

부산지역 다중이용시설의 정수기물에 대한 미생물 오염실태 조사연구

이승민[†] · 정승열 · 김현실 · 임효상 · 김효진 · 전대영 · 이경심
수질보전과

Study on the Microbiological Contamination of Water Purifier Served in the Public Facilities of Busan Area

Seung-Min Lee[†], Seung-Ryeol Jeong, Hyeon-Sil Kim, Hyo-Sang Lim
Hyo-Jin Kim, Dae-Young Jeon and Kyung-Sim Lee
Water Conservation Division

Abstract

This study was conducted to evaluate Standard plate count bacteria(SPC), total coliforms(TC), fecal coliforms(FC), pathogenic bacteria(*Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*) by examination of purifier water of 375 places in 132 public facilities such as shopping malls, rest area of public bath, public offices and hospitals in March and August of 2006.

In the result of SPC examination, the 197 of total 374 places exceeded the Korean drinking water quality with 52.6% of rejection rate. Among them the rest area of public bath was the highest portion with 65.6%, and then shopping mall was 53.6% and the public office was 43.6% and hospitals were 40.4%. Comparing to origin of water used in purifier, tap water was satisfied with the Korean drinking water quality by 81.8 % and tap water from storage tank was 47.0% and underground water was 42.9%. Comparing to purifying system, reverse osmosis was satisfied with the Korean drinking water quality by 45.0%, but cold and hot water dispenser was 32.0%. TC was detected in 31 places (8.3%) of the total places. 13 places (11.5%) were detected in rest area of public bath and 9 places (9.6%) were in the public offices and 6 places (5%) were in the shopping malls and 3 places (9.6%) were in the hospitals among them. FC and E. coli were detected in 5 (16.1%) and 3 (9.6%) places among 31 places, respectively, but pathogenic bacteria (*pseudomonas aeruginosa*, *shigella*, *salmonella*) was not detected. In experiment of the purifier faucet, TC were detected in 63 places (25.5%) of the total 277 places. Detection rates were 32.4%, 28.6%, 25.0% and 21.9% in hospitals, public offices, shopping malls and rest area of public bath.

Key Words : Standard plate count bacteria(SPC), Total coliforms(TC), Fecal coliforms(FC), public facilities, purifier water, cold and hot water dispenser

서론

물은 모든 생명의 근원이며, 우리 생활에 없어서는 안 될 소중한 자원이다. 우리나라는 국민 1인당 이용가능한 수자원의 양이 약 1,550톤에 그쳐 물 부족 국가로 분류되어 있으며, 지속적인 개발사업과 도시화는 물의 수요를 급격히 확대 시키고 있으나 급격한 산업화로 인한 상수원수인 하천수의 수질은 갈수록 악화되어 이와 같이 오염된 물을 원수로 하여 정수 처리한 물이 과연 안전하게 마실 수 있는지에 대한 의구심을 가지던 차에 1989년부터 매년 중금속, 트리할로메탄, 페놀, 휘발성 유기용제, 바이러스 등에 의한 수돗물오염사고가 빈발하면서 수돗물에 대한 불신은 증폭되어 수돗물을 직접 마시는 국민들

은 갈수록 감소되고 있다.¹⁾

최근 환경부에서 식수 음용에 대한 국민 의식을 조사한 결과 수돗물을 공급받는 국민의 57.8%가 수돗물이 식수로서 부적합하다고 생각하고 있으며 그 사유로는 막연한 불안감(43.9%), 냄새(26.3%), 녹물(12.2%), 인론보도(6.2%), 물맛(5.1%)의 순서로 나타났고, 수돗물을 그대로 마시는 국민은 1.7%에 불과하고²⁾ 소득수준의 향상으로 먹는 샘물을 마시거나 정수기를 이용하는 국민이 매년 늘어나 정수기와 먹는 샘물 업체가 계속된 호황을 누리고 있으며, 특히 1999년 하반기부터 국내 정수기업계에서 렌탈사업을 본격화 한 후로는 각 가정이나 학교, 음식점, 관공서 및 다중이용시설 등에서도 정수기를 이용한 급수방식이 증가되고 있다.^{3,4)}

[†] Corresponding author. E-Mail: sm0704@busan.go.kr
Phone: 051-757-7504, Fax: 051-757-2879

