

## 부산지역 약수터수의 미네랄 특성 연구

권동민<sup>†</sup> · 김시영 · 최유정 · 최성화 · 이경심

수 질보전과

### Study on Mineral Characteristics of Spring Water in Busan

Dong-Min Kwon<sup>†</sup>, Si-Young Kim, Yoo-Joung Choi, Seong-Hwa Choi and Kyoung-Sim Lee

Water Preservation Division

#### Abstract

This study was carried out to evaluate mineral characteristics of spring water in Busan area. 180 samples were collected in the fifteen districts of Busan metropolitan city from April to June 2009. we analyzed 4 items of minerals and 3 item of anions. The results of contents of mineral and anion were as follows : Na>Ca>Mg>K and Cl<sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>NO<sub>3</sub>-N respectively. The average mineral content of spring water in Busan area was Na 11.4 mg/L, Ca 6.5 mg/L, Mg 3.4 mg/L, K 0.76 mg/L and the result of statistic analysis was close correlated among Na, Ca, Mg and Cl. Specially there was high correlation between Ca and Mg. Comparing with spring water of other provinces, it had tendency that the content of Na was higher than Ca. According to K index using indicator of healthy water, only 5% of spring water was classified as healthy water.

Key words : spring water, mineral, anion, K index

#### 서 론

사회적 수준의 향상과 더불어 생활수준이 높아짐에 따라 건강에 직결된 건강하며 오염되지 않은 양질의 물을 음용하려는 욕구가 증가되고 있다. 우리나라의 많은 사람들은 상수원 오염에 따른 막대한 수도물 불신 때문에 경제적 부담을 감수하면서 까지 시판되고 있는 먹는 샘물을 사서먹거나, 좋은 물을 찾아 사찰, 등산로, 체육시설 등에 위치한 약수터 등 먹는물 공동시설을 이용하는 인구가 해마다 급속히 증가하고 있어 약수 물의 안전성 뿐만 아니라 맛과 미네랄 성분에 대한 관심도 더욱 더 높아지고 있다.

약수란 오염되지 않은 자연 그대로의 물로, 산소가 충분히 녹아있고 미네랄 및 중탄산 등 각종성분이 적당량 들어있는 깨끗하고 시원한 용천수를 말한다. 대부분의 약수들은 갈라진 바위틈이나 땅속으로 스며든 빗물에 각종 광물질이 용해되어 흐르다가 암반층을 만나면 그곳에 모여서 지하수 표면을 형성하고 흠과 암석사이 미세한 틈사이의 모세관 작용으로 지표로 솟아나는 것이 일반적이다<sup>1)</sup>.

하지만, 현재 대도시 중 자연녹지지역의 등산로나 공원 등에 분포하고 있는 자연샘을 일반인 사이에서는 약수라고 지칭하고 있다. 이 약수의 행정적 명칭은 먹는물 공동시설이라고 한다. 사람들은 좋은 물을 마시고 싶을 뿐만 아니라 좋은 물이 건강에 필수적이라는 인식을 하고 있으며, 좋은 물이라 하면 약수를 연상한다.

따라서 약수에 대한 중요성 및 이용도가 증가하고 있다. 이처럼 약수를 음용수로 이용하고자 하는 일반인의 관심이 높아지면서 약수 자체가 먹는물 기준에 적합해야 하는 것도 중요하지만, 미네랄도 적당량 함유하고 있어야 한다. 미네랄이란 생물체의 에너지원은 아니지만 생물체의 주요구성 성분으로 비타민과 더불어 생명유지와 건강을 위해서 생체조절작용을 하는 필수 불가결한 영양소다. 생물 발생의 모체인 암석의 구성성분이며 무기질 영양원으로서 전 생물의 발육생존에 필수 불가결한 것이다.

미국과 유럽 등지에서는 일찍부터 이러한 약수터수 및 지하수의 장점을 인식하고, 이를 음용수의 주요 공급원으로 적극 활용하고 있을 뿐 아니라, 산지별 또는 미네랄 함량 별로 특성화

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : kdm8438@korea.kr  
Tel : +82-51-757-7504, Fax : +82-51-757-2879

시켜 부가가치를 창출하고 있다<sup>2)</sup>. 또한 무기물질의 양에 따라 신체의 구성 및 조절작용 등 건강에 영향을 미치게 되며, 또한 물의 맛 또한 차이를 나타내게 된다. 따라서 인체 내 무기물질의 역할은 매우 중요하며 우리의 건강을 보호, 유지하기 위해서는 이들 무기물질에 대한 약수터수의 지역별 함유실태 파악은 매우 절실한 실정이다<sup>3)</sup>.

실제 도시주변에 있는 대부분의 약수는 특수한 광물질 또는 무기물질이 존재하지 않는 보통의 지표수이거나 지하수인 경우가 많다. 타 지역에서는 약수터의 수질특성과 지역주민들의 약수 이용 실태에 관한 연구가 몇차례 있었으나<sup>4,5)</sup>, 부산지역의 경우 일부 약수터의 수질특성에 관한 연구는 있었지만 부산지역 전체 약수터수에 대한 미네랄 특성 조사는 거의 없었다. 이에 본 연구에서는 부산지역에 분포된 약수터수 중 1일 이용 인구 50인 이상의 약수터를 대상으로 건강에 유익한 주요 미네랄

성분에 대한 함유량 조사 및 평가를 실시하여 시민의 건강증진을 위하여 약수터의 미네랄 특성 정보를 이용 시민에게 제공하고 부산지역 약수터수의 수질관리에 필요한 기초 자료로 활용될 것으로 기대 한다.

