

미생물에 의한 약수터 오염원 조사연구

최유정 · 강성원 · 조갑제 · 김현실
최진택 · 이경심 · 홍성수

수 질 보 전 과

미생물에 의한 약수터 오염원 조사연구

수질보전과

최유정 · 강성원 · 조갑재 · 김현실 · 최진택 · 이경심 · 홍성수

Study on Contamination of Mountain Water Source by Bacteria

Water preservation division

Y. J. Choi, S. W. Kang, G. J. Cho, H. S. Kim, J. T. Choi
K. S. Lee, S. S. Hong

Abstract

It was investigated site survey and water analysis to mountain water of 17 with high rate of unfitness by bacteria contamination in Pusan area for a year of 1998.

The results of a survey show the unsuitable drinking water was 81.2% and all was suitable for drinking water quality standard from chemicals test. Total colony

count was detected in the range of 0~480CFU/ml and more than 100CFU/ml was 14.1% rate. The detected rate of indicator bacteria was 80% of Total coliforms, 25.5% of Fecal coliforms, 32.4% of Fecal streptococcus and 2% of *Pseudomonas aeruginosa*. The bacteria contamination of mountain water source caused by improper tap and pipe materials mounted in reservoir. The variation of bacteria in the mountain water did not show correlations to elapsed time and this was high on August and September.

Key words : Mountain water, Bacteria contamination, Total colony count, Indicator bacteria

I. 서 론

생명체의 근본이 되는 물은 성인의 경우 매일 2~3ℓ를 섭취하여야 하며, 만약 오염된 물을 마실 경우 정상적인 생리작용을 저해할 뿐 아니라, 장기 복용할 경우 인체에 유해한 영향을 미치게 되므로 물의 안정성에 관한 문제는 현대를 살아가는 시민들의 중대한 사안으로 대두되고 있다.

특히, 부산 시민의 경우, '94년 낙동강 수질오염 등을 계기로 먹는물의 안전성에 대한 인식이 높아짐으로써 수돗물보다는 지하수를 개발하여 사용하거나 산에서 직접 채수해 온 샘물(소위 약수)등을 선호하는 실정이다. 여기서 '약수'란 호칭은 소독이나 정수과정을 거치지 않은 자연적 생수이므로 몸에 좋은 약수(藥水)가 될 것이라는 막연한 개념에서 붙여진 이름이므로 실제적으로 '샘물'이라 부르는 것이 타당할 것이나 '약수'란 말이 더 널리 사용되고 있다.

그러나, 시내 약수터의 대부분은 등산로, 체육시설, 사찰 등의 주변에 위치해 이런 환경여건으로 항상 수질의 질적·보건학적 안전성을 보장받기 어려운 것이 현실이다. 따라서, 우리 연구원에서는 이들의 체계적 수질관리를 위하여 매 분기 수질검사를 실시하고 있으며, '97년도 수질 검사 결과 먹는물수질기준을 초과하는 시설이 분기별 평균 약 30%가량이었고 이중 미생물 항목으로 인한 부적합 시설이 90%이상을 차지하였다.

이에 따라, 이들의 원인분석과 대책마련을 위해 미생물에 의한 수질부적합 원인을

역학적으로 조사하여 오염원을 간접 파악하고 대책을 제시함으로써, 효율적인 약수터시설 운용과 안전한 수질을 확보하여 시민 보건 향상에 기여할 기초자료로 이 용코자 본 연구를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

부산 시내 소재한 약수터 중 전체평균 부적합 비율이 높은 6개구내에서 '97년도 분기 연속 2회 이상 부적합 판정을 받아 부적합 빈도가 상대적으로 높은 시설을 각 구별 3개소씩 총 18개소로 당초 선정하였다.

그러나 연구기간 도중 D구 소재 1개소가 '97. 6. 8일자로 폐쇄되어 최종 연구 대상은 총 17개소로 변경 선정되었다.

