HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	水稲の塩害に関する生理学的研究 : 第５報　水稲葉の生長におよぼす塩水処理の影響
Author(s)	田川, 隆; 石坂, 信之
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 5(2), 77-82
Issue Date	1964-12-14
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11735
Type	bulletin (article)
File Information	5(2)_p77-82.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

水稲の塩害に関する生理学的研究

第5報　水稲葉の生長におよぼす塩水処理の影響

田川　隆・石坂信之
(北海道大学農学部)

Physiological studies on the tolerance of rice plants to salinity

Part 5. Effect of salt treatment on the growth of rice leaves.

By

Takashi TAGAWA and Nobuyuki ISHIZAKA
(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

岩城[10]がすでに報告しているように，水稲を塩水処理すると，枯葉の発生をみ，同時に葉の伸長は抑制される。しかし一方において，塩素およびナトリウムは植物の生長に対して促進的効果を持っといわれているので，適当な濃度および期間の塩水処理は必ずしも抑制的にのみ作用するとはいえない。本実験では水稲の全生育期間にわたって調査し，塩水処理が葉の生長に促進的に作用することを確かめ得たので報告する。

実験材料および方法

実験は2カ年（実験I；1959年，実験II；1960年）にわたり実施され，各年次とも水稲栄光を用い，紙被覆苗代にて育苗，1/5000 a ワグナーポットに移植，砂耕液は N；40 ppm，P_2O_5；30 ppm，K_2O；40 ppm，CaO；30 ppm，MgO；30 ppm を含み，それぞれ NH_4NO_3，KH_2PO_4，K_2SO_4，$CaCl_2 \cdot 2H_2O$，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ を給源として用いた。さらに $FeCl_3$，$MnSO_4$ を痕跡添加し，H_2SO_4 で pH 4.6 に調整した。

各試験区および塩水処理濃度は第1表に示すごとくである。ただし栄光は北海道では最高分蘖期と幼穂形成期が重複するため，本実験でいう分蘖期とは分蘖期初期をさし，また幼穂形成期の前期，後期は実験操作上の区分である。

実験結果および論議

1. 塩水処理による枯葉の発生

塩水処理により水稲葉はまず先端から巻きはじめ，つぎに先端から褐変が始まり，次第に全葉におよぶ。枯葉の発生順序は初め下位葉に初まり，次第に上位葉へと枯れ上りがすすんでゆく。

本実験では主稈についてのみ枯葉を調査し，これを前報[18]同様，枯葉の主稈葉全体に対する百分率を主稈枯葉率とし，処理区の主稈枯葉率から対照区の主稈枯葉率を差引いたものを主稈塩害枯葉率とした。葉の損傷程度は

第1表　試験区および塩水処理濃度

実験I (1959年)

播種；4月27日　移植；6月1日

生育期		塩水処理開始日	塩水処理濃度 (%) 5日処理区	塩水処理濃度 (%) 10日処理区
活着期		6月4日	0.3 0.5 1.0	0.3 0.5 1.0
分蘖期		6月25日	0.3 0.5 1.0	0.3 0.5 1.0
幼穂形成期	前期	7月14日	0.3 0.5 1.0	0.3 0.5 1.0
	後期	7月19日	0.3 0.5 1.0	
出穂開花期	前期	7月29日	0.3 0.5 1.0	0.3 0.5 1.0
	後期	8月3日	0.3 0.5 1.0	
糊熟期		8月21日	— — —	0.3 0.5 1.0

実験II (1960年)

播種；4月25日　移植；5月31日

生育期	塩水処理開始日	塩水処理濃度 (%) 5日処理区	塩水処理濃度 (%) 10日処理区
活着期	6月7日	— 1.0 2.0	1.0
分蘖期	6月30日	0.3 1.0 2.0	1.0
幼穂形成期	7月13日	— 1.0 2.0	1.0
出穂開花期	8月3日	— 1.0 2.0	1.0
糊熟期	8月21日	— — 2.0	—

