

高鹽度 土壤에 있어서 몇가지 鹽植生植物의 生態에 對하여

Ecological studies of the certain Halophytes on the high saline soil.

洪 淳 佑·河 永 七·崔 榮 吉

(서울대학교 文理科大學 植物學科)

HONG, Soon Woo, Yung Chil HAH and Yong Keel CHOI

(Department of Botany, Seoul National University)

ABSTRACT

Ecological study on the reclaimed high saline soil was carried out throughout a year(1969) to elucidate the changes of the structure of halophytes communities and the possibilities of desalination from high saline soil by absorption of chloride ion. Results from this studies are summarized as followings;

- 1) The growth rates of halophytes showed a variation; maximum growth rate of *Salicornia* appeared on August, *Chenopodium* on July, *Suaeda* on July, *Aster* on August and *Scirpus* on June.
- 2) Changes of frequency of each halophyte were varied in accordance with species. *Chenopodium* and *Salicornia* have the highest frequency of all on May. However, frequency as well as density of halophytes decreased after on May due to competition for absorbing moisture in plant communities.
- 3) The terrestrial plants which were succeed into the reclaimed tidal land had herbORIZED 25 species on the both side of irrigation route.
- 4) Each of the maximum chloride uptake by halophytes appeared on May(*Salicornia* and *Aster*), on June(*Chenopodium* and *Scirpus*), and on August(*Suaeda*), respectively
- 5) Among the halophytes, *Salicornia* was confirmed to absorb the highest amount of chloride. A possible amount of chloride uptake by all halophytes per 100 square cm reached about 24,629. ppm.

緒 論

西海岸 江華島에 位置한 草芝里의 海岸干拓事業은 1962年 堤坊工事が 完工됨으로서 始作되었다. 總面積 240 Hectar에 達하는 干拓地에서 現在 10餘年이 經過한 土地에서는 畚耕作이 이루어지고 있으나 堤坊工事後 5~7年이 經過한 土地에는 作物栽培를 하지 못하는 實情이며, 이 地域一部에 對해서만 農村振興廳 江華干拓試驗所에서는 Italian rye grass, Orchard grass, Fescus KY 3-1, Timothy, Radino

本研究은 1969年度 文敎部 研究助成費의 1部로서 이루어 졌음.

Clover, Red Clover, Birds Food Trefoil 등의 禾本科와 荻科植物을 播種하여 牧草栽培의 可能性如何를 調査하고 아울러 경운구 시험을 실시하고있다.

著者들은 1968년에(1969a) 「數種 鹽生植物에 의한 干拓地土壤의 除鹽效果에 對하여」라는 報文의 實驗過程을 通하여 高鹽度土壤인 同 地域에 數種의 鹽生植物들이 植物群落을 形成하여 왔음을 관찰하여 왔고 금년도에는 이 鹽生植物들의 植物群落形成 過程에서의 몇가지 要因, 즉 氣象條件, 土性, 澆水의 利用에 따른 生長量 및 이들의 相互關聯性을 定量的으로 測定하였다. 아울러 高鹽度 土壤에서 鹽生植物에 의한 群落形成으로 期待되는 生物學的 土性改良의 可能性을 調査하였기에 이에 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

實驗對象地인 草芝里 高鹽度土壤(1415.1ppm/g. soil)의 地域에 今年 5월부터 始作하여 10月末까지 每月末 1회의 現地調査를 實施하였다.

植物群落構造의 調査는 10cm의 方形區를 取하는 Quodrat方法을 擇하였으며, 인근 저수지로부터 堤坊에 이르는 用水路는 第2, 第3番 用水支線을 따라 每 60m 간격으로 內陸植物의 遷移過程을 調査하였다 저수지의 位置와 用水路의 方向은 Fig. 1 과 같다.

