

# 肥料条件を異にした水稻の塩水被害

小合龍夫・西川省造（作物学研究室）

Tatsuo OGŌ and Shōzō NISHIKAWA

## Saline Injury on Rice Plant grown under the Nutrient Deficiencies

作物の塩水被害も他の障害と同様、その特殊性をもたなければならない。即ち作物体の反応は塩水被害としての特異過程を経なければならない。筆者らはかかる観点において塩水被害の様相につき既に多くを報告し、又最近他の多くの研究者の報告においても、現実の塩水被害は、水分代謝の異常に由来することが極めて有意にして明らかなことであると結論し得るが、常には塩水被害のすべてを十分に解析することは困難であった。前報において被害葉の葉身水分含量は被害部位の占める割合とほぼ比例し、外観健全部位の水分平衡は著しくは乱されなないこと、又 Na及び Cl の集積が害徴に先行していることを報告し、これ等の大綱を知るに充分であったが、更に異なる肥料条件下に生育せしめて、生理、生態的に極めて大きな変異を与えた場合の水稻体の反応につき考察を試み、前報をも補うものとする。

実験に際しては高野圭三教授より種々御教示を得、又実施に当っては野津幹雄氏を煩わした。記して謝意を表す。

### 材料及び方法

水稻農林44号を5月15日播種、以後の管理は慣行法に従った。6月29日生育の可及的均一な苗をえらび、1/2万ポットに10ヶ体/1鉢移植し、活着後次の如き区を設けて砂耕した。即ち完全肥料区(NPK区)、無肥料区(O区)、3要素のうち何れか一つを欠除せしめた区(-N区、-P区、-K区)計5区を設け、各肥料条件に応じて典型的な外観をしめして来た7月31日、0.6-NaCl%の塩水で処理し、湛水濃度は±0.1%の範囲にあるよう常に調節した。塩水処理後も各肥料欠条件は継続せられた。

用いた砂耕液は第一表に示した如くNa, Clの混入しないよう特に調製した。材料の採取は8-20, 8-24-59の2回に行い、無被害葉では常に葉身の先端 $\frac{1}{4}$ を除い

Table 1. List of treatments and pertinent characteristics of solutions (mg of added salt per liter)

Treatment	NPK	-K	-P	-N
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	15.7	15.7	15.7	—
KNO <sub>3</sub>	33.7	—	33.7	—
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	45.3	—	—	45.3
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	106.7	98.7	106.7	—
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	16.4	16.4	16.4	16.4
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	—	—	—	9.7
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	—	29.0	29.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	—	37.7	—	—

た残りを、又被害葉では枯死部を完全に除いた緑色部位のみについて水分を秤量し、後分析に供した。Naの測定はフレイムフォトメーターを用いた。又その他の調査対象も同様砂耕に従い、水分調査は毎時午前10時とし、夫々の材料採取と処理期との関係は結果の項に記載した。

### 結果及び考察

#### 1. 葉身の水分含量\*

Table 2. Leaf water content in 'saline' and 'control' cultures under the nutrient deficiencies (%)

	NPK	-K	-P	-N	O	
Exp. I	Non-Saline(O-O)	68.5	68.2	66.3	65.2	66.3
	Saline(S-O)	66.2	64.9	64.4	63.9	64.9
	Difference	2.3**	3.3**	1.9**	1.3*	1.4**
Exp. II	O-O	67.9	68.1	64.4	65.6	65.1
	S-O+	66.3	65.8	65.0	65.2	65.6
	Difference	1.6*	2.3**	-0.6	0.4	-0.5
	S- $\frac{1}{4}$ +	65.5	65.8	64.7	65.1	—

Exp. I : Treated 7-31-59, Harvested 8-20-59,

Exp. II : 7-31, 8-24-59

+S-O : Saline normal leaf

+S- $\frac{1}{4}$  : Saline tip-burn leaf

\* 本項の一部は124回日本作物学会で発表(日.作.紀., 28, '59)

Table 3. Average decrease of leaf water content in 'saline' crops

	Average decrease %	Days after treatment
A. In various parts on leaves classified according to leaf-order and grade of burn symptom in rice.	1.24±1.02	13
B. In 28 varieties in rice.	0.11±0.61	7~11
C. In rice cultured under the nutrient deficiencies.	1.37±0.41	21~25
D. In daily changes after saline treatment in rice.	1.00±0.61	1~14
E. In hourly changes in a day in rice.	(3.23±0.69)*	20~21
F. The same as in A in wheat, barley and naked barley.	2.43±1.01	71~83
Total	1.11±0.39	

\* Using the decrease at 10 a.m. for Total.