그러나 우리나라는 아직 정수기 수질에 관한 기준이 정립되어 있지 않고 일반 사용자들은 정수기에 대한 전문적인 지식보다는 판매회사의 광고문안에 의존하여 정수기를 선택하고 있다. 또한 박⁴⁾, 김⁵⁾ 등의 연구에서 학교 및 대중음식점의 정수기가 미생물의 제거 측면에서 여러 가지 문제점을 내포하고 있는 것으로 나타났고 최근 각종 언론매체 등에서도 정수기의 안전성에 대한 의혹을 제기하여 정수기에서 미생물 발생은 사회 문제화 되고 있다. 이미 외국에서는 이런 문제에 대하여 많은 연구가 수행된 바 있으며, 국내에서는 역삼투막을 사용하는 정수기에 미생물 발생이 문제시 된 적도 있다. 특히 미생물이 생존하기 쉬운 환경을 가진 활성탄 필터에서 미생물 발생에 대한 많은 논란이 있어 왔다.⁶⁾

따라서, 본 연구는 일반가정과는 달리 불특정 다수가 이용하는 다중이용시설에 설치된 정수기에 대하여 현재 문제화 되고 있는 미생물의 오염에 대한 실태를 파악하여 다중이용시설의 정수기 관리에 필요한 기준 정립을 위한 기초 자료를 제공코자 한다.

재료 및 방법

조사대상

본연구의 조사대상은 부산 시내에 위치한 다중이용시설 중 정수기를 이용하여 음용수를 제공하고 있는 시설을 대형점포, 찜질방, 관공서, 병원 등 4가지로 구분하여 2006년 3월과 8월 두 차례에 걸쳐 132개소를 대상으로 375건의 시료를 채취하여 조사하였으며 각 시설의 시료채취 장소는 이용자 수가 가장 많은 로비와 식당가에 설치된 정수기에서 정수기를 통과한 물과 정수기의 청소상태 및 공기와 접하여 미생물의 재생장이 나타날 수 있는 정수기 출구 쪽지의 오염정도를 보기 위하여 출구 쪽지 내부를 멸균된 면봉으로 닦아 내어 대장균 유무를 조사하였으며 업종별 분포현황은 Fig. 1에 나타난바와 같다.

정수방식과 인지도 조사

대상시설에 설치된 정수기에 대한 정수방식 등을 알기위하여 정수기의 모델명, 제조회사, 제조일시를 조사하였고, 정수기 관리담당자를 대상으로 사용 원수, 필터교환주기 및 청소방법 등 인지도를 조사하였다.

미생물 검사

정수기를 통과한 물의 미생물 검사는 지표성미생물인 일반세균(Standard Plate Count)은 표준한천배지(plate count agar)에서 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 48 ± 2 시간 배양하여 형성된 집락을 계수하였고, 총대장균군(Total Coliforms)은 시료 250mL를 멸균 여과막(공경 $0.45\mu\text{m}$, 직경 47mm, Millipore)으로 여과한 다음 여과한 막을 m-Endo LES 한천배지(Difco)에 올려놓고 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 24 ± 2 시간 배양하여 형성된 집락 중 금속성 광택을 내는 붉은색 집락이 관찰되면 추정시험 양성으로 판정하

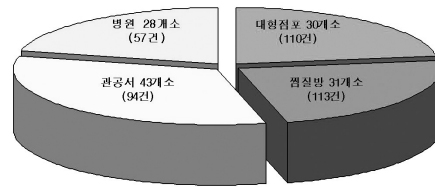


Fig. 1. The number of samples with facility classification.

고 추정양성집락을 BGLB배지에 접종시켜 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 48 ± 2 시간 배양하여 가스를 생성하면 최종 총대장균군 양성으로 판정하였고, 분원성대장균군(Fecal coliforms)은 총대장균군막여과법 추정시험에서 암적색의 금속광택을 내는 집락을 EC 배지에 접종시켜 항온수조에서 $44.5\pm 0.2^\circ\text{C}$ 로 24 ± 2 시간 배양하여 가스발생이 있는 것을 분원성대장균군 양성으로 판정하였고, 대장균(*E. coli*)은 분원성대장균이 검출된 EC 배지시험관으로부터 1백금이를 EMB agar에 희석 접종하여 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 24 ± 2 시간 배양하여 금속성 광택을 내는 검붉은색 집락을 tryptic soy agar에 접종한 후 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 24 ± 2 시간 배양하여 API 20E strip을 이용하여 동정하였으며, 병원성미생물인 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*), 살모넬라(*Salmonella* spp.), 쉬겔라(*Shigella* spp.)에 대하여 검출 및 확인시험을 먹는물수질공정시험방법⁷⁾에 따라 실시하였다.

