

# 요 약 문

## I. 제목

부산지역 하천 오염 준설 퇴적토의 정화처리 방법 개발

## II. 연구의 목적 및 필요성

현재 정부의 녹색성장 정책의 일환인 4대강 정비사업과 더불어 많은 양의 준설토가 발생하고 있다. 부산시의 경우 준설토의 처리를 각 구별로 실시하고 있어 정확한 준설토의 발생량을 산정할 수 없지만, 지속적으로 발생하고 있는 실정이다. ‘국토연구원의 2099년 6월 보고서’에 의하면, 서낙동강 지구에서만 발생하는 준설토의 양이 2천 500만<sup>m</sup>에 달하며, 그 중 복토제 등으로 사용가능한 모래의 양은 불과 1.2%인 31만 6천톤 가량인 것으로 나타나고 있다. 그리고 조사에 따르면, 준설토에 납과 구리 등의 중금속이 과다 함유되어 있어 골재로서의 가치가 떨어지는 실정이다. 최근 경남도민일보 기사에 따르면 4대강 정비 사업 구간 중 달성보 지역에서 준설한 퇴적토에서 중금속이 검출되었으며, 비소의 경우 미국 해양대기관리청(NOAA)의 기준치(우리나라의 경우 준설 퇴적토에 대한 법적 기준이 정해져 있지 않음)인 8.2 mg/kg을 넘는 8.49 mg/kg이 검출되었다고 한다.

부산시의 경우 현재, 오염된 준설토의 경우 폐기물로 분류하여 위탁처리하고 있으며, 대부분 해양투기 및 육상매립을 하고 있는 실정이다. 하지만 해양투기의 경우 런던협약에 의하여 2012년부터 투기가 금지되어 있으며, 육상매립 또한 매립지 선정 등의 제한요소가 많다.

‘부산광역시보건환경연구원’의 ‘2008년 하상퇴적물 오염도 조사 결과’에 따르면 부산 시내 12개 하천 20개 지점과 수영만 요트경기장 1개 지점을 조사한 결과, 평균적으로 8.9%가량의 유기물농도를 나타내고 있다. 하지만 특정 지점에서는 높게는 20% 이상의 유기물농도를 가지는 것으로 나타났다. 이러한 하천 퇴적토의 특성

상 정화처리를 거치지 않고, 육상으로 매립하거나, 성토제로 사용할 시, 매립지 토양 자체를 오염시킬 뿐만 아니라, 높은 유기물농도에 의하여 또 다른 무기 오염물질을 흡착함으로써 2차적인 오염을 초래할 위험성이 있을 것으로 판단된다. 또한 유기물질의 농도가 높은 준설퇴적토를 적절한 전처리 없이 야적할 경우, 유기물 분해에 따른 악취 발생 및 깔따구, 모기, 파리 등과 같은 생물체의 발생에 따른 피해 문제 등을 야기 할 수 있다. 따라서, 준설퇴적토는 이러한 특성상 유기물질과 무기 오염물질을 동시에 제거할 필요성이 있다. 현재 부산시에서 계획 중인 퇴적토 정화 방법인 토양세척법은 입경이 0.25 mm 이상의 사질토에 적합한 방법으로 알려져 있다. 또한 퇴적토 내에 높은 농도로 분포하는 유기물과 결합된 중금속 및 오염물질은 일반적인 세척공정을 적용할 경우 효과적인 제거가 이루어지기 어려운 특징이 있으며, 중금속의 존재 상태가 세척액의 선정 및 세척액 농도 결정에 중요한 요인으로 작용할 수 있다.

하천 퇴적토는 일반적으로 모래의 함유량이 극히 낮고, 대부분 미세토로 구성되어 있는 물리적 특성을 가지고 있어 세척법과 같은 정화법만으로는 처리할 수 있는 범위가 제한되며, 넓은 비표면적을 가져 고농도의 유기물과 오염물질을 함유한 미세토의 처리는 퇴적토를 효율적으로 처리하는데 있어 중요한 부분이다. 따라서, 다양한 입경과 오염물질의 존재 상태를 가진 퇴적토의 물리화학적 특성을 고려하여 퇴적토 내 유기물과 중금속을 동시에 적절하게 제거할 수 있는 방법의 개발 및 가이드라인의 제시가 필요할 것으로 판단된다.

### III. 연구의 내용 및 범위

본 연구에서는 낙동강, 서낙동강, 및 부산 지역 소하천, 하수관로 준설토의 물리화학적 특성에 대해 평가를 실시하며, 중금속과 유기물로 복합 오염된 준설토를 효과적으로 정화하기 위하여 토양세척법과 동전기법을 복합적으로 적용함은 물론, 최적화된 설계인자를 도출함으로써 물리, 화학적 반응 메커니즘을 극대화하여 준설토를 처리하는 것을 목표로하며, 그 수행 절차는 아래와 같다.

