作物原形質の臨界反応に関する研究

第2報 水稻、大麦及び小麦の鉄及びアルミニウムイオンに対する抗毒性*

伊東 信吾・中村 敏昭 (東京農業大学)

Studies on the critical reaction of the protoplasm of crop plants

(II) On the variation of rice, barley and wheat varieties in relation to the resistance to the toxic action of iron and aluminium ions

Singo Iro and Toshiaki NAKAMURA

(Tokyo Agricultural University)

緒言 作物に対する鉄及びアルミニウムイオンの害作用に就ては、MEVIUS (1927)¹⁾、OSVALD (1927)²⁾等を始め多くの研究者が実験しているが、作物原形質との関連に於ての研究は少い。筆者の一人伊東は、「作物の耐酸性機作に関する研究」を継続しており、その一端として鉄及びアルミニウムイオンの害作用に対する抵抗性が、作物原形質の臨界反応の大小に関係することを認め、1948年6月連合軍に提出した研究半年報に報告³⁾した。其後、筆者等が更らに供試品種を増加して水稻及び大麦、小麦の各品種について調査し、上記の関係を再認識し得たので、今回その一部について報告する。

尙本研究の基礎的事項は、文部省科学研究費によつて施行したもので、ここに深謝の意を表する。

実験方法 材料には、水稻農林1号、神玉及び亀治、大麦金玉及びコピンカタギ、小麦農林50号、農林69号及び埼玉27号の、いずれも分蘖3本に達したものをを用い、水稻は1952年7月23日より8月2日迄、大麦、小麦は1953年1月21日より2月2日迄実験した。

臨界反応は生体染色法(伊東(1950)⁴⁾、相見及び小寺(1950)⁵⁾、相見及び昆野(1952)⁶⁾)により測定した。使用した色素は、pHには methyl red, neutral red, Brom-phenol-blue, Brom-thymol-blue, Brom-cresol-green 等、pHiには Eosin, light green, methyl violet, neutral red 等であつた。

鉄及びアルミニウムは FeCl_3 及び AlCl_3 を用い、各々 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 及び 10^{-5} 規定液とし、30cc 試験管に各 25cc 宛入れ、各試験管に予め損傷せぬ様注意しつつ水洗して、1日間井戸水中にて培養したものを各2本宛培養した。培養液は水稻は2日、大麦、小麦は3日毎に更新し、その際葉に現われた害徴を調べ、且つ培養の前後にその液の電気伝導度を測定した。

大麦、小麦では、実験終了時(12日目)に新生根の先端より1~2cmの部分の根毛の原形質流動を、各濃度の液中にて位相差顕微鏡を用いて観察し、その原形質に及ぼす影響を検した。次いで葉を電気乾燥器中にて80°C 3時間、60°C 3時間経過後、デンシター内で乾燥し、粉末にして一定量の水に溶し、葉中に存在する水溶性の鉄及びアルミニウムを、それぞれ Thioglycol 酸法及び Aluminon 法にて比色定量した。

実験結果 根の表皮細胞の原形質の臨界反応値は、第1表に示す如く、

水稻 神玉<亀治<農林1号
小麦 農林69号<農林50号<埼玉27号
大麦 金玉<コピンカタギ

の系列となる。この系列に於て臨界反応値の小なるものは、鉄及びアルミニウムイオンに対する抵抗性が強い。

鉄イオンは、地上部の伸長に対して 10^{-3} -N より濃い濃度で明らかに害があり、 10^{-4} -N では臨界反応値の小なる品種(小麦農林69号及び農林50号)は、対照区のものより生長しているが、他の品種はなお害を受けており、大麦は 10^{-5} -N でも生長が抑制されている。地上部には害徴が認められず、生長もやや促進される濃度(10^{-4} -N~ 10^{-5} -N)でも根の伸長は殆んど害を受けており、わずかに 10^{-5} -N の濃度で小麦農林69号及び農林50号の新生根が、対照区のものとほぼ等しい生長をなしたに過ぎない。又その害を受ける程度は前述の臨界反応値の小なるものの程少なかつた。

アルミニウムイオンに対する抵抗性は、品種により極めて変化に富んだ差を示し、小麦農林69号は 10^{-3} -N の濃度で地上部及び地下部共生長促進の効果が見られたが、小麦埼玉27号は 10^{-4} -N の濃度で同様の結果となり、小麦農林50号は両者の中間の値を示した。大麦のコピンカタギは 10^{-5} -N の濃度に於て生長促進が見

