

# 塩水処理を受けた作物の葉身内Cl量 (3)

〔作物の耐塩生態型に関する研究〕

小合龍夫・堀江保博\* (作物学研究室)

Tatsuo OGŌ and Yasuhiro HORIE

Chloride Content of Leaf-Blade in "Saline" Crops (3)

(Studies on the "Salt Tolerance" in Crops)

筆者らは塩水をかんがいした作物体に含まれてくるNa, Clイオンを追跡して、塩水被害の発現、進行がこれらイオン量の過剰とも関連していると考えてきた<sup>(3)(4)(5)(6)</sup>。すなわち、これらイオンの蓄積は作物体全体においても、一葉身内においても局所的であって、被害の大きい下位葉はつねに上位葉より多く、被害の程度を等しくしても、葉位が異なると下位葉に多いこと<sup>(3)(4)</sup>、また処理濃度が異なれば濃度が高いほど多いこと<sup>(6)</sup>を明らかにした。さらに葉身の被害の進行に伴っては、被害の最初に現われる先端部がつねに多いことはなく、葉身の先端枯死部と外観健全部との境界付近が最も高い値を示すこと、また被害葉の外観健全部では、その葉位の上位葉、あるいは低濃度処理の枯死部よりも多い場合があることも明らかにした<sup>(6)</sup>。これらの結果から、Na, Clイオンの作物体内における行動は被害の発現、進行に関与して、その分布の様相も特異のようであったが、いまだ被害の現われ方に直結させて考察するまでに至っていない。

本報では前報<sup>(6)</sup>によって得られた被害の進行に伴うイオンの分布を追試することにより、塩水処理個体の被害とClイオンの分布形態の動きを考察して、この面に関する報告を補なう。

本実験を行なうにあたり、高野圭三教授より御助言を得、村上光興君の援助を得た。記して謝意を表す。

## 材料および方法

水稻を材料にした場合は、前報<sup>(6)</sup>に用いた個体のうちから、同じ葉位の葉身で、しかも外観の被害程度が葉身の $\frac{1}{2}$ 程度および全葉身がほぼ完全に枯死しているものだけを分析に供した。葉身は基部から3~5cmに分割して、

それぞれのCl量を既報<sup>(6)</sup>に従って求めた。

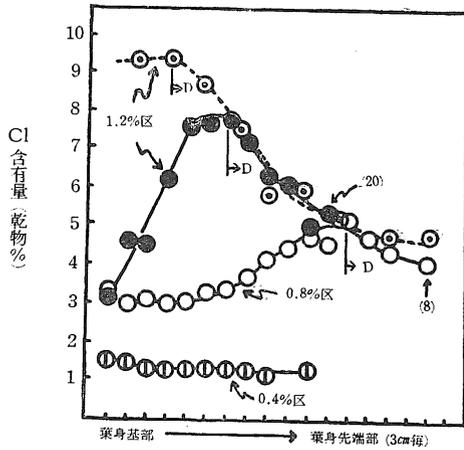
小麦を材料にした場合は、小麦農林72号をガラス室内1/2000aポットに播種(1/XI, 1960)、砂耕し、第5葉抽出時(20/XII, 1960)に1.0%塩水で処理した。第8葉抽出時(23/I, 1961)に葉位別に葉身を採取し、3等分して、それぞれのCl量を求めた。この材料については肥料要素欠条件<sup>(6)</sup>を与えた試験区を併行させている(肥料処理は播種後17日目)が、求めようとするCl量の分布形態については各試験区とも例外なく、同様であったので、結果はN肥料条件下の個体についてのみ記載する。また葉位別Cl量を被害程度の近似した範囲内で比較するために小麦6品種(農林4, 20, 24, 68の各号, 江島神力および埼玉27号)をガラス室内1/240aポットに播種(1/XI, 1960)、砂耕した。22/II 1961(播種後84日目)に1.2%塩水で処理し、処理後16日目(10/III, 1961)および50日目(13/IV, 1961)の葉身を葉位別に採取した。この分析に供した葉身はすべて塩水処理時の既展開葉であった。

## 結果および考察

葉身の枯死とCl含有量との関係については前報<sup>(6)</sup>に報告したように、葉身に被害が出現してのち、進行する過程では、枯死した部分と外観健全な緑色部位との境界付近で最大の含有量を示し、最初に被害が現われてくる先端部位ではむしろ少ないようであった。このことは同じ葉位の葉身で、同じ期間に被害が一層進んでいた場合でも同様に観察されて(第1図, 前報<sup>(6)</sup>の結果をも再記した)、おそらく被害の進行に伴ってはつねにこの分布形態を示しているものと考えてよい。また被害が葉身の基部に向って進む場合のこの境界付近のCl量は基部に近づくほど多くなるようであって、葉身が完全に枯死した場合は先端部位が最も少なく、基部に最も多い分布とな

