

作物の塩害に関する研究

第I報 その2 小麦の幼穂形成期*に与えられた塩水が その後の生育並に稔実に及ぼす影響

小合龍夫・笹井一男

Studies on the Saline Injury on Crops.

I-2 The Effect on the Growth and on the Maturity of Wheat as produced by the Saline Water Irrigation at the Ear Formation Period.**

T. OGŌ and K. SASAI

The authors have investigated the specific effect on the growth and on the maturity of wheat (var. *Nōrin* No. 52) which was treated by the irrigation with saline water containing 2.5% NaCl during 10 days at the ear formation period.

The results obtained can be summarized as follows :

1. In the plants which were injured by the saline irrigation water at the ear formation period, the rate of reduction of days required for the development of symptoms of saline injury on leaves which already appeared was no larger than in the plants irrigated with the saline water at the other growing periods; but in the new leaf which developed after elimination of NaCl on the plants irrigated with the saline water at the ear formation period only the saline injury was observed to remain. However, the rate of increase of the injurious symptoms after elimination of NaCl on the different leaves on the main stem according to the leaf order was markedly smaller in the plants irrigated at the ear formation period than in the cases where the irrigation was made in the other periods.
2. Though the absolute increment of the symptoms of the saline injury due to the irrigation at the ear formation period was the greatest of all the plants which were injured by the saline irrigation at the other growing periods, the increment after elimination of NaCl was observed to be the smallest in the case where saline irrigation was made in the ear formation period. Therefore, it may be said that the plants irrigated with the saline water at the ear formation period was under the injurious effect of NaCl for a shorter period than those which were irrigated at the other periods.
3. In the plants which were injured on the ear formation period and in the periods just before this period, it was observed that the number of leaves increased.
4. The average number of grains in a spikelet, the average weight of one grain and the maturity index were the greatest in the plants irrigated at the ear formation period.

* こゝで云う幼穂形成期とは特に小穂分化後期をさす。(末次(1949)の分類に従う)

** The ear formation period gives the differentiation of the terminal spikelet.

緒 言

作物の生育が環境に適應して行く能力は各生育相に依つて夫々異なる事は勿論であり、従つて各生育時期に与えられる障害に大小があることも論を待たない。

前報に於て筆者等は塩害による伸長の一時的停止が生育の初期のものに著しく、特に幼穂形成期の塩害はこれが極めて長期に亘ることを認め、此の生育時期が小麦の生育、収量に最も大きな危険期である如く推察した。又主稈の出葉も生育初期の塩害によつて遅延が著しかつたが、幼穂形成期に塩害を受けたものを除いては何れも出穂期に至る迄に殆んど回復した。尤も幼穂形成期のもので、或る程度の回復が見られるが、一方に葉数を増す事実も認められて、被害には補償的作用のある事を推察するに至つた。又葉位別に見た害徴の現れ方及各葉平均枯死速度に於ては新葉の生活機能が延長せられて作物体の回復を促進している様な事実も認め、更に又一穂稔実粒数、同粒重、同平均小穂数、同平均不稔小穂数等収量に關係する要素は生育後期の塩害の場合に顯著である事実を認めた。以上の事実に基いて被害の大きい時期は開花期、出穂期、登熟初期について幼穂形成期である事を報告した。

然して上述の調査はそれ等が大綱を知る上に充分であつたが、与えられた塩害が要因除去後の生育に如何なる關係を有するかについて2, 3の考察を試みた。本文に於ては葉身に現われる害徴の消長と、更に稔実を支配する作物体自体の状態について主として報告し、前報を補うこととする。

実験方法、結果及び考察

小麦農林52号を11月10日 1/2万 Wagner pot に播種し、ガラス室内に於て砂耕試験を行つた。塩水は培養液原液*の1%液に対して2.5%の濃度をもつ人工海水を用い、第1表の如き試験区を設けた。

1) 葉身部の害徴

害徴出現率とその増加率及び葉数等の關係、更に害徴の増加量と経過日数等の關係から塩害経過の考察を行つた。害徴出現率の調査は第10葉まで葉位別に行つたもので、塩水添加より害徴が出現し始める迄の日数の標準無処理区に於ける同葉が自然枯死を始める迄の日数に対する比率で示した。従つて此の値が1以下である場合にはその値が小さくなる程、害徴の出現が早められ、1以上である場合には無処理よりも長く生活機能をもっているものと解すべきで、この値の大小が直接当時の塩害に対する抵抗力の大小に關係するものと考えた。

