

干拓地 除塩에 關한 研究

Study on the Desalinization in Tidal Land

李 重 基*
Joong Key Rhee

Summary

The objective of this study is to study how to rapidly convert tidal land into cultivable land.

The study of a rapid, reasonable desalinization method is conducted at Namyang tidal land which represents soil texture of tidal lands along the south west coast area of Korea.

Therefore, Researches were made at many Pilots in order to find a way of high efficiency of leaching with simpler facilities and cheaper costs. The results of study are briefly summarized as follows:

1. Subdrainage efficiency is 35%. This is a Poorly drained area, and needs longer leaching desalinization period.
2. The efficiency of desalinization in P.V.C 16 meters plot is the same as that of mole drainage 2 meters plot. P.V.C 4 meters plot has desalinization effect as much as two times compared to P.V.C 16 meters plot.
3. Because the soil texture is silty-clay, desalinization in non-treated plot of sub-drainage and surface drainage desalinization take three times longer period in comparison with P.V.C 4 meters plot.
4. As to the desalinization rate of soluble salt in the soil, the efficiency of desalinization of the topsoil in P.V.C plots was 50% higher than that of mole drainage plot and about 170% higher than that of non-treated plot. In the deep soil salt accumulation at topsoil was observed in non-treated and mole drainage plots, but efficiency in P.V.C plot is about 40 times as high as that of mole drainage and non-treated plot.
5. As to the results of use gypsum and lime as sub-drainage soil improver, gypsum was 60% more efficiency than lime in the continuously inundated plot and 44% in the intermittently inundated plot. The efficiency of gypsum and lime in the intermittently flooded plot is 35% and 42% higher than that of continuously flooded plot repeatedly.

* 農業振興公社 海外部 (技術士)

I. 結 論

우리나라 政府는 食糧 自給政策의 一環으로 高度 化된 營農技術의 發展과 絶對 耕地面積을 確保하여 야만 할 時急한 問題에 봉착하고 있는 昨今의 實情이다. 이를 爲하여 休閑地를 農耕地로 還元시키는 한편 이는 1977년부터 始作되는 第四次 經濟開發 5 個年計劃中에 西南海岸의 干瀉地 500,000ha를 農耕地로 造成하기 爲하여 2,700億원을 投資하는 農地造成 長期開發 計劃이 包含되어 있는 것을 보아도 그 片貌를 짐작할 수 있으며 이를 爲하여 現在 政府에서는 基本調査에 着手하고 있다고 한다. 干拓地 開發에서 가장 問題가 되고 또 重要한 것은 干拓地 土壤의 除鹽作業과 灌溉用水의 確保 水分保水能力과 CEC(Cation Exchange Capacity)를 높여 줄수 있는 土壤構造의 改善등이라 하겠다.

其中 除鹽方法은 많은 學者나 試驗所에서 研究하여 왔으나 其 歷史가 짧고 또한 다른나라에서는 우리나라와 같이 耕地面積 確保의 時急性을 갖지 않았으며 우리나라와 같이 自然排水 除鹽方法으로 長期化시켜 온것이 아니라 科學的이고 合理的인 方法으로 사용 迅速한 除鹽을 시도하였던 것이다.

따라서 筆者는 干拓地 除鹽方法으로 두더지 暗渠와 PVC暗渠를 통한 除鹽方法을 比較 檢討하며 우리나라 干拓地의 早期 熟畜化에 寄與하고자 本 研究를 試圖한 것이다.

II. 研究史

本 研究와 關聯된 研究內容을 調查해보면 Luthin (1957)¹²⁾은 地下暗渠排水 除鹽에 關한 研究에서 地下排水 除鹽方法으로 두더지 暗渠의 間隔을 60cm, 間隔을 1.5~3.0m로 設置한 結果 耐久年數가 10~15年은 간다고 報告하였으며, 勸業模範農試(1905-1962)¹³⁾은 水稻移植 密度에 關한 試驗에서 水稻의 農業用水量과 鹽基性 土壤의 理化學的 性質改良에 關한 數個의 試驗 研究한바 있고, Puni(1960)은 숯(木炭)의 H-charcoal이 鹽基濃度を 감소 시키는에 현저한 效果가 있으며 土壤溶液中 Na_2CO_3 가 있기 때문에 생기는 有難鹽을 中和 시킬수 있다고 하였고, Branson(1970)은 干拓地의 알카리性的 微細質 土壤改良을 爲하여 S_2 (項)을 ha當 12% 또는 Fe_2So_4 를 10%, $CaCl_2$ 를 56%을 各各 使用해본 結果 좋은 效果를 얻었다고 하였으며, GH Abold(1963)¹⁴⁾은 暗

渠排水 設置機具와 方法에 關한 研究에서 除鹽을 爲하여 두더지 暗渠를 設置 地下排水除鹽을 實施한바 其 間隔은 2~5m가 通常의이나 基準은 없다고 하였고, 狩野(1964)¹¹⁾는 地下 除鹽方法 研究에서 地下排水 除鹽施設의 하나로 두더지 暗渠의 間隔을 2.7~5.4m 間隔을 40~75cm 구배를 1/500~1/600으로 設置한 結果 除鹽의 效果가 컸으며 耐久年限도 施工과 管理를 잘하면 3~4年은 간다고 發表하였고, 韓(1970)¹⁵⁾은 두더지 暗渠에 關한 研究및 開渠에 의한 除鹽效果 試驗에서 江華干拓地에서의 開渠및 두더지 暗渠에 의한 除鹽試驗을 한 結果 理論의인 間隔은 90cm, 間隔은 18m이나 耕地潰滅의 손실이 28%나 되므로 間隔을 36m로 하는것이 效率的이라고 發表하였고, 湖南作試 (1972~1974)¹⁶⁾는, 排水方法 및 肥培管理改善에 關한 試驗에서 地下水位 降下는 土管이 第一 빠르고 다음이 두더지 暗渠이며 第一 낮은것이 常時(계속) 湛水이며 換水除鹽效果는 換水日數가 길수록 또 區數가 많을수록 效果가 높다고 하였으며 ADC(1972)¹⁷⁾ 試驗事業報告書에 의하면 米面農場에서 排水除鹽試驗을 한 結果 無處理區에서 13.5% 1回 湛水後 排水 除鹽이 18.1% 3회가 19.7% 5회가 19.71%로 無處理區보다 處理區에서 6%나 높은 效果를 나타냈다고 發表 하였고 ADC (1975)¹⁸⁾는 米面干拓地 排水除鹽 試驗에서 自然排水에 依한 除鹽率이 11%에 비해 PVC 暗渠 7.5m 間隔區에서 31.7% 15m區에서 30.7% 30m區에서 25.5%의 높은 效果를 나타내고 있다고 報告하였고 LT Clarke(1976)¹⁹⁾은 排水改善 Sammina 報告書에서 湖南作試에 두더지暗渠를 設置하여 排水試驗을 한 結果 設置當時 表土의 攪亂으로 暗渠孔內에 微細土粒子가 流入堆積되어 孔을 梗塞 시키므로서 기능을 鈍化시켜 壽命이 4個月을 넘지 못하기 때문에 두더지 暗渠는 實用的이 못된다고 發表된바 있으나 現在 暗渠 排水除鹽 效果에 關하여 두더지暗渠와 PVC 暗渠의 效果 比較分析과 土壤改良劑를 使用한 除鹽 促進方法에 關한 比較試驗 結果가 없기 때문에 本人은 두더지暗渠 2m, 4m, 8m 間隔區, 無處理區等 四個區와 PVC暗渠 4m, 8m, 16m 間隔區 및 無處理區等 四個區를 設置하여 除鹽效果를 試驗調査하고 또 土壤改良劑로서 石灰와 石膏를 使用 繼續 및 間斷 湛水에 依한 除鹽效果를 試驗 比較하였다.