### 재료 및 방법

#### 조사대상 및 기간

음용수로 사용되고 있는 부산지역의 약수터(먹는물공동시설)수 중 2009년 4월부터 2009년 6월까지 각 구군에서 부산시보건환경연구원으로 의뢰된 180건의 약수터수와 부산시에서 유통되고 있는 먹는샘물 27건을 약수터수와 미네랄 특성 비교를 위해 대상으로 하였다. 조사된 각 구별 약수터수의 분포는 Fig. 1 및 Table 1과 같다.

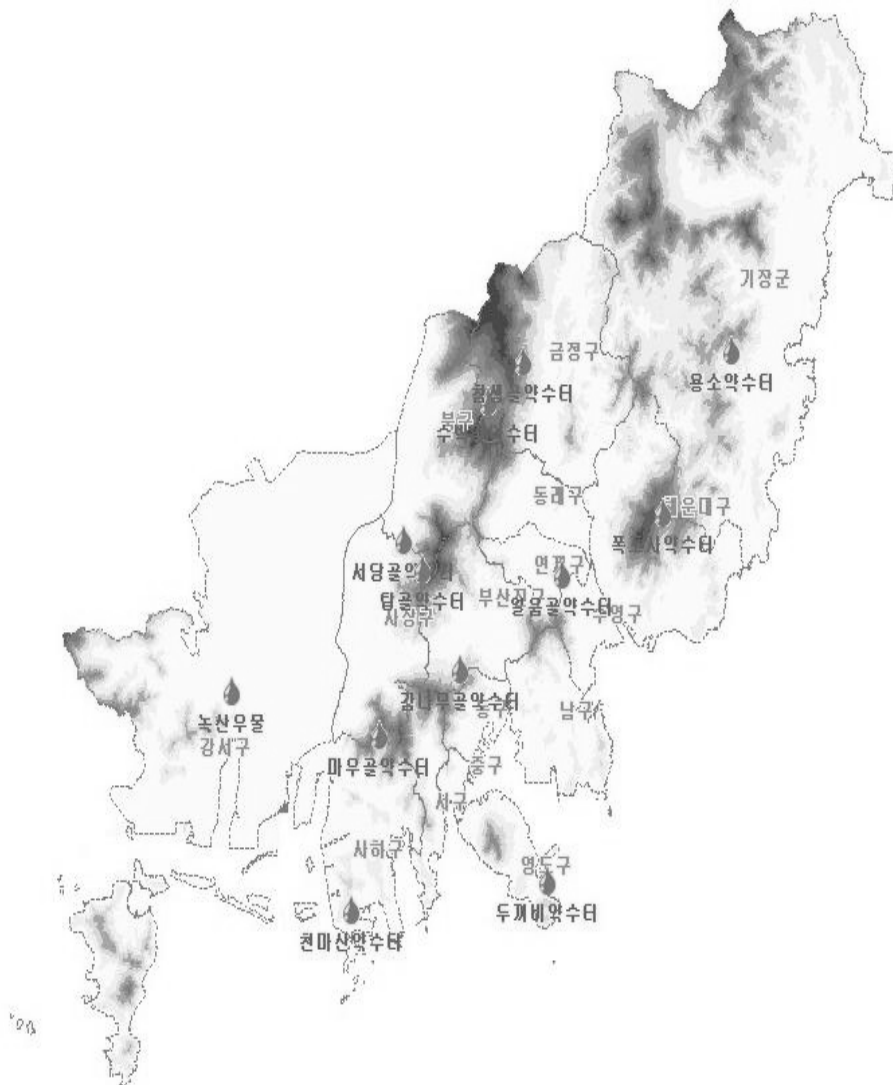


Fig. 1. Map of main spring water site in Busan area.

**조사항목 및 방법**

부산지역의 약수터수 및 시판생수에 대하여 WHO 등 선진국에서 음용수 수질기준으로 관리하고 있는 무기물질 중 주요 미네랄 성분인 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 나트륨과 음이온의 심미적 영양물질인 질산성질소, 염소이온, 황산이온 7개 항목을 먹는물 수질기준 및 검사등에관한 규칙(환경부령)에서 정하고 있는 먹는물 수질공정시험 기준에 의하여 수질검사를 실시하였다. 분석에 사용된 방법과 분석장비는 Table 2와 같다.

미네랄성분은 유도결합플라즈마 질량분석기(ICP-MS) Aglient-7500을 사용하였으며, 음이온분석을 위해서는 DIONEX ICS3000을 사용하였다. 또한 분석된 자료의 통계분석은 SPSS package을 사용하여 분석항목간의 상관관계 및 약수터수 및 시판생수와의 주성분을 비교분석하였다.

**결과 및 고찰**

본 연구에서는 약수터수 중에 함유된 인체에 유익한 성분의 양을 평가하기위하여 Na, Mg, K, Ca의 농도와 염소이온 등

음이온 3개 항목에 대해서도 비교분석을 시도하여 각 구별 검출량 및 지역 특성별 평균농도 분포를 조사하였다. 또한 부산지역 약수터수와 함께 시중에 유통되고 있는 먹는 샘물 27종과 비교분석을 통하여 약수에서 섭취 가능한 미네랄의 양을 추정하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

**미네랄 성분함량**

수중의 미네랄 성분은 세포분열을 활성화하여 세포를 성장시켜 주며, 적정량이 함유되었을 때 물맛을 좋게 하고 건강에도움을 줄 수 있다. 물맛과 인체에 대한 긍정적인 영향을 미치는 미네랄 성분으로서 Na, Mg, K, 및 Ca 등이 있으며, 이들 미네랄은 매우 적은 양이지만 물맛에 영향을 주며, 생명현상에 필수 원소 역할을 한다.

