

연구노트

우리나라 연안준설 및 준설토 해양투기 현황 진단

엄기혁 · 이대인 · 박달수 · 김귀영

국립수산과학원 해역이용영향평가센터
(2009년 2월 19일 접수, 2009년 4월 16일 승인)

Diagnosis for Status of Dredging and Ocean Disposal of Coastal Sediment in Korea

Ki-Hyuk Eom · Dae-In Lee · Dal-Soo Park · Gui-Young Kim

Marine Environmental Impact Assessment Center, National Fisheries Research &
Development Institute, Busan, 619-705, Korea

(Manuscript received 19 February 2009; accepted 16 April 2009)

Abstract

This study documented and diagnosed the status and problems of coastal dredging and offshore disposal of dredged sediments in South Korea to improve assessment procedures for marine environmental impacts and develop effective management systems.

A total of $729(\times 10^6)\text{m}^3$ of coastal sediment was dredged in the harbors during the period of 2001-2008. Most of dredged sediment was disposed to the land dumping sites whereas ocean disposal accounted for less than 5%. Ocean disposal areas were especially concentrated to the exclusive economic zone (EEZ) in the southeast of Busan, which is not only an important fishing area for fishermen, but also considered to be spawning and nursery ground for some commercial fish species.

To minimize negative impacts of dredging and ocean disposal of coastal sediment on marine ecosystem and potential strife among coastal users, we suggest 1) in development projects involving ocean disposal, it should be mandatory to propose careful reuse plans in the land, and 2) guidelines of environmental assessment and consequence management programs should be developed and implemented.

Keywords : Coastal Dredging, Offshore Disposal of Dredged Sediment, Marine Environmental Impact, Effective Management, Development Project, Coastal Users

1. 서론

다양한 연안이용행위 중에서 연안준설과 준설토 해양투기는 해양환경 및 생태계에 미치는 영향과 이해당사자간 갈등생산으로 인해 환경문제에 대한 개선과 합리적 대책마련이 요구되고 있다(국토해양부, 2009; 해양수산부, 2003; Cruz-Motta & Collins, 2004; PIANC, 1998). 즉, 최근 항만, 어항개발과 관련된 항로확장, 유지 및 오염퇴적물 제어에 따른 준설량이 증가되어 이에 따른 적절한 처분방안과 해양에 미치는 영향이 중요한 정책진단 요소가 되고 있다(박 등, 2008; 해양수산부, 2007). 선진국에서는 오염도가 낮은 준설토를 방파제, 안벽 등 건설재료로 적절하게 활용하고 있지만, 국내에서는 이 분야에 대해 연구가 진행 중에 있으며(한국해양연구원, 2008), 폐기물로 분류되어 아직 유효 활용량이 적은 실정이다. 연안에서 발생한 준설토는 육상 준설토 투기장으로 반입하는 량을 제외하고는(이 부분도 현재 수도량 부족으로 반입 불충분) 일정 부분 영해내 또는 배타적 경제수역(EEZ) 등으로 배출되고 있는 실태이기 때문에 해양환경 및 생태계, 특히 연근해 어장과 수산자원에 미치는 영향에 대해서 좀 더 합리적인 평가와 대책수립을 필요로 하고 있다.

이를 위해서는 우리나라의 최근 연안준설 및 준설토 해양투기 현황과 변화추이에 대한 진단분석과 평가가 중요하다. 따라서 본 논문은 효과적인 준설토 관리체계와 이에 따른 환경영향을 저감하고 합리적인 개선방안을 강구하기 위해서 연안준설 및 준설토 해양투기에 대한 정량, 정성적인 실태를 파악하고 문제점을 진단해서 그 정책적 개선방안에 대한 기초정보를 제시하였다.

II. 연안준설 및 준설토 해양투기 현황

1. 연안준설 및 준설토 해양투기 개요

일반적으로 연안준설 및 준설토 해양투기 과정은 그림 1과 같고, 해양환경 및 생태계에 미치는 영향

과 변화는 그림 2로 요약될 수 있다. 준설해역에서 다양한 장비(그랩, 펌프 등)를 이용해서 수저 퇴적물을 준설한 다음, 토운선에 적재하고 예인선이 토운선을 견인하여 투기지역에 도착해서 집중투하하는 과정을 거치게 된다. 현재 이러한 일련의 위치이동 과정과 투기상황은 해양경찰청 시스템과 연계되어 있고 결과를 보고하고 있는 상황이다.

