

조현서, 유영석*

여수대학교 해양학과

1. 서론

PAHs는 탄소와 수소로 이루어진 화합물중 탄소고리 형태가 최소 2개이상으로 결합되어 있는 물질이다. 인간활동으로 인한 화석연료의 이용으로 PAHs(다환방향족탄화수소)의 오염이 광범위하게 확산되고 있으며 해양으로의 유입 경로는 유류오염에 따른 유입, 산업활동에 의한 연소로 인한 대기로부터 유입, 기름정제소에서 정제중 발생되어지는 잔유물로 인한 유입과 도로에서의 아스팔트 입자에 포함되어 하수로의 유입등이 있다(J. W. Kiceniuk and S. Ray., 1994). 해양에서의 PAHs는 해양생물에 저분자 PAHs의 독성과 고분자 PAHs의 발암성, 돌연변이성등의 영향을 미친다. 이러한 PAHs 오염에 관한 연구는 선진국을 중심으로 활발이 진행중이나, 국내에는 PAHs로 인한 해양환경 오염에 대해서는 잘 알려져 있지 않다.

본 연구대상해역은 화학공단과 제철소, 컨테이너 부두등이 위치하고 있는 산업공단 밀집지역이며, 광양항 내의 유조부선 제5급강호 충돌사고('93년 9월)와 소리도 남단의 초대형 유조선 씨프린스호 좌초사고('95년 7월)와 같은 대형 유조선 사고로 인한 PAHs 오염이 일어나고 있는 해역이다.

따라서, 본 연구에서는 광양만의 PAHs 오염현황을 조사하여 이들 물질을 평가하고 관리하기 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

2. 1 시료채취 및 보관

해양생물시료인 참굴과 진주담치 및 반지락은 '99년 1월에 각각 7, 6, 3개지점의 조간대에서 채취하였고, 표층퇴적물은 '98년 11월에 해양 11개(S1~S11)지점에서 채취하였다. 대상해역에서의 샘플 채취지점은 Fig.1에 나타내었다.

조간대 부착생물인 참굴과 홍합 및 저서생물인 반지락은 썰물시에 현장에서 직접 용기에 채취하였고, 해상 표층퇴적물은 중력식 코아채니기를 이용하여 표층저니(0~5cm)를 채취하였다. 채취한 시료는 실험실로 운반 후 분석전까지 -20℃ 이하의 냉동고에 보관하였다.

2. 2 분석방법

생물체내 분석항목은 석유계통 발암성 오염물질로 생태계내에 잔류성이 강한 다환방향족탄화수소류(Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAHs)중 생물 농축성과 독성이 크고 고속 액체크로마토그래피-형광검출기(HPLC)에서 고감도로 검출되는 Benzo(a)pyrene, Benzo(k)fluoranthene 및 Benzo(ghi)perylene의 3종류의 PAHs를 선택하여 분석하였다. 분석방법은 Kiceniuk과 Ray(1994), 일본 국립환경연구소(Morita, 1988) 및 해양환경 공

정시험방법(해양수산부, 1998)에 준하여 분석하였다.

생물체에서 육질만을 취하여 균질화시키고 약 10g을 취한후, 탈수, 농축, 알카리분해, 정제 및 농축과정의 전처리를 행하여 최종 0.5ml로 한다. 이 시료를 고속 액체크로마토그래피(HPLC)-형광검출기로 정성 및 정량한다.

분석기기는 형광검출기(Waters 474)가 장착된 Waters제 HPLC(Model 515 HPLC Pump)를 이용하였으며, 칼럼은 LC-PAH column(Supelco, 25cm×4.6mm, 5 μ m)을 사용하였다.

이동상은 Acetonitril 90%에 초순수 10%을 혼합하여 유량은 1.2ml/min, 형광검출기는 Excitation 375nm, Emmission 410nm에 고정하여 검출하였다.

표층퇴적물의 분석항목은 미국환경청(US EPA)에서 우선적으로 규정한 16종의 PAHs를 중심으로 13종의 PAHs를 대상으로, 분석은 미국 환경청(US EPA)의 Method(Method 3540, 3611)와 해양환경 공정시험방법(해양수산부, 1998)에 준하여 분석하였다.

퇴적물 시료의 약5~10g을 정확히 취한후 탈수, Soxlet 추출, 농축, 정제, 용출 과정을 거쳐 최종 1ml로 농축하여 GC-MS용 시료로 한다.

분석기기는 Shimadzu제 GC-MS(Model GC 17A, MS QP-5000)를 이용하였으며, 분석에 이용된 칼럼은 Capillary column DB-5(내경 0.32mm, 필름두께 0.25 μ m, 길이 30m)을 사용하였으며, 분석은 SIM모드로 행하였다. 표준용액과 시료의 각 성분의 체류시간과 피크의 면적을 내부표준물질의 그것과 비교하여 정성 및 정량분석을 행하였다.

