

수영강 일대 하상퇴적물의 PAHs 오염특성

박성원¹ · 조호영² · 이평구¹ · 이정화¹ · 염승준¹ · 연규훈³ · 이육종³ · 김미화³

¹한국지질자원연구원, ²고려대학교, ³충북대학교
e-mail : spark@kigam.re.kr

요약문

회동저수지를 중심으로 수영강 일대 하상퇴적물에 대한 PAHs(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) 오염특성 연구가 진행되었다. 하상퇴적물의 화학분석결과, 16 EPA PAHs 중 naphthalene 등 총 15개 성분이 검출되었으며, benzo(a)anthracene과 chrysene의 검출빈도가 가장 높고, 총 PAHs는 최대 7,116 ppb가 검출되었다. 한편 퇴적물 내 PAHs의 심도별 함량 변화는, 대체로 하부 시료에 비해 상부 시료에 PAHs 함량이 높게 나타나며, 특히 상부의 점토질 토양과 하부의 현지 토양이 함께 산출되는 시료의 경우, 하부 현지 토양에서의 PAHs 함량에 비해 상부 점토질 토양에서의 PAHs 함량이 높으며, 이는 PAHs가 수영강 으로부터 유입되어 주로 상부 점토질 퇴적물에 축적된 결과로 판단된다. PAHs의 기원은 전반적으로 수영강 상류지역에서는 연소 기원을 보이며, 수영강 하류에서는 교량 및 도심지역에서의 차량통행과 관련이 있는 석유류의 특징을 나타내며, 회동저수지의 경우 석유류와 연소 기원의 특징을 복합적으로 보여주고 있다.

key world : 하천, 저수지, 하상퇴적물, PAHs, 오염

1. 서론

도시화 및 산업화에 따라 각종 오염물질이 발생되고 있으며, 이에 따라 주변 하천을 통한 오염 확산이 심각하게 우려되고 있는 실정이다. 한편, 부산시민의 주요 음용수원지인 회동저수지 상부에는 수영강이 위치하며, 상류에 동래광산, 임기광산 등이 분포하고 이들의 풍화작용, 산성광산배수 배출 및 도로변 퇴적물에 의한 중금속 오염이 우려된다(박맹언, 1996; 박맹언 등, 2000; 박성원 등, 2005; 염승준 등, 2005). 한편, 이와 함께 하상퇴적물 내에 퇴적되어 있는 PAHs 오염도 우려되고 있는 실정이나, 지금까지의 연구는 주로 하천수 및 퇴적물에서의 중금속 함량을 중심으로 수행되었다. 이 연구의 목적은 회동저수지 및 주변 하천의 수질관리 기초 자료 확보를 위한 수영강 일원과 그 하부 회동저수지에서의 하상퇴적물 내 PAH 오염특성을 규명하였다.

2. 본론

2.1 연구지역

연구대상지역은 부산광역시와 양산시에 걸쳐 있는 수영강 및 수영강으로 유입되는 일부 지천과 수영강이 유입되어 형성된 하부의 회동저수지를 포함하며, 회동저수지 및 상부 수영강 자료와의 비교 검토를 위하여 회동저수지 하부 하천과 주변 석대동 매립지 하부를 흐르는 석대천을 포함하는 지역에 걸쳐 연구가 수행되었다.

2.2 시료채취 및 분석

시료채취는 회동저수지에 직접 유입되는 하천인 수영강, 회동저수지 유역 및 석대천을 중심으로 이뤄졌으며, 2004년 4월과 7월에 본류와 각 지류에서 시료의 고른 분포를 고려하여 하상 퇴적물 시료 총 12개가 채취되었으며, 이들 자료와의 비교 검토를 위해 2005년 6월 갈수기에 회동저수지를 중심으로 총 19개(10개 지점)의 심도별 시료가 채취되었다. 시료채취는 스테인레스 모종삽을 사용하였으며, 갈색 유리병(1l)에 담아 냉장보관 하였다.

시료의 분석은 채취한 시료에 대해 미국 EPA에 의해 주요 오염원소로 지정된 16 EPA PAHs에 대한 분석을 실시하였다. 분석은 시료 150g 정도를 취해서 분말 형태로 유지되도록 무수 황산나트륨을 적당량 넣어 잘 흔들어 섞고 디클로로메탄 700ml를 넣은 후, 초음파 추출장치를 사용하여 여과/농축시켜 GC/MSD로 분석하였다.

