J. Fd Hyg. Safety 15(4), 328–333 (2000)

통영시내 약수의 화학적 및 세균학적 품질변화

최종덕 · 김정균

경상대학교 수산가공학과, 해양산업연구소

Changes in Chemical and Microbiological Properties of Spring Waters in Tongyeoung Area

Jong-Duck Choi and Jung-Geun Kim

Department of Marine Food Science and Technology, and Instute of Marine science, Gyeongsang National University, Tong-yeong, 650-160, Korea

ABSTRACT – This study was carried out to changes in chemical and microbiological properties of spring waters in Tongyeoung area. In this paper, ninety spring water samples were collected from 9 station for 11 month to evaluated chemical and bacteriological water quality. Range and mean values of constituents of the samples are as followed; water temperature 5.2~25.8°C, 16.3°C, pH 6.0~7.2, 6.7, total residue 33.6~210 mg/l, 90.6 mg/l, turbidity 0.35~5.48, 1.45NTU, KMnO4 consumed 0.51~4.21 mg/l, 1.39 mg/l, chloride ion 6.23~42.5, 16.7 mg/l, phosphate-phosphorus ND-0.04, 0.02 mg/l, nitrite-nitrogen ND~0.02, 0.01 mg/l, nitrate-nitrogen ND~3.56, 1.42 mg/l, ammonia-nitrogen ND~0.20, 0.14 mg/l, dissolved total nitrogen ND~3.78, 1.57 mg/l, iron 0.04~0.28, 0.13ppm, zinc 0.03~0.66, 0.20ppm, mangan ND~0.01, allumium 0.14~0.58, 0.39ppm, copper ND~0.01, 0.01, lead ND~0.01, 0.01ppm, Arsenic ND~0.01, 0.01ppm, mercury ND~0.02, chrome not detected, cadmium not detetced respectively. The viable cell counts of the spring waters ranged 5.0~760/ml(means 130/ml). Range and mean value of total coliform and fecal coliform MPN's of the spring waters were 0~2,400MPN/100 ml, 73MPN/100 ml and 0~540MPN/100 ml, 21MPN/100 ml. Spring water quality was usually poor with viable cell counts exceeding 130 CFU/liter and the coliform counts in spring waters of 73 MPN/liter. Composition of coliform by IMViC reaction was 33.3% *E. coli*, 15.6% *Citrobacter freundii*, 35.6% Klebsiella aerogenes and others.

Key words □ spring water, water quality, viable cell counts

산업이 근대화되기 이전에는 지하수나 지표수 같은 자연수를 그 자체를 식수로 하였지만 산업이 발달하면서 호수나 강물을 화학적으로 처리하여 사용하였다. 그러나 최근 산업의 급속한 발전으로 인하여 우리들 주변의 수계에 오염이 가중되고 있고 건강에 대한 관심도가 높아져 양질의 물을 얻고자 약수터의 약수를 이용하는 시민이 증가하고 있다. 현재 먹는물의 관리는 먹는물 45개 항목과 먹는 샘물 50개 항목을 크게 미생물(일반세균, 대장균), 건강상 유해영향 무기물질, 건강상 유해영향 유기물질, 심미적 영향물질, 미생물(병원세균 5종)로 나누어 관리하도록 되어있다.[1)]

약수터 약수의 수질에 대한 연구는 오 등이 서울시 일원에서, 박 등이 서울근교 약수, 공과 정이 서울근교 등산지역 음료수, 김 등이 서울시내 약수, 백 등은 약수의 일반금속의 함량, 김과 이는 지리산 산악수의 수질오염, 이 등은 도시주변 약수의 세균학적 조사, 김과 조, 김과 안이 부산지역의 약수, 김 등이 진주시 일원에 존재하는 환경수의 세균학적 수질에 대하여 보고한 바 있다.[2~11)]

그러나 통영시내에 산재하고 있는 약수의 화학적 및 미생물학적인 안전성에 대한 자료는 거의 없는 실정이다. 따라서 이들에 대한 수질관리에 필요한 기초자료를 얻고자 1998년 9월부터 1999년 7월 사이에 선정된 9개 지점에서 채수한 시료 90개에 대하여 물리적 성질, 영양염류, 심미적 영향물질 및 유해금속의 일부, 생균수, 위생지표세균과 균형에 대한 실험결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 채수지점 및 시수

1) 채수지점

채수지점은 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 통영시 지역에

†Author to whom correspondence should be addressed.