본 연구에서는 부산지역 180개 약수터수를 구별로 분류하여 주요 미네랄 성분인 Na, Mg, K, 및 Ca의 함량 분포를 조사하여 Fig. 2에 나타내었으며, 약수터수와의 비교분석을 위해 유통 먹는 샘물 27종에 대한 미네랄 함량도 조사하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다.

Table 1. The number of sampling site by district in Busan area

District	No. of sampling site
Total	180
Suyeong-gu	6
Seo-gu	11
Dongnae-gu	9
Yeonje-gu	5
Geunjeong-gu	16
Jin-gu	22
Haeundae-gu	18
Nam-gu	16
Gijang-gun	2
Yeongdo-gu	7
Dong-gu	17
Buk-gu	19
Saha-gu	14
Sasang-gu	16
Gangseo-gu	2

Table 2. Analysis items and instruments

Items	Instruments
Ca, Mg, K, Na	ICP/MS(Agilent 7500)
NO <sub>3</sub> -N, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ion Chromatograph(DIONEX, ICS3000)

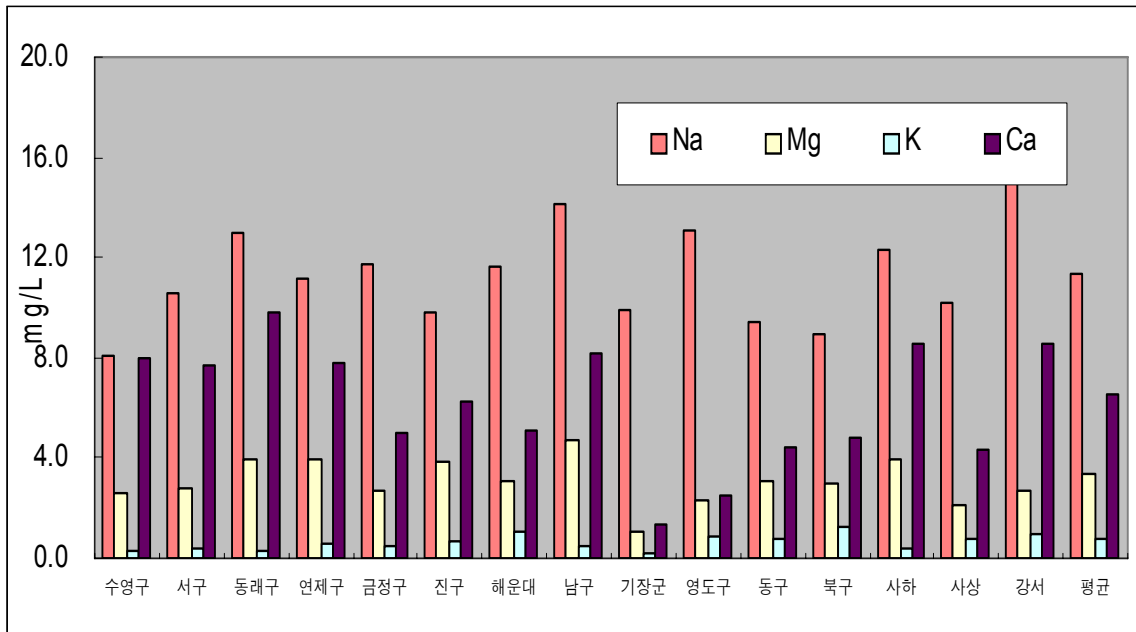


Fig. 2. The average mineral concentration of spring water by district.

Table 3. The average mineral concentration of 27 bottled water

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	avg.
Na	7.2	32.9	10.1	5.5	6.2	0.8	13.8	0.8	7.5	18.9	25.1	3.2	9.4	4.5	4.1	5.2	6.0	4.9	8.2	22.4	6.4	4.9	7.7	4.8	11.6	20.6	4.5	9.5
Mg	33.6	0.3	9.1	1.0	1.4	6.1	10.4	6.0	3.1	0.9	5.9	3.4	9.2	0.1	3.6	1.0	2.1	1.1	1.4	0.1	2.9	7.3	2.0	1.2	2.8	4.6	3.9	4.6
K	1.0	0.4	0.8	0.7	0.5	0.6	6.6	0.6	0.5	0.3	2.7	1.2	2.8	0.2	1.4	0.7	0.5	0.7	0.2	0.1	2.3	1.1	1.2	0.8	0.9	0.0	1.5	1.1
Ca	55.5	4.5	22.6	8.3	14.7	8.8	7.8	8.6	10.6	15.6	32.3	15.4	4.2	0.0	16.7	7.3	13.2	5.4	8.4	13.1	1.5	19.6	9.9	5.8	18.3	12.4	18.9	13.3

**나트륨(Na)**

미네랄 중 자연계에 널리 분포된 알칼리 원소인 나트륨은 자연 상태의 지하수에 비교적 많은 양이 용해되어 있다. 지하수에 용해되어 있는 나트륨은 용해성이 강하므로 물에 녹으면 좀처럼 침전하지 않는다. 나트륨 농도가 높은 지하수는 심장기관, 고혈압 등의 질환이 있는 사람에게서는 해롭고 농업용수로도 적합하지 않다. 지하수에는 10-100 mg/L 정도가 보통이며 농업용수는 69 mg/L 이하 그리고 음용수는 170 mg/L까지를 적합한 것으로 본다<sup>6)</sup>.

