

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：86401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23770101

研究課題名(和文) 熱帯モンスーンアジアのショウガ科の種多様性

研究課題名(英文) Systematic studies on species diversity of continental SE Asian Zingiberaceae

研究代表者

田中 伸幸 (Nobuyuki, Tanaka)

公益財団法人高知県牧野記念財団・その他部局等・研究員

研究者番号：40393433

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)： 東南アジア大陸部の熱帯モンスーン地域におけるショウガ科の種多様性を明らかにするため、これまで調査研究が進んでいなかったミャンマーを中心としてヘディキウム属、ショウガ属およびボエセンベルギア属について分類学的研究を行った。収集標本の検討および同地域の標本を収蔵するキュー植物園(K), ロンドン自然史博物館(BM), カルカッタ植物園(CAL)等にて標本調査を実施した。

その結果、ミャンマーよりヘディキウム属の2新種、ショウガ属の1新種、ボエセンベルギア属の1新種、ベトナムよりシユクシャ属の1新種の計5新分類群を明らかとし、ヘディキウム属の新分類群の系統解析による分類学的位置を明らかにした。

研究成果の概要(英文)： To clarify the species diversity of Zingiberaceae in Continental SE Asia, known as tropical monsoon region, systematic study was carried out based on the specimens previously collected, herbarium investigation and phylogenetic analysis.

As results, twenty-two taxa of Hedychium, including two new taxa, were recognized in Myanmar. Molecular phylogeny based on nucleotide sequences of nuclear ribosomal ITS region supported that one is a putative natural hybrid and the other is closely related to *H. villosum*. Additionally four species are also newly recorded from Myanmar. Furthermore another new species of Hedychium was recognized from Vietnam. Beside Hedychium, hitherto-undescribed taxa of Zingiber and Boesenbergia were found out from Myanmar. One was described as *Z. popaense* Nb. Tanaka as new to science. Totally five new taxa of Zingiberaceae were newly found out in this study.

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：ショウガ科 種多様性 形態 系統

1. 研究開始当初の背景

単子葉植物のショウガ科(Zingiberaceae)は、ショウガ目に属する大型多年生草本類で、最近の分子系統学的研究では、亜科の系統的位置、科内の属の系統関係を調べる研究例も複数報告され、研究課題としてホットな分類群である(Kress et.al 1990, Wood et al. 2000, Kress et al. 2002)。その一方で、属以下のレベルでの多様性解析は、多くの属で未だ種が多様性が未知数に近い状態にある。その理由として、ショウガ科は、腊葉標本からでは、正確な分類群の把握が不可能であること、モンスーン地域では開花期である雨期の調査が困難を伴う事などに起因する。ショウガ科植物は、インドマレー地域の熱帯を中心として約 50 属 1200 種あまりが知られている(Mabberley 2008)。研究代表者は、2003 年より牧野植物園とミャンマー林業省野生生物保護局との研究協定による現地機関との共同研究として科学研究費補助金・海外学術基盤 A「南ヒマラヤの植物多様性」および「日華植物区系の西端としての南ヒマラヤの植物多様性」(代表者：邑田仁)の研究分担者などとして同国および周辺地域において植物多様性の植物多様性の解析研究を進めてきた。その結果、アカネ科、カワゴケソウ科、サトイモ科、ラン科などの植物において、南ヒマラヤ地域は日華植物区系と関連が深く、その西端として捉えることが出来ると推定された。一方で、現地調査により、インドシナ西北部はショウガ科が多様に分化していることが判明した。

東南アジア最高峰のカカボラジ山をはじめとする北部山岳地帯はヒマラヤの東端に位置し、それより南に連なる山脈は西側にピクトリア山までとアラカン山脈、東は中国と接する石灰岩地域へと連なる。同国で最も南に位置する最高峰(3050m)のピクトリア山は、長年、植物相の調査研究は行われていなかった。

熱帯モンスーン気候のため、6月-10月が雨季、11月-5月が乾季であるが、河川の雨季と乾季の水位の差は極めて顕著である。乾季、雨季を通じて実施した先行調査・研究により、同地域及びその周辺比較対象地域であるタイ北部からショウガ科のショウガ(*Zingiber*)属、ボエセンベルギア(*Boesenbergia*)属、ケンペリア(*Kaempferia*)属、ヘディキウム(*Hedychium*)属を中心として、計 126 個体のショウガ科植物試料を同地域より収集した。中には、岩上に着生し、根茎がほとんど形成されないものや花序にムカゴが形成されて栄養繁殖するものなど生態的にも興味深いものも採集された。

