

이 논문은 1991년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

干拓地 밭작물의 正常生育을 위한 灌溉用水量 및 물管理方法의 決定

Determining Irrigation Requirements and Water Management Practices for Normal Growth of Dry Field Crops in Reclaimed Tidelands

具 滋 雄* · 韓 康 完* · 孫 在 權** · 李 東 郁**
Koo, Ja Woong · Han, Kang Wan · Son, Jae Gwon · Lee, Dong Wook

Summary

This study was carried out in order to determine optimum irrigation requirements and water management practices for normal growth of dry field crops in reclaimed tidelands, and apply in planning of the irrigation projects. Desalinization experiments were performed by water management practices in the experimental field with high salt concentration, and growth experiments were conducted by irrigation point treatments using tomato and beet with relatively high salt tolerance.

The results obtained from this study were summarized as follows :

1. Leaching or rinsing-leaching method was found to be effective in desalinizing the reclaimed tideland with rather high permeability. In this case, the water requirement for desalinizing the root zone layer of 40cm in depth, was estimated to be 1,200mm in depth.
2. The gypsum treatment in the desalinization of reclaimed tidelands, was ineffective in water requirements ; however, it could produce the desired effect in the facility of desalinization and the shortening of desalinization period with the sustaining permeability, in case of the desalinization by leaching method.
3. The optimum irrigation point which maintains the salt concentration within salt tolerance

* 全北大學校 農科大學

** 全北大學校 大學院

키워드 : 干拓地, 밭작물, 除鹽, 除鹽用水量, 灌溉計劃, 灌溉用水量, 물管理方法

and maximizes the crop yield in reclaimed tidelands of silt loam soil, was found to be pF 1.6 in tomato and pF 1.8 in beet. The interval of irrigation date within 2 days was proved to be effective in both cases.

4. The optimum irrigation requirement and the water requirement for the prevention of salt rise during the growing period after transplanting, were estimated to be 602mm(6.7 mm/day) and 232mm for tomato, respectively.

5. The optimum irrigation requirement and the water requirement for the prevention of salt rise during the growing period after transplanting, were estimated to be 261mm(3.7 mm/day) and 66mm for beet, respectively.

I. 緒 論

干拓地에서 밭작물을 재배하는 경우는 播種期 또는 定植期에 정상적인 생육이 가능할 정도로 根域의 除鹽이 이루어져 있다고 할지라도 생육 기간 중 毛細管現象으로 인한 再鹽化現象이 발생하여 鹽害를 받기 쉬우므로 보통 밭에서 행해지는 것과는 다른 특별한 灌溉方法을 강구해야 할 것이다. 즉 干拓地에서 밭작물을 재배하기 위해서는 개발초기 高鹽度干拓地에서 영농이 가능한 정도까지 鹽分濃度를 저하시키기 위한 除鹽用水量, 생육기간 중 염분상승을 억제하여 根域의 鹽分濃度를 작물생육 沮害限界值 이하로 유지시키기 위한 再鹽化防止用水量 및 작물생육에 필요한 消費水量 등을 고려하여 灌溉用水量을 산정하고 이에 따른 적절한 灌溉計劃을 세워야 할 것으로 생각한다.

밭작물의 灌溉計劃樹立에 가장 기본이 되는 밭작물 消費水量에 관한 연구로서 金 등³⁵⁻³⁷⁾은 토마토, 고추, 배추, 오이, 상치 및 샐러리 등을 供試作物로 하여 작물의 水分消費特性和 灌溉效果를 분석하였으며, 金 등³⁸⁻⁴⁰⁾은 토마토, 배추, 오이, 마늘, 고추, 무우 등의 消費水量, 適正灌水點, 灌溉間斷日數 결정을 위한 시험을 하였고, 尹 등⁴⁴⁾과 鄭 등⁴⁵⁾은 밭작물의 計劃用水量 및 消費水量算定에 관하여 연구하였다. 일본에서는 오래전부터 荒木 등,²³⁾ 鴨田,²⁴⁾

加藤 등,²⁵⁾ 久富,²⁶⁾ 沖森 등,²⁷⁾ 綿原 등,^{28,29)} 川西³⁰⁾ 등에 의하여 밭작물의 消費水量에 관련된 많은 연구가 수행되어 왔으며, 灌溉計劃模型의 개발에 관련된 연구는 Jensen 등,¹¹⁾ Maidment 등,¹³⁾ Shayya 등¹⁹⁾에 의하여 수행된 바 있다. 그러나 이들은 일반 밭작물에 관한 연구이며 干拓地 밭작물을 대상으로 한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

干拓地土壤의 除鹽理論式으로는 Scofield¹⁸⁾에 의하여 정의되고 Wilcox 등,²²⁾ Bower 등,⁴⁾ Rhoades 등¹⁷⁾에 의하여 일반화된 鹽分收支式이 있고, 이것을 근거로 하여 Van der Molen,²¹⁾ Boumans,³⁾ Ayers 등¹⁾이 도출한 鹽分貯溜方程式, 溶脫用水量 및 灌溉用水量算定式이 있으며, Bresler 등^{5,6)}은 灌溉用水量과 작물의 耐鹽性에 관한 理論模型을 개발하였다. 또한 Rhoades,^{15,16)} Beyce,²⁾ Jury 등,¹²⁾ Hira 등,⁹⁾ Hoffman 등,¹⁰⁾ Dahiya 등⁷⁾은 여러가지 土性, 鹽害土壤의 종류 또는 물管理方法別로 除鹽實驗을 수행하여 除鹽用水量을 산정하는 實驗式을 구하였는데 이들은 각각 다른 실험조건 아래에서 얻은 것으로 일관성이 없기 때문에 지역적 특성이 다른 우리나라 干拓地에서 일반적으로 적용하기에는 적합하지 않은 것으로 판단된다. 長堀³¹⁾은 채소류와 사료작물에 대한 耐鹽性을 검토하고 除鹽用水量 및 鹽分上昇防止用水量의 산출방법을 제시하였으며, 우리나라에서도 農

業振興公社, 41~43) 具 등 32~34)이 除鹽用水量, 물管理方法 및 除鹽效果分析에 관한 除鹽實驗을 수행한 바 있지만 아직까지 溶脫用水量이나 再鹽化防止用水량을 고려한 밭작물의 灌溉用水量을 산정하기 위한 연구는 이루어지지 못하였다.

본 연구에서는 干拓地를 효율적으로 이용하여 生産性を 높이고 농가소득을 증대시키며 밭작물의 수요증가에 대비한 生産基盤을 조성하는데 기여하고자, 高鹽度干拓地試驗圃場에서 물管理方法에 의한 除鹽作業을 통하여 鹽分濃度を 영농이 가능한 정도까지 저하시키고, 비교적 耐鹽성이 강한 토마토와 비트를 供試作物로 선정하여 灌水點處理別로 生育試驗을 수행하였으며, 생육기간중 根域의 土壤水分變化와 鹽分濃度變化 및 收穫量등을 조사해서 適正灌溉用水量을 추정하고 적절한 물管理方法을 강구하여 干拓地 밭작물의 灌溉計劃樹立에 활용할 수 있도록 시도하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗圃場

土性, 鹽分濃度, 氣象條件, 기타 지역적 특성이 우리나라의 개발초기 高鹽度干拓地를 대표한다고 볼 수 있는 全北 扶安郡 鎭西面에 위치한 干拓地에 降雨遮斷施設(비닐하우스)을 한 試驗圃場을 설치하여 1992年 3월부터 11월까지 除鹽試驗 및 作物栽培試驗을 실시하였다.

2. 試驗區의 配置

試驗圃場을 Fig. 1과 같이 作物生育試驗區 16개와 除鹽試驗區 6개로 나누어 배치하고, 각 시험구에는 防水用 木材板으로 제작한 無底 Lysimeter를 설치하였다. 作物生育試驗區에는 가로·세로 1.5×1.2m, 높이 0.9m 크기의 Lysimeter를 除鹽試驗區에는 가로·세로 3.0×1.2m, 높이 0.9m 크기의 Lysimeter를 지표면으로부터 0.7~0.8m 깊이에 달하도록 설치하였다.

모든 作物生育試驗區와 4개의 除鹽試驗區에는 地下排水量(深層浸透水量)을 측정하기 위하여 직경 50mm의 有孔주름관으로 된 暗渠를 각 시험구의 중앙에 0.6m 깊이로 埋設하였다. 또한 根域內 土壤水分含量的 변화를 측정하기 위하여 作物試驗區에 DM-8型 Tensiometer를 설치하였다.

