른 조사평가가 실제

Table 1. 경기만 바다골재채취에 따른 해양환경 및 생태계 영향(선감도 지역 주변 중심)

해양환경적 측면	생태계 및 수산자원적 측면
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수심이 얕고 퇴적물 이동이 많은 지역에서 형성된 해저웅덩이는 수심과 운동에너지에 따라 수 개월 후 매움 양상 - 1,900m<sup>3</sup> 채취시 직경 약 25m, 최대깊이 약 5m 웅덩이가 형성되어 약 263일 후 복원</li> <li>• 모래가 풍부하고 퇴적물 이동이 많은 지역에서는 해사채취로 인한 해저퇴적물 변화는 작음</li> <li>- 장기 대량 채취시 웅덩이 근처는 조립화되고, 해안선으로 갈수록 세립화 경향</li> <li>• 누적채취시(광구당 100만m<sup>3</sup> 이상 대량 집중) 해수 배경탁도 및 침식유발 가능성 높음</li> <li>• 300만m<sup>3</sup> 채취시 표층 및 저층에서 부유사 5mg/L 확산범위 10km 예측(30만m<sup>3</sup>일 경우 5km 정도)</li> <li>• 여수과정에서 단기간에 COD, 영양염류 증가하나 그 후에 회복, 용존산소 일부 감소</li> <li>- 여수 초기농도가 해수배경농도보다 COD 10배, 부유물질 20배, 질산염 3.2배, 인산염 1.6배, Co 25.6배, Zn 11.8배</li> <li>• 일부 중금속의 경우(Zn, Co, Pb 등) 장기간 수산생물 독성 연구 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 채취시 동·식물플랑크톤 영향은 단기적</li> <li>• 단기간 소규모 1,900m<sup>3</sup>의 채취시 모래동물 자연환경회복은 약 4개월 소요</li> <li>- 장기간 중규모 70,000m<sup>3</sup>의 채취시 6개월 이후에 모래에 사는 동물조성 다름, 중형저서동물 1년, 대형저서동물 약 2년 회복 소요, 연간 채취량 200,000m<sup>3</sup> 정도 대규모 반복채취는 저서생태계 회복에 약 25년 이상 소요 추정</li> <li>• 일부 광구에서 채취완료 6개월 이후에도 옆새우류 개체수 미회복</li> <li>• 용진군 어업통계자료 분석에 의하면 채취이후 어획생산량 38% 감소</li> <li>• 집중채취지역에 어류생산량 77-85%, 해조류 92-98% 감소 보고</li> <li>• 어린 및 자치어는 크게 감소(흰베도라치의 경우 90% 이상 감소)</li> <li>• 채취지역은 비채취지역에 비해 수산자원생물의 종류나 자원량이 2-2.5배 정도 감소</li> <li>- 어류 63.7%, 갑각류 17.5%, 연체동물 83.6%, 극피동물 51.6% 감소</li> </ul>

해사채취 규모에 비해 작고, 단기적인 평가사항이므로 일반화하기에는 어려움이 있으나, 국내에서 바다골재채취에 따른 정성적이고 정량적인 조사자료로 많이 이용되는 사항임을 고려해야 할 것으로 판단된다. 특히, 침·퇴적변화가 해안선에 영향을 미치면서 자연적인 균형상태를 유지하려는 작용에 의해 백사장 침식, 토사포락, 호안붕괴 등의 형태로 연안침식이 발생되는데, 서해안에서는 방조제가 비교적 많이 설치되어 있는 용진군, 강화군보다는 신

안군, 무안군, 태안군 등에 연안침식이 활발하게 진행되고 있다고 보고되었다(박용욱, 2004; 해양수산부, 2002; 해양수산부, 2003).

바다골재채취에 따라서 상기에서 지적한 바와 같이, 수산자원 및 어업활동에 미치는 영향과 갈등이 중요한 검토요소인데, Fig. 2에 대표적인 연안구역에서 평가한 결과(해양수산부, 2007)를 요약하였다. 용진군 자료에 따르면 꽃게, 대하, 중하, 갯새우 등 갑각류 어획량은 1995년 이후 약 90% 정도 감소

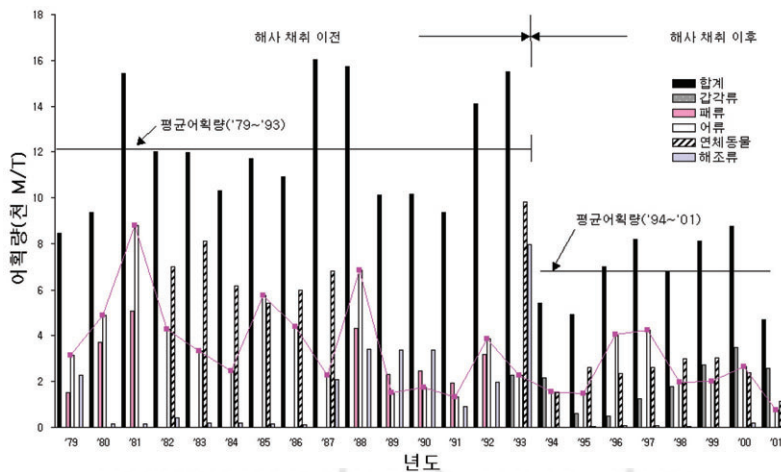


Fig. 2. 바다골재채취에 따른 연도별 연안구역(용진군) 수산자원의 어획생산량 변동

출처: 해양수산부, 2007

되어 현재까지 미회복되고 있고, 고착성 수산자원이 고갈되었는데, 해조류인 김, 파래, 우무가사리, 다시마 등이 1993년 이전 평균 86.2M/T에서 1994년 이후 평균 1.5M/T로 98.3%가 급감되었다.

