

PA13 염소살균과 오존-염소살균 수도수의 사용과 관련한 가정 트리할로메탄 노출 비교 평가

조완근, 권기동*, 동종인¹, 정용²

경북대학교 환경공학과, ¹서울시립대학교 환경공학부,

²연세대학교 예방의학 및 공중보건학과

1. 서 론

국내의 많은 도시에서 공급되는 수도수의 살균처리를 위해서 염소가 이용된다. 정수장에서 살균시 이용되는 염소가 부산물인 THMs를 생성시키며, 이러한 THMs는 암을 유발시키거나 생식기에 악영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 독성이 강한 THMs 생성을 억제시키기 위한 실용적인 대안으로서 오존 살균이 이용될 수 있다는 사실이 최근 많은 주목을 받고 있다. 그러나, 오존 살균시에도 가정에 공급되는 수도수의 잔류 소독력을 유지시키기 위하여 후처리로서 염소가 첨가된다. 이러한 후처리용 염소의 수도수 첨가는 오존으로 처리되는 수도수에도 잔류 염소와 비처리 또는 운송 중 오염으로 인한 수중 유기물질과 반응하여 가정으로 공급되는 과정에서 THMs가 생성될 수 있으나, 이에 대한 자료는 매우 제한적이다. 본 연구의 목적은 이러한 다경로 노출(multi-route exposure) 산정법을 활용하여 염소처리와 오존-염소 처리 수도수의 가정 내 이용으로 인한 종합적인 THMs 노출을 산정하고 THMs 오염과 관련한 두 수도수 살균 방법을 비교·평가하는 것으로서 본 연구결과는 수도수 살균 방법에 대한 현행 유지 또는 대체 방안 모색을 판단하기 위한 수도수 관리 정책 수립에 필수적인 과학적 자료로 이용될 수 있다.

2. 연구방법

본 연구는 일반 가정 수도수의 THMs 오염도 조사, 일반 가정의 실내·외 공기 중 THMs 오염도 조사 및 조사 가구 선정방법으로 구분하여 고안되었다.

2.1. 시료 채취

수도수 시료는 Teflon cap이 부착된 40 mL 유리병을 이용하여 채취되었다. 물 시료를 채취하기 전에, 물에 잔류하는 염소의 반응을 억제시키기 위해서 각 시료 병에 Sodium thiosulfate 10 mg을 첨가하였다. 물 시료 채취 절차를 위해서 EPA Method 502.1을 응용하였다. 공기 시료는 개인 시료 채취 펌프(MG-4, AMTEK)와 Tenax trap을 이용하여 채취되었다. 채취된 수도수 시료의 분석을 위해서, Purge & trap system과 기체크로마토그래프(GC)가 이용되었다. 채취된 공기 시료는 USEPA의 방법 TO-1을 응용하여 Chloroform에 대해서 분석되었다.

측정값의 질 검증(Quality Assurance) 및 측정값의 질 조절(Quality Control) 프로그램은 선정된 각 THM에 대한 검정선의 결정, 외부표준물질을 이용한 검정선의 확인, 매일의 분석시 실험실 및 현장의 공시료의 분석, 분석 정밀도의 결정, 각 THM 분석에 대한 검출한계(Method Detection Limit, MDL)의 결정 및 시료의 회수율(Recovery)의 결정을 포함한다.

2.2. 수도수 처리 방법에 따른 THMs 총괄 노출 평가

총괄노출량을 계산하기 위해서 염소처리 수도수와 오존처리 수도수와 관련하여 수도수의 THMs 오염도, 일반 가정의 실내·외 공기 중 THMs 오염도, 식수 노출, 흡기노출 모델 및 피부흡수노출 모델이 이용되었다.