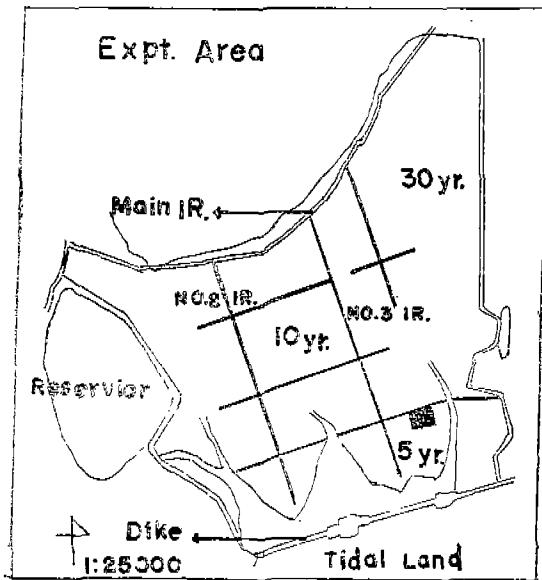


Fig. 1. The map is experimental area which is located at the Kang-Wha Id. The abbreviation, IR means the irrigation route from Reservoir to reclaimed tidal land. The area in black is the site which was conducted to study the ecology of some halophytes.



Fig. 2. Photograph shows the No.3 irrigation route. Succession of plants is proceeding in accordance with this irrigation route.

또한, 鹽生植物의 生長量에 따른 除鹽總量의 算出은 10月末에 채집한 鹽物植物을 건조하여 各個體의 平均重量을 求하여 計算하였으며, 이와는 別度로 各 鹽生植物들의 月別 除鹽量의 算出은 每月 채집한 鹽生植物 및 기타 自生植物의 건조체를 분석에 使用하여 除鹽量의 月別 變化를 比較하였다.

實驗對象地의 기후 요인에 관한 資料는 중앙 觀望대 發刊의 氣象月報의 자료에 依거하였다.

### 結果 및 考察

本研究가 進 行된 江華地方의 今年 5월부터 10月末까지의 氣象條件 특히 月平均 氣溫, 총 증발량(mm), 총강수량은 다음 表1과 같다. 5月の 경우, 平均 氣溫은 14.9°C, 이고 총 증발량 136.7mm에 比하여 강수량은 219mm로서 많은 편이고 6月에는 月平均氣溫 19.3°C, 총증발량 152.9mm, 강수량

19.7mm로서 강수량에 比하여 총증발량이 7倍程度로 높다.

한편, 7月, 8月의 경우는 月平均氣溫이 各各 22.8°C, 24.5°C로서 年中 가장 높은 편이며 총증발량은 108.7, 133.1mm이고 강수량은 378.8mm, 424.8mm로서 各各 3, 4倍 程度로 강수량이 높은편이

Table. 1. Climatological Data of Inchon Kwang-Wha Area(1969)

Month	Temp.			Total Evaporation	Precipitation
	Ave.	high	low		
May	14.9	19.1	11.4	136.7(mm)	219(mm)
June	19.3	29.9	12.7	152.9	19.7
July	22.8	26.0	20.5	108.7	378.8
August	24.5	27.8	21.9	133.1	424.8
September	20.7	24.7	17.4	103.6	95.8
October	13.9	18.9	9.3	109	10.9
Toatl				744.0	1249.0

These data were acqiured from the Monthly Report of the Central Meteorological Office. (1969)

고, 9月 10月은 各各, 20.7°C, 13.9°C의 平均氣溫과 102.6mm, 109mm의 총증발량에 比하여 강수량은 95.8, 10.9mm로서 낮다.

Fig. 3는 實驗地에 自生하는 鹽生植物의 生長량을 나타낸것이다. 5月末부터 10月末까지 測定한 結果는 種에 따라 最大의 生長을 나타내는 月別의 차이를 보여주는데 *Salicornia*의 경우는 8월에 最大의 生長을 보여주고, *Chenopodium*은 7月, *Scirpus*는 6月, *Aster*는 9月, *Erigeron*은 6月 *Suaeda*는 7월에 各各 最大의 生長을 보여주었다.

