

氏名(本籍)	とみながたかし 富永貴志(茨城県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第1,190号
学位授与年月日	平成6年3月25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	生物科学研究科
学位論文題目	Electrophysiological Studies on Thermoreception in <i>Paramecium caudatum</i> . (ゾウリムシ (<i>Paramecium caudatum</i>) の熱刺激受容機構の電気生理学的研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 内藤 豊
副査	筑波大学教授 理学博士 渋谷 達明
副査	筑波大学教授 理学博士 斎藤 建彦
副査	筑波大学教授 理学博士 堀 輝三

論 文 の 要 旨

生物機能の維持には、生体温度を適温に保つこと(温度恒常性)、外界温度に順応すること(温度順応)が極めて重要である。多くの動物は外界の温度を皮膚の温度受容器で受容し、中枢神経系における統合作用を介した運動器官の制御により適温域に移動する(行動的体温調節)。温度受容器は多くの場合神経末端で、細胞レベルでの生理学的研究は困難である。今回細胞としては大型で、電気生理学的な知見の豊富な単細胞動物ゾウリムシを用い、温度受容と遊泳行動の制御、培養温度に対する順応の機構などを研究した。

ゾウリムシが最適温度に集合すること、最適温度が培養温度により変化することは19世紀にすでに見いだされていた。これはゾウリムシが温度感受-行動反応制御機構、そして温度順応機構を持つことを示唆している。最近ゾウリムシの温度集合は、ゾウリムシが適温域に向かうときには遊泳速度を増し、適温域から離れるときには方向転換頻度を増すことが主な原因で起こることがわかってきた。またゾウリムシの行動は膜電位によって制御されていることもわかってきた。そこで、これらの行動反応からゾウリムシが適温域に向かうときには膜が過分極し、適温域から離れるときには膜が脱分極することが予想できる。

本研究において、ゾウリムシの温度上昇に対する膜電位反応の極性が周囲の温度に依存して変化することが確かめられた。さらに、ゾウリムシに局所的に熱刺激を加えたときの膜電位反応が、細胞前端部と後端部で異なること、しかも後端部の反応が極性が、周囲の温度に依存して逆転し、これが細胞全体の膜電位反応の極性逆転を決定していることが分かった。また、後端部の反応の極性逆転の生

じる温度が培養温度により変わることが確かめられた。このように、細胞後端部膜の熱刺激受容チャンネルの性質の温度依存性変化が走熱性行動制御の鍵要因である。

さらに、これら膜電位反応のイオン機構を膜電位固定法で調べ、熱刺激受容チャンネルと機械刺激受容チャンネルとの関係についても考察した。熱刺激受容チャンネルと機械刺激受容チャンネルは、イオンの通り道としての性質は極めてよく似ているが、同時に刺激を加えると生じた受容電流の加算が生じることから、この2種類の刺激受容チャンネルは共通の部分とそうでない部分がある可能性があることがわかった。このことは熱刺激受容チャンネルの受容機構を考察する上で興味深い。

審 査 の 要 旨

熱感受性や機械刺激感受性は生物にとって根元的な機能と考えられ、細胞レベルでそれらの仕組みを解明することは細胞における刺激受容の一般的な仕組みを知る上で重要である。本研究では細胞としては比較的大きいゾウリムシを用い、まず熱刺激受容電位の極性が順応温度に依存して逆転する事実を見いだした。さらに、ゾウリムシの細胞前端部と後端部では同じ熱刺激に対して極性の異なる受容電位が生じ、上記温度依存性極性逆転は後端部の受容電位の温度依存性変化に由来することを明らかにした。これに、ゾウリムシ個体にとっては適温域に集合するという生存に関わる重要な性質である。また、本研究において熱刺激受容チャンネルと機械刺激受容チャンネルの性質の比較をおこなった。2種類の刺激を同時に細胞に与えるとそれぞれの受容電流が加算されることなどから、両チャンネルはイオン孔を共有し、刺激受容機構が異なることが示唆された。この結果は新しい発見であり、動物細胞における刺激受容イオンチャンネルの進化や分化を考える上に重要である。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。