



| | |
|------------|---|
| Title | 秋吉台における岩上蘚苔類群落の分布と生育特性：異なる植生下にあるドリーネ間の比較 |
| Author(s) | 羽田, 麻美; 乙幡, 康之 |
| Citation | 地理歴史人類学論集 = Journal of Geography, History, and Anthropology(8): 47-58 |
| Issue Date | 2019-03-31 |
| URL | http://hdl.handle.net/20.500.12000/44327 |
| Rights | |

秋吉台における岩上蘚苔類群落の分布と生育特性

—異なる植生下にあるドリーネ間の比較—

羽田 麻美*・乙幡 康之**

(*琉球大・**ひがし大雪自然館)

Ecological Distribution and Growth Characteristics of Bryophytes
on Limestone Pinnacles in Akiyoshi-dai Plateau
: Comparison between two Dolines under Different Vegetation

Asami HADA* and Yasuyuki OPPATA**

(*Faculty of Global and Regional Studies, University of the Ryukyus,

**Higashitaisetsu Nature Center)

摘要

山口県秋吉台のカルスト台地では、江戸時代以降、山焼きにより草地景観が維持されてきた。しかし近年、山焼きを実施してきた地域住民の高齢化や人手不足により、火入れの作業範囲は縮小し、草地面積は減少傾向にある。草地から林地へと変化し、湿潤環境となったカルスト台地上では、石灰岩の露岩であるピナクルに蘚苔類（コケ植物）群落が発達し始めている。これまで羽田・乙幡（2016）において、秋吉台上の草地から林地へと変化した二つのドリーネを対象に、岩上岩上蘚苔類の空間的な分布と生育特性に関する調査を実施した。本研究では、異なる植生下における蘚苔類群落の種組成の差異を明らかにすることを目的とし、秋吉台の草地ドリーネ内の蘚苔類群落について植生調査を実施し、羽田・乙幡（2016）の林地ドリーネとの比較をおこなった。調査の結果、草地ドリーネにおいては、林地ドリーネとは異なる6種の蘚苔類が確認され、林地ドリーネ内の構成種計18～20種に比べ、種数が1/3以下と少ないことがわかった。草地ドリーネでは湿潤環境を好む種は確認されなかったが、乾燥環境を好む種がドリーネの南向き斜面上部に分布することは、両地域で一致した。またピナクル上の蘚苔類の植被率を比較すると、林地ドリーネ内の植被率は3～98%の範囲内で、50%以上を示すピナクルが多く存在するのに対し、草地ドリーネ内の植被率は、ドリーネの北向き斜面最下部で唯一100%を示すのみで、その他の地点では0～25%と僅かな被覆にすぎないことがわかった。ドリーネ内の高木植生及び山焼きの有無により、蘚苔類の種組成や種数、岩上の植被率に違いが生じていることが示唆された。その差異は、日射量や湿度などの微気候環境や、それに伴う岩石表面の水分量を反映したものと推察した。

キーワード：蘚苔類，カルスト，ドリーネ，石灰岩，秋吉台

Keywords: bryophytes, karst, doline, limestone, Akiyoshi-dai plateau

I はじめに

山口県秋吉台のカルスト台地は、ドリーネやウバーレなどの凹地形が分布する湿潤温帯型カルストであり、面積は約 130 km² に及ぶ。カルスト台地上には、石灰岩の露岩であるピナクルが多数形成され、カレンフェルトが広がる。台地は厚東川をはさんで東の台と西の台に分かれており、東の台は昭和 30（1955）年に国定公園に指定されている。

これら国定公園内の植生は、喜多（1996）の宝暦小村絵図による研究や、岡本・藤川（2013a, b）の地下上申絵図を用いた研究、栗崎ほか（2006, 2013）による鍾乳石を用いた古環境分析によれば、少なくとも江戸時代以降、人為的な山焼きにより草地が維持されてきたと考えられている。堆肥や飼料、屋根材など生活に利用されてきた草地であるが、中安（1997）に述べられているように、昭和 30 年代以降の山焼きは、観光目的のための景観維持の意味合いが大きく、草地面積は減少傾向にある。