各肥料区の頂葉及び頂葉直下葉の葉身無被害部位(緑色部位)の平均水分含量は第2表の如くである。両試験日を通じて明らかに塩水灌漑による水分の損失がみられる。然し夫々の損失量は小さく、第二試験の肥料区によっては差を確認出来ないものもあった。更に害徴のあらわれた葉身についても同様水分の損失量は著しく小さかった。また之らの肥料条件を一括した塩水無処理区の水分量に対する平均絶対減量についても、第3表-Cの如く、0.96~1.78%を示し、有意であるが、その差もまた極めて小さかった。Balland (1933)によるとNはtranspiration-ratioを減退させ、Williams (1935)は燕麦においてPの施用も同様transpiration-ratioを減退させ、水分平衡に役立ち、損失量を減退させることを認めているが、本試験に関する限り、特に-N、-P両区の水分損失量が増大している事実はない。

Table 4. Leaf water content in 'saline' leaves classified according to leaf-order and grade of burn symptom (%)

	8-14~8-26-'59			8-21~9-2-'59			
Leaf-blade : top							
Leaf-order	O-O	S-O	S-¼	O-O	S-O	S-¼	S-½
12				65.8	63.2		
11	65.3	64.5		65.5	63.7		
10	68.4	72.3	64.4	65.0	61.4	60.6	
9	65.4		64.5	64.7			62.6
8	66.3		64.2	67.1			60.2
Leaf-blade : base							
12				69.1	65.4		
11	71.4	71.0		70.8	68.3		
10	71.4	71.5	70.6	70.2	67.2	67.5	
9	71.0		71.7	71.4			69.7
8	72.7		70.3	71.2			73.0

筆者らは前報において、塩水を灌漑した場合、葉身の枯死、体内水分含量の減少を来すが、その減少は葉身の枯死部の占める割合に著しく左右され、この割合にほぼ直線的に比例すること

とを認め、緑色部位の水分損失以前の問題であることを報じた。本試験の如く、生態型が著しく異なるもの間においても、無被害部位の水分減が著しく小さいこともまた前報を補い得るものである。更に標肥条件において砂耕栽培した水稻の葉位別、葉身害徴別、葉身部位別についても第4表の如く、夫々対応する部分の水分量には顕著な差がみられない。Maximov 他多くの研究者によると、一般に水分平衡が乱される際には低位葉からおこり、低位葉は上位葉の犠牲的損失を来すとされているが、本結果では之らの事実を認めることができない。第3表-Aに同様、平均減少量を示したが、0.04~2.26%の損失の範囲に留った。更に各県代表28品種を通じては減少の事実がなく、又1-6-'59処理~4-1-'59調査の三麦に対しては、1.42~3.44%の減少を認めたが、何れも塩水処理に伴う葉身の水分損失量は極めて小さいことが明らかである。

又これらのすべてを一括した損失の程度は0.72~1.50%の範囲にすぎなかった。更に第1図に示した如く、塩水処理後、処理時の頂葉及び頂葉直下葉の葉身に害徴が出現するまで、当該葉身水分含量の消長を追跡しても、その間、処理による水分損失の増大を示すことなく、常に差が認め難い。一方処理個体の枯死葉の発生は著しく早く、処理後5日にして低位葉にあらわれ、以後急激に上位葉に及んでいる。かくの如き結果から、栄養条件は勿論の事、品種、時期、種間等広範囲の生態型に対しても塩水灌漑による体内水分の減少が被害に先行することは著しくないとすることができる。

