

낙동강권역 지하수 수질 특성 고찰
- 전기전도도와 총고용물 함량의 상관성 분석을 중심으로 -

Some Consideration of Groundwater Quality Characteristics in
Nakdong River Region - Analysis of Correlation between Electrical
Conductivity(EC) and Total Dissolved Solid(TDS) -

김형수 · 원이정 · 박희열

한국수자원공사 수자원연구소 지반구조연구팀
(e-mail : hskim@kowaco.or.kr)

ABSTRACT

Groundwater qualities in Nakdong river region were investigated during 1999 and 2000. Groundwater samples were collected twice from about 150 sites over the region. The EC and TDS obtained in first survey (October, 1999) show rather high values than those in second survey(April, 2000) and this seems to be caused by groundwater temperature. There is obvious positive correlation between EC and TDS. For the study area, the following equation can be written ; $TDS (mg/l) = <0.64\sim 0.70> \times EC (\mu S/cm)$. As the concentration of major ions increases in natural condition, there is a tendency that the ratio of TDS and EC has consistent value. This observation suggests that TDS measurement can be replaced by EC measurement in the some ranges.

Key word : Nakdong River, Groundwater Quality, Electrical conductivity, Total dissolved solid.

I. 서론

전기전도도 (Electrical conductivity, EC)는 물질이 전류를 전달하는 능력을 나타내는 특성으로서, 물속에 전하를 띤 이온의 종류나 농도에 따라 다양하게 변화한다. 일반적으로는 물중의 이온 농도가 증가할수록 물의 전기전도도는 커지는 것으로 알려져 있어, 물의 전기전도도를 바로 이온 농도의 지시인자로 사용하기도 한다. 총고용물 함량(Total dissolved solid, TDS)은 증발잔류물에서 부유 물질만 빼 양으로 정의되는

것으로, TDS는 물 중에 녹아 있는 물질의 총합을 나타낸다. 이미 EC와 TDS는 높은 상관성을 가지고 있는 것이 알려져 있으며, 일반적인 자연수의 경우, EC (단위: $\mu\text{S}/\text{cm}$)에 0.55 내지 0.75 사이의 값을 곱하면 TDS (단위: mg/ℓ)를 구할 수 있는 것으로 알려져 있다(Hem, 1970).

본 연구는, 1999년부터 2000년까지 수행되고 있는 낙동강 광역지하수 조사의 일환으로 이 기간 중 2회(1차 1999년 10월; 2차 2000년 4월)에 걸쳐 획득된 150여개의 지하수에 대한 EC 및 TDS와의 상관성을 분석하고, 더불어 이들 물리화학적 특성과 주요 화학성분들의 관계를 고찰하는데 그 목적을 두고 있다.

II. 전기전도도와 총고용물 함량

EC는 측정기를 이용하여 수온과 함께 현장에서 직접 측정하였으며, TDS는 주요 원소들의 수질 분석 결과를 토대로 미국표준분석방법에 제시된 방법으로 산출하였다. 그림 1은 조사된 EC와 TDS의 분포를 보여준다. 현장에서 계측된 EC의 평균값은 $410 \mu\text{S}/\text{cm}$ 내외이며, 중앙값은 $330 \mu\text{S}/\text{cm}$ 내외이다. 그러나, 이 값은 현장에서 측정된 값이므로, 보다 정밀한 평가를 위해서는 온도 보정등의 후처리가 요구된다. TDS는 평균값은 $270 \text{mg}/\ell$ 이며, 중앙값은 $210 \text{mg}/\ell$ 내외로 나타났다. 이처럼 평균값이 중앙값에 비해 크게 나타나는 현상은 국부적인 오염현상을 설명하는 것으로 사료된다.

EC 및 TDS는 1차년도 조사에 비해 2차년도의 측정값이 다소 낮게 나타나는 분석 결과를 보여주었다. 이는 현장 조사시의 평균 지하수 수온이 1차년도에 2차년도에 약 3°C 낮은 현상과 관련되는 것으로 해석된다.

