

## 청송 달기약수의 수질특성에 관한 연구

李 聖 鎭

계명문화대학 식품과학과  
(2000. 3. 20 접수)

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

Sung-Ho Lee

Department of Food Science, College of Keimyung, Taegu 705-037, Korea  
(Received March 20, 2000)

**요 약.** 청송 달기약수(상탕, 중탕, 하탕)의 수질특성을 파악하기 위해 1999년 5월부터 2000년 2월까지 약 1년 동안 계절별로 총 28개 항목의 함유성분을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 각 탕별 약수의 수질에 큰 차이가 있었다. 하탕약수는 Mg과 Na이 상대적으로 높았으며, 중탕약수는 Ca, K, Si, Fe, Mn, 전 기전도도, 총염기도, DO,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  등에서 상대적으로 높은 값을 보였다. 건강상 유해성분인 As, Cd,  $Cr^{6+}$ , Hg는 검출되지 않았으며, Pb는 기준이하로 나타났다. 먹는물 수질기준을 초과한 항목으로는 경도, Fe와 Mn 이었다. 그러나 샘물의 경우에는 이 기준을 적용하지 아니한다고 규정하였다. 약수의 계절별 특징으로는 온도를 제외한 기타 항목에서는 뚜렷한 차이가 없었다. 음용수에서 섭취할 수 있는 미네랄 양을 알아보고자 미국 국립과학아카데미의 하루 요구허용량과 섭취 음용수의 양을 1.0 L로 하고 하탕약수를 기준으로 계산한 결과, Ca 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 등은 0.01% 이하이고, Fe는 95.1%이었다. 따라서 달기약수는 철분이 풍부한 약수임을 알 수 있었다. 달기약수는 K index가 111.7~254.6, O index가 2.3~4.5로서 Hashimoto가 주장한 K index 5.2, O index 2.0을 상회하므로 건강에 좋고 맛있는 물의 조건을 만족하고 있다.

**ABSTRACT.** This study deals with the water qualities of Dalgi mineral spring in Cheongsong district. Water samples which were taken from upper, middle and bottom spring sites were tested for twenty eight important water quality items including minerals, essential and/or toxic trace elements, and the analytical items to affect the taste of mineral water, seasonally from May 1999 to February 2000. The results obtained were as follows : Each spring site showed much difference in major items. Bottom spring water showed higher value of Mg and Na than others. Middle spring water showed the highest value in all of the items except Mg and Na. The concentration of Hardness, Fe and Mn in mineral water were over than the normal standard for drinking water, but these items are not specified for the mineral water. As, Cd,  $Cr^{6+}$  and Hg were not found and Pb was found in trace level. All of the items proved nearly constant during the four seasons except water temperature. The contribution of mineral water to the nutrition of human was calculated in order to investigate the health effect of drinking water on the bases of Required Daily Allowance, one liter of water drinking and the mineral concentration of the bottom spring. The percentage of consumable minerals of Ca, Mg, Na, K, Mn, Zn and Fe were 35.05, 36.43, 5.88~10.63, 0.19~0.57, 21.86~43.72, 0.65, and 95.1 respectively. This means Dalgi mineral water is plenty of iron mineral. The K and O indexes of mineral water appeared to be good for healthy and delicious water.

서 론

물은 인간을 비롯한 모든 생물체의 주요 구성성분이다. 성인체중의 약 60%를 차지하며, 체내 수분의 약 20%를 잃게 되면 생명이 위태로운 상태에 이를 수 있는 등 생명유지에 필수적이다.<sup>1</sup> 뿐만 아니라 생활문화에 있어서도 가정용수를 비롯하여 농업용수, 공업용수 등으로 광범위하게 이용되고 있다. 지구상에 자연상태로 존재하는 물은 온도에 따라 눈, 빙하, 지표수, 지하수 등으로 존재한다. 일반적으로 자연수중 지표수와 지하수가 인류의 식수 및 각종 생활용수로 이용되고 있다.