정수기 출구 쪽지 내부의 이물질에 대한 총대장균군 검사는 멸균된 면봉으로 정수기 출구 쪽지 내부를 2~3회 닦아 이송배지에 넣어 실험실로 수송하여 LB배지가 10mL 들어있는 시험관에 접종시켜 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 48 ± 2 시간 배양하여 가스를 생성하면 추정시험 양성으로 판정하고 추정양성집락을 BGLB배지에 접종시켜 $35\pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 48 ± 2 시간 배양하여 가스를 생성하면 최종 총대장균군 양성으로 판정하였다.

결과 및 고찰

조사대상 시설의 정수기 현황 및 인지도 조사결과

조사대상 다중이용시설에 설치된 정수기 중 조사가 이루어진 대상 정수기는 20개의 제조업체에서 생산된 60여종의 다양한 제품으로 구성되어 있었으며 정수기의 규모는 외관의 크기뿐만 아니라 유효정수량⁸⁾으로 구분하는데 가정용 정수기로 많이 사용되는 유효정수량 500L 이상인 정수기로부터 다수 인원에게 공급할 수 있는 유효정수량 1000L 이상인 대용량 정수기가 다양하게 설치되어 있었다. 정수기의 구조는 흡착(adsorption), 여과(filtration)의 물리적 처리를 기본으로 하고 UV 등 살균장치가 부착되어 있었으며 정수과정은 1차 침전 여과 필터(sediment filter)를 거쳐 녹찌꺼기와 미세입자를 제거하고 2차 전활성탄 필터(pre-carbon filter)에서 잔유염소를 제거하여 여과막(중공사막 또는 역삼투압)을 통과하여 세

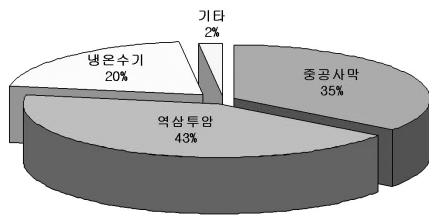


Fig. 2. Classification of purifier.

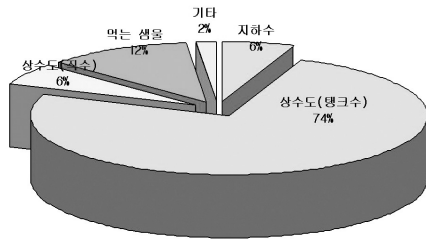


Fig. 3. Classification of raw water for the water purifier.

균, 중금속, 발암물질 등을 제거하고 최종 후활성탄 필터 (post-carbon filter)를 거쳐 저수조에 보관되는 방식이 대부분으로 정수원리 및 방식은 Fig. 2에 나타난바와 같이 전체의 73% 이상인 대부분의 정수기가 역삼투압(Reverse Osmosis)과 중공사막(Ultra Filtration) 방식으로 이루어져 있었으며 기타 저수조에 UV램프가 설치되어 미생물 살균기능 정수기가 있었으나 자연여과식과 이온교환수지식 정수기는 없었다.

정수기의 기준·규격 및 검사기관 지정고시 제3조(정수기의 분류)에 따르면 정수기로는 분류 할 수 없으나 현재 다중이용시설에서 음용수 공급시설로 많이 이용되고 있는 먹는 샘물을 단순히 공급하는 냉온수기도 이번 연구대상에 포함하였으며 조사대상 중 20%를 차지하였다.

정수기로 유입되는 원수는 Fig. 3과 같이 상수도수가 80%로 가장 많았고 샘물이 12%, 지하수가 6%의 순으로 나타났으며 상수도수 152건 중 7%만이 저수조를 거치지 않은 직수가 공급되고 있었고 지하수는 모두 찹질방에서 정수기의 원수로 사용되고 있었다. 정수기의 관리방식은 대부분 렌탈업체에서 관리가 이루어지는 방식으로 월 1회 청소와 필터는 물 사용량에 따라 교환 시기를 결정 하였으나 대부분 비슷한 주기에 획일적으로 교체되고 있었으며 냉온수기의 경우 수질기준을 만족하는 먹는 샘물을 원수로 사용하는바 별도의 관리가 이루어지지 않고 있는 것으로 조사되었다.