次のごとく3段階に区分した。

枯葉度 I；葉面に部分的に褐変が認められるもの。

枯葉度 II；葉面の 1/2 以上が褐変したもの。

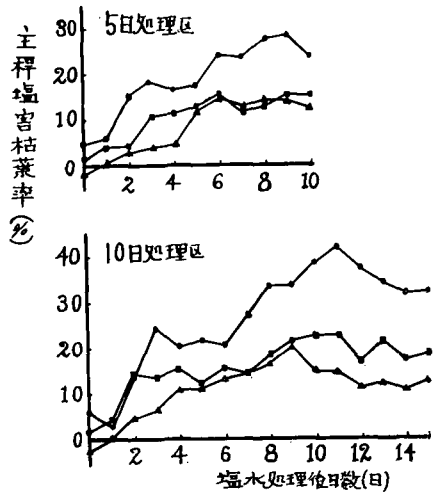
枯葉度 III；全葉面が褐変したもの。

5日および10日処理区はそれぞれ処理後10日および15日間調査し，主稈塩害枯葉率をもって塩害の程度を表示した。塩水処理開始とともに枯葉は増加するが，除塩によりその後の塩害の進行は停止し，新葉の発生により回復期に向う。いま分蘖期の塩水処理により発生する枯葉度 III のもののみについて図示すれば第1図に示すごとくである。主稈塩害枯葉率は塩水処理最終日に最高率を示すため，各生育期の枯葉率の比較は塩水処理終了日の主稈塩害枯葉率をもって行なった（第2図，第3図，第4図）。これらの示すところによると処理塩水の濃度が高いほど，また処理期間が長いほど，枯葉の発生は増加する。生育期によっても著しい差がみられ，概して生育初期に主稈塩害枯葉は高く，生育が進むに従って漸減する。

なお主稈塩害枯葉率を，塩害の被害度の一指標として考えるならば，水稲は生育初期に最も耐塩性が小であり，生育が進むにしたがって耐塩性は増加することがうかがわれる。

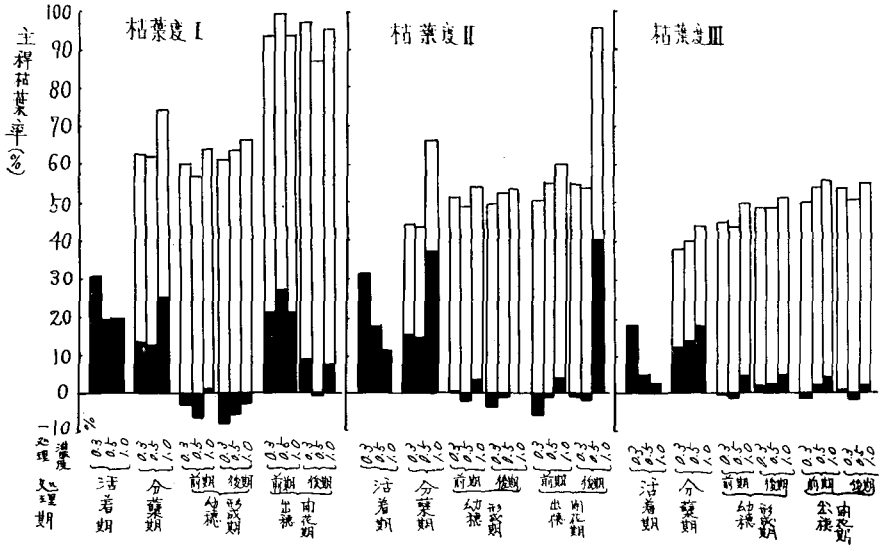
2. 出葉におよぼす塩水処理の影響

主稈葉におよぼす塩水処理の影響を出葉所要日数をもって表わすと（第5図），塩分濃度 1.0% 以下での塩水処理は，10日未満であればほとんど出葉所要日数に変化はみられない。実験 II の幼穂形成期における 1.0% 塩水処理区では出葉所要日数が著しく遅延するが，他の区ではほとんど差異はみられず，1.0% 以下の濃度の塩水処理は10日未満であれば出葉所要日数はほとんど影響をうけないといえる。しかし，処理塩分濃度が 2.0% になると，5日間処理でもきわめてはっきりと出葉が遅延される。岩城[10]も同様の実験を行ない，1.0%，4日間の塩



