

## Saline Stress 下에서의 飼料作物의 光合成 및 呼吸

金 忠 洙\*

## Photosynthesis and Respiration of Forage Plants under Saline Stress

Choong Soo Kim\*

**Abstract** : In order to determine the mechanism of saline stress, forage plants were irrigated with sea water. Saline stress was investigated on photosynthesis, root respiration, evapotranspiration and visual symptoms. All crops showed increased relative evapotranspiration and relative photosynthesis under low temperature (11-16°C) rather than high temperature (22-24°C). The correlation coefficients calculated for each crop between relative evapotranspiration and root respiration were 0.996\*\* for orchard grass, 0.828\* for alfalfa and 0.963\*\* for white clover. No significant correlation coefficient between relative evapotranspiration and root respiration was found for the tall fescue. The effects of OED spray on the evapotranspiration and root respiration of crops in the sea watered pots were low compared with those in the fresh watered pots. When OED was sprayed and zeolite was used, the evapotranspiration and root respiration were low compared with check pots and sand pots. The root damage due to sea water treatment was characterized by brown colored root cortex in orchard grass and tall fescue, and water penetration of root cortex in alfalfa and white clover.

作物은 여러가지 環境 stress에 對한 耐性反應을 誘導하므로써 高溫, 寒冷, 乾燥, 過濕 및 鹽害 등 各種 惡條件에 適應하면서 生存하여 왔으며, 이와같은 反應은 長久한 期間에 걸쳐 獲得되어진 것으로 耐性反應 또한 極限的인 環境 stress 下에서의 作物 生育에 있어서는 耐性系統에만 依存할 수는 없다고 하겠다.

우리나라는 國土面積이 狹小하고 耕地面積은 産業化와 社會發展에 따라 減少하는 趨勢로 干拓地의 擴張이 必然的이며, 이들 干拓地土壤環境에서는 鹽類濃도가 높아 saline stress에 의한 作物生育上의 問題를 안고 있으며, 이것은 食糧과 飼料生産의 큰 阻害要因으로 남아 있다.

따라서 鹽害를 克服하기 위한 作物의 耐鹽性增進에 關한 生理學的인 研究는 切實히 要請된다. 國內에서는 주로 벼의 耐鹽性에 關한 生理生態學的인 研究는 勿論 耐鹽性品種 (13, 14, 16, 20, 21, 25) 까지도 開發 育成되었으며, 한편 國內외의 干拓地草地造成을<sup>1)</sup>

2, 7, 9, 10, 15, 19, 23, 26, 27, 28, 29) 위한 耐鹽性牧草의 選拔에 關한 研究가 있는 實情이다. Bernstein 등<sup>5, 6, 8)</sup>은 作物의 鹽害機作은 土壤溶液의 高滲透壓에 의한 作物根의 水分吸收을 阻害하는 物理的 作用과 多量의 鹽分이 溶存된 特殊 ion의 異常的 吸收에 의한 營養과 代謝를 阻害하는 化學的 作用 등으로 나눌 수 있다고 報告하였다. 한편 作物의 耐鹽性增進機作에 對한 많은 研究報告 (3, 4, 11, 12, 18, 30, 31, 32, 33) 가 있는 바 作物이 吸收한  $Na^+$ 와  $Cl^-$ 를 proline 및 glycinebetaine 등<sup>17)</sup> 可溶性 有機物로 合成하여 體內的 滲透壓을 調節하므로써 耐鹽性を 增進시키든지 選擇的으로 無機 ion을 吸收함으로써 細胞內에 無機 ion을 集積시켜 滲透壓을 調節하는 方法으로 耐鹽性を 增進시킨다는 등 여러 研究報告가 있다. 筆者는 作物의 耐鹽性機作을 究明함에 있어서는 作物 生長에 있어 가장 重要的인 光合成과 根呼吸을 saline stress와 聯關시켜 研究함으로써 干拓地에서의 biomass 生産性向上을 위한 基礎研究를 遂行하였던 바

\* 忠南大學校 農科大學 (College of Agriculture, Chungnam Nat'l Univ., Taejon 302-764, Korea)

\*\* 本 研究는 文敎部 1988年度 大學敎授 海外派遣 研究費에 의해서 遂行된 것임 (90. 7. 9 接受)

몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

본 시험은 1988년 9월부터 1989년 7월까지 일본 鳥取県 鳥取大學 農學部 硝子室에서 遂行되었으며, 供試作物으로는 禾本科 飼料作物 orchard grass (Nordstern), tall fescue (Alta) 및 荳科飼料作物 alfalfa (Luna), white clover (Newzealand white) 등이었으며, 밑부분 직경 8cm, 윗부분 직경 10cm, 높이 11cm의 vinyl pot에 供試作物種子를 pot 당 50粒씩 播種하여 生育시켰으며 其他管理는 標準耕種法에 따랐다. pot에 充填한 土壤은 鳥取砂丘에서 採取한 모래만을 使用한 것과 3/4을 zeolite로 채우고 1/4은 鳥取砂丘모래를 使用한 2種類로 하였고 光合成 및 根呼吸의 測定에는 播種後 45日 되는 材料를 供用하였으며 光合成은 70KLX의 光을 照射하면서 Fig. 1과 같은 裝置로 25℃의 溫度에서 遂行하였다. 光合成을 測定한 다음 葉身을 잘라 葉面積을 測定하고 뿌리를 洗滌하여 根呼吸을 測定하였으며 이 葉身과 根部는 dry oven에 넣어 乾燥後 乾物重을 秤量하였다. 한편 同一한 處理를 한 餘分의 pot에서 採取한 뿌리를 洗滌한 後 顯微鏡으로 뿌리의 鹽害程度를 觀察하였다. 鹽害를 誘發키 위해

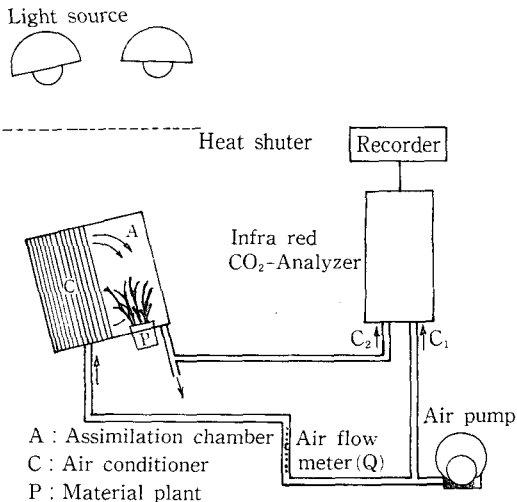


Fig. 1. Apparatus for measurement of photosynthesis of young forage crops. Material plants were cultured in small pot (600ml) contained with sand or zeolite. Conditions of measuring were 25°C in temperature and 70KLX in light.

서 使用한 NaCl 溶液은 日本海의 海水 (2.4~2.8% NaCl 含有)를 pot 당 100cc씩 注入하였고, 蒸散抑制劑 OED 20% 溶液을 pot 당 20cc씩 噴霧處理 하였으며 蒸發散量은 處理後 24時間 間隔으로 pot 重을 秤量하여 얻었다. 光合成과 根呼吸은 豫備試驗에서 供試 4作物을 20℃, 25℃, 30℃ 및 35℃ 條件에서 光合成과 暗呼吸 및 根呼吸을 測定한 結果 25℃가 適溫임을 알았다.

## 結果 및 考察

### 1. 相對蒸發散量 및 相對光合成量

먼저 溫度差異에 따른 相對蒸發散量 및 相對光合成量의 日變化를 보면 Fig. 2와 같다.

본 시험에서는 pot 당 海水 100%液을 100cc씩 注入한 後 1日에서부터 4日까지의 蒸發散量과 光合成量을 經時的으로 測定하여 無處理에 對한 百分率(%)로 相對蒸發散量과 相對光合成量을 表示하였다. 먼저 作物別로 相對蒸發散量의 變異를 溫度別로 보면 orchard grass는 11℃區에서 處理 1日後에는 50%, 2日後에는 44.4%, 3日後에도 44.4%이었으나 4日後에는 54.5%이었고 22℃區에서는 1日後에 54.4%, 2日後에는 37.8%, 3日後에는 33.8%이었으나 4日後에는 28.4%로서 高溫區에서 低溫區에서보다 2日以後 蒸發散量의 急激한 減少를 보였다. tall fescue에서는 處理後 1日에서 2日까지는 22℃區에서 높았으나 3, 4日後에는 高溫區의 蒸發散量이 急激한 減少를 보여 orchard grass에서 보다 그 減少의 幅이 컸다. alfalfa나 white clover에서는 1日에서 3日까지는 低溫區에서 高溫區 보다 蒸發散量이 같거나 높았으며 4日後에는 高溫區에서 높은 相異한 樣相을 보였다.

