

농촌 소유역에서의 논과 밭의 지하수 영양물질 농도 비교

Comparison of the nutrient concentration in ground water between paddy field and upland in a rural watershed

장 훈*, 김진수**, 김영현***

Hoon Jang, Jin Soo Kim, Young Hyeon Kim

Abstract

Nutrients were investigated for surface water and ground water of paddy field and upland in a rural watershed from May 2008 to January 2009. The concentrations of TN and $\text{NO}_3\text{-N}$ in ground water higher than those in surface water due to fertilization on cabbage upland neighboring a river during May to September, but lower than those in surface water during October to January. However, the concentrations TP and $\text{PO}_4\text{-P}$ in ground water were lower than those in surface water. TP and $\text{PO}_4\text{-P}$ concentrations in ground water of paddy field were generally lower than those of upland.

Key words: phosphorus, nitrogen, surface water, paddy field, upland, ground water

1. 서론

농촌지역의 비점오염원이 도시비점오염원보다 수문현상에 대하여 더욱 민감한 반응을 나타낸다. 또한 농촌 유역의 비점오염원은 도심지역보다 복잡한 메커니즘 때문에 그 관리에 어려움을 갖는다(Sharpley, A. N., 1995). 그러나 우리나라에서 수행된 선행연구들은 연구지역의 최종 유출구에서 유량 유출 특성과 오염물질의 분석을 통해 유역전체를 하나의 오염원으로 보고 해석하였기 때문에 유역내의 국소적인 지점에서 영양물질의 거동은 잘 파악되지 않는 단점을 가지고 있다(오광영, 2006).

한국은 최근 농업을 비롯한 전 분야에 대하여 개발도상국들과 많은 선진국간의 자유무역협정을 맺은 상태이며, 유럽연합과도 협정을 추진 중에 있다. 그러나 이 자유무역협정은 한국 경제 분야에서 농업에 미치는 부정적 영향이 큰 것으로 보고되고 있어서, 이러한 사회적 조건 속의 농민들은 보다 상품성 가치, 부가가치가 높은 발작물로 전환할 것으로 예상된다(이태호, 2006).

위와 같은 이유로 농업 비점오염원 문제 중에 상당한 비율을 차지하고 있는 밭의 토지이용면적이 증가 될 것으로 판단되며, 밭 지역에서 비점오염원 관리의 대책방안을 모색하는 것이 시급한 상황인 것으로 판단된다.

따라서 본 논문에서는 밭 지역과 밭에 인접한 소하천의 지하수 및 논 지역의 지하수를 중심으로 질소와 인의 농도 특성을 파악하여 유역에 미치는 영향을 파악하고자 하며, 동시에 밭과 논에서의 비점오염원 관리의 기초자료를 제시하고자 한다.

* 정회원-충북대학교 지역건설공학과-E-mail : degaia@cbnu.ac.kr
** 정회원-충북대학교 지역건설공학과-E-mail : jskim@cbnu.ac.kr
*** 정회원-충북대학교 지역건설공학과-E-mail : hyde292513@naver.com

2. 조사지구 개요 및 조사방법

2.1 조사지구의 개요

조사지구는 충청북도 청원군 낭성면(127° 35'~127° 37' E, 36° 37'~36° 40' N)의 문박리와 인경리의 농촌유역이다. 조사유역의 하천은 인경산과 가래산에서 발원한 한강 지류인 인경천(지방 2급)으로서 유역면적 6.7 km², 하천장 5.4 km, 하상경사가 약 0.015, 형상계수 0.22인 유역특성을 가지고 있다. 현재 조사 지역에는 현재 축사는 없으며, 논 7.7%, 밭 9.5% 및 산림 80.5% 등으로 농경지와 산림이 97.7%를 차지하고 있다(Fig. 1, Table. 1).

