

새만금 간척지토양의 벼생육과정중 전기전도도 분석

Analysis of Electrical Conductivity during the Growing Period in Saemangum Recaliamed Tidal Lands

손재권 · 최진규 · 구자용 · 송재도* · 김영주(전북대)

Son, Jae-Gwon · Choi Jin-Kyu · Koo Ja-Woong · Song Jae-Do* · Kim, Young Joo

Abstracts

This study was performed in order to analyze the changes of electrical conductivity during the growing period in Saemangum reclaimed tidal lands soils. According to USDA Salinity Laboratory classification system of salt affected soils, the reclaimed tidal land soils used in this study were saline-sodic soils. As the results obtained from analyzing the changes of electrical conductivity(EC) during the growing period in reclaimed tidal land soils, EC of irrigation water and soils were no difference among the fertilization quantity, fertilization method and fertilization times.

I. 서론

통일시대를 대비한 식량의 안정적 공급과 수자원의 확보, 국토확장 등을 위한 목적으로 1991년에 착공된 새만금 간척사업이 12년째 시행중에 있다. 새만금사업이 완료되면 28,300ha의 간척지와 12,000ha의 담수호가 조성되어 40,300ha의 새로운 토지가 창출된다. 이러한 새만금간척지의 고도이용을 위해서는 사업이 완료되기 전에 간척농지의 친환경적 토양관리방안을 제시하기 위한 사전 연구가 필요하다. 이를 위해 2002년 현지답사와 조사를 거쳐 선정된 시험포를 대상으로 시험구를 조성하여 벼생육기간중 비료의 시비량과 적정시비방법 및 시비횟수 등에 대한 기준을 제시하기 위하여 2002년 12월부터 연구를 수행중에 있다. 간척지토양에서 작물의 정상생육을 위해서는 작물의 생육기간중 관개수와 토양의 염분농도를 측정하여 그 변화를 조사함으로써 최적의 생육조건을 찾는 데 있다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 간척지를 고도로 이용하기 위한 방법의 일환으로 새만금 간척지 토양에서 비료의 시비방법, 시비량, 시비횟수에 따른 벼생육시험을 수행하여 벼생육기간중 표토층과 근역층 및 논에 담수된 관개수를 대상으로 전기전도도를 분석 함으로써 새만금 지구 간척토양에서 작물생육단계별로 합리적인 관개용수 공급계획을 수립하고, 벼재배에 따른 시비량과 시비방법, 시비횟수 등을 개선하여 새만금 간척지 토양의 친환경적인 활용을 위한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 공시토양의 선정 및 이화학적 특성

- (1) 현지답사와 예비조사 등을 통하여 전북 김제시 만경면 화포리에 선정된 시험포장을 대상으로 시험목적에 맞추어 시비량 처리구(AO), 시비횟수 시험처리구(TO), 시비방법 시험처리구 등 3개지점 토양을 공시토양으로 선정하였다.
- (2) 선정된 토양을 대상으로 USDA법에 의한 입도분석을 통해 토성을 분류하고, pH, 주요양이온, T-N, T-P, 양이온치환용량(CEC), 교환성나트륨백분율(ESP), 유기물함량, Cu, Zn, Pb, Cd와 같은 중금속 등과 화학적 특성을 분석하였고, 토양의 전기전도도(EC)는 TOA CM-20S를 사용하였고, 관개수는 WTW LF197을 이용하여 측정하였다.

2. 시험포장의 조성 및 처리구의 배치

(1) 시험포장의 조성은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 2,325m²(75×31m) 규모의 포장에 4×5m 크기로 33개의 pot를 조성하고 자동관개시설을 설치하였다.

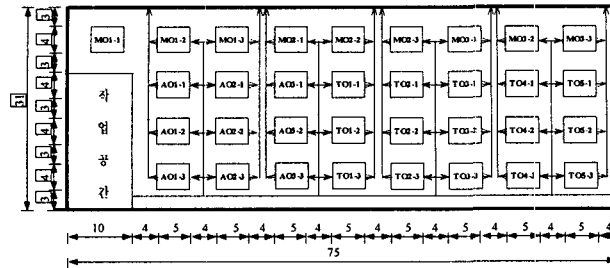


Fig. 1 Layout of the experimental field treatment pots.

(2) 처리구의 배치

처리구는 시비량 시험처리구 9개소(3처리×3반복), 시비횟수 시험처리구 15개소 (5처리×3반복), 시비방법 시험처리구 9개소(3처리×3반복) 등 총 33개소를 배치하였다.

