

가평지역의 지하수중에 함유된 미네랄성분 조사에 관한 연구

박경수 · 김종찬 · 오조교 · 권경안 · 정은희 · 황선민
경기도보건환경연구원 북부지원

A Survey on the Characteristics of Mineral Inorganic in Ground-Water of Gapyeong County

Gyoung-Su Park, Jong-Chan Kim, Jo-Gyo Oh, Kyung-Ahn Kweon, Eun-Hee Jung
and Sun-Min Hwang

North Branch of Gyoenggi-do Institute of Health & Environment

Abstract

Ground water samples of 275 were collected from Gapyeong county which it contained six-eup and myeon and analyzed for 12 mineral inorganics extending from March to October in 2004.

Among the inorganics, Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, Copper and Zinc had more than 70% of detection frequencies, which coincided with essential inorganics required by the human body. The average values of inorganic contents by sampling sites were insignificant. Fluorine contents of 8 samples, 2.9% of 275 samples, exceeded KDWR, and it was considered to be affected by a base rock being made up granite and gneiss because there were not polluting sources around. It is necessary to find out relation between geological characteristics and mineral inorganics in ground water through the further investigation.

Compared to noted concentrations of bottled water, inorganic minerals including Calcium, magnesium, Sodium and Potassium related to taste were fluent double in target samples and those average concentrations were 14.80, 3.80, 7.60, and 2.31 mg/L respectively.

Key words : ground-water, inorganic, Gapyeong

I. 서 론

물은 인간과 모든 생물체들이 살아가는데 절대적으로 필요한 요소이다. 또한 물은 전해질로서의 기능과 혈액에 의한 산소공급, 체온조절 등 몸 안에 영양분을 공급하는 역할을 하고 있으며 생체기

능에 매우 중요한 역할을 한다. 근래 우리나라 생활수준의 향상과 산업화의 영향으로 물 수요는 날로 증가하고 있으나 수질오염으로 지표 수자원 이용이 어려워지고 있는 현실을 감안할 때 지하수의 확대 개발이 불가피해졌다.

자연 상태에서 지하수에는 대수층의 수리지질학

적 조건에 따른 화학적·생물학적 상호작용의 결과로 많은 무기물질이 용해된다. 이러한 무기물질이 인체에 미치는 영향 정도에 따라 수질기준을 설정하고 있는데, 최근 들어 농어촌 지역에서 식수 및 생활용수 목적의 암반관정의 수요가 늘어남에 따라 무기물질의 수질기준치 초과가 사회문제로 부각되고 있는 실정이다¹⁾.

미네랄이란 생물체의 calorie源은 아니지만 생물체의 주요구성 성분으로 비타민과 더불어 생명유지와 건강을 위해서 생체조절작용을 하는 필수불가결한 영양소다. 생물발생의 모체인 암석의 구성 성분이며 무기질 영양원으로서 전 생물의 발육생존에 필수불가결한 것이다²⁾.

지구상의 미네랄은 대략 100餘種이 밝혀졌으며 특히, 인체의 주요구성 성분은 20여종으로 되어있다³⁾. 무기물질은 체내의 함량 및 1일 필요량에 따라 다량원소와 미량원소로 분류한다. 다량원소는 1일 필요량이 100 mg 이상으로서 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 인 등 7개 성분이며 필수적 미량원소는 1일 필요량이 100 mg 이하로 구리, 아연, 철, 불소, 망간 등 10개 성분으로 나눌 수 있다⁴⁾.

무기물질의 양에 따라 신체의 구성 및 조절작용 등 건강에 영향을 미치게 되며 물의 맛 또한 차이를 나타나게 된다. 따라서 인체 내 무기물질의 역할은 매우 중요하며 우리의 건강을 보호, 유지하기 위해서는 이들 무기물질에 대한 지하수에서의 지역별 함유실태 파악은 매우 절실한 실정이다.

경기도의 대표적인 청정지역으로 알려진 가평군은 면적이 843.247 km², 인구는 55,700여명(2004)이며, 연평균 강수량은 1,336 mm이다. 북쪽으로는 강원도 화천군, 동쪽으로는 춘천시·홍천군, 남쪽으로는 양평군, 서쪽으로는 남양주시·포천시에 접해 있고 기반암은 대부분 화강암과 편마암으로 이루어져 있으며, 주변에 큰 오염원이 거의 없는 청정 지역이다.

