水稻の塩害に関する生理学的研究

第3報 塩素の転流機構に関する研究*

田 川 隆・石 坂 信 之

(北海道大学農学部)

前報において高濃度の食塩水中に水稻を培養すると、多量の塩素が水稻体内に吸収、蓄積されることを報告した^{5,6)}。ここに吸収された塩素の植物体中の移動に影響を及ぼす主要因として物質代謝と蒸散作用とが考えられる。物質代謝と無機元素の転流に関してはすでに田中¹⁰⁾が磷について研究し、磷の集積、転流との間には密接な関係があると報告している。また塩素の植物体内の分布については Toth ら¹²⁾が4種の作物について詳細な報告を行なっている。蒸散作用は組織から失われる水の量に比例して溶質をその組織に送りこむと考えることができる。本研究においては水稻の各部分の塩素の集積状態から物質代謝との関係を考察し、あわせて葉身からの蒸散量を測定し、塩素の転流、集積にたいする蒸散量の関与の有無を考察した。結論として、塩素の集積は器官、部位によつて著しく異なるので、物質代謝、あるいはその集積部位の生理的特性によつて支配されるものと思われる。ただし枯死した部分にもかなりの塩素の集積がみられることから、相当量の塩素は葉の生理機能とは無関係に転流、集積を行なうのであろう。また蒸散流は塩素の吸収、転流には直接の関係はないものと思われる。

実験材料および方法

材料として水稻、栄光種を用いた。4月28日播種、供試材料は水耕により育成した。水耕液は N , P_2O_5 , K_2O , MgO , CaO をそれぞれ 40, 30, 40, 30, 30 ppm, それに Fe_2O_3 , Mn を痕跡添加した。使用塩類はそれぞれ NH_4NO_3 , KH_2PO_4 , K_2SO_4 , $MgSO_4$, $CaSO_4$, Fe -citrate, $MnSO_4$ を用い、水耕液は H_2SO_4 によつて pH 4.6 に調製した。塩水処理は 0.2 M NaCl で 24 時間処理した。塩素の定量は Volhard 法⁴⁾を改良した微量定量法によつて行なつた。また葉身の蒸散量の測定は葉身を切断し、5分間の重量の減少をもつて蒸散量とみなした³⁾。

実験結果および論議

1. 水稻体内の塩素分布

出穂開花期の水稻では吸収された塩素の 96% が 24 時間内にすでに地上部に転流しており、その移動はきわめて容易に、かつ速に行なわれる。なおこのときの塩素の含有率は第1図に示すごとく葉身、葉鞘、茎に多く、根には比較的少ない。また穂にはきわめてわずかししか含まれていないことは興味あることである。

第1図 水稻の器官別にみた塩素の分布状態

■ 対照区 ▨ 処理区

処理前、すでに枯死していた葉身、葉鞘中にもかなり多量の塩素が見出されることは塩素の転流、集積は葉の代謝とは無関係に行なわれる部分が存在することを示すものである。

2. 主稈葉の各葉身と塩素の集積

塩素の集積状態を主稈葉のみについてさらに詳細に調査すると、第2図に示すごとく、生長中の葉および古い葉には少なく、活動の盛んな、いわゆる活動中心葉¹⁰⁾に多量の塩素が集積する。これはタバコによるカルシウムの吸収²⁾、水稻による磷の吸収¹⁰⁾と類似の傾向を示すものである。磷の吸収においては集積部位と光合成が密接な関係があるといわれており、活動中心葉および穂に最も多く集積する。しかし塩素の場合は穂に集積されることが少ないのが注目される。

また塩害による枯葉の発生は下位葉から上位葉へと増加するのであるが、下位葉への塩素集積はむしろ少ないので、たんに塩素が多量に集積した葉から順に枯死するというのではなく、葉令など生理的条件が大きな影響を与えているのであろう。

3. 主稈葉の各葉鞘と塩素の集積

葉鞘における塩素の集積は下位葉鞘に多く、活動中心葉にはむしろ少ない(第3図)。葉身に隣接しながら、葉鞘内の塩素の蓄積状況が著しく様相を異にすることは興味あることである。このことは両者の持つ生理的機能の相違等とも関連があると思われるので今後の研究をまちたい。