2.3. 결과 및 고찰

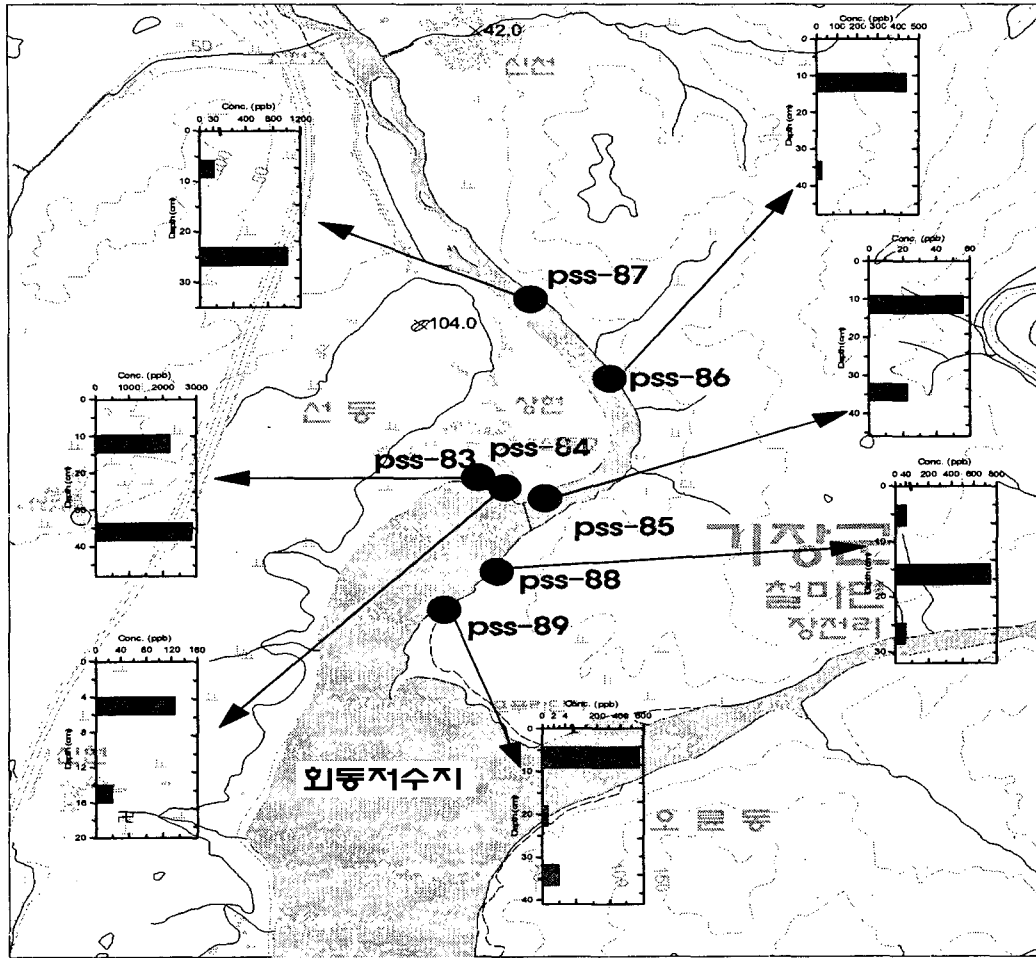
수영강과 회동저수지 퇴적물에 대한 PAHs 분석에서 16 EPA PAHs 중 naphthalene 등 총 15개 성분이 검출되었다. 잠재적으로 발암성을 가지는 대표적인 난분해성 오염물인 PAHs는 목재의 불완전연소나 자동차 통행 및 몇몇 산업활동에 의해 자연계에 방출되어 개스나 입자 형태로 먼거리를 이동해 침전된다. 수영강과 회동저수지를 포함하는 22개 지점에서 채취한 31개 퇴적물 시료 중에서 benzo(a)anthracene과 chrysene의 검출빈도가 가장 높으며, 총 PAHs는 최대 7,116 ppb(회동저수지 직하부)가 검출되었다. 1개 시료채취 지점을 제외하고 나머지 전 지점에서 1성분 이상 검출되었으며, 용천광산 하부에서 채취한 시료에서 최대 15 성분이 검출되었다. dibenzo(a,h)anthracene은 모든 시료에서 검출되지 않았다.

한편 퇴적물 내 PAHs 성분의 심도별 함량 변화 결과에 의하면(그림 1), 대체로 하부 시료에 비해 상부 시료에 PAHs 함량이 높게 나타난다. 특히 상부의 점토질 토양과 하부의 현지 토양이 함께 산출되는 88번, 89번 시료의 경우, 하부의 현지 토양에서의 PAHs 함량에 비해 상부 점토질 토양에서의 PAHs 함량이 높으며, 이는 PAHs가 수영강 으로부터 유입되어 주로 상부 점토질 퇴적물에 축적되는 것으로 판단된다.

