

## 충청남도 음용지하수 수질의 특성

김홍락·한운우·박혜숙\*  
충남보건환경연구원·대전대학교 환경공학과·대전보건대학 환경관리과  
(2002년 1월 23일 접수; 2002년 5월 2일 채택)

## The Characteristics of Drinking Groundwater Quality in Chung Cheong Nam Do

Heung-Rag Kim, Woon-Woo Han\* and Hye-Sook Park\*\*

Chung-nam Public Health and Environmental Reseach Institute, Daejeon 300-801, Korea

\*Dept. of Environmental Engineering, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea

\*\*Dept. of Environmental Management, Daejeon Health Science College, Daejeon 300-711, Korea

(Manuscript received 23 January, 2002; accepted 2 May, 2002)

The characteristics of drinking groundwater quality at Chung Cheong Nam Do was analyzed by investigating the 3,086 groundwater data which were carried out the water quality inspection from Jan. 1998 to Dec. 1998. It was found that all the mean concentration of items was not over the drinking water quality standard except Zn at Yeongee area. The highest mean concentration of nitrate was 8.2 mg/l at Hongsung area. And the mean concentrations of nitrate and ammonium at Sucheon, Yesan, Yeongee were relatively higher. It was considered that the groundwater of that area was contaminated by breeding livestock as farm pollutants. The mean concentrations of chloride, hardness and evaporation residual at coastal regions were higher than inland regions. Especially the mean concentration of chloride was 2.5 times higher. It was considered that the groundwater at coastal regions was affected by seawater. It was found that the correlation between Fe and Mn was relatively high( $r=0.776$ ) and the correlation between hardness and evaporation residual was very high( $r=0.983$ ). The rainfall series and detection rate of E-coli had the hydrologic persistence. The correlation between the detection rate and rainfall series over 150 mm was very high ( $r=0.9146$ ). Therefore it is surely required to control the groundwater sanitation in the rainy season.

Key word : drinking groundwater, correlation, detection rate, hydrologic persistence

### 1. 서론

용수수요의 급증에 따라 수자원 확보를 위한 수자원의 개발은 거의 한계에 도달하여 심각한 용수 부족 현상이 예상되는 가운데 대체 수자원인 지하수의 개발과 이용이 더욱 가속화 될 전망이다.

지하수는 지하의 지층이나 암석사이의 빈틈을 채우고 있는 물로서 지표수와 비교하면 오염에 대해 비교적 안정된 상태이며 재충전 될 수 있는 자원이므로 이를 잘 관리 운영한다면 영원히 사용 가능한

재생 자원이라 할 수 있다.

우리나라는 1970년대 이후 본격적으로 지하수가 개발되기 시작하였는데 비과학적인 우물설계, 무분별한 개발과 과다 채수 등으로 대수층의 기능저하와 지반침하, 폐공에 대한 관리 소홀로 인한 지하수의 오염 등의 피해를 초래하고 있다. 또한 각종 쓰레기나 유해산업폐기물 매립장에서 누출된 침출수와 정화조 및 노후된 하·폐수관을 통해 배출된 각종 오염물질, 농경지에서 사용한 비료, 농약, 축산폐수 및 공업단지에서 무단 배출된 각종 유해물질 등에 의해 지하수가 급속도로 오염되어 가고 있는 실정이다.

지하수 오염은 지표수와는 달리 오염의 실태를 파악하기 어려울 뿐만 아니라 오염된 지하수는 그

Corresponding Author : Heung-Rag Kim, Chung-nam Public Health and Environmental Reseach Institute, Daejeon 300-801, Korea  
Phone : +82-42-632-9367  
E-mail : khl33@lycos.co.kr

흐름 특성상 오염물질이 반영구적으로 대수층에 남아 있게 되어 이를 원상복구 시키려면 막대한 비용과 장구한 시간이 소요된다. 따라서 한번 오염된 지하수의 정화는 거의 불가능하며 이를 회복시킬 수 있는 경제적인 방법이 거의 없는 실정으므로 지하수원을 사전에 보호하고 지하수의 개발과 이용에 대한 철저한 관리를 필요로 하게 된다.