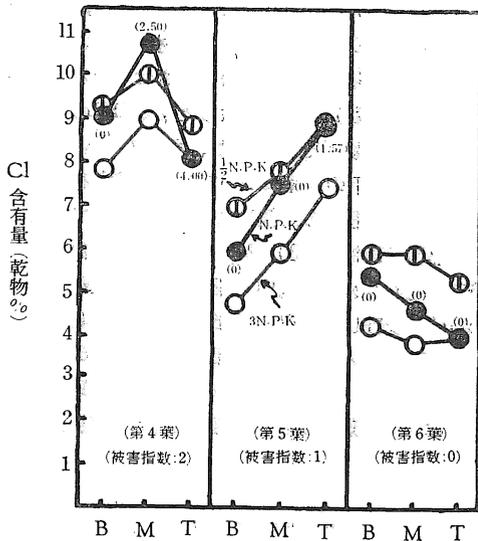
本報告の一部は日本作物学会第131回講演会において発表

※ 現在は島根県赤来農業改良普及所



( ) 内数字は一括して分析した先端までの長さ (cm)  
D : この部より先端まで完全枯死を示す

第1図 水稻の葉身部位別 Cl 量



B : 葉身の基部, M : 葉身の中央部, T : 葉身の先端部  
( ) 内数字は N・P・K 区の平均被害指数

第2図 小麦の葉位別, 葉身部位別 Cl 量

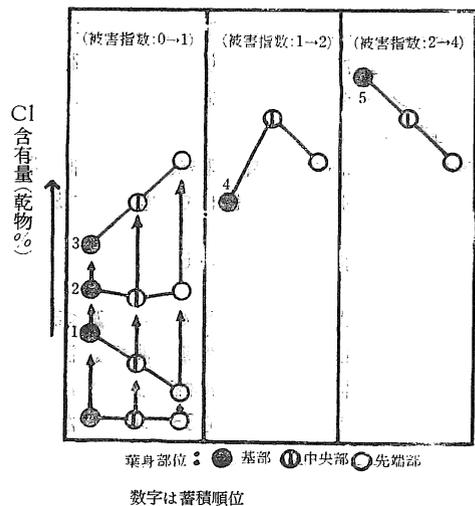
り, 葉身各部位の被害に対する限界量が異なっていることがわかった。同様の結果は小麦においても観察できた。すなわち第2図に示したようにその第4葉ではほぼなかば枯死した葉身であったが, 各肥料区とも例外なく, 上述の分布形態を示し, 葉身の中央部位の含有量が最も多かった。

つぎに被害があらわれるまでの分布については, 異なる葉位から各段階の被害程度をもつ葉身を得て, その経過を考察すれば, 被害の出現時には先端部に最大の量を示していること (第2図—第5葉), またこの期に至る

まではむしろ基部に多く含まれる場合もあること (第2図—第6葉, とくにこれらのごとに関連してはすでに  $Cl^{36}$  を用いて, 葉脈に多いこと, また葉身の先端部に沈着が起ることなどが報告されており<sup>(6)</sup>, さらに低濃度処理によつては葉身の各部位が大差ない含有量を示していること (第1図—0.4%区) など, 多くの場合がみられていた。

これらの結果から推して, 塩水処理に伴なって葉身に Cl が蓄積される経過と被害の発現, 進行する様相とを関連づければ, おそらく第3図に示した模式図のように説明できよう。すなわち, ごく初期ではむしろ葉身の基部に多く蓄積され (図中順位: 1), その後, 葉身の各部位に含まれる量はそれぞれ増加して行くが, 先端部ではしだいに濃縮されるように, この部の含有量を増し (順位: 2), ついで急速に増加するようになると (順位: 3) この部が枯死してくる。さらに吸収あるいは転移して, 蓄積が続き, 体内に増加する Cl はその枯死部と外観健全部との境界付近に多く蓄積され, この部位が葉身内の最大値を示すようになる (順位: 4)。ついでこの最大量をもつ部位はしだいにその絶対量をまじつゝ基部に向い, 葉身は完全に枯死して終るようである (順位: 5)。

このような Cl の蓄積と被害の発現, 進行との間に一連の關係が存在することは塩水被害の発現機作を考察する重要な一面であり, Cl の蓄積経過は被害に対する内的限界量の存在およびその限界量の変化には葉身各部位の内的状態の相違が関連すること, さらに体内イオン量に対する相対水分量, いいかえれば被害の発現進行に対するイオンの内的相対限界濃度の存在などを提唱させる<sup>(4)(6)(7)</sup> 根拠となった。