일반세균 검사결과

일반세균(Standard plate count: SPC)은 사용하는 유기영양배지에서 자랄 수 있는 다양한 종의 중속영양세균을 일컫는데 어떠한 수계나 대장균군보다 상대적으로 많이 분포하며 특히 유기영양분이 많을 경우 높은 농도로 검출되는데⁹⁾ 본 연

구에서 조사된 일반세균의 분포특성을 보면 현행 먹는물 수질 기준인 1mL 당 100 CFU (colony forming unit) 이하인 규정¹⁰⁾을 초과한 정수기 물은 전체 374건 중 197건으로 52.6%를 나타내었는데 이는 충청남도 도내 초·중·고등학교에서 2001~2003년 3년간 검사 의뢰한 정수기 물의 일반세균에 대한 검사결과인 2001년 23.6%(56건), 2002년 16.3%(60건), 2003년 20.6%(120건)의 기준 초과율과 2003년도 경기도보건환경연구원에서 박 등⁴⁾이 조사한 경기북부지역의 정수기물 관리실태 조사에서 나타난 초·중·고등학교와 대중음식점을 대상으로 조사한 결과인 21.9%(169건)의 기준 초과율과 비교할 때 매우 높은 기준 초과율을 보였다.

일반세균수가 가장 높게 검출된 곳은 대형점포에서 8.6×10^8 CFU/mL로 나타나 경기도보건환경연구원에서 김 등⁹⁾이 조사한 2001년도 경기도내 초·중·고등학교 50개소에서 조사한 일반세균 최대치 2.4×10^8 CFU/mL와 2003년도 초·중·고등학교와 대중음식점을 대상으로 조사한 4.6×10^8 CFU/mL 보다 높게 나타났다. 그러나 일반세균은 병원성 세균이거나 분변성 오염의 지표세균이 아니므로 그 자체로 건강상에 해를 끼치지 않으나 기회성병원균 등에 대한 지표로서 대장균군의 보충적인 정보를 제공할 수 있다.⁹⁾ 따라서 일반세균의 검출량이 많다고 해서 반드시 위험한 물이라고 말할 수 없고 적다고 해서 절대로 안전하다고도 말할 수 없으나 좋은 물일수록 일반세균의 검출량이 적고 오염된 물일수록 많은 경향이 있으므로 그 지표가 된다고 할 수 있다.¹¹⁾

조사대상 시설별 분포특성 : 일반세균수의 조사대상 시설별 먹는물 수질기준을 초과한 비율을 보면 Fig. 4와 같이 찹질방이 113건 중 74건이 초과하여 65.5%로 가장 높게 나타났고 다음으로 대형점포 53.6%(59건), 관공서 43.6%(41건), 병원이 40.4%(23건)의 순으로 나타났으며, 2.0×10^3 CFU/mL 이상으로 일반세균수의 검출이 높게 나타난 분포비율을 보면 시설별로 찹질방 13.3%, 대형점포 8.2%, 관공서 1.1%로 나타났으며 병원은 한건도 없었다. 찹질방에서 일반세균수의 높은 기준 초과율과 검출량을 보인 것은 원수의 종류 및 정수기에 대한 이용자의 수와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되는데 이는 찹질방에서 원수로 유기물의 함량이 높은 지하수의 사용이 많았고 정량적으로 조사는 이루어지지 않았으나 일반적으로 찹질방에서 시설의 특성상 이용자의 수가 가장 많을 것으로 보아 개방되어져 있는 정수기의 출구 꼭지 등의 오염과 이 등¹¹⁾의 연구에서 나타난 정수량의 증가에 따른 활성탄필터의 유기물 증가에 따른 세균의 재생장등이 원인일 것으로 판단된다.