又害徴増加率は播種後152日迄に完全枯死を認めた葉位について行い、害徴の出現し始めた日より、同葉が完全枯死に至る迄の日数によつて求められた害徴増加線の平均の傾きによつて示した。この害徴増加線は必ずしも直線を示すとは限らないが、一応直線と見做した平均角度をもつて示す事にした。然して此の角度が小さくなる程害徴の進行速度が遅くなる事は云うまでもな

* 培養液原液は次のA液、B液を等量に混じたものを用いた。

A 液 { <ul style="list-style-type: none"> KH₂PO₄ 75g (NH₄)₂SO₄ 37.5g MgSO₄·7H₂O 100g 蒸溜水 1000cc 	B 液 { <ul style="list-style-type: none"> Ca(NO₃)₂·H₂O 37.5g 蒸溜水 1000cc
---	---

Table 1. Design of Experiments

Plot No.	Treatment period by the irrigation with saline water (days after sowing)	Growing stage
C	0	Check (Untreated)
2	7— 17	↑ Tillering
3	17— 27	
4	27— 37	↓ Ear formation period on the main stem
5	37— 47	
6	42— 52	↑ Ear formation period on the 1st and 2nd tiller
7	47— 57	↓ Jointing
9	57— 67	↑ Reproductive cells formation period
11	67— 77	
12	77— 87	↓ Boot
13	87— 97	↓ Heading
14	97—107	↓ Flowering
15	107—117	↑ Maturing
16	117—127	
17	127—137	
18	137—147	
19	147—157	↓

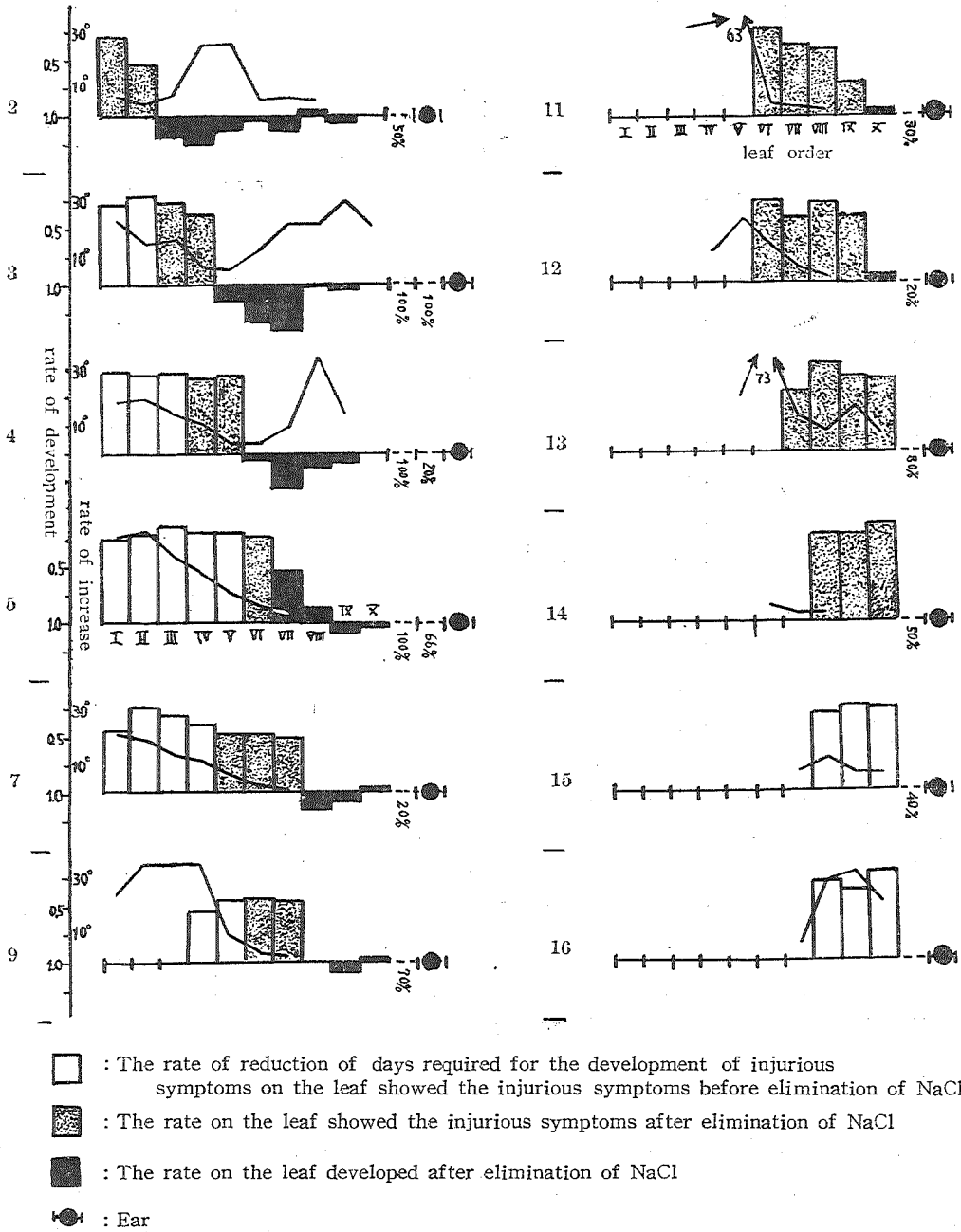
い. 尙害徴の表示*については既報所載の指数に従つた.

