

지하수관개지역에서의 수도재배기간중 시비량의 변화에 따른 영양물질 수지 분석

Water and Nutrient Balance during rice cropping period using difference
fertilization paddy plot in ground water irrigation region

황 하 선* · 윤 춘 경(건국대)

Hwang, Ha Sun* · Yoon, Chun Gyeng

Abstract

This study was performed to examine water and nutrient balance during rice cropping period using difference fertilization paddy plot in ground water irrigation region.

The experimental rice paddy consist of three plot, Treatment of Excess Fertilization(TEF) and Treatment of Standard Fertilization(TSF) and Treatment of Reduce Fertilization(TRF).

As result, input amount to rice paddy was almost rainfall and output was direct runoff through drainage. nutrient input amount was upper paddy in case COD and fertilization in case Total nitrogen and total phosphorus, and output was drainage in all nutrient.

I. 서론

최근 하천 및 저수지의 수질오염에 관한 관심이 고조되면서 화학비료를 시비하는 농업활동으로 인한 농경지에서의 영양물질 유출에 대한 관심이 많아지고 있다. 환경친화적 지속농업을 위해서는 물수지 및 토양 내 영양물질의 이동과 농지 내 작물의 영양물질수지에 관한 정확한 정보파악이 필요하며, 영양물질수지 연구를 위해서는 영양물질의 투입량과 소비량에 대한 정확한 조사가 필요하다.³⁾ 노¹⁾ 등은 사질논에서 벼 재배기간 중 시비방법을 달리 하여 농지내의 영양물질수지를 규명하였으며, 이²⁾ 등은 벼 재배시 영양물질행동에 관하여 연구한 바 있다.

경제적이고, 환경친화적인 농업을 위해서는 작물의 영양물질 이용률을 극대화 할 수 있는 적절한 영양물질수지의 유지관리가 무엇보다 중요하나, 논은 유역의 토지이용, 수문현상 및 오염배출 형태에 따른 영향이 클 뿐 아니라 물관리가 일정하지 못하여, 많은 연구자들이 논에서의 수문기작과 영양물질의 유출에 관한 연구에 있어 많은 어려움으로 인해, 현재까지 수도 재배기간 중 농경지로부터 배출되는 영양물질에 대한 구체적인 조사가 부족한 상태이다.

본 연구는 지하수 관개지역에서 시비량을 달리한 처리구를 대상으로 물수지와 영양물질 수지를 조사, 분석하여 농경지에서 영양물질 유출 연구에 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

