

간척지의 염분농도 차이가 토양의 화학적 조성과 벼의 생산성에 미치는 영향

권병선*, 백선영, 신정식¹⁾, 임준택, 신동영, 김학진, 현규환

순천대학교 자원식물개발학과, ¹⁾순천대학교 생물학과

Effects of Salinity Content on Soil Chemical Composition and Productivity of Rice in Reclaimed Saline Paddy Field

Byung-Sun Kwon*, Sun-Young Baek, Jeong-Sik Shin¹⁾, June-Taeg Lim,
Dong-Young Shin, Hak-Jin Kim and Kyu-Hwan Hyun

Dept. of Resources Plant Development, Suncheon Nat' l Univ. Sunchom 540-742, Korea.

¹⁾Dept. of Biology Suncheon Nat' l Univ. Sunchom 540-742, Korea.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of salinity content in soil on chemical composition and productivity of rice which is suitable for the reclaimed saline paddy field, yield components and yield were investigated in 2,000 at reclaimed paddy field of Kwangyang bay in Korea.

Heading date was early with Aug. 15 in soft salinification of 0.1 percent and late with from Aug. 20 to Aug. 25 in heavy salinification of 0.4 and 0.8 percent. Brown rice yield was highest in soft salinification of 0.1 percent with 599kg/10a and was decreased with from 568kg/10a to 446kg/10a in heavy salinification of 0.4 and 0.8 percent. The correlation coefficient between brown rice yield and content of soil chemical composition, on organic matter, phosphate, nitrogen, potassium, calcium, and magnesium showed highly positive correlation and was shown negative correlation with pH meter. Judging from the results reported above, optimum salinification of saline paddy field seemed to be 0.1 percent.

Key words : Salinity content, Correlation coefficient, Saline paddy field

서 언

벼는 한약자원으로서 벼의 種仁을 粳米라 하며, 약리작용에 있어서는 抗腫瘍作用을 하며, 한의학의 藥效 主治에 있어서 補中益氣, 健脾和胃 등에 이용

된다(정과 신, 1998). 이러한 벼가 재배되고 있는 염류토양은 세계적으로 볼때에 9억5천만 ha 정도에 이르며 이는 지구상 작물재배가 가능한 면적의 10% 정도에 해당한다(김, 1992). 현재 우리나라 벼 재배 면적의 약 10%인 105,092ha의 간척답이 개발되어 있다

*교신저자 : E-mail : kbs@suncheon.ac.kr

(농업기반공사, 2000). 이에 따라 간척답에 대한 벼의 연구도 활발하다(이, 1991; 원 등, 1992; 김 등, 1992; 정과 유, 1993; 송과 최, 1993; 정 등 1995). 그러나 간척답은 해수의 영향을 크게 받아 생성된 토양으로 토양중 MgO, SiO₂ 함량이 많고 K₂O, CaO, 유기물, P₂O₅ 등이 낮기 때문에 염기조성이 불균형하여 벼의 활착이 불량하고(권 등, 1983), 분얼이 지연되어 벼의 생육에 많은 영향을 주고있다. 대부분의 신간척지 논은 점토함량이 적은 반면 미사함량이 많고 토양 콜로이드의 분산제 역할을 하는 Na 함량이 높기 때문에 이러한 토양 입단화가 저해되고 투수성이 불량해진다. 이러한 투수와 더불어 다량의 SiO₂, Fe, Mn, MgO 등이 하층으로 용출되어 투수성과 통기성을 저하시키고 간척지 토양의 토양 물리화학적 불량에 의한 저수확답의 원인이 되어 벼의 재배가 어렵고 생산성이 낮아 경제성을 기대하기 어렵다(김, 1992; 高田, 1988; 但野, 1983; 中明 등, 1974). 따라서 본 연구에서는 토양의 염분농도 차이가 토양화학과 수량에 미치는 영향을 검토하여 간척지 토양의 경제성을 높이는 데 기초자료로 활용코자 실험하였던바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

전남 광양만 간척지에서 실험 전에 토양염분농도가 0.1, 0.4, 0.8%인 지점을 선정하여 실험을 실시하였다. 공시토양의 이화학적 특성은 Table 1에서와 같다. 토양염분농도가 0.1%인 토양의 pH는 8.25로 약 알칼리성 토양이었고, 유기물함량 0.34%, 유효인산함량 60.77ppm, 전질소함량 0.68%으로 적정범위는 물론 전국평균보다 낮으며, K, Ca, Mg 함량 역시 0.42, 12.82, 0.31cmol로 낮은 토양이었다.

