

## 論文の内容の要旨

論文題目 ニホングリ易渋皮剥皮性の遺伝様式と育種に関する研究

氏名 高田 教 臣

クリはクリ属の落葉果樹で、果実を食用とするだけでなく、木材やタンニンの採取原料となるなど、幅広い用途に利用されている。クリ属の中では、ニホングリ (*Castanea. crenata* Sieb. et Zucc.)、チュウゴクグリ (*C. mollissima* Bl.)、およびヨーロッパグリ (*C. sativa* L.) の3種が経済栽培されている。ニホングリの果実は他種と比べて大果であるが、果肉からの渋皮の剥皮が非常に困難である点が大きな欠点とされ、これが加工利用上の大きな障害となっており、その消費を停滞させる要因ともなっている。日本国内のクリ生産量は、1979年に生産量65,300tとなったのをピークに30年以上減少を続けており、2016年現在で16,500tとピーク時の約3分の1程度となっている。このため、渋皮が容易に剥皮できる易渋皮剥皮性品種の育成がニホングリ育種の重要目標とされてきた。易渋皮剥皮性品種を育成するためには、数多くの実生について渋皮剥皮性を評価することが必要である。しかし、従来の渋皮剥皮性の評価法は、大型の機械を必要とする上、処理に長時間を要することから実用的な評価法とすることは難しかった。そこで、より簡便な評価法の開発を行うとともに、易渋皮剥皮性を持つ遺伝資源の探索と、その渋皮剥皮性の遺伝解析、および育種への応用を目的として試験を行った。

### 1. 簡便な渋皮剥皮性の評価法の開発

従来のクリ育種では、焼きグリを用いて各品種・実生の渋皮剥皮性を判定していたが、この方法は焼きグリの作成に長時間を要する上に使用する装置が大型のため、1日の評価点数に限られるという欠点があった。このため、より多くの品種・実生について渋皮剥皮性の評価が可能となる、簡便で効率的な評価法が求められていた。そこで、簡便で効率的な渋皮剥皮性の評価法として、食用油中でクリを加熱して作成した揚げグリによる評価方法について検討を行った。

クリ果実の大きさは種・品種によって大きく異なる。このため、果実表面積の大きさが渋皮の剥皮性に影響することが考えられるため、果実表面積と渋皮の剥皮時間との関係について調査を行った。その結果、果実表面積と渋皮剥皮時間間に有意な相関は認められなかった。このため、以後の調査においては種、および品種・系統による果実の大きさの違いを考慮することなく渋皮剥皮性の調査を行うこととした。また、効率的なクリの渋皮剥皮法の開発を目的として、鬼皮を除去した後のクリ果実を食用油で加熱した後に渋皮剥皮を行う方法を検討した結果、短時間での渋皮剥皮が可能であった。加熱条件として190℃、2分間の処理を行うことで効率的に渋皮剥皮性の評価が可能であると考えられた。また、揚げグリ、焼きグリ、および生果

を用いた場合のそれぞれの渋皮剥皮時間の比較を行った結果、揚げグリを用いた場合の渋皮剥皮時間が最も短く、また揚げグリと焼きグリおよび生果の渋皮剥皮時間の間にそれぞれ有意な相関が認められた。このため、高温の食用油を利用したクリの渋皮剥皮法はクリの育種選抜における渋皮剥皮性の評価方法として有効であり、この方法を HOP 法 (High-temperature Oil Peeling Method) と名付け、今後の育種選抜等に利用することとした。

## 2. クリ品種‘ぼろたん’における易渋皮剥皮性の遺伝様式

開発した HOP 法を用いて主要品種および育成系統の渋皮剥皮性の評価を行ったところ、育成系統の中に渋皮剥皮性が容易な系統が存在することが明らかとなり、‘ぼろたん’として品種登録された。この‘ぼろたん’は、ニホングリ間の交雑から育成された品種であるが、その易渋皮剥皮性の遺伝様式等は不明であった。そこで、‘ぼろたん’の易渋皮剥皮性の遺伝様式を明らかにすることを目的として試験を行った。

‘ぼろたん’と同じ交雑組み合わせである 550-40×‘丹沢’、および‘ぼろたん’、‘丹沢’、‘筑波’の片側修正ダイアレル交配を行い、各後代における渋皮剥皮性の分離を調査した結果、いずれの組み合わせにおいてもその後代実生における渋皮剥皮性の難易の分離比は‘ぼろたん’の易渋皮剥皮性が劣性の主働遺伝子に支配されるとした仮定に矛盾しなかった。このため、‘ぼろたん’の易渋皮剥皮性は劣性の主働遺伝子によって支配されているものと考えられた。また、この劣性主働遺伝子を‘ぼろたん’はホモに、‘丹沢’および 550-40 はヘテロに持つことから、これらを相互に交雑することでその後代において易渋皮剥皮性の個体を獲得することが可能であることを明らかにした。

