

葉茎菜用セイヨウアブラナ（*Brassica napus* L.）および在来種「のらぼう菜」における遺伝的多様性の評価と高品質安定栽培技術の確立

| | |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: ja 出版者: 公開日: 2020-07-30 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柘植, 一希 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10291/20936 |

明治大学大学院農学研究科

2019 年度

博士学位請求論文

(要約)

葉茎菜用セイヨウアブラナ (*Brassica napus* L.)

および在来種「のらぼう菜」における

遺伝的多様性の評価と高品質安定栽培技術の確立

Assessment of genetic diversity and establishment of high
quality and stable yield cultivation techniques in leaf-and-stem
vegetable type *Brassica napus* L. and its landrace (Norabona)

学位請求者 農学専攻

柘植 一希

1 問題意識と目的

アブラナ科アブラナ属の植物は、農業において重要な資源植物である。キャベツやハクサイ、ブロッコリーなどに代表される野菜類のほか、油料種子や香辛料などとして利用される。アブラナ属の植物に含まれるセイヨウアブラナ (*Brassica napus* L.) は、カブなどが属する *B. rapa* L. (AA, $2n=20$) と、キャベツなどが属する *B. oleracea* L. (CC, $2n=18$) から由来する2つの二倍体のゲノムを持ち、複二倍体で構成されている (AACC, $2n=4x=38$)。セイヨウアブラナは、世界的に利用されている作物の一つであり、利用用途は、油料種子 (冬作および春作タイプ)、飼料用作物、生食用野菜としての葉茎菜および根菜とさまざまである。そのなかでも、ナタネは、世界中で生産されている油料種子のなかで、大豆に次ぐ2番目の生産量であり (USDA, 2017)、油料種子としての生産が顕著である。セイヨウアブラナは油料種子の生産が主体であるなか、野菜類として、葉、茎および花を利用する葉茎菜 (篠原, 2014) も生産の対象となっており、多くの品種・系統が存在する。しかし、葉茎菜として利用されるセイヨウアブラナは、自家消費やローカルマーケットでの販売などを目的として生産されている事例が多く、生産規模が小さい。日本国内では、九州から東北にかけての広い地域で、葉茎菜用セイヨウアブラナを食す文化が定着している。農林水産省の分類では、葉茎菜用セイヨウアブラナを「なばな (主として葉茎を食すもの)」とし、*B. rapa* の葉茎菜で、おもに千葉県や香川県、徳島県などで生産されている「なばな (主として花を食すもの)」とは区別している。しかし、キャベツやハクサイ、ブロッコリーなどの葉茎菜については研究報告が多いものの、葉茎菜用セイヨウアブラナについては報告が少なく、日本国内の研究事例がほとんど見当たらない。そのため、葉茎菜用セイヨウアブラナにおける遺伝的な類縁関係や詳細な表現型の差異などは明らかになっていない。また、生産および流通現場においては、主要な種苗会社から販売されている商業品種の数が極端に少なく、生産規模も小さいため、葉茎菜用セイヨウアブラナに関する情報量が少ない。そのため、収穫物が示す品質や栽培法なども学術的に明らかになっておらず、葉茎菜用セイヨウアブラナは、「野菜園芸学」の分野の品目のなかでも研究課題が多い品目である。

葉茎菜用セイヨウアブラナである在来種の「のらぼう菜」は、春季の重要な伝統野菜として、関東地方で栽培されている。しかし、古い文献などが存在するものの、「のらぼう菜」の由来や成立過程などは不明であり、ほかの葉茎菜用セイヨウアブラナに比べて、「のらぼう菜」を特徴付ける形質なども明らかになっていない。一方、「のらぼう菜」は、生産量の多い花蕾タイプのような苦味やくせなどがなく、食味が優れ、調理の用途が多様であることから、地域の消費者からの支持が高い。しかし、地域および生産者により、使用する品種・系統や栽培方法などが異なることから、地域によっては販売物の形態や品質などにばらつきが見られ、市場価格が比較的低い。そのため、「のらぼう菜」は、生産規模がアブラナ属の葉茎菜のなかでも小さく、生産から流通にかけての課題が多い。

以上から、(1) 葉茎菜用セイヨウアブラナの遺伝的な類縁関係や表現型の差異などが明らかになっていないこと、(2) 「のらぼう菜」の特徴が遺伝子型および表現型のレベルで明らかになっていないこと、(3) 「のらぼう菜」の生産に関わる栽培法が統一されていないことなどのおもな課題が現状として考えられた。本研究では、それらの課題を受けて、日本国内の葉茎菜用セイヨウアブラナの遺伝的多様性を解明するとともに、関東地方で集団を形成する「のらぼう菜」についての品質、遺伝的多様性 (遺伝子型と表現型)、栽培法および鮮度保持方法について明らかにすることを目的とした。