토양염분농도가 0.4%인 토양은 pH 8.35, 유기물함량 0.33%, 전질소함량 0.68%, K 0.41cmol, Ca 11.96cmol, Mg 0.32cmol로 토양염분농도가 0.1% 토양과 비슷하나 유효인산함량은 48.54ppm으로 상당히 낮았으며 토양염분농도가 0.8%인 토양은 pH 8.67, 유기물함량 0.32%, 유효인산 38.72ppm, 전질소

함량 0.63%, K 0.40cmol, K 10.12cmol, Mg 0.23cmol로 알칼리성이며 모든 이화학적 토양의 성분함량이 비교적 낮은 토양이었다.

공시품종은 동안벼이었으며 난피법 3반복으로 수행하였다. 육묘관리로서 육묘 상토는 산흙을 채토하였으며, 상토에 밑거름 비료를 N : 1~2g, P : 4~5g, K : 3~4g/60×30cm 수준으로 사용하여 육묘상자에 5 l 씩 담았다. 범씨의 종자소독은 2000년 5월 20일에 Prochloraz-Ep 52% 2,000배액으로 24시간 동안 소독한 후, 수온 15℃에서 1주일간 침지하면서 1회/1일 수준으로 물을 교체해 주었다. 싹틔우기는 30℃ 발아상에서 2일간 처리하였으며, 흰싹이 1~2mm 정도에서 육묘상자에 파종하였다. 파종량은 120~130g/60×30cm 수준으로 하였다. 육묘관리는 못자리를 설치한 후 고랑에 부직포를 덮고, 물을 대주어 고랑에 밀착하도록 하였으며, 부직포는 본잎 3매의 출현시에 부직포를 제거하였다. 본포의 재식거리는 30×14cm로 하여 78.6포기/3.3m²로 하여 5월 30일에 이양하였다.

본답에서의 비료 관리는 5월 28일에 기비로 복합비료(27-21-17)를 38Kg/10a 수준으로 사용하였고, 6월 14일에 분얼비로 요소 4.4Kg/10a 수준으로, 6월 28일 추비는 요소 5Kg/10a 수준으로 사용하였으며, 7월 14일 추비는 유안 8Kg/10a 수준으로 사용하였다. 7월 30일 추비는 이삭 거름으로 유안 12Kg/10a, 황산가리 8Kg/10a 수준으로 사용하였다.

물바구미의 방제를 위해서 3Kg/10a 수준으로 미스트기를 이용하여 균일하게 살포하였다. carbofuran-Ep 3% 처리후 일주일 이 지난 6월 21일 Pyrazosulfuron-ethyl-Ep 0.07%, molinate-Ep 5%와 Dimepiperate-Ep 7%, Bensulfuron-methyl-Ep 0.13%를 3.1Kg/10a 수준으로 처리 하였고, 그 이후 제초작업은 10일간격으로 인력으로 제거하였다. 7월 2일, 7월 13일, 7월 22일에 모기무치의 대량 발생으로 살충제와 도열병약 Isoprothiolane-Ec 40%를 예방 차원에서 살포하였다. 8월 28일에는 흑명나방을 방제하기 위해 살충제를, 생식생장의 후반기의 양분을 공급해 주기 위해서 아미노산 영양제를, 또한 도복 경감을 위해서 도복방지제 Blend of alkylaryl polyethoxylate

Table 1. Soil chemical properties of the experimental paddy field of reclaimed saline land.

Degree of salinity in soil(%)	pH (1:5)	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	T-N (%)	Ex. (cmol+/100g)		
					K	Ca	Mg
0.1	8.25	0.34	60.77	0.68	0.42	12.82	0.31
0.4	8.35	0.33	48.54	0.68	0.41	11.96	0.32
0.8	8.67	0.32	38.72	0.63	0.40	14.12	0.23

and sodium salt of alkylate-Ec 60%를 살포하였다. 그 외 기타 사항은 농촌진흥청의 수도표준재배법(농촌진흥청, 1983)에 준하였다.

