

농업용수 수질기준 T-P 항목에 대한 검증실험(Ⅰ)

An Evaluation study on Total Nitrogen(T-P) Item of Agricultural Water Standards

최선화* · 김호일 · 윤경섭(농업기반공사) · 이봉훈(농림부)

Choi, Sun Hwa · Kim, Ho Il · Yoon, Kyung Seup · Lee, Bong Hun

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of T-P concentrations in irrigation water on the growth, yield, and grain quality of rice. It acquire fundamental knowledges to set up irrigation water quality standards. The pot experiment was conducted with 5 treatments using irrigation waters. It consisted of various total phosphorus concentrations(control, 1, 2, 5, 10mg/L) and replicated four times with randomized block design. The results of this study showed that as T-P concentrations in irrigation water increases, plant height tended to increase. Dry weight of rice plant at T-P 10mg/L was significantly higher than the control. However, T-P in irrigation water did not affect plant height, tiller number, plant dry weight, yield, and quality of rice.

I. 서론

최근 농어촌의 도시화, 공업단지의 내륙화, 소비생활수준의 향상으로 인한 물 소비량과 폐기물의 증가 등 급격한 사회환경 변화 등으로 농업 용수원의 수질오염이 날로 심화되어 가고 있다¹⁾. 특히, 환경정책기본법의 수질환경기준 IV등급으로 분류되어 있는 현행 농업용수 수질기준을 초과하는 농업 용수원이 증가하고 있어 NGO를 비롯해 일반 국민들의 관심의 대상이 되고 있다. 현행 농업용수 수질기준은 하천, 호소 등 공공수역에 대한 수질관리정책의 행정적 목표수질(Goal)로서 다소 엄격하게 규정되어 있음에도 불구하고, 이를 마치 이수목적의 농업용수 수질기준(Standards)인 것처럼 이용되고 있다²⁾. 필요이상으로 엄격한 농업용수 수질기준은 수질관리에 큰 부담으로 작용하며, 사용자들에게 불필요한 혼란을 야기 시키며, 수자원 이용과 관리에 비효율성을 초래하고 있다³⁾.

현행 우리나라 T-P의 농업용수 수질기준은 0.1mg/L 이하로, 중국의 비 5.0mg/L 이하, 발작물과 채소류 10mg/L이하에 비해 50~100배나 높게 규정되어 있다. 또한 우리와 농업환경이 비슷한 일본에서는 인은 농업용수 수질기준 항목에서 제외시키고 있다. 따라서 본 연구에서는 현행 농업용수 수질기준에 대한 검증과 기초자료 확보차원에서 총인(T-P) 항목을 대상으로 비 재배 포트실험을 실시하여 관개수의 T-P 농도가 비 생육, 수확량, 미질 등에 미치는 영향을 조사·분석하였다.

II. 재료 및 방법

서울대학교 농업생명과학대학 부속농장(경기도 수원시 권선구 서둔동 소재) 내 비닐하우스에서 2002년 5월부터 10월까지 포트실험으로 수행하였다. 실험에는 와그너포트(1/5000a)를 이용하였고, 시험구는 총인농도 1, 2, 5, 10mg/L의 4처리구와 대조구를 두었으며, 각 시험구당 4반복으로 실험하였다.

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)

1) 재배 관리

실험에 사용된 공시품종은 화성벼(중생종, Japonica)이고, 공시토양은 부속농장 내 논토양을 이용하였다. 토양의 토성은 양토이고, 기타 이화학적 특성은 Table 1과 같다. 2002년 5월 25일에 포트당 1주(3분)씩 이앙하였고, 시비량은 토양검정 후 시비처방에 따라 포트당 N-P₂O₅-K₂O를 각각 0.28-0.6-0.18g 시용하였다. 물관리 방법은 KH₂PO₄을 이용하여 T-P 처리농도별 관개수를 조제하여 포트수심이 2~3cm 내외가 되도록 관개하였다. 관개수 조제에 사용된 원수는 지하수로 2002년 6월부터 9월까지 월 2회씩 총 8회 조사하였고, 평균 수질성적은 Table 2와 같다. 이앙 후 수확기까지 관개한 총 용수량은 포트당 32.2L로 이것을 관개깊이로 환산하면 1,610mm 이다. 관개수 공급으로 1, 2, 5, 10mg/L의 처리수준에 따라 각각 32.2, 161, 322, 644 mgP/pot의 영양분이 추가로 공급되었다. 기타 관개 및 물관리 방법은 농촌진흥청 작물시험장의 표준재배법에 준하였다.

