

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	シロイヌナズナの多面的な環境応答における糖脂質合成の意義に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	村川雅人
Author(English)	Masato Murakawa
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10585号, 授与年月日:2017年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:太田 啓之,久堀 徹,田中 寛,駒田 雅之,増田 真二,下嶋 美恵
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10585号, Conferred date:2017/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	村川 雅人	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	太田 啓之	教授	増田 真二	准教授
	審査員	久堀 徹	教授	下嶋 美恵	准教授
		田中 寛	教授		
		駒田 雅之	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「シロイヌナズナの多面的な環境応答における糖脂質合成の意義に関する研究」と題し、環境条件として、糖過剰条件および酸性ストレス条件に着目し、これらの生育環境がシロイヌナズナのガラクト脂質代謝経路に及ぼす影響と、その生理的な意義を明らかにしたものであり、4章から構成されている。

第1章「序論」では、まず植物の膜脂質として多量に含まれるガラクト脂質、モノガラクトシルジアシルグリセロール (MGDG) およびジガラクトシルジアシルグリセロール (DGDG) 合成の役割と光合成機能との関連性について説明し、また、モデル植物であるシロイヌナズナにおけるガラクト脂質合成経路 (MGD1-DGD1 経路および MGD2/3-DGD2 経路) について説明している。次に、リン欠乏条件下において MGD2/3-DGD2 経路が活性化される機構について説明し、窒素欠乏や乾燥ストレスなど、リン欠乏以外のストレス条件下における脂質組成の変動に関するこれまでの知見を述べている。また、植物体内の糖と炭素代謝のセンシングを介したシグナル伝達機構が、これら様々な環境ストレス応答で果たしている役割について現在までの知見を示し、本研究の意義を述べている。さらに、自然環境で生育する植物にとって、しばしばリン欠乏に付随した土壌の酸性化が生育を妨げる原因となることを説明し、その一方で酸性ストレス条件や、複合的な環境ストレス条件下における植物の膜脂質代謝に関する詳細な研究がなされていないことから、これらを明らかにすることの重要性を述べている。

第2章「スクロース添加生育時におけるシロイヌナズナの糖脂質代謝の機能解析」では、培地へのスクロース添加による生育促進とガラクト脂質合成の活性化の関係について述べている。植物体地上部と根においてスクロース添加に応答した *MGD3* の発現上昇がみられたことから、*MGD3* を恒常的に過剰発現させた遺伝子組換えシロイヌナズナ (以下、過剰発現株と記載する) を作出し、野生株および *mgd3* 欠損株との生育比較を行った結果、スクロース添加時の野生株に対する生育が欠損株では抑制され、過剰発現株では促進されたことを示している。また、野生株へのスクロース添加は膜脂質組成における DGDG の増加を誘導すること、過剰発現株では野生株以上にスクロース添加時の DGDG 含量が増加することを示し、ミクロソーム膜画分の脂質解析結果から、スクロース添加時に増加した DGDG は葉緑体外の膜に蓄積していることを示唆している。さらに、放射性標識したスクロースを取り込ませた実験の結果等から、過剰発現株は根から吸収したスクロースを優先的に糖脂質合成に用いていることを示している。以上の結果に基づき、*MGD3* を介した DGDG 合成の活性化は、糖の過剰な蓄積を防ぎ、同時に膜を構成する部品を生成することで、糖過剰条件での植物の生育促進に寄与していると考察している。

第3章「酸性ストレス条件下におけるシロイヌナズナの糖脂質代謝の解析」では、酸性ストレス条件下における糖脂質の役割について述べている。まず、*in vitro* の実験系を用いた解析により、植物由来の DGDG はリン脂質であるホスファチジルコリン (PC) に比べてプロトン透過性が低いという物理化学的特徴を有することを示している。また、酸性条件下で生育させたシロイヌナズナ野生株と *mgd2mgd3* 二重欠損株の膜脂質組成解析および遺伝子発現解析を行い、酸性生育時の植物体地上部において MGD1-DGD1 経路を介した DGDG 合成が活性化されることを示している。一方で、葉緑体の発達していない根においては、酸性ストレスによるガラクト脂質合成の活性化がみられなかった結果等と併せて、酸性生育時の植物体地上部において増加した DGDG は主に葉緑体包膜に蓄積していることを示唆している。さらに酸性ストレスとリン欠乏を組み合わせた、酸性リン欠乏条件下で生育させた野生株の脂質組成を解析した結果を述べている。植物体地上部においてはリン欠乏に応答した DGDG の増加に

加えて、酸性ストレスの影響による DGDG 合成の活性化が相加的に誘導され、一方で根においてはリン欠乏時の膜脂質転換が転写レベルとそれに伴う DGDG 蓄積量の両方で抑制されることを示している。

第 4 章「総括」では、本研究で得られた結果を総括し、シロイヌナズナが、それぞれに特徴の異なる様々な生育環境ストレスに対して MGD1-DGD1 経路と MGD2/3-DGD2 経路を巧みに使い分けた適応機構を有していることの生理的意義について、生育促進との関連性から議論している。

以上を要するに、本論文は糖過剰条件および酸性ストレス条件に着目し、植物が外界の複合的なストレス環境や、糖含量という内部の生理的環境の変動を感知し、器官ごとにガラクト脂質合成経路を巧みに制御し、個体全体としての適切な生存戦略を選択していることを明らかにしたものであり、理學上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（理學）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。