

## 단 신

### 청송 신촌약수의 수질특성에 관한 연구

李 聖 鎬

계명문화대학 식품과학과  
(2000. 4. 22 접수)

### Study on the Characteristics of Sinchon Mineral Water in Cheongsong

Sung-Ho Lee

Department of Food Science, College of Keimyung, Taegu 705-037, Korea  
(Received April 22, 2000)

#### 서 론

물은 인간을 비롯한 모든 생물체의 주요 구성성분이다. 성인체중의 약 60%를 차지하며, 체내 수분의 약 20%를 잃게되면 생명이 위태로운 상태에 이를 수 있는 등 생명유지에 필수적이다. 뿐만 아니라 생활문화에 있어서도 가정용수를 비롯하여 농업용수, 공업용수 등으로 광범위하게 이용되고 있다. 지구상에 자연상태로 존재하는 물은 온도에 따라 눈, 빙하, 지표수 또는 지하수 등으로 존재한다. 일반적으로 자연수중 지표수와 지하수가 인류의 식수 및 각종 생활용수로 이용되고 있다.

먹는물이라 함은 먹는 물 관리법<sup>2)</sup>에서 음용을 위해 사용하는 자연상태의 물과 자연상태의 물을 음용에 적합하게 처리한 수돗물 그리고 먹는 샘물 등으로 규정하고 있다. 광천수(이하 약수라 칭함)는 바위틈이나 땅속으로 스며든 빗물에 각종의 광물질이 용해되어 있는 암반대 수층의 지하수 또는 용천수를 말하며, 먹는 물 관리법에서는 샘물로 규정하고 있다. 이는 미네랄 등 성분이 적당량 함유되어 있어 특이한 맛을 갖는다.<sup>3)</sup> 미네랄은 비타민과 더불어 생명유지와 건강을 위해 필수 영양소로서 모든 생물의 발육생존에 필수 불가결한 것이다.<sup>6,8)</sup>

환경오염으로 인해 누구나 좋은 물을 마시고 싶을 뿐만 아니라 좋은 물이 건강에 필수적이라는 인식을 같이 하고 있다. 흔히 좋은 물이라 하면 약수를 연상하게 된다. 전국에는 많은 약수<sup>4)</sup>가 있으며, 대부분은

태백산맥에 인접한 강원도, 충청북도와 경상남북도에 분포되어 있다. 유명약수 중에서 몇 곳을 예로 들면, 오색약수(강원도 양양군 서면 오색리)와 달기약수(경북 청송군 청송읍 부곡리)는 탄산가스와 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 철분이 많이 함유되어 있는 약수로서 위장병, 소화불량, 갱년기장애, 빈혈 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 초정약수(충북 청원군 북일면 초정리)는 미국의 사스터광천, 영국의 나포리나스광천과 함께 세계 3대 광천수로 꼽히는 유명약수로서 각종 미네랄과 탄산가스가 풍부히 함유되어 있으며, 고혈압, 당뇨병, 위장병, 피부병, 안질 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 나무에서 채취하는 약수로서 고토쇠나무약수(전남 광양군 옥룡면 동곡리)와 거자수약수(전남 구례지방)가 있으며 각각 위장병, 신경통, 고혈압과 이뇨, 관절염에 효과가 있다고 알려져 있다. 그러나 약수에 대하여 어떤 성분이 얼마나 포함된 약수가 좋은 것인지에 대한 우리 나라의 자료<sup>5)</sup>는 매우 빈약한 편이며, 오래 전부터 이름이 널리 알려진 신촌약수(경북 청송군 진보면 신촌리)에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 청송 신촌약수의 수질특성을 알기 위해 미네랄 성분을 중심으로 한 약 1년간의 계절별로 자료를 얻었다. 그리고 인근에 위치한 청송 달기약수의 수질특성<sup>1)</sup>과 비교 검토하였으며, 아울러 맛있고 건강에 도움이 되는 약수에 대한 지표를 설정하기 위한 기본자료를 제공하고자 하였다.

실 험

채수 및 전처리

조사대상인 신촌약수가 위치한 곳은 행정구역으로 경상북도 청송군 진보면 신촌리로서, 청송에서 31번 국도로 안동 쪽으로 약 13 Km를 가던 진보면 진안삼거리에서 우회전하여 34번 국도를 따라 영덕 방향으로 약 9 Km 떨어진 곳에 위치하며, 청송 달기약수탕과는 직선거리로 약 10 km 떨어진 곳에 위치한다. 채수대상은 국도 옆에 위치하여 많은 사람들이 이용하는 원탕으로 이름 붙여진 약수를 대상으로 하였다.