(3) 시비량처리구의 처리내용은 3가지로서 다음과 같다.

- 처리 01 : 간척농지 표준시비량 ⇒ AO1-1, AO1-2, AO1-3
- 처리 02 : 간척농지 표준시비량 10% 저감처리 ⇒ AO2-1, AO2-2, AO2-3
- 처리 03 : 간척농지 표준시비량 30% 저감처리 ⇒ AO3-1, AO3-2, AO3-3

(4) 시비방법 처리구의 처리내용은 3가지로서 다음과 같다.

- 처리 01 : 기비전량 표층시비 + 추비전량 표층시비 ⇒ MO1-1, MO1-2, MO1-3
- 처리 02 : 기비전량 심층시비 + 추비전량 표층시비 ⇒ MO2-1, MO2-2, MO2-3
- 처리 03 : 기비전량 전층시비 + 추비전량 표층시비 ⇒ MO3-1, MO3-2, MO3-3

(5) 시비횟수 처리구의 처리내용은 다음과 같다.

- 처리 01 : 기비30+새끼칠거름40+이삭거름20+알거름10% ⇒ TO1-1, TO1-2, TO1-3
- 처리 02 : 기비30+새끼칠거름30+이삭거름30+알거름10% ⇒ TO2-1, TO2-2, TO2-3
- 처리 03 : 기비30+새끼칠거름20+이삭거름40+알거름10% ⇒ TO3-1, TO3-2, TO3-3
- 처리 04 : 기비40+새끼칠거름20+이삭거름30+알거름10% ⇒ TO4-1, TO4-2, TO4-3
- 처리 05 : 기비40+새끼칠거름30+이삭거름20+알거름10% ⇒ TO5-1, TO5-2, TO5-3

3. 벼생육시험 및 시험결과 분석

(1) 벼생육시험은 시비량 3처리구(AO1-1~AO3-3), 시비방법 3처리구(MO1-1~MO3-3), 시비횟수 5처리구 (TO1-1~TO5-3)등 11개 처리를 3반복 실시하였다.

(2) 벼생육시험전에 2003년 4월초부터 5월 중순까지 지표배수 및 담수법에 의하여 제염작업을 실시하였고, 2003년 5월 31일 벼(서간벼)를 이앙하여 10월 2일까지 벼생육시험을 수행할 계획이다.

(3) 벼생육기간중 생육시기별로 각처리구의 표토층과 작토층(20cm)의 전기전도도와 관개수의 전기전도도를 측정하여 그 변화를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 공시토양의 특성

본 시험에 사용된 공시토양의 입도분석결과 Table 1에 나타난 바와 같이 AO와 MO 및 TO토양 모두 미사질양토(SiL)로 조사되었다. 화학적 성질의 분석결과는 Table 2에서 보는

바와 같이 제염전 시험포장의 전기전도도(EC), 양이온치환용량(CEC), 교환성나트륨백분율(ESP) 및 pH가 AO토양의 경우 각각 4.54dS/m, 13.0cmol/kg, 51.6%, 7.03, MO토양의 경우 각각 5.85dS/m, 13.1cmol/kg, 51.0%, 6.69, TO토양은 각각 5.40dS/m, 12.0cmol/kg, 57.9%, 7.38로서 U.S Salinity Laboratory의 염해토양분류법에 따르면 어느 경우에도 염류알카리토양에 속하였다. 총인과 총질소, 유기물함량은 AO토양이 820.8mg/kg, 1846.6mg/kg, 3.59%, MO토양은 908.5mg/kg, 1817.6mg/kg, 3.77%, TO토양의 경우가 611.3mg/kg, 1853.8mg/kg, 3.75%로서 질소와 인의 함량은 시험포가 강하구에 위치하여 일반토양에 비하여 약간 높은 경향을 나타냈다. 한편 Cu, Zn, Pb, Cd등의 중금속 함량도 각 3처리구에서 비슷한 경향을 나타냈다.

