水稻の塩害に関する生理学的研究

第7報 水稻の高張食塩水に対する滲透圧的適応現象について*

田 川 隆・石 坂 信 之

(北海道大学農学部)

第1図 全水稻体の含水量におよぼす塩水処理の影響

—○— 通常水耕液
—●— 0.1 M 塩水処理区
—■— 0.2 M 塩水処理区
—▲— 0.3 M 塩水処理区

第2図 水稻汁液の塩素含量におよぼす塩水処理の影響

—○— 通常水耕液
—●— 0.1 M 塩水処理区
—■— 0.2 M 塩水処理区
—▲— 0.3 M 塩水処理区

塩害の発生機構に関する仮説の一つとして、土壤溶液中に過剰に塩類が存在するために、とくに根の細胞液と土壤溶液との間の濃度落差が小さくなり、その結果根の吸水力が低下し、生理的渇水状態がひきおこされるとするものがある。水稻根の吸水力の低下についてはすでに岩城(5)、田川、石坂(9)が報告しているが、一方高張食塩水に対する植物の滲透圧的適応能力についてはすでに数多くの報告がなされている(1, 2, 3, 4)。また小合、西川(6)によると被害葉の葉身含水量は被害部位の占める割合とほぼ直線的関係にあるが、被害部位を剪除した残りの緑色部位においては体内水分の平衡を保持し、塩水処理に適応していることを報告している。

本実験では水稻は高張食塩水中で処理されてもよく滲透圧に関しては適応することができ、水稻と培養液の間の滲透圧的落差を保ち得ることを確認できたのでここに報告する。

実験材料および方法

水稻、栄光種を用い、前報(9)同様の水耕液中で

第3図 水稻汁液の滲透圧におよぼす塩水処理の影響

—○— 通常水耕液
—●— 0.1 M 塩水処理区
—■— 0.2 M 塩水処理区
—▲— 0.3 M 塩水処理区

* 昭和 39 年 8 月 17 日受理

第4図 塩水処理水稻を通常一耕液に移した場合の含水量の推移

—○— 通常水耕液
—●— 0.1 M 塩水処理区

第5図 塩水処理水稻を通常水耕液に移した場合の塩素含量の推移

—○— 通常水耕液
—●— 0.1 M 塩水処理区

約3週間培養し、本葉第3葉期の苗を0.1, 0.2, 0.3 Molの食塩水で塩水処理を行なった。

水稻汁液の塩素含量についてはVolhard法(8)により、またそれらの滲透圧は氷点降下法(7)によつて測定した。

実験結果および論議

塩水処理により水稻は葉を巻き、かつその先端から褐変し、含水量は急激に減少する(第1図)。しかしこの場合は全水稻体について含水量を測定しているの

第6図 塩水処理水稻を通常水耕液に移した場合の滲透圧の推移

—○— 通常水耕液
—●— 0.1 M 塩水処理区

で、枯死部分も含まれており、生活組織のみについての含水量を示しているものではない。塩水処理による含水量の変化は小合、西川(6)が水稻、大麦、小麦について生存可能範囲内の塩水処理ではあまり変化のないことを報告し、田川、石坂(9)もまた水稻について同様の報告をしている。しかし本実験のごとく生育初期の水稻で、かつ高濃度の場合には巻葉が発生することからも明らかなごとく、生活組織についても含水量は低下するものと考えられる。

一方第2図に示すごとく培養液中の塩素は急速に水稻体内に吸収され、培養液に添加された塩素量よりには多量の塩素が水稻汁液中に蓄積することが認められた。

かくのごとく塩素が水稻に吸収されると水稻汁液の滲透圧もまたそれにしたがつて増大し、第3図のごとく0.1 Mol 塩水処理区では処理15日目には25.84気圧、0.2 Mol 塩水処理区では処理12日目で28.94気圧、0.3 Mol 塩水処理区では処理6日目に33.46気圧に達する。処理塩水の滲透圧はそれぞれ4.52, 9.17, 13.57気圧であるから、いずれの場合においても水稻は培養液との間に滲透圧的落差を完全に保持しており、塩水処理によつて起る吸水力の低下は滲透圧的なものに起因するとは考えがたい。

つぎに塩水処理した水稻を通常の培養液に移すと、含水量はすみやかに回復する(第4図)。しかし完全には回復できない。この部分はおそらく生理的な障害をうけたためであろう。塩素含量の変化についても同様な消長がみられ(第5図)、通常培養液に移すとすみやかに汁液中の塩素量の減少にともなつて滲透圧の低下が確かめられた(第6図)。

以上より水稻を高濃度の塩水で処理すると、一時的には吸水力は低下するが、他方塩類も大量に吸収され

ることによつて水稻体内の滲透圧が高められ、これによつて細胞内外の滲透圧的落差は保持される。したがつて塩害発現の一機構として、滲透的解釈の導入は考えられない。また塩水に対する水稻体の滲透的適応現象はある範囲内では可逆的に行なわれる。

引用文献

1. BERNSTEIN, L. and H. E. HAYWARD 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9: 25—46.
2. BERNSTEIN, L. 1951. Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady state. *Amer. J. Bot.* 48: 909—918.
3. BERNSTEIN, L. 1963. Osmotic adjustment of plants to saline media. II. Dynamic phase. *Amer. J. Bot.* 50: 360—370.
4. EATON, F. M. 1942. Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants. *J. Agr. Res.* 64: 357—399.
5. 岩城鹿十郎 1956. 水稻の塩害に関する研究. 愛媛大紀要 VI. 2. 1—156.
6. 小倉竜夫・西川省造 1959. 塩水処理による水稻及び麦類の葉身水分含量の変化. 日作紀 28: 211—212.
7. 坂村徹 1934. 植物細胞滲透生理. 養賢堂. 156.
8. 高橋英一 1959. 微量元素の定量法. 塩素. 植物栄養実験編集委員会編, 植物栄養学実験法. 朝倉書店. 80—82.
9. 田川隆・石坂信之 1963. 水稻の塩害に関する生理学的研究. 第2報, 塩素および水の吸収におよぼす塩水処理の影響. 日作紀 31: 337—341.

Physiological Studies on the Tolerance of Rice Plants to Salinity

7. Osmotic adaptability of rice plants to hypertonic saline media.

Takashi TAGAWA and Nobuyuki ISHIZAKA

(Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido)

Summary

The present work was planned to obtain further information as to the effect of salinity on rice plants, particularly from the view point of osmotic adaptability of rice plants to saline solution, using a variety „Eiko” as material. The plants were grown in culture solution in a green house for about 3 weeks. Then they were subjected to hypertonic solutions containing 0.1, 0.2, and 0.3 M sodium chloride, respectively. The osmotic pressures of plant saps obtained from rice plants and of culture solutions were measured by cryoscopic method. The amount of chloride in expressed saps of rice plants was determined by Volhard's method.

When the rice plants were treated with saline solution, the rolling of leaves and the browning of leaf-tips were recognized. At the same time the water contents in salt-treated rice plants decreased remarkably. On the other hand, the increase of the amounts of chloride in the expressed sap of rice plants treated with saline solution was recognized. Simultaneously this increase caused in turn the increase of osmotic pressure of rice plants. It seems quite clear from these facts, therefore, that the rice plants have high ability to adjust their osmotic pressures according to that of the surrounding solution.

When the experimental plants were transferred from the saline solution to basic solution, the water and chloride contents and osmotic pressure of the expressed sap recovered to each original level which was observed in the basic nutrient solution, within a limit of saline concentrations used.