2. 현장조사 및 시료채수

'98. 3월~12월 사이 매월 현장 출장하여 현장조사 및 시료를 채수하였다. 미생물시료 채수시 화염으로 수도꼭지 소독후 시료를 채수하였고, a) 수도꼭지 소독에 따른 미생물 변화를 알아보고자 3, 4, 5, 6월에는 수도꼭지가 있는 시설에 한해 꼭지 소독 전, 후의 시료를 채수하고, b) 시간경과에 따른 미생물변화를 알아보고자 7월에서 12월 사이 6개월 동안 구별 1개 지점씩, 총 6개소의 약수터를 선정하여 유수시간별(15분 간격으로 4개 시료)로 채수하여 실험하였다.

약수터 현장은 주변위치, 수원의 종류, 관리 지정 형태, 시설형태 및 위생학적 오염원이 될 수 있는 주변시설물 등을 조사하였다.

3. 실험항목 및 실험방법

1) 이화학적 항목

먹는물수질기준 항목 중 수질오염에 민감한 5개 항목, 즉 암모니아성 질소, 질

산성 질소, 과망간산칼륨소비량, pH, 경도 항목을 선정하여 먹는물수질공정시험방법에 준하여 실험하였으며, 각 항목별 분석방법 및 사용한 실험기기는 표 1과 같다.

Table 1. Analytical methods and instruments

Items	method and instruments
$\text{NH}_3\text{-N}^+$	Indophenol method
$\text{NO}_3\text{-N}^-$	IC(Waters 600E)
KMnO_4 , Consumed	Titration method
pH	pH meter(Orion model SA720)
Hardness	EDTA Titration method

2) 미생물 항목

먹는물 수질기준 항목인 일반세균과 대장균군을 먹는물수질공정시험방법에 준하여 '98. 3월~12월 사이 매월 시료 채수하여 실험하였다. 그리고 미생물 오염에 대한 보다 철저한 원인 규명을 위해 '98. 7월~12월 사이 6개월 동안 분뇨오염여부를 알 수 있는 지표미생물로 알려진 분원성 대장균군, 분원성 연쇄상구균, 녹농균 3개 항목을 추가 선정하여 실험하였다. APHA와 WPCF의 Standard methods에 준하여 실험하였고, 균의 수는 최적확수법(MPN method)에 따라 산정하였다. 세부적 실험방법은 표 2와 같다.

Table 2. Media and condition of incubation of indication bacteria(MPN method)

Item	presumptive test	Confirmed test	Complete test	Temp. (°C)	Incubation Time(hr)
Total coliforms	Lactose broth	BGLB	EMB Agar	35±0.5	48
Fecal coliforms	Lactose broth	E.C Medium		45±0.5	24
Fecal Streptococci	Azide dextrose broth	Ethyl violet azide broth	Pfizer selective enterococci agar	35±0.5	48
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Asparagine broth	Acetamide agar		35±0.5	48

III. 결과 및 고찰

1. 현장조사 결과

대상 약수터시설의 현장조사 결과는 표 3과 같다. 연구대상 지점별 수원은 전부 지표수였고, 전 대상 약수터가 모두 등산로변에 위치하여 있었으며, 주변시설물 등을 살펴본 결과 13개소 약수터 주변에 체육시설(배드민턴 코트 등), 사찰, 공사현장 등이 인접해 있어 이로 인한 사람들의 출입이 빈번하여 오염가능성이 높음을 알 수 있었다.

약수를 임시적으로 모아주는 집수탱크가 설치된 곳은 17개소 중 9개소로 53%의 설치율을 보였다. 수질검사 결과 탱크가 설치된 약수터의 경우, 먹는물수질기준에 대한 부적합율이 평균 86.3%, 탱크 미설치 약수터는 76.6%로 탱크 설치된 약수터가 약간 높은 부적합율을 보였는데, 이는 탱크설치가 미생물의 2차 오염원이 될 수 있음을 간접적으로 나타내는 것으로 탱크내 청소, 소독 등을 실시하여 철저한 위생관리를 하여야 하겠다.

관리는 관(구청, 동사무소)에서 9개소, 민간인(조기회, 체육회, 산악회 등)이 8개소의 약수터를 관리하고 있었으며, 약수터내 수도꼭지가 설치된 곳은 총 13개소였고 나머지 4개소는 웅덩샘이나 유출수의 형태를 취하고 있었다.

