

# 용출시험에 의한 항만 준설토의 오염도 평가

-해양환경에 미치는 영향평가를 중심으로-

## Contaminant Assessment of Dredged Material by Leaching Test

- focused on the impact assessment of the coastal environment -

조홍연<sup>1)</sup> · 최광희 · 윤길림

Cho, Hong-YeonChoi, Kwang-HeeYoon, Gil-Lim

### Abstract

The physical characteristics and contaminant level of the dredged material generated by the channel maintenance and water quality improvement was analysed in a series of the study of the beneficial uses of dredged material in harbor. Dredged materials were sampled at Kunsan, Kohyun, Samchunpo, and Pohang Harbors and tested in the laboratory(leaching Test). From the experimental results, the specific gravity does not shows large differences, while almost grains are composed of silts and oyster shells except Pohang harbor containing gravels. The COD release rate and ignition loss is high in Kunsan dredged materials because of the watershed pollutants loads. The nutrient release rate is also relatively high. The release concentration of the heavy metals shows the highest values on Zn, Pb, Cd, Cu constituents at Kohyun, Kunsan, Samchunpo, Kunsan, respectively.

**Keywords** : dredged material, leaching test, COD, ignition loss, nutrients, heavy metal

### 요 지

항로유지 및 오염해역준설로 인하여 항만에서 발생하는 준설토를 재활용하는 방안 연구의 일환으로 준설토의 물리적인 특성 및 오염도 특성 분석을 수행했다. 대상 항만은 군산항, 고현항, 삼천포항, 포항항이었으며, 유지준설토를 현지에서 채취하여 용출시험에 이용했다. 실내시험결과, 준설토의 비중은 큰 차이를 보이지 않았으며, 입도분포는 군산항, 삼천포항, 고현항은 실트질 및 굴폐각 성분이 대부분이고, 포항항의 경우는 자갈성분이 많은 것으로 파악되었다. 한편, 군산항 준설토는 금강유역에서 배출되는 오염부하의 영향으로 COD 용출농도 및 강열감량이 크게 나타났으며, 영양염류 용출농도도 타 항만에 비하여 큰 값을 보이고 있다. 중금속 용출농도는 Zn, Pb, Cd, Cu 항목에 대하여 각각 고현항, 군산항, 삼천포항, 군산항이 가장 큰 값을 보이고 있어 항목별로 오염도가 다양한 양상을 보이고 있다.

**주요어** : 준설토, 용출시험, 강열감량, 화학적산소요구량, 영양염류, 중금속

\* 정회원·한국해양연구원 선임연구원

\*\* 한국해양연구원 연수연구원

## 1. 서론

국내에서는 항로유지를 위한 정기적인 준설 및 항만건설을 위한 준설, 오염해역의 준설사업으로 인하여 매년 다량의 준설토가 발생하고 있다. 항만공사과정에서 발생하는 준설토는 대부분 투기장 매립재로 활용되고 있으나, 정기적인 항로유지 준설 및 오염해역 준설사업에서 발생하는 준설토는 육상 투기장에 매립하거나 외해에 투기하는 방법으로 처분하고 있다(한국해양연구소, 2000). 그러나, 국제적으로 폐기물의 외해투기가 해양생태계에 미치는 악영향으로 인하여 금지되는 추세를 보이고 있으며 육상의 매립지 조성이 곤란하기 때문에 준설토의 적절한 재활용 방안 및 투기시 해양생태계에 미치는 영향을 정량적으로 검토하는 연구가 수행되고 있다. 준설토의 재활용 및 해양환경에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 준설토의 물리적인 특성 및 오염도에 대한 평가가 선행되어야 한다(USAEWES, 1987; Ketchum 등, 1985).

우리나라의 경우 아직까지 준설토의 오염현황 파악 및 정부 차원의 준설토 재활용을 위한 정책 및 오염 준설토의 유효한 관리 방안이 없는 실정이다. 특히, 저서생물 또는 수질에 미치는 악영향을 평가할 수 있는 오염퇴적물에 대한 기초 조사자료가 매우 부족하여 종합적인 오염퇴적물 분포 파악이 불가능하다. 또한 퇴적물 환경기준치 설정, 오염퇴적물의 영향평가, 오염퇴적물 제거 및 재활용을 위한 지침, 환경을 고려한 준설 퇴적물의 처리방안 등 모든 관련 분야에 걸쳐 정부차원의 체계적인 관리가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 오염해역의 준설사업에서는 준설토의 오염도 평가를 수행하고 있으나, 항로유지 준설사업에서 발생하는 준설토에 대한 오염도 평가는 매우 미흡한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 준설토 재활용 및 환경에 미치는 영향평가를 위한 선행연구로서 준설토의 대부분을 차지하고 있는 항만 준설토의 물리적인 특성 및 용출실험에 의한 오염도를 평가·분석하였다.

