

Research Paper

연안준설토 관리의 제도적 문제점 진단 및 개선방안 연구

- 마산만 사례를 중심으로 -

이용민 · 오현택 · 이대인 · 김귀영 · 전경암 · 김혜진

국립수산과학원 해역이용영향평가센터

A Research on Diagnosis of Institutional Problem and Improvement Plan for Management in Coastal Dredged Sediment

- Case Study of Masan Bay -

Yongmin Yi · Hyuntaik Oh · Dae In Lee · Gui Young Kim · Kyeong Am Jeon · Hye Jin Kim

Marine and Fisheries Environmental Impact Assessment Center, National Institute of Fisheries Science

요약 : 연안준설행위에 따른 연안준설토의 활용 및 처분에 관련된 현 체계 및 법적 기준의 고찰을 통해서 문제점을 진단하고 개선방안을 제시하고자 하였다. 현행 제도상 연안준설토는 활용과 처분의 기준을 준설토사유효활용기준에 따라 구분하고 있으나 매립이 완료된 투기장을 부지로써 활용함으로써 처분과 활용의 개념이 모호하다. 또한 준설토의 매립재활용에 있어서 토양오염우려기준을 적용하는 것은 연안준설토의 토양특성, 기준항목의 차이, 실험방법의 차이 등을 고려해볼 때 적합하지 않은 것으로 판단된다. 하지만 현행의 유효활용기준은 매립재 활용에 있어 문제점이 있으므로 다음과 같이 개선이 요구된다. 첫째, 매립재 활용을 위한 용도구분이 필요하며, 둘째, 인체위해성을 고려한 2단계 체계의 기준농도를 제시할 필요가 있다. 또한 해역이용협의과정에서 연안준설토를 투기장에 투기시 주변해역에 미치는 영향과약과 저감대책을 포함한 평가가 이루어져야 할 것이다.

주요어 : 연안준설토, 매립, 수저준설토사유효활용기준, 해양환경영향평가, 마산만

Abstract : In relation to the utilization and disposal of dredged sediment caused by coastal dredging project, we diagnosed the status of legal standard and system, and proposed the improvement plan. Dredging costal sediment distinguished the usage and the disposal by the Standard for the Beneficial Usage of Dredged Sediment. The site where disposal has been completed could be used as a site for developmental project. In case of the usage of dredged sediment for reclamation, we found that the adaptation of the Standard for Beneficial Usage of Dredged Sediment is appropriate for reclamation considering the characteristic of soil, the differences of variables, and the distinction of standard analysis methods. The current the Standard for Beneficial Usage of Dredged Sediment requires the improvement with the usage of dredging coastal sediment in the following. First, the Standard needs

to include the standard of the discrimination for reclamation. Second, the current Standard is necessary to be divided by two levels, it needs to be mitigated considering human health risk. Third, it is necessary to consider both the marine environmental impact assessment and mitigation plan near coastal dredging area.

Keywords : Dredged Coastal Sediment, Reclamation, Masan Bay, Standard for the Beneficial Usage of Dredged Sediment, Marine Environmental Impact Assessment

I. 서론

현재 우리나라 연안에서는 공유수면매립, 골재채취, 광물채취, 항만건설, 어항건설, 연안정비 등의 다양한 연안이용 및 개발행위가 발생하고 있으며 이러한 행위를 시행함에 앞서 해양환경에 미치는 영향을 사전예방하고 효율적으로 관리하기 위해 「해양환경관리법」에 의거한 해역이용협의제도와 해역이용영향평가제도가 2008년 1월부터 본격 시행되고 있다(해양수산부, 2014).

다양한 연안이용 및 개발행위 중에서 준설은 항만의 유지와 관리, 항로개척 및 보수, 오염해역의 정화 등의 목적으로 시행되며 이로 인해 지속적으로 연안준설토가 발생하고 있다. 준설을 통해 발생된 토사의 처리는 대규모 투기장을 마련하여 단순투기 및 매립에 주로 의존하고 있는 실정이며 준설은 해양처분을 하고 있다. 해양수산부는 해양투기량의 대폭감축을 위하여 2006년부터 투기허용품목을 축소, 투기허용기준 강화, 해양투기 허용총량제를 도입 운영하고 있으며 총량기준으로 2006년 900만 m^3 , 2009년 500만 m^3 , 2011년 400만 m^3 , 2013년 120만 m^3 으로 단계별로 감축하고 있다(한국어촌어항협회, 2013). 향후 연안준설토의 외해투기는 공유수면관리 및 매립에 관한 법률의 공유수면 점·사용 허가 및 해양환경관리법상의 제반여건을 고려할 때 장기적으로 어려워 질 것으로 예상되며(한국어촌어항협회, 2013), 이에 따라 투기장을 통한 처리량은 더 많아 질 것으로 판단된다. 현행상 수저준토사유효활용기준을 만족시키는 토사는 활용가능하며(해양수산부, 2013a), 기준을 만족하지 못하는 토사에 대해서는 폐기물로서 호안을 설치하여 처리하도록 규정되어 있다(해양수산부, 2013b). 하지만 연안준설토와 관련하여 활용과 처분

의 개념이 불분명하고 적용되어야 할 법적 근거도 명확하지 않아 연안준설토 처리를 두고 이해당사자간에 갈등이 발생하고 있다(이대인 등, 2011).

연안준설토는 그 자체가 높은 유기물을 가지고 있고, 특히 중금속이나 유해물질 등과 같은 오염물질을 포함하고 있어서 해양에 서식하는 생물의 종다양성, 현존량 등에 변화를 일으킬 수 있으며 연안준설토를 생물이 섭취하면 연안준설토에 포함된 중금속 등 오염물질은 생태계내에서 어류를 포함한 고등생물로 축적될 수 있다. 또한 해저로 가라앉은 연안준설토는 해저에 서식하는 저서생물에 영향을 줄 수 있어 관리가 필요하다(Stronkhorst *et al.*, 2003; Zimmerman *et al.*, 2003).