먹는물이라 함은 먹는 물 관리법<sup>2</sup>에서 먹는데 통상 사용하는 자연상태의 물과 자연상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 수돗물, 먹는 샘물 등으로 규정하고 있다. 광천수(이하 약수라 칭함)는 바위틈이나 땅속으로 스며든 빗물에 각종 광물질이 용해되어 있는 암반에 수층의 지하수 또는 용천수를 말하며, 먹는 물 관리법에서는 샘물로 규정하고 있다. 이는 미네랄 등 성분이 적당량 함유되어 있어 특이한 물맛을 갖는다.<sup>3,5</sup> 미네랄은 비타민과 더불어 생명유지와 건강을 위해 필수 영양소로서 모든 생물의 발육생존에 필요 불가결한 것이다.<sup>6\*</sup>

그러나 고도의 산업경제 발전으로 자연환경이 오염되고 파괴되어 하천, 강 및 호소 등의 지표수뿐만 아니라 일부 지역에서는 지하수까지 오염되어 있는 실정이다. 이러한 환경 속에서 사람들은 시간과 비용을 들여서라도 마음놓고 마실 수 있는 물을 찾기에 이르렀다.

좋은 물의 요건은 건강에 도움이 되는 물로서 기본적으로 인체에 해로운 균이 포함되어 있지 않아야 하고 불쾌감이나 불안감을 주지 않아야 한다. 누구나 좋은 물을 마시고 싶은 욕구를 가지고 있으며 좋은 물이 건강과 장수에 필수적이라는 인식을 같이 하고 있다. 흔히 좋은 물이라 하면 약수를 연상하게 된다. 전국에는 많은 약수<sup>4</sup>가 있으며, 대부분은 태백산맥에 인접한 강원도, 충청북도, 경상남북도, 경북도에 분포되어 있다. 유명약수 중에서 몇 곳을 예로 들면, 오색약수(강원도 양양군 서면 오색리)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 샤프터광천, 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 고로쇠나무약수(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>7,10</sup>는 매우 빈약한 편이며, 오래 전부터 이름이 널리 알려진 달기약수(경북 청송군 청송읍 부곡리)에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 청송 달기약수에 관한 미네랄 성분을 중심으로 약수의 수질특성을 약 1년 동안 계절별로 자료를 얻었으며, 아울러 맛있고 건강에 도움이 되는 약수에 대한 지표를 설정하기 위한 기본자료를 제공하고자 하였다.

실 험

채수 및 전처리

조사대상인 달기약수가 위치한 장소는 행정구역으로 청송읍 부곡리이며, 청송읍에서 동북쪽으로 약 3km 떨어진 곳으로 달기동이라 부르던 옛 명칭이 그대로 내려와 달기약수로 불리고 있다. 상탕, 중탕, 하탕 등 5~6 곳에서 분출량 1L/min 정도의 약수가 솟아나고 있다. 상탕과 하탕 사이의 거리는 약 750m이며, 중앙부근에 중탕이 위치하고 있다. 상탕이 하탕보다 5m 정도 높은 위치에 있어 주변의 개울물이 상탕, 중탕을 거쳐 하탕으로 흐르고 있다. 그러므로 상류에서 하류에 걸쳐 약수 수질을 파악하기 위해 상탕, 중탕, 하탕 세 곳을 채수지점으로 하였다.

채수기간은 1999년 5월부터 2000년 2월까지 약 1년간 계절별로 5회 이상 주기적으로 채수하였다. 상탕과 중탕약수는 1999/05/28, 07/28, 10/09, 12/04 및 2000/02/20에 채수하여 1, 2, 3, 4 및 5로 그 시료번호를 정하였으며, 하탕약수는 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 측

정하였으며, 미네랄 성분 등은 1 L씩 채수하여 이중 마개로 밀폐하고 실험실로 운반하여 5 °C이하의 냉장고에 보관하면서 분석하였다. 미네랄성분 측정용 시료의 전처리하는 먹는물 수질공정시험방법(환경부령 1999년 제 16호)<sup>11</sup> 및 수질오염공정시험법<sup>12</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>, 유해물질로는 As, Cd, Cr, Hg, Pb와 Se, 기타 항목으로는 수온, 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 통과 시켜 얻은 탈염수(≥18 MΩ·cm)를 사용하였다. 플라스크 등의 실험기구는 20%(v/v) 질산용액에 24시간 이상 담궈두었다가 증류수로 여러 번 세척하여 사용하였다.

