

## 유럽 일부 지역의 광천수 수질특성에 관한 연구

황 상 용  
동남보건대학 환경보건과

### A Study on the Mineral Water in Europe Partial Area

Sang-Yong Hwang

*Department of Environmental Health, Dong nam Health College Abstract*

#### Abstract

From September 1, 2003 to November 30, 2004, 20 mineral water wells were selected for some area in east Europe and the study on their water quality was analyzed. It revealed that mineral water contained considerable quantity of magnesium ions which helps the smooth activities of vascular muscles, nervous systems and protects skins from allergic reactions. It also lowers cholesterol level and contains high concentration of calcium ions which is one of the vital components of teeth and bone like phosphorus. Thus it is concluded that it is not qualified as boiler feed water as it has overall high degree of hardness by the presence of four times content of  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$ .

#### I. 서 론

인간은 지구상에 살고 있는 생물체들처럼 생명을 유지하기 위해 물이 필요하며, 우리 체중의 2/3가 물로 구성되어 있다.<sup>1)-3)</sup> 그래서 물이 없으면 생명을 유지할 수가 없으며 건강한 삶을 유지하려면 우리가 매일 2L정도의 물을 마셔야만 물이 체내를 순환하면서 세포의 형태를 유지하고, 대사작용을 높여 혈액과 조직액의 순환을 원활하게 해준다.<sup>3)4)</sup> 그리고 물은 영양소를 분해·흡수·운반해서 세포에 공급하는 역할도 하고 체내에서 불필요한 노폐물을 체외로 배설시키고 혈액의 pH를 조정하는 등에 역할을 하고있다.<sup>3)5)</sup> 또한 체내의 열을 발산시켜 온도를 조절해주는 물질로써 건강의 척도로 이용하면서 세포내·외액으로 구분되어 체내에 존재하고 있다.<sup>5)</sup> 인간은 누구나 보다 더 좋은 물을 마

시는 것이 건강의 기본이 된다고 생각하고 있다. 그러나 지구상에서 순환되는 물은 지역과 환경에 따라 수질에 차이가 있을 뿐 아니라 생활환경이 날로 오염되어 우리가 마실 물이 환경보건학적으로 안전하지 못하다.<sup>6)-8)</sup> 1992년 WHO에서 수인성 질병발생원인이 Diarrhea, Amoebiasis, Typhoid, fever, Giardiasis, Cholera 등이며<sup>2)9)</sup> 1999년 보건복지부에서 발표한 국내 수인성 질병발생현황을 보면 세균성이질, 장티푸스, 콜레라, 파라티푸스 등이었다.<sup>9)-12)</sup>

또한 국가별로 물 사용량이 늘어나면서 연간 1인당 가용수자원량에 따라 1,000m<sup>3</sup>미만 일 때 물기근 국가, 1000~1,700m<sup>3</sup> 일 때를 물부족 국가 1,700m<sup>3</sup>이상일 경우 물풍요국가로 분리하여 .미국, 영국, 일본 등 119개국을 물풍요국가로 선정하고 한국을 비롯한 9개국을 물부족 국가로 분류되었고, 쿠웨이트

트, 몰타, 소말리아 등을 포함한 21개국이 물기근 국가로 지명되고 있다. 그리고 물은 건강의 척도로 이용되는데 지금의 한국 국민들이 세계적으로 많이 분포되어 있고 특히 폴란드, 독일, 체코 등의 지역 교민들과 이 지역을 많이 이용하는 국민들에게 물로 인한 피해를 줄이고 건강증진에 도모하고자 폴란드, 독일, 체코 등의 지하수를 채취하여 물의 성분 조사를 함으로써 국제간 사용자의 편의도모와 외국의 먹는 물에 대한 수질분석자료를 제시함으로써 이 분야 연구자들에게 기초 참고자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구조사대상 :

폴란드, 독일과 체코는 유럽 동쪽에 위치한 대륙성 및 해양성 기후가 혼합된 사계절이 뚜렷한 국가들이다. 이 국가들은 우리 나라처럼 2013년에는 WHO가 발표했듯 물부족국가이며, 주로 지하수인 광천수를 먹는 물로 사용하고 있는데 칼슘과 마그네슘 농도가 높아 미네랄수라고도 한다.

