

관개용수 pH가 벼 생육, 수량, 미질에 미치는 영향(Ⅰ)

Effect of pH in Irrigation Water on the Growth, Yield, and Grain Quality of Rice

최선화* · 김호일 · 안열 · 허유만(농업기반공사)
Choi, Sun Hwa · Kim, Ho Il · An, Yeul · Huh, Yoo Man

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of the pH of 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 with various pH values(control, 4, 6, 8, 10) and replicated four times with randomized block design. The results of this study showed that the uptake of N, P, and K, Ripened grain ratio and yield of rice tended to be reduced at the irrigation water of pH 4 and pH 10. P uptake, Ripened grain ratio and yield of rice at pH 4 water were significantly lower than the control. K uptake at pH 10 water was significantly lower than the control. Plant height, SPAD value and protein content of rice were not affected by the pH of irrigation water.

I. 서 론

pH는 물의 액성을 나타내는 지표로 보통 빗물의 pH는 약 5.6의 약산성을, 하천수는 약 7.0, 여름철 녹조가 발생한 지표수의 표면수에서는 pH 9.0 이상을 보이고 있다⁶⁾. 최근 산업 폐수와 산성비의 영향으로 하천수와 호소수의 pH가 현행 농업용수 수질기준인 pH 6.0~8.5를 초과하고 있는 것으로 나타났다¹⁹⁾. 농업기반공사에서 조사하고 있는 농업용수 측정망 조사결과를 보면 '97년 이후 조사대상 시설의 10%에서 53%까지 기준치를 벗어나고 있다. 산성수의 유입은 농경지의 토양양분 유실, 알루미늄의 활성화, 알칼리성 물에 대한 토양양분의 불용성화를 초래하고, 알칼리성수가 논에 유입되면 벼 뿌리의 고사, 미량원소 불용화로 인한 양분의 결핍증 등으로 작물에 직·간접적인 피해를 나타낸다⁹⁾. pH 항목에 대한 농업용수 수질기준치는 각 나라마다 다양하게 제시하고 있다. 수도작을 대상으로 한 일본의 수질기준에는 6.0~7.5, 중국에서는 5.5~8.5, 필리핀과 태국은 각각 6.0~9.0, 5.0~9.0으로 설정하여 운영하고 있다²⁾. 본 연구는 우리나라 현행 농업용수 수질기준에 대한 검증과 관개목적의 농업용수 수질기준 제정시 활용 될 과학적인 기초자료 확보차원에서 벼 재배 포트실험을 실시하여 관개수의 pH가 벼 생육, 수량, 미질 등에 미치는 영향을 조사하였다.

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 pH 4, 6, 8, 10의 4처리구와 대조구를 두었으며, 각 시험구당 4반복으로 실험하였다. 관개수의 pH를 조절하기 위해서는 염산(HCl)과 수산화나트륨(NaOH)

을 이용하였고, 포트수심이 2~3cm 내외가 되도록 관개하였다. 이앙 후 수확기까지 관개한 총 용수량은 포트당 32.2L로 이것을 관개깊이로 환산하면 1,610mm이다. 조사항목은 생육조사로 초장, 분蘖수, 엽색도, 건물중과 수확기 식물체의 무기성분(N, P, K) 함량에 대해서 분석하였으며, 수량, 수량구성요소, 쌀의 품위 및 단백질 함량은 수확 직후 조사하였다. 질소분석은 Kjeldahl 자동분석기계(Kjeltec 2035, Foss社)를 사용하였고, 인산과 칼륨은 진한황산과 분해촉매제($\text{Na}_2\text{SO}_4+\text{Se}$)를 사용하여 습식분해(420°C) 시킨 후 전처리과정을 거쳐 ICP를 사용하여 정량 분석하였다. (기타 재배관리, 조사항목 및 분석방법은 논문명 “농업용수 수질기준 T-P 항목에 대한 검증실험(I)”의 II. 재료 및 방법을 참고하기 바람)

III. 결과 및 고찰

1) 벼 생육조사

pH 처리구에 따른 초장, 분蘖수, 엽색도, 건물중에 대한 조사결과는 Fig.1~3, Table3과 같다. 초장은 생육초기에는 시험구간 차이가 거의 없었으나 유수형성기 이후 pH 6과 pH 8 처리구에서 다른 시험구에 비해 약 2~3cm정도 커 있으나 유의한 차이는 아니었다. 분蘖수는 생육초기에는 거의 비슷한 값을 보였고 생육 중기에 이르러서는 pH4 처리구에서 가장 많은 분蘖수를 보였으나 수확기에는 또 크게 감소하였는데, 이는 무효분蘖이 상대적으로 많아 수확기에 적은 이삭수를 확보하였기 때문으로 판단된다.