坪井(1957)によると水稻葉身の水分量の測定にあたっては90%の確率において、それ自体±2.0%のふれをもつといい、筆者らも最小±0.7%のふれを観察した。従って本結果にみられた各種生態型を通じても常に損失量は極めて小さく、然もこの差が明らかであるとするが、この範囲の減少を如何に考察するか極めて困難である。又日変化にみられる水分量の変異の中は無処理区で

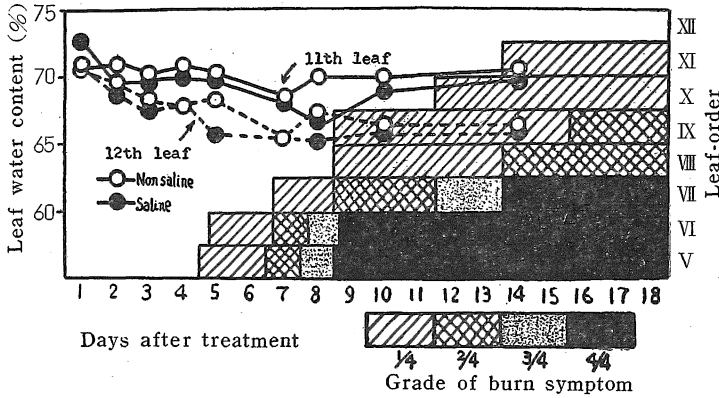


Fig. 1. Daily changes of leaf water content and grade of burn symptom after saline treatment

2.5%, 塩水処理区で3.2%を認めており、然も萎凋捲葉する事実はない。坪井(1957)は水稻農林17号の止葉において3%の水分損失は完全に萎凋捲葉を招くとし、捲葉現象はそれ以前に起り得ると報じているが、之らの限界水分量の基準も更に検討せられねばならない。従って本試験の水分損失に対しては所謂環境適応に対する水分保持平衡が存在しているとしても、又塩水の直接的な現象として水分代謝の異常、水分吸収低下に伴う減少が存在しているとしても、かかる結果のみからは水分代謝についての考察を進める事は出来ない。然しP. J. Kramer (1959)は作物の水分代謝は作物の生育に対するすべての要因による影響を総合したものであるので、その体内水分の平衡自体は作物の生育に重要な役割をもち、重要な指標となるとし、之が保たれている限りに於ては、作物体自体は何らの負の影響を受けているものでなく、反応しているものでもないと論じている。従って前述の如く、水分損失が著しく小さく、平衡の存続とも考え得る事実に対し、なお著しく害反応が進行する事実は必ずしも水分代謝異常の結果のみに由来するものでないことを

Table 5. Coefficient of correlation between leaf water content and both air-temperature and air-humidity

	Non Saline	Saline
$\gamma_{wt h}$	-0.588	-0.930
$\gamma_{wh t}$	0.270	0.916
$\gamma_{wt}$	-0.641	-0.871
$\gamma_{wh}$	0.464	0.814
$\gamma_{ht}$	-0.483	

Treated 7-31, Harvested 8-19, 20-59  
 w : Leaf water content, t : Air-temperature,  
 h : Air-humidity

示唆するものと考えて差し支えあるまい。

次に塩水被害が湿度に著しく影響を受けることは既に前報で考察したが、更に日変化から湿度、温度(第2図)との関連を検討すると第5表の如く、水分含量と温度及び湿度との相関は塩水処理区が無処理区に比して著しく高い事が認められた。この事は塩水処理区の作物体が無処理区に比し一層水分代謝の異常を受け易いことを示し、換言すれば、水分吸収が水分平衡保持に負荷を与えていることを伺い知るものである。従って本試験に与えられた塩

水濃度以上の濃度、又所謂水分損失を促進させると考えられるその他の乾燥条件が加えられた場合には明らかに水分不足による被害が主体となることを示すものといえる。又日変化の夫々の水分量減少において毎時の結果を綜括すると、第3表-Eに示している如く、かなりの差がみられている。然しこの供試材料は大コンクリート槽に多量の材料を育成したため、標本抽出前の誤差を考慮し得なかつたので、得られた差の絶対量に対しては充分考察し難く、更に他の処理区に比して大きな値を示していることも考察し難い。従って両区の最高極値を示した20日-6時区を Saturated Plot と考えて Relative turgidity の概念によって考察すると第3図に示した如く、昼間の乾燥環境状態に於てのみ水分平衡の乱される割合に差があることが認められ、塩水処理区が平衡の乱され易いことが明らかである。又前述した如く、極値差の範囲内では所謂膨圧の減退、即ち萎凋、捲葉は示さな

