

多様な環境を有する島嶼における蘚苔類の種多様性調査 —32 km 長距離ベルトランゼクト法を活用した屋久島での事例—

秋山 弘之¹⁾・横山 勇人²⁾・田中 敦司³⁾・古木 達郎⁴⁾・山口 富美夫²⁾

Bryophyte species richness investigated by long belt-transects method: A case study in Yakushima Island

Hiroyuki AKIYAMA¹⁾, Hayato YOKOYAMA²⁾, Atsushi TANAKA³⁾,
Tatsuwo FURUKI⁴⁾, and Tomio YAMAGUCHI²⁾

Abstract

Yakushima Island is located south of Kyushu, mainland Japan, and is known as one of the hot spots embracing rich bryophyte flora in East Asia. Bryophyte species richness within the island was investigated by surveying a total of 123 belt-transects (each 4×100 m in area). Data from 64 belt-transects set at intervals of 500 m along a 32 km-long mountain trails from Onoaida to Nagata via Mt. Miyanoura and Mt. Nagata were treated in this paper. Main results are as follows: (1) Transects with high species richness were detected not at lowlands with drier climate but at higher altitudes where forests were prone to be covered by fogs; (2) Transects with highest species richness were found between Arakawa trail entrance and Yodogo mountain hut. In addition, multiple rare and endangered bryophytes that had been overlooked previously were detected during this survey. These results suggest that the long belt-transect method is one of the effective means in order to grasp bryophyte species richness, although it may require a lot of time and effort.

Key words: Belt-transect, Bryophytes, Species diversity, Yakushima Island

要 旨

東アジアだけでなく世界でも蘚苔類の種多様性がきわめて高いホットスポットである九州・屋久島において、島内における種多様性の分布を、4×100 m のベルトランゼクトを用いて調査した。島内に設けた調査区は合計 123 ヶ所で、それぞれについて調査区内に生育するすべての蘚苔類を記録した。これらのうち、南部の尾の間から北西部永田に至る屋久島中央核心部を横断する全長 32 km の登山道に沿って 500 m ごとに設置した合計 64 のベルトランゼクトについて、その種多様性と稀少種の分布をまとめたところ、以

¹⁾ 兵庫県立人と自然の博物館／兵庫県立大学自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6 Museum of Nature and Human Activities / Institute of Natural and Environmental Sciences, University of Hyogo, Hyogo, Yayoigaoka 6, Sanda-shi, Hyogo 669-1546, Japan

²⁾ 広島大学大学院理学研究科 〒739-8526 広島県東広島市鏡山1-3-1 Graduate School of Science, Hiroshima University, Kagamiyama 1-3-1, Higashihiroshima-shi, Hiroshima 739-8526, Japan

³⁾ 株式会社建設環境研究所 〒170-0013 東京都豊島区東池袋2-23-2 Civil Engineering & Eco-Technology Consultants, Ikebukuro 2-32-2, Toshima-ku, Tokyo 170-0013, Japan

⁴⁾ 千葉県立中央博物館 〒260-8682 千葉県千葉市中央区青葉町955-2 Natural History Museum and Institution, Chiba, Aoba-cho 955-2, Chuo-ku, Chiba-shi, Chiba 260-8682, Japan

Corresponding author: H. Akiyama, akiyama@hitohaku.jp

下のような結果が得られた。(1) 低地ではなく、標高が高く霧がかかりやすい山岳地で、蘚苔類の種多様性が高い。これは乾燥への適応が高等植物と蘚苔類とは異なることが原因と考えられる；(2) 特に種多様性が高い場所は、荒川登山口から淀川小屋周辺の間に集中していた。今回の調査において、これまで見逃されてきた複数の種が発見されたことや、稀少種を含めたそれぞれの蘚苔類種が島内においてどのような環境に生育するのかを把握できたことを考えると、調査の実施には多大な労力と時間を要することを考慮に入れても、長距離ベルトトランゼクトによる調査が蘚苔類フロラと種多様性の分布を把握する上で有効な手段の一つであることがわかった。

キーワード：蘚苔類、ベルトトランゼクト、種多様性、屋久島

はじめに — 研究開始の経緯

鹿児島県佐多岬南方約 60 km の洋上に位置する屋久島は、豊富な降水量と海岸線から 2000 m 弱の山頂部にいたる多種多様な生育環境に恵まれ、東アジアの中でも蘚苔類の種多様性が非常に高い、いわゆるホットスポットの一つとして知られている (Tan & Iwatsuki 1996)。しかしながら、近年における降雪量の減少等の影響により、屋久島島内に生息するヤクシカの個体数が激増し、それにともない農作物だけでなく自然環境下にあるシダ植物や草本、灌木にいたる多様な植物に対する食害の影響が顕著になりつつある (湯本・松田 2006, 九州森林管理局 internet resource)。この被害は特に下層植生において顕著であり、各地で土壌の流出、乾燥化、下層植生の喪失といった深刻な事態をもたらしている。その一方でヤクシカの蘚苔類に対する直接の食害はこれまで公式には報告されていないが、逸話的なものながら蘚苔類を食べているという目撃情報もある。ヤクシカによる蘚苔類への食害の影響は不明であるが、いずれにしても生育に適した環境そのものが喪失することによって、蘚苔類も甚大な影響を受けることが予想される。

ヤクシカの増加が植物に与える影響を把握するため、環境省環境技術開発等推進費の助成を受け、九州大学の矢原徹一教授を代表者として、2004 年からヤクシカによる食害の現状を把握するための本格的調査が開始された。この調査では、島内各所にできるだけ多くの調査区を設け、それぞれの調査区に生育するすべての植物について、種の同定を行うとともに食害の状況を判定し、さらに衛星測位システム (GPS) による正確な位置情報を記録している。さらに 10 年後の再調査を行って、状況の推移を把握することも計画されている。この調査の詳細は、『屋久島をモデルとした陸域の生態系管理手法に関する研究』(<http://risk.kan.ynu.ac.jp/matsuda/2004/yakusima.html>) で見ることができる。

