

번호 07-3

제 목	국문	수도수 중 소독부산물(Disinfection by-products)발생 및 전구물질 특성에 따른 소독부산물 생성에 관한 연구			
	영문	Study on Occurrence of Disinfection By-Products and Disinfection Formation Potential by Precursors in drinking waters			
저 자 및 소 속	국문	전 회 경 ¹ , 정 용 ^{1,2} , 신 동 천 ^{1,2} , 최 윤 호 ¹ , 김 준 성 ^{1,2} , 박 연 신 ^{1,2} , 장 은 아 ¹ ¹ 연세대학교 환경공해연구소; ² 연세대학교 의과대학 예방의학교실			
	영문	H.K. Jeon ¹ , Y Chung ^{1,2} , D.C. Shin ^{1,2} , Y.H. Chio ¹ , J.S. Kim ^{1,2} , Y.S. Park ^{1,2} , E.H. Chang ¹ ¹ Institute for Environmental Research, Yonsei University; ² Dept. of Prev. Med., College of Medicine, Yonsei University;			
분 야	보건관리 () 역 학 () 환 경 (○)	발 표 자	일반회원 (○) 전 공 의 ()	발표 형식	구 연 (○) 포스터 ()
진행 상황	연구완료(), 연구중(○) → 완료 예정 시기 : 2000 년 5 월				

1. 연구 목적

음용수를 위한 정수처리과정에서는 미생물 살균을 목적으로 소독을 실시하고 있다. 그러나 소독시 원수에 존재하는 유기물들과 반응하여 인체에 위해한 소독부산물을 생성하는 것으로 알려져 있다(Singer PC, 1993). 우리나라의 경우, 강력한 산화력을 지니고 있는 염소를 정수처리에 사용하고 있는데 염소는 원수중의 유기물과 반응하여 trihalomethane (THMs)을 포함한 haloacetic acids(HAAs), haloacetonitriles(HANs)등의 인체에 해로운 소독부산물을 생성하는 것으로 보고되고 있다.

미국환경보호청은 THMs과 HAAs를 발암물질로 규정하고, D/DBPs Rule의 1단계로 1998년 11월에 THMs에 대한 MCLs(Maximum Contaminant Levels)을 80ppb, HAAs를 60ppb로 규정하였고, 2단계로는 2002년 5월까지 THMs을 40ppb, HAAs를 30ppb로 낮출 예정이다(Federal register, 1996: Federal register, 1998).

또한, 소독부산물을 생성시키는 전구물질은 다양하며 유기물의 특성에 따라 hydrophobic성분과 hydrophilic성분으로 나누어 질 수 있다. J. P. Croue의 연구결과를 보면 원수 중에 hydrophobic과 hydrophilic이 유사한 비율로 나타나고 있으며, 원수에 비해 처리수의 경우는 응집처리에 의해 hydrophobic한 성분이 제거되는 반면 hydrophilic한 성분은 제거되지 않고 DBPs를 생성시킬 수 있다.

본 연구에서는 우리나라 수도수에서 발생하는 소독부산물의 발생현황을 조사하고 소독부산물을 생성시키는 유기물을 hydrophobic substance와 hydrophilic acid 그리고 non-acid hydrophilic으로 나누어 전구물질의 특성을 파악하여 이에 따른 소독부산물 생성능을 조사하여 위해도 감소 방안을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

1) 조사대상

국내 소독부산물의 발생현황을 조사하기 위하여 주요 6대도시인 서울, 인천, 대전, 광주, 대구, 부산을 대상으로 급수인구 10만명이 넘는 정수장 총 10개 선정하여 원수, 정수, 수도수를 채수하였다. 시료채취시기는 1997년 6월과 9월 그리고 1998년 6월과 10월이며 시료는 4℃에 냉장보관 하였다.

2) 원수의 수질분석

원수의 수질상태를 파악하기 위하여 수질오염의 유기물 항목을 분석하였다. 측정항목은 TOC, UV-254, KMnO_4 , turbidity, $\text{NH}_3\text{-N}$, chlorophyll-a 등을 측정하였다. 분석방법은 수질오염공정시험법과 Standard method를 사용하였다. 분석기기로는 TOC는 Sievers 800 potable total organic carbon analyzer를 이용하였고, UV-254는 Shimadzu UV-1601 UV-visible Spectrophotometer로 측정하였으며, turbidity는 HACH Co.의 2100N Turbidimeter를 사용하였다.