가평지역은 2003년 말 기준으로 상수도 보급률 60.5%로 대다수 농촌 주민들이 지하수를 식수로 사용하고 있기 때문에 소중한 지하수의 관리에서 중요성을 인식하여 가평군 지역을 조사 대상으로 정하였으며, 지하수 중 미네랄 함유 관한 조사연구를 함으로써 지하수자원의 효율적인 관리를 위한 기초 자료로 제공하고자

II. 조사대상 및 방법

1. 조사대상

경기도 가평지역 지하수의 무기물질 함유량을 조사하기 위하여 6개 읍·면 60개리에서 2004년 3월부터 10월까지 가정용 또는 영업용 관정에서 배관 재질 등의 영향을 최소화하기 위하여 5~10분 방류한 후, 무균 채수병을 사용하여 채취한 275건을 대상으로 하였으며, Fig. 1은 조사지역별 시료 채취 현황을 나타내었다.

2. 분석항목 및 방법

WHO 등 선진국에서 음용수의 수질기준으로 관리하고 있는 무기물질 중 ICP/MS 및 IC로 분석 가능한 칼슘 등 12개 항목을 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙(환경부령)에서 정하고 있는 먹는물공정시험방법⁵⁾, APHA와 WPCF의 표준방법⁶⁾, ICP/MS(Agilent사, 7500i 모델) 및 IC(Waters Alliance사, 432 모델) user manual을 이용하여 시험하였으며, 분석항목 및 수질기준은 Table 1과 같다.

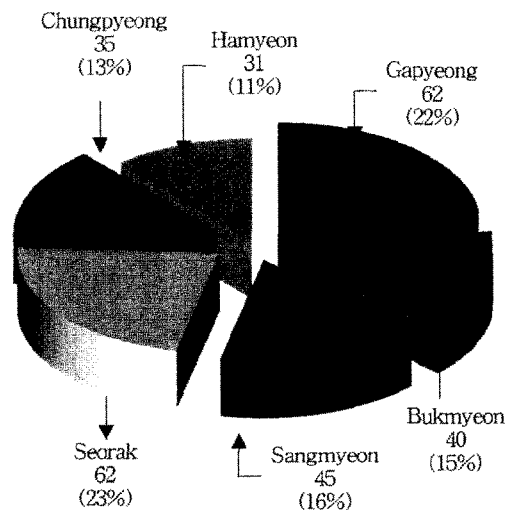


Fig. 1. The number of sampling sites by regional groups.

Table 1. Analytical items & water quality standards(guideline)

Inorganic materials	Unit	Standards(Guideline)				
		Korea	WHO	U.S.A	Japan	U.K.
F	mg/l	1.5	1.5	1.5~4	0.8	1.5
As	μg/l	50	10	50	10	50
Ba	μg/l	-	700	2000	-	1000
Ca	mg/l	-	-	-	-	250
Mg	mg/l	-	-	-	-	50
Al	mg/l	0.2	0.2	0.05~0.2	0.2	0.2
Cu	mg/l	1	1	1	1	3
Fe	mg/l	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
Mn	mg/l	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05
Zn	mg/l	1	3	5	1	5
Na	mg/l	-	200	-	200	150
K	mg/l	-	-	-	-	12

III. 결과 및 고찰

본 조사연구를 통하여 검토하고자 한 내용은 무기물질의 성분별 전체적인 검출빈도 및 지역 특성별 평균농도분포이며, 무기물 함유량을 객관적으로 평가하기 위하여 2004년 경기북부지역 12개 먹는샘물제조업소의 미네랄 평균함유량 측정치, 국내 먹는 물 수질기준 및 WHO, 미국, 영국, 일본의 선진국 기준을 적용하여 비교해 보았다.

조사대상 12개 무기물질에 대한 경기도 가평지역 지하수의 지역별 무기물질 함유량 조사결과는 다음과 같다.

1. 불소(F)

불소는 주로 지질에 기인하며 물속에서 미량 존재하는데 물로 섭취된 불소화합물은 주로 골격에 잔류하며 소량이 치아에 잔류하여 산성 조건하에서 에나멜의 용해도를 감소시켜 충치를 예방해준다^{7), 8)}.

불소의 위생학적 특징은 이를 다량 함유한 물을

마시면 치아의 enamel을 다쳐서 반상치를 발생하고 적당량(0.5~1.0 mg/l)을 함유한 물을 마시면 치아우식증과 치주염을 방지하는 효과가 있어 예방 치의학 측면에서 중요성이 널리 인식되고 있다.

우리나라 먹는 물의 불소 수질기준은 1.5 mg/l 이하로 정해져 있는데 이 기준을 넘는 불소 함유를 보이는 지하수가 종종 보고 되고 있으며, 그 원인은 암석 내에 불소를 함유하는 인회석과 같은 광물질의 영향이다. 특히 화강암이나 편마암류처럼 입자가 결정질암으로 되어있는 대수층에서는 심도 증가에 따라 수소이온농도와 불소성분의 함량이 뚜렷하게 증가하는 추세를 보이고 있다⁹⁾.