결과 및 고찰

1. 벼 수량 및 수량구성요소

토양의 염분농도별 출수기, 수량 및 수량구성요소는 Table 2와 같다. 출수기는 토양의 염분농도가 0.1%인 실험포장의 벼는 8월 15일, 0.4%인 실험포장의 벼는 8월 20일, 0.8%인 실험포장의 벼는 8월 25일이었다. 이러한 출수기는 일반답 출수기보다 0.1%의 토양염분함량 실험포장은 8월 15일로서 비슷하며 0.4의 토양염분농도구와 0.8%의 염분농도구는 5~10일 정도 지연되었다. 이와같이 토양의 염분농도가 많을수록 출수기가 지연되는 현상은 간척지 재배 벼품종의 수량과 품질과의 관계에서도 검토된 바 있다(채 등, 2002). 현미 수량은 446~599Kg/10a의 범위로 토양의 염분농도차 간에 고도로 유의한 차이가 있었다. 토양의 염분농도가 0.1%로 낮은 토양은 599Kg/10a로 가장 수량성이 높았고, 다음으로는

0.4%의 토양염분농도 토양은 568Kg/10a, 0.8%의 토양염분농도 토양은 446Kg/10a로 나타났다. 토양의 염분농도가 높을수록 수량성은 낮아졌다. 0.1의 염분농도 토양의 수량이 높았던 것은 이삭이 길고, 분얼수, 이삭수, 이삭당 영화수가 많았으며, 등숙율과 천립중이 높았기 때문이며, 0.4%와 0.8%의 염분농도 토양의 수량이 낮았다는 것은 이삭이 짧고, 분얼수, 이삭수, 이삭당 영화수가 적었으며, 등숙률과 천립중이 낮았기 때문이었다. 이와같은 결과는 간척지 재배 벼품종의 수량과 품질과의 관계에서 수량성이 높은 품종들은 이삭당 영화수가 많고 등숙률도 높았으며 수량성이 낮은 품종들은 이삭당 영화수가 적고 등숙률도 낮았기 때문이었다는 보고와 같은 경향이 있었다(채 등, 2002).

쌀 수량과 토양의 이화학적 특성간의 관계

0.1%의 염분농도 토양에서의 벼의 수량과 토양의 이화학적 조성간의 상관관계는 Table 3과 같다. 수량은 유기물, 가리, 마그네슘 함량간에는 고도로 유의한 상관($r=0.997^{**}$, $r=0.983^{**}$, $r=0.941^{**}$)로 나타났고, 인산, 질소, 칼슘함량간에도 정의상관($r=0.891$, $r=0.762$, $r=0.633$)을 나타내었으며 pH간에는 부의상

Table 2. Comparison of agromomic characters and yield of rice in three different paddy field of reclaimed saline land.

Degree of salinity in soil(%)	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of tiller (ea)	No. of panicles/ plant(ea)	No. of spikelets/ panicle(ea)	Percentage of filled grains(%)	1,000 grains wt. of brown rice(g)	Brown rice yield (kg/10a)
0.1	Aug. 15	74.0	21.0	28.0	28.0	61.0	76.1	22.8	599.0
0.4	Aug. 20	70.0	19.0	25.0	25.0	55.0	75.1	21.2	568.0
0.8	Aug. 25	65.0	19.0	23.0	23.0	47.0	74.1	19.7	446.0
F-value		4.1**	40.2**	23.3**	14.7**	26.3**	21.2**	10.5**	64.8**
LSD(0.05)		6.0	2.4	14.5	13.5	9.3	16.0	5.0	85.7

관($r=-0.510$)을 나타내어 pH값은 낮고 유기물, 가리, 마그네슘, 인산, 질소, 칼슘의 함량이 높을수록 수량성이 높았다.

0.4%의 염분농도 토양에서의 벼의 수량과 토양의 이화학적 조성간의 상관관계 역시 Table 4와 같다. 수량은 가리, 마그네슘 함량간에는 고도로 유의한 정의상관 ($r=0.983^{**}$)을 나타내었고, 유기물, 인산, 질소, 칼슘 함량간에도 정의상관($r=0.209$, $r=0.794$, $r=0.029$, $r=0.811$)을 나타내었으며 pH간에는 부의상관($r=-0.305$)을 나타내어 pH값은 낮고 가리, 마그네슘, 유기물, 인산, 질소, 칼슘의 함량이 높을수록 수량성이 높았다.