Table 3. The results of survey for mountain water

Sampling site	Tank	Tap	Type of management	Probable facility of contamination
A-Gu #1	○	×	P ¹⁾	○
A-Gu #2	○	○	G ²⁾	○
A-Gu #3	×	×	P	○
B-Gu #1	×	○	G	○
B-Gu #2	×	×	G	○
B-Gu #3	×	○	G	○

Sampling site	Tank	Tap	Type of management	Probable facility of contamination
C-Gu #1	○	○	G	○
C-Gu #2	○	○	P	○
C-Gu #3	×	×	P	○
D-Gu #1	○	○	G	○
D-Gu #2	×	○	G	×
E-Gu #1	○	○	P	○
E-Gu #2	○	○	G	×
E-Gu #3	×	○	G	×
F-Gu #1	○	○	P	×
F-Gu #2	○	○	P	○
F-Gu #3	×	○	P	○

1) P : managed by private, 2) G : managed by government

2. 수질검사 결과

당초 먹는물수질기준에 따른 부적합율이 높은 시설을 연구대상으로 선정하였기에 검사한 시료의 전체 부적합율은 총 81.2%였으며, 구별 부적합율은 A구 90%, B구 86.7%, C구 83.3%, D구 80%, E구 80%, F구 70%로 높은 부적합율을 보였다.

1) 이화학적 검사

연구대상 약수의 이화학적 항목을 검사한 결과는 표 4와 같으며, 전체 검사시료는 검사한 항목 내에서 모두 먹는물수질기준에 적합하였다.

암모니아성 질소는 오수의 유입을 알 수 있는 항목으로 이번 조사에서는 전 대상에서 모두 검출되지 않았다. 따라서 조사기간내 특별한 오수유입 등은 없었던 것을 알 수 있었다.

질산성 질소는 0~9.1mg/l의 범위로 전체 평균치는 2.4mg/l로 낮은 수치를 보였으며,

부산시내 상수도수의 질산성질소가 약 2.0mg/l인 것과 비교하여 본 바 비슷한 결과를 보였다.

물의 연수, 경수 여부를 알 수 있는 경도 항목의 경우, 전체범위는 8~109mg/l였으며 평균치는 38.8mg/l로 연수임을 알 수 있었다. 통상적으로 경도가 0~75mg/l인 경우 연수, 75~150mg/l는 약한 경수, 150~300mg/l는 경수, 300mg/l이상은 강한 경수이다.

과망간산칼륨소비량은 수중의 유기물량을 간접적으로 말해주는 항목으로 연구 대상 약수 내에는 최소 0.0mg/l에서 최대 2.2mg/l가 검출되었으며 평균치는 0.5mg/l이었고 참고적으로 부산시내 상수도수의 과망간산칼륨소비량은 3.3mg/l로 약수터 수질이 더 낮은 수치를 보였다.

pH는 5.8~8.1의 범위로 전체 평균치는 6.9로 중성이었다.

Table 4. The result of chemical items (unit : mg/l)

Item	Min.	Max.	Mean
NH ₃ -N ⁺	0.0	0.0	0.0
NO ₃ -N ⁻	0.0	9.1	2.4
Hardness	8.0	109.0	38.8
KMnO ₄ Consumed	0.0	2.2	0.5
pH	5.8	8.1	6.9

2) 미생물학적 검사

(1) 일반세균(Total colony count)

일반세균이란 보통 한천배지에서 집락을 형성하는 호기성 또는 혐기성 증속영양세균의 수를 말한다. 분뇨, 오수 외에 하천, 토양, 식품, 공기 중에 널리 분포되어 있으며, 일반세균 자체로 인체에 유해성이 있기보다는 소독효과나 위생적인 처리 및 관리를 위해 필요한 항목이다. 일반세균은 지표수나 얇은 지하수에서는 빗물의 영향을 많이 받지만, 깊은 지하수에서는 변동이 없는 것으로 알려져 있다. 우리나라와 일본의 경우 먹는물 기준은 1ml당 100CFU(Colony Forming Unit)이하로 규정하고 있으며, WHO는 기준에는 없으나 500CFU/ml이하로 할 것을 권장하고 있다.