수질분석방법은 먹는물 수질공정시험방법(환경부령 1999년 제 16호)<sup>11</sup> 및 수질오염공정시험법<sup>12</sup> 등에 따라 수행하였다. 현장조사 항목으로 pH는 Fisher Scientific 사(Springfield, USA)의 model Accumet 10인 pH meter를 사용하였으며, 전기전도도와 수온은 Orion사(Boston, USA)의 model 140, Conductivity/Temperature/Salinity meter와 검교정한 온도계를 사용하였으며, DO는 Orion사제 model 820, DO meter를 사용하여 측정하였다. 총염기도는 시료액 20 mL에 B.C.G 지시약을 가하고 0.02N 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 제 16호)<sup>11</sup>에 따라 각각 K<sub>2</sub>CrO<sub>7</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 3000 DV이며, 분광기의 제원과 분석조건은 Table 1과 같다. Na과 K의 분석에 사용한 원자흡수분광기(Atomic Absorption Spectrometer, AAS)는 Varian사(California,

Table 1. Specifications and operating conditions for ICP-AES

Parameter	Condition
Spectrometer	Echelle grating (80 × 160 mm), SCDdetector, 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), 1.0s ec.(K)

USA)의 SpectroAA-200이며, 분석조건은 Table 2와 같다.

## 결과 및 고찰

### 미네랄성분

인체의 구성원소를 존재비에 따라 다량원소, 소량원소, 미량원소, 초미량원소로 분류하고<sup>13,14</sup> 분석결과, 미네랄성분 중에서 다량원소인 Ca, 소량원소인 Na, K, Mg, P, Si, 미량원소인 Fe, Zn, Cu, 초미량원소인 Al, Sn, Mn, Ni, Ag를 Table 3에, 평균값과 표준편차를 Table 5에, 또 Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 등을 Table 4에, 통계처리 결과를 Table 6에 나타내었다.

**다량원소 및 소량원소.** 다량원소인 Ca은 상탕, 중탕, 하탕 각각 242.0~250.0(247.4 ppm); 404.0~412.0(408.2 ppm); 269.0~290.4(280.4 ppm)의 값을 보였다. Table 3, 5에서 보듯이와 같이 평균값으로 중탕이 가장 높은 수치를 보였으며, 하탕, 상탕의 순서로 감소하였다. 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 있

Table 3. Analytical results for the samples of mineral water

Unit : ppm(mg/L)

No. of Samples	Ca	Mg	Na	K	Si	Fe	Mn	Zn	Cu	Al	Sn	Pb	
Upper Spring	1	246.0	43.6	80.86	5.06	27.2	6.03	1.161	0.119	0.007	0.158	N.D	0.012
	2	242.0	43.2	70.43	4.83	26.1	5.85	1.104	0.100	N.D	0.164	0.005	0.010
	3	249.0	44.8	76.22	5.40	28.2	6.12	1.341	0.085	N.D	0.101	N.D	0.004
	4	250.0	45.3	75.89	4.87	26.8	5.96	1.169	0.080	N.D	0.103	N.D	N.D
	5	250.0	44.5	76.50	5.00	27.0	5.95	1.200	0.090	N.D	0.140	N.D	N.D
Middle Spring	1	406.0	103.1	188.00	12.05	46.2	13.90	1.341	0.141	N.D	0.166	0.010	0.017
	2	409.0	105.0	174.60	11.30	43.6	13.20	1.336	0.089	N.D	0.172	N.D	0.016
	3	404.0	104.0	171.53	11.30	44.8	12.80	1.303	0.090	N.D	0.089	N.D	0.014
	4	410.0	106.0	173.48	11.10	45.9	12.20	1.353	0.065	N.D	0.069	N.D	0.011
	5	412.0	110.0	175.11	11.00	46.0	15.70	1.402	0.062	N.D	0.070	0.029	0.001
Bottom Spring	1	280.5	130.0	195.00	12.40	32.9	8.23	1.098	0.080	N.D	0.193	0.034	0.017
	2	275.0	126.0	203.00	10.60	31.5	9.70	1.081	0.133	N.D	0.158	N.D	0.005
	3	269.0	122.0	185.50	9.82	32.3	9.13	1.060	0.146	N.D	0.116	N.D	0.017
	4	280.5	126.0	190.10	10.30	31.6	9.81	1.096	0.096	N.D	0.166	0.001	0.005
	5	290.4	130.0	191.80	10.50	33.3	9.30	1.119	0.065	N.D	0.104	0.005	0.010
	6	287.0	131.0	198.20	10.60	32.8	10.90	1.101	0.070	N.D	0.106	0.001	N.D