**2. EEZ 환경영향 요약**

남해 EEZ는 기선권형망, 근해통발 및 유자망을 이용한 붕장어, 멸치 등의 어종을 어획하고, 서해 EEZ는 연안간망, 새우조망, 채낚기, 기선저인망 등의 근해 어선어업에 의해 주 어획대상종인 참조기, 꽃게, 꽃새우, 중하, 대하 등 유용 수산자원이 주로 서식하는 해역으로서 두 골재채취단지 주변해역은 근해어업의 조업지이며 각종 어류의 산란·서식·회유지로 이용되는 등 연근해 어업에 있어서 중요한 위치를 점하는 수역이다. 당해 사업의 승인·고시과정에서 어업인 등의 영향우려 및 갈등이 내포된 바 있는데, 근해 기선권형망 및 통발어업 등 조업방해와 어장축소를 우려했고, 채취에 앞서 해양환경 생태계와 수산업에 미치는 영향 등을 객관적으로 조사한 후 그 결과를 공개하여 사전대책 등을 충분히 마련할 것을 요구한 바 있다.

이러한 EEZ에서의 바다골재채취에 따른 환경영향을 진단하기 위해 최근 정부 정책과제를 수행한 바 있고(국토해양부, 2009), 그 보고내용을 요약하면 Table 2와 같다. 이 지역에서의 채취현황은 일별 평균 작업채취선 7.6척, 해사채취량 평균 25,876m<sup>3</sup>, 여수량 평균 44,898m<sup>3</sup>으로 분석되었다.

한편, 수산자원 및 어업활동에 미치는 영향을 간접적으로 진단한 결과(Fig. 3), 남해 EEZ 채취구역 주변의 대형트롤어업은 10월부터 이듬해 2~4월까지 주로 조업하며, 살오징어, 갈치, 고등어, 멸치, 삼치 등을 주로 어획하는 것으로 나타났다. 대형트

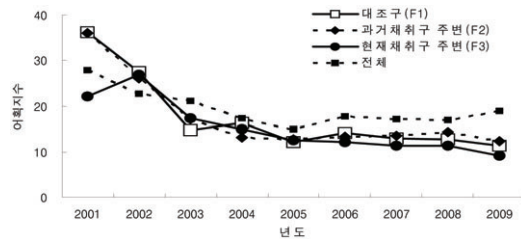


Fig. 3. 바다골재채취에 따른 남해 EEZ 대형트롤어업의 어획지수 변동  
출처: 국토해양부, 2009

Table 2. 남해 EEZ 바다골재채취에 따른 해양환경 및 생태계 영향

해양환경적 측면	생태계 및 수산자원적 측면
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양물리                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조류, 대마난류, 양자강 영향을 받는 해역으로 표층 부유사는 약 1km 벗어나면 배경농도 수준</li> <li>- 부유사들은 빠르게 북동쪽으로 이동·확산하여 소멸 예측</li> <li>- 수직혼합이 활발한 겨울철 대조기가 부유사 확산영향이 가장 작고(최대확산거리 3km, 영향범위 0.2km<sup>2</sup>, 지속시간 3시간), 여름철 소조기는 수직 열염성층이 강하게 발달하여 수평으로 확산 가장 큼(12시간 지속, 영향범위 1.85km<sup>2</sup>)</li> <li>- 뜰개부이는 4일만에 대한해협 빠져나감</li> <li>- 채취가 지속적이지 않고 강도가 약할 경우 부유사 영향 미미</li> </ul> </li> <li>• 해저지형                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 채취에 따라 급격한 지형변화가 보이며, 변화된 지형은 원상태로 복원되지 않음</li> <li>- 채취 전 지형변화를 정밀 파악해야 하고, 중, 후에도 월 또는 분기별 지형조사 필요</li> </ul> </li> <li>• 해양수질과 퇴적물                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2008년 8월 시범채취시 해양수질은 1km이내에서 해류와 조류영향으로 수 시간내에 원상태로 회복</li> <li>- 오염부하량: 해사채취량 1,000m<sup>3</sup> 일 때, 부유물질 283±26kg, 규산염 174±16g, Zn 42.5±3.9g, Fe 25.3±2.3g</li> <li>- 채취지역은 모래분포 면적축소, 사질함량 감소, 니질함량 증가, 평균입도 세립, 분급도 불량해짐</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동·식물플랑크톤                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수온약층에서 최대 식물플랑크톤 출현종과 현존량 분포</li> <li>- 식물플랑크톤 생물량 및 군집은 수온, 염분 등 수괴결정 물리학적 환경인자 및 영양염류 공급에 의해 지배</li> <li>- 여수의 대부분을 차지하는 10μm 이하의 미소입자의 영향 가능성 큼</li> <li>- 제한적 영역에서 영향을 미치나 표영 생태계 회복시간 빠름</li> </ul> </li> <li>• 저서생물                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비채취해역에서 대형저서동물 평균 출현종수와 밀도, 다양성 지수 높음</li> <li>- 정점비교에서 채취에 따라 대형저서동물의 출현종수는 28%, 서식밀도는 35%, 생체량은 83%, 종다양도는 12%, 건강도는 15% 정도 감소</li> <li>- 채취해역과 비채취해역 구분하는 데 기여도 높은 종: 민승 대나무갯지렁이와 안경옆새우류</li> <li>- 3년 경과 후에도 저서생물량 미회복</li> </ul> </li> <li>• 수산자원                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대조구와 과거채취구 주변이 현재채취구 주변보다 서식 수산생물의 자원량이 많은 것으로 나타남</li> <li>- 조사해역에 서식하는 주요 수산자원생물들은 저서성 단각류와 요각류 등을 주로 섭이</li> <li>- 일시적인 저서중형동물의 감소는 수산자원생물의 성장에 직간접적인 영향</li> </ul> </li> </ul>