Fig. 1에서 AN₁-AN₄와 BN₁-BN₄는 土壤改良劑를 사용하지 않은 作物生育試驗區이고, AG₁-AG₄와 BG₁-BG₄는 土壤改良劑로써 石膏處理한 作物生育試驗區이며, R은 地表排水 除鹽試驗區, LN은 土壤改良劑를 사용하지 않은 地下排水 除鹽試驗區, LG는 石膏處理한 地下排水 除鹽試驗區, RLN은 土壤改良劑를 사용하지 않은 地表·地下排水 除鹽試驗區, RLG는 石膏處理한 地表·地下排水 除鹽試驗區, C는 자연상태의 對比區이다.

3. 供試作物

비교적 耐鹽성이 강하여 干拓地에서 재배가

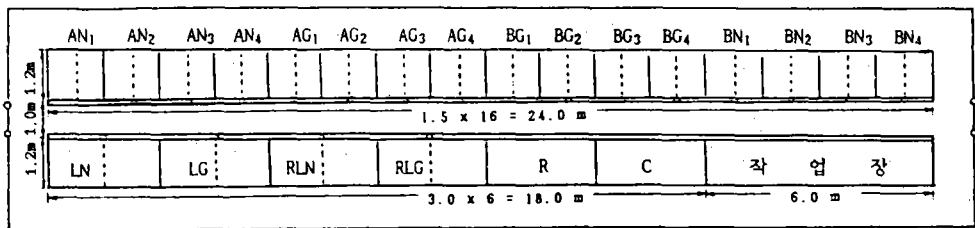


Fig. 1. Layout of experimental plots

가능할 것으로 판단되는 대표적인 채소작물 중 토마토와 비트를 供試作物로 선정하였다. 토마토(중앙교배:강육)는 全州農村指導所 作物試驗圃에 4월 6일 播種하고 5월 12일 본 시험포장의 作物生育試驗區에 定植하여 8월 9일 최종 수확하였고, 비트(Red Baron)는 8월 27일 播種하고 9월 21일 定植하여 11월 29일 수확하였으며, 施肥 및 栽培管理는 標準耕種法에 준하였다.

4. 試驗 및 分析方法

가. 土壤의 理化學的 性質

작물을 재배하기 전에 試驗圃場 土壤의 理化學的 性質을 조사하기 위하여 사용한 분석방법은 다음과 같다.

- 1) 假比重, 眞比重 및 孔隙率: 實容의 측정법
- 2) 粒度分析: 比重計 및 체분석법
- 3) pH: 硝子電極法
- 4) 鹽分濃度: 電氣傳導度 측정법
- 5) 土壤水分含量: 含水比 및 Tensiometer법
- 6) 주요 양이온含量: EDTA滴定法 및 炎光分析法
- 7) 양이온置換容量: AOAC-ASTM 方法
- 8) 置換性나트륨百分率: 계산에 의한 방법

나. 除鹽試驗

除鹽試驗區에서는 水洗法(地表排水), 浸出法(地下排水), 水洗·浸出法(地表·地下排水)에 의한 除鹽試驗을 수행하여 除鹽效果를 비교 분석하도록 하였으며, 作物生育試驗區에서는 水洗·浸出法을 사용하여 作物生育이 가능한 許容鹽分濃度 이하로 되도록 除鹽作業을 실시하였다.

1) 水洗法: 토양의 염분농도를 측정하기 위하여 20cm 간격 토층별로 80cm 깊이까지 土壤試料를 채취한다. 가능한한 최대 깊이로 耕耘作業을 실시한 후 湛水深 10cm 깊이로 물을 공급하고, 염분의 溶解度를 높이기 위하여 2일

간 湛水시킨 다음, 다시 염분의 溶脫效率을 높이기 위하여 3회정도 썰레질한다. 썰레질 후 水中의 浮遊土砂가 가라앉으면 완전히 地表排水시킨다. 토양이 건조해지면 위와 같은 방법을 반복하여 作物生育이 가능한 許容鹽分濃度 이하로 될 때까지 除鹽試驗을 계속한다.

2) 浸出法: 토양의 염분농도를 측정하기 위하여 20cm 간격 토층별로 80cm 깊이까지 土壤試料를 채취한다. 가능한한 최대 깊이로 耕耘作業을 실시한 후 湛水深 10cm 깊이로 물을 공급하고 暗渠를 통하여 地下排水시킨다. 공급수가 완전히 浸出되어 토양이 건조해지면 위와 같은 방법을 반복하여 作物生育이 가능한 許容鹽分濃度 이하로 될 때까지 除鹽試驗을 계속한다.

3) 水洗·浸出法: 地表排水 및 地下排水에 의한 除鹽效果가 동시에 나타날 수 있도록 1회의 除鹽過程中 水洗法과 浸出法을 연속적으로 사용하여 除鹽試驗을 수행한다.

다. 作物生育試驗

1) 灌水點

作物生育기간중 灌溉水量에 따른 土壤水分含量 및 鹽分濃도와 作物의 수확량을 비교하여, 適正灌水點과 灌溉用水量을 결정하기 위한 분석자료로 이용하기 위해 Table-1과 같이 灌水點을 4가지 처리별로 구분하였다. Tmt.1과 Tmt.2는 보통 밭에서 토마토와 비트 재배시 일반적으로 적용하고 있는 給水水準을 기준으로 하여 정하였으며, Tmt.3과 Tmt.4는 干拓地에서 作物生育기간중 염분상승으로 인한 鹽害를 방지하기 위하여 공급해야 할 再鹽化防止用水量을 고려하여 정하였다.

2) 水管理方法

給水는 點滴灌溉法에 의하였으며, 定植後 2주일 동안은 보통 밭에서와 같이 圃場容水量에 도달할 만큼 충분히 급수한 후 土壤水分含量의 감소상황을 조사하여 계획한 灌水點狀態로 될 때 다시 급수하였다. 이 때 Tmt.4에서는 매일

Table-1. Irrigation point by treatment

Treatment	Irrigation point	Experimental plots
Tmt. 1	pF 2.2	AN ₁ , AG ₁ , BN ₁ , BG ₁
Tmt. 2	pF 2.0	AN ₂ , AG ₂ , BN ₂ , BG ₂
Tmt. 3	pF 1.8	AN ₃ , AG ₃ , BN ₃ , BG ₃
Tmt. 4	pF 1.6	AN ₄ , AG ₄ , BN ₄ , BG ₄

급수하게 되었고, Tmt.3에서는 1~2일 간격으로 급수하게 되었지만, Tmt.1과 Tmt.2에서는 3~4일 간격으로 급수하는 경우가 생겼으며, Tmt.1과 Tmt.2에서 급수한 후 2~3일이 지나면 鹽害現象이 나타났다.

이러한 鹽害現象을 방지하기 위하여 定植後 2주일이 지난후부터는 매일 급수하였으며, 1회의 給水量은 처음 2주간 總給水量의 일평균값과 비슷하게 정하였다.

라. 蒸發散量

氣象資料를 이용하여 潛在蒸發散量을 계산하고 이 潛在蒸發散量에 生育時期別 作物係數를 곱하여 實除蒸發散量을 산정하였다. 潛在蒸發散량은 본래의 Penman식¹⁴⁾을 氣象資料를 이용하여 산출할 수 있도록 단순화한 수정 Penman방법⁸⁾에 의하여 구하였으며, 作物係數는 Doorenbos 등⁸⁾이 기상조건에 따라 作物의 종류 및 生育시기별로 제시한 값을 사용하였다. 潛在蒸發散量의 계산에 필요한 氣象資料는 시험 포장에서 가장 가까운 거리에 위치한 扶安測候所(No. 243)의 관측결과를 이용하였다.

마. 土壤水分含量

각 作物生育試驗區의 중앙에 DM-8型 Tensiometer를 설치하여 作物生育에 따른 根域의 중심부에 Ceramic filter가 위치하도록 하였으며, 매일 오전 9시경과 오후 6시경에 Tensiometer에 의한 根域의 土壤水分張力(pF)을 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

본 시험에서는 미리 시험구의 토양을 대상으로 pF 1.0과 pF 3.0 사이의 pF값에 상당하는

습수비를 측정하여 根域의 土壤水分含量을 깊이 단위로 계산한 다음 pF값과 土壤水分含量과의 관계를 구하였으며, 이 관계를 이용하여 作物生育기간중 측정된 일별 pF 값을 土壤水分含量으로 환산하였다.