溫度差異에 따른 相對光合成率은 禾本科인 orchard grass와 tall fescue에서는 處理後 1日에서만 高溫區에서 높았으며 2, 3, 4日에서는 低溫區에서 높았고, orchard grass에서는 3日後에 0% 以下の 數值를 나타냈고 tall fescue에서는 3日과 4日에 12% 程度의 數值를 나타냈다. 한편 荳科인 alfalfa와 white clover에서는 禾本科作物과는 다른 日變化를 보였으며 특히 white clover에서는 15℃ 및 22℃에서 모두 0% 以下の 相對光合成을 나타냈다. 이로 미루어 볼 때 供試 各作物의 溫度差異에 따른 相對蒸發散量과 相對光合成量은 相異한 日變化 傾向을 보이고 있으나 大體的으로 低溫區에

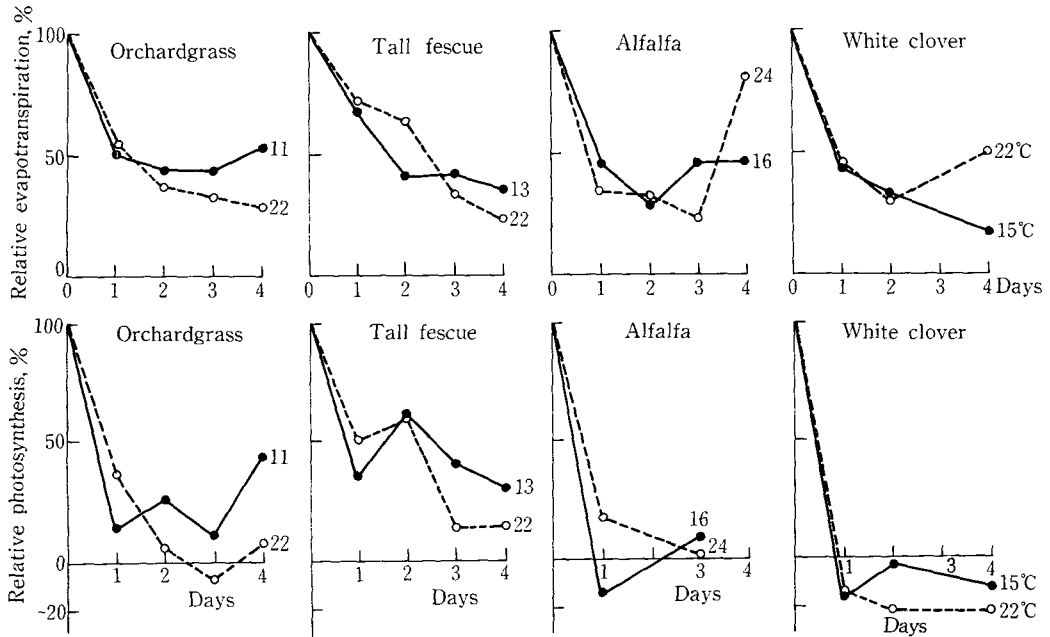


Fig. 2. The changes of relative evapotranspiration and relative photosynthesis as related to sea water irrigation of 100ml per pot. Relative values are percentage of none treatment plot.

서 高溫區에서 보다 相對蒸發散量 및 相對光合成量이 많음을 보여 주고 있다.

한편 orchard grass 에서 海水處理 2日後와 4日後의 2次에 걸친 相對根呼吸率과 相對光合成率은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 모래 pot 와 zeolite pot 의 全體의인 相關이  $r = 0.768^{**}$  의 높은 正의 相關關係를 나타내고 있음을 알 수 있다. 即 鹽害에 의해서 根呼吸量이 低下하고 이로인해 光合成量이 떨어지는 結果(5,6,32)를 招來한다고 생각된다.

## 2. 根呼吸과 蒸發散량의 變化

鹽害에 의한 根呼吸과 蒸發散량의 變化는 Fig. 4 및 5에서 보는 바와 같다.

各作物의 海水 100% 處理 4日後의 根呼吸과 蒸發散량의 相關을 보면 alfalfa, white clover 및 orchard grass 세作物 모두 海水 處理區가 水道水 處理區 보다 낮은 數值를 보이고 있어 鹽害에 의해서 根呼吸과 蒸發散량이 抑制됨을 알 수 있었으며, 各各  $r = 0.828^*$ ,  $r = 0.963^{**}$  및  $r = 0.996^{**}$  의 높은 正의 相關을 보였으나 tall fescue만은 海水注入區에서 水道水注入區 보다 蒸發散량이 적으나 根呼吸에는 變化가 없는 세作物과는 다른 結果를 보이고 있어 注目된다. 이에 對해서는 앞으로 좀더 試驗研究되어야 할 것으로 思料된다.