연안준설로 인해 해저지형과 수심변화 및 생물서식처 파괴 등으로 주변 해역의 유속과 침·퇴적변화가 예상되고, 탁도 증가, 광투과 감소, 영양염과 유해물질 증가와 함께 부유사 확산 등으로 해양환경의 변화가 보고되고 있다(Lewis *et al.*, 2001; Licursi & Gomez, 2009; Newell *et al.*, 1998). 해양으로 배출된 준설토는 수층에서 이동 확산되고 일부는 해저로 침강하게 되는데, 이러한 과정에서 준설토를 생물이 섭취하고 준설토에 포함된 중금속 등 오염물질은 생태계내에서 어류를 포함한 고등생물로 축적될 수 있다. 해저로 가라앉은 준설토는 해저에 서식하는 저서생물에 영향을 주고 퇴적물 조성을 변화시키기도 한다. 준설토는 그 자체가 높은 유기물을 가지고 있고, 특히 중금속이나 유해물질 등과 같은 오염물질을 포함하고 있어서 해양에 서식하는 생물의 종다양성, 현존량 등에 변화(감소)를 일으킬 수 있는 것으로 보고되고 있다(Roberts & Forrest, 1999; Stronkhorst *et al.*, 2003; Zimmerman *et al.*, 2003). 한편, 준설토 외해투기시 해류 등에 의해 이동 확산될 수 있는 준설토는 상황에 따라 인접국가와의 환경문제 유발 가능성도 내포하고 있다.

2. 우리나라 연안준설과 준설토 해양투기 지역 및 목적 분석

연안준설 및 준설토 해양투기와 관련한 연안이용행위의 특성과 환경영향평가 정보를 분석하기 위해서 사업이 이루어지는 구역과 목적을 살펴볼 필요가 있다. 즉, 동일 사업구역이라도 행위목적이 다른 평가사항이 달라질 수 있고, 또한 동일 목적이라도 사업구역이 다른 평가사항이 달라질 수 있는 바, 실제 우리나라에서 연안준설과 준설토 해양투기가 일어나고 있는 지역을 구체적으로 평가할 필