정부는 이러한 문제점을 인식하여 지하수의 효율적인 개발, 보전, 관리를 위해 1993년 지하수법을 제정하였고, 지하수 수질기준 등을 정한 지하수 수질보전 등에 관한 규칙을 1994년에 제정, 공포하여 시행하고 있으나 지하수의 부존특성, 오염상황 등에 대한 정밀조사는 물론 지하수 이용과 개발·보전 등 지하수의 관리가 원활하지 못한 상황에서 지하수 수질은 나날이 악화되고 있다. 전국의 수많은 약수터에 대한 수질 조사결과 상당수의 약수터가 수질기준을 초과하였고, 특히 서울의 9,930개 지하관정 중 88.5%가 음용에 부적합한 것으로 보고된 바 있다.

그러므로 한정된 자원인 지하수의 효율적 이용과 주민의 건강 및 보건차원에서도 지하수의 수질에 대한 관리 및 연구가 절실하게 필요하다. 지하수에 관련된 연구는 지하수의 이용현황과 실태, 수질조사 등 지하수의 수질과 관리에 대한 연구가 최근 많이 진행되고 있으나 충남지역의 지하수 수질특성에 대한 조사연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구는 충남지역에서 개발되는 지하수 중 음용으로 이용되고 있는 지하수를 대상으로 이들 지역의 수질검사자료를 토대로 수질항목별 지역

적 특성, 수질항목간 상관성, 강우와의 상관성 등을 조사, 분석하여 지역 주민들에게 지하수에 대한 인식을 제고시키고 안전급수에 대한 정보를 제공하는 한편, 효율적인 지하수 개발 및 이용, 향후 지하수 보전 및 관리대책에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 기본환경

충남지역의 대부분은 금강권에 속하며, 동부 일부가 남한강권에 속한다. 금강유역의 상류지역에는 옥천대의 변성퇴적암류가 분포하며, 중류지역에는 쥐라기의 화강암류가 분포하나, 공주시 부근에는 백악기의 퇴적암이 분포되어 있다. 강경읍을 지나 금강하류에는 선캠브리아기의 편마암 및 편암류들이 분포한다. 금강과 그 지류 외에 서부 태안반도에는 무한천, 삽교천 등이 아산만으로 직접 흘러든다.

1998년도 충남지역의 강수량은 1,681 mm로서 우리나라 연 평균 강수량 1,274 mm보다 많아 비교적 물이 풍부한 지역이다.

### 2.1. 지하수 이용현황

충남지역에서는 총 205,974개소에서 연간 514,671천 톤의 지하수를 이용하고 Table 1에 나타난 바와 같이 주 용도는 생활용수로서 118,671 개소에서 연간 204,145천 톤을 사용하며 전체 개소수의 57.6 %, 전체 이용량의 39.7 %를 차지하고 있다. 단위면적당 지하수 이용량은 연간 41.6천 톤으로서 전국 평균의 1.44 배(Table 2)에 달하고 있어 충남지역의 지하수 이용율은 타 시도에 비해 매우 높다고 할 수 있다.

Table 1. Use quantity of groundwater in Chung-Nam (unit:1000m<sup>3</sup>/year)

	Total		Living water		Industrial water		Agricultural water		Others	
	No	Quantity	No	Quantity	No	Quantity	No	Quantity	No	Quantity
Total	205,974	514,671	118,671	204,145	992	19,710	86,125	269,763	186	21,053
Cheonan	15,034	40,349	7,210	16,075	180	2,761	7,625	19,643	19	1,870
Gongju	18,103	43,137	11,634	29,361	76	651	6,373	8,706	20	4,419
Boryeong	6,475	17,059	1,370	2,716	28	326	5,077	14,017	0	0
Asan	4,761	75,271	799	30,140	132	3,691	3,758	34,430	72	7,010
Seosan	22,326	58,086	12,268	15,947	22	851	10,036	41,288	0	0
Nonsan	25,459	32,677	17,703	14,003	165	1,059	7,585	17,614	6	1
Kumsan	10,389	20,581	6,298	9,811	71	1,157	4,015	9,520	5	93
Yeongi	4,948	45,374	342	11,808	64	4,825	4,537	27,971	5	770
Buyeo	20,950	27,831	14,219	7,555	54	738	6,677	19,538	0	0
Seocheon	13,790	28,286	8,146	5,603	54	581	5,590	22,102	0	0
Cheongyang	6,744	10,514	2,749	2,709	15	449	3,977	7,356	3	0
Hongseong	20,585	18,400	11,496	9,031	46	204	9,040	9,037	3	128
Yesan	11,038	50,826	7,527	29,669	40	1,395	3,426	13,072	45	6,690
Taeon	9,874	30,965	4,457	10,665	5	429	5,409	19,865	3	6
Dangjin	15,498	15,304	12,453	9,053	40	594	3,000	5,604	5	53

## 충청남도 음용지하수 수질의 특성

### 2.2. 오염원 현황

충남지역의 오염원은 Table 3과 같이 면적은 8,590.2 Km<sup>2</sup> 이고 인구는 1,903,171 명이며 경지면적은 263,369 ha로 서산시가 28,786 ha으로 제일 넓고, 가축·가금 사육량은 홍성군이 가장 많다.