## 2. 준설토의 특성 및 오염도 평가

항만에서 발생하는 준설토의 물리적인 특성 및 오염도를 파악하기 위하여 서해안의 군산항, 남해안의 고현항, 삼천포항, 동해안의 포항항에서 항로유지를 목적으로 준설공사를 시행하는 항만에서 준설토를 채취하였다. 준설토의 물

리적인 특성은 비중 및 체분석에 의한 입도분포 특성을 분석하였으며, 오염도는 COD, 강열감량, 영양염류, 중금속 항목에 대하여 용출실험방법으로 측정·분석하였다. 현행 우리나라에서는 폐기물 공정시험방법에 지시된 방법이 표준방법으로 제시되고 있으나, 용출실험 방법에 대한 견해는 분야별로 실험목적이 다르기 때문에 용출실험방법의 한계 및 문제점이 제기되고 있다(오창환 등, 2001). 본 연구에서는 해역저면에 퇴적되어 있는 퇴적물에서 용출되는 중금속 및 오염물질의 용출농도가 어느 정도인가를 측정하는 것에 목적을 두고 있으므로, 특별한 전처리 과정없이 액고비(L/S) 비율이 1.0인 조건에서 용출농도를 측정하였다.

### 2.1 물리적 특성분석 과정

채취한 준설토는 건조오븐에서 건조한 후, 개별 입자가 되도록 약간의 충격을 주어 잘게 부순 후 일정량을 채취하여 체분석 실험을 하였다. 그리고 준설토의 비중 실험은 #10번체(체입경 : 2.0mm)를 통과한 준설토를 이용하였으며, 흙의 표준 비중시험방법(KS F 2308)에 준하여 실시하였다.

### 2.2 준설토의 오염도 분석과정

준설토의 오염도를 분석하기 위하여 용출실험을 수행하였다. 용출실험은 채취된 준설토를 실험장치(그림 1 참조)에 넣고 증류수로 채운 뒤 공기가 통하지 않은 상태를 96시간 유지한 후 준설토 상부의 증류수를 분석하는 방법을 선택하였다. 준설토에서 용출된 오염물질의 분석항목은 준설토가 해수의 수질 및 부영양화, 적조 현상에 미칠 수 있는 영향을 조사하기 위하여 COD, 강열감량, 영양염류(TN, TP 항목)가 분석되었고, 준설토를 이용한 연안서식지 및 위락시설 조성을 위한 재활용 타당성 및 독성효과(Welch & Lindell, 1980)를 고려하기 위하여 Zn, Pb, Cd, Cu 등의 중금속 항목도 분석하였다. 강열감량 및 COD, TN, TP 항목 등은 공해공정시험법에 의한 방법으로 분석하였으며, Zn, Pb, Cd, Cu 등 중금속 항목은 용출된 시료를 채취한 후 여과과정을 거쳐 유도결합플라즈마(Inductively Coupled Plasma; ICP) 방법을 이용하여 분석하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 비중 및 체분석

유지준설토의 비중시험 결과는 군산항의 경우 비중이 2.64, 고현항 2.68, 삼천포항 2.67, 그리고 포항항은 2.64로서 실험대상 항만 유지 준설토의 비중 차이는 미소하였다(표 1 참조)

표 1. 항만 준설토의 비중(Gs)

항만	군산	고현	삼천포	포항
비중	2.64	2.68	2.67	2.64

항만 준설토의 재활용 방안을 연구하기 위하여 체분석 시험을 수행하였다(그림 2 표 2 참조). 채취한 시료를 입경의 크기에 따라서 분석하여 보면, 군산항의 경우 #100번체 통과량이 63%에 달하며, #10번체 또는 #20번체의 누가잔류량이 적으므로 일반골재로 활용하기는 어려울 것으로 판단된다. 고현항의 경우, #100번체 통과량이 12.7%이