III. 材料 및 方法

1. 材料 및 試驗圖設計

千拓地 除鹽에 關한 研究

除鹽方法을 研究하기 爲하여 試驗圃 設置와 地下排水除鹽 施設의 設置規定이 없기 때문에 本研究에서는 正確한 試驗結果를 얻기 爲하여 耕地內 植物根域을 20cm로 보고 地下水位를 最高 20cm로 假定하였고 또 設置된 管全體에서 Convergence flow로 假定하였고 試料를 分析한 結果 $K=0.1\text{m/day}$ (透水係數) $de=4.5\text{m}$ (難透水層의 깊이)로 定하고 除鹽常數를 $C=0.9$ (普通은 $0.8\sim 1.0$ 除鹽常數)로 假定設計條件으로 定하여 Steady state Assumption式에 代入하여 管의 間隙 s 를 計算하였으며 PVC管 및 두더지암거의 管徑을 50m/m로 定하여 monograph에서 管의 勾配를 $1/500\sim 1/600$ 로 取하여 設計한 試驗圃를 京畿道 華城郡 長安面 南陽千拓地內에 設置 1975年 3月부터 1975年 11月까지 調查하였다. 두더지 암渠의 施工方法은 穿孔機를 Coma's D 60HP의 濕地 Bulldozer에 附着시켜 약 30m/分 速度로 施工하였으며 P.V.C./50m/m 管은 터파기를 약 30cm 幅에 70cm 깊이로 파고 被覆材는 짚을 使用하여 施

하였다.

2. 試驗圃의 設置

試驗方法에 따라 除鹽效果를 比較하기 爲하여 同一 土性內에 Table-1, Table-2, 및 Fig. 1. 과 같이 配置하며 各各 3反覆 試驗하였다. (本試驗圃의 土壤表 1-1과 같다)

Table-1. 排水除鹽區의 配置

主 區	管 徑			배 列 수	반복 회 수	면 적 ha
	m/m	m	m			
無 處 理						1.5
두더지암渠	50	0.7	2	4	3	0.2
"	50	0.7	4	4	3	0.4
"	50	0.7	8	4	3	0.8
PVC 暗 渠	50	0.7	4	4	3	0.4
"	50	0.7	8	4	3	0.8
"	50	0.7	16	4	3	1.6

Table-1-1.

토 양 시 험 성 적 표
soil laboratory data

시료번호 Sample No	시 験 號 Lab No	토 層 深 度 Depth cm	자 갈 Gravel %	입 도 분 석 Mechanical Analysis				산 도 유 기 물		유 효 인 산 용 량 P ₂ O ₅ Ppm	양 이 온 치 C. E. C m.e./100g	치 환 성 양 이 온 Exchangeable Cations m.e./100g			
				모 래 Sand %	실 트 Silt %	진 흙 Clay %	흙 토 성 Texture	P. H	O. M %			K+	Na + Ca	Mg	
A. 1-1	1733	0-30	—	12.5	71.2	16.3	SiL	7.80	0.37	41.2	11.7	1.46	1.99	2.18	2.68
2	34	30-50	—	11.3	69.9	18.8	"	7.61	0.37	40.3	13.4	1.61	3.56	2.97	3.57
3	35	50-100	—	11.3	67.4	21.3	"	7.73	0.47	54.0	14.6	1.56	2.45	3.31	3.36
2-1	36	0-30	—	13.8	69.9	16.3	"	7.86	0.26	32.5	11.4	1.52	0.83	2.40	2.36
2	37	30-50	—	11.3	67.4	21.3	"	7.69	0.26	49.5	14.3	1.65	3.51	2.99	4.52
3	38	50-100	—	11.3	67.4	21.3	"	7.76	0.42	71.0	14.8	1.79	2.56	2.87	4.62
3-1	39	0-30	—	12.5	72.5	15.0	"	7.88	0.37	31.0	10.7	1.54	0.52	2.06	3.82
2	40	30-50	—	11.3	69.9	18.8	"	7.61	0.42	41.2	12.9	1.17	2.35	2.87	4.35
3	41	50-100	—	11.3	67.4	21.3	"	7.62	0.47	53.1	13.7	1.51	1.71	3.02	4.36
B. 1-1	42	0-30	—	13.8	69.9	16.3	"	7.73	0.26	31.1	11.3	1.50	0.55	2.63	3.31
2	43	30-50	—	11.3	71.2	17.5	"	7.77	0.26	43.0	12.1	1.71	2.95	2.72	4.01
3	44	50-100	—	11.3	68.7	20.0	"	7.71	0.42	52.2	14.2	1.74	2.89	2.96	4.30
2-1	45	0-30	—	13.8	69.9	16.3	"	7.99	0.21	34.8	11.1	1.62	0.25	2.14	3.26
2	46	30-50	—	13.8	67.4	18.8	"	7.85	0.31	46.7	12.9	1.50	2.51	2.51	4.35
3	47	50-100	—	12.5	67.5	20.0	"	7.72	0.26	72.4	13.0	1.72	3.33	2.86	4.87
3-1	48	0-30	—	13.8	69.9	16.3	"	7.70	0.31	45.8	11.3	1.66	0.34	2.40	3.24
2	49	30-50	—	11.3	69.9	18.8	"	7.89	0.42	55.9	13.7	1.64	1.71	2.59	4.22
3	50	50-100	—	11.3	69.9	18.8	"	7.63	0.42	71.9	12.2	1.46	3.44	2.85	4.01
C. 1-1	51	0-30	—	11.3	72.4	16.3	"	7.58	0.31	32.5	14.1	1.89	2.02	2.15	3.73
2	52	30-50	—	11.3	69.9	18.8	"	7.60	0.42	83.4	13.2	1.86	2.64	2.84	3.77
3	53	50-100	—	12.5	68.7	18.8	"	7.60	0.16	59.5	12.0	1.76	3.24	2.62	4.45