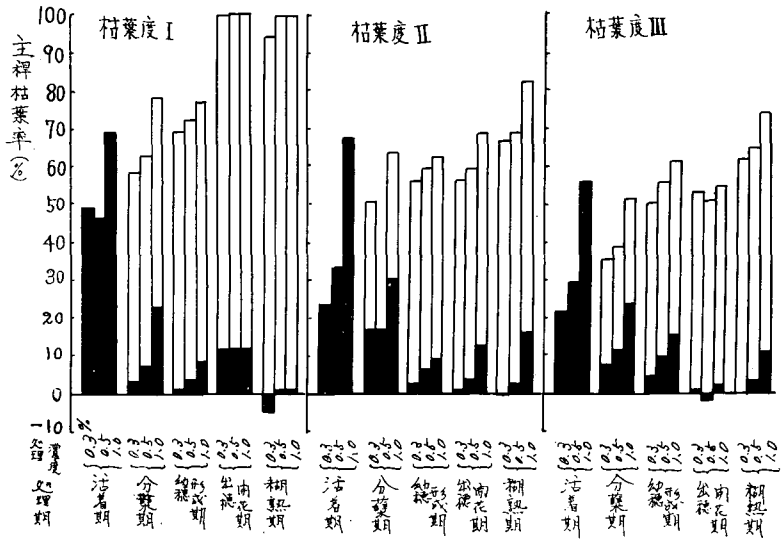
第1図　塩水処理による枯葉の発生（分葉期）

▲——▲ 0.3% 処理区
■——■ 0.5% 処理区
●——● 1.0% 処理区



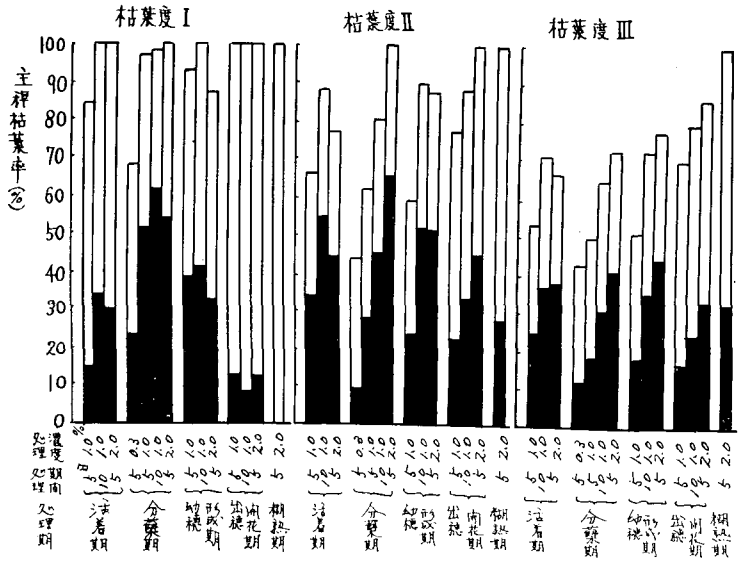
第2図　枯葉の発生におよぼす塩水処理の影響（実験 I，5日処理区）