일반세균 검사결과를 표 5에서 살펴보면 0~480CFU/ml의 범위로 검출되었고, 8, 9월에 평균치가 각각 98.7, 117.6CFU/ml의 높은 수치를 보였다. 검출결과수치(level)에 따라서 정리한 표 6을 보면 전체적으로 30CFU/ml이하가 56.4%로 대부분을 차지하였고 30~100CFU/ml사이가 29.4%, 먹는물 기준치인 100CFU/ml이상은 14.1%이었다. 앞에서 기술한 8, 9월의 일반세균평균치가 높게 나온 것과 마찬가지로 100CFU/ml이상 검출된 건수 중 8, 9월이 4, 6건으로 높게 나왔는데 이는 하절기 온도상승과 강우로 인한 오염물 유입 등에 의한 것으로 추정된다.

약수의 경우, 심층의 지하에서 채취되는 지하수나 소독, 정수 처리된 상수와 달리 산속의 토양지표면을 흐르는 지표수이므로 공기, 토양 등에 항상 접촉되는 기회가 상존하므로 일반세균 등의 수치가 전체적으로 높다고 알려져 있다. 그러나, 실제 실험 결과 일반세균 부적합율이 14.1%로, '94년 경기도 보건환경연구원보에서 발표된 경기도 일원 상수원수(지표수)의 일반세균 부적합율 70.5%, 지하수의 일반세균 부적합율 32.5%와 비교하면 아주 낮은 수치였으며, 보편적으로 양호한 상태를 알 수 있었다.

Table 5. The monthly results of Total colony count(CFU/ml)

Month	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Min.	1	10	1	2	2	3	0	0	0	0	0
Max.	280	290	230	480	340	430	470	97	95	120	480
Mean	56.1	86.4	49.0	49.9	55.8	98.7	117.6	28.6	41.0	41.5	59.3

Table 6. The monthly results according to Total colony count level.

Total colony count level (CFU/ml)	The No. of detection in each month										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total(%)
Total	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	170(100)
below 30	12	6	10	12	13	7	8	11	8	9	96(56.4)
30-100	4	8	4	2	3	6	3	6	7	7	50(29.4)
100 over	1	3	3	3	1	4	6	0	2	1	24(14.1)

※ 일반세균의 먹는물 수질기준 : 100CFU/ml

(2) 지표미생물(Indicator bacteria)

지표미생물이란 병원균과 함께 공존하는 미생물을 분리 동정하여 온혈동물의 분뇨오염 및 병원균 존재가능성을 확인해 주는 미생물을 총칭하는 말로, 이번 실험에서는 지표미생물로 널리 알려진 대장균군, 분원성 대장균군, 분원성 연쇄상구균, 녹농균을 실험하였다.

① 대장균군(Total coliforms, TC)

대장균군이란 호기성 또는 통성 혐기성, Gram 음성, 비아포성간균으로서 유당을 분해하여 산과 가스를 형성하는 균을 총칭하며, 분뇨, 하수, 식품폐수 외에 토양, 하천, 지하수 등에 광범위하게 존재한다.

이번 조사 결과, 표 7에서 보듯이 전체 171개의 검체 중 136개의 검체에서 대장균군이 검출되어 총 80%의 검출율을 보였다. 그리고 월별 분포는 7월에서 12월까지 계속 높은 검출율을 보였으며 동절기에도 이같이 높은 검출율을 보이는 것에 대한 원인분석은 좀 더 연구할 과제로 보인다.

약수는 자연(토양, 낙엽부식물 등)과 접촉되는 기회가 빈번하여 이로 인해 대장균군이 높게 검출될 가능성이 다분하므로, 대장균군이 검출되었다고 반드시 분변 등에 의한 오염이나 병원균의 혼입이 되었다고 추정하기 보다는 간접적으로 오염 가능성을 짐작할 수 있을 뿐이다.

Table 7. The monthly results of Total coliforms

Sampling No. (%)	The No. of detection in each month										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total(%)
170 (100)	9 (5.3)	12 (7.1)	7 (4.1)	12 (7.1)	16 (9.7)	15 (8.8)	16 (9.4)	17 (10.0)	16 (9.4)	16 (9.4)	136 (80.0)

② 분원성 대장균군(Fecal coliforms, FC)

대장균군은 토양이나 물속을 서식장소로 하는 균종이 대부분이기 때문에 분변 오염과 직접적 관계가 없는 경우가 많으므로, 이를 보완하기 위해 대장균군 중 분변오염 여부를 시사해 주는 분원성 대장균군을 실험하였다.