채수기간은 1999년 5월부터 2000년 2월까지 약 1년 간으로 계절별로 주기적으로 채수하였다. 1999-05/17, 05/28, 07/28, 10/09, 12/04 및 2000-02/20에 채수하여 1, 2, 3, 4, 5 및 6으로 그 시료번호를 정하였다.

채수용기는 유리병과 PET병을 택하여 질산과 탈염수로 충분히 세척하고, 약수로 3회 이상 헹군 후에 사용하였다. 온도, pH, 염기도는 채수 즉시 현장에서 측정하였으며, 미네랄 성분 등은 1L씩 채수하여 이중마개로 밀폐하고 실험실로 운반하여 5 °C 이하의 냉장고에 보관하면서 분석하였다. 미네랄성분 측정용 시료의 전처리는 먹는물 수질공정시험방법(환경부령 1999년 제16호)<sup>12</sup> 및 수질오염공정시험법<sup>13</sup> 등에 따라 수행하였다.

분석항목 및 분석방법

시료 중 미네랄 성분으로는 Ca, Mg, Na, K, Si, Fe, Mn, Zn, Cu, Al, Sn, Ni과 Ag, 음이온 성분으로는 Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>와 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 유기물질로는 As, Cd, Cr, Hg, Pb와 Se, 기타 항목으로는 수은, pH, 전기전도도, DO와 총염기도를 측정하였다.

표준용액은 Junsei Chemical사(Tokyo, Japan)의 1000 ppm 표준용액을 단계적으로 묽혀 사용하였다. 사용한 증류수는 1차 증류수를 초순수 제조 장치인 Millipore사(Philadelphia, USA)의 Mill-Q 장치를 통과시켜 얻은 탈염수(≥ 18 MΩ · cm)를 사용하였다. 플라스크 등의 실험기구는 20%(v/v) 질산용액에 24시간 이상 담궈 두었다가 증류수로 여러 번 세척하여 사용하였다.

수질분석방법은 먹는물 수질공정시험방법(환경부령 1999년 제16호)<sup>12</sup> 및 수질오염공정시험법<sup>13</sup> 등에 따라 수행하였다. 현장조사 항목으로 pH는 Fisher Scientific

Table 1. Specifications and operating conditions for ICP-AES

Parameter	Condition
Spectrometer	Echelle grating (80×160 mm), SCD detector. Resolution 0.006 nm at 200 nm
R. F. generator	40 MHz. 1.5 Kw maximum
Nebulizer	Concentric type
Gas flow rates (Ar)	Cooling : 13~15 L/min Auxiliary : 0.5 L/min Nebulizing : 0.8 L/min

Table 2. Operating conditions for atomic absorption spectrometer

Parameter	Condition
Lamp current	5 mA
Slit width	0.5 mm(Na), 1.0 mm(K)
Flame type	Air-acetylene
Fuel flow rate	2.0 L/min.
Oxidant flow rate	13.5 L/min.
Burner height	13.5 mm
Measuring time	2.0 sec.(Na), 1.0 sec.(K)

사(Springfield, USA)의 model Accumet 10인 pH meter를 사용하였으며, 전기전도도와 수온은 Orion사(Boston, USA)의 model 140. Conductivity/Temperature/Salinity meter와 접근정한 온도계를 사용하였으며, DO는 Orion사제 model 820, DO meter를 사용하여 측정하였다. 총염기도는 시료액 20 mL에 B.C.G 지시약을 가하고 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 표준용액으로 적정하였다. 음이온 성분인 Cl<sup>-</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 먹는물 수질공정시험방법(환경부령 1999년 제16호)<sup>12</sup>에 따라 각각 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 지시약과 AgNO<sub>3</sub> 표준용액으로 침전적정인 Mohr 방법과, BaCl<sub>2</sub> 시약용액과 EDTA를 이용한 착물적정 방법으로 정량하였다.

Ca, Mg, Si, Fe, Mn, Zn, Cu, Al, Sn, Ni, Ag, P, As, Cd, Cr, Hg, Pb와 Se의 정량에 이용한 유도 결합플라즈마 원자방출분광기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, ICP-AES)는 Perkin Elmer사(Norwalk, USA)의 model Optima 3000DV이며, 분광기의 제원과 분석조건은 Table 1과 같다. Na과 K의 분석에 사용한 원자흡수분광기(Atomic Absorption Spectrometer, AAS)는 Varian사(California, USA)의 SpectroAA-200이며, 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 3. Analytical results and statistical data for the samples of mineral water