PAHs의 기원 구분 방법(Baumard et al., 1998)에 의하면, fluoranthene와 pyrene의 비(Fluo/Py)가 1보다 크면 연소(pyrolytic) 기원의 특징을 갖는 것으로, 1보다 작으면 석유류의 특징을 갖는 것으로 판별하였다. 또한 indeno(1,2,3-cd)pyrene와 benzo(g,h,i)perylene의 비(I123cdP / BghiP)가 1보다 크면 연소 기원으로, 1보다 작으면 석유류 기원으로 각각 구분하였다. 금번 회동저수지 및 수영강에서 채취된 퇴적물 내의 Fluo/Py 비는 두 성분이 모두 검출되는 22개 지점 중 5개 지점의 시료에서만 1보다 클뿐 나머지 모든 시료에서 1이하의 값을 가지며, 평균값은 0.79 이다. 회동저수지와 수영강 하상퇴적물에서는 indeno(1,2,3-cd)pyrene와 benzo(g,h,i)perylene가 동시에 검출되는 시료가 없어 비교 할 수 없었다. 전반적으로 수영강 상류지역에서 Fluo/Py 비가 1보다 커서 연소 기원을 보이며, 수영강 하류에서는 Fluo/Py 비가 1보다 작아 교량 및 도심지역에서의 차량 통행과 관련을 갖는 석유류의 특징을 나타내고 있다. 한편 회동저수지에서 채취된 시료에서의 Fluo/Py 비를 비교해 보면 석유류의 기원적 특징과 연소 기원의 특징을 복합적으로 보여주고 있다.

35-16-26.7

127-07-32.0



127-06-03.9

35-15-03.4

그림 1. 회동저수지 퇴적물 시료의 PAHs 함량(ng/g) 분포도.

3. 결론

회동저수지를 중심으로 한 수영강 일대 하상퇴적물에 대한 PAHs 분석에서 16 EPA PAHs 중 naphthalene 등 총 15개 성분이 검출되었다. 연구지역 내 총 31개 퇴적물 시료 중 benzo(a)anthracene과 chrysene의 검출빈도가 가장 높았으며, 총 PAHs는 최대 7,116 ppb가 검출되었다. 한편 퇴적물 내 PAHs 성분의 심도별 함량 변화 결과에 의하면, 대체로 하부 시료에 비해 상부 시료에 PAHs 함량이 높게 나타나며, 특히 상부 점토질 토양에서의 PAHs 함량이 높아, PAHs가 수영강 으로부터 유입되어 주로 상부 점토질 퇴적물에 축적되는 것으로 판단된다. 전반적으로 수영강 상류지역에서 연소 기원을 보이며, 수영강 하류에서는 교량 및 도심지역에서의 차량 통행과 관련을 갖는 석유류의 특징을 나타내고 있다. 한편 회동저수지에서는 석유류의 기원적 특징과 연소기원의 특징을 복합적으로 보여주고 있다. 따라서 연소기원의 PAHs와 더불어, 주로 수영강의 도로 및 교량에서의 차량 통행과 관련을 갖는 석유류 성분의 회동저수지로의 유입에 의해 PAHs가 저수지 상부의 점토질 토양에 축적되고 있는 것으로 보이며, 이를 위한 도로 퇴적물에 대한 적절한 관리체계 마련이 필요할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 박맹언, 납석광산에서 발생하는 토양 및 수질오염 실태: 부산광역시 회동수원지 상류지역, 한국토양환경학회부산·경남지부 결성 및 토양환경 세미나, p. 10-117, 1996.
2. 박맹언, 성규열, 고용권, 비금속광상의 황화광염대에 수반되는 산성광산배수의 형성과 지질환경의 오염: 동래납석광산 산성광산배수의 형성에 관한 반응경로 모델링, 자원환경지질, 33, 5, p. 405-415, 2000.
3. 박성원, 조호영, 이평구, 연구훈, 신성천, 회동저수지 부근 하상퇴적물의 중금속 오염특성 고찰, 대한자원환경지질학회, 춘계학술발표회 논문집, p. 204-207, 2005.
4. 염승준, 이평구, 연구훈, 강민주, 부산시 회동저수지 집수분지 내 주요 도로변 퇴적물의 중금속 오염평가, 자원환경지질, 38, 3, p. 247-260, 2005.
5. Baumard, P., Budzinski, H. and Garrigues, P., Environ. Toxicol. Chem., Vol. 17, p. 765-776, 1998.