

대구획 광역논에서의 오염부하특성과 원단위

Characteristics and Unit Load of Pollutants at a Paddy Field Area with Large-Scaled Plots

김 규 성* (농기공) · 김 진 수 · 오 승 영 (충북대) · 윤 춘 경 (건국대)

Kim, Kyu Seong · Kim, Jin Soo · Oh, Seung Young · Yoon, Chun Gyeong

Abstract

Mass balance and unit load of pollutants were investigated at paddy field area during irrigation periods in 1999 and 2000. The amounts of irrigation water during irrigation periods were 3,690mm in 1999 and 3,160mm in 2000. The concentration of surface outflow is not so high as that of irrigation because 44% of irrigation water discharge without entering the paddy plots. The unit loads of pollutants during irrigation periods were estimated 19.2kg/ha for T-N, 0.29kg/ha for T-P and 47.5kg/ha for COD.

I. 서론

산업체나 도시에서 유출된 점원오염이 오수 처리기술의 진전과 함께 상당량 제거됨에 따라 호소와 같은 폐쇄성 수역에서 농업에 의한 비점원오염이 차지하는 비율은 점점 증대되고 있다.

논으로부터의 비점원오염은 비료성분이나 유사의 유출에 의하여 발생되는데, 이것은 농도는 작으나 수량이 많아서 호소의 총오염부하량에 차지하는 비중은 매우 크다. 유역의 오염부하량을 산정하는데 있어서 오염부하 원단위법은 간편함으로 인해 많이 사용되고 있는데¹⁾, 일본에서는 여러 가지 형태의 논에 대한 오염원단위(이하 '원단위'라고 함)가 제시되었다²⁾.

농업생산성의 제고를 위하여 1993년부터 시작된 대구획 경지정리(표준구획 1ha)는 1999년 현재 6만 7천ha에 달하고 있다. 대구획논은 금후 농업생산기반에서 중추적인 역할을 담당할 것으로 예상되나, 대구획논의 원단위는 모니터링 자료가 미흡하여 신뢰성 있는 자료를 제공하지 못하고 있는 실정에 있다.

이에 본 연구에서는 대구획의 광역논에 대한 유량 및 수질 모니터링을 기초로 하여 1999년과 2000년도의 관개기간 중의 오염물질(질소, 인 및 COD)의 물질수지의 특성을 파악하고 원단위를 산정함으로써 유역의 수질 관리에 필요한 기초 자료를 제시하고자 한다.

II. 조사지구 및 조사방법

1. 조사지구

본 연구의 조사지구는 충청북도 청원군에 옥산면 소로리에 위치한 대구획의 광역은 지구이다. 농경지 면적은 41.9ha이나, 강우시의 유역면적은 논, 수로 및 제방까지의 분수선까지 포함하여 50.1ha가 된다.

본 지구는 금강수계의 지류인 미호천을 용수원으로 하여 충적평야에 위치하고 있으며, 1996년도에 대구획 경지정리 사업이 시행되어 표준 단위구획 면적이 1ha(100m×100m)이다. 용·배수로는 콘크리트 개수로로 되어 있고 용·배수는 분리되어 있다. 본 지구의 토양은 미 농무성의 입도 조성에 의한 삼각좌표 분류법에 의해 림(loam)으로 나타났다.

유량 및 수질의 측정점으로서 Fig. 1과 같이 용수로 시점 3곳, 배수로 말단 1곳, 논 표면수 2곳, 침투수 2곳을 선정하였다.

2. 조사방법

유량 및 수질측정은 Fig. 1과 같은 측정점에서 1999년은 5월 1일부터 9월 23까지, 2000년은 5월 1일부터 9월 26일까지의 관개기 동안 시비기(5월 중순~6월 중순)에는 5일 간격, 그 이외에는 10일 간격으로 실시하였다. 용수와 배수의 유량은 압력식수위계를 설치하고 압력-유량의 관계식으로부터 유량을 산정하였다. 강우량으로는 1999년도에는 조사 지구에서 약 5km 떨어진 청주 기상대의 자료를 이용하였으며, 2000년에는 본 지구에 자기 강우계를 설치하여 얻은 실측값을 이용하였다. 강우 수질은 지구에서 약 6km 떨어진 충북대학교 농과대학에서 채수한 것을 사용하였다. 침투수는 PVC 유공관을 박아 논의 지하 약 1m 되는 지점에서 채수하였다. 침투량은 침투량계를 이용하여 측정하였으며 증발산량은 감수심측정계로부터 측정된 감수심에서 침투량을 감(減)함으로써 얻었다.