隣国のミャンマーでは手続き上の理由や雨季の調査の困難性からショウガ科の多様性の研究は現在までに数例に過ぎず、分類研究が極めて立ち後れている。このことが、周辺地域での同科のモノグラフィックな分類

研究に著しい支障を来しており、ミャンマーが分布の中心と考えられる種がタイ固有種とされていたり、科学的に精度の高い多様性研究が完結しない状況にある。

従って、少しでもインドシナ西北部のショウガ科の種多様性を解明することは、その周辺地域で進められている研究の知見と相補的な役割も果たし、極めて重要と判断される。

2. 研究の目的

ショウガ科は、観賞用や薬用など有用資源植物を多く含んでいる。現在までに東南アジアを中心に約 1200 種が認識されているが、その半数が分布すると考えられる熱帯モンスーンアジアに産する *Zingiber*, *Boesenbergia* 等の属ではその種多様性についてはほとんど解明されていない。特にアジア大陸部においてショウガ科分類知見のブラックボックスであるインドシナ西北部の情報が欠如しているため、多数の属の分類研究が完結できていないのが現状である。

本研究は、先行する海外学術調査で収集した同地域に産するショウガ科植物資料を用いて、周辺から得られている知見とを結んで、特に熱帯モンスーンアジアのショウガ科の種多様性の解明に貢献することを目的とする。

特にこれまでインドシナのブラックボックスであるミャンマーやその周辺地域から先行の海外学術調査の結果やタイのクインシリキット植物園との共同研究などで収集したショウガ科研究資料 126 個体の形態学的、細胞遺伝学的および分子生物学的手法を用いた種多様性を解析し、既知の分類群との比較研究を行い、今注目されるインドシナ区系におけるショウガ科の分類、種多様性の解明を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 採集標本・個体の検討

平成 23 年度

平成 23 年度に本研究の基盤を確立するため、これまでの先行研究でミャンマー、タイ、ベトナムなどで採集したショウガ科 126 標本および個体について、研究圃場でのコレクションを全て整理し、開花を促進する状態に整え、サンプルの整理を行った。全個体に識別番号をつけ、採集地情報をデータ化し、定期的に開花調査を行った。開花した 53 個体について、腊葉標本、液浸標本を採集し、各分類形質となる形態写真の撮影を行った。現時点で栽培区画を設定して属ごとに配置し、それもデータ化を行った。

その後、開花調査、形態、染色体など生態

学的、形態学的、細胞遺伝学的研究を行い、ショウガ(*Zingiber*)属について検討した。

特にポパ山(1500m)は、周辺地域が一面の乾燥サバンナ帯となっており、その中心に位置する独立峰の死火山で、固有種の存在が強く示唆された地域である。まず、ポパ山に産するショウガ属植物の検討を行った。

未記載種と考えられたポパ山採集されたショウガ属植物について、分類学的検討を行ったほか、染色体数の観察を行った。染色体は鉢から根端を採取し、キノリン処理、固定後に押しつぶし法で染色体数を確認してから、酵素解離法で核型を観察した。

また、サガイン管区で収集されたショウガ属のサンプルも同時に検討した。

平成24年度

平成24年度は、ミャンマー中西部に位置する同国で最も南に位置する最も標高の高い山であるピクトリア山(現地名:ナマタウン)に焦点を当てて、ピクトリア山におけるショウガ科植物相の解析を行った。ピクトリア山は、日本の植物のルーツとも言われているヒマラヤ地域の南に位置している標高3000メートル級の産地であり、これまでの研究から日華区系ヒマラヤ要素のレフュジア(避難地)となっていることが示唆された。そこで、この地域のショウガ科植物の多様性を調べるため、同地域で採集されたショウガ科標本約100点の分類学的検討を行った。

また、タイ林業省標本館(BKF)でタイにおけるショウガ科標本を調査し比較研究を行った。

ミャンマーは旧英領時代にイギリスが統治しており、同じく統治領であった英領インドの首都カルカッタ(現コルカタ)のカルカッタ植物園標本館には、当時の周辺統治領の標本が多数収集された。そこで、インドのカルカッタ標本館(CAL)にて標本調査を実施し、約800点のショウガ科標本を調査した。調査標本の全てを画像データ化し、その後の研究にも活用した。