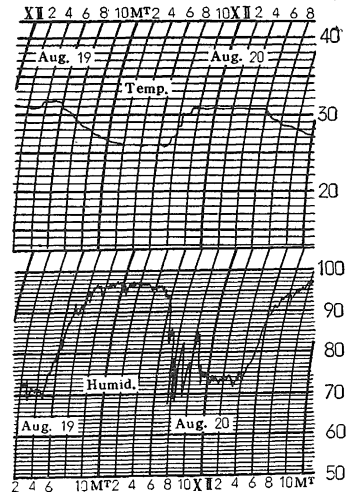


Fig. 2. Changes of air-temperature and air-humidity in a day for experiment E.

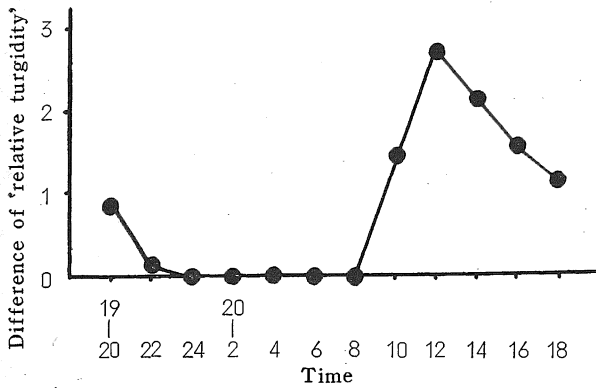


Fig. 3. Hourly differences of 'relative turgidity' in a day

いわけであるが, turgidity の概念からすれば, 本結果の水分損失は一応初期萎凋 (Incipient drying) として解析される水分差と考えるべきであろうし, 塩水被害の発現に対しても, 勿論大きな意義をもつものであることは認めなければならないであろう。然し常に塩水灌漑の影響を根圏の水分代謝異常にのみ断定することは一層危険であることも認めるべきであろう。

2. Na含量及び溶質量

各肥料区及び葉位別, 害徴別の Na含量は第6, 7表に

Table 6. Na content in 'saline' leaves under nutrient deficiencies

	O-O	S-O	S-¼
NPK	4.45	5.62	13.31
-K	4.65	8.44	16.44
-P	3.20	9.68	24.86
-N	3.24	17.00	39.59
O	1.48		48.15

: Na me/100 grms dry wt.

Table 7. Relative solute-content and Na content in 'saline' leaves classified according to leaf-order and grade of burn symptom

Leaf order	Relative solute-content *				Na me/100grms Dry Wt.			
	7-31~8-14-'59 (I)		8-21~9-2-'59 (II)		8-4~8-26-'59			
	O-O	S-O	O-O	S-O	O-O	S-O	S-¼	S-½
12			0.227	0.216				
11	0.591	0.485	0.439	0.439	3.50	7.85		
10	0.577	0.560	0.442	0.455	6.10	8.60	7.25	
9	0.701	0.525	0.497	0.901	5.60		9.00	
8	0.727	1.859			4.70		8.10	25.80
7	0.852	2.428			4.98			34.15

