

# 新干拓地에서 根圈의 鹽濃度 低下 方法이 土壤特性과 作物生育에 미치는 影響

趙永吉 · 趙仁相 · 嚴基泰

## Effects of Decreasing Methods of Salt Content in Root Zone on Soil Properties and Crop Growth at the Newly Reclaimed Tidal Soil

Yeong-Kil Cho, In-Sang Jo, and Ki-Tae Um

### SUMMARY

This experiment was conducted to find out the useful data for upland crop cultivation in the newly reclaimed tidal land. Poseung silty clay loam soil was selected, and cotton(Mogpo VII) and tall fescue were cultivated under different drainage systems and soil ameliorator applications.

Soil hardness and bulk density were decreased by subsurface drainage and plastic film installed at 40cm depth of the soil. Red earth application was also effective to loosen the soil, but zeolite and gypsum made the subsoil compact. Water content of the soil was high in surface drain than that of subsurface drain or plastic film curtain plot during dry season. The water content was in order of plastic film curtain, surface drain and subsurface drain.

Electrical conductivity(EC) was decreased to lower than 0.4 Simens meter<sup>-1</sup> (SM<sup>-1</sup>) in the subsurface drain during rainy season, and the EC of subsurface drain was maintained a quarter to an half of surface drain.

The yield of cotton and tall fescue were high in order of subsurface drain, plastic film curtain and surface drain plot. The yields of cotton were increased to 36-73% by ameliorator application, and the red earth application was more effective for tall fescue growth compare to gypsum and zeolite.

### 緒 言

우리나라 海岸에는 농경지로 干拓可能 面積이 400 千ha에 이르고 있으며, 쌀 소비 감소 추세에 따라 앞으로 干拓地에서는 벼를 재배하는 논으로써 보다는 다양한 食品生産을 위한 밭작물 재배가 증대될 것이다<sup>5,11)</sup>.

土壤중 과다한 鹽類集積은 作物에 危害할 뿐 아니라 滲透壓을 증대시켜 水分이나 養分の 吸收 利用을 방해하고<sup>2)</sup> 土壤粒團을 分散시켜 不透過層이나 表土皮膜을 형성함으로써 공기와 물의 유통을 制限하고 發芽를 억제하기도 한다<sup>1,13,14,15)</sup>.

한편, 鹽類被害는 작물의 특성에 따라 被害濃度 및

被害程度가 다르나, 대체로 0.4 SM<sup>-1</sup> 以上에서 鹽類 被害가 생기며, 1.6 SM<sup>-1</sup> 以上에서는 극히 일부 作物만이 收量を 얻을 수가 있을 뿐이다<sup>3,12)</sup>

本 研究는 干拓地 토양에서 밭작물 재배를 위한 早期熟田化에 필요한 基礎資料를 얻고져 廢鹽田土壤에서 排水方法을 달리하여 몇가지 土壤改良劑가 토양의 특성과 作物生育에 미치는 影響을 검토한 결과이다.

### 材料 및 方法

試驗圃場은 바다에 인접한 浦升 微砂質壤土이며, 鹽分을 開畱한 토양으로 표토의 CEC는 11.3me/100

g, pH는 7.0, 전기전도도(EC)는 1.33 SM<sup>-1</sup>이며, 有機物과 有效磷酸 含量은 낮고 Exchangeable sodium percentage (ESP)는 269, Sodium adsorption ration (SAR)는 13.8로써 Saline-sodic soil이었다.

토양의 排水處理는 表面排水, 60cm 깊이, 5 間隔으로 2" 排水管을 매설한 暗渠排水區와 0.4m 깊이로 表土를 걷어낸 후 프라스틱필름을 깔고 다시 흙을 채운 프라스틱 膜設置區를 두었으며 土壤改良劑는 堆壤土, 석고 및 Zeolite를 各各 250, 4, 5 ton/ha씩 처리하여 무처리구와 비교하였다.

면화 (木浦 7號)와 Tall fescue를 재배하면서 土壤特性과 作物生育을 農村振興廳 調查基準 및 農業技術研究所 土壤分析法로 調查 分析하였다.

**結果 및 考察**

排水處理別 토양의 硬度, 액상, 기상의 차이를 表2에서 보면 硬度和 假比重은 暗渠와 프라스틱膜設置로 낮아졌으며, 年中 平均 水分含量(0-30cm)은 프라

스틱膜設置區에서 35.3% (부피)로써 表面排水 32.8%, 暗渠排水30.4% 보다 높았으며, 10-20cm 土層의 기상은 暗渠 및 프라스틱膜設置에서 높았다.

