

## 〈報文〉

## 干拓地에서 水稻 및 其他作物의 耐鹽性에 關한 研究

## 13. 干拓地에서 水稻의 無機養分 吸收와 쌀 成分에 關하여

任綱彬 · 沈載昱 · 林雄圭

(서울大學校 農科大學)

(1971. 6. 18 접수)

## Study on the Salt Tolerance of Rice and other Crops in Reclaimed Soil Areas.

13. On the Absorption of the Mineral Elements of Rice and  
the Components of Rice Grains in Reclaimed Saline Soils.

Im, Hyong Bin, Jai Wook Shim and Ung Kyu Lim

(College of Agriculture, Seoul National University)

## ABSTRACT

In order to observe the absorption pattern of mineral elements and the nutritional components of brown rice grown in reclaimed saline areas in Korea, the four commercial varieties of rice were cultured at the average salt concentration of 6.05 mmhos/cm, 25°C, (0.3%) in saline soils and non-saline silty loam soils. In the saline areas the absorption of Na and Si was relatively high while the absorption of P, K and Ca. was relatively low. N was absorbed actively before the emergence of the rice grains but showed relative decrease thereafter. There was no difference in Mg content.

Though brown rice in the saline areas contained sugar abundantly with small contents of protein, fat and crude fiber. There was little difference in total carbohydrate and ash contents.

## 緒 論

鹽害의 자세한 생리학적 機作에 대해서는 아직 잘 모르는 점이 많으나 培地의 鹽類 過剩 때문에 일어나는 식물의 생육 장애의 원인은 1) 培地의 高滲透壓으로 인한 수분 흡수의 阻害(11, 15, 22), 2) 培地 이온의 특異한 構成의 影響(Specific ion effects), 3) 이상 두 가지 원인의 복합작용에 의하여 鹽害가 일어난다는(2, 7, 24, 26)세가지 학설이 있다. 이온의 특異構成의 영향은

어떤 과잉이온 예컨대 식물체내에  $Na^+$ ,  $Cl^-$  등의 過多蓄積으로 받는 毒作用(Toxic effects) 때문이라는 설과(10, 37, 39)배지의 영양조성의 不均衡이 必須元素들의 흡수에 阻障을 초래케하는 영양적 작용(Nutritional effects) 때문이라는 무가지 설로(4, 5, 25)나눌수가 있다.

干拓地에서의 鹽害의 微候는 작물의 종류, 氣象과土壤條件 그리고 肥培의 조건등으로 複雑적으로 나타나 는 것은 아니겠으나 任(17, 18)의 報告에 의하면 高鹽分條件에서는 날이 흐리든가 비가 오는데 干拓地水稻에 있어서 移秧後의 活着이 좋은 점으로 보아 또한 活

着初期의 枯死가 凋萎로 부터 시작하는 點등으로 보아 水稻의 初期生育의 障害는 水분흡수의 阻害와 아울러 鹽으로 부터의 水분 일실에 의한 水分經濟의 불균형 即 高滲透壓이 鹽害의 일차적 원인인 것으로 생각되며 活着後 또는 出穗期 鹽害는 이온의 特異한 영향도 있을 것 이라는 것이다.

本實驗에서는 水稻 出穗期 前後의 鹽害의 한 原因으로 생각되는 干拓地 土壤에서의 이온의 特異的 構成으로 인한 水稻의 無機養分 吸收의 不調을 알기 위하여 水稻를 干拓地와 無鹽分 熟畝에 栽植하여 우리나라 鹽分干拓地에서의 無機養分 吸收의 패턴과 아울러 干拓地産물의 成分을 調査한바 있어 報告 하는 바이다.

## 材料 및 方法

耕土層의 鹽分 濃도가 畝의 生育期間中 10cm 길이에서 0.39%, 30cm 平均길이에서 0.53%인 微砂質 壤土의 西海岸 干拓地와 그와 土性이 같은 無鹽分 熟畝에 各畝 適期에 育苗한 4개의 水稻 品種 47日 苗를 5本 植으로 株當거리 15cm×30cm, 區의 크기 4m×3m, 3反覆으로 6月 14日에 移秧하였다. 施肥는 N: 10kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 8kg, K<sub>2</sub>O: 8kg/10a을 주었고 N는 基肥, 分蘖肥 및 穗肥의 比를 5:3:2로 하였으며 기타 관리는 표준법에 의하였다.