第1図に示した如く、塩水を添加すれば必ず葉は枯れ始めて塩害の徴候を示し始める事は明かである(棒グラフ参照). 即ち塩水添加時の既存葉は各区とも何れも急激に害徴を示し始めるが、塩害を与えた時期により、又葉位によつて、その害徴出現までの日数の短縮される割合は僅かに異り、特に第5区の幼穂形成期及び第15, 16区の出穂、開花期の被害を認める事が出来る. 即ち既存葉の害徴出現迄の日数が短縮される場合にも、塩水除去後に枯れ始める場合と添加中に枯れ始める場合とあるが、この両時期を除いては比較的短縮の割合が大きくても、塩水除去後に枯れ始める場合が多く、従つて幼穂形成期、出穂、開花期はその絶対量に於て最も大きい事が伺える. 又塩水除去后新葉を抽出するものでは、幼穂形成期を除いて、新葉にはすべて塩害が認められず、かえつて自然枯死の場合よりも枯れ始めが遅くなつてゐる. 然し幼穂形成期に於ては、新葉にも尙被害が残るが如く認められているが、更に葉位が進むと前述の如く自然枯死の場合よりも遅く枯れ始める様になる. この現象はただ生理的の週期現象として現われているのかもしれないが、恰も蒙つた塩害を補償する方向にある様に思われ、塩害経過後の生育に見られる一

* 害徴の表示は各葉身部に於て次の如く分類し、夫々の指数を与えた

{ 全葉稍黄色又は先端褐色……………1,	全葉黄色……………3.
{ 半葉黄色又は褐色……………2,	全葉枯死……………4.

Fig 1. Injurious degree on the different leaves on the main stem



特殊過程と考える事が出来る。

次に枯れ始めを起してから完全に枯死する迄の速度即ち害徴増加率については同図の曲線グラフで示した如く、葉位の進むに従つて減少し、塩水除去に従つてその速度が減退する事は勿論であるが、害徴出現率がたとえ同率であつても、この減退量は各区各葉に依つて異り、塩水に対する反応の種々なる形態が此の点にも示されているものと思われる。即ち幼穂形成期の処理では他の区に比較して、害徴の出現は極めて早められているにも拘わらず、増加率は葉位の進むと共に激減しており、後期に出葉した葉では生理機能が永続せられている事を認める事が出来る。

又害徴の出現の速かなる時期に、かえつて増加率が低く、害徴の出現が比較的遅い割に増加率が高い場合がある。之は既に Curtis (1943), Ivanoff (1944) 等が認めている如く、除塩後は急激に水分を吸収し、溢泌現象 (guttation) に依つて体内集積の塩分が水と共に排出され、次第にその塩水が濃縮される結果、細胞を直接破壊する現象によるもので、除塩後に於ける塩害の後作用を認めるものであり、比較的塩害の小さい場合に多く認