第1表 根の表皮細胞の原形質の臨界反応

作物	品 種	pH	pHi	Cn
水 稻	農 林 1 号	5.8	4.6	-1.2
	神 玉	6.2	4.5	-1.7
	亀 治	6.2	4.6	-1.6
小 麦	農 林 50 号	5.8	3.9	-1.9
	埼 玉 27 号	5.6	4.2	-1.4
	農 林 96 号	5.8	3.7	-2.1
大 麦	金 玉	5.6	4.2	-1.4
	コピンカタギ	5.4	4.2	-1.2

* 昭和28年2月14日 日本作物学会第98回講演会に於て発表 同日受理

日本作物学会紀事 第22巻 第3~4号 (昭和29年6月)

られた。これ等生長促進の見られる濃度と作物との関係では、高い濃度で生長が促進されるもの程臨界反応値が小さい。

作物の鉄及びアルミニウムイオンの害作用に対する抵抗性が臨界反応値の大小と関係があることは、原形質の状態を知るために行つた根毛の原形質流動に対するそれらイオンの影響についての実験からも認められた。

次に培養液の電気伝導度は、その更新の度毎に測定したが、害を受ける濃度では、第1回目に最も小さくなり、第2回目より次第に大きく原液の値に近づくが、害を受けぬ濃度では原液にほぼ並行して小なる値を示している。

吸収した鉄及びアルミニウムは水に溶出するもののみについて測定したが、一般に小麦は大麦より多く吸収していた。又各品種によつて鉄及びアルミニウムイオンによる毒性の限界濃度及び生長促進濃度が存する様である。その限界以上に吸収されることによつて、原形質の凝固を来すものと思われる。

鉄溶液中に培養したものの根は、赤褐色を呈し、水稻>大麦>小麦の順に、その色は淡くなつている。之は根の呼吸作用との関係が考えられる。

考 察 作物原形質の状態を示す臨界反応値の大小によつて、種々の生理反応を異にすることは前回⁷⁾に於ても述べたが、作物の耐酸性機作に及ぼす鉄及びアルミニウムイオンの影響も同様に臨界反応値によつて異なることが明らかとなつた。作物の初期生育に及ぼすアルミニウムイオンの影響について、相見及び小寺(1951)⁸⁾はその反応の程度から作物を三つのタイプに分けているが、筆者等の実験によれば、品種によりそれらの外に各々の中間に存在するものもあることを確め得た。各品種の根の原形質の臨界反応値は、鉄及びアルミニウムイオンに対する抗毒性と関係が見られるのは、原形質のコロイドとしての特性にあるものと考えられる。

引用文献 1) MEVIUS, W.: *Natur. u. Landw. Heft.* **11**, 153, 1927.

2) OSVALD, W.: *Journ. Agr. Sci.* **27**, 108, 1927.

3) 伊東信吾: 連合軍提出, 「研究半年報」, 1948.

4) 伊東信吾: 作物学会第89回講演会発表, 1950.

5) 相見靈三・小寺高: 日作紀, **19**, 91, 1950.

6) 相見靈三・昆野昭晨: 日作紀, **20**, 307, 1952.

7) 伊東信吾・中村敏昭: 作物学会第96回講演会発表, 1952.

8) 相見靈三・小寺高: 作物学会第93回講演会発表, 1951.

Summary. Seedlings of paddy rice plants of varieties Norin No. 1, Shingyoku anab Kamezi, barley plants of Kingyoku anab Kobinkatagi, anab wheat plants of No. 50, Norin No. 69, and Saitama No. 27, all grown on soil were transplanted at the stage of growth with three tillers into test tubes containing solutions of the concentration of 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} anab 10^{-5} normals of iron anab aluminum ion.

The varieties having small value of critical reaction in epidermal protoplasm of roots showed great resistance to toxic action of high concentration of iron and aluminum ions. But those having larger values were weaker. Low concentration of iron anab aluminium ions always promoted the growth of the plants. The concentration to promote the growth varied according to the plant and the variety. The growth of the shoot of Norin No. 50 and Norin No. 69 of wheat plant was accelerated in the 10^{-4} and 10^{-5} normal solution, of iron, while all other varieties were subjected to the toxic action. The growth of the root of all varieties, on the other hand, was subjected to toxic action whenever they were cultured in the 10^{-5} normal solution of iron. When aluminium was used, the growth of top and root of Norin No. 69 of wheat was promoted in the 10^{-3} normal solution, whereas Saitama No. 27 of wheat was equally promoted in 10^{-4} normal solution. Norin No. 50 of wheat showed intermediate response, being promoted in both of those solutions.

The barley varieties Kingyoku anab Kobinkatagi were slightly promoted in growth in the 10^{-5} normal solution.