0.8%의 염분농도 토양에서의 벼의 수량과 토양의

이화학적 조성간의 상관관계 또한 Table 5와 같다. 수량은 인산과 유의한 정의상관($r=0.915^{*}$)을 나타내었고 유기물, 질소, 가리, 칼슘, 마그네슘 함량간에도 정의상관($r=0.430$, $r=0.673$, $r=0.430$, $r=0.629$, $r=0.078$)을 나타내어 pH간에는 부의상관($r=-0.877$)을 나타내어 pH값은 낮고 인산, 유기물, 질소, 가리, 칼슘, 마그네슘의 함량이 높을수록 수량성이 높았다. 본 실험에서 인산과 가리함량이 수량을 높였다는 결과는 토양조건별 인산, 가리 및 석회시용이 수도의 근활력 및 수량에 미치는 영향의 연구(안, 1977)에서 인산, 가리시용이 등숙률과 현미수량을 증가시켰다는 결과와 같은 양상이었고, 또한 본실험에서 0.1%의 토양 염분농도 실험구가 10a당 수량성이 599Kg으로

Table 3. Correlation coefficients between soil chemical properties and agronomic characters in paddy field of 0.1% reclaimed saline land.

Character	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of tiller (ea)	No. of panicles/plant(ea)	No. of spikelets/panicle(ea)	Percentage of filled grains(%)	1,000 grains wt. of brown rice(g)	Brown rice yield (kg/10a)
pH(1:5)	-0.165	-0.854	-0.852	-0.561	-0.077	-0.994**	-0.542	-0.510
O.M.(%)	0.953**	0.075	0.078	0.481	0.923	0.356	0.502	0.997**
P ₂ O ₅ (ppm)	0.995**	0.461	0.464	0.787	0.999**	0.040	0.802	0.891
T-N(%)	0.944**	0.654	0.657	0.909*	0.970**	0.270	0.918*	0.762
K Ex.cation	0.981**	0.188	0.192	0.578	0.961**	0.246	0.597	0.983**
Ca (cmol+/100g)	0.392	0.999**	0.999**	0.919*	0.472	0.894	0.909*	0.633
Mg	0.755	0.327	0.324	0.093	0.695	0.698	0.117	0.941**

Table 4. Correlation coefficients between soil chemical properties and agronomic characters in paddy field of 0.4% reclaimed saline land.

Character	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of tiller (ea)	No. of panicles/plant(ea)	No. of spikelets/panicle(ea)	Percentage of filled grains(%)	1,000 grains wt. of brown rice(g)	Brown rice yield (kg/10a)
pH(1:5)	-0.178	-0.962**	-0.258	-0.032	-0.705	-0.471	-0.178	-0.305
O.M.(%)	0.275	0.930**	0.160	0.132	0.772	0.381	0.079	0.209
P ₂ O ₅ (ppm)	0.986**	0.066	0.823	0.952**	0.904*	0.672	0.867	0.794
T-N(%)	0.496	0.816	0.079	0.364	0.901*	0.150	0.160	0.029
K Ex.cation	0.783	0.693	0.973**	0.866	0.292	1.000**	0.951**	0.983**
Ca (cmol+/100g)	0.990**	0.038	0.839	0.960**	0.891	0.693	0.880	0.811
Mg	0.783	0.693	0.973**	0.866	-0.292	1.000**	0.951**	0.983**

Table 5. Correlation coefficients between soil chemical properties and agronomic characters in paddy field of 0.8% reclaimed saline land.

Character	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of tiller (ea)	No. of panicles/plant(ea)	No. of spikelets/panicle(ea)	Percentage of filled grains(%)	1,000 grains wt. of brown rice(g)	Brown rice yield (kg/10a)	
pH(1:5)	-0.841	-0.583	-0.411	-0.146	-0.797	-0.950**	-0.777	-0.877	
O.M.(%)	0.365	0.948**	0.199	0.697	0.293	0.952**	0.998**	0.430	
P ₂ O ₅ (ppm)	0.941**	0.286	0.995**	0.693	0.965**	0.335	0.023	0.915**	
T-N(%)	0.723	0.651	0.982	0.926*	0.774	0.076	0.428	0.673	
K Ca Mg	Ex.cation (cmol+/100g)	0.365	0.948**	0.199	0.697	0.293	0.952**	0.998**	0.430
		0.573	0.847	0.035	0.510	0.508	0.997**	0.957**	0.629
		0.148	0.979**	0.662	0.962	0.224	0.671	0.892	0.078

높았다는 결과는 계화도에서 실험한 토양염분농도에 따른 시비적량, 질소시비량 25Kg/10a 시험(전 등, 1976)도 0.1% 토양염분농도 실험구가 쌀수량 557Kg/10a, 0.4%의 토양염분농도 실험구가 쌀수량 516Kg/10a, 0.8%의 토양염분농도 실험구가 쌀수량 374Kg/10a로 생산되어 결국 0.1%의 염분농도 토양에서 수량이 높았다는 결과와 같은 경향이어서 전남 광양만 간척지에서의 벼 재배하기에 알맞은 토양의 염분농도는 0.1%가 적합하리라고 생각되어진다.