2 構成及び各章の要約

セイヨウアブラナは、油料作物としての利用が多いなか、葉茎菜として利用される品種・系統が存在する。しかし、葉茎菜用セイヨウアブラナにおける日本国内の品種・系統に着目し、日本国内で構成される集団の遺伝的多様性を評価した報告は見当たらない。第1章では、日本国内における葉茎菜用セイヨウアブラナの遺伝的多様性を明らかにすることを目的に、SSR (simple sequence repeat) および SNP (single nucleotide polymorphism) マーカーに基づく遺伝子解析および表現型の分析を行った。日本国内の農業生物資源ジェノバンクと種苗会社、行政機関 (公的研究機関)、生産および流通現場から、葉茎菜用セイヨウアブラナを中

心とする計 60 品種・系統を収集した。収集した品種・系統について、遺伝的距離に基づく UPGMA 系統樹の作成および Structure 解析を行った結果、一部の品種・系統が、同じ原産地もしくは品種・系統名により分類された。それらの系統から、SSR, SNP 解析ともに、共通した分類を示した品種・系統についてまとめた結果、グループ 1~5 までの計 5 つの系統群が確認された。確認された系統群は、神奈川県川崎市（以下、川崎市）を原産とする「のらぼう菜」の系統群（グループ 1）、埼玉県および東京都を原産とする「のらぼう菜」の系統群（グループ 2）、各品種・系統の原産および品種・系統名が異なるものの、成熟が早い傾向を示した系統群（グループ 3）、栃木県および群馬県を原産とする「宮内菜」と「かき菜」の系統群（グループ 4）および福島県を原産とする「かぶれ菜」などを含む系統群（グループ 5）であった。以上から、日本国内の葉茎菜用セイヨウアブラナは、遺伝的に多様であり、地域に在来し、古くから栽培されている在来種の集団と、商業的な生産に有用な成熟の早い形質を持つ集団が存在するものと考えられた。

セイヨウアブラナは、世界で重要な油料作物のうちの一つである。関東地方では、一般的に「のらぼう菜」と呼ばれる葉茎菜用セイヨウアブラナの在来種が栽培されており、その花茎が食されている。しかし、近年は生産者の高齢化の影響を受け、自家採種によって生産される「のらぼう菜」の種子（遺伝資源）が減少傾向にある。さらに、「のらぼう菜」の遺伝子型および形態形質と含有成分量の差異は、不明である。そのため、データの収集および解析を通じてそれらを把握することは、在来種として現存する多様な「のらぼう菜」の保護および継続的な利用につながるものと考えられる。第 2 章では、「のらぼう菜」の多様性を遺伝子型および表現型のレベルで明らかにすることを試みた。供試サンプルは、関東地方の異なる 4 つの地域から収集し、ほかの葉茎菜の在来種である「かき菜」およびコマツナ (*B. rapa*) もサンプルに含めた。表現型は、花茎における 6 つの形態形質および 5 つの含有成分の項目を分析して評価した。主成分分析およびクラスター分析を、「のらぼう菜」および「かき菜」からなる 20 種類のサンプルに対して行った結果、サンプルは 3 つのクラスターに分けられた。SSR マーカーを計 24 個用いて遺伝子解析を行い、Nei の遺伝距離と近隣結合 (NJ) 法により系統樹を作成した結果、23 種類のサンプルが 3 つの遺伝子型グループとコマツナに分類された。そのうちの遺伝子型グループ 1b は、最も多くの「のらぼう菜」のサンプルを含み、「のらぼう菜」のサンプルのうち、遺伝的に近かった 2 種類のサンプル間に最大の地理的距離が確認された。以上の結果から、(1) 関東地方の「のらぼう菜」の集団は表現型が多様であり、(2) 「のらぼう菜」の集団全体は遺伝的に均一ではなく、遺伝子型が異なる亜集団から構成され、それらには地理的分化が見られないものと考えられた。

「のらぼう菜」は、関東地方における伝統野菜である。生産現場では、自家採種や生産者ごとの栽培方法が異なることによる販売物の品質のばらつきが問題とされている。そこで第 3 章では、「のらぼう菜」の販売物の形態や花茎の硬さなどを含めた品質を時期別および地域別に比較し、「のらぼう菜」の地域間差（均一性）を調べた。その結果、時期別による花茎の形態の変化が販売物の形態に大きく影響を及ぼし、地域や生産者ごとに出荷物の形態が異なり、ばらつきの大いことが明らかになった。また、花茎の内容成分や茎の硬さなどを評価した品質においても、時期別に異なることが明らかになり、項目によっては地域や生産者ごとに異なることが確認された。「のらぼう菜」は、ほかの茎葉菜類に比べて糖度が高く、アスコルビン酸が多いという特徴があることから、生産拡大のためには、高品質多収系統の選抜とその栽培技術の確立が望まれる。