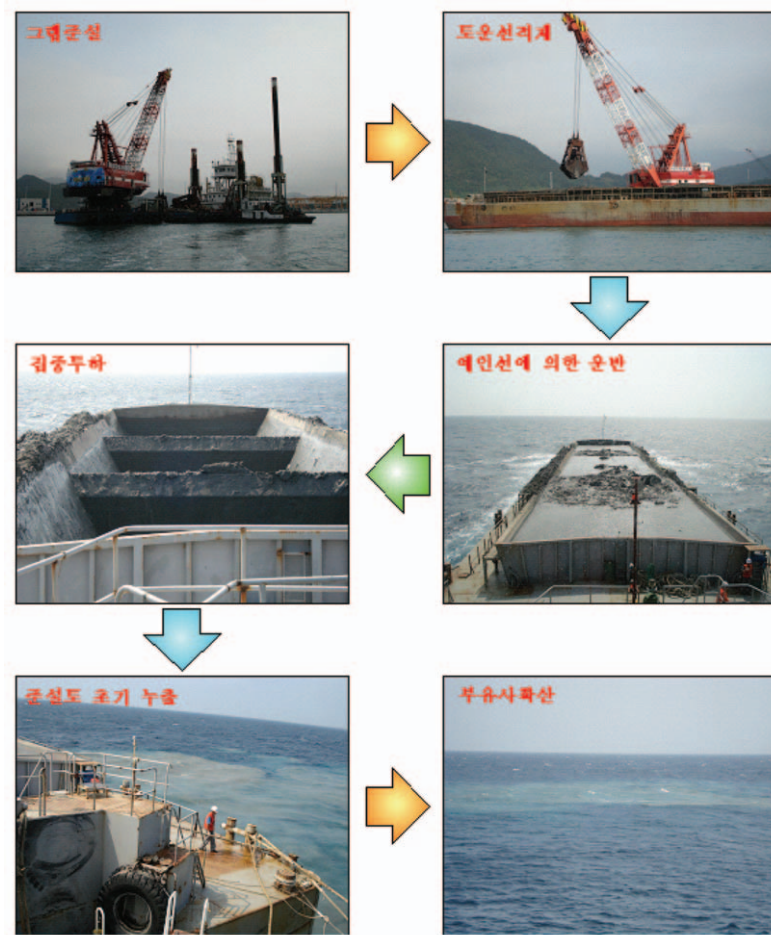


그림 1. 일반적인 연안준설 및 준설토 해양투기 과정

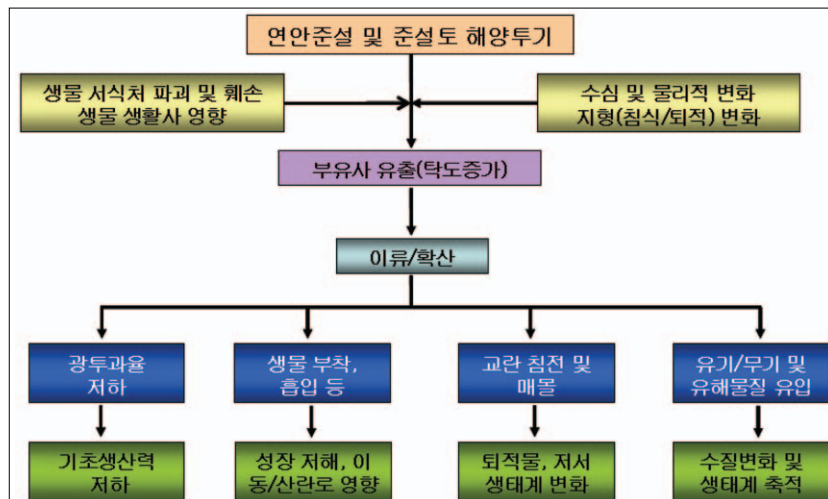


그림 2. 연안준설 및 준설토 해양투기에 따른 해양환경영향

표 1. 연안준설 및 준설토 해양투기 지역과 목적구분 분석(2006년~2008년)

구분	지역특성 분석	목적 분석
연안준설 (총 42건)	<ul style="list-style-type: none"> • 항만구역(항계내) 20건 : 47.6% (부산, 옥포, 평택·당진항 등) • 어항구역(항계내) 10건 : 23.8% • 항계외 연안(만 등) 7건 : 16.7% • 하천(호수, 저수지) 3건 : 7.1% • 어장 2건 : 4.8% ※ 보전해역(수산자원보호구역 등) 9건 특별관리해역 7건 	<ul style="list-style-type: none"> • 기본준설 34건 : 80.9% - 신규개발 6건 - 항로확장 8건 - 안벽조성 등 20건 • 유지준설 5건 : 11.9% • 정화준설 1건 : 2.4% • 어장준설(규사채취) 2건 : 4.8% ※ 준설구분(해양수산부, 2007)
준설토 해양투기 (총 22건)	<ul style="list-style-type: none"> • 배타적경제수역 22건 : 100.0% 	<ul style="list-style-type: none"> • 항만 준설토 15건 : 68.2% • 어항 준설토 4건 : 18.2% • 강 준설토 1건 : 4.5% • 기타 준설토 2건 : 9.1

주 : 1. 기본준설 : 항행을 위하여 기존 수로 및 항만구역의 폭이나 수심확장, 새로운 항만구역 건설, 그리고 공학적 목적으로서 케이블, 수중도관, 터널용 도랑 설치, 기초로서 불필요한 물질 제거, 골재 발굴의 과부하 제거 등의 목적
 2. 유지준설 : 주로 수로 바닥면에 퇴적된 물질을 대상으로 자연환경에서의 항로, 항구의 설계 수심을 유지하기 위한 목적
 3. 정화준설 : 준설대상 지역을 청결하게 하는 목적으로 시행되는데 주로 과거의 인간활동에 의해 심하게 오염된 퇴적물을 제거하는 목적

요가 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 연안준설과 준설토 해양투기와 관련해서 협의제도(이 등, 2008b)에 따른 영향검토된 실적을 분석하였다. 즉, 『해양환경관리법』상 해역이용영향검토기관인 해역이용영향평가센터로 검토요청된 협의서 및 평가서 자료를 종합 분석해서 사업구역과 목적으로 구분한 결과를 표 1에 제시하였다.