この調査の特徴の一つは、地域住民に対してあらかじめ調査の目的、経緯について説明を行って合意形成の過程を踏み、また調査結果についてもシンポジウム等

により公開していることにある。調査が始まる 2004 年の地元説明会において、屋久島を特徴づける豊富な蘚苔類についても調査の範囲に含めるべきであるとの提案が住民側からなされ、これを受けて 2004 年 7 月から蘚苔類についても調査が開始されることになったのである。さらに 2006 年度からは文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) による助成を受け、より本格的な調査を実施した。これまでに得られた成果の一部は、特に稀少種について順次発表されている (秋山 2006, 2009, 2011a, b, 秋山・田中 2006, 秋山・山口 2006, 2008, Akiyama & Matsui 2005, Akiyama et al. 2009, 2011, Yokoyama et al. 2007)。屋久島からはこれまでに蘚類 44 科 160 属 357 種 1 亜種 18 変種 2 品種、苔類 37 科 88 属 305 種 2 亜種 2 変種、ツノゴケ類 1 科 5 属 6 種のコケ植物の生育が報告されているが (Yokoyama et al. 2007, 小林 2010, 古木 2012 他)、その中には日本では屋久島だけから知られている種も少なくない。今回の調査では、そういった稀少種の生育場所が GPS による詳細な位置情報とともに記録されており、このことも特筆に値する。

本報告では、調査全体の中の中核を占めている、全長 32 km に及ぶベルトトランゼクト調査の結果を中心に報告する。本邦において、蘚苔類の分布状況が単一の大型島嶼全体を対象にベルトトランゼクト法で定量的に調査されたことはこれまでにない。

調査方法

調査区の設定方法

4×100 m の調査区 (ベルトトランゼクト) を島内に合計 123 ヶ所設けた。連続する調査区を 500 m ごとに設けたのは、本富岳、愛子岳、尾之間-永田間、楠川歩道-白谷雲水峡の各登山道、ならびに安房森林軌道沿いであり、単一の調査区を設けたのは大川滝周辺、荒川林道、一湊集落近辺、宮之浦林道沿い、ならびに小杉谷歩道である (Fig. 1)。各調査区について地表から地上 2 m までの間に生育するすべての蘚苔類をもらさずり

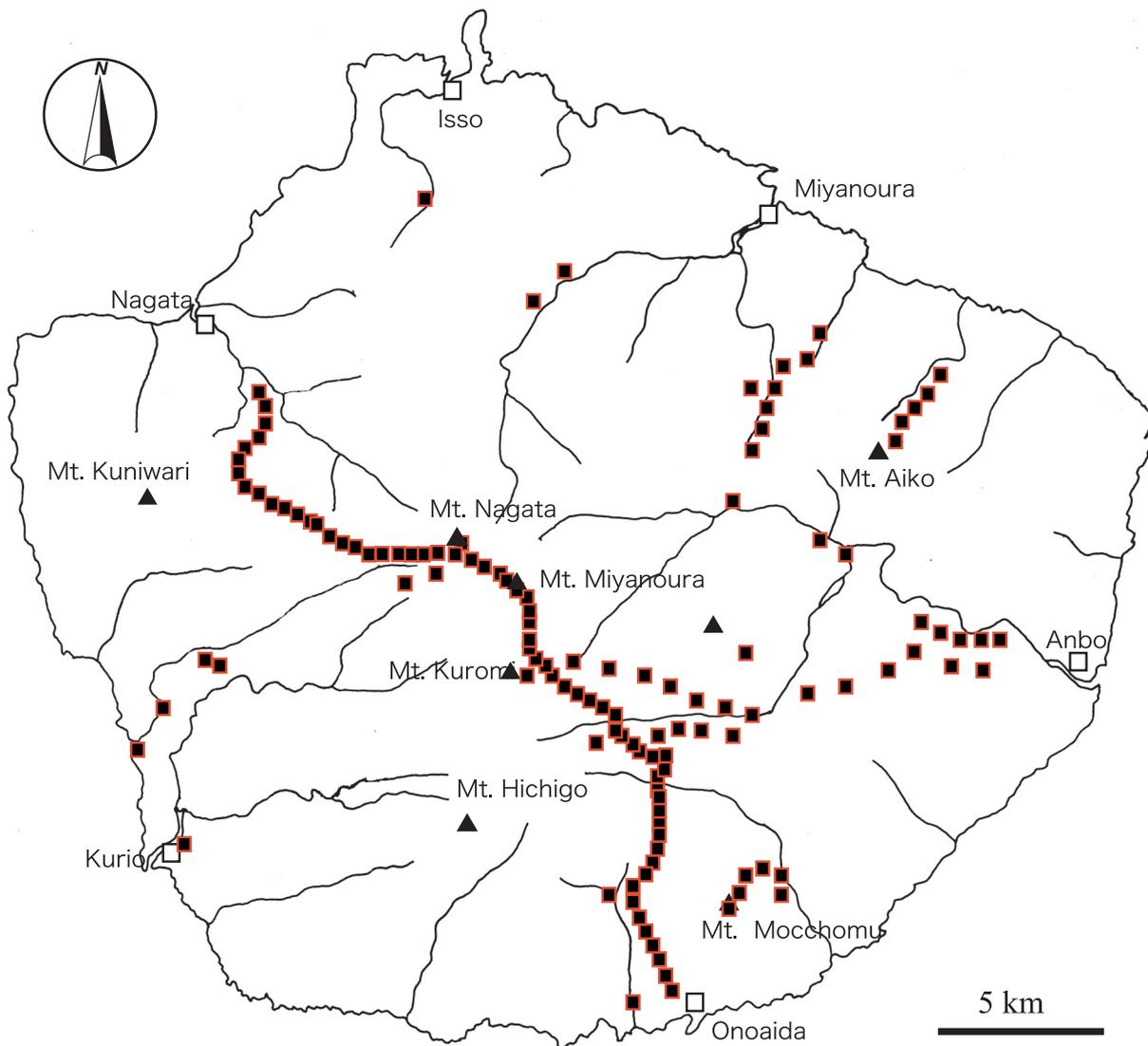


Figure 1. Map of Yakushima Island showing locations of 123 belt-transects.