위치하면서 시민들에 잘 알려진 장소를 나타내었다. 조사지점 1(St. 1)은 용화사 입구이고, st. 2는 용화사 광장, St. 3은 미륵산 미륵동, St. 4는 안정사, St. 5는 미래사, St. 6은 미수동 현대아파트 앞산, St. 7은 인평동, St. 8은 평림동, St. 9는 여황산에 위치하고 있는 약수를 선정하였다.

2) **시수**

Fig. 1에 나타낸 각 지점에서 1998년 9월부터 1999년 7월까지 10회에 걸쳐서 실시하였으며, 일반시료는 2 L 용량의 폴리에틸렌 시료병에, 미생물 시료는 멸균된 광구시료병으로 채수하여 저온을 유지하면서 실험실로 운반한 후 2시간 이내에 실험을 실시하였다.

2. 실험방법

시수의 분석항목은 샘물기준에 설정되어 있는 것 중에, pH, 탁도, 증발잔류물, 과망간산칼륨소비량, 염소이온, 영양염류, Fe, Zn, Mn, Al 및 Cu 등의 심미적 영양물질과, Pb, As, Hg, Cr 및 Cd 등의 건강상 유해영향 무기물질, 일반세균 및 대장균군에 대하여 분석하였고, 시험방법은 먹는샘물의 수질기준 등에 관한 규칙에 준하였다. 분석항목 중 pH는 pH meter(MP 220, Mettler, UK)로, 영양염류는 분광광도법(UV-160A UV-visible recording spectrophotometer, Shimadzu, Japan)으로, 염소이온은 Argentometric 방법[12]으로 정량하였다. 무기성분은 Inductively-coupled plasma spectrometer(atom scan 25, TJA)로, 일반세균 및 대장균군은 A.P.H.A(1962)에 준하였다.[13]

결과 및 고찰

1. 약수의 물질적 성질

통영시내 약수터 9개 지점에서 측정된 수온, pH, 증발잔류물, 탁도, 과망간산소비량 및 염소이온은 Table 1과 같다.

조사 기간 중에 약수의 수온은 5.2~25.8°C로 큰 폭으로 변하였으며 평균수온은 16.3°C 나타났다. 지점별로는 큰 차이가 없었는데, 통영지역의 약수는 대부분이 수원이 비슷하거나 형태가 유사하기 때문으로 생각되었다. 김 등[5]에 의하면 서울시내 약수는 12~17°C, 대전시 주변에 산재하고 있는 약수터의 약수는 이 등(1981)[8]에 의하면 13°C 였고, 김과 이[7]에 의하면 지리산 일부지역의 산악수는 평균 17.9 °C, 그리고 김 등[14]는 부산의 약수는 평균 15.9°C로 각각의 차이가 많은 것으로 보고하고 있다. 이는 약수터의 주변환경, 대기의 기온, 수원으로부터 약수터까지의 유도관 길이 등에 영향을 받기 때문으로 판단되었다.

이 조사에서 측정된 통영시 주변 약수터 약수의 pH 범위는 6.0~7.2(평균 6.7)로 미산성수였다. 서울시내에 산재하고 있는 약수터 약수의 pH 조사결과는 5.8~8.7로 나타났고[2~4], 지리산 지역의 산악수에서는 6.2~6.7[7], 대전시 주변 약수에서 6.3~6.5[8], 부산지역 약수에서는 5.8~8.0으로 보고한 바 있다[9,14]. 통영지역 약수터 약수의 pH는 먹는 샘물의 수질기준(이하 기준치라고 함) 5.8~8.5를 벗어나지 않았다. 총증발잔류물은 조사지역별로는 큰 차이가 없었고 33.6~210 mg/l 범위에 평균 90.6 mg/l으로 기준치 500ppm이내에 있었다. 탁도는 0.38~5.48NTU범위에 평균 1.45를 나타내어 비교적 투명한 것으로 조사되었다. 과망간산칼륨 소비량은 0.51~4.21 mg/l범위에 평균 1.39 mg/l로 기준치 10ppm 이내에 있었다. 약수터 주변이 불결하면 유기성 물질이나 제1철염, 황화물 등의 유입에 의하여 과망간산소비량이 증대될 수 있다고 지적된 보고는 있으나[15] 통영시 주변 약수터에는 이러한 요인이 없는 것으로 판단되었다.