Fig 2. Injurious degree after elimination of saline water

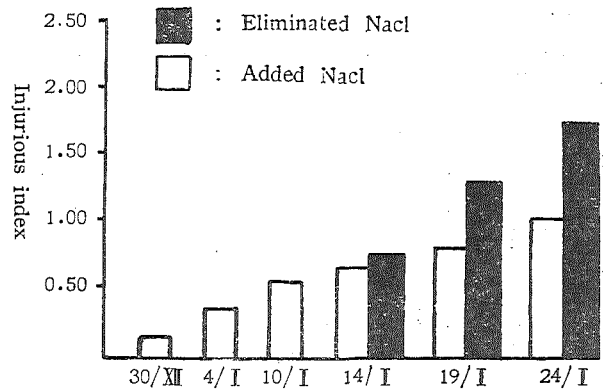
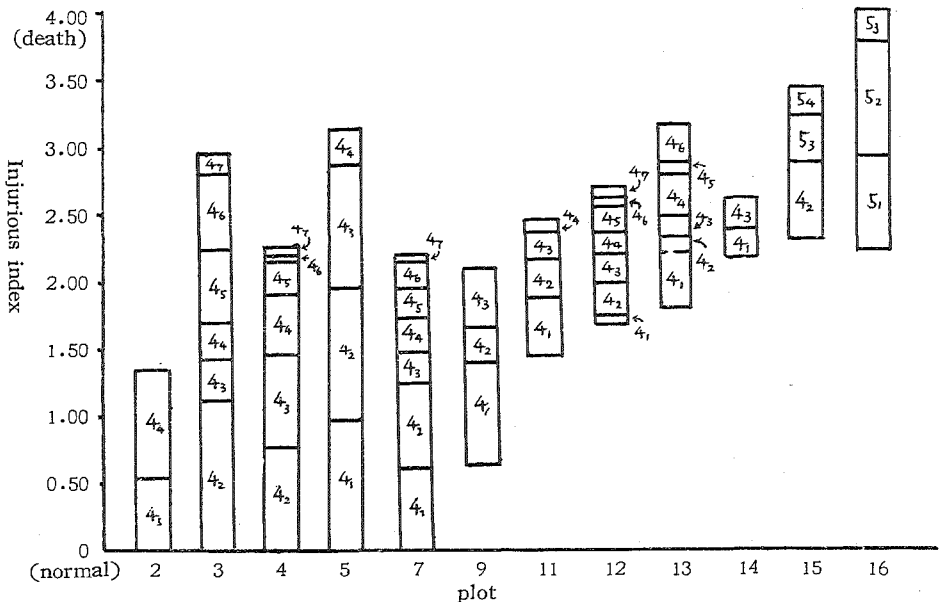


Fig 3. The relation between the increment of symptoms of saline injury and the elapsed days



Note : 4₁ gives the increment of injurious symptoms for the first 4 days.
The same rule applies correspondingly to the other.

められる様である。即ち第2図に示した如く、1.0%の塩水を与えた場合、除塩された場合が塩水添加を続けた場合に比して害徴が著しく進んでいる点から伺う事が出来よう。此の現象については後日、生理形態事項と共に詳細に報告の予定である。