롤의 어획지수는 2001년부터 2009년 사이 각 조사 해역별로 비교한 결과 우리나라 전체 어획지수와 현재채취구 주변(F3)의 어획지수가 다소 차이를 보였고 특히, 골재단지를 지정한 2004년 이후의 조사 해역에 대한 어업별 어획지수는 대형선망어업 및 기선유자망어업을 제외한 7개 어업에서 3개 해역 모두 전반적으로 감소하는 것으로 나타났다(국토해양부, 2009).

### 3. 해역이용협의서 및 해역이용영향평가서 문제점 분석

바다골재채취에 따라서 앞서 언급한 바와 같이 다양한 해양환경 및 생태계의 변화가 예상되고 있다. 따라서 사업을 추진할 때는 사업내용 및 해당지

Table 3. 해역이용협의서 등에 기술된 평가의 문제점 진단

검토분야	주요 문제 사항
해역이용의 적정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 친환경적 바다이용측면에서 채취계획과 규모 및 입지에 대한 대안분석이 미흡                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 육상 개발계획에서 매립재 확보에 대한 중장기적 계획수립이 부족하고, 또한 기 개발계획에서 발생하는 골재의 현황과 공급방안 및 해양의 누적영향을 종합적으로 고려하지 않는 비체계적인 채취계획이 수립</li> <li>- 단순한 광구별 운영방식의 조절이 아닌 대안(규모, 위치, 공법, 시기 등)을 충분히 설정</li> </ul> </li> <li>• 사업시행으로 인한 직접적인 이해당사자라고 할 수 있는 해당지역의 어업인 등에 대한 의견수렴과정에서 미흡하여 많은 갈등이 생산됨                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사전협의 과정을 보면 대부분 대표를 비롯한 특정인과의 협의가 많으며, 설명회에서 제기되었던 의견내용과 검토 및 반영결과에 대한 자료가 미제시</li> </ul> </li> <li>• 바다골재채취에 따른 부정적 영향은 수산환경에 집중되고 있고, 어업인 민원반발과 수산자원관리 및 어업정책 주무부처로의 협의권은 부재된 상태이고 역할은 한계가 있음</li> </ul>
해양환경 및 생태계에 미치는 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관련 해역이용협의서와 해역이용영향평가서의 작성규정을 준수하지 않는 사례가 빈발</li> <li>• 조사자료 부족과 과학적 근거가 보이지 않는 비합리적 환경영향 유추 결과가 제시                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해양환경의 현장조사가 2회 이상 다른 계절을 포함하여야 함에도 불구하고 단기간 조사</li> <li>- 평가항목별 조사시기 및 조사장점이 제각각이므로 비교 자체가 불가능</li> <li>- 시·공간적 성격이 다른 조사자료의 단순나열식으로 제시</li> </ul> </li> <li>• 골재분포 및 해저지형변화(침·퇴적)에 대한 근거자료 확보와 세밀한 평가가 미흡                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 골재부존량, 가채량과 품위에 대한 상세한 평가가 부족</li> <li>- 정밀한 수심측정 자료를 이용한 해저지형 현황을 진단하는 것이 중요</li> <li>- 연안일 경우 사퇴 및 해안에 미치는 영향파악이 미흡(웅덩이 형성-매움)</li> <li>- 탄성과 탐사기록과 시추결과 대비 및 항적도 제시가 부족</li> <li>- 침·퇴적 모델에 대한 검증 미제시</li> </ul> </li> <li>• 부유사 확산 등 유동장 구조 변화 파악 미흡                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조류, 파랑, 풍성류, 해류 등을 종합적 고려한 유동장 및 확산영향 해석이 이루어지지 않음</li> <li>- 부유사발생량, 이동확산계수의 산정, 모델의 수직 분해능력, 해수흐름의 합리적 재현, 혼합 부유사 입경별 침강 차별화 등 중요한 입력자료의 근거가 부족</li> <li>- 모델결과에 대한 시·공간적 검증(조위, 조류, 부유사 등)과 타 사례비교 부족</li> </ul> </li> <li>• 수질영향 및 퇴적물 조성 파악 미흡                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 골재채취과정에서 발생할 수 있는 유기물, 영양염류의 부하량을 고려한 수질영향 검토 부족</li> <li>- 중금속 농도의 신뢰성 의문</li> <li>- 퇴적물의 공간적 입경분포 미제시</li> </ul> </li> <li>• 서식처 훼손 및 부유사의 확산으로 인한 저서생물의 영향정도에 대한 정량적인 예측과 이로 인한 주변 생태계의 장기적인 평가 미비                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Key species를 고려한 영향 평가와 사후관리계획이 부재</li> <li>- 현장의 부유사 첨가에 의한 생물검정 결과의 객관성 확보 필요</li> <li>- 주요 생물종의 정확한 생태자료(산란기, 산란수, 성장 등) 미인급</li> <li>- 인공어초와 어장 파악 및 어선세력과 조업활동에 대한 정보(출어일수, 어획량, 출어척수 등) 미흡</li> </ul> </li> </ul>
저감방안 및 해양환경 영향조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양에 미치는 영향이 큰 중점검토사업임에도 불구하고 실효적인 저감방안 수립 및 이행내용을 확인할 수 없음                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원론적이고 형식적인 저감방안을 제시</li> <li>- 허가된 적정 채취량을 확인할 수 없음</li> </ul> </li> <li>• 해양환경영향조사를 계획하고 있으나, 환경영향에 대한 합리적인 사후추적 및 엄밀한 사후관리 미흡                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중점영향요소인 지형변화, SS 확산, 수질영향, 저서생물을 포함한 수산자원 영향에 대한 사업 전, 중, 후의 정성적이고 정량적인 영향추적이 미흡</li> <li>- 단순한 계절별 조사로는 채취에 따른 영향을 파악할 수 없고, 무의미한 자료만 생산</li> </ul> </li> </ul>