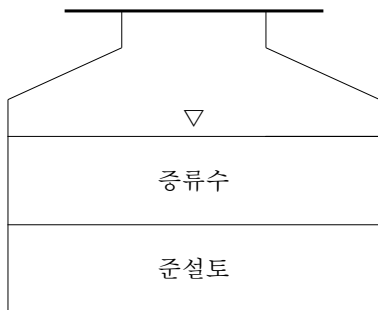


그림 1. 준설토 용출실험을 위한 실험장치

며, #20번체까지의 누가잔류량이 24.9%이나 대부분이 굵패각이었다. 따라서 고현항의 준설토의 경우도 일반 골재로 활용하기에는 부적당하다고 판단된다. 삼천포항의 경우 #20번체까지의 누가잔류량이 50% 정도이므로 군산항, 고현항과 마찬가지로 일반 골재로 활용하기에는 부적당하다고 판단된다. 반면, 포항항의 경우는 군산항, 고현항, 삼천포항과는 달리 #20번체까지의 누가잔류량이 75%에 달하고 있으며, 양질의 자갈 성분이 다량 포함되어 있어서 전처리 후 일반 골재로 재활용이 가능할 것으로 판단된다.

표 2. 항만준설토의 체분석 시험결과

	군산항	고현항	삼천포항	포항항
D <sub>10</sub> (mm)	0.081	0.138	0.140	0.250
D <sub>60</sub> (mm)	0.142	0.485	2.350	> 4.760

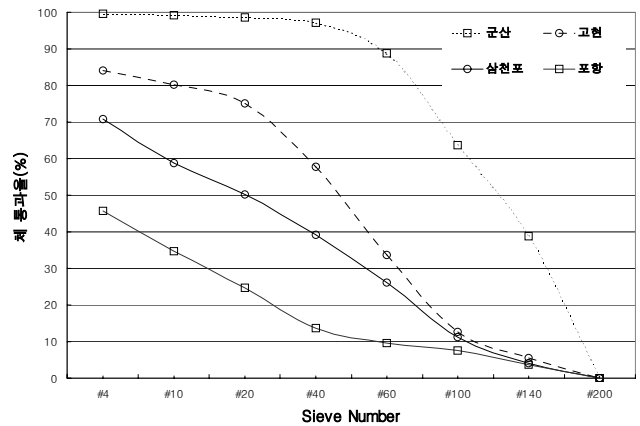


그림 2. 준설토의 입도분포 곡선

#### 3.2 COD 및 강열감량

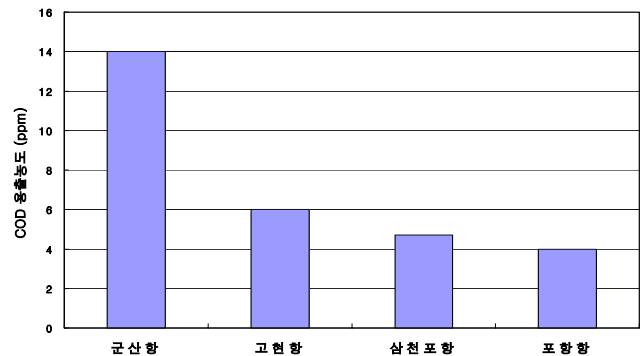


그림 3. 준설토의 COD 용출 농도

그림 3에서와 같이 유기물의 지표인 COD(화학적산소요구량) 농도는 군산항의 경우 14ppm으로 고현항, 삼천포항, 포항항에 비하여 매우 높게 나타났다. 이는 군산항이 내륙의 오염부하에 직접적인 영향을 받는 금강의 하류에 위치하고 있기 때문으로 판단된다. 해저에 퇴적된 유기물은 산소를 소비하여 분해하는 물질로 여름철에는 수온과 염분차가 커지고 해수의 유동이 약한 해역에서는 강한 성층이 형성되어 상·하층의 물질교환을 방해하기 때문에 저

층에 빈산소 또는 무산소 수괴를 형성하게 되어 수산생물에 피해를 끼칠 수 있다. 따라서 군산항의 경우 고현항, 삼천포항, 포항항에 비하여 퇴적토에서 분해된 유기물이 저층생태계에 큰 영향을 미칠 수 있으리라 판단된다.