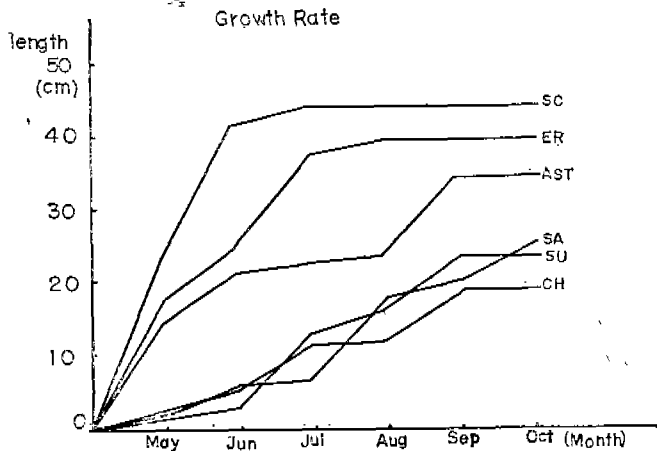


Fig. 3. The figure shows the growth rate of the halophytes grown on the high saline soil. The growth raite was measured monthly from May to October in 1969.

그런데 *Salicornia*를 除外하고는 10月 末로서 生長이 정지된것을 보여 주었는데, 이 事實은 Table 1에서 볼수 있는바와 같이 10月에서는 강수량에 比하여 총증발량이 10배에 가까운 정도로 높을뿐만 아니라 氣溫의 강하와 水分경쟁의 結果로 多肉植物인 *Salicornia*만이 生長을 계속하고 있는 현상을 보여준것으로 해석된다.

實驗地의 관찰에 依하면 8月末에 이르러 *Salicornia*, *Chenopodium*, *Suaeda*는 約 70% 程度가 잎이 赤

化하여 가는 현상을 볼 수 있었고 大部分의 鹽生植物의 줄기는 이미 이때부터 木質化의 程度가 심하여져 가고있으므로 이들 植物에 의한 葉소이온의 吸收는 오히려 生長 初期에 기대할만한 것으로 보여진다. 또한 干拓地 試驗所에서 試作하고있던 Italian rye glass는 다른 어느 것보다도 8月末까지의 生長이 좋았으나 8月末쯤에는 이미 枯死한 個體가 많은 것으로 보아 木草로서의 期待는 좋은 展望을

하여 주지않는點도 관찰되었던 것이다. 오히려 干拓地의 木草로서는 *Aster*와 *Chenopodium*이 量的인 見地에서 알맞는 것으로 보여지고 있다.

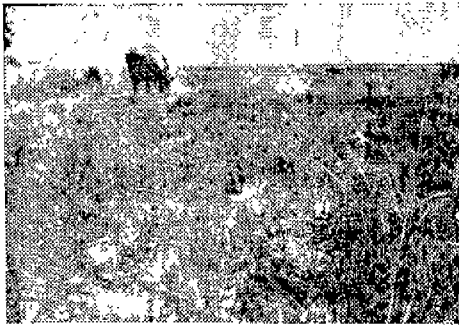


Fig 4. The photograph shows that cow was grazing some halophytes grown on high saline soil. The reclaimed saline soil have a sort of possiblitis to be a fine glass land for cattle breeding.

를 계속했다.

Fig. 6을 참고해보면 圖表는 鹽生植物群落을 10cm의 方形區를 取하여 調査했을때 나타나는 植物의 頻度를 나타낸것이다. 植物群落의 全體個體數는 月別에 따라 増減을 보여 주기는 하나 各植物의 種에 따라, 出現하는 頻度値는 興味있는 傾向性을 나타내고 있는 것이다. 즉, 5月初부터 頻度値가 높았던 *Chenopodium*은 最初에 60.94%의 높은率을 나타내다가 10月末경에는 最下位를 보여 주었던바 無幾鹽類 및 鹽分度가 높은 高鹽度 土壤環境의 特殊性에 基因한 過度한 水分競爭에서 他植物에게 축출당하는 現象을 볼 수가 있었다.