\*Ag, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg, Se : ND

Table 4. Analytical results for the samples of mineral water

No. of Samples	T.w	pH	Alkalinity	Conductivity	DO	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	
	(°C)		meq/L	mmho/cm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Upper Spring	1	12.2	5.95	25.8	1.74	1.9	15.98	24.90	0.00
	2	16.8	5.98	21.0	1.77	1.8	15.50	24.50	0.00
	3	15.0	5.95	21.0	1.78	1.8	14.20	23.50	0.00
	4	7.5	5.94	22.9	1.75	2.0	14.20	23.90	0.00
	5	5.5	5.93	23.4	1.74	2.1	17.75	25.20	0.00
Middle Spring	1	12.3	6.10	40.0	3.12	2.4	26.63	40.10	0.00
	2	17.3	6.25	39.8	3.14	2.3	24.32	38.30	0.00
	3	15.1	6.22	38.2	3.15	2.3	24.85	37.90	0.00
	4	11.0	6.21	42.0	3.10	2.5	26.63	39.90	0.00
	5	6.9	6.05	41.0	3.12	2.6	21.30	38.80	0.00
Bottom Spring	1	12.5	6.05	27.2	2.85	0.7	21.30	31.30	0.00
	2	11.0	6.15	33.3	2.85	0.7	21.30	31.90	0.00
	3	15.2	6.18	31.4	2.87	0.6	19.53	29.60	0.00
	4	13.7	6.13	32.4	2.88	0.6	17.75	29.20	0.00
	5	10.0	6.14	36.2	2.89	0.8	17.75	30.00	0.00
	6	7.2	6.07	38.0	2.61	0.8	21.30	31.00	0.00

다. 섭취한 Ca 중에 30~40% 정도만이 흡수되며, 건 강한 성인의 경우 1일 2400~2500 mg까지의 섭취는 무해하나, Ca의 섭취를 많이 하였을 때는 Fe, Zn 및 기타 필수원소의 흡수를 저해하며, 고칼슘증, 신결석 등이 생길 수 있다는 보고가 있다.<sup>13</sup>

Mg은 상탕, 중탕, 하탕 각각 43.2~45.3(44.28 ppm); 103.1~110.0(105.6 ppm); 122.0~131.0(127.5 ppm)의 값

을 보였다. Table 3, 5에서 보논바와 같이 하탕이 가장 높은 값을 보였으며, 중탕, 상탕의 순서로 감소하였다. Mg은 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 있

Table 5. Statistical data for the samples of mineral water and the standard for drinking water.

Unit : ppm(mg/L)

No. of Samples etc		Ca	Mg	Na	K	Si	Fe	Mn	Zn	Cu	Al	Sn	Pb
Permitted limit		**	**	*	*	*	**<0.3	**<0.3	<1.0	<1.0	<0.2	*	<0.05
Upper Spring	$\bar{X}$	247.4	44.28	75.79	5.03	27.1	5.98	1.195	0.095	0.001	0.133	0.001	0.005
	SD	3.4	0.86	3.71	0.23	0.8	0.10	0.089	0.015	0.003	0.030	0.002	0.006
Middle Spring	$\bar{X}$	408.2	105.62	176.54	11.35	45.3	13.56	1.347	0.089	0.000	0.113	0.008	0.012
	SD	3.2	2.68	6.55	0.41	1.1	1.35	0.036	0.032	0.000	0.052	0.013	0.006
Bottom Spring	$\bar{X}$	280.4	127.50	193.93	10.70	32.4	9.51	1.093	0.098	0.000	0.141	0.007	0.009
	SD	7.8	3.45	6.20	0.88	0.7	0.88	0.020	0.034	0.000	0.037	0.013	0.007

\*means not specified.

\*\*means not specified for the mineral water.

&lt;means less than.

#Ag, Ni, Co, As, Cd, Cr, Hg, Se : ND

Permitted limit means the standard for drinking water

Table 6. Statistical results for the samples of mineral water and the standard for drinking water.

No. of Samples etc		T.w	pH	Alkalinity	Conductivity	DO	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
		(°C)		meq/L	mmho/cm	ppm	ppm	ppm	ppm
Permitted limit		*	5.8~8.5	*	*	*	<250	<200	*
Upper Spring	$\bar{X}$	11.4	5.95	22.8	1.76	1.9	15.53	24.40	0.00
	SD	4.8	0.02	2.0	0.02	0.1	1.47	0.70	0.00
Middle Spring	$\bar{X}$	12.5	6.17	40.2	3.13	2.4	24.75	39.00	0.00
	SD	4.0	0.09	1.4	0.02	0.1	2.19	0.97	0.00
Bottom Spring	$\bar{X}$	11.6	6.12	33.1	2.82	0.7	19.92	30.50	0.00
	SD	2.8	0.05	3.8	0.11	0.1	1.74	1.06	0.00

\* means not specified.