□ 主稈自然枯葉率　■ 主稈塩害枯葉率



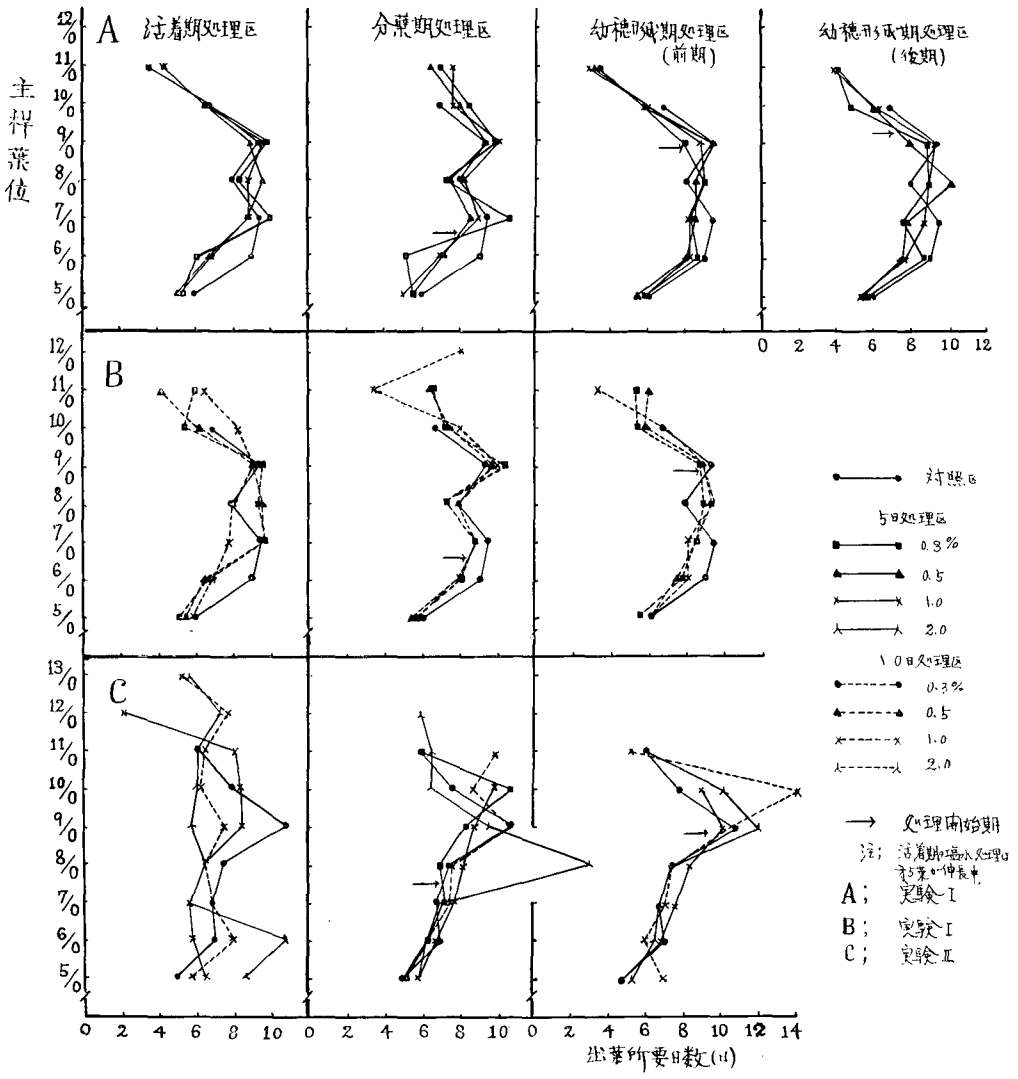
第3図 枯葉の発生におよぼす塩水処理の影響 (実験 I, 10 日処理区)

□ 主稈自然枯葉率 ■ 主稈塩害枯葉率



第4図 枯葉の発生におよぼす塩水処理の影響 (実験 II)