3. 결과 및 고찰

조간대 암반에 부착 서식하는 참굴과 진주담치 및 저서생물인 반지락 체내의 Benzo(k)fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Benzo(ghi)perylene은 참굴에서 각각, 0.01~2.00(0.89) μ g/kg-dry wt., ND~5.40(2.14) μ g/kg-dry wt. 및 18.97~109.62(40.90) μ g/kg-dry wt., 진주담치에서 각각 0.81~10.93(5.58) μ g/kg-dry wt., 1.46~23.73(12.98) μ g/kg-dry wt. 및 ND~4.97(2.33) μ g/kg-dry wt., 반지락에서 각각 ND~1.02(0.68) μ g/kg-dry wt., ND~2.66(1.63) μ g/kg-dry wt. 및 6.03~14.28(9.41) μ g/kg-dry wt.의 범위(평균)로 검출되었다.

Benzo(ghi)perylene은 참굴에서 평균 31.81 μ g/kg-dry wt.로 3개종중 나머지 Benzo(k)fluoranthene과 Benzo(a)pyrene의 2종보다 우세한 양으로 검출되었다. 진해만해역 연구(Lee, 1998)에서의 동일한 해양생물인 참굴에서의 PAHs 검출결과와 비교하면 진해만의 Benzo(k)fluoranthene(8.33 μ g/kg-dry wt.)보다 낮게 검출되었고, Benzo(a)pyrene(1.88 μ g/kg-dry wt.)보다 높게 검출되었다.

진주담치에서는 Benzo(k)fluoranthene과 Benzo(a)pyrene이 참굴에서와는 달리 높은 농도를 보였다. 반지락은 참굴에서의 3종 PAHs 농도와 비슷한 농도경향을 나타내었다.

이들 생물체에서의 PAHs 3종 모두 해양생물에 따라 각각 우세하게 나타나는 종들이 다르지만, 외해로 연결되는 여수해만(B9)과 광양만의 해수의 유출입이 있는 남해대교(B7)보다는 PAHs 3종 모두 광양만 안쪽에서 다소 높은 경향을 나타내었다.

표층퇴적물에서도 또한 광범위하게 검출되었다.

참고문헌

- 해양수산부, 1998. 해양환경공정시험방법, 218-220, 305-306.
- H. S. Cho., 1997, PAHs contaminations in the Pacific Oyster, *crassostrea gigas*, on the coastal area of korea, SETAC/UNIDO ASIA/PACIFIC REGIONAL SYMPOSIUM/WORKSHOP ON ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT OF CHEMICALS, 20-24 APRIL 1998, SEOUL, REPUBLIC OF KOREA, 88
- Kiceniuk, J.W., S. Ray, 1994, Analysis of contaminants in edible aquatic resources. VCH Publishers, Inc., 429-452
- K. S. Lee., I. Noh., C. S. Lim and S. D. Chu., 1998, The High Performance Liquid Chromatography(HPLC) Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Oysters from the Intertidal and Subtidal Zones of Chinhae Bay, Environmental Sciences, 2(1), 57-68
- Morita, M., 1988, Trace elements and organic pollutants in mussels and other bivalves in Japan. NIES, 79-82
- P. Garrigues, H. H. Soclo, M. P. Marniesse and M. Ewald., 1987, Origin of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons(PAH) in Recent Sediments from the Continental Shelf of the " Golfe de Gascogne" (Atlantic Ocean) and in the Gironde EstuaryIntern. J. Environ. Anal. Chem, 28, 121-131
- US EPA, Test methods for evaluating solid waste. Physical/chemical methods- Third edition, proposed update package. US EPA, Washington D.C., PB89-148076

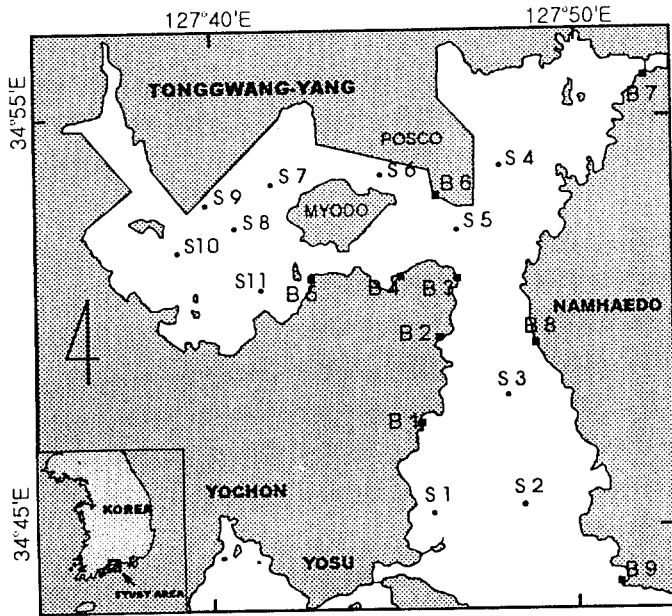


Fig.1 Map of sampling stations