Table. 1 summary of study area

Topographic characteristics						
Area (km ²)	River slope			Watershed shape factor		
6.67	0.015			0.22		
Land use						
	Forest	Paddy	Upland	Residential	Other	Total
Area(km ²)	4.27	0.41	0.50	0.08	0.04	5.30
Percentage (%)	80.6	7.7	9.4	1.5	0.8	100

2.2 조사방법

조사기간은 2008년 5월부터 2009년 1월까지이며, 인경천에 지하수와 지표수 측정점을 정했다. 하류의 하도 안에는 평상시 하천수가 흐르는 곳으로부터 5m 떨어진 홍수터(F)에 측정점을, 약 16 m 떨어진 배추밭(U), 하도에서 3.7 m 떨어진 논(P) 지하수 관측정을 설치하였다(Fig. 2). 지하수와 지표수는 10일 간격으로 채수하고 지표수에 대해서는 유량측정을 실시하였다. 조사유역에는 강우량계(Data Logger Type)를 설치하여 강수량자료를 얻었다. 지표수 및 지하수는 총질소(TN), 질산성 질소(NO₃-N), 총인(TP), 및 인산성 인(PO₄-P) 4개 항목에 대하여 분석하였다. 실험 방법으로는 수질 공정시험법에 따라 흡광광도분석법(환경부, 1997)을 이용하였다.

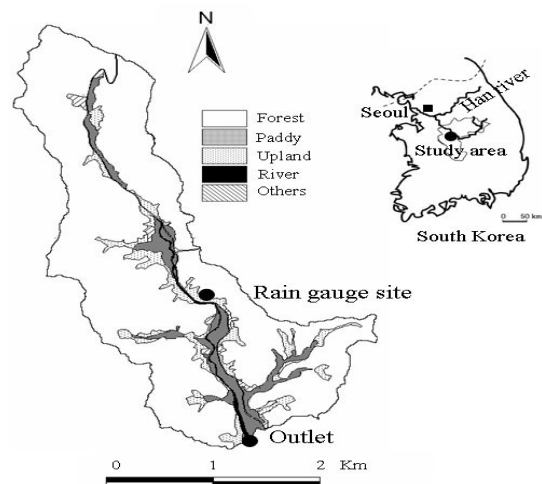


Fig. 1 Layout of study area

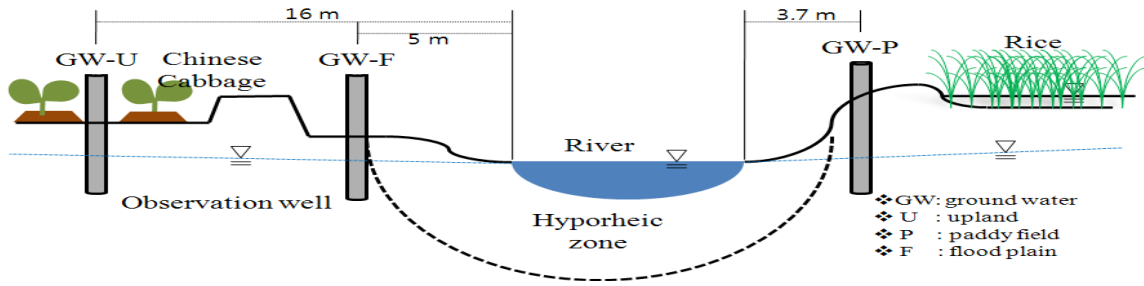


Fig. 2 Layout of groundwater measurement point

3. 결과 및 고찰

3.1 지표수와 밭 지하수에서의 영양물질 농도비교

지표수의 TN 농도는 2008년 7월 초순에 최대값 3.7 mg/L를 나타냈으며, 다른 시기에는 2.0 mg/L이하의 비교적 작은 값을 보였다.

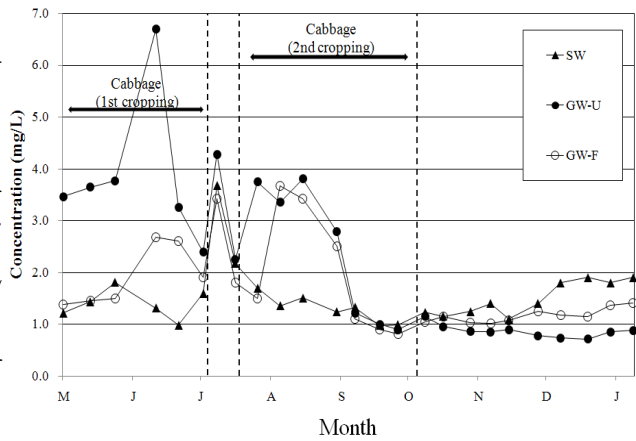
밭(배추)지역(U) 지하수의 TN 농도는 봄배추와 여름배추가 재배되는 5-8월 사이에 높은 값을 보였으며, 특히 6월 중순에 최대값 6.7 mg/L를 보였다. 9월 중순 이후로는 1.0 mg/L 이하의 수준으로 나타났다.