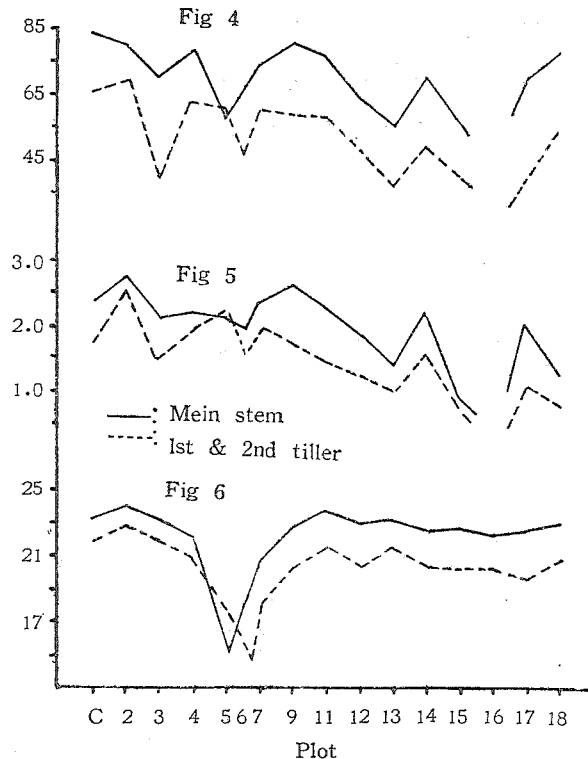
又生育の後期(第15, 16区)では害徴出現率が極めて小さくなると共に、各葉の害徴増加率が殆んど不変で、特に第16区ではこの増加率の絶対量が大きく、各葉が殆んど同時に、同速度で枯死して行く事が認められ、所謂“枯れ上り”とも云うべき現象を呈し、生育末期の被害を大きく示す因となるものであろう。

又葉数については前報所載の如く、被害の著しかつた生育初期、幼穂形成期のものでは標準区に比し、葉数が増し、塩害経過後の生育が之等被害の程度と関連なく行われている事が推察せられる。

従つて被害が生育限界を超えないものである限り、時期的の抵抗力と云うべき問題に関しては一概に論ずるわけにはいかない。

又第3図は主稈の葉身に於ける平均害徴の増加量と経過日数との関係を示したもので、生育初期の塩害区(第2, 3, 4区)では塩水添加時より最初の4日間或は次の4日間には害徴が現われないが、次第に生育時期が進むに従い被害の出現が早まる様である。又同図に示された害徴指数の上限即ち被害の消滅は害徴進行停止と新葉の抽出等で平均害徴の増加量が0になつた日数を記載したが、之によると第2区では4₄即ち塩水添加後16日目には完全に害徴の増加量を上回る回復を示し、第3, 4区の生育初期に

塩害を受けたものでは、害徴の出現が塩水除去前に急激にあらわれ、塩水を除去しても増加量が多少減少するに止り、尙も被害を増して完全に回復を見たのは4₇即ち28日目の長き期間を要した。更に第5区の幼穂形成期の塩害区のものでは塩水除去前の増加量が極めて大きく、既述した如く、外観的初期被害は全生育相を通じて最高の値を示しているが、然し塩水を除去した場合の回復は極めて早く、4₄即ち16日目に旧に復している。従つて第3, 4区に見られる如く、回復力を見せる迄の害徴の増加が比較的少くても、回復迄に長期を要していることはその後の生育にも関連するものの如く、幼穂形成期の如き短期間の経過はその後の生育に好結果を招くものと考えて差し支えあるまい。従つて此の時期の塩害の経過を綜括すると、決して被害が大きい時期とは論断出来ない事になる。然し



Note: Fig 4: Average number of grains in an ear
 Fig 5: Average weight of grains in an ear
 Fig 6: Average number of spikelets in an ear

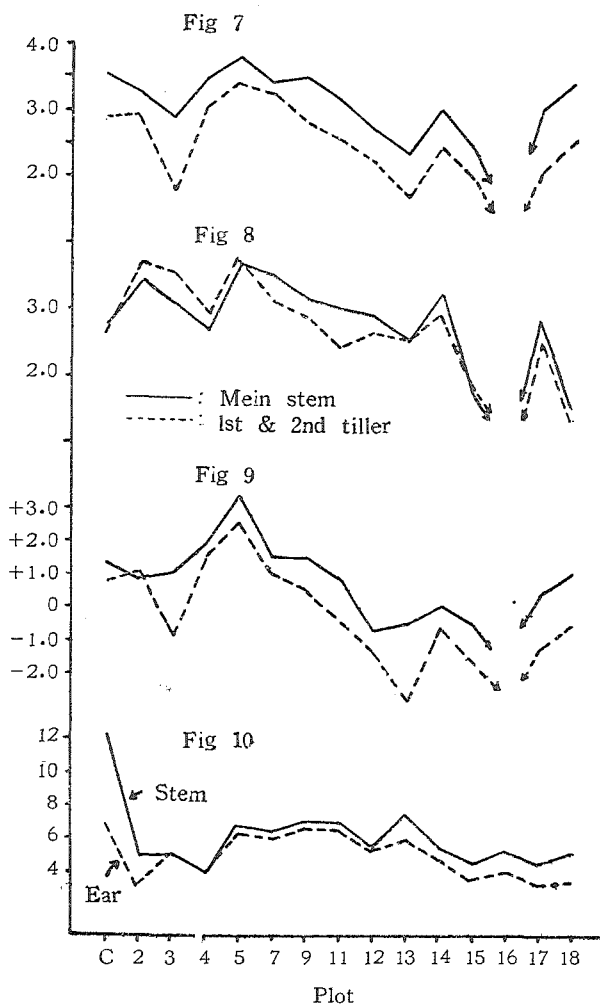
塩水除去前の害微増加量が極めて大きい事は第16区に見られている如く、速に完全枯死に到達する可能性も考えられ、此の期の被害の限界は極めて微妙である事を認めた。