이와 같이 지속적으로 발생하는 연안준설토와 해양환경에 미치는 영향을 고려해 볼 때 앞으로도 연안준설토의 처리를 두고 이해당사자간의 갈등은 계속해서 발생할 것으로 예상되며 명확한 기준제시 등을 통한 해결책이 요구된다. 준설과 관련된 연구로는 우리나라 연안준설 및 준설토 해양투기에 대한 현황 진단(엄기혁 등, 2009), 연안준설 및 준설토 해양투기 해양환경평가 개선방안(이대인 등, 2009), 연안준설 사업에 따른 해양수질 및 퇴적물 영향평가 개선방안(김영태 등, 2013) 등의 연구가 이루어진 바 있으나 제도적인 접근과는 거리가 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 발생하고 있는 연안준설토의 현황 및 마산만의 사례를 살펴보고 준설 행위에 대한 현행 처리 과정 및 법적기준의 비교·분석을 통해서 문제점을 도출하고 이에 대한 개선방안을 제시하고자 하였다. 추가적으로 연안준설토와 관련된 해역이용협의에서의 문제점을 진단하고 개선방안을 제시하고자 하였다.

II. 현 황

1. 준설 및 처리현황

우리나라는 자연적, 지리적 여건이 협소한 관계로 해양공간 개발 및 해상로의 이용이 꾸준히 증가하고 있는 실정이며(윤길림과 조홍연, 2002), 이에 따라 준설을 통한 항로의 관리가 지속적으로 요구된다. 연안준설에 따른 우리나라의 연도별 준설토 발생량 및 준설면적은 Figure 1과 같다.

1998년에 약 610만 m³의 연안준설토가 발생한 이후 발생한 연안준설토는 33,046만 m³에 이르며, 연평균 약 2,360만 m³의 연안준설토가 발생하였다. 준설면적은 1998년~2012년 동안, 최소 204만 m², 최대 1,366만 m²에 이르며, 연평균 795만 m²의 면적이 준설된 것으로 나타났다. 이와 같이 연평균 917 만 m²의 면적이 준설되어 1,897만 m³ 이상의 연안준설토가 꾸준히 발생하고 있으며 향후에도 항로준설, 항만준설 등으로 인하여 지속적인 발생이 예상된다.

발생한 연안준설토는 활용 또는 투기를 통해서 처리하게 되는데 현재 우리나라에서 활용되는 준설토의 양은 많지 않다. 조사에 따르면, 2001~2008년 동안에 발생한 전체준설토양 72,945만 m³ 중에서 투기장을 통해 처리된 양은 64,880만 m³으로 전체 연안

준설토발생량의 약 88.9%를 차지하였고, 외해투기를 통해 처리된 양은 3,342만 m³으로 전체의 약 4.6%를 차지하여 대부분의 연안준설토를 투기장을 통해서 처리하고 있는 것으로 나타났다(엄기혁 등, 2009). 시기적인 차이로 현재의 연안준설토의 처리비율과는 다소 차이가 있겠지만 해양을 통한 연안준설토의 처분을 지양하고 있는 시점에서 투기장을 통한 연안준설토의 처리비율은 점차 증가할 것으로 판단된다.

2. 마산만의 현황 및 사례분석

준설토의 처리를 두고 현재 갈등이 발생하고 있는 마산만 사례를 살펴보았다. 마산만은 반폐쇄성 해역으로, 유입된 오염물질이 외해로 나가지 못하고 저층에 계속 쌓이는 물리적 특성 보인다. 해역 상류에 위치한 도심지역에서 오염물질이 지속적으로 유입되고 있으며, 우리나라 최초로 연안오염총량제가 도입되어 일반인과 시민단체의 준설에 대한 이해 정도가 높은 지역이기도 하다.

마산항 제2항로 확장 준설공사는 저수심 구간 준설을 통한 통항선박의 원활한 입출항을 제고하는데 목적이 있으며, 준설면적과 준설량은 각각 127,989m²

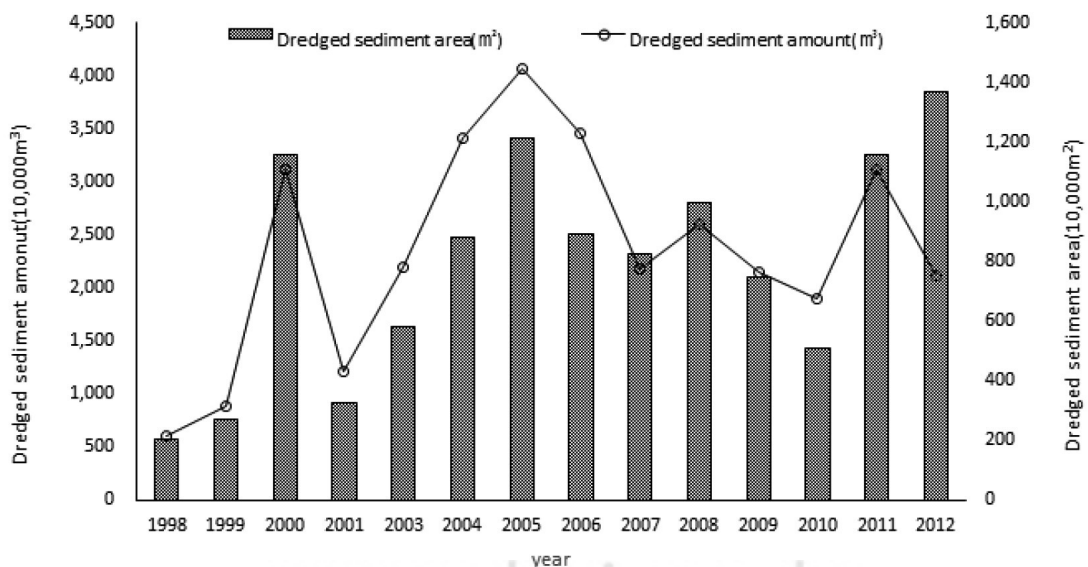


Figure 1. The annual amount and area of dredged sediment by Ministry of Oceans and Fisheries(Statistics Korea)

와 392,327m³으로 계획되어 있다. 발생 준설토는 펄프준설선을 이용하여 항내 서항지구 투기장으로 투기하는 것으로 계획되어 있다(Figure 2).