역의 특성을 충분히 고려해서 정성적이고 정량적인 변화에 대한 객관적인 자료와 근거 바탕위에서 평가가 이루어지는 것이 원칙이 되어야 할 것이다. 그러나 현재 협의과정에서 제출되고 있는 해역이용협의서와 해역이용영향평가를 분석한 결과, 다음과 같은 문제점이 노출되고 있어서 이러한 사항을 고려한 평가개선이 요구된다(Table 3).

#### IV. 평가 스코핑 및 제도개선 정책제언

바다골재채취에 따른 직·간접적인 영향과 장기적인 변화에 대해서는 기초자료의 부족과 조사기간 및 예측의 한계 등으로 현재 정량화가 어려운 실정이다. 다만, 다양한 해역이용행위에 따라 그 영향정도가 다름에도 불구하고 현재의 규정에는 일률적인 조사평가방법이 제시되어 있어서 선택과 집중이 곤란하고, 이에 따라 검토과정에서 추가적이고 보완적인 의견에 많이 제시되고 있는 상황이다. 따라서 평가와 검토의 효율성과 전문성 강화 및 갈등을 사전에 예방하기 위해서는 평가의 스코핑 등 제도개선이 필요할 것이다(김귀영 외, 2009; 이대인 외, 2009).

첫째, 갈등양상을 근본적으로 해결하고 환경영향을 사전예방하기 위해서는 골재공급 및 채취에 대한 대안을 적극적으로 강구하고, 이에 대한 내용을 협의과정에서 충분히 제시해야 할 것이다. 현재 새만금 등 대규모 개발계획 추진에 따른 매립토 필요량이 매우 크고 이에 대한 공급과 환경영향이 문제될 것으로 사전에 충분히 예상되었으나, 최근 들어서야 방조제 전면해역에서 준설을 계획하고, 다른 바다골재채취지역에서 추가적인 공급계획을 세우는 등 비체계적인 접근이 나타나고 있는 상황이다. 더욱이 최근 4대강 사업과 항만건설 등 기 개발에 따른 준설토량이 매년 엄청나게 발생하는데, 이러한 준설토의 활용방안 등에 대해서는 전체적인 관점에서 충분히 논의할 필요가 있다고 본다. 또한, 바다모래채취가 한계가 이른 점을 고려하여 중국 및 동남아, 중동지역에서의 모래 수입 등 다양한 대안도 강구해야 할 것이다. 환경영향예방을 위해

서는 이러한 전체적인 수요-공급을 파악해서 국가 환경을 사전예방하는 시스템 구축이 필요할 것이다. 일본의 고베공항처럼 건설폐기물과 준설토를 충분히 활용할 수 있는 방안을 적극 고려할 필요가 있는데, 준설토 투기장 조성과 외해로 투기되는 준설토를 유효 활용할 수 있으면 그 만큼의 바다모래의 채취량도 감소할 것이기 때문이다. 바다모래는 유용한 자원이고 그 자체가 바다생태계의 일부분이다. 따라서 효율적인 이용과 친환경적인 관리는 관련 정책의 최우선 고려사항이라 할 수 있다.