바. 鹽分濃度

作物生育기간 중 根域의 鹽分濃度を 측정하기 위하여 5~7일 간격으로 0, 15, 30cm 토층의 土壤試料를 채취하여 완전히 風乾시켰다. 風乾된 토양은 KSF2301(흙의 粒度試驗 및 物理試驗의 시료제조방법)에 의하여 2mm체를 통과할 수 있도록 분쇄하여 균일하게 섞은 다음 鹽分濃度を 측정하기 위한 土壤溶液을 만드는데 사용하였다.

토양의 鹽分濃度は CM-20S 電氣傳導度計를 사용하여 측정된 電氣傳導度(mmhos/cm)로 표시하였다. 본 연구에서 적용하고 있는 土壤溶液의 鹽分濃度(ECw)는 風乾土壤試料와 물을 作物生育기간 중 土壤水分含量의 비율로 될 때까지 혼합하여 얻은 土壤溶液에서 측정된 電氣傳導度이며, 飽和抽出液의 鹽分濃度(ECe)는 風乾土壤試料와 물을 飽和狀態로 될때까지 잘 섞어가면서 혼합하여 만든 飽和抽出液에서 측정된 電氣傳導度이다.

사. 生育狀況 및 收穫量

灌水點處理別로 근역의 土壤水分含量과 鹽分濃도가 作物生育에 끼치는 영향을 분석하기 위하여 수확기의 草長과 뿌리의 生育상황을 조사하고, 株當 열매(토마토)와 뿌리(비트)의 重量을 측정하였다.

III. 結果 및 考察

1. 土壤特性

가. 除鹽前 土壤의 理化學的 性質

시험포장이 설치된 干拓地土壤의 除鹽前 理化學的 性質을 토층별로 분석하여 요약하면 다음과 같다.

供試土壤의 물리적인 성질을 살펴보면 假比重과 眞比重이 각각 1.31~1.35, 2.57~2.62이며 실트질을 80% 이상 함유하고 있는 微砂質壤土이었다. 화학적인 성질은 置換性나트륨百分率 46.6~57.6%, 飽和抽出液의 電氣傳導度 23.0~35.3mmhos/cm, pH7.1~7.4를 나타내며 USDA Salinity Lab.²⁰⁾의 鹽害土壤分類法에 따르면 鹽類알칼리土壤에 속하였다.

나. 土壤水分含量 및 鹽分濃度

시험포장에 작물을 재배하기에 앞서 除鹽作業을 실시한 후 灌水點處理別로 試驗條件에 맞게 조절한 작물생육시험구의 初期土壤水分含量과 初期鹽分濃度는 Table-2와 같다.

灌水點處理別로 Tmt. 1, Tmt. 2, Tmt. 3, Tmt. 4에서 初期土壤水分含量은 각각 104.4, 118.8, 134.4, 145.2mm이었고 土壤溶液의 初期鹽分濃度(ECw)는 각각 10.3, 9.0, 8.0, 7.4 mmhos/cm이었으며, 飽和抽出液의 初期鹽分濃度(ECe)는 4처리구 모두 7.5mmhos/cm이었다.

다. 圃場容水量 및 飽和含水量

根域의 토층깊이를 40cm로 정하고, 토양에

충분한 물을 공급한 다음 24시간이 경과한 후의 土壤水分含量을 고려하여 根域의 圃場容水量을 결정하였으며, 假比重, 眞比重 및 根域의 토층 깊이를 사용하여 根域의 飽和含水量을 산출하였던 바, Table-3에서 보는 바와 같이 圃場容水量은 142.8mm, 飽和含水量은 193.8mm로 나타났다.

2. 除鹽效果分析

본 연구는 간척지에서 밭작물의 生育試驗을 중점적으로 수행한 것이기 때문에 除鹽試驗은 기본적인 것만을 간략하게 실시하였다. 除鹽試驗區에서 물管理方法 및 石膏處理 유무에 따라 수행한 시험결과는 Table-4와 같다. 시험결과는 40cm 깊이의 根域에 대하여 분석한 것이며, 여기서 鹽分濃度는 飽和抽出液의 電氣傳導度 (ECe : mmhos/cm)로, 토양의 투수성은 水理傳導度(HC : cm/hr)로, 除鹽用水量은 根域의 토층깊이에 대한 供給水深의 비율(Dw/Ds)로 표시하였다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 除鹽初期에는 除

Table-2. Initial soil moisture content and salt concentration by treatment

Treatment (pF)	Initial soil moisture		Initial salt concentration	
	Volumetric ratio(%)	Depth(mm)	ECw(mmhos/cm)	ECe(mmhos/cm)
Tmt. 1(2.2)	26.1	104.4	10.3	7.5
Tmt. 2(2.0)	29.7	118.8	9.0	7.5
Tmt. 3(1.8)	33.6	134.4	8.0	7.5
Tmt. 4(1.6)	36.3	145.2	7.4	7.5

Table-3. Field capacity(FC) and saturation soil moisture content(SAT) in root zone

Depth of root zone layer(cm)	Field capacity			Saturation soil moisture content		
	pF	Volumetric soil moisture rate(%)	FC in depth(mm)	Bulk density	Particle density	SAT in depth(mm)
0~20	1.66	35.6	71.2	1.34	2.60	96.9
20~40	1.64	35.8	71.6	1.34	2.60	96.9
Total			142.8			193.8

Table-4. Salt concentration(CEc : mmhos/cm) and hydraulic conductivity(HC : cm/hr) with depth of water supplied per depth of root zone layer(Dw/Ds)

Dw/Ds	Rinsing method	Leaching method				Rinsing-leaching method			
	Gypsum	Gypsum		Gypsum		Gypsum		Gypsum	
	non-treatment(R)	non-treatment(LN)	HC	treatment(LG)	HC	non-treatment(RLN)	HC	treatment(RLG)	HC
	ECe	ECe	HC	ECe	HC	ECe	HC	ECe	HC
0	27.6	27.2	—	28.8	—	27.5	—	28.2	—
0.25	23.5	21.5	0.83	24.1	1.25	22.7	0.95	23.3	1.33
0.50	18.2	15.8	0.80	17.2	1.26	15.6	0.92	16.5	1.30
0.75	16.0	12.2	0.75	13.7	1.19	11.0	0.85	13.2	1.25
1.00	12.5	10.0	0.71	11.5	1.15	9.5	0.81	10.7	1.27
1.25	10.7	8.1	0.67	9.1	1.18	8.0	0.74	8.4	1.24
1.50	10.2	7.8	0.62	8.4	1.15	7.5	0.69	8.1	1.22
1.75	9.3	7.3	0.55	8.0	1.10	7.1	0.63	7.8	1.21
2.00	8.0	6.8	0.46	7.0	1.04	6.4	0.54	7.3	1.23
2.25	7.5	5.4	0.38	6.5	1.05	5.2	0.42	6.2	1.19
2.50	7.1	5.3	0.27	5.8	0.91	4.5	0.33	5.5	1.15
2.75	6.4	4.7	0.22	5.2	0.89	4.0	0.27	4.8	1.12
3.00	6.1	4.2	0.17	4.5	0.90	3.8	0.22	4.3	1.10

鹽率在 상당히 컸지만 除鹽用水量이 증가함에 따라 점차로 감소하였다. 물管理方法別로 살펴 보면 浸出法(LN, LG)과 水洗·浸出法(RLN, RLG)의 경우가 水洗法(R)의 경우에 비하여 除鹽率在 약간 컸지만 큰 차이는 없었다. 水洗法은 토양의 투수성에 관계없이 단기간 表土層의 除鹽에는 효과적이지만 근역 아래의 深土層까지 除鹽시키기는 매우 어려울 것으로 보며, 반면에 浸出法은 투수성 토양에서 深土層까지 除鹽시킬 수가 있어서 효과적이지만 불투수성 토양에서는 土壤改良劑의 施用 또는 暗渠排水 施設 등을 통하여 除鹽效果를 기대할 수 있으며 除鹽期間이 길다는 것이 단점이라고 생각한다. 그리고 水洗·浸出法은 단기간 表土層의 除鹽과 아울러 장기적으로 深土層의 除鹽效果를 기대할 수 있으나 제염작업이 복잡하고 경제성이 문제가 될 수 있으므로 토양의 透水性, 除鹽用水量, 除鹽期間, 經濟性 등을 동시에 고려하여 합리적인 방법을 택해야 할 것이다.