&lt;means less than.

Permitted limit means the standard for drinking water

으며, CaCO<sub>3</sub> 경도로서 300 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다. 약수의 실험결과 300 ppm의 기준보다 평균값으로써 2.6~4.6 배의 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 초정리 약수를 포함한 충청지역의 대부분 약수에서도 이 기준을 상회하는 결과를 보고한 바가 있다.<sup>9</sup> 그러나 먹는물 수질기준의 단서 조항에서 샘물의 경우에는 이 기준을 적용하지 아니한다.

Na은 상탕, 중탕, 하탕 각각 70.43~80.86(75.79 ppm); 171.5~188.0(176.5 ppm); 185.5~203.0(193.9 ppm)의 값을 보였다. Table 3, 5에서 보는바와 같이 하탕이 가장 높은 값을 보였으며, 중탕, 상탕의 순서로 감소하였다. K은 상탕, 중탕, 하탕 각각 4.83~5.06(5.03 ppm); 11.00~12.05(11.35 ppm); 9.82~12.40(10.70 ppm)의 값을 보였다. Table 3, 5에서 보는 바와 같이 중탕이 가장 높은 값을 보였으며, 하탕, 상탕의 순서로 감소하였다. 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 채장으로부터 인슐린을 방출하는 역할을 한다. Si은 상탕, 중탕, 하탕 각각 26.1~28.2(27.1 ppm); 43.6~46.2(45.3 ppm); 31.5~33.3(32.4 ppm)의 값으로 중탕이 가장 높았으며, 하탕, 상탕의 순서로 감소하였다. Si은 Ca과의 결합으로 골격의 석회화에 중요한 요소로 알려져 있다. 그리고 Na, K, Si은 먹는물 수질기준에는 포함되어 있지 않은 항목이다.

**미량원소 및 초미량원소.** 인체내의 미량원소인 Fe은 상탕, 중탕, 하탕 각각 5.85~6.12(5.98 ppm); 12.20~

15.70(13.56 ppm); 8.23~10.90(9.51 ppm)이었다. 평균 값으로 중탕이 가장 높았으며, 하탕, 상탕의 순서로 감소하였다. 인체내의 초미량원소인 Mn은 상탕, 중탕, 하탕 각각 1.104~1.341(1.195 ppm); 1.303~1.402(1.347 ppm); 1.060~1.119(1.093 ppm)의 값으로 중탕이 가장 높았으며, 상탕, 하탕의 순서로 감소하였다. 미량원소인 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 유기태의 Fe은 소화흡수가 어려운 것으로 알려져 있다. Fe은 영양 생리상 특히, 조혈을 위한 필수 성분으로서 일일 요구량은 성인이 약 10 mg이지만 사춘기에는 약 40 mg, 임신부는 약 45 mg이 필요한 것으로 알려져 있다. 그러나 과도한 철분은 철중독 증세 등을 일으킬 수 있다. Mn은 성인의 체내에 약 20 mg이 존재하며, 주로 간, 골격, 췌장, 뇌하수체에 존재하며, 효소작용을 활성화하는 역할과 조혈, 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 19.6~45.2배와 3.6~4.5배의 높은 수치를 보였다. 이와 같은 결과는 초정리 약수를 포함한 충청지역의 대부분 약수에서도 동일한 경향이 있다.<sup>9</sup> 그러나 먹는물의 수질기준의 단서 조항에서 샘물의 경우에는 이 기준을 적용 받지 아니한다.

Zn는 상탕, 중탕, 하탕 각각 0.080~0.119(0.095 ppm); 0.062~0.141(0.089 ppm); 0.065~0.146(0.098 ppm)의 평균값으로 하탕이 가장 높았으며, 상탕, 하탕의 순서로 감소하였다. 인체내의 미량원소인 Zn는 최근 생리적인 중요성이 많이 밝혀지고 있는 영양소로서, 특히 혈당조절에 관여하는 췌장 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 상탕에서 0.007 ppm, 1회 검출된 외에는 중탕과 하탕에서는 검출이 되지 않았다. 먹는물의 수질기준에서 심미적 영향물질로 취급되어 1.0 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다.

