

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 佐伯 なつみ
 学位 博士 (農学)
 学位記番号 新大院博 (農) 第 172 号
 学位授与の日付 平成 29 年 3 月 23 日
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
 博士論文名 *Brassica rapa* の雑種強勢機構の遺伝解析

論文審査委員 主査 教授・岡崎 桂一
 副査 教授・西村 実
 副査 准教授・中野 優
 副査 准教授・佐野 義孝
 副査 准教授・藤本 龍 (神戸大学)

博士論文の要旨

動植物において、ある特定の両親の組合せから得られた雑種第一代 (F_1) が、両親よりも優れた形質を示す雑種強勢という現象が古くから知られている。雑種強勢についてはこれまで多くの研究結果が報告されているが、未だその分子機構の解明には至っていない。雑種強勢の分子機構を解明することにより、親系統の育成過程で雑種強勢が現れる両親系統の組合せを推定できれば、育種に費やす時間と労力の大幅な軽減が可能になる。そこで、本研究ではハクサイの F_1 に見られる雑種強勢の分子細胞学的な特徴付けを行ったほか、ハクサイの自殖系統間の遺伝距離と F_1 雑種の雑種強勢の関係を調査した。

本研究の第 1 章では、ハクサイの 2 つの市販 F_1 品種を用いて、雑種強勢の表現型の詳細な解析を行った。その結果、両品種ともに子葉と播種後 14 日後の葉面積において MPV (Mid-Parent-Value: 両親の平均値) よりも数十%の増加が見られたが、これは、葉数が増加する生育スピードが速いということではなく、葉そのものが大きくなることによっていた。葉面積拡大は、一つの品種では細胞数、細胞サイズの増加によるものであったが、もう一つの品種では細胞数のみが増加しており、細胞レベルでは葉面積が大きくなる原因が異なっていた。生育初期に着目して、RNA-seq (RNA-sequencing 法) によるトランスクリプトーム解析を行い、生育初期の遺伝子発現に見られる変化を調査したところ、両 F_1 品種とも、両親系統の平均に比べて、ストレス応答遺伝子の発現量変化が見られるなど、非相加的発現遺伝子を見つけることができた。しかし、非相加的な発現を示した遺伝子は 2 種類の F_1 で異なっており、一つの品種は光合成に関わる遺伝子の発現量の変化が播種後 2 日で観察されたのに対して、もう一つの品種では、細胞分裂や細胞壁形成に関与しているキネシンに関わる遺伝子の発現量の変化が観察された。以上の結果から、同じハクサイにおいても、雑種強勢の発現プロセスに違いがある可能性が示唆された。また、光合成阻害実験により、子葉期の光合成によるアドバンテージがその後の本葉の生育に重要である可能性が示され、雑種の生育初期の生長が雑種強勢発現に重要であることもわかった。

過去の研究から、 F_1 における雑種強勢の程度とその両親系統間の遺伝距離には相関があ

る場合とない場合の両方の報告があるが、ハクサイについては報告がない。よって第 2 章では、ハクサイ自殖系統間の遺伝距離を算出し、系統間交雑後代の雑種強勢の程度との相関関係を調べた。まず、遺伝距離算出方法の検討を行い、3 つの方法によって算出された遺伝距離を比較した。SSR-CAPS 間、SSR-RAD-seq 間、CAPS-RAD-seq 間の相関係数はそれぞれ 0.65、0.68、0.73 となり、3 つの方法の間に高い相関が見られたが、多型検出アレル数の多かった RAD-seq 法を遺伝距離の相関分析に用いた。雑種強勢の程度は、子葉、播種後 14 日の本葉、播種後 21 日の本葉、収穫期の収量に関わる形質で計測し、それぞれ遺伝距離との相関関係を調べた。その結果、各生育ステージでの雑種強勢の程度と遺伝距離の間には相関が見られず、両親系統間の遺伝距離から雑種強勢が現れるかどうかを予測することは困難であることが示された。一方、生育ステージ別に雑種強勢の程度(葉面積)の相関を取ってみると、播種後 21 日目の本葉の大きさと収穫期の新鮮重、収穫重ではゆるい相関が認められた。このことから、観察するステージによっては、葉面積から収量の雑種強勢が予測できる可能性があることが示唆できた。第 2 章の研究から、両親系統間の遺伝距離を用いて、F₁ の雑種強勢が現れるかどうかを予測することはできなかったため、ゲノム上の特定の領域が雑種強勢に関わる可能性が示唆された。今後は、QTL 解析など遺伝学的な解析によって、雑種強勢に関わる領域の同定を進める必要がある。

審査結果の要旨

本博士論文は、*Brassica rapa* の雑種強勢機構を研究したもので、ハクサイの F₁ に見られる雑種強勢の分子細胞学的な特徴付けを行ったほか、ハクサイの自殖系統の遺伝距離と F₁ 雑種の雑種強勢の関係を調査した。雑種強勢はハクサイ F₁ において生育初期から観察され、両親品種と F₁ の遺伝子発現量の変化などには違いが見られた。2 つの F₁ 品種ではストレス応答遺伝子の発現量の変化が共通して検出できたが、光合成に関わる遺伝子と細胞分裂や細胞壁形成に関与しているキネシンに関わる遺伝子の発現については同じハクサイ F₁ 品種においても異なっていた。このことから、実験に供試した 2 つの雑種強勢の見られるプロセスに違いがある可能性が示唆された。また、ハクサイ F₁ における雑種強勢の程度とその両親系統間の遺伝距離には相関がないことを報告するなど、*Brassica rapa* の雑種強勢機構に新知見を加えた。本論文の結果の一部は、BMC plant Biology、Plant Gene に掲載されている。

よって、本論文は博士（農学）の博士論文として十分であると認定した。