마산만의 준설과 관련하여 표면적으로 나타난 쟁점은 두 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 인공섬 형태의 투기장에 준설토를 투기하는 행위는 준설토의 활용 용도로 명시된 유효활용기준을 적용하여야하며 이를 만족시키지 못하는 준설토는 투기할 수 없다는 입장이다. 해역이용협의시 제시된 준설토 분석결과, 남은 준설구역 3개 지점 중 1개 지점에서 기준값(45 mg/kg)을 초과한 46.31mg/kg로 측정됐고, 비소는 3개 지점중 2개 지점에서 기준값(18mg/kg)을 초과한 19.60mg/kg, 20.60mg/kg이 검출되었다. 둘째, 개발에 따른 해양환경영향평가지 준설토의 투기장 투기에 따른 주변 해역에 미치는 영향이 고려되지 않았기에 부실평가라는 입장이다. 이와 같은 두 가지 쟁점에 대해서 수저준설토사유효활용기준은 해수욕장, 해안복원 등을 위한 기준이며, 납과 비소 등 준설토에 함유된 중금속이 토양환경보전법상으로는 법적 기준 내에 있어 투기가 가능하다는 입장이다. 토양환

경보전법상의 토양우려기준에 따르면 구리는 450 mg/kg, 비소 75mg/kg, 납 600mg/kg, 아연 900 mg/kg, 카드뮴 12mg/kg 이다. 이는 수저준설토사유효활용기준이 구리 60mg/kg, 비소 18mg/kg, 납 45mg/kg, 아연 180mg/kg, 카드뮴 1.5mg/kg에 비해 상당히 높은 수지에 해당한다. 또한, 부실 보고서라는 내용에 대해서 사업장 입장에서는 추가실험과 공정관리에 따른 오염물질확산을 최소화 할 계획이라고 제시하였다.

III. 연안준설 및 준설토 처리의 문제점 진단

1. 투기장 투기행위에 대한 개념의 혼동

준설토의 활용 및 처분과 관련한 처리 절차를 적용 가능한 기준, 즉 수저준설토사유효활용기준, 해양배출기준, 해양오염퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정을 바탕으로 도식화하였다(Figure 3).

일반적으로 「수저준설토사유효활용기준」에 따라 활용 가능한 준설토와 처분 대상이 되는 준설토로 구

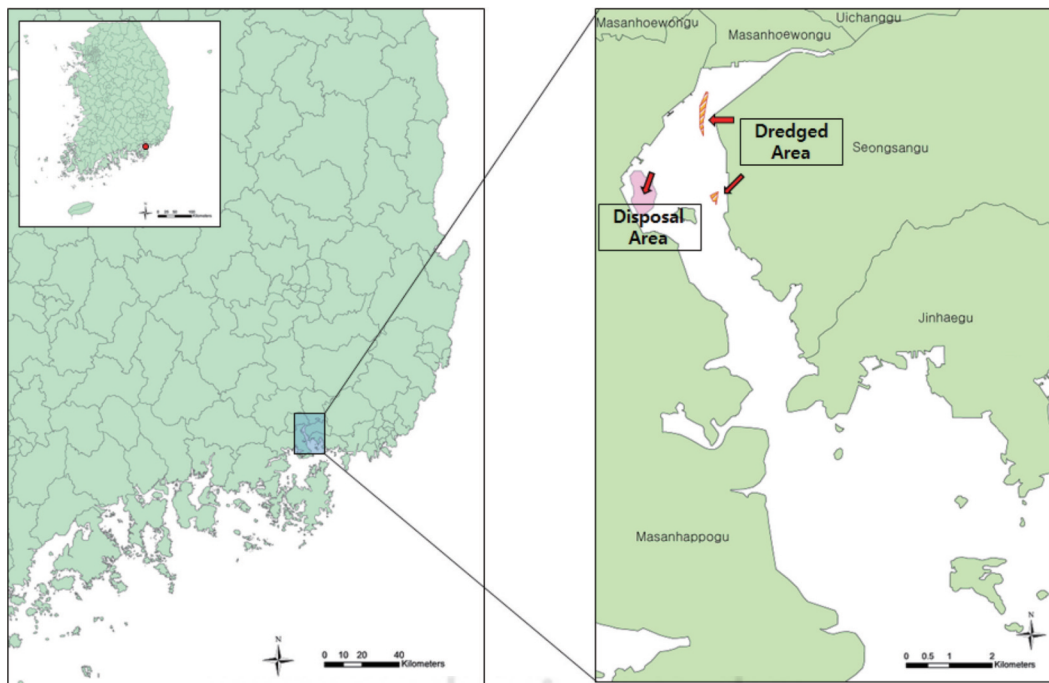


Figure 2. Overview of study site

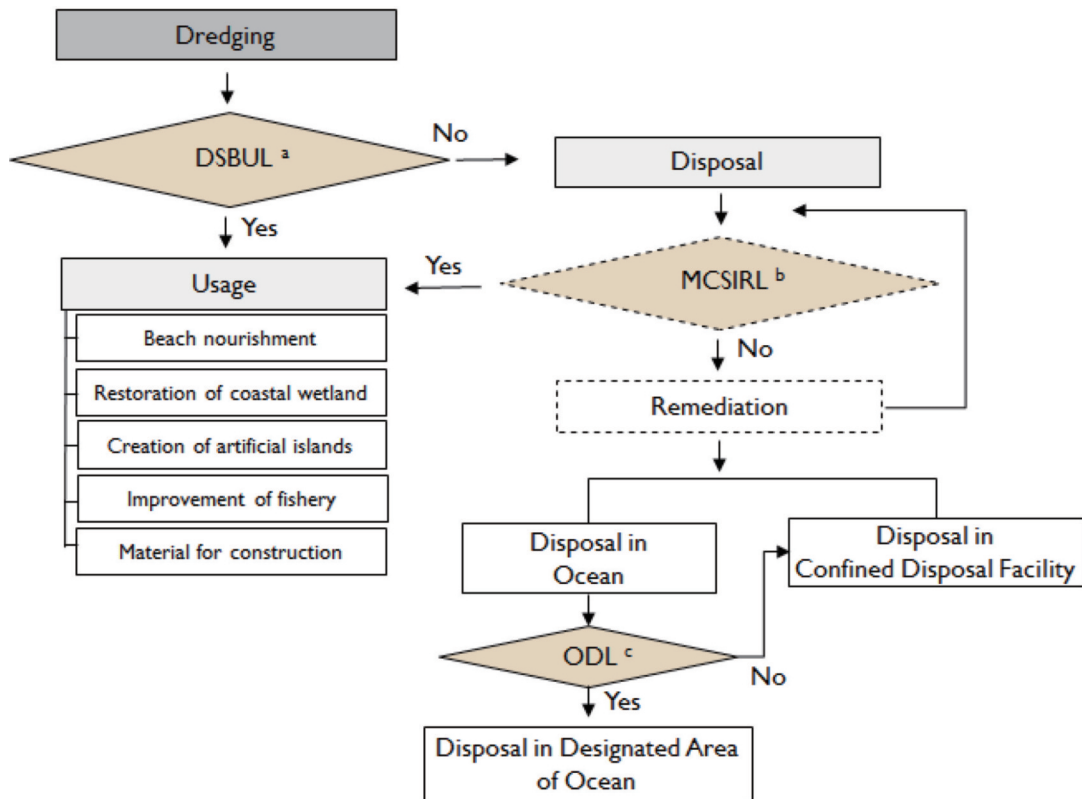
분된다. 활용 기준을 만족하는 토사에 대해서는 해수욕장의 양빈, 습지 등 해안의 복원, 인공섬의 조성, 어장개선사업, 항만시설 또는 어항시설의 개발시 공사용 재료 등으로 활용가능하다(해양수산부, 2013a). 반면, 활용기준을 만족시키지 못하는 토사에 대해서는 폐기물로서 호안을 설치하여 처리하도록 규정되어 있다(해양수산부, 2013b).