- 1) 준설퇴적토에 대한 pH, As와 중금속(Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Pb)에 대하여 분석을 실시한다.

2) 위에 언급된 오염물질 중 높은 농도로 존재하는 항목에 대하여, 물리적 특성 및 화학적 존재형태의 분석을 시행한다.

3) 위의 자료를 토대로 오염물질 존재량 및 특성을 파악하여 정화방향을 선정 및 정화를 실시하여 최적화 된 인자를 도출하여 가이드라인을 제시한다.

#### IV. 연구결과

본 연구에서는 각 다양한 특성을 가진 강동C, 강동S, 유수지, 금사동, 용호만 퇴적토를 대상으로 물리학적 특성에 대해 평가를 실시하였으며, 중금속과 유기물로 복합 오염된 하천 준설토를 효과적으로 정화하기 위하여 토양 세척법 및 동전기법을 적용하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

세척 실험 결과 유기물함량이 낮고, 산화물태가 적은 강동C, 강동S의 경우 산 세척 만으로도 높은 세척효율을 나타내었으며, 유기물함량이 높고 산화물태가 많은 유수지 퇴적토의 경우 1.0 M 이하의 농도에서는 전반적으로  $H_2O_2$ 로 1차 세척을 한 후, HCl로 2차 세척을 한 복합 세척의 효율이 HCl로 1차 세척 후  $H_2O_2$ 로 2차 세척을 한 복합 세척 효율보다 약 2배 높은 효율을 나타냈다.

우리나라의 경우 퇴적토에 존재하는 오염물질의 농도를 기준으로 정화를 실시하고 있으며, 중금속의 결합형태 등에 대해서는 고려하고 있지 않는 실정이다. 하지만 본 연구에서 나타난 바와 같이 산화물태에 존재하는 중금속은 일반적인 산세척만으로는 효율이 낮은 것으로 나타났다. 하지만 1차적으로 유기물을 산화시킨 후 산세척을 한 경우 산세척 단독으로 한 경우 보다 높은 효율을 나타내었으며 이는 중금속으로 오염된 퇴적토의 정화에 있어 중금속의 농도뿐만 아니라 그 결합형태를 파악하고 그에 적합한 대안을 수립하는 것이 보다 효율적인 것으로 판단된다.

또한 강동C, 강동S, 유수지 퇴적토에 적용하였던 세척 인자를 적용한 금사동, 용호만 퇴적토에 적용한 경우, 중금속의 종류에 따라 그 제거효율이 다양하게 나타났으며, 이는 대상 퇴적토에 효율적인 처리를 위하여 그 퇴적토별 특성을 파악하여 적합한 세척 조건의 도출이 필요한 것이라고 판단된다.

용호만 퇴적토의 경우 일반적으로 토양세척법의 세척효율이 낮은 loam의 토성을 나타내었다. 본 연구에서는 이에 대한 대안으로 동전기법을 적용하였으며, 중금속마다 다른 특성을 보였지만, 전반적으로 양쪽 극으로 이동하는 경향을 나타내어, 동전기법이 미세 퇴적토의 처리에 효과적임을 의미한다고 볼 수 있다.

본 연구를 수행 결과, 퇴적토 처리에 있어서는 연속추출에 의한 대상 퇴적토의 오염특성과 물리화학적 특성 파악이 선행되어야하며, 그에 적합한 퇴적토 처리 방안을 선정해야 한다. 즉, 유기물 농도가 낮고 이온교환태 및 탄산염태가 주된 특성을 보이는 퇴적토의 경우는 단순히 HCl과 같은 산을 이용한 세척으로 정화가 가능하며, 높은 유기물과 결합한 산화물태가 높은 퇴적토의 경우는  $H_2O_2$ 와 같은 산화제를 사용하여 1차적으로 유기물을 산화한 후 산세척을 적용하여 효율을 높일 수 있다. 세척공정이 효과적이지 못한 미세 퇴적토의 경우는 동전기법을 이용하여 오염물질을 양극 또는 음극에서 농축 또는 제거함으로써 농도 저감효과를 가져 올 수 있다.

#### IV. 연구결과의 활용계획

본 연구의 수행을 통하여 얻은 결과는 다음과 같이 활용이 가능하다고 판단됨

- 1) 준설 퇴적토의 정화는 런던협약의 발효로 인하여 지역현안 문제로 떠오른 해양투기에 따른 준설토 처분 문제를 해결할 수 있음
- 2) 항로확보 및 해양오염정화를 위해 지속적으로 준설 퇴적토가 발생하는 부산광역시역의 경우 준설토의 효과적인 정화처리는 적용 가능함
- 3) 연구 결과물은 전문 학술지에 발표 및 투고가 가능하다고 판단됨.