Table 1. Soil texture of the experimental field soils

Soil sample	Mechanical composition(%)			Soil texture	Remark
	Sand	Silt	Clay		
AO	16.8	74.8	8.4	Silt loam	SiL
MO	12.4	79.2	8.4	Silt loam	SiL
TO	15.2	77.2	7.6	Silt loam	SiL

Table 2. Chemical properties of the experimental field soils

soil sample	EC	pH	CEC (comol/kg)	Organic matter (%)	Exchangeable cation(cmol/kg)				ESP (%)	T-P (mg/kg)	T-N (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)
					Ca	Mg	Na	K							
AO	4.54	7.03	13.0	3.59	1.68	7.2	6.71	2.22	51.6	820.8	1846.6	4.88	22.46	19.17	0.85
MO	5.85	6.69	13.1	3.77	1.70	7.3	6.68	2.54	51.0	908.5	1817.6	5.95	30.19	24.73	1.03
TO	5.40	7.38	12.0	3.75	1.40	7.8	6.95	2.96	57.9	611.3	1853.8	5.94	32.74	27.91	1.05

2. 벼생육기간중 관개수의 전기전도도변화

벼 생육기간중 시비량과 시비방법, 시비횟수 등 처리방법별로 관개수에 대한 전기전도도의 변화를 분석하기 위해 토양채취시기에 맞추어 현장에서 직접 전기전도도를 측정하였다. 분석대상 처리구 전체에 대한 관개수의 전기전도도를 측정한 결과 Fig. 2~Fig. 4에서 보는 바와 같다. 시비량에 따른 관개수의 전기전도도는 표준, 10%절감, 30%절감 처리구 모두에서 이양직후 1.05~1.79dS/m이었던 것이 26일후에는 1.85~2.64dS/m까지 약간 상승되었다가 시간이 경과함에 따라 생육후기인 9월 6일에는 0.39~0.41dS/m까지 감소되어 염분농도가 생육후반기로 갈수록 낮아짐을 알 수 있었으나 시비량에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 시비방법에 따라서는 이양 직후 표층시비와 전층시기 구간에서 5.70dS/m과 5.25dS/m로 상당히 높게 나타났으나 시비량에 의한 방법에서와 같이 약간 상승하였다가 생육후기에는 0.36~0.40dS/m까지 낮아졌다. 한편, 시비횟수에 의한 처리구에서는 TO3(30-20-40-10%)와 TO5(40-30-20-10%)에서는 최초 3.02dS/m와 3.42dS/m였던 것이 시비량과 시비방법 처리구에서와 마찬가지로 생육후기에는 0.34~0.48dS/m

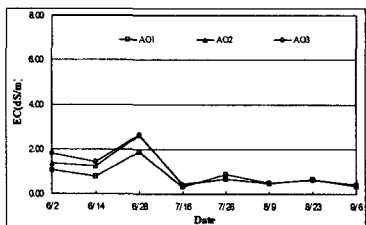


Fig. 2 Changes of irrigation water EC during the growing period by fertilization method treatment pots.

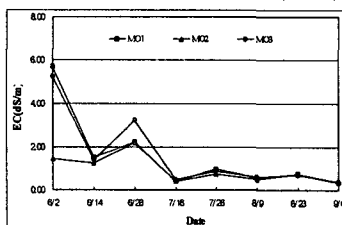


Fig. 3 Changes of irrigation water EC during the growing period by fertilization method treatment pots.

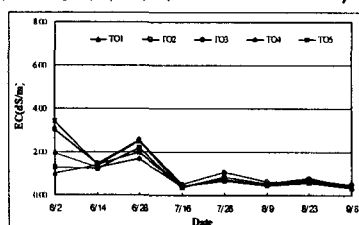


Fig. 4 Changes of irrigation water EC during the growing period by fertilization method treatment pots.

까지 낮아졌다. 이러한 결과로 보아 벼생육기간중 간척지 토양에서 시비방법과 시비량, 시비횟수에 따른 관개수의 전기전도도는 큰 차이를 나타내지 않았다.