본 조사에서 지하수 중 불소의 평균함유량은 Fig. 2에서와 같이 0.20 mg/l (0~8.9 mg/l)로 나타나고 있다. 이 결과는 경기북부지역 먹는 샘물의 평균 불소 함유량인 0.40 mg/l (0~1.4 mg/l)에 비하여 약 절반의 함유량을 보이고 있으며 지역별로 평균농도의 차이는 적었다.

8개 지점(2.9%)에서 불소성분이 먹는 물 수질기준을 초과하는 것으로 나타났으나 주위에 특별한 오염원이 없어 기반암이 대부분 화강암과 편마암으로 이루어진 지역의 특성상 지질에 의한 광물질의 영향을 받은 것으로 판단이 되며 향후, 불소함

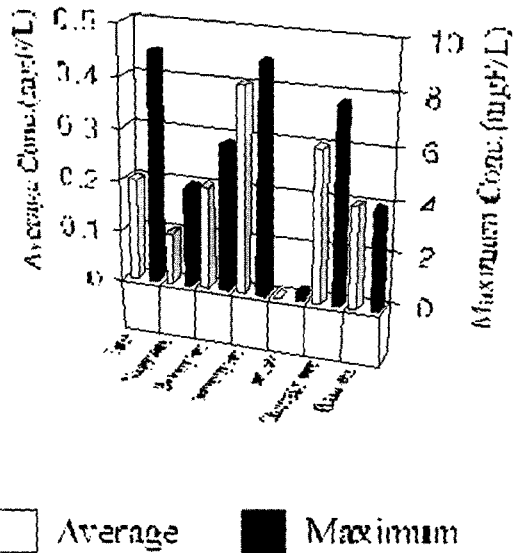


Fig. 2. The average and maximum concentrations of Fluorine by regional groups.

유량이 높은 지역에 대해서는 추가적인 정밀조사를 통하여 지질특성과의 관계를 명확히 규명해 볼 필요성이 있다고 사료된다.

2. 비소(As)

비소는 모든 환경에서 자연적으로 존재하며 황 및 많은 금속화합물 형태로 존재한다. 지각에서 평균농도는 약 2mg /kg이며, 지하수나 지표수에도 함유되어 있어, 뉴질랜드의 온천에서는 고농도의 비소가 검출되고 있다는 보고도 있다. 그러나 일반적으로는 광산, 염료, 제화 등의 공업 배출수, 특히 동광산 배출수나 농약 등의 비소화합물에 의한 오염원이 되는 것도 있다¹⁰.

비소에 의한 급성독성은 중추 신경계로 혼수상태에 이르며, 위장, 신경계, 호흡기관 및 피부가 심하게 영향을 받으며 만성중독으로는 근육약화, 식욕상실, 눈, 코, 후두의 점막을 자극하여 구역질을 일으킨다¹¹.

본 조사에서 비소의 함유량은 Fig. 3에서와 같이 전체 평균 2 $\mu\text{g}/\text{l}$ 로 조사되어 매우 저 농도로 나타났다으며, 함유농도 분포는 0~40 $\mu\text{g}/\text{l}$ 의 범위로 지역별로도 평균농도에서의 차이는 미미하였다.

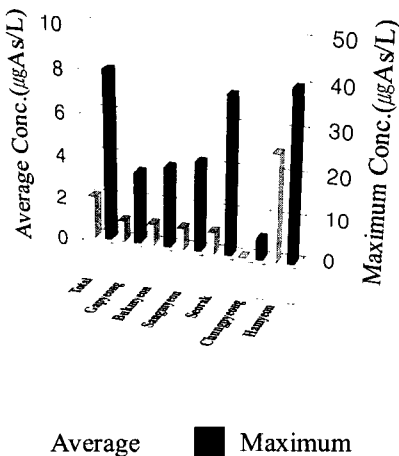


Fig. 3. The average and maximum concentrations of Arsenic by regional groups.

3. 바륨(Ba)

바륨은 0.5 g/kg의 농도로 지각에 존재하며, 미량의 바륨은 대부분의 토양에 존재한다. 바륨화합물은 석유시추, 페인트 생산, 디젤연료 제조, 종이, 고무, 리놀륨 및 유사 제품의 제조, 세라믹 유약, 에나멜의 제조, 대장X선 진단시의 조영제로서의 의료진단에 사용된다.

