

氏名(本籍)	菅原美子(東京都)		
学位の種類	理学博士		
学位記番号	博乙第535号		
学位授与年月日	平成元年10月31日		
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当		
審査研究科	生物科学研究科		
学位論文題目	Neurophysiological studies on receptor mechanisms of electroreceptor in <i>Plotosus anguillaris</i> . (ゴンズイ電気受容器における受容機構の神経生理学的研究)		
主査	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	内藤豊
副査	筑波大学教授	理学博士	堀輝三
副査	筑波大学助教授	理学博士	斎藤建彦

論文の要旨

海産硬骨魚ゴンズイのアンブラ型電気受容器は外界の電場の変化を検出する感覚器であり、その構成は軟骨魚のロレンチニ器官と相同である。系統発生上は聴側線系に属し、内耳の聴器や平衡器、側線器などの機械受容器と多くの共通点を持つ。そして電気受容器の感度はきわめて高く、行動実験では $0.08 \mu\text{V}/\text{cm}$ の電場の変化に応答するといわれる。本論文ではこれまで不明であった受容器電流のイオン機構を中心に、電気受容器の高感度受容機構を明らかにしたものである。

受容器は球状の単層感覚上皮(アンブラ)と体表に開口する長い管部からなり、アンブラは頭部の背側中央に約80個が存在する。アンブラ直径は $379 \pm 72 \mu\text{m}$ 、管部の直径は $166.8 \pm 42.8 \mu\text{m}$ である。感覚上皮の厚さは $20 \sim 30 \mu\text{m}$ で、受容細胞は内腔面で支持細胞と緊密な閉鎖小帯を形成し、直径 $8 \sim 15 \mu\text{m}$ 、高さ $15 \sim 25 \mu\text{m}$ の洋梨型で、アンブラ一個あたり700~1000個存在する。

受容器の電圧固定下での内向き電流は、Caチャンネル遮断剤で抑制され、一過性の外向き電流はKチャンネル遮断剤で抑制された。従って受容器電流はCa電流とCa依存性K電流から構成される。また、Ca電流の不活性化過程は電流依存性と考えられる。

アンブラ体内側灌流液の Na^+ コリンで置換すると、Ca、K電流はともに Na^+ 濃度に応じて減少した。またK阻害剤の存在下ではCa電流の不活性化過程も消失した。低 Na^+ 濃度(80mM)ではCa電流はほとんど不活性化を示さず、減衰の時定数は遅い。これは低 Na^+ 濃度で速いCa電流成分が消失し、遅い成分のみが残ることを示す。正常灌流液中では、電流ピーク(速いCa電流成分)はpre-pulseによって電流依存性に抑制され、これと平行して一過性K電流およびシナプス電位PSPも抑制された。このことは速いCa電流成分はK電流および伝達物質の放出を起し、受容器のphasicな応答に寄与す

ることを示唆している。

生体内条件でのアンブラ内電位はほぼ0 mVであるのに対し、摘出条件下では-10~20mVの負のDC電位が観察され、応答様式も異なる。このことは生体内では外向き bias 電流と内向き Ca 電流が定常的に流れているためであることが示された。上皮電流の起電力とされるDC電位(アンブラ内電位)は、摘出条件下で灌流液K⁺濃度を0 mMから増加させると、可逆性に過分極を示した。電圧固定下では、これに対応して外向き電流が観察される。その大きさはK濃度に依存しウワバインで抑制された。従って、Na-Kポンプによる電流と同定された。

これらのことから、ゴンズイ電気受容器はその受容機構等から、マクロな構成では軟骨魚のロレンチニ器官に酷似するが、機能的には硬骨魚型のアンブラ型受容器に属する。そして定常的上皮電流が受容細胞をわずかに脱分極しており、それが結果的に高感度機能をもつことが明らかになった。

審 査 の 要 旨

本研究により、ゴンズイのアンブラ型電気受容器は、感覚上皮の電圧固定により、受容細胞の体内側面にCa電流とCa依存性K電流がみられる。Ca電流はさらに2種の成分、即ちK電流と伝達物質の救出をおこす速い成分および受容器のtonicな活動に寄与する遅い成分に分離された。生体内では管部が海水に開口し、外向きの定常電流がCa電流を誘発するため、上皮電流はゼロに近い。ここに微弱な正負の刺激が入るとCa電流が増減して伝達物質の放出量が変わり、神経の放電量が変化する。高感度の電気受容は、このような感覚上皮の電氣的バイアスにより可能となっていることが証明された。これらのイオン機構の解明は、今後の感覚生理学の研究に大きく寄与すると考えられ高く評価された。

よって著者は理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。