따라서 우리 나라같이 표류수인 한강원수를 이용한 먹는 물과 동유럽의 광천수와 먹는 물 수질을 분석하여 이들의 상호차이점을 도출하고자 하는 실험을 했다.

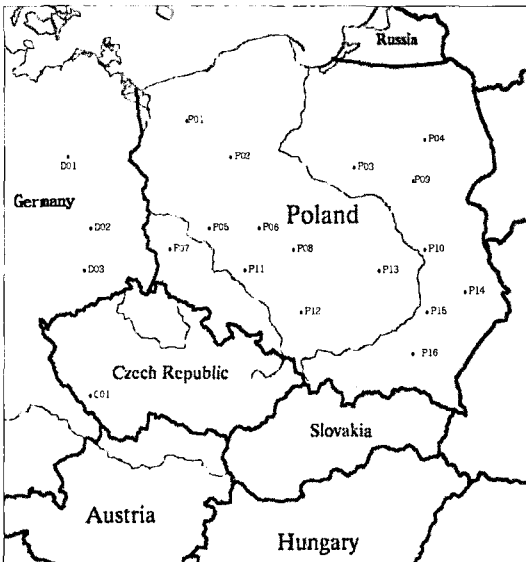


Fig.1 Mineral water sampling site.

### 2. 시료

연구기간은 2003. 9. 1부터 2004.11.30까지 15개월이며, 시료채취기간은 2003. 9월부터 2004. 3월까지 6개월이었다. 시료채취지점은 fig.1처럼 폴란드 16개소, 독일 3개소와 체코 1개소로 총 20개소에서 1지점 2회씩 시료를 채취해 광천수 수질기준<sup>(13),(14)</sup> 및 APHA와 WPCF의 표준방법<sup>(15)(16)</sup>과 수질오염공정 시험방법<sup>(17)</sup>과 환경부의 먹는물검사 방법<sup>(3)(15)(18)</sup> 등에 의해 염소이온, 황산이온 항목은 적정법<sup>(3)(6)(8)</sup>, 수소이온농도항목은 이온전극법<sup>(8)(15)(16)</sup>, 불소, 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 나트륨항목은 흡광광도법<sup>(17)(19)</sup>과 원자흡광법<sup>(20)(21)</sup>으로 아담 미츠키에비츠 대학교 연구소에서 분석하여 평균값을 구하였다. 시험분석의 평균성적은 Table 1.와 같다.

## III. 실험결과 및 고찰

### 3-1. 양이온 분석

연구대상지역이 유럽지역과의 먹는 물 수질평가를 위해서 경도(hardness)를 알아보기 위해 지배인자인  $Ca^{2+}$ 와  $Mg^{2+}$  양이온을 분석한 결과 폴란드 등 국가 먹는물 기준치 400mg/L보다 평균 3배 높은 1200.75mg/L as  $CaCO_3$ 정도를 나타내었다. 특히 폴란드는 지역에 따라 경도차이가 있지만 P10 지점에서는 최고 2650mg/L as  $CaCO_3$ 로 나타났고, P08과 P12지점도 각각 900, 1100mg/L as  $CaCO_3$ 로 높게 나타났다. 경도는 물 속에 10~100mg/L as  $CaCO_3$ 일 때 마실 때마다 쾌적함을 느끼며, 300mg/L as  $CaCO_3$ 이상의 물을 계속 마시면 요도결석증을 일으킬 우려가 높다. 환경보건학적으로 먹는 물 속에 함유된 칼슘은 콜레스테롤 수치를 낮추어 주고, 치아와 뼈의 조직을 강화시켜주며, 마그네슘은 심장근육과 신경구조를 활성화해주기 때문에 알레르기(allergy) 반응 억제하여 피부를 보호하는 역할을 한다.<sup>(22~25)</sup>

