

平成 21 年 5 月 1 日現在

研究種目：基盤研究(A)
 研究期間：2005 ~ 2008
 課題番号：17255004
 研究課題名（和文） 日華植物区系の西端としての南ヒマラヤ地域の植物多様性
 研究課題名（英文） Plant diversity in the South Himalayan Region as the west end of the Sino-Japanese floristic region
 研究代表者
 邑田 仁（MURATA JIN）
 東京大学・大学院理学系研究科・教授
 研究者番号：90134452

研究成果の概要：

ミャンマーに延べ6回18人を派遣し合計5282点の標本資料を採集した。その他地域から補足的に収集した標本、および従前の「南ヒマラヤの植物多様性」調査で収集した標本資料等を合わせて分子系統解析を含めた系統分類学的解析を行い、新分類群を含む多数のミャンマー新産植物を発見した。このうち45新産植物、1新属、6新種はすでに論文等で公表した。この結果南ヒマラヤ地域の植物相は日華区系の西端としての特徴を示すと同時にインド区系の東端やインドシナ区系の北西端としての性格をもっていることが再確認され、区系地理学的境界領域としてのより精度の高い解析の必要があることが明らかとなった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	7,500,000	2,250,000	9,750,000
2006年度	8,000,000	2,400,000	10,400,000
2007年度	9,300,000	2,790,000	12,090,000
2008年度	8,100,000	2,430,000	10,530,000
年度			
総計	32,900,000	9,870,000	42,770,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生物多様性・分類

キーワード：植物、進化、分類、植物相、ヒマラヤ、分子系統、日華植物区系、フィールド調査

1. 研究開始当初の背景

日華植物区系の植物研究は、東端の日本で最も進んでおり、西端のネパールヒマラヤも、ヨーロッパや日本の研究者によって詳しく研究されてきた。こうした地域の植物多様性については今や分子的手法を取り入れたバイオシステムティクスの研究が常識となっている。中央に位置する中国大陸の植物研究はずっと遅れているものの、中国植物誌計画やFLORA OF CHINA計画が進むにつれて、どのような種類があるかについては一定の

精度で明らかになりつつある。しかし、ヒマラヤ地域と中国西部の間にあるミャンマーでは近代的な植物多様性研究がほとんど行われたことがなく、19世紀の文献や標本資料に頼ってその特徴を推定せざるを得ない状態であった。最近になってミャンマーでの植物現地調査が許されることになったので、緊急のプロジェクトとして、ミャンマーとその周辺地域（ここでは南ヒマラヤ地域と呼ぶ）の植物多様性を集中的に調査し、資料を収集して植物相を明らかにするとともに、バイオ

システムティック的研究手法を用いて日華植物区系における南ヒマラヤ地域植物の特徴を明らかにすることを目的とし、研究計画を立案した。その第1期は先行する基盤研究(A)(海外学術研究)平成13-16年度「南ヒマラヤ地域の植物多様性」で、これにより押し葉標本1万点以上(世界に現存するミャンマー産植物標本の約20%にあたる)を収集し、新種・新産(新分布)植物の発見、特徴的なグループの分子系統解析などを通じて南ヒマラヤ地域の植物多様性の解明に貢献してきた。その結果、南ヒマラヤ地域から日華植物区系と共通あるいは近縁な要素が多数発見される見通しがついたので、第2期として、第1期の資料を活用し、さらに日華植物区系の植物と比較しつつ南ヒマラヤ地域の植物多様性研究を進める本計画を立案した。