6월부터 8월 초순까지 지하수의 TN농도가 지표수의 TN농도보다 높은 값을 나타내는 경향을 보였는데, 이는 봄배추와 여름배추의 재배를 위해 시비된 질소가 지하로 침투하여 영향을 주었기 때문으로 생각된다. 밭의 작물 재배가 종료되는 10월 이후 지표수의 TN농도가 지하수의 TN농도보다 높은 현상을 보이는데 이는 2008년에는 가을 배추가 재배되지 않았고, 강우량이 적었기 때문에, 지하수의 TN농도가 감소한 것으로 생각된다(Fig. 3(a)).

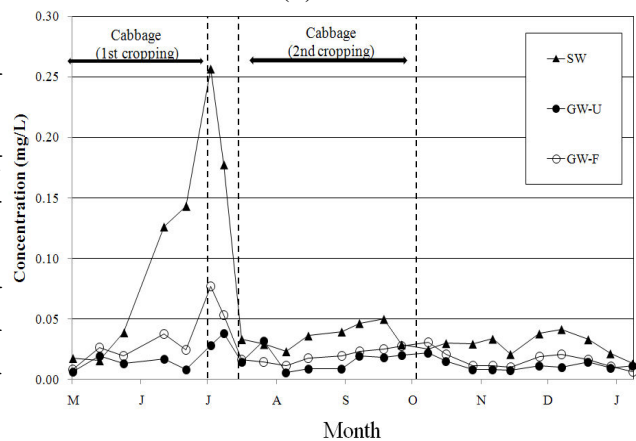
영농기인 5월에서 8월에는 일반적으로 지하수의 TN농도는 밭 > 홍수터 > 지표수의 순으로 나타났으나, 9월 이후에는 지표수 > 홍수터 > 밭 지하수의 순으로 나타났다.

지표수의 TP농도는 강우량이 많은 6-7월에 0.10 mg/L이상의 높은 값을 보였으며, 7월 초순에 0.25 mg/L의 최대값을 보였다.

지하수의 TP농도는 지표수의 TP농도에 비하여 적은 변동을 보였으며, 강우가 집중된 7월 초순에 0.08 mg/L를 기록하였다. 그러나 다른 시기에는 0.05 mg/L이하의 비교적 적은 변동을 나타냈다.



(a) TN



(b) TP

Fig. 3 Comparison of nutrients concentration between surface water and groundwater (SW: surface water, GW: ground water, U: upland, F: flood plain)

3.2 밭 지하수와 논 지하수의 영양물질 농도 비교

밭 지하수와 논 지하수에서의 질소 농도 변화를 Fig. 4에 나타냈다. 5-8월 사이에는 논 지하수보다 밭 지하수 농도가 높은 경향을 보이는데, 배추 밭에서의 질소의 시비량이 논에 비해 2배 이상 높고, 논 토양은 밭 토양보다 지하로의 침투가 적고, 또한 담수로 인하여 탈질 작용이 발생하기 때문으로 생각된다.

기준 유역내의 논에 시비된 질소는 109.5 ~ 179.8 kg/ha 이고, 밭에서의 시비된 질소는 총 2회 동안 315.2 N kg/ha였다(오광영, 2006)

논 지하수의 TN농도는 관개기인 5월에서 8월 사이가 비관개기보다 다소 높았으나 그 이후는 2 mg/L이하로 밭과 같이 큰 차이를 나타내지 않았다. 보통 질소의 농도는 썩레질 및 이앙기에 높게 나타난다고 한다(Kondoh et al, 1992).

밭 지하수의 TN농도는 봄 배추 및 여름 배추가 재배되는 5~8월에는 대부분 3 mg/L이상의 높은 값을 나타냈으나, 작물이 재배되지 않는 9월 이후로는 2 mg/L이하의 낮은 값을 보였으며, 이는 시비의 영향으로 생각된다. 질산성질소(NO₃-N)와 TN과의 농도변화가 거의 일치하며, 지하수의 TN성분은 대부분이 NO₃-N인 것으로 생각된다.