준설토를 처분하는 방법으로 외해투기시에는 해양배출처리기준이 존재하여 이 기준을 만족하는 토사에 대해서만 정해진 해역투기장소 즉, 서해 병해역, 동해 병해역, 동해 정해역에 투기가 가능하다. 해양투기의 포괄적 평가체제인 런던협약 96의정서의 채택에 따라 투기목적의 해양이용을 점차 축소하고 있어 오염정도에 따라 투기를 엄격히 규제하고 있는 실정이다. 따라서 오염퇴적물을 최종처리 이전에 오염물질 제거를 위한 중간처리 단계 계획이 필요하며,

현재 발생하는 대부분의 준설토는 투기장을 통한 투기가 이루어지고 있는 실정이다.

중간처리와 관련하여 「해양오염퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정」이 있다. 이에 따르면, 해양오염퇴적물을 물리·화학·생물학적으로 가공하여 오염 정도를 감소시킨 후 재활용하거나 조성된 육상이나 해역 매립지 또는 새로이 조성된 육상이나 해역 매립지에 환경적으로 안전하게 매립하도록 규정하고 있다.

이와 같이 현재의 준설토 처리절차에 따르면 서해 지구에 준설토를 투기하는 행위는 활용이 불가능한 준설토사에 대한 처분의 개념이다. 하지만 이러한 투기가 완료된 이후에는 부지로서 활용되기 때문에 매립재로서 활용으로 볼 수 있다. 현재의 체제는 준설토사 유효활용기준에 따라 활용가능한 토사와 활용불가능한 토사로 구분이 된 이후에 활용불가능한 토



^aDSBUL: Dredged Sediment Beneficial Use Level, ^bMCSIRL: Marine Contaminated Sediment Investigation and Remediation Level, ^cODL: Ocean Disposal Level

Figure 3. Procedure of coastal dredged sediment

사에 대해서 호안을 설치한 후 투기를 통해서 다시 부지로 활용이 되기 때문에 활용과 처분의 개념이 모호하다고 할 수 있다. 따라서 준설토를 투기장에 투기하는 행위에 대해서 매립재로서의 활용으로 볼 것인지, 오염준설토에 대한 처분으로 볼 것인지에 대한 명확한 구분이 필요하다.

2. 준설토 활용을 위한 적용 기준

준설토 활용을 두고 적용하는 기준에 대해 혼동이 있다. 마산만 사례에서와 같이 사업자는 준설토의 투기적합여부를 평가하는 기준으로 토양환경보전법상의 토양오염우려기준을 제시한 반면, 시민단체는 준설토사유효활용기준을 제시하였다. 새만금 호소 및 외해에서 발생하는 준설토의 활용과 관련하여 환경부(2012)의 보고서에서는 “오염준설토를 「토양환경보전법」 상의 우려기준을 초과하는 새만금 호소내·외의 준설 대상 물질”로 정의하고, “매립토를 용지 조성지역에 매립이 가능한 새만금 호소내 또는 외해에서 준설한 오염되지 않은 토사”라고 정의하고 있다. 이와 같이 매립재의 기준으로 토양환경법상의 우려기준을 제시하고 있다. 하지만 두 기준은 적용되는 실험방법에 있어서 서로 차이가 있다. 유효활용기준은 해양환경공정시험방법에 따른 완전분해법을 이용

하고 토양오염우려기준은 토양오염공정시험방법에 따른 전함량분석법을 이용하고 있다. 일반적으로 완전분해법이 전함량분석법에 비해 높은 추출효율을 가진다고 알려져 있다. 또한 두 기준사이에는 기준값에 있어서 서로 큰 차이를 보인다. 두 기준을 비교분석하기 위해서 준설토사유효활용기준, 토양오염우려기준(1지역)과 마산만 준설토의 중금속 항목 중에서 비교 가능한 항목을 표준화하여 다음 그림에 나타내었다(Figure 4). 마산만의 경우는 정점 3지점에서 나타난 최대값을 이용하였다. Figure 4에서 나타나듯이, 유효활용기준이 토양오염우려기준보다 낮게 설정되어 있다. 즉, 상대적으로 더 강화된 기준이 적용되고 있다고 할 수 있다. 토양오염우려기준은 준설토유효활용기준에 비해 구리 7.5배, 비소 4.1배, 납 13.3배, 아연 5배, 카드뮴 8 배정도 높은 수준이다. 이에 따라 마산만의 경우와 같이 유효활용기준을 적용할 시에는 기준을 초과하여 매립재로서 재활용이 불가능하지만 토양오염우려기준을 적용할 시에는 기준을 만족하여 매립재활용이 가능한 경우가 발생하게 된다. 이와 같이 하나의 대상을 두고 적용하고자 하는 기준에 따라 서로 다른 결과를 나타낼 수 있기 때문에 준설토 활용을 위한 적용기준에 대한 정립이 요구된다.