일본에서는 대규모 채취사업에 대한 환경영향평가의 주요내용에는 해안 1km 이내 수역에서는 채취를 허용하지 않고 수심 30m 이내 천해에서도 채취가 허용되지 않으며, 채취기간은 1년만 유효하다는 등의 구체적 채취기준이 포함되어 있다(한국해양수산개발원, 2003). 유럽 국가들에서도 세부적인 조건에 의거 채취에 대한 환경영향평가를 실시한 후에 채취를 허가하고 있는데, 채취지역, 규모, 기간, 속도를 비롯하여 채취지역의 수심, 해안선으로부터의 최소거리, 해안에 대한 무영향, 해저질의 특성 성분 및 두께 유지, 수자원에 대한 최소영향, 준설선 항해기준, 환경 준설작업 모니터링 등이 포함되어 있다. 미국은 해변복원용 모래만 채취하고, 건설용 모래는 채취하지 않는데, 대부분의 모래가 해변 조성 및 간척사업에 사용되고, 유럽국가에서는 한국에서와 같이 건축물 공사에 사용되고 있는 상황이다(한국해양수산개발원, 2006).

둘째, 사업에 따른 합리적이고 공정한 영향평가에 근거한 신뢰성 확보가 중요하다. 우선 바다골재 채취의 타당성 확보를 위해서는 우리나라 해사자원의 부존량 파악과 채취지역 모래의 적합성 판정 및 해양환경 및 생태계에 미치는 영향을 구체적으로 밝혀야 하며, 환경영향을 최소화 할 수 있는 해역을 탐색하는 것이 선행되어야 할 것이다. 바다골재채취에 따른 해양환경 및 수산 생태계에 미치는 영향에 대해서는 국내·외적으로 연구가 진행되어오고 있지만, 사업지역의 환경특성 및 사업규모에 따라 영향정도는 다르게 평가되고 있다. 평가단계에서의

스코핑 사항을 제시해서 이에 대해 충분한 검토가 이루어져야 할 것이다(Table 4).

셋째, 이해당사자들의 폭 넓은 의견수렴 절차가 중요하고, 해역이용영향평가에 따른 주민설명회 및 공청회 절차를 충분히 이행해야 할 것이다. 영국과 일본 등 선진국에서는 골재자원 공급상 필요한 경우에도 어민 등의 동의가 없으면 추진이 불가능할 정도이다.

넷째, 사후관리단계로서 허가된 사업에 대해서는

형식적 사후환경모니터링이 아니라 실질적이고 객관적인 환경조사와 평가를 실시해서 사업에 따른 영향을 면밀히 파악하고, 예측치 못한 상황발생 시는 적절한 대책을 신속히 마련하도록 엄격한 관리를 통한 감독을 강화해야 할 것이다. 사후환경조사도 단순한 모니터링 수준을 개선해서 실제적인 변화와 피해를 파악할 수 있도록 강화해야 할 것이다(Table 5). 해양환경영향조사는 사업에 따른 환경변화와 영향에 대한 추적 및 적정 대응방안 강구가

