

## 해양환경-1      섬진강 하구 및 광양만권 개발에 따른 해양환경 오염 변화

조현서, 김용옥\*, 김도희<sup>1</sup>, 윤양호

여수대학교 해양시스템학부, <sup>1</sup>목포해양대학교 해양시스템공학부

### 1. 서론

광양만은 한반도 남해 연안의 중앙부에 위치한 반폐쇄적인 내만으로 만 중앙해역에 위치한 묘도를 중심으로 광양제철소, 섬진강 하구의 하동, 여수반도와 남해로 둘러싸여 있으며 그 주위로 작은 섬들이 분포하고 있다. 70년대 말에 남쪽 해안선을 따라 여천공단이 조성되었고 80년대에는 광양제철이 조성되었다. 또한 울촌공단 조성, 컨테이너부두 건설, 하동면의 화력발전소 건설 등과 같이 많은 매립과 공단 조성이 이루어지면서 과거에 비해서 지형적으로 많은 변화가 일어나고 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 장기간의 해양환경오염자료를 통해 섬진강 하구 및 광양만권의 지형적 변화에 따른 해양환경 변화의 양상을 파악하고 이를 토대로 광양만권의 해양환경관리를 위한 기초 자료로 제공하는데 있다.

### 2. 재료 및 방법

섬진강 하구 및 광양만권 개발에 따른 해양환경오염의 변화를 알아보기 위해 조사해역에서 1999년 1월, 4월, 7월과 10월에는 일반수질, 1997년 8월, 1998년 1월, 1999년 1월과 1999년 4월에는 중금속, 1996년 9월부터 1998년 3월까지 5회에 걸쳐 유기주석화합물(TBT), 1998년 5월과 11월, 1999년 4월과 7월에 다환방향족 탄화수소류(PAHs), 그리고 1999년 10월, 2000년 2월, 5월과 8월에 비스페놀 A(BPA)와 노닐페놀(NP)의 수질과 저질을 채취하여 분석하였다. 그리고, 장기적인 해양환경의 변화를 알아보기 위하여 1986년부터 1999년까지 보고된 일반수질 자료를 정리 및 비교하였다.

분석방법은 COD, DIN, DIP와 중금속은 해양환경공정시험법, PAHs는 EPA의 Method, TBT, BPA와 NP는 일본 외인성내분비교란화학물질조사잠정메뉴얼에 준하였다(EPA, 1992, 해양수산부, 1998, 環境廳水質保全局水質管理課, 1998.).

### 3. 결과 및 고찰

COD는 계절별로 표층에서 4월에 2~5mg/l 전후로 높았고, 1월과 7월에 0.8~3mg/l 전후로 낮았다. 저층은 4월에 1.6~3mg/l 전후로 높았고, 7월에 1~2.5mg/l 전후로 낮았다. 그리고 표층에서 높은 농도를 나타냈고, 저층에서 낮은 농도를 나타냈다. 또한 공간적

으로 표·저층 모두 특이한 양상을 보이지 않았다. 장기 수평분포는 대부분 묘도 북쪽, POSCO서쪽주변과 광양만 북서쪽에서 높게 나타났고, 계절적 장기변동은 하계가 동계에 비해 높게 나타났다.

DIN은  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 를 합한 값으로 표층에서 7월에  $5\sim 15\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 높았고, 1월에  $2.1\sim 3.9\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 낮게 나타내었다. 저층에서는 7월에  $5\sim 25\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 높았고, 1월에  $1\sim 4\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 낮게 나타났다. 또한 공간적으로 표층에서는 묘도 남쪽에서 높았고, 저층에서는 10월을 제외하고는 묘도 남서쪽에서 높게 나타났다. 장기 수평분포는 묘도 남쪽 또는 남서쪽에서 높게 나타났고, 계절별로는 COD와 비슷한 경향을 보였다.

DIP는 표층에서 1월과 7월 29일에  $2\sim 2.5\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 높았고, 7월 19일에  $0.2\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 낮게 나타났다. 저층에서는 1월과 7월 29일에  $2.5\sim 3\mu\text{g-at./}\ell$  전후로 높았고, 7월 19일에  $0.2\mu\text{g-at./}\ell$ 로 낮게 나타났다. 또한 공간적으로 표층, 저층 모두 묘도 남쪽 수로에서 높았고, 묘도 북쪽 수로에서 낮은 값을 보였다. 장기 수평분포는 DIN과 비슷한 경향을 보이고, 계절별로는 COD와 DIN의 결과와 반대로 동계에 하계보다 높게 나타났다.