시료번호 Sample No	염분기화 Base Sat %	ESP	전도도 EC m μ /cm	S. P %	가용성 양이온 Soluble Cation me/100g				가용성 음이온 Soluble anion me/100			Sum of	
					K	Na	Ca	Mg	Cl	So ₄	Hco ₃	Cation	anion
A. 1-1	71.0	17.0	36.20	42.1	5.12	243.43	30.0	74.0	287.6	24.3	5.1	352.5	317.0
2	87.6	26.6	28.35	45.3	3.84	141.71	16.0	36.0	157.4	16.5	1.3	197.5	175.2
3	73.2	16.8	27.45	46.1	2.56	256.47	17.0	42.0	249.3	29.1	1.8	318.0	280.2
2-1	62.2	7.3	36.10	41.5	5.12	309.50	30.0	90.0	351.9	35.1	3.8	434.6	390.8
2	88.5	20.9	20.90	47.0	3.84	159.10	14.0	26.0	178.8	21.9	0.7	202.9	201.4
3	80.4	17.3	25.30	45.6	3.84	200.83	17.0	29.0	218.3	43.2	1.5	250.7	263.0
3-1	74.1	4.8	42.25	38.5	5.12	357.75	36.0	68.0	419.6	47.8	3.0	466.9	470.4
2	83.6	18.2	20.85	41.9	2.56	163.44	15.0	25.0	178.8	29.5	0.9	206.0	209.2
3	77.5	12.5	24.00	43.5	3.84	201.70	20.0	33.0	208.7	25.7	0.9	258.5	235.3
B. 1-1	70.5	4.9	36.90	40.2	5.12	318.20	34.0	74.0	354.2	32.7	3.4	431.3	390.3
2	84.3	24.5	26.65	41.1	3.84	201.70	20.0	35.0	238.0	26.6	1.2	260.5	265.8
3	34.0	20.4	26.25	44.2	5.12	217.35	19.0	35.0	234.1	29.0	0.9	276.5	264.0
2-1	65.3	2.3	51.60	41.3	5.12	460.78	44.0	92.0	534.6	57.2	4.1	601.9	596.1
2	84.4	19.5	25.70	44.3	5.12	201.70	21.0	28.0	228.4	25.7	1.0	255.8	255.1
3	98.3	25.6	23.50	45.5	3.84	167.79	15.0	29.0	202.5	24.7	0.9	215.6	228.1
3-1	67.3	3.0	40.90	40.8	7.69	417.31	38.0	86.0	492.9	47.5	3.5	549.0	543.9
2	74.5	12.5	26.40	44.2	5.12	201.70	17.0	32.0	238.6	24.3	1.2	255.8	264.1
3	96.8	28.2	24.05	41.6	2.56	180.83	19.0	32.0	210.4	26.4	0.8	234.4	237.6
C. 1-1	66.0	14.3	36.05	43.5	4.10	283.42	38.0	66.0	346.3	36.9	2.6	391.5	385.8
2	84.5	20.0	23.35	44.2	2.56	180.83	18.0	32.0	205.9	23.1	0.9	233.4	229.9
3	100.3	27.0	22.20	42.1	2.56	163.44	17.0	28.0	192.5	22.3	0.4	211.0	215.6

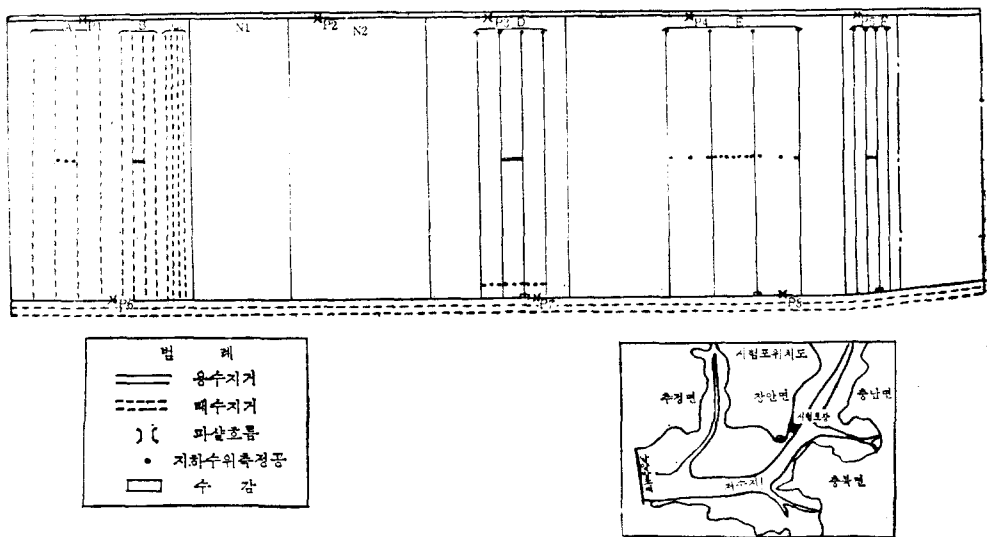


Fig. 1. 除鹽 排水 試驗圖 配置圖

Table-2. 土壤改良劑 使用區이 配置

改良劑	繼續灌水	間斷灌水	無處理	備考
石膏施用區	3 反覆	3	-	CaSO ₄
石灰 "	3	3	-	Ca(OH) ₂
無處理區	3	3	-	-

1. 面積共히 64.0m² 일

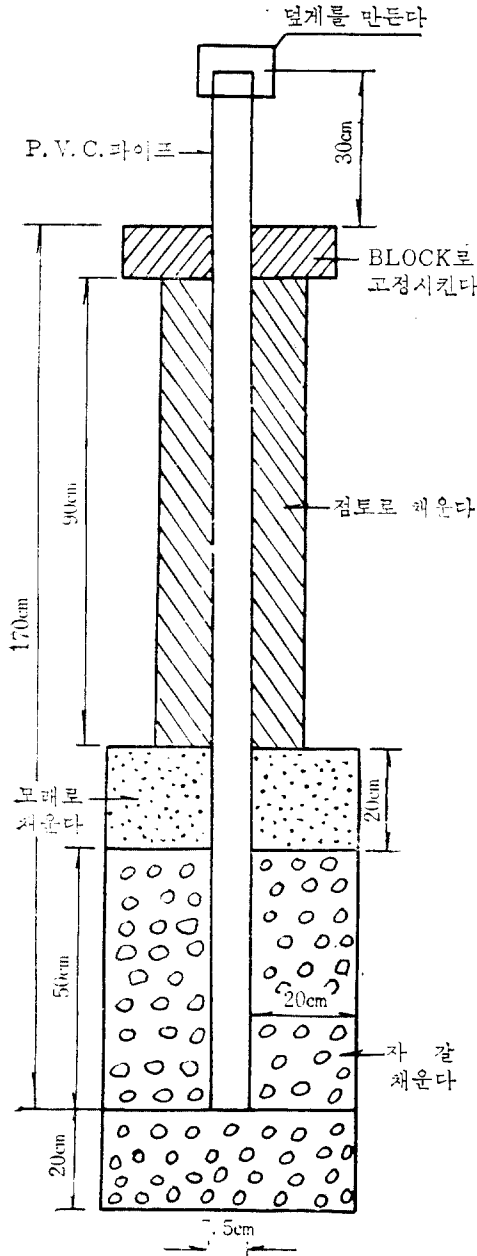


Fig. 2. 지하수위 측정공

3. 試驗器具의 設置

가. 地下水位 觀測 Net Work는 Fig. 2. 와 같이 測定孔을 暗渠排水管 中央으로 부터 0.0m, 0.5m, 1.0m 그리고 2.0m 거리에 7個孔씩 모두 49個孔을 設置하여 地下水位 變化를 測定하였다.