3) 소독부산물의 선정 및 분석방법

대상항목은 THMs 4종(chloroform, bromodichloromethane, dibromochloromethane, bromoform), HAAs 6종(chloroacetic acid, dichloroacetic acid, trichloroacetic acid, bromoacetic acid, bromochloroacetic acid, dibromochloroacetic acid), HANs 4종(trichloroacetonitrile, dichloroacetonitrile, bromochloroacetonitrile, dibromoacetonitrile), HKs 2종(1,1-dichloropropanone, 1,1,1-trichloropropanone), chloropicrin, chloral hydrate등으로 총 18종을 선정하여 정량하였다. 분석방법으로는 THM는 US EPA Method 524.2를 이용하였고, HAAs는 US EPA Method 552.1을 사용하였으며, HANs과 HKs, chloropicrin, chloral hydrate는 US EPA Method 551을 사용하였다. 본 연구에서 측정된 소독부산물을 모두 합한 값을 총 DBPs라 표기하였다.

4) XAD resin을 사용한 전구물질 분류

소독부산물 전구물질의 특성을 파악하고자 원수를 대상으로 XAD-8과 XAD-4 resin을 이용하여 hydrophobic substance와 hydrophilic acid 그리고 non-acid hydrophilic으로 분류하였다. 먼저 원수를 0.2 μm filter로 여과하여 용존성 유기물을 pH 2에서 XAD-8 resin에 hydrophobic 성분을 걸러내고 hydrophilic한 성분의 유출수를 다시 XAD-4 resin에 흘려보내어 최종적으로 non-acid hydrophilic을 분류한다. 분류된 각 fraction을 DOC와 DBPFP, UV254를 분석한다.

5) 소독부산물 생성능(DBPs formation potential) 실험

원수특성에 따라 생성되는 소독부산물 생성능(DBPFP) 차이를 조사하기 위하여 시료를 pH 7.0 \pm 0.2로 조정 후 Cl_2 와 DOC를 4 : 1로 하여 chlorine dose를 결정하였다. 염소를 시료에 투여하고 20 \pm 2 $^\circ\text{C}$ 의 암실에서 3일(72hr)간 반응시킨 후 소독부산물을 측정하였다.(Legube et al.:1990)

3. 연구 결과

THMs의 농도는 정수장마다 차이가 있지만 5.04~35.65 $\mu\text{g/L}$ 의 농도 범위로 조사되었고 평균은 20.05 $\mu\text{g/L}$ 였으며, HAAs의 경우는 범위가 4.06~16.02 $\mu\text{g/L}$ 로 평균 10.15 $\mu\text{g/L}$ 를 나타내었다. HANs 은 2.51~10.88 $\mu\text{g/L}$ 범위로 평균 6.08 $\mu\text{g/L}$ 가 검출되었다. 그 외 소독부산물은 미량 검출되었다.

지역별로는 THMs과 HANs의 경우 부산이 각각 37.56 $\mu\text{g/L}$ 와 8.36 $\mu\text{g/L}$ 로 높은 반면, HAAs는 17.73 $\mu\text{g/L}$ 로 서울이 높은 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 원수의 전구물질 특성에 따라 소독부산물의 생성특성에 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

4. 고찰

염소소독부산물은 대부분이 할로겐화화합물로 인체 발암력을 지니고 있는 것으로 알려져 있다.

THMs의 경우는 4종이 모두 유력한 인체발암물질(B₂)로 분류되며, HAAs도 dichloroacetic acid가 유력한 인체발암물질로 분류되고 있다. 그리고 HANs과 chloral hydrate는 감시 항목으로 앞으로 규제 대상물질로 선정해 놓고 있는 실정이다.

그러므로 이러한 소독부산물을 발생시키는 전구물질의 특성을 파악하는 것이 시급하다. 원수의 hydrophobic한 성분은 DBPFP yield가 높은 경향을 보이지만 응집에 의해 잘 제거되기 때문에 처리수에서는 yeild의 변화가 예상된다.