葉身部位 : ● 基部 ○ 中央部 ○ 先端部

数字は蓄積順位

第3図 Cl の蓄積経過の模式図

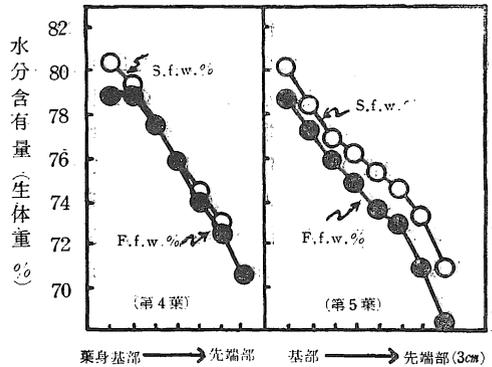
このことについては標準無処理個体における葉身内の水分の分布も (第4図) Cl の分布結果と同じように、葉身各部位の含有量に差があって、つねに基部に多く、先端部に少ないことが明らかにされ、被害の発現、進行に関連した Cl の分布とよく対応していることによるものである。またこの水分量の分布結果では saturated fresh weight % で示しても同様で、試料の膨潤度は葉身の部位によって大差ないことも考慮した。

さらに塩水処理に伴う内的代謝機能の攪乱が被害を誘起することにおいては、被害を発現する限界量に内的状態の相違が関連することを示唆し、これらはすでに報告した生態要因の差が被害の発現の様相を変えることにもみられる。たとえば塩水処理個体における N 肥料条件の差異が Cl の蓄積の様相を変えると同時に被害の現われ方に運速を与えていることなどは<sup>(4)</sup> これらの個体が元来内的代謝機能の相違を有していることから、この機能の差に見合う Cl 量の蓄積が被害の発現に関与してくると考えられるからである。これらのことから、Cl の蓄積を支配する要因と内的代謝機能を支配する要因の撰択は耐塩生態型を探索する重要な要素となってくるように考える。

しかし Cl が体内を容易に移動し、各葉において再流出、移入なども容易に行なわれる事などはすでに多く報告され<sup>(1)(2)(6)(9)</sup>、また枯死したのちでも移動は容易に行なわれるであろうし、被害が外観上認められるまでの間にも移動が続けられていることなどは被害に対する量的限界の決定を困難なものにしている。したがって外観から被害を分別する限りにおいては、直接 Cl 量を追跡しても、その結果が直ちに被害を与えるに要する限界量であったとするわけにはいかない。

つぎに一枚の葉身の Cl 量を表示した場合には被害程度を同じくしても、塩水処理濃度、および採取時期が同一のものに限定されていた試料では下位葉において<sup>(3)(4)</sup>、また採取時期と葉位を同じくされていた試料では高濃度処理において<sup>(6)</sup>、いずれも含有量が多く表示された。しかし第5図に示すように、葉位を異にして同じ被害程度の試料を得ようとするれば、当然葉位ごとの採取時期が異なるわけであり、当然 Cl の蓄積による直接障害のほかに、間接の生理的障害も加わってくるが、この場合の結果からはむしろ間接の障害も小さく、このような場合では前者とは逆に上位葉の Cl 量はおそらく同じ被害程度であった時期の下位葉よりも多く含まれているとする場合が多く観察されて、つねに外観被害と直接結びつけることができないようであった。

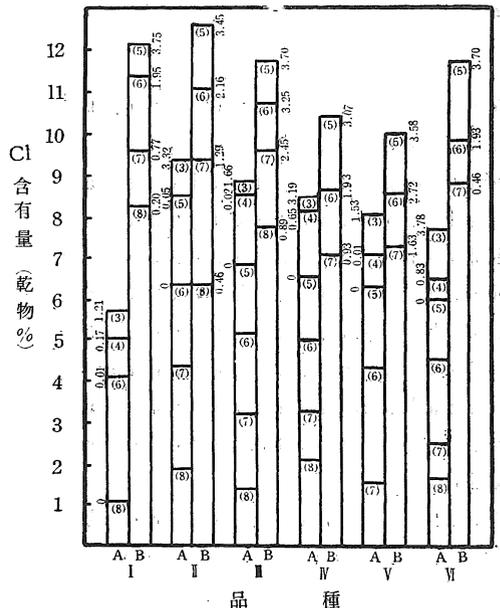
このことについて第3図を説明するならば、おそらく外観健全部の含有量の変異として扱うことができよう。すなわち外観被害に至るまでの蓄積量の相違のほかに、



材料：水稲農林44号 (慣行栽培)，採取日：13/VI. 1961  
S.f.w.% : Saturated fresh weight %  
F.f.w.% : Field fresh weight %