\* Relative solute-content = O.P. × Water content (g/1g Dry Wt.)/24.04

示した。即ち肥料区の無処理区ではNPK区, -K区最も多く, 次いで-P区, -N区少く, 無肥料区(O区)最も少いのに対し, 塩水処理区では何れも著しく多く, 未だ害徴を示さない頂葉及び頂葉直下葉において, NPK区最も少く, 次いで-K区, 更に-P区と順次増加し, -N, O区は著しく増大し肥料条件によって集積の速度が著しく異なることを認めた。また被害が出現し始めた葉身においては, この関係が一層明らかであった。また同一肥料区内においても, 被害の未だ出現しないもの, 出現をみたもの, 被害の進行しているものでは常に集積量の著しい差異を認め, 前項水分含量の様相とは全く異っている。これらのことは既に筆者ら(1955)がN濃度の高い培養液に生育せしめた水稻体が常に被害の少ないこと, また現地において, 特に塩害常習地においては多量のN肥を施用して塩害の防除, 生産力の増加に効果を認めている事実を報告したことの一部を裏付けるものである。また之ら各肥料要素は明らかにNaの集積を支配し得るが, 本結果は明らかに有N区, 無N区, 無肥料区の3群に大別することが出来, 有N区ではKよりもPの影響が著しく大きい。下瀬ら(1953)もまた塩害常習地の水稻作に対しては多量のN肥施用の効果を認めており, P肥は水稻作では認め得なかったが(米田, 下瀬1955), 小麦作に対しては顕著であることを報告している(下瀬1955)。

かくの如く, N, P肥の施用効果は明らかに塩害の発現を抑制することにもみられ, 之らがNa過剰集積の抑制に役立っている事実から, Naの過剰集積も塩害発現に対し重要な要素であることは一層明らかであろう。又前報に於ては, 被害の進行に対して, Naの集積が著しく増大し, 水分変動に比し, 被害の発現進行に際しては常に先行する現象と考察していることに対しても明らかであろう。又葉位別にみた場合でも無処理区の変動は

Naが常に老葉から移行する一般的様相を示すのに対し, 処理区においては, 集積量著しく多く, 特に害徴出現進行と共に前者同様, その増大が著しい。この現象は前項体内水分量の差異に比しても, 塩水処理に伴う葉身の枯死の事実にちょうして, より一層顕著なものともみべきである。又同時に葉位別各葉身に

る搾汁液の氷点降下度を利用して溶質量を算定したものに対しては第7表にみられる如く、被害のみられない上位葉については塩水処理の事実は明らかでないが、被害の出現し始めた葉位においては著しい増加を示している。即ち第7表 I, IIの被害の程度は第4, 5図に示し

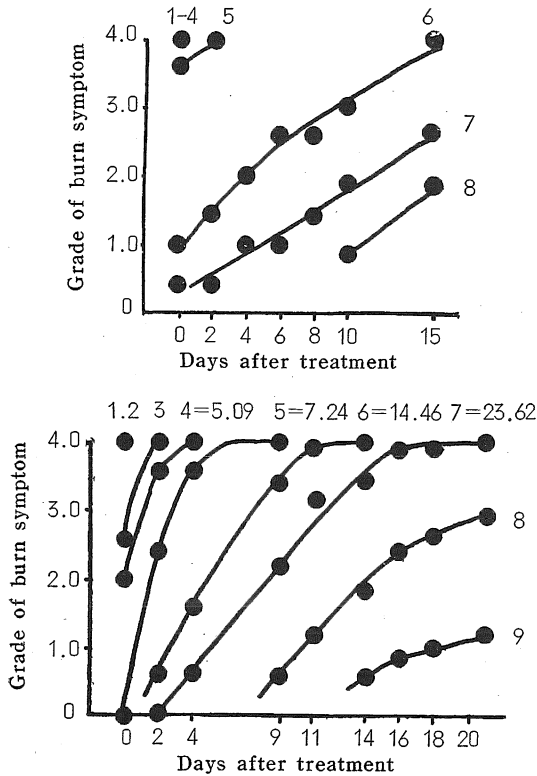


Fig. 4—5. Changes of burn symptom in 'saline' leaves classified according to leaf-order (No. : Leaf-order)

た通りである。IIの第9葉では害徴の出現時であり、Iの第7, 8葉においては被害の進行時であることに由来するものとすれば、溶質量の増加もまた害徴の進行に先行するものの如く、更にかかる著しい増大はNa又はCl