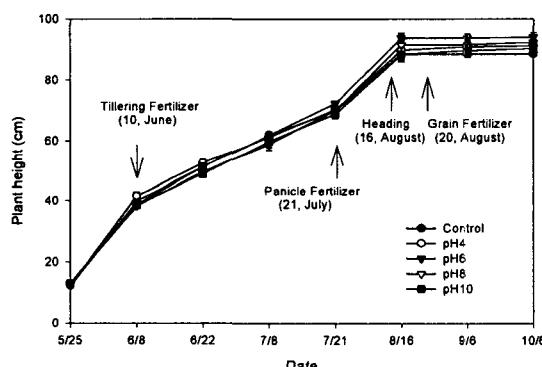


Fig. 1 Temporal changes of rice plant height

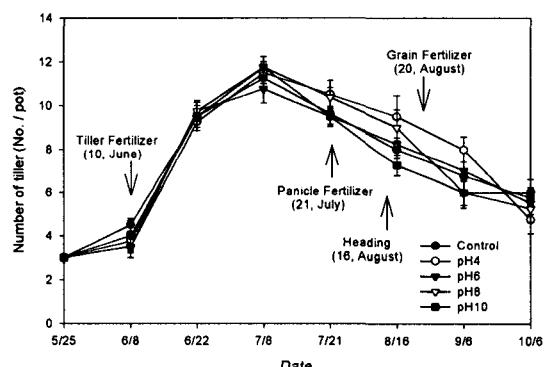


Fig. 2 Temporal changes of rice tiller number

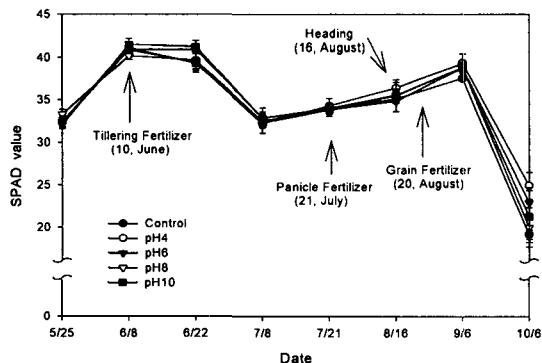


Fig. 3 Temporal changes of SPAD value

Table 1 Dry weight of rice plant at harvest
(Unit : g/pot)

Treatment	Leaf	Stem	Spike	Total
Control	4.10	7.33	7.39	18.81
pH 4	4.08	6.73	6.54	17.34
pH 6	4.20	7.50	7.31	19.01
pH 8	4.35	7.53	7.31	19.19
pH 10	3.88	6.93	7.27	18.07
F-value	N.S	N.S	N.S	N.S
LSD(0.05)	-	-	-	-

분열수는 생육기간동안 전체적으로 pH 처리구에 따라 매우 불규칙적인 양상을 보이고 있어 일정한 경향을 찾아 볼 수는 없었다. 엽색도(SPAD값)는 생육초기에는 대조구와 pH 6, pH 8 처리구에서 높은값을 나타냈으나 생육중기 이후부터 불규칙한 변화를 보였고, 유수형성기 이후부터는 pH4 처리구에서 SPAD 값이 다소 높게 나타났다. 시험구간에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 조사되었다. pH에 따른 지상부 건물중을 살펴보면 엽에서는 pH 8 처리구에서 가장 컸고, pH 10 처리구가 가장 적었으며, 줄기에서는 pH 8이 가장 컸고, pH4가 가장 적었다. 이삭중은 대조구가 가장 컸으며 pH 4에서 가장 적었다. 지상부 전체 건물중은 pH 8 > pH 6 > 대조구 > pH 10 > pH 4 순으로 나타났으나 시험구간의 유의한 차이는 없는 것으로 분석되었다.

2) 무기성분 함량

pH 처리에 따른 수확기 식물체내 질소, 인, 칼륨함량에 대한 조사결과는 Table 2와 같다. 질소함량은 pH8 > pH6 > 대조구 > pH4 > pH10 순으로 pH4와 pH10 처리구에서 가장 낮았으나 유의성 분석결과 유의한 차이는 아니었다. 인함량은 pH4 처리구에서 대조구에 비해 유의하게 낮았다. 칼륨함량에서는 pH6 > pH8 > pH4 > pH10 순으로 pH10 처리구에서 가장 낮은 칼륨 함량을 나타내었다.