김 등[16]은 염소이온농도는 자연수 중에 약간씩 함유되어 있다고 보고하였으며, 그 결과 염소이온농도는 6.23~42.5 mg/l, 평균 16.7 mg/l로 나타났다. 이 값은 공과 정이 서울 근교 등산지역 음료수[4]에서 측정된 4ppm보다 높았으나, 서울시내 우물물에서 측정된[5] 40ppm 보다는 낮은 값을 보였다.

2. 영양염류

통영시 주변약수터 약수중에 함유된 아질산성질소, 질산성질소, 암모니아성질소 및 인산성 인의 범위와 평균값을 Table 2에 나타내었다.

인산염인의 농도는 불검출~0.04 mg/l범위에 평균 0.02 mg/l로 나타나서 비교적 낮은 값을 보였다. 아질산성질소의

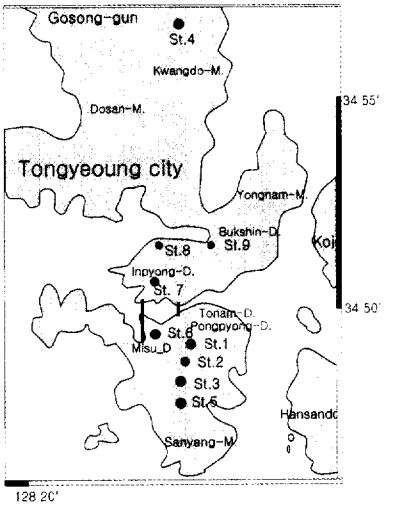

Fig. 1. Sampling station of the spring water at Tongyeoung area.

Table 1. Water quality of spring waters in Tongyeoung area (Sept. 1998~July. 1999)

Station	Parameter	Temp. (°C)	pH	Total residue (mg/L)	Turbity (NTU)	$KMnO_4$ (mg/L)	Chloride ion (mg/L)
1	Range	6.0~23.5	6.1~6.8	38.2~188	0.59~4.29	0.82~3.58	9.56~34.3
	Mean	15.9	6.5	95.5	1.47	1.54	18.5
2	Range	6.2~24.2	6.0~6.9	33.6~162	0.50~3.56	0.58~2.21	6.58~33.6
	Mean	16.1	6.6	78.4	1.39	1.47	19.2
3	Range	5.8~23.2	6.2~7.0	35.4~153	0.45~2.24	0.45~2.12	6.23~35.4
	Mean	15.5	6.7	79.6	1.20	1.32	15.6
4	Range	5.425.4	6.3~7.1	43.5~192	0.62~4.27	0.51~2.05	8.56~26.8
	Mean	16.3	6.7	94.7	1.89	1.65	12.3
5	Range	5.2~25.8	6.2~6.9	33.8~159	0.61~3.21	0.49~2.49	8.21~35.6
	Mean	16.5	6.5	85.6	1.42	1.21	15.7
6	Range	5.8~25.6	6.0~7.0	45.7~168	0.38~3.78	0.67~3.48	6.75~33.5
	Mean	16.8	6.8	88.7	1.31	1.54	16.6
7	Range	5.3~25.8	6.3~7.2	55.2~210	0.62~5.48	0.72~4.21	9.56~42.5
	Mean	17.1	6.9	103.5	1.75	1.32	16.8
8	Range	5.5~24.2	6.0~6.8	36.5~173	0.54~4.38	0.65~3.21	8.56~41.3
	Mean	16.5	6.5	93.6	1.35	1.25	19.5
9	Range	5.8~23.2	6.3~7.1	35.9~176	0.58~3.25	0.54~2.89	6.42~31.5
	Mean	15.8	6.7	95.8	1.24	1.23	16.4
Total	Range	5.2~25.8	6.0~7.2	33.6~210	0.38~5.48	0.51~4.21	6.23~42.5
	Mean	16.3	6.7	90.6	1.45	1.39	16.7
Criteria			5.88.0	< 500p pm		< 10 ppm	< 150 ppm

Table 2. Nutients of spring waters in Tongyeoung area (Sept. 1998~July. 1999)