한편, 改良劑 處理別 土壤物理性은 表3과 같이 硬度 및 假比重은 客土處理로 改良效果가 가장 컸으며, 석고 및 제오라이트 처리는 10-30cm 깊이에서 假比重이 無處理 보다 오히려 增加되는 傾向을 나타내었다. 액상은 석고, 객토, 무시용 제오라이트 順으로 감소되었고, 10-20cm 깊이의 공기함량은 석고와 Zeolite 처리로 떨어졌다.

排水方法別로 시기별 土壤水分含量 變化를 그림 1에서 보면 土壤水分含量은 15-40% 범위에 있었으며, 프라스틱膜設置區에서 강우시에 표토에 수분함량이 가장 많고, 건조시에는 暗渠排水區의 수분함량이 가장 적어서 旱魃被害가 우려되었다. 5-8月間에 가장 건조시에 土壤水分含量은 明渠排水, 프라스틱膜, 暗渠排水 순으로 감소되었으며, 蒸發量이 적고 무강우일수가 오랫동안 계속되는 10月에도 프라스틱膜處理가 강우시 높은 水分含量을 계속 유지하였으므로

**Table 1. Soil physico-chemical properties before experiment**

Soil depth (cm)	Particle size (%)				Bulk density	CEC (me/100g)	pH (1:1)	OM (%)	EC (sm <sup>-1</sup> )	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. Cations(me/100g)				ESP	SAR
	Sand	Silt	Clay	Tex.							K	Ca	Mg	Na		
0-10	0.1	71.9	28.0	SiCL	1.42	11.3	7.0	0.44	1.33	67	2.03	1.20	8.48	30.43	269	13.8
10-20	0.5	70.0	29.5	SiCL	1.40	13.3	7.1	0.51	1.16	69	2.10	1.21	6.97	27.43	206	13.6
20-30	1.2	71.3	27.5	SiCL	1.41	12.8	7.1	0.44	1.11	56	2.04	1.46	7.26	23.40	183	11.2
30-40	0.5	68.5	68.5	SiCL	1.31	13.0	7.2	0.70	1.14	60	2.06	1.23	6.64	24.35	187	12.3

**Table 2. Changes of soil physical properties by drainage practices**

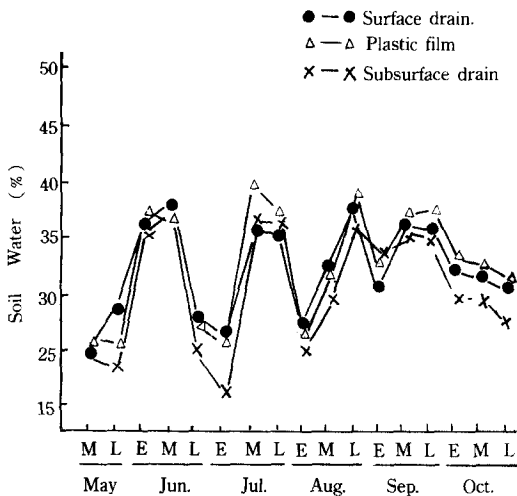
Soil depth (cm)	Surface Drain				Subsurface Drain				Plastic Film			
	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)
0-10	9	1.19	23.8	31.2	8	1.15	21.6	35.2	10	1.26	30.2	22.0
10-20	18	1.41	35.3	11.5	18	1.41	29.8	16.9	16	1.34	33.4	16.0
20-30	21	1.47	39.3	5.2	20	1.42	39.9	6.5	20	1.42	42.1	4.2
Mean	16	1.36	32.8	15.9	15	1.33	30.4	19.5	16	1.34	35.2	14.1

**Table 3. Changes of soil physical properties by ameriolator applications**

Soil depth (cm)	Non				Red earth			
	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)
0-10	11	1.24	27.2	26.1	7	1.18	25.2	30.4
10-20	19	1.34	31.3	18.2	17	1.32	31.9	18.3
20-30	20	1.41	39.9	6.8	18	1.42	43.2	3.2
Mean	17	1.33	32.8	17.0	14	1.31	33.4	17.2

