

# 作物の耐塩生態型におけるNの役割 (1)

小合 龍夫\*・森脇 俊二\*

## Relationship between certain Nitrogen Fractions in Leaf-Blade of Crops and Salt Tolerance (1) Tatsuo OGŌ and Shunzi MORIWAKI

塩水処理に伴う作物の葉枯れ現象、伸長の抑制などの被害の現われ方が各種の外的条件に左右されてその様相を異にすることについてはすでに明らかにし、これらの外的条件によってつくられる生態型から耐塩生態型の成立が可能であることを推論した。<sup>(6)(5)</sup> またこの生態型のもつ共通点は塩水被害の発現機作に関連するものと考えて来た。本報では耐塩生態型をつくりだす外的条件のあり方、すなわち塩水被害の発現に対して可変要因としての性格を明らかにしようとし、とくに外的N条件によって誘導される内的N条件がイオンの作用力に対してどのような関係にあるかを検討するため、塩水処理個体のN-化合物の動きを求めた。このうち葉身内水溶性蛋白については、すでに前報において、その紙電気泳動像を概観し、耐塩生態条件として重要な fraction であることを指摘した。

本実験を遂行するにあたり、終始御指導を賜った京都大学教授長谷川浩博士、および日常不断の討論を惜しまれなかった研究室の各位に感謝の意を表す。また本研究の一部は文部省科学研究費の助成によった。

### 材料および方法

#### ① 耐塩生態型を与える外的条件としてのN条件の有効性と限界

水稻朝日をガラス室内  $\frac{1}{5000}$  a Pot に播種 (19/VIII '63) 砂耕し、所定の肥料条件 (第1表) におき (4/IX '63) 10日後 (13/IX '63) 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%の各塩水処理を行ない、30日目 (2/X '63) 根部をできるだけいためないように抜き取り、80°Cで熱風乾燥後地上部重、地下部重を求めた。なお、葉枯れ程度の表示については従来の方法に従い、葉枯れが発現するまでの処理後日数を平均葉枯れ発現日数とした。

さらに同様の実験を小麦農林72号を用いて行なった。ガラス室内  $\frac{1}{5000}$  a Pot に播種 (6/XI '63) 砂耕し、第3葉抽出時に所定の肥料条件 (第2表) を与え、(18/XI '63) 15日後 (3/XII '63) 0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%,

0.8%, 1.0%, 1.2%の各塩水処理を行ない、52日目 (24/I '64) に抜き取り、80°C熱風乾燥して乾物量を求めた。

またN条件の与え方として尿素の葉面散布による場合を設け、考察の資料とした。すなわち水稻朝日を  $\frac{1}{5000}$  a Pot に播種 (7/V '63) 砂耕し、塩水処理日 (0.8%塩水使用) の前日 (2/VII '63)、処理後3日目、10日目に尿素葉面散布 (0.5%液使用) を行なった。用いた培養液は第1表、第1区と同様である。

#### ② 塩水処理個体の体内N-化合物の動き

水稻朝日を用い、ガラス室内  $\frac{1}{2000}$  a Pot に播種 (7/V '63) 砂耕し、上層土約2cmは畑土壌で被覆した。10/VI '63 に所定の肥料条件におき高N条件には第1表3区、低N条件には、同表0.5区と同様の培養液処方で処理した。肥料処理後1カ月を経過し、両N条件下の個体が外観明らかに区別されるに至った後、塩水処理を行な

Table 1 List of treatments and pertinent characteristics of solutions (Rice plant) : mg per liter

Treatment	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	total -N	Other elements
0.5	0	12.8	12.8	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 13.0
1	10.2	12.8	23.0	K <sub>2</sub> O : 17.2
2	30.6	12.8	43.4	CaO : 20.5
3	51.0	12.8	63.8	MgO : 22.1

Table 2 (Wheat plant) : mg per liter

Treatment	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	total -N	Other elements
0.25	0	5.1	5.1	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 13.0
1	7.7	12.8	20.5	K <sub>2</sub> O : 68.8
2	17.9	23.0	40.9	CaO : 10.2
3	28.2	33.3	61.5	MgO : 14.7
4	38.4	43.5	81.9	