그래서 모든 국가들이 먹는 물의 수질항목으로 Ca와 Mg를 설정하고 있으며, 너무 높으면 스케일 형성하기 때문에 기준치로 규정했다. 조사결과는 Fig.2에서 알 수 있듯이 조사지점 20개소

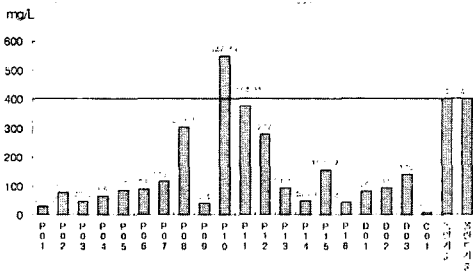
Table 1. The result of mineral water test

(mg/L)

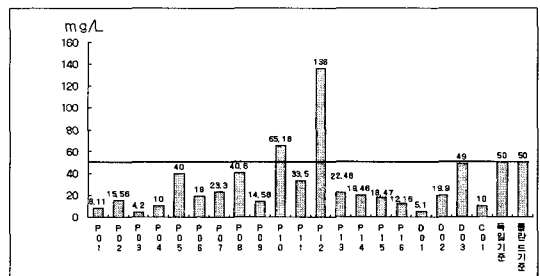
지역	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH
P01	1.26	8.11	26.72	6.7	7	0.05	8.32	93.4	6.8
P02	1.45	15.56	76.95	5.3	12.05	0	12.5	294.41	7.4
P03	1.5	4.2	45.6	4	8	0.09	16	146.5	7.8
P04	2.5	10	65	6	10.0	0	10	230	7.7
P05	2.85	40	85	20	18.0	0	18	257	7.8
P06	6	19	88	31	16	0.4	2.9	425	6.6
P07	5.5	23.3	115.1	13.3	8.9	0.27	4.51	466.7	7.2
P08	36	40.6	303.2	92.5	10.6	0	30.9	1374.5	6.8
P09	10.9	14.53	38.48	11.4	72.68	0.42	8.46	378.31	7.6
P10	8.3	65.18	547.49	67.3	10.64	0	9.28	2172.24	7.7
P11	3.11	33.5	374.31	11.67	1.9	0.04	17.07	1230	7.8
P12	18.3	136	277	148	21.2	0.23	32.9	1861	7.5
P13	1	22.48	91.18	5	23.8	0.3	39.59	309.6	7.6
P14	1.54	19.46	46.79	35.72	1.77	0	30.28	298.99	6.7
P15	26.9	18.47	153.27	41.8	10.28	0.22	29	657.46	6.6
P16	0.66	12.16	42.08	2.36	3.55	0.04	23.25	158.65	7.3
D01	2.32	5.1	80	12.5	10.21	0	34.21	210	7.7
D02	2.6	19.9	91	7.3	20.17	0	105	233	7.3
D03	3	49	140	12	9	0	20	662	7.4
O01	19.6	10	6.6	9	2.8	0.7	4.8	109.9	7.8
독일기준	12	50	400	150	250	1.5	240		6.5-9.5
폴란드기준	12	50	400	200	250	1.5	250		6.5-8.5

중에서 P10만 Ca<sup>2+</sup>농도 547.49 mg/L로 국가기준치 400 mg/L보다<sup>26)</sup> 1.38배정도 높게 나타냈고 나머지 19개 지점은 모두가 국가수질기준치 미만으로 양호했다. Mg<sup>2+</sup>농도는 P10, P12 2개소에서 국가기준 50mg/L를 초과하여 65.18mg/L, 136mg/L로 각 1.7배, 2.72배로 높았으나 나머지 18개 지점은 국가수질기준치 미만으로 양호했다. 경도가 높은 물은 보일러 용수를 사용시 관로에 스케일 형성되어 열전도를 크게 떨어뜨려서 반드시 막분리시설로 처리한 후 보일러용으로 이용하고 있었다.<sup>24,27,28)</sup>