대부분의 물은 약간의 바륨을 함유하지만 그 농도는 일반적으로 0.1 mg/l 이하이다¹². 그러나 일부 지하수원은 10 mg/l 만큼이나 높은 농도로 함유하고 있어¹³, 바륨을 다량 섭취 시 위장염, 근육마비 등을 유발 할 수도 있다¹⁴. 본 조사에서 지하수 중 바륨농도는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 전체 평균농도가 23 $\mu\text{g}/\text{l}$ (0~312 $\mu\text{g}/\text{l}$)이었으며 지역별로 큰 차이가 없었다.

4. 칼슘(Ca)

칼슘은 인체 내에서 무기질 중 가장 많이 들어 있으며 체내 칼슘의 99%는 골격과 치아와 같은 경조직에 존재하고 나머지 1%는 세포와 세포 내외의 체액에 존재하면서 매우 중요한 생리작용을 조절 조절하고 있다.

칼슘의 체내보유는 나이, 생리상태, 과 거의 식습관, 현재 칼슘공급량에 의해 영향 받으며 한국인의 성인 1일 칼슘 권장량은 700mg으로 설정되어 있다¹⁵.

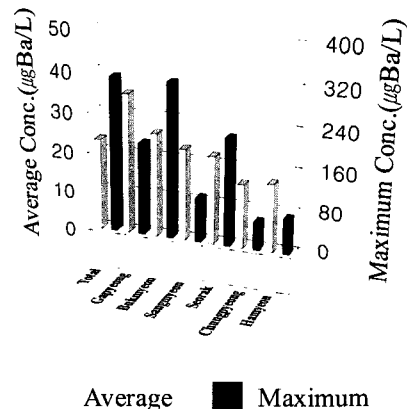


Fig. 4. The average and maximum concentrations of Barium by regional groups.

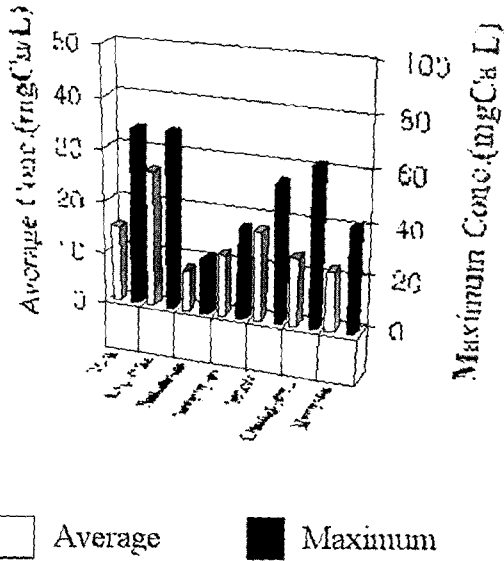


Fig. 5. The average and maximum concentrations of Calcium by regional groups.

본 조사대상 지하수 중 칼슘의 평균 함유량은 Fig. 5에서와 같이 14.80 mg/l (0~68.3 mg/l)이었으며, 참고로 경기북부지역 먹는 샘물 제조업소의 평균 칼슘 함유량인 10.80 mg/l (6.3~15.6 mg/l) 보다 1.5배 높은 것으로 조사되어 인체가 필요로 하는 다량 필수 무기질 함유량이 풍부한 것으로 나타났다.

5. 마그네슘(Mg)

마그네슘은 칼슘·인과 함께 골격과 치아를 구성하며 당질대사와 단백질대사에 필수적 요소이고 부갑상선호르몬의 조절작용을 한다. 마그네슘의 결핍증은 근육경련, 심장박동항진, 혼동, 식욕부진, 오심, 구토 등의 증상을 나타낸다.

우리나라에서는 아직 설정되지 않았으나 미국의 경우 성인 남자의 경우 350mg/일, 여자의 경우 280 mg/일을 권장량으로 설정되었으며¹⁵⁾, 본 조사 대상 지하수 중 마그네슘 평균 함유량은 Fig. 6에서와 같이 3.80 mg/l (0.3~20.9 mg/l)이었다. 이는 경기북부지역 먹는 샘물 제조업소의 평균 마그네슘 함유량인 2.00 mg/l (0.6~7.8 mg/l)과 대비해 보면 약 2배 정도 높은 것으로 조사되어 먹는 샘물과 비교하여도 필수 무기질 함량이 전혀 손색이

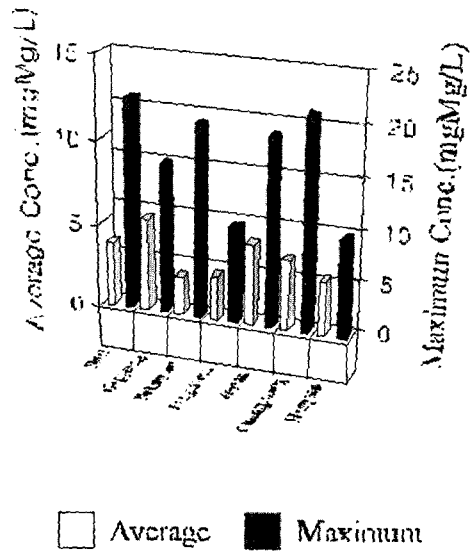


Fig. 6. The average and maximum concentrations of magnesium by regional groups.