No	Ca	Mg	Na	K	Si	Fe	Mn	Zn	Al	Ni	Sn	Pb
Units:	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	228.0	52.98	210.5	12.12	35.60	10.60	1.327	0.058	0.243	0.013	0.000	0.014
2	220.5	51.21	216.0	12.05	34.20	9.39	1.295	0.163	0.245	0.000	0.003	0.005
3	226.2	52.16	213.0	11.60	33.90	10.50	1.295	0.128	0.275	0.000	0.006	0.017
4	228.0	52.90	211.2	10.90	34.50	9.90	1.286	0.082	0.102	0.002	0.005	0.005
5	226.0	52.70	213.4	10.80	32.90	8.91	1.302	0.069	0.082	0.000	0.000	0.000
6	225.0	52.80	212.7	11.2	33.80	12.00	1.324	0.095	0.158	0.000	0.000	0.000
X	225.6	52.56	212.8	11.45	34.15	10.22	1.305	0.099	0.184	0.003	0.002	0.007
SD	2.8	0.68	1.9	0.57	0.89	1.09	0.017	0.040	0.082	0.005	0.003	0.007
Permitted limit	**	**	*	*	*	** <0.3	** <0.3	<1.0	<1.0	<0.2	*	<0.05

\*means not specified. \*\*means not specified for the mineral water. <means less than. Permitted limit means the standard for drinking water. <sup>a</sup>Ag, Co, Cu, As, Cd, Cr, Hg, Se : ND

Table 4. Analytical results and statistical data for the samples of mineral water

No.	T.w (°C)	pH	Conduc. mohm/cm	DO ppm	Alkalinity meq/L	Cl <sup>-</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ppm
1	14.2	5.88	2.23	0.45	24.40	31.73	34.10	0.00
2	13.5	5.91	2.25	0.39	27.60	32.90	34.90	0.00
3	14.0	5.99	2.22	0.38	27.60	32.58	34.20	0.00
4	13.8	5.94	2.20	0.40	26.70	33.73	35.90	0.00
5	13.0	5.90	2.17	0.40	26.71	34.10	36.10	0.00
6	12.0	5.62	2.14	0.46	25.50	34.05	35.90	0.00
X	13.4	5.87	2.20	0.41	26.42	33.18	35.18	0.00
SD	0.8	0.13	0.04	0.03	1.26	0.94	0.90	0.00
Permitted limit	*	5.8-8.5	*	*	*	<250	<200	*

\*means not specified. < means less than. Permitted limit means the standard for drinking water

## 결과 및 고찰

### 미네랄 성분

인체내의 구성원소를 존재비에 따라 다량원소, 소량원소, 미량원소, 초미량원소로 분류 가능하다.<sup>14,15</sup> 분석 결과, 미네랄성분 중에서 다량원소인 Ca, 소량원소인 Na, K, Mg, P, Si, 미량원소인 Fe, Zn, Cu, 초미량원소인 Al, Sn, Mn, Ni, Ag의 농도와 평균값과 표준편차를 Table 3에 또 Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 등의 값을 Table 4에 나타내었다.

**다량원소 및 소량원소.** 다량원소인 Ca의 분포(평균값)는 220.5~228.0(225.6 ppm)이었다. 이는 동일한 채수 기간의 달기약수(상, 중, 하탕)에서 각 탕별 평균값인 247.4, 408.2, 280.4 ppm보다 낮았다. Ca은 P, Mg과

더불어 뼈와 치아의 구성성분으로 하루 권장량은 약 800 mg인데 비하여 우리 나라의 식생활에서 Ca의 섭취량은 하루 약 300 mg에 불과하므로 Ca의 섭취에 신경을 기울여야하는 항목으로 알려져 있다. 섭취한 Ca 중에 30~40% 정도만이 흡수되며, 건강한 성인의 경우 1일 2400~2500 mg까지의 섭취는 무해하나, Cu의 섭취를 많이 하였을 때는 Fe, Zn 및 기타 필수원소의 흡수를 저해하며, 고칼슘증, 신결석 등이 생길 수 있다는 보고가 있다.<sup>14</sup>

Mg은 51.21~52.98(52.46 ppm)의 값을 보였다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 평균값인 44.28, 105.6, 127.5 ppm과 비교할 때, 상탕약수 보다는 높으나, 중탕, 하탕약수 보다는 낮았다. Mg은 인체 중에 소량원소로서 뼈의 구성성분일 뿐만 아니라 신경의 흥분을

억제하고, 효소작용을 촉진하며, 체액의 산, 알칼리 평형에도 관여하는 것으로 알려져 있다.