8月末以後부터 各植物의 個體數는 一般的으로 自然死를 하는 數가 增加하고 있으나 *Chenopodium*이 他植物에 比하여 水分競爭에 있어서 매우 뒤떨어지고 있는 事實을 確認할 수 있는 것이다.



Fig. 5. Some halophytes were withered due to the competition for absorbing moisture in the communities of halophytes. This phenomena was observed on late of August and seemed to affect the structure of the communities.

한편 9月末에 이르러 生長率이 좋았던 *Erigeron*은 몇몇 個體를 除外하고 枯死한것이 많았고 이때부터 *Aster*는 開花하므로써 生長이 정지됨을 볼 수 있었다. 이때의 *Chenopodium*은 完全히 잎이 赤化하였으며 鹽生植物群落에서 數的인 劣勢를 보이기 시작 하였고 또한 *Scirpus*와 바랭이는 黃化됨과 同時에 結實을 完了하였다.

初期에서 빈도 및 밀도가 낮았던 *Suaeda*는 7月初부터 生長率 및 個體數의 增加를 보여주고 9月末에는 大部分 미숙하나마 結實하였다. 10月末에 觀察된 現象으로는 *Salicornia*의 約 50%를 除外하고 모든 植物이 黃化 및 赤化되어 高鹽度土壤(1415.1 ppm) 特有의 植物群落을 보여 주었다. 오직 *Salicornia*만이 5月, 6월에 모여주었던 낮은 率의 生

Fig. 5에서 鹽生植物群落에서 9日末項부터 현저하게 나타나는 自然死現象을 볼 수 있는데 특히 9月中의 總 증발량이 강수량보다 많았던 一因도 있었던 것으로 보인다. Fig. 6의 結果를 보건대 *Salicornia*는 5월에 37%의 頻度를 보이다가 7월에 이르러 優點種으로 最高値를 보이고 10月末까지 계속 유지해 감을 볼 수가 있다. 初期에는 比較的 頻度 및 生長이 느리던 바랭이와 *Suaeda*는 *Salicornia* 다음으로 높은 頻度를 나타내고 *Aster*, *Chenopodium*, *Scirpus*는 비슷한 出現頻度를 나타내고 있는 것으로 보아 干拓地의 初期(5月)에는 *Chenopodium*이 優點種이나 全期間을 통해서 觀察한 結果는 *Salicornia*가 優點種의 位置를 차지하고 있음은 明白한 事實이다.

이제 100cm<sup>2</sup>의 面積을 가지는 方形區를 取하여 各 鹽生植物의 個體數가 차지하는 面積比를 求하

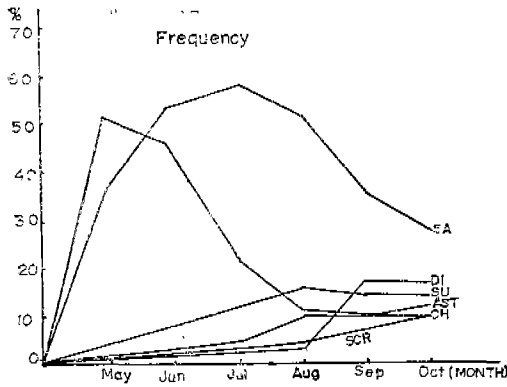


Fig 6. Frequency of some halophytes was changed according to measuring number of plant individuals. *Salicornia* has the highest frequency of all halophytes. Abbreviations, such as SA, DI, SU, AST, and CH meaned *Salicornia*, *Digitaria*, *Suaeda*, *Aster* and *Chenopodium*, respectively.