ストップした。なおこれらの調査区のすべては、高等植物調査班によってあらかじめ設定されたものである。現地で同定ができないものについては標本として研究室に持ち帰り、顕微鏡下で正確な同定を行った。その結果、合計 123 の調査地点について、生育が確認できた蘚苔類種の一覧を得た。

調査地点の概要

できるだけ屋久島全体の地形と植生を反映するように各調査区を設けられているが、林道を横断する小溪流内に設置した場合などを除き、登山道にそって設けることがほとんどであった。屋久島の植生は、乾燥する期間が長くつづく低地林、標高約 600 m までに広がる照葉樹林、ヤクスギが混じる針広混交林、ハイノキやヤクシマシャクナゲからなる風衝林、そして森林限界となる標高 1700 m を超えたところに広がるヤクザサ草原から成

る。高地には小規模の高層湿原や湿地が点在しているが（屋久島環境文化財団 2006）、調査区はこれらの多様な環境をほぼ網羅するように設定されている。そのほか屋久島には亜熱帯林や海岸林も存在するが、今回の調査には含まれていない。

各ベルトトランゼクト内での調査の方法

各調査区は Fig. 2 のように設定されている。連続して設置した場合は、登山道に沿って 500 m ごとに 4×100 m の調査区が設けられている。この調査区は高等植物の調査のために設置されたものをそのまま蘚苔類の調査に使用している。これによって高等植物とのデータ比較が可能になる利点はあるが、蘚苔類の植物体はずっと小さいことを考慮すると、各調査区的全長に渡って出現種を精査することは現実的ではない。かつ種の識別が野外では困難な場合は多く、このことから 100 m の

全長に渡って詳細な調査を行うことは困難である。そのため、はじめの4×10 mについてはそこに生育するすべての蘚苔類を網羅的にリストアップするが、残りの4×90 m 区間については、はじめの4×10 mの区間に出現しなかった種のみを記録するように変更した（したがって、該当区間内では野外において肉眼で認識できる種に限定されることになる）。各調査区内の樹幹着生種については、地表からおよそ2 mまでの手の届く高さに限定した。また調査区内に存在する倒木・落枝は調査対象に含めた。登山道は通常尾根あるいは斜面を通過することが多く、そのため湿地性の蘚苔類を十分に把握することができない。これを補うため、荒川林道沿いに現れる小溪流沿いに複数の4×100 mの調査区を設定した。

それぞれの調査区の調査は、林道沿いなど平坦な場所を除いて通常は1名が単独で行った。そのため、担当者の研究歴によって、とくに現場での種の認識において得られる結果の精度に差が生じる。また天候によっても、野外での種の認識やサンプリングの精度に影響を受ける。この影響をなるべく小さくするため、できるだけ多くの標本を採取して研究室に持ち帰り、顕微鏡下で正確な同定を行うとともに、微量にしか含まれていない種についても見逃さないように努めた。

32 km 長距離ベルトトランゼクトの設定

上記調査区には、尾之間から永田に至る、島内の山岳地を南から北西に横断する全長32 kmの登山道沿いに設定された、連続する64調査区が含まれている (Figs. 3 A-D)。これらの調査区には屋久島における代表的な植生が含まれている (Table 1)。本論文の以下の解析では、この長距離ベルトトランゼクトから得られた結果を重点的に取り扱った。Table 1には、それぞれの調査区の標高と生育環境を示している。また、この64調査区のうち合計3調査区以下でしか見いだされなかった種を、便宜的に稀少種として認識し、その分布状況についての解析も合わせて行った。

結果と考察

全123調査区についての、各調査区の位置情報 (Appendix 1) ならびにそれぞれの調査区で確認された全種のリスト (Appendix 2) はデータ容量が大きいためここでの印刷は控え、兵庫県立人と自然の博物館の以下のURLにおいて別添の電子ファイルとして提示する (http://www.hitohaku.jp/research_collections/bulletins.html)。証拠標本は兵庫県立人と自然の博物館植物標本庫 (HYO)、広島大学大学院理学研究科植物標本庫 (HIRO)、千葉県立中央博物館植物標本庫 (CBM) に収蔵されている。また確認された全種が反映された屋久島蘚苔類リストは Yokoyama et al. (2007) として公表されている。屋久島の蘚苔類フロラの特徴として、苔類クサリゴケ科に代表される葉上着生苔類が少ないこと、苔類クラマゴケモドキ属 *Porella* のようにいくつかの分類群が欠落するか、あるいはごく少数の種しか見つからないことがこれまでも指摘されていた (服部 1944, Kitagawa 1960)。今回の調査でもこうした傾向を確認することができた。また白谷雲水峡間など調査区全体で、沢沿いに生育する灌木の幹や枝から懸垂する大型蘚類が量的に少ない。著者ら自身による30年に渡るこれまでの屋久島での調査経験と照らし合わせてみると、乾燥化が進行していることが推定された。維管束植物と同様、特に蘚苔類の大型種についてはヤクシカによる食害の有無にも注目して調査を行ったが、明らかに食害を受けたと判断できる事例は確認することができなかった。他に食べる植物が豊富に残っている場合、蘚苔類は嗜好されないのではないかと考えられる。

32 km 長距離ベルトトランゼクトの結果

尾之間から永田に至る登山道沿いに設定した連続する64調査区には、蘚苔類合計450種が生育していた。これは屋久島全体で確認されている蘚苔類668種 (種より下位の分類群を除く) の67.5%にあたる。64調査区それぞれで見いだされた総種数とそのうちの稀少種の種数を示したのが Fig. 4 である。調査区を設定した登山道の大部分は尾根沿いを通っており、水辺の環境を好んで生育する蘚苔類種の多くが調査区内には生育してい

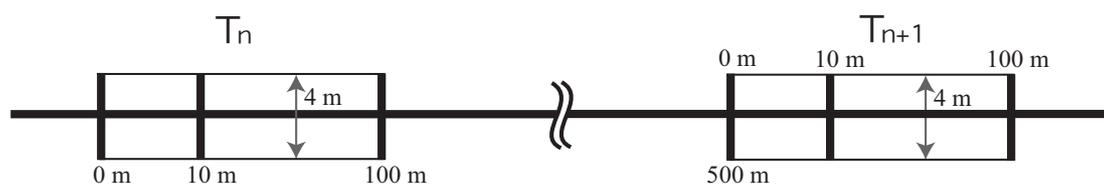


Figure 2. Schematic diagrams of a unit of a belt-transect set at every 500 m interval along the mountain trail between Onoaida and Nagata villages.