대부분의 농가들은 경작을 하면서 생산성 향상을 위해 농약, 비료, 가축의 분뇨 등을 사용하고 있는데 이들 주성분은 주로 질소화합물, 인산염, 박테리아, 염화물, 중금속 등을 포함하고 있어 지하수 오염의 주요한 비점오염원이라고 할 수 있다.

또한 쓰레기 배출량은 1,739 톤/일이며 처리현황은 매립 1,243 톤/일(71%), 재활용 326 톤/일(19%), 소각 170 톤/일(10%)으로 주로 매립에 의존하고 있다. 폐수배출업소는 전체 2,086 개소로 천안시 443, 아산시 234, 논산시 212 개소의 순이며 석유류 판매업소는 전체 1,247 개소로서 천안시 206, 아산시 143, 논산시 103 개소의 순으로 분포하고 있다.

오염원 조사결과 인구밀도를 고려할 때는 인구밀도가 가장 높은 천안시가 오염발생량이 가장 많을 것으로 판단되며, 농업 오염원을 고려할 때는 가

축·가금 사육이 가장 많은 홍성군이 질소화합물이 다량 함유하고 있는 축산 폐수에 의한 지하수오염이 높을 가능성이 크고, 경지면적이 제일 넓은 서산시가 비점오염원 발생량이 많을 것으로 판단된다. 한편 천안시와 아산시 등은 공장이 밀집되어 있어 공장폐수에 의한 지하수가 오염될 가능성이 많다고 할 수 있다.

### 3. 수질조사 및 방법

본 연구에서 조사된 수질자료는 충남지역 주민들이 음용 지하수로 개발·이용되고 있는 지하수 중 1998년 1월부터 12월말까지 충청남도보건환경연구원에 먹는물수질검사를 의뢰한 음용지하수로서 먹는물수질기준 전 항목에 대해 검사가 실시된 총 3,086건의 지하수 수질자료이다.

수질검사는 미생물 2개 항목, 건강상 유해영향 무기물질 10개 항목, 건강상 유해영향 유기물질 16개 항목, 심미적 영향물질 16개 항목 등 44 항목을 조사하였으며 검사방법은 먹는물 수질검사방법(환경부, 1997)에 준하여 검사하였다.

Table 2. Use quantity on groundwater per unit area (unit:1000 m<sup>3</sup>/year · km<sup>2</sup>)

	Mean	Seoul	Busan	Daegu	Incheon	Gwangju	Daejeon	Gyeonggi	Kangwon	Chungbuk	Chungnam	Jeonbuk	Jeonnam	Gyeongbuk	Gyeongnam	Jeju
Use Quantity	28.9	78.1	89.1	48.2	18.8	77.0	66.4	31.0	6.1	38.6	41.6	45.4	36.6	15.8	25.8	90.4

Table 3. Population, cultivation area and number of head on the poultry, domestic animals in Chung-Nam (1997)

	Population (persons)	Cultivation Area(ha)	Beef cattle (head)	Cow(head)	Pork(head)	Fowls(head)
Total	1,903,171	263,369	353,919	95,691	1,310,258	16,621,688
Cheonan	372,392	17,627	11,571	17,226	101,529	1,828,510
Gongju	137,877	17,094	40,839	5,767	72,750	1,136,753
Boryeong	121,917	14,202	23,287	5,023	109,148	1,203,963
Asan	176,781	20,391	12,098	12,039	86,987	1,472,283
Seosan	146,785	28,786	36,099	5,454	51,519	481,032
Nonsan	169,486	21,718	19,914	4,419	125,736	1,253,160
Kumsan	70,253	9,318	9,311	2,129	19,944	255,428
Yeongi	80,628	9,195	15,520	3,675	51,753	1,058,435
Buyeo	98,290	19,508	24,326	2,871	47,857	2,116,668
Seocheon	81,111	13,969	9,523	1,936	16,466	526,465
Cheongyang	43,456	10,859	24,807	1,212	38,316	741,564
Hongseong	99,264	16,605	53,497	5,775	304,535	1,150,340
Yesan	106,478	20,234	29,708	13,185	87,358	714,661
Taeon	70,085	16,422	12,414	4,155	8,561	219,578
Dangjin	125,386	27,441	31,005	10,825	187,799	2,462,848