연안준설은 대부분 항만과 어항구역, 즉 항계내에 집중된 것으로 나타났고, 항계외에서는 진해만, 사천만 등 내만과 부산 수영강 등 일부 하천 등에서 준설사업이 이루어진 것으로 분석되었다. 특히, 항계외에서는 수산자원보호구역과 환경보전해역 등 법령상 규제지역에서도 준설이 이루어졌고, 어장 준설은 동해안에서 어장에 매몰된 모래 및 규사채취와 관련되었다. 준설의 목적별로는(해양수산부, 2007) 기본준설이 대부분을 차지하였다. 한편, 준설토 외해투기는 배타적경제수역에 집중·처분되었으며, 관련 준설토는 대부분 항만구역에서 발생된 것으로 나타났다. 이러한 점을 종합해 보면, 우리나라 연안준설은 수심확장을 위해 부산항, 광양항, 옥포항, 평택·당진항 등 대부분 무역항과 국가 어항을 비롯한 항만과 어항구역의 항계내에 집중되었고, 항만구역에서 발생된 준설토를 해양투기시 EEZ에 배출하고 있는 것으로 평가되었다.

3. 연안준설토 발생과 처분 현황

우리나라의 최근 2001년에서 2008년까지 연안준설에 따른 수저준설토의 발생량 변화추이는 그림 3과 같이 연간 약 1,300~22,400만³ 범위로 2001년에서 2006년까지 지속적으로 증가하여 2006년에 최대를 이루었고, 그 이후 급감하는 양상을 나타내었다. 또한, 이 시기동안 전국적으로 약 729,151,000m³의 준설이 시행되었으며(표 2), 여수지방해양항만청 관련 준설량이 약 73%, 부산지방해양항만청이 11% 순으로 조사되었다. 이러한 연안준설은 광양항과 부산항 등 신항만의 개발과 많이 관련된 것으로 평가되었다(해양수산부, 2007). 특히, 준설토 대부분이 육상 투기장으로 처분되었고(약 89%), 외해투기는 평균 4.6%로 나타나서 준설토의 유효 활용율이 낮은 것으로 평가되었고, 외해투기는 대부분 부산과 울산지방해양항만청 등에서 처리하고 있는 것으로 조사되었다. 국외(북유럽, 지중해, 아프리카, 남아시아, 동아시아, 남태평양, 북아메리카, 카리브 등) 준설토 활용은 해안 및 외해투기가 60%이고, 내륙의 육지 및 습지에 활용하는 비율이 37%에 달하는 것으로 조사(해양수산부, 2007 재인용)되어 우리나라는 준설토 발생량에 비해 재활용량이 적은 것으로 평가되었다.

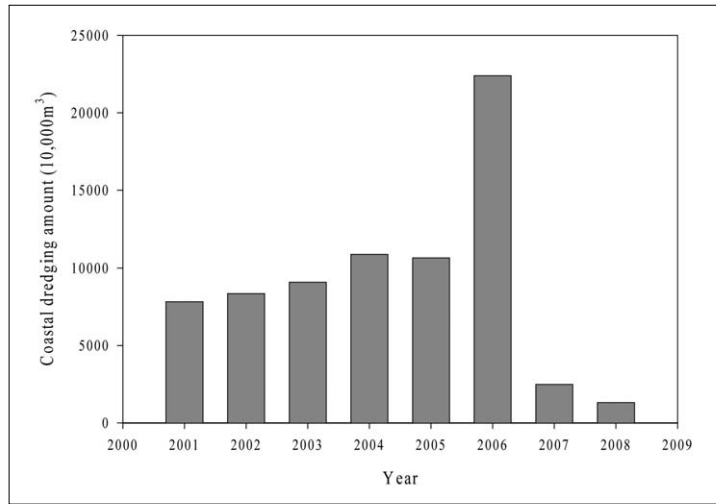


그림 3. 우리나라의 연도별 연안 수저준설토 발생량

표 2. 우리나라 연안 수저준설토의 발생량과 처분실태(2001년~2008년)