Station	Parameter	Nutrients (μg-at/L)				
		PO_4-P	NO_2-N	NO_3-N	NH_4-N	Total Nitrogen
1	Range	0.01~0.03	ND~0.02	0.09~3.56	ND~0.19	0.09~3.77
	Mean	0.02	0.01	1.94	0.06	2.01
2	Range	0.01~0.03	ND~0.02	0.09~2.25	ND~0.18	0.09~2.45
	Mean	0.02	0.01	1.25	0.15	1.41
3	Range	ND~0.02	ND~0.02	ND~2.26	ND~0.18	ND~2.46
	Mean	0.01	0.01	1.52	0.15	1.68
4	Range	ND~0.02	ND~0.02	ND~3.25	ND~0.20	ND3.47
	Mean	0.01	0.01	1.98	0.16	2.15
5	Range	ND~0.03	ND~0.02	0.16~2.25	ND~0.14	0.16~2.41
	Mean	0.02	0.01	1.25	0.12	1.38
6	Range	0.01~0.04	ND~0.02	0.16~2.25	ND~0.16	0.16~2.43
	Mean	0.03	0.01	1.50	0.13	1.64
7	Range	0.01~0.03	ND~0.02	0.09~2.28	ND~0.19	0.09~2.49
	Mean	0.02	0.01	1.16	0.16	1.33
8	Range	0.01~0.04	ND~0.02	ND~2.26	ND~0.20	ND~2.48
	Mean	0.02	0.01	1.45	0.16	1.62
9	Range	ND~0.03	ND~0.02	ND~1.25	ND~0.16	ND~1.43
	Mean	0.02	0.01	0.76	0.14	0.91
Total	Range	ND~0.04	ND~0.02	ND~3.56	ND~0.20	ND~3.78
	Mean	0.02	0.01	1.42	0.14	1.57
Criteria				< 10 pm	< 0.5 ppm	

ND; not detected

농도는 불검출~0.02 mg/l 범위에 평균 0.01 mg/l로 조사되어 서울근교 등산지역에 측정된 0.03 mg/l보다 낮은 값을 나타내었다. 이와 김은 일반적으로 아질산성 질소의 생성은 동물성 질소화합물인 분뇨, 하수 등의 유입에 의한 암모니아성 질소의 산화와 질산성질소의 환원에 의한 경우로 나눌 수 있다고 보고[5]한 바 있다. 본 연구에서는 동물성 질소화합물의 유입은 거의 없기 때문에 질산성 질소의 환원에 기인한 된 것으로 판단되었다. 질산성 질소의 함량은 불검출~3.56 mg/l범위에 평균 1.42 mg/l를 나타내었고 총질소는 아질산성 질소, 질산성질소 및 암모니아성질소의 합으로 나타내었는데 조사기간중에 측정된 농도는 불검출~3.78 mg/l 범위에 평균 1.57 mg/l로 조사되어 기준치 내에 있었다.

3. 심미적 영양물질 및 유해금속

먹는 샘물중에 심미적 영향물질중 철, 아연, 망간, 알루미늄, 구리(동) 등의 무기물과 유해금속중에 납, 비소, 수은, 크롬 및 카드뮴에 대한 분석결과를 Table 3에 나타내었다.

심미적 영향물질인 철은 0.24~0.28ppm 범위, 아연은 0.03~0.66ppm, 망간은 불검출~0.01ppm, 구리(동)은 불검출~0.01ppm으로 기준치 이하에 해당되었다. 채수지점별로는 St.7에서 철의 함량이 다른 조사점에 비하여 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다. 유해금속에 있어서 납은 불검출~0.01ppm, 비소는 0.01~0.03ppm, 수은은 불검출~0.02ppm, 크롬과 카드뮴은 전 시료에서 검출되지 않았다. 시료에서 수은 검출은 기준치 내에 있었으나 시료 7은 수은이 검출되어 약수로 사용하기에는 부적절한 것으로 나타났다.

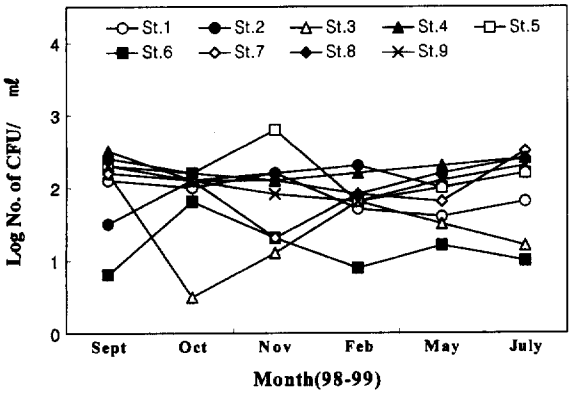

Fig. 2. Changes of viable cell counts of spring waters at Tongyeoung area (Sept. 1998~July. 1999).