水稻의 後期生育에 있어서의 無機養分 吸收를 比較하기 위하여 兩區에서 幼穗形成期, 出穗期 및 成熟期에 各畝 試料를 畝當으로 採取하여 葉分析을 하였다. 葉分析의 全N는 Micro-kjeldhal법, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Molybdo vanadate fellow method로 SiO<sub>2</sub>는 重量법, 全합수탄소는 New Somogy법, K와 Na는 Flame Photometer로, Ca와 Mg는 Atomic absorption photometer로 측정하였으며, 玄米의 성분분석에서 全N는 Macro-kjeldahl로, 全합수탄소는 Bertrand 법으로, 포도당은 Somogy 법으로 粗脂肪은 Soxhlet 법으로, 粗纖維는 Henneberg-Stochmann 법으로, Na는 Flame photometer로 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1) 鹽分干拓地에서의 無機養分 吸收

식물체의 榮養狀態 診斷에는 흔히 葉分析이 이용된다. 鹽分區와 無鹽分區에서 各畝 4品種식 幼穗形成期, 出穗期 및 成熟期の 葉身을 分析하였던바 그 結果는 제1표와 같았다.

全N는 3期를 통하여 모든 品種에서 無鹽分區에 比하여 鹽分區가 그 含量이 적은 경향이 있으며 成熟期에는 이 경향이 더 커졌다.

Gauch and Wadleigh(15)에 의하면 배양액의 鹽分 濃도를 높임에 따라 강남콩의 잎, 줄기 및 뿌리의 N含量이 줄었다는 것이다. 이와같은 결과는 담배에서도 관찰되었으나 토마토(31)에서는 질소 함량이 (20, 21, 30) 도리어 증가되었다고 한다. Osawa(28)는 채소류의 砂耕에서 표준구 보다 많기도 하고 적기도 함을 보고 하였다. 그런데 Tsuno(40)는 登熟期 畝의 葉身에 含有되어 있는 N含量的 多寡는 그때의 光合成 능력에 크게 영향을 받는다는 바 이삭에의 含水炭素의 轉移가 활발하면 葉身의 N含量이 增하다고 보고 하였다. 本實驗에서의 鹽分區와 無鹽分區의 N含量的 差가 成熟期에서 더 현저한 것은 鹽分區에서 더 활발한 이삭으로의 轉移(任, 1970)가 원인인 것으로 생각되며 鹽分처리로서 N代謝가 攪亂된다는 Shimose and Mifune(35)의 보고가 있는데 鹽分干拓地에서는 水稻의 N代謝가 현저히 攪亂되는 것으로 생각되었다.

인산의 吸收도 3期를 통하여 鹽分區에서 적은 경향을 나타냈다. Gauch and Wadleigh(15)는 강남콩에서 이와같은 경향을 보았다는 것이며 Yoneda(42)에 의하면 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 施肥는 Cl의 吸收를 억제한다고 하며 Dagawa and Isizaka(36)에 의하면 Cl와 P의 吸收는 서로 拮抗的關係가 있다고 한다. 干拓地에서의 P 吸收의 抑制는 Cl와의 拮抗的 作用이 원인이 아닌가 생각된다.

鹽分區에서는 K, Ca의 吸收抑制가 현저하였으므로 (13, 19, 20, 21, 27, 30, 31) Mg의 吸收는 양구간에 差가 없는 것처럼 보였으며 全含水炭素의 含量도 별로 差가 없는 것으로 보였다 그러나 Na와 Si의 吸收는 3期를 통하여 鹽分區에서 뚜렷히 더 많았다.

培地의 高鹽分 조건에서는 식물에 Na의 過剩 흡수가 있음은 널리 알려져 있다. (7, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 27, 30, 31) 제1표에서 보는바와 같이 鹽分區에서는 Na의 흡수가 현저히 많으나 出穗期에는 다소 減少되는 경향이다. 이와 같은 경향은 下瀨(31)의 결과와 같았다. Na<sup>+</sup>나 Cl<sup>-</sup>이 잎의 건물량으로 0.25% 이상의 濃도로 堆積이 일어 난다고 하는 설도 있으나 Bernstein(3)에 의하면 0.5% 이상 濃축하면 堆積이 일어나며 1%면 燒葉이 일어 난다는 것이다.

