

시비조건의 차이에 따른 시험구 논에서의 오염물질의 농도

Pollutant concentrations in Experimental Paddy Plots with Different Fertilizer Application Rates

*조재원 · 김진수(충북대)
*Cho, Jae Won · Kim, Jin Soo

Abstract

The effect of fertilizer application on ponded and percolation water in rice paddy were investigated at the experimental plots during irrigation period. We laid out three experimental plots such as 150% Excessive, 100% Standard and 70% Reduced. The concentration of T-N and T-P in ponded water were increased rapidly after application. The concentration of T-N and COD in percolated water increased with fertilizer application rates, while T-P concentration were almost constant.

I. 서론

논에서의 비료, 농약 성분의 유출은 비점원 오염원에서 중요한 과제로 인식되어 왔다. 점원으로부터의 오염부하량은 배수기준의 설정이나 폐수처리시설의 정비에 의하여 감소하는 경향이 있으나 비점원오염으로부터의 오염부하량은 도시화의 진행과 함께 과다한 비료 사용에 따라 증가하는 경향이 있다. 이 때문에 수역의 오염부하량 중에서 비점원오염원이 차지하는 비율은 매년 증가하고 있어 논으로부터의 비료성분의 유출문제는 중요과제로 인식되어 왔다. 이로 인해 비점원오염 대책을 효율적으로 실시하기 위해서는 신뢰성 있는 기초 수질데이터의 수집이 우선되어야 한다¹⁾. 김 등²⁾은 시험구에서의 T-N과 T-P농도 특성을 조사하여 시비직후에 농도가 급격히 증가한다고 보고한 바 있고, 황 등³⁾은 필지논에서 대부분의 영양물질이 시비후 첫 번째 강우유출에 의해 발생하므로 영양물질배출을 감소시키기 위해서는 강우유출의 효과적 제어가 중요하다고 보고하였다.

본 연구는 시험구에서의 시비조건의 차이에 따른 오염물질의 유출특성을 조사하여 논에서의 효과적인 비점원오염 방지대책을 수립하는 데에 필요한 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 실험방법

본 연구는 2002년 5월22일부터 9월6일까지 충북대학교 농과대학 부속농장의 시험구를 대상으로 실시하였다. 시험구는 Fig. 1과 같이 5m×8m(40m²) 면적의 3개 시험구로서, 용수는 소류지로부터 관로를 통해 공급하였으며 강우시의 월류를 제외하고는 지표유출을 억제하였다.

각 시험구의 시비조건은 Table 1과 같이 질소를 기준으로 표준시비구에는 추천시비량

(11kg/10a)을 시비하였고, 과다시비구와 감비구에는 각각 추천시비량의 150%(16.5kg/10a), 70%(7.7kg/10a)를 시비하였다.

각 시험구에서의 용수량은 유량계를 설치하여 측정하였고, 강수량은 시험구에서 1km거리의 청주기상대 자료를 사용하였다. 침투량 및 증발산량은 침투량계와 감수심계를 설치하여 3~5일 간격으로 측정하였다.

수질은 논표면수, 침투수, 용수, 강우, 월류수의 TN, TP 및 COD를 Standard Method에 따라 측정하였다.

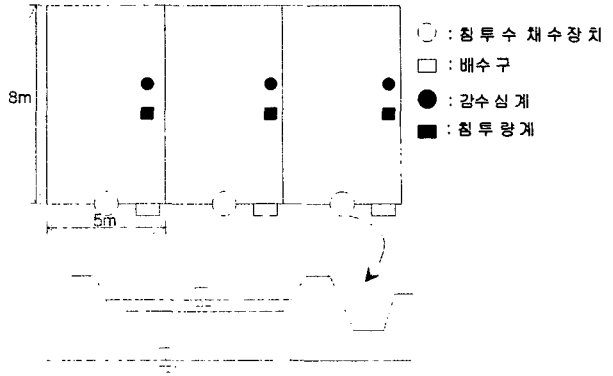


Fig. 1 Schematic of experimental plots

Table 1 Fertilizer application at experimental plots

Type of Fertilizer	Nitrogen(kg/10a)				Phosphorus (kg/10a)
	Basal dressing	Topdressing I	Topdressing II	Total	
Excessive 150%	8.25	4.95	3.30	16.5	1.69
Standard 100%	5.50	3.30	2.20	11.0	1.13
Reduced 70%	3.85	2.31	1.54	7.7	0.79

III. 결과 및 고찰

1. 물수지

논에서의 물수지는 식(1)과 같다.

$$\Delta W = R + I - SO - P - ET \quad (1)$$

여기서, ΔW :저류량변화, R :강수량, I :용수량, SO :지표유출량, P :침투량, ET :증발산량.

표준시비구에서 총유입량 1018.3mm중 강수량은 753.0mm(73.9%), 용수량은 265.3mm(26.1%)였으며, 총유출량 1130.2mm중 침투량은 307.9mm(27.2%), 증발산량은 507.2mm(44.9%), 지표유출량은 315.1mm(27.9%)였다(Table 1, Table 2). 평균증발산량은 4.7mm/day였으며 침투량은 2.88mm/day로 나타났다.