Table 4. 바다골재채취에 따른 환경영향진단에 대한 스코핑 적용방안

검토분야	평가스코핑
해역이용의 적정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 명확한 사업목적, 계획과 충분한 대안분석이 제시</li> <li>※ 사업자, 골재공급 대안, 채취규모(채취량, 면적, 광구), 위치, 공법, 시기 등</li> <li>- 이해당사자 및 기관의 의견수렴 및 구체적 사항에 대한 반영결과 제시</li> <li>- 누적평가 진단(주변지역에서의 기 채취실적과 현황)</li> <li>- 주변해역의 환경기준, 규제지역, 시설분포 현황</li> </ul>
해양지형·지질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정밀한 해저지형도 및 해저면 음향 영상자료 필요</li> <li>- 골재부존량, 가채량 및 품위(퇴적물 입도, 화학, 물성 분석) 결과 제시</li> <li>- 모래층 확인할 수 있는 탄성과, 표층 및 주상시료 자료</li> <li>- 사퇴 및 주변지역(해빈) 침·퇴적에 미치는 영향 분석과 임시 수준점 설정 필요</li> <li>- 퇴적물이동 모델 검증</li> <li>- 용덩이 형성-매움 과정 검토</li> <li>- 관련 법에 따른 수중문화재 지표조사</li> </ul>
해양물리 및 확산	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계절별 해수유동의 수평·수직구조 특징</li> <li>- 조위, 조류, 파고, 수온, 염분 분석</li> <li>- 조류, 해류, 풍성류, 파랑, 성층시기 등을 종합적으로 고려한 모델링</li> <li>※ 조위 및 조류검증의 합리성과 해수흐름의 재현정도</li> <li>※ 연속측류 결과는 조류벡터의 시계열도와 이것을 조화분해해서 조성성분과 비조성성분으로 구분해서 검토하고, 이에 대한 조화상수, 비조화상수 및 유향별 유속분포 등 조류의 통계처리</li> <li>- 부유사발생량 산정과 부유사확산 모델 합리성</li> <li>※ 층별 확산 정도 비교 검증</li> </ul>
해양수질 및 퇴적물	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장조사의 시기 및 횟수와 조사정점 통일성</li> <li>※ 대조구를 포함한 적정 조사정점에서 층별 조사자료(저질은 표층 퇴적물)</li> <li>※ 일반항목, 영양염류, 중금속류 등</li> <li>- 해양환경공정시험방법 준수</li> <li>- 골재채취 및 여수과정에서 발생할 수 있는 유기물, 영양염류의 양을 고려한(공극수, 퇴적물 용출 및 골재채취 시 채굴선을 율류하는 오염부하) 수질영향 검토</li> <li>- 중금속 등 유해물질일 경우 QA/QC 제시</li> </ul>
해양생태계 및 수산자원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장조사의 시기, 횟수와 조사정점 통일성 및 채집방법의 적정성</li> <li>※ 대조구를 포함한 적정 조사정점에서 층별 조사자료</li> <li>※ 종조성, 개체수(출현종수, 서식밀도), 우점종, 종다양성, 엽록소, 생체량, 일차생산력</li> <li>- 부유사의 확산으로 인한 저서생물 및 수산자원의 영향에 대한 정성적이고 정량적인 평가와 근거</li> <li>- 수산자원에서 Key species를 고려한 집중 평가</li> <li>- 현장의 부유사 철가에 의한 생물검정 결과의 객관성 확보 필요</li> <li>- 채취구역과 비채취구역간의 비교를 위한 통계분석</li> <li>- 어장과 조업활동에 대한 정보 파악</li> </ul>
저감방안 및 해양환경영향조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조사계획의 조사주기 및 정점의 구성과 합리성</li> <li>- 적정 채취량 확인과 안전운항에 대한 대책</li> <li>- 중점영향요소인 해저지형변화(침·퇴적), 입도변화, 부유사확산, 수질영향, 저서생물의 영향 추적 실효성 여부</li> <li>- 평가단계에서 제시한 결과의 검증 가능성</li> </ul>

Table 5. 해양환경영향조사(사후모니터링) 계획시 주요한 검토사항

주요 검토 사항
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최종 협의된 환경영향조사계획과 조건사항을 제시해서 그 이행여부를 명확하게 해야 함                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 조사항목, 지점, 방법과 주기 등</li> </ul> </li> <li>• 채취 전, 중, 후의 변화를 추적할 수 있도록 평가자료를 시계열로 연속적으로 나타내어 집중 논의가 필요                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수질·퇴적물 및 생태계조사정점의 경우 단기간에는 광구를 모두 포함해서 일치시켜야 할 것이며, 대조구의 선정도 영향을 고려해서 적절하게(최소 2개 이상) 선정</li> <li>- 계절별 조사로 변화의 유의성을 찾기 힘들다면, 추가적으로 채취에 따른 변화와 영향권을 파악하는 실마리를 찾고 향후 채취 계획에 반영하기 위해서라도 실제 현장채취일정(규모)을 고려하여 조사시기, 정점과 방법을 세밀하게 조절</li> <li>- 해저지형변화(음향측심, 해저면측사, 탄성파탐사 등)는 년 1회의 조사로는 그 변화를 추적하기 힘들므로 조사주기의 증가를 통해서 침·퇴적변화를 상세하게 모니터링</li> <li>- 채굴선 월류수 및 인접 정점에 대한 수질조사를 동시에 실시하여 채굴과정의 오염부하 및 환경변화를 감시</li> </ul> </li> <li>• 부유사확산은 실제 채취가 이루어지는 시점에서 충분한 실시간 관측을 통해 확산범위를 파악하고, 모델링결과를 검증하는데 이용                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단순한 조사시점에서의 층별 농도와 조류관측 결과는 실제 채취시 확산에 따른 변화의 유의성 추적에 한계가 있으므로 이에 대한 합리적 접근이 필요(반기별 1회 25시간 연속관측시 확산거리를 고려해서 정점 수 증가)</li> </ul> </li> <li>• 수심변동에 따라 유속의 연직구조 등이 달라질 수 있으므로 주변수역의 유속변화에 대해서도 진단</li> <li>• 모든 조사결과에 대해서는 QA/QC와 기 문헌과의 비교·검증을 수행하고, 그림 자료는 판독이 분명하도록 해야 할 것이며, 그리고 채취 및 비채취 지역에서의 결과를 상호비교할 시에는 통계분석을 수행하여 생산 데이터 신뢰성을 제고</li> <li>• 수산자원의 변동 및 영향에 대한 정밀한 모니터링과 신뢰성있는 자료해석이 필요하고, 어족자원보호 관련 지원사업과 어업인 등의 의견을 적극 고려해서 계획에 지속적으로 반영</li> </ul>