Ca, Mg의 함유량은 물의 경도를 나타내는 것으로 먹는물의 수질기준에서 심미적 영향물질로 취급되고 있으며, CaCO<sub>3</sub> 경도로서 300 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다. 약수의 실험결과 300 ppm의 기준보다 평균값으로써 2.48배의 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 달기약수에서도 평균값으로써 2.6~4.6배의 높은 값을 보였으며, 초정리 약수를 포함한 충청지역의 대부분 약수에서도 이 기준을 상회하는 동일한 결과를 보고한 바가 있다.<sup>9)</sup> 그러나 먹는물의 수질기준의 단서 조항에서 샘물의 경우에는 이 기준을 적용하지 아니한다.

Na과 K는 각각 211.2~216.0(212.8 ppm)과 10.80~12.12(11.45 ppm)의 값을 보였다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 Na, 75.79, 176.5, 193.9 ppm과 K, 5.03, 11.35, 10.70 ppm 값과 비교하면 Na 함량이 상당히 높았다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 Na 함량이 높아짐에 따라 Ca 함량은 낮아짐을 알 수 있었다. Na은 인체에 60~75 g 정도 함유되어 있으며, K과는 대조적으로 주로 세포외액에 염화물, 인산염 또는 탄산염의 형태로 존재한다. K은 인체내에 약 100 g 함유되어 있으며, Na과 함께 체액의 산, 알칼리 평형과 세포의 삼투압을 조절하며, 근육의 수축과 신경의 자극전달 및 신경흥분을 억제한다. 그리고 체장으로부터 인슐린을 방출하는 역할을 한다.

Si는 32.90~35.60(34.15 ppm)의 값을 보였다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 평균값인 27.1, 43.5, 32.4 ppm과 비교할 때 중탕보다는 작은 값이나 상탕과 하탕 보다는 큰 값이다. Si는 Ca과의 결합으로 골격의 석회화에 중요한 요소로 알려져 있으며, Na, K과 함

께 먹는물 수질기준에는 포함되어 있지 않는 항목이다.

**미량원소 및 초미량원소.** 인체내의 미량원소인 Fe과 Mn은 각각 8.91~12.0(10.22 ppm)과 1.286~1.327 (1.305 ppm)이었다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 5.98, 13.56, 9.51 ppm과 1.195, 1.347, 1.093 ppm과 비교하면, 중탕보다는 낮았으나, 상탕, 하탕보다는 높았다. Fe은 인체 내에 3~4 g 정도 함유되어 있으며, 약 60~70%는 적혈구의 헤모글로빈에 존재한다. 식품 중의 Fe은 여러 가지 형태로 존재하며 각각 흡수율이 다르다. 일반적으로 유기형태의 Fe은 소화흡수가 어려운 것으로 알려져 있다. Fe은 영양 생리상 특히, 조절을 위한 필수성분으로서 일일 요구량은 성인이 약 10 mg이지만 사춘기에는 약 40 mg, 임산부는 약 45 mg이 필요한 것으로 알려져 있다. 그러나 과도한 철분은 철중독 중세 등을 일으킬 수 있다. Mn은 성인의 체내에 약 20 mg이 존재하며, 주로 간, 골격, 체장, 뇌하수체에 존재하며, 효소작용을 활성화하는 역할과 조절, 생식작용에 필요한 것으로 알려져 있다.<sup>13)</sup> 많은 양의 Fe, Mn은 물의 착색이나 금속 맛을 내는 원인이 되므로 먹는물의 수질기준에서 심미적 영향물질로 취급되고 있고, 0.3 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다. 약수의 실험결과, 기준보다 각각 34.1배와 4.35배의 높은 수치를 보였다. 이와 같은 결과는 달기약수 뿐만 아니라 초정리 약수를 포함한 충청지역의 대부분 약수에서도 동일한 경향이었다.<sup>11)</sup> 그러나 먹는물의 수질기준의 단서 조항에서 샘물의 경우에는 이 기준을 적용 받지 아니한다.

Zn는 0.058~0.163(0.099 ppm)의 값을 보였다. 이 값은 달기약수(상, 중, 하탕)의 0.095, 0.089, 0.098 ppm과 비슷하였다. Zn은 인체내의 미량원소로서 최근 생리적인 중요성이 많이 밝혀지고 있는 영양소이다. 특히 혈당조절에 관여하는 체장 호르몬인 인슐린의 생리적 기능을 증진시키며, 많은 호르몬의 활성화와 면역기능 수행에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.<sup>14)</sup> 먹는물의 수질기준에서 심미적 영향물질로 취급되어 1.0 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다.

Cu는 검출이 되지 않았으며, 이는 달기약수에서도 동일한 결과이다. 먹는물의 수질기준에서는 심미적 영향물질로 취급되어 1.0 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다.