부산지역 180개 약수터수의 나트륨 분포 농도는 최소 3.1 ~ 최대 36.8 mg/L이며, 전지역 평균은 11.4 mg/L인 것으로 조사되었다. 나트륨의 구별 분포는 Fig. 2에서 보듯이 수영구가 평균 8.1 mg/L로 가장 낮고, 영도구가 13.1 mg/L로 가장 높게 나타났다. 이 결과는 Table 3에 나타난 것과 같이 시판되는 27종의 먹는 샘물의 평균 나트륨 함량인 9.5 mg/L보다는 높으며, 충남지역 약수터수 14.3, 대구 음용지하수 49.3, 광주 음용지하수 33.8 mg/L보다는 낮고, 인천지역 약수터수 5.5, 경기도평의 음용지하수 7.6 mg/L보다는 높은 것으로 조사되었다<sup>1),7)</sup>.

**마그네슘(Mg)**

지하수에 용해되어 있는 마그네슘의 근원은 주로 퇴적암의 백운암, 화성암의 감람석, 흑운모 그리고 변성암인 사문석 및 활석 등이다. 또한 석회암에도 미량의 마그네슘이 포함되어 있기 때문에 이들이 풍화함에 따라 마그네슘을 방출하기도 한다. 지하수에 녹아있는 마그네슘의 농도는 1~40 mg/L 정도이다.

부산지역의 마그네슘 농도 분포는 최소 0.2 ~ 최대 16.8 mg/L이며, 전 지역 평균은 3.3 mg/L인 것으로 조사되었다. 마그네슘의 구별 분포는 Fig. 2에서 보듯이 기장군이 평균 1.04 mg/L로 가장 낮고, 동래, 사하구가 3.9 mg/L로 가장 높게 나타났으나 구별 큰 차이는 없는 것으로 조사되었다. 이는 Table 3의 유통 먹는 샘물 평균치인 4.6 mg/L, 인천지역 약수터수 1.1 및 충남지역 약수터수 2.0 mg/L보다는 높은 것으로 조사되었다<sup>1),7)</sup>.

**칼륨(K)**

칼륨은 세포 중에서 세포액의 삼투압을 조절하고 근육 및 신경의 작용을 조절하는 이외에 나트륨과 함께 혈압을 조절한다. 체액의 조절작용으로써는 칼륨과 나트륨의 비율이 2:1이 가장 적절한 것으로 알려져 있다. 본 연구조사결과 부산지역의 약수터수의 칼륨함량은 최소 0.0 ~ 최대 8.8 mg/L이며, 지역 평균은 0.9 mg/L인 것으로 조사되었다.

칼륨의 구별 분포는 Fig. 2에서 보듯이 가장군이 평균 0.18 mg/L로 가장 낮고, 북구가 1.2 mg/L로 가장 높게 나타났다. 이는 유통 먹는 샘물의 평균치인 1.1 mg/L 및 충남지역 약수터수 1.5 mg/L, 타시도 음용 지하수(광주 2.7, 경기 가평 2.3, 충남 1.8, 대구 2.4 mg/L)와 비교시 낮은 것으로 나타났으나, 인천지역 약수터수의 칼륨 함량인 0.6 mg/L보다는 높은 것으로 조사되었다<sup>1),7)</sup>.

**칼슘(Ca)**

칼슘은 지질 중에서 석회암, 백운암, 석고를 포함하고 있는 토양이나 석탄암층에서 많이 존재하며 물속에 용존된 칼슘은 주로 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>의 주성분으로 존재하며 자연상태의 지하수는 10~100 mg/L 정도의 칼슘을 갖고 있는데 이 정도의 농도는 인체나 동물에게 해가 없다. 실제로 영국 등 선진국에서도 심미적 영향을 고려하여 수질 기준치를 정하고 있다<sup>8)</sup>. 부산지역 약수터수의 평균 칼슘농도는 6.1 mg/L이며, 최소 0~32.4 mg/L의 농도를 보이고 있는 것으로 나타났다. Fig. 2에서 보는 것과 같이 구별 평균 칼슘함량은 동래구가 9.8 mg/L로 가장 높고 가장군이 1.4로 가장 낮게 나타났으며 Table 3에서 보듯이 유통 먹는 샘물의 평균인 13.3 mg/L보다 낮은 것으로

조사되었다.

**미네랄 함량 조성비**

유통 먹는 샘물의 평균 미네랄 조성비는 Table 3에 나타난 것과 같이 칼슘 > 나트륨 > 마그네슘 > 칼륨 순인 반면 부산지역 180개 약수터수의 평균 미네랄 함량 조성비 Fig. 2에서 보는 것과 같이 각 구별 모두 나트륨 > 칼슘 > 마그네슘 > 칼륨 순으로 나타났다. 이는 충남, 인천 등 대부분의 타 시도 약수터수의 경우 칼슘이 가장 높은 것으로 조사되었으나<sup>1),7)</sup> 부산지역의 약수터수는 나트륨이 가장 높은 것으로 조사되었다. 이는 해안에 인접한 부산지역의 지형적인 원인과 관련이 있는 것으로 추정된다.

**음이온 성분**

부산지역 약수터수에 존재하는 음이온의 양과 유통 먹는 샘물의 음이온 양을 Fig. 3과 Table 4.에 나타내었다. Fig. 3에서 보듯이 심미적 영향물질인 염소이온(Cl<sup>-</sup>)과 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)의 각 구별 평균농도는 4.4~11.2 mg/L과 3.4~14.7 mg/L이었다. 염소이온은 분뇨 및 가정하수의 혼입, 겨울의 도로 해빙염 사용에 따라 높아지게 되는데 자연계에서는 NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> 등과 같은 염화물 형태로 존재하며, 사람이 하루에 612 g 정도 섭취, 음용수로부터도 미량 섭취한다. 부산지역 약수터수의 평균 음이온 함량 조성비는 염소이온(Cl<sup>-</sup>)이 7.7 mg/L 가장 높았고, 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 7.6 mg/L, 질산성질소(NO<sub>3</sub>-N) 2.0 mg/L 순이었으며, 각 구별 유통 먹는 샘물은 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 7.9 mg/L, 염소이온(Cl<sup>-</sup>)이 4.8 mg/L, 질산성질소(NO<sub>3</sub>-N) 0.8 mg/L 순이었다.