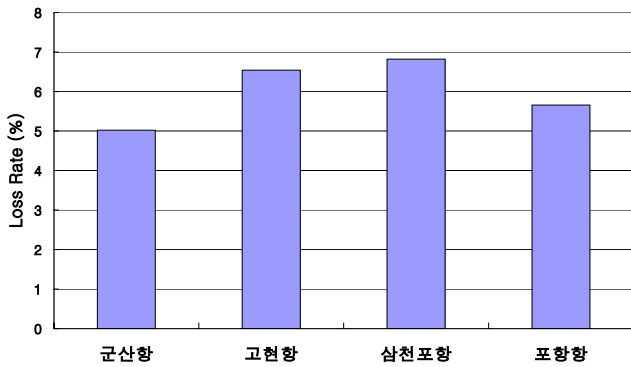


그림 4. 준설토의 강열감량

COD 용출농도만을 고려할 때 군산항 유지 준설토의 재활용 방안의 검토는 고현, 삼천포, 포항항보다 보다 세심한 주의가 필요하다고 판단되며, 재활용시 우수 등에 의한 주위 환경에로의 용출 부하를 고려해야 한다. 고현항, 삼천포항, 포항항의 경우 COD 용출농도는 4.0~6.0ppm의 범위로 나타났다. 그러나 이러한 준설토의 용출값을 폐수 배출수량 2,000(톤/일) 미만의 배출수 허용기준을 청정지역의 경우 COD 50ppm으로 수질환경 기준에서 제시하고 있는 폐수배출수 허용기준과 비교하면 매우 양호한 수질을 알 수 있다. 항만 준설토의 재활용이 주로 내륙에서 이루어진다면 발생가능한 용출수의 특별한 규제수단이 없는 상황에서 수질환경 보전법에 제시된 폐수 배출수의 허용기준에 적합해야 한다고 판단된다.

COD 항목과 같이 저질의 유기물량을 나타내 주는 지표 중의 하나인 강열감량(Ignition Loss)은 양식장이 분포해 있는 사천만, 통영, 한산·거제만, 진해만이 6.1~8.0% 범위로 보고되어 있으며, 군산항의 강열감량은 5.02 %, 고현항 6.54 %, 삼천포항 6.82 %, 포항항 5.66 %로 나타나 우리나라의 타 해역이 5.0% 미만인 것과 비교하면 높은 유기물 함량을 나타내고 있다(그림 4 참조).

### 3.3 영양염류

#### 3.3.1 총질소

해양에서 총질소는 아질산성 질소( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), 질산성 질소( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) 및 암모니아성 질소( $\text{NH}_4\text{-N}$ )를 측정하여 이들의 합으로 나타낸다. 아질산성 질소와 질산성 질소는 담수로부터의 유입과 식물성 부유생물의 증식 후 질소계 영양염류의 재생산으로 인해 해수내로 유입된다. 또한 암모니아성 질소의 유입원은 폐수, 생활하수, 강우, 해수내의 수직혼합과 동물의 배설작용, 유광층(Euphotic Zone)에서의 미생물에 의한 분해 혹은 퇴적물에서의 용출작용 등으로 알려져 있으며, 식물플랑크톤의 직접적인 흡수나 또는 아질산성 질소나 질산성 질소로 전환된 형태로 흡수되기도 한다.

질산성 질소의 경우 질소의 가장 안정된 형태로서 더 이상 산화가 진행되지 않으므로 질소계 분해의 최종생성물로 여겨진다. 그러므로 질산성 질소는 오래된 오염의 흔적을 나타내는 것으로서 위생적으로 의문될 것이 없으나 질산성 질소자체가 인체에 유해하며 유아의 청색증(Methemoglobinemia; Blue Baby)을 일으키는 원인이 된다.

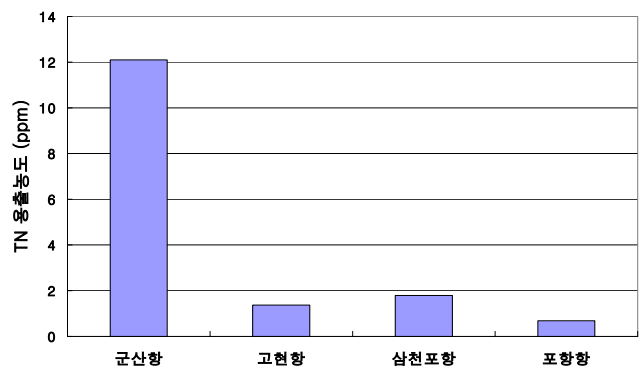


그림 5. 준설토의 TN 용출농도

군산항, 고현항, 삼천포항 그리고 포항항에 대한 항만 준설토의 용출실험결과, 군산항의 TN(Total Nitrogen, 총인) 용출농도는 12.1ppm으로 나타나 고현항의 1.37ppm, 삼천포항의 1.79ppm, 포항항의 0.68ppm 보다 매우 높은 값을 나타냈다(그림 5 참조). 이는 군산항의 경우 금강 하류에 위치한 지정학적인 원인에 의해서 내륙에서의 오염부하가 크기 때문인 것으로 판단된다.

