

氏 名	今 福 宏 司 いま ふく ひろ し
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 429 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 一 専 攻
学位論文題目	Anaerobic ATP levels in the blue-green alga <i>Anabaena</i>: dark-light transients and effects of light intensity (藍藻アナベナの嫌気条件下における ATP 準位：暗明転移と 光強度依存性について)
論文調査委員	(主 査) 教授 寺本 英 教授 富田和久 教授 浅井健次郎 教授 皆川貞一

論 文 内 容 の 要 旨

光合成を行う生物を、細胞内構造から区別すると、前核生物に属する光合成バクテリアや藍藻、真核生物に属するその他一般の光合成生物との2つに大別できる。エネルギー産出反応は光リン酸化反応と酸化的リン酸化反応であるが、真核生物においては、前者は葉緑体、後者はミトコンドリアというたがいに隔離した独立な器官で別々に行われている。両者の間の相互作用は種々の代謝物質を介して間接的になされていると推定されている。これに対して前核生物である藍藻には、葉緑体やミトコンドリアのような独立な器官はなく、細胞全体に拡った膜状構造物の上で両方のエネルギー産出反応が営まれていると考えられている。したがって藍藻では光リン酸化反応と酸化的リン酸化反応の間に何らかの直接的な相互作用が存在することが予想される。

申請者は、このような見地から藍藻の光リン酸化反応の諸性質を酸化的リン酸化反応と関連させて調べることによって、両者の直接的相互作用を明らかにする目的の研究を行っている。光リン酸化反応の中には CMU という薬剤によって阻害され酸素発生を必ず伴う noncyclic な光リン酸化反応と呼ばれる反応と、酸素発生を必ずしも伴わず CMU によっても阻害を受けないことから、光化学系の一部のみが関与している cyclic な光リン酸化反応の2種類の反応があると考えられている。申請者らは藍藻の呼吸は光によって顕著に阻害を受け、その光阻害は補償点近傍の光強度で飽和することを確認している。その作用スペクトルが上記の反応系部位のそれに一致することから、光阻害に cyclic な光リン酸化反応が関与していることを示唆している。そこで、申請者は cyclic な光リン酸化反応が呼吸の光阻害と同様に、補償点程度の弱光で飽和する反応であるか否かを調べている。cyclic な光リン酸化反応の活性は、この反応のみが起りうるような条件下で、光照射によるアナベナ細胞内の ATP 単位の変動から推定している。すなわち、嫌気条件下かつ CMU 存在下で光照射後 5 秒の ATP 準位を測定する。照射光強度に対する ATP 準位を与えるグラフは、呼吸の光阻害の光強度依存性ときわめてよく一致することがわかり、cyclic な光リン酸化反応が呼吸の光阻害と同様補償点程度の光強度で飽和する弱光反応であることを結論している。

また、各々のグラフから量子収率を求め、これと藍藻の酸化的リン酸化反応の効率と対比して、光によって阻害された酸化的リン酸化反応からの ATP 供給は、cyclic な光リン酸化反応によってほぼ補償することができる」と主張している。

参考論文は、本論文の研究の前駆的な研究を報告したもので、やはり藍藻アナベナの呼吸の光阻害と、細胞内 ATP 準位を種々の条件下で測定解析したものである。

論文審査の結果の要旨

光合成を営む生物は種々あるが、光合成機能を司る細胞内構造の違いによって区別すると、光合成バクテリアや藍藻などのいわゆる前核生物と、その他一般の光合成生物である真核生物との2つに大別される。エネルギー産出反応には、光リン酸化反応と、酸化的リン酸化反応があるが、真核生物においては、前者は葉緑体、後者はミトコンドリアというたがいに隔離した器官で別々に行われている。したがって、両者の反応間での相互作用は種々の代謝物質を介して間接的になされていると推定されている。これに対して前核生物である藍藻には葉緑体やミトコンドリアのような独立な器官がなく、細胞内全体に拡がった膜状構造物の上で両方のエネルギー産出反応が営まれていると考えられている。したがって、藍藻では光リン酸化反応と酸化的リン酸化反応の間に、何らかの直接的な相互作用があることが当然予想される。

申請者は、このような見地から藍藻の光リン酸化反応の諸性質を酸化的リン酸化反応と関連させて調べることによって、両者の直接的な相互作用を明らかにする目的の実験を行っている。

光リン酸化反応の中には noncyclic な光リン酸化反応と呼ばれる反応と、cyclic な光リン酸化反応の2種類の反応があると考えられている。noncyclic な光リン酸化反応は必ず酸素発生を伴い、また CMU という薬剤で阻害されるが、cyclic な光リン酸化反応は酸素発生を必ずしも伴わず、CMU によっても阻害を受けない。申請者らは、参考論文で報告されている研究で、藍藻の呼吸が光によって顕著な阻害を受け、その光阻害は補償点近傍の光強度で飽和することを確認している。またその作用スペクトルが cyclic な光リン酸化反応と直接関係していると考えられている光化学系の一部、いわゆる光化学系1の作用スペクトルに一致していることから、光阻害に cyclic な光リン酸化反応が関与していることを示唆している。そこで申請者は、cyclic な光リン酸化反応がじっさいに呼吸の光阻害と同様に、補償点程度の弱光で飽和する反応であるか否かを調べる実験を行っている。光リン酸化反応のみが起るような条件下で、反応の活性を、光照射によるアナベナ細胞内の ATP 準位の変動から測定している。すなわち、酸化的リン酸化を停止させる目的で窒素を通気した嫌気条件下ですべての実験を行い、かつ CMU の存在下で光照射後5秒の ATP 準位を測定した。照射光強度に対する ATP 準位を与えるグラフは、呼吸の光阻害の光強度依存性とよく一致することが明確になっている。結局 cyclic な光リン酸化反応が呼吸の光阻害と同様補償点程度の光強度で飽和する弱光反応であるという結論を得ている。

また、これらのグラフから量子収率を計算し、これと藍藻の酸化的リン酸化反応を対比して、光阻害による酸化的リン酸化反応からの ATP 供給の損失は、cyclic な光リン酸化反応によってほぼ補償することができるというデータを与えている。この結果は、呼吸が光によって阻害される現象が、酸化的リン酸化反応と cyclic な光リン酸化反応の間のエネルギー的な競合の結果であるという説に対して生体エネルギー

一論的見地からの保証を与えるものである。

参考論文は、本論文と密接に関連した研究であるが、これを合せて申請者は、とくに前核生物における光合成過程の機構についての新しい重要な知見を与えており、関連分野に寄与するところが少なくない。また、この研究の遂行にあたって駆使されている物理化学的な実験技術ならびに解析手法を通じて、この分野での秀れた知識と研究能力をもっていることが認められる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。