

氏 名	大 城 香 おお き かおり
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 385 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 3 月 23 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 植 物 学 専 攻
学位論文題目	暗所で形成されたフィコシアニンの光化学的活性と2つの光化学系へのエネルギー転移

論文調査委員 (主 査) 教 授 皆 川 貞 一 教 授 竹 内 郁 夫 教 授 黒 岩 澄 雄

論 文 内 容 の 要 旨

ラン藻および紅藻では光合成に用いられる光は、大部分フィコビルン蛋白によって捕捉され、反応中心のクロロフィルへ効率よく転移されることが知られている。本論文はこのような励起転移の効率を細胞質内で支えている条件を明らかにすることを意図したものである。

申請者はまずラン藻 *Anabaena variabilis* を種々の従属栄養条件に適応させることを試みた。その結果のうち特筆すべき点は、ラン藻では光化学系Ⅱが、光の存在とは関係なく硝酸塩の有無によって調節されることを見出したことである(ラン藻以外の光合成生物では光合成系の発達はすべて光に依存する)。即ちラン藻では硝酸塩が消費されると光化学系Ⅱが消失し、これに硝酸塩を添加すると光化学系Ⅱは再び形成される。また、この光化学系Ⅱの消失と再形成はフィコビルン色素の消失と再形成を常にともなっている事が明らかにされた。硝酸塩の光化学系Ⅱおよびフィコビルンに対する制御に関して、申請者は硝酸塩以外の窒素化合物の作用や硝酸塩除去、再添加の効果に関する反応速度論的解析を行ない、この二者の消失と再形成の間には直接の因果関係がないと推論している。

ついでフィコビルン色素を吸収する光(605nm)を光条件下でフィコビルンを合成させた細胞に照射すると、光化学系Ⅱに特有の蛍光(688nm)が観察されるが、暗所で硝酸塩存在下でフィコビルンを合成させた細胞では、このようなフィコビルンからクロロフィルへの励起転移は全く認められなかった。申請者はその原因として次の四つの可能性を検討した。暗所では i) フィコビルン蛋白の形成が不完全である。ii) 光化学系Ⅱが不完全である。iii) フィコビルン蛋白は完全であるが、効率のよい励起転移に必要なフィコビリゾームが形成されない。iv) フィコビリゾーム構造は形成されるが、光合成膜から遠い距離にある。可能性 i) はフィコビルン蛋白の光学的特性が明暗両方で合成されたものの間に差異のないこと、ならびに暗所で合成されたフィコビルンに光を照射して励起転移が誘導される過程が蛋白合成に依存しないことから除外される。また暗所でフィコシアニンを合成させた細胞にクロロフィルに吸収されるような光(435nm)を照射すると、光化学系Ⅱに特有の蛍光が現われることから ii) も否定される。申請者は iii)

またはvi)を妥当なものと考え、電子顕微鏡像によって適否を見わけることを試みたが成功しなかった。

暗所で形成されたフィコシアニンに吸収された光がクロロフィルへ転移されないとすれば、フィコシアニン自身から生ずる蛍光が著しく増加しなければならないが、事実はこちらに反する。申請者は励起転移の行方を液体窒素温度で追跡して 730nm 附近に強い蛍光を見出した。これは光化学系 I のクロロフィルに由来すると考えるのが最も妥当であり、フィコビリ蛋白から光化学系 II を経ずに、直接光化学系 I へエネルギー転移が行なわれていることを示している。従来フィコビリ蛋白が吸収した光は、光化学系 II へ転移され、その反応中心が閉ざされている場合のみ二次的に光化学系 I へ転移されるという、いわゆる spill-over model の考え方が、光合成色素間の励起転移の最も有力な説明であったが、申請者はこの model が修正される必要にせまられていると結論している。

論文審査の結果の要旨

本論文は二つの注目すべき知見を含んでいる。第一は原核生物であるラン藻の光合成系は分化した葉緑体をもつ真核生物の場合と全く異った制御をうけている事を明らかにした点である。従来ラン藻が従属栄養条件下で生育し得ることを示した報告はいくつかあるが、申請者は *Anabaena variabilis* を用い、これが種々の環境条件にどのように反応するかを丹念に解析し、その光化学系 I は全く影響されないまま光化学系 II が変動すること、さらにこのような変化を支配する要因に関して様々の環境条件の組み合わせの中から、硝酸と亜硝酸が作用因子であることを明らかにした。また他のいくつかの藻類を用いた実験からこのような現象がラン藻一般に共通であるが、ラン藻以外の藻類ではみられないものである事を明らかにしている。このように二つの光化学系のうち、その一つだけをもつ細胞を容易に得る方法を示した事によって光合成の解析が新しい手段を得たことは評価すべき事で、事実これが学会で発表されて以来、この系を用いた光合成解析がいくつかの研究室で開始されている。

第二の点は、フィコビリ色素から光化学系 I へのエネルギー転移について従来広くうけいられていた spill-over model を修正する必要性を示した点である。フィコビリ蛋白は細胞内では多数の分子が会合し、フィコビリゾームとよばれる顆粒を形成して光合成膜の表面に存在し、光合成膜内のクロロフィルへ Förster 流のエネルギー転移を行っていると考えられている。フィコビリゾームからの励起転移が何故光化学系 II へのみ特異的に行なわれるかということについて、これまでいくつかの説明があるが、いずれも満足すべきものではなかった。申請者は自ら開発した暗形成フィコビリ蛋白と云う系を利用してこの点の検討を試み、このような系ではフィコビリ蛋白から光化学系 I への励起転移が光化学系 II を経ずに行われることを立証している。これは光合成膜におけるエネルギー転移機構に関する従来の仮説が修正されなければならない事を示すもので、光化学系 I あるいは II のいずれへ転移されるかは光合成膜内のクロロフィルの存在状態によって支配されることを示唆している。

これらの知見は、それぞれの独自さもさることながら、従来光合成研究者の積極的にとりあげようとしなかったラン藻を実験材料とし、その中で見出された現象を注意深く観察する事から成しとげられたものである事は特に高く評価すべきものといえよう。よって申請者がこの分野ですぐれた研究能力をもつものである事は明らかであり、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。