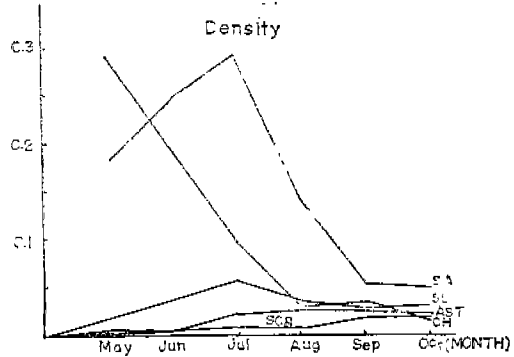


Fig. 7. Density was counted from the ratio of the number of halophytes to the area where the plants were grown on. *Salicornia* has the highest density of all halophytes in plant communities. On the other hand, *Chenopodium* showed high density in early stage, but the density of *Chenopodium* was decreased following on May.

면 Fig 7에서 보는바와 같은 傾向을 알수가 있는데 鹽生植物 全 個體數에 對한 密度는 5月末에 0.475으로 제일높았고 6월에 0.4428로 낮아지기 始作하다가 7월에 多少의 數的인 增加로 0.463으로 높아지다가 以後 0.287, 0.226, 0.176, 의 順으로 낮아져가는 現象을 보이는데 이 事實도 頻度에서 考察되었던바와 같이 이들 식물들이 이미 자연사를 하는 植物의 數的인 增加에 基因하는 것이 明白하다.

密度的 경우, 頻도와 마찬가지로 *Chenopodium*이 5月末에 제일 높았으나 6月以後부터는 *Salicornia*에 뒤지는 傾向을 보여준다. *Salicornia*는 역시 7月末에 가장 높은 密度를 가지며 以後에도 계속 最高值를 나타내고 있어 高鹽度土壤의 鹽生植物群落中에서 優點種의 位置를 간직하고 있다고 보겠다.

Table 2. The list of plant was arranged from the herborization grown on the both side of irrigation route. The plant were successing in accordance with the irrigation water from in-land to reclaimed tidal land area.

- (1) *Aeschynomene indica* LINNE 자귀풀
- (2) *Agropyron tsukushiense* (STEUDEL) MAXIMOWICZ 개밀
- (3) *Artemisia princeps* PAMPANINI 축
- (4) *Arthraxon hispidus* (THUNBERG) MAKINO var. *breviseta* HARA 조개풀
- (5) *Aster tripolium* LINNE 갯개머리취
- (6) *Carex scabrilifolia* STEUDEL 천일사초
- (7) *Chenopodium glaucum* LINNE 쥐 명아주
- (8) *Commelina communis* LINNE 달개비
- (9) *Digitaria violascens* LINK 민바랭이
- (10) *Echinochloa macrocorvi* NAKAI 들피
- (11) *Lotus corniculatus* L. var. *japonica* REGEL 벌노랑이
- (12) *Phalaris arundinacea* LINNE var. *genuina* HACKEL 갈풀

- (13) *Plantago asiatica* LINNE 질경이
- (14) *Polygonum thunbergii* SIEBOLD & ZUCCARINI 고마리
- (15) *Polygonum aviculare* LINNE 마디풀
- (16) *Plantago japonica* FRANCHET et SAVATIER 왕질경이
- (17) *Ranunculus sceleratus* LINNE 개구리자리
- (18) *Ranunculus japonicus* THUNBERG 미나리아재비
- (19) *Rumex coreanus* NAKAI 소리쟁이
- (20) *Salicornia herbacea* LINNE 통통마디
- (21) *Sporobolus japonicus* (STEUDEL) MAXIMOWICZ 나도잔디
- (22) *Scirpus mucronatus* LINNE 송이코랭이
- (23) *Thlaspi arvense* LINNE 달팽이
- (24) *Trifolium repense* LINNE 토끼풀
- (25) *Scirpus triqueter* LINNE 세모코랭이

