

機関番号：15401  
 研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20570087  
 研究課題名(和文) 海洋島の蘚苔類多様性を明らかにし、絶海の孤島への種の移入経路と種分化を探る  
 研究課題名(英文) The bryophyte diversity, import route and speciation in the oceanic island  
 研究代表者  
 山口 富美夫 (YAMAGUCHI TOMIO)  
 広島大学・大学院理学研究科・准教授  
 研究者番号：60244290

研究成果の概要(和文)：海洋島における蘚苔類(コケ植物)の多様性、種分化、植物地理および島への移入経路を探るため、小笠原諸島の聳島列島、父島、母島、北硫黄島で現地調査を実施した。聳島列島と北硫黄島での蘚苔類に関する総合的な調査は、今回が初めてである。その結果、聳島列島から19種、北硫黄島から51種の蘚苔類を確認した。オガサワラシラガゴケについては、島嶼間での遺伝的変異の存在を見出した。

研究成果の概要(英文)：To search for the diversity, import route, speciation and plant geography of bryophytes in the oceanic islands, field surveys were conducted on Chichijima Isl., Hahajima Isl., Mukojima Isls. and Kitaiwoto Isl. in the Ogasawara Archipelago. This is the first time to implement the overall investigation concerning bryophytes in Mukojima Isls. and Kitaiwoto Isl. 19 species and 51 species of bryophytes were found from Mukojima Isls. and Kitaiwoto Isl. respectively. The genetic variation of an endemic moss *Leucobryum boninense* between islands was indicated.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2010年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：植物分類学

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：海洋島、植物地理、種分化、蘚苔類

## 1. 研究開始当初の背景

蘚苔類(コケ植物)は蘚類、苔類、ツノゴケ類の3グループからなり、日本全体では約1万8千種が知られている。世界の中でも、日本は蘚苔類相の解明がもっとも進んだ地域である。また、日本産蘚苔類の分子系統学的研究も活発になり、合わせて系統地理学的

解析も発展しつつある。日本の蘚苔類相の起源を大きくとらえる場合、維管束植物の場合と同様に、大陸島である南西諸島を経由した南方系の種の北上、朝鮮半島を経由した中国大陸からの侵入、樺太を経由した北方系の種の南下の3大ルートを考えるのが一般的である。

蘚苔類は胞子を長距離散布し、胞子は発芽すると配偶体（蘚苔類の本体）となる。配偶体は多年生であり、無性生殖によって個体群を定着させたり、無性芽散布によって短距離分散も可能である。すなわち、蘚苔類は胞子単独で島嶼間の長距離分散と定着が可能であり、このことは同じく胞子散布をするシダ植物とは異なる。この蘚苔類の分散に関する特性は、蘚苔類の系統地理について、上述の3大ルートに含まれない、海洋島経由の長距離分散の重要性を喚起させるものである。

日本を代表する海洋島には、マリアナ諸島の北に連なる小笠原諸島（火山列島、小笠原群島）と伊豆諸島がある。申請者は、はじめに日本は世界的にみても蘚苔類相の解明がもっとも進んだ地域と述べた。しかし、それには例外がある。小笠原諸島に含まれる火山列島の蘚苔類相はほとんど未解明であり、それ以北の海洋島での調査も不十分である。

火山列島は東京の南約1,200 kmに位置し、北硫黄島、硫黄島、南硫黄島の3島からなる。自衛隊の基地がある硫黄島以外は無人島である。火山列島の蘚苔類に関しては、1936年に広島大学の堀川芳雄らが南硫黄島に2日間上陸して少量のサンプリングをした以外、蘚苔類の専門家による調査はない。その後、環境庁による南硫黄島(1982)、東京都立大学の加藤英寿らによる北硫黄島(2003)の総合学術調査などが行われ、これらによっていくらかの蘚苔類も採取されている。しかし、1936年の堀川以来、蘚苔類の研究者による調査は行われていない。