없는 것으로 나타났다.

6. 알루미늄(Al)

알루미늄은 자연에 널리 분포되어 있으며, 모든 토양과 식물, 그리고 동물 신체조직의 구성성분 중의 하나이다. 섭취된 알루미늄은 뼈를 제외한 신체 조직 내에는 실질적으로 축적되지 않는다¹⁶⁾. 그러나 알루미늄은 투석치매와 알츠하이머병과 같은 신경성 질병과 관련이 있는 것으로 알려져 왔으나 확실하지는 않다. 음용수내의 알루미늄 농도가 0.1 mg/l를 넘게 되면 공급과정에서 음용수가 변색될 가능성이 높아진다. 따라서 음용수에 대한 권장기준치는 미적인 면을 고려하여 0.2 mg/l로 권장되고 있다.

본 조사에서 지하수 중 알루미늄의 평균 함유량은 0.02 mg/l (0~0.19 mg/l)로 나타났다. 지역별 평균 함유량은 Fig. 7에 나타난 바와 같이 거의 차이가 없었다.

7. 동(Cu)

동은 인간의 대사 작용에 필수적인 원소이며, 적혈구의 형성과 신체조직내의 철을 제거, 그리고

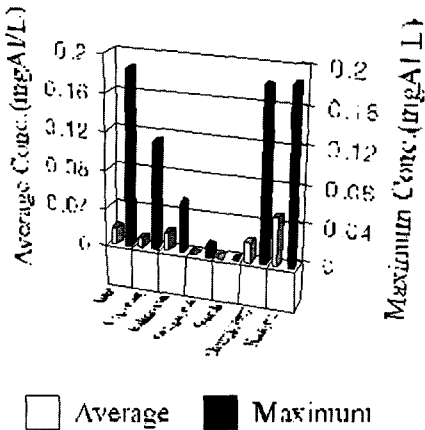


Fig. 7. The average and maximum concentrations of Aluminium by regional groups.

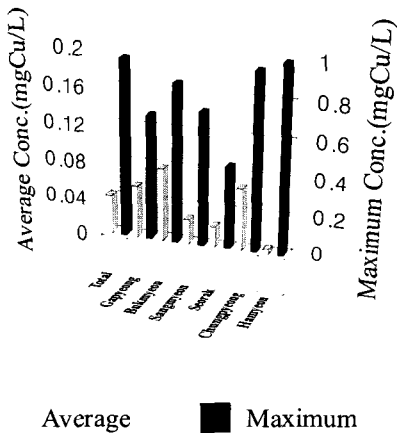


Fig. 8. The average and maximum concentrations of Copper by regional groups.

뼈, 중추신경계, 연결부위조직 등의 발달에 중요한 역할을 한다. 생리적 기능으로는 철의 작용을 도와 주고 많은 세포효소들의 구성원소로서 중요한 촉매작용에 관여 한다¹⁷⁾. 그러나 과도한 양의 동을 흡수하게 되면 점막질의 자극과 부패, 모세혈관의 손상, 간장과 신장의 손상, 그리고 중추신경의 자극과 기능저하 등을 일으키게 된다. 먹는물에서는 심미적 영향을 고려하여 수질기준치를 1 mg/l로 정하고 있다.

본 조사에서는 Fig. 8에서와 같이 지하수 중 동 의 평균 함유량은 0.042 mg/l (0~0.952 mg/l)로

조사되었으며 지역별로 평균농도의 차이는 두드러지지 않았다.

8. 철(Fe)

철은 자연계에 널리 존재하며 인간의 필수영양소로서 이는 생물학적으로 중요한 헤모글로빈(hemoglobin), 시토크롬(cytochrome) 및 산화-환원효소와 단백질 내부에 포함되어 있으며 철이 부족하면 충분한 혈액을 만들 수 없어 빈혈의 원인이 되기도 한다¹⁸⁾. 지하수에 철분이 많으면 세탁물을 얼룩지게 하고, 식품가공, 염색, 탈색, 제빙, 양조 등 여러 용도에 제한을 받게 되는데 철분의 농도가 0.3 mg/l 이상이면 인체의 건강에 주는 영향보다 물의 맛이 나빠지기 때문이다. 오히려 우리 인체는 매일 일정량의 철분을 취해야 하므로 지하수에 어느 정도의 철분이 용해되어 있는 것은 바람직하다¹⁹⁾.