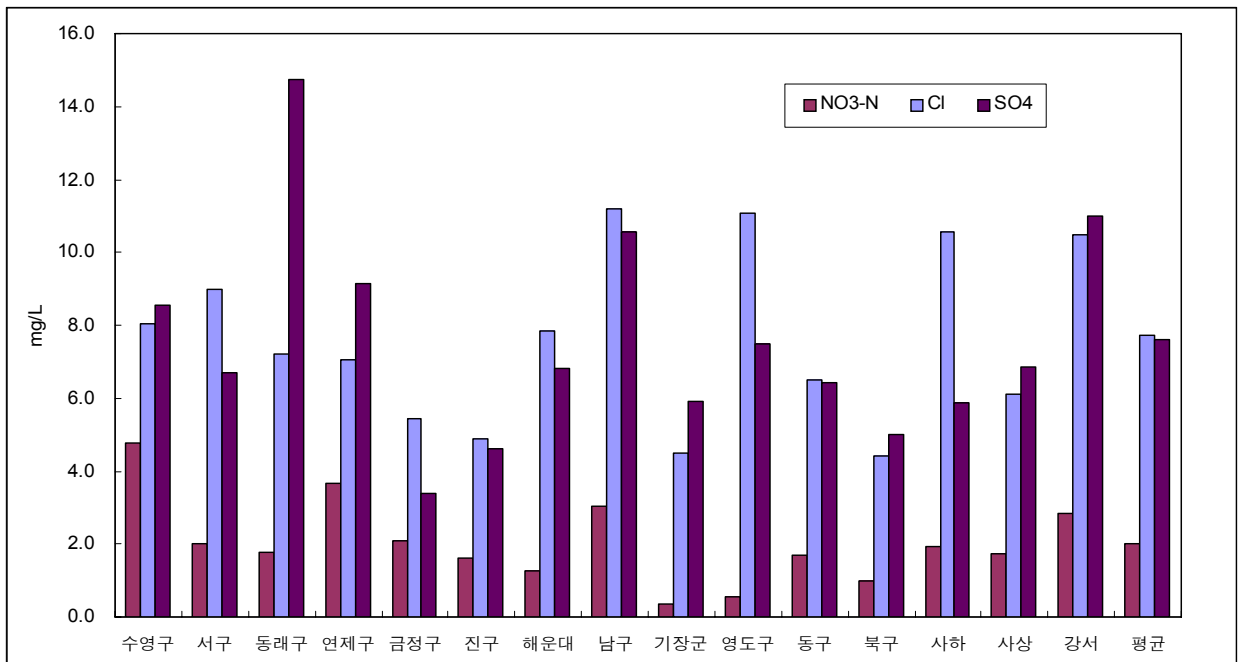


Fig. 3. The average anion concentration of spring water by district.

Table 4. The average anion concentration of 27 bottled water

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	avg.
NO <sub>3</sub> -N	0.7	1.2	0.3	0.3	1.2	0.2	1.5	0.1	1.3	0.6	0.0	1.2	1.1	0.3	1.4	0.4	0.6	1.2	0.8	0.8	0.2	0.7	0.7	0.9	2.9	0.1	1.4	0.8
Cl	6.6	5.4	6.4	2.5	5.5	2.1	13.2	1.4	6.0	7.6	9.5	4.0	7.4	2.1	4.8	2.4	1.5	1.8	1.3	5.5	4.7	3.7	4.0	1.8	11.2	2.4	4.4	4.8
SO <sub>4</sub>	12.3	12.6	9.2	16.1	8.3	4.6	7.6	5.8	3.0	22.1	12.0	5.9	1.8	1.2	6.4	13.2	10.8	2.0	3.7	11.8	1.5	12.5	5.1	2.2	10.0	4.5	6.2	7.9

Table 5. Comparison of correlation coefficients between spring water and bottled water

Variable	Na	Mg	K	Ca	NO <sub>3</sub> -N	Cl	SO <sub>4</sub>
A	Na	1.000					
	Mg	0.330**	1.000				
	K	0.237**	0.086	1.000			
	Ca	0.467**	0.776**	0.074	1.000		
	NO <sub>3</sub> -N	0.301**	0.341**	0.100	0.356**	1.000	
	Cl	0.542**	0.412**	0.065	0.526**	0.200**	1.000
	SO <sub>4</sub> -N	0.326**	0.193**	0.004	0.353**	0.178*	0.313**
B	Na	1.000					
	Mg	-0.086	1.000				
	K	0.068	0.269	1.000			
	Ca	0.099	0.772**	0.007	1.000		
	NO <sub>3</sub> -N	0.016	-0.054	0.190	0.013	1.000	
	Cl	0.451*	0.301	0.659**	0.332	0.486*	1.000
	SO <sub>4</sub>	0.409*	0.089	-0.105	0.409*	-0.059	0.282

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level, \* Correlation is significant at the 0.05 level

A : spring water of Busan area, B : bottled water

미네랄 및 음이온 항목별 통계분석

미네랄 및 음이온간의 상관관계

부산지역 180개 약수터수와 시중 유통되는 27종의 먹는 샘물의 미네랄과 음이온인자간의 관련성을 비교평가하기 위하여 통계프로그램인 SPSS package를 사용하여 분석항목간의 단순 상관분석을 실시한 결과를 Table 5에 나타내었다.