4. 생균수 및 대장균군

각 채수지점의 시료에서 검출된 생균수의 변화는 Fig. 2, 대장균군의 실험결과는 Table 4에 각각 나타내었다.

생균수는 용화사 입구에서 32~180, 중앙치 140/ml, 용화

Table 4. Bacteriological examination result of each station at Tongyeoung area (Sept. 1998~July. 1999)

Station	Coliform group MPN/ 100 ml		Fecal coliform MPN/ 100 ml	
	Range	Median	Range	Median
1	4~140	18	0~49	13
2	0~280	140	0~95	33
3	0~220	14	0~79	7.8
4	0~180	33	0~110	17
5	24~1,600	49	0~350	23
6	1.8~49	6.8	0~23	2.0
7	110~2,400	220	23~540	49
8	4.5~130	70	0~70	13
9	0~1,600	110	0~130	27
Total	0~2,400	73	0~540	21

Table 3. Heavy metals of spring waters in Tongyeoung area (Sept. 1998~July. 1999)

Station	Heavy metals(ppm)									
	Fe	Zn	Mn	Al	Cu	Pb	As	Hg	Cr	Cd
1	0.08	0.04	-	0.32	-	-	0.01	-	-	-
2	0.11	0.07	-	0.34	-	0.01	0.01	-	-	-
3	0.18	0.14	-	0.58	0.01	-	-	-	-	-
4	0.04	0.07	-	0.15	0.01	0.01	0.01	-	-	-
5	0.06	0.05	-	0.42	-	-	-	-	-	-
6	0.12	0.03	-	0.14	-	-	0.02	-	-	-
7	0.28	0.10	0.01	0.42	0.01	0.01	0.02	0.02	-	-
8	0.12	0.66	-	0.52	0.01	0.01	-	-	-	-
9	0.15	0.63	-	0.58	-	0.01	0.03	-	-	-
Criteria	< 0.3	1.00	0.30	0.20	1.00	0.05	0.05	-	0.05	0.01

*-; not detected

Table 5. Classification of coliform bacteria isolated from spring waters at Tongyeoung area by IMViC reaction (Sept. 1998~July. 1999)

Coliform Types	Strain	Composition(%)
Escherichia coli group		
variety i	7	15.5
variety ii	4	8.9
variety iii	4	8.9
Citrobacter freundii group		
variety i	4	8.9
variety ii	3	6.7
Klebsiella aerogenes group		
variety i	5	11.1
variety ii	3	6.7
variety iii	5	11.1
variety iv	3	6.7
etc	7	15.5

사 광장 24~760, 중앙치 140/ml, 미래등 20~280, 중앙치 71/ml, 안정사 5.0~47, 중앙치 32/ml, 미래사 46~600, 중앙치 250/ml 미수동 6.0~60, 중앙치 31/ml, 인평동 140~430, 중앙치 350/ml, 평림동 18~460, 중앙치 58/ml, 여황산에서 80~200, 중앙치 130/ml으로 각각 조사되었고 전체적으로 5.0~760/ml, 중앙치 130/ml로 나타났다. 이들의 결과에 따르면 기준치 내에 있는 것은 St. 3(미래등), St. 4(안정사), St. 6(미수동) 및 St. 8(평림동)으로 나타났다. 박 등[17]은 시판 먹는물의 저장기간 및 온도에 따른 세균학적 품질변화에서 온도별 저장시에 생균수의 증가는 뚜렷하였으나 대장균군은 검출되지 않았다고 보고한 바 있다. 본 실험에서도 저장기간 중에는 실험하지 않았으나 약수는 냉장고에 보관하고 소비하므로 균수의 증가가 계속될 것으로 추측하여 단시간의 소비가 요구되었다.