초점이므로 사업도중의 당해연도 조사현황과 결과의 단순한 제시가 아니라 사업전후의 시간경과에 따른 제반 환경요소의 변화를 파악하고(중점영향요소로는 지형(침·퇴적), 부유사확산, 저서생물과 수산자원, 수질 등), 평가단계에서 제시한 결과를 검증하며, 나아가서 향후 이루어질 수 있는 유사사업의 계획에 반영하는 결과도출이 중요하므로 실증적 자료확보가 중요하다. 단순한 과거결과와 비채취구역과의 자료 비교로 골재채취로 인한 영향파악은 지속적인 모니터링이 필요하다는 식의 원론적인 접근은 무의미하고 향후에도 유의한 결과를 도출할 수 없으므로 체계적인 조사평가가 요구되고 이에 대한 지침 정립이 필요하다. 특히, 수개월간격의 계절별 조사로는 수 시간-수십 시간의 시간적으로 변동하는 변화의 시그널을 포착하는데 어려움이 있다고 판단되므로 조사평가와 모니터링 방법이 개선되어야 할 것이다.

다섯째, 사업추진시에는 실효적인 저감방안과 복원방안을 강구해야 할 것으로 사료된다. 여수량 방류에 따른 환경영향이 중대하므로 선상에서 저감하는 방안과 중층이하로 배출하는 방식 등을 강구해야 할 것이다. 채취방식도 고정식 보다는 이동식 채취가 유리한데 즉, 앵커방식 펌프준설보다 준설길

이를 최대한 얇게 유지할 수 있는 트레일러 방식(수심에 따라 선택)과 밧고랑을 만들 듯 준설하는 레인 방식이 환경친화적이므로 이에 대한 충분한 검토가 요구된다. 또한, 해사채취 해역의 기능회복을 위한 체계적인 기반 구축기술과 생태환경 복원연구가 필요하다. 현재 채취구역이 대조구와 과거 채취구 주변보다 서식 수산생물의 자원량이 적은 것으로 나타났다. 시기에 따라 변동이 존재하므로 수산자원의 지속적 이용과 보호를 위해서는 주요 종의 산란시기를 파악하여 산란시기에는 채취를 금지해야 하고, 지속적 모니터링을 통한 변화양상을 규명하는 것이 필요할 것이다(국토해양부, 2009).

여섯째, 연안해역에서는 골재채취사업도 문화재 지표조사 대상이 될 수 있으므로 이에 대해 면밀하게 검토해야 할 것이다. 「문화재보호법」 시행령 제 53조에 따르면 해안선으로부터 5km 이상 이격된 해역에서는 골재채취사업 면적이 25만<sup>2</sup> 이상인 경우에는 문화재지표조사를 실시하여야 함을 충분히 고려해야 할 것이다.

일곱째, 바다골재채취에 따른 부정적 영향은 수산환경에 집중되고 있고, 어업인 민원반발과 수산자원관리 및 어업정책 주무부처로의 협의권은 부재된 상태이므로 이를 개선하기 위한 관련 법률이 개

정되어야 할 것이다. 특히, 최근 풍도지구 골재채취와 같이 주변해역이 「기르는 어업육성법」 및 「수산자원관리법」에 의거해서 수산자원의 효율적 조성을 위한 인공어초 시설물 등이 설치되어(수산자원관리수면) 농림수산식품부의 행위제한 및 지속적 관리정책이 요구되고 있는 상황이나, 협의제도상 수산주무부처로의 협의권이 부재한 상태여서 관련 수산정책의 책임성과 노력을 훼손할 수 있고, 갈등의 사전 해소 부분을 저해할 수 있으므로 합리적 협의제도를 지향하기 위한 관련부처로의 공식적 협의가 필요하다. 「해양환경관리법」 등에서 “어장 및 수산자원에 영향을 미치는 사업의 경우에는 농림수산식품부장관의 의견을 들어야 한다”라고 명문화가 필요하다(이 등, 2008).

바다를 항상 육지부 개발압력의 해소의 장으로 고려하는 것 보다 공존할 수 있는 그리고 지속적으로 보전할 수 있는 전략 마련이 절실하다. 또한, 향후 연안개발에 따른 갈등이 빈발해지고 있어서 국익과 개인 권리의 조화를 위해 바다골재채취 문제를 슬기롭게 풀어나갈 수 있는 제도적 기반구축이 더욱 필요할 것이다.

## V. 결론

본 논문은 우리나라의 연안과 EEZ에서 바다골재채취에 따른 환경평가 사항을 분석하고, 현재의 해역이용협의 및 해역이용영향평가서의 문제점을 진단해서 중점평가사항과 검토내용에 대한 스코핑 방안 및 중장기적인 제도개선을 논의하였다.