채수한 시료는 실험실로 가지고 와서 총질소(T-N), 총인(T-P), 화학적산소요구량(COD)의 농도를 분석하였다. T-N과 T-P는 환경부 공정시험법에 의한 흡광광도법으로 분석하였으며, COD는 Standard Method에 의한 중크롬산칼륨을 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 물수지

관개기간중의 물수지는 1999년 5월 1일부터 9월 23일과 2000년 5월 1일부터 9월 26일까지 조사하였다. 조사지구 대한 월별 총 유·출입량은 Table. 1과 같고, 강우량, 용수량 및 배수량의 일별 변동은 Fig. 2와 같다. 조사기간중 강우량은 1999년도에는 890mm, 2000년도에는 1,212mm를 나타냈고, 용수량은 각각 3,690mm, 3,160mm를 나타냈다. 1999년도에는 용수량의 44%가 논에 유입되지 않고 용수로 말단의 유말공(流水工)에서 배수로로 직접 방류되고 있는 것으로 나타났다.

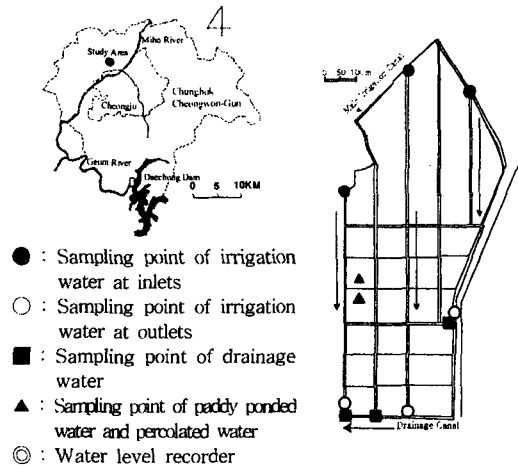


Fig. 1. Study area

유출량은 지표유출량과 침투유출량의 합으로 구성되는데, 지표유출량은 1999년도에는 4,147mm, 2000년도에는 3,799mm를 나타냈고, 침투유출량은 각각 147mm(1.0mm/d), 196mm(1.3mm/d)로써 논토양으로서는 비교적 작은 값으로 나타났다. 증발산량은 2000년에만 측정되었는데, 관개기 동안의 총 증발산량은 663mm로서 일평균 증발산량은 4.4mm/d로 나타났다.

Table 1. Inflow and outflow at study area

Year	Inflow			Outflow			
	Irrigation	Rainfall	Subtotal	Surface outflow	Percolated	Evapran-spiration	Subtotal
1999	3690.4	890.1	4580.5	4146.8	147.4	NA	4294.2
2000	3159.6	1212.2	4371.8	3798.8	196.4	663.4	4658.6

NA : Not available

(Unit) mm

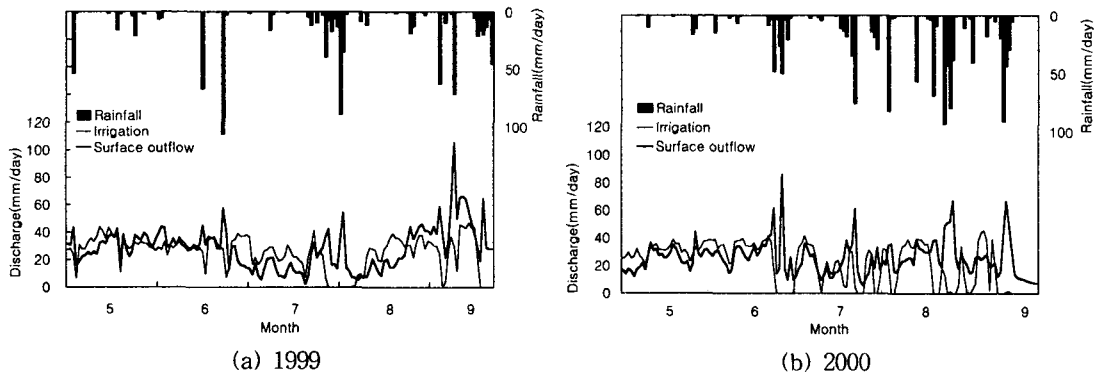


Fig. 2. Daily variation of rainfall, irrigation water and surface outflow during irrigation periods