구 분	준설토 처리 및 활용실적(×10,000m³)			
	계	육상 투기장	외해투기	기 타
군산청	2,315.8	2,315.8		
대산청	251.5	188.7		62.8
동해청	68.5	27.7	38.9	1.9
마산청	253.9	198.4	54.4	1.1
목포청	271.8	271.8		
부산청	8,032.0	4,800.0	2,244.0	988.0
부산항만공사	9.5		9.5	
여수청	53,587.0	53,300.0	287.0	
울산청	956.0		912.0	44.0
인천청	3,219.0	2,860.0		359.0
인천항만공사	76.0	76.0		
평택청	3,198.0	828.0	70.0	2,300.0
포항청	27.1	13.8	13.3	
한국컨테이너부두	649.0			649.0
전국 합계	72,915.1	64,880.2	3,342.1	4,692.8

4. 준설토의 해양투기량 현황

준설토를 포함한 육상폐기물은 해양환경에 미치는 영향측면에서 가능하면 재활용 등 육상에서 처분하는 것이 원칙이나, 여러 가지 문제로 불가피하게 해양으로 배출되고 있는 실정이다. 우리나라의 최근 육상폐기물 및 준설토 해양배출량 현황은 그림 4와 같다(국토해양부, 2009; 해양수산부, 2006). 하·폐수 슬러지 등 폐기물은 육상처리 부

담경감 및 하천·연안보호를 목적으로 연안에서 멀리 떨어진 3개 지정해역에 투기하고 있는데, 2000년 이후 2005년까지 지속적으로 증가하다가, 그 후 감소하고 있는 실정이다. 2005년에는 약 993만m³가 지정해역에 투기되어 최대를 나타내었고, 1991년부터 2006년까지 투기된 폐기물 누적량의 종류별 투기비율은 폐수(음식물폐기물 폐수 포함) 24.5%, 폐수처리오니 20.8%, 분뇨 20.5%, 축산폐

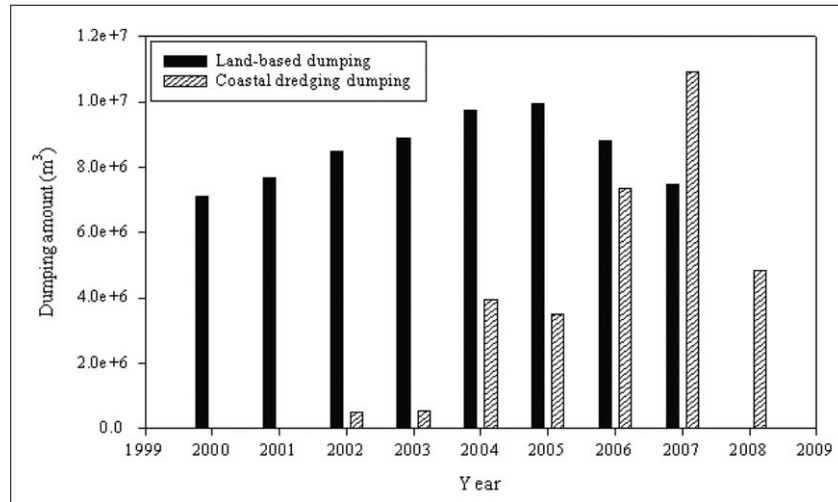


그림 4. 최근 우리나라 육상 폐기물 및 연안 준설토의 해양투기 추이

표 3. 연안준설량에 따른 외해투기량 비율

구 분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
외해투기량(m³)/연안준설량(m³) 비율	0.6	0.6	3.6	3.3	3.3	44.0

