

## 장수촌 지역 음용수의 물리화학적 특성

양경철<sup>†</sup> · 전경수 · 이덕수 · 류재근\*

경원대학교 화학과, \*충주대학교 환경공학과

### Physicochemical Characteristic of Drinking Water in the Longevity Villages

Kyung-chul Yang<sup>†</sup>, Kyung-soo Chun, Duk-Soo Lee, and Jae-keun Ryu\*

Department of Chemistry, Kyungwon University

\*Department of Environmental Engineering, Chungju National University

The purpose of this study is to compare the physicochemical characteristics between drinking water of longevity village and general tap water. Moreover, this study discusses the effect of longevity and health by examining the mineral content and components of both waters. The physicochemical characteristics of the samples were analyzed by using ICP-MS, electrical potentiometer, pH meter, ORP sensor, osmotic pressure analyzer, IR and X-ray. Dissolved substances in two types of water satisfied the water quality standard, and toxic substances were not detected. Therefore, the two types of water were suitable for drinking. According to the results, the mineral content in drinking water from longevity village was much higher than in general tap water. In case of pH, the drinking water of longevity village showed weak alkali property than general tap water. It can be concluded that weak alkali is of help to keep the hydrogen ion concentration of human body in balance. According to the measurement of Oxidation-reduction potential, general tap water has an oxidation-potential, while the drinking water of longevity village has a reduction potential. Residual chlorine causes general tap water to have the oxidation potential. The result of osmotic pressure analysis showed that osmotic pressure value of the drinking water of longevity village was higher than that of general tap water. Therefore, the drinking water of longevity village makes stable structure with small cluster than the general tap water. From the X-ray result, the structures of the dissolved chemicals are the same for the drinking water of longevity village and general tap water. But the dissolved chemical's structure varies a little according to type and content. In conclusion, the delicate differences found in the physicochemical characteristics of both waters and have an effect on human health.

**Key words :** drinking water, longevity village, human health, physicochemical characteristic

## 1. 서 론

세상이 빠르게 변화하고 있다. 변화하는 생활 속에서 요즘 현대인들은 불규칙한 식단과 가중된 업무 스트레스로 전에는 흔치 않던 성인병, 암등과 같은 많은 질병들이 발생하고 있는 실정이다. 그래서 현대인들은 건강을 좀 더 중요시 하고 건강을 위해 생활 패턴을 변화하기위해 웰빙문화가 발달되고 있다. 웰빙 문화의 발달로 장수촌에 대한 관심도 또한 커지고 있는데 건강과

인간수명을 생각할 때 지역에 따른 인간수명이 각각 다르게 나타나는 이유는 그 지역에 따른 자연환경과 식생활에 연관이 있다고 할 수 있다.<sup>1)</sup> 그 중에서 인간이 가장 많이 섭취하고 모든 생명에 근본이 되는 물이 건강과 인간수명에도 큰 영향을 미칠 것으로 판단되며 물은 인체의 건강을 생각할 때 가장 중요한 물질이라고 할 수 있다.<sup>2)</sup> 또한 기적의 샘물로 유명한 독일의 노르데나우 프랑스의 루르드샘물 등은 그 물을 마시므로 암이 치유 되므로써 물이 인체의 면역력뿐만 아니라 치

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.

E-mail: ykch76@naver.com

유력을 높이는데 중요한 물질이라고 생각되어 진다.<sup>3)</sup>

물은 생명의 기원으로써 인체가 필요로 하는 각종의 유익한 광물질과 생명에 필수적인 미량원소를 가지고 있으며 인체신진대사의 모든 과정에 참여하여 체내의 전해질 평형을 유지해 주고, 물속의 미량원소들은 그 양은 비록 적지만 이들 원소의 결핍 또는 과잉은 건강에 중대한 영향을 끼치는데 원소의 함량과 인체의 원소에 대한 수요량 사이의 괴리는 곧, 인체의 질병을 일으킬 수 있으며 인간에 수명에도 영향을 미친다고 판단된다. 뿐만 아니라 물은 일반적인 성분뿐만 아니라 물이 가지고 있는 특별한 물리화학적 특징 또한 인체에 미치는 영향도 다를 것으로 판단되어진다.