2. 수질의 평균농도

1999년과 2000년도 조사기간 동안의 용수, 배수(배수말단), 논표면수, 침투수, 강우의 평균 수질은 Table 2와 같다. 여기서 용수, 배수, 침투수 및 강우는 유량가중평균을 사용했으며, 논표면수는 산술평균을 사용하였다. 용수의 T-N 평균 농도(2.3, 2.4mg/L)와 T-P 평균농도(0.07, 0.08mg/L)는 1999년도와 2000년도가 거의 비슷한 값을 나타냈다. 논표면수의 농도는 2000년도가 1999년도 보다 높게 나타났다. T-N 농도는 논표면수가 가장 높고 용수, 배수 및 침투수 사이에서 큰 차를 보이

Table 2. Summary of water quality in the paddy area during irrigation period

Constituent	Year	Irrigation*	Surface outflow*	Ponded**	Percolated*	Rainfall*
T-N	1999	2.3	2.5	2.8	2.2	0.8
	2000	2.4	2.9	3.8	3.0	0.6
T-P	1999	0.08	0.09	0.11	0.02	0.01
	2000	0.07	0.08	0.13	0.02	0.02
COD	1999	10.1	11.8	18.5	6.8	4.4
	2000	12.1	13.3	21.5	8.3	5.4

* : the flow weighted mean

** : the arithmetic mean

(Unit) mg/L

지 않았으나, T-P와 COD의 농도는 논표면수>용수(혹은 배수)>침투수의 순으로 나타났다. 또한 강우의 수질은 모든 수질항목에서 용수, 배수, 논표면수에 비하여 가장 낮게 나타났다.

3. 관개기의 원단위

1999년과 2000년의 관개기는 각각 146일과 149일이었는데, 산정된 원단위의 평균값은 T-N이 19.2kg/ha, T-P가 0.29kg/ha, COD가 47.5kg/ha로 나타났다(Table 3). 2000년도의 원단위가 1999년 보다 높게 산정되었는데, 이것은 시비량 증가에 따른 영향으로 사료된다.

소로지구의 T-N과 T-P의 원단위를 일본 Kosei(甲西)지구와 비교하였다. 일본 Kosei 지구는 논 면적이 11.6ha이며 1987년과 1988년의 평균 용수량이 3,735mm이며 평균 시비량이 질소가 106.4kg/ha, 인이 51.4kg/ha이었다. Kose이지구의 138일간의 원단위로서 각각 22.1과 7.48kg/ha가 추정되었는데 소로지구의 원단위를 이것과 비교하면 질소는 약간 낮고 인은 매우 낮게 나타났다. T-P의 값이 낮은 것은 인의 시비량이 소로지구가 22.5kg/ha로서 Kose이지구(51.4kg/ha)의 1/2이하로 낮기 때문으로 사료된다. 한편, COD는 한국과 일본의 분석방법이 달라 비교에서 제외시켰다.

Table 3. Unit load of pollutants at paddy field area during irrigation period

	Year	① Irrigation water	② Surface outflow	③ Percolated outflow	④ Pollutant unit load ②+③-①	⑥ Average of pollutant unit load
T-N	1999	97.1	103.0	3.3	9.2	19.2(22.1)
	2000	87.2	110.2	5.9	28.9	
T-P	1999	3.49	3.53	0.03	0.07	0.29(7.48)
	2000	2.54	3.00	0.05	0.51	
COD	1999	422.8	454.2	10.2	41.5	47.5
	2000	435.9	473.1	16.4	53.4	

Note : Values of parentheses are for Kosei in japan

(Unit) kg/ha

IV. 결론

본 논문에서는 용수량이 많은 대구획 광역논을 대상으로 1999년과 2000년의 약 148일의 관개기 동안의 오염물질(질소, 인, COD)의 물질수지 특성을 파악하고, 오염부하 원단위를 산정하였다. 여기서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

관개기 대구획 광역논에서의 원단위의 평균값은 T-N이 19.2kg/ha, T-P가 0.29kg/ha, COD가 47.5kg/ha로 산정되었는데, 이것을 일본 Kose이지구의 광역논과 비교하면 T-N은 비슷하고, T-P는 매우 낮게 나타났다. 여기서 산정된 원단위는 하천관개지구의 내리홀림식 관개에 의해 물소비가 많은 광역논을 대상으로 한 것이다.

금후 다양한 종류의 논을 대상으로 장기간에 걸친 모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

V. 참고 문헌

1. 國松孝男·村岡浩爾, 1989, 河川汚濁のモデル解析, 技報堂出版
2. 武田育郎, 國松孝男, 小林愼太郎, 丸山利輔, 1991, 水系における水田群の汚濁物質の收支と流出負荷量, 農土論集 153, pp. 63~72