2. 研究の目的

先行研究「南ヒマラヤ地域の植物多様性」(平成13~16年度)の結果を踏まえ、南ヒマラヤ地域を日華植物区系の西端として注目し、特にミャンマー西北部で集中的に現地調査を行って未知の植物相を明らかにするとともに、比較のために周辺地域でも調査を行って資料を収集・蓄積し、バイオシステムティック的研究手法を用いてこの地域の植物の特徴を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は4年計画で実施するもので、ミャンマーを中心とし、中国、タイ、およびインドを含む南ヒマラヤ地域および関連地域での分類学的、生態学的な現地調査とそれに引き続く分類学および分子系統学的分析を主な研究方法とした。標本資料は最低3セットを採集し同定後、ミャンマー国林務省、高知県牧野植物園(MAK)、東京大学(TI)のハーバリウムに1セットずつ収め、分類学的比較検討に用いた。同定および分類学的な検討のために、Kew植物園(K)、中国科学院植物研究所(PE)、同昆明植物研究所(KUN)などで標本調査も行った。採集試料の一部は東京大学大学院理学系研究科附属植物園、高知県牧野植物園に移植栽培し、形態比較や染色体観察に利用した。またDNA塩基配列情報を解析し、分子同定や特定分類群の系統解析を行った。

4. 研究成果

分子系統学的解析：現地調査と資料の収集：4年間の研究期間に、ミャンマーに延べ6回18人、タイに3回8人、中国に7回15人、マレーシアに1回1人、インドに1回1人を派遣して現地調査を行った。特にミャンマーでは、研究期間内に国内情勢不安となり調査に支障があったが、北部カチン州、シャ

ン州、アラカン州、サガイン管区、マグエ管区など複数地域での採集調査により、2005年は2250点、2006年は1300点、2007年は1034点、2008年は698点の(いずれも重複標本を含まず)標本資料を採集した。これらの標本と、他地域で補足的に採取した標本、および従前の「南ヒマラヤの植物多様性」調査で収集した10,000点の標本資料を合わせて系統分類学的解析に用いた。

分子同定：調査場所によっては、特定の時期のみにしか現地調査が行えず、採集した試料の中には同定の際に重要な形質となる花や果実を欠いたものが含まれていた。そのような試料については、標本からDNAを抽出し、葉緑体DNAの*rbcL*遺伝子・*matK*遺伝子の塩基配列を決定し、DDBJデータベースのBLAST searchにより、目または科・属の同定を行った。近年、DNA配列情報のデータベースが充実してきたこともあり、DNAによる分子同定はフロラ解析に非常に有効な手法であることが明らかになった。

分子系統解析：(1)ウマノスズクサ科広義ウマノスズクサ属(*Aristolochia sensu lato*)については、葉緑体DNAの*rbcL*遺伝子・*matK*遺伝子と核DNAおよび*PHYA*遺伝子の配列情報に基づき系統解析を行い、染色体情報も踏まえて2属2亜属に細分類すべきであることを提唱した。(2)サトイモ科広義リュキュウハング属(*Typhonium sensu lato*)については、葉緑体DNAの6つの遺伝子間領域の配列情報に基づき系統解析を行い、5属に細分類にすべきであることを提唱した。(3)サトイモ科テンナンショウ属(*Arisaema*)については、葉緑体DNAの4つの遺伝子間領域の配列情報に基づき系統解析を行った結果、属内分類(節レベル)を再検討すべきであることが示唆された。(4)キキョウ科サワギキョウ亜科(Lobelioideae)については、葉緑体DNAの*rbcL*遺伝子・*matK*遺伝子・*trnK*イントロンの配列情報に基づき系統解析を行った。その結果、南ヒマラヤ地域に産する*L. zeylanica*と南アフリカ地域の大型種の類縁関係が明らかになった他、日華区系から南ヒマラヤ地域に産する大型草本の系統関係が明らかになった。(5)マメ科モダマ属(*Entada*)については葉緑体DNAの*trnK*領域と*trnL-trnF*領域の塩基配列情報に基づき系統解析を行い、モダマ亜属の系統関係を明らかにした他、ミャンマー国内における*E. rheedii*種内の地域変異を明らかにした。

分類学的解析：ミャンマーの植物多様性をターゲットとして、隣接する中国西南部、タイ北西部の現地調査により採集された標本資料を比較研究資料として用いて分類学的解析を進めた。属の特定などでは、分子同定が有効な手段となった。

