

主 論 文 の 要 旨

論文題目 ピコ秒時間分解蛍光スペクトル測定法による、コケ植物が
乾燥下で発現する過剰励起エネルギー消滅機構の研究

氏 名 山川 壽伯

論 文 内 容 の 要 旨

生体光合成系は高効率に光エネルギーを捕獲し、酸化還元力という化学的なエネルギーに変換し、CO₂を固定する。高効率な光捕集を実現するため、光合成色素タンパク質複合体上では色素分子の空間配置と励起エネルギー準位が巧妙に調整されている。しかし、正常な生化学的反応が停止する乾燥状態では、水の光分解を行う光化学系 II において過剰な光エネルギーにより障害が起き、多くの植物は枯死する。一方、一部の乾燥耐性植物は強い乾燥状態でも生存し続ける。これは過剰な励起エネルギーを散逸させる特別な機構を有するためと考えられている。強い乾燥耐性を持つ地衣類（藻類を体内に共生させる菌類）では、光化学系 II の反応中心近傍で過剰励起エネルギーが消滅する機構が乾燥状態において誘導されることが示されている。

申請者は、コケ植物の光合成色素タンパク質複合体における励起エネルギー移動の様子を室温と低温の時間分解蛍光スペクトル解析法により解析し、乾燥状態での励起エネルギー散逸機構と乾燥耐性との相関を調べた。コケ植物は高等植物と同様に多細胞の陸生植物であり、葉緑体内で光合成を行い、その光合成系はよく似ているが、光合成系内での励起エネルギー移動の解析は今まで皆無であった。申請者は、まず、乾燥耐性のコケ植物について研究を行い、乾燥状態でのみ誘導される過剰励起エネルギーの散逸機構が存在することを見出した。すなわち、乾燥誘導型の過剰励起エネルギーの超高速散逸機構が陸生植物

にも存在し、そのエネルギー散逸機構が地衣類で見つかったものと類似していることを示した。この乾燥誘導型エネルギー散逸機構は、従来知られていた、湿潤な生理条件下でのみ発動される強光誘導性の過剰励起エネルギー散逸機構とは独立したもので、相加的に、より強力に働く。乾燥耐性コケ植物の研究から、乾燥誘導型エネルギー散逸機構では、光化学系 II の反応中心コア複合体内のクロロフィル分子の励起エネルギーが、乾燥下において、長波長に蛍光を発する色素会合体へと超高速で移動し、熱として急速に散逸されることを明らかにした。一方で乾燥耐性の弱いコケ植物では強い乾燥誘導型エネルギー散逸機構が働かないことも示した。さらに、異なる形態のコケ植物 5 種を調べ、乾燥状態で光化学系 II の反応中心での電荷分離反応の効率を下げる多様な励起エネルギー散逸機構の存在を明らかにした。

コケ植物は、多様な励起エネルギー散逸機構により、強い乾燥と光に晒される環境下でも生存できるのであろうと推察される。このような乾燥耐性の獲得は生物進化の中で重要な出来事であり、植物の陸上進出を可能ならしめた理由の一つと考えられる。