물은 화학적으로 수소와 산소가 2:1비율로 이루어진 물질이지만 약한 극성을 띠는 특성상 수소결합<sup>4)</sup>을 이루고 있으며 물은 이 수소 결합력과 물속에 용해되어 있는 물질에 의해 분자 집단(cluster)을 이루게 된다. 물은 물속에 용해되어 있는 물질들과 물과 접촉하고 있는 것이 어떤 물질인지 또 주변 환경 조건에 따라 물의 분자 구조는 수없이 바뀌게 된다.<sup>5)</sup> 이 수없이 바뀌는 물의 집단구조가 어떠한 특징을 가지고 있는지에 따라 물의 물리 화학적 특성이 다르게 나타난다고 할 수 있다.

물이 가지고 있는 물리화학적 특성에는 물의 집단 구조와 산화환원전위 그리고 물속의 파동에너지등을 볼 수 있다. 물에서 생명이 탄생하였기 때문에 물의 물리 화학적 특징은 체내 물의 흡수를 뿐만 아니라 물의 가지고 있는 고유정보를 통해 우리인체 영향을 미친다고 생각되어진다. 본 연구는 통계청 자료를 바탕으로 우리나라 장수지역을 찾아 장수지역 음용수의 특징 및 일반 수돗물과 물리화학적 특성을 비교 분석하여 물과 장수와의 관계를 규명하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 시료

통계청 자료를 이용하여 전국 각 지역의 평균연령이 높은 지역과 80세 이상 장수노인이 많은 곳을 선별하여 그 지역에 보편적으로 이용되고 있는 음용수를 멸균 채수병을 이용하여 각각 4L씩 채취하여 출발시료로 하였다. 채취기간은 2006년 7월부터 7일간 채취하였고 채취한 물은 4°C에서 냉장 보관하였다.

### 2.2. 분석기기

시료를 분석하기 위하여 다음과 같은 기기 및 방법

으로 분석하였다.

#### 2.2.1. ICAP 분석

ICAP(Inductively Coupling Argon Plasma) Thermal-jarrell ash ENVIRO II Polycan 61E을 사용 Plasma 가스는 아르곤을 사용하였으며 분석방법은 polymode mono factor 을 택하여 분석하였다.

#### 2.2.2 X-ray 분석

채취한 음용수를 진공동결건조시켜 나온 분말을 XRD로 분석하였다.

XRD 분석 조건은 다음과 같다.

target	volt	Amp
Cu K-ALPHA1	30 kV	126 mA
receiving slit	scan range	scan speed
0.15mm	3.00-70.00 deg	2.000 deg/min

#### 2.2.3. 삼투압(osmotic pressure) 측정

인체에 가장 잘 흡수할 수 있는 물을 찾기 위하여 물의 온도를 인체의 온도 36°C로 유지하고 측정기구는 Zimam 및 Myerson<sup>6)</sup> 의 실험 장치에 근거하여 van't hoff 관을 제작사용 하였고 용액은 묽은 아미노산을 함유한 용액을 사용하였다. Membrane filter(whatman의 pore size 0.2 μm, dia 47 mm)를 이용하여 각각의 시료의 삼투압을 측정하였다.

1748년 Abbe Nollet의 삼투압현상의 보고 및 1877년 van't hoff 및 pfeffer의 설탕용액에 대한 삼투압의 측정 결과의 근사식  $\pi V = RT^7)$ 에 의한 원리를 이용하였다.

#### 2.2.4. pH, ORP, 전기전도도 측정

pH, ORP : Isteck Model, 750P를 이용 pH전극은 Orion Thermo combination pH전극을 사용하였고, ORP는 백금전극 EMC 133을 이용하였다.