분원성 대장균군은 대장균군 시험 중 확정시험 양성시험관 즉, BGLB에서 가스생성 시험관을 EC배지에 접종하고 $44.5 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양하여 가스를 생성하는 대장균군으로 우리나라의 경우 먹는물수질기준에 포함되지 않으나 대장균군에 비해 병원미생물의 존재와 밀접한 관계를 가지고 있어 영국 등 유럽에서는 수질측정항목으로 채택하고 있다.

표 8에서 전체 평균치는 검체수 102건 중 26건으로 25.5%의 검출율을 보였으며, 검출범위는 $3.6 \sim 2.3 \times 10$ MPN/100ml이고 평균치는 6.8 MPN/100ml였다. Psasis등은 분원성 대장균군 농도와 병원성세균의 검출율과는 서로 상관성이 있어 분원성 대장균군 200 MPN/100ml에서 27.6%, 200~2000에서는 85.2%의 살모넬라속의 검출율을 나타냈다고 보고한 것과 비교하면 이번 실험 결과는 훨씬 낮은 범위인 $3.6 \sim 2.3 \times 10$ MPN/100ml로 병원성세균의 검출가능성은 낮음을 알 수 있었다.

월별 분포를 살펴보면, 하절기인 7, 8, 9월에 높게 검출된 것과는 달리 10, 11, 12월엔 낮게 검출되었으며, 이는 하절기엔 미생물 자체가 온도 상승에 따라 증식속도가 빨라질 뿐만 아니라, 약수의 채취자와 이용객이 증가하여 약수터 주위가 오염되면서 인축 유래의 대장균군에 오염될 가능성이 높아졌으며, 강우량이 증가하여 유량이 많아짐으로써 분변 유래 미생물의 유입확률이 높아졌기 때문으로 추정된다.

③ 분원성 연쇄상구균(Fecal streptococci, FS)

직접적으로 질병을 일으키는 병원성 원인균은 아니나 사람과 온혈동물의 장관 내에 상재하는 균으로, 넓은 온도범위에서 증식가능하며 분변 중에서 대장균수보다 적다고 하나 성상이 유사한 균이 자연계에서 대장균군보다 적게 분포하고 있고, 외계에서 증식률이 낮으므로 분뇨오염지표 미생물로서의 의의가 크다.

표 8에서 보면 총 102건의 검체 중 33건, 32.4%의 검출율을 보였으며 7, 9, 10월에 높게 검출되었다. 전체 검출범위는 $3.6 \sim 7.5 \times 10$ MPN/100ml이고 평균치는 16.3 MPN/100ml였다.

분원성 연쇄상구균은 인체 배설물에 의한 오염보다 동물 배설물에 의한 오염원의 지표 미생물로 널리 알려져 있으며, 오염원이 사람인지 동물인지 구별하는 방법으로 FS : FC ratio를 많이 응용하고 있다. '86년 서울보건환경연구원에서 발표된 서울시 일원 약수에서 분원성 연쇄상구균(FS)이 분원성 대장균군(FC)보다 높게 나온 것파

마찬가지로, 이번 실험결과도 분원성 연쇄상구균(FS)이 분원성 대장균군에 비해 높게 나와 이 결과로 동물에 의한 오염이 더 높다는 사실을 추정할 수 있었다.

분원성 대장균군(FC)이 7, 8, 9월에 많이 검출된 것과 비교해 상대적으로 분원성 연쇄상구균(FS)은 10, 11월에 높게 나와 여름철에는 사람에 의한 오염가능성이 크며, 가을에는 동물에 오염가능성이 클 것으로 추정할 수 있었다. 그러나, 이들에 대한 자세한 오염 경로는 장기간에 걸친 정기적 오염도 검사를 계속해야 될 것으로 생각된다.

