

울산 및 마산만연안에서 퇴적물중 중금속오염에 관한 연구

김평중 · 최희구 · 이필용 · 김상수 · 이성호
국립수산진흥원 환경관리과

서론

최근 연안해역은 산업화와 도시화에 의해서 각종 오염물질에 의해 오염이 심화되고 있는 실정이다. 특히 산업화에 의해 생성되어 해역으로 유입된 중금속 원소들은 이온세기가 강한 해수와 혼합되면서 입자물질에 흡착되어 저층퇴적물로 침강 제거된다. 그러므로 산업화에 의한 영향을 받는 공단주변 해역의 퇴적물은 퇴적물의 자연적인 함량보다 높은 농도를 보일 것이다. 이러한 산업화된 해역에서 중금속의 오염정도를 파악하기 위해 울산 및 마산만 일원의 해저퇴적물을 1999년 9월에 채취하여 분석하였다.

재료 및 방법

연안퇴적물 중 구리, 카드뮴 및 아연 등의 깊이에 따른 중금속 농도 분포 특성을 알아보기 위해 울산 및 온산연안의 3개 정점, 마산만 일원의 4개 정점, 고현성만 1개 정점 및 원문만의 1개 정점에서 1999년 9월에 잠수부에 의해 주상시료를 50cm 이상을 채취한 다음 즉시 실험실로 옮겨 2~5 cm 간격으로 자른 후 일부 조개패각들을 제거하였다. 이를 동결건조기를 사용하여 건조시킨 후 막자사발로 미세하게 분쇄한 다음 시료 1 g을 정확히 달아 테프론 재질의 micro wave (ML-1200) 셀에 넣고 농질산과 과염소산을 각각 2.5ml 씩 첨가한 후에 25분간 산 분해한 후 100 ml 용량플라스크로 정용하여 구리 및 아연은 flame AAS로 분석하였고 카드뮴은 GFAAS로 분석하였다.

결과 및 요약

우리 나라 연안해역 중 중화학공업이 가장 발달한 울산표층퇴적물에서 구리 (Cu), 카드뮴 (Cd) 및 아연 (Zn)은 각각 240, 0.237 및 350 mg/kg · d.로 표층에서 30 cm 깊이까지 일정한 농도를 나타냈으며, 그 이하 약 60 cm 층까지 농도가 급격히 감소하였다. 이 해역의 자연발생적인 (background) 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 각각 16, 0.11 및 100 mg/kg · d.로 인위적인 오염은 구리는 16배, 카드뮴은 2배, 아연은 3.5배 정도 높은 농도를 보였다. 온산표층퇴적물 내의 구리, 카드뮴, 아연의 농도는 각각 83, 0.28 및 224 mg/kg · d.로 80cm 깊이까지 농도가 점차 감소하는 경향을 보이며, 인위적인 오염은 구리의 경우 5배, 카드뮴의 경우 2배, 아연의 경우 2.5배정도 높은 농도를 보였다. 장생포 항의 표층퇴적물 중 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 각각 157, 0.32 및 398 mg/kg · d.로 구리는 30cm 층까지 일정한 농도를 보이다 그 이하 층에서 50cm 층까지 농도가 급격히 감소하여 자연적인 농도와 유사한 값을 보였다. 카드뮴과 아연은 26cm 층에서 0.80 및 615 mg/kg · d.로 가장 높은 농도를 보였으며 구리와 마찬가지로 50cm 층에서 자연적인 농도 값을 보였다.