Electric Conductivity : Isteck Model, 455C:SIR NO. 9811013C

실험실의 실온을 25°C를 기준으로 하여 전기전도도는 μs/cm 단위로 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 수질 분석 및 용존 물질의 농도 특징

다음 표 1은 장수촌 지역의 음용수와 수돗물을 먹는

**Table 1.** Analytical results of drinking water

unit : ppm

Test Item	Test result					
	Tap water	Samgye	Gosu	Ingye	Sinwon	Deokgok
Calcium(Ca)	18.62	27.21	21.45	25.23	22.91	26.44
Magnesium(Mg)	2.13	2.76	1.95	2.97	2.61	5.7
Sodium(Na)	4.18	4.96	4.72	4.68	2.88	5.14
Potassium(K)	1.79	1.46	1.35	1.49	1.1	1.25
Silicon(Si)	1.03	3.67	1.12	3.28	2.65	5.33
Aluminium(Al)	0.02	0.003	0.004	ND	0.041	0.01
Phosphorus(P)	ND	0.003	ND	ND	ND	0.11
Iron(Fe)	0.052	ND	0.008	ND	0.016	ND
Manganese(Mn)	0.009	ND	0.001	ND	ND	ND
Zinc(Zn)	0.36	0.1	0.033	0.029	0.043	0.017

(ND : Not Detected)

물 수질공정시험방법<sup>8)</sup>에 따라 물속에 용존된 일반적인 미네랄 성분과 물의 기본 특성을 분석한 표이다. 분석 결과 수돗물에서는 철 성분이 미량 함유되어 있으며 그것은 배관의 노후에 따른 원인으로 수질기준<sup>9)</sup>에는 만족하였다. 그리고 장수촌 지역의 음용수는 지하수 또는 암반수를 대체로 음용수로 이용하기 때문에 일반 수돗물 보다 규소 성분이 많은 것으로 확인되어 진다. 미네랄 함유량 및 성분은 수돗물과 비교했을 때 장수촌 지역의 음용수가 칼슘과 마그네슘 양을 좀 더 많이 함유한 것으로 나타난다. 이것은 물에 함유된 있는 미네랄 양이 인체의 건강에 영향을 주는 것으로 판단된다.

**3.2. 수소 이온 농도(pH)**

pH측정 결과에서 장수촌 지역에 음용수는 수돗물 pH 7.32 보다 수소이온농도가 약알칼리성으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 인체에 있어서 수소이온농도는 산-염기반응을 하는데 중요한 인자로써 인체의 면역작용에서도 중요한 역할을 한다. 수소이온농도의 불균형은 인체의 면역력을 약화시키는 요인 중에 하나이다. 인체에 체액은 약 pH 7.4 중성에 가깝게 수소이온농도를 유지하는데 현대인의 식습관이 일반 육류등 산성식품을 많이 섭취하면서 수소이온농도의 불균형으로 인해 면역력이 약해지는 경우가 있는데 약 알칼리수의 음용수를 섭취 하므로써 인체의 pH값을 유지하여 면역력 향상에 도움이 되는 것으로 판단되어 진다.

**3.3. 삼투압(osmotic pressure)의 측정 분석**

연구방법 2.2.2에 의하여 실험한 결과 삼투압 결과 값은 Table 3과 같다. 삼투압의 높이(mmH<sub>2</sub>O)의 값을

**Table 2.** Analytical results of pH of drinking water at 25°C

Sample	Test Result(pH)
Tap water	7.32
Samgye	7.85
Gosu	7.82
Ingye	7.94
Sinwon	7.95
Geokgok	8.28

보면 수돗물의 14.2 mmH<sub>2</sub>O로 가장 낮고 장수촌 지역 중에 Sinwon이 가장 높고 약간씩 차이를 나타내지만 수돗물 보다는 삼투압이 높은 것을 확인할 수 있다.

삼투압의 작용 구조를 보면<sup>10)</sup> 이론적으로 van't hoff 법칙에 의하여 삼투압을 증가시키는 요인은 용액중의 용질의 농도가 극히 희박용액이어야 삼투압이 증가하게 된다.