대장균군은 지점별로 다소 차이가 있었지만 전체적으로 범위가 0~2,400 MPN/100ml이고 중앙치가 73MPN/100 ml로 기준치를 초과하였다. 지역별로는 용화사 광장과 인평동 및 여황산은 100 MPN/100 ml 이상으로 다른 지역에 비하여 오염도가 높게 나타났다. 분변계대장균군은 0~540MPN/100 ml, 중앙치 21MPN/100 ml로 대장균군의 28.8%로 비교적 높게 나타났다. 약수터 약수의 미생물학적 수질검사 결과는 월별 채수 위치별로 다소 차이가 있었고, 기준을 다소 초과하는 경우가 있었으므로 약수터 물의 수질관리에 많은 관심을 가져야 할 것으로 생각되었다.

IMViC 반응과 E.C. test에 의한 대장균의 분류는 Table 5에 나타내었다.

동정된 45균주중에서 IMViC과 EC시험결과 *Escherichia coli* group이 16주로 33.3%, *Citrobacter freundii* group가 7주로 15.6%, *Klebsiella aerogenes* group가 16주로 35.6%, 그 외 분류되지 않는 것이 7주로 15.5%였다. 식수에서 분리한 대장균군의 생화학적 성상에의한 균종별 분포에서 Escherichia속이 28.6%, Klebsiella속 22.1%, Serratia속 14.0%, Citrobacter속 3.0%, 기타 4.4%로 보고[18]한 바 있는데 본 실험과 비슷한 결과를 보였다.

*E. coli*가 산에서 흐르는 냇물에서도 분리[12]된다고 보고하였으며, 사람이나 가축의 분변에서 압도적으로 많이 검출된다고 보고한 바 있다[19~22].

대장균군중에서 *E. coli*가 수계전염병의 지표가 된다고 보고[23]한 바 있는 데, 통영시내에 산재하고 있는 약수터의 약수의 경우 *E. coli* group이 33.3%나 차지하였고 그중에 type i도 15.5%나 되어, 약수를 살균처리하지 않고 그대로 음용하는 것은 보건위생상 문제점을 가지고 있는 것으로 추정되었다. 오물과 강우, 기온, 수온 등의 자연환경 제 조건이 오염에 영향을 미칠 수 있는 보고[24] 결과로 미루어, 미륵산 약수터의 경우도 통영시민의 휴식공원으로 많은 시민과 외부 등산객이 이용하고 있으므로 자연보호에 관심을 가지고 수원보호에 만전을 기하여 약수의 안정성을 확보해야 할 것으로 판단되었다.

국문요약

1998년 9월부터 1999년 7월까지 통영시내 약수터 9개 지점에서 약수를 채수하여 90개 시료에 대한 화학적 및 세균학적 수질을 조사하였다. 그결과 각 항목의 범위와 중앙치는 다음과 같다. 수온은 5.2~25.8, 16.3°C, pH 6.0~7.2, 6.7, 총잔류물질 33.6~210, 90.6 mg/l, 탁도 0.35~5.48, 1.45NTU, 과망간산소비량 0.51~4.21, 1.39 mg/l, 염소이온 6.23~42.5, 16.7 mg/l, 인산염 불검출~0.04, 0.02 mg/l, 아질산염 불검출~0.02, 0.01 mg/l, 질산염 불검출~3.56, 1.42 mg/l, 암모니성질소 불검출~0.20, 0.14 mg/l, 용존질소 불검출~3.78, 1.57 mg/l로 나타났다. 심미적 영향물질에서 철은 0.04~0.28, 0.13ppm, 아연 0.03~0.66, 0.20ppm, 망간 불검출~0.01, 알루미늄 0.14~0.58, 0.39ppm, 구리 불검출~0.01, 0.01로 조사되었다. 유해금속에서 납은 불검출~0.01, 0.01 ppm, 비소 불검출~0.01, 0.01ppm, 수은 불검출~0.02, 불검출 크롬 불검출, 카드뮴 불검출로 각각 나타났다. 생균수는 5.0~760/ml, 중앙치 130/ml으로 기준치 100/ml를 다소 상회하였다. 대장균군 및 분변계대장균군의 범위와 중앙치는 0~2,400, 73 MPN/100ml와 0~540, 21MPN/100ml로 조

사되어 기준치 음성/50ml를 초과하고 있었다. IMViC 시험에 의한 대장균군은 분리된 45주중에 *Escherichia group*이 33.3%, *Citrobacter freundii* 15.6%, *Klebsiella aerogenes* 35.6%, 기타 15.5%로 나타났다.