Na<sup>+</sup>와 Cl<sup>-</sup>의 식물체내의 과잉 堆積이 鹽害의 重要한 原因으로 되는데 Abel(1)에 依하면 葉에 있어서 Cl<sup>-</sup>

Table 1. Mineral Composition of Leaf Blade of Rice Plants in two Experimental Plots.(Dry Wt., %)

		Panicle formation stage								
	Rice Variety	Date of Sampling	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	T-C
Non-Salty	Kusabue	8.9	2.64	0.65	1.94	0.34	0.46	0.19	7.14	11.52
	Nongkwang	"	2.71	0.65	2.21	0.34	0.40	0.08	7.04	12.24
	Ayanisiki	"	2.73	0.62	2.14	0.36	0.56	0.14	6.38	9.90
	Nongrim-6	"	2.95	0.70	2.16	0.31	0.50	0.14	8.64	13.14
	<b>Aver.</b>	"	<b>2.76</b>	<b>0.66</b>	<b>2.11</b>	<b>0.34</b>	<b>0.48</b>	<b>0.14</b>	<b>7.30</b>	<b>11.70</b>
Salty	Kusabue	"	2.35	0.55	2.04	0.25	0.53	0.22	8.84	11.88
	Nongkwang	"	2.40	0.50	1.68	0.25	0.56	0.27	8.38	12.23
	Ayanisiki	"	2.40	0.58	1.99	0.25	0.53	0.24	9.54	10.98
	Nongrim-6	"	2.53	0.55	1.80	0.20	0.46	0.12	9.34	11.52
	<b>Aver.</b>	"	<b>2.42</b>	<b>0.55</b>	<b>1.88</b>	<b>0.24</b>	<b>0.52</b>	<b>0.21</b>	<b>9.03</b>	<b>11.65</b>
		Heading Stage								
Non-Salty	Kusabue	9.1	2.35	0.52	1.85	0.48	0.46	0.11	8.24	9.00
	Nongkwang	"	2.33	0.44	1.68	0.45	0.40	0.11	10.32	8.64
	Ayanisiki	"	2.35	0.46	1.80	0.48	0.50	0.08	8.16	10.98
	Nongrim-6	"	2.35	0.46	1.75	0.53	0.43	0.08	7.42	12.24
	<b>Aver.</b>	"	<b>2.34</b>	<b>0.47</b>	<b>1.77</b>	<b>0.49</b>	<b>0.45</b>	<b>0.10</b>	<b>8.54</b>	<b>10.22</b>
Salty	Kusabue	"	2.02	0.46	1.60	0.34	0.46	0.14	8.38	11.52
	Nongkwang	"	2.20	0.44	1.68	0.34	0.43	0.15	10.50	12.23
	Ayanisiki	"	2.08	0.41	1.80	0.31	0.43	0.14	10.24	11.52
	Nongrim-6	"	2.11	0.46	1.70	0.22	0.40	0.10	7.80	13.86
	<b>Aver.</b>	"	<b>2.10</b>	<b>0.44</b>	<b>1.70</b>	<b>0.30</b>	<b>0.43</b>	<b>0.13</b>	<b>9.23</b>	<b>12.28</b>
		Maturing stage								
Non-salty	Kusabue	9.29	1.35	0.23	1.54	0.78	0.36	0.08	11.76	16.38
	Nongkwang	"	1.29	0.26	1.42	0.67	0.30	0.05	11.52	16.02
	Ayanisiki	"	1.82	0.41	1.58	0.67	0.40	0.05	10.28	15.12
	Nongrim-6	"	1.32	0.41	1.44	0.39	0.33	0.03	7.52	19.26
	<b>Aver.</b>	"	<b>1.45</b>	<b>0.33</b>	<b>1.50</b>	<b>0.63</b>	<b>0.35</b>	<b>0.05</b>	<b>10.27</b>	<b>16.70</b>
Salty	Kusabue	"	1.02	0.25	1.54	0.53	0.33	0.14	14.18	14.76
	Nongkwang	"	0.85	0.25	1.08	0.59	0.43	0.19	11.36	17.10
	Ayanisiki	"	1.24	0.32	1.40	0.45	0.36	0.14	12.40	17.10
	Nongrim-6	"	0.80	0.25	1.25	0.39	0.33	0.19	9.84	17.10
	<b>Aver.</b>	"	<b>0.98</b>	<b>0.27</b>	<b>1.33</b>	<b>0.49</b>	<b>0.36</b>	<b>0.17</b>	<b>11.95</b>	<b>16.52</b>

의 축적이 많아 Necrosis가 심하게 일어나는 품종과 축적이 적어 Necrosis가 일어나지 않는 품종간의 交配에서 Cl<sup>-</sup>의 excluder와 includer의 F<sub>2</sub>분리비가 3:1이 있다고 한다. 따라서 耐鹽性이 강한 excluder는 優性인데 이와같은 방법은 기타 작물의 耐鹽性 품종 육성의 증은 힌트가 될것으로 생각된다.