の過剰集積に由来するものと考えられるので、むしろNa量の消長に一致すべきものであろう。

### 3. 生育

各肥料欠条件下に経過した個体に塩水を灌漑した場合、灌漑時に抽出していた頂葉の伸長については、直ちに抑制がみられる。然しこの塩水濃度にあつては尚徐々に伸長するが、展開速度が極度に減じ、更に終局の伸長絶対量も若干減ぜられる。然しこの伸長過程の調査には相当の変異があつて直ちに終局の絶対量を比較することは出来ないし、又処理時の伸長程度も各肥料区同一でなかったため、第8表に示した如く、この葉の伸長曲線を拋物線として表現し、伸長を停止するに要する処理後日数を算出し(第8表—I, III), この停止時期における抽葉長の計算値を求めた(II, IV), 即ち終局の伸長絶対量における抑制の割合(V)はNPK最も小さく、以下—K, —P, —N区の順に増大し、O区の抑制はみられなかった。然し処理期間中の総伸長量を各肥料区それぞれの無処理に対比させた場合には、第8表—VI, VIIに示した如く、NPK区最も抑制され、前記結果と相反する。勿論この場合は塩水処理せられても絶対伸長量に於ては明らかにNPK区が最もよく、次いで—K, —P, —N, O区の順に著しく減少し、作物的にみた場合は明らかに肥料要素の必要性がうかがえる。然し全生育量に対する抑制の割合は、伸長量の最も多いNPK区に著しく—K, —P, —N, O区の順に抑制の割合は減ずる。然して上記伸長停止期の場合が異つたのは上述の如き短期間の伸長過程における個体間の誤差によつたものか否か明らかでないが、本試験の如く、各肥料条件下において塩水処理を行つた場合、勿論各肥料条件自体によつて生育の様相が異なり、その上、塩水処理によつて生育の様相が変えられるので、生育の遅延の様相も異なつているとみななければならない。従つて生育過程の一時期において、生育の絶対量から比較を行うことは若干の危険を伴うものと考えられ、本試験の範囲内では之ら遅延の様相を明らかにすることは困難であり、上記結果も考察す

Table 8. Responses in growth of 'saline' leaves under nutrients deficiencies

	Non Saline when dL/dt=0		Saline when dL/dt=0		(IV)/(II) × 100	Total leaf elongation for treated duration			Adaptability dLo/dLs	Cons-tant	Days required for injury development	Grade of burn-sypptom
	t	L	t	L		non-S	Saline	Lo/Ls				
	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)	(IX)	(X)	(XI)	
NPK	9.65	42.49	10.31	42.01	98.87	61.49	45.70	74.32	0.863	5.08	10.47	41.5
—K	9.54	45.50	9.98	43.55	95.71	59.76	46.25	77.39	0.753	-0.04	10.58	29.0
—P	9.88	45.57	10.80	39.64	86.98	48.50	38.63	79.67	0.787	-0.93	6.61	27.8
—N	10.07	29.85	11.01	25.61	85.79	33.16	29.58	88.87	0.953	0.98	8.50	68.0
O	10.00	19.92	10.15	21.20	106.42	21.91	21.30	97.21	0.984	0.17	6.60	71.5

ることができない。

次に塩水処理期間中の作物体総延葉長を無処理区のそれと対比せしめると前者同様何れの区もこの塩水濃度では直ちに生育を停止することなく、各区ともほぼ直線的關係をもって伸長をつづけた。この直線の傾きは塩水を灌漑した場合、その後伸長が適応していく割合を表示するものであり(第8表—Ⅷ)、被害の進行している個体ではこの値は小さい。かかる観点に従うならば、O、-N区最も塩水灌漑に対して強く、次いでNPK区、更に-K、-Pの両区は最も適応し難いことを示す。勿論この結果は生育の絶対量については考慮されていない。従って、その絶対量(第8表—Ⅵ)の基礎において有N区、無N区と大別すると、有N区の3者については明らかに上記結果とほぼ一致し、完全肥料区の適応性が最も大きく、肥料要素の効果がみられることになる。またこの直線式の常数項(第8表—Ⅷ)は処理直後の一時的の抑制度を示すものとすれば(処理区の処理直後伸長を停止している間に無処理区が伸長した量)、NPK区は一時大きく反応して適応することを示している。また元来生育量の小さいもの及び状態は環境因子の変化に対して比較的安定であるともいわれているが、-N、O区の伸長自体については本試験期間の如き短期間では明らかな変動を示さないだけであって、後述する被害量、伸長絶対量からみても決して適応性が大きであったのではなく、作物的にみても明らかに悪い。