本報告は昭和39年4月 日本作物学会第137回講演会に於て発表

※ 作物学研究室

った (8/VII'63)。高N条件では第11葉抽出時、低N条件では第10葉の抽出時であった。処理後14日目に第1回の試料を得、以後、7日目ごとに処理後42日目まで5回採取した。この間の湛水塩分濃度 (NaCl%) の消長は7月31日までは平均0.7%NaCl、8月1日以降19日までは平均0.4%NaClで経過した。この塩分濃度が8月1日 (第2回試料採取後) に希釈されたのは、すでに生育相を異にした場合の被害の現われ方について報告したように、葉枯れがこの期に著しくすみやかになるのを防いだものである。これらの個体については塩水処理時の抽出葉を培地の高N条件、低N条件とも0位と名付け、下位へー1、-2の各葉、上位へ+1葉計4葉を対象として、それぞれの葉身に含まれるN化合物について分別分析を行った。

(i) 全N: 各葉位ごとの葉身4~5枚について、採取後直ちに秤量、セミマイクロキュールダール法によった。

(ii) 水溶性蛋白態N: 各葉位ごとの葉身4~5枚を秤量、乳鉢でじゅうぶん磨砕後、遠心分離し (12000 × g - 30分)、上澄一定量を取り、TCAを10%になるように加え、一晚冷蔵庫に置き、ろ過し、沈澱中に含まれるN量によってあらわした。

(iii) 水溶性非蛋白態N: 前項ろ液中のN量によってあらわした。

(iv) (アマイド+アンモニア) 態N: 前項 (iii) 液

を6N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>で加水分解後中和し、アルカリ性で常温による通気操作を行ない、残余N (主としてアミノ態N) を求めて (iii) 液N量との差によってあらわした。

(v) 全蛋白態N: 全N量と水溶性非蛋白態N量との差によってあらわした。

### 結果および考察

#### ① 耐塩生態型を与える外的条件としてのN条件の有効性と限界

根圏のN濃度、塩水処理濃度を異にした場合の地上部乾物生産量の変化については第1図に示した。塩水濃度の上昇に伴って乾物生産量を減ずることは、すでに明らかにしたが、N条件は塩水環境下においてもその生産量を増加するのに役立っていることが明らかにされた。

しかし塩水処理濃度が比較的高い条件では、N条件の生産量増加に対する効果は低塩水濃度の場合に比して著しく減ぜられ、塩水濃度自体の作用力がNの作用力に比して著しく大きくなり、N条件の有効性は低下した。このことはN条件によってつくられる耐塩生態型の限界を示したことになる。また、同図に水稻地下部の変化をも示した。この場合も前者と同様にいえるが、T/R-ratio

に示すように、塩水濃度が高まるにつれて、地下部生産量は地上部生産量に比して生産障害が大きいかもわかった。第2図には葉枯れ程度および葉枯れの現われ方として、塩水処理後当該葉身が葉枯れを現わずまでの日数、平均葉枯れ出現日数を示してN条件の有効性を検討した。すなわち、N条件による葉枯れの軽減は明らかで、葉枯れの現われ方においても、培地の高N条件では葉枯れの出現をおくらせていることが明らかである。

この葉枯れの軽減に対する有効性は上位葉に進むにしたがって、葉枯れのための塩水濃度限界を高め、塩水環境下の適応の様相が示され、N条件はこの適応の姿を早めるのに役立っているようにみえる。しかし、下位葉では塩水処理濃度限界が低い一方、高塩水濃度条件では、培地の高N条件がむしろ葉枯れを早めているようにみられる。

このことは、おそらくこの場合のN条件が塩水処理に先んじて与えられていたため、塩水処理時の被害として根圏の浸透圧落差の極端な減少に基づく脱水現象の結果が単に ageing を早めた結果によるものであろうと思われる。ここに述べるイオンの作用力に対する作物体の特異的關係の成立に基づく結果とは異にして考察されるべきものと考えている。第3図に葉身の伸長経過に対するN条件の有効性を検討した。第3-1図は水稻における尿素葉面散布処理によるN条件の適用に対して求め、第3-2図は小麦のN条件と塩水処理条件とが同時に与えられた場合、第3-3図はN条件が前歴にある場合で、水稻では無処理個体、小麦では3倍N条件の無塩水処理個体の伸長量を100とした指数で比較された。すなわち、N条件は塩水処理に伴う伸長速度の著しい低下を