4. 결과 및 고찰

4.1. 주요 수질특성

본 연구에서 조사된 충남지역 음용지하수 수질 자료는 Table 4와 같으며 주요 항목별 수질특성은 다음과 같다.

질산성질소 농도는 ND ~ 92.3 mg/l로 나타났으며 가장 높은 농도를 나타낸 곳은 예산군 예산읍으로서 92.3 mg/l 이었다. 지역별 평균농도를 살펴보면 Fig.1과 같이 홍성군이 8.2 mg/l로 가장 높았고 서천군 7.4 mg/l, 예산군 6.7 mg/l 등의 순이었으며 청양군과 보령시는 각각 2.7 mg/l, 2.3 mg/l로서 타 지역에 비해 비교적 낮은 농도를 나타냈다. 충남 지역 전체의 질산성질소 평균농도는 4.7 mg/l로 먹

는물 수질기준 10 mg/l의 약 50% 수준이었다.

홍성군, 예산군이 타 지역에 비해 NO<sub>3</sub>-N농도가 높은 것은 농업오염원인 경지면적, 가축사육수 등이 다른 지역 보다 많기 때문에 이로부터 유출되는 비점오염원에 의하여 지하수 오염이 발생되고 있는 것으로 판단된다.

불소는 지하수에 소량 존재하고 지각에는 약 0.3 g/kg 정도를 함유하고 있으며 주로 지질의 암석이 형광석, 빙정석, 인회석 등으로 구성된 지질 지역의 지하수에서 높게 검출된다. 불소 농도는 ND ~ 13.2 mg/l로 조사되었고 가장 높게 나타난 곳은 보령시 주산면으로서 13.2 mg/l로 나타났다. Fig. 2에서와 같이 지역별 평균농도는 보령군, 아산군, 논산시, 금

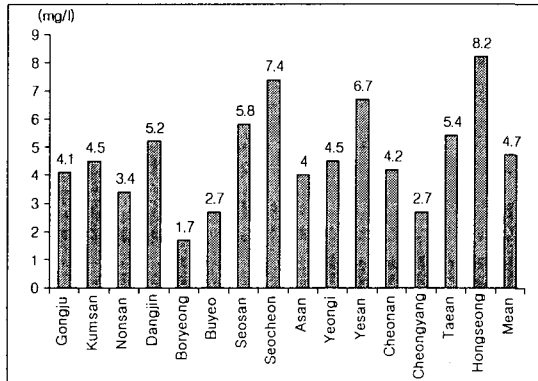


Fig. 1. Distribution of NO<sub>3</sub>-N concentration.

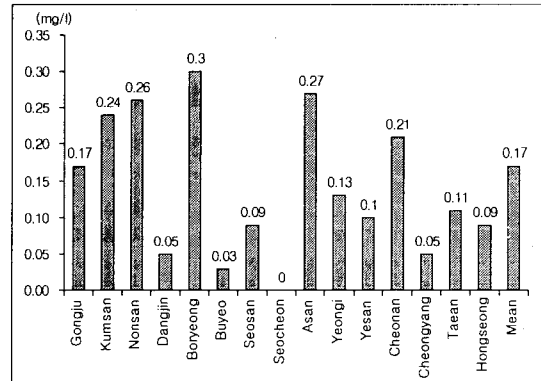


Fig. 2. Distribution of fluoride ion concentration.

