

수질-2 질소 동위원소를 이용한 옹포천 유역의 질산성 질소 오염원 추정

현승규*, 이용두, 김길성¹
제주대학교 환경공학과, ¹제주발전연구원

1. 서 론

질산성 질소는 전세계적으로 지하수 중의 가장 일반적인 오염물질이다(Freeze and Cherry, 1979 ; Splading and Exner, 1993). 음용수 중의 질산성질소는 건강에 심각한 영향을 줄 수 있다. 음용수 중의 질산성 질소는 유아에게 있어 혈류 내 산소 운반을 나쁘게 하여 청색증을 일으킬 수 있다(Appelo and Pstma, 1993). 이전의 연구들은 농촌 지역의 토지 이용, 특히 농업 활동들이 지하수 중의 질산성 질소 오염을 야기할 수 있다는 것을 보여왔다(Vowinkel and Tapper, 1995).

현재 옹포천 유역 내 용출수 중 질산성 질소의 농도가 지속적으로 증가하고 있으며 최근 97년부터 2000년까지의 질산성 질소 농도 변화는 6.1~9.7mg/L의 범위에서 일어나 장래에 먹는물 수질 기준(10mg/L)을 초과할 우려가 있다.

따라서 본 연구에서는 옹포천 유역의 지하수와 용출수에 대해 오염원 관리를 통해 지하수를 보전하기 위한 기초를 제공하기 위해 지하수와 용출수의 질산성 질소에 의한 오염 정도를 확인하고 질소 안정동위원소의 자연존재비 및 수질상호간의 변동특성을 분석하여 지하수 오염의 오염원을 추정하였다.

2. 본 론

1) 연구 지역

연구 지역은 한림읍 수역 내 옹포천 유역으로 유역 전체 면적은 17,761,129.7m²이다.

2) 시료 채취 및 분석

시료는 4월, 6월부터 9월까지 2개의 용천수와 8개의 지하수 관정으로부터 채취하였고 운반 중의 수질 변화를 방지하기 위해 4℃이하 상태로 운반하여 pH, EC, 음이온(Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃-N, HCO₃⁻), 양이온(Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺), 질소 동위원소 분석은 제주도 보건환경 연구원에서 Finnigan Delta-plus의 질량분석계를 이용하여 질소질량의 29와 28(N¹⁵N¹⁴/N¹⁴N¹⁴)을 비교하여 질소안정동위원소비를 분석하였다.

3. 결 론

이 지역의 지하수 중의 질산성 질소는 강우에 의해 영향을 받으며 W3, W4 그리고 W8은 강우에 의한 영향이 크게 보이지 않으나 다른 관측정과 용출수는 강우에 의한 질산성 질소의 농도변화가 크게 나타난다.

강우에 의해서 지하수 중의 질산성 질소가 음용수 수질 기준 10mg/L를 초과하는 경향이 나타나고 있음을 알 수 있다.

이 지역의 토지 이용 형태가 특별히 구별되지 않는다. 따라서 질산성 질소의 오염의 추정을 위해 현익현(1996)과 中西 등 (1995)에서 질산성 질소의 오염원별 기여율을 추정하는 것으로 보고되어 있는 식을 이용하여 구하였다.

Y와 c는 엄밀하게는 축산분뇨에 의해 유래하는 질산성질소와 생활하수에 의해 유래하는 질산성 질소로 나누어서 취급해야 되나 현실적으로 추정하는데 무리가 있어 오염물질을 같은 수치로 취급하였다.

비료에 의한 $\delta^{15}\text{N}$ 치는 일본 Miyakojima에서의 사용되는 비료(山本 등, 1994)의 경우 $-3.9 \sim -1.4\%$ 였으며 평균값이 약 -2% 의 값을 화학비료의 $\delta^{15}\text{N}$ 치로 추정하였고 시비 직후 전량중 15%정도가 암모니아 휘산에 의해 약 2%가 높아지는 것으로 예상(朴, 1994)하여 화학비료유래의 질산성질소의 $\delta^{15}\text{N}$ 치 b는 0으로 가정하였다.

축산분뇨와 생활하수에 의해 유래되는 $\delta^{15}\text{N}$ 치는 Komor와 Anderson(1993)과 田瀬(1996)의 보고를 참고하여 일반적으로 생활하수에서 유래되는 $\delta^{15}\text{N}$ 치는 $+6 \sim +10\%$, 축산분뇨에 의해 유래하는 $\delta^{15}\text{N}$ 치의 범위는 $+10 \sim +22\%$ 로 이들 범위가 $+6 \sim +22\%$ 로서 그 중간값인 14%를 선택하여 c의 값으로 가정하였다.

자연토양 유래의 지하수중 질산성질소농도는 Remy(1985), Willems(1987) 등에 의하면 $0.45 \sim 0.90\text{mg/L}$ 의 범위로 보고되어 Z는 0.45를 이용하였고 Remy(1985)와 Will(1987)등에 보고된 범위의 농도 변화를 보이는 W3 지역의 $\delta^{15}\text{N}$ 치 -0.046% 를 d로 이용하였다.

Table 1. Contribution rate of livestock or sewage, fertilizer and soil organic matter at each sampling sites

sampling site	NO ₃ -N mg/L	$\delta^{15}\text{N}$	contribution rate(%)		
			chemical fertilizer	livestock wastes and sewage	natural soil
S1	8.8	9.7	25.6	69.3	5.1
S2	12.0	6.7	48.2	48.1	3.7
W1	9.8	3.1	73.2	22.2	4.6
W2	10.3	1.8	82.7	12.9	4.4
W3	0.6	-0.046	16.2	0.0	83.8
W4	0.6	0.7	19.8	5.2	75
W5	8.0	4.3	63.9	30.4	5.6
W6	11.6	6.7	48.5	47.6	3.9
W7	4.0	5.6	48.8	39.9	11.3
W8	0.8	3.5	20.7	25.2	54.1

각각의 결과는 Table 1.에 나타내었다.

4. 요약

W3와 W4는 질산성 질소의 농도가 자연 토양의 농도 범위에 있고 질산성 질소의 기여율도 토양이 각각 83.8과 75%로 질산성 질소에 의한 오염이 없다고 볼 수 있다. S1의 경우 토지 이용이 주거지와 상류에 밭 경작지가 있어서 생활 하수와 화학비료의 영향을 받고 있음을 알 수 있다. S2와 W6의 경우는 생활 하수와 화학비료의 영향이 48.1%와 48.2%로 거의 유사하게 영향을 주고 있음을 알 수 있다. W1, W2 그리고 W7은 각각 73.2%, 82.7% 그리고 48.8%의 화학비료의 기여율로 보아 주로 화학비료의 영향을 받고 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

- Freeze, R. A. and Cherry, J. A. 1979. Groundwater. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- 현익현. 1996. 질산성질소로 오염된 지하수의 오염원에 관한 연구. 제주대학교. 36-37.
- 中西康博, 山本洋司, 朴光來, 加藤 茂, 熊澤喜久雄. 1995. $\delta^{15}\text{N}$ 値利用による 地下水窒酸起源推定法の 考察と檢定. 日本土壤肥料科學雜誌. 66(5). 544-551.
- 山本洋司, 朴光來, 中西康博, 加藤 茂, 熊澤喜久雄. 1994. 宮古島の地下水の窒酸態窒素濃度と $\delta^{15}\text{N}$ 値. 日本土壤肥料科學雜誌. 66(1). 18-26