次に当該葉身が塩水灌漑によって枯死し始めるのに要する平均日数は、第8表—Xに示した。即ちO、-P区最も早く枯死し始め、次いで-N区、更に-K、NPK両区は最も遅かった。又終了時の被害量(枯死割合)は有N区に比し、無N区は著しく大きく、N、Pの肥料効果を明らかに示した(第8表—XI)。一般に塩水灌漑によって葉身は第4、5図に示した如く、下位葉より順次枯死し、上位葉に至るほど完全枯死に達するまでの日数が第4葉5.09、第5葉7.24、第6葉14.46、第7葉23.62と次第に延長され、枯死始めよりも枯死速度の変化が大きい。無N区では枯死始めも早い、枯死速度が著しく早く、塩水被害の著しいことを示し、有N区ではNPK区、-K区が最も被害が少なく、前述した諸反応と一致している。

以上作物体に及ぼす塩水被害は勿論水分代謝の異常に由来することは明らかであり、既に多く報告せられているが、実際作物栽培的にみて塩害が出現する際、根圏の塩水は作物体が直ちにO.P.的に支配されるほどの濃度をもつものは殆んどなく、又かかる範囲内での反応は単に水分代謝の異常のみにおいては充分に解析し得ない。特に過剰塩分の集積に対しては肥料要素が塩水被害を経減

させる効果を有することからしても、今後更に検討されるべきものであろう。

## 摘 要

水稻農林44号を異なる肥料条件(O、-N、-P、-K、NPK)のもとで砂耕し、それぞれの肥料条件に応じた外觀形状を示した後、0.6NaCl%の塩水を灌漑し、葉身の水分含量、Na含量、抽葉長の消長を観察した。更にそれらの調査事項を詳細に検討するため、標肥条件下で砂耕し、葉位別、害徴別、日変化等により基礎資料を得た。

葉身の水分含量は前報所載の如く、無被害葉、同部位についてはわずかの減少しか認められず、特に肥料条件に影響されることはなかった。然し日変化の結果から塩水処理区は湿度及び温度と極めて高い相関を示し、水分平衡の乱され易い状態にあることを認めた。

Naの集積については被害の進行とともに著しく増加する事は前報の通りであるが、肥料条件下の過剰集積については、概して有N区、無N区、無肥料区に大別され、有N区ではNPK区最も少く、次いで-K区、更に-P区の順に多く、無N区、無肥料区では著しく増加し、N、PはNaの過剰集積を抑制するのに役立つように思われた。

生育については各肥料条件では夫々異なる生育様相を示し、塩水処理による生育遅延の様相も夫々異なるが、塩水処理による処理期間中の生育に対してはNPK区最も抑制され、次いで-K、-P、-N、O区の順に抑制の割合は少なかった。然し有N区の塩水処理区と無処理区とを対比させた場合の時期的消長からはNPK区最も適応性が高く、肥料の効果を認めることができた。また塩水処理期間中の塩水処理区の絶対伸長量は明らかにNPK区最も多く、次いで-K、-P、-N、O区の如く前者と相反していた。

害徴の出現については、O区、-N区、-P区早く、-K区、NPK区は遅かった。また害徴の進行速度もO区、-N区最も早く、終局の被害も著しく大であった。之に対し、有N区は害徴の進行も遅く、被害の総量も少なく、明らかに両者は区別され、肥料要素の影響が存在することを認めた。

## 参 考 文 献

1. Wadleigh, C. H. and Gauch, H. G. : Plant Physiol, 23 (1948)
2. 下瀬, 池宗: 岡山農学報, 3 (1953)
3. 太田, 小合, 林: 日. 作. 紀, 23 (1955)
4. 下瀬: 岡山農学報, 7 (1955)