인체내의 초미량원소인 Al은 0.082~0.275(0.184 ppm)의 값을 보였다. 이 값은 달기약수와 비슷한 결과

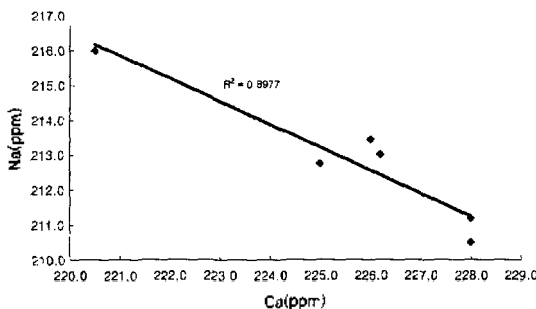


Fig. 1. Correlation between the concentration of calcium and sodium.

Table 5. Contribution of Sinchon water to minerals and trace elements nutrition for human.

Elements	RDA (mg)	Amount (mg/L)	Percent (%)
Cu	800	225.6	28.20
Mg	350	52.56	15.02
Na	1,100~3,300	212.8	6.45~19.35
K	1,875~5,600	11.445	0.20~0.61
Fe	10	10.217	102.2
Mn	2.5~5	1.305	26.10~52.20
Zn	15	0.099	0.66
Cu	2~3	0.00	<0.01
Cr	0.05~2	0.00	<0.01
P	800	0.00	<0.01

RDA<sup>1b</sup>: Required daily allowance

이다. 먹는물의 수질기준에서 심미적 영향물질로 취급되어 0.2 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있으며, 평균값으로 요구한계에 근접한 값을 보였다. Sn은 ND~0.006(0.002 ppm)의 매우 낮은 값을 보였으며, Ni와 Ag는 모두 검출되지 않았다. 이 값들도 달기약수와 비슷한 결과이며, Sn, Ni, Ag는 먹는물 수질기준에는 포함되어 있지 않는 항목이다.

**약수에서 섭취 가능한 미네랄의 양.** 인체에 필요한 미네랄을 약수로부터 섭취할 수 있는 양을 조사하였다. 일일 수분 필요량은 사람에 따라 차이가 있으나, 하루 2,000 kcal를 섭취하는 성인의 경우 2,000 mL 정도가 필요하다. 수분의 공급원으로는 식품에 함유되어 취할 수 있는 수분으로 600~1,200 mL, 식품의 대사 산물로 생성되는 수분으로서 200~300 mL, 음료수 등 마시는 물로서 500~1,500 mL를 섭취한다고 알려져 있다.<sup>1</sup> 인체에 요구되는 미네랄의 하루 권장량은 미국 국립과학아카데미의 하루 요구허용량<sup>1b</sup>을 기준으로 하였으며, 일일 섭취 음용수의 양은 1.0 L로 하였다. 미네랄 평균값을 이용하여 계산한 결과를 Table 5에 나타내었다.

약수로부터 섭취 가능한 미네랄 양은 Ca 28.20%, Mg 15.02%, Na 6.45~19.35%, K 0.20~0.61%, Mn 26.10~52.20%, Zn 0.66%, Cr, Cu, P 모두 0.01% 이하이며, Fe은 102.2% 값을 얻었다. 이 값들은 달기약수(하탕) 경우, Cu 35.05%, Mg 36.43%, Na 5.88~10.63%, K 0.19~0.57%, Mn 21.86~43.72%, Zn 0.65%, Cr, Cu, P 모두 0.01% 이하이며, Fe은 95.1% 값과 비교할 때 Fe과 Na에서 높은 값을 보였다. 이

는 이미 잘 알려진 바와 같이 철분이 많은 약수임을 알 수 있다. 또한 국내외에서 생산되는 샘물에 대하여 일일 섭취량을 2.5 L로 가정하여 계산된 연구결과<sup>17</sup>에서 Ca과 Mg이 각각 5.5%, 3.4%이며, 그 외의 미량 원소 대해서는 1% 이하인 결과와 비교할 때에 신촌약수로부터 매우 많은 미네랄을 섭취할 수 있음을 알 수 있다.

#### 심미적 항목 및 기타

Henning은 식품의 맛을 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛인 네 가지의 기본적인 맛으로 구성된 사면체 안을 제시 하였으며, 기타의 맛으로 매운맛, 맛난맛, 뽀은맛, 아린맛, 금속맛, 알칼리맛, 교질맛 등은 사면체 중의 어느 공간에 위치하는 맛으로 정의하였다.<sup>8</sup>

**pH.** 약수가 용출되는 즉시 측정된 pH는 5.62~5.99(5.87)이었다. 이 값은 달기약수(상, 중, 하탕)의 5.95, 6.17, 6.12 보다 낮았다. 먹는물의 pH 수질기준은 5.8~8.5이므로, 평균값으로 수질기준에는 적합하지만 하한선에 근접한 값을 보였다. 참고로 먹는물 시험 방법에서 유리탄산이 함유된 시료일 경우에 pH 측정은 유리탄산을 제거한 후, 시험하도록 되어 있으며, 유리탄산을 제거 한 상태에서는 보다 높은 pH 값을 가질 것으로 생각된다.