본 연구의 장수촌 지역의 음용수나 수돗물은 농도에 따라 삼투압이 다르게 나와야 하지만 농도와는 다르게 약간씩 삼투압 다르게 나타나는 것을 알 수 있다. 그 이유는 물속에 용존 되어 있는 물질에 의하여 집단 구

**Table 3.** Analytical results of osmotic pressure of drinking water at 36°C

Sample	Test Result(mmH <sub>2</sub> O)
Tap water	14.2
Samgye	15.3
Gosu	15.5
Ingye	14.6
Sinwon	16.4
Geokgok	14.5

조가 작은 소집단으로 재배열함으로써 물 분자집단의 분자량 감소되고, 집단이 작아지는 만큼 반투막을 통과하는 속도가 빠르게 되어 삼투압이 증가한 것으로 판단된다. 이것은 삼투압이 용존 물질이 농도에만 의존하는 것이 아니라 물 분자 집단의 크기에 의해 반투막을 이동하는 속도가 다르므로 삼투압 또한 다르게 나타나는 것이라고 할 수 있다.

### 3.4. 산화-환원전위(ORP) 분석

초순수 증류수를 기준값 0 mV로 하여 그에 대한 비교 산화-환원전위 값을 측정하였다. ORP 값은 보관 시간에 따라 다르게 나타나므로 채취 현장에서 바로 측정하여 데이터화 하였다. 측정된 결과 값은 Table 4와 같이 나왔는데 장수춘 지역의 물은 -15 mV~0 mV 사이로 증류수보다 환원전위를 띠는 것으로 나타나고 수돗물은 +70 mV의 산화전위 값을 갖는다. 이것은 수돗물은 장수춘지역과 다르게 물의 살균 소독을 위하여 잔류염소가 존재하기 때문에 이 잔류염소의 영향으로 높은 산화 전위값을 갖는 것으로 판단된다.

### 3.5. 전기전도도(Electric Conductivity) 분석

전기 전도도는 물속에 존재하는 용존 성분, 이온성 물질, 물 분자 집단 구조에 의해 다르게 나타나고, 물 분자 집단이 안정적이고 용존 성분과 이온성 물질이 많을수록 전기 전도도는 높게 나타난다. 하지만 물 분자 집단 구조가 전기전도도에 미치는 영향은 미약하다. Table 4를 보면 가장 높은 전기전도도 값을 갖는 지역은 Deokgok으로 17.76  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 이며 가장 낮은 곳은 Sinwon으로 5.23  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 이다. 이것은 성분분석표에서 보면 이온성 물질인 칼슘과 마그네슘 등을 다른 지역보다 많이 함유하고 있는 Deokgok은 전기전도도 값이 높게 나오고 반대로 Sinwon은 다른 지역보다 나트륨과 칼륨 등이 가장 적으므로 전기전도도 값이 가장 낮게 나온 것으로 판단된다. 따라서 물 분자 집단의 안정성

**Table 4.** Analytical results of ORP of drinking water at 25°C

Sample	Test Result(mV)
Tap water	+70.2
Samgye	-15.4
Gosu	-15.3
Ingye	-1.1
Sinwon	-14.1
Geokgok	-9.5

**Table 5.** Analytical results of conductivity of drinking water

Sample	Test Result(/cm)
Tap water	14.2
Samgye	13.98
Gosu	7.31
Ingye	11.96
Sinwon	5.23
Geokgok	17.76

보다는 이온성물질의 영향으로 전기 전도도 값이 나타난 것으로 판단 할 수 있다.

### 3.6. 적외선 흡수 분광 IR 분석

각각의 시료를 IR spectrum을 통해 분석한 결과는 Fig. 1과 같다.

Fig. 1을 보면 적외선 흡수 파장은 적외선 흡수 에너지로 나타 낼 수 있다. L. L. Shandrik<sup>11)</sup>는 1500~1900  $\text{cm}^{-1}$  완전한 물의 흡수띠가 나타난다고 하였다. 측정된 흡수 spectrum의 파장으로부터 물의 진동에너지를 계산하기 위하여 Planck식을 이용했다.

$$\begin{aligned} \Delta E_{110\text{cm}^{-1}} &= 6.626 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{sec} \times 3 \times 10^{10} \text{cm} \cdot \text{sec}^{-1} \\ &\quad \times 1600 \text{cm}^{-1} \\ &= 3.18 \times 10^{-20} \text{J} = 3.18 \times 10^{-13} \text{erg} \end{aligned}$$

즉 파수 1600  $\text{cm}^{-1}$ 에서 흡수에너지는 약  $3.18 \times 10^{-13}$  erg인 것으로 나타내며 이것은 물 분자 자체의 진동을 통한 활성화 에너지로 볼 수 있다.