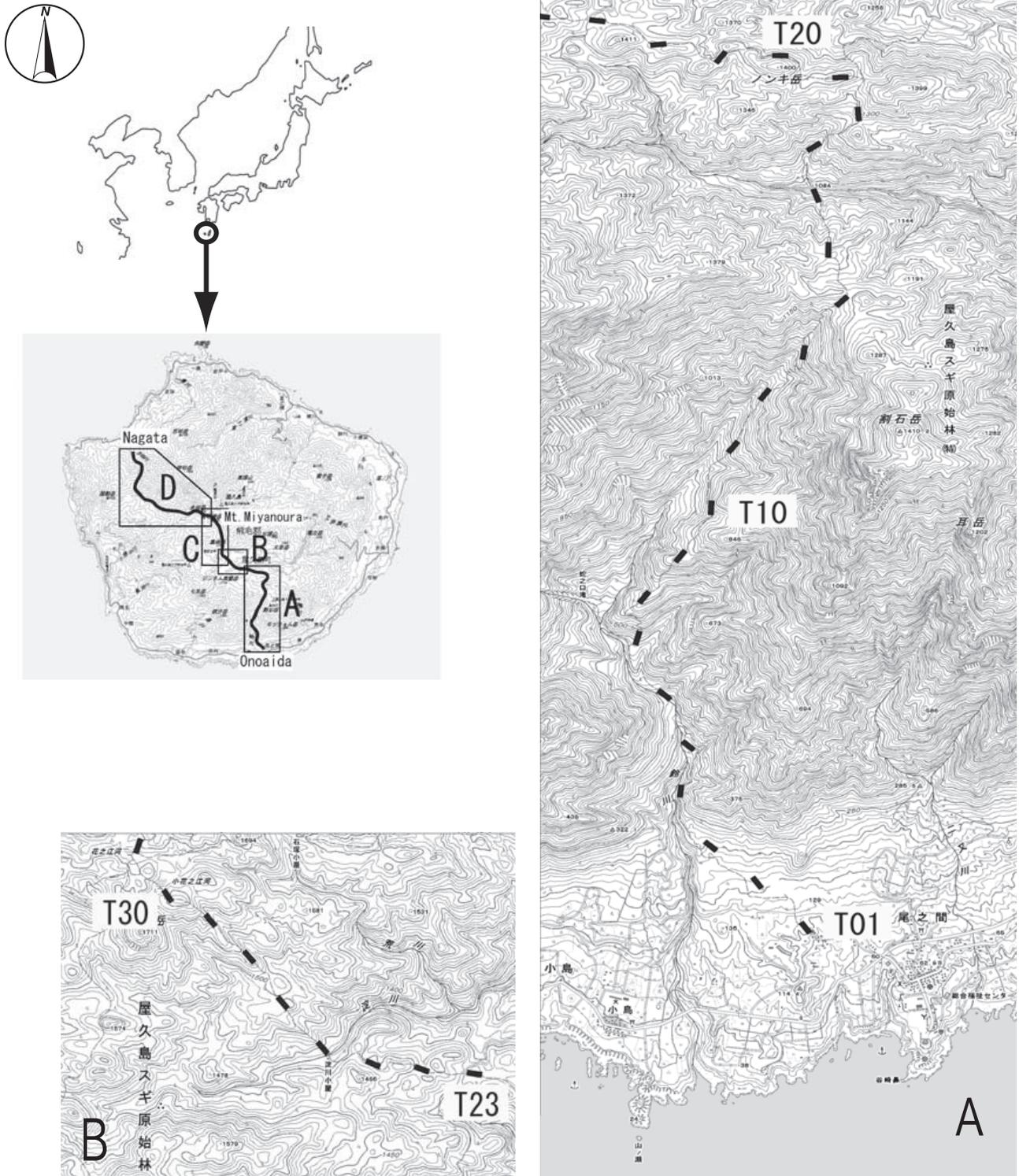


Figure 3. (A-B). The locations of Yakushima Island and those of all the 64 belt-transects along 32 km-long mountain trail, from Onoaida Spur to Nagata via Mt. Miyanoura and Mt. Nagata at the central part of the island.