1997년 8월, 1998년 1월, 1999년 1월과 4월에 해수 중의 중금속을 분석한 결과, 평균적으로 Cu 농도는 각각 2.52, 2.44, 1.68,  $1.52\mu\text{g/}\ell$  였고 Cd 농도는 0.01, 0.20, 1.09  $3.71\mu\text{g/}\ell$  였으며 Zn 농도는 33.9, 4.12, Nd,  $23.1\mu\text{g/}\ell$  였다. Pb 농도는 ND, 1.04, 27.4 ND 였고, Fe 농도는 295, 121, 52.9, 835 mg/kg dry 였다. 광양만의 해수 중금속의 농도는 모두가 해역의 환경기준치 이하를 나타내고 있으나 카드뮴의 경우 보통 해역에서의 농도  $0.2\mu\text{g/}\ell$  보다는 다소 높게 나타났다.

Cu 경우 각각 2.70, 2.88, 6.62 mg/kg dry 였고, Cd 농도는 2.63, 0.08, 0.49 mg/kg dry 였다. Pb는 11.0, 8.24, ND 였다. Zn은 22.9, 31.2, 11.1 mg/kg dry 였다. Fe는 572, 484, 928 mg/kg dry 였다. 이상의 퇴적물 중의 중금속 오염도는 아주 심하지 않은 것으로 사료된다.

대수리 체내 유기주석 화합물 농도는 TPT 화합물이 높게 농축되어 있었다. TBT 화합물은 11.2~131.6 ng/g wet wt. 의 범위를 보였으며, TPT 화합물은 3.5~388.2 ng/g wet wt. 의 범위를 나타내었다. 선박의 활동이 활발한 지역에서 높은 농도를 보였다.

표층퇴적물에서 분석했던 13개 PAHs 화합물 모두가 검출되었으며, 표층퇴적물의 Total PAHs 범위는 171.40~1013.54(평균 406.43) $\mu\text{g/kg dry wt.}$ 로 검출되었다. Naphthalene이 14.08~691.39 $\mu\text{g/kg dry wt.}$ 로 거의 모든 시료에서 가장 높게, Anthracene

이 0.49~22.66 $\mu\text{g}/\text{kg}$  dry wt.로 가장 낮게 나타났다. Naphthalene, Acenaphthylene, Dibenzofuran과 Fluorene 같이 저분자 PAHs 화합물은 묘도를 중심으로 북쪽과 광양만 입구 정점에서 월별 변동범위가 크게 나타났고, 평균값도 유사한 정점에서 높게 나타났다. Benzo(e)pyrene, Benzo(a)pyrene과 Benzo(ghi)perylene 같은 고분자 PAHs 화합물은 광양만 서쪽 정점들에서 거의 유사한 큰 월별 변동범위를 나타내며, 월변동 평균값도 광양만 서쪽 정점들에서 가장 높은 값을 나타내었다.

1999년 10월, 2000년 2월, 5월 그리고 8월에 NP와 BPA는 각각 6.98~202.70ng/g dry wt., 0.46~24.59ng/g dry wt.,의 변동범위를 보였다. NP의 계절별 평균농도는 10월부터 점점 증가하여 5월에 평균 45.03ng/g dry wt.의 가장 높은 농도를 보이고, 8월에 평균 25.37ng/g dry wt.로 감소하였다. BPA의 계절별 평균농도는 전체적으로 비슷한 농도를 보이고, 평균농도의 변동범위도 2.53ng/g dry wt.이하를 나타내었다. NP와 BPA의 수평 분포는 계절별로 다소 차이가 있으나 여수해만에 비하여 광양만에서 비교적 높은 농도를 보였다. 이것은 NP와 BPA의 농도가 높은 도시하수와 산업폐수가 해수의 유동이 비교적 적고, 유속이 약한 광양만으로 유입되어 부유퇴적물에 흡착되어 퇴적된 결과로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

環境廳水質保全局水質管理課, 1998, 外因性內分泌攪亂化學物質調査暫定 マニュアル(水質, 底質, 水生生物).

해양수산부, 1998, 해양환경공정시험방법. 218-220, 305-306.

EPA, 1992, Proceedings of EPA'S contaminated sediment management strategy forum. Environmental Protection Agency, Washington D.C.