Heimann(16)에 의하면 低濃度 조건에서는 Na<sup>+</sup>와 K<sup>+</sup>의 Synergism가 있어 鹽分이 조금 있는 培地에서의 식물의 生育은 표준구들보다 도리어 더 좋으나 高濃度에서는 兩者間에 Antagonism가 있어 生育阻害를 받는

다는 것이다. Byoko(8)에 의하면 식물 地上部와 地下部の Na<sup>+</sup>와 K<sup>+</sup>의 분포가 식물에 따라 다르며 고등식물에서는 培地에 K<sup>+</sup>이 증가하면 Na<sup>+</sup>는 어떤 종류의 식물도 吸收阻害를 크게 받으나 培地에 Na<sup>+</sup>가 증가하면 耐鹽性이 강한 식물은 K<sup>+</sup>吸收의 阻害가 적으나 약한 식물은 크게 阻害를 받는다는 것이다.

鹽害地 이온 吸收에서는 Na<sup>+</sup>와 K<sup>+</sup> 그리고 Ca<sup>++</sup>등의 Synergism과 Antagonism 현상은 흔히 있는 문제인데 Bernstein and Ayers(5)는 당근 품종의 내염도가 地上部の Ca/K 比와 관계가 있다고 하였으며 Elzam(13)는

보리와 Jackbeen 을 공시한 염분조건 실험에서 耐鹽性이 약한 식물은  $Na^+$ 의 과잉 吸收와  $K^+$ 의 拮抗의 吸收阻害가 있었으며  $Ca^{++}$ 의 吸收와 移動阻害가 있었다는 것이다. 그런데 耐鹽性이 강한 식물은 鹽分처리로  $Na$ 가 증가되나  $K$ 는 변동이 없으며  $K$ 는 쉽게 풀기에 이동되었으며  $Na$ 는 격계 이동되었고  $Ca$  吸收는 영향을 받지 않았다는 것이다. 즉 耐鹽性이 강한 식물은 鹽分條件에서  $K^+$ 와 특히  $Ca^{++}$ 의 吸收와 移動能力에서 그 능력이 나타난다고 하였다.

Shimose(33)는 비의 砂耕液에  $NaCl$ 을 첨가한 실험에서  $Mg$ 의 吸收역제가 있음을 보고 하였다. 任(19)의 벼주 砂耕에서도 鹽分區에서  $Mg$ 의 흡수 저해가 있었으나 水稻에 대한 前報(17, 18) 鹽分干拓地 포장 실험에서, 또한 본 실험에서도  $Mg$ 의 흡수 저해가 전혀 없었다.

우리나라 干拓地 토양에는 Soluble 또는 Exchangable  $Mg$ 의 함량이 많으며<sup>(17)</sup> 또한  $NaCl$ 첨가 砂耕栽培와 干拓地 토양에서의  $Mg$  吸收와는 다른것 같으며 干拓地 토양에서는 다른 요인이 작용하는것 같이 생각되었다.

$SiO_2$ 의 함량은 鹽分區 水稻에서 현저히 증가되었는데 Shimose(33)는  $Cl$ 의 적당량 함유된 배지에서는  $Cl$ 의 吸收가 촉진되나 過剩存在는 드리어 억제 된다고 하며

水稻의 연령 증가에 따라  $Cl$  無處理區에 비하여  $Si$ 의 吸收差가 커진다는 것이다. 본 실험에서는 無鹽分區와 鹽分區간의 격차가 성장과 함께 커지지는 않았으나 생장과 함께 흡수량이 많아졌다. Kubota(23)에 의하면 干拓地에서는 간척후 시일이 경과함에 따라  $SiO_2$ 의 溶脫이 많아져서 나중에는 토양중의  $SiO_2$ 의 溶脫이 줄어들게 된다는 것이다.