蘚苔類は小形で、樹幹や生葉などに着生する微小な種も多く、専門家でなければ、微小種を野外で採取することは極めて困難である。本申請の研究分担者である古木は、これまでに火山列島から採取された標本から、42種の苔類とツノゴケ類を報告した(Furuki 1997)。蘚類については井上(1982)が南硫黄島から9種を報告している。これらを合わせると、火山列島から報告された蘚苔類は合計51種になるが、となりの小笠原群島(父島、母島、兄島)からの約90種の報告と比較すると少ない。

平坦な台地状の島である硫黄島をのぞいて、北硫黄島と南硫黄島は海岸から直に急峻な山岳を形成する。北硫黄島、南硫黄島の最高峰はそれぞれ、792 m、916 mである。これは、小笠原群島の最高峰である母島の乳房山(463 m)に比べて300 m以上も高い。この300 mの差は、蘚苔類の生育環境に重大な影響をおよぼすと考えられる。火山列島とほぼ同緯度にある奄美諸島の湯湾岳は標高694 mであり、山頂部は霧雲林となっていて局地的に特異な蘚苔類相が成立している。北硫黄島と硫黄島の山頂は湯湾岳よりもさらに高く、これまでの報告書によれば、山頂域は雲でお

おわれ、霧雲林が広がり、着生植物が多く出現するとある。これらの地形的条件からみて、北硫黄島と南硫黄島の山頂域には、未発見の着生蘚苔類が多く生育し、特異な蘚苔類相が成立し、そこで特異な種分化を遂げているものと、強く推察される。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は次の3点である。

### (1) 火山列島の蘚苔類の多様性を解明する

調査期間内に、火山列島で現地調査を行う。今回の調査では、これまで蘚苔類研究者が上陸したことがない北硫黄島に上陸し、なるべく多くの試料を採取する。本調査で採取された標本、および過去に採取された火山列島産の標本を光学顕微鏡下で詳細に観察し、分類学的検討を加え、火山列島の蘚苔類の多様性を明かにする。

### (2) 蘚苔類相からみた、伊豆・マリアナ諸島における火山列島の植物地理学的位置を解明する

北太平洋西部で南北に鎖状に連なる伊豆・マリアナ諸島の蘚苔類相のうち、これまでに本研究代表者および分担者らが、北マリアナ諸島の蘚苔類(Furuki 1994; Yamaguchi et al. 1994)、小笠原群島の蘚苔類(古木他 1991)、八丈島の苔類・ツノゴケ類(Furuki 2006)を報告してきた。本研究では、上の(1)で火山列島の蘚苔類相を解明し、さらに、雲霧帯のある八丈島で蘚類に関する現地調査を行う。次に、これまでの報告と合わせて、伊豆・マリアナ諸島全体の蘚苔類相の概要を明かにする。これによって、火山列島の蘚苔類相の植物地理学的位置付けを行う。

### (3) 火山列島を含む海洋島での種分化機構を解明する

火山列島、小笠原群島、八丈島、伊豆半島に共通に分布する種、あるいは近縁種の生鮮試料を用いて遺伝子解析を行う。解析結果をもとに系統樹を構築し、島嶼間での遺伝的分化の程度を明かにする。これにより、島嶼間の種の分散方向、島の成立年代と遺伝的分化の関係を推定し、海洋島での蘚苔類の種分化機構を明かにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 蘚苔類相の解明とDNA試料の収集

小笠原諸島および伊豆諸島の蘚苔類相を解明するため、八丈島、賀島列島、父島、母島、北硫黄島で現地調査を実施した。採取した試料をもとに、光学顕微鏡下で分類学的解析を行い種を同定した。また、試料の一部をDNA試料として遺伝的解析に用いた。得られた試料のすべてを標本として広島大学植物標本庫(HIRO)に保管した。

#### ① 八丈島での蘚類相の解明と DNA 試料の収集

八丈島の苔類・ツノゴケ類については、Furuki (2006)の報告がある。今回は、伊豆・マリアナ諸島の蘚類相の概要を明らかにする調査の一環として、2010年8月に八丈島で蘚類の採集を行った。