3. 벼생육기간중 토양전기전도도의 변화

벼생육기간중 시비량, 시비방법, 시비횟수에 따른 토양의 전기전도도를 분석하여 새만금간척지의 친환경적 활용에 필요한 기초자료를 제공하기 위해 생육기별로 2주마다 표토층과 근역이라 할 수 있는 20cm층에서 시료를 채취하여 포화추출액에 대한 전기전도도를 분석하였다. 분석결과 Fig. 5~Fig. 7에서 보는 바와 같이 시비량 처리구별로는 표준시비, 10%절감, 30%절감 처리구의 경우 이앙초기에 1.39~2.96dS/m이었던 것이 이양후 6주가 경과할 때까지는 0.89~0.96dS/m까지 감소하다가 중간낙수기인 7월 16일에는 1.01~1.72dS/m까지 약간 높아진 후 다시 낮아지기 시작하여 최종 낙수기인 9월 6일에는 0.81~0.98dS/m로 벼의 생육에 영향을 주지 않은 범위인 2dS/m이하로 낮게 유지되었다. 그러나, 근역층이라 할 수 있는 20cm층에서는 생육초기에 5.58~6.71dS/m에서 표토층과 같이 낮아지는 경향을 보이면서 최종낙수기에는 2.56~3.58dS/m까지 낮아졌으나 이는 2.0dS/m이상으로 벼생육기간 동안 정상적인 담수가 유지되지 않는다면 전기전도도가 다시 상승 할 수 있을 가능성이 있는 것으로 나타났다.

시비방법별 처리구의 경우 표토층에서는 표층시비, 심층시비, 전층시비 등 모든 처리구(MO1)에서 생육초기에 3.42~4.62dS/m이었던 것이 0.72~0.88dS/m까지 점차 감소하였다. 그러나 중간낙수기인 7월 16일에는 1.04~1.46dS/m로 약간 상승하였다가 다시 낮아져 생육후기인 9월 6일에는 벼 생육에 지장을 주는 한계염분농도라 할 수 있는 2.0dS/m이하인 0.64~0.93dS/m로 조사되었다. 한편, 근역층에서는 이양직후 5.02~5.98dS/m로 상당히 높은 값을 나타냈으나 중간낙수기에 3.02~3.57dS/m, 생육후기에는 심층시비구인 MO2에서만 1.91dS/m로 낮아지고 표층시비구인 MO1과 전층시비구인 MO3에서는 2.62dS/m와 3.93dS/m를 나타내었다.

시비횟수 처리구에서는 시비량 및 시비방법 처리구에서와 같이 표토층의 경우 이양직후에 2.52~3.45dS/m, 중간낙수기 1.05~1.65dS/m, 생육후기 0.86~1.05dS/m로 나타났고, 근역층에서는 이양직후에 4.40~6.90dS/m, 중간낙수기 2.52~3.80dS/m, 생육후기에는 2.57~3.92dS/m로 각각 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 간척지토양에서 벼생육기간중 전기전도도는 표토층의 경우 관개와 배수의 반복에 따라 생육후기로 갈수록 전기전도도가 상당히 낮아지는 경향을 보였다. 근역층에서도 생육후기로 갈수록 전기전도도가 낮아지는 경향을 나타냈으나 표토층의 경우보다는 낮아지는 감소율이 크지 않았다. 한편, 간척지토양에서 염분농도의 변화는 시비방법, 시비량, 시비횟수 등 각 방법간에는 큰 차이를 나타내지 않아 시비량, 시비방법, 시비횟수 보다는 관개수의 증감에 따른 영향이 더 큰 것으로 조사되었다.

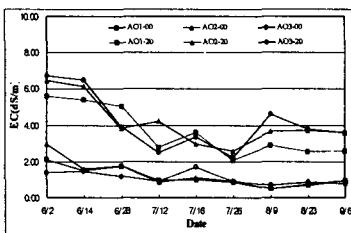


Fig. 5 Changes of soil EC during the growing period by fertilization method treatment pots.

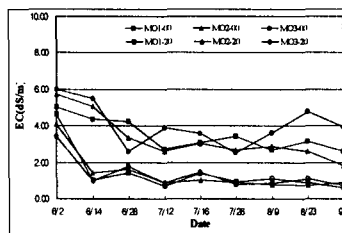


Fig. 6 Changes of soil EC during the growing period by fertilization method treatment pots.

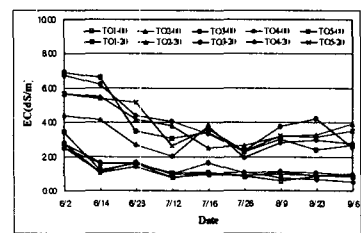


Fig. 7 Changes of soil EC during the growing period by fertilization method treatment pots.

참고문헌

1. 구자웅, 최진규, 손재권, 윤광식, 이동욱, 조경훈, 2001, 간척지 토양의 제염과정중 전기전도도 분석, 한국농공학회지 43(4), pp. 37-49.
2. 손재권, 구자웅, 최진규, 2000, 간척초기담의 벼생육기간중 염분농도 분석. 한국농촌계획학회지 6(2), pp. 3-11.