□ 主稈自然枯葉率 ■ 主稈塩害枯葉率

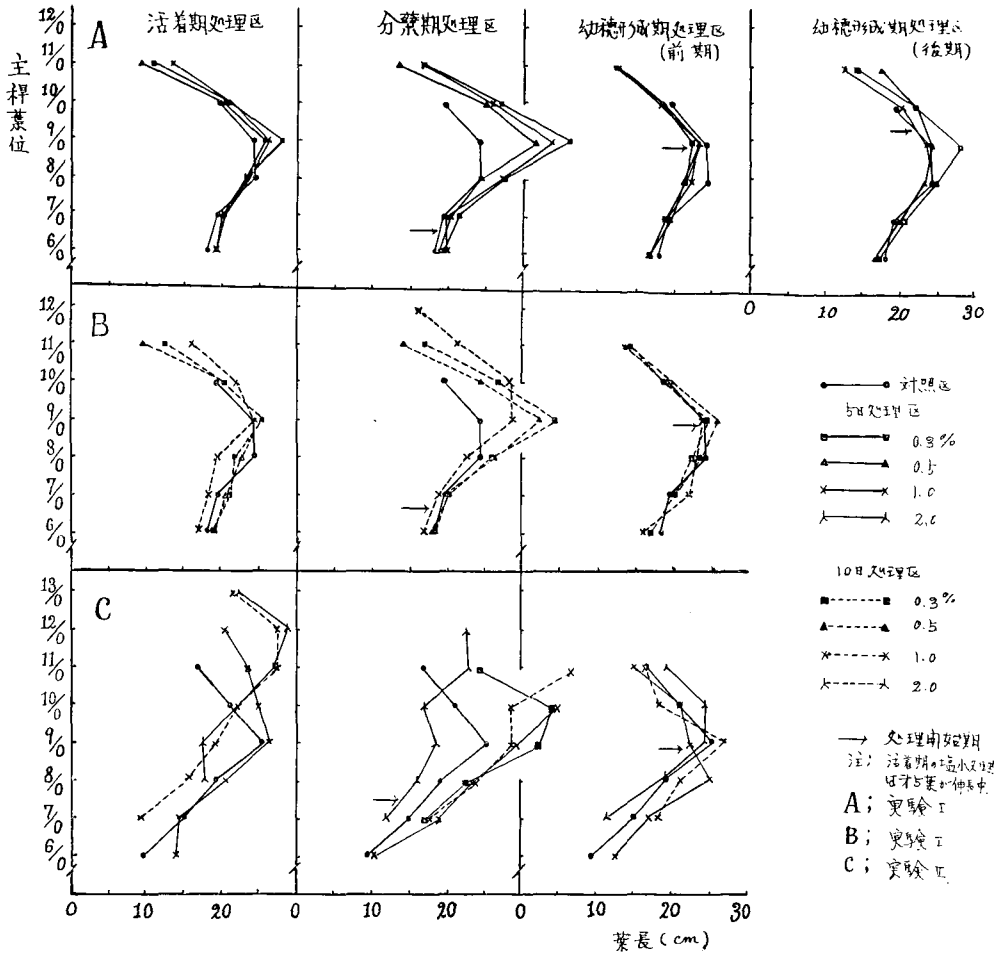


第 5 図　出葉所要日数におよぼす塩水処理の影響

水処理の場合は1日強，2.0%，3日間処理区では2日弱の出葉期の遅延を報告している。

3. 葉長におよぼす塩水処理の影響

出葉の場合と同様に主稈葉長について調査した(第6図)。分蘖期に2.0%，5日間の塩水処理によって葉の伸長は著しく抑制されるが，他の区では伸長の抑制がほとんどみられないか，あるいは逆に促進的効果がみとめられる。とくに分蘖期では処理後出葉する葉が著しく長大化することが観察される。この原因として下位葉が塩害によって枯死するために，その補償的な作用として上位葉が長大化したことも考えられるが，筆者らは長大化した葉を持つ水稲は植物体全体としても大型化がみられることから食塩のもつ生理作用の結果と考えたい。食塩の生理作用については，植物細胞に関してはほとんど未知のまま残されている。しかし塩害という概念から考えられるように，生長に対して抑制的にのみ作用するのみならず，適当な濃度の場合には促進的な効果も期待できることを示唆するような研究が過去に数多く報告されている。海水をカリウムおよび微量要素の供給源と考え，海水を直接水稲の肥料として用いようという試みがなされ，いずれも促進的効果をみとめている[14,17,19,20,21,22,23,29]。しかし本実験のごとく食塩を用いた場合にはカリウムお



第 6 図 葉長におよぼす塩水処理の影響

よび微量要素の効果とは考えられない。一方 Tullin[25], Ulrich[26] は食塩のみを用いて促進的効果を認めているので，やはりナトリウムあるいは塩素にその有効性の原因を求めねばなるまい。ナトリウムについては1953年，Sodium symposium が開かれ，主としてナトリウムとカリウムとの関係に重点をおいたきわめて実用的な見地よりナトリウムの肥料的効果について数多く報告されているが[4,5,8,12,13,15,16,24,27]，ナトリウムがカリウムの生理作用の一部を代替する場合にはカリウムの供給が増加するにしたがいナトリウムの効果は減少するのが普通であり，本実験のごとくカリウムが十分供給されている場合にはその効果に多くを期待できない。そこで，Broyer[3] らが塩素を新必須元素と認めたごとく，塩素かナトリウム，あるいはこの両者が水稲の生理作用と本質的な部分でつながりを持っているものと推論される。このことについては他日，さらに精密な実験をまって論じたい。