TN 용출값을 폐물 등 오염물질 허용기준과 비교하면 고현항, 삼천포항, 포항항의 유지 준설토 용출 TN 값은 어느 지역에서나 허용 기준 내에 있으나 군산항의 유지 준설토 용출 TN 값은 허용기준을 초과하고 있음을 알 수 있다. 따

라서 이러한 준설토를 공원용지나 습지 등으로 재활용하기 위해서는 특히, 군산항의 유지 준설토에 대한 TN 부하량이 재활용되는 주위 환경에 미치는 영향에 대해서 환경 영향을 검토하고 오염의 영향에 대한 모니터링을 해야 할 필요가 있다고 판단한다.

### 3.3.2 총인

해양에서 TP(Total Phosphorus, 총인)는 인산염 인을 의미하는데, 인산염 인( $PO_4\text{-P}$ )은 생물학적 필수원소의 하나로서 해양환경에는 여러가지 형태로 존재하고 있다. 그러나 생물체에 존재할 수 있는 것은 유기인산과 인산염의 두 형태이며 또한 인산염 인은 식물 플랑크톤의 1차 생산에 크게 영향을 미치는 영양염류이며 질소와 더불어 적조 발생의 원인물질로 알려져 있다. 해수중 인산염 인의 농도는 내륙에서 발생하는 유입부하량, 퇴적물로부터의 용출량, 침전량, 적조 미생물에 의한 소비량에 따라 결정된다.

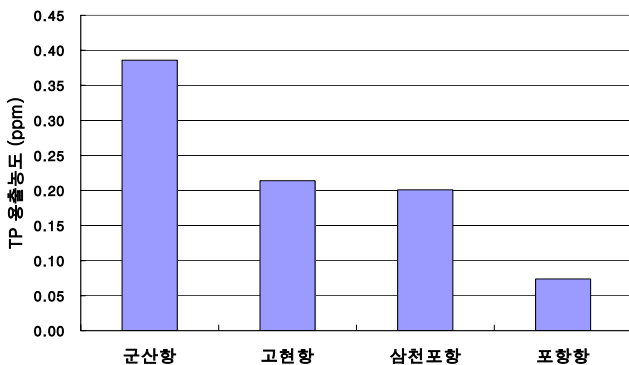


그림 6. 준설토의 TP 용출농도

또한, 항내 인산염 인의 농도 변화는 수온이 높은 여름에 성층현상으로 인해 하층에서 무산소층 형성과 함께 퇴적물중의 인산염 인이 저층으로부터 용출되어 나타날 수 있으리라 예상된다. 군산항 유지준설토의 TP 용출량은 0.386ppm으로 고현항의 0.214ppm, 삼천포항의 0.201ppm, 포항항의 0.068ppm에 비하여 높게 나타났다(그림 6 참조). 이러한 현상은 내륙의 오염부하에 큰 영향을 받아서 초래된 결과라고 판단된다.

TP의 용출값을 페놀 등 오염물질 허용기준과 비교하면 군산항, 고현항, 삼천포항, 포항항 모두가 허용 기준 내에

있음을 알 수 있다. 따라서 TP 항목만을 고려할 때, 군산항, 고현항, 삼천포항, 포항항에서 발생한 유지 준설토를 내륙에서 서식지조성이나 위락용지 등으로 재활용 할 때, 재활용 지역 주변의 환경에 대한 오염의 영향이 거의 없을 것으로 예측된다.

### 3.4 중금속

#### 3.4.1 아연(Zn)

서해안의 군산항, 남해안의 고현항, 삼천포항, 그리고 동해안의 포항항에 유지 준설토의 종류수에 의한 용출실험 결과에서 Zn의 용출량을 보면, 군산항에서 Zn은 0.003ppm의 양이 용출되었고, 고현항에서는 0.017ppm, 삼천포항에서는

