

OE8) 하천수 및 지하수 수질에 의한 낙동강의 구미-성주 구간의 하천유량 변화 고찰

함세영^{1*}, 이정환¹, 정재열¹, 배상근², 김문수³, 허성남³, 김태원¹

¹부산대학교, ²계명대학교, ³국립환경과학원 낙동강물환경연구소

1. 서 론

낙동강의 구미-왜관-성주구간은 낙동강수계 오염총량단위구역 지점인 낙본 E와 낙본 F의 사이 구간으로서 구미대교에서 하류로 갈수록 하천유량이 감소하는 하천유량 역전현상이 일어나고 있는 지역이다. 하천유량은 강수량, 지하수 유출량, 댐 방류량, 폐수 방류량, 증발산량 등에 좌우된다. 현재 시행되고 있는 오염총량관리제는 오염부하량(L)= 농도(C)×폐수방류량(Q)에 의해서 규제하는 제도이다. 따라서 저수기와 갈수기의 하천유량은 하천수 수질과 밀접한 관련을 가진다.

지하수 유출은 지하수가 하천으로 배출되는 것으로서 지하수 함양량 추정에 이용될 수 있다. 유출수문곡선 분리 방법에는 도식적인 방법, 경험식 등이 있다. 안정동위원소는 갈수기의 지하수 유출량을 결정하는 방법으로 이용된다(Space et al., 1991). 산소 동위원소는 불-암석 반응이 일어나지 않는 낮은 온도에서는 매우 보존적으로 이동되기 때문에 유출수문곡선 분리 연구에 널리 사용된다(Kendall and McDonnell, 2000). 또한 총용존물질(TDS)는 풍수기에 지하수 유출량을 결정하는 방법으로 이용된다.

본 연구에서는 산소동위원소와 총고용물 방법을 이용하여 낙본 E와 낙본 F 구간에서 발생하고 있는 하천유량 역전 현상을 고찰하였다.

2. 연구방법

산소 안정동위원소에 의한 갈수기에 지하수 유출량을 결정하는 방법은 $\delta^{18}\text{O}_{\text{T}Q_{\text{T}}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{GW}Q_{\text{GW}}} + \delta^{18}\text{O}_{\text{SI}Q_{\text{SI}}}$ 이다. 여기서, $\delta^{18}\text{O}$ 는 산소동위원소비로서

$$\delta^{18}\text{O} = \left[\frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{시료}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}}} - 1 \right] \times 1000(\text{‰})\text{이다.}$$

그리고 SMOW는 표준평균해수(standard mean ocean water)이다. $\delta^{18}\text{O}_{\text{T}}$ 는 총 하천 유출량(Q_{T})의 산소동위원소비, $\delta^{18}\text{O}_{\text{GW}}$ 는 지하수 유출량(Q_{GW})의 산소동위원소비, $\delta^{18}\text{O}_{\text{SI}}$ 은 대상 지역의 시작 지점의 하천 유출량(Q_{SI})의 산소동위원소이다. 그리고 $Q_{\text{T}} = Q_{\text{GW}} + Q_{\text{SI}}$ 이다. 대상 지역의 시작 지점에서는 $Q_{\text{T}} = Q_{\text{SI}}$ 이다. $\delta^{18}\text{O}_{\text{T}}(Q_{\text{GW}} + Q_{\text{SI}}) = \delta^{18}\text{O}_{\text{GW}}Q_{\text{GW}} + \delta^{18}\text{O}_{\text{SI}}Q_{\text{SI}}$ 로부터, 갈수기의 지하수 유출량은 $Q_{\text{GW}} = Q_{\text{SI}}[(\delta^{18}\text{O}_{\text{T}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{SI}})/(\delta^{18}\text{O}_{\text{GW}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{T}})]$ 와 같이 계산된다. 그러나 이러한 2성분계 혼합모델의 성공적인 적용을 위해서는 Sklash와 Farvolden(1979)가 제안한 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다. 불포화대수와 지하수는 동위원소 조성이 동일하거나 불포화대수가 하천에 기여하는 것이 미미해야 하고 지표유출기

간 동안 지표 저류가 최소이어야 한다.

홍수기에 총 하천 유출량(Q_T)에서 지표 유출량(Q_{SR})과 지하수 유출량(Q_{GW})을 분리하는 것은 총용존물질(TDS)과 주요 용존이온의 농도를 측정함으로써 가능하다(Visocky, 1970). 즉, $C_T Q_T = C_{GW} Q_{GW} + C_{SR} Q_{SR}$ 이다. 여기서, C_{GW} 는 무강우시에 측정된 지하수 유출수의 이온 농도, C_{SR} 는 호우시에 지표 하천에서 측정된 하천수의 이온 농도, C_{TR} 는 본류 하천에서 최대 유출 시기에 측정된 하천 유출수의 농도이다. $Q_T = Q_{GW} + Q_{SR}$ 이므로 $Q_{SR} = Q_T - Q_{GW}$ 이다. 따라서 $C_T Q_T = C_{GW} Q_{GW} + C_{SR} (Q_T - Q_{GW})$ 이다. 위 식을 정리하면, 홍수기의 지하수 유출량은 $Q_{GW} = Q_{SR} [(C_T - C_{SR}) / (C_{GW} - C_T)]$ 이다.

3. 결과 및 고찰

낙동강과 지하수의 $\delta^{18}O$ 값은 구미대교에서는 낙동강이 -8.44%, BH-8호공 지하수가 -7.91%이다. 또한 성주대교에서는 낙동강이 -8.28%, BH-5호공 지하수가 -7.89%가 된다. 일반적으로 지하수의 $\delta^{18}O$ 값은 -8.4~8.0%이므로, 연구지역 관측공의 지하수 $\delta^{18}O$ 값도 일반적인 지하수의 $\delta^{18}O$ 값의 범위에 속한다. 산소동위원소법에 의한 연구지역의 지하수 유출률은 전체 하천유량의 4.56%를 차지한다.

구미-왜관지역, 왜관-성주지역의 풍수기 지하수 유출량을 알기 위하여 왜관교 좌안의 BH-11호공 지하수와 낙동강의 총용존물질(TDS)을 분석하였다. 연구지역의 지하수 유출률은 전체 하천유량의 13.68%를 차지하는 것으로 나타났다. 그러나 왜관-성주지역에서는 지하수 유출률이 -7.36%로서 오히려 낙동강물이 하성되적층으로 유입된다. 이는 왜관교지역에서 하천 유량이 감소되는 현상을 설명한다.

감사의 글

이 연구는 국립환경과학원 낙동강물환경연구소에서 주관하는 낙동강수계 관리기금에 의한 2005년도 환경기초조사사업의 일환으로 수행되었다.

참 고 문 헌

- Kendall, C. and McDonnell, J. J., 2000, Isotope tracers in catchment hydrology, Elsevier Science B.V., 839.
- Space, M. L., Ingraham, N. L., and Hess, J. W., 1991, The use of stable isotopes in quantifying groundwater discharge to a partially diverted creek, J. Hydrol., 129, 175-193.
- Visocky, 1970, A. P., Estimating the ground-water contribution to storm runoff by the electrical conductance method, Ground Water, 8(2), 5-10.
- Sklash, M. G. and Farvolden, R. N., 1979, The role of groundwater in storm runoff. J. Hydrol., 43, 45-65.