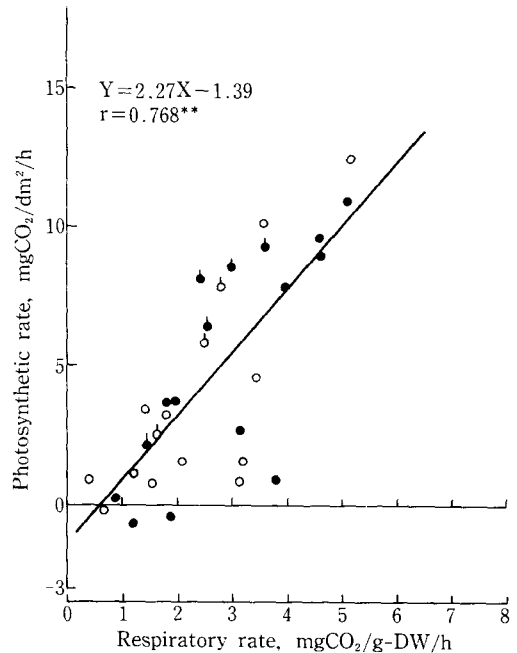
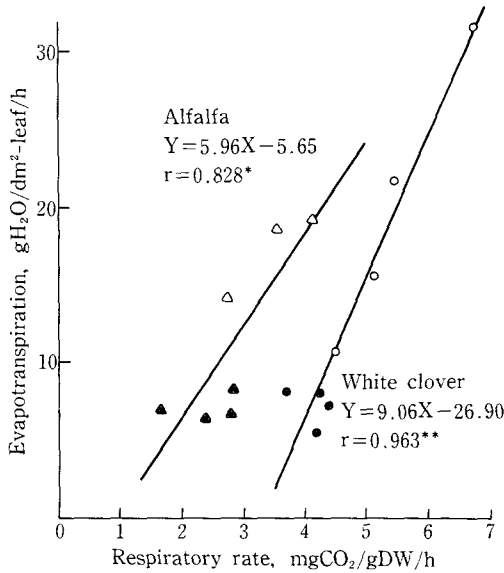
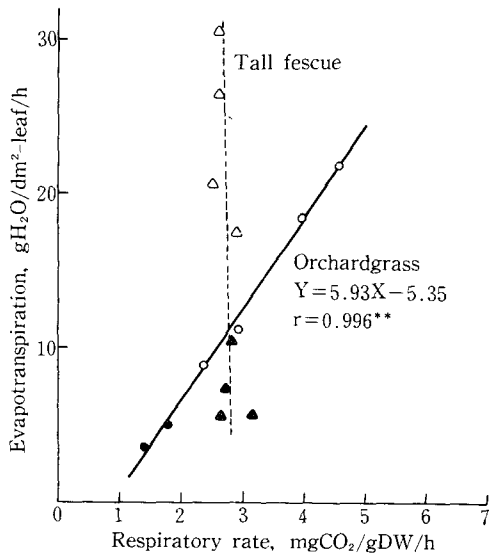


Fig. 3. Relationship between respiratory rate of roots and photosynthetic rate of Orchardgrass, in fresh water and sea water irrigation, at the period from 2 days to 4 days after sea water given. Hollow symbol and solid symbol shows first and second experiment, respectively. Haired symbols shows zeolite culture bed.



**Fig. 4.** Evapotranspiration of Alfalfa and White clover, in fresh water and sea water irrigation, plotted against respiratory rate of roots. Hollow and solid symbols shows fresh water and sea water. Measuring time was 4 days after of sea water irrigation.



**Fig. 5.** Evapotranspiration of Orchardgrass and Tall fescue, in fresh water and sea water irrigation, plotted against respiratory rate of roots. Hollow and solid symbols shows fresh water and sea water, respectively. Measuring time was 4 days after of sea water irrigation.

또한 Fig. 6에서 보는 바와 같이 海水濃度の 1/5 溶液 (0.48~0.56% NaCl 含有) 處理 11日後의 모래와 zeolite 를 充填한 pot 에서 全體의으로는 根呼吸과 蒸發散量과의 相關은 tall fescue 를 除外한 作物에서  $r=0.800^{**}$  의 높은 正의 相關을 보이고 있어 海水濃度の 1/5 NaCl 區에서도 鹽害에 의한 根呼吸 및 蒸發散의 減少를 招來함을 알 수 있다.