## 3. 難渋皮剥皮性ニホングリ品種・系統間における渋皮剥皮性の遺伝変異の存在

ニホングリ品種は一般に難渋皮剥皮性とされているが、難渋皮剥皮性のニホングリ品種間やニホングリ野生個体間に渋皮剥皮性の品種間差異が存在することが過去の研究の中で示唆されている。しかし、その結果は樹や年次の反復を伴わない調査によるものであり、その品種間差異が遺伝的要因あるいは環境的要因のいずれによるものかは明らかとなっていない。そこで、‘ぼろたん’以外の難渋皮剥皮性のニホングリ品種・系統間に渋皮剥皮性の遺伝変異が存在するかどうかを明らかにすることを目的として試験を行った。

難渋皮剥皮性のニホングリ 5 品種、各 2 樹について 2 年間渋皮剥皮性を調査した結果、品種間に渋皮剥皮性の有意な差が認められた。また、異なる 5 場所で栽培された難渋皮剥皮性のニホングリ 3 品種の 1 樹 1 年における調査においても、品種間に渋皮剥皮性の有意な差が認められた。加えて、難渋皮剥皮性のニホングリ 32 品種・系統および 1 野生型個体の各 1 樹について、渋皮剥皮性を 3 年間調査した場合においても品種・系統間に渋皮剥皮性の有意な差が認められた。異なる複数の条件下での試験において、いずれも品種・系統間に渋皮剥皮性の有意な

差が見られたことから、難渋皮剥皮性のニホングリの渋皮剥皮性には遺伝変異が存在することを明らかにした。難渋皮剥皮性のニホングリ 33 遺伝子型の渋皮剥皮性が連続的な変異を示したことから、難渋皮剥皮性ニホングリの渋皮の剥きやすさは複数遺伝子が関与する量的形質であることを明らかにした。

#### 4. 易渋皮剥皮性を持つ在来品種「奴」の渋皮剥皮性の遺伝様式

約 100 年前の複数の著作において、渋皮の離脱が比較的容易な在来品種の存在が示唆されている。また、しかし、これらは品種特性の一部としての記述に留まり、渋皮の剥皮方法や剥皮性の程度に関する具体的データについては示されていない。このため、ニホングリ在来品種の中に‘ぼろたん’と同程度の易渋皮剥皮性を示す品種が存在している可能性が考えられる。また、難渋皮剥皮性ニホングリの渋皮の剥きやすさは、複数の遺伝子が関与する量的形質であることが明らかとなったことから、難渋皮剥皮性のニホングリ品種の中から比較的渋皮の剥きやすい品種を明らかにすることで、今後の易渋皮剥皮性のニホングリ育種への応用が期待できる。このため、在来品種 51 品種および野生型 8 個体の中から、易渋皮剥皮性ニホングリ品種の育種に利用可能な、‘ぼろたん’並みの易渋皮剥皮性を持つ遺伝子型、あるいは比較的渋皮の剥きやすい遺伝子型を明らかにすることを目的として調査を行った。

その結果、‘ぼろたん’と同程度の渋皮剥皮性を示す在来品種として‘奴’を見出した。また、‘奴’の後代実生集団における渋皮剥皮性の分離から、‘奴’の易渋皮剥皮性は‘ぼろたん’と同じ劣性主働遺伝子による制御を受けていると考えられた。加えて、‘丹沢’×‘奴’の F<sub>1</sub> 実生集団において SSR マーカーにより推定した易渋皮剥皮性遺伝子型と実際の渋皮剥皮性に対応関係が見られたことから、‘奴’の易渋皮剥皮性は‘ぼろたん’と同じ劣性主働遺伝子による制御を受けていると考えられた。‘奴’と‘ぼろたん’の易渋皮剥皮性遺伝子座周辺のプロタイプ構造を調べた結果、これらの一部が異なることから、‘奴’および‘ぼろたん’の易渋皮剥皮性遺伝子は非常に古い共通祖先を持つか、異なる由来を持つことが明らかとなった。また、難渋皮剥皮性の品種の中で比較的渋皮の剥きやすい遺伝子型として‘福波’およびシバグリ 166 を明らかにした。‘奴’およびその後代品種は、今後の易渋皮剥皮性のクリ品種育成において‘ぼろたん’およびその血縁品種の偏重による近親交配の危険性を軽減するための育種素材として利用できる。

以上のように本研究では、易渋皮剥皮性のクリ育種に利用可能な簡便な渋皮剥皮性の評価方法を開発した。この方法を用いて‘ぼろたん’の易渋皮剥皮性が劣性の主働遺伝子によって制御されていること、‘ぼろたん’以外の難渋皮剥皮性のニホングリにおいて遺伝子型間に渋皮の剥きやすさの遺伝変異が存在すること、ニホングリ在来品種のうちで‘奴’が‘ぼろたん’と同程度の易渋皮剥皮性を有することをそれぞれ明らかにした。さらに、‘奴’の易渋皮剥皮

性は‘ぼろたん’と同じ劣性主働遺伝子による制御を受けているが、これらの遺伝子は同一ではなく非常に古い共通祖先を持つか、異なる由来を持つことを明らかにした。これらの結果をもとに、易渋皮剥皮性に連鎖する DNA マーカーの開発等も行われ、実際の実生選抜に利用されている。本研究で得られた各成果は選抜実生の渋皮剥皮性の調査や交雑計画への策定等にすでに利用されており、易渋皮剥皮性のニホングリ育種に大きく貢献している。