

氏名(本籍)	岩橋 誠 (神奈川県)
学位の種類	農学博士
学位記番号	博甲第255号
学位授与年月日	昭和59年3月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	農学研究科 応用生物化学専攻
学位論文題目	Cation Transport in Plants Relation to Growth, Organogenesis, Ionic Selectivity and Salt Resistance (植物の生長, 器官形成, イオン選択性, 塩類抵抗性と植物体中のカチオンの輸送)
主査	筑波大学教授 農学博士 太田安定
副査	筑波大学教授 農学博士 今川弘
副査	筑波大学教授 農学博士 小田桂三郎
副査	筑波大学教授 農学博士 石塚皓造

論文の要旨

植物におけるカチオンの輸送過程を解明することは、植物栄養学上きわめて重要な研究課題の1つである。

本研究は、一般に植物体内に含まれる無機カチオンの98%を占めるCa, Mg, K, Naについて、その吸収、移行、蓄積の過程を、植物の生長、器官形成、選択的吸収、塩類抵抗性などとの関連において解析、検討したものである。供試植物としてキュウリ(ウリ科, つる性の双子葉植物で、葉の高Ca含有濃度と細胞壁部分へのペクチンの集積が特徴)、トウモロコシ(イネ科, 単子葉, 低Ca高Kが特徴)ハウレンソウ(アカザ科, 双子葉, 葉における高濃度のCaとシュウ酸塩との集積が特徴)の3種類を用いた。これらの植物の発芽後5日から35日間の幼植物を、Ca, Mg, K, Na濃度を各種組合せた水耕液で栽培し、葉身、葉鞘、葉柄、茎および根の各器官を部位別に毎日あるいは1日おきに採取し、各器官の生長率およびCa, K, Na含有率を測定し、植物体中におけるカチオンの輸送過程を追跡した。得られた結果は、大要以下の通りである。

(1) エイジング(Aging)に伴うカチオン吸収速度の推移

カチオンの吸収速度を、各植物体の生重あたり、1日あたりの各カチオンの吸収量(当量)として求めた。Ca, Mg, K, Naのイオン当量の総計値で表わした「総吸収速度」は3種植物とも

ほとんどの値を示し、かつ、それらは植物のエイジングに伴い低下した。しかし、個々のイオンの吸収速度は、3 種植物間で大きく異なり、Ca：キュウリ>トウモロコシ>ハウレンソウ、Mg：ハウレンソウ>キュウリ>トウモロコシ、K：トウモロコシ>キュウリ>ハウレンソウ、Na：ハウレンソウ>キュウリ>トウモロコシの順であった。またキュウリではCa、Mg、トウモロコシではK、ハウレンソウではMg、Naの吸収速度がエイジングに伴い大きく低下した。

(2) 根のイオン選択性とカチオン吸収速度—それらのエイジングに伴う推移

各植物でのカチオン吸収速度の違いは、それぞれの根におけるイオン選択性の違いと関係している。イオン選択性を各Ca、Mg、K、Naの吸収速度の、4 種のカチオンの「総吸収速度」に対する割合として求めた。キュウリではCaの吸収割合が他の2 植物に比べて高かった。また、トウモロコシではK、ハウレンソウではMgの吸収割合が高かった。キュウリでNaの吸収割合はエイジングに伴い増加したが、他の3 種カチオンの吸収割合はエイジが進んでもほとんど変化しなかった。トウモロコシでは、エイジングに伴い2 価カチオンであるCaとMgの吸収割合が減少し、1 価カチオンであるKとNaの吸収割合が増加した。この2 価カチオンの吸収割合の減少には、エイジングに伴ってトウモロコシ根の生重あたりCECが減少したこととの関係が推定された。

ハウレンソウでは、CaとNaの吸収割合がエイジングに伴い増加し、Kの吸収割合はエイジングに伴いやゝ減少した。

3 種植物のカチオン吸収速度を植物体の生重あたりで表わした場合、4 種カチオンともその吸収速度はエイジングに伴い低下した。これは、カチオン吸収と密接な関係のあることが知られている根部の表面積が、植物体の生重あたりではエイジングに伴い低下したこととの関連性の存在を示唆した。各カチオンの吸収速度を根部表面積当たりで表示した場合、植物体の生重あたりで表した場合に比べて、エイジングに伴う吸収低下の速度が低くなることが3 種植物ともに認められた。特にキュウリではMgとK、トウモロコシではMg、ハウレンソウではKの吸収速度が、植物体のエイジが進んでもほぼ一定に保たれた。これらカチオンの吸収は、他のカチオンの吸収に比べ、根部表面積との間に特に高い相関を示した。