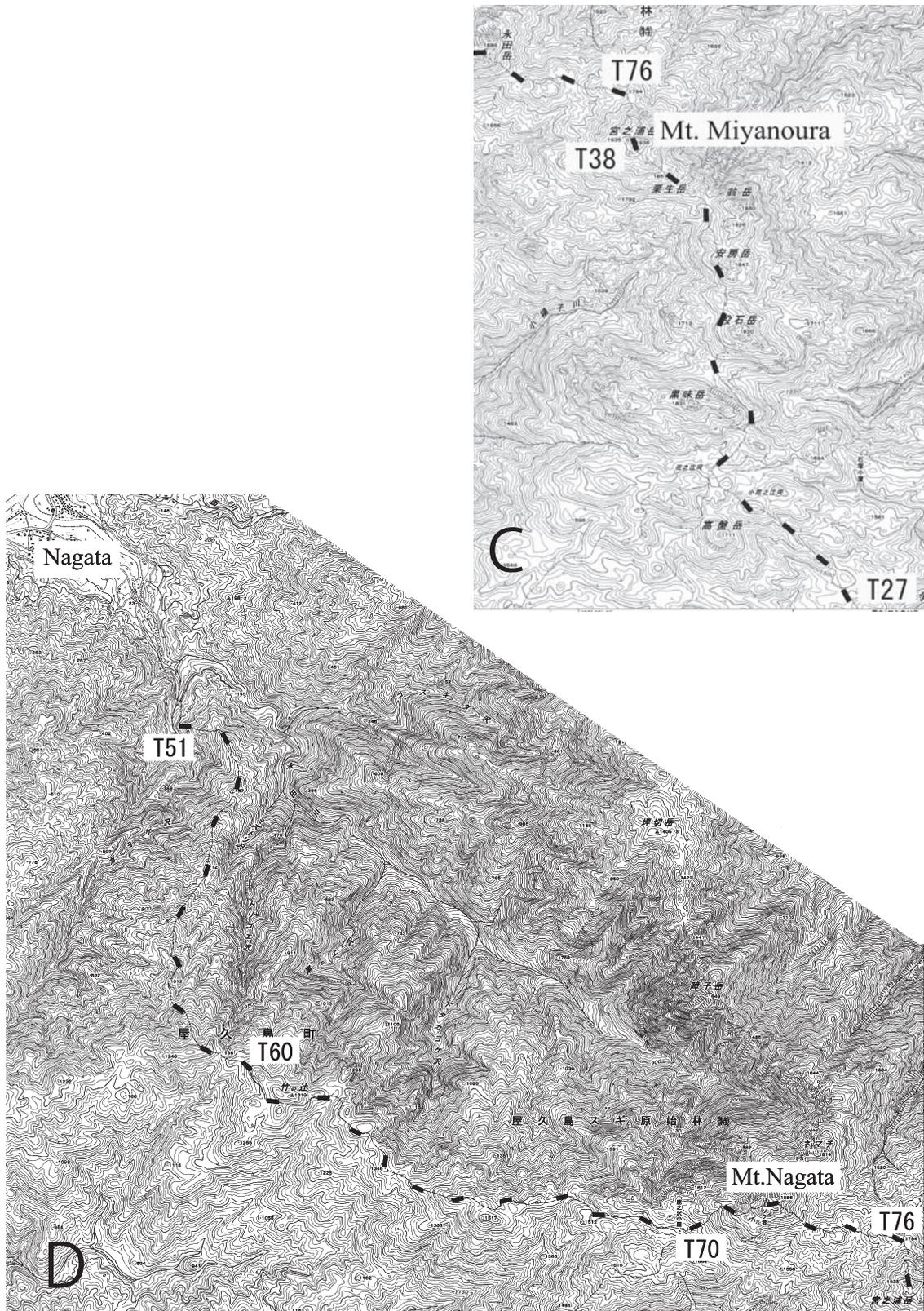


Figure 3. continued (C-D). Ibid.

ないであろうことは、注意が必要である。この64調査区内で出現した蘚苔類種を見つかった調査区数が多い順から並べてみると (Table 2), その多くが山地林性の種であった。また生育基物としては土や岩あるいは樹幹を好むものがいずれも含まれていた。ただし、チャボホラゴケのような土壌生苔類の中には、現れた頻度は高いものの植物体がきわめて微小であるため、肉眼ではほとんど存在がわからないものも含まれている。したがって、頻度の高さがそのまま量的な多い少ないを示しているわけではない。

屋久島全体ではこれまでに69種の蘚苔類絶滅危惧種が報告されているが (大崩他 2013, 環境省 2012), 今回32 km長距離トランゼクト内から確認された絶滅危惧種は、蘚類18種 (I類6種, II類7種, NT4種, DD1種), 苔類7種 (I類3種, II類4種) であった。なかでもハシボソゴケ *Papillidiopsis macrosticta* (Broth. et Paris) Buck et Tan とトサヒラゴケ *Neckeropsis obtusata* (Mont.) M.Fleisch. がそれぞれ13調査区と出現回数の多いことが目立つ。その一方、絶滅危惧種として指定されてはいるが湿潤な環境にはかなり普通に見ることができ葉上着生苔類のカビゴケ *Leptolejeunea elliptica* (Lehm. et Lindenb.) Schiffn. は、今回いずれの調査区からも確認されなかった。

各調査区の種リストならびに Fig. 4 から、以下のことが明らかになった。(1) 種の多様性は、標高700 mから1400 mの山地で最も高く、その反対に低地ならびに山頂部で低い。山頂部では密生するヤクザサ草原の中を木道が通っているため蘚苔類に適した生育環境が少ないことが影響していると考えられる。(2) 維管束植物ではラン科植物に代表されるように低地でも多数の稀少種が生育しているが (矢原 私信), 蘚苔類では低地には稀少種が少ない傾向がある。一方、常に霧がかかりやすい山岳地において、稀少種の種数が多い。これは乾燥への適応が高等植物と蘚苔類とで異なることが原因と考えられる。一般に蘚苔類は、低地の乾燥の強い場所では量的にも貧弱であるとされている (Glime 2007)。

4つのホットスポット

周辺の調査区と較べて出現種数の多くなる、いわゆるホットスポットは以下の4カ所が認識された：

1. 蛇の口滝への分岐手前の沢沿い (T5-6)：登山道が斜面を登りはじめると種多様性は急に低くなる。
2. 呑木岳山頂直下 (T20)：登山道から少し林内に入った場所で絶滅危惧I類の蘚類シダレウニゴケ *Symphiodon perrottetii* Motn. が見つまっているように、山頂付近に高頻度に発生する霧により湿度が高く保たれており、おそらくそのために周囲に較べて樹幹着

生種が特に豊富である。

3. 荒川登山口入り口から淀川小屋までの間 (T23-25)：調査区を設定した登山道が他で尾根沿いを通っているのとは対照的に、この間では沢の源頭部にあたる湿度の高い林内を通っており、もっとも多湿な環境であることが影響していると思われる。林床は屋久島でもっとも蘚苔類が量的に豊富で、登山道からはずれると腰まで落ち込むほど厚く蘚苔類の群落が発達している。

4. 安房岳山頂直下 (T35)：登山道が山頂直下を巻くように道がつけられており、また灌木林下の沢沿いが調査区に当たるため、水辺の非常によく湿った場所である。

調査手法の欠点

調査区を設ける際に登山道や林道を利用することになる。そのため登山道が通ることの多い尾根沿いの調査地点が増え、逆に湿性の環境を好む種はそもそも調査の対象からはずれてしまう可能性が高くなる。あるいは蘚類ヤクシマアミゴケ *Syrrhopodon yakushimensis* Takaki et Z.Iwats. のように低地の沢沿いの環境に出現する種が、調査から漏れてしまう傾向がある。これを補うために、荒川林道沿いでは支沢内に調査区を設定するなどの工夫を行ったが、屋久島からすでに報告されている蘚苔類の全種リスト (Yokoyama et al. 2007) と比較すると、調査区からは見つからなかった種が、特に溪流沿いに生育地が限定されるものに多く見られた。種多様性を評価する際に今回の手法を採ろうとする場合には、十分に考慮する必要がある。

また、現実的に最も大きな問題点は、現地調査と同定作業に必要とされる労力である。今回1調査区の調査は通常一人で行われたが、調査を終えるにはおよそ2時間から3時間を必要とする。調査区への往復の行程を考慮すると、一日あたり一人で1~3ヶ所の調査しか行うことができない。そのため合計123調査区についての現地調査に3シーズン、持ち帰ったサンプルについてはその同定に約1年を費やした。この点は、現地ではほとんどの種についての同定が可能であり、数名で手分けして調査を行えるため、1調査区あたり1時間を必要としない維管束植物の調査とは事情が大きく異なっている。同様な調査を行う場合にはこの点についても、あらかじめ十分に考慮した計画を立てる必要がある。