본 시험에서 작물재배시 鹽分濃度 ECe=7.5

mmhos/cm로 될 때까지의 소요된 除鹽用水量은 水洗法의 경우 약 900mm이었으며, 浸出法과 水洗·浸出法의 경우는 石膏處理區에서 약 750 mm, 石膏無處理區에서 600~650mm 정도 이었다. 鹽分濃度를 USDA의 鹽害土壤分類基準值²⁰⁾인 ECe=4mmhos/cm까지 감소시키기 위해서는 대략적으로 水洗法에서 1,800mm, 浸出法과 水洗·浸出法에서 1,200mm정도 필요한 것으로 나타났다.

土壤의 透水性은 Fig. 3에 도시한 바와 같이 除鹽이 진행됨에 따라 石膏無處理區에서는 水理傳導度가 현저하게 감소되었으나, 石膏處理區에서는 除鹽이 충분히 이루어질 때까지 初期 水理傳導度の 70~80% 이상으로 透水性이 지속되었다. 이것은 石膏處理에 의하여 양이온 置換效果와 아울러 電解質濃度를 증가시키고 점토의 分散現象을 방지하여 水理傳導度の 급격한 감소를 막아준 것으로 판단한다. 石膏處理를 함으로써 除鹽用水量은 약간 많이 소요되는 경향이 있었지만, 透水性이 오래 지속되어

除鹽作業이 용이하고 除鹽期間을 단축시킬 수 있다는 것을 감안하면, 透水性이 낮은 토양에서 地下排水에 의해 除鹽할 경우는 매우 효과적인 방법이 될 수 있다고 생각한다.

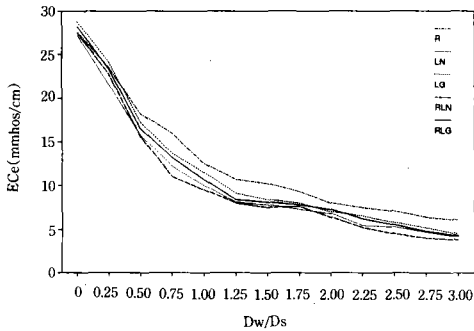


Fig. 2. Salt concentration of saturation extract(ECe) with depth of water supplied per depth of root zone layer (Dw/Ds)

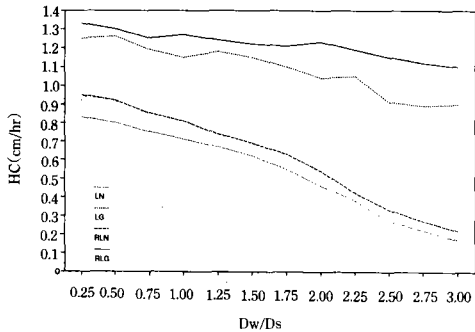


Fig. 3. Hydraulic conductivity(HC) with depth of water supplied per depth of root zone layer(Dw/Ds)

3. 實際蒸發散量

圃場試驗의 灌水點處理別로 근역의 土壤水分含量을 일정하게 유지하도록 灌溉하고, 기상요소에 의해 潛在蒸發散量을 구하여 일별 實際蒸發散量을 계산하였다. 灌水點處理別로 일별 實際蒸發散量을 圖示하면 토마토 재배의 경우 Fig. 4, 비트 재배의 경우 Fig. 5와 같다. 생육

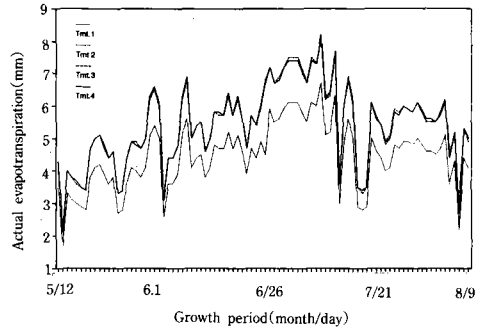


Fig. 4. Calculated actual evapotranspiration by treatment(Tomato)

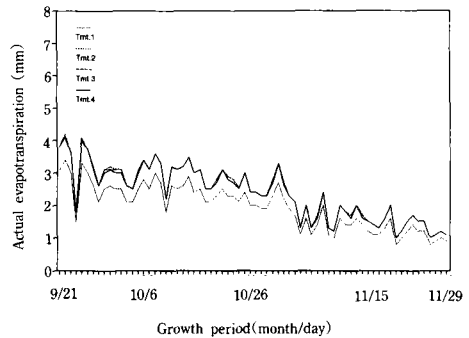


Fig. 5. Calculated actual evapotranspiration by treatment(Beet)

단계는 편의상 4단계로 나누었으며, 토마토 재배시에는 1단계 20일간(5. 12~5. 31), 2단계 25일간(6. 1~6. 25), 3단계 25일간(6. 26~7. 20), 4단계 20일간(7. 21~8. 9)으로 정하였고, 비트 재배시에는 1단계 15일간(9. 21~10. 5), 2단계 20일간(10. 6~10. 25), 3단계 20일간(10. 26~11. 14), 4단계 15일간(11. 15~11. 29)으로 정하였다.

전생육기간중 實際蒸發散量의 대체적인 변화 경향은 토마토 재배의 경우 생육초기와 생육말기에 비교적 적었고, 생육 3단계중 6월 하순부터 7월 중순까지가 많은 편이었는데, 비트 재배의 경우는 가을 氣象要素의 영향으로 작물이 성장함에 따라 생육단계별로 감소하는 경향을 나타냈다.

일별 實除蒸發散量을 灌水點處理別로 살펴보면, 토마토 재배의 경우 灌水點이 가장 낮은 처리구인 Tmt.1에서는 생육단계별로 3.4~5.2 mm/day 범위내에서 변화하였고, Tmt.2에서는 생육단계별로 4.2~6.3mm/day 범위내에서 변화하였으며, Tmt.3과 Tmt.4에서는 Tmt.2와 비슷한 경향을 보였다. 비트 재배의 경우 Tmt.1에서는 1.1~2.6mm/day, Tmt.2~Tmt.4에서는 1.4~3.2mm/day 범위내에서 변화하였다. 일반적으로 灌水點이 높아지면 實除蒸發散량이 증가되지만 어느 정도 이상에서는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

除鹽試驗의 경우는 石膏處理가 토양의 투수성에 큰 영향을 끼쳤으나 작물재배시에는 별 차이가 없었으므로 작물생육시험결과의 분석에

서는 石膏處理의 유무를 구별하지 않고 종합적으로 평균해서 적용하였다.

4. 灌溉用水量

灌水點處理別로 작물생육기간중 시험구에 공급한 灌溉水量을 작물별 생육단계별로 정리하면 Table-5와 같다. 토마토 재배의 경우 Tmt.1, Tmt.2, Tmt.3, Tmt.4에서 생육기간 90일 동안의 總灌溉水量은 각각 271.5, 369.6, 510.4, 602.1mm, 전생육기간의 일평균 灌溉水量은 각각 3.0, 4.1, 5.7, 6.7mm/day이었다. 비트 재배의 경우 Tmt.1, Tmt.2, Tmt.3, Tmt.4에서 생육기간 70일 동안의 總灌溉水量은 각각 127.7, 194.7, 261.0, 329.6mm로서 토마토 재배시의 47~55% 정도였으며, 일평균 灌溉水量은 1.8,

Table-5. Irrigation water supplied in field experiment

Treatment	Growth stage	Tomato			Beet		
		Irrigation days	Irrigation water		Irrigation days	Irrigation water	
			Sum(mm)	Daily(mm/day)		Sum(mm)	Daily(mm/day)
Tmt. 1	I	20	58.5	2.9	15	26.0	1.7
	II	25	77.7	3.1	20	38.5	1.9
	III	25	75.9	3.0	20	37.8	1.9
	IV	20	59.4	3.0	15	25.4	1.7
	Total	90	271.5	(3.0)	70	127.7	(1.8)
Tmt. 2	I	20	80.2	4.0	15	39.6	2.6
	II	25	106.2	4.2	20	59.2	3.0
	III	25	104.2	4.2	20	57.7	2.9
	IV	20	79.2	4.0	15	38.2	2.5
	Total	90	369.6	(4.1)	70	194.7	(2.8)
Tmt. 3	I	20	116.7	5.8	15	52.0	3.5
	II	25	140.6	5.6	20	78.6	3.9
	III	25	143.3	5.7	20	79.1	4.0
	IV	20	109.8	5.5	15	51.3	3.4
	Total	90	510.4	(5.7)	70	261.0	(3.7)
Tmt. 4	I	20	141.0	7.1	15	66.4	4.4
	II	25	165.9	6.6	20	99.2	5.0
	III	25	165.6	6.6	20	98.5	4.9
	IV	20	129.6	6.5	15	65.5	4.4
	Total	90	602.1	(6.7)	70	329.6	(4.7)

2.8, 3.7, 4.7mm/day로서 토마토 재배의 경우에 비하여 60~70% 정도 필요한 것으로 나타났다.