2.1 연구지역 개요

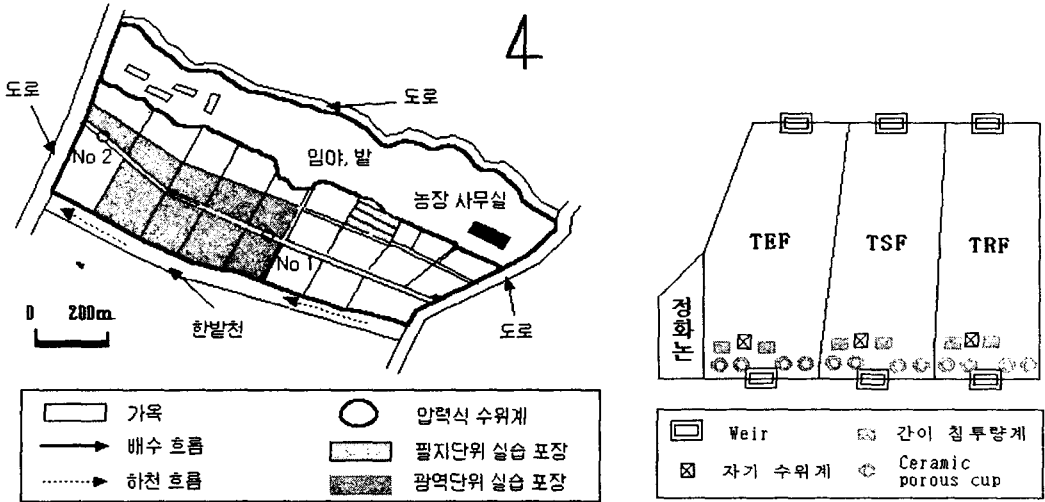


Fig. 1 Study Area

본 연구에 이용된 필지포장은 경기도 여주군 가남면 오산리에 위치한 건국대학교 실습농장 부근의 약 0.8ha의 필지 논으로 특별한 용수도가 없는 지하수 관개에 의한 수도작 지역으로 연구포장은 시비량을 달리한 처리구 TEF, TSF, TRF로 나누었으며, 면적은 각각 2664m², 2520m², 2500m²이다.

실험포장의 토양은 미농무성의 입도 조성에 의한 분류법에 의해 전 처리구 모두 clay loam이며, 논 토양의 이화학적 특성은 Table 1 와 같다.

Table 1. Chemical properties of the soil in each experimental plot

	pH	EC (μ S/m)	OM (%)	CEC (me/100g)	TN (%)	TP (mg/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)
TEF	5.20	2193.00	2.75	70.50	0.11	284.28	15.50
TSF	5.09	2833.00	2.72	73.00	0.11	346.01	24.00
TRF	5.14	2167.00	2.92	96.50	0.11	413.49	16.70

2.2 영농활동과 시비현황

본 연구기간동안 각 처리구별 시험 포장에서의 영농활동과 시비현황은 2001년 5월 17일에 담 수 후 5월 25일에 경운 후 기비를 투여한 후 5월 29일에 재식거리 15×30cm, 1주 3본씩 기계 이앙하였다. 공시 품종은 일품벼이며, 6월 9일에 이삭비를 7월 17일에 분얼비를 투여하였으며, 시비량은 농업과학기술원 고시 표준시비량 N: P₂O₅: K₂O=11: 4.5: 5.7kg을 기준(100%, TSF)으로 감비구(70%, TRF)와 과잉 시비구(150%, TEF)로 구분하여 질소는 기비, 이삭비, 분

얼비를 각각 50, 30, 20%의 비율로 시비하였으며, 인은 전량을 기비로 시비하였다.

2.3 시료 채취 및 분석방법

수질 분석은 강우시를 제외하고 1주 간격으로 채수하여 수질 분석을 실시하며, 수질 분석 항목은 COD_{Cr}, T-N, T-P를 Standard Method⁴⁾에 의해 분석하였으며, 토양의 화학적 특성을 위하여 pH, EC, OM, CEC, TN, TP, Av.-P(유효인산)을 이양하기 전에 각 처리구의 토양을 채취하여 Methods of Soil Analysis⁵⁾에 의해 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1 물수지

영농기간 중 논은 담수 상태로 유지되므로 이에 대한 물수지는 담수심의 변화량으로 표현할 수 있다. 논에서의 물수지 분석은 식 1에 의하여 분석하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다.

$$W_j = W_{j-1} + IR1_j + IR2_j + PR_j - (DR_j + ET_j + INF_j) \text{ ----- (식 1)}$$

IR₁ = 지하수 관개량(mm), IR₂ = 빗눈 유입량(mm), PR = 일강우량(mm), DR = 유출량(mm), ET = 증발산량(mm), INF = 침투량(mm), W = 담수심(mm)이다. 첨자 j는 j일을 나타낸다.

연구 기간 동안 논에서의 물수지를 계산한 결과를 보면, 처리구별 유입량은 강수에 의한 유입이 가장 많았으며, 다음은 빗눈으로부터의 유입, 관개에 의한 유입순이었다. 유출은 유거를 통한 배출량이 가장 많았고, 증발산량, 침투량순으로 나타났다.