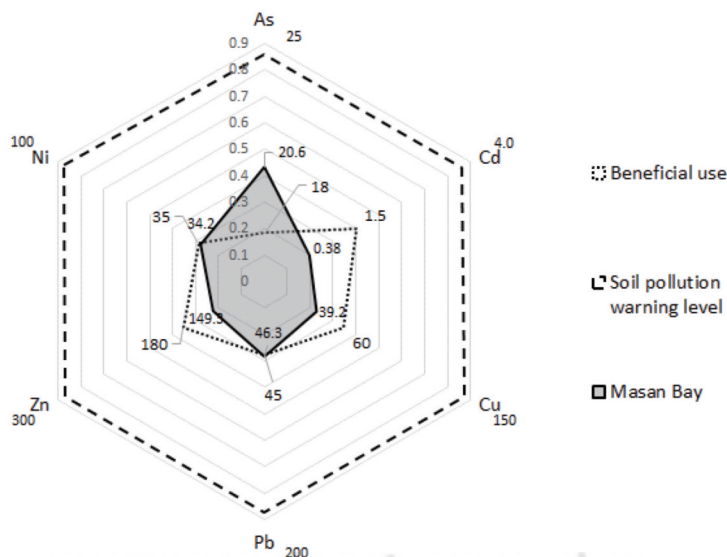


Figure 4. Comparison of beneficial use level to soil pollution warning level

3. 수저준설토사유효활용기준 문제점

수저준설토사유효활용기준 지난 2010년 해저준설 토사를 자원으로 재활용하기 위해 호안을 설치하여 투기하거나, 오염도 기준에 충족하는 준설토사의 경우 해수욕장 양빈, 항만공사용 재료로 활용토록 마련되었다. 이후 오염도 기준과 상관없이 화산활동 등 자연적 토양특성에 기인한 토사는 추가 자료 확인을 거쳐 재활용이 가능하도록 제도를 보완한 바 있다. 하지만, 활용을 고려한 기준 수치에 대한 추가 구분이나 단계별 활용 기준치에 대한 추가 보완 없이 아직까지 하나의 기준치를 제시하고 있는 실정이다. 하나의 기준치 제시는 마산만의 경우처럼 조금이라도 기준을 초과했을 경우 준설토는 활용되지 못하고 처분의 대상이 된다. 준설토의 자원으로서의 가치를 높이고 활용의 범위를 확대하기 위한 활용기준의 보완이 필요하다.

4. 준설행위에 대한 해역이용협의시의 문제점

앞선 마산만의 사례에서 해양환경영향평가지 준설토의 투기장 투기에 따른 주변 해역에 미치는 영향이 고려되지 않아 부실평가라고 제기한 바 있다. 하지만 현행상으로는 준설사업에 따른 해역이용협의와 투기장건설에 따른 해역이용협의를 별개로 진행하고 있다.

준설사업의 경우에는 준설에 따른 부유사 및 침퇴적 영향을 예측하고 이러한 영향을 최소화 할 수 있는 저감방안을 평가하고 이후 준설토 적치에 따른 유해곤충의 영향을 고려하도록 하고 있다(해양수산부, 2015). 준설토 투기장 공사에 따른 해역이용협의시에는 투기장 건설에 따른 해양환경영향예측 및 저감대책을 평가하고 있을 뿐 운영시 즉, 투기장에 준설토를 투기하는 행위에 따른 주변해역의 영향평가는 이루어지지 않고 있다.

마산만 사례의 경우, 준설토 투기장과 관련된 실시절계 및 해역이용협의는 기 완료된 상태이고, 적법한 절차와 평가로 이루어진 상태에서 실질적으로 투기장 주변해역에 대한 영향평가를 수행하는 것은 평가범위에 포함되지 않는 실정이다. 하지만 준설토의 투기에 따른 투기장 주변해역에 영향이 있을 수 있으며

로 이에 대한 제도적인 보완이 필요하다.

IV. 연안 준설 및 준설토 처리의 개선방안

1. 투기장 투기행위에 대한 개념 정립

준설토 처리 절차를 살펴본 결과 유효활용기준 이하의 토사를 투기장에 투기하는 행위를 활용으로 볼 것인지, 처분으로 볼 것인지에 대한 명확한 개념적인 정립이 필요하다. 현행상으로는 투기장으로 투기되는 준설토는 매립재로서의 활용 개념이 아니라 오염준설토사의 처분의 개념이기 때문에, 아무리 오염된 준설토라고 하더라도 투기장으로 투기하는 준설토를 재제할 수 있는 법적 근거는 없는 실정이다. 다시 말해서, 앞선 사례와 같이 투기장에 준설토를 투기하는 행위는 유효활용기준을 만족시켜야 하는 대상이 아니라 만족시키지 못한 준설토를 처분하는 행위로서 적법한 사례라고 볼 수 있다. 하지만 투기가 완료된 투기장에 대한 이용계획을 살펴보면(Table 1), 전체투기장면적 3,083.8m² 중에서 항만부지로 1,121.2m², 친수공간으로 902.9m² 산업단지 등의 기타용도로 201.0m²의 면적이 계획되어 있어, 전체투기장 중 93.5%에 해당하는 면적이 부지용도로 이용될 계획이며(윤길림과 김한선, 2011), 해역이용협의시에 투기장을 계획함과 동시에 토지이용계획을 같이 수립하는 경우도 있다. 따라서 준설토를 투기장에 투기하는 행위는 처분의 개념이 아니라 매립재로서의 활용으로 접근할 필요가 있다. 추가적으로, 오염준설토를 투기장에 투기하였을 경우 부산신항의 사례와 같이 환경적인 문제가 발생할 수 있으며 투기장의 호안을 통해서 용존성 오염물질의 유출로 인한 해양환경에 지속적인 악영향을 미칠 수 있으므로 투기장의 투기를 활용의 개념으로 접근함과 동시에 준설토의 매립재 활용을 위한 기준 설정이 반드시 필요하리라 판단된다.

2. 준설토 활용을 위한 적용 기준 확립

해양에서 발생하는 준설토를 매립재로 활용할 경우 토양오염우려기준과 수저준설토사유효활용기준

적용에 대한 혼동이 발생하고 있으므로 이에 대해서 명확한 기준을 제시할 필요가 있다.