はばんでいることが明らかとなり、また水稻の尿素葉面

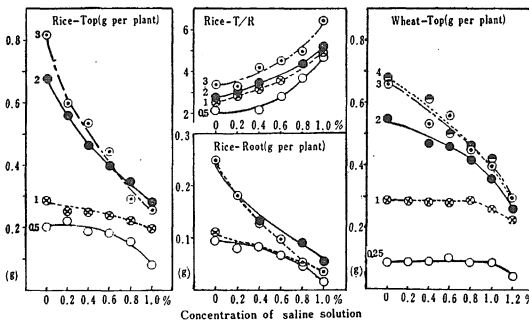


Fig. 1 Relations between dry matter production and level of nitrogen supply under saline conditions

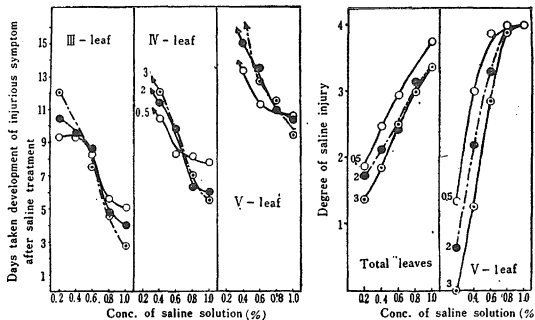


Fig. 2 Actual aspect of saline injury in different levels of nitrogen supply (Rice)

はばんでいることが明らかとなり、また水稻の尿素葉面

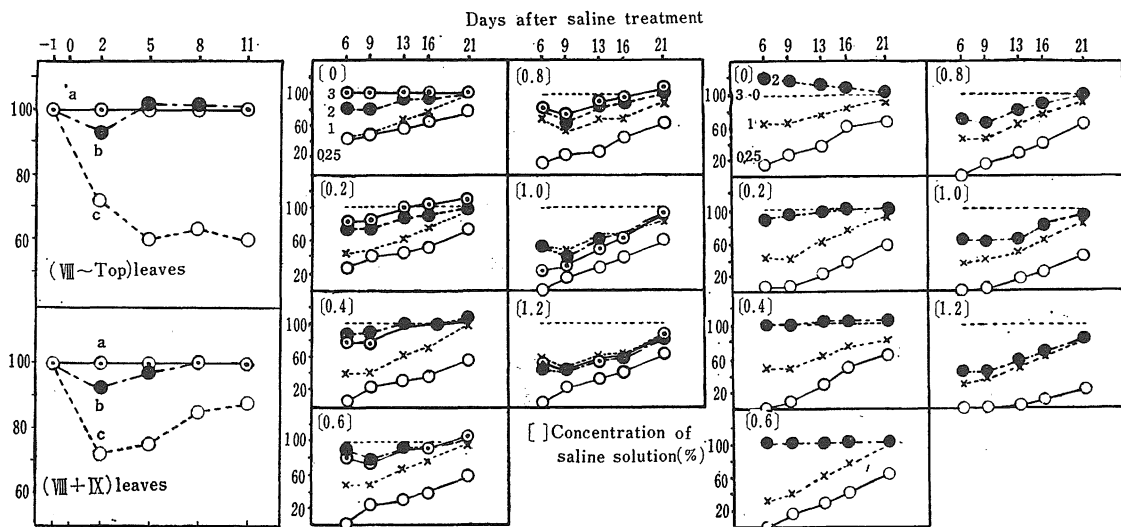


Fig. 3-1 Effect of foliage dressing of urea (Rice)

Fig. 3-2 Nitrogen supply at the same time as saline treatment (Wheat)