Table 4. The concentration of principal items (mg/l)

Item	F	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Hardness	Cu	pH	Zn	Cl <sup>-</sup>	Evaporati on residual	Fe	Mn	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Standard	1.5	0.5	10	300	1.0	5.8-8.5	1.0	150	500	0.3	0.3	200
Detection range	ND - 13.2	ND - 4.56	ND - 92.3	ND - 950	ND - 30.03	5.0 - 10.7	ND - 59.4	ND - 1648	18 - 2452	ND - 5.01	ND - 11.6	ND - 1756
mean	0.17	0.236	4.7	93	0.035	6.9	0.228	28	179	0.15	0.11	18
Gongju	0.17	0.004	4.1	87	0.011	6.9	0.067	21	169	0.01	0.008	17
Kumsan	0.24	0.001	4.5	99	0.008	7.1	0.099	14	177	0.03	0.025	42
Nonsan	0.26	0.005	3.4	69	0.019	6.9	0.13	14	132	0.03	0.018	14
Dangjin	0.05	0.003	5.2	118	0.032	7.0	0.095	56	233	0.02	0.02	15
Boryeong	0.3	0.003	1.7	91	0.025	7.2	0.132	38	188	0.02	0.004	19
Buyeo	0.03	0.116	2.7	64	0.004	6.9	0.100	18	127	0.05	0.048	10
Seosan	0.09	0.009	5.8	93	0.012	6.9	0.117	41	193	0.02	0.010	11
Seocheon	0.00	0.173	7.4	165	0.015	6.8	0.104	60	303	0.20	0.175	14
Asan	0.27	0.002	4.0	99	0.017	7.1	0.177	25	189	0.03	0.017	18
Yeongi	0.13	0.130	4.5	108	0.035	7.0	1.466	27	196	0.06	0.151	19
Yesan	0.10	0.003	6.7	90	0.027	6.9	0.168	20	172	0.04	0.024	14
Cheonan	0.21	0.002	4.2	84	0.082	6.9	0.145	20	164	0.02	0.012	17
Cheongyang	0.05	0.001	2.7	78	0.005	7.1	0.063	18	151	0.04	0.017	12
Taean	0.11	0.001	5.4	108	0.021	6.9	0.188	41	207	0.03	0.008	13
Hongseong	0.09	0.021	8.2	111	0.038	6.7	0.104	44	223	0.02	0.098	19

### 충청남도 음용지하수 수질의 특성

산균이 각각 0.3 mg/l, 0.27 mg/l, 0.26 mg/l, 0.24 mg/l 의 순으로 나타났으며 이외 지역은 전체 평균 농도 보다 낮게 나타났다. 충남지역 전체 불소의 평균농도는 0.17 mg/l로서 먹는물수질기준 1.5 mg/l의 약 1/8 수준이었다.

염소이온 농도는 ND ~ 1,648 mg/l이었으며 당진군 석문면이 1,648 mg/l로 가장 높게 나타났다. Fig. 3과 같이 지역별 평균농도는 해안지역인 서천군, 당진군, 홍성군 등이 각각 60 mg/l, 56 mg/l 44 mg/l로 나타났으며 내륙지역인 청양군 18 mg/l, 논산시 14 mg/l, 금산군 14 mg/l의 순으로 나타났다. 따라서 해안지역이 내륙지역 보다 높은 경향을 보였는데 이는 농업오염원 보다 해수의 지하 유입에 의한 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 전체 평균농도는 28 mg/l로 먹는물수질기준 150 mg/l의 1/5 수준이었다.

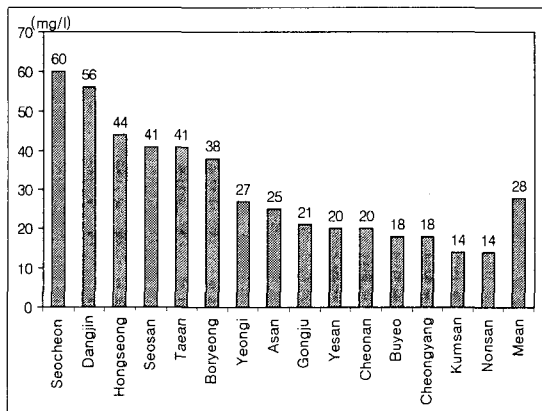


Fig. 3. Distribution of chloride ion concentration

암모니아성질소 농도는 ND ~ 4.56 mg/l로 조사되었고 가장 높게 나타난 곳은 연기군 남면으로서 4.56 mg/l 이었다. 지역별 평균농도는 서천군 0.173 mg/l로 가장 높았고 연기군 0.13 mg/l, 부여군 0.116 mg/l 등이 타 지역에 비해 높은 농도를 나타내었다. 충남지역 전체 암모니아성질소의 평균농도는 0.016 mg/l로서 먹는물 수질기준 0.5 mg/l의 약 1/30 수준이었다. 지역에 따른 편차는 있으나 일정지역에서 자연상태의 수준을 초과하는 것은 분변에 의한 오염이 이루어진 것으로 판단할 수 있다.

