

## 論文要旨

## 論文題目

Biogeographical and systematic analyses of the genus *Ophiorrhiza* (Rubiaceae) in the Ryukyu-Taiwan Archipelago, the subtropical East Asia Islands.

亜熱帯東アジア島嶼域，琉球－台湾弧状列島におけるサツマイナモリ属（アカネ科）の生物地理学的・分類学的解析

This thesis discusses the biogeographical and systematic issues of seed plants in the Ryukyu-Taiwan Archipelago and adjacent areas.

**Chapter 1** Over view of the following chapters was given.

**Chapter 2** Floristic plant geographical study was conducted in the Ryukyu Archipelago based on exhaustive distribution records of almost all seed plant taxa on each island. Two demarcation lines were statistically significantly recognized between the northern and central Ryukyus, and the central and southern Ryukyus in species and genus-level, which is supportive of Takhtajan's (1986) Provinces.

**Chapter 3** The monotypic genus *Hayataella* (Rubiaceae) endemic to Taiwan is thought to be most affined to *Ophiorrhiza* based on its capsule shape; however, no specific data was indicated because no collections have been made for several decades. Based on molecular phylogenetic analyses based on ITS of nrDNA, *atpB-rbcL*, and *trnK/matK* of cpDNA, the monotypic status of *Hayataella* was not supported, and the merger of *Hayataella* into *Ophiorrhiza* is supported.

**Chapter 4** *Ophiorrhiza japonica* var. *amamiana* (Rubiaceae) endemic to the central Ryukyus is a tetraploid variety of diploid *O. japonica* var. *japonica* broadly distributed in East Asia. Its phylogeographical origin was elucidated based on cpDNA sequencing; *O. japonica* var. *amamiana* was proved to be sister to *O. japonica* var. *japonica* from Taiwan, and a relictic origin was revealed. Based on floral morph variation, reproductive isolation between the two varieties was suggested. Systematic revision to raise it as a species was proposed.

**Chapter 5** The floral morph of *Ophiorrhiza pumila* from the Ryukyu Archipelago was investigated to determine the presence/absence of heterostyly. The investigation indicated that *O. pumila* is not distylous, but is long-styled homostylous. This result agrees with a previous description of *O. pumila* from continental China, but differs from one of heterostyly in *O. pumila* from Taiwan. Based on bagging experiments and field observations, autogamy is thought to be the principal reproductive mechanism of *O. pumila*.

**Chapter 6** Phylogeographical study was conducted on *Ophiorrhiza japonica* in the Ryukyu Archipelago. Three clades were observed: one in Kyushu northward, one from the central Ryukyus to southern Kyushu, and one in the southern Ryukyus. No clade border was found at the Tokara Gap. Because each three clades were phylogenetically directly connected to Taiwan haplotype, the initial divergence of these clades in Taiwan was suggested. Based on chilling-induced changes in the maximum photochemical efficiency of photosystem II (*Fv/Fm*) and the total leaf chlorophyll concentration, the plants from the southern Ryukyus proved to be cold-intolerant. Northward migration of the cold-intolerant lineages might have been limited by latitudinally decreasing temperature, even before the formation of the Kerama Gap.

**Chapter 7** Based on the chapters above, the following issues were discussed. Some problems in taxonomic studies characteristic to islands were pointed out; e.g., taxonomical underrate of different taxa on the same islands and overrate of the same taxa on different islands. Demarcation pattern of the Ryukyu Archipelago based on the inter-islands floristic distances coincided with the patterns based on the herpetofauna. This congruence suggests the possibility of the recognition of the demarcation lines common to the biota in the Ryukyu Archipelago. A question whether the plants in the Ryukyu Archipelago generally show the strong influences of ancestral polymorphisms was raised.

2007年2月6日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名	土屋 誠
副査 氏名	横田 昌嗣
副査 氏名	太田 英利
副査 氏名	傳田 哲郎



学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 中村 剛 学籍番号 048569B	
指導教員名	土屋 誠	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Biogeographical and systematic analyses of the genus <i>Ophiorrhiza</i> (Rubiaceae) in the Ryukyu-Taiwan Archipelago, the subtropical East Asia Islands (亜熱帯東アジア島嶼域, 琉球-台湾孤状列島におけるサツマイナモリ属 (アカネ科) の生物地理学的・分類学的解析)	
審査要旨 (2000字以内) <p>本論文は、琉球列島から台湾に至る島嶼域におけるアカネ科サツマイナモリ属の生物地理学的、分類学的問題について、形態学的・分子系統学的手法を用いて明らかにしたものである。</p> <p>本論文は七章から構成されている。第一章では、琉球列島の地史や地理的・気候的特性を概観するとともに、サツマイナモリ属に焦点を当てた系統地理学的研究、ならびに、本属に見られる異型花柱性や分類学的諸問題について整理し、本研究の目的・必要性について説明している。</p> <p>第二章では、琉球列島各島における種子植物の分布情報を網羅的に検討し、島嶼間にお</p>		