川崎市に在来する「のらぼう菜」は、株の主茎を始めて摘心し、その後次々と発生する側枝部位の花茎を収穫する。「のらぼう菜」の栽培は、収穫開始からの栽培管理が特徴的であり、収穫適期に至った株を一斉に収穫するコマツナやタカナなどの葉茎菜とは異なることから、「のらぼう菜」の収量と品質のおもな決定要因の一つは主茎の摘心処理と考えられ、それらを統一する必要がある。しかし、主茎の摘心処理は、川崎市在来「のらぼう菜」系統（以下、「川崎 No. 6」）において、収量と品質に及ぼす影響について詳細が明らかになっていない。第 4 章第 1 節では、「川崎 No. 6」の主茎の摘心処理について、収穫期における試験を 4 年間にわたって行い、主茎の摘心時期および摘心強度の違いが収量と花茎の品質に及ぼす影響を解析した。主茎の摘心時期を未熟期、抽苔開始期および出蕾期の 3 処理区で検討した結果、抽苔開始期は、収穫本数、総花茎重、積算地上部重および可販収量がほかの摘心時期に比べて高く、抽苔開始期が適切な主茎の摘心時期であると考えられた。また、主茎の摘心強度を弱と強（それぞれ株の 4 分の 1 および 2 分の 1 程度の本葉数を

除去)の2処理区で、適切な摘心時期と考えられた抽苔開始期に検討した結果、強い強度の摘心は、積算地上部重が、2017年に弱い強度の摘心に比べて低かったものの、半分以上の試験年で有意差が認められなかった。さらに、強い強度の摘心は、収穫の前期における平均1本重が、弱い強度の摘心に比べて重かった。強い強度の摘心では、平均1本重の増加が収穫の中期および後期に確認されなかったことから、収穫の中期以降でも平均1本重が重い花茎を生産できる栽培法を検討する必要性が考えられた。

第4章第1節での課題を受けて、第4章第2節では、‘川崎 No. 6’の平均1本重に影響を及ぼしていると考えられる側枝の切り戻しについて、‘川崎 No. 6’における側枝の切り戻しの有無および強度の違いが収量と花茎の品質に及ぼす影響を解析した。切り戻しの有無の検討では、切り戻しを行った区で、可販収量および収穫本数は減ったものの、平均1本重は重くなった。また、時期別の平均1本重では、切り戻しを行った区で、中期、後期ともに重くなる傾向であった。切り戻しの強度の検討では、二元配置分散分析の結果、切り戻しの強度を変えることによって、収量および品質が変化した。また、切り戻しの強度を強くするに従って、収穫本数、株重および可販収量が減った。切り戻しの強度は、強くするに従って、平均1本重が重くなる傾向があったものの、同時に減収する傾向もあったため、今後は、養分吸収特性の解析や定植時期の検討などを行うことにより、‘川崎 No. 6’の栽培法を総合的に研究していく必要がある。

「のらぼう菜」は、優れた食味と調理の用途の多様性から地域消費者の支持が高く、今後の流通拡大が期待される。しかし、日持ち性の悪さと外観品質の早期劣化が問題であり、包装資材を用いた適切な出荷形態を検討する必要がある。第5章では、基礎研究が充実しているアスパラガス (*Asparagus officinalis* L.) を対照品目として、数種の包装資材が、「のらぼう菜」の貯蔵後の品質に与える影響について調査した。ガス組成の調整機能がある微細孔 MA、有孔フィルム包装の有孔 PE、「のらぼう菜」の慣行資材を用いた袋詰め包装 (慣行 PP) および包装なし (無包装) を 25°C 条件下で 7 日間貯蔵し、呼吸量、重量減少率、水分率、糖度、外観評価および色相角度を分析した。その結果、「のらぼう菜」の呼吸量はアスパラガスに比べて顕著に多く、品質劣化の発生が早かった。微細孔 MA は、「のらぼう菜」の重量減少率の抑制と、水分率、高い外観評価および色相角度を維持し、流通現場において効果が高いものと考えられた。

本研究より、日本国内の葉茎菜用セイヨウアブラナは、一部の系統から、地域在来の系統群が確認され、そのうちの「のらぼう菜」は、埼玉県および東京都と川崎市では別の系統群を構成することが明らかになった。また、川崎市で栽培されている‘川崎 No. 6’は、主茎の摘心強度を強め、その後に側枝の切り戻し処理を行うことで、品質の優れた花茎を生産できることが明らかになり、収穫物を微細孔 MA で貯蔵することで、「のらぼう菜」の品質が維持されることが明らかになった。

今後は、「のらぼう菜」の形態形質を詳細に特徴付けるため、さらなる形態調査を、栽培年の違いを含む複数の栽培環境で、側枝の発生特性などの調査項目を増やして検討する必要がある。「のらぼう菜」の栽培法を一般化させるには、ほかのアブラナ属の葉茎菜でも解明されているように養分吸収特性を明らかにし、施肥方法や定植までの管理などの作型に関する研究をさらに調査する必要がある。