Fig. 3-3 Nitrogen supply before saline treatment (Wheat)

a : Untreated  
b : Saline treatment + Urea supply  
c : Saline treatment only

Fig. 3 Relations between growth of leaf-blade in saline crops and level of nitrogen supply under saline conditions

散布については以後の伸長をすみやかに回復させ、とくに延葉長においては、その著しい効果がみられ、伸長の抑制を軽減していることが明らかである。

② 塩水処理個体の体内N-化合物の動き

第4図は前項乾物生産量の動きから耐塩生態型の限界を求めた水稻個体における1株平均地上部および地下部N含有率および平均1株N含有量について塩水処理濃度との関係を求めたもので、耐塩生態型を成立させるNの動きを考察した。すなわち葉枯れなどの被害の著しい高塩水濃度区を除いては塩水処理によってN含有率が高まっている。このことはすでに報告し、また下瀬、岩城らの認めたと同様である。さらに外的N条件は塩水環境下の個体のN含有率を明瞭に高めていることも明らかである。しかしこれに伴う乾物生産が塩水処理濃度の支配を著しく受け、個体当りのN含有量が著しく低下した。このことは塩水環境下のN利用の機能の低下を示したものであって、塩水環境下の発育に対する制限要素になることを示すように思われる。

つぎに培地の高N条件、低N条件下の個体における体内N-化合物に対する塩水処理の影響については第5図に示した。

すなわち、全N含有率、全蛋白態N含有率の動きは、既述したようにむしろ増加する場面が多くみられるが、しかし、当該葉身に葉枯れをみる時期に達しても、またそれ以後においても著しい変化のある推移がみられなくて、この両N含有率の動きからでは、葉枯れ発現の機作の解明に近づくことが困難である。もちろんこれらも

ageing によって減少して行くが、とくに葉枯れがあらわれた時にも著しい減少が示されなかったことは、この葉身の外観健全部に代償的代謝が誘起されていることを推論させ、さらに被害が局所的であることを示しているともいえる。また塩水環境下においても、培地の高N条件下の個体は低N条件下の個体比べてつねに高い含有率を示すことは、培地の高N条件が葉枯れを軽減させることと共に、このN条件の関与する内的生態の存在が耐塩生態型の成立に対してきわめて有意とされる。水溶性蛋白態N含有率の動きについては、前二者に比べて、葉枯れとともに特異の動きを示した。すなわち、当該葉身に葉枯れが現われるまでは、むしろ塩水処理によって

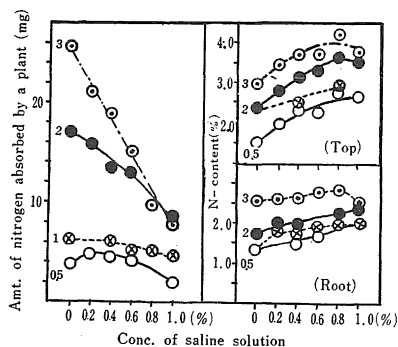
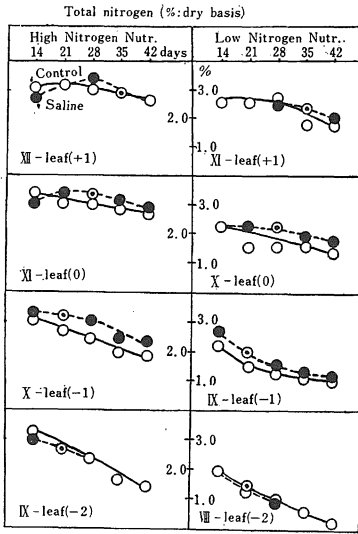
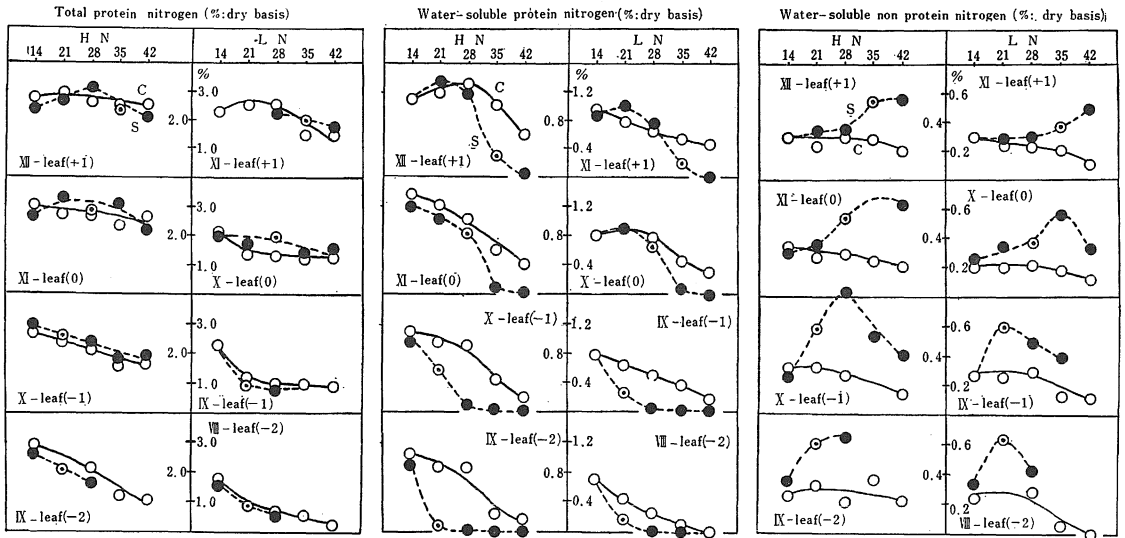