인체내의 초미량원소인 Al은 상탕, 중탕, 하탕 각각 0.101~0.164(0.133 ppm); 0.069~0.172(0.113 ppm); 0.104

~0.193(0.141 ppm)의 평균값으로 상탕이 가장 높았으며, 하탕, 중탕의 순서로 감소하였다. 먹는물의 수질기준에서 심미적 영향물질로 취급되어 0.2 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다. Sn은 상탕, 중탕, 하탕 각각 ND~0.005(0.001 ppm); ND~0.029(0.008 ppm); ND~0.034(0.007 ppm)로 매우 낮은 값을 보였으며, Ni과 Ag는 모두 검출되지 않았다. 그리고 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 불로서 500~1,500 mL를 섭취한다고 알려져 있다.<sup>1</sup> 인체에 요구되는 미네랄의 하루 권장량은 미국 국립과학아카데미의 하루 요구허용량<sup>15</sup>을 기준으로 하였으며, 일일 섭취 음용수의 양은 1.0 L로 하였다. 대상 약수로는 3개 지점 중에서 대체로 중간의 값을 나타내는 하탕약수를 선정하였으며, 미네랄 평균값을 이용하여 계산한 결과를 Table 7에 나타내었다. Table 7에서 보는 바와 같이 하탕약수로부터 섭취 가능한 미네랄 양은 Ca 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% 값을 얻었다. 이 결과는 이미 잘 알려진 바와 같이 철분이 많은 약수임을 알 수 있다. 또한 국내외에서 생산되는 샘물에 대하여 일일 섭취량을 2.5 L로 가정하여 계산된 연구

Table 7. Contribution of Dalgi bottom spring water to minerals and trace elements nutrition for human

Elements	RDA(mg)	Amount(mg/L)	Percent(%)
Ca	800	280.4	35.05
Mg	350	127.5	36.43
Na	1,100~3,300	193.9	5.88~10.63
K	1,875~5,600	10.7	0.19~0.57
Fe	10	9.51	95.1
Mn	2.5~5	1.093	21.864~3.72
Zn	15	0.098	0.65
Cu	2~3	0.00	<0.01
Cr	0.05~2	0.00	<0.01
P	800	0.00	<0.01

RDA<sup>15</sup> : Required Daily Allowance

결과<sup>16</sup>에서 Ca과 Mg이 각각 5.5%, 3.4%이며, 그 외의 미량원소 대해서는 1%이하인 결과와 비교할 때에 달기 약수로부터 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 제시하였으며, 기타의 맛으로 매운맛, 맛난맛, 뽀은맛, 아린맛, 금속맛, 알칼리맛, 교질맛 등은 사면체 중의 어느 공간에 위치하는 맛으로 정의하였다.<sup>17</sup>

**pH.** 약수가 용출되는 즉시 측정된 pH는 상탕, 중탕, 하탕 각각 5.93~5.98(5.95); 6.05~6.25(6.17); 6.05~6.18(6.12)이었다. 평균값으로 상탕이 가장 낮았으며, 하탕, 상탕의 순서로 증가하였다. 먹는물의 pH 수질기준은 5.8~8.5이므로, 수질기준에는 적합하지만 하한선에 근접한 값을 보였다. 참고로 먹는물 시험방법에서 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 상태로서 이미 탄산약수로 잘 알려진 바와 같았다.

**총염기도.** 총염기도는 상탕, 중탕, 하탕 각각 21.0~25.8(22.8 meq/L); 38.2~42.0(40.2 meq/L); 27.2~38.0(33.1 meq/L)으로 매우 큰 값을 보였다. 평균값으로 중탕이 가장 높았으며, 하탕, 상탕의 순서로 감소하였다.

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 4, 6에 나타내었다. Cl<sup>-</sup>은 상탕, 중탕, 하탕 각각 14.20~15.98(15.53 ppm); 21.30~26.63(24.75 ppm); 17.75~21.30(19.92 ppm)이고, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 각각 23.50~25.20(24.40 ppm); 37.90~40.10(39.00 ppm); 29.20~31.90(30.50 ppm)이었다. 평균값으로 중탕이 가장 높았으며, 하탕, 상탕

의 순서로 감소하였다. 그리고 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>는 모든 지점에서 검출되지 않았다. 먹는물의 수질기준에서 Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 심미적 영향물질로 취급되어 각각 150 ppm과 200 ppm 이하를 요구하고 있으며, 이 요구조건을 만족함을 알 수 있다.

