

## PF3 제주도 항내 해수에서의 PAHs의 분포 및 기원

문상희\*, 감상규<sup>1</sup>, 이영돈<sup>2</sup>, 이민규<sup>3</sup>

제주대학교 대학원 환경공학과, <sup>1</sup>제주대학교 해양과학부,

<sup>2</sup>제주대학교 해양과환경연구소, <sup>3</sup>부경대학교 화학공학부

### 1. 서 론

PAHs는 탄소와 수소로 이루어진 화합물 중 5-6개의 탄소원자가 만들어진 탄소고리 형태가 최소한 2개 이상 결합된 화학적, 생물학적으로 분해가 어려운 영구적인 성질을 지닌 화합물로(Hoofman, 1981), 높은 급성독성, 발암성 및 돌연변이성을 유발하는 것으로 알려져 있다 (Stein 등, 1990). 이는 해마다 약 23만톤의 PAHs가 화석연료의 연소, 가정하수나 산업폐수의 유입, 선박으로부터 석유의 누출 등 인위적인 활동에 의해 해양 환경으로 유입되어 해양환경을 크게 오염시키고, 해양 생물체에 커다란 위해를 끼치고 있다.

제주도 연안은 한·난류가 교차되고, 해조와 울창한 암초로 되어 있어 각종 어·패류의 산란, 서식장 및 생육장으로서 좋은 환경을 갖추고 있으나, 최근 생물생산성이 감소되고 있고, 유해화학물질이 검출되는 등 제주도 해양환경의 관리와 보전이 시급한 실정이나 독성이 매우 큰 PAHs의 오염문제는 그 실태조사조차 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서는 제주도 해양환경에서의 PAHs의 기초연구의 일환으로 제주도 연안에서 대표되는 주요 항만인 제주항, 성산항, 서귀항 및 한림항 등 4개 항내에서 해수에서의 이의 분포 및 기원을 살펴보았다.

### 2. 재료 및 방법

제주도 연안에서 대표 되는 제주항, 서귀포항, 성산항 및 한림항을 대상으로 이들 항내의 6개 지점에서 2001년 6월, 9월, 12월 3회에 걸쳐 해수를 채수하여 US EPA에서 제시되고 있는 16개의 PAHs 및 총 PAHs의 분포 및 기원을 조사하였다.

4 L의 해수를 미리 세척한 갈색 glass carboys 병에 채수하여 아이스 박스에 넣어 실험실로 운반한 다음, 즉시 2 L 분액여두에 나누어 넣고 20 ppm의 surrogate standard (naphthalene-d8, acenaphthene d10, chrycene d12, perylene d12) 10 µL를 가한 후 150 mL의 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>로 5분 진탕, 10분 정치 조작을 2회 반복하여 추출하였고, 나머지 2 L도 같은 방법으로 하여 추출하였다(Short 등, 1996). 추출액을 모아 무수MgSO<sub>4</sub>로 탈수 여과시킨 후 회전증발농축기로 약 1 mL로 농축시키고 Silica-alumina column을 사용하여 정제한 후 30m x 0.25 mm I.D. DB-5 capillary column을 사용하여 GC/MS로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에 사용된 surrogate standard인 naphthalene-d8, acenaphthene d10, chrycene d12, perylene d12의 평균 회수율은 각각 65%, 79%, 89%, 81%를 나타내었다.

제주항내 해수 중의 총 PAHs의 농도분포 및 특성을 살펴보면,

제주항내는 농도는 46.19~196.03 ng/L(평균 96.43 ng/L)의 분포를 보였으며, 모든 지점에서 유사한 농도로 분포하였으나, J-1 지점의 농도분포는 특히 높았다. 이는 항의 특성상 안쪽으로 갈수록 해수의 순환이 매우 어렵고, 정박해있는 많은 선박의 영향이 큰 것으로 사료된다.

한림항내의 53.24~125.28 ng/L(평균 78.26 ng/L)의 분포를 나타내었으며, H-1와 H-5 지점에서 높은 농도로 분포하였는데, 이는 가장 항 안쪽 지점과 활발한 선박활동 때문으로 사료된다.

성산항내의 경우 45.91~100.91 ng/L(평균 68.51 ng/L)의 분포를 나타내었으며, Ss-1, Ss-3, Ss-4 지점인 경우 평균보다 상대적으로 높은 값을 보였으며, 이는 항 안쪽의 해수의 순환이 어려운 지점과 컨테이너선 등 대형선박이 많이 정박해있는 위치에서 PAHs가 높은 농도를 보임을 알 수 있다.

서귀포항내의 경우 20.97~74.05 ng/L(평균 49.63 ng/L)을 나타내었으며, 대부분의 소형선박이 정박해 있는 Sg-1, Sg-2, Sg-5 지점에서 평균치보다 높은 농도로 분포하고 있었다.

평균 PAHs의 농도는 제주항>한림항>성산항>서귀포항의 순으로 나타났다. 서귀포항이 제주항과 마찬가지로 항만법상 무역항임에도 불구하고 PAHs의 농도가 가장 낮은 것은, 연외천(천지연 폭포)의 지속적인 유입량이 22,970 m<sup>3</sup>/d 로서 큰 영향을 미치고 있다고 판단된다.

해수의 PAHs 오염기원은 연소기원과 유류기원이 매우 혼재된 결과를 나타내고 있어 명확한 지표로 나타내지는 못하였다. 그러나 저질에 비해 naphthalene/phenanthrene의 비가 높게 나타나는 것으로 보아 petroleum유입의 영향이 상대적으로 큰 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(RO5-2001-000-00278-0)지원으로 수행되었음.

### 참고 문헌

- Hoodftman, R.N., 1981, Inventory of data on environmental carcinogens, PAHs and N-Heterocycles. Report to the EC-JRC, The Netherlands, TNO CI, 88pp.
- Short, J.W., T.J. Jackson, 1996, Analytical methods used for the analysis of hydrocarbonbs in crude oil, tissues, sediments, and seawater collected for the natural resources amage assessment of the Exxon Valdez Oil Spill, America Fisheries Society Symposium, pp. 140-148.