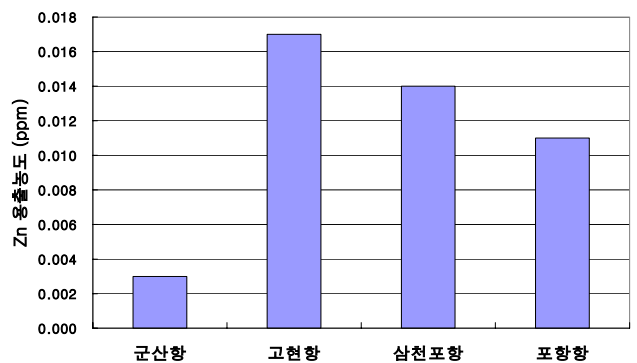


그림 7. 준설토의 Zn 용출농도

0.014ppm, 그리고 포항항에서는 0.011ppm이 각각 용출되었음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 수질환경보전법에 명시된 페놀류 등 기타 물질에 대한 배출수 허용기준을 모든 지역에서 만족하고 있음을 알 수 있다. 따라서 수질환경보전법상의 허용기준을 고려하여 준설토 재활용 시에 발생할 수 있는 Zn에 의한 환경 오염부하의 영향은 무시할 수 있다고 판단된다. 그러나 준설토의 용출수내에 포함된 Zn의 영향을 조류, 연체동물, 갑각류, 물고기등 영향을 받을 수 있는 생태계의 요소에 대한 정밀 모니터링 작업이 필요하다(그림 7 참조).

#### 3.4.2 납(Pb)

Pb 농도에 대한 생물의 독성효과를 살펴보면, 식물 플랑

크톤의 경우 100ppb 농도가 되면 급성, 만성 독성효과가 나타나며, 원생 및 환형동물(Cristigera)의 경우 300ppb 농도에서 성장률이 저하하고, 갯지렁이의 반치사농도는 2.5ppb로 대단히 저항이 강하다. 반면, 갑각류인 진흙게의 유성단계 발달이 늦어지며, 연체동물인 굴 유생은 500ppb 농도에서 무해하다. 그리고 극피동물인 성게 유생은 1.1~2.2ppm 농도에서 12시간 노출은 무해하고, 어류(Fundulus heteroclitus)는 1ppm 농도에서 14일간 노출되어도 무해하다.

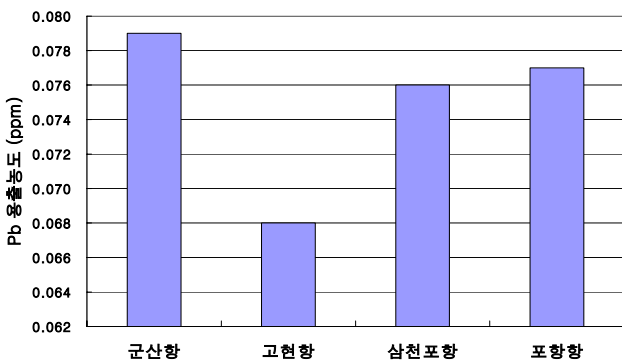


그림 8. 준설토의 Pb 용출농도

유지 준설토에 대한 Pb 항목의 용출실험 결과를 보면, 군산항 0.079ppm, 고현항 0.068ppm, 삼천포항 0.076ppm, 포항항 0.077ppm 농도의 Pb가 용출되었다(그림 8 참조). 이와 같은 결과는 폐놀류 등 기타 오염물질에 대한 배출수 허용기준의 모든 지역에 대하여 허용치 이내의 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 따라서 실험 대상지역의 유지 준설토 재활용에 대한 고려에서 Pb에 의한 환경오염의 영향은 미소하리라 판단한다.

### 3.4.3 카드뮴(Cd)

Cd에 대한 생물의 독성효과를 살펴보면, 식물 플랑크톤인 외편 모조류(Procoentrum micans)는 60ppb에서 50% 사망하고, 강장동물(Laomeda loveni)은 3ppb의 농도에서 50% 사망한다. 환형동물의 경우 100ppb이하의 농도에서는 무해하며, 곤쟁이(Eurypassopeus depres)는 10ppb 이하에서 유해하다. 가재(Hysidopsis bahia)는 반치사농도가 11ppb이며, 연체동물(Homarus americanus)은 6ppb 이상부터 이상 징후가 나타나기 시작한다. 굴 유

생은 5ppb 농도에서 10% 성장저하가 발생하고, 극피동물은 100ppb 이하의 농도에서 피해가 발생한다. 피낭동물(Botryllus schlosseri)은 5ppb 이하의 농도에서 피해가 일어난다. Baltic Sea 청어알은 5ppb 농도에 노출되면 조기 부화하고, 넙치는 50ppb에서 96시간내에 90%의 사망률을 보인다. 이러한 생물 독성의 영향과는 별도로 우리나라의 수질환경 보전법상의 폐놀류 등 기타 오염물질에 대한 배출수 허용기준에서는 청정지역의 경우 Cd의 배출수 허

