



# Comparative Physiological and Metabolomic Analysis of Arabidopsis Accessions and Their F<sub>2</sub> Hybrids

発行年	2019
その他のタイトル	シロイヌナズナ種内系統およびそのF <sub>2</sub> 雑種における表現型と中心代謝物の比較解析
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2019
報告番号	12102甲第9282号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00158113">http://hdl.handle.net/2241/00158113</a>

氏名 LE THI NGOC QUYNH

学位の種類 博士 ( 農学 )

学位記番号 博 甲 第 9 2 8 2 号

学位授与年月日 平成元年 9 月 2 5 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 Comparative Physiological and Metabolomic Analysis of Arabidopsis  
Accessions and Their F<sub>1</sub> Hybrids  
(シロイヌナズナ種内系統およびそのF<sub>1</sub>雑種における表現型と中心代謝物の比較解析)

主査 筑波大学教授 博士 ( 農学 ) 柴 博史

副査 筑波大学教授 博士 ( 農学 ) 草野 都

副査 筑波大学教授 博士 ( 農学 ) 三浦 謙治

副査 筑波大学助教 博士 ( 生物資源工学 ) 王 寧

## 論 文 の 要 旨

審査対象論文で著者は、アブラナ科植物シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) 種内系統およびその F<sub>1</sub> 雑種を対象として、バイオマス生産と一次代謝物との関係を明らかにする事を目的とし、種々の栽培環境下におけるバイオマス生産と一次代謝物の関係および雑種強勢時におけるバイオマス生産と一次代謝物の関係を比較検討している。

第 1 章で著者は、雑種強勢が農業上重要な経済形質であり、以前より遺伝学あるいは分子遺伝学的手法を用いてそのメカニズム解明が進められているにもかかわらず、不明な点が多く未だ雑種強勢の制御には至っていないと述べている。その上で著者は、過去の植物における一次代謝物のメタボローム解析について言及したうえで、メタボローム解析を使った雑種強勢研究の有用性について述べている。

第 2 章で著者は、雑種強勢が観察される組み合わせであるシロイヌナズナ 2 種内系統 {Columbia-0 (Col) と C24} において 2 つの異なる日長条件 (長日と短日条件) と外部からのスクロース添加の有無によるバイオマス生産性と一次代謝物の関係を比較検討している。異なる栽培条件下におけるバイオマス生産性を比較したところ、長日条件は、短日条件に比べて両系統でバイオマス増加が見られたのに対し、スクロース添加によるバイオマス増加は、Col では観察された一方、C24 ではほとんど見られない事を明らかにしている。また異なる栽培条件下におけるそれぞれの一次代謝物を比較し、検出された 237 の一次代謝物のうち、70%弱が栽培条件よりも遺伝子型に依存した挙動を示している事を明らかにしている。例えば、外部からのスクロース添加により C24 ではスクロースを含む複数の糖などの蓄積が観察される一方、Col では観察されなかった。これらの結果は、シロイヌナズナの 2 つの系統間における糖代謝の違いによるものと考察している。また 30%強の代謝物が栽培条件に影響される代謝物であり、その中に、Col および C24 において長日条件下でリンゴ酸が減少し、TCA 回路活性の指標となるフマル酸/リンゴ酸比が上昇している事を明らかにした。この結果は、長日条件下、TCA 回路を積極的に回すことで、生長に有意な正の効果を及ぼしているのではないかと考察している。

第 3 章で著者は、複数の種内系統の交配によって得られた F<sub>1</sub> 雑種の雑種強勢の程度と一次代謝物を比較検討し、F<sub>1</sub> 雑種におけるバイオマス生産と一次代謝物の関係を明らかにしている。著者はバイオマスに直結する種子サイズや開花遅延による影響を除くため、202 のシロイヌナズナ種内系統から種子サイズや開花時期が Col や C24 と同等の 28 系統を選抜し、相互交配で得られた F<sub>1</sub> 系統の雑種強勢の程度を観察して強い雑種

強勢を示す組合せとほとんど雑種強勢を示さない組合せに分類している。そしてそれぞれの分類群から2系統を選びその両親系統を含めて実生のメタボローム比較解析を行い、188の代謝物を検出している。その結果、著者はF<sub>1</sub>雑種における代謝物の多くが、雑種強勢を強く示す組合せでも両親系統の代謝物と同等あるいはその中間値をとり、特異的な挙動を示す代謝物は一部である事を明らかにしている。次にTCA回路上の中間代謝物に焦点を当て、雑種強勢の程度との関係を比較検討したところ、強い雑種強勢を示すF<sub>1</sub>雑種では、両親系統に比べてリンゴ酸の減少と、フマル酸/リンゴ酸比が上昇していたのに対して、弱い雑種強勢を示すF<sub>1</sub>雑種では両親系統との違いは見られなかったことから、雑種強勢におけるバイオマス増大にTCA回路の活性化が関わっていると考察している。

以上の結果に基づき第4章で著者は、メタボローム解析のバイオマス研究への有用性を示し、多くの一次代謝物は、環境要因よりも遺伝子型に強く影響を受けること、リンゴ酸の低下およびフマル酸/リンゴ酸比の上昇がバイオマス増大に影響すると結論している。またF<sub>1</sub>雑種の代謝物の多くは、両親系統の代謝物と同等あるいはその中間値をとるが、一部の代謝物の中には、雑種強勢時に特異的な挙動を示すものが存在すると結論している。

## 審 査 の 要 旨

雑種強勢は遺伝学による研究知見を農業生産の現場に効果的に応用された例の一つであり、穀物や野菜の生産性向上に広く利用されている。しかし雑種強勢のメカニズムについては、不明な点が多く雑種強勢の制御には未だ至っていない。本審査対象論文において著者は、従来の遺伝学的、分子遺伝学手法とは異なり生長に直結する一次代謝物をメタボローム解析することで雑種強勢のメカニズム解明を目指しており、種内系統およびそのF<sub>1</sub>雑種を対象として、バイオマス生産と一次代謝物との関係を調べている。その結果、多くの一次代謝物が環境要因よりも遺伝子型に影響を受けること、その一方で環境要因が植物の生長と一次代謝物組成に影響を与える例としてリンゴ酸の低下およびフマル酸/リンゴ酸比の上昇がバイオマス増大につながっていることを示した。またF<sub>1</sub>雑種の代謝物の多くは、両親系統の代謝物と同等あるいはその中間値をとるが、一部の代謝物の中には、雑種強勢時に特異的な挙動を示すものが存在する事を明らかにした。これらの成果は、雑種強勢研究および植物メタボローム研究に新たな知見をもたらすものとして、学術的に高く評価できる。

令和元年7月25日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

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