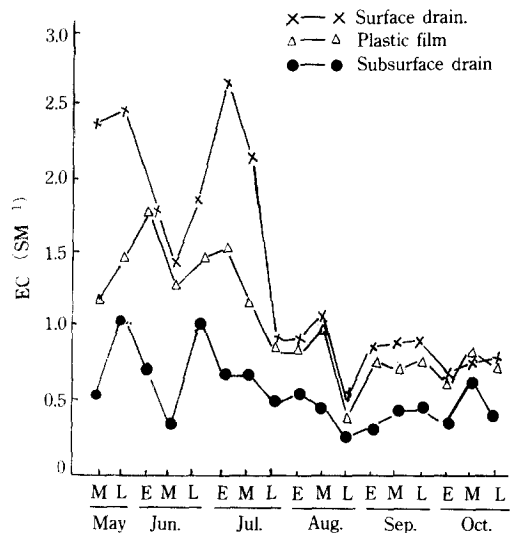
Soil depth (cm)	Gypsum				Zeolite			
	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)	Hardness (mm)	B.D.	Water (%)	Air (%)
0-10	8	1.16	24.7	30.3	10	1.22	22.9	31.0
10-20	18	1.43	38.1	7.8	18	1.44	30.3	15.2
20-30	21	1.43	39.3	6.6	20	1.48	39.4	5.0
Mean	15	1.34	34.0	14.9	16	1.38	30.9	17.1



**Fig. 1. Seasonal changes of water contents in surface soils.**

강우시 습해만 피할 수 있다면 프라스틱膜設置도 土壤水分 관리면에서 가능성이 있었다<sup>6)</sup>.

한편, 排水處理別로 鹽濃度를 나타내는 電氣傳導度(EC)의 시기별 변화는 그림 2와 같다. 暗渠排水區의 EC는 5-6月에는 건조시에 0.9 SM<sup>-1</sup>까지 올라 가다가 강우시에는 0.4 SM<sup>-1</sup>以下로 떨어졌고, 8-9월에



**Fig. 2. Seasonal changes of electrical conductivity(EC) in surface soil at different drainage plots.**

는 0.5 SM<sup>-1</sup> 부근으로 表面排水區에 比하여 1/2-1/4 以下로 輕減되었으며, 프라스틱膜設置區의 EC는 表面排水와 暗渠排水의 中間 수준으로 시기별로 건조시에 EC의 증가가 表面排水에 比하여 完만한 양상을 보여 주었다<sup>4,9)</sup>.

Table 4. Yearly changes of electrical conductivity and crop yields at different treatment

Treatment		EC (sm <sup>-1</sup> )			Seedless cotton(cm/ha)			Tall fescue (t/ha)		
		'87	'88	'89	'87	'88	'89	'87	'88	'89
Sur. Drain	Non	1.17	1.64	1.38	863	400	603	0.15	1.96	2.12
	Gypsum	2.25	1.52	1.30	1,067	782	693	1.10	7.57	4.42
	Zeolite	1.02	1.33	1.03	969	1,004	1,255	1.82	4.67	5.70
	Earth	1.53	1.50	1.20	1,047	904	1,054	1.58	10.52	4.95
	Mean	1.48	1.50	1.23	987	773	901	1.16	6.18	4.30
Sub. Drain	Non	1.81	1.44	0.73	1,035	1,137	1,400	0.21	8.45	9.55
	Gypsum	1.16	0.91	0.39	1,122	1,392	1,729	1.47	20.53	10.36
	Zeolite	1.20	0.92	0.38	1,147	1,147	1,709	2.43	18.80	11.48
	Earth	1.54	0.84	0.41	1,106	1,224	1,437	2.10	24.78	9.88
	Mean	1.43	1.03	0.48	1,103	1,295	1,569	1.55	18.14	10.32
Plastic Film	Non	1.42	1.39	0.81	894	898	1,232	0.06	1.33	5.30
	Gypsum	1.84	1.37	1.00	1,137	1,171	1,419	0.35	6.92	6.40
	Zeolite	1.52	1.55	1.05	965	749	1,369	0.58	3.27	7.02
	Earth	1.72	1.20	0.70	1,108	1,133	1,218	0.51	10.86	9.67
	Mean	1.63	1.38	0.89	1,026	988	1,310	0.37	5.60	7.10

表4에서 土壤溶液의 電氣傳導度の 변화를 처리별 년차별로 보면 表面排水區에서는 EC가 3年次까지 1.0 SM<sup>-1</sup> 이상을 유지하였지만, 暗渠區의 평균 EC는 '87, '88, '89년에 각각 1.44, 1.03, 0.47로 현저히 감소되었다. 플라스틱膜設置區는 EC 감소가 약간 완만하여 년차별로 각각 1.63, 1.38, 0.89 SM<sup>-1</sup>로 떨어졌으며 특히 暗渠區의 석고, 제오라이트, 客土處理區는 改良 3年次에 EC가 0.4 SM<sup>-1</sup>로 떨어졌다.

