

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	伊佐治 恵 (いさじ めぐみ)
○学位の種類	博士 (理学)
○授与番号	甲 第 769 号
○授与年月日	2011 年 9 月 25 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	Structures of Natural Chlorophyll Pigments Esterified with Isoprenoid Alcohols and Their Distribution in Photosynthetic Apparatuses (イソプレノイドエステル鎖を有する天然クロロフィル類の構造とそれらの光合成器官での分布)
○審査委員	(主査) 民秋 均 (立命館大学薬学部教授) 前田 大光 (立命館大学薬学部准教授) 溝口 正 (立命館大学生命科学部准教授)

<論文の内容の要旨>

光合成生物に含まれるクロロフィル(Chl)類のすべてが、アンテナ複合体での光捕集や反応中心での電荷分離を行っている。このような Chl 類は、Chl-c を除いてプロピオネート型の長鎖エステルを持っている。このエステル側鎖は Chl 分子の分子量の 3 分の 1 を占めるにもかかわらず、光吸収を行う π 共役系に直接関与していないために、これまでほとんど注目されてこなかった。Chl 類の合成最終段階において、エステル鎖のゲラニルゲラニル(GG)基は、ジヒドロゲラニルゲラニル(DHGG)とテトラヒドロゲラニルゲラニル(THGG)基を経てフィチル基へと還元される。申請者は、このエステル側鎖の化学構造に注目し、その生合成中間体の光合成器官中での機能を解明した。

まず、好熱性紅色光合成細菌 *Halorhodospira halochloris* の蓄積するバクテリオクロロフィル(BChl)-b のユニークな THGG 鎖と中心目珪藻類 *Chaetoceros calcitrans* の蓄積する Chl-a の生合成中間体である DHGG と THGG 鎖の構造を、NMR を用いて完全に決定した。前者の THGG 鎖は通常の紅色細菌のものとは異なっていることと、後者の DHGG 鎖は BChl-a で見出されたものとは構造が異なることを見出した。

次に、紅色光合成細菌 *Rhodospseudomonas(Rps.) palustris* の光収穫アンテナと反応中心をそれぞれ単離して、BChl-a 生合成中間体の分布を、逆相 HPLC を用いて調査した。光収穫アンテナの分析では、BChl-a の 17 位エステル鎖生合成中間体が、機能性色素としてアンテナ

に含まれることを見出した。さらに、これまで単離できなかつた *Rps. palustris* の反応中心を単離し、電荷分離を担う BChl-*a* とバクテリオフェオフィチン(BPhe)-*a* の 17 位エステル鎖を調べた。その結果、BChl-*a* では 17 位エステル鎖生合成中間体が、機能性色素として反応中心に含まれていることを明らかにした。反応中心での BPhe-*a* は、GG や DHGG の割合において BChl-*a* と比べて大きく減少するものの、THGG 体は機能性色素として蓄積していることがわかった。

<論文審査の結果の要旨>

光合成活性なクロロフィル分子のほとんどが長鎖エステル基を有しているが、これまでその機能はあまり検討されてこなかつた。また、そのエステル鎖として、多くのクロロフィル分子がフィチル(P)基を利用しているが、その生合成前駆体のゲラニルゲラニルエステル GG やその水素添加体(ジヒドロゲラニルゲラニル DHGG・テトラヒドロゲラニルゲラニルエステル THGG)の光合成器官での分布と機能についても、これまでの研究例は乏しい。そこで学位申請者は、様々な光合成生物のクロロフィル分子の長鎖エステル基に注目して、各種のエステル分子の構造解明と、その構造に基づいた生合成経路解明、さらにはそれらの分布を基にした光合成での機能発現を検討した。

以上のことを踏まえて、論文評価の詳細を以下に示す。

- (1) 珪藻の一種である *Chaetoceros calcitrans* を強光下で培養したところ、クロロフィル *a* の生合成中間体が蓄積されることを確認し、その DHGG と THGG 体の分子構造を完全に決定したことは、評価に値する。
- (2) 上記のクロロフィル *a* における DHGG の二重結合の位置は、これまで知られていたバクテリオクロロフィル *a* におけるものとは異なっており、そのことから新たな生合成経路を解明できたことは、特筆される。
- (3) 紅色光合成細菌である *Rhodospseudomonas palustris* 種が、バクテリオクロロフィル *a* やその脱金属体(バクテリオフェオフィチン *a*)の生合成中間体を、各種の光合成器官に蓄積することを明らかにしたことは、評価に値する。
- (4) *Rhodospseudomonas palustris* 種の光合成反応中心を単離精製することに成功し、その一次電子受容体であるバクテリオフェオフィチン *a* において、DHGG と THGG 体を利用できることを明らかにしたことは、特筆される。

本論文の審査に関して、2011年8月6日(土)15時00分~16時00分イーストウイング 6F 生命科学部・薬学部演習室1において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は申請者に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より質疑がなされたが、いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、課程博士学位に相応しい学力を有していると確認した。また、本論文提出者は理学的な面においても学術的な面においても国際的に評価される研究を行っており、2009 年 7 月の国際研究集会での講演や 6 編の国際誌における論文掲載など、量的ならびに質的に優れた研究業績により後期課程 2 年半在学での修了が適当と判断した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、「博士（理学 立命館大学）」の学位を授与することを適当と判断する。