2) 稔実

前報に報告した如く、幼穂形成期に塩害を受けた場合には小穂数が著しく減じ、従つて1穂粒数も著しく減じ、1穂粒重も少く、抵抗性の小さい結果となつている。(第4, 5, 6図)。然し前項の葉身部害徴の推移によつて、抵抗性の小さいと推定した生育後期は同図に見られる結果と一致して、容易に了解せられるが、幼穂形成期の抵抗性を推定した結果には必ずしも満足なものとは云えない。更に又塩害経過後の回復に伴う除塩後の生育が一部には塩水添加と関連なく行われる事を論じた以上、稔実も亦之等被害と関連なく行われねばならない訳になるからである。従つて稔実を主体と考えて見ると、小穂数は減じて、1穂粒数は減少するが、1小穂に稔実する粒数は第7図に示す如く、明に何れの区よりも良い結果を認める事が出来るであろう。又之に伴つて1粒重も最高値を示し、肥大に関しても最も良好な状態にあつた。(第8図)。

更に稔実状態は第9図に示した如く、明に幼穂形成期に塩害を受けたものが最良の条件を有している事が認められる。この稔実状態を示す指数は1穂中に見られる下部不稔小穂数と最下位稔実小穂粒数との差によつて示されているもので、下部不稔小穂が多く生ずる場合は稔実に伴う生理機能が環境に適合していない事を示しているものである。又第10図に示した如く、莖数、穂数に於ても、この幼穂形成期に塩害を受けたものが特に減少する事実はなく、弱小分蘖の抑制とか、穂数の減少によつて稔実を良好にした結果とは考える事は出来ない。かえつて生育後期のものが塩害によつて穂数が減少しているにも拘わらず、之等が結果の見られないのと比較して明な事実であろう。

以上塩害の程度と稔実の関係から幼穂形成期の塩水の影響が極めて興味ある経過をたどつた事は常にこの時期が



Note : Fig 7 Average number of grains in a spikelet
 Fig 8 Average weight of one grain
 Fig 9 Maturity index
 Fig 10 Average number of ears and stems

災害の対象とならなければならぬ事由を再考せしむるものとなるらう。

然して本結果に見られる如く、幼穂形成期の塩害は要因除去後に現われた特異現象が稔実に相当の好条件を与える場合もあるので、現地干拓地の種場問題とも関連して更に追求せられるべきものではなからうか。

摘 要

小麦農林52号を供試し、生育時期を異にして各10日間づゝ2.5%の塩水を与えた場合、特に幼穂形成期に於ける塩害経過後の生育並に稔実には次の如き2,3の特異現象があらわれた。

1. 害徴出現率では新葉にも未だ被害を認めるが、除塩後、葉位の進むに従つて葉位別の害徴増加率は他の時期の塩害区に比して著しく減少する。
2. 塩水添加による害徴の増加量は全生育相を通じて最大であるにも拘わらず、除塩後の増加が殆んどなく、塩害経過日数が極めて短い。
3. 幼穂形成期及此の直前の時期に塩害を蒙つた場合には葉数が増す。
4. 1小穂平均粒数、1粒重、稔実指数は他の時期の塩害区に比して極めて良い。