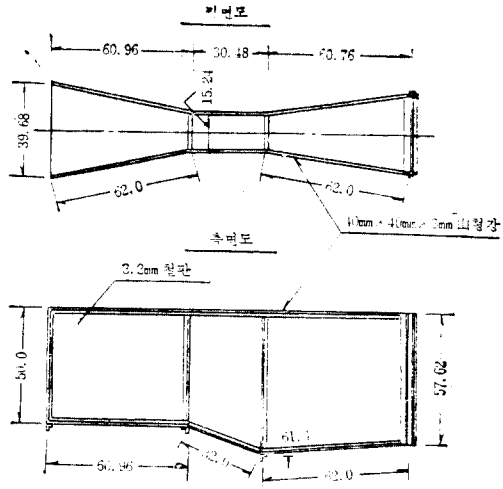
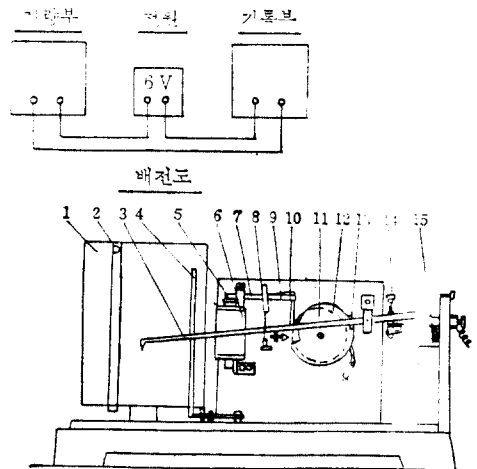


Fig. 3. 6inch parshall Flume 설계도



1. 자기시계 2. 자기지우지기 3. 권속
4. 펜촉고정봉 5. 흡착철펜 6. 고일
7. 레바 8. 스프링 9. 스프링
10. 치차벨기 11. 치차 12. 원고레바
13. 치차지침 14. 편속조정나사 15. 단사

Fig. 4. 자기전접계수계 구조도

나. 用排水量測定은 hall flume을 運場 流入口에 그리고 Fig. 4. 와 같은 自記電接器를 排水口에 設置하여 流出入量을 測定하였으며 排水水內 鹽分變化를 同時에 測定하였다.

4. 試驗 方法

가. 現場調查

排水除鹽의 結果를 比較하기 위하여 同一 場所에서 試驗前에 各各 3點씩 道합 9點의 試料와 除鹽作業後 21點의 土壤試料(Sample)를 各各 採取하여 土壤中的 鹽分濃度 變化를 分析 하였으며 Leaching Water(여과수)에 의한 鹽分의 溶脫率을 調查하기 위하여 灌溉後 5日間 排水水의 鹽分濃度를 電氣傳導度器(Electrical Conductivity Meter)로 測定하였다.

그리고 鹽分濃度狀態와 地下水位 變化와의 關係를 調査하고자 各 地下水位 測定孔에서 鹽分變化를 調査하였는데 이는 土壤改良劑를 使用하여 繼續灌水時와 間斷灌水時의 除鹽效果를 調査 比較하

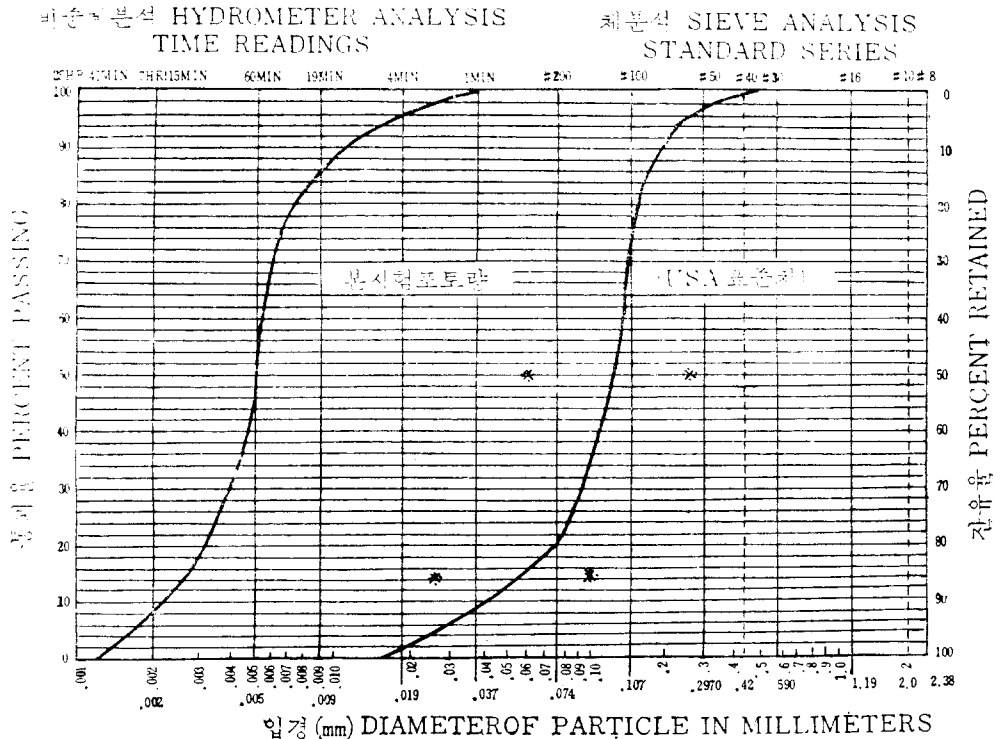
나. 室內試驗方法

設置한 PVC管이나 두더지暗渠로 微細土粒子가 流入 기능을 마비시키므로 土粒子가 流入되지 않도록 設計하고져 土粒子를 Hydrometer 法을 적용하여 Envelope의 標準을 定하였으며 이를 USDA 標準規格 Envelope에 맞추어 本試驗區의 Envelope를 取하였다. 그리고 土壤中에 舍有된 鹽分, 有機物(OM) 有效 P₂O₅ 등을 試驗分析하였으며 持히 鹽基置換 容量을 Scallan Berger의 改良法을 적용하였고 可溶性 陽이온은 示藥法을 適用測定 室內에서 試驗分析 하였다. 本研究를 위하여 適用된 標準 Envelope는 Fig. 5. 와 같다.

IV 結果 및 考察

1. 灌溉水量과 排水率

土壤中的 鹽分을 溶脫 除鹽시키고져 1回의 除鹽用 灌溉水(Leaching Water)를 300m³씩 Table-3. 과 같이 各處理區에 給水하였고 給水後 5日間の 排水量을 測定한 것이 Table-4. 와 같다. Table-4. 에서 보는



$E_{50} = 0.005 \times 12 \sim 0.005 \times 58 = 0.06^* \sim 0.29^*$ $E_{15} = 0.00225 \times 12 \sim 0.00225 \times 40 = 0.027^* \sim 0.09^*$
 $E_{15} = 0.008 \times 5 = 0.04$

Fig. 5. Hydrometer法에 의한 粒度分析曲線 Envelope

바와 같이 灌溉水量 300m³中 1日後에는 8.53%인 25.2m³ 5日後에는 總排水量 34.93%인 104.8m³이 排水되었다.

Hooghnuht⁴⁾의 理論式에 의하면 透水係數 K₁=0.1m/day, K₂=0.01m/day, 地下水 포물선 中央과 관과의 水頭差 h=0.2m, 對應層의 두께(管의 매설 깊이) d=0.7m 및 配管數가 2列일 때(4列中 정확을 기하기 위해 中央의 2列만을 取함)

$$L^2 = \frac{8K_1 dh}{q} + \frac{4k_2 h^2}{q}$$

$$q = 0.1152 \times 2/4^2 = 0.0145 \text{m/day}$$

5日間の 總排水量은

Q=q×5=0.0145×5×1,000=72.5mm이 되겠으나 實測值 52.5mm로서 理論值 72.5mm에 비해 13.43%가 낮은 값이다.

