OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | カラ節間細胞の起電性イオンポンプの機構 |
| Author(s) | 上池, 伸徳 |
| Citation | 大阪大学, 1982, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/968 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

| | |
|---|---|
| 氏名・(本籍) | 上池(かみいけ) 伸徳(のぶのり) |
| 学位の種類 | 工学博士 |
| 学位記番号 | 第5696号 |
| 学位授与の日付 | 昭和57年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 基礎工学研究科 物理系専攻<br>学位規則第5条第1項該当 |
| 学位論文題目 | **カラ節間細胞の起電性イオンポンプの機構** |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 大沢 文夫<br>(副査) 教授 三井 利夫 教授 塚原 仲晃 教授 葛西 道生<br>教授 岸本卯一郎 |


## 論文内容の要旨

カラ(Chara) 節間細胞の膜電位は，拡散電位で予想されるよりも一般的に過分極側にある。これは，起電性イオンポンプが受動チャンネルに内向きに電流を流すことによる。このポンプ活性を定量的に記述するために膜電位 Em と膜コンダクタンス Gm をできるだけ正しく，評価できる条件をみつけ，さらに信頼性の高い測定系を開発することに努力した。種々の阻害剤の効果を調べた結果，エネルギー転換阻害剤，塩化トリフエニルスズ(TPC)は興奮性を失わせる脱共役剤2,4—ジニトロフエノール(DNP) にくらべて受動チャンネルに殆んど影響をあたえないほぼ理想的なポンプの阻害剤であることがわかった。暗条件で TPC を添加すると，Em が，−200 mV から−100 mV，Gm は150 $\mu$S/cm$^2$ から60 $\mu$S/cm$^2$ となった。阻害後の Em と Gm はそれぞれ受動チャンネルの成分だけ残るので，逆に阻害前のポンプの成分を求めてみると，起電力 $E_p$ が−267 mV でコンダクタンス $G_p$ が90 $\mu$S/cm$^2$ であった。これは，ポンプが受動成分と同様に起電力とコンダクタンスを直列につないだものとして表現できることを示している。このポンプ成分が受動チャンネルに流すポンプ電流 Ip は通常では−6 $\mu$A/cm$^2$ となる。

Ep は−49mV/pH と pH 依存性が強い。また Gpが細胞内 ATP 濃度に強く依存していることも確かめられた。これはポンプが主として ATP の加水分解のエネルギーを利用した$H^+$ の能動的な排出機構であることを示している。そこで，$H^+$ ポンプが ATP 分解を伴うサイクリックな化学反応と考えて，Ip と膜電位の関連を計算すると，ATP 1モルの加水分解で2モルの$H^+$ が細胞外に輸送されることになる。また Gp は pH を小さくすると大きくなる傾向がある。このような Ep と Gp の pH 特性は上の反応モデルでうまく説明できる。Ep が TPC 阻害で一過的に過分極するのは TPC が細胞内 ATP 濃

度を介してだけでなく直接原形質膜のポンプ機構をも阻害していることを示唆している。

以上のような解析は，生化学的研究がなされている能動輸送 ATPase のような起電性イオンポンプの速度論的，あるいは分子論的研究のために重要な知見をあたえると思われる。

## 論文の審査結果の要旨

車軸藻カラの節間細胞の細胞内電位は細胞内外のイオンの拡散電位から期待されるよりも深い負の値をもつ。これは細胞の膜に存在する起電性イオンポンプのはたらきによる。本論文はこの節間細胞の細胞内電位と膜コンダクタンスをいろいろの条件で測定し，起電性イオンポンプの性質をしらべたものである。起電性イオンポンプは電気生理学的にはしばしば定電流源として扱われてきたが，ここではそれは起電力とコンダクタンスとが直列につながったものとして記述される方が妥当であることを示している。

本論文では，イオンポンプの阻害剤を加えると細胞内電位が脱分極するとともに膜コンダクタンスが大幅に減少することを明かにし，イオンポンプが正常の条件でもつ起電力とコンダクタンスを求めた。次に温度の低下とともにイオンポンプの起電力が減少するがコンダクタンスがより著しく減少することを見出した。さらにイオンポンプの起電力と細胞外 pH との関係から，このポンプを従来からいわれているように，$H^+$ をくみ出すものであると考え，最後に ATP 分解と共役して $H^+$ をくみ出すポンプの反応サイクルのモデルを提出し，それが実験結果を理解するのに有力であることを示した。

以上の研究は起電性イオンポンプについての重要な知見をもたらしたもので，工学博士の学位を授与するに値すると認める。