

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	西村 明洋
論文題目	Evolution of <i>Orobanche boninsimae</i> (Orobanchaceae), a parasitic plant endemic to the Bonin Islands: insights from pollination, host species, and population genetic structure (送粉生態、宿主種および集団遺伝構造から迫る小笠原諸島固有寄生植物シマウツボ (ハマウツボ科) の進化)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、小笠原諸島に生育する寄生植物ハマウツボの進化過程を現地調査および遺伝解析により推定した結果を報告している。</p> <p>シマウツボ (<i>Orobanche boninsimae</i>) はハマウツボ科ハマウツボ属の植物で、小笠原諸島に固有の全寄生植物である。ハマウツボ属の植物はすべて寄生生活を行うが、シマウツボは他のハマウツボ属とは全く異なる植物に寄生しており、寄生植物の進化を研究する上で興味深い植物である。しかし、小笠原諸島にのみ分布し出現時期も限られているため、観察すること自体が困難であり、生態や進化に関する研究はほとんどされていなかった。本論文では、入念な現地調査を行い、シマウツボの繁殖生態の観察、宿主種の同定、集団遺伝構造の解析を通じて、本種の進化過程を考察した。</p> <p>第1章では、シマウツボおよび近縁種ハマウツボ (<i>O. coerulescens</i>) の訪花者の観察と種子発芽能力を測定し、両者の送粉様式を調べた。シマウツボには小型の鳥類 (メジロとオガサワラヒヨドリ) の吸蜜行動が観察されたのに対して、ハマウツボには昆虫のみが訪花していた。2,3,5-triphenyl tetrazolium chlorideによる染色を利用した種子の発芽能力の測定によって、両種は自動自家受粉による種子繁殖も可能であることが示された。以上の結果から、シマウツボは鳥による送粉や自殖により種子繁殖をおこなっていると結論した。鳥の訪花はハマウツボ属の植物で初の報告であり、海洋島において昆虫から鳥への送粉者シフトが生じた可能性を考察した。</p> <p>第2章では、DNAバーコーディング法を用いてシマウツボの宿主植物を調べた。父島列島 (弟島、父島) および母島の17集団45個体について、寄生する宿主植物の根の一部を採取し、葉緑体DNAの<trnh-psba領域の塩基配列を決定した。父島列島の個体は主にキョウチクトウ科ヤロード (<i="">Ochrosia nakaiana) に、母島列島の個体は主にミカン科オオバシロテツ (<i>Melicope grisea</i>) に寄生していることが明らかとなった。キョウチクトウ科およびミカン科への寄生は、他のハマウツボ属の植物での報告は無く、小笠原諸島において宿主範囲の進化が起こったことが示唆された。さらに、ヤロードとオオバシロテツは父島列島および母島に広く分布するにも関わらず、シマウツボの宿主は両島間で違っていたことから、シマウツボの種内で宿主範囲の進化が生じたと考えられた。</trnh-psba領域の塩基配列を決定した。父島列島の個体は主にキョウチクトウ科ヤロード></p> <p>第3章では、父島列島 (弟島、父島) と母島に生育するシマウツボの集団遺伝構造を比較した。核ITS領域と葉緑体DNA全塩基配列に基づく系統樹から、小笠原諸島のシマウツボ集団は単系統群を形成し、ハマウツボと姉妹関係にあることが明らかになった。MIG-seq法で得られたゲノムワイドな一塩基多型に基づく集団解析から、各島の集団は遺伝的に分化しており、地理的な隔離と宿主範囲の違いが遺伝構造に影響していると考えられた。TreeMixおよびDIYABC-RFを用いて集団動態を推定した結果、父島および弟島の集団が祖先的であり、母島の集団は派生的であること、また、母島の集団が父島と弟島の集団の混合系統から出現したという分岐のシナリオが支持された。以上の結果から、シマウツボの祖先集団は大陸から宿主転換を伴って父島列島に</p>			

定着し、さらに母島に移住した集団で新たな宿主種に寄生する能力が進化したという連続的な宿主転換の過程が推定された。

以上、本論文は寄生植物の分布域網羅的に解析することで、海洋島という環境下で地理的隔離を伴いながら送粉者シフトや連続的な宿主転換が生じた過程を再構築した重要な結果である。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、小笠原諸島固有種の寄生植物シマウツボの繁殖生態、宿主および集団遺伝構造を調べ、シマウツボの進化過程を考察している。他の植物に栄養を従属している寄生植物は、独立栄養性の被子植物から少なくとも12回独立に進化したと考えられており、世界には4500種を超える寄生植物が生育する。寄生植物では地理的・生殖的隔離に加え、宿主範囲の変化も多様化の要因であると考えられているが、種内の宿主範囲の変化を捉えた研究は数少ない。さらに、種の分布域を網羅した上で宿主範囲に変化が生じてきた過程を精緻に議論した研究はこれまでになかった。今回の結果は、シマウツボでは島間で宿主植物が異なっており、異なる島への移住のタイミングで宿主範囲の変化が生じたことを集団遺伝学的なアプローチから明らかにした貴重な成果と言える。

西村明洋氏は、6年間で12回小笠原諸島に滞在し、生育の記録自体が極めて少なかったシマウツボの個体群を多数発見することに成功した。シマウツボは絶滅危惧IA類の植物であり、保全上の基礎的な情報を提供するとともに、本学位申請論文の解析を実現するための十分な基盤を構築した。自動撮影と直接観察により、シマウツボに小型の鳥類が訪花していることを初めて記録した。ハマウツボ属の植物の鳥による訪花は世界で初めての知見であり、小笠原諸島において独自の訪花者シフトが生じたこと示す貴重な研究である。

次に、宿主植物の根の一部を採集し、DNAバーコーディング法により宿主植物の同定をおこなった。この方法は小笠原諸島では初めての試みで、宿主植物の根を掘り起こす従来の方法と比べて、自然環境の保全を配慮した効率的な方法である。解析の結果、父島列島の個体が主にキョウチクトウ科のヤロードに寄生しているのに対し、母島の個体はミカン科オオバシロテツに寄生していることが明らかとなった。シマウツボの生育地ではヤロードとオオバシロテツが近傍に生育しているにもかかわらず、島ごとに宿主が違うことから、島間で宿主の選好性に違いが生じていることを議論した。

さらに、シマウツボの集団形成の歴史を解明するために、葉緑体DNA全塩基配列およびゲノムワイドな一塩基多型に基づく系統・集団遺伝学的解析を実施した。その結果、母島の集団は父島列島の集団に比べて派生的であり、さらに父島と弟島の集団の混合系統から出現したというシナリオが最も高い確率で支持された。すなわち、島間の移住に伴いヤロードからオオバシロテツへの宿主転換が生じた可能性が示唆された。

本研究から、海洋島に生育する寄生植物の適応進化の実態が明らかとなり、島間の移住を伴った宿主転換の過程が示された。寄生植物の分布域を広くカバーした上で宿主範囲を網羅的に調べ、集団系譜との関係性を議論した点は高く評価でき、寄生植物の進化学や島嶼生物学の進展に結びつく研究である。

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6年1月31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： 年 月 日以降