

(別紙2)

審査の結果の要旨

氏名 田中 雅史

本論文は、初期視覚情報処理を担う網膜における抑制神経機構に焦点をあて、神経科学実験を行い、心理学的な意義を考察したものである。全8章から構成されている。

第1章では、脊椎動物網膜における抑制性神経回路に関する従来の研究成果を概観した。視細胞から入力を受ける双極細胞は、その出力がアマクリン細胞からの抑制性入力によって調節を受けているが、その詳細は未だ明らかではない。本研究は、双極細胞の出力部位である軸索終末部における2種類の抑制性入力の機能を解明することを目的とした。

第2章では、標本および手法を説明した。キンギョ網膜のスライス標本にホールセル・クランプ法を適用し、巨大な軸索終末部をもつ双極細胞から単一あるいはペア記録を行った。

第3章では、局所抑制の定量的解析を行った。軸索終末部で発生するカルシウム電流によってグルタミン酸が開口放出され、興奮したアマクリン細胞から抑制性伝達物質である γ -アミノ酪酸が放出されて、双極細胞軸索終末部に局所抑制が生じることを示した。

第4章では、側抑制は、樹状突起間のギャップ結合を介して複数の双極細胞群が脱分極することによって発生することを明らかにした。この側抑制は離れた部位にある双極細胞に抑制をかけた。

第5章では、局所抑制と側抑制に関わる神経回路は、それぞれ、伝達物質受容体の特性や電位依存性ナトリウムチャネルの分布が異なっていることを明らかにした。局所抑制と側抑制は、異なるシナプス、おそらくは異なるアマクリン細胞の活性化によって生起することが示唆された。

第6章では、光刺激によって局所抑制と側抑制が駆動される条件を検討し、前者は狭い領域の強い光刺激で、後者は広い領域の弱い光刺激で働くことを明らかにした。

第7章では、実験結果に基づいて双極細胞の2次元配列モデルを構築し、コンピュータシミュレーションを行い、局所抑制と側抑制は協働して双極細胞からの出力を制限すると共に信号/雑音比を低下させないという役割を担っていることを示した。

第8章では、総合考察を行い、網膜双極細胞における2種類の抑制性入力は、初期視覚系における対比と同化に関与していることを示唆すると共に、脳・神経系一般に見られる局所抑制と側抑制が効率的な信号伝達を担っている可能性を示唆した。

本論文は、網膜双極細胞の軸索終末部における2種類の抑制性入力の特性を実験的に明らかにし、シミュレーションによって効率的な信号伝達に寄与していることを示唆した。視覚における対比と同化という心理現象が本論文で取り扱った神経回路のみで説明できるわけではないが、網膜における複雑な抑制回路の特性を明らかにしたことは大きな成果である。本審査委員会は、本論文が博士(心理学)の学位を授与するのにふさわしいものであるとの結論に達した。