계절별 분포특성 : 계절별 분포 특성을 보면 Fig. 5와 같이 나타나 미생물이 온도에 따라 효소 활성과 직접적인 상관성이 있어 보통의 온도 범위에서는 10℃ 증가 시 효소활성이 2배 정도 증가하므로¹²⁾ 하절기인 8월이 3월 보다 일반세균의 번식이 높을 것으로 예상하였으나 오히려 먹는물 수질기준 100 CFU/mL을 초과한 세균수의 분포건수가 기온이 낮은 3월에 높게 나타나 정수기 물의 일반세균 증식은 계절적인 영향이 약

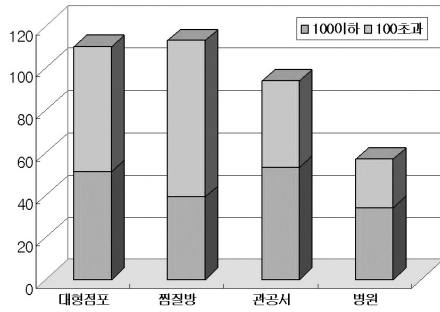


Fig. 4. Distribution standard plate count with facility.

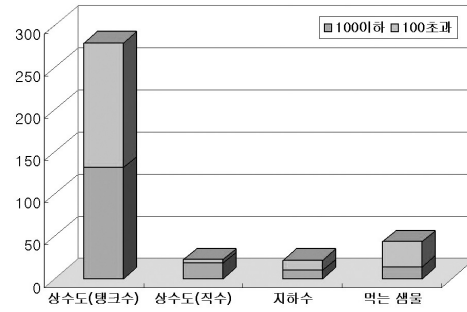


Fig. 6. Distribution of standard plate count with raw water.

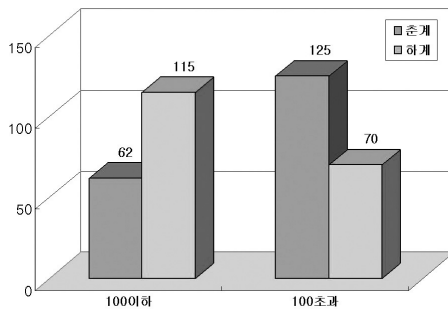


Fig. 5. The seasonal variation of distribution with facility of standard plate count.

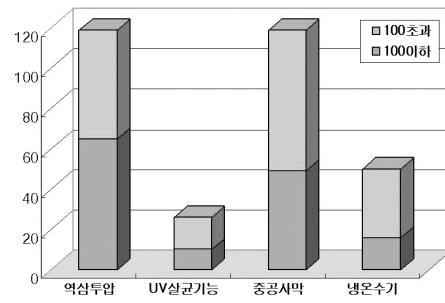


Fig. 7. Distribution standard plate count with raw water with purification methods.

한 것으로 판단된다. 이는 정수기가 대부분 실내에 위치하여 세균의 증식에 영향을 미치는 정수기 내부의 온도에는 실외의 온도와 관련이 적은 것에 기인된 것으로 판단된다.

원수의 종류에 따른 분포특성 : 정수에 사용된 원수의 종류에 따른 일반세균의 분포 특성을 보면 Fig. 6과 같이 상수도 직수가 22건 중 18건이 먹는물 수질기준을 만족하여 81.8%로 가장 높았고 먹는 샘물이 31.8%(44건 중 14건)로 가장 낮게 나타났으며, 상수도 탱크수와 지하수는 각각 47.0%, 42.9%로 비슷하게 나타났다. 상수도 직수에서 일반세균수의 검출이 낮게 나타난 것은 세균의 소독능을 나타내는 잔류염소농도에 있어 상수도 탱크수 보다 2배 이상 높아 원수 자체에서 세균 검출량이 적을 뿐만 아니라 정수기내에서도 소독효과가 유지되어 미생물의 재성장을 막은 것¹²⁾¹⁴⁾에 기인된 것으로 보이며 먹는 샘물에서 일반세균수의 검출이 높은 것은 일반적으로 냉온수기에 사용되는 18.9L용 먹는 샘물의 경우 백 등⁵⁾의 연구에서와 같이 개봉 후 3~4일이 지나면 공기 중 세균이 물속으로 들어가 미생물이 증식되어 5일이 경과되면 세균에 오염된다는 결과와 동일한 사항으로 사료된다.

