



さまざまな機能で光合成を支える葉緑体内の色素結合タンパク質LIL

分子レベルから細胞レベルの生物学
およびその関連分野



研究者所属・職名 : 低温科学研究所・教授

ふりがな たなか りょういち

氏名 : 田中 亮一

主な採択課題 :

- [基盤研究\(C\)「クロロフィル分解経路の全体像の解明」\(2011-2013\)](#)
- [基盤研究\(C\)「クロロフィル結合モチーフをもつ低温誘導型チラコイド膜タンパク質LILの機能解析」\(2017-2020\)](#)
- [基盤研究\(B\)「常緑針葉樹の光合成調節機構の複合体プロテオミクスおよび分光学的手法による統合的解析」\(2020-2023\)](#)

分野 : 植物生理学

キーワード : 光合成、葉緑体、クロロフィル

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

植物の光合成においては、Light-harvesting complex (LHC)とよばれるタンパク質が光エネルギーを集める役割を担っている。植物ゲノム配列の解析から、LHCとよく似た配列を持つが、集光に関与しないLHC様(LIL)タンパク質が10種類程度存在することがわかってきた。我々は、草本植物シロイヌナズナの変異体を解析する際に、植物が正常に光合成を行うためにLILタンパク質が必須であることに気づき、その機能を明らかにしようと試みた。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

ゲノム上には、遺伝子配列がわかっても、機能が不明のタンパク質がたくさん存在するが、これらのタンパク質の機能解析は容易ではなく、その遺伝子の変異体の解析を中心に、生化学、生理学、分子生物学などのさまざまな手法を組み合わせる必要がある。本研究は、LIL1, LIL2, LIL3, LIL6, LIL8など複数のLILタンパク質の機能を研究する上で、さまざまな分野の研究者との共同研究によって、さまざまな種類の実験を行う必要があった。



図1 野生型シロイヌナズナと(左上) LIL3タンパク質を欠くシロイヌナズナ変異体



さまざまな機能で光合成を支える葉緑体内の色素結合タンパク質LIL

分子レベルから細胞レベルの生物学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

LILタンパク質の一つ、LIL3タンパク質は、クロロフィルやビタミンE合成に必要な酵素（ゲラニルゲラニル還元酵素:GGR）の蓄積を安定化させるとともに、葉緑体内での正しい局在に必要であることがわかった。これは、LILタンパク質が、葉緑体内での代謝に関わることを初めて示した研究である(2010年、2014年：理研、フンボルト大学との共同研究)。

また、LIL8タンパク質が欠損すると、光化学系の量子収率が低下し、光化学系Iと光化学系IIの光捕集機能の調節に影響を与えることを示した(2017年：神戸大学との共同研究)。LIL8タンパク質は、光化学系と相互作用をし、その光捕集機能を光環境に応じて調節していると考えられる。

続いて、2018年にLIL2、LIL6タンパク質は光化学系IIの合成に関わることを示されたが、これらのタンパク質が光化学系IIのD1、D2サブユニットやHCF244などの他のタンパク質とともに特別な複合体を形成して、光化学系IIの構築を助け、さらに、光化学系IIの修復にも関わることを示した（2022年：神戸大学、岡山大学、理研との共同研究）。

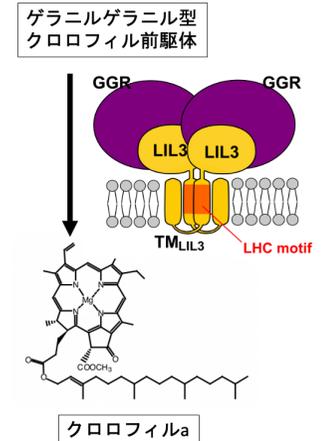


図2 LIL3タンパク質とGGRの複合体がクロロフィルa合成に必須である

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

光合成の反応に直接関わる光化学系のタンパク質だけでなく、植物が光合成を行うためには、間接的に光合成機能を支える多くのタンパク質が必要である。その中でもLILタンパク質は、光化学系IIの構築・修復など重要な役割を担っている。植物のゲノムには、まだ機能未知のLILタンパク質がコードされている。例えば、LIL1は、冬季の常緑樹の熱放散に関わると考えられる。LILの機能解明が進めた、植物が光合成を維持するためのさまざまな分子メカニズムに関する理解が深まると期待される。



図3 チラコイド膜に存在するLIL1の模式図