경도 농도는 6 ~ 950 mg/l로 조사되었으며 가장 높게 나타난 곳은 금산군 추부면에서 950 mg/l이었다. 지역별 평균농도는 서천군 165 mg/l, 당진군 118 mg/l, 홍성군 111 mg/l, 태안군 108 mg/l 등의 순으로 나타났으며 부여군이 64 mg/l로 가장 낮게

나타났다. 충청남도 전체 평균농도는 94 mg/l로 먹는물수질기준 300 mg/l의 약 1/3 수준이었다.

중발잔류물 농도는 18 ~ 2,452 mg/l로 조사되었으며 가장 높게 나타난 곳은 보령시 남포면으로 2,452 mg/l이었다. 지역별 평균농도는 서천군이 303 mg/l로 가장 높고 당진군 233 mg/l, 홍성군 223 mg/l, 태안군 202 mg/l, 서산시 193 mg/l 등의 순으로 나타났으며 논산시 132 mg/l, 부여군 127 mg/l로 낮은 값을 나타내었다. 전체 평균농도는 183 mg/l로 먹는물수질기준 500 mg/l의 약 1/3 수준이었다.

철의 농도는 ND ~ 5.01 mg/l로 조사되었으며 가장 높게 나타난 곳은 서천군 비인면에서 5.01 mg/l이었다. 지역별 평균농도는 서천군이 0.2 mg/l로 가장 높았고 타 지역은 전체 평균치 보다 낮은 농도로 지역별 특이성은 없었다. 전체 평균농도는 0.03 mg/l로 먹는물수질기준 0.3 mg/l의 1/10 수준이었다.

동의 농도는 ND ~ 30.03 mg/l로 조사되었으며 가장 높게 나타난 곳은 천안시 성환읍으로서 30.03 mg/l 이었다. 지역별 평균농도는 천안시가 0.08 mg/l로 가장 높았고 타 지역은 전체 평균값 보다 낮게 나타났다. 전체 평균농도는 0.035 mg/l로 먹는물수질기준 1.0 mg/l의 1/30 수준이었다.

망간의 농도는 ND ~ 11.6 mg/l로 조사되었으며 가장 높게 나타난 곳은 연기군 남면에서 11.6 mg/l이었다. 지역별 평균농도는 서천군이 0.175 mg/l로 가장 높았고 연기군 0.151 mg/l, 홍성군 0.098 mg/l 순이었으며 타 지역은 전체 평균값 보다 낮았고 지역별로 큰 차이는 없었다. 전체 평균농도는 0.032 mg/l로 먹는물수질기준 0.3 mg/l의 1/10 수준이었다.

아연의 농도는 ND ~ 59.4 mg/l로 조사되었으며 연기군 남면에서 59.4 mg/l로 가장 높게 나타났다. 지역별 평균농도 또한 연기군이 1.466 mg/l로 가장 높게 나타나 먹는물 수질기준을 초과하므로 이 지역에 대한 각별한 대책이 요구된다. 타 지역은 전체 평균값의 수준 보다 낮았고 지역별로 별다른 특이사항은 나타나지 않았다. 전체 평균농도는 0.228 mg/l로 먹는물수질기준 1.0 mg/l의 약 1/4 수준이었다.

pH는 지역별로 편차 없이 6.7 ~ 7.2 정도 나타나고 있으며 충청남도 지하수의 pH는 평균 6.9로서 지역별 특이성은 없었다

황산이온 농도는 ND ~ 1,756 mg/l로 조사되었으며 금산군 추부면이 1,756 mg/l로 가장 높게 나타났다. 지역별 평균농도 또한 금산군이 42 mg/l로 가장 높게 나타났으며 다른 지역은 평균농도와 비슷한 수준이었다. 충청남도 전체 황산이온의 평균농도

는 17 mg/l로 먹는물수질기준 200 mg/l의 약1/10 수준이었다.

전술한 바와 같이 충남지역 지하수의 수질성분별 평균농도는 현행 먹는물수질기준을 초과하지는 않으나 연기군에서 아연의 평균농도가 먹는물수질기준을 초과하여 이 지역에 대한 대책이 요구된다.