調査手法の利点、将来への応用性

今回の調査は屋久島内の様々な場所で実施し、その結果蘚苔類における数多くの絶滅危惧種の現在の分布状況がGPSデータとともに把握された。単なる採集活動とは異なり、種の分布についての詳細な情報が蓄積されたことになる。

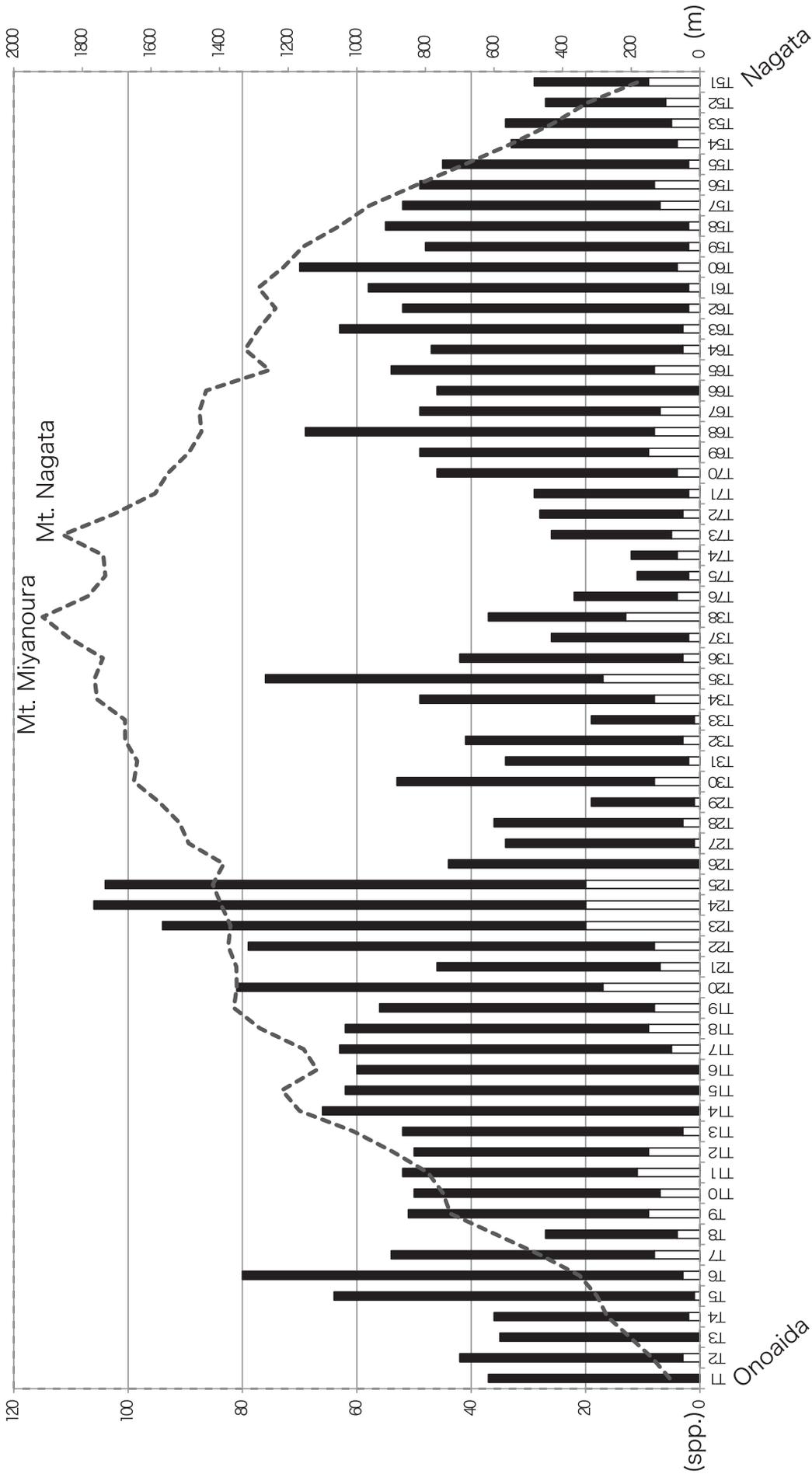


Figure 4. Number of species found in each belt-transect (Black; total number. White; number of rare species, that is, found less than three transects in total). Onoaida trail from T1 to T38 and Nagata trail from T51 to T76). Broken line shows the outline of the island by altitude (m asl) of each belt-transect. For the detailed information for each belt-transect, see Table 1. Species found in each belt-transect are listed in Appendix 2 (provided separately by Excel file). T1; entrance of Onoaida trail (Onoaida Spur). T25; vicinity of Yodogo mountain lodge. T29; Kohanogogo moor. T33; Hananogogo moor. T38; summit of Mt. Miyanoura. T73; summit of Mt. Nagata. T51; entrance of Nagata trail.

Table 1. Altitude and habitat description of each of the 64 belt-transects from Onoaida Spur to Mt. Miyanoura (T1–38) and from Nagata to Mt. Miyanoura via Mt. Nagata (T51–76).

