

추적자를 이용한 논물 함양 산정법

최병영, 김강주*, 윤성택, 김동승

고려대학교 지구환경과학과

*군산대학교 환경공학과

e-mail : kangjoo@kunsan.ac.kr

<요약문>

논 농사 지역에서 지하수 함양량을 산정하기 위해 추적자를 이용한 실험을 실시하였다. 물의 부피와 농도 변화를 측정하였으며 용질의 mass balance와 물수지 균형 식에서 도출한 수치 모델을 이용하여 증발량과 침투량을 계산하고자 하였다. 이를 이용하면 논물의 농도와 부피 변화를 측정함으로써 논 농사지역에서 지하수 함양량을 손쉽게 구할 수 있을것으로 판단된다.

key word : 추적자, 증발량, 수치 모델, 지하수 함양량

1. 서론

지하수개발과 이용은 현재 계속 증가하고있으며 앞으로도 그 수요가 증가할 전망이다. 과거에는 무분별한 개발과 이용으로 여러 가지 환경재해를 유발하였지만, 최근에는 지속가능한 개발 자원으로로서의 인식 변화와 함께 합리적인 지하수 자원의 개발과 이용을 위한 관리방안이 모색되고 있다. 우리나라의 경우 전체 농지의 61%를 논이 차지하고 있으며 이러한 논 농사 지역은 농촌지역에서 지하수 함양에 중요한 역할을 할 것이다. 또한 이러한 지역에서 농약 및 비료를 포함하는 화학약품의 과도한 사용으로 인해 발생하는 지하수 오염은 중요한 환경문제로 부각되고 있다 (Giambelluca et al., 1996). 따라서 논 농사지역에서 지하수 함양량을 산정하는 것은 수량/수질 측면에서 성공적인 관리 및 오염물질의 거동을 밝이는데 중요한 역할을 할 것이다.

2. 본론

본 연구를 수행하기 위해서 그림 1과 2와 같은 장비를 학교 옥상에 설치하였다. 20cm의 실트층은 경기도 주변의 논토양을 사용하였으며 주입하는 물은 주변의 지하수를 사용하였다. 추적자는 KCl과 KBr을 주입하는 지하수에 용해하여 사용하였다. 추적자의 사용은 물과 용질의 이동을 평가하는데 적합하며 광범위한 규모보다는 지역적인 규모에서 지하수 함양량을 산출하는데 유용한 것으로 보고되고 있다 (Guimera and Candela, 1999). 증발량 측정은 그림 2에서처럼 20cm×20cm의 증발접시를 설치하였다.

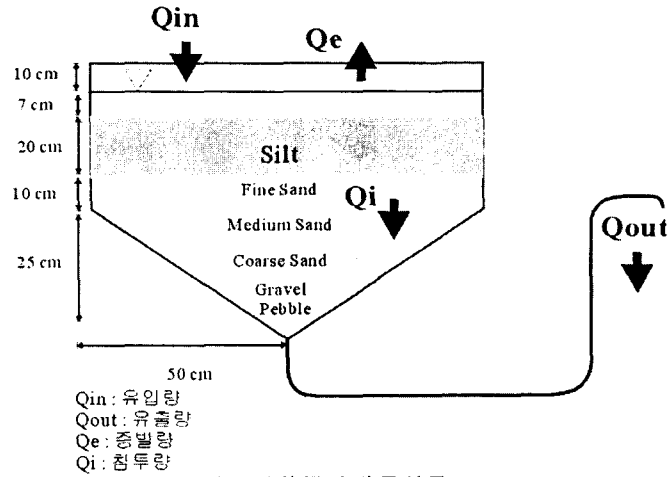


그림 1. 실험 장비 및 구성도

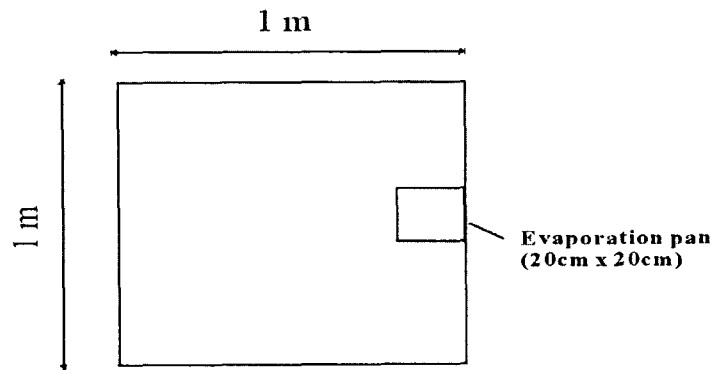


그림 2. 위에서 바라본 단면도

측정은 하루에 두 번 (오전 6시와 오후 6시) 실시하였으며, 컬럼과 증발접시의 수위변화량, 유출되는 물의 양을 측정하였으며 이를 이용하여 물수지 균형을 구하였다. 또한 추적자 농도를 측정하기 위해 15ml의 시료를 채취하여 IC를 사용하여 Cl과 Br을 분석하고자 하였다. 이렇게 측정한 수위변화와 농도 변화를 이용하여 다음과 같은 계산식으로 침투량과 증발량을 계산하게 된다.