Table 2 Inflow in experimental plots

	Irrigation (mm)			Rainfall (mm)	Total(mm)		
	Excessive	Standard	Reduced		Excessive	Standard	Reduced
5/L	79.9	61.6	23.0	-	79.9	61.6	23.0
6/F	80.2	69.5	76.6	39.4	119.6	108.9	116.0
6/M	21.2	13.7	7.5	3.5	24.7	17.2	11.0
6/L	68.8	60.3	92.6	15.0	83.8	75.3	107.6
7/F	-	-	-	67.0	67.0	67.0	67.0
7/M	37.1	60.3	52.8	68.0	105.1	128.3	120.8
7/L	-	-	-	51.2	51.2	51.2	51.2
8/F	-	-	-	302.0	302.0	302.0	302.0
8/M	-	-	-	46.2	46.2	46.2	46.2
8/L	-	-	-	72.2	72.2	72.2	72.2
9/F	-	-	-	88.5	88.5	88.5	88.5
Total	287.1	265.3	252.5	753.0	1040.1	1018.3	1005.5

Table 3 Outflow in experimental plots

	Percolation(mm)			Evapotranspiration(mm)			Surface outflow(mm)			Total(mm)		
	Exc.	Sta.	Red.	Exc.	Sta.	Red.	Exc.	Sta.	Red.	Exc.	Sta.	Red.
5/L	10.4	29.8	13.2	52.0	38.2	42.8	-	-	-	62.4	68.0	56.0
6/F	14.6	31.2	19.8	53.0	32.8	36.2	-	-	-	67.6	64.0	56.0
6/M	16.3	30.0	22.2	46.1	35.5	33.1	-	-	-	62.5	65.5	55.3
6/L	19.0	28.0	18.0	63.9	49.9	46.9	-	-	-	82.9	77.9	64.9
7/F	23.1	39.6	24.8	52.4	31.2	36.2	-	-	-	75.5	70.8	61.0
7/M	6.7	11.0	6.6	74.2	76.3	67.0	3.0	8.0	-	83.9	95.3	73.6
7/L	27.5	33.2	30.5	66.3	63.7	66.9	2.5	9.5	0.5	96.3	106.4	97.8
8/F	33.5	36.2	25.6	44.6	45.6	48.4	192.6	196.1	199.1	270.7	277.8	273.0
8/M	28.8	23.7	21.3	25.2	38.0	32.5	73.5	73.5	68.5	127.5	135.3	122.3
8/L	27.7	29.0	27.7	49.5	55.6	62.4	29.0	28.0	3.0	106.2	112.5	93.1
9/F	15.6	16.2	15.6	39.6	40.6	43.5	-	-	-	55.2	56.8	59.1
Total	223.3	307.9	225.2	566.8	507.2	515.9	300.6	315.1	271.1	1090.7	1130.2	1012.2

2. 수질

각 시비구의 표면수평균농도는 TN의 경우, 과다시비구, 표준시비구, 감비구에서 각각 7.66mg/L, 5.53mg/L, 5.13mg/L로 나타나 시비량에 비례하였고, TP와 COD의 평균농도는 큰 차이가 나지 않았다. 침투수의 평균농도는 과다시비구가 2.62mg/L, 표준시비구와 감비구가 2.42mg/L로 과다시비구가 약간 높게 나타났다. 배수는 TN, TP, COD가 모두 표면수의 평균농도보다 낮게 나타났는데 이것은 논표면수가 강우에 의해 희석되어 월류하였기 때문으로 사료된다.

Table 4 Summary of water quality in experimental plots

[unit : mg/L]

Water type		No. of samples	TN			TP			COD		
			Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min
Irrigation		10	1.92	2.63	1.22	0.090	0.224	0.042	23.33	30.96	12.95
Rainfall		7	0.57	0.98	0.15	0.014	0.034	0.004	3.99	7.70	0.55
Excessive 150%	Ponded	19	7.66	15.35	0.38	0.246	0.950	0.050	58.16	188.68	10.85
	Percolated	11	2.62	4.14	1.05	0.014	0.035	0.001	9.88	19.03	5.11
	Surface outflow	3	3.29	9.00	0.38	0.081	0.108	0.050	12.08	15.40	10.00
Standard 100%	Ponded	19	5.53	15.29	0.36	0.203	0.567	0.018	49.49	142.01	8.18
	Percolated	11	2.42	4.50	1.05	0.015	0.025	0.005	19.40	31.20	12.52
	Surface outflow	3	1.12	2.65	0.36	0.077	0.091	0.049	10.99	12.82	9.11
Reduced 70%	Ponded	19	5.13	16.09	0.47	0.241	0.509	0.079	54.67	145.48	10.39
	Percolated	11	2.42	4.50	0.52	0.017	0.043	0.005	11.70	23.15	6.46
	Surface outflow	3	0.63	0.82	0.47	0.155	0.183	0.131	13.86	16.24	12.34

IV. 결론 및 과제

본 연구는 논에서의 물질수지를 파악하고자 진행중에 있으나, 본 논문에서는 2002년 5월 22일부터 9월6일까지의 자료만을 가지고 요약하였다.

1. 관개기간 중 유출수의 약72%가 침투와 증발산에 의해서 유출되었다.
2. 침투수의 농도는 시비량의 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타났다.
3. 강우시 배수의 각 수질항목이 모두 논표면수보다 훨씬 낮게 나타났는데 이것은 강우에 의해 논표면수가 희석되었기 때문으로 사료된다.

V. 참고문헌

1. 권순국, 1998, 우리나라 비점원 수질오염 관리의 문제점과 개선방안, 대한환경공학회지, 20(11), pp. 1497~1510.
2. 김진수, 이종진, 오승영, 2000, 시비조건에 따른 단위 논에서의 영양염류의 농도 특성, 한국관개배수, 7(1), pp. 47~56.
3. 황하선, 윤춘경, 전지홍, 김병희, 2002, 저장우연도 지하수 관개 필지논에서 수도재배기간 동안의 물질수지, 한국농공학회지, 44(4), pp. 39~50.
4. 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, 農業土木學會論文集, 第158号, pp. 63~72.