(1)ミャンマー中西部の植物相：中西部

では、チン州のピクトリア山(3010m)を中心として植物相の解析調査を実施した。収集した標本資料について東京大学の文献資料等を用いて分類学的検討を行った。キンボウゲ科については、多様性はタイよりも高く、ピクトリア山だけで5属18種が認識され、そのうち2種が新種、3種が新産であった。特に *Aconitum funiculare* は、ブータンに分布の中心を持つもので、ピクトリア山がヒマラヤ地域と関連が深いことが示唆された。一方で、固有種と考えられるアカネ科のイリオモテソウ属を *Argostemma victorianum* として記載を行った。キツネノマゴ科イセハナビ属については、2種の新種が見いだされ、記載された。また、中部ポパ山については、植物多様性を明らかにすると共に、現地で、伝統的に使用している薬用植物種について、インベントリーを行い、ポパ山薬用植物資源リストを林業省との共同研究としてまとめた。

(2) ミャンマー北部の植物相：北部カチン州およびサガイン管区で現地調査を4回にわたって実施し、2800点の標本を採集した。採集した標本の分類学的研究により、主として以下の新知見が得られた。乾燥の激しい中部よりずっと湿潤となり、ミャンマー北西部がミャンマーにおける植物多様性の核となる地域であることが推定された。この調査の過程で、ノボタン科、ツチトリモチ科などで中国に分布を持つ分類群をミャンマーから初めて報告した。そのほか、ミャンマー新産となる分類群が多数明らかとなったが、レースソウ科、カワゴケソウ科、サトイモ科のものについては、いずれも中国などミャンマーより東部が分布の中心であった。また、北部熱帯林地帯は、シュウカイドウ科の多様性が高く、2新種が発見された。いずれもヒマラヤから中国や台湾に分布する液果をつけるグループであった。一方、調査の過程でサガイン管区からは、既存の属にはない著しい特徴を有するミャンマー固有のイネ科キビ亜科ヒメアブラススキ連に属する新属 *Veldkampia* が発見された。

バラ科については、北部イラワジ川流域で発見された *Bracteatae* 節のバラ属について、ミャンマーに分布する *Bracteatae* 節の分類群の形態及び分子解析による分類学的研究を行った。その結果、イラワジ川に分布する分類群は、ミャンマー新産の *Rosa clinophylla* var. *glabra* であり、ミャンマーに2種1変種が分布することがわかった。Var. *glabra* は、DNA配列の比較、および生態的に1年のうちで雨期の数ヶ月間は水流の中に埋没する特殊な環境に適応していることから、変種として扱うことが適当であると結論した。

ウマノスズクサ科カンアオイ属 (*Asarum* s.l.) については、ミャンマー北部からインドアッサム地方に産する唯一の固有種 *Asarum*

cordifolium の形態の比較解析、染色体解析、そして分子系統学的解析を進めることができ、この固有種が中国中南部、台湾、日本に分布する *A. caudigerum* に形態学的側面において、そして分子系統学的にも近縁であることを明らかにした。

アカネ科ハナガサノキ属 (*Morinda*) については、ミャンマー産種に少なからず異型花柱性を示す種が確認されたが、これは台湾や日本に産する種が示す雌雄異株性、あるいは単型の両全性とは全く異なる性表現で、同属における性表現の進化を考えるうえでも興味深い特性であることが判明した。

ラン科についてミャンマーは、東~東南アジアで研究がもっとも遅れている地域のひとつである。特に中~西部においては、ラン科の調査・研究に集中的に取り組んだ事例は未だなく、知見がほとんど集積されていなかった。本研究では、中部のポパ山、西部のナマタン国立公園およびその周辺を中心に、調査を実施した。その結果、ポパ山において103種を記録した。またナマタン国立公園においては調査未了であるものの、これまでに75種を記録した。これらの中には少なくとも3種の新種が含まれ、そのうち *Doritis* 属の1種については現在、論文を投稿中である。さらにはミャンマー新産となる7種をこれまでに発見し、*Dendrobium longicornu* とされていた植物が、3種の種複合体であることを明らかにする等、多くの新知見が得られている。一方、本研究で得られた材料を使用して、広域分布種であるイモネヤガラ *Eulophia zollingeri* の菌根菌相が、すべての産地でイタチタケに限定されることを明らかにし、ラン科の最初の分岐群であるヤクシマラン亜科の菌根菌が典型的なラン科の形質を有することを解明するなど、ラン科の多様性生物学研究を格段に推進することができた。