두 기준에 대해 기준항목별로 살펴보면, 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 아연, 니켈 등의 중금속은 두 기준 모두 포함하고 있으나 크롬은 차이가 있다. 토양오염우려기준에는 6가크롬을 제시하고 있으나 준설토사유효활용기준은 총크롬을 제시하고 있다. 또한 수저준설토사유효활용기준에는 TN, TP 와 같은 영양염류 항목과 총 PAH 항목을 포함하고 있는 반면, 토양오염우려기준 항목에는 포함되어 있는 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌 항목에 대한 기준은 포함하고 있지 않다. TN 과 TP가 유효활용기준에 포함되어 있는 것은 2006년에 발생한 진해 신항만 준설투기장의 높은 유기물 함량에 따른 깔따구의 증식으로 문제가 발생함에 따른 것으로 판된다(해양수산부, 2007). 그리고 tPAH, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 등의 포함 여부는 대상물질이 물에 쉽게 용해되어 해저에서 퇴적물에 잔존할 가능성이 낮은 것에 따른 것으로 판단된다(환경부, 2012).

분석방법을 살펴보면, 수저준설토사유효활용기준 해양환경공정시험방법에 따른 완전분해법을 이용하고 토양오염우려기준은 전함량분해법을 이용하고 있다. 완전분해법은 질소, 과염소산, 불소산을 이용해서 대상오염물질을 분해하며(해양수산부, 2013c), 전

함량분해법은 염산과 질산을 이용하여 분해한다(환경부, 2013). 오다연 등(2011)에 따르면, 하나의 퇴적물을 대상으로 완전분해법과 전함량분해법을 통해 분석한 결과에서 중금속별 전분해농도 대 완전분해농도비가 하천퇴적물의 경우 38.4%에서 82.9%, 호소퇴적물의 경우 30.6%에서 66.5%의 범위로 전분해보다 완전분해방법으로 퇴적물시료를 전처리하였을 때 중금속의 농도가 높게 나타난다고 보고하여 전처리방법에 따라 분석 결과값에 큰 차이를 보인다.

이와 같이 두 기준은 서로 다른 조사항목과 조사방법을 이용하고 있으며 이는 육상환경과 해양환경을 충분히 고려하여 설정된 것이다. 마산만 사례처럼, 해양환경공정시험방법에 따라 분석한 측정값을 바탕으로 토양오염우려기준에 적용하는 것은 합리적이지 못하며 해양에서 발생하는 연안준설토의 처리 및 활용은 해양환경관리법에 따른 분석 및 기준 적용이 적절할 것으로 판단된다.

3. 수저준설토사유효활용기준의 개선방안

현재의 수저준설토사유효활용기준 하나의 농도기준값을 제시하고 있을 뿐만 아니라 활용에 대한 구분 없이 일괄적으로 활용적합 여부를 결정하고 있다(Figure 5). 다시 말해서 양빈, 해안의 복원, 인공섬의 조성, 어장개선사업, 항만시설 또는 어항시설의 개발시 공사용 재료의 기준이 하나로 동일하며 제시

Table 1. Status of use plan for land disposal area(Yoon and Kim, 2011) (Unit: 10,000 m²)

Authority	Total area	Use plan			
		Port	Waterfront	Industrial	Unplanned
Yeosu RO&FA	1,133.7	0.0	292.0	841.7	0.0
Incheon RO&FA	677.0	97.0	563.0	17.0	0.0
Busan RO&FA	643.0	643.0	0.0	0.0	0.0
Gunsan RO&FA	323.0	122.0	0.0	0.0	201.0
Pyungtaek RO&FA	160.0	160.0	0.0	0.0	0.0
Mokpo RO&FA	100.0	58.3	41.7	0.0	0.0
Daesan RO&FA	38.1	38.1	0.0	0.0	0.0
Donghae RO&FA	6.2	0.0	6.2	0.0	0.0
Pohang RO&FA	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0
Total	3,083.8	1,121.2	902.9	858.7	201.0
Percentage	100.0	36.6%	29.0%	27.9%	6.5%

된 기준농도도 하나로 제시되어 있어 조금이라도 기준을 초과하게 되면 활용되지 못하게 되어 있다. 이는 연안준설토의 활용 범위를 제한하여 자원의 낭비를 초래할 수 있으며 준설토의 유효활용을 확대할 수 있는 방안을 적극 모색할 필요가 있다.

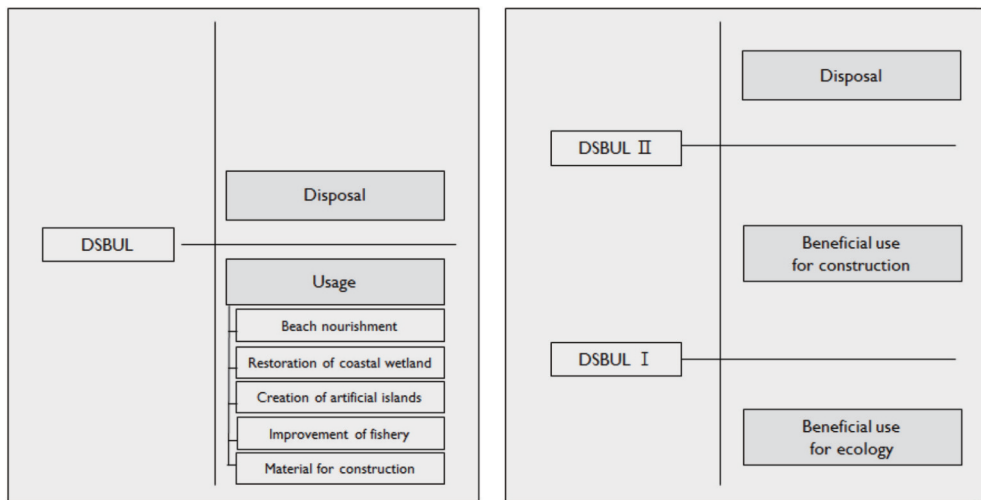
준설토와 관련된 법적기준, 즉 해양환경기준의 퇴적물기준, 해양배출기준, 해양오염퇴적물 조사 및 정화·복원 범위 등에 관한 규정의 기준농도를 살펴보면 해양환경기준은 생태영향이 거의 없을 것으로 예상되는 주의기준과 생태영향이 발현된 개연성이 매우 높은 관리기준으로 구분되어 있고, 해양배출기준은 해양 배출이 불가능한 1기준과 해양배출이 가능한 2기준, 그리고 그 사이는 생태독성평가를 통한 정밀평가를 통해서 배출 허용여부를 재결정하게 된다. 해양오염퇴적물기준 역시 1기준, 2기준과 같이 두 가지 체계로 구성되어 있다. 두 가지 기준농도의 제시는 준설토의 자원가능성을 확대할 수 있는 좋은 방안이 될 수 있다.