Plot No.	Altitude	habitat
From Onoaida spur to Mt. Miyanoura (T1-T38)		
T1	88-100 m	dry, rather dark disturbed evergreen forest
T2	149-159 m	dry, rather dark disturbed evergreen forest
T3	204-213 m	dense lowland evergreen forest
T4	262-270 m	dense lowland evergreen forest
T5	288-300 m	dense lowland evergreen forest
T6	351-360 m	lowland mixed forest, beside a stream
T7	466-499 m	steep slope in a valley in a mixed forest
T8	595-608 m	on small ridge in a valley, in a mixed forest
T9	721-727 m	on small ridge in a valley, in a mixed forest
T10	735-749 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T11	793-808 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T12	894-909 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T13	1010-1046 m	steep slope in a valley, in a mixed forest
T14	1167-1191 m	gentle slope in a small ravine, in a mixed forest
T15	1197-1218 m	gentle slope, in mixed montane forest
T16	1089-1116 m	vicinity of upper reach of Taino-ko river; slope beside a river, in a mixed montane forest
T17	1155-1191 m	vicinity of upper reach of Tai-no-ko river; a small stream, damp site in a mixed montane forest
T18	1282-1294 m	rather sunny steep slope near the ridge, in a mixed montane forest
T19	1353-1358 m	dense mixed montane forest on the ridge
T20	1342-1350 m	rather sunny slope near the ridge, in a mixed montane forest
T21	1351-1355 m	around a small coll on the ridge in a mixed montane forest
T22	1369-1375 m	rather opened site on the ridge in a mixed montane forest
T23	1367-1368 m	in a mossy mixed forest
T24	1395-1404 m	beside a seeping cliff in a mossy mixed forest
T25	1418-1420 m	in a mossy mixed forest
T26	1388-1406 m	steep slope in a mixed montane forest
T27	1490-1498 m	in a mixed montane forest on mountain ridge
T28	1517-1539 m	along a trail under dense shrubbery on steep slope
T29	1576-1596 m	along a trail under dense shrubbery on steep slope
T30	1633-1650 m	vicinity of Kohananoego moor; mostly in a moor, partly at the edge of short thicket
T31	1640-1648 m	Hananoeego moor; rather open place in short thicket beside a moor
T32	1675-1690 m	around a small col on the ridge in a mixed montane forest
T33	1676-1691 m	around a small col on the ridge in a shrub community, rather opened site
T34	1757-1770 m	open, under dense shrubbery (<i>Rhododendron yakushimanum</i>) and <i>Pseudosasa owatarii</i>
T35	1764-1766 m	open, under dense shrubbery and <i>Pseudosassa owatarii</i>
T36	1740-1743 m	open, under dense shrubbery and <i>Pseudosassa owatarii</i>
T37	1840-1849 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T38	1899-1916 m	around the top of Mt. Miyanoura; open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
From Nagata to Mt. Miyanoura (T51-76)		
T51	180-210 m	evergreen mixed forest on steep slope
T52	327-347 m	evergreen mixed forest on the ridge
T53	426-439 m	evergreen mixed forest on steep slope near the small peak
T54	549-565 m	evergreen mixed forest on steep slope
T55	684-701 m	evergreen mixed forest on steep slope
T56	825-831 m	evergreen mixed forest on steep slope
T57	962-978 m	evergreen mixed forest on steep slope
T58	1050-1114 m	upper mixed forest on steep slope
T59	1156-1201 m	upper mixed forest on steep slope
T60	1214-1225 m	upper mixed forest on steep slope
T61	1287-1288 m	at a small col in a mixed forest near Takeno-tsuji
T62	1232-1237 m	upper mixed forest on steep slope
T63	1286-1294 m	upper mixed forest on steep slope
T64	1326-1332 m	upper mixed forest on steep slope
T65	1355-1369 m	upper mixed forest on steep slope
T66	1439-1460 m	upper mixed forest on steep slope
T67	1459-1463 m	upper mixed forest on steep slope
T68	1443-1453 m	rather open place in a mixed forest beside a small river
T69	1489-1497 m	along a trail in a mixed forest
T70	1550-1559 m	near Shikanosawa-lodge; under dense shrubbery developing on mountain ridge, rather moist
T71	1588-1629 m	under dense shrubbery developing on mountain ridge, rather moist
T72	1708-1749 m	vicinity of Top of Mt. Nagata; open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T73	1857-1862 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T74	1726-1739 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T75	1733-1734 m	open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>
T76	1783-1784 m	Sanpo-zakai; open, glassland densely covered by <i>Pseudosassa owatarii</i>

Table 2. Top 30 of most frequently collected species from the 64 belt-transects (T1-T38 and T51-T76) of the 32 km-long trail. Abbreviations of substrata are as follows; soil (s), boulder or rock (b), base of tree trunk (bt), tree trunk and branch (t), rotten log (r).

Ranking	Scientific name	No. of transects	Substrata
1	<i>Pseudotaxiphyllum pohliaecarpum</i> (Sull. & Lesq.) Z.Iwats.	56	s
2	<i>Leucobryum scabrum</i> Sande Lac.	53	s
3	<i>Isothecium subdiversifolium</i> Broth.	52	t
4	<i>Bazzania tridens</i> (Reinw., Blume & Nees) Trevis.	47	t, s
5	<i>Pyrrhobryum latifolium</i> (Bosch & Sande Lac.) Mitt.	43	s, r, bt
6	<i>Pogonatum inflexum</i> (Lind.) Sande Lac.	42	s
7	<i>Thuidium pristocalyx</i> (Müll.Hal.) A. Jaeger	39	s, bt, t
8	<i>Herbertus aduncus</i> (Dicks.) Gray	34	t
8	<i>Calypogeia tosana</i> (Steph.) Steph.	34	s
10	<i>Fauriella tenuis</i> (Mitt.) Cardot	33	t, r
11	<i>Pterobryon arbuscula</i> Mitt.	32	t
11	<i>Hookeria acutifolia</i> Hook. & Grev.	32	s
11	<i>Nipponolejeunea pilifera</i> (Steph.) S.Hatt.	32	t
14	<i>Heteroscyphus planus</i> (Mitt.) Schiffn.	31	s, b
15	<i>Cephalozia otaruensis</i> Steph.	30	s
16	<i>Haplohymenium longinerve</i> (Broth.) Broth.	29	t
16	<i>Hypnum tristo-viride</i> (Broth.) Paris	29	bt, t, r
16	<i>Wijkia deflexifolia</i> (Mitt. ex Renauld & Cardot) H.A.Crum	29	s, bt, r
19	<i>Diphyscium fulvifolium</i> Mitt.	27	s
19	<i>Heteroschyphus coalitus</i> (Hook.) Schiffn.	27	s
21	<i>Dicarnum japonicum</i> Mitt.	26	s, r, bt, t
21	<i>Leucobryum bowringii</i> Mitt.	26	s, bt
21	<i>Syrrhopodon japonicus</i> (Besch.) Broth.	26	bt, t
21	<i>Odontoschisma denudatum</i> (Mart.) Dumort.	26	r
21	<i>Frullania tamarisci</i> (L.) Dumort. subsp. <i>obscura</i> (Verd.) S.Hatt.	26	t
26	<i>Plagiochila trabeculata</i> Steph.	25	t
27	<i>Lepidozia vitrea</i> Steph.	24	s, b, bt
27	<i>Radula cavifolia</i> Hampe ex Gottsche, Lindenb. & Nees	24	t
29	<i>Pseudobarbella levieri</i> (Renauld & Cardot) Nog.	23	t
29	<i>Scapania ligulata</i> Steph.	23	s, b