위와 같은 방법으로 앞에 spectrum으로 얻어진 결과를 각각의 진동에너지를 계산하여 Table 6에 나타내었다.

진동에너지로 볼 때 수돗물이  $3.221 \times 10^{-13}$  erg로 가장 낮게 나왔으며 이것은 장수춘 지역의 음용수가 수돗물에 비하여 높은 진동에너지를 가지고 있는 것으로 판단된다.

### 3.7. XRD 분석

각각의 동결건조기를 이용하여 48시간 건조한 수분말을 X-선 회절분석한 결과를 다음 Fig. 2에 나타내었다.

X-Ray Diffraction 결과를 이용하여 물속에 녹아있는 성분들의 구조를 살펴보고 대표적인 몇몇 성분들의 구조를 Table 7에 나타내었다.

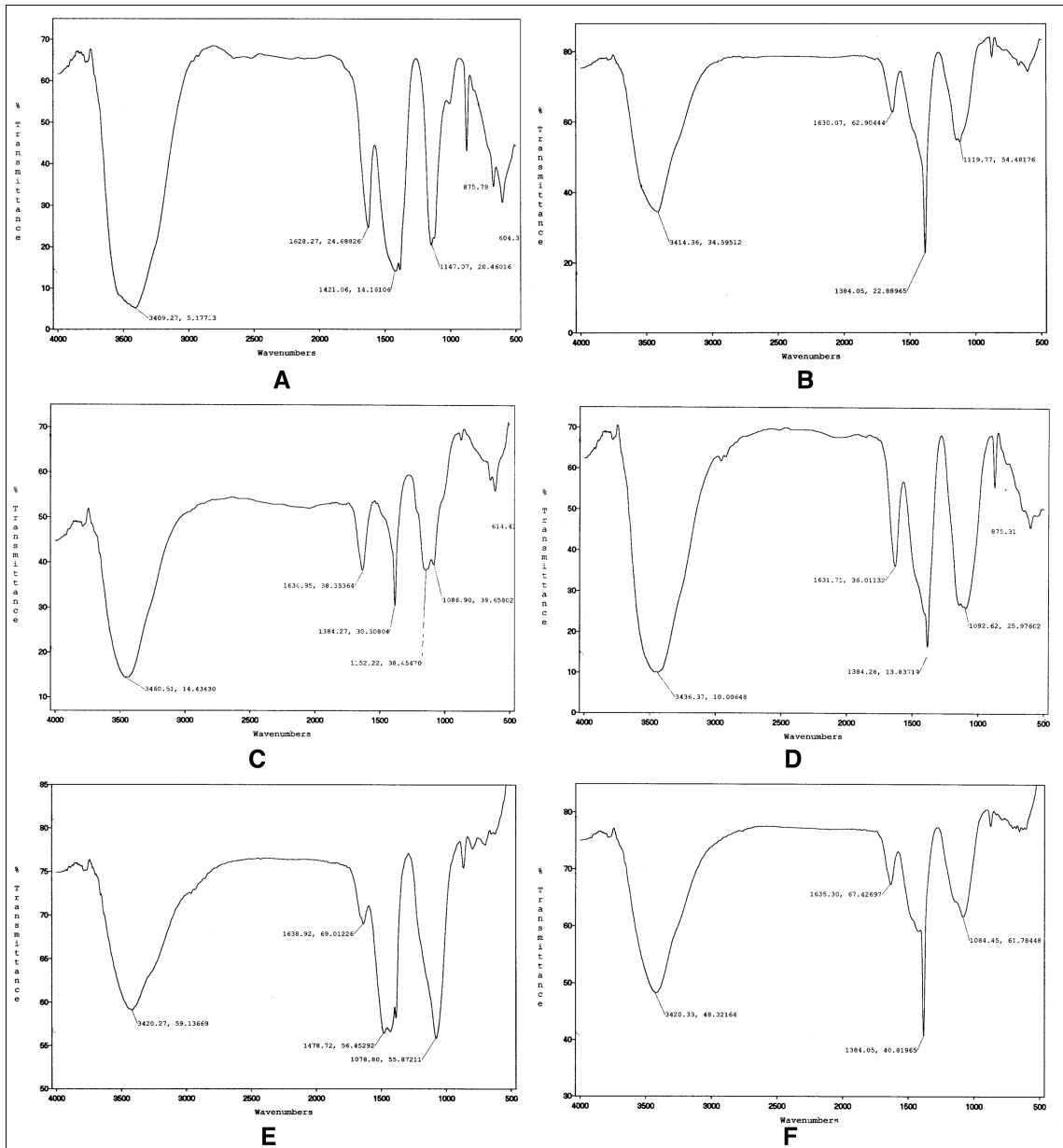


Fig. 1. Infrared spectra residues from drinking water (A: Tap water, B: Samgye, C: Gosu, D: Ingye, E: Sinwon, E: Deokgok)

Table 6. IR energy results of drinking water

Sample	wavenumber(cm <sup>-1</sup> )	ΔE(×10 <sup>-13</sup> erg)
Tap water	1620.27	3.221
Samgye	1630.07	3.240
Gosu	1634.95	3.250
Ingye	1631.71	3.242
Sinwon	1638.92	3.258
Geokgok	1635.30	3.251

수돗물이나 장수촌 지역의 물은 공통적으로 NaCl과 Fe<sub>3</sub>Si는 쉽게 확인되어지며 Sinwon과 Ingye에서는 CaCO<sub>3</sub> Deokgok에서는 MgO(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>의 형태로 Carbonate(CO<sub>3</sub>)구조가 존재하는 것으로 나타난다. 