

## OD2) 전국 주요하천 및 호소의 수질 및 퇴적물의 PFOS 및 PFCs의 농도분포

강조해\*, 조현서, 이대인, 유영석, 조천래  
전남대학교 해양기술학부

### 1. 서 론

PBTs(Persistent Bio-accumulative and Toxic substances)는 잔류성 유해화학물질로서 환경 중에 잔류성이 높아 먹이사슬을 통해 인간과 생태계에 농축되어 악영향을 미치는 독성이 강한 물질을 의미한다. PBTs 물질군 중에서도 PFOS(Perfluorooctane sulfonate) 및 PFCs(PerFluorinated Chemicals)에 대해서는 다른 유해화학물질들에 비해서 환경노출과 거동 및 위해성 평가에 관한 연구결과와 자료축적이 아주 미비한 상태이다. PFOS 및 PFCs의 관련 화학물질들은 주로 의류와 가죽, 직물, 자동차 인테리어 용품 등의 표면처리제, 계면활성제, 제지 보호제, 그리고 특수산업, 상업, 비누, 샴푸 등으로 지난 50여 년간 사용되어 왔고, 최근에는 연간 5000톤 정도가 생산되었으나, 미국의 3M등 몇몇 국가에서 잔류성을 확인한 결과 자발적으로 생산을 중단하고 있다. 그러나 PFOS 및 PFCs는 발암성 등 독성이 강한 물질로 알려진 PCBs나 DDT에 비해 상대적으로 많은 연구가 이루어지지 않아 체계적인 관리를 위한 연구가 절실한 실정이다.

### 2. 재료 및 방법

2005년 6월~9월 사이에 전국 주요 하천 및 호소 중 5개 수계에서 총 12개 지점을 선정하여 조사하였다. 수질시료의 분석 방법은 시료 500mL에 내부 표준물질로 PFBS를 가한 후 pre-conditioning 한 SPE에 시료를 통과시켜 PFOS 및 PFCs를 포집하였다. SPE에 함유된 수분을 제거한 다음 MeOH을 이용하여 PFOS 및 PFCs를 용출시키고, 용출액을 회전식증발 농축기로 농축한 농축액을 MeOH과 함께 옮겨 여과하여 불순물을 제거한다. 여과한 액을 질소가스로 약 1mL까지 농축하여 LC/MS/MS로 측정한다. 퇴적물의 분석 방법은 건시료(Air dried) 약 5g을 50mL PP tube에 취한 후, 내부 표준물질로서 PFBS를 가한 후 진탕, 초음파 추출한 후 원심 분리하여 상등액을 분취한다. 이 과정을 2회 반복한 후 이 액을 회전식 증발 농축기로 농축하고 여과하여 이후 수질시료와 동일한 방법으로 전 처리 및 측정한다.

### 3. 결과 및 고찰

수질의 결과는 PFOS는 1.40~4.68(평균 2.55)ng/L의 범위로 검출되었으며, 낙동강 수계의 명촌, 영산강 수계의 나주와 삼교천 수계의 온천천에서 비교적 높은 농도로 검출되었다. PFNA는 ND~4.04(평균 1.45)ng/L의 범위로 검출되었으며, 낙동강 수계의 낙동강 하구연 지점에서 가장 높은 농도로 검출되었고, 한강 수계의 춘천댐과 경안천에서는 검출되지 않았

다. PFOA는 0.55~17.49(평균 6.77)ng/L의 범위로 검출되었으며, 낙동강 수계의 주남저수지와 낙동강 하구언, 삼교천 수계의 온천천에서 비교적 높은 농도로 검출되었다. PFOS는 1.45~16.58(평균 4.88)ng/L의 범위로 검출되었으며, 한강수계의 복하천과 낙동강 수계의 명촌, 낙동강 하구언, 삼교천 수계의 온천천에서 비교적 높은 농도로 검출되었다. 특히 온천천의 경우 16.58ng/L로 가장 높은 농도로 검출되었고, 한강수계의 춘천댐의 경우 1.45ng/L로 가장 낮은 농도로 검출되었다. PFOSA는 ND~1.71(평균 1.10)ng/L의 범위로 검출되었으며, 한강수계의 경안천, 춘천댐 그리고 낙동강 수계의 남강에서는 검출되지 않았다.

퇴적물의 결과는 PFHS는 ND~0.15(평균 0.06)ng/g-dry wt.의 범위로, 낙동강 수계인 명촌, 주남저수지, 낙동강 하구언, 남강 그리고 삼교천 수계의 온천천에서 0.13~0.15로 유사한 값을 보였으며, 나머지 지점에서는 ND값을 나타내었다. PFNA의 경우는 ND~0.13(평균 0.02)ng/g-dry wt.의 범위를 나타내었으며, 삼교천 수계의 온천천에서 0.13ng/g-dry wt.의 농도로 가장 높은 값을 보였다. PFOA는 0.01~0.25(평균 0.04)ng/g-dry wt.의 범위를 보였고, 삼교천 수계의 온천천에서 0.25ng/g-dry wt.의 값으로 가장 높게 나타났다. PFOS는 ND~1.81(평균 0.27)ng/g-dry wt.의 범위를 나타내었고, 특히 삼교천 수계의 온천천에서 1.81ng/g-dry wt.의 농도로 다른 지점에 비해 상대적으로 매우 높은 값을 나타냈다. PFOSA는 ND~0.24(평균 0.09)ng/g-dry wt.의 범위를 보였고, 삼교천수계의 온천천에서 0.24ng/g-dry wt.의 농도로 가장 높은 농도를 보였으며, 한강수계인 복하천, 경안천, 낙동강수계의 왜관, 금강 수계인 대청댐과 영산강 수계의 나주에서는 ND의 값을 보였다.

#### 4. 요약

하천수 및 호소수에서의 PFOS 및 PFCs의 농도는 한강수계의 복하천, 낙동강 수계의 명촌, 낙동강하구언, 주남저수지 및 삼교천수계의 온천천에서 비교적 높았으며, 이러한 하천이나 호소는 주로 주거 밀집지역을 통하여 흐르는 특징을 가지고 있었다.

퇴적물은 한강수계, 금강수계와 영산강수계에서는 다소 낮은 농도 분포를 보였으며, 낙동강 수계에서는 전체농도의 평균 농도를 나타내었다. 삼교천 수계의 온천천에서는 다른 지역에 비해 현저히 높은 농도분포를 보였다.

#### 참 고 문 헌

- Rayetta, C. Grasty, Brian, E. Grey, Christopher, S. Lau and John, M. Rogers, 2003, Prenatal Window Of Susceptibility to Perfluorooctane Sulfonate-Induced Neonatal Mortality in the Sprague-Dawley Rat, Birth Defects Research (Part B) 68, 465-471.
- Ellis, D. A., Martin, J. W., Mabury, S. A., Hurley, M. D., Andersen, M. P. S. and Wallington, T., 2003, J. Environ. Sci. Technol., 17, 3816-3820.
- Hansen, K. J., Johnson, H. O., Eldridge, J. S., Butengoff, J. L and Dick, L. A., 2002, Quantitative Characterization of Trace Levels of PFOS and PFOA in the Tennessee River, Environ., Sci. Technol., 36, 1681-1685.