신맛은 수용액 중에 해리된 수소이온(H<sup>+</sup>)의 맛으로서 무기산의 경우는 탄산이 대표적이다. 이 신맛은 상쾌감을 주기 때문에 청량음료에 많이 이용되고 있다. 약수에는 용존 탄산가스가 다량 함유되어 있어 탄산음료수 처럼 탄산가스가 계속적으로 방출되는 상태로 이미 탄산약수로 잘 알려진 바와 같았다.

**총염기도.** 총염기도는 24.4~27.6(26.4 meq/L)의 매우 큰 값을 보였다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 22.8, 40.2, 33.1 meq/L와 비교하면, 중탕과 하탕의 값보다는 낮으나, 상탕보다는 높았다. pH 변화에 따른 탄산의 일반적인 존재상태로서 pH가 9.5이상에서는 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>로, 8.3이하에서는 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>로, 그리고 그 사이 값에서는 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>와 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 함께 존재한다고 알려져 있다.<sup>18</sup> 실험에서 구한 pH 값은 모두 8.3 이하이므로 대부분 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>로 존재할 것으로 여겨진다. 염기도는 국내의 모두 규제 항목은 아니다. 그러나 EC에서는 30 mg CaCO<sub>3</sub>/L 이상을 권장하고 있다.

**음이온.** 약수 중에 존재하는 음이온의 양을 Table 4에 나타내었다. Cl<sup>-</sup>는 31.73~34.10(33.18 ppm)이며, 달기약수(상, 중, 하탕)의 15.53, 24.75, 19.92 ppm 보

다 높은 값이다.  $SO_4^{2-}$ 는 34.10~36.10(35.18 ppm)이며, 달기약수(상, 중, 하탕)의 24.40, 39.00, 30.50 ppm과 비교하면, 중탕보다는 낮으나, 상탕, 하탕보다는 높았다. 또한  $PO_4^{3-}$ 는 모든 지점에서 검출되지 않았다. 먹는물의 수질기준에서  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ 는 심미적 영향물질로 취급되어 각각 150 ppm과 200 ppm 이하를 요구하고 있다.

물맛에 대한 연구결과에 의하면 무기염류에서는 주로 음이온의 영향이 크며,  $CaSO_4$ 와  $MgSO_4$ 는 특정한 맛이 없으며,  $CaCl_2$ 와  $MgCl_2$ 는 쓴맛,  $NaCl$ 과  $Na_2SO_4$ 는 짠맛,  $Na_2CO_3$ 는 쓴맛과 짠맛 그리고  $NaHCO_3$ 는 단맛이 크다고 알려져 있다.<sup>16</sup> 또한 맛의 강도는 양이온의 경우에  $Na > Mg > Ca$ 의 순서로 감소하며, 음이온의 경우는  $CO_3^{2-} > Cl^- > HCO_3^- > SO_4^{2-}$  순서로 감소함을 보고하였다.<sup>20</sup>

신혼약수의 경우는 Table 3, 4에서 보는 바와 같이 양이온은  $Ca > Na > Mg$ 의 순서로 존재하며, 음이온은  $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^- > CO_3^{2-}$  순서로 존재할 것으로 예상된다. 이는 달기약수의  $Ca > Mg > Na$ 과  $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^- > CO_3^{2-}$ 와 비교하면 Na 함량이 Mg보다 높은 편이다. 또한 pH 값에서 보는 바와 같이 탄산에 의한 신맛도 예상할 수 있다. 뿐만 아니라 짠맛을 예상할 수 있다. 짠맛은 혀 표면에 있는 점성단백질이 일시적으로 변성, 응고되면서, 미각신경이 마비되므로 일어나는 맛으로서 영향을 줄 수 있는 무기염류로는 Fe과 Al 등이 있다. 이와 같이 약수는 여러 맛이 혼합된 상태로 생각된다.

**기타 항목.** 약수의 특성에 영향을 미칠 수 있는 기타 항목으로서, 약수 온도는 12.0~14.2(13.4℃)이었다. 분포값이 매우 작은 것은 깊은 지하에 존재하는 약수를 펌프로써 취수하는 원인도 있을 것으로 생각된다.