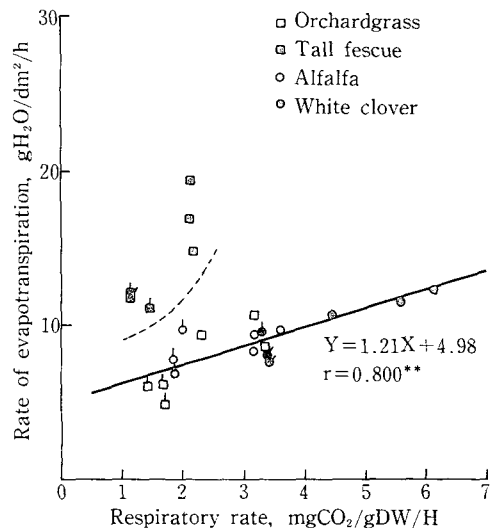
한편 供試 作物 모두 zeolite 區가 모래區보다 蒸發散 및 根呼吸이 조금 낮은 數値를 보이고 있다.

### 3. 蒸發抑制劑 OED 處理에 따른 蒸發散과 根呼吸

본 시험에서는 OED(oxyethylene docosanol) 處理에 따르는 蒸發散量 및 根呼吸量의 變化를 모래로 充填한 pot 와 zeolite 로 充填한 pot 를 區分하여 遂行하였던 바 그 結果는 Table 1에서와 같다.

全供試作物에 있어서 모래 pot 에서 生育한 個體가 zeolite pot 에서 生育한 個體보다 蒸發散量 및 呼吸量이 많았던 바 이는 시험기간 중 高溫乾燥로 影響을 받지 않았나 생각되며 今後 더욱 研究하여야 할 問題이다.

한편 OED의 影響을 作物別로 보면 zeolite pot 의 alfalfa 및 white clover 의 根呼吸이 OED 處理



**Fig. 6.** Relationship between respiratory rate of roots at the time of 11 days after one fifth concentration of sea water irrigation and mean rate of evapotranspiration during the 11 days. Haired symbols shows zeolite culture bed.

**Table 1.** Respiratory of roots and evapotranspiration of young plants of forage crops treated sea water and OED at two kinds of culture bed.

Crop	Culture bed	Fresh water				Sea water				
		Cont.	%	OED	%	Cont.	%	OED	%	
Respiratory rate of root (mgCO <sub>2</sub> /g-DW/h)	Orchardgrass	Sand	4.90	100.0	4.28	87.3	1.03	21.9	2.83	57.8
		Zeolite	3.29	67.1	2.47	50.4	2.46	50.2	1.69	34.5
	Tall fescue	Sand	2.94	100.0	2.74	93.1	2.58	87.8	1.83	62.2
		Zeolite	2.54	86.4	2.17	73.8	2.50	85.0	2.61	88.8
	Alfalfa	Sand	3.94	100.0	4.62	117.3	2.39	60.7	2.80	71.1
		Zeolite	2.19	55.6	2.68	68.0	3.42	86.8	2.76	70.1
White clover	Sand	7.10	100.0	5.70	80.3	4.44	62.5	3.53	49.7	
	Zeolite	5.40	76.1	5.55	78.2	5.19	73.1	4.88	68.7	
Evapotranspiration (gH <sub>2</sub> O/dm <sup>2</sup> /4 days)	Orchardgrass	Sand	89.0	100.0	69.0	77.5	35.9	40.3	28.9	32.4
		Zeolite	59.1	66.4	41.0	46.1	29.5	33.1	21.8	24.5
	Tall fescue	Sand	103.4	100.0	91.1	88.1	32.8	31.7	40.5	39.2
		Zeolite	103.4	100.0	84.1	81.3	45.5	44.0	32.4	31.3
	Alfalfa	Sand	71.0	100.0	64.1	90.3	27.0	38.0	27.0	38.0
		Zeolite	75.0	105.6	59.4	83.7	28.1	39.6	27.2	38.3
	White clover	Sand	92.3	100.0	63.4	68.7	24.0	26.0	33.0	35.8
		Zeolite	58.1	62.3	42.4	45.9	30.7	33.3	29.5	32.0

區가 無處理區 보다 조금 높았고, 모래 pot의 alfalfa가 OED 處理區에서 無處理區 보다 약간 높았던 것을 除外하고는 全供試作物 모두 OED 處理가 蒸發散 및 根呼吸을 抑制하였던 것으로 나타났다. 이는 OED를 處理함으로써 氣孔의 抵抗을 增大시켜 蒸發散량을 低下시키는 것이 아닌가 推測된다.