摘採棉 收量은 表面排水區에서 년차별로 큰 차이가 없이 1ton/ha 이하의 수준을 유지하였으나, 暗渠區에서는 '87, '88, '89년에 각각 1.1, 1.3, 1.6ton/ha으로 증가되었으며, 플라스틱膜設置區도 '89년에는 1.3 ton/ha의 摘採棉을 얻었다. 특히 暗渠區의 제오라이트 및 石膏 處理區의 棉花收量은 1.1-1.7ton/ha으로 가장 양호하여, 作物試驗場의 2.5ton/ha의 70% 수준에 이르므로써 실용적인 개량방법으로 판단되었다<sup>8)</sup>.

또한 Tall fescue는 처리별 년차별로 收量差異가 심하였고, 排水方法別로는 暗渠排水, 플라스틱膜設置, 表面排水 순으로 수량이 많았으며 改良劑別로는 客

土區가 가장 효과적이었고, 다음으로 석고, 제오라이트구가 비슷한 수준으로써 무처리구 보다는 월등히 높은 收量을 얻었으나, 일만수량 120ton/ha에 比하던 경우 20%에 불과하므로 干拓地에서 Tall Fescus 재배는 어려운 것으로 판단된다<sup>10)</sup>.

土壤溶液의 EC와 棉花收量과의 관계를 그림 3에서 보면 '87년에는 EC가 증가됨에 따라 수량이 완만히 감소되었으나, '88년과 '89년에는 EC 증가에 따라 收量이 급격히 감소되는 양상을 보였는데 이는 '87년에는 生育初期인 5월에 비가 적당히 내리고 生育 期間中에 충분한 강우가 있었으나, '88년과 '89년에는 全生育期間에 강우가 적어서 葉해를 쉽게 받은 것으로 판단된다.

EC가 0.4 SM<sup>-1</sup> 以下에서는 收量이 1.5ton/ha이 되었으며 2.0 SM<sup>-1</sup>에서도 어느 정도의 收量을 얻을 수 있었다.

그림 4에서 EC와 牧草收量과의 관계를 보면 '87년에는 牧草收量이 2ton/ha 以下로 매우 낮았으나, '88年度에는 최고收量이 25ton/ha에 이르도록 일부처리

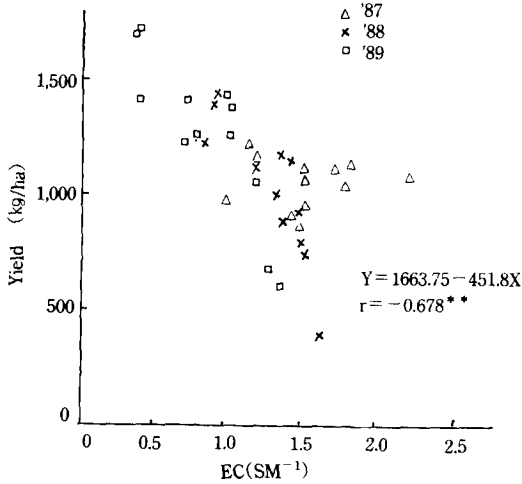


Fig. 3. Relationship between the EC of soil solution and cotton yield.

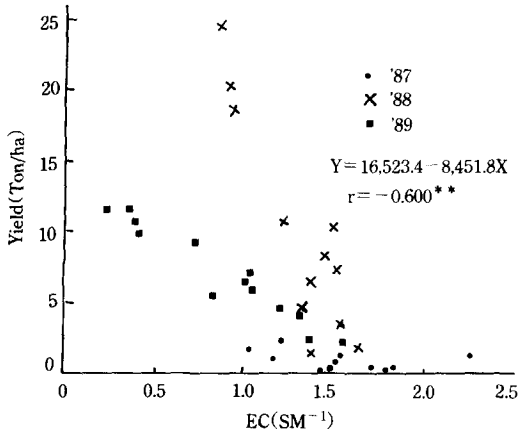


Fig. 4. Relationship between the EC of soil solution and tall fescue yield.

는 작황이 양호하였으나, EC가 증가됨에 따라 급속한 수량의 감소를 보였다. '89년에는 牧草收量이 '88년의 절반수준에 그쳤는데, 이는 5-6월간의 강우량이 '89년도에 가장 적기 때문으로 생각된다.

