

## 鑛泉水의 理化學的 水質評價 技法에 관한 研究

南 相 虎

建國大學校 環境工學科

### A Study on a Classification Technique of Natural Mineral Waters by Its Constitution and Physico-Chemical Properties

Sang Ho Nam

*Dept. of Environmental Sanitary Engineering,  
Kon-Kuk University*

#### Abstract

Natural mineral water is generally quite different from ordinary drinking water due to its original nature and various properties.

The complexity of natural mineral water requires, therefore, not only to identify its nature and proper characteristics, but also to classify them by a reasonable scientific basis of comparison.

The study was concentrated on a possible classification technique to natural mineral waters by their constitutions and physico-chemical properties.

The classification was carried out by the computation of such numerical parameters as ionic equivalent percentage, electrolytic conductance or mobility, ionic molecular weight, molecular concentration, equivalent conductivity and degree of ionization in consideration of the determinative criteria as follows;

- particular single element or molecule
- major components of natural waters as bicarbonate, sulphate, chloride, calcium, magnesium, and sodium
- molecular concentration related to blood osmotic pressure
- water temperature at emergence from spring
- contents of free carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)
- pH value of water

- total dissolved solids or salts (NaCl)

The results obtained proved out to be clearly distinguishable from ordinary drinking water as far as concern natural mineral water as an example on the subject;

- simple water
- bicarbonate-predominating water
- cold spring
- carbonated-non gaseous water
- weak alkaline water
- non saline water

Putting these various results together, the sample turned out to be a kind of natural mineral water that can be used as a drinking water if microbiologically safe.

## I. 緒 論

飲用水의 水質은 感覺的, 理化學的, 生物學的 및 放射物理學的 特性에 의하여 決定되어 진다.

地下 深層으로부터 湧出되는 鑛泉水(Spring water)는 地表水, 淺水 등의 水源에 비하여 多量の 鑛物質(hydrominerals)이 溶解되어 있으며, 경우에 따라서는 水溫이 높고 炭酸가스, 放射性 物質 등을 含有한다.

프랑스 水質의 大家인 Bardet는 “鑛水(natural mineral water)란 人體健康에 有利하다는 確信을 가지고 利用하는 自然的인 湧出水(natural spring water)”라고 定義한 바 있다.<sup>1)</sup> 世界 機構, FAO와 WHO가 共同으로 마련한 CODEX基準(1982年)의 定義에 따르면 鑛水란 첫째, 特定 鑛物質鹽의 含量과 比率, 기타 微量元素들의 存在 如何에 따라 一般 飲用水와 明確히 區分되고, 둘째 自然的인든 搗井인든 地下 深水帶로부터 湧出되는 물이어야 하고 셋째 成分 水量 및 水溫이 年中 一定해야 한다고 규정하고 있다.<sup>2)</sup>

本 研究는 鑛泉水의 水質特性이 多樣하고 各

國의 關係基準이 相異하며 現在 우리나라의 鑛泉水 水質基準이 마련되어 있지 않은<sup>3)</sup> 時點에서 鑛泉水의 特性別 分類를 위한 評價技法을 提示하는데 目的이 있다.

## II. 研究方法

本 研究遂行에 必要한 資料는 國內外 學術 文獻과 몇몇 先進外國의 基準을 整理하고 水質 分析資料는 1987年末 現在 保健社會部에 登錄되어 있는 13個 保存飲料 業體중 12個 業體에 說文調査(1988.1.30)를 實施하였다. 또한 1987年 11月 現在 保健社會部 主管下에 各市·道가 分析 報告한 35개소의 水質資料와 13個 保存飲料 業體가 提出한 水質分析資料를 參考하였다. 分析資料는 모두 原水의 取水時를 基準으로 한 것이다. 水文地質學的 環境把握을 위하여 다이아몬드 정수, 풀무원샘물, 일화초정, 스펙클, 진로석수 등의 현지 생산시설을 답사하였다. 分析指針에 따라 入手된 水質資料는 分析施設의 未備, 分析值의 不正確性 등으로 극히 一部만을 利用할 수 있어 모든 자료를 本稿에 收錄하지 않고 信賴度가 비교적 높은 것을 선택하여 鑛泉水 分類方法의 例示로

