論 文

저질조사에 관한 고찰

김 도 희

목포해양대학교 해양환경공학전공

A study on the research of sediment quality

Do-Hee Kim

(Department of Marine Environmental Engineering, Mokpo Maritime University)

〈目 次〉

1. 서 론
2. 저질 분석
2.1 수평 분포
2.2 연직 분포
2.3 계절 변화
2.4 퇴적물 채취
3. 결 론
참고문헌

1. 서 론

현재 우리나라의 해양환경의 조사, 관리는 농도위주의 이화학적 수질 항목에 의존하고 있다. 단적인 예로 해수 중에 산소를 소모시키는 유기물에 의한 오염정도를 반영하는 화학적 산소요구량 (COD)을 지표로 해역의 수질등급을 평가하고 있다. 그밖에 인간의 생활환경과 건강을 보호하기 위해서 수인성 병원균, 악취, 부영향화, 수생생물의 폐사를 일으키는 용존산소의 고갈 등의 수질오염을 관리하기 위해서 해역의 수질환경기준이 설정되어 있다.

그러나 이화학적 수질인자들은 현재의 해역 오염도를 평가하는 데에는 도움이 되겠으나 이 수질 인자들은 시 공간적으로 쉽게 변동하기 때문에 과거와 현재, 미래의 해역오염도를 비교, 평가하는 데에는 한계점이 있다. 그러나 저질은 시공간적으로 쉽게 변하지 않기 때문에 과거, 현재의 해역오염도를 나타내는 좋은 지료로 이용될 수 있다. 저질은 오염된 퇴적물에 의한 해역의 오염정도를 평가하는 하나의 방법일 뿐만 아니라 퇴적물에 서식하는 저서생물의 보호를 위한 기준으로도 의미를 지닌다.

외국에서는 해양환경의 이용목적에 따라 해양생물과 그 서식지의 보호기준, 야생동물 또는 인간의 건강보호기준, 수산 양식, 관광, 여가활동 보호기준, 공업용수, 정박을 보호하기 위한 기준 등으로 해수질, 퇴적물 및 생물에 대한 환경기준을 제시하고 있다. 우리나라에서도 향후 수질의 이화학적 조사 외에 생물조사와 저질조사를 시행하고자 추진 중에 있다. 수질이 시간적으로 짧은 조사시점의 수역 환경을 시사하는 반면에 저질은 그 수역의 특성과 내역을 말해준다. 따라서 저질은 장기간에 걸친 수질의 이력서 라고도 한다.[1] 하천, 호소, 해역 등의 저층을 형성하는 표층 퇴적물의 일부인 저질은 직상수와 퇴적물간 상호작용이 활발히 발생되고 있는 장소이다. 이는 영양염과 중금속 및 유해화학물질이 축적되는

장소로서 용출 등에 의해 이들의 공급원으로서 생태계에도 중요한 역할을 담당하고 있다. 또한 퇴적물 중의 오염물질의 깊이 방향의 오염물질의 축적은 각 시간의 오염상황을 반영하여 그 분석에 따라 오염의 역사를 장시간에 걸쳐 추적할 수 있다.

따라서 우리나라에서도 앞으로 어느 수역에서 언제, 어느 정도의 빈도로 어떤 측정 항목에 관해서 저질조사가 이루어져서 저질조성과 유역특성, 또는 다른 인자와의 상관관계, 저질자료의 화상화 등에 관해서 저질정보를 data base하여 전국적인 분포로서 비교 가능하도록 할 필요가 있다.

저질은 이와 같이 중요한 특성을 지니고 있기 때문에 최근 연구의 대상으로 되고 있다. 그러나 그 불균일성 때문에 채취방법, 분석방법, 해석상의 문제점이 있어 여러 가지 검토가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 조질조사의 중요성과 시료채취, 분석방법, 저질 조사시 주의해야 할 점에 관해서 살펴보고자 한다.

2. 저질 분석

여기서 저질 (sediment quality)이라고 하는 것은 하천, 호소, 해역에 퇴적되어 있는 수 저층의 퇴적물 자체를 의미하는 것이 아니라 퇴적물의 오염 정도, 즉, 수역 저층의 퇴적물의 질을 의미한다.

