

새만금 갯벌의 중금속 분포 특성

김종구⁺ · 유선재 · 조은일⁺ · 안옥성^{**}

군산대학교 토목환경공학부/⁺제주대학교 환경공학과/^{**}요업기술원

서론

국내에서는 많은 간척사업이 이루어졌으며 이로 인한 환경에 미치는 영향을 아주 크게 작용하고 있다. 연안 매립 및 간척사업으로 인한 환경오염 중에서도 부영양화나 중금속오염 문제가 중요한 요인으로 제기되었고, 대부분의 중금속은 환경중에서 지속성을 가지며 수계로 유입된 중금속은 퇴적물에 축적되거나 여러 과정을 거쳐 수중에 재용해 되기도 한다. 또한 먹이사슬을 거쳐 사람에게 다량 축적될 경우 독성을 일으키는 물질로써 세계 각국에서 일부 중금속에 대해서는 유해물질로 규정하여 규제하고 있으며, 우리나라에서도 일부 중금속 항목은 환경기준에 지정되어 있다.

중금속이 환경중에서 가지는 중요성을 반영하여 하구 및 연안환경에서 중금속 오염 및 거동 특성을 파악하기 위하여 많은 연구가 수행되어 왔으며, 특히 연안 간척사업으로 인한 환경변화에 따른 중금속 특성을 조사하기 위하여 시화호를 대상으로 육상오염부하에 의한 중금속오염 및 호 내 중금속의 거동 특성에 대한 많은 연구(Lee et.al., 1985; Ahn et.al., 1995, Kim, 2000, Shim et.al., 1998; Hyun et.al., 1999; Choi et.al., 2000; Shim et.al.,1998)가 수행되었다.

본 연구에서는 현재 간척사업이 진행되고 있는 새만금 지역의 만경강과 동진강 하구 표층 퇴적물을 대상으로 중금속 분포특성을 조사하여 오염도를 평가하였고, 입도 특성 및 유기오염에 따른 중금속의 거동을 비교 평가하였다.

재료 및 방법

1) 조사위치 및 실험방법

현장조사는 1999년에 만경강과 동진강하구에 위치한 새만금 사업지구내 91개 정점에서 표층 갯벌을 차량(St.1~St.67)과 선박(St.68~St.91)을 이용해 채취하였다. 화학적 분석은 해양오염공정시험법(1998)에 따랐다.

갯벌의 입자 분석은 탄산염 및 유기물 분해 후 습식체분석을 실시하고, 200mesh(74 μ m)이하의 입자시료는 미립도 측정기(He-Ne laser, CILAS granulometer 715)를 이용하여 측정하였다. 강열감량(Ignition Loss)은 전기로에서 $600 \pm 25^\circ\text{C}$ 로 회화한 후 중량

감소분을 백분율로 나타내었다. Carbon과 Sulfur는 고주파 유도장치로 연소시켜 발생하는 CO, CO₂, SO₂를 검출하는 탄소/유황분석기(CS-300(LECO))로 분석하였다. 중금속은 질산-염산-불화수소를 이용하여 마이크로웨이브 시료 전처리 장치에서 분해 후 ICP (Perkin-Elmer Optima 3000DX) 및 원자흡광광도계(Varian SpectrAA 880)로서 정량 분석하였다.

2) 퇴적환경에서의 중금속 거동

환경중에서 각종 시료에 대한 중금속의 기원, 거동형태, 축적정도를 파악하기 위하여 농축계수, 중금속 과잉량을 구하여 해석하였다.

농축계수(Enrichment factor, EF)는 퇴적물, 수계내의 부유물질 및 대기분진 등 여러 환경 시료중에 들어있는 원소들의 농축정도와 기원을 파악하는 방법이며, 중금속 과잉량(Metal excess)은 중금속이 환경내에서 여러 과정을 거치면서 퇴적물이나 부유물질에 축적되거나 용출되는데 기준원소를 정하여 자연환경에 비해 축적된 양을 추정하는 방법이다.

$$EF = \frac{M_s / Al_s}{M_c / Al_c} \qquad M_{s, excess} = M_s - Al_s \frac{M_c}{Al_c}$$

Ms와 Als는 시료중의 대상원소와 Al 함량, Mc와 Alc는 지각중의 대상원소와 Al의 함량을 의미한다. 지각중의 원소함량은 Taylor(1964)가 제시한 값을 이용하였다.

결과 및 고찰

1) 새만금지구 갯벌의 유기물, 입도 및 중금속 분포특성

새만금 갯벌의 입도 특성을 보면 전체적으로 사질이 우세하였고, 세립한 제 이차 혼합물인 실트질이 추가된 반면 Clay 함량은 매우 낮게 나타났다.