칼륨은 식물의 3대 영양소 중의 주요 원소이지만 먹는 물 속에 너무 많이 들어 있는 것을 계속 마시게 되었을 때 인체에 미치는 피해는 설사를 일으켜서 식욕부진, 탈수현상과 불쾌감을 일으킨다.<sup>10,11,12)</sup> K<sup>+</sup>농도는 독일은 3개 전지점이 국가기준치<sup>9,26)</sup> 12mg/L보다 4배정도로 낮은 2.32mg/L, 2.6mg/L, 3mg/L(2.32~3mg/L) 범위로 나타났으며, 폴란드는 3개지점인 P08, P12와 P15지점에서



(a) Ca<sup>2+</sup> ion & Standards



(b) Mg<sup>2+</sup> ion & Standards

Fig.2 Cation(Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) Water Quality of 20 sites

36mg/L, 18.3mg/L, 26.9mg/L(18.3~36mg/L)로 기준치 12mg/L를 약 3.0배, 1.53배, 2.24배(1.5~3배)로 초과했다. 체코는 기준치 12를 초과한 CO1의 곳이 1.63배로 19.6mg/L로 나타났다.

그래서 fig.3처럼 K<sup>+</sup> 기준치보다 높은 4개 지점은 인체에 미칠 수 있는 피해를 고려해 양이온교환수지시스템이나 RO막(Reverse Osmosis membrane)으로 정수처리함이 환경보건학적으로 안전하다고 판단된다.<sup>5,11,24,27,28)</sup>

그리고 먹는 물 속에 Na<sup>+</sup> 농도가 150~200mg/L보다 높은 물을 마시게 되면 설사, 구토, 두통을 일으키는데 fig.4에서처럼 모든 지점에서 국가기준치 150mg/L, 200mg/L보다<sup>9,26)</sup> 낮게 나타났다.<sup>11,22,24,25)</sup>

### 3-2. 음이온 분석

먹는 물 속에 국가기준치보다 높은 수질이 되면 각종인체에 피해와 재질에 나쁜 영양을 일으킨다.<sup>5,11,24)</sup> 지금까지 환경보건학적으로 알려진 플루오르는 사람과 동물의 치아에 피해를 일으키는데 주로 반상치와 우치를 일으킨다. fig.5와 같이 본 조사지점 11개소에서 검출되었으나 모두가 0~

0.7mg/L로 국가기준치 1.5mg/L보다 아주 낮게 나타남을 알 수가 있었다.

그리고 먹는 물의 외부로부터 광천수이어서 분노 및 가정하수의 혼입여부를 판단하는 염소이온과 깨끗하게 정수된 먹는 물을 수요자에게 공급하기 위한 금속배관의 부식을 촉진하는 황산이온에 대해서도 분석했다.<sup>1,4,5,24)</sup>

fig.6 모든 지점에서 검출되었으나 Cl<sup>-</sup> 농도는 1.77~72.68mg/L로 국가기준치 250mg/L보다 아주 낮아 환경보건학적으로 안전한 수질을 나타냈으나 P09지점은 기준이내지만 다른 19개 지점의 평균치보다 7배로 높아 상대적으로 오염가능성 있을 것으로 판단된다.

한편 fig.7과 같이 20개소의 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 농도도 2.9~105mg/L로 국가기준치 240mg/L, 250mg/L보다 낮지만 상수도 배관의 부식을 촉진시켜 녹물발생이 있을 것으로 판단되며, 우리 나라의 서울특별시 수돗물보다 높은 농도를 나타냈다.