Table. 2는 草芝干拓地의 저수지로부터 이어지는 用水路幹線(Fig. 1)에서 第2號 및 第3號 用水支線에서 나타나는 遷移過程의 植物을 정리한 것이다. 用水支線의 양쪽 쪽 언저리에서 채집한 植物標本의 分類에 依據한 것인데 채집장소가 양쪽 쪽으로 국한된 까닭은 그 左右의 干拓地域에는 이미 水稻作을 實施하고 있으므로 채집지의 對象이 되지 못하고, 또한 干拓地가 用水路보다 斷面이 높으므로 因해서 植物遷移의 原因은 관계水가 第1原因으로 될것을 假定했기 때문이다. 用水幹線으로부터 60m의 間격으로 遷移過程中の 優點種을 判別한 結果는 다음의 Fig. 8과 같다.

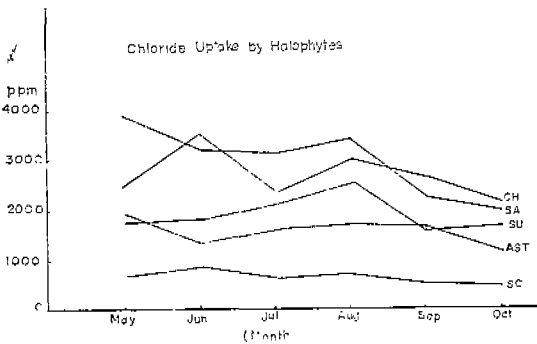


Fig. 8. The figure was designed to explain the succession of the plant listed in table 2, in accordance with the distance of 60 meter transect. The numbers meant the numbering of plant listed in Table 2. And the unit of ppm is chloride ion concentration per gram of irrigation route soil.

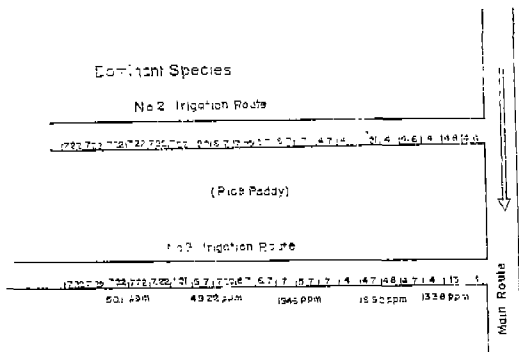


Fig. 9. Chloride uptake by some halophytes were measured monthly by the method of AgNO<sub>3</sub> titration. The unit of chloride ion is equivalent to the amount per gram of dried halophytes. *Salicornia* and *Chenopodium* showed to have the highest amount of chloride ion among the others.

用水幹線으로부터 實驗對象地에까지 연장하여 調査하였으며 一定한 거리마다 土壤의 鹽素ion含量(ppm)을 調査하였는데 豫見한대로 鹽素ion含量이 높은곳에 이를수록 鹽生植物이 優點種을 이루면서 堤坊에 가까워짐을 알수가 있다. 用水路 土壤의 鹽素含量이 대단히 낮은 까닭은 관계수에 의하여 leaching 되어버린 때문이다.

Fig. 9는 역시 5月부터 同地域에서 채집해온 鹽生植物의 鹽素ion吸收량을 나타낸 것이다.

植物體의 건조량 1g을 증류水 100cc에 沈積시켜 磨碎한후 여과하여 測定한 結果는 *Salicornia*가 5월에 3852.4 ppm으로 제일 높았으며 *Chenopodium*이 6월에 3501.14 ppm, *Scirpus*는 6월에 908.6 ppm, *Aster*는 5월에 1928.1 ppm, *Suaeda*는 8월에 2569 ppm으로 그 各各의 最大吸收量을 보였다. 이러한 事實은 「海岸干拓地土壤의 生物學的 土性改良에 關한 研究」第1報의 結果와 類似한 傾向으로서, 鹽生植物의 單位重量당 鹽素이온의 吸收는 初期의 生長過程에서 오히려 높다는 事實도 同報文과 一致하다. 그 까닭은 8月以後 大部分의 鹽生植物의 플기가 木質化程度가 심하여 지므로서 單位重量당 吸收量이 減少한 것으로 나타나는 것으로 생각된다.

