

PD4 경산시 지하수의 오염특성

송성숙 · 박병윤*

대구가톨릭대학교 환경과학전공

1. 서 론

지하수는 한번 오염되면 정화하기가 거의 불가능하며, 또한 지하수를 정화하기 위해서는 엄청난 돈과 노력이 필요하므로 지하수가 오염된 경우에는 대부분 방치하므로 지하수 오염의 심각성은 매년 심해지고 있다. 이미 많은 지역에서 지하수를 더 이상 안전하게 사용할 수 없게 되었다.

현재까지 지하수 수질오염에 관한 연구는 지질학적 측면과 음용수로서의 적합성에 중점을 둔 연구들이 대부분이었다. 김 등(1998)과 양(1996) 및 천(1998)은 각각 경상남도 지역, 마산·창원 지역, 대구 지역에서 지하수의 수질특성을 조사하였으며, 김 등(1995)은 강원도에서 음용되는 지하수의 수질특성에 관한 조사 연구를 하였다. 하(1987)는 지역적 특성에 따른 지하수 수질오염과 비교에 관한 연구에서 지역특성에 따른 오염도를 보았다. 이러한 연구들의 조사결과에 따르면 조사지역의 지하수가 점차 오염되어 가고 있고 현재도 많이 오염된 상태이며, 특히 인구가 밀집되고 공장이 많은 지역에서 더욱 오염이 심각해지고 있어 지리적 요인에서 오는 오염뿐만 아니라 인위적 오염이 큰 원인으로 작용하고 있음이 밝혀졌다.

본 연구의 대상지역인 경산시는 1995년 시·군 통합 이후 대도시로 급격히 성장하면서 주택과 공단 지역이 크게 확장되었다. 이 결과 생활하수와 공단폐수에 의한 환경오염 문제가 심각하게 대두되었고, 이에 따른 지하수 수질도 크게 악화되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 경산시 지하수의 오염특성을 파악하고, 효율적인 지하수 관리에 필요한 자료를 얻고자, 경산시 지역의 지하수를 대상으로 pH, DO, COD, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, T-N, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 및 Cl^- 을 조사·분석하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 2000년 9월, 경산시 지역의 5개 지역을 선정하여 주거지역으로 경산시내와 하양시내, 농업지역으로 하양외곽과 와촌면, 공업지역으로 진량면 소재 진량공단을 대상으로 하여 총 42개 지점을 선정하여 지하수를 채취하여 pH, DO, COD, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$, T-N, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 및 Cl^- 을 먹는물 수질공정시험방법(환경부, 1997)과 수질오염공정시험방법(동화기술, 1992)에 준하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 지하수의 오염특성

경산시 지역의 지하수에 대하여 오염특성을 조사한 결과는 Table 1과 같았다.

pH는 5.2~8.3의 범위로서 각 지점별 차이는 조금 있었으나 음용수 수질기준인 5.8~8.5를 크게 벗어나지는 않았으며, COD 역시 지점별 차이는 있었으나 0~1.6 mg/ℓ의 범위로 지하수 수질환경기준(생활용수)에는 모두 적합한 것으로 나타났다. NH₄⁺-N은 0~6.30 mg/ℓ의 범위로 나타났으며, 특히 전체 채수 지역 중에서 86% 정도가 기준치를 초과하는 것으로 나타나 상당 지역이 분뇨, 하수, 폐수, 비료 등으로 오염되고 있을 것으로 생각된다.

Cl⁻의 평균농도는 32.72±27.11 mg/ℓ로 음용수 수질기준인 150 mg/ℓ 보다는 매우 낮게 나타났으나, Cl⁻의 오염이 가정하수, 분뇨오수 등의 인위적 오염원에 의해 오염되므로 지하수 속에서 검출된 Cl⁻은 매우 중요한 의미를 갖는다.

Table 1. The pollution characteristics of groundwaters in Gyeongsan city(n=42)
(unit : mg/ℓ)

Pollution indicators	Range	Mean value ±S.D	Standard
pH	5.2~8.3	6.9±0.7 (3)	5.8~8.5
DO	3.3~11.1	7.9±2.1	
COD	0.0~1.6	0.4±0.5	
NH ₄ ⁺ -N	0.00~6.30	2.44±1.84 (36)	0.5
NO ₂ ⁻ -N	0.00~1.26	0.94±0.31	
NO ₃ ⁻ -N	0.00~7.67	2.73±1.85	10
T-N	1.48~11.00	6.06±2.52	
PO ₄ ³⁻ -P	0.78~1.15	0.82±0.06	
Cl ⁻	3.55~102.82	32.72±27.11	150

()의 숫자는 조사 시료건수 42건중 음용수 수질기준을 초과하는 시료수임.

3.2. 깊이별 지하수의 오염특성

Table 2는 지하수의 깊이에 따른 오염특성을 분석한 결과이다.

pH는 평균농도가 6.9로서 깊이별 차이가 없었으며, DO는 150m이하에서는 7.9 mg/ℓ, 150m이상에서는 8.1 mg/ℓ로서 역시 깊이별로 큰 차이를 나타내지 않았다. COD, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, NO₂⁻-N, T-N도 지표면에 가까운 150m이하 지하수에서 비교적 높게 나타났으며, PO₄³⁻-P은 깊이별 차이를 나타내지 않았다. Cl⁻은 150m 이상인 지하수에서 높게 나타났다.

