

## 論文審査の結果の要旨

タヴァレス ヴァスケス ジェーゴ

維管束植物の中で、シダ植物は花を持つ被子植物に比べて、構造は単純である。そのため、種を識別する際の分類形質が少なく、種の分類が混乱した種群がしばしば見られる。広義のホソバコケシノブ *Hymenophyllum polyanthos* はコケシノブ科に属するシダ植物であり、アジアからオセアニア、南アメリカ、アフリカまで広域に分布する種として知られている。しかし、その分類はまだ十分に整理されておらず、よく似た形態を持つ複数種が様々な地域で記載されている。それに加え、広分布域種である広義ホソバコケシノブ内にも隠蔽種の存在が示唆されている。本論文は、広義のホソバコケシノブとその近縁種（以降、ホソバコケシノブ種群）の分類学的整理を目的に、分子系統学的解析と形態解析を行ったものである。本論文は5章よりなる。

第1章では、これまでのホソバコケシノブ種群の系統と分類に関する研究を概観し、本研究の対象とする分類群の範囲の設定と従来の分類学上の問題点の整理を行なった。その上で、分類学的研究を進めるためにはDNA塩基配列を用いた分子系統学的解析を行う必要を述べている。

第2章では、第1章で示された問題点の解決のため、ホソバコケシノブ種群の系統関係について、葉緑体DNA配列による分子系統学的解析を行っている。主要な分布地域から83の標本を採取し、葉緑体DNA上の6領域、合計約4,500bpの塩基配列を決定してホソバコケシノブ種群の系統関係の解明を試みた。ベイズ法と最尤法を用いて系統樹を作成したが、得られた系統樹のトポロジーはほぼ一致した。系統解析の結果、ホソバコケシノブ種群の基部は単系統であることが示され、また大きく2つのクレード（単系統群）に分かれることが明らかにされた。その1つは、マレーシア、太平洋諸島、南米温帯域からの標本からなる。もう一方はアフリカ、アジア、マレーシア、新熱帯からの標本からなり、後者はさらに2つのクレード、すなわち新熱帯のクレードとアフリカ、アジア、マレーシアからのクレードに分かれることが明らかになった。東南アジア地域では分布が重なるものの、ここで認識された3クレードは異なる地域に分布するものである。このようにホソバコケシノブ種群内での系統関係とその分布地域が明らかにされたことは、分類形質の乏しい対象群の分類を行う際に重要な貢献として評価できる。また、広い分布域を持つ種として認識されていた広義のホソバコケシノブは上記の3クレード内に出現した。それにより広義のホソバコケシノブは多系統群であり少なくとも3つの隠蔽種から成ることが示された。

第2章の葉緑体DNAによる系統解析では、広義のホソバコケシノブが多系統群となった。第3章では、多系統群となることについて検証し、その理由を明らかにする目的で、核ゲノム上の遺伝子による系統解析を行った。葉緑体DNAは母性遺伝をするので雑種や倍数体の検出が困難であり、両性遺伝をする核ゲノム上の遺伝子を用いる必要が

ある。ここではLEAFY遺伝子のイントロン配列約550bpを用いて、31標本について系統解析を行った。得られた系統樹は2章の結果と同様に3クレードが認識され、葉緑体DNAによる結果が支持された。しかし2つの系統樹を詳細に比較すると、いくつかの不一致点があり、その中には雑種が生じている可能性があるものや、LEAFY遺伝子のパラログの存在が示唆されるものが見つかった。葉緑体DNAより技術的に困難な核遺伝子による系統解析を行い、種分類を行う際の問題点の指摘をした努力は評価できるが、他の核遺伝子を用いた検証が必要であり今後の課題となっている。

第4章は、ホソバコケシノブ種群の形態の解析を行っている。系統解析に用いた標本について、葉の形態の測定と根茎断面の解剖学的特徴の観察を行い、分子系統学的解析で認識された3クレード間に形態的差異が認められるかについて統計解析に基づく検討を行っている。

第5章は、本論文で得られた系統解析、形態解析の結果に基づき、コケシノブ属 *Mecodium* 亜属内の新しい分類体系を提案している。すなわち、亜属を2つの節、*Mecodium* 節と *Cuneatae* 節に分類する。*Mecodium* 節はアフリカ、アジア、マレーシア、新熱帯の植物からなるクレードであり、ホソバコケシノブ *Hymenophyllum polyanthos* のタイプ産地を含む。*Cuneatae* 節はマレーシア、太平洋諸島、南米温帯域の植物からなるクレードであり、*Mecodium* 節とは葉の側脈の開出する角度で識別が可能である。また、*Cuneatae* 節に含まれる、従来はホソバコケシノブとされてきたブラジル産の植物を新種として記載する提案を行った。

本論文では、利用できる形態形質が少なく分類が困難であったシダ植物のホソバコケシノブ種群の分子系統解析により群内の関係が解明された。さらに、その結果に基づいた形態比較を行い、*Mecodium* 亜属を2節に分類する新たな分類体系を提示した。ここで示された分子系統解析に基づいてクレードを認識し、各クレードにおける詳細な形態形質比較を行う方法が、コケシノブ科などの極端に形態が単純化した植物の分類を行う際に有効であることが示された。この方法論は他の同様な植物群の分類研究を行う場合への応用が期待され、本審査委員会は博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものとして認定する。