한편, TP의 경우 0.01 mg/L이하의 범위에서 변화하는 양상을 보였으며, 지하수에서의 영향은 적다고 판단된다.

4. 결론

본 연구는 2008년 10월부터 2009년 1월까지 농촌유역에서의 지표수 및 논, 밭의 지하수를 대상으로 영양물질(T-N, T-P, NO₃-N, PO₄-P)의 농도변화 특성을 파악하였다. 여기서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. TN 농도는 밭에서의 경우 배추 재배가 시작되는 4월부터 10월 중순까지 지하수가 지표수보다 높게 나타나 났으나, 10월 하순부터는 지표수가 높은 경향을 보였다. 따라서 영농기 동안 밭 지하수의 TN농도는 배추 밭에서 시용된 비료의 영향을 받는 것으로 생각된다.

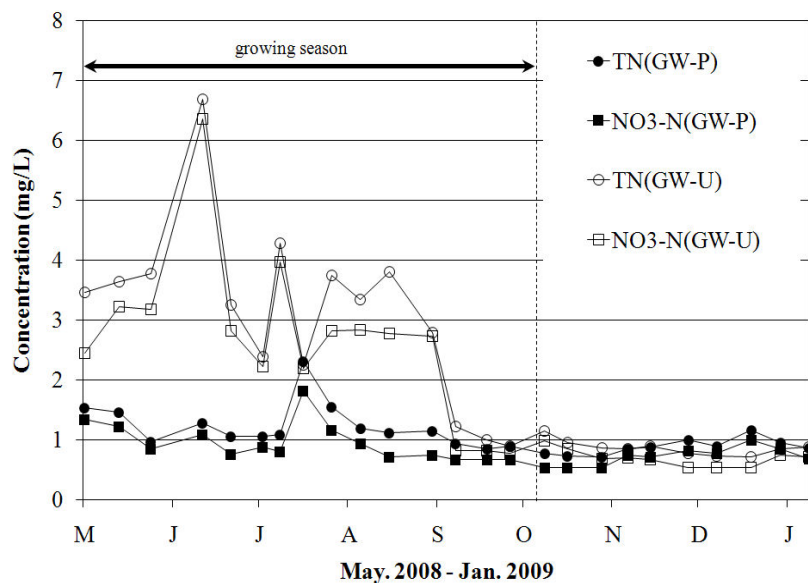


Fig. 4 Change of Nitrogen concentration in ground water

2. 지하수(밭, 논, 하천)지점에서의 TN과 TP농도로 보아 지하에서의 영양물질의 이동은 TP보다는 TN이 영향을 많이 받는 것으로 생각 되고, 질소의 경우 지하에서의 유출은 NO₃-N이 대부분인 것으로 생각된다.

3. 논지점의 지하수의 영양물질 유출이 밭 지역보다 적게 나타났는데, 논 지역의 토양특성과 밀접한 연관이 있다고 생각되며, 질소보다는 인의 유출이 적게 발생되고 있음을 보이고 있다.

4. TDN 및 TDP의 추가적인 연구로 지하수에서 영양물질의 입자성, 용존성의 명확한 증명이 필요하며, 추가적으로 대수층(hyporheic zone)에서의 명확한 영양물질 교환 메카니즘의 증명이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Sharpley, A. N., 1995, Soil phosphorus dynamics : agronomic and environmental impacts, Ecological Engineering, 5, pp. 261~279
2. Kondoh, T et al, 1992, Characteristics of effluent loads of nutrient salts(N, P) from paddy fields located in the alluvial and lower area in Hokuriku District. Trans. JSIDRE, 159: 17-27(in Japanese with English abstract)
3. 오광영, 2006, 농촌유역에서의 비점원 오염물질의 유출농도와 부하특성, 충북대학교 박사학위 논문
4. 이태호, 2006, 한 · 미 FTA와 한국농업의 선택, 국회 농림해양수산위원회 간담회, pp. 1~15.
5. 환경부(1997). 수질오염공정시험방법, pp. 199-209.