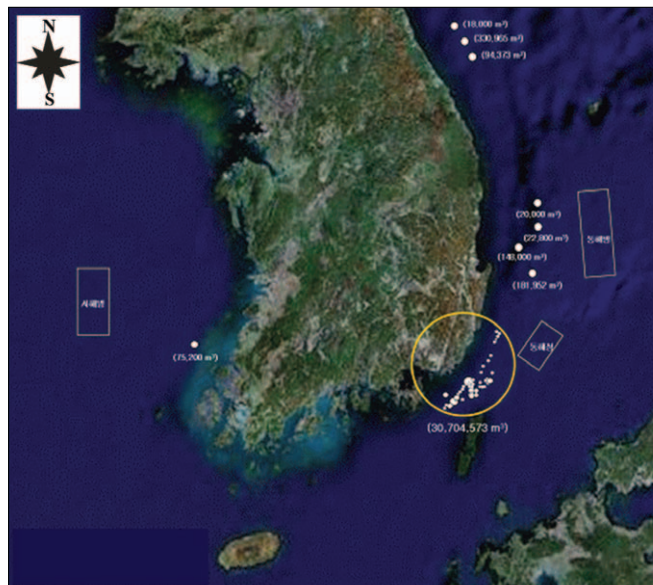


그림 5. 최근 연안준설토 해양투기 분포지역 현황

수 14.6%, 그리고 하수처리오니가 11.8%를 차지한 것으로 나타났다. 또한, 이 기간 동안 준설토사도 약 1.9% 비율로 지정해역에 투기되었다. 연안 및 배타적경제수역에 투기된 준설토량도 2002년 이후

2007년까지 지속적으로 증가하였고, 2007년에는 약 1,100만m³가 투기되어 육상폐기물 투기량보다 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 준설토 외해배출량의 증가는 항만개발에 따른 준설토의 처분이 기 육

상 준설토 투기장의 수용능력 감소로 인해 외해투기가 불가피하게 발생한 원인 등으로 판단되었다.

준설토 발생량에 따른 년도별 외해투기 비율은 표 3과 같이 2002년과 2003년도에는 외해투기량이 1%이하로 대부분 육상 준설토 투기장으로 반입된 것으로 판단되며, 2004~2006년도에는 외해투기 비율이 약 3~4%로 증가하였고, 2007년에는 육상 준설토 투기장으로서의 반입량이 작아지면서 외해투기 비율이 급증한 것으로 판단되었다. 이에 따라 해양환경의 효율적 관리 및 개선일환으로 적절 준설량에 따른 친환경적인 처분방안에 대한 적극적 모색이 필요하다고 사료된다.

한편, 최근 2002~2008년까지 준설토의 해양배출시 영해내와 EEZ 투기 분포지역은 그림 5와 같다. 서해는 약 75,200m³으로 한 지점에서, 동해는 약 500,000m³으로 6지점에서 분포되었고, 대부분은 부산 동남방 지역에 약 3,000만m³ 이상이 집중적으로 투기된 것으로 평가되었다. 이것은 부산, 광양, 울산 등 신항만 개발과 관련해서 운송의 효율성과 투기지역의 해양물리학적 상황을 감안해서 이루어진 것으로 진단되었다. 영해내에서는 약 720만 m³ 정도(약 23%), 나머지 약 2,400만m³가 EEZ에 투기된 것으로 나타났다.

III. 연안준설 및 준설토 해양투기 문제점 진단

연안의 효율적 개발과 이용행위에 따른 준설은 불가피한 측면이 있지만, 이에 따른 합리적인 처분이 중요하므로 외해투기시 제기되는 환경영향을 사전예방 또는 최소화하면서 적절하게 재활용할 수 있는 방안의 적극적인 추진과 이를 위한 제도적 지원 및 연구활성화가 필요하다는 공감대가 형성되고 있다. 즉, 항만 및 접안시설 공사와 관련해서 불가피하게 발생하는 준설토의 처분은 충분히 이해하나, 해양환경에 미치는 영향예방과 투기지역 바다 이용자와의 갈등관계를 사전에 해소하기 위해서 인근에 운영중이거나 계획된 투기장의 수요 파악과

매립사업의 매립제 등으로 활용될 수 없는 지에 대한 적극적이고 세밀한 대안분석 검토를 선행해야 할 것이고, 동시에 이해당사자들의 의견수렴방안을 다각도로 모색하여 계획에 반영해야 할 것으로 판단된다. 만약, 준설토를 외해투기할 때는 관련 제도에 따른 합리적 환경영향평가와 실효적인 저감방안 수립이 중요하다고 사료된다.