그러나 個體當量은 10月末까지 점점 增加하므로 10月末의 總除鹽量은 初期보다는 월등히 많은量으로 算出된다. 즉 10月末에 鹽生植物을 수확하므로서 期待되는 總除鹽量은 10月の 鹽素이온含量을 기준하게 되므로 100cm<sup>2</sup>의 Quadrat面積에서 나타나는 鹽生植物의 個體數, 한個體當 平均重量, g當 鹽素의 吸收量을 앞배에 다음과 같이 鹽生植物의 種에 따라 期待할 수 있다.

<i>Salicornia</i> .....	3.6(個體數)×1.8(個體重量)×2075(g當吸收量)=13,446.0
<i>Chenopodium</i> ...	2.5×0.65×2094=3,402.75
<i>Suaeda</i> .....	2.8×0.95×1798=4,782.68
<i>Aster</i> .....	2.6×0.83×1070=2,202.06
<i>Scirpus</i> .....	2.5×0.4×571=571
<i>Digitaria</i> .....	2.94×0.4×191=224.616
計	24,629.106(ppm)

10月末에 期待할 수 있는 總除鹽量은 역시 優點種인 *Salicornia*에서 第1높으며 100cm<sup>2</sup>의 Quadrat에 上記와같은 個體數와 平均個體重量을 가지는 경우 1.34g/100cm<sup>2</sup>程度의 除鹽을 期待할 수 있으며 全體의 總除鹽量은 年 2.46g/100cm<sup>2</sup>에 達하게 된다. 著者들의 高鹽度土壤의 土性改良에 關한 第1報(1969a)에서 이미 發表한바 있는 高鹽度表土의 平均鹽素含量은 g當 1415.1 ppm으로서 100cm<sup>2</sup>의 面積에서 自生하는 鹽生植物에 依하여 年 17.3g의 土壤으로부터 鹽素含有量을 완전히 除去할 수 있음을 意味하며, 堤坊完成後 現在 7年이 經過하였으므로 100cm<sup>2</sup>當 121.1g의 土壤이 除鹽되었다는 結果가 된다. 그러나 실제로 늦가을에 수확해 주지 않았으므로 그만큼의 除去가 이루어지지 않았을 것으로 생각된다.

그러므로 鹽土에 除鹽을 目的으로 上記의 植物을 任意的으로 育成할때에 그와같은 鹽生植物의 生態的 條件下에서 5年間に 이루어질 수 있는 除鹽量은 10cm의 方形區(100cm<sup>2</sup>의 面積) 當 約 12.3g의 鹽素量을 除去할 수 있게 될 것이다.

現地の 事情으로는 堤坊工事後 10年은 經過한 土壤이어야 水稻作이 可能하다는 점으로 보아 現在와 같은 排水路 設置에 依한 鹽分의 洗滌, 강수량에 依한 leaching현상, 鹽生植物의 育成으로 期待되는 除鹽量으로 보아 耕作可能的 時期가 좀더 短縮될 것으로 思料된다. 生物學的 土性改良에 關한 研究 第1報에서 論議한바와 마찬가지로, 死海(Dead-Sea)의 高鹽度土壤에서도 2年에 걸쳐서 藎科의 一種인 *Juncus Maritimus*를 재배하여 가을에 除草해버린 結果, 相當量의 鹽分이 減少되었다는 事例가 있다.

