

摘要

1. 高等植物の種ごとの生殖様式は強い他殖性から強い自殖性まで種間変異が多様であるとともに種内変異があることも知られている。自殖性の高い植物種ほど、胚珠 (O) 当たりの花粉生産量 (P) を示す P/O 比が小さいことも知られている。また、常に完全他殖性や完全自殖性を示す植物種は極めて少なく、多くの植物は他殖種子と自殖種子を様々な割合で結実する不完全他殖性または不完全自殖性などの混殖性植物である。不完全他殖性や不完全自殖性の植物は他殖による個体のヘテロ性を増大させ、自殖による個体のホモ化促進という両方の機構を備えており、変動する環境では完全他殖性や完全自殖性に比べて適応的であると同時に栽培条件によって品種分化が起こり易いものと推測される。不完全他殖性植物や不完全自殖性植物の適応と分化の機構を生殖生物学的に解明することは植物集団内の遺伝変異の拡大や制御を人為的に操作する上で有益な知見を与え、植物遺伝資源の保全と有効利用のための効果的な育種法と採種法の確立にとって極めて重要である。

2. アブラナ属植物では、二倍体植物は自家不和合性が強く他殖性を示す植物が多いが、複二倍体植物は一般に自家和合性程度が高く不完全自殖性であるとされている。しかし、複二倍体植物であるカラシナ類も不完全自殖性とされているがこれまで生殖様式の詳細は不明確であった。カラシナ類は野菜や油料作物として重要であり、効率的な育種と採種のためには、これらの種の適応と分化に関する生殖生物学的研究が不可欠である。

3. そこで、本研究ではカラシナ類の適応と分化に関して、(1) カラシナ類における生殖様式の実態と品種間差異の解明、(2) カラシナ類の胚珠と花粉の結実

能力の検定, (3) カラシナ類の生殖様式に關与する諸形質の解析, (4) 自殖性の低い品種を花粉媒介者排除下で継代栽培することによる生殖様式の変化の実態解明という4つの観点から生殖生物学的追究を行った.

4. まず, 中国・日本・タイのカラシナ類 21 品種を供試して生殖様式の実態解明を試みた. 具体的には, 自殖性程度および自殖性を支配する 2 要因, すなわち自家受粉で受精・結実できる程度である自家和合性程度と花粉媒介者排除下での自動的な自家受粉能力と自動自家受粉能力について追究した. その結果自家和合性程度の一つの指標となる人工自家受粉結実率の各品種の平均は 51.2% から 88.4%, 自動自家受粉能力の一つの指標となる自動自家受粉結実率は 32.4% から 70.8% で, かなりの品種間差異がみられ, 自殖性の最も低い品種はタイの「Knock out」(T4) であり, 最も高い品種は中国の「瘤子芥」(C6) であった. また, 自殖性の低い品種では高い品種に比べて諸花器形質の個体間変異が大きいことが明らかとなった. したがって, カラシナ類のような不完全自殖性植物は環境に対して適応や分化が比較的容易に起こるため, 適応・分化の機構を生殖生物学的に研究するための最適な供試材料の一つであると考えられる.

5. カラシナ類の胚珠と花粉の結実能力を検定するために, 自殖性の最も低いタイの品種「Knock out」(T4) と最も高い中国の品種「瘤子芥」(C6) を供試して, 自家和合性や自動自家受粉能力の程度を詳細に比較, 検討するための基礎として, 花の齡による雌蕊と花粉の結実能力の差異, 受粉花粉の種類による胚珠の結実能力の差異, ならびに受粉花粉量が少ない場合の莢内胚珠部位による結実能力の差異について検定した. その結果, 老化した雌蕊と老化した花粉を用いた組み合わせの自家受粉による結実率は自殖性の低い「Knock out」(T4), 自殖性の高い「瘤子芥」(C6) とともに開花後の日数によって徐々に減少した. 花粉媒

介者の制限された条件下では同一花内の自家受粉（自花受粉）や老花受粉を含めた同一植物内の花間の自家受粉（隣花受粉）が行われるため、自動自家受粉によって採種した場合には集団の分化が促進され易い可能性が高いものと思われる。また、開花翌日の結実率は各品種とも開花当日の「Knock out」(T4) の約 30%や「瘤子芥」(C6) の約 70%と同様であるが、開花後 2~4 日の老花受粉は開花当日の受粉と比較して低く、開花後 4 日では各品種とも数%~十数%の結実率であった。花粉が葯上に残存できる開花後 3~4 日の雌蕊と花粉でも結実が可能であることから、開花当日に受粉できなくても、後日、隣花受粉や老花受粉により結実して種族を維持できることが明らかとなった。受粉花粉の量と質を考慮して自動自家受粉、多量の花粉による人工自家受粉、品種間人工他家受粉の結果、自殖性の低い「Knock out」(T4) は自殖性の高い「瘤子芥」(C6) に比べてどの受粉法においても結実率が低く、胚珠の結実能力が低いことが分かった。両品種において「Knock out」(T4) の花粉を用いた受粉では「瘤子芥」(C6) の花粉を用いた受粉よりも結実率が低下する傾向があったことから、「Knock out」(T4) は花粉の結実能力も低いことが分かった。さらに、花粉媒介者排除下における自動自家受粉では受粉花粉量が少なく、この場合には自殖性の低い「Knock out」(T4) の系統は結実率が低く柱頭に近い胚珠から莢の中央部まで約 17.0%で同程度の結実率を示し、花梗に近い胚珠は約 10%と結実しにくいことが分かった。しかし、自殖性の高い「瘤子芥」(C6) では柱頭に近い胚珠は約 32%と高い結実率を示し、中央部が約 20%、花梗側が約 7%と受粉量に関係なく莢内の胚珠の位置によって結実率が明確に異なっていた。これらのことから、品種によって胚珠と花粉の結実能力には差があり自殖性の低い「Knock out」(T4) は自殖性の高い「瘤子芥」(C6) よりも結実能力が低いことが明らかとなった。