Fig. 4 Amt. of nitrogen absorbed by a plant and nitrogen content on dry basis (Rice)



増加する場合も多い。さらに被害が現われはじめると極端に減少して、被害の発現と強く対応しているようである。この水溶性蛋白態N含有率の動きについては、すでに報告したように、葉身の部位別含有量と葉枯れ現象と結びつけた時一層明らかとなり<sup>(6)</sup>、またこの蛋白が少なうとも生理代謝の中軸をなすことは明らかで、生的要素としてきわめて重要な fraction であることから、この動きが重視され、害作用に対するイオン作用力と特異的關係を有する要点のように考えさせる。また耐塩生態型をつくる培地高N条件下の個体では、元来この画分の絶対量も高く、このことは前報<sup>(7)</sup>ですでに推論したように、耐塩生態型の成立の条件のように考えさせる。また第3表に尿素葉面散布効果の水溶性蛋白の動きを示したが、塩水処理に伴って、下位葉の著しい減少を認める一方、この環境下でも尿素葉面散布個体は各葉位の水溶性蛋白態N濃度を高めていることから明らかにされる。すでにこのような事は、耐寒生態の条件的要素として、Briggs, Jung<sup>(1)(9)</sup> らが、この画分を重視して、従来説明で



C: 'Control' plant (Untreated), S: 'Saline' plant    ⊙ : Leaf-blade fallen to withering (Amide+NH<sub>3</sub>)-N/Amino-N: HN-(+1), 35th day: C=48/52, S=63/37, LN-(0), 35th day: C=26/74, S=63/37,

Fig. 5 Changes in nitrogen fractions in leaf-blade of rice plant under saline conditions

きなかったこれらの生態に対する N の作用力として報告していることに類似する。つぎに水溶性非蛋白態Nにおいても前者同様被害の発現とよく対応し、葉枯れの発現にあたって著しく増加する。とくにこの画分の変動する状態にあっては、この画分を構成する(アמיד+アンモニア)態Nがアミノ態Nに比して著しい増加を示し、無処理個体が自然枯死する場合の比率と著しく異なっていることとともに(第5図)きわめて特異であり、蛋白の分解が強制されていることがわかる。一方 *in vitro* の汁液中の NaCl の存在は水溶性蛋白画分を減じ、水溶性非蛋白画分を増し、さらに不溶性の画分も生