5. 作物生育期間中 土壤水分含量的 變化

작물생육기간중 근역의 土壤水分含量 측정결과를 灌水點處理別, 作物別, 生育段階別로 정리하여, 灌水點處理別로 측정된 일별 土壤水分含量的 變化를 圖示하면 토마토와 비트 재배의 경우 각각 Fig. 6 및 Fig. 7과 같다.

작물생육기간중 토마토 재배시험구에서 측정 한 일별 土壤水分含量을 살펴보면, Tmt.1~Tmt.4의 경우 각각 88.0~107.2, 107.7~129.0, 129.6~140.2, 140.8~149.2mm 범위내에서 변

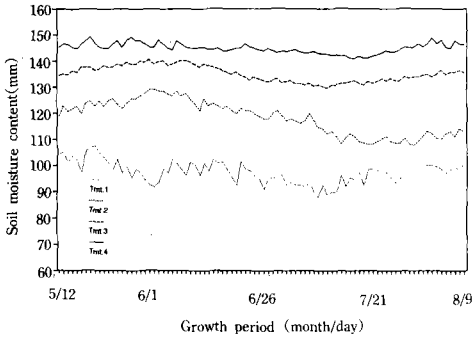


Fig. 6. Soil moisture content by irrigation water supplied in field experiment by treatment (Tomato)

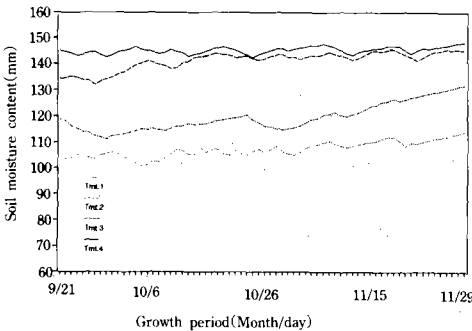


Fig. 7. Soil moisture content by irrigation water supplied in field experiment by treatment (Beet)

화하였으며, 생육단계별 일평균 土壤水分含量은 Tmt.1에서 101.3, 98.0, 93.3, 98.2mm, Tmt.2에서 123.4, 124.1, 114.3, 110.6mm, Tmt.3에서 137.5, 137.4, 131.5, 134.2mm, Tmt.4에서 146.6, 145.2, 142.7, 145.2mm이었다. 전생육기간중의 일평균 土壤水分含量은 Tmt.1에서 97.4mm, Tmt.2에서 118.2mm, Tmt.3에서 135.0mm, Tmt.4에서 144.8mm로서, Tmt.1에서는 초기값보다 약간 적었지만, Tmt.2~Tmt.4에서는 초기값과 거의 비슷한 수준을 유지하고 있었다.

비트 재배시험구의 土壤水分含量은 Tmt.1~Tmt.4의 경우 각각 100.8~114.1, 111.2~131.7, 132.1~145.8, 142.5~148.3mm 범위내에서 변화하였으며, 생육단계별 일평균 값은 Tmt.1에서 104.2, 105.6, 108.3, 111.3mm, Tmt.2에서 114.3, 117.3, 119.0, 128.2mm, Tmt.3에서 135.6, 141.7, 143.1, 144.4mm, Tmt.4에서 144.5, 144.7, 145.8, 146.5mm이었고, 전생육기간 중의 일평균 값은 Tmt.1~Tmt.4에서 각각 107.4, 119.5, 141.4, 145.3mm로서 Tmt.1~Tmt.3에서는 초기값보다 약간 많았으며 Tmt.4에서는 초기값과 비슷하게 나타났다.

灌溉水を 많이 공급함에 따라서 土壤水分含量이 증가하지만, 圃場容水量狀態 이상으로 되면 근역 아래의 深土層으로 침투되기 때문에 灌溉水量과 土壤水分含量 사이에 비례관계가 성립하지는 않았다.

6. 作物生育期間中 鹽分濃度の 變化

작물시험구에 灌水點處理別로 灌溉水を 공급하고 작물생육기간중 5~7일 간격으로 측정 한 근역내 土壤溶液의 鹽分濃度(ECw)와 飽和抽出液의 鹽分濃度(ECe)를 灌水點處理에 따른 생육단계별로 정리하면 Table-6과 같으며, 토마토와 비트 재배의 경우 灌水點處理別로 土壤溶液 鹽分濃度の 變化를 圖示하면 각각 Fig. 8 및 Fig. 9와 같고 飽和抽出液 鹽分濃度の 變化를

Table-6. Salt concentration by irrigation water supplied in field experiment

Treatment	Growth Stage	Tomato				Beet			
		ECw(mmhos/cm)		ECe(mmhos/cm)		ECw(mmhos/cm)		ECe(mmhos/cm)	
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Tmt. 1	I	10.3~11.2	10.7	7.4~7.8	7.6	10.3~10.6	10.5	7.5~7.6	7.5
	II	11.5~12.2	11.8	7.9~8.2	8.1	10.2~10.5	10.4	7.4~7.7	7.6
	III	12.5~13.8	13.1	8.2~8.5	8.4	10.0~10.3	10.2	7.2~7.5	7.4
	IV	11.2~12.4	11.8	7.9~8.4	8.1	9.7~10.1	9.9	7.1~7.3	7.2
	Mean	(10.3~13.8)	11.9	(7.4~8.5)	8.0	(9.7~10.6)	10.2	(7.1~7.7)	7.4
Tmt. 2	I	8.3~9.0	8.6	7.0~7.5	7.3	9.0~9.5	9.3	7.4~7.6	7.5
	II	8.4~9.1	8.8	7.6~7.8	7.7	9.3~9.6	9.5	7.3~7.5	7.4
	III	9.1~10.5	9.8	7.5~8.1	7.9	8.7~9.4	9.0	7.2~7.5	7.3
	IV	9.6~10.4	9.9	7.5~7.9	7.7	8.2~8.9	8.5	7.0~7.2	7.1
	Mean	(8.3~10.5)	9.3	(7.0~8.1)	7.7	(8.2~9.6)	9.1	(7.0~7.6)	7.3
Tmt. 3	I	7.0~8.0	7.3	6.7~7.5	7.0	8.0~8.2	8.1	7.2~7.5	7.4
	II	6.6~7.0	6.9	6.5~6.8	6.6	7.5~8.1	7.8	6.9~7.3	7.1
	III	6.7~7.5	7.1	6.2~6.9	6.5	7.5~7.6	7.4	6.7~7.0	6.9
	IV	7.2~7.4	7.3	6.8~7.0	6.9	6.9~7.2	7.0	6.4~6.5	6.4
	Mean	(6.6~8.0)	7.0	(6.2~7.5)	6.6	(6.9~8.2)	7.6	(6.4~7.5)	6.9
Tmt. 4	I	6.0~7.4	6.7	6.2~7.5	6.8	7.2~7.4	7.3	7.0~7.5	7.2
	II	5.6~5.9	5.8	5.7~6.0	5.9	6.4~7.1	6.8	6.4~6.9	6.7
	III	5.4~5.8	5.6	5.4~5.8	5.6	5.8~6.3	6.1	6.1~6.5	6.3
	IV	5.1~5.5	5.3	5.2~5.5	5.4	5.3~5.9	5.6	5.7~6.1	5.9
	Mean	(5.1~7.4)	5.8	(5.2~7.5)	5.9	(5.3~7.4)	6.4	(5.7~7.5)	6.5

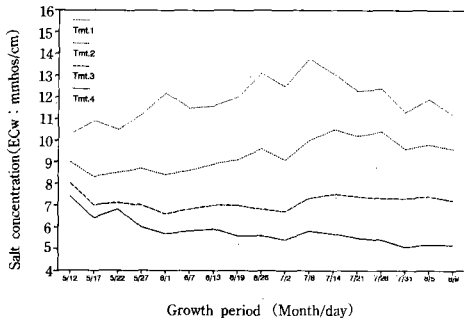


Fig. 8. Salt concentration of soil extract (ECw) by irrigation water supplied in field experiment by treatment (Tomato)

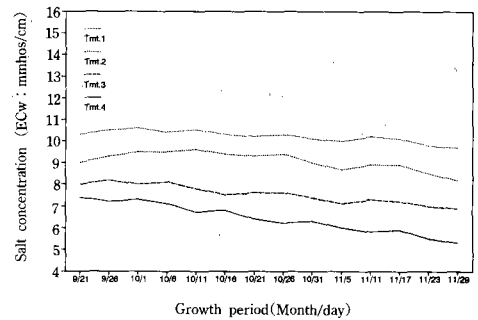


Fig. 9. Salt concentration of soil extract (ECw) by irrigation water supplied in field experiment by treatment (Beet)

圖示하면 각각 Fig. 10 및 Fig. 11과 같다.