葉身에 함유된 含水炭素 총량은 鹽分區와 無鹽分區 사이에 별로 差異가 없는 것 같이 보였다(27). 任(18)에 의하면 鹽分區에서는 苗莖期 莖部에 含水炭素가 無鹽分區에서 보다 더 蓄積되나 앞에서는 含量差가 없었다는 것이다. 일반적으로 양 실험구에서 幼穗形成期 後의 생육전체에 따라 葉身 全 $N$ 의 함량이 減少되며 동시에 全 $C$ 의 함량이 증가되는 즉  $C/N$  비가 커지는 경향이 있었다.

2) 鹽分干拓地の 쌀 성분

玄米의 成分 中에서 현저히 차가 있을 것으로 생각되는 주요 成分 만을 분석하였다(제2표). 蛋白質 含量은 無鹽分區에서 4품종 평균 7.4%이었으며, 鹽分區에서는 7.1%이어서 分散分析의 결과 품종간에 1%의 有意性있는 차가 있었으며 또한 鹽分區間에도 1%의 高度의 有意性있는 差를 나타냈다. 다시 말하면 품종간에 蛋白質 含量 差가 있었으며 鹽分地 玄米 中の 蛋

Table 2. Nutritional components of Brown Rice in Four Varieties. (Dry Wt.,%)

Treatment	Variety	Protein	Glucose	Carbo-hydrate	Crude Fat	Fiber	Ash	$Na_2O$
Non-Salty Plot	Kusabue	7.6	2.15	76.0	1.35	0.91	3.1	0.29
	Kwanok	7.2	2.01	75.4	1.46	0.84	3.5	0.28
	Nongkwang	6.8	2.31	76.2	1.24	0.85	2.6	0.31
	Jaikoun	7.8	2.45	76.5	1.72	0.87	3.0	0.31
	<b>Aver.</b>	<b>7.4</b>	<b>2.26</b>	<b>76.0</b>	<b>1.44</b>	<b>0.87</b>	<b>3.1</b>	<b>0.30</b>
Salty Plot	Kusabue	7.4	2.42	76.8	1.34	0.64	3.2	0.36
	Kwanok	6.8	2.20	76.0	1.41	0.80	3.4	0.31
	Nongkwang	6.6	2.35	76.8	1.23	0.70	2.8	0.32
	Jaikoun	7.6	2.76	76.0	1.68	0.80	3.2	0.35
	<b>Aver.</b>	<b>7.1</b>	<b>2.43</b>	<b>76.9</b>	<b>1.41</b>	<b>0.74</b>	<b>3.2</b>	<b>0.34</b>

白質 含量도 有意하게 無鹽分地에 비하여 떨어졌다. Shimose(35)에 의하면 加鹽水耕 水稻에 있어서 이삭의 蛋白質含量이 줄었다는 것이다.

含水炭素 含量은 반대로 鹽分區에서 76.9% 無鹽分區에서 76.0%이 있었으며 統計處理의 결과 有性이 없었다. 즉 含水炭素의 含量은 양구에서 같았다.

幼穗形成期, 出穗期 및 成熟期 稈心내의 全 $N$  함량

이 區分鹽에서 현저히 적었는데 역시 수확기 玄米 蛋白質 含量이 또한 有意性 있게 적었다. 따라서 葉身과 玄米의  $N$  함량은 양구간의 차이의 경향성 같았으며 또한 이 3期 즉 生殖生長期의 稈心내의 含水炭素 含量과 收穫期 玄米 中の 含水炭素의 량과도 그 경향이 같았다.

玄米 中の 糖含量의 함량을 보기 위하여 포도당을 측정하였던바 鹽分區에서 현저히 많았다. 糖은 滲透壓

을 높이니 外液의 高張 상태에서 糖 함량 증가는 적응 된 현상이라고 볼수 있겠다.

Bernstein and Ayer(5,6)에 의하면 鹽分 培地에서 자란 식물은 糖함량이 증가 한다는 바 이를 결과와 경향이 같았다. El-Fouly (12)에 의하면 밑에서 培地의 NaCl 함량이 증가하면 Amylase, Phosphatase 및 Catalase의 Activity가 활발하여 진다는 것이다.

粗纖維의 함량은 鹽分區에서 줄었으며 粗脂肪의 함량도 대체로 줄었다. 이와 같은 경향은 Francois (14) 그리고 Yermanos and Bernstein(41)들의 Safflower에서의 실험과 그 경향이 같았다. 灰分 함량은 鹽分區에서 많은 경향이나 틀라 뚜렷하지 않았다.