참고문헌

1. 환경부: 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙, 환경부령 제11호 (1995).
2. 오영근, 김종석, 윤원용, 임봉택, 이강운, 이정자: 서울특별시 일원의 광천수 조사 연구, 서울위생실험소보, 115-149 (1969).
3. 朴良元, 李炳甲, 金亨錫, 朴淳永: 서울近郊의 山岳水 및 藥水에 關한 연구, 豫防醫 學會, **5**(1), 37-42 (1972).
4. 孔東, 鄭文植: 서울近郊 登山 地域 飮料水에 對한 衛生學的 調査 硏究, 公衆保健誌, **10**(2), 207-216 (1973).
5. 金弘, 鄭文植, 李容旭; 서울市 井戶에 對한 環境衛生學的 調査硏究-上水施設 未設置 地域을 中心으로-. 公衆保健雜誌, **10**(1), 27-32 (1973).
6. 白南豪, 朴萬基, 曺榮鉉: 原子吸光分析法에 依한 서울地域 藥水 中 Ge 및 一般金屬의 含量 調査, 서울大學校 藥學論文集, 3卷, 23-29 (1978).
7. 김돈균, 이상준: 지리산 일부지역 산악수 수질오염에 관한 조사, 부산대학교 논문집, **27**, 195-200 (1979).
8. 이기찬, 鄭成均, 洪宗完, 朴采美, 宋英珍: 都市 周邊에 散在한 藥水의 細菌學的 調査, 全國 大學生 學術硏究 論文集(醫・齒藥分野) 6輯, 27-40 (1981).
9. 金龍瑄, 趙顯書: 釜山市內 藥水터의 細菌學的 水質, 韓水誌, **16**(1), 31-36 (1983).
10. 金龍瑄, 安哲佑: 釜山市內 藥水의 季節的인 變化. 盛智工專論文集 7輯, 227-233 (1984)
11. 金龍瑄, 高光倍, 河奉錫: 晋州市 一圓에 散在하는 環境水의 水質, 韓水誌, **20**(2), 126-135 (1987)
12. APHAAWWA and WPCF; Standard methods for the examination of water wastewater, 17th Ed. pp. 4-68~69, 4-100~144, (1989).
13. APHA: Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish. American Public Health Association, U.S.A. pp. 17~51 (1962).
14. Kim, Y.G, and K.B. Koh: Chemical and Bacteriological Quality of Spring Waters in Pusan area, Bull. Korean Fish. Soc. **19**(2), 169-175 (1986).
15. 李炳甲, 金亨錫; 農村地下水 및 地表水 水質汚染에 關한 硏究, 中央醫學, 22(6), 709-712 (1972).
16. 金弘, 鄭文植, 李容旭; 서울市內 井戶에 對한 環境衛生學的 調査 硏究-上水施設未設置 地域을 中心으로-, 公衆保健誌, **10**(1), 27-32 (1973).
17. 박신인, 이왕규, 조윤정: 시판 먹는 샘물의 저장 기간 및 온도에 따른 세균학적 및 품질화학적 변화, 한국식품위생안전성학회지, **12**(1), 55-62 (1997).
18. 함희진, 안미진, 박석기: 식수에서 분리한 대장균군의 생화학적 성상에 의한 균종별 분포, 한국식품위생안전성학회지, **14**(3), 227-232 (1999).
19. Geldriech, E.E., R.H. Bordner, C.B. Huff, H.F. Clank and P.W. Kabler; Type distribution of coliform bacteria in the feces of warm-blooded animals. J.W.P.C.F. **34**, 295-301 (1962).
20. F.W.Q.A.; Current practices in the microbiology, U.S. dept. of the interior Federal Water Quality Administration, 1-20 (1971).
21. Wilson, G.S. and Miles A.A.; Topley and wilson's Principles of Bacteriology and Immunity. 5th ed. London (1964).
22. Papavassilion, J., S. Tzannetis, Helen L and G. Michopoulos; Coli-aerogenes Bacteria on Plants, J. Appl. Bact., **30**(1), 219-223 (1967).
23. 春田, 三佐夫; 食品の微生物學的 檢査. 特に生菌數の測定と大腸菌群の檢査 -その3- **24**(3), 30-43 (1978).
24. 이영옥: 지표수에서 대장균군 검출에 관한 비교연구, Korea J. Limnology, **29**, 313-321(1996).