Table 2. Mean values of groundwater pollution indicators with vertical depth

(unit : mg/ℓ)

Pollution indicators	Mean value±S.D	
	<150m n=30	150~300m n=12
pH	6.9±0.7	6.9±0.6
DO	7.9±2.0	8.1±2.4
COD	0.5±0.5	0.3±0.3
NH ₄ ⁺ -N	2.71±1.74	1.79±1.98
NO ₂ ⁻ -N	0.98±0.27	0.86±0.40
NO ₃ ⁻ -N	2.97±2.09	2.12±0.85
T-N	6.58±2.33	4.77±2.62
PO ₄ ³⁻ -P	0.82±0.03	0.83±0.10
Cl ⁻	29.31±23.58	41.24±34.10

3.3. 토지 이용별 지하수질 특성

Table 3. Mean values of groundwater pollution indicators with land use of Gyeongsan city

(unit : mg/ℓ)

Pollution indicators	Mean value±S.D		
	Industry n=4	Commerce and Residence n=18	Agriculture n=20
pH	7.4±0.2	6.9±0.6	6.7±0.8
DO	5.1±1.0	7.9±2.3	8.5±1.7
COD	0.6±0.3	0.3±0.4	0.5±0.6
NH ₄ ⁺ -N	1.20±0.15	4.22±1.26	1.10±0.81
NO ₂ ⁻ -N	1.01±0.09	1.04±0.02	0.84±0.44
NO ₃ ⁻ -N	1.84±0.74	2.20±0.75	3.37±2.44
T-N	4.05±0.67	7.35±1.70	5.31±2.84
PO ₄ ³⁻ -P	0.79±0.01	0.84±0.08	0.82±0.02
Cl ⁻	58.49±44.89	30.72±18.84	29.35±28.19

경산지역을 공업지역, 주거 및 상업지역, 농촌지역으로 나누어 이 3개의 지역에 대한 토지 이용별 지하수질의 특성을 비교해 본 결과는 Table 3과 같았다.

pH는 중성부근으로 토지 이용별 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으며, DO는 공업지역에서 비교적 낮게 나타났다. COD는 공업지역에서 평균 농도가 0.6 mg/ℓ로서 주거 및 상업지역 0.3 mg/ℓ, 농촌지역 0.5 mg/ℓ보다 비교적 높았다. 질소성분인 NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, T-N 등은 주거 및 상업지역에서 비교적 높게 나타났으며, 총질소의 경우 주거 및 상업

지역의 평균이 7.35 mg/l 로써 공업지역 4.05 mg/l, 농촌지역 5.31 mg/l 보다 매우 높게 나타났다. NO₃⁻-N는 농촌지역에서 매우 높았으며, PO₄³⁻-P는 지역별 뚜렷한 차이가 없었다.

4. 요약

경산시 지역의 지하수를 분석한 결과 pH는 5.2~8.3, COD는 0~1.6 mg/l, NH₄⁺-N은 0~6.30 mg/l의 범위로 나타났다. 특히 NH₄⁺-N은 전체 채수 지역 중에서 86 % 정도가 기준치를 초과하는 것으로 나타나 상당 지역이 분뇨, 하수, 폐수, 비료 등으로 오염되어 있었다. 또한 가정하수, 분뇨오수 등의 인위적 오염원과 관계가 있는 Cl⁻도 상당히 검출되었다.

지하수의 깊이에 따른 각 성분을 분석한 결과 DO는 150m이하에서 7.9 mg/l, 150m이상에서 8.1 mg/l 로써 역시 깊이별로 큰 차이를 나타내지 않았다. COD, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, NO₂⁻-N, T-N도 지표면에 가까운 150m이하 지하수에서 비교적 높게 나타났다.

토지 이용별 지하수질의 특성을 비교해 본 결과 DO는 공업지역에서 비교적 낮게 나타났다으며, COD는 공업지역에서 평균 농도가 0.6 mg/l 로써 주거 및 상업지역 0.3 mg/l, 농촌지역 0.5 mg/l 보다 비교적 높았다. 질소성분인 NH₄⁺-N, NO₂⁻-N, T-N 등은 주거 및 상업지역에서 비교적 높게 나타났으며, 총질소의 경우 주거 및 상업지역의 평균이 7.35 mg/l 로써 공업지역 4.05 mg/l, 농촌지역 5.31 mg/l 보다 매우 높게 나타났다.

참 고 문 헌

- 김승현, 이찬원, 허종수, 1998, 경상남도 지역의 지하수질 특성 조사, 한국환경과학회지, 7(6), 859~865.
- 양운진, 1996, 마산·창원지역의 지하수 수질에 관한 연구, 한국수질보전학회지, 12(2), 215~223.
- 천경아, 1998, 대구지역 지하수의 수질특성, 경북대학교 석사학위논문.
- 김성석, 이건호, 정재연, 김남성, 김순래, 김종철, 최규열, 정의호, 1995, 강원도에서 음용되는 지하수의 수질특성에 관한 조사 연구, 강원도 보건환경연구원, 환경수질보전학회지, 11(3), 247~256.
- 하두홍, 1987, 지역적 특성에 따른 지하수 수질오염과 비교에 관한 연구, 한양대학교 환경과학 대학원 석사학위논문.
- 환경부, 1997, 먹는물수질공정시험방법, 40~55.
- 동화기술 편집부, 1992, 수질오염공정시험방법, 동화기술, 115~310.