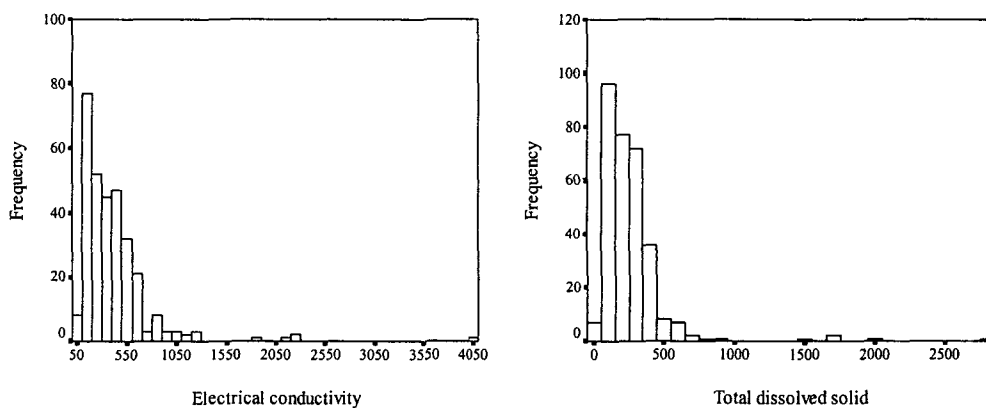


그림 1. 전기전도도와 총고용물 함량의 분포도

그림 2는 본 연구에서 획득된 EC와 TDS의 상관성을 보여준다. 1차년도 및 2차년

도 결과 모두, 상관계수 0.9이상의 매우 뚜렷한 양의 상관성이 있음을 알 수 있으며, TDS와 EC의 전환계수는 약 0.64에서 0.70의 범위인 것으로 나타났다. 이러한 전환계수의 범위는, Hem(1970)에 의해 제시된 일반적인 전환 계수의 값이 0.55 내지 0.75인 것을 감안하면 타당한 것으로 판단되나 보다 정밀한 최종적인 전환계수의 결정은 개별 시료에 대한 온도 보정 등의 작업이 수행되어야 할 것으로 사료되어, 이에 대한 분석이 진행 중이다.