윤길림과 정우섭(2008)에 따르면, 항만준설토사 유효활용을 위한 오염도 평가 연구에서 오염도가 높은 준설토사의 경우 준설토사를 경량골재, 벽돌 및 시멘트에 의한 고형화 등으로 가공하여 처리 및 활용하거나, 인간에 대한 노출이 최소화 될 수 있는 지하층진재 등으로 활용하여 유효활용을 가능성을 크게

확대할 수 있다고 평가 한 바 있다. 이와 같이 노출정도를 고려하여 연안준설토의 활용을 증가시키는 방안을 제시하고 있다.

오염물질의 위해도는 노출정도에 따라서 크게 달라질 수 있기 때문에 양빈, 연안복원, 어장개선사업 등과 같은 생태적인 활용을 위한 기준과 건설용 재료 또는 매립재로서의 활용을 위한 기준을 구분하여 2단계 체계로 제시할 필요가 있다. 이를 통해서 준설토의 안정성을 확보함과 동시에 활용을 확대할 수 있으리라 판단된다.

본 연구에서는 준설토의 활용을 높이기 위해 큰 틀에서 접근하여 하나의 기준으로 제시되어 있는 현재의 유효활용기준을 노출정도를 고려한 2 단계 기준의 적용을 제안하였다. 어떤 기준과 항목을 고려할지에 대한 구체적인 기준 제시를 위해서는 퇴적물과 관련된 현재 우리나라의 법적 기준과 해외기준과의 비교, 우리나라 준설토의 배경농도 등을 고려하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 연안 투기장에 투기된 모든 준설토가 재활용된다고 전제하기는 어렵기 때문에, 투기 후 재활용 계획이 있는 경우와 없는 경우를 구분하여 적용기준을 다르게 하는 방안도 고려할 필요가 있다. 다시 말해서, 투기 후 재활용 계획이 있는 경우는 본 연구에서 제시한 기준을 적용하고, 재활용계획이 없는 경우는 단순 투기 적합



*DSBUL: Dredged Sediment Beneficial Use Level

Figure 5. Improvement on dredged sediment beneficial use level

기준을 적용하는 방안도 고려 할 수 있다.

4. 해역이용협의시의 문제점 개선방안

준설사업과 관련하여 해역이용협의시에는 준설단계, 이송단계, 처분단계로 구분되어 행위에 대한 영향 및 저감대책을 평가하고 있다.

처분은 투기장 또는 해양을 통해서 처분하게 되는데, 해양배출의 경우에는 준설토의 해양처분에 따른 해역의 물리, 화학, 생물학적 영향 등을 중점적으로 평가하고 있으나 투기장을 통해서 투기할 경우에는 주로 준설행위에 의한 영향을 고려하고 있을 뿐, 투기에 따른 주변해역의 영향 파악에 대한 평가가 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

하지만 투기장에 오염준설토 투기시 투기장 주변 해역으로의 침출수에 의한 영향이 있을 수 있다. 연안준설토는 그 자체가 유기물함량이 높고, 특히, 중금속 또는 유해물질 등과 같은 오염물질을 포함하고 있어서 호안을 통해 유출될 경우 생태계 내에서 어류를 포함한 고등생물로 축적될 수 있다.

Bocchetti *et al.*(2008)는 항로지역에서 준설 및 준설토의 처분에 의한 홍합을 이용한 오염물질 축적 실험 결과를 통해 오염준설토를 연안 투기장에 처분할 경우 주변 해역에 대한 세심한 모니터링을 실시되어야 한다고 보고한 바 있다.

이와 같이 준설토 투기에 따른 주변해역에 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고 현 제도상에는 투기장 주변해역에 대한 평가가 제대로 이루어지지 않고 있다. 따라서 준설토의 투기장 투기시 투기장 주변해역에 대한 현황 파악 및 영향 예측, 사후모니터링이 추가되어야 할 것으로 판단된다.

V. 결론 및 요약

준설행위에 따른 연안준설토의 활용 및 처분에 관련된 현 체계 및 법적 기준의 고찰을 통해서 문제점을 진단하고 개선방안을 제시하고자 하였다. 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 준설토를 투기장에 투기하는 행위는 향후 부지로서 활용 될 뿐만 아니라 부지 활용이 지속적으로

이루어지는 것이 바람직함을 감안해볼 때 오염준설토의 처분이 아닌 매립재로서의 활용으로 접근할 필요가 있다.

둘째, 준설토의 활용 및 처분을 결정하는 기준으로 수저준설토사유효활용기준과 토양환경기준 등의 두 기준이 적용되고 있는데, 이에 대한 명확한 하나의 기준으로 정립될 필요가 있다. 기준항목, 기준농도, 실험방법 등의 차이를 고려해 볼 때 연안준설토에 대해서는 유효활용기준을 적용하는 것이 적합하리라 판단된다.

셋째, 준설토의 활용과 관련하여 적용 가능한 수저준설토사유효활용기준은 하나의 기준을 제시하고 있으므로 매립재와 같은 공학적인 활용은 다소 완화된 하나의 기준이 추가된 두가지 기준 체제로 제시할 필요가 있다.

넷째, 준설 행위에 대한 해역이용협의시 준설토의 처리와 관련하여 투기장에 투기할 경우 투기장 주변 해역에 대한 현황, 영향예측, 저감대책, 사후모니터링에 대한 중점 평가가 추가되어야 한다.

사사의 글

이 연구는 국립수산과학원의 “어장환경모니터링(RP-2015-ME-037)” 과제의 일환으로 수행되었습니다. 연구자료를 확보하고 분석하는데 도움을 주신 수과원 해역이용영향평가센터 연구진에게 감사드립니다.