Table-3. 第1回 除鹽用灌溉水量

試料 番號	Parshall No	處理區面積	水 量	
			水 深	水 量
1	P-1	두더지 암거 0.7ha	105.9mm	741 m ³
2	P-2	無處理溝 0.5"	107.4 "	537 "
3	P-5	P.V.C 4m 0.2"	150 "	300 "
4	P-3	" 8m 0.4"	120.6 "	482.4 "
5	P-4	" 16m 1.6"	89.6 "	1,433.6 "

그리고 美國 California Cochella⁶⁾에서 實測한 P.V.C처리구 排水率이 1964年 31.4% 1965년에 36.5%로서 本研究 結果의 排水率(Table-4) 35.0%와는 비슷하지만 計算值와는 相當한 差異가 있는 것은 管内로 微細土粒子가 流入되어 排水孔의 기능을 저하시키는 것으로 生覺된다. 그리고 本試驗圃는 土性이 Silt-Clay로서 地下排水가 不良하여 除鹽作業이 상당히 長期間 所要될 것으로 생각된다.

Table-4. P.V.C처리구의 배수량 및 배수율

1975. 11. 25~29

구 분	배 수 량			비 고
	수 심	수 량	배수율	
관개수량	150mm	300m ³	100%	P.V.C 4m
관개후 1일	12.8	25.2	8.53	區에서
2일	12.0	24.0	8.02	
3일	11.2	22.6	7.46	
4일	11.2	22.6	7.46	
5일	5.2	10.4	3.46	
계	52.4	104.8	34.93	

2. 除鹽用塔水內의 鹽分含有量 및 排水水의 鹽分含有量變化

圃場에 湛水된 물의 鹽分增加를 表示한것이 Table-5. 와 같고 管로 부터 排出되는 물의 鹽分濃度의 變化는 Table-6. 와 같으며 이를 圖示한것이 Fig. 6, 7. 과 같다. Table-5. 에서 地表面 湛水の 鹽分濃度는 當初 2.2mm hos 었던것이 時間이 經過함에 따라 땅속의 鹽分이 溶脫하므로 濃度는 增加하였고 Table-6. 은 暗渠排水水中의 鹽分濃度가 P.V.C 4m區에서 第一 많았고 두더지 8m區가 第一 적게 減少하였다. 이 結果는 排水率과 除鹽率은 正比例하는 것이며 暗渠의 間隙이 가까울수록 溶脫率이 높다는 뜻이다.

Table-5. 各處理區別 灌溉 5日後 湛水の 鹽分變化

處 理 區	湛 水 日 平 均 mmhos/cm					鹽分용 탈 (%)
	0	1	2	3	4	
無 處 理 區	2.2	2.2	2.4	2.6	3.2	24.0
두더지 암거 2m	2.2	2.2	2.4	2.6	3.4	27.0
P. V. C. 4m	2.2	2.2	2.4	2.7	3.3	28.0
8m	2.2	2.2	2.3	2.4	2.8	28.0
16m	2.2	2.8	3.2	3.5	3.9	44.0

Table-6. 各處理區別 灌溉 5日후 暗渠排水水의 鹽分變化

處 理 區	排 出 口 平 均 mmhos/cm						除 鹽 率 (%)
	1	2	3	4	5	平 均	
두더지 암거 2m	3.1	2.8	2.6	2.4	2.3	2.64	40.0
" 4m	3.8	2.4	2.6	2.3	2.3	2.84	29.0
" 8m	4.7	2.7	3.4	2.7	2.4	3.18	22.3
두더지 P.V.C. 管暗渠 4m	4.8	4.0	4.0	3.5	3.3	3.93	78.2
두더지 P.V.C. 管暗渠 8m	5.9	4.5	4.8	4.2	3.9	4.72	57.2
두더지 P.V.C. 管暗渠 16m	6.5	6.5	6.0	5.5	5.0	6.10	44.3

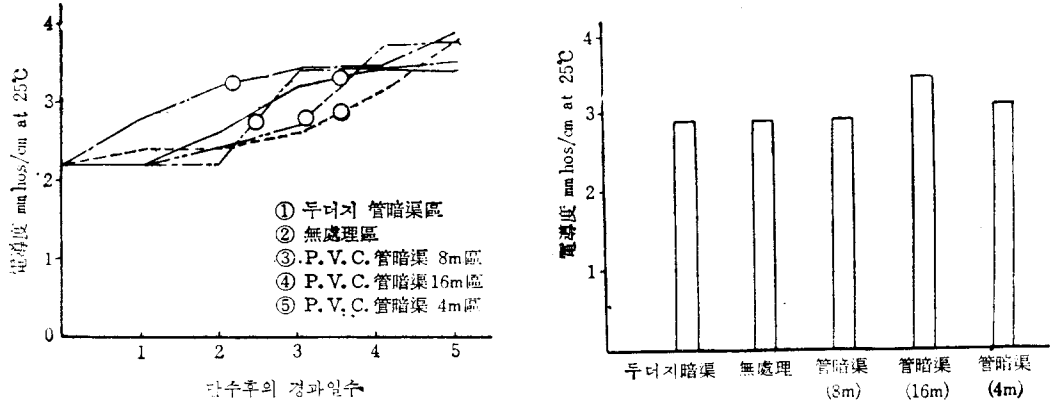


Fig. 6. 灌水後 5日間の 水中鹽分濃度變化

그리고 P.V.C관이 두더지 암채보다 3배의 溶脫效果가 있다는 것이 證明되었다. 즉 P.V.C 16m區가 두더지 2m區와 同一한 效果를 가져온다는 것이다. 이와 같은 方法으로 調査한 米面干拓地⁴⁾의 排水水中의

鹽分濃度 變化는 8m에서 平均 2.83mmhos인데 비해 本研究 試驗團에선 4.72mmhos로서 약 66.7%가 높은것은 除鹽前 土壤內에 舍存된 鹽分濃도가 米面農場보다 높았었다는 것으로 생각된다.

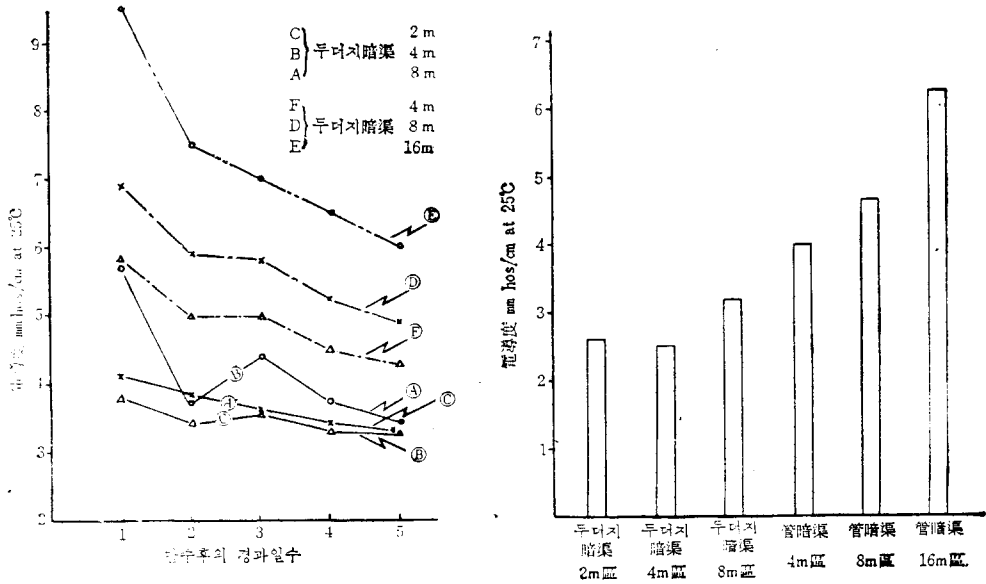


Fig. 7. 給水 5日後 排水水의 鹽分濃度變化

3. 除鹽用水와 地下水水位와의 關係

地下水水位는 測定孔을 設置當時 1.8m에 있었고 第一回 給水後 2回 除鹽作業이 끝날때까지는 (10.25 ~ 11.7) 地下水水位가 地表面과 거의 같은 位置에 있어서 地下水水位 變化가 없었고 2回除鹽後 給水量을 中止했을때 부터 Fig. 8, 9, 10. 과 같이 時間이 經過함

에 따라 地下水水位가 낮아졌으며 鹽分濃度は 給水時 5.2mmhos 였던것이 4日後 부터는 10mmhos로 繼續 유지되었다.