平成25年度

平成25年度は、前年度までの研究結果をふまえ、ミャンマーで最も種が多様化していると推定されたヘディキウム(*Hedychium*)属の種多様性を調べるため、これまで採集した標本資料のほか、新分類群と考えられる種の未記載種としての確定のため、同地域の標本資料および多数の基準標本を収蔵しているイギリスのロンドン自然史博物館・ダーウィンセンター標本館(BM)および英国王立キュー植物園・標本館(K)での標本調査を実施した。

調査標本の全てを画像データ化し、その後の研究にも活用した。

(3) 系統解析

新種と考えられた2分類群を中心に、先行研究(Wood *et al.* 2002, Kress *et al.* 2010 など)による近縁分類群の配列データと共に核rDNA ITS領域の塩基配列に基づく系統解析を行った。

得られた塩基配列情報はDDBJ(DNA Databank of Japan)に登録した。

4. 研究成果

(1) ショウガ属およびボエセンベルギア属の新分類群

分類学的検討の結果、ミャンマー中部のポパ山に分布するショウガ属の中に、*Zingiber barbatum* に近縁の新分類群が生育していることが判明した。

そこで、詳細な形態学的研究と染色体数の観察を行い、*Zingiber popaense* Nb. Tanaka として記載発表を行った。一方、ミャンマー西北部のサガイン管区で採集された標本の検討の結果、*Zingiber idae* (Theilade) Triboun & K. Larsen と同定した。これは、タイ西部のカンチャナブリ県からタイ固有種として記載された種で、本種がミャンマーに分布することが明らかとなった。また、染色体数は $2n=22$ であり、本種としては初めての記録である。本種は、その後の検討の結果、サガイン管区の複数の場所で採集された標本でも確認されたため、タイ固有ではなく、むしろ分布の中心はミャンマーにあり、同国では広く分布している可能性が示唆された。

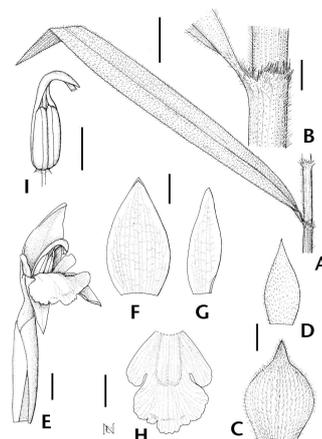


Fig.1 *Zingiber popaense* Nb. Tanaka A. Leaf. B. Ligule. C. Bract. D. Bracteole. E. Flower. F. Dorsal corolla lob. G. Lateral corolla lob. H. Labellum. I. Anther. Scale bars represents 3 cm for A, 1 cm for B, 5 mm for C, D, E, F, G, H, I.

一方、ミャンマー北部のカチン州からボエセンベルギア属の新分類が見出された。形態学的、生態的研究を行った結果、これは、タイ北部に分布する *Boesenbergia purainiana* に形態的に類似するが、二叉分岐する赤い苞と比較的大型の花を有し、タイのものは乾季には葉が枯れるが、ミャンマーのものは常緑である点も異なっていた。カチン州の低地熱帯常緑林の岩場の多い溪流沿いに生育する。本種の新種としての記載の準備のため、今後詳細な形態的特徴を調べる予定である。

(2) ビクトリア山におけるショウガ科植物相

ビクトリア山で採集された標本を検討した結果、現在までに同地域からゲットウ属 (*Alpinia*), アモムム属 (*Amomum*), ボエセンベルギア属 (*Boesenbergia*), カウトレヤ属 (*Cautleya*), ウコン属 (*Curcuma*), グロッパ属 (*Globba*), ヘディキウム属 (*Hedychium*), ヘミオルキス属 (*Hemiorchis*), ケンフェリア属 (*Kaempferia*), リンカントゥス属 (*Rhynchanthus*), ロスコエア (*Roscoea*), ショウガ属 (*Zingiber*) の 12 属 26 種が確認された。このうちミャンマー新産種が 1 種、固有種 1 種、日華区系に関連するものが 13 種、インドシナに分布するものが 14 種であり、標高 2000m 以上に生育するものは、いずれも日華区系に関連種であった。ビクトリア山では、標高 1000m 以下の低地にはインドヤインドシナに分布する種が見られ、1500m 以上では日華区系に関連する分類群が出現し、ショウガ科植物から見ても中国、ヒマラヤ地域の植物のレフュジアとなっていると考えられた。

この成果は、日本植物分類学会第 13 回大会にて発表した。

また、26 種の内、*Zingiber* 1 種および *Hedychium* 1 種が、既知の分類群に該当しなかったため、より詳細な検討を行ったところ、ヘディキウム属は、新種であることが判明した。一方、ショウガ属は *Zingiber rubens* に非常に近縁であるが、変種レベルで分化が進んでいる分類群と判断された。従って、ヘディキウム属について、次年度に詳細な研究を推