영농기간에 따른 물수지를 보면, 유입은 영농초기인 5월말에서 6월초에는 관개가 대부분이었으나 그 이후는 강우와 강우에 의한 빗눈으로부터의 유입이 많은 부분을 차지하였다. 배출은 유거를 통한 직접배출과 증발산, 침투에 의한 배출이 영농기간 동안 지속적으로 발생하였다.

논에서의 물수지는 기상 조건, 작물재배 방식 및 관개형태 및 수량 등으로 많은 차이점을 보이는데, 본 연구에서는 영농초기의 심한 가뭄으로 인한 적은 강우량과 침투량이 영향을 주었다고 판단된다.

3.2 영양물질 수지 분석

농경지에서의 영양염류의 공급원은 인위적 공급원과 자연적 공급원이 있다. 화학적 비료와 퇴비 두엄 등의 유기질 자재는 인위적인 공급원이며, 수계로부터 관개수나 대기로 부터의 강우 강하진 과 토양 미생물에 의한 질소 고정에 의하여 영양염류가 자연적으로 공급된다. 농경지로부터의 영양염류 배출에는 인위적 배출과 자연적 배출이 있다. 영양염류는 수확물과 식물 잔재물의 지출 소강에 의해서 농경지로부터 인위적으로 배출된다. 외부수계로의 배출은 논물의 표면유출 지하침투에 의해 일어난다. 또한 질소는 NH₃-N, NO_x의 토양표면으로 부터의 휘산과 탈질작용에 의해 대기층으로 방출된다

본 연구에서는 관개와 강우 그리고 빗눈으로부터의 유입량과 시비에 의한 유입량을

INPUT으로 하고, 유거를 통한 직접배출과 지하침투에 의한 배출을 OUTPUT으로 하여 영양물질 수지를 나타내었으며, 그 결과는 Table 3과 같다.

Table 2 Water balance in each experimental plot

		INPUT(mm)				OUTPUT(mm)			
		Rainfall	upper paddy	Irrigation	Total	Drainage	Evapotranspiration	Infiltration	Total
TEF	May	7.00	0.00	143.78	150.78	63.25	50.24	24.81	138.30
	Jun	212.50	26.91	118.08	357.49	194.13	98.84	32.76	325.73
	July	202.40	258.90	0.00	461.30	225.46	158.53	15.08	399.07
	Aug	89.40	11.50	0.00	100.90	24.41	118.00	9.20	151.61
	Total	511.30	297.31	261.87	1070.48	507.25	425.61	81.85	1014.71
TSF	May	7.00	0.00	249.79	256.79	143.10	50.24	23.08	216.42
	Jun	212.50	60.97	62.67	336.14	182.42	98.84	33.86	315.12
	July	202.40	251.84	0.00	454.24	252.87	158.53	16.68	428.08
	Aug	89.40	37.66	0.00	127.06	14.81	118.00	11.40	144.21
	Total	511.30	350.47	312.46	1174.23	593.21	425.61	85.02	1103.83
TRF	May	7.00	0.00	234.22	241.22	151.11	50.24	20.07	221.42
	Jun	212.50	46.07	146.02	404.59	214.09	98.84	36.36	349.29
	July	202.40	256.71	0.00	459.11	267.01	158.53	18.90	444.44
	Aug	89.40	26.69	0.00	116.09	16.24	118.00	12.20	146.44
	Total	511.30	329.47	380.24	1221.01	648.45	425.61	87.53	1161.58

Table 3 Nutrient balance in each experimental plot

		INPUT(kg/ha)					OUTPUT(kg/ha)		
		Fertilization	Upper paddy	Irrigation	Rainfall	Total	Drainage	Infiltration	Total
TEF	COD	0.00	100.24	0.00	0.00	100.24	169.46	0.00	169.46
	T-P	67.50	1.00	0.23	0.00	68.73	0.95	0.00	0.95
	T-N	165.00	6.87	2.72	7.73	182.33	12.15	19.20	31.35
TSF	COD	0.00	110.91	0.00	0.00	110.91	403.72	0.00	403.72
	T-P	45.00	0.99	0.27	0.00	46.27	2.17	0.00	2.17
	T-N	110.00	8.11	3.25	7.73	129.09	9.18	18.12	27.29
TRF	COD	0.00	110.36	0.00	0.00	110.36	341.54	0.00	341.54
	T-P	31.50	0.91	0.33	0.00	32.75	1.20	0.00	1.20
	T-N	77.00	8.61	3.95	7.73	97.29	15.37	20.96	36.33