상관계수를 살펴보면 부산지역 약수터수의 경우 칼슘과 마그네슘 0.776, 나트륨과는 0.467, 그리고 염소이온과 나트륨 0.542, 칼슘 0.526으로 유의수준 0.01에 해당하는 고도의 유의성을 나타내었으며, 칼륨과는 0.065로 상관관계가 없는 것으로 조사되었다. 그러나 비교평가를 위해 사용된 유통 먹는 샘물은 칼슘과 마그네슘 0.772로 상관관계는 약수터수와 유사하였으나, 나트륨과는 0.099로 칼슘과 나트륨은 약수터수와 달리 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 반면 유통 먹는 샘물은 염소이온과 칼륨의 상관계수가 유의수준 0.01에 해당하는 고도의 유의성을 나타내 유통 먹는 샘물의 경우 칼륨 함량은 염소이온과

상관관계가 높은 것으로 나타났다.

주성분 및 요인분석

부산지역 180개 약수터수 및 유통 먹는 샘물 27종에 대하여 나트륨, 마그네슘, 칼륨, 칼슘 4개 항목과 염소이온 등 음이온 3개 등 7개 항목을 대상으로 조사된 자료를 이용하여 부산지역 약수터수와 유통 먹는 샘물의 항목별 평균자료를 구한 후 분석하였다. 주성분분석을 이용하여 자료 추출결과 7개 요인의 고유치와 이들이 약수터수 및 유통 먹는 샘물에 미치는 기여율을 나타내었으며, 산출된 주성분에 대하여 직교회전 방법인 베리맥스(VARIMAX)회전을 이용하여 요인수를 결정하였다.

이때 추출된 차수를 결정하는데 여러 방법이 있으나 본 연구에서는 요인을 설명하는 분산의 크기를 나타내는 고유치(eigen value)를 기준으로 이 고유치가 1이상일 경우에 1개의 요인인 변수 1개 이상의 분산을 설명한다. 고유치기 1이하인 경우 1개의 요인이 변수 1개의 분산을 설명할 수 없으므로 고유치가 1.0 이상이 되는 요인을 추출하는 방법을 통해 산출하였다.

그 결과 부산지역 180개 약수터수 및 유통 먹는 샘물 27종의 미네랄 특성은 각 2개와 3개의 주성분이 추출되었다. 그리고 7개의 항목간의 상관계수를 통해서 구한 각 축의 고유값과 누적 점유율을 Table 6에 나타내었다. 누적점유율은 각 요인의 고유치에 대한 누적기여율을 설명하는 것으로 이때, 주성분 전체 약수터수 미네랄 특성에 대하여 부산지역 약수터수(A)의 요인 1 고유치는 2.971로서 기여율 42.448%, 요인 2는 1.042로서 기여율 14.888%을 나타내 요인 1 ~ 2가 약수터수에 미치는 영향은 57.336%인 것으로 조사되었다.

그리고, 유통 먹는 샘물(B)의 요인 1 고유치는 2.464로 기여율은 35.197%, 요인 2와 3의 기여율은 각 22.569, 19.870%, 누적기여율은 각 57.765, 77.635%인 것으로 분석되었다.

요인분석은 관측된 변수들에 영향을 미치고 있는 숨어있는 공통인자를 찾아내는데 목적이 있으므로 그 결과 주성분분석으로 추출된 요인에 대한 명명화는 요인분석에서 핵심적으로 중요하면서도 연구자의 주관성과 전문성에 크게 영향 받는 부분

이다<sup>9)</sup>.

본 연구의 영향요인 요인분석 결과를 Table 7에 나타내었다. 요인분석 결과 추출된 각 요인과 변수와의 관계를 살펴보면 부산지역 약수터수 주성분으로 추출된 2개의 요인 중 요인 1은 칼슘, 나트륨, 마그네슘은 염소이온과 관련이 있는 것으로 나타났다으며, 요인 2는 칼륨과 가장 관련이 있는 것으로 조사되었다.

또한 유통 먹는 샘물은 약수터수와는 달리 3개의 주성분이 추출되었는데 요인 1과 2는 약수터수와 유사한 특징을 갖고 있으나, 요인 3은 약수터수에 없는 나트륨과 황산이온이 주성분으로 추가되어 유통 먹는 샘물의 경우 나트륨이 황산이온과 상당히 밀접한 관련이 있는 것으로 조사되었다.

일반적으로 나트륨과 황산이온은 농도가 높을수록 건강하지 못하고 물의 쓴맛을 나타내는 주성분으로 알려져 있어 요인 3은 유통 먹는 샘물의 맛있고 건강한 물의 미네랄 밸런스의 제한 요인인 것으로 추정된다.

Table 6. Initial eigenvalues explain of factor

Component	Initial eigenvalues					
	Total		% Variance		% Cumulative	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
1	2.971	2.464	42.448	35.197	42.448	35.197
2	1.042	1.580	14.888	22.569	57.336	57.765
3	0.929	1.391	13.278	19.870	70.615	77.635
4	0.795	0.847	11.354	12.099	81.969	89.734
5	0.659	0.487	9.419	6.963	91.388	96.697
6	0.408	0.136	5.825	1.944	97.213	98.641
7	0.195	0.095	2.787	1.359	100.000	100.000

A : spring water of Busan area, B : bottled water

Table 7. Rotated factor matrix extracted from principal component analysis

Variable	A		B		
	factor 1	factor 2	factor 1	factor 2	factor 3
Na	0.647	0.414	-0.117	0.193	0.839
Mg	0.780	0.017	0.943	0.139	-0.106
K	-0.009	0.951	0.161	0.811	-0.115
Ca	0.880	0.021	0.908	-0.006	0.260
NO <sub>3</sub> -N	0.495	0.211	-0.134	0.678	0.003
Cl	0.727	0.100	0.260	0.838	0.410
SO <sub>4</sub>	0.546	-0.066	0.262	-0.135	0.818

Rotation Method : Varimax with Kaiser Normalization

A : spring water of Busan area, B : bottled water

건강한 물의 지표

약수터의 물이 객관적 지표로서 알 수 있는 방법은 없기 때문에 일본의 하시모토 교수는 장수지역과 단명지역 물의 미네랄 성분을 분석하여 건강한 물의 지표로  $K\ index = Ca - 0.87 \times Na$ 를 제시하여  $K \geq 5.2$ 인 물을 건강한 물로 분류하였다<sup>10,11)</sup>.