玄米 중의 Na의 함량은 中중간에는 有意性있는 差 異가 없었으나 鹽分區는 無鹽分區에 比하여 有意性있게 함량이 많았다. 幼穗形成期와 出穗期 葉身 중에도 鹽分區는 Na의 함량이 많았으며 더욱이 成熟期 葉身 中에는 대체로 3배 가량 含量이 많았으나 無鹽分區 玄米의 0.3%에 比하여 鹽分區 玄米에는 그것의 약 10% 증가된 0.34%만 함유되어 있다. 즉 玄米에서는 양구간의 差가 크지 않았다. 다시 말하면 鹽分區에서는 Na의 이삭으로의 이동이 대단히 억제 되는 것처 럼보 였다. (32, 38)

摘 要

우리나라 干拓地 畝에서 水稻의 無機養分 吸收의 과 程을 알기 위하여 耕土層의 鹽分 濃度가 며의 生育期間 中 平均 6.05mmhos/cm, 25°C, (0.39%)인 微砂質 壤土 干拓地와 그의 土性이 같은 無鹽分 熟畝에 各各 適期 標 準栽培를하여 出穗期 前後의 無機養分 吸收와 玄米 成 分을 比較 하였다.

幼穗形成期, 出穗期 및 成熟期の 3期에 葉分析의 結 果 鹽分區에서는 Na, Si의 含量이 많았고, N, P, K, Ca 의 함량은 적었다. 그리고 Mg와 全 含水炭素의 함량 은 兩區에서 差가 없었다.

鹽分區 玄米는 無鹽分區 玄米에 比하여 糖과 Na의 함량이 현저히 많았으며 蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維의 함 량이 적었고 含水炭素와 灰分 함량은 別로 差가 없 었다.

參 考 文 獻

1. Abel, C.H., 1969. Inheritance of the capacity for

chloride inclusion and chloride exclusion by soybeans. *Crop Sci.* 9:697-698.

2. Bernstein, L., 1961. Tolerance of plants to salinity. *Jour, Irri. Drainage Div. Proc. Amer. Soc. Civi. Engr.* 1-12.

3. —, 1964. Effects of salinity on mineral composition and growth of plants. *Pl. Analy. Fert. Prob.* 4:25-45.

4. —, 1960. Soil salinity and crop. *Span* 9:76-79.

5. —, and A.K. Ayers., 1953. Salt tolerance of five varieties of carrots. *Amer. Soc. Holt. Dci. Proc.* 61:360-366.

6. —, and —, 1953. Salt tolerance of five varieties of onions. *Amer. Soc. Holt. Sci. Proc.* 62:367-370.

7. —, and H.E. Hayward, 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 9:25-46.

8. Byoko, H., 1966. Salinity and aridity, new approaches to old problems.

9. Choe C.Y., 1964. Soil and fertilizers in Taiwan. *Soc. Sci. Tech. Taiwan, Chin.* 1-5.

10. Ehlig, C.F., 1960. Effects of table grapes grown in sand culture. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 76:323-331.

11. Ehrler, W., 1960. Some effects of salinity on rice. *Bot. Gaz.* 122:102-104.

12. El-Fouty, M.M., and J. Jung, 1970. Changes in enzyme activity in wheat seedling grown under soil stress conditions *pl. physiol.* 46, supp. 11.

13. Elzam, C.E., 1970. Comparative salt toleration in higher plants. *pl. physiol.* 46, supp. 11.

14. Francois, L.E., D.M., Yearmanos and L. Bernstein, 1964. Salt tolerance of safflower. *calif. Agr.* 13:12-14.

15. Gauch, H.G. and C.H. Wadleigh, 1944. Effects of high salt concentrations on growth of bean plants. *Bot. Gaz.* 105:379-387.

16. Heimann, H., 1959. The irrigation with saline water and the balance of the ionic environment. *Potassium Symp.* 1958. 173-220.