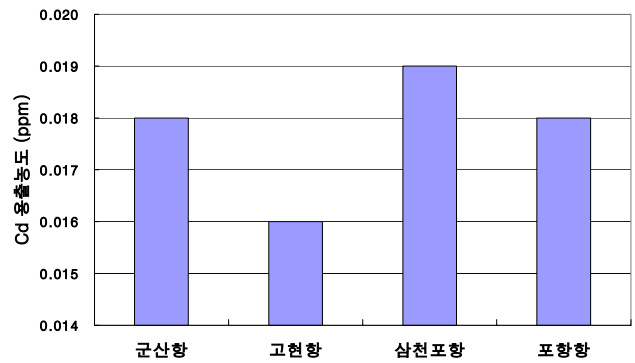


그림 9. 준설토의 Cd 용출농도

용기준이 0.02ppm으로 명시되어 있다. 유지 준설토의 Cd 용출 실험결과를 보면, 서해안 군산항의 경우 0.018ppm, 남해안의 고현항, 삼천포항은 각각 0.016ppm, 0.019ppm이 용출되었다. 동해안 포항항의 경우는 0.018ppm이 용출되고 있음을 알 수 있었다(그림 9 참조). 따라서 서해안, 남해안, 동해안에서 발생하는 유지 준설토의 재활용 가능성을 Cd 항목만을 고려하여 살펴보면, 유지 준설토를 내륙에서의 습지 조성 및 공원 조성, 해변의 주변환경 조성 등에 사용한다고 해도 준설토의 용출에 의한 Cd 배출의 환경적 유해성은 수질환경보전법 상의 법적 허용기준 이내이므로 적절한 재활용의 가능성을 고려할 만 하다고 판단한다.

### 3.4.4 구리(Cu)

구리이온은 그 독성 효과가 잘 연구된 금속이다. 구리 농도가 19ng/L 이상이면 규조류인 Thalassiosira pseudomona의 생장은 저해를 받고 편모류인 Gonyaulax tarmarensis는 6ng/L에서도 영향을 받는다. 그리고 다른 규조류인 Skektonmema coastatum의 경우는 180ng/L 이상이 되면 영향을 받는다. 그러나 두 가지 이상의 금속이온이 동



시에 존재하는 경우에는 6,300ng/L(자연상태 농도의 2 배)에서도 식물플랑크톤의 성장에는 영향을 미치지 않는다. 또한 자연상태의 해수에 6,300ng/L 구리를 첨가하면 일단 기초생산력은 저해되나 기존의 식물플랑크톤 종조성이 고농도 구리 해양에 내성이 강한 종으로 치환되어서 10 일 후에는 기초생산력이 회복된다.

한편, 군산항의 경우 Cu의 용출량은 0.206ppm이고 고현항의 경우는 0.193ppm, 삼천포항은 0.2ppm이었다. 그리고 동해안의 포항항은 0.197ppm의 Cu가 용출되고 있음을 알 수 있다(그림 10 참조). 이와 같이 Cu 용출값은 페놀류 등 기타 오염 물질에 대한 배출수 허용기준의 Cu 배출 허용기준 내에 있음을 알 수 있다.

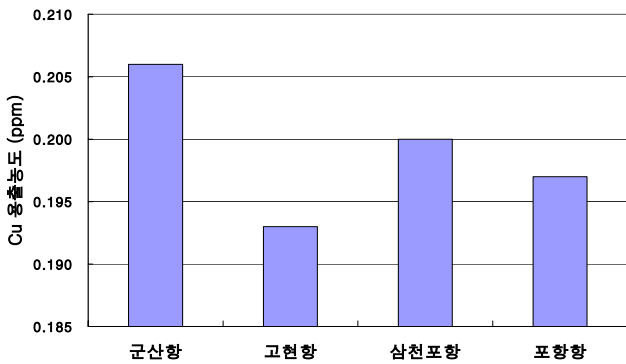


그림 10. 준설토의 Cu 용출농도

이와 같이 준설토 용출 실험의 결과를 준설토의 재활용이 주로 내륙에서 이루어진다는 가정 하에 유지 준설토의 재활용시 준설토에서 발생 가능한 용출수의 수질을 수질환경 보전법에 근거하여 고찰하였다. 그러나, 준설토의 용출 실험 결과는 폐기물 관리법에 의한 매립시설의 침출수에 대한 배출허용기준 및 오염물질의 배출허용기준(표 3 참조)도 만족하고 있음을 알 수 있다.