④ 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)

아포를 생성하지 않는 세균중 건조하거나 고온조건에서도 비교적 안정되고 염소의 내성이 있는 대표적인 세균이다. 자연계에서는 토양, 공기, 하수 등에 분포하며, 정상적인 장내에 소수 존재하고, 피부에서 발견되어진다. 본래 녹농균은 그다지 병원성이 강한 균은 아니지만, 방어력이 결핍된 부위 또는 혼합감염을 일으킬 때 기회성 병원균으로 작용한다.

이번 조사 결과 녹농균은 7월중 2곳의 약수터에서 검출되어 약 2%의 검출율을 보였으며 앞에서 기술한 분원성 대장균군이나 분원성 연쇄상구균보다 검출율이 훨씬 낮았다. 또한, '86년 서울보건환경연구원에서 발표된 서울시 일원 약수의 녹농균 검출율 27.3%와 비교하여 매우 낮은 수치임을 알 수 있었다.

Table 8. The result of Indicator bacteria in each month
(Total coliforms,TC, Fecal coliforms,FC, Fecal streptococcus,FS, *Pseudomonas aeruginosa*,PA)

Item	Sampling No.	The No. of detection in each month							Range (MPN/100ml)	Mean (MPN/100ml)
		7	8	9	10	11	12	Total(%)		
TC	102	16	15	16	17	16	16	96(94.1)	3.6~1.1×10 ³	4.6×10 ²
FC	102	9	7	6	1	1	2	26(25.5)	3.6~2.3×10	6.8
FS	102	8	4	6	9	4	2	33(32.4)	3.6~7.5×10	16.3
PA	102	2	0	0	0	0	0	14(2.0)	1.1×10~1.5×10	13.0
FC/TC	-	0.56	0.47	0.38	0.06	0.06	0.13	0.27	-	-
FS/FC	-	0.89	0.57	1.0	9.0	4.0	1.0	1.27	-	-

(3) 수도꼭지 소독전, 후 미생물 변화

이번 조사에서는 약수터내 수도꼭지가 있는 시설에 한해 3월에서 6월 사이, 4개월동안 수도꼭지 시설이 있는 약수터에 한해 수도꼭지 소독전, 후의 시료를 채취하여 일반세균과 대장균군 실험을 하였다.

그림 1은 소독 전, 후의 일반세균 검출결과를 나타낸 것으로 소독전 보다 후의 결과가 더 낮게 나온 경우는 총 32회 중 13회(40.6%), 소독전, 후의 결과가 똑같은 경우는 3회(9.4%), 소독 후의 결과가 더 높게 나온 경우는 16회(50.0%)였다.

이 결과로써 수도꼭지의 오염은 약수의 미생물 부적합의 주요인은 아니나 2차 오염원이 될 가능성이 있음을 알 수 있었으며, 소독 후의 결과가 더 높게 나온 원인을 알아 보고자 시간 경과에 따른 미생물 검사를 실시하였으며, 그 결과는 다음 장에 언급하였다.

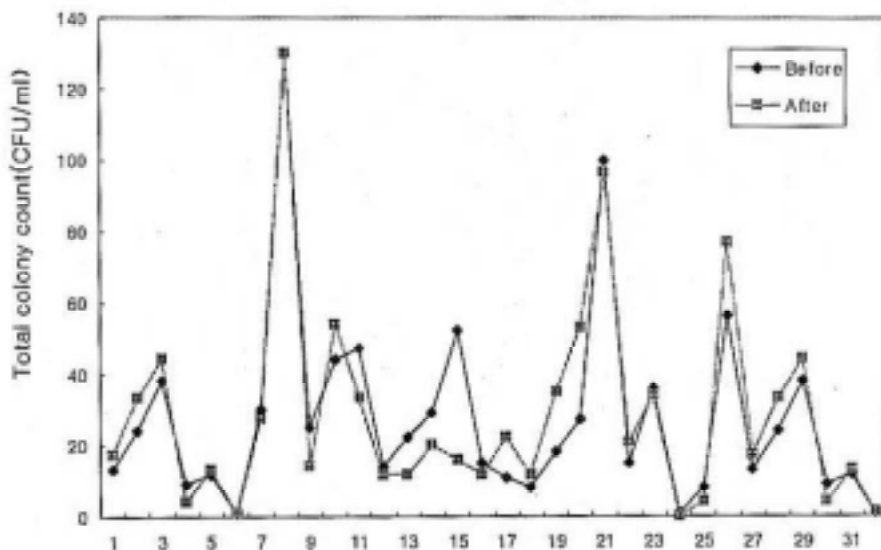


Fig. 1. The variation of Total colony count before, after disinfecting tap

(4) 시간 경과에 따른 미생물 변화

시간경과에 따른 미생물변화를 알아보고자 7월에서 12월 사이 6개월 동안 구별 1개 지점의 약수터를 선정하여 유수시간별(15분 간격으로 4개 시료)로 채수하여