DO는 0.38~0.46(0.41 ppm)의 값을 보였다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 1.9, 2.4, 0.7 ppm 보다 낮은 값이다. 계절별로는 뚜렷한 변화가 발견되지 않았으나 겨울철에 약간의 증가가 있으며 이것은 낮은 온도에 의한 산소의 용해도가 증가한 것으로 생각된다.

전기전도도는 전도성 용해물질의 양을 측정할 수 있는 수치로서 온도에 따라 약간의 변화가 있지만, 측정시의 온도가 거의 동일하다고 보고 측정된 결과, 2.14~2.25(2.20 mmho/cm)이었다. 이는 달기약수(상, 중, 하탕)의 1.76, 3.13, 2.82 mmho/cm와 비교할 때 상탕 값보다는 높으나, 중탕과 하탕 값보다는 낮았다.

기타항목으로 먹는물의 수질기준에서 건강상 유해영향 물질로서 Pb는 0.05 ppm, As은 0.05 ppm, Se은 0.01 ppm, Hg는 검출되지 아니할 것,  $Cr^{6+}$ 은 0.05 ppm, Cd은 0.01 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다. 약수의 실험결과 Table 3에서 보는 바와 같이 As, Cd,  $Cr^{6+}$ , Hg, Se은 검출되지 않았으며, Pb는 기준이하이었다.

**약수의 계절별 특징**

약 1년간의 실험결과인 Table 3, 4에서와 같이 대부분의 미네랄 성분에서 계절별 뚜렷한 특징을 발견할 수 없었다. 기타 항목으로 약수 온도는 겨울철에 최저값인 12.5℃에서 여름철의 최고값인 14.0℃의 값을 보였다. 온도편차가 1.5℃로 매우 작은 것은 지하 깊은 곳에 있는 약수를 펌프를 이용하여 취수하는 것이 주원인으로 생각된다. pH와 알칼리도는 겨울철이 여름철보다 상대적으로 낮았으며, 이는 낮은 온도에 의한 탄산가스의 용해도가 증가한 원인으로 생각된다. DO는 겨울철에 약간의 증가를 보였으며, 상대적으로 낮은 온도에 의한 산소의 용해도가 증가한 것으로 생각된다. 기타 대부분의 항목에서도 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었으며, 이는 계절 등 외부조건에 따른 영향이 미미함과 약수의 특성이 거의 일정함을 알 수 있었다.

**맛있고 건강한 물의 지표**

물과 건강과의 관계에 대한 연구로서 Hashimoto<sup>21</sup>는 일본 전국의 지역별 뇌졸중 사망률과 그 지역의 물의 Na, K, Mg, Ca의 함량 및 성분비 사이에 상관관계가 있음과, 장수지역과 단명지역의 물에서도 유의성이 있음을 발표하였다. 그리고 Ca, K,  $SiO_2$  성분은 물맛을 좋게 하고 Mg,  $SO_4^{2-}$  성분은 물맛을 나쁘게 하는 인자로 생각하여 건강에 좋은 물의 지표로 K index( $Ca - 0.87 Na$ )와 맛있는 물의 지표로 O index( $Ca + K + SiO_2 / (Mg + SO_4^{2-})$ )를 제시하였다. 이 두 지표를 이용하여 물을 건강에 좋고 맛있는 물(I 그룹, K index 5.2 이상, O index 2.0이상), 건강에 좋은 물(II그룹, K index 5.2이상), 맛있는 물(III그룹, O index 2.0이상)과 어느 그룹에도 속하지 않는 기타(IV그룹)으로 분류하였다.

Table 3, 4의 자료에서 평균값으로부터 K index와 O index를 구한 결과, K index는 40.46의 높은 값을 보였으며, O index는 3.53의 값을 얻었다.

이 값은 달기약수(상, 중, 하탕)의 각각 K index 181.5, 254.6, 111.7과 O index 4.5, 3.6, 2.3과 비교

할 때에 K index는 상당히 낮으며, O index는 상탕과 증탕 값보다는 낮으나 하탕보다는 높았다. 또한 신선약수는 K index 5.2, O index 2.0 이상으로, 건강에 좋고 맛있는 물(1 그룹)의 조건을 만족하였다.

