

屋久島の高山性ミニチュア植物ヒメコナスビの 小型化形質に関わる遺伝学的解析

掛澤 明弘

要約

屋久島では 82 の分類群で植物体が通常の 1/2~1/10 程度の大きさで成熟する小型化現象が報告されており、その多くは高地帯の主に草本類においてみられる。その中でもヒメコナスビ (*Lysimachia japonica* var. *minutissima*) は、その推定祖先種であるコナスビ (*L. japonica* var. *japonica*) との比較から、その小型化した形態形質が最もよく調べられている植物のひとつである。ヒメコナスビは器官レベルでは葉が特に小型化しており、その要因として細胞数と細胞サイズ両方の減少が関わっている。世界中に知られている高山性の小型化現象において、細胞のサイズと数の両方の減少により葉を小型化する植物は他に知られておらず、ヒメコナスビにのみ見られる特異な小型化様式である。

本論文では、まず第 1 章において植物の小型化現象について概説し、屋久島の高山性ミニチュア植物の特異性とその中でもヒメコナスビの特異な小型化形質について概説した。続く第 2 章では共通圃場実験からコナスビとヒメコナスビの形態形質の差異が遺伝的なバックグラウンドに基づくものであるのかについて検証した。さらに第 3 章ではヒメコナスビとコナスビの形態形質の差異は屋久島の低地と高地で異なる自然選択を受けた結果であるのかを、地域間の形態形質の分化の程度を表す指数である Q_{RT} と地域間の中立的遺伝マーカーの遺伝的分化の程度を表す指数である F_{RT} の比較から検証した。最後に第 4 章では、交配実験から両者の交配可能性とそれぞれにおける自殖と他殖の能力を検証し、小型化形質の分子メカニズム解明の材料としてのヒメコナスビの優位性について議論した。

第 2 章の共通圃場実験の結果、最大葉の葉身長・葉幅、主シュート長、葉の表皮細胞の面積と個数、乾燥重量において、高地個体 (ヒメコナスビ) は低地個体 (コナスビ) に比べて有意に小さくなることが明らかとなった。また、最初の花芽が形成される位置について、両者の間に有意な差異が認められた。すなわち、低地のコナスビと高地のヒメコナスビの個体の形態形質の差異には遺伝的なバックグラウンドが存在することが明らかとなった。これまで屋久島の高山性ミニチュア植物において共通圃場実験がおこなわれた例はなく、本研究は屋久島の高山性ミニチュア植物において小型化形質に遺伝的なバックグラウンドが存在することを示した最初の例である。

第 3 章では、ヒメコナスビの小型形態が屋久島高地における適応形質であるのかどうかを評価するために、10 座のマイクロサテライトマーカーを用いて集団遺伝学的解析をおこなった。その結果、低地のコナスビと高地のヒメコナスビは遺伝的に分化しており、中間的な標高に生育している集団は、両者の交雑集団であることが示唆された。また、各集団における近交係数の指標である F_{IS} の値から、コナスビ、ヒメコナスビともに繁殖に高い割

合で自殖していることが示唆された。また、分子実験の結果から算出された地域間の遺伝的分化程度 (F_{RT}) と、第 2 章の共通圃場実験の形質値から算出された地域間の形態形質の分化程度 (Q_{RT}) の比較をおこなったところ、共通圃場実験で測定した 9 形質 (葉身長、葉幅、葉の表と裏の細胞サイズ、葉の表と裏の細胞数、主シュート長、乾燥重量、第一の花芽の位置) において、 Q_{RT} の値が F_{RT} の値を上回っていた。この結果はヒメコナスビとコナスビが互いに異なる自然選択圧によってその形態形質が分化したことを意味している。つまりヒメコナスビにみられる小型化形質は適応形質であることが強く示された。

続く第 4 章の交配実験では実験を行ったすべての組み合わせにおいて種子の結実と形成が起こり、またそれらの種子は高確率で発芽したことから、コナスビ、ヒメコナスビともに双方向に交配が可能であり、さらに自殖と同一変種内の他殖が可能であることが明らかとなった。さらに F1 の自殖により F2 も作成可能であることが明らかになり、小型化形質の分子メカニズムを調べる上で優れた研究系であることが示された。

結論として、ヒメコナスビの小型化形質には遺伝的なバックグラウンドが存在し、その小型化形質は適応形質として進化した。つまり屋久島の高地には、植物体が小型化することが有利となるような自然選択圧が存在することが示された。さらにヒメコナスビとコナスビは相互に交配可能であり、かつ両者ともに自殖と他殖の両方が可能であることから、QTL 解析などの遺伝学的手法により至近要因である分子メカニズムを解析できる研究系であり、ヒメコナスビを研究材料とした小型化形質解析の今後の発展性は非常に高い。