

## PG4) 실내 수영장 공기오염 실태 조사연구

### A Study of Air Quality in Indoor Swimming Pool

이용기 · 이수문 · 최일우 · 김상훈 · 서인숙

경기도보건환경연구원 환경연구부

#### 1. 서 론

생활체육활동 중 수영은 건강상 많은 유효 효과를 가진 전신운동으로 그 이용자 수가 꾸준히 증가하고 있다. 그런데 이와 같이 많은 사람들이 이용하는 다중이용시설은 보건상의 문제가 중요한 문제로 대두될 수밖에 없는데, 특히 수영은 그 이용 특성상 물과의 직접적인 접촉 및 호흡이 빈번해 보건상 안전 문제는 더욱 중요하다.

이러한 보건상 안전한 수영장 수질을 유지하기 위해 대체로 염소소독이나 오존소독이 이루어지고 있으나, 염소소독방식은 다른 소독방식과는 달리 소독과정 중에 수영장물에 잔존하는 유기물질과 반응하여 여러가지 부산물들(disinfection by-products, 이하 DBPs)을 생성한다(Singer, 1994). 이 때 생성되는 DBPs는 체중아 출산, 중추신경계 결함, 신경관 결함, 유산, 사산, 유아 발달 지체와 같은 생식 및 발생 독성과 함께 방광암, 직장암, 결장암 등의 암 발생률을 증가시키는 것으로 보고되고 있다.

또한 육조수중에 존재하는 휘발성 DBPs는 공기 중으로 휘발되어 실내공기 중의 Chloroform를 포함한 휘발성 DBPs의 농도를 증가시켜 호흡을 통해 인체에 영향을 미치게 된다. 이러한 호흡에 의한 발암 위험도는 물의 경구섭취를 통한 발암위해도와 유사하다고 보고되고 있다. 때문에 수영장 이용객들에게 보건상 안전한 환경을 제공하기 위해서는 수영장의 수질뿐만 아니라 대기질까지도 함께 적절하게 관리될 필요가 있다. 그러나 우리나라 수영장 실내공기질의 조사실태는 조사방법과 분석의 어려움으로 인해 자료가 매우 빈약한 상태이며, 일부 조사된 것도 분석항목이 제한되어 있어 수영장 실내공기질의 정확한 실태를 파악하기 어려운 실정이다.

본 연구에서는 실내수영장 이용자 및 근무자에게 보다 쾌적하고 위생적으로 안전한 환경이 제공되도록 도내의 수영장의 수질과 실내공기질을 파악하고, 특별히 염소소독에 의해 발생하는 소독부산물질들의 수중 및 대기 중 농도를 파악함으로써 실내수영장의 수질 및 대기질 관리를 위한 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 연구대상

본 연구는 경기도내 소재하고 있는 10개 사설 및 공공 실내 수영장을 대상으로 하였다. 소독으로 인한 수질에 미치는 영향을 파악하기 위해 현재 국내에서 운영중인 소독방법별로 선정하였으며, 염소 소독을 하고 있는 수영장은 6곳이며, 염소소독 및 오존 병행소독은 1곳, 소금을 이용한 소금 전기분해 방식의 소독은 3곳이었다.

##### 2.2 시료채취 및 분석

10개 실내수영장을 대상으로 육조수 및 실내공기를 계절별로 3, 6, 9, 12월에 각각 시료를 채취하여 분석하였다. 수영장 육조수의 전반적인 수질 특성을 파악하고 염소소독에 의한 소독부산물의 생성실태를 파악하고자 먹는물 수질기준(수돗물)에 준하는 53개 항목과 육조수의 온도 및 유리잔류염소농도를 분석하였다.

수영장 대기질 분석을 위한 시료는 캐니스터세척기(Entech instrument inc. 3100)로 미리 세척하고 진공상태로 만든 6ℓ canister (Entech instrument inc. silonite TM coated)로 실내수영장 중간지점에서 채취하였다. 6ℓ Canister로 채취된 시료가스는 Preconcentrator (Entech instrument inc. 7100)에서 방해물질을 제거하고 농축시킨 후 GC-MS로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

수영장별 TVOCs는 최대 1612.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 최저 152.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 범위를 나타냈다. 가장 적은 값을 보인 I 수영장의 경우 찜질방과 연결된 소형수영장으로 잔류염소를 낮게 유지하고 있으며, 실내공조기의 용량이 부족하여 창문을 열어 환기를 하고 있어 외부공기의 유입으로 인하여 낮은 농도를 보였다.

TVOCs의 최고농도를 보인 F수영장은 최저농도 수영장의 6.3배를 나타냈다. 소독방법에 따른 TVOCs의 농도는 소금 전기분해방식의 경우 376.16 $\pm$ 307.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었고 염소소독방식은 426.32 $\pm$ 601.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 큰 차이가 없었다.

또한 실내공간을 5,000 $\text{m}^3$ 을 기준으로 소형과 대형으로 나누어 TVOCs농도를 살펴보면 소형일 경우 437.43 $\pm$ 649.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 대형일 경우 372.03 $\pm$ 270.52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 대형이 약간 낮았으나, 큰 차이는 없었다. 그러나 소형수영장의 경우 환풍기 작동여부에 민감하게 실내공기가 반응하고 있었음을 알 수 있다.

Table 1. The average values of VOCs and TVOCs in indoor air at each swimming pool. (unit :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

VOCs	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Methylenechloride	0.000	18.094	17.17	0.000	13.76	4.265	0.977	5.771	3.795	9.821
Chloroform	19.28	63.852	41.26	34.74	32.87	38.76	28.03	35.64	5.859	37.54
Benzene	6.595	27.058	4.197	2.047	1.186	4.556	11.26	5.504	1.984	7.121
Bromodichloromethane	6.697	126.55	0.000	16.22	32.18	1.782	19.81	14.88	0.000	0.000
Toluene	129.3	54.066	79.50	52.63	27.92	52.83	126.5	32.07	61.59	78.84
dibromochloromethane	10.64	275.21	56.33	3.899	3.099	0.000	118.8	3.809	0.000	0.000
Ethylbenzene	39.01	83.165	38.87	38.44	26.47	23.69	21.00	0.594	14.29	38.43
p-Xylene	58.80	118.74	60.46	46.66	34.74	37.05	47.59	7.732	7.756	53.82
Styrene	4.261	268.45	8.310	3.219	0.000	0.000	11.59	0.000	55.65	11.19
m-Xylene	46.45	82.065	53.36	25.99	29.52	19.99	7.299	7.531	11.98	45.67
1,3,5-Trimethylbenzene	48.35	0.000	25.99	13.84	21.11	0.000	0.000	0.000	6.794	6.821
1,2,4-Trimethylbenzene	63.37	80.525	66.98	67.37	60.91	34.00	67.14	0.000	20.35	62.68
TVOCs	582.2	609.0	292.0	255.8	619.3	1612.4	382.0	410.6	152.8	473.8

### 참 고 문 헌

- Krmer, M., C.F. Lynch, P. Issacson, and J.W. Hanson (1992) The association of waterborne chloroform with intrauterine grow retardation., *Epidemiology*, 3, 407-413.
- Singer, P.C. (1994) Control of disinfection by-products in drinking water. *J. Environ. Eng.*, 120, 727-744.