마산만 표층퇴적물 내 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 73, 2.50 및 355 mg/kg · d.였으며 구리의 경우 10cm 층에서 112 mg/kg · d. 카드뮴과 아연의 경우 14cm 층에서 각각 3.96 및 868 mg/kg · d.의 최대농도를 보였다. 또한, 이 깊이 이하에서 각각의 농도는 급격히 감소하여 약 74 cm 층에서 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 각각 16, 0.13 및 90 mg/kg · d.의 자연적인 농도 값으로 인위적인 오염에 의한 구리, 카드뮴 및 아연은 각각 최대 7배, 30배 및 10배정도 였다. 덕동지선 표층퇴적물의 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 각각 57, 0.54 및 246 mg/kg · d.로 퇴적물의 깊이가 증가함에 따라 점차 농도가 감소하는 경향을 보였고 대략 54 cm 층에서 자연적인 농도 값을 나타냈으며, 인위적인 오염정도는 자연적인 값에 비해 구리는 최대 4배, 카드뮴 및 아연은 최대 3배 정도였다. 남포지선 표층퇴적물에서 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 각각 22, 0.40 및 133 mg/kg · d.로 퇴적물의 깊이에 관계없이 거의 일정한 값으로 인위적인 오염의 영향을 전혀 받고있지 않음을 시사한다. 따라서 마산만에서 멀어질수록 자연적인 값을 보이는 층의 깊이가 감소하는 것은 마산만 내로 유입되어진 인위적인 중금속오염물질이 마산만 밖으로 쉽게 혼합·확산되지 않고 마산만의 수주 내에서 화학적·물리적인 여러 과정에 의해 저층퇴적물로 효과적으로 침강제거 되어지는 것으로 생각된다.

패류양식장이 밀집되어 있는 원문만의 표층퇴적물 중 구리, 카드뮴 및 아연의 농도는 각각 24, 0.17 및 115 mg/kg · d.의 거의 자연적인 농도와 일치하는 값으로서 퇴적물의 깊이와 관계없이 거의 일정한 농도를 보이는 것으로 보아 패류양식어장은 저층퇴적물로 중금속오염을 가중시키지는 않는 것으로 보여진다.

최근 중화학공업과 패류양식장이 혼재되어 있는 고현성만 표층퇴적물에서 구리, 카

드뭍 및 아연의 농도는 각각 61, 0.19 및 185 mg/kg · d.로, 10 cm 층에서 최대 농도를 보였으며 퇴적물의 깊이가 증가할수록 농도가 감소하는 경향을 보였다. 다른 해역과는 달리 구리의 자연적인 값이 25 mg/kg · d.로 다소 높은 농도를 보였다. 그러므로 인위적인 중금속의 오염정도는 자연적인 농도에 비해 구리, 카드뮴 및 아연의 경우 각각 최대 4배, 9배 및 3배 이상의 농도를 보였다.

참고문헌

- Akira Hoshika, Takayuki Shiozawa and Eiji Matsumoto, 1983. Sedimentation rate and heavy metal pollution in sediments in Harima Nada(Harima Sound), Seto Inland Sea. J. Oceanogr. Soc. Japan, 39, 82-87 (in Japanese).
- Matsumoto, E. and C. S. Wong, 1977. Heavy metal sedimentation in Sannich Inlet measured with ²¹⁰Pb technique. J. Geophys. Res., 82, 5477-5482.
- Matsumoto, E. and S. Togashi, 1980. Sedimentation rate in Funka Bay, Hokkaido. J. Oceanogr. Soc. Japan, 35, 261-267 (in Japanese)
- Akira Hoshika and T. Shiozawa, 1984. Sedimentation rate and heavy metal pollution in sediment Seto Inland sea, Part 2. Hiroshima Bay. J. Oceanogr. Soc. Japan, 40 115-123.
- Akira Hoshika and T. Shiozawa, 1984: Sedimentation rate and heavy metal pollution in sediment Seto Inland sea, Part 3. Huichi Nada. J. Oceanogr. Soc. Japan, 40, 334-342
- Akira Hoshika and T. Shiozawa, 1985: Sedimentation rate and heavy metal pollution in sediment Seto Inland sea, Part 4. Suo-Nada. J. Oceanogr. Soc. Japan, 41, 283-290.