

氏 名	フウ 許	マン 萬	キュウ 奎
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)		
学位記番号	論 農 博 第 2449 号		
学位授与の日付	平 成 14 年 11 月 25 日		
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当		
学位論文題目	Genetic study on natural populations of East Asian wild radish in Korea and Japan (韓国及び日本におけるハマダイコン野生集団の遺伝学的研究)		
論文調査委員	(主 査) 教 授 大 西 近 江	教 授 遠 藤 隆	教 授 谷 坂 隆 俊

### 論 文 内 容 の 要 旨

ハマダイコン (*Raphanus sativus* var. *hortensis* f. *raphanistroides*) は形態的には栽培ダイコンとほとんど区別がつかないほど類似しているが、根、朔果、花の色などによって区別できる。東アジアの海岸に自生し、かつて栽培ダイコンの野生祖先種だと考えられたこともあるが、その説は現在では否定されている。日本では古くからコホネと称して野生のものを直接利用したり、ダイコンとの雑種後代を利用してきた。

本研究は、日本、韓国からハマダイコンの自然集団をそれぞれ25, 11集団採集するとともに、自生地において自然集団の大きさ、地理的分布、地理的及び人為的要因による自然集団の分集団への分割を調査した。そして、形態形質に関する2, 3の遺伝子の集団中での頻度、アロザイム変異、RAPD, AFLP 変異について幅広く調査し分析することによって、上記の要因と集団中に保有されている遺伝的変異との関係を明らかにしたものである。また、韓国の栽培ダイコンの在来品種、カザフスタンの栽培ダイコンとハマダイコン、ヨーロッパの野生ダイコン *R. raphanistrum* について同じように AFLP 分析することによって、これらとハマダイコンとの遺伝的類縁関係を明らかにして栽培ダイコンの野生祖先種解明への第一歩を踏み出した。

論文は、各実験の結果を述べた1—5章と、それらの結果に基づき、ハマダイコン自然集団における変異の保有と栽培及び野生ダイコンとの遺伝的類縁関係、ダイコンの野生祖先種を論じた総合討論の章とから成り立っている。

第一章は、韓国の11集団について緑胚軸 *g*, 緑朔果 *gp*, 有毛朔果 *hy* の3つの劣性遺伝子の頻度を推定したもので、集団によって異なるが平均12.8, 5.6, 7.6%であり、日本における頻度とほぼ同じであった。これは突然変異と自然淘汰の平衡から推測される有害遺伝子の頻度0.1-0.5%よりはるかに大きいことから、これら遺伝子の保有にはなんらかの特別の機構が働いていると結論している。

第二章は、日本25, 韓国11の集団について、10種の酵素に関与する27の遺伝子座におけるアロザイム変異を調査したものである。18の遺伝子座で多型であり、平均ヘテロ接合性は日本、韓国で各々0.278, 0.281であり、集団の小さい韓国でも日本と同じ程度の変異を保有していた。アロザイム変異は集団間での差異があまりなく、集団間の分化の程度をあらわす  $G_{ST}$  は日本、韓国で各々0.17, 0.08であった。ハマダイコンのアロザイム多様性は同じような繁殖様式をする他の野生植物と比較してもはるかに大きい値であった。

第三章は、韓国の Samam-ri 集団におけるアロザイム変異に基づく Autocorrelation 分析であり、集団中のアロザイム変異の局所的分布はほぼランダムであり、局所的に集中している分布例はなかった。

第四章は、韓国の栽培ダイコン在来品種5集団とハマダイコン6集団を RAPD マーカーを用いて比較したものである。ハマダイコン自然集団の方が高い RAPD 変異を有し、ハマダイコン、栽培ダイコンとも RAPD に基づく系統樹での位置関係は集団の地理的位置を反映していたが、ハマダイコンと栽培ダイコンは違った群に分けられた。

第五章は、AFLP を用いて日本、韓国のハマダイコン、カザフスタンのハマダイコンと栽培ダイコン、ヨーロッパの野生ダイコン *R. raphanistrum* における集団内の AFLP 変異量と集団間の遺伝的類縁関係を論じた章である。アロザイム変

異と同じく、日本、韓国のハマダイコン自然集団はこれまでに調べられた他の植物よりも多くの AFLP 変異を保有しており、特に *R. raphanistrum* はどの変異性の指数をとっても一番変異に富んでいた。AFLP に基づく遺伝的類縁関係の解析結果はハマダイコンについてはアロザイムの結果よりもより明確であった。カザフスタンの栽培ダイコン、ハマダイコンは日本、韓国のハマダイコンよりもむしろ *R. raphanistrum* に近縁であったことは興味深い結果である。