대규모 집중적인 채취로 인한 해양환경영향과 갈등을 근본적으로 해결하고 사전예방하기 위해서는 친환경적인 대안, 적정 채취계획과 입지 제한사항을 고려하고, 이해당사자와 기관들의 의견을 충분히 수렴하는 절차를 강구해서 해역이용의 적정성 측면을 강화하는 것이 선행되어야 한다. 특히, 해당 지역의 부존량과 품위파악, 반복채취에 따른 누적영향, 중점영향요소(해저지형변화에 따른 침·퇴적양상, 저서생물·환경변화, 부유사확산, 여수과정

에서의 수질오염, 입도조성, 수산자원의 영향 등)에 대한 과학적인 자료제시와 검증은 통한 신뢰성 확보가 스코핑 사항으로 적용되어야 할 것이다. 또한, 해양환경영향조사는 사업도중의 당해연도 조사현황과 결과의 단순한 제시가 아니라, 사업전후의 시간경과에 따른 환경요소의 변화를 추적하고 평가단계에서 제시한 결과를 검증하며 나아가서 향후 이루어질 수 있는 유사사업의 계획에 반영하는 결과도출이 중요하므로 실증적 자료확보를 위한 지침이 정립되어야 하고 이에 대한 개선방안을 제시하였다. 계절별 조사와 더불어 수 시간-수십 시간의 척도로 변동하는 변화의 시그널을 포착하기 위한 조사평가 방법이 개선되어야 할 것이다. 여수 방류에 따른 미세 부유사 확산과 주요 수산자원의 생태자료를 고려한 채취계획의 조절 등 실질적인 저감방안의 이행력 확보가 중요하다. 중장기적으로 중점검토사업에 대해서는 평가의 신뢰성을 확보하기 위한 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원(RP-2010-ME-020)의 지원에 의해 수행되었으며, 자료수집에 도움을 주신 국토해양부 관련 분들께 감사드립니다.

## 참고문헌

- 국토해양부, 2008a, 해역이용협의 등에 관한 업무처리 규정, 국토해양부훈령 제178호.
- 국토해양부, 2008b, 해역이용협의서 작성 등에 관한 규정, 국토해양부고시 제2008-913호.
- 국토해양부, 2008c, 해역이용영향평가서 작성 등에 관한 규정, 국토해양부고시 제2008-914호.
- 국토해양부, 2009, 해사채취 친환경적 관리방안 연구(V~VI).
- 김귀영, 이대인, 전경암, 엄기혁, 우영석, 2009, 해역이용협의 검토유형 분석 및 제도개선 진단, 해양환경안전학회지, 15(4), 345-354.

- 김백은, 이상호, 양재삼, 2005, 서해 배타적경제수역(EEZ)내 해사채취구역의 지형변화, 한국지구과학회지, 26(8), 836-843.
- 박용욱, 2004, 해사채취에 따른 구체적인 해역이용 협의기준을 마련해야, 해양수산동향, vol. 1153, 16pp.
- 손규희, 한경남, 2007, 경기만의 골재채취에 의한 생물군집 구조변동, *Ocean and Polar Research*, 29(3), 205-216.
- 양재삼, 정용훈, 지광희, 2008, 서해 EEZ 해역에서 바다모래 채굴에 민감한 해양수질인자들, 한국해양학회지, 12, 1, 1-14.
- 유옥환, 이형곤, 이재학, 김동성, 2006, 경기만에서 해사채취가 대형저서동물 군집구조에 미치는 영향, *Ocean and Polar Research*, 28(2), 129-144.
- 이대인, 박달수, 엄기혁, 김귀영, 2010, 우리나라 바다골재채취 및 협의제도 현황 평가, 환경영향평가, 19(3), 357-365.
- 이대인, 박달수, 엄기혁, 김귀영, 조현서, 김종규, 서영교, 백근욱, 2009, 연안준설 및 준설토 해양투기 해양환경평가 개선방안, 환경영향평가, 18(3), 131-141.
- 이대인, 엄기혁, 김귀영, 2008, 연안이용 및 개발에 따른 수산자원관리 실효성 제고를 위한 협의제도 개선방안, 한국수산학회지, 41(5), 399-404.
- 한국해양수산개발원, 2003, 바다모래 수급실태 및 관리방안 연구, 155p.
- 한국해양수산개발원, 2006, 해사채취에 따른 해안 침식 피해의 경제학적 평가, 103p.
- 해양수산부, 2002, 연안침식방지 종합대책수립을 위한 조사 연구용역(1).
- 해양수산부, 2003, 연안실태에 관한 기초조사-서해안 연안실태조사.
- 해양수산부, 2007, 연안지역 해사채취의 친환경적 관리방안 종합보고서(경기만을 중심으로), 52p.
- Boyd, S. E., Limpenny, D. S., Rees, H. L., Cooper, K. M., and Campbell, S., 2003, Preliminary observations of the effects of dredging intensity on the recolonisation of dredged sediments off the southeast coast of England (Area 222), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 209-223.
- Cho, D. O., 2006, Challenges to sustainable development of marine sand in Korea, *Journal of Ocean & Coastal Management*, 49(1-2), 1-21.
- Kim, C. S. and Lim, H. S., 2009, Sediment dispersal and deposition due to sand mining in the coastal waters of Korea, *Continental Shelf Research*, 29(1), 194-204.
- Kim, T. G., Grigalunas, T. A., and Han, K. N., 2008, The economic costs to fisheries because of marine sand mining in Ongjin Korea: Concepts, methods, and illustrative results, *Ecological Economics*, 65, 498-507.
- Thornton, E. B., Sallenger, A., Sesto, J. C., Egley, L., McGee, T., and Parsons, R., 2006, Sand mining impacts on long-term dune erosion in southern Monterey Bay, *Marine Geology*, 229, 45-58.