

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	掛澤 明弘
論文題目	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		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>屋久島の高地帯では、草本類を中心とした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、古くから分類学的・生態学的に注目されてきた。その中でも、屋久島高地に固有のヒメコナスビ (<i>Lysimachia japonica</i> var. <i>minutissima</i>) は、北海道からマレーシアにかけて広く分布するコナスビ (<i>L. japonica</i> var. <i>japonica</i>) との比較から、その小型化した形態形質が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特に葉が小型化しており、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。高山性の小型化現象では、細胞のサイズと数の両方の減少により葉を小型化させてい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。</p> <p>本論文では、第1章において、植物の小型化現象について概説し、屋久島高地の小型化植物の特異性と、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ている。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に遺伝的なバックグラウンドがあるのかについて検証している。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どうかを、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}の比較から検証している。第4章では、交配実験を行うことによって、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ている。</p> <p>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、ヒメコナスビはコナスビに比べて有意に小さい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関して、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。</p> <p>第3章では、ヒメコナスビの小型化した形態が、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、</p>			

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唆された。

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った。従って、コナスビとヒメコナスビは、小型化形質の分子メカニズムを、QTL解析などの遺伝学的手法によって調べることができる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。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、屋久島高地でなぜ植物は小型化するのかという分類学的・生態学的な長年の謎を科学的に解明しようとするもので、大きな意義がある。

特に、共通圃場実験では、大量の植物体を使った実験により、低地のコナスビと高地のヒメコナスビ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を突き止めているが、その結果は、大量データによって裏付けられていて、極めて信頼性が高い。

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}) の比較を行うことにより、ヒメコナスビとコナスビでは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導いている。ヒメコナスビにみられる小型化形質が適応形質であることを科学的に示している点も、高く評価できる。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年1月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 令和2年 4月 1日以降