

「一次視覚野の感覚選択性を支える樹状突起メカニズム」

佐藤 達雄

鹿児島大学大学院医歯学総合研究科

樹状突起はニューロンにおける非線形計算に重要な役割を果たし、最終的な細胞体出力に大きな影響を与える。in vitro 研究では樹状突起の計算能力が明らかにされてきたが、技術的困難のため、in vivo における役割の理解は依然として限定的であった。本研究では、二光子多細胞カルシウムイメージング、単一細胞 DNA 電気穿孔法、二光子樹状突起イメージング、一光子光遺伝学を組み合わせた新しい in vivo アプローチを開発し、マウス一次視覚野の錐体細胞における視覚処理への樹状突起の寄与を調べた。

強い細胞体活動を示すニューロンにカルシウム感受性タンパクを発現させると、先端樹状突起に顕著なカルシウムシグナルが観察された。樹状突起活動は細胞体活動と類似した感覚選択性を示したが、その選択性はより鋭敏であった。細胞体カルシウムシグナルから独立した樹状突起カルシウムシグナルは確認されなかったものの、薬理的操作により得られた結果から、能動的な樹状突起カルシウムスパイクの存在が示唆された。

さらに、この樹状突起カルシウムスパイクが細胞体の感覚処理に果たす因果的役割を検証するため、光遺伝学的に樹状突起の活動を抑えた。その結果、樹状突起カルシウムスパイクの発生は抑制され、細胞体活動は弱まり、感覚選択性曲線は低下し広がった。

以上の結果から、樹状突起は単なる受動的な入力部位ではなく、i 感覚選択性を形成する能動的な装置であることが示され、樹状突起が皮質の非線形情報処理を担う重要な主体であることを明らかにした。