본 조사에서 평균 철의 함유량은 0.017 mg/l (0~0.290mg/l)으로 나타났으며 Fig. 9에서와 같이 지역별로 평균농도의 차이는 두드러지지 않았다.

9. 망간(Mn)

음용수에 들어있는 망간은 건강에 미치는 영향 외에도 여러 가지 유해한 요인이 될 수 있다. 망간의 농도가 0.15 mg/l 이상인 물은 불쾌한 맛이 나며, 배관시설이나 세탁물 등을 얼룩지게 한다²⁰⁾.

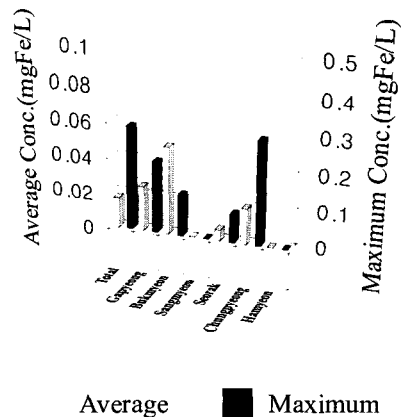


Fig. 9. The average and maximum concentrations of Iron by regional groups.

망간화합물이 용액 내에서 산화할 때에는 망간이 침전하게 되어 물때가 끼게 되는 문제가 있다. 약 0.02 mg/l 의 농도에서도 파이프에 망간의 막이 형성되어 흑색침전물로서 떨어지게 되며 먹는 물 수질기준은 0.3 mg/l 로 정하고 있다.

이번 조사에서 지하수 중 망간의 평균 함유량은 0.003 mg/l (0~0.062 mg/l)로 나타나고 있다. Fig. 10은 지역별 망간 함유량을 보여주고 있는데 지역별로 평균농도의 차이는 미미하였으며 수질기준을 초과하는 지역은 없었다.

10. 아연(Zn)

아연은 인간에게 필수적인 원소이며, 자연수 중에는 10 µg/l 이하로 존재하고 있다. 물에서의 아연은 도금된 파이프, 황동, 아연이 포함된 배관재료부터 침출되기도 하고, 하천이나 호수의 아연농도는 상류 쪽에 광산이 있으면 그 영향을 받게 된다.

아연은 간, 췌장, 모발, 안구, 피부, 내분비선 등 많은 조직에 함유되어 있고 효소의 구성성분을 이룬다. 아연 결핍증은 균형식이를 섭취하지 않아 발생하는 경우가 가장 많으나 술의 섭취로 인해 간에 저장된 아연이 유출되어 소변으로 배출되기도 한다. 아연 결핍은 식욕상실, 피부장애, 성기관의 위축, 임신능력저하, 맛 감각의 상실, 상처지연, 손톱에 흰 반점 등의 증상이 발생된다. 1일 2 g 이상의 과잉 섭취시는 빈혈, 성장부족, 식욕저하, 신체

의 경직성, 전해질불균형, 근육조정불능 등 부작용이 나타나기도 한다²¹⁾. 수질기준은 음용수에서 맛이나 외관을 고려하여 1 mg/l 로 정하고 있다.

본 조사에서 지하수 중 아연의 평균 함유량은 Fig. 11에서 보는 바와 같이 0.135 mg/l (0~0.924 mg/l)이었다. 지역별로 평균농도의 차이는 두드러지지 않았다.

11. 나트륨(Na)

나트륨은 세포 외액의 주된 양이온으로서 체내에 풍부하게 함유된 무기질이다. 체중의 0.15~0.2%를 차지하고 있으며 이중 50%는 세포 외액에, 40%는 골격에, 약 10%는 세포내에 존재한다. 생리적 기능으로는 수분평형을 조절하며 산과 염기의 균형을 유지해 주고 정상적인 근육의 자극반응을 조절해준다²²⁾. 나트륨은 칼륨과 함께 알칼리성 금속에 속하며 자연 상태 지하수에 비교적 많은 양이 용해되어 있어 지하수에는 10~100 mg/l 정도가 보통이고, 농업용수는 69 mg/l 이하, 그리고 음용수는 170 mg/l 까지를 적합한 것으로 본다¹⁹⁾.

