



Title	単一植物細胞における光電位変化とイオンの吸収との関係について
Author(s)	永井, 玲子
Citation	大阪大学, 1962, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28362
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	永 井 玲 子 <small>なが い れい こ</small>
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	第 273 号
学位授与の日付	昭 和 37 年 3 月 26 日
学位授与の要件	理学研究科 生理学専攻 学位規則第5条第1項該当
学 位 論 文 題 目	単一植物細胞における光電位変化とイオンの 吸収との関係について
	(主 査) (副 査)
論 文 審 査 委 員	教 授 神谷 宣郎 教 授 伊勢村寿三 教 授 今堀 宏三

論 文 内 容 の 要 旨

イオン輸送 (ion transport) の問題は、生理学における重要な問題の一つであって、多くの研究者が、この現象の機構を明らかにすべく種々の材料を使って実験を重ねて来たが、従来行われて来た研究の重点は、そのほとんどすべてが代謝とイオン輸送との関係、特に緑色植物の場合光合成との関係ということにおかれており、イオンの動きを規制する重要な要因の一つである細胞の膜電位については厳密な考慮が払われていない。筆者は、*Nitella flexilis* を材料として、光がイオン吸収を促進する機構を明らかにするための第一段階として、光によってひき起される膜電位の変化とイオン吸収との関係を種々の条件下で調べた。

膜電位は微小電極法で、吸収されたイオン量は、外液の電気電導度と細胞の浸透価を測ることによって求められた。

暗条件下では、細胞の静止電位は、48 時間後において、2~3mV 変るのみである。この間の当該イオン (例えば外液が 10^{-4} M KCl 溶液の場合は K^{+}) の外液における変動は、ほとんどないことから (flame photometer で測る; 田沢 1961. protoplasma 53) イオンは、暗条件下では、外液と平衡状態にあると考えられる。

明条件下では、細胞の静止電位は、外液が 10^{-4} M KCl 溶液の場合は、約 30mV、 10^{-4} M NaCl 溶液の場合には、約 60 mV 上昇する。この静止電位の上昇は、照射後、約 20 分後に始まり、光を消すことによって急速に消失する。このような静止電位の変化と全く平行してイオンの吸収が始まり、光を消すとイオンの吸収も止まる。赤色および青色光は静止電位の上昇を誘発することが出来るが、緑色光は全然出来ない。同じ条件下における細胞の浸透価の上昇も全く同じ pattern を示す。光合成の阻害剤である phenylurethane の存在下で光によって誘発される静止電位の上昇は、阻害されないが、イオン吸収は、わずかに促進されるのみで inhibitor の非存在下にみられる吸収量にして著しく少ない。

以上の実験結果からイオン吸収の全過程は二つの step に分けることが出来ると考えられる。その一つは

plasmalemma を通過するイオンの動きに関係する step であり, plasmalemma を介して存在する electrochemical potential gradient によって制御されている。他の一つは, cytoplasmic layer および tonoplast を通過する動きに関係する step であり, この step は, 細胞の代謝系に深い関係をもっていると考えられる。phenylurethane によって, イオン吸収が著しく阻害されるという事実は, Carbon assimilation が緑色植物のイオン吸収に深い関係をもっていることを示していると思われるが, この関係の仕方の詳細な解析は今後の研究に待たなければならない。

論文の審査結果の要旨

細胞のイオン吸収については従来いろいろの材料で研究されたが代謝との関連を取扱ったものが多かった。永井君の研究は植物細胞のイオン吸収が光によって促進される機構を解析するために細胞内外の電位差とイオン吸収との関連を種々の明暗条件下で調べたものである。

材料には淡水藻のヒメフラスモ (*Nitella flexilis*) の単一節間細胞を用い, その液胞内に一個の銀—塩化銀型硝子毛細管電極を注意深く挿入してその外液に対する電位を求め, これを自記した。

細胞を 10^{-4} M KCl に入れ暗条件に保つと細胞内の電位は外液に対して約 -140mV となり, 外液が 10^{-4} M NaCl の場合は約 -150mV となるが, これらの電位差は同じ条件下では長期間ほとんど変化しない。このとき外液の K^+ または Na^+ 濃度もほとんど変化しないから, 細胞内の K^+ および Na^+ は暗条件下で 10^{-4} M 溶液と平衡状態にあると考えられる。一方明条件下 (白色光 $2,000\text{Lux}$) では同じ外液中で静止電位が著しく増す。即ち 10^{-4} M KCl では約 30mV , 10^{-4} M NaCl の場合は約 60mV の増加がみられるが, この増加した電位差は同一明条件下では一定に保たれる。明暗条件を反復すると細胞内外の電位差も多少の遅れを伴って対応した変化を示す。

次に明暗条件下でイオンの出入がどのように変るかを知るために, 外液の電気伝導度を測り, また膨圧秤の方法によって細胞の浸透圧の精密測定を行なった。その結果外液の電気伝導度変化から計算される KCl (または NaCl) の吸収 (または排出) は細胞浸透圧の変化とよく一致する。この事実は, イオンの移動が液胞と外液間で起り, 細胞質と外液間で起るのではないことを示している。

永井君はこのような実験によって, 静止電位の変化と平行してイオンの吸収が始まること, 消光とともにイオンの吸収も止まることを明らかにした。赤色および青色光は静止電位を増大することができるが, 緑色光は効果がない。浸透圧の上昇効果についても全く同じ傾向がみられる。光合成の阻害剤である phenylurethane は, 光によって誘発される静電位の上昇を抑制はしないが, イオン吸収はこれによって強く阻害を受ける。

以上の事実に基づいて, 著者は細胞のカチオン吸収の過程を二つの段階に分けて説明した。第一は electrochemical potential gradient に従って原形質膜を通過する過程である。第二の段階は細胞質層および液胞膜の通過でこの過程は細胞の代謝と密接な関係をもつと推論した。このような考え方を確証するためにはなお今後の研究が必要であるし, またアニオン輸送の機構についても問題は残されている。しかし永井君の研究は植物細胞におけるイオン吸収の光による促進現象を従来の研究とは異った観点から眺め, 精緻な測定技術を駆使して光が単一細胞の膜電位に著しい影響を与えるという事実と, これがイオン吸収

と密接な相関をもつ事実を、種々の条件下で明示したものである。緑色植物細胞のイオン吸収機構に新しい知見を与えたものといえる。また主論文の姉妹篇とみなされる参考論文「フラスモ細胞の浸透調節作用におけるイオンの寄与」も独創性に富んだ好著である。これらをあわせ考え永井君の論文は理学博士の論文として十分の価値あるものと認める。