

1Ep-11

淡水産車軸藻の耐塩性獲得における細胞外 Ca^{2+} と細胞内 ATP の役割

○ 且原 真木, 田沢 仁 (東大・理・植物)

植物の耐塩性の問題が今日注目をあびているが、高濃度の塩（以下 NaCl の場合に限定する）が植物におよぼす影響と耐塩性の機構を細胞レベルであつかった研究は少ない。この問題を細胞レベルで明らかにするため、淡水産車軸藻の一種ホシツリモ (*Nitellopsis obtusa*) の節間細胞（直径 0.5 mm, 長さ 3 - 10 cm）を用いて本研究をおこなった。

昨年度の植物生理学会における報告(*) および Protoplasma に発表した結果(**)より次のことが明らかになっている。(1) NaCl , KCl , CaCl_2 各 0.1 mM 含んだ人工池水中の NaCl 濃度を 100 mM に増すと 2 - 8 時間後に原形質流動は不可逆的に停止し、ひき続き膨圧も失われる（細胞の死）。(2) 上記の現象に先だって 100 mM NaCl 処理後 10 分以内に膜電位の脱分極と膜抵抗の著しい減少がおこる。(3) 100 mM NaCl 処理後 30 分以内に細胞質の K が著しく減少し細胞質の Na が著しく増加する。この時間内では細胞質の Cl および液胞中の K , Na , Cl の各濃度に大きな変化はみられない。(4) 上記 (1) - (3) の現象は人工池水に 10 mM CaCl_2 を加えることによって抑制され、細胞は 100 mM NaCl の存在のもとでも生存できるようになる。

Ca^{2+} による耐塩性の機構を、細胞内の物質組成を制御しながら研究するため、液胞膜除去細胞を用いた結果をここに報告する。膜電位と膜抵抗に対する 100 mM NaCl 中での Ca^{2+} の効果は液胞膜除去細胞においても細胞内灌流液に ATP が含まれている場合には観察された。ATP があれば Mg をキレート剤をつかって除いても外液 Ca^{2+} の効果はみられたので、 Mg-ATPase に依存した過程は、 Ca^{2+} による耐塩性には含まれていないと思われる。しかし細胞内から ATP を除くと外液 Ca^{2+} の効果はみられなくなった。上記の場合 ATP を含まない細胞内灌流液で 2 回灌流をおこなっているが、2 回目の灌流で ATP のアナログで ATPase による加水分解を受けず、またたんぱく質りん酸化の基質にもならないとされている AMPPNP を細胞内に導入した場合には Ca^{2+} の効果はみられるようになった。AMPPNP のほかに AMP や GTP も ATP の効果を代用できたが、アデノシンは代用できなかった。液胞膜除去のために細胞内灌流液は強い Ca キレート剤を含んでいることから、 Ca^{2+} は原形質膜の外側から Na^+ の膜透過性を支配する因子 (Na チャンネルと想定しているが実体は明らかではない) に作用し Na^+ の膜透過をさまたげ、 Na^+ の細胞に対する影響を抑制していると考え、 Ca^{2+} によって細胞質中の Na 濃度の増加がおさえられることや、膜電位がほとんど外液 Na^+ に依存しなくなることなどが説明できる。また前述の結果から Ca^{2+} の作用および Na^+ の膜透過はエネルギーに依存しないものと思われる。本研究はこの Ca^{2+} の作用がおこるためには膜の内側で ATP (他のヌクレオチドでもよい) が Na チャンネル、あるいはその制御因子と結合していることが必要であることを示している。この ATP の結合がない場合には、 Na チャンネルに対しての Ca^{2+} の効果はなくなり、外液 Ca^{2+} の存在にもかかわらず Na^+ の膜透過がおこるものと思われる。

(*) 日本植物生理学会 1986 年度年会 講演要旨集 p.96

(**) Protoplasma (1986) 135:155-161