Table 1. Ions for a shortened analysis comparison or as a first estimate of TDS<sup>2)</sup>

Cation	Anion
Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
K <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Ca <sup>2+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	SiO <sub>2</sub>

Add if other constituents over 10 mg/l

하였다. 鑛泉水의 特性別 分類를 위한 水質評價는 一次的으로 評價項目 및 基準을 檢討하고 自然水의 主要成分이자 人體生理에 必順要素인 水質項目(Table 1)과 25°C 이온 當量傳導度(Table 2)資料에 基礎하였다.<sup>4,5)</sup>

### III. 結 果

鑛物質의 含量이 서로 다른 鑛泉水의 水質을 直接 比較할 수는 없다. 一例로 炭酸水素이온(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)과 黃酸이온(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)이 같은 濃度일 경우에도 이온 傳導度는 當量(equivalence)이 다르기 때문이다. 광천수의 比抵抗(resistivity) 또는 比傳導度(conductivity)測定은 水質分析 結果의 檢討, 鑛物質의 含量計算, 水質의 季節的 또는 水深別 變化의 把握, 水質의 理化學的 特性에 의한 鑛泉水간의 比較, 分類가 可能하다.<sup>8,10,11)</sup>

研究分析을 위한 水質資料는 설문조사 자료중 1개소와 保健社會部 報告자료중 2개소를 (Table 3)와 같이 研究目的에 따라 拔萃하여 整理하였다. 資料의 選擇은 水質分析項目 중 主要內容으로 水素이온농도, 水溫, 比抵抗 또는 比傳導度, 總固形物, 陽이온 및 陰이온, 特殊成分 등을 考慮하였다.

주어진 水質자료중 포천지역의 한 광천수에

Table 2. Equivalent ionic conductance at infinite dilution at 25°C in mho-cm<sup>2</sup>/equivalent<sup>4,5)</sup>

Cation			Anion	
H <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	349.8	OH <sup>-</sup>	198.0
Na <sup>+</sup>		50.1	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	44.5
K <sup>+</sup>		73.5	Cl <sup>-</sup>	76.3
1/2 Ca <sup>2+</sup>		59.5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	71.4
1/2 Mg <sup>2+</sup>		53.1	1/2 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	79.8

Table 3. Water quality analysis data (Unit:mg/l)

Parameter	Pochon <sup>1)</sup>	Dalgi <sup>2)</sup>	Oseag <sup>3)</sup>
pH	7.91	6.1	6.2
Water temp.(°C)	8.0	-	-
Resistivity (25°C, ohms·cm)	4654	-	-
Specific Conductance (umohs/cm)	215	-	-
TDS	122	-	-
Na <sup>+</sup>	20	18.09	18.92
K <sup>+</sup>	3.0	22.88	162
Wg <sup>2+</sup>	6.8	170.40	4.1
Ca <sup>2+</sup>	16	328.8	17.2
Cl <sup>-</sup>	1.5	26.2	8.9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.5	2976.0	46.5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	122.0	1397.4	1696.4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.43	-	-
SiO <sub>2</sub>	9.5	-	-

1. Pochon-gun, Kyunggi-do.
2. Chungsong-gun, Kyungsangbug-do.
3. Yangyang-gun, Kangwon-do.

대한 水질평가 기초내역은 (Table 4) 및 (Table 5)와 같다. 평가항목의 산출은 먼저 분석된 이온농도로 부터 濃度, 當量, 當量백분율 및 鑛泉水의 極限傳導度(Λ<sup>∞</sup>)를 구한다. 극한 전도도는 陰이온과 陽이온의 當量傳導度(Λ<sub>∞</sub>,