3. 요약 및 결론

수도수 살균 방법에 대한 현행 유지 또는 대체방안 모색을 판단하기 위한 수도수 관리 정책 수립에 필수적인 과학적 자료를 제시하기 위해서 염소처리와 오존 처리 수도수 중 THMs 오염도를 조사하고 수도수 사용으로 인한 시민들의 THMs 노출을 평가 수행하였다. 수도수, 실내 및 실외 공기 모두에서 target THMs 중 chloroform이 가장 높은 농도를 보였고 다음이 BDM 그리고 DBM의 농도 순서로 나타났다. Bromoform은 어느 매체에서도 검출되지 않았다. 봄철과 가을철 모두에 대하여 수도수의 THMs 최대농도가 현재 음용수질기준인 100 ppb이하로 나타났다. 계절적으로는, 봄철보다 가을철에 수도수 내 THMs 농도가 높게 나타났다.

봄철 chloroform 농도의 경우, 염소 살균 수도수보다 오존-염소 살균 수도수에서 낮게 측정되었다. 이러한 결과는 THMs 생성에 대한 오존-염소 살균의 장점을 확인하는 것이다. 그러나, 가을철의 경우에는 염소 살균 수도수와 오존-염소 살균 수도수 사이에 chloroform 농도 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 다양한 수질변수들의 복합작용에 기인하는 것으로 사료된다. 따라서, 본 연구 결과는 THMs 생성과 관련하여 염소 살균에 대한 오존-염소 살균의 장점을 평가할 경우에는 여러 수질변수도 함께 고려되어야 함을 간조하고 있다.

실내공기 THM 농도가 수도수 농도와 비례관계에 있었고, 이는 수도수 농도가 실내공기에 직접적으로 영향을 미친다는 것을 확인하는 것이다. 그러나, 실외공기 THMs 농도는 염소 살균 수도수를 공급받는 가정과 오존-염소 살균 수도수를 공급받는 가정 사이에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 종합적으로, 일반 가정의 주거민의 THMs 노출은 실내공기 또는 실외공기의 흡기 노출보다는 가정의 수도수 사용과 밀접한 관계가 있으므로, THMs 노출을 최소화하기 위해서는 THMs로 오염된 수도수의 가정 사용에 대한 관리가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

U.S. Environmental Protection Agency, 1997. Community Water System Survey - Volume II. Detailed Survey Result Tables and Methodology Report. EPA

815-R-97-001b.

- Singer, P. C. and D. A. Reckhow, 1999, In "Water Quality and Treatment, A Handbook for Community Water Supplies"(R. D. Letterman, Ed.), 5th edition, pp. 12.1-12.51, McGraw-Hill, New York.
- Gunten, U. V., A. Driedger, H. Gallard and E. Salhi, 2001, By-products formation during drinking water disinfection: a tool to assess disinfection efficiency, *Water Res.*, 35, 2095-2099.
- Clark, R. M., J. A. Goodrich and R. A. Drininger, 1992, Drinking water and cancer mortality, *Sci. Total Environ.*, 53, 153-172.
- Morris, R. D., A-M. Audet, I. F. Angelillo, T. C. Chalmers and F. Musteller, 1992, Chlorination, chlorination by-products, and cancer: a meta-analysis, *Amer. J. Public Health*, 82, 955-963.
- Bove F, M. C. Fulcomer and J. E. Savrin, 1995, Public drinking water contamination and birth outcomes, *Am. J. Epidemiol.*, 141, 850-862.
- Glaze, W. H. and H. S. Weinberg, 1993, Identification and occurrence of ozonation by-products in drinking water, American Water Works Association Research Foundation, Denver, CO, pp 13-18.
- Richardson, S. D., Jr. A. D. Thruston, T. V. Caughran, P. H. Chen, T. W. Collette and T. L. Floyd, 1999, Identification of new ozone disinfection byproducts in drinking water, *Environ. Sci. Technol.*, 33, 3368-3377.
- U.S. Environmental Protection Agency, 1981, The determination of halogenated chemicals in water by the purge and trap method, Method 502.1, Environmental Monitoring and Support laboratory, Cincinnati, Ohio.