

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 丸山 真一郎

---

序章では、研究の背景と目的を述べている。既に絶滅したであろう原始光合成生物の姿を知るためには、現存の生物種を従来の方法で系統分類するだけでは不十分であることは既に広く認められている。本研究に先立ち、本論文申請者は直径約 2 $\mu$ m という微小な単細胞性原始紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* の全ゲノム配列を解読し、植物の起源に近い進化的に重要な系統群に関するゲノム情報を得た。これにより、これまでのゲノム科学の進展により得られた膨大な情報を比較解析し、細胞内共生過程における光環境応答システムの進化を統一的に理解するツールが得られた。本研究では、主に原始紅藻及びシアノバクテリアを材料とし、光合成生物に広く保存されている光環境応答機構に焦点を当て、植物細胞において宿主由来及び共生体由来と考えられるシグナル伝達経路を解析すると共に、高等植物からシアノバクテリアをも含めた比較ゲノムの視点からその進化的意義を考察した。

第一章では、微小な単細胞性原始紅藻 *C. merolae* における青色光依存的な遺伝子発現制御機構の解析について述べている。全ゲノム配列情報を用いて光受容体の探索を行い、既知の光受容体としては幾つかのクリプトクロム遺伝子のみがコードされていることを見出した。また、これらクリプトクロム遺伝子群には植物型及び機能未知のバクテリア型両方の遺伝子が含まれていたことから、*C. merolae* は宿主由来及び共生体由来のシグナル伝達経路を解析するのに適した材料であると考えられた。さらに、*C. merolae* を赤色光下で培養すると、通常培養条件（白色光）に比べ生育が遅れるものの、増殖が可能であることを明らかにした。そこで、*C. merolae* 核コード遺伝子に対するマイクロアレイを用いてトランスクリプトーム解析を行い、青色光依存的な遺伝子発現制御機構を解析した。青色光照射前後におけるマイクロアレイ解析を行った結果、青色光依存的と考えられる転写産物量プロファイルが得られた。転写産物量が上昇した遺伝子には様々なカテゴリーに属するものが含まれていたが、シロイヌナズナにおける青色光シグナル伝達経路の解析結果と同様の傾向を示す結果が得られたことから、植物の光応答における遺伝子発現レベルでの制御が進化的に保存されてきた可能性が示唆された。また、こうした青色光依存的転写誘導を受けると考えられる遺伝子群のプロモーター領域を抽出し、コンセンサス配列を探索した結果、パリンδροーム様構造を含むモチーフ配列を見出した。

第二章では、原始紅藻及びシアノバクテリアにおけるバクテリア型クリプトクロム（クリプトクロム DASH）の機能解析について述べている。これまで動物・植物を含む真核生物及び原核生物にも広く保存されているにもかかわらず、その機能は全く未知であったが、本研究では、シアノバクテリア *Synechocystis* sp. PCC 6803 GT 株を用い、クリプトクロム DASH 恒常的発現株で顕著な生育阻害と色素組成変化による黄化の表現型を得た。これらことから、*Synechocystis* においてクリプトクロム DASH の適切な発現量調節が生育に大

きな影響を与えることが示唆された。また、*C. merolae*において二つのクリプトクロム DASH 相同遺伝子を同定し、これらと GFP との融合遺伝子をタマネギ表皮細胞に導入して局在解析を行ったところ、両者の融合遺伝子ともにミトコンドリア局在と思われる蛍光パターンを示したことから、*C. merolae*クリプトクロム DASH はミトコンドリアにおいて何らかの機能を有する可能性が示唆された。

第三章では、マイクロインジェクションを用いた微小な *C. merolae* 細胞への遺伝子導入技術の開発についてのべている。

以上要するに、本研究は原始紅藻及びシアノバクテリアを用いた青色光受容体及びそのシグナル伝達機構の解析であり、進化的な見地からもこれまで考えられていた以上に植物細胞において遺伝子レベルでの統一的な説明が可能であることを示す知見が得られ、学術上、応用上の寄与するところが少なくない。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。