Table 1 Physico-chemical properties of paddy soils used in the pot experiment

Soil series	Particle size distribution(%)			pH	O.M (%)	Exch-cations(cmol ⁽⁺⁾ /kg)			CEC (cmol ⁽⁺⁾ /kg)	Ava.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ava.SiO ₂ (mg/kg)
	Clay	Silt	Sand			Ca	Mg	K			
SEOG-CHEON	16.5	47.0	36.5	5.4	1.9	5.3	1.4	0.17	11.3	40	110

Table 2 Water quality characteristics of ground water

pH	EC (mS/cm)	DO (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Hardness
6.7	0.259	6.5	3.1	1.529	0.053	21.2	0.020	N.D	21.0	81

2) 생육조사 항목 및 분석방법

생육조사는 초장, 분얼수, 엽색도, 건물중 등을 조사하였다. 초장 및 분얼수는 이앙 후 2주 간격으로 조사하였고, 건물중과 엽색도는 이앙시, 이앙후 14일·28일·42일, 유수분화기, 출수기, 출수후 20일·40일에 조사하였다. 건물중은 수확시 엽, 줄기, 이삭으로 나눈 후 80℃에서 48시간 건조 후에 건물중을 칭량하였다. 엽색도는 SPAD502(Minolta社)를 사용하여 최상위 완전전개엽(Y-leaf)을 측정하였다. 수확 직후 수량 및 수량구성요소(이삭수, 이삭당 영화수, 등숙률, 천립중)와 쌀의 외관상 품위 및 단백질함량을 조사하였다. 외관상품위는 벼를 현미로 만든 후 완전미, 청미, 사미, 동할미로 구분하여 조사하였으며, 단백질함량은 9분도로 도정한 백미를 분석하였다. 기타 조사방법은 농촌진흥청의 표준조사방법에 준하였다.

3) 자료분석

시험구당 4반복에 대한 평균값을 구하여 농업 통계적 분석방법(SAS 통계 프로그램을 이용)인 최소 유의성 검정을 통해 처리수준별 벼 생육상황, 수확량, 미질 등에 대해 미치는 영향을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1) 벼 생육조사

T-P 처리농도에 따른 초장, 분얼수, 엽색도, 건물중에 대한 조사결과는 Fig.1~3, Table 3과 같다. 초장은 초기에는 시험구간 매우 불규칙한 경향을 보이다가 출수기 이후에 처리구에서 대조구에 비해 크게 나타났으나 시험구간에 유의적인 차이는 없었다. 분얼수는 생육초기에는 T-P 10 처리구에서 가장 많았고, 생육중기 이후부터는 T-P 5처리구에서 가장 많았으나 이후 급속히 감소하여 수확기에는 T-P 처리구 모두 대조구에 비해 분얼수가 적었다. SPAD값은 전 생육기동안 시험구간에 따른 일정한 경향성을 보이지 않았고, 건물중은 줄기와 이삭에서 농도가 증가함에 따라 건물중이 증가하였다. 줄기와 전체 건물중은 T-P 10 시험구에서 대조구에 비해 유의하게 높았다.

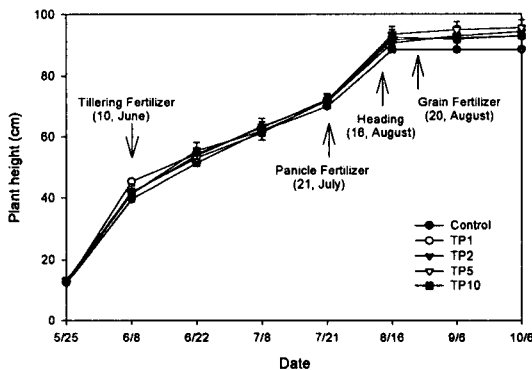


Fig.1 Temporal changes of rice plant height

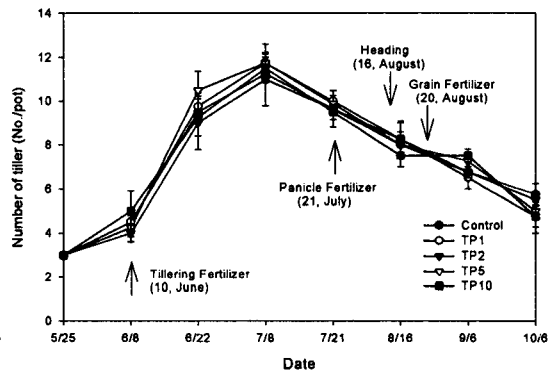


Fig.2 Temporal changes of rice tiller number per pot

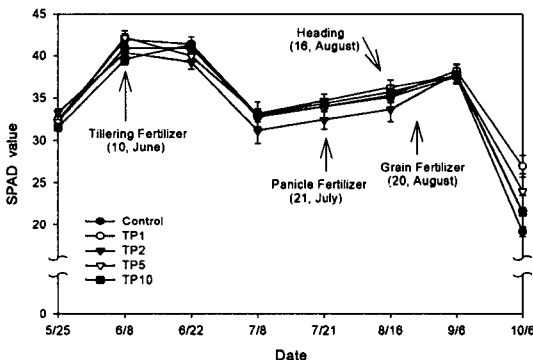


Fig. 3 Temporal changes of SPAD value

Table 3 Dry weight of rice plant at harvest (Unit : g/pot)