各 測定孔別 平均鹽分濃度は Fig. 11. 과 같이 排水暗渠 근처에선 현저히 낮아졌으나 管으로부터 멀어질수록 濃도가 높아진 것은 역시 排水가 신속히 進行될수록 除鹽率이 높아진다는 것을 의미한다.

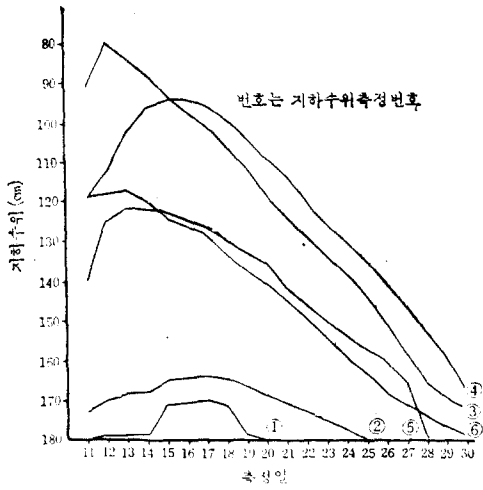


Fig. 8. 계속담수구의 地下水位 變化

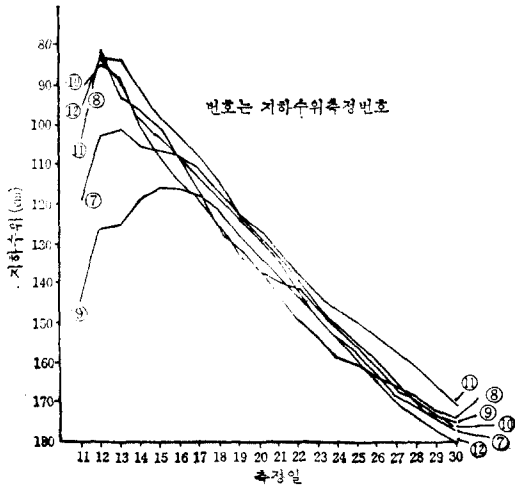


Fig. 9. 間斷 湛水區의 地下水位 變化

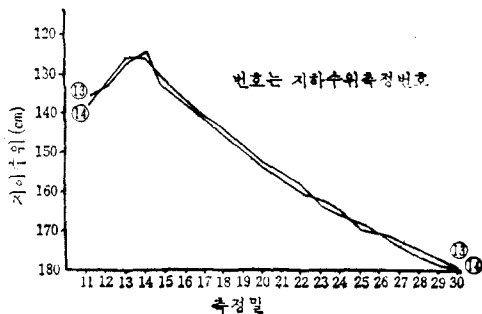


Fig. 10. 물처리구의 地下水位 變化

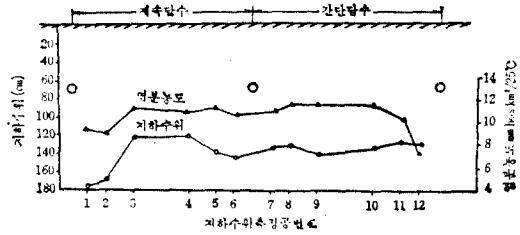


Fig. 11. 지하수위 측정공별 지하수위의 염분농도

4. 土壤中的 鹽分變化

干拓地의 除鹽作業은 可溶性鹽分을 除鹽用水로 溶脫시킨 다음 土壤改良劑를 使用하여 土壤構造의 變化를 防止하고 地下排水로 除鹽을 촉진시켜야 하므로 本研究에서도 이와같은 順으로 試驗 하였다.

가. 除鹽用水에 의한 除鹽率

Table-3.과 같이 各 處理區에 給水하여 3회에 걸쳐 地下排水除鹽 試驗을 한 結果가 Table-7.과 같다, 표에서 試驗番號 1은 表土層으로서 土深이 0.0~0.2m이며 鹽分濃度는 39.2mmhos였으며 2는 深土層으로 土深이 0.2~0.5m이며 鹽分濃度는 24.8mmhos 였고 3은 基層으로 土深이 0.5m~1.0m이며 鹽分濃度는 20.0mmhos의 除鹽前 濃度를 가지고 있으며 除鹽後深層이나 基層의 鹽分濃度가 增加되는 것은 ()로 表示 하였다.

Table-7.에서 보는바와 같이 植物의 根域인 表土에서 比較하여 보면 除鹽前의 鹽分濃度 39.2mmhos에 比較하여 보면 無處理區에서 22.37%가 除鹽되었고 두더지 2m區는 無處理區보다 100%가 높은 44.7%의 除鹽 效果를 보았으며 P.V.C 4m區는 無處理區보다 200%가 높은 61.1%의 큰 效果를 얻었다. 또 두더지 區와 P.V.C區를 比較하여 보면 같은 面積으로 볼때 P.V.C 暗渠가 약 50~60%가 높은 效果를 얻었다. 그러나 深層이나 基層의 無處理區와 두더지 暗渠區에서는 오히려 鹽分濃度가 增加하였다. 이 理由는 表土層의 鹽分이 重力水와 같이 降下浸透하여 集積된 것으로 생각된다. 이 結果로 볼때 P.V.C 暗渠 地下排水除鹽은 두더지 暗渠 排水除鹽보다 表土에서 50% 深層에서는 20배의 높은 效果를 갖어온다.

같은 方法으로 米面干拓地에서 試驗한 結果치와⁴⁾ 比較하면 8m 同一區에서 米面은 表土 33.3%, 深土層에서 9.5%, 基層에서 11.1%에 比較 本研究에서는

Table-7.