2.1. 수평 분포

저질은 직상수의 유동의 영향을 받으면서 퇴적, 유동이 큰 장소에서는 자갈, 모래로 구성되나, 흐름이 느린 장소에서는 실트, 점토가 퇴적된다. 따라서 저질 입경의 분포는 직상수의 유속에 따라서 대개 결정된다. 또한 퇴적물중의 유기물, 중금속 등의 수평적인 분포도 입경에 따라서 달라지며 미세한 입자가 퇴적되고 있는 장소에서는 농도가 높고 입경이 큼에 따라서 농도가 낮아진다. 유속과 입경, 오염물질의 분포 관계는 해역에 따라서도 동일한 경향이 보여진다. 한편, 퇴적량의 분포는 지형의 영향을 받아 수심이 얕고 급경사인 지역에서는 퇴적량이 적고 수심이 깊은 곳에서는 퇴적량이 많다.

2.2. 연직분포

과거에 어떠한 인위적인 오염이 있었던 경우 저질의 연직 분포로부터 그 연대와 수질환경을 어느 정도 추정 가능하다. 인위적인 오염이 없었던 자연환경 하에서도 물리화학적인 성상과 화학조성의 연직 분포가 나타나는 경우가 간혹 있다. 즉, 수 저 경계면 근처의 표층에서는 간극수 중에 산소가 어느 정도 있으나 하층으로 갈수록 급격히 감소해서 보통 수 cm 이하에서는 혐기성인 상태를 지닌다. 때문에 산화환원상태에 따라 용해성이 다른 원소는 특유한 연직 분포를 보인다. 또한 유기물의 분포도 그 분해성이 다르기 때문에 일정한 연직 분포를 보인다. 대개 영양염과 유기물의 농도는 표층에서 높고 하층에서 낮은 분포를 보인다. 인, 망간 등은 퇴적 후 산화환원 정도에 따라서 연직 방향으로 이동하여 표층에 농축되는 특이한 분포를 보이는 경향이 있다.[2)]

2.3. 계절변화

저질의 계절변화는 저층수의 수온, DO 등의 변화에 의해 결정된다. 즉, 동계의 순환기에는 저층수 중의 DO가 높기 때문에 수-저 경계면 가까이의 표층부는 산화 층이 발달하고, 일부 물질은 흡착, 농축된다. 한편, 여름의 정체기에는 대기로부터의 산소공급이 어려워 저층이 빈 산소 상태로 되어 저층 표층부가 환원상태로 변한다. 따라서 여름에는 저층 표층부에 있는 망간, 철, 인 등의 물질의 일부가 직상수 중으로 용출된다. 이 때문에 일부 물질은 그 연직 분포가 온도, DO, ORP 등 물리 화학적인 성상에 따라 경년 변화를 반복한다. 특히 간극수 중의 농도분포는 산화환원의 영향을 받기 쉽다.

2.4. 퇴적물 채취

퇴적물 채취에 앞서 먼저 저질 조사의 목적을 명확히 할 필요가 있다. 조사가 단지 수질조사에 수반되는 것인가, 생물조사인가, 또는 저질을 중심으로 한 특정 수역의 오염물질의 분포 조사인가, 부영양화에 따른 퇴적물로부터의 영양염의 용출량의 조사인가 등 조사목적이 다르면 퇴적물의 채취 방법도 달라진다. 이는 단순히 채니기의 선택뿐만 아니라 채취시기, 지점, 조사 규모와도 관련이 있다. 그 외 계획에 있어서도 현장 수역의 지형, 수심분포, 유황(流況) 등의 상황을 파악하는 것과 채취된 시료의 운반, 보존방법, 조사 순서도 신중히 고려할 필요가 있다.[3)]

1) 채취지점

채취지점의 선정은 그 수역을 대표하는 시료가 되도록 해야 한다. 조사목적이 특정의 오염물질의 확산 조사라면 그 배출구 부근을 중심으로 설정하고, 생물 조사이면 생물의 서식지를 중심으로 채취한다.