#### 4. 海水處理에 따른 飼作物의 生理的 및 外觀的 變化

鹽害에 依한 地上部 및 根部의 外觀的 變化와 光合成, 蒸散量 및 뿌리呼吸의 減少程度 등 生理的 變化는 Table 2에서 보는 바와 같다. 供試 各作物이 相異한 反應을 보이고 있으며, 地上部의 外觀的 變化는 orchard grass에서는 잎이 萎凋하고 tall fescue는 잎이 말리며, alfalfa와 white clover는 잎이 말리고 黃變하였다. 地下根部에 있어서의 鹽害樣相을 顯微鏡으로 觀察한 內容은 寫眞 1 및 2에서 보는 바와 같다.

根部의 鹽害樣相은 orchard grass 및 tall fescue 등 禾本科 作物에서는 根部의 皮層部分이 褐變하였고, alfalfa와 white clover 등 荳科作物에서는 根部의 皮層部分이 水分浸透한 것과 같은 變化를 보이고 있었다. 이 뿌리部分의 被害樣相에 對해서는 더욱 많은 研究가 必要하다고 생각된다.

以上 본 시험의 結果를 綜合하여 볼 때 海水에 의한 初期端階의 鹽海機作은 Fig. 9와 같이 要約할 수 있겠다. 即 海水의 注入으로 뿌리가 侵蝕됨으로 根呼吸이 沮害되고 이어서 물의 吸收가 減退되며, 氣孔의 抵抗이 增大되어 蒸散의 抑制 및 光合成의 減少를 招來하는 것이 아닌가 하는 假說을 設定할 수 있겠으며 鹽害의 機作에 關해서는 今後 보다 많은 試驗研究가 있어야 하겠다.

#### 摘 要

鹽害의 機作을 究明코져 몇가지 作物을 供試하여

**Table 2.** Physiological and visual changes as influenced by sea water irrigation for young plants of forage crops.

Crop name	Degree of decreasing			Visual changes		Respiratory rate of normal roots
	Photosynthesis	Transpiration	Respiration fo roots	Roots	Top	
Orchard grass	Medium	Medium	Severe	Brown colored	Wilting	Medium
Tall fescue	Medium	Medium	Not Significant	Brown colored	Rolling leaf	Low
Alfalfa	Severe	Medium	Severe	Watery	Closed leaf	Medium
White clover	Severe	Medium	Slight	Watery	& yellowing	High



Photo. 1. The roots of orchard grass in the fresh watered pots(A) and the sea watered pots(B).

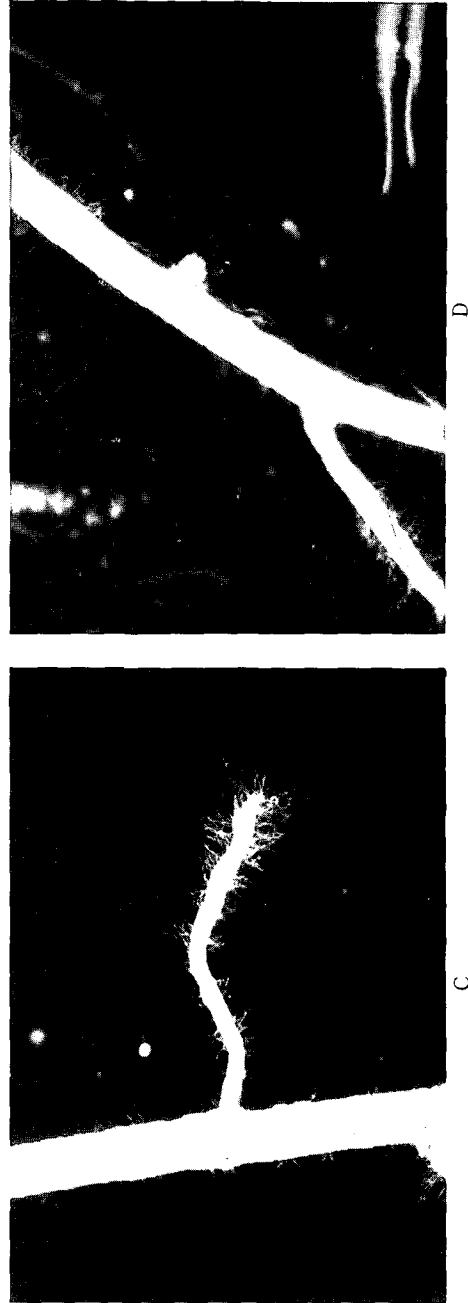


Photo. 2. The roots of alfalfa in the fresh watered pots(C) and the sea watered pots(D).