各試驗區의 土層別 除鹽率

()는 염분증가율

處理區	試料番號	1 回		2 回		3 回		平均
		농도	제염율	농도	제염율	농도	제염율	
無處理	N-1	mmhos 29.6	% 24.5	mmhos 31.63	% 19.3	mmhos 30.46	% 22.3	22.37
	N-2	25.8	(4.0)	25.42	(2.5)	24.45	1.4	(1.4)
	N-3	26.7	(33.5)	(27.10)	(35.5)	(26.64)	(33.2)	(34.07)
두더지 2m區	C-1	21.1	46.2	20.62	47.4	21.40	45.4	44.70
	C-2	25.8	(4.0)	(24.30)	2.0	(25.67)	(3.5)	(1.83)
	C-3	18.9	5.5	(21.48)	(7.4)	(20.50)	(2.5)	(1.47)
두더지 4m	B-1	23.4	40.3	23.05	41.2	23.32	40.5	40.70
	B-2	23.2	6.5	(25.84)	(4.2)	23.46	5.4	2.60
	B-3	21.0	(5.0)	(20.70)	(3.5)	(20.54)	(2.7)	(3.7)
두더지 8m	A-1	24.9	36.5	24.23	38.2	25.32	35.4	36.70
	A-2	21.3	14.1	21.72	12.4	21.53	13.2	13.20
	A-3	24.3	(21.5)	(21.44)	(7.2)	(23.34)	(16.7)	(15.10)
P.V.C 4m	F-1	14.5	63.0	14.62	62.7	15.09	61.5	61.10
	F-2	14.9	39.9	14.51	41.5	15.08	39.2	40.20
	F-3	18.1	9.5	17.52	12.4	17.76	11.2	11.0
P.V.C 8m	D-1	21.5	45.2	21.01	46.4	21.68	44.7	45.4
	D-2	20.2	18.5	20.29	18.2	20.46	17.5	18.07
	D-3	21.9	(9.5)	19.08	4.6	(21.48)	(7.4)	(4.1)
P.V.C 16m	E-1	25.8	34.2	23.99	38.8	25.36	35.3	36.1
	E-2	20.0	19.4	19.96	19.5	20.16	18.7	19.2
	E-3	19.4	3.0	18.92	5.4	19.56	2.2	3.5

表土에서 45.4%, 深土 18.07%인데 反하여 基層에서는 오히려 4.1%가 增加 하였다. 이와 같이 差가 있는것은 表土에서는 米面農場보다 南陽干拓地의 造成年數가 짧기 때문에 原來土壤中的 鹽分 함유량이 높았기 때문이며 또 深土層이나 基層에서도 역시 米面은 이미 많은 量의 除鹽이 되어 있지만 南陽은 除鹽作業이 始作 단계라서 鹽分이 地下로 移動 集積되기 때문인 것으로 생각된다. 또 表土除鹽에서 灌水地表 排水方法을 적용時 米面은 無處理區에서 13.5% 1回換水 處理後 18.1% 2回는 19.17% 5回는 19.71%에 比해 本研究에서는 22.37%로서 거의 비슷한 結果를 가져왔다. 以上·綜合的인 結果로 볼때 本研究 結果와 米面(1973年, 1975年 試驗值)의 試驗值와는 잘 一到되고 있지만 두더지 暗渠排水 效果에 對해서는 試驗成果가 없으므로 比較할 수가 없다.

Table-7.의 結果를 有意性檢定(Test of Significa-

tion)을 한 結果가 Table-8.과 같다. Table-8.에서 보는바와 같이 全體區의 試驗 成果를 보면 各處理區別로는 100% 수준에서 有意性이 있으나 除鹽回數間에는 有意性이 없다. 그러므로 各處理別 除鹽 效率은 比較할 價値가 있으나 除鹽回數間에는 比較할 價値가 없다. 其 理由는 試驗回數가 적기 때문인 것으로 생각되므로 앞으로 試驗回數를 많이 하여 더 연구를 계속하여야 할 것이다.

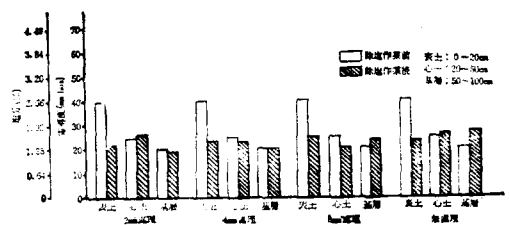


Fig. 12. 두더지暗渠의 處理區別 土層別 鹽分變化(平均)

Table-8. 除鹽用水에 의한 除鹽試驗의 有意性

FACTOR	D.F	S.S.	M.S	F	REM
1. 全體區					
Total	20	3,553,660			
Variety	6	3,405,363	567,560	55.8***	
Treatment	2	26,247	13,124	1.29△	
Error	12	122,050	10,171		
2. 表土 (0~20cm)					
Total	20	2,781,577			
Variety	6	2,746,990	457,832	285.6***	
Treatment	2	5,348	2,674	1.67*	
Error	12	29,239	1,603		
3. 深土 (20~15cm)					
Total	20	4,158,412			
Variety	6	4,046,112	674,352	73.4***	
Treatment	2	2,112	1,056	2.0*	
Error	12	110,188	9,182		

L.S.D : 6.93(1%)

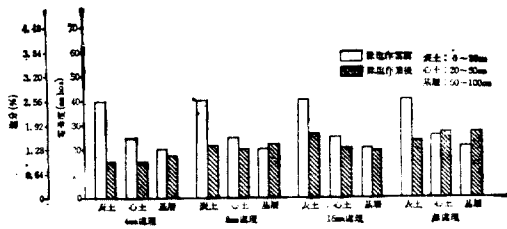


Fig. 13. P.V.C 暗渠의 處理區別 土層別 鹽分變化(平均)

나. 土壤改良劑를 사용한 後の 除鹽 效果

3回 灌溉除鹽後 土壤改良劑를 繼續灌水區와 間斷灌水區로 區分하여 石灰와 石膏를 施用하여 試驗한 除鹽率이 Table-9.와 같다.

土壤改良劑는 本試驗畝 區劃作成後 地均作業을 實施한後 灌水前에 약 30cm 가량의 깊이를 파입은 후 改良劑를 施用 3회되어 잘섞이게 하였다. 改良劑는 土深 30cm 깊이까지의 改良劑量인 ha當 石膏는 170kg 石灰는 100kg을 使用하였다.

Table-9.에서 보는바와 같이 土壤改良劑로서 石膏는 石灰보다 월등히 效果가 있고 또 繼續灌水보다 間斷灌水區의 除鹽率이 높다. 即 表土層에서 繼續灌水區의 石灰區가 29.2%인데 비해 石膏區는 38%가 높

은 39.8%의 除鹽效果가 있고 無處理區에 比하여 石膏區는 10倍以上의 效果가 있으며 間斷灌水區에서도 石膏區가 石灰區보다 46.5%가 높은 56.7%의 除鹽效果가 있으며 無處理區보다 80배의 높은 效果가 있다. 그리고 同一改良劑區인 石灰區에서 보면 間斷灌水區가 繼續灌水區보다 약 38%가 높으며 石膏區의 경우 역시 약 43% 높은 效果를 나타내고 있다.

이 結果로 볼때 가장 效果的인 것은 間斷灌水區에 石膏를 使用함이 효과적임을 알 수 있다. 같은 方法으로 試驗한 米面農場⁴⁾에서는 灌水區의 表土層의 除鹽率이 1.4~7.0%였는데 石灰와 石膏를 施用한 結果 22~57.7%로 높은 效果를 나타냈고 本研究에서도 4~7%에 비해 29~57%로 높은 效果를 나타낸것과 잘 일치하고 있다.

土壤改良劑를 使用하여 얻은 Table-9.로서 除鹽率에 對한 有意性을 檢定한바 Table-10.과 같다.

Table-10.에서 보는 바와 같이 各處理區間에는 高度의 有意性이 있으나 除鹽回數間에는 有意性이 없다. 그이유는 試驗回數間에는 신뢰성이 없었기 때문이며 또 試驗數가 너무 적기 때문이며 앞으로 더 試驗研究를 계속하여야 될 것이다.

Table-9.

