

氏名(本籍)	ひさ まつ よう すけ 久松洋輔(茨城県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第4027号
学位授与年月日	平成18年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	シロイヌナズナにおける生理活性物質の構造と機能

主査	筑波大学教授	理学博士	長谷川 宏 司
副査	筑波大学教授	農学博士	久 島 繁
副査	筑波大学助教授	理学博士	繁 森 英 幸
副査	筑波大学教授	農学博士	白 井 健 二

論文の内容の要旨

固着生活を余儀なくされている植物は、環境の変化に対し、鋭敏に感応する生物機能を具備してその生命の維持や種の繁栄を図っているといわれている。生物機能が刻み込まれている遺伝子の解明と同時に、生物機能の発現を制御する生理活性物質の構造や機能を解明することは植物の生物機能を理解する上で重要な課題である。本研究では、全遺伝子が解明されているシロイヌナズナを用いて、生活環境特に花芽形成を制御する生理活性物質を探索し、それらの化学構造と機能を明らかにすることを目的として研究を行った。

短日条件下で栽培した植物体および花芽形成に十分な長日処理を行った植物体の抽出物の HPLC 分析において、両者の間で顕著な変化が観察されたピークに相当する物質を、大量の植物体地上部から抽出し、種々のクロマトグラフィーを用いて分離・精製した。NMR, MS 等の構造解析により、*sn1O*- (octadecatrienoyl) -*sn2-O*- (hexadecatrienoyl) - monogalactosyl diglyceride と同定した。この物質の活性を調べるため短日条件下で栽培し、生物検定の前日に弱光下で長日処理を行った植物体に処理した結果、投与した植物体の花芽形成が促進された。一方、長日処理を行っていない植物体に投与しても、花芽形成は促進されなかった。これらの結果から、この物質はシロイヌナズナの花芽形成に重要な役割を演じていることが示唆された。

次に、この物質の代謝産物ならびに関連化合物の探索を行った。

シロイヌナズナ地上部をメタノールで抽出し分離精製を行った結果、4 種の新規化合物を単離し、シロイヌナズナの学名に因んで Arabidopside A, B, C および D と命名した。ESIMS および 2D NMR で構造解析を行った結果、Arabidopside A は、 β -monogalactosyl glycerol の 1 位に 12-oxophytodienoic acid (OPDA) および 2 位に dinor-oxophytodienoic acid (dn-OPDA) が結合している物質であることが分かり、Arabidopside B は、Arabidopside A の 2 位が OPDA に置き換わった化合物であると帰属した。一方、Arabidopside C は α -galactosyl- (1''-6') - β -galactosyl glycerol の 1 位に OPDA が、2 位に dn-OPDA が結合した化合物であり、Arabidopside D は 1 位、2 位にともに OPDA が結合している物質であることが明らかとなった。さらに、化学的および酵素化学的手法を用いてこれらの化合物の絶対配置も決定した。

Arabidopside A-D は、その構造に OPDA を有しており、ジャスモン酸 (JA) 関連物質の生合成への関与が推定されたことから、JA と比較して Arabidopside 類の生物活性を検討した。アベナの第一葉に Arabidopside A を投与し、クロロフィルの含量を測定した結果、Arabidopside A は JA や OPDA よりクロロフィルの分解を促進し、ジャスモン酸メチル (MeJA) と同程度の活性を示すことがわかった。上記の結果と、Arabidopside 類似の糖脂質が葉緑体膜に存在していると推定されていることから、Arabidopside A がシロイヌナズナの葉の老化に大きく関与している可能性が示唆された。

以上のように、本研究においてシロイヌナズナから MGDG やその代謝産物と考えられる新規糖脂質 Arabidopside A-D を単離することに成功した。さらに生物活性試験により、これらの化合物がシロイヌナズナの花芽形成や老化等の生命現象に深く関与していることが示唆された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、モデル植物であるシロイヌナズナを実験材料に用いて、その生活環特に花芽形成に関わる生理活性物質の探索を行い、それらの機能を調べている点が特徴である。

花芽形成を促進する物質として *sn1-O*- (octadecatrienoyl) -*sn2-O*- (hexadecatrienoyl) - monogalactosyl diglyceride を見出し、この物質が花芽形成物質の前駆物質あるいは基質としてシロイヌナズナの花芽形成に重要な役割を演じていることが示唆された。シロイヌナズナの花芽形成に関わる化学物質についてはほとんど調べられておらず、本成果は植物の花成研究において重要な知見を与えたものと評価できる。

またさらにシロイヌナズナより 4 種の新規糖脂質 Arabidopside A-D を単離し、絶対配置を含めた構造決定に成功している。これらの化合物は、12-oxophytodienoic acid (OPDA) および dinor-oxophytodienoic acid (dn-OPDA) を含む、モノガラクトシルジアシルグリセリドおよびジガラクトシルジアシルグリセリドであり、これまでに関連化合物としては 1 例しか報告されておらず、極めて稀な化合物である。OPDA や dn-OPDA は、植物ホルモンのジャスモン酸 (JA) の生合成中間体であることから、Arabidopside A-D の発見により、糖脂質から脂肪酸が遊離することなく修飾され、OPDA などに変化した後に遊離、もしくは生合成された OPDA などが galactosyl glyceride に結合した状態で一時蓄えられ、必要に応じて放出されるという、新たな JA 関連物質の生合成経路の存在を示唆しており、植物ホルモンの生合成研究において新たな展開を見出したものとして高く評価できる。

また、Arabidopside A, B, D には、JA および OPDA と同程度のクレスの根の生長抑制活性が認められたこと、さらに、Arabidopside A は JA や OPDA よりクロロフィルの分解を促進し、ジャスモン酸メチル (MeJA) と同程度の活性を示すことを見出している。以上の結果と、Arabidopside 類のような糖脂質が葉緑体膜に存在していると推定されていることから、Arabidopside A が葉の老化に大きく関与している可能性を示唆しており大変興味深い知見を得ている。

以上のことから、モデル植物として知られるシロイヌナズナにおける花芽形成や老化といった重要な生活環に関わる生理活性物質を世界に先駆けて発見したことは、植物生理化学のこれからの発展に大いに貢献するものと期待される。

よって、著者は博士 (農学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。