進することとした。

ビクトリア山産の新種 (*H. natmataungense*, ined) は、染色体観察の結果、 $2n=64$ の四倍体で、同地域に生育する *H. ellipticum* と形態的に近縁であるであると推定された。そこで、次にミャンマーに自生するヘディキウム属の分類学的検討を行うこととした。

(3) ミャンマーにおけるヘディキウム属の種多様性

これまでミャンマーからは、16 種のヘディキウム (*Hedychium*) 属植物が分布しているとされていたが、本研究結果から、ミャンマーには現段階で少なくとも 22 種のヘディキウム属が分布することが明らかとなった。そのうち *Hedychium densiflorum* Wall. および *H. gardnerianum* Sheppard ex KerGawl., *H. griffithianum* Wall., *H. flavescens* Carey ex Roscoe の 4 種は今回新たにミャンマーから記録された種である。 *Hedychium gardnerianum* Sheppard ex KerGawl. および *H. griffithianum* Wall. の今回の記録は、この種の分布の東限に記当たり、分布域を塗り替えることとなった。

さらに、中西部チン州ナマタウン (ビクトリア山) 国立公園および北部カチン州フーコン河谷で採集した *Hedychium* はそれぞれ新種と考えられた。これら未記載と考えられる 2 分類群の系統的位を考察するため、この 2 分類群を中心とした核 rDNA ITS 領域の塩基配列に基づく系統解析の結果、*H.*

namataungense は、2 つの異なるクレードに位置する種がもつ 3 つの ITS 領域をもっていた。ひとつは、*H. ellipticum*, *H. grabrum*, and *H. yunnanense* のクレードで、もう一方は、*H. coccineum* であった。形態学的類似性は、*H. ellipticum* に最も近いが、花序の苞が瓦重ね状にならない点で異なる。花の色は *H. ellipticum* のような黄色ではなく、*H. coccineum* のような赤でもなく、濃いオレ

ンジがかった黄色であった。花色も中間的
形質と考えられる。

また、花色は地理的分布を考慮すると未
記載種と考えられた *H. namataungense* は、
H. ellipticum と *H. coccineum* の交雑起源種
であると推定された。従って、本新分類群
の学名は自然交雑種として、*H. x*
namataungense となる (Fig.3)

一方、ミャンマー北部のカチン州フーコン
河谷低地常緑熱帯林で見出されたヘディキ
ウム属は着生種で、形態的に、インドからベ
トナムまで広く分布する *Hedychium villosum*
に近縁で、生態的にも類似した環境に自生す
ることがわかった。しかし、*villosum* の特徴
である褐色毛が密生する苞ではなく、緑で無
毛の花序をもち、花序軸や花糸も赤色を帯
びず、小型の花序をつける。核 rDNA ITS
領域の塩基配列に基づく系統解析の結果も、
1~2塩基の差で本種が *villosum* に近縁である
ことを支持した。本種は、発見された地域名
を種小名にし、*H. kachinense* Nb. Tanaka とし
て発表予定である (Fig.2)

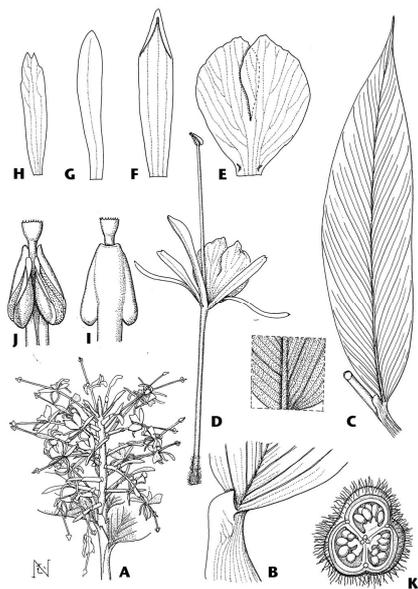


Fig. 2. *Hedychium kachinense* Nb. Tanaka, ined

A. Inflorescence. B. Leaf base and ligule. C. Leaf
blade. D. Single flower. E. Labellum. F. Lateral view of
anther

G. Dorsal corolla lobe

H. Lateral staminodes. I. Rear view of anther

J. Front view of anther, K. Cross section of ovary

Scale bar : 3 cm for A and C. 1 cm for B, D, E, F, G, H and

K. 1 mm for I and J.

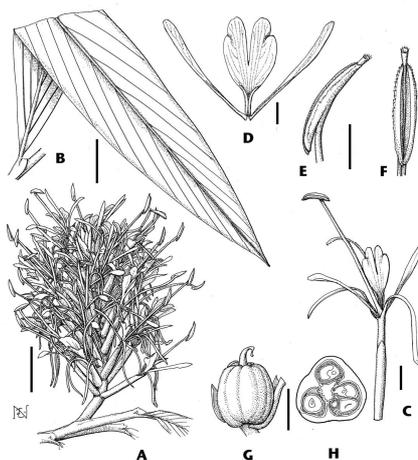


Fig. 3. *Hedychium x namataungense* Nb. Tanaka, ined.