이러한 준설토의 해양투기에 따라 해양환경 및 생태계에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구결과가 보고되었고, 또한 어업인 등 이해당사자들의 피해 민원이 상존하므로 합리적인 영향평가와 사전대책이 요구된다. 미국 EPA에 의해 1987년에 계획된 남캘리포니아 Charleston 준설토 투기해역(ODMDS)은 평균 수심 13m로 연안으로부터 약 7 마일 이격되어 있고, Charleston 항 하구의 수심확장 및 유지를 위해 준설된 퇴적물을 투기하는 곳으로 이용되었는데, 1999년부터 2002년까지 약 1,683백만m³가 투기되어서 퇴적물의 조성변화 및 유기물질의 증가와 저서생물의 밀도 감소 등 환경변화가 유발되었고(Zimmerman *et al.*, 2003), 또한, 체사피크만의 준설토 약 145만m³를 수심 4.5m 이상의 배출해역에 투기했을 때, 투기 한달 내에 저서생물 밀도의 약 71%가 감소하고, 회복시간은 약 18개월이라고 보고하였다(Chesapeake Biological Laboratory, 1970). 국내의 준설토 투기해역은 수심이 깊고, 유속이 상대적으로 큰 해역에서 주로 이루어지고 있지만, 누적영향으로 인한 환경변화가 제기되고 있는 상황이다. 즉, 그림 5에서 보는 바와 같이 부산 동남방 투기 주변해역은 우리나라 근해 어장이 형성되어 수산활동이 활발한 곳으로 대마난류의 영향권이며, 준설토 외해투기로 집중 이용되어 환경영향이 누적·가중되고 있고, 주요 수산자원의 산란, 회유로에 위치하므로 수산 생태계에 미치는 부정적 영향저감과 어업인 등과의 갈등을 사전에 해소하기 위해 준설토 활용처분에 대한 충분한 대안분석과 이해당사자들에 대한 적극적인 의견수렴이 이루어져야 하고, 동시에 누적된 환경데이터와 중장기적 연구접근을 바탕으로 외해투기시 미

칠 수 있는 영향에 대한 합리적이고 구체적인 평가와 실효적인 대책수립이 필요하다. 다시 말해서, 투기해역의 정확한 환경현황을 진단분석하고, 적절한 평가기준·기법에 따른 과학적인 확산예측 및 환경영향을 평가해야 하며, 사후모니터링을 면밀하게 수행하여 투기에 따른 사업 전후 환경변화 정도를 구체적으로 제시하는 등 해역이용협의 등에 따른 해양환경평가 및 사후관리방안을 합리적으로 개선·강화해야 할 것이다(이 등, 2008a). 나아가서, 이러한 환경영향성과 준설계획 등을 종합적으로 고려해서 우리나라 전체 해역의 준설토 수용력(환경용량)에 대한 합리적인 진단을 통해서 무계획적으로 이루어 질 수 있는 투기량을 관리하는 방안을 검토해야 할 것이다.

IV. 결 론

본 논문은 효과적인 연안준설 및 준설토 해양투기 관리정책 수립과 이에 따른 합리적인 해양환경평가 방안을 강구하기 위해서 연안준설 및 준설토 해양투기에 대한 최근의 정량, 정성적인 실태를 파악하고 문제점을 진단해서 그 개선방안에 대한 기초정보를 제시하였다.

우리나라 연안준설은 수심확장을 위해 부산항, 광양항, 옥포항 등 대부분 무역항과 국가어항을 비롯한 항만과 어항구역의 항계내에 집중되고 있고, 항만구역에서 발생된 준설토를 해양배출시 EEZ에 처분하고 있는 것으로 분석되었다. 2001~2008년 까지 전국적으로 약 729백만 m^3 의 준설이 시행되었으며, 준설토 대부분이 육상 투기장으로 투기되었고, 외해투기는 이 기간 평균 약 5% 이하로 나타나서 유효 활용율이 극히 낮은 것으로 평가되었다. 그러나, 최근 외해투기 비율은 육상 준설토 투기장으로서의 반입량이 감소되는 원인 등으로 증가한 것으로 나타났다. 최근 2002~2008년까지 준설토 외해투기는 영해내에서 약 720만 m^3 정도(약 23%), 나머지 약 2,400만 m^3 가 EEZ에 투기된 것으로 나타났고, 대부분은 부산 동남방 지역에 집중적으로 투