## 결 론

신선약수의 수질특성을 조사하기 위해 1999년 5월에서 2000년 2월까지 약 1년 동안 계절별로 6회에 걸쳐 채취한 수질시료 중, 미네랄 성분, 온도, pH, 음이온, 알칼리도, DO 등 총 28개 항목의 성분을 분석하여, 건강과 맛의 측면에서 고찰하였다. 그리고 인근에 위치한 달기약수(상, 중, 하탕)에서 대체로 중간값을 나타낸 하탕약수와 비교하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 약수 중에는 Ca, Na, K, Mg, Fe, Mn 등의 미네랄이 풍부하며, 먹는물의 수질기준에서 건강상 유해 성분인 As, Cd, Cr<sup>6+</sup>, Hg는 검출되지 않았으며, Pb는 기준이하로 나타났다. 먹는물의 수질기준을 초과한 항목으로는 심미적 영향물질인 경도와 인체내의 미량원소인 Fe과 초미량원소인 Mn이었다. 경도는 기준의 2.48배, Fe, Mn은 각각 34.5배와 4.35배의 높은 값을 보였다. 그러나 샘물의 경우에는 이 기준을 적용하지 아니한다. 약수 중에서 뚜렷한 계절별 특징은 발견할 수 없었다. 그리고 달기약수에 비해 Na, Fe, Mn, Cl<sup>-</sup>은 높았으며, Ca, Mg은 낮았으며, 기타 원소는 비슷하였다.

2. 음용수에서 섭취할 수 있는 미네랄의 양을 미국 국립과학아카데미의 하루 요구허용량과 섭취 음용수의 양을 1.0L로 하고 계산한 결과, Ca 28.20%, Mg 15.02%, Na 6.45~19.35%, K 0.20~0.61%, Mn 26.10~52.20%, Zn 0.66%, Cr, Cu, P 등은 0.01% 이하이고, Fe은 102.2%이었다. 따라서 신선약수는 철분이 풍부한 약수임을 알 수 있었다.

3. Hashimoto가 주장한 K index와 O index를 구한 결과, K index는 40.46의 높은 값을 보였으며, O index는 3.53의 값을 나타내었다. 따라서 K index 5.2, O index 2.0 이상으로 건강에 좋고 맛있는 물의 조건을 만족하였다. 그리고 달기약수의 K index 111.7보다는 훨씬 낮으며, O index 2.3 보다는 큰 값을 보였다.

## 인 용 문 헌

1. Lee, Y. S., *Advanced Nutrition*; Kwangmoongak Press: Seoul, Korea, 1999; p 239.
2. 환경부, 먹는물 관리법령, 먹는물 관리법령 제42호, 1998.
3. 정경숙, *한국온천과 약수*, 하나의학사: 서울, 1989; p 20.
4. 민병준, *한국의 약수*, 대원사발행: 서울, 1997; p 21.
5. Gaman, P. M.; Sherrington, K. B. *The Science of food*; Pergamon Press: New York, U.S.A., 1990; p 115.
6. Seo, J. S.; Seo, K. H.; Lee, S. K.; Jung, H. S., *Basic Nutrition*; Ji-Gu publishing Press: Seoul, Korea, 1992; p 131.
7. Hycon, S. Y. *Fundamental Nutrition*; Hakmoon Press: Seoul, Korea, 1989; p 123.
8. Kim, K. N.; Myung, K. H.; Park, Y. J.; Lee, K. H.; Lee, Y. S.; Yim, H. S.; Won, H. R.; Chang, Y. K.; Ha, J. K., *Nutrition of Vitamin and Mineral*; Hangmoon publishing Press: Seoul, Korea, 1985; p 280.
9. Han, I. J.; Ryu, B. S.; *Thesis of Kong-Ju Edu. Univ.*, 1986, 24, 503.
10. Moon, H.; Park, K. H. *Korean J. Food Sci. Technol*, 1998, 139, 253.
11. Lee, S. H., *J. Korean. Chem. Soc.*, 2000, 44(3), 220.
12. 환경부, 먹는물 수질공정시험법, 환경부 고시 제1999-16호, 1999.
13. 환경부, 수질오염공정시험법, 환경부 고시 제1998-146호, 1998.
14. Lee, Y. S., *Advanced Nutrition*; Kwangmoongak Press: Seoul, Korea, 1999; p 223.
15. 千葉百子, *化學と生物*, 1995, 33(6), 370.
16. Safe Drinking Water Committee, *Drinking Water and Health*, National Academy Press: Washington D.C. 1980; Vol. 3, p 373.
17. Lee, N. R.; Kim, Y. M.; Choi, B. S.; *Analytical Sci. & Technol*, 1997, 10(6), 459.
18. Kang, I. S.; Kim, J. S.; Sung, T. S.; Cho, M. D.; Cho, H. H., *Food Chemistry*; Ji-Gu publishing Press: Seoul, Korea, 1999; p 183.
19. 日本分析化學會北海道支部, *水の分析*, 北海道支部: 北海道, 日本, 1981; p 183.
20. Pangborn, R. M.; Trabue, I. M.; Badwin, R. E., *J. AWWA*, 1970, 74, p 573.
21. 橋本英, *化學と生物*, 1988, 26(1), 65.