지점수의 설정에 있어서는 저질의 수평분포를 정확하게 조사하기 위해서 이동성과 변화가 큰 수질 조사지점 수 보다 되도록 많이 설정한다. 호소, 해역에서는 입도 구분에 따라 설정한다. 수역 내 저질의 대표적인 시료의 수집과 부영양화에 관계된 내부 부하량 조사 등의 경우, 지점 수를 적게 할 수 있으나 지형, 유속 등의 현장의 상황으로부터 대표성의 유무를 염두해서 객관적으로 판단해야 한다.

방법으로 수역의 저층 형상이 파악 가능한 등심선의 지도나 댐, 호소의 건설 전의 지도 등을 이용한다. 이러한 자료가 입수 불가능하면 어군탐지기 등의 음향측심기를 이용해서 수심을 확인하면서 지점을 결정한다. 퇴적물로부터의 영양염 용출량 조사의 경우에는 저층수의 DO 분포로부터 빈산소 수괴가 형성되는 지역을 고려해서 설정 할 필요가 있다. 일반적으로 최고수심에서 가장 많이 퇴적해서 빈산소 상태로 되나, 해역에 따라서는 조류로 인해 반드시 이러한 경향을 보이지 않을 경우도 있다.

저질조사의 지점 설정에 있어 수질 조사와는 달리 여러 문제점이 있기 때문에 조사목적에 맞게 저층의 형상, 흐름 등 현장의 상황을 파악한 후에 대응할 필요가 있다. 취득된 시료의 대표성을 갖지 못할 경우 자료의 평가와 분석의 정밀도에 이론이 제기 될 수 있다.

2). 채취방법

퇴적물의 채취는 보통 채니기를 이용해서 이루어지나 자갈과 패각 등의 협잡물이 많은 경우에는 다이버 에 의해 직접 채취할 경우도 있다. 채니기에 의한 채니는 연니질의 퇴적물을 대상으로 만들어져 크게 박스형 채니기와 주상형 채니기로 나눈다.

가) 박스형 채니기

수평적인 조사와 생물조사 등에 이용되는 방법이다. 이러한 형태의 채니기의 단점은 자갈과 패각 등 협잡물이 있을 때 또 유속이 큰 해역의 경우에 어려움이 있다. 또한 각각의 지점에서 채취된 시료의 양이 균일하지 못해 시료양의 통일성을 갖기가 어렵다. 연직 분포의 변동이 있어 채취깊이에 따라 같은 분포일지라도 차이가 생길 수 있다. 따라서 표층조사의 시료 채취에는 부적합하다.

나) 주상 채니기

퇴적상황을 층별로 파악할 때, 퇴적물로부터 영양염 등의 용출 상황을 파악할 때, 현장의 퇴적물을 그대로 채취할 수 있다. 시료양의 통일성도 확보할 수 있다. 크게 코아자체로 채취하는 것과 피스톤식 코아로 나누어진다. 전자는 구조가 간단해서 취급도 용이하고 소형선박에서도 사용 가능하여 호소 조사나 생물 조사에 자주 이용된다. 수 퇴적물의 경계면의 보존성이 좋고, 표층부의 저질을 그대로 채취 가능하다. 표층 5 cm 정도까지 혼란되지 않아 표면조사, 층별 입도조사 등에 이용된다. 그러나 이 장치도 직경이 5 cm 이하로 취득되는 시료 양이 적고, 퇴적물의 밀도가 낮은 경우 채취의 확실성이 없으며, 채취 수심이 깊으면 관입 시에 파이프와 퇴적물간의 마찰저항이 발생된다. 최근에는 직경을 더 크게 제작해서 개발되고 있다. 이 장치는 저질오염의 연대파악, 많은 시료 양을 필요로 하는 여러 항목의 측정, 퇴적물로부터의 용출 실험 등을 목적으로 한 조사에 적합하다. 50cm 이상의 깊은 수심과 조성이 모래인 경우에는 채취가 불가하다.

