



「葉緑体の内部をレーザーで探る」

京都大学大学院理学研究科・准教授 熊崎茂一

1. 葉緑体中のクロロフィルを観察するのに適した顕微鏡

クロロフィルは植物の葉の色を特徴づける主要な色素で光合成に重要な役割を果たします。葉に吸収される光のエネルギーの大半は光合成に使われますが、光合成に使われずに光として放出されるエネルギーもあります。それは蛍光と呼ばれます。このクロロフィル蛍光は単一色ではなく、赤から始まって、暗い赤色（遠赤色）や目には見えない近赤外線まで含んでいます。蛍光を見る顕微鏡を蛍光顕微鏡と呼びますが、市販製品では蛍光色の違いを精密に区別することが困難です。そこで私たちは葉緑体中の微小領域のクロロフィル蛍光色を精密に区別しながら観察できる顕微鏡を開発しました。レーザー光は微小な領域のクロロフィルだけに吸収され、そのクロロフィルが蛍光を発生します。蛍光の色毎の強さの違いをグラフにしたものを蛍光スペクトルと呼びます。私たちの顕微鏡は葉緑体の微小領域毎の蛍光スペクトルを得ることができるわけです。

2. トウモロコシ葉緑体とラン藻細胞の内部微小領域蛍光スペクトル観察

葉緑体は直径が数 μm (マイクロメートル)程度の「どら焼き」のような形をしています。この内部の縦、横、深さ $0.3 \times 0.3 \times 1.0 \mu\text{m}^3$ (立方マイクロメートル)の体積毎に蛍光スペクトルを調べました。その結果、赤色蛍光と遠赤色蛍光で大きく分布が異なることが分かりました。このことは電子の波で見る顕微鏡（電子顕微鏡）を用いた研究からも予想されていたことですが、予想されるよりもはるかに多様な分布の有様が分かってきました。また昼に採取した葉と夜に採取した葉との間には微小領域でみた赤色蛍光の強さが大きく異なることも分かりました。これも過去の研究からある程度予測されたことですが、このような微小領域の観察で確認されたのは初めてではないかと考えています。

ラン藻は葉緑体の祖先と考えられており、植物と同等の酸素発生型光合成をする種の中では最も原始的な型の生物です。私たちの顕微鏡により、ラン藻内部の蛍光スペクトルを分析した結果、光合成を行う膜（チラコイド膜）の性質が細胞中心部と細胞の表面近くで異なることが分かりました。これも過去に報告例が無いラン藻の性質です。

3. 研究成果の意義と今後

本研究で得られた知識は、葉緑体やラン藻に関する新しい問題を私たちに認識させました。レーザー光を用いる蛍光顕微鏡は電子顕微鏡とは違う特長を持ちます。特に生きたままの細胞で、生きる有様を精密に観察する能力に優れています。今後もレーザー顕微鏡自体や使用方法の改良を続ければ、葉緑体に留まらず、生物、医学、物質科学の広い領域で役立つ道具、研究様式を提供できると考えています。

熊崎 茂一（くまざき しげいち）
京都大学大学院理学研究科・准教授、理学博士
「極微構造反応」計画研究代表者（A01班）
専門は「光合成関連光反応」

