

氏 名	かわ せ だい じゅ 川 瀬 大 樹
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3301 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 生 物 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Phylogenetic differentiation and population genetic structure of plants distributed in specific soils derived from ultramafic rocks (蛇紋岩地帯に特有な植物の集団遺伝構造の解明)
論文調査委員	(主 査) 教 授 高 林 純 示 教 授 永 田 俊 教 授 戸 部 博

論 文 内 容 の 要 旨

特殊土壌の一つである蛇紋岩地帯は、特殊土壌のもつ化学的・物理的性質によって植物が生育しにくい環境である。本博士論文は、蛇紋岩地帯特有の生態型と非蛇紋岩地帯での近縁種をもつアズマギク、エゾネギ、ササユリの各種内分類群と、蛇紋岩地帯にのみ生育し、近縁種のないカトウハコベとオゼソウを対象に、系統学的・集団遺伝的解析を行い、蛇紋岩地帯の生態型と非蛇紋岩地帯の近縁種との系統関係と、各蛇紋岩地域での集団遺伝構造を比較研究することによって、1) 非蛇紋岩地帯から蛇紋岩地帯へ植物がどのように分布を拡大してきたのか、2) 蛇紋岩地帯という隔離された環境下でどのような集団遺伝構造をもつに至ったか、さらに3) 蛇紋岩地帯という特殊土壌でどのように集団を維持してきたのかを明らかにすることを目的とした。

まず、高山性のアズマギク種内分類群及びエゾネギ種内分類群、カトウハコベを対象として、核リボソーム DNA の ITS 領域と複数の葉緑体 DNA の塩基配列を用いて分子系統解析を行った。アズマギク分類群は19種類の ITS タイプが検出され、北海道・東北の集団から構成されるクレードと、本州日本海側の集団から構成されるクレードに分かれた。各蛇紋岩地帯において特異的な ITS タイプが検出され、それぞれ地理的に近い非蛇紋岩地帯の種群に近縁なことから、蛇紋岩生態型の多起源性を支持した。一方、エゾネギ種内分類群では4種類の ITS タイプが検出され、まず蛇紋岩地帯に分布する集団の系統と海岸部に分布する集団の系統に分岐した。これはアズマギク種内分類群の分岐パターンと異なり、蛇紋岩生態型が単起源性を支持する結果となった。カトウハコベでは、4種類の ITS タイプと8種類の葉緑体ハプロタイプが検出され、各蛇紋岩地域に特異的なハプロタイプが遺伝的浮動によって固定されている可能性が示された。

つぎに、西南日本・低山帯のササユリ種内分類群（蛇紋岩生態型であるジンリョウユリを含む）の集団遺伝構造を明らかにした。核・葉緑体 DNA の塩基配列からは変異が検出されなかったため、5座のマикроサテライト遺伝子座を増幅するプライマーセットを作成し、そのうち全34集団に対して共通して用いることのできた3座（Lja10a, Lja13a, Lja16t）により集団遺伝解析を行った。その結果、徳島の蛇紋岩地帯におけるジンリョウユリ集団は他のササユリ集団との間の遺伝子流動の規模が極めて小さく、遺伝分化していることが示された。遺伝距離にもとづく集団間の類縁関係図より、三重県の蛇紋岩集団と徳島県の蛇紋岩集団が異なるクラスターに属することから、それぞれの集団の由来が異なることが示唆された。

さらに、蛇紋岩地帯に隔離分布するオゼソウが、どのように集団を維持しているかを明らかにすることを目的として、オゼソウ分布状況を定量的に調査し、AFLP法によりクローン解析を行った。324個の1m×1m方形区について調査を行った結果、オゼソウは雪解けによる雪食の影響を受けて裸地化した崩壊斜面に小パッチ状に優占的に生育し、そこでは他の植物との競争が緩和されていることが示唆された。至仏山、谷川岳、天塩の隔離された生息地で、複数の集団を3つのプライマーセットによりAFLP解析した結果、それぞれ52, 13, 36個の表現型が認められた。同一クローンの分布は1-5mの範囲であったが、崩壊の規模が特に強い場所では15m以上に同じクローン型が広がっていることが示された。オゼソウ生育地の植生調査から、攪乱の大きい崩壊斜面ではオゼソウが優占的に分布しており、オゼソウのクローン繁殖という蛇紋岩地