土壤改良劑를 사용한 處理區別 除鹽率

단위 : mmhos/25°C

處理區	土層	除鹽前 mmhos	1 回		2 回		3 回		平均	
			농도	제염율 (%)	농도	제염율 (%)	농도	제염율 (%)		
繼 續 灌 水	石灰	0~0.2	42.2	32.9	22.0	31.99	24.2	32.28	23.5	29.2 (47.4)
		0.2~0.5	20.8	(32.3)	(55.3)	(30.63)	(47.3)	(29.02)	(39.5)	
水	石膏	0~0.2	36.1	21.8	39.6	20.74	42.4	22.56	37.53	39.8 0.8
		0.2~0.5	20.9	20.6	1.4	(21.04)	(0.7)	20.54	1.7	
水	無處理	0~0.2	36.2	34.7	4.2	34.7	4.2	34.93	3.5	4.0 (14.3)
		0.2~0.5	28.3	(32.3)	(14.2)	(32.88)	(46.2)	(36.30)	(12.4)	
間 斷 灌 水	石灰	0~0.2	51.6	31.5	39.0	32.25	37.5	30.29	41.3	39.3 3.5
		0.2~0.5	25.7	24.8	3.5	24.8	3.5	24.8	3.5	
水	石膏	0~0.2	40.9	17.3	57.7	17.84	56.4	18.04	55.9	56.7 31.6
		0.2~0.5	26.4	18.0	31.8	17.74	32.8	18.43	30.2	
自 降 然 雨	無處理	0~0.2	36.9	34.3	7.0	33.95	8.0	34.69	6.0	7.0 15.0
		0.2~0.5	26.6	22.6	15.0	22.74	14.5	22.48	15.5	
自 降 然 雨	無處理	0~0.2	36.0	(45.4)	(26.1)	(45.86)	(27.4)	(45.54)	(26.5)	26.7 (8.4)
		0.2~0.5	23.3	(25.3)	(8.6)	(25.44)	(9.2)	(25.02)	(7.4)	

Table-10.

土壤改良劑를 사용한 除鹽試驗의 有意性

D I S		FACTOR	D. F	S. S	M. S	F	REM
전 체	TOTAL		35	25,709	734		
	Variety		11	25,544	2,322	327***	
	Treatment		2	9	4	0.661△	
	Error		22	155	7		
계 속 담 수 (表 土)	TOTAL		8	1,948	234		
	Variety		2	1,933	966	510***	
	Treatment		2	7	3	1.95*	
	Error		4	7	1		
(深 土)	TOTAL		8	3,700	462		
	Variety		2	3,642	1,821	84***	
	Treatment		2	59	29	1.37△	
	Error		4	86	21		
間 斷 灌 水 (表 土)	TOTAL		8	3,821	477.7		
	Variety		2	3,810	1,905	727***	
	Treatment		2	0.58	0.29	0.11△	
	Error		4	10.5	2.6		
(深 土)	TOTAL		8	1,201	150.1		
	Variety		2	1,197	598.7	679.6***	
	Treatment		2	0.45	0.22	0.25△	
	Error		4	3.5	0.88		

LSD : 6.93(1%)

V. 摘 要

本 研究는 韓國 西南海岸 干灘地의 代表的인 土性을 갖인 南陽干拓地에서 迅速하고 合理的인 除鹽方法을 研究하여 短期間에 耕池化 시키는에 目的을 두었다.

따라서 本試驗에서는 施設이 簡便하고 工事費가 싸고 除鹽效率이 높은 方法을 究明코져 여러 試驗區에서 比較試驗한 結果 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 暗渠排水效率은 약 35%로서 地下 排水不良 地區라 볼수 있으며 除鹽期間이 長期化 될 것이다.
2. 排出水의 鹽分濃度는 P.V.C 16m區가 두더지 2m區와 같은 效率을 얻었고 P.V.C 4m區는 P.V.C 16m區의 약 2배의 除鹽效果가 있었다.
3. 土壤이 Silt-Clay인 때에는 無處理區에서 重力水에 의한 地下滲透 除鹽과 地表湛水 除鹽方法은 P.V.C 處理 4m區에 비해 약 3배의 期間이 所要 될 것이다.
4. 土壤中의 可溶性 鹽分除鹽率은 表土에서 P.V.C 區는 두더지 區보다 약 50%가 높으며 無處理區보다는 약 170%의 높은 效果가 있고 深土層에선 無處理區와 두더지區에는 表土層의 鹽分이 集積 되는 현상이 나타났으나 P.V.C區에서는 오히려 이들보다 약 40배의 效果를 얻었다.
5. 土壤改良劑로 石膏와 石灰를 使用한 結果 繼續湛水區에서 石膏는 石灰보다 약 60% 間斷湛水區에선 약 44%의 높은 效果를 나타냈고 間斷湛水區는 繼續湛水區보다 石膏가 34.9% 石灰區에서는 약 42%의 높은 效果가 있다.
6. 有意성을 檢定한 結果 處理區間에는 共히 1% 수준의 有意성이 있지만 除鹽回數間에는 有意성이 없기 때문에 比較할 價値가 없다. 고로 앞으로 더 많은 回數의 試驗調查를 하여야 될것으로 생각된다.

引 用 文 獻

1. ADC:(1975) 農地基盤造成 長期開發計劃 報告書 農業用水 및 干拓編 p.89-99.
2. ADC:(1972) 試驗事業報告書 10輯 p. 671~708.

3. ADC:(1975) 試驗事業報告書 13輯 p. 495~523.
4. ADC:(1975) 米面干拓地 除鹽排水 試驗報告書.
5. A.W.Hudson and H.G.Hope Well; (1962) The Draining of Farm Lands Printed by A.K. Wilson LTD.
6. Charle A.Boller. JR Spener and LO Weeks. (1969) Salt and Water balance Coachella Valley. California ASCE(U.S.A) vol.95, No.1 R-1
7. G.H Abold:(1963) Methods and Machines to tile and other tube drainage FAO UN No.86.
8. 韓旭東, 鄭斗浩, 金顯喆:(1970) 두더지암거에 關한 研究 農村振興廳 農事試驗研究報告書 p. 13. 農工蠶業編 p. 13-19.
9. 韓旭東, 鄭斗浩:(1970) 開渠에 依한 除鹽效果 試驗 農村振興廳 農事試驗研究報告 p. 21-26.
10. 韓旭東:(1976) 韓國의 暗渠排水效果 排水改善 세미나 報告書.
11. 湖南作試:(1972—1974) 農事試驗報告書.
12. James. N.Luthin:(1957) Drainage of Agricultural Lands p.312.
13. 鄭斗浩, 金顯喆:(1970) 干拓地除鹽에 關한 研究 農工學會誌 第12卷 4號 p. 22-27.
14. 鄭斗浩, 金顯喆:(1969) 干拓地에서 暗渠設置法과 除鹽效果에 關한 研究, 農工學會誌 第11卷 4號.
15. 趙載英, 張權烈:(1975) 實驗統計分析法 鄉文社.
16. 林迎春:(1976) 韓國의 干拓事業 排水改善 세미나 報告書.
17. Lee. J.H:(1963) Experiment on the Selection of Salt telerence field Crops Exp. Res Report. Crops Exp station.
18. L.J. Clarke:(1976) Drainage of Honam Experimental Station. Semina on the Watellogging and Drainage Improvement.
19. ORD:(1962) 農事試驗研究 結果要覽(1905~1960)
20. Reeve and J.V. Schilfgaard:(1974) Drainage of Agriculture p. 449 (和蘭)
21. 狩野德太朗:(1964) 灌溉排水 p. 278-279.