미생물 실험을 하였다.

이 결과 아래 그림 2와 같이 A구 #1약수터의 일반세균 검사결과는 7, 8, 10, 11, 12월은 시간 경과에 따라 미생물 수가 크게 변하지 않았으나, 9월에는 시간에 따라 미생물 수가 크게 변화되는 것을 볼 수 있었다.

이는 세균의 일과성(transient) 때문일 것으로, 약수는 계속해서 흐르는 물이므로 같은 지점에서 채수한 물이라도 미생물의 분포가 균일하지 않기 때문에 채수시간, 채수방법 등에 따라 결과는 판이하게 달라질 수 있음을 말한다. 따라서 미생물 실험결과는 장기간에 걸친 정기적 수질검사를 하여 결론을 내려야 할 것이다. 다른 약수터 역시 위와 비슷한 경향을 보였다.

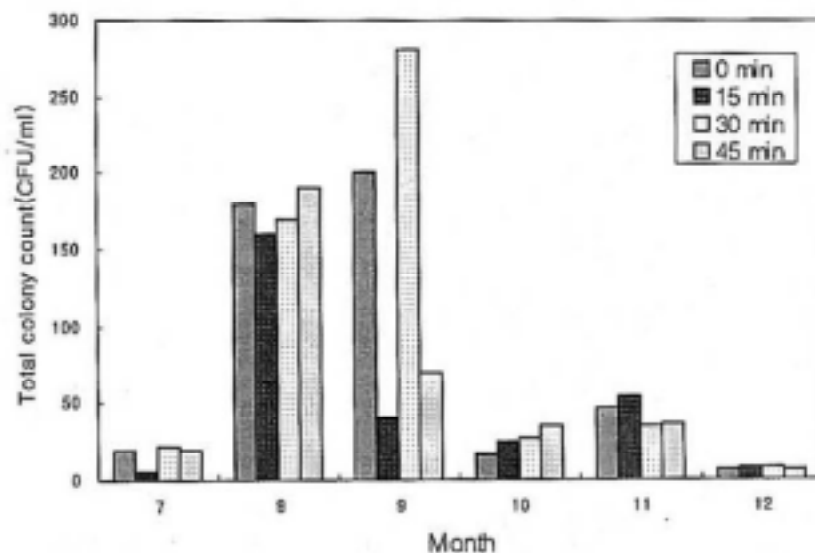


Fig. 2. The variation of Total colony count by elapsed time at A-Gu #1

(5) 계절에 따른 미생물 변화

계절에 따른 미생물 변화를 살펴보기 위해 각 월별 평균수온과 일반세균(CFU/ml) 평균치를 그림 3과 같이 나타내 보았으며 일반세균은 하절기인 8, 9월에 높은 수치를 보였고, 10월 이후 수온이 내려감에 따라 일반세균수도 감소되는 추세를 보였다. 따라서 수온이 미생물 성장에 큰 영향을 끼침을 알 수 있었다.