4. 塩素の転流と蒸散作用との関係

水稻を塩水で処理後、湿室内に保持すると根から吸収された塩素は短時間後に溢液液中に検出することができ、きわめて速に転流することがわかる。その場合、塩素は蒸散流によつて運搬されると仮定し、葉身の蒸散量を測定したが、第4図にみるごとく、葉身の

* 昭和 38 年 7 月 22 日受理

第2図 主稈各葉身および穂の塩素の分布状態
 対照区 ——— 処理区
 ——— 24 時間内における塩素集積実量

第5図 塩素集積におよぼす葉身切除の影響
 * 1, 2, 3 はそれぞれ最上位葉より第1葉, 第2葉, 第3葉を示す。

第6図 塩素集積におよぼす葉身のビニール被覆の影響
 ■ 対照区 ▨ ビニール被覆区

第3図 主稈各葉鞘の塩素の分布状態
 対照区 ——— 処理区
 ——— 24 時間内における塩素集積実量

第4図 主稈各葉身および穂の蒸散量

塩素集積とは全く異なつた傾向を示し、塩素の転流、集積とは直接の関連はないものと考えることができる。

さらにこのことを確認するために、一つは上位葉3葉を残し、他は葉を全部切除して各部の塩素の集積量を測定すると、第5図にみるごとく、塩素の含量は穂、葉鞘、茎ではわずかに切除区が少なく、根ではわずかに多いが、その差はきわめて少なく、葉身は塩素の転流、集積には積極的に作用しているとは考えられない。田中¹⁰⁾は P^{32} を用いて同様の実験を行なつていますが、葉身切除区では地上部への P^{32} の転流が著しく阻害されることを報告しているので、代謝の関与については今後に残された問題である。

葉身をビニールで被覆し蒸散を制限してもなお相当量の塩素が集積すること(第6図)も、同様に蒸散流の関与が少ないことを指示するものであろう。

参考文献

1. BIDDULPH, O. 1953. Mineral nutrition of plants (Edited by TRUOG E.) The University of Wisconsin Press.
2. 葛西善三郎 1962. 日本植物生理学会報 2: 118-122.
3. 大谷吉雄 1946. 生物 1: 212-217.
4. 高橋英一 1959. 植物栄養学実験 (植物栄養学実験

- 編集委員会編) 朝倉書店 80-82. 5. 田川隆・石坂 413-418. 9. 田中明 1956. 土肥誌 27: 223-228.
信之 1963. 日作紀 31: 249-252. 6. 田川隆・石坂 10. 田中明 1957. 土肥誌 28: 231-234. 11. 田中
信之 1963. 日作紀 31: 337-341. 7. 田中明 1954. 明 1958. 土肥誌 29: 291-294. 12. Toth, S. J. and
土肥誌 25: 53-57. 8. 田中明 1956. 土肥誌 26: A. E. KRETSCHMER 1954. Soil Sci. 77: 293-302.

Physiological Studies on the Tolerance of Rice Plants to Salinity

3. Mechanism of translocation of chloride ion in rice plants

Takashi TAGAWA and Nobuyuki ISHIZAKA

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

Summary

The present investigation was undertaken to obtain some information on the mechanism of translocation of chloride ion in rice plants, using *Oryza sativa* L. ver. *Eiko* as material. Rice plants which were raised in a water culture, were transferred to 0.2 M NaCl solution for 24 hrs for the saline treatment. The experimental results obtained may be summarized as follows;

Chloride ion was translocated very rapidly from roots to shoots of rice plants. A considerable amount of chloride ion was found to be localized in leaf blades, leaf sheaths and stems, while roots contained less amount of chloride ion than that in any other part of rice plants except ears.

The accumulation of chloride ion in comparatively younger leaf sheaths was less than that in older ones. Particularly, physiologically active leaf blades contained a larger amount of chloride ion than that in the comparatively younger leaf blades or older leaf blades. It seems very reasonable to assume from these data that the accumulation of chloride ion is vitally important in the metabolism or the physiological activity of the organ of rice plants.

When rice plants were transferred to the saline solution, a certain amount of chloride ion was found to be accumulated even in the leaf blades and sheaths, which had already withered prior to the saline treatment. So it seems highly probable that some fractions of the translocation and accumulation of chloride ion may not be directly correlated with metabolism of leaves.

Similarly the amount of chloride ion accumulated in leaf blades does not run parallel with that of the transpiration.