작물생육기간중 근역내 土壤溶液의 鹽分濃度 (ECw)는 Tmt.1~Tmt.4에서 토마토 재배시

각각 10.3~13.8, 8.3~10.5, 6.6~8.0, 5.1~7.4 mmhos/cm, 비트 재배시 각각 9.7~10.6, 8.2~9.6, 6.9~8.2, 5.3~7.4mmhos/cm 범위내에서

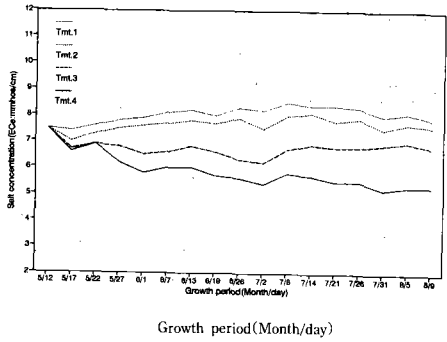


Fig. 10. Salt concentration of saturation extract(ECe) by irrigation water supplied in field experiment by treatment (Tomato)

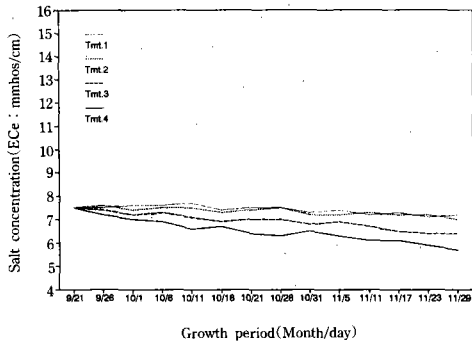


Fig. 11. Salt concentration of saturation extract(ECe) by irrigation water supplied in field experiment by treatment (Beet)

변화하였으며, 전생육기간중 평균값은 토마토 재배시 각각 11.9, 9.3, 7.0, 5.8mmhos/cm, 비트 재배시 각각 10.2, 9.2, 7.6, 6.4mmhos/cm이었다.

飽和抽出液의 鹽分濃度(ECe)는 Tmt.1~Tmt.4에서 토마토 재배의 경우 각각 7.4~8.5, 7.0~8.1, 6.2~7.5, 5.2~7.5mmhos/cm, 비트 재배의 경우 각각 7.1~7.7, 7.0~7.6, 6.4~7.5, 5.7~7.5mmhos/cm 범위내에서 변화하였으며, 전생육기간중 평균값은 토마토 재배의 경우 각각 8.0, 7.7, 6.6, 5.9mmhos/cm, 비트 재배의 경우 각각 7.4, 7.3, 6.9, 6.5mmhos/cm이었다.

이 결과를 初期鹽分濃도와 비교해보면 土壤溶液의 鹽分濃도와 飽和抽出液의 鹽分濃도 모두 Tmt.1과 Tmt.2에서 생육기간중의 鹽分濃도가 평균적으로 초기값보다 높거나 비슷하였지만, Tmt.3과 Tmt.4에서는 생육기간중의 鹽分濃도가 초기값에 비하여 대체적으로 낮았으며, 특히 Tmt.4에서는 생육단계별로 감소경향이 상당히 크게 나타났다. Tmt.1과 Tmt.2에서는 생육기간중 鹽分濃도가 증가하는 경우가 생기는 것은 灌溉水를 적게 공급할 때에 근역의 土壤水分含量이 감소되어 염분상승으로 인한 再鹽化現象이 일어나기 때문인 것으로 판단된다. Tmt.3과 Tmt.4에서와 같이 비교적 많은 灌溉水를 공급할 때에는 근역에 土壤水分이 많이 함유되고 또한 圃場容水量狀態 이상으로 되면 重力水가 深土層으로 침투되면서 근역의 염분을 溶脫시키게 되어 鹽分濃도가 감소되는 것으로 본다.

7. 生育狀況 및 收穫量

본 연구에서는 高鹽度 干拓地에 설치한 試驗圃場의 여러가지 조건상 정상적인 보통 밭에서 재배할 때에 비하여 토마토의 경우 50%, 비트의 경우 30% 정도의 收穫量減少가 예상되는 鹽分濃도狀態(ECe : 7.5mmhos/cm)⁸⁾에서 작물 생육시험을 실시하였다.

Table-7은 灌水點處理別로 근역의 土壤水分含量과 鹽分濃도가 작물생육에 끼치는 영향을 분석하기 위하여 수확기에 草長과 뿌리의 生育狀況 및 收穫量을 조사한 결과를 나타낸 것이다.

灌水點處理別로 草長과 뿌리의 생육상황을 살펴보면, Tmt.1~Tmt.4에서 토마토의 경우 草長은 각각 63.7, 72.4, 84.3, 99.6cm, 뿌리의 生長깊이는 각각 22.7, 24.3, 29.4, 34.5cm이었으며, 비트의 경우 草長은 각각 28.5, 29.7, 34.7, 33.2cm, 뿌리의 生長깊이는 각각 14.2, 16.1, 20.8, 19.6cm이었다. 灌溉水를 적게 공급한 Tmt.1과 Tmt.2에서는 鹽害를 많이 받아 生長속도가 현저하게 감소한 것을 알 수 있었

Table-7. Plant height, root zone depth and yield

Treatment	Tomato			Beet		
	Plant height (cm)	Root zone depth (cm)	Yield (g/plant)	plant height (cm)	Root zone depth (cm)	Yield (g/plant)
Tmt. 1	63.7	22.7	198.0	28.5	14.2	37.3
Tmt. 2	72.4	24.3	322.5	29.7	16.1	46.5
Tmt. 3	84.3	29.4	670.2	34.5	20.8	64.5
Tmt. 4	99.6	34.5	1125.7	33.2	19.6	57.8

으며, 생육상황이 가장 좋은 시험구는 토마토 Tmt. 4 시험구, 비트 Tmt. 3 시험구이었다.

灌水點處理別로收穫량을 비교해 보면, Tmt. 1~Tmt. 4에서 1株當 平均收穫량이 각각 토마토의 경우 198.0, 322.5, 670.2, 1,125.7g, 비트의 경우 37.3, 46.5, 64.5, 57.8g이었다.

토마토의收穫량은 Tmt. 4에서 가장 많았고, Tmt. 3에서는 Tmt. 4에 비하여 60% 정도이었으며, Tmt. 1 및 Tmt. 2 수준으로 灌溉水を 적게 공급하면 Tmt. 4에 비하여 18% 및 29% 정도로 크게 감소하였다. Tmt. 4의收穫량은 김 등³⁶⁾이 보통 밭의 토마토 재배시험에서 얻은 수확량의 약 53%이었지만, 보통밭의 평균수확량에 비하여 50% 정도의 감소가 예상되는 鹽分濃度狀態에서 재배하였다는 것을 고려하면 Tmt. 4의 수확량은 정상적인 것이라고 볼 수 있을 것이다.

비트의收穫량은 Tmt. 3에서 가장 많았고, Tmt. 4에서는 Tmt. 3에 비하여 90% 정도로 오히려 감소하였으며, Tmt. 1과 Tmt. 2에서는 Tmt. 3에 비하여 각각 58%와 72%로 감소하였으나 토마토에서 보다는 감소율이 훨씬 작았다. 이것은 비트가 토마토보다 耐鹽性이 크기 때문에 灌溉水の 공급량에 따른 土壤水分含量 및 鹽分濃度の 변화에 영향을 적게 받은 것으로 판단된다. Tmt. 3의收穫량은 보통 밭에서 재배되는 수확량의 70% 정도로 추정되지만, 보통 밭의 평균수확량에 비하여 30% 정도의 감소가 예상되는 鹽分濃度狀態에서 재배하였다는 것을

고려하면 비트의 경우 Tmt. 3의 수확량 역시 정상적이라고 볼 수 있을 것이다.