(3) エイジングに伴うカチオン移行率の推移

地上部の個々の器官へのカチオンの蓄積量は、根部での吸収量と、地上部への移行率との反映である。各カチオンの地下部から地上部への移行率は以下のものであった。

キュウリ、トウモロコシ、ハウレンソウともにCa、Mg、Kの移行率に大きな差異は認められず、約70~90%であった。またこれらの移行率はエイジングにより低下する傾向を示した。一方、Naの移行率は3 種植物間で大きく異なり、キュウリで80%、トウモロコシで20%、ハウレンソウで60%であった。

(4) 各器官の生長に伴うカチオンの蓄積

各カチオンは地上部へ移行後個々の器官に蓄積する。この蓄積パターンは地上部の生育パターンと密接に関係していた。地上部の生重は3 種植物ともエイジングに伴い増加し続けた。しかし、個々の器官の生長パターンは3 種植物で大きな差異が認められた。

葉の生長は、急速な生重増加を伴う対数増力期と、その後の生重変化のない定常期に分けることができた。キュウリ、トウモロコシでは、各葉の対数増加期は下位葉から順に進行した。一方ホウレンソウでは、第1葉～第4葉および第5葉～第8葉はそれぞれ殆んど同時に展開した。個々の葉におけるCa, Mg, K, Naの蓄積を、葉の生長の対数増加期と定常期の間で比較すると、CaとNaは両期を通じて蓄積が続いた。ただし対数増加期の蓄積速度に比べて定常期のそれは低かった。一方、MgとKは葉重の対数増加期でのみ蓄積した。

Caの体内濃度は一般に下位葉ほど高いとされてきた。しかしながらこのことはキュウリ、トウモロコシでは認められたがホウレンソウでは認められなかった。個々の葉のCa蓄積量は、その葉の展開時における根部でのCa吸収速度の反映である。3種植物ともにCaの吸収速度はエイジングに伴い低下した。キュウリ、トウモロコシでは葉は1枚ずつ順次展開したので、下位葉展開時のCa吸収速度は上位葉の展開時より著しく高かった。このことがこれら2種植物で下位葉ほどCa蓄積量が多くなった主因であろう。ホウレンソウでは前述のように数枚の葉が殆んど同時に展開したため、葉位は違っても各葉展開時のCa吸収速度が等しく、したがって各葉位葉間でCa蓄積量の差が生じなかったものと推定された。このように、地上部におけるカチオンの蓄積パターンは個々の器官の生長パターンと密接に関係していた。

(5) 植物の耐塩性とカチオン吸収との関係

供試3種植物ともに、培養液のNa濃度が上昇すると生長は抑制されたが、耐塩性はホウレンソウ>トウモロコシ>キュウリの順であった。キュウリでは培養液のNa濃度が50 mMをこえると、根が吸収するカチオンの98%をNaが占め、Ca, Mg, Kなどを吸収できなかった。またキュウリの耐塩性はエイジングに伴って低下した。

トウモロコシのNa吸収速度は低く、また地上部へのNa移行率も約20%と低かった。従ってトウモロコシ地上部のNa含有率は他の2種植物に比べて著しく低かった。このことが、トウモロコシがキュウリよりも耐塩性が高い理由の1つと考えられた。

審 査 の 要 旨

植物におけるカチオンの輸送過程については既に多くの研究例がある。しかしそれらは下記の2つの問題点を含んでいる。

- (1) 植物はエイジングに伴い形態的、生理的に変化する。従って植物の生育過程、各器官の形態形成過程との関連において、カチオンの吸収、蓄積の研究がなされるべきであるが、そのような研究例は殆どない。
- (2) これまでに行われた個々の研究では、カチオンの吸収、移行、蓄積について別々に扱っており、1つの研究の中でこれら3つの過程を1つの流れとして扱った例はない。

3つの過程は相互に関係しているので、同時に解析しなければ、植物と、環境要因としての各

カチオンとの関係を理解することはできない。

本研究は、上記の問題点を克服するために膨大な供試植物の水耕栽培と、1～2日毎の器官別の採取、測定を遂行した。得られた成果は植物栄養学上貴重な知見であり、また、作物の肥培管理技術の向上に寄与する基礎的知見であると判断される。

よって、著者は農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。