海水處理가 光合成, 根呼吸 및 蒸發散에 미치는 影響에 關하여 追求한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 溫度差異에 따른 相對蒸發散量과 相對光合成量은 處理後 4日間の 日變化에서 그 反應이 相異하였으나 供試作物 4種 모두 低溫區(11~16°C)에서 高溫區(22~24°C) 보다 높았다.

2. 相對蒸發散量과 根呼吸量의 相關에서는 or-

chard grass 는  $r = 0.996^{**}$ , alfalfa 는  $r = 0.828^{*}$ , white clover 에서는  $r = 0.963^{**}$  을 나타냈으나 tall fescue 에서는 相關關係를 認定할 수 없는 相異한 結果를 나타냈다.

3. OED(蒸散抑制劑) 處理에 따르는 蒸發散量과 根呼吸量은 全供試作物이 海水處理區가 水道水處理區 보다 根呼吸 및 蒸發散量을 減少시켰으며, OED

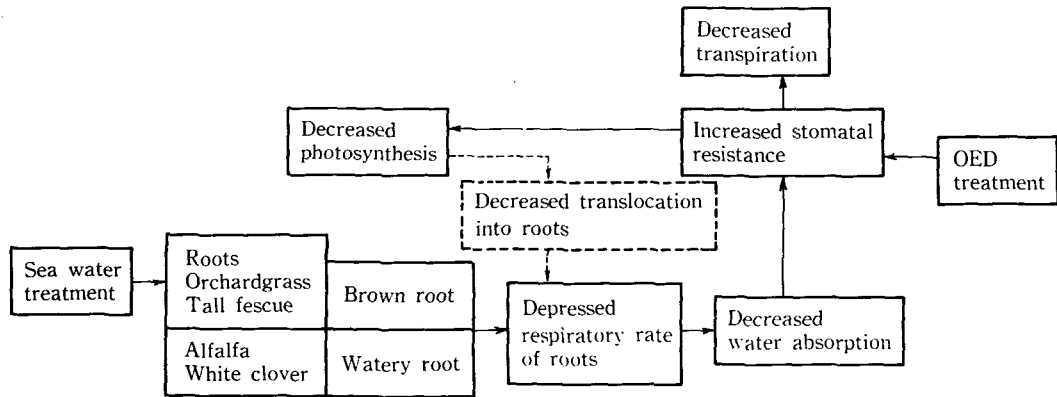


Fig. 7. Schematic showing the mechanism at the first step of sea water damages in young plants of forage crops.

處理區가 無處理區 보다 zeolite 區가 모래區 보다 적었다.

4. 海水處理에 따른 根部의 被害狀態는 orchard grass 및 tall fescue 에서는 根部의 皮層이 褐變하였고 alfalfa 와 white clover 에서는 皮層部分이 水分浸透에 의해 變色되었다.

#### 引用 文 獻

1. A. Lauchli. 1984. Salt exclusion: An adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. Salinity tolerance in plants. John Wiley and Sons, New York. pp. 171-187.
2. Ayers, A.D. and H.E. Hayward. 1984. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observation on several crop plants. Soil Sci. Amer. Proc. 13: 24-226.
3. \_\_\_\_\_. 1952. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. Agron. Jour. 44: 82-84.
4. \_\_\_\_\_. 1953. Germination and emergence of several varieties of barley insalinized soil culture. Agron. Jour. 45: 68-71.
5. Bernstein, L. 1985. Salt tolerance of grass and forage legumes. U.S.D.A. Agr. Inform. Bull. 194: 1-7.
6. \_\_\_\_\_. 1962. Salt affected soils and plants.

- UNESCO. Arid zone research -XVIII, 139-174.
7. B. Jacoby. 1979. Sodium recirculation and loss from *Phaseolus vulgaris* L. Ann. Bot. 43: 741-744.
8. C.T. Gates, K.P. Haydock, and M.F. Robins. 1970. Salt concentration and the content of phosphorus, potassium, sodium and chloride in cultivars of *G. wightii* (*G. javanica*). Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband. 10: 98-110.
9. C. Torres-Bernal and F.T. Bingham. 1973. Salt tolerance of Mexican wheat. I. Effect of  $\text{NO}_3$  and  $\text{NaCl}$  on mineral nutrition, growth and grain production of 4 wheats. Soil Soc. Am. Proc. 37: 711-715.
10. D.N. Munns. 1981. Effect of salinity on legumes. In D.W. Rains, ed. A Conference on Biosalinity: The problem of salinity in agriculture. University of California, Davis, pp. 79-80.
11. E. Epstein. 1980. Response of plants to saline environments. In D.W. Rains, R.C. Valentine, and A. Hollaender, eds. Genetic engineering of Osmoregulation. Plenum, New York. pp. 381.
12. H. Greenway and Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 31: 149-190.
13. Ike, D. 1954. Salty area and salt injury of rice. Agr. Hort, Japan, 29(5): 623-626.