부산지역 180개 약수터수와 유통 먹는 샘물 27종을 K index에 적용하여 분류한 결과 Fig. 4와 5에 나타내었다. 부산지역 약수터수의 미네랄 함량에 근거한 K index는 최소 -17에서 최대 19.9로 다양하게 나타났으며, 평균 K index -3.5로 낮은 것으로 조사되었다. 구별 조사결과 진구 만수정 약수터, 해운대 중2동 공동우물, 사하 낮개 약수터, 수영 동굴약수터, 서구 대

신공원 용궁약수터 등이 대표적으로 K index가 5.2이상인 건강한 약수인 것으로 조사되었다.

그러나 평균에서 알 수 있듯이 대부분의 약수터는 미네랄 함량이 부족한 무늬만 약수인 경우가 많았다. 반면 유통 먹는 샘물은 Fig. 5에서 보듯이 K index가 최소 -24.1에서 최대 49.3로 약수터수 보다 편차가 크게 났으나, 평균은 5.0으로 대부분 건강한 물로 분류되었다. 부산지역의 약수터수의 평균 K index가 낮은 주요 원인은 경기, 충청, 대구 등 다른 타 시도에 비해 나트륨의 함량<sup>12,13)</sup>이 칼슘보다 높기 때문인 것으로 추정되며 이는 해안을 인접한 부산의 지리적 특성에 의한 것으로 판단된다.

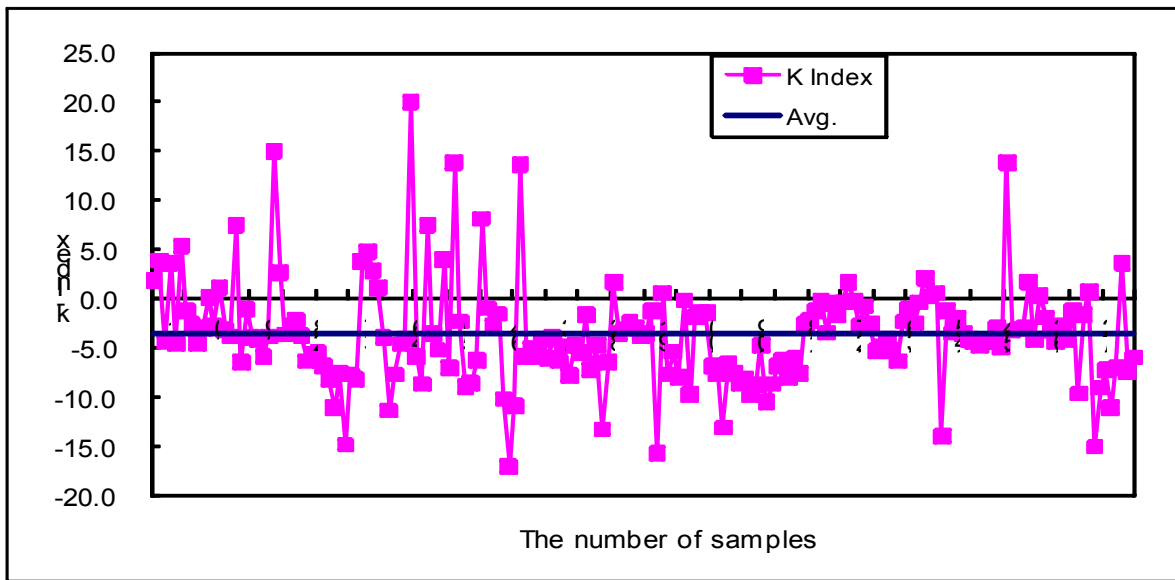


Fig. 4. K-Index value of 180 the spring water in Busan area.

