



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	クロロフィル分解に関するSGRとNYC1の協調的発現とその生理的役割 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	佐藤, 智亮
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第13166号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70011
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Tomoaki_Sato_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士(生命科学) 氏 名 佐藤 智亮

審査担当者	主査	教 授 田中 歩
	副査	教 授 加藤敦之
	副査	教 授 藤田知道

学 位 論 文 題 名

クロロフィル分解に関する *SGR* と *NYC1* の協調的発現とその生理的役割

博士学位論文審査等の結果について（報告）

光合成の中心的な役割を担うクロロフィルは、植物の発育とともに合成され、老化時には分解される。これらの過程は高度に制御されており、植物の生存にとって極めて重要である。この代謝経路を担う主要な酵素は全て同定され、その経路も決定されたが、これらがどのような機構で調節されているかは、いまだ解決されていない。

クロロフィル *a* の分解は、その中心金属である Mg の離脱から始まる。この反応を触媒する酵素は *SGR* と呼ばれている。生化学的な研究から、*SGR* はクロロフィル *b* の中心金属を引き抜けないことが明らかにされている。そのため、クロロフィル *b* が分解されるためにはクロロフィル *a* に転換されなければならない。この反応を担うのが、Non-Yellow Coloring 1 (*NYC1*) や *NYC1* LIKE (*NOL*) と呼ばれる酵素である。*SGR* はクロロフィル *b* を基質にしないが、*SGR* を一過的に発現させるとクロロフィル *a* とともにクロロフィル *b* も分解される。*NYC1* 欠損株では、*SGR* の発現が誘導されてもクロロフィル *b* の分解が進行しなかった。このことは、*SGR* の発現によって引き起こされるクロロフィル *b* の分解に *NYC1* が関与していること、また *SGR* が *NYC1* の発現を誘導することを示唆している。実際、*NYC1* mRNA と *NYC1* タンパク質は *SGR* の発現によって増加した。そこで、*NYC1* の発現に関与すると報告されている転写因子 (*ORE1*, *EIN3*, *ABF4*, *MYC2*, *NAC019/046/055/072*, *ABI 5/EEL*) が *SGR* の発現によって誘導されるのかを調べた。その結果、*SGR* の発現により *NAC019/055/072* と *ORE1* の発現が増加していることが明らかになった。*NAC019/055/072* はジャスモン酸に応答する転写因子であり、*SGR* の発現誘導後 18~30 時間の間に発現量が増加した。*ORE1* は老化に関わる転写因子であり、*SGR* の発現誘導後 36 時間後に発現量が増加していた。*NAC019/055/072* が誘導されることから、*SGR* の発現に伴って植物ホルモンであるジャスモン酸が合成され、それが葉緑体シグナルとして働き、*NAC019/055/072* を経由して *NYC1* の発現が誘導されたと考えられる。この葉緑体シグナルを介した機構は、クロロフィル *a* とクロロフィル *b* が協調的に分解されるための分子機構と考えられる。

次に、クロロフィル *a* とクロロフィル *b* が協調的に分解されない場合、植物にどのような影響を与えるのかを *NYC1* の変異株を用いて解析した。*SGR* の発現誘導後に光化学系 I が光化学系 II よりも早く分解されること、また、光化学系 I の反応中心と周辺集光アンテナ、光化学系 II の反応中心が分解されている点は *SGR/WT* と *SGR/nyc1 nol* に共通していた。しかし、*SGR/nyc1 nol* では光化学系 II 周辺集光アンテナ (*LHCII*) が分解されなかった。電子顕微鏡での解析より、*SGR/nyc1 nol* においてグラナが厚くなる現象が観察された。このような厚いグラナは野生株ではどのよう

な環境下でも観察されない。これはクロロフィル *b* が分解されないために LHCII が蓄積し、チラコイドの重なりが形成されたと予想される。

光化学系 II の量子収率 (F_v/F_m) は健常葉では 0.78~0.82 であり、SGR/WT、SGR/nyc1 nol においても、SGR 発現前は 0.8 を示した。SGR/WT は SGR 発現後 24 時間で 0.75、48 時間後には 0.6 となったが、SGR/nyc1 nol は 24 時間後で 0.2、48 時間後には 0.01 となり、光化学系 II が機能していないことが明らかとなった。一方、光化学系の防御に関与する過剰エネルギーの熱放散 (NPQ) は、SGR/nyc1 nol では、SGR を発現させると急激に低下することを見出した。これらの結果は、クロロフィル *a* とクロロフィル *b* が協調的に分解されないと光化学系装置の分解が非協調的に進行し、その結果、光化学系の活性が急激に低下することを示している。

これらの研究は、クロロフィル分解の協調的な発現の分子機構とその生理的な役割を解明し、この分野の研究に大きく貢献するものである。

よって著者は、北海道大学博士（生命科学）の学位を授与される資格あるものと認める。