ける植物相の違いを統計的な手法を用いて定量的に解析している。こうした試みは植物ではこれまでに例が無く、当地域における植物地理学的研究に極めて重要な貢献である。

第三章では台湾に固有でサツマイナモリ属との類縁が示唆されているタイヤルソウ属の系統学的位置づけが検討されている。分子系統学的解析により、タイヤルソウ属をサツマイナモリ属に含めることが妥当であることを初めて明らかにした。

第四章では、サツマイナモリの変種で中琉球に固有のアマミイナモリの起源解明を目的とした分子系統学的解析により、アマミイナモリが中琉球のサツマイナモリから直接派生したのではなく、サツマイナモリ全体の姉妹群となることを明らかにし、遺存的な分類群であることを示し、アマミイナモリを独立種として扱う提案を新たに行った。

第五章では、サツマイナモリ属に広く見られる異型花柱性がチャボイナモリでは等花柱花となっていることを示すとともに、袋かけ実験の結果から本種が主として自殖を行っていることを明らかにした。

第六章は本論文の核を成す部分で、サツマイナモリの分子系統地理学的な研究の成果について述べられている。葉緑体 DNA の解析の結果、日本本土から琉球にかけて分布するサツマイナモリ内に、1) 九州以北、2) 中琉球、3) 南琉球の三つの主要なクレードが認められること、トカラ海峡を挟む地域間に遺伝的なギャップが見られないこと等を明らかにした。これら3つのハプロタイプ間に台湾のハプロタイプが介在することから、琉球以北のハプロタイプはトカラ海峡成立等に伴う地理的分断によって漸進的に生じたのではなく、台湾での初期分化後に北上してきた可能性が高いことを示した。また、分布の制限要因を探る試みとして低温が光合成活性におよぼす影響を検討した結果、南琉球のサツマイナモリが低温耐性を持たず、その北上が気温要因によって制限された可能性があること、ふたつのハプロタイプ間の境界が九州本土の南部（鹿児島—宮崎）に存在することについて、約3万年前に生じた噴火により当該地域の植生が破壊された後に、噴火の影響を受けなかった大隅諸島から中琉球のハプロタイプが北上したことで現在のような分布パターンとなった可能性があること等を論じた。

第七章では、サツマイナモリの遺伝的分化パターンの解析から、琉球列島に分布する植物の遺伝的分化を考える場合、それ以前に生じた祖先的多型の影響を強く受けている可能性を考慮すべきであること等を指摘した。

以上のように、本研究はサツマイナモリ属の分化パターンを明らかにするとともに、本属の分類学的な諸問題についても数多くの新知見を与えており、琉球列島の生物地理学的研究への極めて重要な貢献であると考えられる。

学位申請のために提出された学位論文については、各論文審査員が熟読した後、平成19年2月6日の12:00に学位論文審査会を開いて内容の検討を行った。その結果、審査委員の全会一致で申請学位論文の成績は十分に「合」に値するという結論に至った。また提出された学位論文のうち、一部は申請者を第一著者とする3編の学術論文にまとめられ、それぞれ専門家2名による査読を経て英文学術雑誌に掲載されている。

平成19年2月6日の10:40~11:40に理学部528室で、学位論文の内容に関する学力確認を行った。学力確認はパワーポイントを用いたコンピュータ・プレゼンテーションによる口頭発表を40分間、論文審査員を含む参加者との間で発表内容に関する質疑応答を20分間行った。論文の内容に関する発表と、それに続く質疑応答を通じ、本申請者が博士学位取得者にふさわしい学力を有していることを確認した。

申請者は、「琉球大学大学院理工学研究科博士後期課程の学位授与に関する申合せ第2項」の規定を満たし、かつ「海洋環境学専攻における学位授与に関する申合せ」のうち生物学分野の規定（査読つき論文2編以上、うち一つ以上を第一著者とする）を満たしている。学位論文審査会では、全会一致で本申請学位（博士）を「合格」と判定した。