植物地理学的には、総合的に判断するとミャンマー固有の分類群が多数生育していると考えられる一方で、属レベルでは日華植物区系ともっとも関連が深いと考えられた。この一連の調査研究では、中西部及び北部数カ所を踏査したのみであるが、その結果からは、ミャンマー地域が特有の植物区系を有するというよりは、日華区系から西部ヘインド区系、南部ヘインドシナ区系へと移行する移行帯的要素を持つ植物区系であることが推定された。従って、今後区系の3重点であるミャンマーの植物相を解明することは、日華区系要素の解明に非常に貢献すると考えられるばかりでなく、特にアジアにおける植物地理学的研究に大きく貢献すると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計15件)

Akiyama, H. & H. Tsubota. *Symphyodon leiocarpus* sp. nov. (Symphyodontaceae, Musci) from Thailand, classified in the new subgenus *Macrothamniopsis*. Acta Phytotax. et Geobot. [submitted] 査読有

Tanaka N., Ohi-Toma T. & Murata J. A taxonomic study of *Rosa clinophylla* var. *glabra* (Rosaceae), based on morphological and molecular data. Journal of Japanese Botany 84: 27-32 (2009). 査読有

Wakita N., Tateishi Y., Ohi-Toma T., Murata J. & Kajita T. Two species of *Entada* in Japan as evidenced by cpDNA phylogeny. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica 59: 183-193 (2008). 査読有

Tanaka Nob., Tanaka Nor., Ohi-Toma T. & Murata J. New or noteworthy plant collections from Myanmar (2) *Aponogeton lakhonensis*, *Cryptocoryne cruddasiana*, *C. crispatura* var. *balansae* and *Stichoneuron membranaceum*. Journal of Japanese Botany 82: 266-273 (2007). 査読有

Htwe K.M., Tanaka N., Gale S. and Murata J. The ethnomedical flora of Mt. Popa, central 5: 1-102 (2005). 査読有

Ogura-Tsujita Y. & Yukawa T. High mycorrhizal specificity in a widespread mycoheterotrophic plant, *Eulophia zollingeri* (Orchidaceae). American Journal of Botany 95: 93-97 (2007). 査読有

Tanaka N. & Hughes M. *Begonia* (sect. *Sphenanthera*) *hayamiana* (Begoniaceae), a new species from Northern Myanmar. Acta Phytotaxonomica et Geobotanica 58:83-85 (2007). 査読有

Tanaka, N., T. Koyama and J. Murata. The Flowering Plants of Mt. Popa, Central Myanmar -- Results of Myanmar -Japanese Joint Expeditions 2000 ~ 2004. Makinoa New Series 5: 1-102 (2006). 査読有

Murata J., Murata H., Sugawara T., Yang Y.-P. & Wu S.-G. New or noteworthy chromosome records in *Arisaema* (Araceae) (3). Journal of Japanese Botany 81. 20-25 2006). 査読有

Tanaka N., Kobayashi S., Ohi-Toma T. & Murata J. New or noteworthy plant collections from Myanmar (1) *Hydrobryum japonicum*, *Balanophora subcupularis*, *Rhopalocnemis phalloides* and *Sonerila laeta*. Journal of Japanese Botany 81: 324-331 (2006). 査読有
Ohi-Toma T., Sugawara, T., Murata H., Wanke S., Neinhuis C. & Murata J. Molecular phylogeny of *Aristolochia* sensu lato (Aristolochiaceae) based on *rbcL*, *matK* and *PHYA* genes, with special reference to

differentiation of chromosome numbers. Systematic Botany 31: 481-492 (2006). 査読有

Tanaka, N. and T. Sugawara. The use of edible *Canna* in Kachin State, Upper Myanmar. Journal of Japanese Botany 81: 188-190 (2006). 査読有