ずるようであり、またイオン濃度が増すとこれらの動きも著しくなるようである。(著者:未発表)。したがって *in vivo* ではそれほど単純ではないとしても、このあたりが塩水処理に伴う作用点であるようであり、この動きを支配する要素が被害の発現機作に関連させられる作用力となるように考えさせる。すなわち害作用としてイオンの作用力と特異的關係を成立させる場面でのN条件の役割は耐塩生態型をうる大きな要素となるようである。この水溶性蛋白に対するイオンの作用力についての考察および害作用を構成する特異的關係についての論議は次報にあらためる。

Table 3 Water-soluble protein nitrogen in saline rice plant with foliage dressing of urea (% : dry basis)

Leaf-order Treatment	5	6	7	8
Untreated	1.03	1.25	1.35	1.34
Saline treatment + Urea supply	0.28	0.72	1.13	1.43
Saline treatment only	0.11	0.47	0.91	1.01

## 摘 要

すでに特定の外的条件は塩水被害を軽減するのに役立つことを明らかにし、このことは耐塩生態型の成立を可能にすることを推論した。本報では外的N条件が被害の発現をかえることから、イオンの作用場面におけるN条件、すなわち各種N-化合物の動きを明らかにしようとした。

その結果、外的N条件は塩水環境下でも乾物生産量を高め、葉枯れの発現、伸長の抑制を軽減するのに役立つが、塩水処理濃度が高まるとその有効性を減じ、耐塩生態型の限界がみられる。また塩水処理の影響はNの吸収利用の機能を低下させ、培地の高N条件においては一層著しいが、同一塩水環境下ではつねに高N培地において高められ、耐塩生態型の方向づけに役立っている。このような条件下のN-化合物の動きでは、全N、全蛋白態

N画分の動きは塩水処理に伴って一端増加するが、直接葉枯れ現象とは結びつかなかったのに対し、水溶性蛋白画分および水溶性非蛋白画分の動きは葉枯れの現われ方とよく対応し、前者は葉枯れの直前には増加の方向におかれ、葉枯れが現われる段階に達して急激に減少の過程をとる。その結果、後者の画分が極度に増加して蛋白の分解が強制されていることがわかり、この両画分が害作用としてのイオンの作用力に対して関係をもつ特異点であることが示唆された。

## 引用文献

1. Briggs, D. R., and Siminovitch, D. : Arch. Biochem. 23 : 18-28, 1949
2. 岩城鹿十郎 : 愛媛大紀要 2 (1) : 1-156, 1956
3. Jung, G. A., and Smith, D. : Agronomy Jour. 53 (6) : 359-364, 1961
4. 小合龍夫 : 日作紀 24 : 314, 1956
5. 小合龍夫・西川省三 : 島根農大研報 8 (A) : 1-8, 1960
6. 小合龍夫・堀江保博 : 日作紀 29 : 213-215, 1961
7. 小合龍夫・堀江保博・西川省三 : 島根農大研報 10 (A) : 5-8, 1962
8. 下瀬昇 : 日土肥 27 : 193-196, 1956
9. Siminovitch, D., and Briggs, D. R. : Arch. Biochem. 23 : 8-17, 1949

## Summary

The changes which occur in the water-soluble protein nitrogen, the water-soluble nonprotein nitrogen, the total protein nitrogen and the total nitrogen of the leaf-blade of crops had been traced at successive growth stages in relation to the variation in their salt tolerance with environment.

In the 'saline' crops grown under higher level of nitrogen supply, the dry matter productivity was higher than in lower level and the ability of crops to survive salinized environment was raised.

Of the nitrogen fractions determined, the total nitrogen and the total protein nitrogen were found to increase in concentration in the leaf-blade along with the development of salt tolerance but there were no relation to the development of saline injurious symptom. A close relationship between the content of the water-soluble nitrogen fractions in the leaf-blade and salt tolerance was characteristically observed. The water-soluble protein nitrogen was found to increase in concentration in leaf-blade along with the development of salt tolerance and to decrease with the disappearance of salt tolerance, the saline injury producing an increase and then the water-soluble nonprotein nitrogen increased remarkably.

The correlation observed between the change in water-soluble protein and salt tolerance suggests that the constituent bears some causal relationship to the mechanism of salt tolerance.