17. 任綱彬 外三人, 1967. 干拓地에서 水稻 및 其他作物

- 의 耐鹽性에 關한 研究. 科技處 一유세이드報告書(1) Code No. (66-27). 1-90.
18. 任綱彬 外一人, 1968 干拓地에서 水稻 및 其他作物의 耐鹽性에 關한 研究(2) 科技處 一유세이드報告書 (CodeNo. 68-6). 1-54.
  19. Im, H.B., 1969. Study on the salt tolerance of of rice and other crops in reclaimed soil areas. 2. On the salt tolerance of chinese cabbage and cabbage in various salty conditions. Kor. Jour. Bot. 12:100-106.
  20. —, 1969. Study on the Salt tolerance of rice and other crops in reclaimed soil areas. 4. On the fertilization effectiveness of N,P,K, in reclaimed salty areas. Seoul Univ. Jour. Biol. Agr, Ser. 20:15-30.
  21. —, 1970. Study on the salt tolerance of rice and other crops in reclaimed soil areas. 5. On the effects of increased N,P,K, applications for rice plant in reclaimed salty areas. Kor. Soil Fert. Jour. 3:35-41.
  22. Iwaki, S., 1956. Studies on the salt injury in rice plants. Mem. Ehime Univ. Sec. 6(Agr.).
  23. Kubota, S., T. Omori, and T. Fujii, 1956. Studies on the old and the young polder soils developed along kojima bay. VII. Leaching  $\text{SiO}_2$  of the soils. Okayama Pref. Agr. Expt. Stat. Spec. Bull. 55:76-80.
  24. Lagerwerff, J.V. and G. Ogata, 1960. Plant growth as function of interacting activity of water and ions under saline conditions. VII. Internatl. Soil Sci. Soc. Cong. Trans. 3: 475-480.
  25. —, and H.E. Eagle, 1961. Osmotic and specific effects of excess salts on beans. Pl. Physiol. 36:472-477.
  26. Magistad, O.C., A.D. Ayers, C.H. Wadleigh and H.G. Gauch, 1943. Effect of salt concentration, kind of salt and climate on plant growth in sand cultures. pl. physiol. 18:151-166.
  27. Osawa, T., 1960. Studies on the salt tolerance of vegetable crops in sand culture. I. On fruit vegetable. Jour. Hort. Soc. Japan. 29:284-304.
  28. —, 1961. Studies on the salt tolerance of vegetable crops in sand culture. IV. On the relative salt tolerance and the salt injury of vegetable crops with special reference its the mineral nutrition. Jour. Soc. Hort. Sci. Japan. 30:241-252.
  29. Ota, K., T. Ogo and T. Yasue, 1958. Studies 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. 27:223-225.
  30. 下瀬昇, 1956. 作物에 關する 鹽素의 生理作用, 第3報 水稻無澱成分吸收에 及ぼす 鹽化物의 影響. 27:309-311.
  31. —, 1964. 作物의 鹽害生理에 關한 研究. 第4報. 토마토와 타바코의 耐鹽性에 關하여. 日本土肥誌, 35: 143-147.
  32. Shimose, N., 1956 Role of Chlorine in crops (part). Effects of chloride on nitrogen metabolism of rice plants. Soil. Japan. 27:193-196.
  33. —, 1958. Effects of chlorine on silicate absorption in rice plant. Sci. Rept. Agr. Okayama Univ. Japan. 11:25-28.
  34. —, 1956. Role of chlorine in crops. (Part I). Effects of chloride on nitrogen metabolism of rice plants. Jour. Soil Fert. Japan. 27:193-196. (English summary of Japanese)
  35. —, and A. Mifune, 1956. The role of chlorine in crops (Part 2). Distribution of free amino acids and amides in rice plants grown in chloride-excess solution. Jour. Soil Fert. Japan. 27:215. (English summary of Japanese)
  36. Tagawa, T. and N. Ishizaka, 1963. Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity. Part 1. Mechanism of absorption chloride ion by rice root. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 31:249-252.
  37. —, and —, 1963. Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity. Part 2. Effects of the absorption of water and chloride ion. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 30:337-341.
  38. —, and —, 1963. Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity. Part 3. Mechanism of translocation of chloride ion in

- rice plants. Proc. Crop Sci. Japan. 32:121-123.
39. —, and —, 1965. Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity. Part 7. Osmotic adaptability of rice plants to hypertonic saline media. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan. 33: 218-220.
40. Tsuno, Y. and T. Shimizu, 1962. Studies on yield forecast in main crops. VI. On the relation between nitrogen content in leaves and photosynthetic ability of rice plant at ripening stage. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 30:324-328.
41. Yermaos, D.M., L.E. Francois and L. Berstein, 1964. Soil salinity effects on the chemical composition of the oil and the oil content of safflower seed. Agron. Jour. 56:35-37.
42. Yoneda, S., 1958. Salt damage and soil. I. Agr. Hor. Japan. 33:1028-1032.