8. 綜合考察

이상의 試驗結果를 土壤의 特性, 灌水點處理別 灌溉水量에 따른 土壤水分含量 및 鹽分濃度の 變化, 作物의 生育狀況 및 收穫量 등을 관련시켜 종합적으로 고찰해보면 다음과 같다.

1) 시험포장의 토양은 개발초기 干拓地土壤에서와 같이 電氣傳導度和 置換性나트륨百分率 이 매우 높은 鹽類알칼리土壤으로 그 土性은 우리나라 干拓地에서 널리 분포되어 있는 微砂質壤土이었으며, 透水性은 비교적 양호한 편이었다.

2) 水洗法, 浸出法, 水洗·浸出法 등의 물 관리方法에 의하여 干拓地土壤을 除鹽시키는 경우, 土壤의 透水性, 除鹽用水量, 除鹽期間, 經濟性 등을 동시에 고려하여 합리적인 방법을 택해야 할 것으로 보며, 본 시험포장에서와 같이 透水性이 비교적 양호한 干拓地土壤에서는 浸出法 또는 水洗·浸出法이 효과적인 방법이라고 판단된다.

3) 시험포장에서 浸出法 및 水洗·浸出法에 의한 除鹽過程中 作物재배시의 初期鹽分濃度 $EC_e=7.5\text{mmhos/cm}$ 로 될 때까지 소요된 除鹽用水量은 근역의 토층깊이 40cm까지 채염시킬 때 石膏處理區에서 750mm 정도, 石膏無處理區에서 600~650mm 정도로 나타났고, USDA의 鹽害土壤分類基準值인 $EC_e=4\text{mmhos/cm}$ 까지

감소시키기 위해서는 石膏處理에 관계없이 1,200mm 정도 필요한 것으로 추정된다. 水理傳導度는 石膏無處理區에서 除鹽이 진행됨에 따라 현저하게 감소되었으나, 石膏處理區에서는 충분한 除鹽이 이루어질 때까지 初期水理傳導度의 70~80% 이상으로 透水性이 지속되었다.

4) 干拓地土壤의 除鹽에 있어서 石膏處理는 除鹽用水量 측면에서는 그 효과를 인정할 수 없지만, 透水性의 지속에 따른 除鹽作業의 용이성과 除鹽期間의 단축을 고려하면 浸出法에 의하여 除鹽할 경우 효과적인 방법이 될 수 있다고 생각한다.

5) 氣象要素 및 作物係數를 이용하여 산출한 實際蒸發散量은 灌水點 pF 2.0까지는 土壤水分含量에 따라 증가하였지만 그 이상에서는 土壤水分含量에 의한 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

6) 일정한 土壤水分含量을 유지하기 위하여 定植後 作物生育기간중에 공급한 總灌溉水量은 토마토 재배의 경우가 비트 재배의 경우보다 약 2배 정도 많이 소요되었으며, 일평균 灌溉水量은 약 1.5배정도 많이 필요한 것으로 나타났다.

7) 灌溉水の 공급량을 증가시킴에 따라 圃場容水量狀態로 될 때까지는 土壤水分含量이 증가하였지만, 圃場容水量狀態 이상으로 되면 근역 아래의 深土層으로 침투되기 때문에 土壤水分含量이 거의 일정하였다.

8) 灌水點을 pF 2.2 및 pF 2.0으로 정하여 비교적 적은 灌溉水を 공급할 경우는 生育기간중 근역의 鹽分濃度가 증가하였고, 灌水點을 pF 1.8 및 pF 1.6으로 정하여 비교적 많은 灌溉水を 공급할 경우는 鹽分濃度가 감소하였다. 이것은 灌溉水量이 적으면 근역의 土壤水分含量이 감소되어 염분상승으로 인한 再鹽化現象이 일어나기 때문인 것으로 판단되며, 灌溉水量이 많으면 근역의 土壤水分含量이 증가되고 또한 圃

場容水量狀態 이상으로 되면 重力水가 深土層으로 침투되면서 근역의 염분을 溶脫시키기 때문이라고 판단된다.

9) 灌水點處理別로 토마토와 비트의 生育狀況 및 收穫量을 비교해보면 生育狀況이 좋고 收穫量이 가장 많은 시험구는 토마토 재배의 경우 灌水點 pF 1.6인 시험구이며, 비트 재배의 경우 灌水點 pF 1.8인 시험구이었다.

10) 본 시험에서 灌水點處理別로 근역의 土壤水分含量 및 鹽分濃度의 변화, 作物의 生育狀況 및 收穫量을 비교 분석해 볼때, 適正灌水點은 토마토 재배의 경우 pF 1.6, 비트 재배의 경우 pF 1.8로 추정되며, 作物재배시 灌溉後 2일 이상이 지나면 염분상승으로 인하여 鹽害를 받는 경우가 생기므로 間斷日數는 어느경우나 2일 이내로 정하는 것이 효과적이라고 판단된다.

11) 본 간척지 시험포장에서의 灌溉用水量은 作物재배시 염분상승으로 인한 鹽分濃度의 증가를 막기위한 再鹽化防止用水量을 포함한 것으로 볼 수 있으며, 定植後 生育기간중 總灌溉用水量과 일평균 灌溉用水量은 適正灌水點을 pF 1.6으로 한 토마토 재배의 경우 602mm 및 6.7mm/day, 適正灌水點을 pF 1.8로 한 비트 재배의 경우 261mm 및 3.7mm/day이었다. 보통 밭에서 토마토와 비트의 適正灌水點을 pF 2.0으로 보면, 再鹽化防止用水量은 토마토 재배의 경우 232mm, 비트 재배의 경우 66mm로 추정된다.

12) 개발초기 高鹽度干拓地에서 밭작물을 재배하는 경우는 보통 밭에서와는 달리 우선 많은 除鹽用水量이 필요하고, 作物生育기간중에서도 염분상승을 억제하기 위한 再鹽化防止用水量을 고려해야 하므로 이에 따른 적절한 灌溉計劃을 수립해야 할 것이다.

IV. 摘 要

본 연구에서는 干拓地 밭작물의 正常生育을 위한 適正灌漑用水量을 추정하고 적절한 물管理方法을 강구하여 灌漑計劃樹立에 활용하고자, 高鹽度干拓地 試驗圃場에서 물管理方法에 의한 除鹽試驗을 수행하고, 비교적 耐鹽性이 강한 토마토와 비트를 供試作物로 선정하여 灌水點處理別로 生育試驗을 수행하였으며, 試驗資料를 분석하여 얻은 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 본 시험포장에서와 같이 透水性이 비교적 양호한 干拓地土壤의 除鹽에는 浸出法 또는 水洗·浸出法이 효과적인 방법이라고 판단되며, 이 경우 근역토층 40cm깊이까지의 鹽分濃度を 鹽害土壤分類基準值 이하로 감소시키기 위한 除鹽用水量은 1,200mm정도 필요한 것으로 추정된다.

2. 干拓地土壤의 除鹽에 있어서 石膏處理效果는 除鹽用水量 측면에서는 인정할 수 없지만, 浸出法에 의하여 除鹽하는 경우 透水性의 지속에 따른 除鹽作業의 용이성과 除鹽期間의 단축에는 큰 효과를 얻을 수 있다고 본다.

3. 微砂質壤土인 干拓地에서 근역의 鹽分濃度を 生育沮害 限界置 이하로 유지하고 수확량을 최대로 하기 위한 適正灌水點은 토마토 재배의 경우 pF 1.6, 비트 재배의 경우 pF 1.8로 추정되며, 間斷日數는 어느 경우나 2일 이내로 정하는 것이 효과적이라고 판단된다.

4. 토마토 재배의 경우 定植後 生育期間中 適正灌漑用水量은 602mm, 日平均 灌漑用水量은 6.7mm/day, 再鹽化防止用水量은 232mm로 추정된다.

5. 비트 재배의 경우 定植後 生育期間中 適正灌漑用水量은 261mm, 日平均 灌漑用水量은 3.7mm/day, 再鹽化防止用水量은 66mm로 추정된다.