이것은 탄산염의 형태로 물속에 존재하여 약 알칼리수의 만드는 것으로 판단된다. 그 외의 성분 구성 물질은 거의 비슷한 것으로 나타나고 있다. 그리고 Ingye에서는 다른 지역에서보다 희기 성분들을 많이 함유하고 있어



결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 음용수의 수질분석에서 장수촌 음용수와 수도물의 용존 물질의 함량과 성분은 장수촌 지역의 음용수가 보다 많은 미네랄 성분을 함유하는 것으로 나타났다. 이것은 장수촌 음용수가 더 많은 암석층들을 통과하면서 수도물 보다 더 많은 성분과 함량을 가지게 된 것으로 판단된다.

2. 수소이온농도는 대체적으로 수도물보다 장수촌 지역의 음용수가 약알칼리성을 띠는 것으로 나타났는데 이것은 장수촌 음용수에 더 많은 미네랄성분이 물속에 녹아들어가 수도물 보다 높은 알칼리성을 띠고 약 알칼리성이 인체에 수소이온농도를 균형 있게 유지하는데 도움이 되는 것으로 판단된다.

3. 삼투압 측정에서 장수촌 음용수가 수도물보다 높게 나왔는데 약알칼리성을 띠는 장수촌 음용수의 집단 구조가 작은 소집단으로 재배열하여 이것은 인체의 세포에 다른 물보다 빠르고 원활히 공급 될 수 있다고 판단된다.

4. ORP 측정 결과 수도물은 잔류염소로 인하여 높은 산화 전위 값을 갖는 것으로 판단되고 장수촌 음용수는 보다 많은 양이온성 물질이 많이 함유하여 증류수 보다 높은 환원전위 값을 갖는 것으로 판단된다.

5. 전기 전도도 측정결과 음용수에 용존된 이온성물질의 영향으로 전기 전도도 값이 다르게 나타나는 것으로 이온성 성분의 양에 따라 값이 크게 차이가 나는 것으로 판단된다.