Table 4. Electrolytic conductance

Ions	Ionic concentration (mg/l)	Molarity (mmole)	Equivalent (me)	Eq. percentage (%)	Electrolytic conductance (S Cm <sup>2</sup> )
<b>Cation</b>					
Ca <sup>2+</sup>	16.0	0.40	0.80	18.1	47.60
Mg <sup>2+</sup>	6.8	0.28	0.56	12.6	29.74
Na <sup>2+</sup>	20.0	0.87	0.87	19.6	43.59
K <sup>+</sup>	3.0	0.08	0.08	1.8	5.88
	<u>45.8</u>	<u>1.63</u>	<u>2.31</u>	<u>52.1</u>	<u>126.81</u>
<b>Anions</b>					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	122.0	2.00	2.00	45.2	89.00
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3.5	0.04	0.07	1.6	5.59
Cl <sup>-</sup>	1.5	0.04	0.04	0.9	3.05
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.4	0.01	0.01	0.2	0.50
SiO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	(9.5)	(0.16)	(0.15)	-	-
	<u>127.4</u>	<u>2.09</u>	<u>2.12</u>	<u>47.9</u>	<u>98.14</u>
	(136.9)	(2.25)	(2.27)		
<b>Total</b>	173.2	3.72	4.43	100.0	224.95
	(182.7)	(3.88)	(4.58)		

( ): SiO<sub>2</sub> included

lc)의 습이다. 그람분자량(M<sub>T</sub>)은 양이온 또는 음이온의 농도를 몰농도로 나누어 얻은 각 그람분자량의 습이다. 電解質의 몰농도(C<sub>m</sub>)는 음이온과 양이온 농도의 습을 그람분자량(M<sub>T</sub>)으로 나눈 값이다. 電解質의 몰전도도(Λ)는 實測한 比傳抗(ρ)에 몰농도(C<sub>m</sub>)를 곱한 후 1,000을 나눈 값이다. 解離度(α)는 電解質의 極限傳導度(Λ<sup>∞</sup>)와 當量傳導度(Λ)의 比이다. 즉 理論値와 實測値의 比이다.<sup>5,12, 13)</sup>

#### IV. 考 察

설문 조사자료 및 보사부에 보고된 자료들의 수질분석에 대한 결과를 검토한 바 대부분의 자료들이 평가에 필요한 수질항목이 누락되거나 분석의 精度가 統計的 許容値에 미치지 못하였다. 例示한 (Table 5)의 수질분석 내용중

포천의 경우 이온平衡이 잘 이루어져 許容値 以內에 들고(0.04 < 0.14) 있으며 전해질의 실측 전도도로 부터 산출한 양이온 또는 음이온의 당량(2.15)이 이온농도로 부터 계산된 평균당량(C<sub>eq</sub>)과 잘 附合되고 있다. 그러나 달기 및 오색약수의 精度는 각각 53.89 > 1.43, 22.86 > 0.56으로 許容値를 벗어나 測定分析의 信賴度가 매우 떨어지는 것으로 判明되었다.<sup>9)</sup> 광천수의 분류는 양이온 및 음이온의 그람분자량 당량백분율, 몰농도 전해질의 그람분자량, 총 용존고형물, 수온, 해리도 특정수질 항목등을 고려한다. 분석된 자료(Table 3) (Table 4) 및 조사된 수질분석표에 의하면 포천의 수질은 첫째, 特定成分이 有意性이 있을 정도로 존재하지 않으므로 單純 鑛泉水이다. 둘째, 이온농도 및 당량백분율에서 보면 炭酸水素(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)와 나트륨 및 칼슘이 주된 成分을 이루고 있어 重炭酸鹽泉이다. 그러나 炭酸水素이온 濃度가

Table 5. Computed parameters .

Parameter	Value	Unit
Anion molecular weight ( $a_T$ )	60.96	mg
Cation molecular weight ( $c_T$ )	28.10	mg
Total molecular weight ( $m_T$ )	89.06	mg
Molecular concentration ( $c_M$ )	1.95	molecules / l
Anion eq. conductance ( $l_A$ )	54.90	s cm <sup>2</sup> /eq.
Cation eq. conductance ( $l_C$ )	46.29	s cm <sup>2</sup> /eq.
Max. Conductivity ( $A_{25}$ ) at 25°C	101.19	s cm <sup>2</sup>
Mean equivalent ( $C_{eq}$ )	2.215	
Equivalent Conductivity ( $A_8$ ) at 8°C	72.40	
Equivalent Conductivity ( $A_{25}$ ) at 25°C	97.00	
Degree of ionization ( $\alpha_8$ ) at 8°C	71.60	
Degres of ionization ( $\alpha_{25}$ ) at 25°C	95.9	