干拓地에서 土性, 氣象因子, 毛細管現象, 浸

透現象 등을 고려한 除鹽試驗과 아울러 여러가지 耐鹽性作物에 대한 生育試驗이 지속적으로 수행된다면 보편타당성 있는 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이며, 간척지 밭작물의 灌漑計劃뿐만 아니라 干拓地土壤의 除鹽推定에도 활용할 수 있는 새로운 模型을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

參 考 文 獻

1. Ayers, R. S. and D. W. Westcot. 1976. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29. pp.15-52.
2. Beyce, O. 1973. Experience in the reclamation of saline and alkali soils and irrigation water qualities in Turkey. FAO Irrigation and Drainage Paper 16, Drainage of Salty Soils. pp. 63-82.
3. Boumans, J. H. 1963. Some principles governing the drainage and irrigation of saline soils. In P. J. Dieleman(ed.) "Reclamation of Salt Affected Soils in Iraq". Chapt. 7. ILRI. Pub. 11 : 83-116.
4. Bower, C. A., J. R. Spencer, and L. O. Weeks. 1969. Salt and water balance, Coachella Valley, California. ASCE, Proc. 95 (IRI) : 55-64.
5. Bresler, E. 1987. Application of a conceptual model to irrigation water requirement and salt tolerance of crops. Soil Sci. Soc. Am. J. 51 : 788-793.
6. Bresler, E. and G. J. Hoffman. 1986. Irrigation management for soil salinity control : Theories and tests. Soil Sci. Soc. Am. J. 50 : 1552-1560.
7. Dahiya, I. S., R. S. Malik, and M. Singh. 1982. Reclaiming a saline-sodic, sandy loam soil under rice production. Agric. Water

- Management 3 : 61-72.
8. Doorenbos, J. and W. O. Puritt. 1977. Crop water requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper No. 24. 143 p.
 9. Hira, G. S., N. T. Singh, and R. Singh. 1980. Water requirement during the reclamation of sodic soils with gypsum. Proc. Intl. Symp. on Salt Affected Soils. Karnal, India, pp. 322-329.
 10. Hoffman, G. J. and J. L. Meyer. 1982. Reclamation of salt-affected soils in California. Int. Symp. on Remote Sensing of Arid and Semi-Arid Lands, Proc. pp. 147-159.
 11. Jensen, M. E., D. C. N. Bobb, and C. E. Franzoy. 1970. Scheduling irrigation using climate-crop-soil data, J. of Irrig. and Drain. Div., Proc. of ASCE, IR(1) : 25-38.
 12. Jury, W. A., W. M. Jarrel, and D. Devitt. 1979. Reclamation of saline-sodic soils by leaching. Soil Sci. Soc. Am. J. 43 : 1100-1106.
 13. Maidment, D. R. and P. D. Hutchinson. 1983. Modeling water demands of irrigation projects, ASCE. Vol. 109(IR4) : 405-418.
 14. Penman, H. L. 1956. Estimating evaporation. Trans. American Geophysical Union, Vol. 37, No. 1, pp. 43-50.
 15. Rhoades, J. D. 1968. Leaching requirement for exchangeable sodium control. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32 : 652-656.
 16. Rhoades, J. D. 1980. Determining leaching fraction from filed measurements of soil electrical conductivity. Agri. Water Management 3 : 205-215.
 17. Rhoades, J. D., J. D. Oster, R. D. Ingvalson, J. M. Tucker, and M. Clark. 1974. Minimizing the salt burdens of irrigation drainage waters. J. Environ. Qual. 3 : 311-316.
 18. Scofield, C. S. 1940. Salt balance in irrigation areas. Agr. Res. 61 : 17-30.
 19. Shayya, W. H. et. al. 1988. A general irrigation scheduling package for microsoftware. Paper No. 88-2501, ASAE Meeting Presentation.
 20. U. S. Salinity laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook 60. 160 p.
 21. Van der Molen, W. H. 1979. Salt balance and leaching requirement. ILRL Pub. 16 Vol. 2, Drainage Principles and Applications, 2nd ed., pp. 59-100.
 22. Wilcox, L. V. and W. F. Resch. 1963. Salt balance and leaching requirement in irrigated lands. USDA. Tech. Bull. No. 1290. 23 p.
 23. 荒木陽一, 五鳥 康. 1983. 施設野菜のかん水開始點と かん水量に関する 研究. 野菜試験場報告A. 11 : 177-187.
 24. 鴨田福也. 1979. 施設栽培野菜の水分消費特性と灌水. 農業及園藝 54(7) : 926-930.
 25. 加藤一郎, 内藤文男, 谷口利策, 鴨田福也. 1963. 作物の水分消費特性に関する研究(3報). チシャ等の結球蔬菜の蒸發量について. 日園學雜 32(4) : 319-325.
 26. 久富時男. 1973. 野菜類の 施設栽培における水分管理. 農業及園藝 48(3) : 459-463.
 27. 沖森當, 大友讓二, 松田菜. 1965. 하우스蔬菜に對する 灌水試驗, 土壤水分張力とキュウリの生育水量について. 農業及園藝 40(11) : 1787-1788.
 28. 綿原孝夫, 松田照男, 松田榮. 1965. そ菜的養水分の 時期別吸収量に関する 試驗, 夏キュウリの養水分の吸水について. 農業及園藝 40(12) : 1927-1928.
 29. 綿原孝夫, 松田照男, 松田榮. 1967. 蔬菜の養水分の時期別吸収量に関する試驗(2報), 早熟トマトの養水分の吸水について. 農業及

- 園藝 42(1) : 521-522.
30. 川西良雄. 1961. 畑地蔬菜の 灌溉に關する 研究(1報). 灌水量が胡瓜の 生育收量に及ぼす影響. 農業及園藝 36(1) : 87-88.
 31. 長堀金造. 1985. 農作物の 正常生育を 基準にした 除鹽用水量の 決定に關する 實證的 研究. 日本 岡山大學 研究成果報告書. No. 57480066. 57 p.
 32. 具滋雄, 殷鍾浩. 1988. 干拓地土壤의 除鹽過程 中 水理傳導度의 變化. 韓國農工學會誌 30 (4) : 85-93.
 33. 具滋雄, 韓康完, 殷鍾浩. 1989a. 干拓地土壤의 除鹽用水量 算定에 關한 實驗研究. 韓國農工學會誌 31(1) : 96-105.
 34. 具滋雄, 韓康完, 殷鍾浩. 1989b. 새萬金地區 干潟地土壤의 鹽分學動解析 및 除鹽效果分析을 위한 實驗的 研究. 韓國農工學會誌 31 (2) : 57-68.
 35. 金始源, 金善柱. 1988. 밭灌溉의 計劃用水量 및 施設容量의 定立에 關한 研究. 韓國農工學會誌 30(4) : 23-44.
 36. 金始源, 李康熙, 都德鉉. 1984. 田作物 水分 消費量 調查研究(I). 韓國農工學會誌 26(2) : 47-58.
 37. 金始源, 崔德秀. 1985. 田作物 水分消費量 調查研究(II). 韓國農工學會誌 27(1) : 37-58.
 38. 金哲基, 金鎮漢, 鄭夏禹, 崔洪奎, 權寧顯. 1989. 밭作物 消費水量에 關한 基礎的 研究 (II). 韓國農工學會誌 31(3) : 41-56.
 39. 金哲基, 金鎮漢, 鄭夏禹, 崔洪奎, 權寧顯. 1990. 밭作物 消費水量에 關한 基礎的 研究 (III). 韓國農工學會誌 32(1) : 55-71.
 40. 金哲基, 金鎮漢, 崔洪奎. 1988. 밭作物 消費 水量에 關한 基礎的 研究(I). 韓國農工學會誌 30(3) : 25-37.
 41. 農業振興公社. 1983. 鹽分土壤의 除鹽排水. 技術資料 25集. 416 p.
 42. 農業振興公社·農工試驗所. 1977. 米面干拓 地 除鹽排水試驗 報告書. 96 p.
 43. 農業振興公社·農業土木試驗研究所. 1986. 除鹽排水 및 土壤成熟에 關한 研究. 研究報告書. 86-05-11. 201 p.
 44. 尹學基, 鄭相玉, 徐承德. 1990. 밭作物의 最適灌溉水準과 計劃用水量 算定. 韓國農工學 會誌 32(1) : 72-86.
 45. 鄭夏禹 外 7人. 1987-1990. 밭作物 消費水量 算定方法定立 研究(I-IV). 서울大學校 農大 農業開發研究所. 202 p., 201 p., 228 p., 272 p.