Table 2 Inorganic nutrients content of rice plant at harvest
(Unit : mg/pot)

Treatment	N	P	K
Control	135.0	14.46	200.9
pH 4	127.9	12.40	150.6
pH 6	137.3	15.02	163.2
pH 8	137.7	15.23	155.4
pH 10	122.5	14.62	133.4
F-value	N.S	4.15*	16.26*
LSD(0.05)	-	1.59	13.75

*, **: significant at 0.05, 0.01 levels respectively

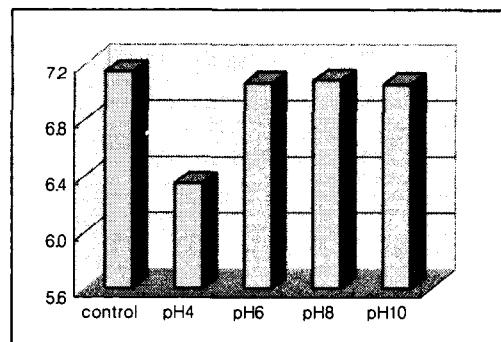


Fig. 4 Grain yield of rice(g/pot)

3) 수량 및 수량구성요소

수량 및 수량구성요소에 대한 조사결과는 Table 3와 같다. 포트당 이삭수는 pH10 처리구에서, 이삭당 영화수는 pH4에서 가장 많았고, pH10에서 가장 적게 나타났다. 등숙률은 control > pH6 > pH 8 > pH10 > pH4 순으로 pH 4처리구에서 대조구에 비해 유의하게 낮았다. 수량은 대조구 > pH8 > pH6 > pH10 > pH4 순으로 pH4 처리구에서 다른 시험구에 비해 유의하게 낮게 나타났다(Fig. 4).

4) 쌀의 품위 및 단백질 함량

쌀의 품위는 pH8, pH6, 대조구에서 완전미 비율이 가장 높았고, 다음으로 pH10, pH4 순이었으나 pH 시험구간에 따른 큰 차이는 없었다. 단백질 함량은 6.21~6.29%로 pH 10 처리구에서 다소 낮았고, 다른 시험구간에는 비슷한 수치를 보이고 있다(Table 3).

Table 3 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-kernelled	Whit belly	Cracked	
Control	5.8	60.5	87.0	23.4	7.15	90.3	3.0	4.8	2.0	6.26
pH 4	4.8	68.8	84.3	23.3	6.35	89.8	3.5	4.0	2.8	6.27
pH 6	5.5	63.5	86.6	23.4	7.07	90.3	3.5	5.0	1.3	6.24
pH 8	5.3	66.4	86.5	23.5	7.09	91.0	3.5	4.0	1.5	6.29
pH 10	6.0	57.7	85.5	23.5	7.06	90.0	4.0	4.5	1.5	6.21
F-value	N.S	N.S	14.80*	14.1*	N.S	N.S	N.S	N.S	3.59	13.18**
LSD(0.05)	-	-	2.022	0.184	-	-	-	-	1.218	0.021

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

IV. 결 론

pH 항목에 대한 현행 농업용수 수질기준에 대한 검토와 작물에 미치는 과학적인 기초 자료를 확보하기 위하여 관개수의 pH를 4, 6, 8, 10으로 처리하여 벼 재배 포트실험을 1년간 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 초장, SPAD값은 생육초기에는 pH 6과 pH 8시험구에서 다른 시험구에 비해 양호한 생육을 보였으나 생육이 진행되면서 뚜렷한 경향성이 없었고, 전물중은 엽, 줄기, 이삭에서 pH 10과 pH 4 시험구에서 가장 작은 값을 보였으나 유의성은 없었다.
- 2) 식물체에 대한 질소, 인, 칼륨함량 조사결과 모두 pH 4와 pH 10 시험구에서 가장 낮게 나타났고, 특히, 인함량은 pH 4에서, 칼륨함량은 pH 10에서 유의하게 낮았다.
- 3) 수량구성요소 중 등숙률과 수량은 각각 control > pH6 > pH 8 > pH10 > pH4, 대조구> pH8 > pH6 > pH10 순으로 pH4에서 등숙률과 수량이 유의하게 낮았다.
- 4) 쌀의 품위는 pH 8>pH 6> 대조구> pH 10> pH 4순으로 pH 8과 pH 6에서 완전미의 비율이 높았고, 단백질 함량은 6.21~6.29%으로 시험구간에 따른 유의성은 없었다.
- 5) 현행 농업용수 수질기준이내에 있는 control, pH 6, pH 8 에서는 벼 생육, 미질, 수량에 미치는 영향이 없었으나, 관개수가 산성과 알칼리성인 pH 4와 pH 10 에서는 수량과 미질에 영향을 주는 것으로 조사·분석되었다.