지역별로는 홍성군, 서천군, 예산군, 연기군 등에서 질산성질소와 암모니아성질소가 높게 검출되고 있는데 이는 축산 등 농업오염원에 의한 지하수 오염이 발생되고 있는 것으로 판단되며, 염소이온, 경도, 증발잔류물 등은 당진군, 서천군, 홍성군, 태안군 등 해안지역이 내륙지역 보다 높은 경향을 보여 해수의 지하수 유입이 이루어지고 있는 것으로 판단된다.

조사항목 중 휘발성유기물질 등은 일부 몇몇 지점에서 검출되는 곳은 있으나 수질성분별 지역적 특이점을 나타내기에는 미미한 수준이었으며, 유해중금속류인 납, 비소, 카드뮴, 시안, 수은, 6가크롬과 농약류는 검출되지 않았다.

4.2. 상관성 분석

지하수는 물 순환의 한 과정으로서 지하수 수질은 수문인자의 영향을 받는다. 본 연구에서는 강우와 지하수 수질간의 상관성, 수질항목간의 상관성을 파악하였다.

4.2.1. 수질항목간 상관성 분석

대상자료들의 수질항목간 상관관계를 분석한 결과, 경도와 증발잔류물 관계는 Fig.4에 나타난 바와 같이 상관계수가 r=0.98로서 매우 높은 상관관계를 나타내었다.

철과 망간의 상관성은 상관계수 r=0.7706로서 비교적 높은 상관성을 나타내고 있으나 그 외 다른 수질항목간에는 상관성이 없는 것으로 나타났다.

4.2.2. 수질과 강우량간의 상관성 분석

지하수 수질과 강우량간의 상관성을 파악하기 위하여 월평균강우량 과 수질 항목별 평균농도에 대한 수문학적 지속성과 상관성을 분석한 결과, 지하수 각 성분별 월 평균농도는 수문학적 지속성이 없는 것으로 나타났으나 월별 평균강우량과 대장균의

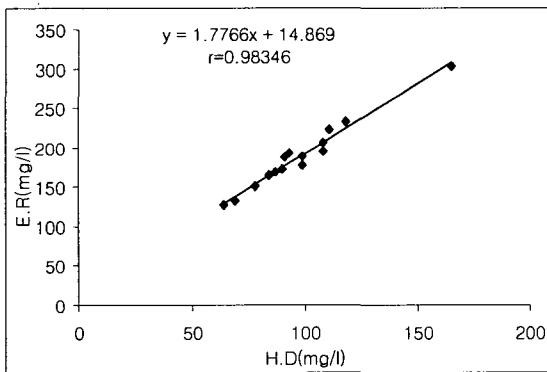


Fig. 4. Correlation between evaporation residual and hardness.

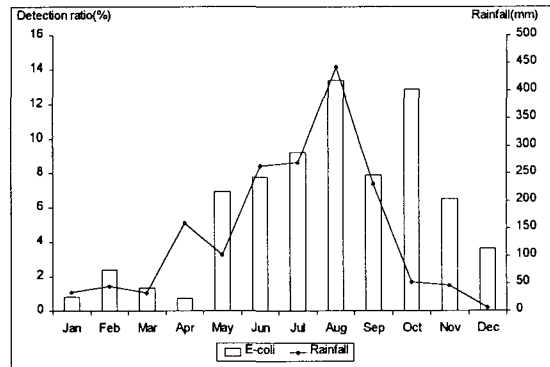


Fig. 5. Time series of rainfall and E-coli detection ratio.

Table 5. The correlation between rainfall and detection ratio of E-coli · bacteria

	Rainfall and detection ratio of E-coli	Rainfall and detection ratio of bacteria	Rainfall and detection ratio of E-coli · bacteria
Equation of correlation	$y = 0.0198x + 3.351$	$y = 0.0198x + 3.351$	$y = 0.0198x + 3.351$
Coefficient of correlation	0.6037	0.2820	0.5161

Table 6. The correlation between rainfall over 100 mm, 150 mm and detection ratio of E-coli

	Rainfall over 100 mm and detection ratio of E-coli	Rainfall over 150 mm and detection ratio of E-coli
Equation of correlation	$y = 0.0198x + 3.351$	$y = 0.0198x + 3.351$
Coefficient of correlation	0.7819	0.9146

검출을 계열은 수문학적 지속성이 있는 것으로 나타났다. Fig. 5는 평균강우량과 대장균 검출율의 월별 변화를 나타낸 것이다.