EC와 牧草收量間에는 고도의 유의성 있는 부의 상관성이 있었으며, EC가 0.4 SM<sup>-1</sup>이 되더라도 강우정도에 따라 Tall Fescue 收量은 正常收量의 1/10以下에 그치는 境遇가 많기 때문에 Donahue등이 Tall fescue는 1.0 SM<sup>-1</sup>에서 25% 감소된다고 하였지만<sup>3)</sup>, 우리나라 여건에서 干拓地에서의 Tall fescue 재배는

곤란한 것으로 판단된다.

摘 要

干拓地에서 밭작물재배에 필요한 자료를 얻고져 浦升 微砂質壤土에서 表面排水, 暗渠排水, 40cm 깊이 플라스틱膜設置等の 상이한 排水條件下에서 土壤改良劑인 객토, 석고, 제오라이트를 처리하여 棉花와 牧草를 재배하면서 土壤特性과 作物 收量을 조사 분석하였다.

土壤의 硬度和 假比重은 暗渠 및 플라스틱膜設置로 낮아졌으며, 개랑제별로는 客土處理區가 効果의이었고, 석고와 제오라이트 처리는 10cm 以下 깊이의 假比重을 높게 하였다. 土壤水分含量은 건조시에 暗渠排水 및 플라스틱膜設置區보다 表面排水區에서 높았으며 강우시에는 플라스틱膜設置區에서 가장 높았다.

土壤溶液의 電氣傳導度(EC)는 暗渠排水區에서 강우시에는 0.4SM<sup>-1</sup>以下로 떨어지고 전기간을 통하여 表面排水에 比하여 1/2-1/4의 낮은 수준을 유지하였다.

棉花收量은 暗渠區, 플라스틱膜設置區, 表面排水의 순이었으며, 暗渠區의 제오라이트 및 石膏 處理는 생육이 가장 양호하였으며, Tall fescue收量은 暗渠區의 客土處理에서 높았고 鹽濃도와 牧草 및 棉花收量은 고도의 유의성 있는 상관성이 있었다.

引 用 文 獻

1. Carson E.W., 1974. The plant Root and Its Environment. University Press of Virginia. 691.
2. Central Soil Salinity Research Institute, Karnal India. 1987 our accomplishments. 24p
3. Donahue R.L., R.W. Miller, J.C. Shickluna. 1983. Soils, an introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall, Inc, New Jersey, 667p
4. Elgalaly M.M., 1970. Reclamation and management of salt affected soils. FAO Irrigation and drainage paper 7 : 50~7
5. 호남작물시험장. 1991. 우리나라 간척지 농업현황과 발전방향십포지연.
6. Jackson R.D. and L.J. Eyie. 1974. Soil and water management practices soils. FAO Soils Bull. 21 : 95~111.
7. Massoud F.I., 1974. Some physical properties of highly calcareous soils and the related management practices. Calcareous

- soils. *FAO soils Bull.* 21. 73~93.
8. 盧承杓, 朴洪在, 裴相木. 1989. 목화 우량계통 지역작응시험. 작시 '89보고서 574~576.
  9. Orlov D.S, I.A. Luganskaya, I.N. Lojanovskaya. 1989. Chemical reclamation of saline-sodic soils of the lower non floodplain by some industrial wasters. *Soviet Soil Science.* 21(3) : 78~89.
  10. 박병식, 유종원. 1989. 도입목초 생산력 검정시험. 축시 '89보고서 531~537.
  11. 소재돈, 유숙종, 김한명, 박노풍. 1981. 서남해안 간척지 토양의 특성에 관한 연구. *농사시험연구보고서* 22 : 24~30.
  12. Somari Arunin. 1994. Characteristics and menagement of salt-affected soils in the northeast of Thailand. *Ecology and management of problem soils in Asia. FFTC Book Series No 27.* 336~351.
  13. United States Salinity Laboratory Staff. 1954 *Saline and Alkali Soils, Dgu. Handlook No 60.* U.S.D.A. 160p.
  14. Van Aephen J.G. 1984. Rice in the reclamation of salt-affected soils. *Ecology and management of problom soils in Asia FFTC Book Series No 27.* 323~335.
  15. Waisel Y. A. Eshel and U. Kafkafi. 1991. *Plant Root. The Hidden Half,* Marcel Dekker, Inc. N. Y. 948p.