가장 우수하였고 다음으로는 0.4%, 0.8%순으로 나타났다.

3. 쌀수량과 토양의 이화학적 특성간의 상관에서는 pH와는 부의상관, 유기물, 인산, 질소, 가리, 칼슘, 마그네슘의 함량간에는 정의상관이었다.

4. 전남광양만 간척지에서 쌀수량과 수량구성요소면에서 볼때에 적합한 토양의 염분농도는 0.1%이라고 사료된다.

적 요

간척지 논에서 쌀 생산을 위한 기초자료를 얻고자 2000년 전남 광양만 간척지에서 토양염분농도별 수량과 토양의 이화학적 조성간의 관계를 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 출수기는 0.1%의 염분농도 토양은 8월 15일, 0.4%의 염분농도 토양은 8월 20일, 0.8%의 염분농도 토양은 8월 25일로서 0.1%의 염분농도 토양이 가장 빨랐다.

2. 쌀수량은 토양의 염분농도가 0.1%로 낮은 토양이 599Kg/10a로 가장 많았고, 다음으로는 0.4%의 염분농도 토양이 568Kg/10a이었고 0.8%의 염분농도 토양은 446Kg/10a로 가장 낮았으며 쌀수량 구성요소 역시 같은 경향으로 0.1%의 염분농도 토양에서

인용문헌

- 권혁지, 정원일, 조재영. 1983. 간척지의 제염정도에 따른 식생의 변이의 수도근모형성에 관한 연구. 한국작물학회지 28(3):305-309.
- 김재철, 권성환, 이진재, 이영일. 1992. 벼세포주기에 미치는 염분농도의 영향. 한국작물학회지 37(5):397-404.
- 김충수. 1992. 염생식물의 생리적 특성. 농진청 심포지엄 17호 100-123.
- 농청진흥청. 1983. 농사시험연구조사기준 개정1판 pp. 38-66.
- 송연상, 최원열. 1993. 해수농도에 따른 수도의 몇가지 생리적 반응. 한국작물학회지 38(6):483-488.
- 안시영. 1977. 토양조건별 인산, 가리 및 석회시요이 수조의 근활력 및 수량에 미치는 영향. 한국작물

- 학회지 22(1):110-134.
- 원용재, 허문희, 고희중. 1992. 벼 내염성 및 비내염성 품종들의 양이온 함량과 그의 유전. 한국작물학회지 37(1):1-8.
- 이강세. 1991. 염처리가 수도잎의 신장 및 광합성능에 미치는 영향. 한국작물학회지 36(1):22-33.
- 전장협, 남정권. 1997. 남부 간척지 시비적량에 관한 연구. 토양염분농도에 따른 시비적량시험. 호남농업시험장 시험연구보고서 pp. 635-640.
- 정보섭, 신민교. 도해 향약(생약)대사전. pp. 223-225.
- 정진일, 김보경, 박형만, 이선용. 1995. 벼의 생육시기별 염수처리에 따른 주요특성의 품종간 차이. 한국작물학회지 40(4):494-503.
- 정진일, 유숙중. 1993. 간척답에서 정지후 환수 회수와 이앙시기에 따른 염분농도와 수도생육. 한국작물학회지 38(5):398-404.
- 채재천, 정명식, 전대경, 손용만. 2002. 간척지 재배 벼품종의 수량과 품질과의 관계. 한국작물학회지 47(3):259-262.
- 高田英夫. 1988. 鹽と生物-海洋生物開發基礎. 創元社. pp. 117-171.
- 但野利秋. 1983. 作物の耐鹽性とその機構. 化學と生物. 21(7):439-445.
- 田中明, 但野利秋, 多田洋司. 1974. 鹽基適應の物種間差. 第3報ナトリウム適應性. 土肥誌. 45:285-292.
- (접수일 2003. 5. 20)
(수락일 2003. 6. 25)