帯における繁殖戦略が示唆された。

論文審査の結果の要旨

本博士論文では、蛇紋岩地帯特有の生態型と非蛇紋岩地帯での近縁種をもつアズマギク、エゾネギ、ササユリの各種内分類群と、蛇紋岩固有種のカトウハコベとオゼソウを対象として、系統学的、集団遺伝的解析を行い、蛇紋岩地帯における植物の分岐パターンと集団遺伝構造を評価し、蛇紋岩植物の成立過程と集団の維持機構について考察し、新しい知見を得た。

日本の蛇紋岩植物は、1950年代から地域固有の植物群を擁していることが注目され、矮小性や花期の早まりなどの生態的な特徴が指摘されているが、これまで本博士論文が扱ったような分子マーカーを用いた解析は行われてこなかった。

核DNAや葉緑体DNAの塩基配列から、アズマギク種内分類群では各蛇紋岩生態型の系統は多起源性が支持され、近隣の非蛇紋岩の集団から派生した可能性が示された。核や葉緑体のDNAで変異が得られなかったササユリ種内分類群では、マイクロサテライトマーカーを開発し、同様の結果を得ている。このことからアズマギク種内分類群やササユリ種内分類群の場合では、遠縁の蛇紋岩地帯集団間の形態に見られる矮小性などの類似性は、収斂進化を反映していると考えられる。一方、核DNAや葉緑体DNAの塩基配列からエゾネギ種内分類群では、蛇紋岩生態型がひとつのクレードにまとまっているという結果が得られ、単起源である可能性が支持された。これらの結果は、一見同じような分化パターンをとる蛇紋岩生態型の非蛇紋岩地帯に分布する近縁種との分岐関係が一般化されず、蛇紋岩地帯におけるそれぞれの種の分布変遷過程が異なることが示唆する成果となった。

核DNAや葉緑体DNAの塩基配列から地理的変異が見られたアズマギク種内分類群と、変異が検出されなかったササユリ種内分類群は、分化の程度の違いがある。最終氷期以降の短期間にササユリが急速に広がった、現在の連続分布下での遺伝子流動が高いなどの可能性を示唆しており、それぞれの分類群の受けている歴史的イベントの影響の差として解釈する必要があることが考察されている。

ササユリ種内分類群の集団遺伝学的解析により、蛇紋岩地帯における集団は他の非蛇紋岩地帯の集団との遺伝的分化が有意に生じている場合が認められた。またカトウハコベ、オゼソウの集団遺伝学的解析により、生育地が蛇紋岩地帯に限られる種においても地域集団間で大きく遺伝的分化が生じていた。これらの結果は、連続分布した場合には蛇紋岩地帯と非蛇紋岩地帯での遺伝子流動の制限によって、また隔離分布した場合には主として遺伝的浮動によって、集団間の遺伝的分化が促されている可能性を示唆した。

AFLP法によるオゼソウのクローン解析から、凍結融解によって斜面崩壊が起きやすい高山の蛇紋岩地帯で、クローン繁殖によって個体群を維持するとともに、地下茎を切断して分布を拡大するオゼソウの繁殖戦略が明らかになった。

このように本研究では、複数の蛇紋岩に特化した分類群を扱い、それぞれの対象分類群と目的に合わせてITS領域と葉緑体DNAの塩基配列、マイクロサテライト、AFLPという異なる分子マーカーを用いることによって、これまで知ることのできなかった蛇紋岩植物の分布と分岐、生態型の形成、集団遺伝構造、蛇紋岩地帯での個体群維持に関して、その特殊性と一般性について新たな知見を得ることができ、博士（理学）の学位論文として価値があることを認めた。また論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。