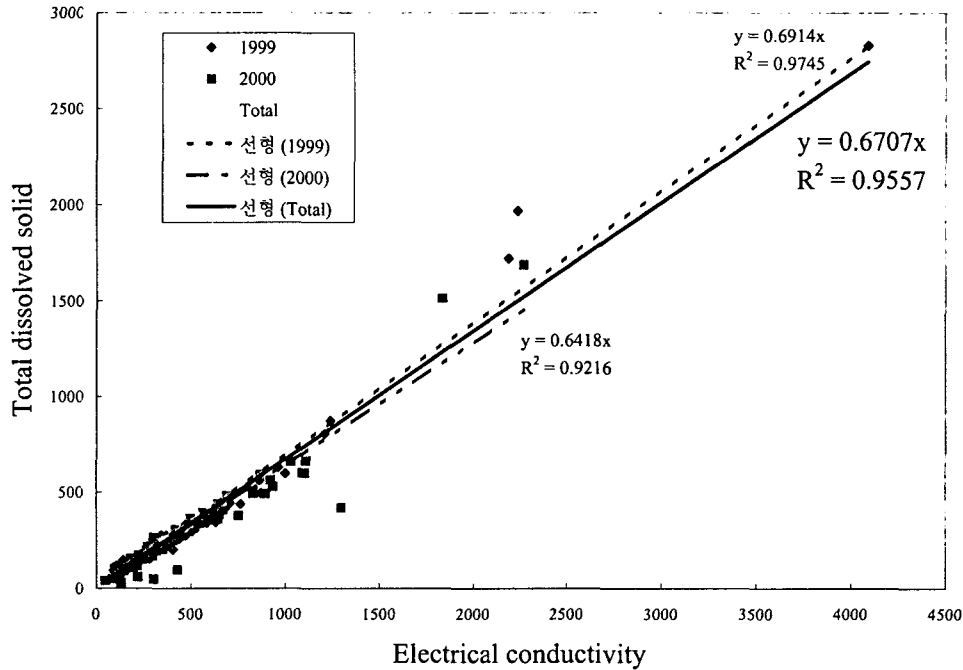


그림 2 전기전도도와 총고용물 함량의 상관성

III. 주요화학생분과 전기전도도 및 총고용물 함량과의 관련성 고찰

그림 3은 주요 양이온 및 음이온에 대한 TDS와 EC의 비율(TDS/EC) 값과의 관계를 표현한 그림이다. 전반적으로 낮은 함량의 영역에서는 TDS/EC 값이 일정치 않은 현상을 보여주는데 반해, 함량이 증가할수록 TDS/EC 값이 일정한 값에 수렴하는 경향을 보여주어, EC 값을 측정하여 TDS 값을 추정하고자 할 때, 지하수 중의 용존 성분의 함량이 많을수록 더 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 특히, 본 조사 지역 지하수의 경우, Na, Cl 및 SO₄의 농도가 50 mg/l 이상일 때는, EC를 통한 TDS 추정이 매우 효과적이고도 경제적인 방법으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

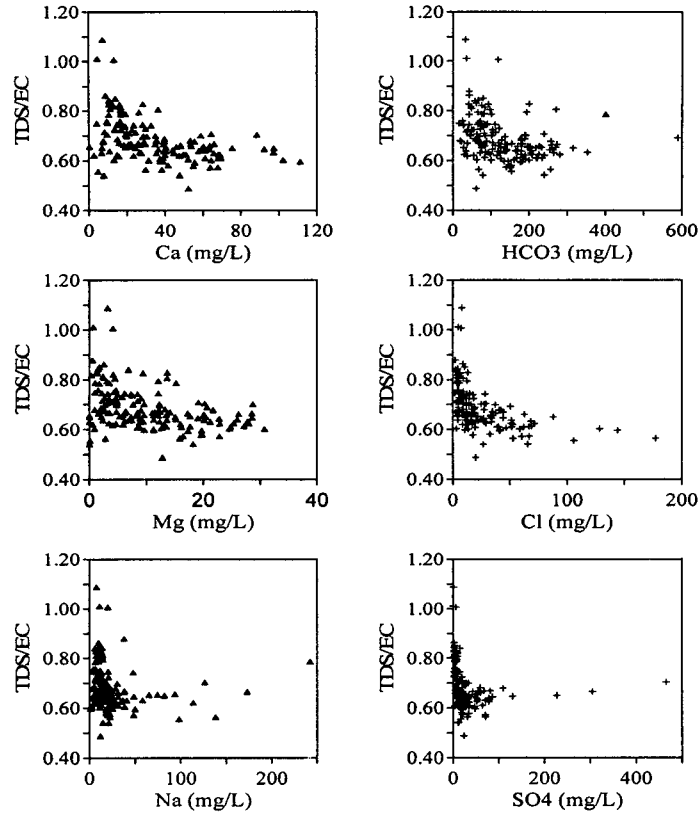


그림 3. 낙동강 유역 지하수 주요 성분과 TDS/EC의 관계

IV. 결론

1. 낙동강권역에서 조사된 150여 개소의 지하수 시료의 EC 및 TDS는 1999년 1차 조사에 비해 2000년 2차 조사시 다소 낮게 나타나는 분석 결과를 보여주었으며, 이는 현장 조사시의 수온 변화와 관련 있는 것으로 해석된다.
2. 낙동강권역 지하수의 EC와 TDS의 관계는 매우 뚜렷한 양의 상관성을 보여주며, 다음과 같은 관계를 갖는 것으로 나타났다.

$$\text{TDS (mg/l)} = <0.64\sim 0.70> \times \text{EC } (\mu\text{S/cm})$$

3. 연구지역 지하수의 TDS/EC 비율은 주요 성분들의 함량이 증가할수록 일정한 값을 나타내며, 특히, Na, Cl 및 SO₄의 농도가 50 mg/l 이상일 때는, EC를 통한 TDS 추정이 매우 효과적이고도 경제적인 방법으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

Hem, J. D., 1970, Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, U.S. Geology Survey, Water-Supply Paper 1473, p. 363.p