14. Im, Hyong Bin, 1967. Study on the salt tolerance of rice and other crops in reclaimed soil areas. MOSTUSAID Research project/TF66-27.
15. \_\_\_\_\_. D.A. Kim, W.B.Han, H.B.Song, C.H.Kwon, J.D.Shin, and J.S.Hoang. 1984. Pasture Establishment on Reclaimed Soil Areas. Korean J.Anim. Sci. 26(5) : 474-482.
16. Iwaki, S. 1956. Studies on the salt injury in rice plant. Ehime Univ. Mem.Sect. VI. (Agr.).7(1) : 141-149.
17. J.Gorham, E. McDonnell, and R.G.Wyn Jones. 1982. Determination of betaines as ultraviolet-absorbing esters. Anal. Chim. Acta. 138 : 277-283.
18. J.Lynch, E.Epstein, and A.Lauchli. 1982. Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> Relationships in Salt-Stressed Barley. In A.Scaife,ed, Plant Nutrition 1982, Proc. 9th Int. Plant Nutr. Colloq. Vol.I. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, United Kingdom. pp.347-352.
19. J.W.Brown and H.E.Hayward. 1956. Salt tolerance of alfalfa varieties, Agron.J. 48 : 18-20.
20. Kaddah, M.T., and E.I.Fakhry. 1963. Salinity effects on growth of rice of the seedling and inflorescence stage of development. Soil. Sci. 96 : 105-111.
21. Kapp, L.C. 1947. The effect of common salt on rice production, Arkansas Univ.Agr.Expt. Stat.Bull.465.
22. Kim, C.S., and J.S.Jo. 1973. Study on the salt(NaCl) tolerance of the rape(Brassica napus) I. Effect of salt (NaCl) concentration on the germination of rape seed. Thesis Collection, Chungnam Univ. 12. Natural Sci. 61-68.
23. \_\_\_\_\_. and Y.S.Kim. 1984. Study on the salt tolerance of the several forage crops. Research Reports of Inst. of Agri. Sci. and Tech. Chungnam Nat'l Univ. Vol. 11(2) : 183-189.
24. Ota, K., K.T.Yastue, and M.Iwatsuka. 1956. Studies on the salt injury to crops. X. Relations between the salt injury and pollen germination in rice. Fac.Agr.Gifu Univ.Res. Bull. 7 : 15-20.
25. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 1985. Study on the salt injury to crops. XII. The influence of sodium chloride solution upon the germinating force in paddy rice seeds. Proc. Crop Sci.Soc. Japan. 27(2) : 223-225.
26. Pearson, G.A., and L.Bernstein. 1957. Salinity effects at several growth stages of rice. Agron. Jour. 51 : 654-657.
27. \_\_\_\_\_. 1959. The salt tolerance of rice. Soil Sci. 87 : 198-206.
28. \_\_\_\_\_. and A.D. Ayers. 1960. Rice as a crop for salt affected soil in process of reclamation.U.S.D.A. Prod.Res.Rept. 43.
29. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. and D.L.Eberhard. 1965. Relative salt tolerance of rice during germination and early seeding development. Soil Sci. 102(3) : 151-156.
30. R.G.Wyn Jones and J.Gorham. 1983. Aspects of salt and drought tolerance in plants. In C. P.Mereith, T.Kosuge, and A.Hollaender, eds., Genetic Engineering of Plants. Plenum, New York.
31. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. and E.McDonnell. 1984. Organic and inorganic solute contents as selection criteria for salt tolerance in the triticeae. John Wiley and Sons. New York. pp.189-202.
32. R.H. Nieman. 1962. Some effects of sodium Chloride on growth, photosynthesis, and respiration of twelve crop plants, Bot. Gaz. 123 : 279-285.
33. W.D.Jeschke and H.Nassery. 1981. K<sup>+</sup>Na<sup>+</sup> selectivity in roots of Triticum, Helianthus and Allium. Physiol. Plant. 52 : 217-224.