정수 방식에 따른 분포특성 : 정수 방식에 따른 일반세균수의 분포특성을 보면 Fig. 7과 같이 역삼투압방식이 145건 중 75건이 먹는물 수질기준을 만족하여 51.7%의 적합율을 보였으며 중공사막방식이 119건 중 49건으로 41.2%, 냉온수기가 50건 중 16건으로 32.0%를 나타냈다. 역삼투압방식이 중공사

막방식 보다 먹는물 수질기준을 만족한 비율이 높은 것은 여과막의 막표면 기공크기가 역삼투막이 0.0001 μ m로 중공사막의 0.01 μ m 보다 미세하여⁴⁾ 세균의 제거 면에서 우수한 것에 기인되어진 것으로 보여 지나 동일한 역삼투압방식으로 저장탱크 내 정수수의 미생물에 대한 2차 오염 방지를 위하여 UV 순환 살균기능을 설치한 정수기의 먹는물 수질기준을 만족한 분포 비율이 38.5%로 낮게 나타난 것으로 보아 정수기 통과 물에 있어 일반세균의 증식요인은 정수 방식 보다는 많은 복합적인 변수에 의하여 영향이 나타나는 것으로 판단된다.

대장균군, 분원성대장균군 및 기타 병원성세균 검사결과 총대장균군과 분원성대장균군 그리고 대장균은 미생물의 분류상 구분 이라기보다는 검사방법에 의하여 구분되는 특징을 갖는다. 총대장균군은 *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*속 등을 포함하는 가장 오래된 지표세균으로 거의 모든 나라의 수질 기준에 가장 보편적으로 사용되고 있으며, 가장 높은 검출율을 나타내어 큰 폭의 안전도를 제공한다는 점에서 먹는물 처리수에서 중요한 지표세균으로 사용되고 있다. 분원성대장균군은 배양온도가 온혈동물의 장내 임계 온도인 44 $^{\circ}$ C로 높기 때문에 선택적으로 자연환경에 있는 세균의 성장은 억제하면서 장내세균이 잘 자랄 수 있도록 함으로서 분변 오염 지표로의 신뢰성을 높인다. 대장균은 단일 종의 세균으로 인간이나 온혈동물의 장내 우점을 이루는 통성

Table 1. Results of Bacterial Analysis with facility

division	No. of samples	No. (%) of detection					
		TC*	FC	<i>E. coli</i>	PA	Sal.	Shi.
shopping malls	110	6 (5.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
zzimzilbang	113	13 (11.5%)	5 (4.4%)	3 (2.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
public offices	94	9 (9.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
hospital	57	3 (5.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Total (%)	374	31 (8.3%)	5 (1.3%)	3 (0.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

* TC, total coliforms; FC, fecal coliforms; PA, *Pseudomonas aeruginosa*; Sal, *Salmoella* spp.; Shi, *Shigella* spp.

Table 2. Analytical results of total coliforms in the cock of purifier.

division	shopping malls	zzimzilbang	public offices	hospital	total
No. of samples	52	105	56	34	247
No. (%) of detection	13(25.0%)	23 (21.9%)	16 (28.6%)	11 (32.4%)	63 (25.5%)

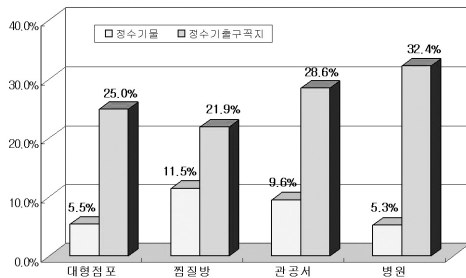


Fig. 8. Comparison of total coliforms detection rate for purifier water and purifier exit faucet with facility.