자연적인 중금속 농축에 대한 인위적 농축의 정도를 판단하는 농축계수의 경우, Fe 과 Cr은 1 이하로써 인위적 영향이 거의 없었으며, Mn, Cu의 경우 일부지점에서만 1을 넘었으나, 대부분 1이하의 값을 보였다. 표층퇴적물의 중금속 과잉량(Ms.excess)의 경우 Cu, Cr, Fe, Mn은 부족한 상태였으며, Pb, Zn은 농축되어 있는 것으로 나타났다.

2) 퇴적물의 유기물과 중금속간의 상관관계

대부분의 금속에서 유기물 함량에 따른 중금속 농도가 정의 상관성을 보여 입도가 세립하고 유기물량이 증가할 수록 중금속 농도가 높아지는 것으로 나타났다. 특히 Al, Fe, Mn과 같은 산화금속의 경우 상당히 높은 상관성을 보여주고 있었다.

3) 퇴적물 입도와 중금속의 관계

일반적으로 퇴적물의 중금속 함량은 퇴적물의 기반암 차이, 퇴적환경의 변화, 인위적 활동에 의하여 영향을 받고 있으며, 해양환경하에서는 입도, 광물조성, 탄산염 및 유기물 함량의 영향이 크게 작용한다(Calvert, 1976). 전체적으로 중금속 항목과 실트,

점토와는 정의 상관성을 보인 반면 모래와는 모두 부의 상관관계를 나타내었다.

결론

새만금 간척사업이 진행중인 만경, 동진강 하구갯벌에 대한 중금속 분포 특성을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

표층퇴적물의 중금속 함량은 1994년 관측자료보다 전체적으로 높은 농도를 나타내었고, 시화호 퇴적물보다는 대체적으로 낮은 농도수준을 나타내었다. 퇴적물의 중금속 농도는 시화호 보다 Cu 4배, Zn 3배, Cr 2배 이상 낮은 값이었다. 농축계수는 Pb와 Zn을 제외하고는 1이하인 낮은 값을 나타내었고, 시화호에서 나타난 결과와 유사하였다. 중금속 과잉량에서는 Cu, Cr, Fe, Mn은 부족하였으며, Pb와 Zn은 농축되어 있는 것으로 나타났다. 중금속과 유기물량과의 관계에서 유기물 농도와 중금속간에는 높은 정의 상관성을 나타내고 있는데, 강열감량과의 상관분석에서 모든 중금속이 좋은 상관성($r=0.424\sim0.839$)을 보였고, 특히 산화 Fe, Mn, Al은 0.7 이상의 높은 정의 상관계수를 나타내었다. 중금속과 입도와의 상관조사에서 입도가 세립할수록 중금속의 함량이 증가하였으며, 실트와의 상관분석에서 Cu와 Pb를 제외한 다른 중금속은 0.552~0.732의 정의 높은 상관계수를 나타내고 있었다.

참고문헌

- Ahn, I.Y., Y.C. Kang and J.W. Choi, 1995, The influence of industrial effluents on intertidal benthic communities in Panweol, Kyeonggi bay(Yellow sea) on the west coast of Korea. *Mar. Pollut. Bull.*, 30(3), 200~206.
- Calvert, S.E. and T.F. Pedersen. 1993. Geochemistry of recent oxic and anoxic marine sediments :Implications for the geological record. *Mar. Geol.*,113, 67~88.
- Choi J.H., J.W. Kang, D.B. Hong and Y.A. Park. 2000. Distribution of organic carbon, organic nitrogen and heavy metals in lake Shihwa sediments. 「The Sea」 J. of the Kor. Soc. Oceano., 5(4), 276~284 (in korean).
- Hyun S.M., J.H. Chun and H.I. Yi. 1999. Sedimentary environments and heavy metallic pollution at Shihwa lake. *The Sea」 J. of the Kor. Soc. Oceano.*, 4(3), 198~207 (in korean).
- Kim K.T. 2001. Behavior of heavy metals in the lake Shihwa constructed by reclamation of intertidal flat. Ph.D. Thesis, Pukyong Nat. Uni., 103~122 (in korean).
- Shim M.J., E.S. Kim, K.T. Kim, G.B. Lee, H.S. Kang and K.W. Lee. 1998. Distribution of organic carbon, sulfur and heavy metals in Shihwa lake sediments. *J. KSWQ*, 14(4), 469~482 (in korean).
- Taylor, S.R. 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust:a new table. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 28, 1273~1285.
- 해양수산부. 1988. 해양환경 오염공정시험법.