Sugawara T., N. Fujii, K. Senni and J. Murata. Morphological and karyological characteristics and phylogenetic relationship of *Asarum cordifolium* C.E.C.Fisch. (Aristolochiaceae) occurring in Myanmar. Acta Phytotax. Geobot. 56: 247-255 (2005). 査読有

Tanaka, N. and J. Murata. A medicinal use of *Elaeocarpus lanceifolius* Roxb. seed in Myanmar. J. Jpn. Bot. 80: 359-361 (2005). 査読有

Tanaka, N., T. Koyama and J. Murata. The flowering plants of Mt. Popa, central Myanmar -- Results of Myanmar - Japanese joint expeditions 2000 - 2004. Makinoa New Series. 5: 1-102 (2005). 査読有

[学会発表](計7件)

田中伸幸 (2008) 「ミャンマーの植物多様性とインベントリー」民族自然誌研究会第52回定例会(京都大学)

邑田仁、田中伸幸、邑田裕子、武素功、大井哲雄 (2007) 「リュウキュウハング属(サトイモ科)の分子系統と新知見」日本植物分類学会第6回大会(新潟)

田中伸幸、遊川知久、藤川和美、東馬(大井)哲雄、邑田仁、小山鐵夫 (2007) 「ミャンマーの植物多様性研究」日本植物分類学会第6回大会(新潟)

田村 実・山下 純・布施静香・邑田裕子・田中伸幸・遊川知久・邑田 仁 (2006)

「*Theropogon* (ナギイカダ科)の系統と分類」日本植物分類学会第5回大会(那覇)

山田裕美、十一元晴、井藤千裕、古川 宏、松田秀秋、田中伸幸、田中稔幸 (2005) 「ミャンマーで日焼け止めに用いられている *Thanaka* の成分について」日本薬学会第126年会(仙台)

菅原敬、藤井紀行 (2005) 「ミャンマー産カンアオイ *Asarum cordifolium* の形態的特徴とその系統的位

置」日本植物分類学会第4回大会(高知)

Ohi-Toma, T., Sugawara, T., Murata, H., Wanke, S., Neinhuis, C. and Murata, J. (2005) 「Molecular phylogeny and revision of *Aristolochia* sensu lato (Aristolochiaceae), as inferred from *rbcL*, *matK* and *PHYA* genes」International Botanical Congress (Wien).

(1)研究代表者

邑田 仁 (MURATA JIN)
東京大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号：90134452

(2)研究分担者

東馬 哲雄(大井 哲雄) (TOMA TETSUO
[OOI TETSUO])

東京大学・大学院理学系研究科・助教
研究者番号：10376527

田中 伸幸(TANAKA NOBUYUKI)
高知県立牧野植物園・研究員

研究者番号：40393433

秋山 弘之 (AKIYAMA HIROYUKI)

兵庫県立姫路工業大学・自然環境科学研究
所・准教授

研究者番号：70211690

林 蘇娟 (LIN SUJUAN)

島根大学・生物資源学部・准教授
研究者番号：10362914

米倉 浩司 (YONEKURA KOUJI)

東北大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号：00302084

菅原 敬 (SUGAWARA TAKASHI)

首都大学東京・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：10226425

根本 智行 (NEMOTO TOMOYUKI)

石巻専修大学・理工学部・教授

研究者番号：50228293

永益 英敏 (NAGAMASU HIDETOSHI)

京都大学・総合博物館・准教授

研究者番号：90218024

遊川 知久 (YUKAWA TOMOHISA)

国立科学博物館・筑波実験植物園・主任研究
員

研究者番号：50280524

(3)連携研究者

なし