V. 참고문헌

1. 조재유. (1993): 산성비가 농경지 및 농업용수에 미치는 영향. 영남대학교 환경대학원 석사학위논문
2. 최선화, (2003): 아시아 몬순기후대에 속하는 국가들의 농업용수 수질기준소개, 농어촌과 환경, No. 79;67~76
3. 허효수, (1981): 산업폐수가 수도생육에 미치는 영향에 관한 연구. 동아대학교 대학원 석사학위논문.
4. 농림부, 농업기반공사, (2002): 농업용수 수질오염이 벼생육에 미치는 영향연구(I)
5. 농림부. 농업기반공사, (2003): 2002년 농업용수 수질측정망 결과보고서(I 권)
6. 환경부, (1999): 수질오염으로 인한 피해의 인과관계 규명 및 배상액 결정에 관한 연구

새만금 예정수역의 수질특성 조사

Study on the Characteristics for Water Quality in Prearranged Saemangeum Reclaiming Area

이광야^{*} · 엄명철 · 조재원(농업기반공사) · 정해진(서울대)
Lee, Kwang Ya · Eom, Myung Chul · Cho, Jae Won · Jeong, Hae Jin

Abstract

This study carried out to analyze the characteristics of water concentration for Saemangeum reclaiming area during two seasons.

Total nitrogen appeared by thing which all mean values are the biggest at two survey at ST.4 that is near with Mangyoung river. At the same time, change by range of tide was seen. Therefore, is thought that ST.4 suffers impact of river and seawater at the same time. But is thought that water of Mangyoung river exerts bigger effect than seawater because ST.4 appears that concentration is high clearly with different Sampling point. Therefore, is thought that pollution occurs better than different sampling point if ST.4's flowing deters.

I. 서 론

새만금사업은 전북 군산에서 고군산군도를 거쳐 변산반도를 연결하는 방조제를 건설하고 방조제 안쪽에 농경지와 담수호를 만드는 대규모 국책사업으로 1991년 11월에 공사가 시작되었다. 그러나 1998년 하반기부터 본격적으로 새만금사업의 시행으로 인한 방조제 내·외 수역에 해양환경 및 수질오염, 갯벌생태계 파괴 등의 환경논쟁이 야기되어 정부는 새만금사업 환경영향 민관공동 조사단이 1999년 5월부터 2000년 6월까지 1년간 조사·분석한 결과에 근거하여 비교적 오염이 적은 동진수역을 먼저 개발하고 한시적으로 해수를 유통시킨 후 목표수질을 달성했을 때 공사를 진행하는 친환경적 순차개발안을 받아들여 2001년부터 공사를 재개하였다.

친환경 개발에 따른 목표수질을 달성하기 위해서는 공사단계별 수리특성 및 수질변화 분석, 만경강과 동진강의 오염부하량 및 유입유량을 조사하고 정확한 수질예측 분석에 근거한 해수유통시 만경수역의 합리적인 관리방안이 요구된다. 그러므로 수질을 명확하게 예측하기 위해서는 집중적인 시기별 수질 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 만경강과 동진강 하구의 2지점과 해역의 5지점에서 수질을 조사하여 향후 새만금수역 수질예측모델 구축에 필요한 보정 및 검정자료와 수역 수질관리에 필요한 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 Fig. 1의 새만금 수역에서 2002년 11월(1차 조사)과 2002년 2월(2차 조사)의 두 시기에 각각 1시간 간격으로 25회씩 시료채취 및 수질측정을 실시하였다.

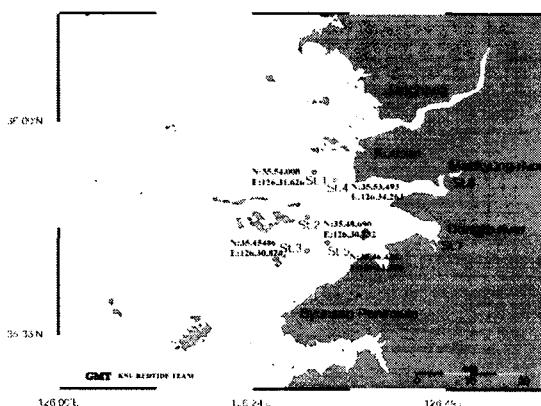


Fig. 1 Figure of sampling point in water quality study for Saemangeum reclaiming area