참고로 서울특별시 수돗물에서의 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 농도는 14~17mg/L와 Cl<sup>-</sup> 농도는 14~22mg/L 범위이다.<sup>4,20)</sup>

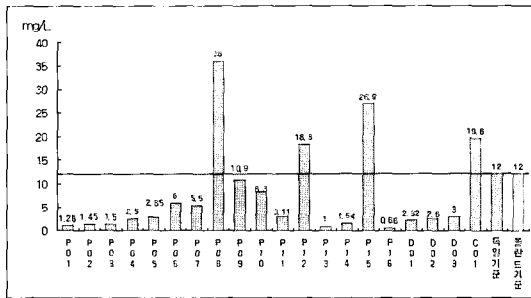


Fig.3 K<sup>+</sup> ion Water Quality of 20 sites

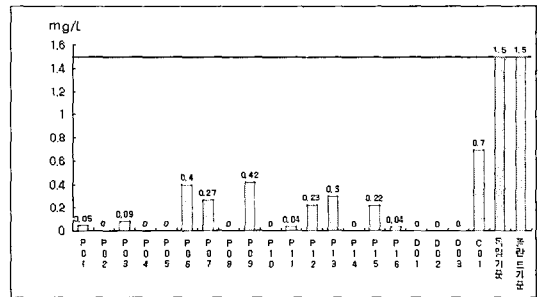


Fig.5 F<sup>-</sup> ion Water Quality of 20 sites

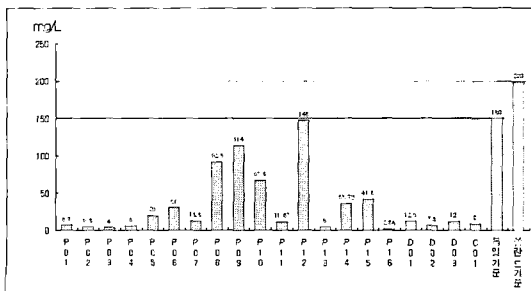


Fig.4 Na<sup>+</sup> ion Water Quality of 20 sites

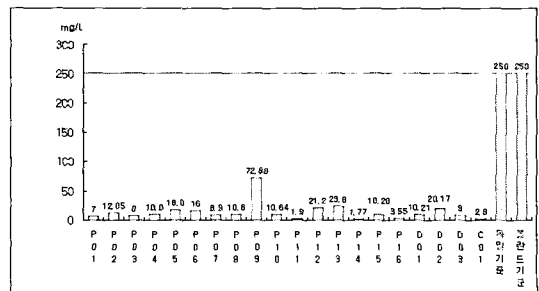


Fig.6 Cl<sup>-</sup> ion Water Quality Analysis of 20 sites

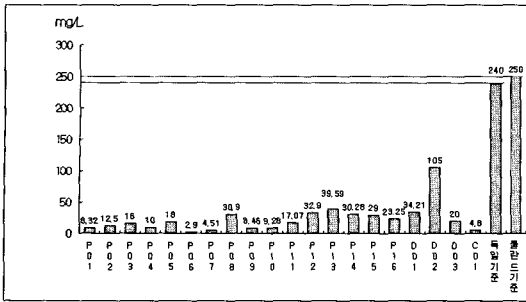


Fig.7 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ion Water Quality Analysis of 20 sites

### 3-3. 수소이온농도(pH)

물의 액성을 산성과 중성과 알칼리성으로 구분하며, 이를 pH로 표시한다. 인간의 피는 액성이 pH 7.4이며, pH가 7.4보다 높고 낮음에 따라 건강에 민감한 반응을 나타내고 있다.<sup>5,7,12)</sup>

본 조사에서 fig.8과 같이 pH 값은 6.6~7.8로 독일기준 6.5~9.5, 폴란드기준 6.5~8.5와 한국기준치 6.5~8.5범위에 21개소 모두 적합하여 안전했다.<sup>9,20,26)</sup>

## IV. 결론

동유럽 국가인 폴란드, 독일, 체코의 광천수 20개를 환경부 먹는물법 수질공정시험방법에 의해 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 경도를 지배하는 Ca<sup>2+</sup> 농도는 P10 지점에서 국가기준치보다 약 1.37배로 약간 높았고 Mg<sup>2+</sup> 농도는 P12지점에서 3.72배로 아주 높아 마그네슘에 의한 물의 수질을 지배하는 경도가 P10에서 최고 8.8배로 높게 나타났다.