- m: 눈물에 녹아 있는 solute mass
- C: 눈물에서의 solute 농도
- V: 눈물의 부피

$$m(t) = C(t) \times V(t) \quad \text{--- (1)}$$

1. 눈에서의 solute mass balance

$$\frac{dm}{dt} = - Q_{IF} \cdot \frac{m}{V} \quad \text{-- (2)}$$

(1)식을 (2)식에 대입

$$\frac{d(C \cdot V)}{dt} = C \frac{dV}{dt} + V \frac{dC}{dt} = - Q_{IF} \cdot C \quad \text{--- (3)}$$

2. 논물의 mass balance

$$V = V_o + dV = V_o - (Q_{ET} + Q_{IF}) \cdot t \quad \text{--- (4)}$$

$$\frac{dV}{dt} = - Q_{ET} - Q_{IF} \quad \text{--- (5)}$$

(5)식을 (3)식에 대입

$$V \frac{dC}{dt} - C(Q_{ET} + Q_{IF}) = - C \cdot Q_{IF}$$

$$V \frac{dC}{dt} = C \cdot Q_{ET} \quad \text{---(6)}$$

(4)식을 (6)식에 대입

$$\frac{dC}{C} = \frac{Q_{ET}}{V_o - (Q_{ET} + Q_{IF}) \cdot t} dt \quad \text{---(7)}$$

이를 C(0)에서 C(Δt)까지 적분하여 정리하면

$$K = \frac{\ln \frac{C(\Delta t)}{C_o}}{\ln \frac{(V_o + \Delta V)}{V_o}} \quad \text{---(8)과 같은 식이 된다.}$$

따라서 초기수위 (V_o), 초기농도 (C_o), 시간에 따른 부피변화량 (ΔV)와 농도변화량 (C(Δt))을 측정하게 되면 다음과 같은 식으로 침투량과 증발량을 구할 수가 있다.

$$\cdot Q_{ET} = K \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$\cdot Q_{IF} = -\Delta V - Q_{ET}$$

위 식을 이용한 결과는 다음 그림 3과 같다.

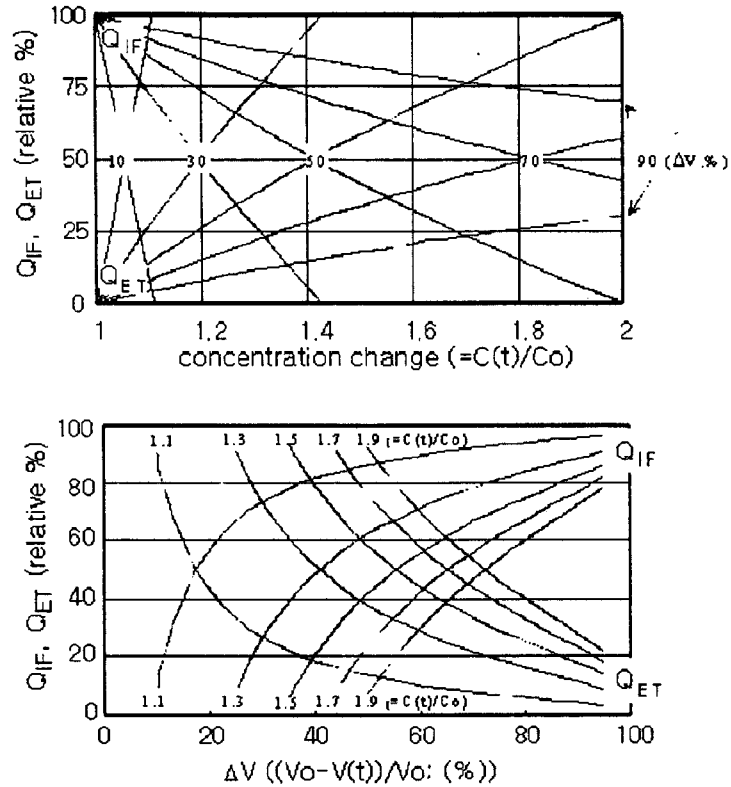


그림 3. 농도 및 부피변화에 따른 증발량과 침투량의 변화

3. 결론

결론적으로 논물의 농도와 부피 변화 관측을 통해 위와 같은 수치 모델을 이용한다면 논 농사 지역에서 지하수 함양량을 손쉽게 구할수 있을 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- Giambelluca, T. W., Loague, K., Green, R. E., and Nullet, M. A. 1996. Uncertainty in recharge estimation : impact on groundwater vulnerability assessments for the Pearl Harbor Basin, Oahu, Hawaii, U.S.A. *Journal of Contaminant Hydrology*, 23, 85-112.
- Guimera, J. and Candela, L. 1999. Comparison of different tracer methos to assess natural recharge. *Phys. Chem. Earth (B)*, 24(4), 343-347.

사 사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(#3-1-1)에 의해 수행되었습니다.