혐기성세균으로 분원성 오염에 대한 특이성이 가장 높아 가장 신뢰할 수 있는 분원성 오염의 지표이다.^{9),15),16)}

본 연구에서 정수기 통과 물에 대한 조사결과는 Table 1 과 같이 총대장균군은 374건 중 31건(8.3%)이 검출되어 경기도 보건환경연구원에서 2003년도 정수기 수질 조사결과 1198건 중 17건(1.4%)과 비교하여 매우 높게 나타났는데 이는 본 연구에서는 총대장균군의 시험방법에 있어 시료량을 먹는물 수질기준인 100mL 보다 많은 250mL를 취한 것이 영향을 준 것으로 보여 진다. 시설별로는 일반세균수의 검출이 가장 많이 나타났던 찜질방에서 13건(11.5%)이 검출되어 가장 높은 검출율을 보였고 다음으로 관공서 9건(9.6%), 대형점포 6건(5.5%), 병원 3건(5.3%) 순으로 나타났으며 총대장균군이 검출된 31건의 정수기 통과 물에 대한 일반세균수의 분포를 보면 먹는물 수질기준인 100 CFU/mL 이하를 만족한 건수는 15건(48.4%)으로 가장 많았고, $1.1 \times 10^2 \sim 5.0 \times 10^2$ CFU/mL 는 7건(22.6%), $1.1 \times 10^3 \sim 2.0 \times 10^3$ CFU/mL 는 4건(12.9%), 2.1×10^3 CFU/mL 이상이 5건(16.1%)으로 나타나 오히려 일반세균의 검출량이 적은 정수기 통과 물에서 총대장균군의 검출율이 높게 나타났다. 총대장균군이 검출된 31건의 시료 중 분원성대장균과 대장균이 검출된 시료는 각각 5건(16.1%)과 3

건(9.6%)으로 나타났는데 이중 냉온수기에서 각각 3건과 2건이 검출되어 정기적인 청소가 이루어지지 않는 등 관리가 취약한 냉온수기의 미생물에 대한 오염이 심각한 것으로 판단되며 병원성세균인 녹농균, 살모넬라, 쉬겔라는 검출되지 않았다.

정수기 출구 꼭지에 대한 총대장균군의 검출결과를 보면 총 247건을 검사한 결과 63건(25.5%)에서 총대장균군이 검출되었는데 이중 병원에서 34건 중 11건(32.4%)이 검출되어 가장 높은 검출율을 보였고 다음으로 관공서 28.6%, 대형점포 25.0%, 찜질방 21.9% 순으로 나타났다. 총대장균군이 검출된 정수기 출구 꼭지를 통과한 물 중 총대장균이 검출된 건수는 9건(14.3%)으로 비교적 낮은 분포를 보였을 뿐만 아니라 Fig. 8에서 나타난바와 같이 시설별로 정수기 통과 물과 꼭지의 총대장균군 검출율이 서로 상반되게 나타난 것으로 보아 총대장균군의 증식에 있어 정수기 꼭지의 오염이 미치는 영향 보다는 원수의 종류, 정수기의 성능, 활성탄 필터에서의 세균 재생장 등 다양한 요인에 기인된 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 부산 시내에 위치한 다중이용시설 중 정수기를 이용하여 음용수를 공급하고 있는 대형점포, 찜질방, 관공서, 병원 등 132개소의 다중이용시설에 대하여 정수기물의 미생물 오염실태를 파악하기 위하여 2006년 3월과 8월 두 차례에 걸쳐 375건의 정수기물을 대상으로 현재 먹는물 수질 기준에서 규정하고 있는 일반세균, 총대장균군 및 분원성대장균군 항목과 병원성세균인 녹농균, 살모넬라 및 쉬겔라에 대하여 수질검사를 실시한 결과는 다음과 같았다.

1. 조사대상시설에 설치된 정수기의 사용실태를 보면 정수 방식은 역삼투압방식이 전체의 43%로 가장 많이 사용되고 있었으며 다음으로 중공사막방식이 35%, 냉온수기가 20%의 순으로 나타났고 정수기에 공급되는 원수는 상수도수가 80%로 가장 많았고 먹는 샘물이 12%, 지하수가 6%의 순으로 나타났

으며 대부분의 시설에서 정수기의 관리는 렌탈방식으로 정수량에 상관없이 획일적으로 관리되고 있었으며 냉온수기의 경우는 관리가 제대로 되지 않고 있는 것으로 조사되었다.

2. 일반세균 검사결과 먹는물 수질기준인 100 CFU/mL을 초과한 정수기물은 전체 374건 중 197건으로 52.6%가 먹는물 수질기준을 초과하였다. 시설별로는 찹질방이 65.5%로 가장 높고 다음으로 대형점포 53.6%, 관공서 43.6%, 병원이 40.4%의 순으로 나타났는데 찹질방에서 기준초과가 높은 것은 시설의 특성상 많은 이용인원에 따른 높은 정수량에 기인된 것으로 보이며, 원수의 종류에 따라서는 상수도 직수를 사용한 경우 먹는물 수질기준을 만족한 비율이 81.8%로 상수도 탱크수 47.0%와 지하수 42.9% 보다 높았고, 정수 방식에 따라서는 역삼투압방식이 51.7%로 가장 높았고 냉온수기는 32.0%로 다소 낮게 나타났다.