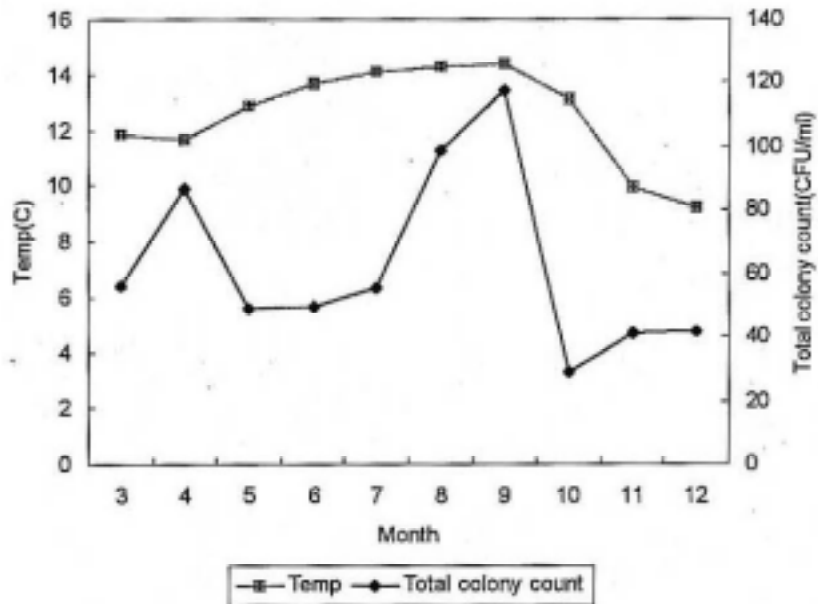


Fig. 3. The comparison average temperature and Total colony count in each month

IV. 결 론

부산시내 소재한 약수터중 부적합율이 높은 6개구내 총 17개소의 약수터를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 현장조사 결과 조사대상 전부가 지표수였으며, 수도꼭지가 설치된 곳은 13개소, 미설치는 4개소였다. 약수터내 집수탱크가 설치된 곳은 9개소로 먹는물수질기준에 따른 부적합율은 86.3%였고 탱크미설치된 곳은 8개소로 부적합율은 76.6%였다. 체육시설, 사찰, 공사현장 등 오염을 줄 수 있는 주변시설물이 인접한 곳이 13개소였다.
2. 부적합율이 높은 시설을 대상으로 선정하였기에 먹는물수질기준에 따른 전체 부적합율은 81.2%였으며, 이화학적 검사 결과는 모두 먹는물수질기준에 적합하였고, 각 항목별 평균은 암모니아성 질소 0.0mg/l, 질산성 질소 2.4mg/l, 경도

38.8mg/ℓ, 과망간산칼륨소비량 0.5mg/ℓ, pH 6.9였다.

3. 일반세균은 최소 0CFU/ml에서 최대 480CFU/ml의 범위로 검출되었으며, 100 CFU/ml 이상은 14.1%였다. 지표미생물의 검출율은 대장균군 80%, 분원성 대장균군 25.5%, 분원성 연쇄상구균 32.4%, 녹농균 2%였다.
4. 약수터내 설치된 수도꼭지, 집수탱크에 의한 미생물 오염 가능성을 보였으며, 미생물 변화는 유수시간에 따라 일정하지 않았고, 하절기인 8, 9월에 높게 검출되었다.

참고문헌

1. 서울특별시 보건환경연구소보, 제22권(1986), 登山路邊 샘터들의 時系列別 汚染度 變化에 關한 調査
2. 서울특별시 보건환경연구소보, 제22권(1986), 서울市 일원 藥水의 衛生學的 調査
3. 박석기의 2명, 1996, 해설 먹는물의 수질관리, 동화기술
4. 경기도 보건환경연구원보(1994), 음용수 지표균에 관한 조사 연구
5. 대구광역시 보건환경연구원보(1994), 大邱地域 生水의 理化學的 成分 및 細菌의 經視的 變化
6. 부산광역시 보건환경연구원보(1994), 시내 약수터 수질 오염도 조사 연구
7. John, W.C, 1981, Water Supply and Pollution Control, 3rd Ed, Harper international Edition New York, Hagerstown
8. Psaris, P.J., Hembliccks, D.W., 1982, Fecal coliform densities in a western water swed, 3water, *Air and soil pollution*, 17, 1982
9. 먹는물수질공정시험방법, 1997, 環境部

10. 日本藥學會編 衛生試驗法・註解, 1990, 金原出版株式會社
11. APHA-AWWA-WPCF, 1992, Standard methods for the Examination of water and waste water 18th Ed
12. 허방련외 1인, 1996, 상수도 계통에서의 지표미생물과 병원성미생물의 분포조사, 수도기술연구집, 서울특별시수도기술연구소