물맛에 대한 연구결과에 의하면 무기염류에서는 주로 음이온의 영향이 크며, CaSO<sub>4</sub>와 MgSO<sub>4</sub>는 특정한 맛이 없으며, CaCl<sub>2</sub>와 MgCl<sub>2</sub>는 쓴맛, NaCl과 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>는 짠맛, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>는 쓴맛과 짠맛 그리고 NaHCO<sub>3</sub>는 단맛이 크다고 알려져 있다.<sup>17</sup> 또한 맛의 강도는 양이온의 경우에 Na>Mg>Ca의 순서로 감소하며, 음이온의 경우는 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>>Cl<sup>-</sup>>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 순서로 감소함을 보고하였다.<sup>19</sup>

달기약수의 경우는 Table 3, 4, 5, 6에서 보는 바와 같이 양이온은 Ca>Mg>Na의 순서로 존재하며, 음이온의 경우는 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>Cl<sup>-</sup>>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 순서로 존재할 것으로 예상되어 맛의 강도는 비교적 작을 것으로 예상된다. 또한 pH 값에서 보는 바와 같이 탄산에 의한 신맛도 예상할 수 있다. 뿐만 아니라 뽀은 맛을 예상할 수 있다. 뽀은 맛은 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, 약수의 온도는 Table 4, 6에서 보는 바와 같이 상탕, 중탕, 하탕 각각 5.5~16.8(11.4 °C); 6.9~17.3(12.5 °C); 7.2~15.2(11.6 °C)이었다. 평균값으로 중탕이 1 °C 정도 높은 값을 보이거나 상탕과 하탕은 비슷한 온도를 보였다.

DO는 각각 1.8~2.1(1.9 ppm); 2.3~2.6(2.4 ppm); 0.6~0.8(0.7 ppm)의 값을 보였다. 평균값으로 중탕이 가장 높은 수치를 보였으며, 상탕, 하탕의 순서로 감소하였다. 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, 측정 시의 온도가 거의 동일하다고 보고 측정된 결과, 상탕, 중탕, 하탕 각각 1.74~1.78(1.76 mmho/cm); 3.10~3.15(3.13 mmho/cm); 2.61~2.89(2.82 mmho/cm)이었다. 평균값으로 중탕이 가장 높은 수치를 보였으며, 하탕, 상

탕의 순서로 감소하였다. 이와 같은 경향은 약수 중의 용해 미네랄성분들과 염기도의 결과와도 잘 일치하였다.

기타항목으로 먹는물의 수질기준에서 건강상 유해영향 물질로서 Pb는 0.05 ppm, As은 0.05 ppm, Se은 0.01 ppm, Hg는 검출되지 아니할 것, Cr<sup>6+</sup>은 0.05 ppm, Cd은 0.01 ppm을 넘지 아니할 것을 요구하고 있다. 약수의 실험결과 Table 3, 4에서 보는 바와 같이 As, Cd, Cr<sup>6+</sup>, Hg, Se 등은 검출되지 않았으며, Pb는 기준이하이었다.

**약수의 계절별 특징**

계절별 특징으로는 약 1년간의 실험결과, Table 3, 4 및 5, 6에서 보는 바와 같이 온도를 제외한 기타 항목에서 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다. 이와 같은 결과는 계절 등 외부조건 변화가 약수에 미치는 영향이 미미함과 약수의 특성이 거의 일정함을 알 수 있었다.

**맛있고 건강한 물의 지표**

물과 건강과의 관계에 대한 연구로서 Hashimoto<sup>20)</sup>는 일본 전국의 지역별 뇌졸중 사망률과 그 지역의 물 중 Na, K, Mg, Ca의 함량 및 성분비 사이에 상관관계가 있음과, 장수지역과 단명지역의 물에서도 유의성이 있음을 발표하였다. 그리고 Ca, K, SiO<sub>2</sub> 성분은 물맛을 좋게 하고 Mg, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 성분은 물맛을 나쁘게 하는 인자로 생각하여 건강에 좋은 물의 지표로 K index(Ca-0.87Na)와 맛있는 물의 지표로 O index [(Ca+K+SiO<sub>2</sub>)/(Mg+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)]를 제시하였다. 이 두 지표를 이용하여 물을 건강에 좋고 맛있는 물(I 그룹, K index 5.2 이상, O index 2.0 이상), 건강에 좋은 물(II그룹, K index 5.2 이상), 맛있는 물(III그룹, O index 2.0 이상)과 어느 그룹에도 속하지 않는 기타(IV그룹)으로 분류하였다.