연구기간 동안의 영양물질의 유출입을 보면, 유입은 COD의 경우 윗논으로 부터의 유입이, T-N, T-P는 시비에 의한 유입이 가장 많았고, 배출은 COD, T-P, T-N모두가 유거를 통한 배출이 가장 많은 부분을 차지하였다.

영농기간에 따른 배출을 보면, COD와 T-P는 경운 후 토양이 충분히 안정되지 않은 기간인 5월말과 수도재배 특성상 중간 낙수기간인 7월말에 높은 값을 보였고, T-N은 COD와 TP와는 다르게 영농 전 기간동안 배출이 일어났으며, 질소를 시비한 시기에 다소 높은 값을 보였다.

연구기간동안의 수도재배 논에서의 유거를 통한 영양물질 배출량은 처리구 TEF는 COD,

T-P, T-N이 각각 169.46, 0.95, 31.35 kg/ha 였으며, TSF는 각각 403.72, 2.17, 27.29 kg/ha 이고, TRF는 각각 341.54, 1.20, 36.33kg/ha로 처리구별 차이를 보이는데, 이는 배출수량의 차이로 보아진다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 지하수 관개지역의 수도재배시 논에서 시비량에 따른 물수지 및 영양물질 수지를 분석하기 위하여 2001년 5월15일부터 연구 중에 있으며, 본 논문은 2001년 8월 15일 까지의 결과를 요약한 것이다.

1. 지하수 관개지역의 논에서의 물수지 중 유입은 강우에 의한 유입이 가장 많았고, 윗논에 의한 유입, 관개 순이었으며, 유출은 유거를 통한 배출이 가장 많았고, 다음으로 침투로 인한 양이었다.
2. 영양물질의 유입은 COD는 윗논유입량이 가장 많았고, T-P, T-N은 시비에 의한 유입이 많았으며, 유출은 유거를 통해 배출되는 양이 가장 많았다.
3. 논에서의 영양물질의 유출부하량은 처리구 TEF는 COD, T-P, T-N이 각각 169.46, 0.95, 31.35 kg/ha였으며, TSF는 각각 403.72, 2.17, 27.29kg/ha이고, TRF는 각각 341.54, 1.20, 36.33kg/ha로 처리구별 다소 차이를 보이는데, 이는 영농초기인 5월말에서 6월초의 배출수량에 영향을 받은 것이며, 따라서, 이 시기의 물관리가 농지에서의 영양물질 배출의 감소에 유리하게 적용된다고 보아진다.

V. 참고문헌

1. 노기안, 하호성, 1999, 사질논에서 벼 재배기간 중 시비방법별 양분수지, 한국토양비료 학회지 vol. 32(2), pp. 155~163.
2. 이기상, 이동창, 허일봉, 이연, 1997, 벼 재배시 양분이동에 관한 연구, 시험연구사업 보고서 (농업환경부편), 농촌진흥청 농업과학기술원, pp. 703~710.
3. 이기상, 허일봉, 1996, 벼 재배시 질소양분 행동에 관한 연구, 시험연구사업보고서 (농업환경부편), 농촌진흥청 농업과학기술원 pp. 408~412.
4. American Public Health Association. (1995). Standard Methods for the Water and Wastewater Examination, 19th ed., Washington, D.C.
5. American Society of Agronomy, and Soil Science Society of America. (1992). Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and microbial Properties, 2nd ed., Madison, Wisconsin.