한편, 피스톤 코아는 앞서의 장치의 결점을 보완해서 제작되어 대형으로 윈치가 있는 배를 이용해서 해역에서 이용된다. 문제점은 피스톤을 부착하기 때문에 간혹 표층부의 저질에 혼란이 생길 경우 표층부분은 직상수 중에 상승하여 현장 그대로 보존 불가할 수 있다. 이 때문에 표층 부분을 중심으로 한 연직 분포의 조사에는 적합하지 못하다. 그러나 깊이 방향으로 대략적인 퇴적상황을 조사할 경우에는 적합하다.

다) 다이버에 의한 채니

퇴적물로부터의 용출량 조사 등 퇴적물 상태 그대로 채취할 경우 혹은 협잡물이 많아서 채니기로 채니 할 수 없을 경우에는 다이버가 투입된다. 이 경우에도 숙련자가 아닌 경우에는 퇴적물의 혼란이 발생된다.

3. 결 론

저질 결과의 평가의 어려움은 기준을 무엇으로 하는가가 중요하다. 수질 결과의 경우와 같이 기준이

되는 물은 균일하지만 저질은 여러 가지가 혼재되어 있다. 예를 들면 모래와 오염된 점토가 혼합되어 대개의 경우에는 오염된 퇴적물 중에 오염물질이 함유되어 있기 때문이다. 또 모래는 단지 포함되어 있기 때문에 측정치로서는 VSS당의 표현이 가능하다. 그러나 모래도 중요한 구성요소이기 때문에 습 퇴적물당, 또는 건 퇴적물 당의 표현이 더욱 타당할 경우도 있다. 또한 단위체적과 습 퇴적물에는 시료의 보존이 문제가 되는 경우가 있다. 경우에 따라서는 입도 분석을 해서 입도 별로 표시하지 않으면 안 되는 경우도 있다.

퇴적물의 채취도 문제이다. 채니기에 따라서 결과가 전혀 다르기 때문이다. 표면에 떠 있는 상태로 침적된 가벼운 유기물을 저질의 대상으로 하는 경우와 깊이 방향의 분포를 조사하는 경우에는 특히 주의할 필요가 있다. 더욱이 채취된 장소에 따라서 채취에 상당한 차이가 있다. 직상수의 흐름의 영향을 받아 저질의 침적이 균일하지 않기 때문이다. 분석에도 많은 문제점이·내재하고 있다. 그 외 전처리의 문제점도 있다. 특히 TBT나 중금속과 같은 복잡한 구성(matrix)에 아주 미량의 성분이 함유되어 있는 경우에는 방해를 제거하기 위한 분리정제가 측정결과에 큰 영향을 끼치기 때문이다.

아울러 수질환경개선을 위해 수역으로 유입하는 하천 등의 수질이 개선되더라도 저질의 정화가 진행되지 않는 한 곧바로 수질의 향상은 기대하기 어렵다. 또 저질의 유기오염이 진행되고 있는 수역의 일부만을 준설, 피복, 저질개선제의 살포 등을 실시해서도 수역 전체의 수질이 개선되지 않는 한 특별한 경우를 제외하고는 그 효과는 장기간 지속되지 않는다. 이러한 방법 외에 유기 현탁물질의 침강, 퇴적을 방지하고 더불어 저층수에 충분한 양의 용존산소를 공급하는 방법으로 내만 해역 등에서는 해수교환의 증진과 함께 조석에너지를 이용하여 저층수의 정체를 방지하는 등 수역의 수리구조의 개선을 도모하여 수직과 저질을 개선 할 필요가 있다.

◈ 참 고 문 헌 ◈

〔1〕 河合 章, 1993, 水環境と底質, 水環境學會誌, Vol. 16(2), 1-2.

〔2〕 Kazuo Taki and T., Fukushima, 1993, Sediment data base and evaluation of sediment pollution by using its data base, Water Science and Technology Vol. 16(2), 17-22 (in Japanese).

〔3〕 Hirofumi Izawa, 1993, Sampling of sediment, Water Science and Technology Vol. 16(2), 6-10

Korea, 18, 49-54 (in Japanese).