본 연구의 조사결과에서 지하수 중 나트륨의 평균함유량은 Fig. 12에서와 같이 7.6 mg/l (1.4~93.4 mg/l)이다. 이는 경기북부지역 먹는 샘물의 평균 나트륨 함유량 5.84 mg/l (3.2~8.9 mg/l)보다 약

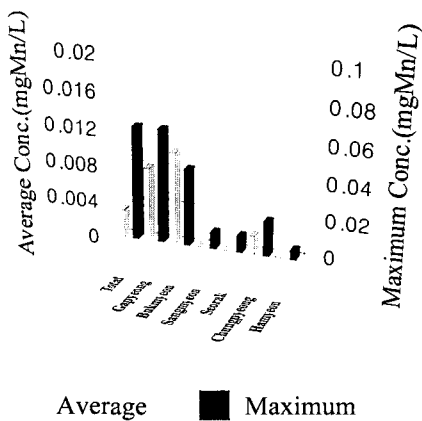


Fig. 10. The average and maximum concentrations of Manganese by regional groups.

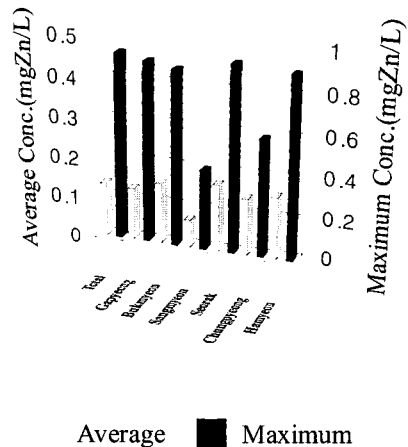


Fig. 11. The average and maximum concentrations of Zinc by regional groups.

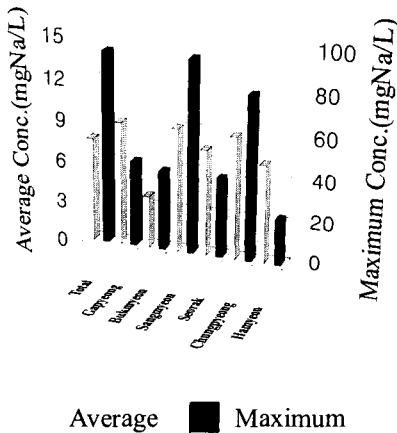


Fig. 12. The average and maximum concentrations of Sodium by regional groups.

간 높은 함유량을 보이고 있다. 나트륨의 국내 수질기준은 없으며, 심미적 영향을 고려하여 설정된 WHO 및 일본의 음용수 기준인 200 mg/l를 초과하는 지역은 없었다.

12. 칼륨(K)

칼륨은 칼슘, 인 다음으로 체내에 많이 들어있는 무기질로 나트륨의 2배 정도가 들어있다. 수분과 전해질 및 산·염기의 균형을 유지해 주며 근육의 수축과 이완작용에 관여하고 당질대사 및 단백질 합성에 관여 한다²¹⁾.

본 조사에서 지하수 중 칼륨의 평균함유량은 Fig. 13에서와 같이 2.31 mg/l (0.30~44.57 mg/l)로 나타나고 있다. 이 결과는 경기북부지역 먹는 샘물의 평균 칼륨 함유량인 0.77 mg/l (0.35~1.21 mg/l)에 비하여 약 3배의 함유량을 보이고 있어 인체가 필요로 하는 필수무기질이 풍부한 것으로 나타났다. 국내에서는 칼륨에 대한 수질기준이 설정되지 않았으나 4개 지점(15%)이 영국 수질기준인 12 mg/l을 초과한 것으로 나타나 향후, 국내 수질기준 설정 시 연구 검토해 볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

IV. 결 론

경기도 가평지역 6개 읍·면 60개리에 대하여 2004년 3월부터 10월까지 시료채취한 지하수 275

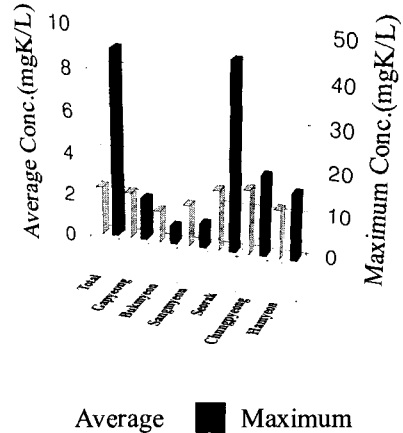


Fig. 13. The average and maximum concentrations of Potassium by regional groups.