## 摘 要

前年度(1968)에 이어 海岸干拓地 土壤의 生物學的 土性改良에 關한 研究의 一環으로 遂行된 本 生態的 調查研究에서 平均 1415.1 ppm의 鹽素을 含有하고 있는 草芝里의 高鹽度 土壤에 形成된 鹽生植

物群落的 生長, 植物群落的 構造變化, 環境要因等を 比較하였고 群落形成過程에서 期待되는 土性改良의 質量的資料를 얻었다.

1) 鹽生植物의 生長率은 種(Species)에 따라, 또한 月別에 따라 각기 달라지는데, *Salicornia*는 8월에, *Chenopodium*은 7월, *Suaeda* 7월, *Aster* 10월, *Scirpus*는 6월에 最大値를 보여주었다.

2) 10cm길이의 Quadrat를 取하였을때 5월의 調査結果에서는 *Chenopodium*의 出現頻度 및 密度가 높으나 6月末부터 *Salicornia*의 出現頻度와 密度가 10月末까지 제일 높았으므로 *Salicornia*가 本調査地域에 있어서는 一般的으로 優點種으로 判明되었으며 群落形成植物間의 水分競爭, 종종발량의 增加로 個體數가 감소하여 密度는 5月以後 減少傾向을 보여주었다.

3) 內陸植物의 遷移程度를 60m간격으로 調査한결과 總 25種의 植物이 채집되었으며 用水路 土壤의 鹽分度에 따라 鹽生植物의 優點種 出現이 높다.

4) 鹽生植物에 依한 鹽素ion의 吸收量은 *Salicornia*는 5월에, *Chenopodium*은 6월, *Scirpus*는 6월 *Aster*는 5월에 *Suaeda*는 8월에 各各의 最大値를 보여주나 一般的으로 生長初期보다 점차로 吸收量이 減少해가는 傾向을 나타낸다.

5) 鹽生植物의 群落構造上 *Salicornia*에 依한 除鹽總量이 13,446.0 ppm으로 제일 높으며, 調査地域에 있어서 群落을 이루고있는 全體植物에 依한 除鹽總量은 年 24,629,106 ppm으로서 100cm<sup>2</sup>의 方形區 面積當 2,46g의 除鹽이 可能하며 이 수치는 土壤 g當 평균 1415.1 ppm의 鹽素이온을가지고 있는 表層土 17,3g/100cm<sup>2</sup>으로부터의 除鹽에 해당한다.

#### 文 獻

1. Hugo Boyko. 1967. Salt water Agriculture. Scientific America. Vol. 216 No. 3.
2. Hugo Boyko and Elisabeth Boyko 1964. Principles and Experiments regarding Direct Irrigation with Highly Saline and Sea water without Desalination. Transactions of the N.Y. Academy of Sciences Ser. II Vol. 26.
3. Bower, C.A. and et al 1951. The Improvement of an Alkali Soil by Treatment with Manure and Chemical Amendments. Oreg. Agrt. Expt. Tech. Bul. 22, 37. pp Illus.
4. U.S. Salinity Staff 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. Agri. Hand Book No. 60.
5. Hong, Soon Woo, Yung Chil Hah and Yong Keel Choi 1969. a. Biological Improvement of Reclaimd Tidal Land Soil(D). Desalination effects of Saline Soil by the Growth of certain Halophytes. Kor. Jour. Bot. Vol 12.
6. Cain, Stanley A. 1959. Manual of Vegetation Analysis. Harper. NY. 21-25
7. Hayward H.E and L. Bernstein 1958. Plant-Growth Relationships on salt affected soils. Bot. Rev. 24:584-635
8. Curtis, J.T. and Grant Cotlan, 1962. Plant Ecology Work Book. Burgess Publishing Co. Minneapolis 1-193
9. Paul C.Lemon. 1962. Field and Laboratory Guide for Ecology. Burgess.
10. 生態學大系. 第一卷. 日本 東京. 46-54 p.
11. 生態學實習懇談會(朝倉書店) 1967. 生態學實習. p. 33 日本, 東京