

氏名	リー 律	ナ 娜
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)	
学位記番号	農 博 第 1693 号	
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日	
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当	
研究科・専攻	農 学 研 究 科 応 用 生 物 学 専 攻	
学位論文題目	Origin and diffusion of cultivated radish ( <i>Raphanus sativus</i> ) revealed by the chloroplast and nuclear DNA polymorphisms (核および葉緑体DNAの多型分析による栽培ダイコンの起原と伝播に関する研究)	
論文調査委員	(主 査) 准教授 河 原 太 八	教 授 遠 藤 隆 教 授 谷 坂 隆 俊

### 論 文 内 容 の 要 旨

アブラナ科のダイコン属は、栽培ダイコン (*Raphanus sativus*) といくつかの野生種 (ハマダイコン *R. sativus* var. *raphanistroides*, セイヨウノダイコン *R. raphanistrum*, *R. landra*など) からなる、比較的小さな属である。栽培ダイコンは古くから重要な作物として、世界中で栽培されてきた。利用部位によりさまざまな品種が分化し、肥大した根を食用するダイコンとハツカダイコン、種子から油を搾るためのアブラダイコン、若いさや (長角果) を野菜として利用するサヤトリダイコンなどの品種群が認められている。ハマダイコンはユーラシアの東端に分布し、日本・韓国の沿岸に自生している。一方、セイヨウノダイコンはユーラシアの西部とくにヨーロッパで、畑や路傍に雑草として生育する。これらの野生種に関しては、形態の比較により栽培ダイコンの起源に関与したとする研究は行われていたものの、種間の詳細な系統関係は不明なままであった。また、栽培ダイコンの起原や伝播についても、決定的なものはなかった。

本論文は5つの章からなり、それぞれ異なった方法論を用いて、野生および栽培ダイコンの遺伝的変異とその地理的分布を明らかにすることによって、栽培ダイコンの起源と伝播経路について考察することを目的とした。はじめの3章では、植物細胞に存在する葉緑体の塩基配列変異に基礎を置いた多型解析手法を採用した。しかしダイコンのように虫媒で他殖の植物では、集団内あるいは集団間の交雑による遺伝子の流動を無視できないが、葉緑体は母系で受け継がれるため、この手法だけでは系統関係を明らかにするには不十分である。そのため4章・5章では核遺伝子を研究の対象とし、葉緑体の解析と比較することにより、交雑に由来する遺伝子流動についても考察することが可能になった。これらの5つの異なった方法論より得られた結果は、以下のようにまとめることが出来る。

ユーラシア大陸の広い範囲から収集した、栽培ダイコン4亜種72系統、野生種3種25集団を用い、葉緑体と核に含まれるDNAの遺伝的多型分析を行った。葉緑体DNAを用いた分析により、栽培ダイコンはヨーロッパとアジアの大きく2つのグループに分けられることが明らかになった。また、ハツカダイコン・アジアのダイコン・クロダイコンは、野生集団にそれぞれ対応する葉緑体ハプロタイプが存在することから、各々独立に起原したと考えられた。アジアの栽培ダイコンは形態的に高い多様性を示すことが知られているが、葉緑体DNAの多様性を見てもヨーロッパの栽培ダイコンより高いことが明らかとなった。これらのダイコンのうち、ハツカダイコンは核DNAの多型分析により、他の栽培ダイコンより早く栽培化された可能性が考えられる。さらに、ハツカダイコンとアジアのダイコンが別起原であることは、核遺伝子の分析からも示唆された。

葉緑体DNAと異なり、核DNAの遺伝的多様性は、アジアのダイコンよりヨーロッパの栽培ダイコンのほうが高かった。これはアジアの栽培ダイコンには、アジアの在来ダイコンに加え、ヨーロッパから伝来したダイコンとアジアの在来ダイコンとの雑種後代で、いわゆる「細胞質浸透」の起こった系統が存在する可能性が考えられること、ヨーロッパとアジアではダイコンの作物としての重要性が大きく異なり、作物として多く利用される東アジアではダイコンの形質についての選択圧

がより強く働き、そのため核の遺伝的多様性が減少したためであると考えられた。

ハツカダイコンの野生祖先種については、イタリアまたはその周辺の“*raphanistrum-landra*”複合集団が、その候補であると推定された。クロダイコンについては、ユーラシア中西部の野生集団由来であることは明らかであるが、この地域からの集団を数多く扱えなかったため、起源地の特定には至らなかった。東アジアの野生種ハマダイコンは、西もしくは中央アジアから東へ伝播し、アジアのダイコンの起原に関与したと考えられたが、この点についても試料が不十分であり将来の課題として残されている。さらに栽培ダイコンの成立には、*Raphanus*属の野生種だけでなく他の属の野生種（*Brassica*の可能性が高い）が、関与した可能性もあることが示された。

## 論文審査の結果の要旨

ダイコンは古くから世界中で栽培され、とくに東アジアでは重要な作物として利用されてきた。肥大した根を食用とするダイコンやハツカダイコンが一般的であるが、このほか種子から油を搾るためのアブラダイコンや、若いさやを野菜として利用するサヤトリダイコンなど様々な品種の分化が認められている。また野生種は、ユーラシアの東端とユーラシアの西部に、別々の種が存在する。これら野生種に関しては形態による栽培ダイコンとの比較研究は行われていたものの、種間の系統関係は不明なままであった。また、日本で栽培ダイコンを対象とした育種的な研究は行われてきたが、ダイコンの起原や伝播・遺伝的変異については日本の品種を中心とした研究しかなく、分布域全体の材料を対象とした包括的な研究が待たれていた。

本研究の独創的な点は、第一に従来の研究は主として日本における品種の系譜といった側面に重点が置かれていたが、ユーラシア全域の野生種を含むサンプルを扱うことで、栽培ダイコン全体の起源と伝播を視野に入れたこと、第二に遺伝様式の異なる核と葉緑体の両方を対象にして、分子生物学的手法により塩基配列の変異を明らかにしたこと、第三にこれら複数の手法を組み合わせることにより、ダイコンの起源と伝播について新しい知見を得たことである。栽培ダイコンが多能的に成立したという考えは、既にミトコンドリアの変異解析から提唱されていたが、研究対象が主として日本の品種であったため、栽培ダイコン全体ではどうかという点で議論の余地があった。本研究は、葉緑体の変異解析から栽培のダイコンは全体で3つのグループからなり、それぞれがおそらく独立に起源したことをはじめて明らかにした。また核と葉緑体の比較研究により、ヨーロッパのダイコンはヨーロッパ型のみであるが、アジアのダイコンにはアジア型とヨーロッパ型の二つが存在するなど、その伝播についても新しい知見を得ることが出来た。さらに、祖先野生種が広く分布する栽培植物についてその起源を明らかにすることはこれまで非常に困難であったが、複数の手法を使うことでそれを明らかに出来る可能性を示した。なお、論文の取りまとめ手法については若干問題点が残っているが、成果公表の際には解決されるものと考えられる。

本論文により、栽培および野生ダイコンの核および葉緑体の塩基多型が、初めてその分布のほぼ全域を対象として明らかにされたが、このことは野生を含むダイコン遺伝資源の今後の収集・整備に関する研究、さらには遺伝学的・育種学的研究にも大きく貢献するものと思われる。またダイコンではミトコンドリアを対象に分子遺伝学的研究が行われてきたが、葉緑体および核遺伝子を対象とした複数の研究手法を確立した点も、評価して良いと考える。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年2月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。