参 考 文 献

1) ATTOE, O. J.: Jour. Amer. Soc. Agron. 38, 186-196, 1946.
2) BROWNELL, P. F. and J. G. WOOD: Nature 179, 635-636, 1957.
3) BROYER, T. C., A. B. CARLTON, C. M. JOHNSON and P. R. STOUT: Plant Physiol. 29, 526-532, 1954.
4) COOPER, H. P., W. R. PADEN and M. M. PHILIPPE: Soil Sci. 76, 19-28, 1953.
5) COPE, J. T. Jr., R. BRADFIELD and M PEECH: Soil Sci. 76, 65-74, 1953.
6) GARNER, W. W., J. E. MCMURTREY Jr., J. D. BOWLING and E. G. MOSS: Jour. Agr. Res. 40, 627-648, 1930.

7) GAUSMAN, H. W.: Amer. Potato Jour. 36, 293-294, 1959.
8) HARMER, P. M., E. J. BENNE, W. M. LANGHLIN and C. KEY: Soil Sci. 76, 1-18 1953.
9) HYWARD, H. E. and E. M. LONG: Plant Physiol. 18, 556-569, 1943.
10) 岩城鹿十郎: 愛媛大紀要 VI. 2, 1-156, 1956.
11) KIM, C. M.: Physiol. Plant. 11, 441-450, 1958.
12) LANCASTER, J. P., W. B. ANDEREWS and U. S. JONES: Soil Sci. 76, 29-40, 1953.
13) LARSON, W. E. and W. H. PIERRE: Soil Sci. 76, 51-64, 1953.
14) 松木五樓: 低位生産地の稲作. 朝倉書店, 東京 1958.
15) MARSHALL, J. G. and M. B. Sturges: Soil Sci. 76, 75-80, 1953.
16) NATHAN, GAMMON, Jr.: Soil Sci. 76, 81-90, 1953.
17) 菅原友太: 土肥誌. 17, 149-159, 1943.
18) 田川 隆・石坂信之: 日作紀. 31, 337-341, 1963.
19) 徳岡松雄・徐 水泉: 土肥誌. 14, 267-278 1940.,
20) ———・———・国武芳郎: 土肥誌. 15, 413-418, 1941.
21) ———・———・———: 〃 15, 427-434, 1941.
22) ———・———・———: 〃 15, 657-670, 1941.
23) ———・———: 〃 17, 53-57, 1943.
24) TRUOG, E., K. C. BERGER and O. J. ATTOE: Soil Sci. 76, 41-50, 1953.
25) TULLIN, V.: Physiol.-Plant. 7, 810-834, 1954.
26) ULRICH, A. and K. AHKI: Plant Physiol. 31, 171-181, 1956.
27) WEHUNT, R. L. and W. O. COLLINS: Soil Sci. 76, 1953.
28) 矢木 博: 農業. 801, 44-48, 1950.

Summary

Suppression of growth of leaves and increase of leaf withering are usually observed when rice plants were injured by salt. In the previous papers, the authors have reported the promoting effects of NaCl on the growth of rice leaves. In order to obtain a further information on the promoting mode of action of salt, the present experiments were carried out, with special reference to some salt-induced modifications of leaf growth. Rice plants (*Oryza sativa* L. var. Eiko) were grown to maturity in sand culture in a green house, and the salt treatments were made at different growing stages of rice plants. The experimental results obtained may be summarized as follows:

1. Leaf withering due to the salt treatment was significant at earlier growing stages, followed by a gradual depression in the degree of injury toward later stages.

2. Little effect of the salt treatment on the new leaf formation was recognized, so far as the concentration of NaCl solution is not higher than 1.0% and treatment is not longer than 10 days. However, the injury was significant when the treatment was made with 2.0% NaCl solution for 5 days.

3. Similarly the leaf elongation was also suppressed by the salt treatment with 2.0% NaCl solution for 5 days. When the salt treatment was made with NaCl solution diluter than 1.0% for shorter than 10 days especially at the tillering stage, a maximum promoting effect on the leaf elongation was ascertained.