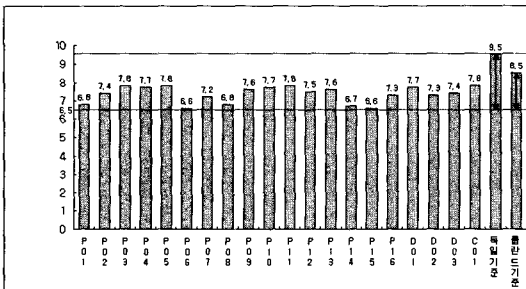


Fig.8 pH Value of 20 sites

2. 인체에 설사병을 일으키는 K<sup>+</sup>는 4개 지점(P08, P12, P15, C01)만 국가기준치보다 1.5~3배로 높았고, 독일은 모두 기준치의 20%수준으로 양호했다.
3. 먹는 물의 오염가능여부를 판단하는 Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>와 치아에 영향을 미치는 F<sup>-</sup>는 아주 양호한 값으로 국가기준치의 평균 10~32%로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 2003년도 동남보건대학 학술연구비로 수행되었음.

또한 아담미츠키에비츠 대학교 연구소 조교수 황혜나에게도 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 대한위생학회: 21세기를 향한 음용수 관리 기술에 관한 심포지움, 대한위생학회, 1994.12
2. 환경백서: 환경부, 2003
3. 최한영, 박석기, 채용곤: 먹는물 시험방법, 신평문화사, 2000.8
4. 박석기, 안승구, 엄석원: 해설 먹는물의 수질관리, 도서출판 동화기술, 1998
5. 길충남, 김성우, 배은상, 황상용: 최신위생화학, 도서출판 동화기술, 1998
6. 김형석, 김부길, 송영채: 수질분석 및 수처리 실험, 도서출판동화기술 1996
7. 류재근: 재미있는 물 이야기, 환경타임즈 출판사, 1999
8. 유성환, 최봉중, 조영관, 이진종: 수질조사 및 분석, 도서출판 동화기술 1998
9. WHO. Guidelines for Drinking water Quality. vol2. PP100-105, Geneva. 1988
10. 신병식: 인간과 자연, 동명사, 2001
11. 미국환경청편: 음용수중에 각종화학물질의 건강영향평가 PP300-400.1987
12. 최정호: 물과 한국인의 삶. 나남출판, PP71-98. 1994
13. Ministry of Supply Services Guidelines for Cansadine Drinking water Quality, Quebec,

- PP50-70 1978
14. 박선섭, 유일준, 이원유, 조원순: 약리학, 정문각, 1997
  15. 김선태: 기기분석지침, 한국과학기술 연구원, 1994
  16. APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of water and waste water, 19th, Ed, American public Health Association, 1995
  17. 최규철, 강선태, 김용환, 이우식, 이정연, 전세진: 수질오염공정시험방법주해. 도서출판 동화기술, 1999
  18. M.Stern and A.L.Geary.J: Electrochemical soc. 1957
  19. Adams, U.D.: Water & Wastewater Examination Manual, Lewis Publishers, 1990
  20. 환경부: 먹는물 수질기준 및 검사등에 관한규칙, 환경부령 제 00147호 2003.11.29
  21. 환경부: 먹는물 수질공정시험방법, 환경부 2000-75.2000
  22. 홍재길: 생리학, 교문사, 1982
  23. Bischoff, K.B. and O.Levenspiel. Fluid Dispersion I. chem. Eng. Science. 17. 1962
  24. 심길순, 홍사육: 위생화학, 동명사, 1978
  25. 이창규: 충청지역 온천수에 대한 위생학적인 조사연구, 연세대학교 보건대학원 석사학위논문, pp8-9, 1983
  26. EU's drinkingwater standards. <http://www.lenntech.com/WHO-EU-Water-Standards.htm> \_2004
  27. 이규성: 수처리공학, 형설출판사, 2002
  28. 이규성: 서울시 막역과고도정수처리공정최적화 연구, 일본경영인협회, 2004.10