#### ② 賀島列島での蘚類相の解明と DNA 試料の収集

賀島列島の蘚類については、Horikawa (1916)とInoue and Iwatsuki(1970)がごく少数の標本から3種を報告したのみである。今回は賀島列島の蘚類相を解明し、DNA試料のサンプリングを行うため、2008年7月に賀島列島の嫁島、媒島、賀島で調査を実施した。賀島列島は無人島であるため、漁船をチャーターして渡航した。

#### ③ 小笠原群島の父島と母島での DNA 試料の収集

小笠原群島の父島列島および母島列島の蘚類相については、古木他(1991)などの報告がある。そのため、今回の試料収集では、これらの報告をもとに調査地を選定し、賀島列島および火山列島との共通種あるいは近縁種などの、遺伝的解析に適した種を選択して試料の収集を2008年7月、2008年9月、2009年6月に行った。試料の選定については、特に小笠原諸島固有種であるオガサワラシラゴケ(*Leucobryum boninense*)に注目して集団サンプリングを行った。

#### ④ 北硫黄島での蘚類相の解明と DNA 試料の収集

母島の南約200kmに位置する火山列島は、北硫黄島、硫黄島、南硫黄島からなり、硫黄島以外は無人島である。北硫黄島の蘚類については、これまでに維管束植物の研究者が採取した少数の標本から12種が報告されているが(Horikawa 1951; Iwatsuki 1985; Furuki 1997)十分解明されたとは言えない。そこで、今回は2009年6月に、ルート作業員や調査補助員とともに漁船をチャーターして北硫黄島に上陸し、蘚類の多様性と遺伝的分析のための試料を収集した。なお、この調査では維管束植物や菌類の研究者が同行し、それぞれ分類・生態的調査を行った。

#### (2) DNA 試料の遺伝子解析

試料からTsubota et al.(1999)およびTsubota et al.(2000)の方法でDNAを抽出し、*rbcl*、*matK* 遺伝子、核のITS領域を用いて系統解析、DNA ハプロタイプの検出を行った。得られたデータから分子系統樹を作成し、海洋島での蘚類の系統を解析するとともに、種内および集団間の遺伝的変異を解析した。

#### 4. 研究成果

これまで賀島列島からは3種のみが報告されているだけであり、蘚類の本格的な調査は今回が初めてである。今回は賀島列島の中の賀島、媒島、嫁島の3島で調査を行い、約300点の試料を収集した。これらの試料から蘚類7科9属12種、苔類4科5属7種を確認した。これらのうち16種は賀島列島新産である。賀島列島は現在無人島であるが、野生化したヤギによる植生破壊がすすみ、自然植生はほとんど残されていなかった。今回確認した蘚類はいずれも熱帯域の乾燥地に分布する種であった。その中で苔類のハタケゴケ(*Riccia bifurca*)が作業員用のキャンプサイト付近で発見されたが、この種は大形の胞子を産することから風散布によって移入したとは考えにくく、人為的に持ち込まれた可能性が考えられた。

2009年6月には綿密な計画を立て、史上初となる北硫黄島での蘚類調査を実施した。無人島で急傾斜な地形のため、上陸、踏査は困難を極めたが、必要な試料の収集に成功し、無事帰還することができた。今回採取した約400点の試料の分類学的研究を行った結果、北硫黄島新産の43種を含む蘚類11科15属16種、苔類12科19属33種、ツノゴケ類1科1属2種を確認することができた。北硫黄島の標高170m以下では乾燥しており、生育する蘚類もごくわずかであった。標高200m付近からクサリゴケ科やヤスデゴケ科の着生苔類が多く出現し始め、標高700mより上部では雲霧林の様相を呈し、多くの蘚類が樹幹上に着生しているのを観察した。雲霧林内には父島や母島では見られず、火山列島だけに分布する苔類のオオサワラゴケ(*Mastigophora dicrados*)などの種が多く生育していた。これら雲霧林に生育する蘚類は熱帯アジアの高地にも分布している。これらの結果から、火山列島の蘚類の多くは、熱帯アジアからマリアナ諸島を経て移入したものと考えられた。一方、北硫黄島固有種は発見されなかった。このことは、小笠原諸島の島々と比較して、火山列島が形成されたのが比較的新しいことに関係していると示唆された。