600mg/l 이하로 便의 緩和 또는 利尿特性은 없는 물이다. 세제, 평균 물농도 1.95는 기준 100 이하로 低張性 鑛泉水이다. 네제, 水溫은 8°C로 기준 20°C 이하이므로 冷鑛泉水이다. 다섯제, 遊離炭酸(free CO<sub>2</sub>)의 含量은 250 mg/l 이하로 非炭酸 天然鑛泉水이다. 여섯제, pH값은 7.91로 當量전도는 계산결과에 영향을 크게 미치지 않으며 기준으로 보아 약알칼리성 광천수이다. 일곱제, 總溶存固形物(TDS) 또는 鹽(NaCl)의 含量이 1,000mg/l 이하이므로 飲用鑛泉이다. 끝으로 解離度( $\alpha$ )는 주어진 鑛泉의 水質特性에 따라 相異하므로 分類의 基準이 되고 非揮發性 非電解質과 관련, Raoult의 公式를 이용하여 光천수의 水結點과 沸騰點을 計算할 수 있으며 Van't Hoff公

式에 의하여 滲透壓을 구할 수 있다.

## V. 結 論

閭巷間에 藥水, 生水, 鑛泉水, 保存飲料水 등 多様な 名稱으로 地下水를 飲用水로 利用하고 있다.

그러나 地下水는 深層水 뿐만이 아니고 淺水, 伏流水등도 있다. 또한 水質의 組成과 比率에 따라 그 特性이 多様하여 用途別 區分이 複雜하고 어렵다. 本研究는 12個 保存飲料 業體의 설문 자료와 全國 35개소의 약수터 水質調査 자료들을 일차적으로 검토하여 본 연구목적에 부합되는 자료만을 選定하여 分析·評價方法의 例示로 하였다. 水質評價技法은 주어진 水質項目 및 이온濃度로 부터 이온當量, 當量百分率, 電解質의 極限傳導度, 陽이온 및 陰이온의 그람분자량, 평균물농도, 電解質의 實測 當量傳導度 및 解離度를 算定하여 人體生理를 中心으로 設定한 分類基準에 따라 주어진 자료 (Table 5)중 포천의 한 광천수에 대한 結果를 例示로 評價分類方法을 提示하였다. 例示資料의 分類結果는 單純泉, 重炭酸鹽泉, 低張泉, 弱알카리성泉, 冷泉, 非炭酸鑛泉, 非鹽泉 등으로 分類되어 理化學的 見地에서 飲用水의 特性을 나타내었다.

## 參 考 文 獻

1. CEBEDEAU, "Livre de l'eau", vol 1, Liege, 1978.
2. FAO/WHO, "CODEX standards for natural mineral waters and edible ices and ice mixes", CODEX Alimentarius vol. XII, 1982.
3. 南相虎: "藥水터 水質管理의 基本方向" 水道研究報, 第9號, 1988.
4. D.A. MacInnes, "The principles of electro-

- chemistry”, Reinhold, New York, 1939.
5. R.A. Robinson et al., “Electrolyte solutions”, Butterworths, London, 1959.
  6. “Official Journal of the European Communities” vol. 23, 1980.
  7. “日本 鑛泉試験法,” 1980.
  8. A. Chassevant, “Essai de classification des eaux minerales d’apres leur constitution et leurs propriétés physico-chimique”, Annales de l’Institut d’Hydrologies et de climatologie, 262-283, 1926.
  9. APHA, AWWA, WPCF, ‘Standard methods for the examination of water and wastewater, 16th ed. 1985.
  10. C.N. Sawyer, “Chemistry for Environmental Engineering”, McGraw Hill, 1978.
  11. Afnor, “NE T90-031, Y90-111, 1979.
  12. J. Besson, “L’electrochimie” Presses Universitaires de France, 1967.
  13. P. Benoit et al., “Les mesures physico-chimiques dans l’industries” Technique et Documentation, paris, 1976.