A. Inflorescence B. Leaf C. Single flower D. Labellum and
lateral staminodes. E. Front view of anther. F. Lateral view of
anther. G. Fruit. H. Cross section of ovary

Scale bar : 3 cm for A and B. 1 cm for C, G, H. 0.5 cm for
D and E.

以上の結果から、ミャンマーにおけるヘディ
キウム属の種の多様性の解析の結果、(1)
ミャンマーには、現時点で少なくとも 22 種:
H. bordelonianum W.J. Kress & K.J. Williams,
H. coccineum Buch.-Ham. ex Sm., *H.*
coronarium Koenig, *H. elatum* R. Br., *H.*
ellipticum Buch.-Ham., *H. flavum* Roxb., *H.*
forrestii Diels, *H. gomezianum* Wall., *H.*
gracile Roxb., *H. marginatum* C.B. Clarke, *H.*
spicatum Sm., *H. stenopetalum* Lodd., *H.*
tenuiflorum (Wall. ex Baker) K. Schum., *H.*
thyrsiforme Sm., *H. venustum* Wight, and *H.*
villosum Wall., *H. densiflorum* Wall., *H.*
gardnerianum Sheppard ex KerGawl., *H.*
griffithianum Wall., *H. flavescens* Carey ex
Roscoe, *H. kachinense* Nb. Tanaka および *H. x*

natmataungense Nb. Tanaka が分布することが判明した。

この成果は、Systematic Studies on the genus *Hedychium* (Zingiberaceae) in Myanmar として、近日中に投稿予定である。

(4) ベトナム産ヘディキウム属の新分類群

ショウガ科植物は、これまでの先行研究において約 1200 種が知られているが、東南アジア大陸部のつまり熱帯モンスーン地域には、約その半数が分布すると考えられている。インドシナ南東部のベトナムもショウガ科研究では遅れをとっている。本研究では、ベトナム産のヘディキウム属も検討したところ、中国雲南省とベトナムの国境付近のサパ地方で採集された標本の検討から、*Hedychium villosum* などの 3 mm ほどの短い葯を持つグループと考えられる未記載種と推定される分類群が見出された。本種は、極めて小型で草丈が 50cm に満たず、着生種である。ヘディキウムには、*H. tenuiflorum*, *H. bordelonianum*, *H. villosum*, そして本研究で見出された *H. kachinense* など着生の方向に進化したグループがある。ベトナム産の本種も着生種で短い葯をもっている。そこで、分類学的位置を推定するため、本種も核 rDNA ITS 領域の塩基配列に基づく系統解析を行った結果、*H. tenuiflorum* や *H. spicatum* などのクレードに位置した。今後、詳細な検討を継続し、記載発表を行いたい。

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 2 件)

Tanaka, N. (2012) Studies of Zingiberaceae in Myanmar I: newly recorded species of *Zingiber*, *Zingiber idea*. Makinoa New Series 10: 153-157.

Tanaka, N. (2012) Studies of Zingiberaceae in Myanmar II: A New Species, *Zingiber popaense* from Mt. Popa. Makinoa New Series 10: 159-163.

[学会発表](計 2 件)

田中伸幸、船越英伸、シェイン・ガイ・ンガイ (2013) ミャンマー・ピクトリア山のショウガ科植物相. 日本植物分類学会第 12 回大会(千葉).

田中伸幸・大井・東馬哲雄・Mu Mu Aung・小山鐵夫・邑田仁 (2014) ミャンマー産シユクシャ属(ショウガ科)の種多様性と系統. 日本植物分類学会第13回大会(熊本).

[図書](計 1 件)

田中伸幸 (2014) 「東南アジア大陸部の植物多様性・自然と環境」落合雪野・白川千尋(編) 『ものづくりの植物誌』 臨川書店, 京都.

特許など該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中伸幸 ((公財)高知県牧野記念財団)
研究者番号: 40393433