

## 겨울철 행암만의 수질과 표층퇴적물 환경특성

김평중 · 박종수 · 박영철 · 이성호

국립수산진흥원 환경관리과

### 서론

진해 행암만은 반폐쇄성 내만으로 생활하수 및 산업폐수의 유입에 의한 부영양화가 매우 심화된 해역으로서 겨울철에도 빈번하게 적조현상이 일어나는 해역이다. 그러나 매년 봄철부터 가을철까지는 부영양화 및 적조발생에 관한 조사는 많이 행하여 왔으나 진해만 및 마산만을 연구하기 위해 한 두 정점에 국한하여 조사가 이루어졌을 뿐이다. 특히, Park (1975)의 연구 이후 행암만에 대한 상세한 연구는 전무한 실정이며, 해수중 용존중금속 및 표층퇴적물중의 중금속농도분포도 거의 밝혀지지 않는 실정으로서 겨울철 행암만 수질과 표층퇴적물 중의 환경특성을 파악할 목적으로 본 조사를 수행하였다.

### 재료 및 방법

경남 진해시 행암만에서 수질과 용존중금속의 농도분포특성을 파악하기 위해 2000년 12월에서 9개 정점을 선정하여 표·저층수를 채수를 하였으며, 수온, 염분, 용존산소는 현장에서 CTD (SB-19)를 이용하여 직접 측정하였다. 용존무기질소( $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ; DIN), 용존무기인 ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ), 부유물질 (SPM), Chlorophyll *a* 등의 분석에 필요한 시료를 채취하여 해양환경공정시험방법 (해양수산부, 1998)에 준하여 시료를 분석, 정리하였다.

해수중 중금속 분석을 위해서 표층수를 현장에서 채수 즉시 0.45  $\mu\text{m}$  membrane 여과지로 여과하여 농질산 (Ultra grade) 4 ml를 넣어 보관하였다. 실험실에서 유기착화물 (1 % DDTC/APDC)을 형성시키고 클로로포름으로 추출한 후 80°C의 hot plate 위에서 클로로포름을 완전히 휘발시킨 후 1N 질산용액 20 mL로 재용출시켜 시료로 사용하였다. 아연(Zn)은 원자흡광광도계 (Varian model: spectra AA 55)로, 구리(Cu), 납(Pb), 카드뮴(Cd)은 흑연로원자흡광광도계(GFAAS varian model 880)로 분석하였고, 크롬(Cr)은 standard addition 법을 이용하여 흑연로원자흡광광도계(GFAAS varian model 880)로 직접 분석하였다. 수은(Hg)은 금아말감분석기(Milestone AMA 254)로 분석하였다. 또한 정도관리(QA/QC)를 위해서 SRM 물질은 NASS-5, CASS-3 (NRC) 및 1641d (NIST)를 사용하였다.

해저퇴적물의 일반항목조사는 box core 사용하여 표층퇴적물을 채집하여 강열감량(IL), 산취발성황화물(AVS) 및 화학적산소요구량 (COD)를 해양환경공정시험방법에 따라 분석하였다. 퇴적물중 미량금속은 시료를 동결건조시킨 후 굴, 조개폐각 등을 제거하고 테프론 비이커(PTFE)에 퇴적물시료 1-3g 까지를 정확히 달아 진한질산 : 과염소산 : 불소산(Super grade)을 각각 2 : 1 : 2 로 첨가하여 hot plate 위에서 130℃로 가열하여 퇴적물을 완전분해시킨 후 2 % 질산용액으로 재용출시켜 아연 (Zn) 구리 (Cu), 크롬 (Cr) 는 원자흡광광도계 (Varian model: spectra AA 55)로, 납 (Pb), 카드뮴 (Cd) 흑연로원자흡광광도계 (GFAAS varian model 880)로 분석하였고, 수은 (Hg)은 동결건조시료를 금아말감분석기 (Milestone AMA 254)로 직접분석 하였다. 또한 정도관리(QA/QC)를 위해서 SRM 물질은 NRC에서 생산 판매되고 있는 PACS-2 및 MESS-2를 사용하여 농도를 검정하였다.

## 결과 및 요약

조사기간동안 각 영양염류의 농도사이에 정의 상관관계를 보이며, 각 영양염류사이의 원자 비는  $\Delta N : \Delta Si : \Delta P = 3.88 : 0.83 : 1$  로서 용존무기인의 농도가 매우 높은 것은 생활하수 및 비료공업 의한 영향임이 보고된 바 있다 (박, 1975).

해수중 용존중금속 구리, 크롬, 아연, 납, 카드뮴 및 수은의 농도범위는 각각 2.39~9.35 (평균 4.01)  $\mu\text{g Cu/L}$ , 0.03~0.45 (평균 0.12)  $\mu\text{g Cr/L}$ , 3.83~51.31 (평균 13.62)  $\mu\text{g Zn/L}$ 로서 0.04~0.99 (평균 0.50)  $\mu\text{g Pb/L}$ , 0.12~3.67 (평균 0.63)  $\mu\text{g Cd/L}$ , 0.06~0.55 (평균 0.23)  $\mu\text{g Hg/L}$ 로서 전 조사정점에서 해역수질환경의 기준이하의 양호한 농도분포를 보였다.

해저퇴적물 중 화학적산소요구량 (COD), 강열감량 (IL) 및 산취발성황화물 (AVS) 의 농도범위는 각각 22.3~54.08 (평균 45.1)  $\text{mg/g} \cdot \text{dry}$ , 7.6~10.1 (평균 8.6) %, 및 0.01~0.29 (평균 0.12)  $\text{mg/g} \cdot \text{dry}$ 로서 수산환경수질기준 20  $\text{mg/g} \cdot \text{dry}$  (일본수산환경보호협회, 1972)을 평균 2배 이상을 초과하는 유기물질로 오염된 퇴적물특성을 보였다.

해저 표층퇴적물중 구리, 크롬, 아연, 납, 카드뮴 및 총수은의 농도범위는 20~67 (평균 32), 18~80 (평균 55), 111~157 (평균 136), 27~123 (평균 27), 0.32~1.25 (평균 0.77), 0.03~0.21 (평균 0.09)  $\text{mg/kg} \cdot \text{dry}$ 의 농도분포로서 해수와 퇴적물 사이의 분배 계수 (distribution coefficient)는 구리, 크롬, 아연, 납, 카드뮴 및 총수은에 대해 각각 7,980, 45,833, 10,000, 54,000, 1,222 및 391 보였다.

## 참고문헌

해양수산부, 1998. 해양환경공정시험방법

- Park C. K. 1975. Study on the characteristic distribution of phosphate in Jinhae Bay. *Bull. Korean Fishi. Soc.*, **8 (2)**. 68-72.
- Larsen, P. F., D. F. Gadbois, and A. C. Johnson, 1985. Observation on the distribution of PCBs in the deepwater sediments of the Gulf of Maine. *Mar. Pollut. Bull.*, **16**, 439~442.
- Chester R. and S.R. Aston. 1976. The geochemistry of deep-sea Sediment. In *Chemical Oceanography*. J. P. Riley and R. Chester (eds), Vol. 6, 281-390. London: Academic Press.
- 日本水産資源保護協會, 1972. 水産環境水質基準. 88pp