인용문헌

- 김영태, 김귀영, 전경암, 이대인, 유준, 김희정, 김인철, 엄기혁. 2013. 연안준설 사업에 따른 해양 수질 및 퇴적물 영향평가 개선 방안, 해양환경안전학회, 19(2), 119-128.
- 엄기혁, 이대인, 박달수, 김귀영. 2009. 우리나라 연안준설 및 준설토 해양투기 현황진단, 환경영향평가, 18(3), 185-193.
- 오다연, 최경균, 허인애, 황인성, 김영훈, 허진, 신현상, 오정은, 신원식, 박정훈. 2011. 완전분

- 해와 전분해방법에 의한 영산강·섬진강수계 퇴적물의 중금속농도 상관관계, 대한환경공학회지, 32-38.
- 윤길림, 김한선. 2011. 준설토 활용공학, 서울: CIR.
- 윤길림, 정우섭. 2008. 항만준설토사 유효활용을 위한 오염도 평가, 한국지반공학논문집, 24(5), 15-25.
- 윤길림, 조홍연. 2002. 준설토 재활용 방안 및 적용 사례 분석, 한국지반환경공학회, 3(2), 48-63.
- 이대인, 김귀영, 전경암, 엄기혁, 유준, 김영태, 문주훈, 감민재. 2011. 해역이용협의제도 운용 현황 분석 및 실효성 제고방안, 한국해양환경공학회지, 14(4), 239-248.
- 이대인, 박달수, 엄기혁, 조현서, 김종규, 서영교, 백근욱. 2009. 연안준설토 준설토 해양투기 해양환경평가 개선방안, 환경영향평가, 18(3), 131-141.
- 한국어촌어항협회. 2013. 어항어장.
- 해양수산부. 2007. 준설토사 처리 및 유효활용 기준 수립
- 해양수산부. 2013a. 수저준설토사 유효활용기준 등 규정.
- 해양수산부. 2013b. 해양환경관리법 시행규칙.
- 해양수산부. 2013c. 해양환경공정시험방법.
- 해양수산부. 2014. 해양환경관리법.
- 해양수산부. 2015. 해역이용협의영형평가 업무편람, 287-289.
- 환경부. 2012. 새만금 호내 친환경적 준설토 준설토 관리방안.
- 환경부. 2013. 토양오염공정시험기준.
- 통계청. <http://kostat.go.kr>
- Bocchetti R, Fattorini D, Pisanelli B, Macchia S, Oliviero L, Pilato F, Pellegrini D, Regoli F. 2008. Contaminant accumulation and biomarker responses in caged mussels, *Mytilus galloprovincialis*, to evaluate bioavailability and toxicological effects of remobilized chemicals during dredging and disposal operations in harbour areas, *Aquatic Toxicology*, 89(4), 257-266.
- Stronkhorst J, Ariese F, van Hattum B, Postma JF, de Kluijver M, Den Besten PJ, Bergman MJN, Daan R, Murk AJ, Vethaak AD. 2003. Environmental impact and recovery at two dumping sites for dredged material in the North Sea, *Environmental Pollution*, 124, 17-31.
- Zimmerman LE, Jutte PC, Van Dolah RF. 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.

References

- Bocchetti R, Fattorini D, Pisanelli B, Macchia S, Oliviero L, Pilato F, Pellegrini D, Regoli F. 2008. Contaminant accumulation and biomarker responses in caged mussels, *Mytilus galloprovincialis*, to evaluate bioavailability and toxicological effects of remobilized chemicals during dredging and disposal operations in harbour areas, *Aquatic Toxicology*, 89(4), 257-266.
- Eom KH, Lee DI, Park DS, Kim GY. 2009. Diagnosis for Status of Dredging and Ocean Disposal of Coastal Sediment in Korea, *Journal of Environment Impact Assessment*, 18(3), 185-193.
- Kim YT, Kim GY, Jeon KA, Lee DI, Yu J, Kim HJ, Kim IC, Eom KH. 2013. Improvements in the Environmental Impact Assessment on Seawater and Sediment Qualities for Coastal Dredging Projects, *Journal of the Korean Society of Marine Environment*

- and Safety, 19(2), 119-128.
- Korea Fisheries Infrastructure Promotion Association. 2013. Fishing port and Fisheries.
- Lee DI, Kim GY, Jeon KA, Eom KH, Yu J, Kim YT, Moon JH, Kam MJ. 2011. An Application Status and Consideration of System Improvement on the Sea Area Utilization Conference and Impact Assessment, *Journal of the Korean Society for Marine Environment and Energy*, 14(4), 239-248.
- Lee DI, Park DS, Eom KH, Kim GY, Cho HS, Kim JK, Seo YK, Baek GW. 2009. Improvement of the Marine Environmental Assessment for Dredging and Ocean Disposal of Coastal Sediment in Korea, *Journal of Environment Impact Assessment*, 18(3), 131-141.
- Ministry of Ocean and Fisheries. 2007. Establishment of Standard for Dredged Sediment Disposal and Beneficial Usage.
- Ministry of Ocean and Fisheries. 2013a. Standard for Beneficial usage of Dredging Coastal Sediment.
- Ministry of Ocean and Fisheries. 2013b. Marine Environment Management Act Enforcement Regulations.
- Ministry of Ocean and Fisheries. 2013c. Standard for Marine Environment Test.
- Ministry of Ocean and Fisheries. 2014. Marine Environment Management Act.
- Ministry of Ocean and Fisheries. 2015. Guide for Sea Area Utilization Conference and Impact Assessment.
- Ministry of Environment. 2012. Management plan for Dredging and Dredged Sediment in Saemanguem.
- Ministry of Environment. 2013. Standard for Soil Pollution Test.
- Oh DY, Choi KK, Huh IA, Hwang IS, Kim YH, Hur J, Shin HS, Oh JE, Shin WS, Park JH. 2011. Correlation of Heavy Metal Concentrations between Total Digestion and Aqua Regia Digestion for Sediments from Yeongsan and Seomjin Watersheds, *Journal of the Korean Environmental Sciences Society*, 32-38.
- Statistics Korea. <http://kostat.go.kr>
- Stronkhorst J, Ariese F, van Hattum B, Postma JF, de Kluijver M, Den Besten PJ, Bergman MJN, Daan R, Murk AJ, Vethaak AD. 2003. Environmental Impact and Recovery at Two Dumping Sites for Dredged Material in the North Sea, *Environmental Pollution*, 124, 17-31.
- Yoon GL, Kim HS. 2011. Use of Dredged Materials, Seoul: CIR.
- Yoon GL, Jeong WS. 2008. Assessment of Contamination of Harbor Dredged Materials for Beneficial Use, *Journal of the Korean Geotechnical Society*, 24(5), 15-25.
- Yoon KL, Joh HY. 2002. Recycling Strategies and Case Histories of Dredged Soils, *Korean Geo-Environmental Society*, 3(2) 48-63.
- Zimmerman LE, Jutte PC, Van Dolah RF. 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.