北硫黄島を含む小笠原諸島固有種のオガサワラシラゴケについてDNAハプロタイプの解析を行った。これまでの解析結果からは島嶼間での遺伝的変異の存在を見出せたが、北硫黄島においては種レベルに達する遺伝的分化は認められなかった。これは、母島との地理的な距離と、北硫黄島の蘚類相が成立してからの時間的な要因によるものと考えられた。DNA解析については、ISSR法による解析を現在進めているところである。

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7件)

1. 山口富美夫・内田慎治・片桐知之・嶋村正樹・出口博則. 2010. 小笠原諸島未踏査島の蘚苔類相 1. 聳島列島. 蘚苔類研究 10(3): 73. (査読無し)
2. 山口富美夫・内田慎治・嶋村正樹・出口博則. 2010. 小笠原諸島未踏査島の蘚苔類相 2. 火山列島北硫黄島. 蘚苔類研究 10(3): 73-74. (査読無し)
3. 内田慎治・山口富美夫・出口博則. 2010. 北硫黄島の蘚苔類. ヒコビア 15(4): 485-492. (査読有り)
4. Hosoya, T., Hosaka, K. & Ohmura, Y. 2010. Preliminary Mycobionta assessment on Kita-Iwo Island, Ogasawara Islands. Memoirs of the National Museum of Nature and Science 47: 1-6. (査読有り)
5. Oguri, E., Yamaguchi, T., Shimamura, M., Tsubota, H. & Deguchi, H. 2010. Phylogenetic relationships among *Leucobryum juniperoideum* and its related species (Leucobryaceae, Musci) inferred from ITS sequences. Hikobia 15(4): 453-462. (査読有り)
6. 内田慎治・片桐知之・山口富美夫・出口博則. 2009. 聳島列島の蘚苔類. ヒコビア 15(3): 281-286. (査読有り)
7. Oguri, E., Yamaguchi, T., Shimamura, M., Tsubota, H. & Deguchi, H. 2008. Phylogenetic and morphological re-evaluation of *Leucobryum boninense* Sull. & Lesq. (Leucobryaceae, Musci), endemic to the Bonin Islands. Bryologist 111(2): 260-270. (査読有り)

[学会発表] (計3件)

1. 山口富美夫・内田慎治・片桐知之・嶋村正樹・出口博則. 2010. 小笠原諸島未踏査島の蘚苔類相 2. 火山列島北硫黄島. 日本蘚苔類学会第39回大会. 2010年8月19日, 岩国.
2. 山口富美夫・内田慎治・片桐知之・嶋村正樹・出口博則. 2010. 小笠原諸島未踏査島の蘚苔類相 1. 聳島列島. 日本蘚苔類学会第39回大会. 2010年8月19日, 岩国.
3. 内田慎治・山口富美夫・出口博則. 2010. 北硫黄島の蘚苔類. 日本植物分類学会第9回大会. 2009年3月26日, 刈谷.

6. 研究組織

(1)研究代表者

山口 富美夫 (YAMAGUCHI TOMIO)  
広島大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 60244290

(2)研究分担者

古木 達郎 (FURUKI TATSUWO)  
千葉県立中央博物館・自然史歴史研究部・  
上席研究員  
研究者番号: 40250146  
[H20→H21]

坪田 博美 (TSUBOTA HIROMI)  
広島大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 10332800

(3)連携研究者

細矢 剛 (TSUYOSHI HOSOYA)  
国立科学博物館・植物研究部・グループ長  
研究者番号: 60392536

大村 嘉人 (OHMURA YOSHIHITO)  
国立科学博物館・植物研究部・研究員  
研究者番号: 40414362

保坂 健太郎 (HOSAKA KENTARO)  
国立科学博物館・植物研究部・研究員  
研究者番号: 10509417

加藤 英寿 (KATO HIDETOSHI)  
首都大学東京・理工学研究科・助教  
研究者番号: 50305413