屋久島は国内で最も蘚苔類の採集密度が高い場所の一つであり、これまでに膨大な採集品に基づく多数の論文が発表されてきている [文献の一覧については Yokoyama et al. (2007) を参照]. しかしながら、これまでの採集方法とは全く異なる今回の調査により、例えばフウチョウゴケ *Macrothamnium macrocarpum* (Reinw. et Hornsch.) M.Fleisch. やキノボリヒメツガゴケ *Distichophyllum yakumontanum* H.Akiyama et Matsui など、従来その存在が見逃されてきた種も複数見つかったことは (Akiyama & Matsui 2005, 秋山・田中 2006, 秋山・山口 2006, Akiyama et al. 2011), 長距離ベルトトランゼクトによるフロラ調査が種多様性を把握する上で有効な手段であることを示している. 前述のようにこの調査には多大な時間と労力が必要となるが、アプローチの容易な場所などで実施すれ

ば、種多様性がどこに局在しているのかを明らかにしたり、絶滅危惧種がどこに分布しているかを可視化する上で、非常に有効な手法と考えられる. 一方で、上記のような蘚苔類固有の難しさも、同時に明らかとなった. つまり、現場での種の同定が難しいこと、同定には顕微鏡下での作業が必要なこと、一つのプロットあたり現地調査だけで2~3時間の手間がかかること、などである. 現地調査・同定作業に十分な人的資源を投入できる余裕が確保されていることが必要なのである.

謝 辞

九州大学理学部矢原徹一教授ならびに同研究室のメンバーの方々、調査に際して様々な便宜をはかっていただいた環境省屋久島世界遺産センターの皆様、また国立公

園内における調査に際しての採集・入林・現状変更許可等について便宜を図っていただいた屋久島自然保護官事務所、林野庁九州森林管理局屋久島森林管理署、鹿児島県教育委員会、鹿児島県熊毛支庁屋久島事務所農林係の担当者の方々、森林軌道内への立ち入りについて許可をいただいた(株)屋久島電工関係者の皆様に感謝いたします。この調査は、環境省環境技術開発等推進費(代表九州大学理学部矢原徹一教授)、文部科学省科学研究費(基盤研究(C)185700921, 24570108 代表秋山弘之)に寄るところが多大でありました。記して謝意を表します。

文 献

- Akiyama, H. and Matsui, T. (2005) *Distichophyllum yakumontanum* (Musci, Daltoniaceae), a new species from Yakushima Island. *Japan. Bryol. Res.*, **8**, 343–348.
- 秋山弘之 (2006) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 12. 分布の南限である屋久島産リスゴケ(蘚類, イタチゴケ科)について. *蘚苔類研究*, **9**, 114–115.
- 秋山弘之・田中敦司 (2006) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 11. 蘚類フウチョウゴケ(イワタレゴケ科フウチョウゴケ属) 68年ぶりの再発見. *蘚苔類研究*, **9**, 112–114.
- 秋山弘之・山口富美夫 (2006) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 13. ツブツブヘチマゴケは九州・屋久島に隔離的に分布する. *蘚苔類研究*, **9**, 115–116.
- 秋山弘之・山口富美夫 (2008) 無性芽を有するヘチマゴケ属(ハリガネゴケ科, 蘚類)の研究. 1. 日本産キヘチマゴケとその近縁種の再検討. *蘚苔類研究*, **9**, 279–290.
- 秋山弘之 (2009) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 17. 屋久島産ヒメシノブゴケ(蘚類 シノブゴケ科)で観察された早落性小枝. *蘚苔類研究*, **9**, 357.
- Akiyama, H., Masuzaki, H. and Yamaguchi, T. (2009) Habitat and morphological differentiation between *Pohlia annotina* and *P. drummondii* (Mniaceae) at higher elevations in Yakushima Island, Japan. *Bryologist*, **112**, 749–761.
- Akiyama, H., Ching, Y., Yamaguchi, T. and Tan, B. C. (2011) *Yakushimabryum longissimum* (Pylaisiadelphaceae) gen. & sp. nov., from the Yakushima Island, Japan. *J. Bryol.*, **33**, 42–49.
- 秋山弘之 (2011a) アジア産蘚苔類分類・生態ノート, 22. 日本産コモチイトゴケ科, 特にヤクシマコモチイトゴケについて. 分類, **11**, 27–34.
- 秋山弘之 (2011b) ケゼニゴケ複合体(ケゼニゴケ科, 苔類)の倍数性と種分化. 分類, **11**, 121–138.
- 古木達郎 (2012) イボソコマメゴケが屋久島で見つかる. *蘚苔類研究*, **10**, 226–227.
- Glime, J. M. (2007) *Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. (2013年7月30日閲覧) [http://www.bryoecol.mtu.edu/]
- 服部新佐 (1944) 南九州苔類誌. 東京科学博物館研究報告, **11**, 1–203.
- 環境省 (2012) 環境省第4次レッドリスト【植物II(蘚苔類)】 (2013年7月30日閲覧) [http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=20558&hou_id=15619]
- Kitagawa, N. (1960) Notes on the Hepatic flora of the Island of Yakushima I. *Acta Phytotax. Geobot.*, **18**, 187–192.
- 小林亮平 (2010) 屋久島(鹿児島県)で新たに見つかった絶滅危惧蘚類2種. *蘚苔類研究*, **10**, 56.
- 大崩貴之・藤田あゆな・金元熙・西村直樹・秋山弘之 (2013) コケフォーレ 2013で確認された屋久島の絶滅危惧種18種. 日本蘚苔類学会第42回岡山大会, 講演要旨.
- Tan, B. C. and Iwatsuki, Z. (1996) Hot spots of mosses in East Asia. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mexico, Ser. Bot.*, **67**, 159–167.
- Yokoyama, H., Yamaguchi, T., Nishimura N., Furuki, T. and Akiyama, H. (2007) Checklist of bryophytes known from Yakushima Island, southern Kyushu, Japan. *Bryol. Res.*, **9**, 159–197.
- 屋久島環境文化財団 (2006) 屋久島の植物ガイド. 屋久島環境文化財団, 鹿児島. 132頁.
- 湯本貴和・松田裕之編著 (2006) 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学. 文一総合出版, 東京. 212頁.

付 記

九州森林管理局「屋久島のヤクシカによる生態系被害等食害の状況」(2013年7月1日閲覧) [http://www.rinya.maff.go.jp/kyusyu/yakusima/yakusikasyokugaijoukyou.html]

(2013年 8月6日受付)
(2013年 11月6日受理)

