

ラマン分光を用いた藻類の研究 (総説)

光が物質に入射して分子と衝突するとその一部は散乱する。この散乱光の内、大部分の成分は入射光と同じ波長の光 (レイリー散乱光) であるが、ごくわずかな成分として入射光とは異なった波長の光が含まれている。Chandrasekhara Venkata Raman は、この入射光と異なる波長を持つ光の振動数が分子の固有振動数になっていることを発見し、ラマン効果と名付けた。この入射光と異なる波長の光 (ラマン散乱光) は分子中の様々な情報を反映しているが、ラマン散乱光は極めて微弱であったため応用が限られていた。しかしながら、近年の技術の進歩によりレーザーラマン顕微鏡が実用化され、藻類の研究にも用いられるようになった。

ラマン分光に関する発展として、Nd: YAG レーザーや Ti: Sapphire レーザーの装置の開発導入、及び分析に用いられるハードウェアの機能向上等が挙げられる。また光ファイバーの導入は、ラマン分光装置の小型化及び携帯性の向上に繋がり、野外でのレーザーラマン顕微鏡の使用を可能にした。

ラマン効果に関する新たな技術の開発もラマン分光技術の向上に欠かせない。例えば共鳴ラマン分光法の開発により、藻類細胞内の特定の生体分子の振動スペクトルを選択的に測定することが可能となった。また、表面増強ラマン散乱 (SERS), 先端増強ラマン散乱 (TERS), コヒーレント反ストークス散乱 (CARS), レーザーピンセットラマン散乱 (LTRS) なども開発され、用途に応じて使い分けがなされている。

藻類の研究においてラマン散乱光を用いる利点として、生物を生きのまま観察できる点や特別な準備が不要な点等が挙げられる。分子の振動スペクトルを測定する他の手法としては赤外分光法が挙げられるが、こちらの方は入念な準備が必要で、測定機器も複雑である。藻類はタンパク質、炭水化物、脂質、核酸、光合成色素といった様々な生体分子を含んでおり、これらの生体分子はそれぞれ固有のラマンスペクトルを有する。この特徴に基づき、ラマン分光法は藻類の種同定や生体分子に関する研究などで、将来有効に用いられる可能性がある。

ラマン分光を分類や同定に用いた研究報告はこれまでいくつかなされている。例えば、珪藻綱、緑藻綱、ハプト藻綱、藍藻綱の4綱の藻類は、457.9 nm と 488 nm の波長を用いて、合成色素であるカロテノイドのラマンスペクトルを選択的に測定することにより、綱レベルでの識別が可能であったという報告がなされている。また、大型の海藻もフーリエ変換型ラマン分光 (FT-ラマン) により種同定ができるとの報告や、SERS を用いることで、チタン上に形成されたバイオフィルム中の細胞外多糖類や藻類の空間的な分布を調べることが可能という報告もある。

また、ラマン分光を用いた細胞内の生体色素の分布や、分子構造に関する研究も行われている。同位体が異なるラマンスペクトルを示すという特徴に着目した同位体ラベリングの技術、及び細胞内の突然変異した部位のラマンスペクトルが本来のラマンスペクトルと異なることを利用した技術なども報告されている。

このようにラマン分光は、藻類細胞や生体分子の分析をする上で、強力なツールとなっている。将来的には、ラマン分光を用いることにより生命システムの経時変化を、正確かつ空間的に記録することも可能になるであろう。

横溝 岳志

\*\*\*\*\*

次回のゼミ (5月26日 [火] 13:30～、W103にて) は成果報告です。