- |   |  |
|---|--|
| 5. 米田, 下瀬, 他: 岡山農試臨報, 51 (1955)   | 24 (1958)  |
| 6. 岩城: 愛媛大紀要, 6 (1956)  | 10. 小合: 日. 作. 紀, 26 (1958)                             |
| 7. 坪井: 農業技術, 12 (1957)  | 11. —: 島根農大大学報, 7 (1959)                               |
| 8. Bernstein, L. and Hayward, H. E.: Ann. Rev. Plant Physiol., 9 (1958) | 12. —, 西川: 日. 作. 紀, 28 (1959)                          |
| 9. Hayward, H. E. and Bernstein, L.: Bot. Rev.,                         | 13. Norman, A. G. ed.: Advances in Agronomy, XI (1959) |

### Summary

With the object of throwing more light on the developmental mechanism of saline injury, experimental rice was grown under the nutrient deficiencies (O, -N, -P, and -K) so as to obtain the multifarious ecotype and until the patterns of growth on their respective conditions were typically shown, the 'saline' crops were not treated by the solution with 0.6 NaCl%. As reported before, the decreases of leaf water content in 'saline' cultures were apparently found, but their average decreases were as small as 0.9% to 1.78% and also there was no apparent difference between the effects of the nutrients.

In general, the increasing nutrients supply, especially nitrogen and phosphorus, reduce transpiration-ratio and consequently play a role in controlling of water loss in crop, but so far as the present experiment is concerned, it was not found that the average decreases were greater in nitrogen and phosphorus deficiency. And also the changes of leaf water content in green part in leaves where the burn symptom began to develop, the changes in every part on an uninjured (normal) leaf, the changes in leaves classified according to leaf-order and the changes in various varieties were led to the same result as before and the average decrease in total variation was only 0.72 to 1.50%.

The daily changes in water content after saline treatment resulted in parallel with the changes in 'control' cultures for about two-week's duration and without reference to development of burn symptom in leaves, the

difference from the water content in 'control' leaves spreaded not at all. However, considering data from the hourly changes of water loss in a day, the changes of leaf water content in 'saline' cultures were closely related with the changes of both air-temperature and air-humidity in comparison with 'control' cultures and then it seemed that the internal water balance in the daytime was breaked easier in 'saline' cultures than in 'control'. In this connection, although it is needless to say that the development of saline injury is caused by the abnormal water-metabolism on crop, it is considered that the developmental mechanism of saline injury can not be sufficiently analysed by the abnormality of water-metabolism alone.

Levels of sodium content in green part of 'saline' leaves were higher than 'control' leaves and in regard to nutrient effect, it was found that the level of sodium content in full nutrient culture was the lowest of all and next lower in potassium-deficiency plot and also thirdly low in phosphorus-deficiency, but the levels of sodium content in non-nitrogen plot (-N, O) were greatly higher than in nitrogen supply. And also in more affected leaves, the effects of nutrients for sodium accumulation were similar as above, though levels of sodium content were higher. On the other hand, the sodium contents in 'control' cultures were contrary to the order resulted from the salinization. Accordingly, it seems that the increasing nitrogen or phosphorus supply, especially nitrogen, control the exce-

ssive accumulation of sodium in leaves and result in decrease of the saline injury in light of the fact described in previous report, the severity of symptom in 'saline' culture following the accumulation of sodium or chloride.

Leaf elongation was inhibited greatly by saline treatment, and it was found that the leaf elongation in 'saline' cultures was least inhibited in nitrogen-deficiency plot and more in phosphorus-deficiency and next more in potassium-deficiency and most in full nutrient plot, while the absolute leaf-length elongated for treatment-duration was the most in full nutrient plot against before and 'adaptability' of leaf elongation in saline condition was higher in full nutrient plot than in other nitrogen-supply plot. However, it was also

found that days required for development of burn symptom in 'saline' leaves were less and total severity of saline injury was more greatly in non-nitrogen plot (-N, O) than in nitrogen supply (NPK, -K, -P).

Therefore, it may be said that nutrient supply, especially nitrogen and phosphorus, reduce the saline effects, and the development of saline injury is not only caused by the abnormality of water balance in crop, but also attributed to the presence of abnormally high amount of salt in crop. Actually at the polder fields located on the seacoast and the reclaimed land in Japan, it is clear that large quantity of nitrogen fertilizer is applied and attended with satisfactory result for crop production.