以上の結果をふまえ、ハマダイコン自然集団における多量の遺伝的変異（形態に関する遺伝子、アロザイム、RAPD、AFLP）はいかなる機構によって維持されているかを論じている。著者は、集団が大きいこと、虫媒による完全他家受精であること、集団が自然環境（砂浜、砂丘、岬）や人為的環境（防風林、人家、畑）などによって細分化され、個々の分集団で異なった環境のもとで異なった自然淘汰が働いていること、栽培ダイコンからの遺伝子流入、集団間の遺伝子交流、土中に埋まった大量の種子の seed bank としての存在などが、遺伝的変異を高めるように働いている結果だと結論している。また、栽培ダイコンの野生祖先種については最近まで無視されてきた *R. raphanistrum* がハマダイコンや栽培ダイコンとかなり近縁であり、野生祖先種として注目されてもよいのではないかと考えている。ヨーロッパで栽培ダイコンが起原したとすると、この野生種はヨーロッパの二十日大根、中国の栽培ダイコン、インドの莢取りダイコンなどと深い関係があるはずであり、さらなる研究がなされるべきであると結んでいる。

### 論文審査の結果の要旨

ハマダイコンは、日本、韓国の海岸のいたるところに自生しているダイコンに非常に近縁な野生植物である。過去における日本でのハマダイコンの利用を考えると栽培ダイコン育種の遺伝資源として将来においても有用であり、ダイコン野生祖先種を考える上でも重要な種の一つであり、また他家受精で大きな集団をなすことから集団遺伝学的研究の対象としても興味深い植物である。

本論文は、日本、韓国から収集したハマダイコン自然集団について形態に関与する 2、3 の遺伝子の頻度、アロザイム、RAPD、AFLP の変異を分析し、観察された自然集団中の多量の変異の維持機構について集団遺伝学的考察を加えたものである。また栽培ダイコンの野生祖先種の解明のためには韓国の栽培ダイコンの在来品種、カザフスタンの栽培ダイコンとハマダイコン、ヨーロッパの雑草ダイコン *R. raphanistrum* についても分析し、これら栽培及び野生ダイコン間の遺伝的類縁関係を推定し、さらには栽培ダイコンの野生祖先種についても論じている。

本論文の評価すべき点は以下の 4 点である。

- 1) 日本と韓国のハマダイコン自然集団は分布の広さ、個々の集団の大きさ、集団の細分化において非常に異なるが、集団が保有している遺伝的変異は質的にも量的にもほとんど等しいことを示した。そして、その保有機構として日本、韓国に共通する要因（虫媒で完全に他家受精であること、部分集団間、集団間の遺伝子交流が十分あり集団はみかけよりずっと大きいこと、栽培ダイコンからの遺伝子の流入、海流および人による集団の拡散）をあげ、変異の多いことを説明している。
- 2) ハマダイコン自然集団は他の同じような繁殖様式を持つ植物種と比べ個々の集団は著しく遺伝的に多様であるが、集団間の分化はほとんど見られないことを示した。また、分布が広く多様な日本と分布が限られた韓国で変異の量が等しいなどこれまでの植物集団におけるアロザイム、RAPD、AFLP の分析結果と一致しない例を提供した。
  - 1) 2) の主張、例外的結果は古典的植物集団遺伝学に新たな研究例を提供したものである。
- 3) *R. raphanistrum* は AFLP 分析において固有のバンドをほとんどもたず、ハマダイコン及び栽培ダイコンと近縁で交雑可能であることを示し、Lewis-Jones et al. (1982) がアロザイム変異の研究から主張したように *R. raphanistrum* を栽培ダイコンの野生祖先種の有力な候補として考えなければならないと主張している。
- 4) カザフスタンの栽培ダイコン、ハマダイコンは日本、韓国のハマダイコンよりも *R. raphanistrum* に近縁であることを示し、このことは栽培ダイコンがヨーロッパで起原し、栽培ダイコンの起原に *R. raphanistrum* がなんらかの関与をしているからだ結論している。

この 3) 4) の主張、結論は栽培ダイコンの起原を探る研究に新しい道を切り開いたものとして重要な貢献である。

以上のように、本論文は日本、韓国産ハマダイコンの自然集団は形態形質、アロザイム、RAPD、AFLP のすべての変

異にわたり多量の変異を集団中に保有しており、ハマダイコン自然集団は栽培ダイコン育種のための遺伝資源として有用であることを示すとともに、日本、韓国産のハマダイコンでなくヨーロッパの雑草ダイコン *R. raphanistrum* が栽培ダイコンの野生祖先種の有力な候補であることを主張したものであり、植物集団遺伝学、植物育種学、栽培植物起原学に貢献するところが大きい。

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14年10月24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。