6. 적외선 물 분자 흡수띠를 분석한 결과 물 분자 진동에너지가 장수촌 음용수가 수도물보다 높은 진동에너지를 갖는 것으로 나타났다. 이것은 장수촌 음용수가 수도물 보다 물속에 함유되어 있는 용존 성분들이 많아 물 분자와 상호작용이 많아져 보다 큰 진동에너지를 갖는 것으로 판단된다.

7. 물속에 용존된 화학적 구조는 장수촌 음용수와 수도물이 대체로 비슷하나. 성분의 종류와 함량에 따라 약간씩 다르게 나타난다. 이 미세한 차이가 물의 물리화학적 특성을 결정 짓는 것으로 판단된다.

결과로 볼 때 장수촌 지역의 물은 약알칼리와 환원 전위를 띠는 것으로 판단된다. 하지만 일부지역에 국한되어 측정된 값으로 좀 더 명확한 장수촌 지역 물의 특징을 알아보기 위해서는 더 많은 지역을 대상으로 실험이 필요하다. 그리고 지금 현재의 수질분석은 물속에 용존되어 있는 성분분석과 단순한 물의특성분석만으로 인체에 해로운 물을 검사 하지만 물과 생명의 탄생, 인

체의 건강과 물의 상호관계를 심층적으로 더욱 알아보기 위해서는 일반적인 수질 분석뿐만 아니라 물에 대한 다각적인 특성 분석이 필요하다. 또한 물의 물리화학적 특성 분석은 물이 인체에 미치는 영향을 좀 더 심도 있게 밝히고 우리 인체 유익하고 질병을 치유 할 수 있는 물도 찾을 수 있다고 판단된다.

## 참고문헌

1. 허용선, *장수촌의 비밀*, 우듬지(2006).
2. 찰리 라이어, *물의 치유력*, 이층섭, 생각의 나무(2006).
3. 김현원, *생명의 물 우리몸을 살린다*, 고려원북스(2004).
4. Felix. Franks, *water*, plenum press, 7(1) 95 (1972).
5. Ball. Philip, *H<sub>2</sub>O*, 강운재, 양문, 522, (2003).
6. B. H. Zimm and I. Myerson, *J. Amer. Chem. Soc*, 68, 911 (1946).
7. Robert A. Alberty, *Physical chemistry*, ned, 203 (1987).
8. 환경부고시 제1997-118-208호 (2002).
9. 환경부, *우리나라먹는샘물(NMW) 수질기준*, (2006).
10. Robert A. Alberty, *Physical Chemistry*, John Wiley & sons pp.198~199. (1997).
11. L. L. Shandrik et al., *Khim. Tekhnol. Pererab. SiliK. Syrya*, 145-51 (1975).
12. Kyung-chul Yang, *A physicochemical characteristic of drinking water by an area*, 물환경학회발표집 (2007).
13. Min-jung Kim, *A study of the physical and chemical characteristics of spring water*, 석사학위논문 (2007).
14. H. L. Clever, *J. Chem. Ed.*, 40, 637 (1963).
15. 井戶勝富, *電子水 があなたを愛える*, メタル出版 (1994).
16. 白畑實隆, 河村宗典, *健康從水開始*, 華南理工大學出版社 (2004).
17. H. Hayashi, *Clinical Application of electrolyzed-reduced water*, 동물세포공학회 (2000).
18. S.Shirahata, *Activated oxygen scavenging effect of electrolyzed reduced water and it's effect on cellular signaling*, 제4회 기능수 심포지움 (1997).
19. 松下和弘, *核磁氣共鳴裝置*, 박완서, 한국원적외선 협회 (1992)
20. Bum-jin Son, *A study on the effect of deuterium oxide to magnetized water*, 석사학위논문, (1996).
21. A. Samadi-Maybodi, *Quantitative and qualitative studies of silica in differnr rice samples grown in north of Iran using UV-vis, XRD and IR spectroscopy techniques*, *Talanta*70, pp. 756-760 (2006).
22. N. Jiang et al, *Selective solid-phase extraction of nikel(II)using a surface-imprinted silica gel sorbent*, *Analytia Chemica Acta* 577, pp.225-231, (2006).