Table 5, 6의 자료에서 각 약수별 K index와 O index를 구한 결과는 다음과 같다. K index의 평균값은 상탕, 중탕, 하탕 각각 181.5, 254.6, 111.7의 매우 높은 값을 보였다. 평균값으로 중탕이 가장 높았으며 상탕, 하탕의 순서로 감소하였다. 그리고 O index의 평균값은 각각 4.5, 3.6, 2.3이었다. 평균값으로 상탕이 가장 높았으며, 중탕, 하탕의 순서로 감소하였다.

약수 모두가 K index 5.2 이상과 O index 2.0 이상으로, 건강에 좋고 맛있는 물(I 그룹)의 조건을 만족하였다.

**결 론**

달기약수(상탕, 중탕, 하탕)의 수질특성을 조사하기 위해 1999년 5월에서 2000년 2월까지 약 1년 동안 계절별로 5, 6회에 걸쳐 채취한 수질시료 중, 미네랄 성분, 온도, pH, 음이온, 알칼리도, DO 등 총 28개 항목의 성분을 분석하고, 건강과 맛의 측면에서 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 탕별 약수의 수질에 큰 차이가 있었다. 중탕 약수는 Ca, K, Si, Fe, Mn, 전기전도도, 총염기도, DO, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 등에서 상대적으로 높은 값을 보였으며, 하탕은 Mg과 Na이 상대적으로 높았다. 건강상 유해성분인 As, Cd, Cr<sup>6+</sup>, Hg는 검출되지 않았으며, Pb는 기준 이하로 나타났다. 먹는물의 수질기준을 초과한 항목으로는 심미적 영향물질인 경도와 인체내의 미량원소인 Fe과 초미량원소인 Mn이었다. 경도는 기준의 2.6~4.6배, Fe, Mn은 각각 19.6~45.2배와 3.6~4.5배의 높은 값을 보였다. 그러나 샘물의 경우에는 이 기준을 적용하지 아니한다. 약수의 계절별 특징으로는 온도를 제외한 기타 항목에서 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

2. 음용수에서 섭취할 수 있는 미네랄의 양을 알아보고자 미국 국립과학아카데미의 하루 요구허용량과 섭취 음용수의 양을 1.0L로 하고 하탕약수를 기준으로 계산한 결과, Ca 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 등은 0.01% 이하이고, Fe는 95.1% 이었다. 따라서 달기약수는 철분이 풍부한 약수임을 알 수 있었다.

3. Hashimoto가 주장한 K index와 O index를 구한 결과, K index는 상탕, 중탕, 하탕 각각 181.5, 254.6, 111.7의 매우 높은 값을 보였으며, O index는 각각 4.5, 3.6, 2.3의 값을 나타내었다. 따라서 상탕, 중탕, 하탕약수 모두는 K index 5.2, O index 2.0 이상으로 건강에 좋고 맛있는 물의 조건을 만족하였다.

본 연구는 1999년도 계명문화대학 학술연구비로 이루어졌으며, 이에 대해 감사드린다.

**인 용 문 헌**

1. Lee, Y. S. *Advanced Nutrition*; Kwangmoongak Press: Seoul, Korea, 1999; p 239.  
 2. 환경부 *먹는물 관리법령*; 먹는물 관리법환경부령 제42호 1998.



3. 정경숙 *한국 온천과 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. Hyeon, 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, 30(2), 253.
11. 환경부 먹는물 수질공정시험법; 환경부 고시 제 1999-16호 1999.
12. 환경부 수질오염공정시험법; 환경부 고시 제 1998-146호 1998.
13. Lee, Y. S. *Advanced Nutrition*; Kwangmoongak Press: Seoul, Korea, 1999; p 223.
14. 千葉百子 *化學と生物*, 1995, 33(6), p 370.
15. Safe Drinking Water Committee *Drinking Water and Health*; National Academy Press: Washington D.C. 1980; Vol. 3, p 373.
16. Lee, N. R.; Kim, Y. M.; Choi, B. S. *Analytical Sci. & Technol.* 1997, 10(6), 459.
17. 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.
18. 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.
19. Pangborn, R. M.; Trabue, I. M.; Badwin, R. E. *J. AWWA*, 1970, 74, 573.
20. 橋本獎 논문, *化學と生物*, 1988, 26(1), 65.