Treatment	Leaf	Stem	Spike	Total
Control	4.10	7.33	7.39	18.81
T-P 1	3.73	6.95	7.27	17.95
T-P 2	4.05	7.18	7.42	18.64
T-P 5	4.20	7.55	7.44	19.19
T-P10	4.13	7.95	7.53	19.60
F-value	N.S	9.00*	N.S	6.22*
LSD(0.05)	-	0.5223	-	1.1032

* : significant at 0.05

2) 수량 및 수량구성요소

수량 및 수량구성요소에 대한 조사결과는 Table 4와 같다. 포트당 이삭수는 대조구가 T-P 처리구에 비해 많았고, 이삭당 영화수는 대조구가 T-P 처리구에 비해 적어 일정한 경향성은 보이지 않았다. 등숙률은 T-P 처리가 증가함에 따라 유의하게 감소하는 경향이었고, 천립중은 T-P10 처리구에서 다소 높게 나타났으나 유의한 차이는 아니었다. 수량은 T-P10 > T-P5 > T-P2 > 대조구 > T-P1 순으로 인 농도가 높을수록 수량이 많았으나 시험구간에 따른 유의한 차이는 없었다.

3) 쌀의 품위 및 단백질 함량

쌀의 품위는 T-P농도가 증가함에 따라 완전미가 줄어들고, 청미와 복백미 등이 증가하는 경향을 보였다. 단백질함량은 약 6.264~6.316%로 T-P농도가 커짐에 따라 증가하였으나 시험구간에 따른 차이는 거의 없었고, T-P10 처리구에서 대조구에 비해 유의하게 높게 나타났다(Table 4).

Table 4 Yield, yield component, Grain quality and protein quality of rice

Treatment	No. of panicle	No. of Spikelet per panicle	Ripened grain ratio(%)	1000 grain wt.(g)	Yield (g/pot)	Degree of Grain Quality(%)				Protein (%)
						Head	Green-kerneled	Whit belly	Cracked	
Control	5.8	60.5	87.0	23.4	7.15	90.3	3.0	4.8	2.0	6.264
T-P 1	4.8	71.1	87.9	23.6	7.07	90.5	3.0	5.0	1.5	6.283
T-P 2	5.5	62.9	86.2	23.6	7.19	89.8	4.8	4.0	1.5	6.295
T-P 5	5.0	70.7	85.4	23.6	7.24	90.0	3.8	5.0	1.3	6.296
T-P 10	4.8	74.1	83.9	26.2	7.29	89.0	4.3	3.8	3.0	6.316
F-value	NS	NS	8.01*	NS	NS	N.S.	4.03*	7.52**	N.S.	47.65**
LSD(0.05)	-	-	2.11	-	-	-	0.901	0.507	-	0.007

*, **: significant at 0.05, 0.01 levels respectively. N.S. : non-significant

IV. 결론

현행 농업용수 수질기준에 대한 검토와 기초자료를 확보하기 위하여 관개수의 총인(T-P) 농도를 1, 2, 5, 10mg/L으로 처리하여 벼 재배 포트시험을 1년간 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 생육기 동안 T-P 농도에 따른 시험구간별 초장, 분얼수, SPAD값에는 일정한 경향성을 보이지 않았고, 수확기 전체 건물중은 T-P10에서 대조구에 비해 유의하게 높았다.
- 2) 수량구성요소 중 등숙률은 T-P농도가 높을수록 유의하게 감소하였고, 수량은 T-P10 > T-P5 > T-P2 > 대조구 > T-P 1 순으로 인 농도가 높을수록 증가하였다.
- 3) 쌀의 품위는 T-P 농도가 증가함에 따라 완전미가 줄어들고, 청미와 복백미 등이 증가하였고, 단백질함량은 T-P10 > T-P 5> T-P2> T-P1> 대조구순으로 농도가 높을수록 증가하였으나 시험구간에 따른 유의성은 없었다.
- 4) 본 연구는 1년간의 실험 결과로 농업의 특성상 기상, 토양 등 자연적인 특성 및 재배법 등 외부요인에 의해 영향을 많이 받으므로 향후 지속적인 연구가 필요하겠다.

V. 참고문헌

1. Choi, Sunhwa, (2002): Water Resource and Pollution of Irrigation Water, Rural and Environmental Engineering Journal, No. 74, 93-103
2. Kim, H.I., S.H. Choi, and Y.I. Kim. (2002): A study on the effect of pollution of agricultural water on rice culture. MAF and KARICO.
3. Yoon, C. G., S.K. Kwun, I.M. Chung, and T.Y. Kwon. 1999. Review of the Agricultural Water Quality Standards through Rice Culture with Treated Sewage Irrigation. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers. 41(2):44-54