3. 총대장균군은 전체 374건 중 31건(8.3%)이 검출되었으며 시설별로는 찹질방에서 13건(11.5%)이 검출되어 가장 높은 검출율을 보였고 다음으로 관공서 9건(9.6%), 대형점포 6건(5.5%), 병원 3건(9.6%) 순으로 나타났다. 이중 분원성대장균과 대장균이 검출된 시료는 각각 5건(16.1%)과 3건(9.6%)으로 나타났는데 이중 냉온수기에서 각각 3건과 2건이 검출되어 오염이 심각한 것으로 나타났으나 병원성세균인 녹농균, 살모넬라, 쉬겔라는 검출되지 않았다.

4. 정수기 출구 꼭지에 대한 오염도를 보면 총 247건을 검사한 결과 63건(25.5%)에서 총대장균군이 검출되었는데 이중 병원에서 34건 중 11건(32.4%)이 검출되어 가장 높은 검출율을 보였고 다음으로 관공서 28.6%, 대형점포 25.0%, 찹질방 21.9% 순으로 나타났다.

이상과 같은 결과를 종합해 볼 때 정수기물의 미생물에 대한 오염은 여러 가지 복합적인 요인에 의하여 이루어지고 있는바 오염의 저감을 위해서는 정수기의 관리에 있어 렌탈업체의 획일적인 관리방식에서 벗어나 정수기가 설치된 시설별 특성을 고려하여 정수량 및 정수방식, 원수의 종류 등에 따라 정수기의 청소 횟수 및 필터의 교환 주기가 조절되어져야 할 것으로 판단되며 특히 냉온수기의 경우 관리가 제대로 이루어지지 않고 있어 이에 대한 대책이 필요하다고 판단된다.

참고 문헌

1. 김준환, “우리나라와 선진국의 수도물 수질비교”, 상수도 연구·검사기관협의회 연구발표회 논문집, 25~49(2003)
2. 환경부, 2006년도 먹는물 수질관리지침(2006)
3. 김판기, 김정현, 강희주, 최성부, “교내 정수기 음용수 미생물학적 오염도 조사”, 용인대 자연과학연구소지, 7(1), 37~40(2004)
4. 박용배, 손진석, 강정복, 방선재, 김중범, 최명순, “경기 북부지역의 정수기물 관리실태 조사”, 대한위생학회지, 18(1), 1~7(2003)
5. 김종수, 이기중, 최일우, 성연국, 홍순모, 원종무, 김은아, “도내 학교급수의 수질특성에 관한 연구”, 경기도보건환경연구원보, 14, 85~93(2001)
6. 백영석, “정수기의 위생적 관리기술”, 대한위생학회지, 23~34(1997)
7. 환경부, 환경부 고시 제2004-188호, 먹는물수질공정시험법(2004)
8. 환경부, 환경부 고시 제2000-13호, 정수기의 기준 규격 및 검사기관 지정 고시(2000)
9. 정현미, “먹는물 및 먹는샘물의 미생물 검사”, 경희대학교 지구환경연구소 지구환경논문집, 9(1), 71-87(1998)
10. 환경부, 환경부령 제122호, 먹는물수질기준및검사등에 관한규칙(2002)
11. 채용근, “가정용 정수기의 수질에 대한 위생학적 조사 소견”, 대한위생학회지, 5(1), 65~72(1990)
12. 이동근, “정수기내 활성탄에서의 세균성장”, 한국환경위생학회지, 29(5), 133~138(2003)
13. 안정훈, 방숙진, 박성주, “대전대학교내 먹는 지하수의 미생물학적 수질 평가”, 대전대학교 자연과학지, 8(1), 53~64(1997)
14. 김은아, 김종수, 최일우, 김상훈, 최필권, 이경희, 이수문, 신형순, “가정용 정수기의 효율적 이용에 관한 연구”, 경기도보건환경연구원보, 16, 93~101(2003)
15. 서울시상수도사업본부, “상수도계통에서 세균검사 강화 방안 연구”, 수도기술연구집(1999)
16. 정팔진, 곽동희, 권영호, “먹는물의 세균학적 안전성 평가”, 대한환경공학학회지, 19(4), 521~528(1997)