기된 것으로 나타났다. 항만 및 접안시설 공사와 관련해서 불가피하게 발생하는 준설토의 처분은 충분히 이해하나, 해양환경에 미치는 영향예방과 투기지역 바다이용자와의 갈등관계를 사전에 해소하기 위해서는 인근에 운영중이거나 계획된 투기장의 수요 파악과 매립사업의 매립제 등으로 활용될 수 없는 지에 대한 적극적이고 세밀한 대안분석 검토를 선행해야 할 것이고, 동시에 이해당사자들의 의견수렴방안을 다각도로 모색하여 계획에 반영해야 할 것으로 판단되었다. 만약, 준설토를 외해투기할 때는 해역이용협의 등에 따른 합리적 영향평가와 실효적인 저감·사후관리방안 수립이 중요하고, 무계획적인 준설토 투기를 제어하기 위해 해역의 적정 준설토 수용력을 검토해야 할 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원(RP-2009-ME-027)의 지원에 의해 수행되었으며, 자료수집에 도움을 주신 국토해양부 관련 분들께 감사드립니다.

참고문헌

- 국토해양부, 2009, 해역이용행위 유형별 평가기준 개발연구(1), 국토해양부.
- 박소영, 이인철, 이병호, 이자연, 이용민, 성기준, 2008, 해양 준설토를 이용한 인공염습지 현장시험구 조성 후 초기 환경변화, 한국해양환경공학회지, 11(2), 63-69.
- 이대인, 엄기혁, 김귀영, 2008a, 연안이용 및 개발에 따른 수산자원관리 실효성 제고를 위한 협의제도 개선방안, 한국수산학회지, 41(5), 399-404.
- 이대인, 엄기혁, 김귀영, 장주형, 2008b, 해양환경관리법상 해역이용영향 검토기관의 발전방향, 한국해양환경공학회지, 11(1), 55-62.
- 한국해양연구원, 2008, 준설토사 활용 및 환경기준 개발, 24(5).

- 해양수산부, 2003, 준설물질 해양배출 평가체제 개발연구용역, 해양수산부.
- 해양수산부, 2006, 폐기물 해양배출 종합관리 시스템 구축(III), 해양수산부.
- 해양수산부, 2007, 준설토사 처리 및 유효활용 기준 수립, 해양수산부.
- Chesapeake Biological Laboratory, 1970, Gross physical and biological effects of overboard spoil disposal in upper Chesapeake Bay, Natural Resources Institute Special Report No. 3, Univ. Maryland, Solomons.
- Cruz-Motta, J. J. and Collins, J., 2004, Impacts of dredged material disposal on a tropical soft-bottom benthic assemblage, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 270-280.
- Lewis, M. A., Weber, D. E., Stanley, R. S., and Moore, J. C., 2001, Dredging impact on an urbanized Florida bayou: effects on benthos and algal-periphyton, *Environmental Pollution*, 115, 161-171.
- Licursi, M. and Gomez, Nora, 2009, Effects of dredging on benthic diatom assemblages in a lowland stream, *Journal of Environmental Management*, 90, 973-982.
- Newell, R. C., Seiderer, L. J., Hitchcock, and D. R., 1998, The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed, *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 36, 127-178.
- PIANC, 1998, Management of aquatic disposal of dredged material (Report), Permanent International Association for Navigation Congresses, PIANC Secretariat, Brussels, Belgium.
- Roberts, R. D. and Forrest, B. M., 1999, Minimal impact from long-term dredge spoil disposal at a dispersive site in Tasman Bay, New Zealand, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 33, 623-633.
- Stronkhorst, J., Ariese, F., van Hattum, B., Postma, J. F., de Kluijver, M., Den Besten, P. J., Bergman, M. J. N., Daan, R., Murk, A. J., and Vethaak, A. D., 2003, Environmental impact and recovery at two dumping sites for dredged material in the North Sea, *Environmental Pollution*, 124, 17-31.
- Zimmerman, L. E., Jutte, P. C., and Van Dolah, R. F., 2003, An environmental assessment of the Charleston Ocean Dredged Material Disposal Site and surrounding areas after partial completion of the Charleston Harbor Deepening Project, *Marine Pollution Bulletin*, 46, 1408-1419.