6. カラシナ類の生殖様式に関与する諸形質を解析するため、自殖性の最も低

いたタイの品種「Knock out」(T4) と最も高い中国の品種「瘤子芥」(C6) を供試して、自家和合性程度と自動自家受粉能力の簡便かつ正確な評価法を確立した。また、生殖様式が P/O 比に及ぼす作用を解析するため、自家和合性程度と自動自家受粉能力などの生殖様式と P/O 比の関係を追究した。その結果、①自家和合性程度の評価には、人工自家受粉結実率を人工他家受粉結実率 (胚珠の結実能力の目安) で割る算出法、②自動自家受粉能力の評価には、自動自家受粉結実率を自家和合性程度で割る算出法が実用的であることを確認できた。なお、品種内の系統間など結実能力に差がないと考えられる場合には、人工自家受粉結実率を自家和合性程度の目安として相対的な比較が可能である。これらの方法で解析した結果、「Knock out」(T4) が「瘤子芥」(C6) よりも低い自殖性を示した原因は、最大値を 1.00 としたとき、自家和合性程度は両品種とも 0.80 台と高いが、自動自家受粉能力は「瘤子芥」(C6) の約 0.18 に対して「Knock out」(T4) では約 0.04 と著しく低いためであることが明らかとなった。また、「Knock out」(T4) および「瘤子芥」(C6) の P/O 比はそれぞれ約 1900, 約 1100 であり、自家和合性程度は両品種とも 0.80 台、自動自家受粉能力はそれぞれ約 0.16, 約 0.54 であることから、P/O 比は自殖性を支配する要因のうち、自家和合性程度との関係は浅く、主として自動自家受粉能力と関係が深いことが分かった。

7. 自殖性の低い品種を花粉媒介者排除下で継代栽培することによる生殖様式の変化の実態を解明するために、カラシナ類の中で自殖性が最も低い「Knock out」(T4) を自動自家受粉採種により継代栽培した場合の生殖様式の変化ならびにそれに付随した生育特性の変化について解析した。原集団 (S_0) の中で結実率が中程度の個体に始まり、自殖第 1 代 (S_1) で結実率が高い個体と低い個体を選抜し、これら 2 個体をもとに自殖第 2 代 (S_2) 以降は結実率の高い個体を選抜した。その結果、自殖第 3, 4 代 (S_3, S_4) において自殖性が高い個体由来の系統は

自殖性が高く、自殖性が低い個体由来の個体は自殖性が低く、自殖性の程度に変化がみられ、自殖性の高い個体由来の系統の自殖性が高い原因は自動自家受粉能力の向上によることが分かった。また、自殖性が低い個体由来の系統も世代とともに自動自家受粉能力が相対的にみて向上していた。自殖性が高い個体由来の系統は自殖性が低い個体由来の系統より開花が早く、草丈が高いなどの生育特性にも変化がみられた。さらに、自殖第 5 代 (S_5) では自殖性の高い個体由来の系統の自動自家受粉結実率は約 19%で原集団 (S_0) の約 16%よりも値が相対的に高かったが、それ以上の飛躍的な変化はみられなかった。さらに、自殖第 4 代 (S_4) の自殖性の高い 1 個体から自動自家受粉、人工自家受粉および人工他家受粉で得た第 5 代系統の生殖様式にも変化がみられ、自殖性が高い個体由来の系統の個体から自動自家受粉により採種した系統は自動自家受粉能力が約 0.50 と高く維持され、自殖性が低い個体由来の系統の個体から自動自家受粉により採種した系統では 0.45 とやや低い自動自家受粉能力であった。しかし、同一個体から人工自家受粉と人工他家受粉で採種した系統は自動自家受粉能力が 0.40 以下と低くなる傾向があった。また、自殖第 4 代 (S_4) の自殖性の高い 1 個体から自動自家受粉または人工自家受粉により継代した自殖第 6 代 (S_6) 系統において生殖様式が変化し、自殖性程度が約 12%~22%までの値を示し、これに伴い P/O 比も約 1500~約 2000 までの値を示し、自動自家受粉能力は約 0.30~0.50 までの値を示した。自家和合性程度は約 0.30~0.40 であまり変化がなく、特に自動自家受粉能力が向上すれば P/O 比が低下し、それが低下すれば P/O 比が向上することが分かった。したがって、供試したカラシナ品種の中で自殖性の最も低い「Knock out」(T4) は、自殖性と他殖性の中間にあって自動自家受粉能力と自家和合性程度を環境に応じて調節しながら混殖性植物として適応しているものと推察される。

8. 以上、本研究によって、不完全自殖性植物といわれていたカラシナ類には生殖様式に大きな品種間差異がみられ、花粉媒介者が排除されるなど生殖過程に影響する受粉条件が制限されれば各個体は適応度を高めるために自動自家受粉能力などの生殖様式はもとより付随した諸形質も変化させることが明らかとなった。すなわち、花粉媒介者を排除するなど生殖様式に影響する条件を制御することで、特定の形質を変異させることが可能であることが分かった。また、形質の安定した市販品種の種子を十分に採種するためには、花粉媒介者が豊富にいる条件が必要であることが分かった。したがって、カラシナ類などアブラナ科植物をはじめ不完全他殖性や不完全自殖性などの混殖性植物遺伝資源の維持・増殖や変異の拡大・安定化を図るための効果的な採種法や育種法を確立する上で、本研究のような生殖生物学的研究が大いに役立つことを実証できた。