第4図 水稲標準個体の葉身部位別水分量

上述した内的限界量に葉身の部位による差異があることはその葉身の被害程度を変えることなしに、外観健全部の含有量を一層異にすることができるわけで、この部に蓄積される速度に相違があれば、その結果、含有量に差があらわれることになるからである。したがって処理濃度、処理期間、また葉位の相違は結果的にこの部に蓄積される量を異にしたと考えることによって説明することができて、それぞれの相違は内的限界濃度に相違があるとするにはあたらないようである。また前報<sup>(6)</sup> に示した裸麦



I : 農林24号, II : 全68号, III : 全4号, IV : 全20号,  
V : 江島神力, VI : 埼玉27号, A : 16日目, B : 50日目  
( ) 内数字は葉位, 横書き数字は被害指数 (0.00→4.00)

第5図 小麦6品種の葉位別平均Cl量の時的消長

の葉身内分布が本結果に示した分布経過ほど明確でなかった点は葉身各部位の限界量に差がある上に、結果的に蓄積の速度が早まっていたこと、また葉身長が分割分析に対して短かすぎたことなどによったものと考えらる。

以上総括してこれらの結果は塩水被害の発現、進行に対して体内の過剰のイオン量が対応していることを一層明確にした。とくにイオンの蓄積の遅速は耐塩生態とも関連し、また水分量との関係から得られる内的相対限界濃度、さらにその内的代謝系における関係位置などは耐塩生態型を求める基本となるように考える。このことは既報<sup>(9)</sup>においても推論してきたところであり、今後の課題とされる。

### 摘 要

塩水処理によって作物体内に含まれる Na, Cl イオンが被害の発現、進行に関与して、その分布の様相も特異であることについては、すでに報告したが、いまだ被害の現われ方に直結させるまでに至っていない。本報ではこの点を追試して既報を補うことにした。

塩水処理によって葉身は最初にその先端部を枯死させ、いわゆる tip burn を示すが、この時の Cl イオンはその先端部に最も多く分布した。ついで被害は葉身の基部に向かって進むが、含まれる Cl イオンは葉身の外観健全全部と枯死部の境界付近に最大の量を示しながら、しかもその絶対量をましながら、被害と平行して進み、その葉身が完全に枯死する時は基部に最も多く含まれるよ

うになる。

また葉身の被害程度によって求めた Cl 量には被害と直結しない外観健全全部の Cl 量の変異を含んでいることが明らかとなった。

つぎに枯死部と外観健全全部との境界付近の Cl 量が被害の進むに従って、いいかえればその部位が葉身の基部に近づくほど多いことについては同様の分布結果を示した水分量とともに筆者らが提唱してきた内的限界濃度の存在を示唆している。

### 引用文献

1. KRAMER, P. J. : Science 125 : 633—635, 1957
2. 三井進午・熊崎喜久雄・前沢利雄・太田正 : 土肥誌 32 : 121—124, 1961
3. 小合龍夫 : 島根農大研報 7 : 1—6, 1959
4. 小合龍夫・西川省造 : 島根農大研報 8(A) : 1—8, 1960
5. 小合龍夫・富山哲夫 : 島根農大研報 9(A) : 10—12, 1961
6. 小合龍夫・堀江保博 : 島根農大研報 9(A) : 13—17, 1961
7. 小合龍夫・堀江保博 : 島根農大研報 10(A) : 5—8, 1962
8. 下瀬昇 : 土肥誌 30 : 452—454, 1959
9. WOOLEY, J. T., BROYER, T. C., and JOHNSON, G. V. : Plant physiol. 33 : 1—7, 1958

### Summary

For the purpose of supplementing the previous reports, special attention was focused on the distribution of chloride ion contained in a leaf-blade of rice and wheat plants, relating with the leaf-burn symptom due to saline treatment.

The first observable effect produced by saline treatment was a slight burning at the tip of the leaf-blade and the burn symptom became progressively severer into the leaf-blade.

When the leaf-tip had been killed with the tip burn, the chloride content of the leaf-tip expressed as the dry weight basis was larger than that of the still-living part. With the progress of the visible symptom in a burned leaf, the greatest percentage of chloride ion was recognized in the "toxic" part between obviously injured part and living part in a leaf-blade, and in a entirely burned leaf, showing the severest injury, the basal part of the leaf-blade had the greatest amount of chloride ion.

From these results, it may be considered that the variation in the total chloride content of a leaf-blade which shows the same severity of burning is caused by the variable levels of the chloride content required to develop the visible symptom in each part of a leaf-blade. The water content as well as the chloride in a leaf-blade was also larger in the leaf-base, and the above results may show one of the reason why the authors have insisted on the presence of a critical concentration of chloride ion within the leaf-blade, connecting with the development of burn symptom.