건에 대하여 칼슘 등 무기물질 12개 항목에 대하여 함유량을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 무기물질 중 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨, 동, 아연 등 6개 성분은 검출빈도가 각각 70% 이상으로 많은 지하수에서 함유되고 있는 성분으로 나타났으며 인체가 많이 필요로 하는 필수무기질 성분과 일치하였다.
2. 비소, 알루미늄, 철, 망간 등 4개 성분은 시료 중 검출빈도가 미미하여 지하수 중 일부에서 함유되고 있는 것으로 조사되었다.
3. 지역별로 지하수 중 평균 무기질 함유량의 차이는 미미하였으며 조사대상 지하수 시료 중 8개 지점(2.9%)에서 불소성분이 먹는 물 수질기준을 초과하는 것으로 나타났으나 주위에 오염원이 없어 지질에 의한 광물질의 영향을 받은 것으로 판단이 되며 향후, 추가적인 정밀조사를 통하여 지질특성과의 관계를 규명해 볼 필요성이 있다고 사료된다.
4. 물 맛 관련 무기미네랄 성분인 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨에 대한 조사 결과, 칼슘 함유량은 평균 14.80mg/l, 마그네슘 함유량은 평균 3.80 mg/l, 나트륨 함유량은 평균 7.60mg/l, 칼륨 함유량은 평균 2.31mg/l로 조사되어 경기북부 지역의 시판 먹는 샘물에 함유된 양과 비교하여 평균 2배 정도 높은 것으로 나타나 먹는 샘물과

- 비교하여도 전혀 손색이 없는 것으로 나타났다.
5. 칼륨의 경우에는 이번 조사대상의 지하수에서 4 개 지점(1.5%)이 WHO, 미국, 영국 등의 수질기준을 초과한 경우도 있었으며, 향후 국내 먹는 물의 수질기준 설정 시 연구 검토 해 볼 필요가 있을 것으로 사료된다.
 6. 지하수의 수질은 지질 등의 특성에 의하여 결정되는바, 본 조사지역과 같이 인체 필수무기물질이 풍부한 지하수에서는 시공 시 지표수 및 천층 지하수의 유입을 완전히 차단하여 양질의 안정된 수량을 확보할 수 있도록 노력하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1998). 농어촌 생활용 암반지하수의 수질과 분포암석과의 관계 연구(Ⅱ). p. 25.
2. 한국식품공업협회 식품연구소(1998). 광천수의 성분분석 및 규격기준안에 관한 연구(Ⅰ), p. 84, 87-89.
3. 원재희, 유영희 共著 “특수영양학”. 수학사, 1982. p. 17.
4. 서정숙 외 3인 : 최신 고급영양학. 지구문화사, pp. 273-274 (2003).
5. 환경부 (2000). 먹는물 수질공정시험 방법, 환경부고시 제 2000-75호.
6. Andrew D. Eaton, Lenore S. Clesceri and Arnold E. Greenberg (1995). *Standard methods for the Examination of water and wastewater* 19th ed., APHA, NW Washington, DC.
7. Drummond, K. E. : Nutrition for the foodservice professional. Van Nostrand Reingold, p. 78-79, 82 (1989).
8. 전효택(1993). 환경 지구화학과 건강 서울대학교 출판부, p. 80.
9. 이종태 : 먹는샘물원수와 지질과의 연관성. 수자원환경, 제 96호. pp. 36-38.
10. 박석기 외 2인(1998). 해설 먹는 물의 수질관리, 동화기술.
11. Quebec, Ministry of Supply and Services (1979). Guidelines for Canadian drinking water quality.
12. US EPA (1976). Quality criteria for water, Washington, D.C.
13. Brenniman, G.R. ET AL (1979). Cardiovascular disease death rates in communities with elevated water, levels of barium in drinking Environmental research.
14. National Research Council (1977). *Drinking water and health, Washington D.C., National Academy of Sciences.*
15. 서정숙 외 3인 : 최신 고급영양학 지구문화사, pp. 276-294 (2003).
16. 유니케어 의학연구소 : www.unicare.co.kr
17. 서정숙 외 3인 : 최신 고급영양학. 지구문화사, pp. 323-324(2003).
18. Sidorenko, G.I & Itskova, A.I.,(1980). Nickel, Moscow, Medicina.
19. 한국식품공업협회 식품연구소 : 광천 수의 성분분석 및 규격기준안에 관한 연구(Ⅰ), p. 84, 87-99(1988).
20. 조선형, 고종안(1999). 지하수 어떻게 할 것인가, (주)북스힐.
21. 서정숙 외 3인 : 최신 고급영양학. 지구문화사, pp. 314-316(2003).
22. 서정숙 외 3인 : 최신 고급영양학. 지구문화사, pp. 294-300(2003).