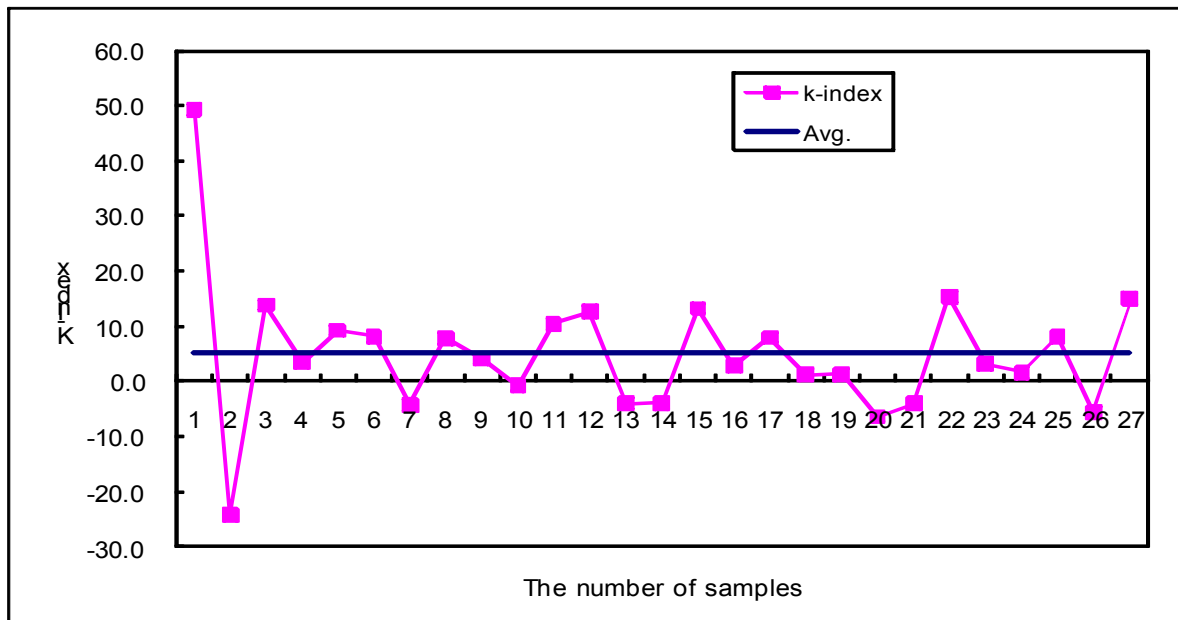


Fig. 5. K-Index value of 27 bottled water in Busan area.



## 결 론

음용수로 사용되고 있는 부산지역의 약수터(먹는물공동시설) 수 중 2009년 4월부터 2009년 6월까지 각 구군에서 부산시보 보건환경연구원으로 의뢰된 180건의 약수터수와 대조군으로 부산 시에서 유통되고 있는 먹는 샘물 27건을 약수터수와의 미네랄 특성을 비교 조사한 결과는 다음과 같이 나타났다.

1) 부산지역 180개 약수터수의 평균 미네랄 농도 및 함량조성비는 나트륨 11.4 mg/L, 칼슘 6.5 mg/L, 마그네슘 3.4 mg/L, 칼륨 0.76 mg/L 순이었으며, 유통 먹는 샘물은 칼슘 13.4 mg/L, 나트륨 9.5 mg/L, 마그네슘 4.6 mg/L, 칼륨 1.1 mg/L 순으로 유통 먹는 샘물의 미네랄 조성은 칼슘이 가장 높게 나타난 데 비해 부산지역 약수터수는 나트륨이 가장 높은 것으로 조사되었다.

2) 부산지역 약수터수의 평균 음이온 함량 조성비는 염소이온이 7.7 mg/L로 가장 높았고, 황산이온 7.6 mg/L, 질산성질소 2.0 mg/L 순이었으며, 유통 먹는 샘물은 황산이온이 7.9 mg/L로 가장 높았으며, 염소이온 4.8 mg/L, 질산성질소 0.8 mg/L 순이었다.

3) 약수터수와 유통 먹는 샘물 통계분석결과 약수터수는 2개의 주성분이 유통 먹는 샘물은 3개의 주성분이 추출되었으며, 요인분석결과 부산지역 약수터수의 나트륨은 염소이온과 밀접한 상관관계가 있는 반면 유통 먹는 샘물은 황산이온과 높은 상관성을 나타내었다.

4) 미네랄 함량 및 발란스에 의한 조사결과 부산지역 180개 약수터수 중 K index 5.2 이상 인 건강한 물은 진공 만수정, 옥세정, 양정약수 약수터, 해운대 중2동 공동우물, 사하 낮개 약수터, 수영 동굴약수터, 서구 대신공원 용궁약수터 등 9개로 전체 약수터수의 5%인 것으로 조사되어 부산지역 약수터수 대부분은 미네랄 성분이 별로 없는 보통의 지하수 또는 지표수인 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

1. 이정자, 김오목, 이병옥, 정유진, 김정태, 최춘석, 맛있고 건강한 물의 미네랄 발란스에 관한 연구, 대한상하수도학회-한국물환경학회 2006 공동 추계학술발표회 논문집.
2. 양태웅, 김광진, 충남지역의 먹는물 중 미네랄 성분 분포 조사연구, 충남보건환경연구원보, pp.81~83(2007).
3. 박경수, 김종찬, 오조교, 권경안, 정은희, 황선민, 가평지역의 지하수중에 함유된 미네랄성분 조사에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원(2006).
4. 송은승, 김은경, 우나리아, 충남지역 주민들의 약수 이용 실태 및 무기질함량에 관한 조사 분석, 한국식품영양학회, Vol. 19, No 4, pp.515~525(2006).
5. 박현구, 오조교, 변주형, 박경수, 김재광, 임윤정, 경기북부지역 약수터의 물 맛 평가에 관한 조사연구, 대한상하수도학회-한국물환경학회 2007 공동 추계학술발표회 논문집.
6. 한국식품공업협회식품연구소, 광천수의 성분분석 및 규격기준안에 관한 연구(1), pp. 84, pp.87~99(1988).
7. 안상수, 강영주, 위환, 김종민, 이윤국, 박옥현, 박종태, 백계진, 광주지역 음용 지하수 중 미네랄성분의 분포, 한국환경분석학회지 제12권(제3호), pp.185~191(2009).
8. 박영석, 외국의 지하수 관리운영 현황 및 사례, 조선대학교 자원공학과(2005).
9. 허명희, 양경숙공저, SPSS 다변량자료분석, SPSS 아카데미, pp.3~65(2004).
10. 이남례 외, 먹는 샘물 중의 건강과 맛에 영향을 미치는 화학성분의 분석, 한국분석과학회지 10권.
11. 橋本獎, おいしく健康な水のミネラルバランス指標, 化学と生物, 26(1), p.65(1998).
12. 한국지질자원연구원, <http://geoinfo.kigam.re.kr>, 2008.
13. 국가지하수정보센터, <http://www.gims.go.kr>.(2008).