대장균 검출율과 월평균강우량과의 상관성은 Table 5에 나타낸 바와 같이 상관계수가 0.6037로서 상관성이 있는 것으로 나타났으나 일반세균과 월평균강우량과의 상관성은 상관계수가 0.2820으로서 그리 높지 않은 것으로 나타났는데 이러한 이유는 두 인자간의 낮은 상관관계라기 보다는 월 검사 횟수에 따른 검출율의 변동폭 변화 때문인 것으로 추정된다. 한편 대장균과 일반세균의 검출율과 월평균강우량 간의 상관계수는 0.5161로 나타났다.

대장균과 강우량간에 상관성이 있는 것으로 파악 되었으므로 본 연구에서는 강우량의 크기에 따른 상관관계를 분석하고자 강우량 100 mm, 150 mm 이상에 대하여 상관관계를 분석하였다. Table 6에 나타낸 바와 같이 강우량 100 mm, 150 mm 이상에 대한 대장균의 검출율과 강우량과의 상관계수는 각각 0.7819, 0.9146으로 비교적 높은 상관성을 나타내고 있다.

따라서 계절적으로 강우량이 많은 시기에는 지하수를 이용할 때 대장균에 대한 주의가 요구되며 여름철 우기 시에는 지하수 수질검사 횟수를 늘려 수질사고를 미연에 방지하고 주민의 위생에 만전을 기하여야 할 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

본 연구는 충청남도의 음용지하수 수질특성을 연구하기 위하여 1998년 1월부터 12월말까지 수질검사자료를 분석한 결과 다음과 같다.

- 1) 충남지역 지하수의 수질성분별 평균농도는 먹는물 수질기준을 초과하지는 않으나 연기군에서 아연의 평균농도가 먹는물 수질기준을 초과하는 것으로 나타났다.
- 2) 홍성군에서 질산성질소 평균농도가 8.2 mg/l로 가장 높은 농도를 나타내는 등 홍성군, 서천군, 예산군, 연기군 등에서 질산성질소와 암모니아성질소가 높게 검출되고 있는데 이는 축산 등 농업오염원에 의한 지하수 오염이 발

생되고 있는 것으로 판단된다.

- 3) 염소이온, 경도와 증발잔류물 등은 당진군, 서천군, 홍성군, 태안군 등 해안지역이 내륙지역보다 높은 경향을 나타내었다.
- 4) 염소이온의 평균농도는 28 mg/l이었으며 해안지역인 서천군, 당진군, 홍성군 등이 청양군, 논산시, 금산군 등의 내륙지역 보다 2.5배 정도 높은농도를 보이는 것은 해수의 지하 유입에 의한 영향으로 판단된다.
- 5) 철과 망간은 비교적 높은 상관성(상관계수  $r=0.7706$ )을 보였고, 경도와 증발잔류물 간에는 매우 높은 상관성( $r=0.98346$ )이 있는 것으로 나타났다. 높은 상관성( $r=0.98346$ )이 있는 것으로 나타났다. 높은 상관성( $r=0.98346$ )이 있는 것으로 나타났다.6. 강우량계열과 대장균 검출율은 수문학적 지속성이 있었으며 대장균 검출율과 150 mm 이상의 강우량계열의 상관성은 상관계수 0.9146으로 매우 높은 상관성이 있어 우기 시에 지하수의 위생관리에 만전을 기해야 할 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 건설교통부, 1998, 지하수 조사연보, 33-107pp.
- 2) 과학기술처, 1996, 대전 지질도폭 설명서, 12-14pp.
- 3) 과학기술처, 1997, 지하수 오염방지 및 음용화 기술연구, 220pp.
- 4) 김영규, 1992, 일부 농촌지역 간이상수도의 운영실태와 수질에 관한 조사연구, 환경위생학회지, 18(2), 39-51pp.
- 5) 보건사회부, 1990, 음용수 수질관리 지침서, 267pp.
- 6) 자원연구소, 1997, 서울지역 지하수 오염방지 및 음용화 기술, 수자원환경, 98, 22-29pp.
- 7) 최신석 외, 1988, 금강유역 수질오염 실태조사, 충남대학교, 6(1), 1988, 1-16pp.
- 8) 충청남도, 1998, 1998 도정 주요 통계, 57-324pp.
- 9) 한국수자원공사, 1996, 지하수 관측자료 활용방안 연구, 22pp.
- 10) 환경부, 1997, 먹는물 수질공정시험방법, 2-81pp.