표 3. 오염물질에 대한 배출수 허용기준

항목	지역구분			
	청정지역	가 지역	나 지역	특례지역
Cd	0.02	0.1	0.1	0.1
Pb	0.2	1	1	1
Zn	1	5	5	5
Cu	0.5	3	3	3

\* 수질안전보전법(1999)

#### 4. 결론

준설토의 재활용은 오염정도와 토립자의 종류 및 크기에 따라 결정될 수 있다(PIANC, 1992). 본 연구결과에 근거하여 판단하면, 항만 퇴적토를 준설토할 경우 특히 유지 준설토의 경우, 포항항과 같은 특정한 경우 외에는 군산항, 고현항, 삼천포항과 같이 거의 대부분의 준설토의 재활용에 있어서 일반골재로의 활용 가능성은 낮은 것으로 판단된다. 그러나, 이는 본 연구를 위해서 채취된 시료의 수 및 위치에 한정되는 결론으로, 최근 수행되고 있는 경량골재 및 건설재료로의 활용가능성에 대한 연구는 폐기물 재활용 측면에서 지속적으로 추진되어야 할 것으로 사료된다.

준설토 퇴적물의 물리적 특성에 대한 기본자료는 재활용 방법 선택의 보다 세부적인 평가를 보증하는데 충분한 적용가능성이 있는지를 판단하는데 효과적인 초기의 적격 심사 방법일 것이다. 재활용 방법에 있어서 낱알 크기의 준설토 적합성은 종종 중요한 고려 사항이 된다. 대부분의 경우, 깨끗하고 거친 입자의 퇴적물(모래)은 폭넓은 범위의 재활용 방법에 적합하다. 그러나, 미세한 입자의 퇴적물은 습지 서식지 개발과 같은 재활용 방법에 적합하다. 따라서 일반 골재로의 활용가능성이 낮은 준설토는 폐기물 매립장의 복토제나 세부적인 공학적·화학적 평가를 거친 후 서식지 조성, 공원 조성 등의 재활용 가능성을 평가할 필요가 있다고 판단한다. 포항항의 경우, 유지 준설토의 분리 후 입자가 큰 준설토는 일반 골재로서 이용할 수 있는 가능성이 있다고 판단된다.

따라서, 실험 대상 지역에서 발생하는 유지 준설토를 내륙에서 재활용하는 방안은 가능성이 있다고 판단된다. 특히, 유지 준설토를 이용하여 내륙 및 연안의 서식지 조성, 하중의 영향이 적은 공원용지 조성 및 축구장 등 위락 시설에 이용하는 방안도 가능한 대안으로 판단된다. 그러나, 준설토의 재활용 사업을 수행하기 위해서는 보다 심도 있게 준설토의 광범위한 오염현황 파악, 적절한 재활용 부지의 선정, 재활용 후 모니터링 계획 등이 폭넓게 고려되어야 한다고 판단한다. 그리고 무엇보다도 준설토의 오염 수준에 따른 다양한 재활용 방안의 구축 및 재활용 체계의 수립이 필요하다고 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 2000년도 해양수산부 국책과제인 “준설토 재활용 방안 연구”사업의 일환으로 추진되었으며, 연구수행에 재정적 지원을 해 준 해양수산부에 감사를 드린다.

(접수일자 : 2001. 3. 29.)

## 참 고 문 헌

1. 오창환, 유연희, 이평구, 박성원, 이영엽, 2001. 국내 토양오염 공정시험방법 중 중금속 관련 오염평가의 문제점과 개선책, 한국지하수토양환경학회지, 제6권, 제1호, pp.63~83.
2. 한국해양연구소, 2001. 12. 준설토 재활용 방안 연구, 해양수산부.
3. Ketchum, B.H., Duedall, I.W., Capuzzo, J.M., Park, P.K., Burt, W.V. and Kester, D.R., 1985. Nearshore Waste Disposal, Wastes in the Ocean, Vol. 6, John Wiley & Sons.
4. PIANC, 1992. Beneficial uses of dredged material, A practical guide, Report of PIANC Working Group 19, IADC.
5. US Army Engineer Waterways Experiment Station, 1998. Dredged material screening tests for beneficial use stability, Technical Note, DOER-C2.
6. Welch, E.B. and Lindell, T., 1980. Ecological Effects of Wastewater : Applied limnolgy and pollutant effects, E & FN Spon, Cambridge Univ. Press.