羽田・乙幡（2016）では、旧版地形図や植生図を用いて秋吉台国定公園における草地面積の減少過程を調査し、1899 年に 29.5 km² あった草地は 2010 年に 11.5 km² にまで変化したことを示した。すなわちこの値は、1899 年の草地面積を 100 % とした際に 2010 年には 39.0 % にまで減少していることを示す。そして、草地はカルスト台地縁辺部から内側に向かって徐々に縮小しており、その縁辺部の植生は、スギ・ヒノキの植林地や、落葉広葉樹や常緑樹の混交林へと変化していることが、現地調査によりわかった。また、草地から林地へと植生が変化することに伴い、森林下に置かれたピナクル表面には蘚苔類（コケ植物）が繁茂し始める。羽田・乙幡（2016）は、それら蘚苔類に着目し、森林構成の異なる林地内のドリーネ（以下、林地ドリーネとよぶ）において、岩上蘚苔類群落の種組成と分布特性を明らかにした。林地ドリーネの植生は、聞き取り調査と植林されたスギの年輪計測の結果から、1960 年代頃までは草地であったことが推定された。それら林地ドリーネ内の蘚苔類群落の成立過程とその要因を考える上でも、林地化する以前の草地内のドリーネ（以下、草地ドリーネとよぶ）における蘚苔類の有無や、その生育状況を理解しておくことは重要である。そこで本研究は、秋吉台長者ヶ森の草地ドリーネを対象に、岩上蘚苔類群落の分布と種組成、植被率を調査し、羽田・乙幡（2016）で示した二ヶ所の林地ドリーネとの比較から、蘚苔類の生育特性に与える植生の影響を明らかにすることを目的とする。

II 地域概要

秋吉台は、標高 100～200 m のカルスト台地から成り、古生代石炭期前期からペルム紀後期の化石を多く含む石灰岩が分布する。台地上にはピナクルと呼ばれる塔状の石灰岩塊が多数露出し、その表面には溶食微地形であるカレンが形成されている。

秋吉台科学博物館に設置されたアメダス（北緯 34° 14′，東経 131° 18′，標高 240 m）の気象データによれば、1981～2010 年の観測期間内の年平均気温は 13.6 °C，年平均降水量は 1994.7 mm である。冬季には降雪がある。塩見・中村（1981）の現存植生図によれば、草地の植生はネザサやススキ群落、または牧草地となっている。

本研究で新たに調査を実施した場所は、カルスト台地上の長者ヶ峯～長者ヶ森の間に位置する、標高 290 m にある草地ドリーネである（図 1，写真 1）。考察に用いた羽田・乙幡（2016）による林地ドリーネは、カルスト台地北西部にある標高 250m と 260 m の森林下のドリーネ（林地ド

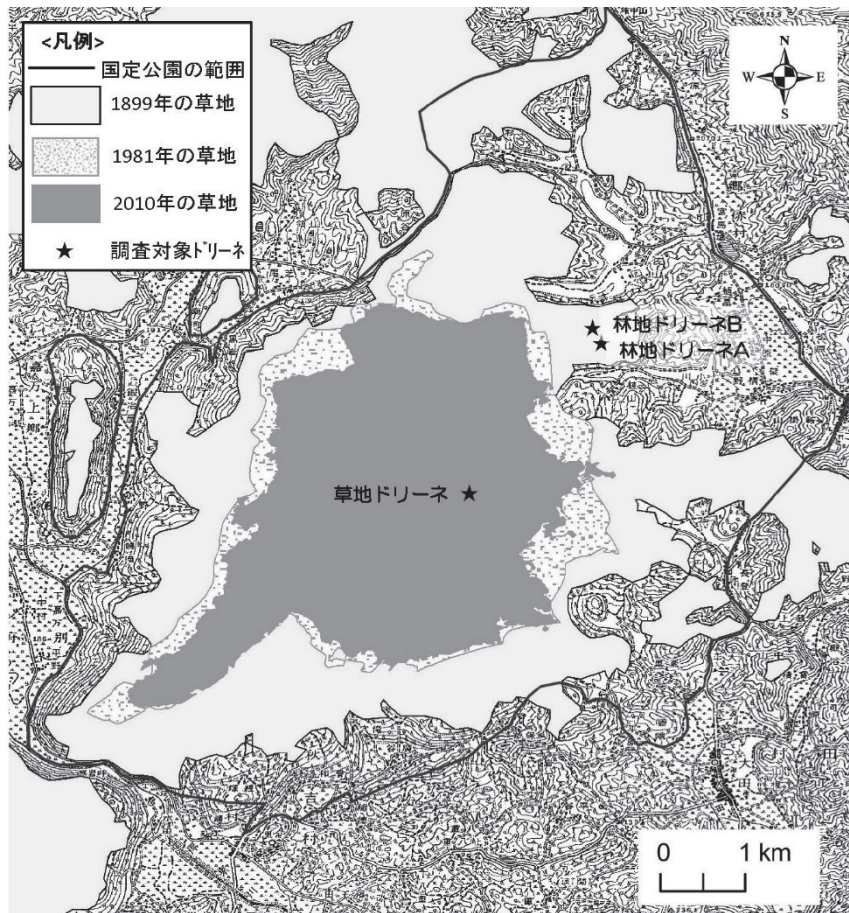


図1 秋吉台における草地範囲の変遷と調査対象ドリーネの位置
(羽田・乙幡；2016，2018 に一部加筆)

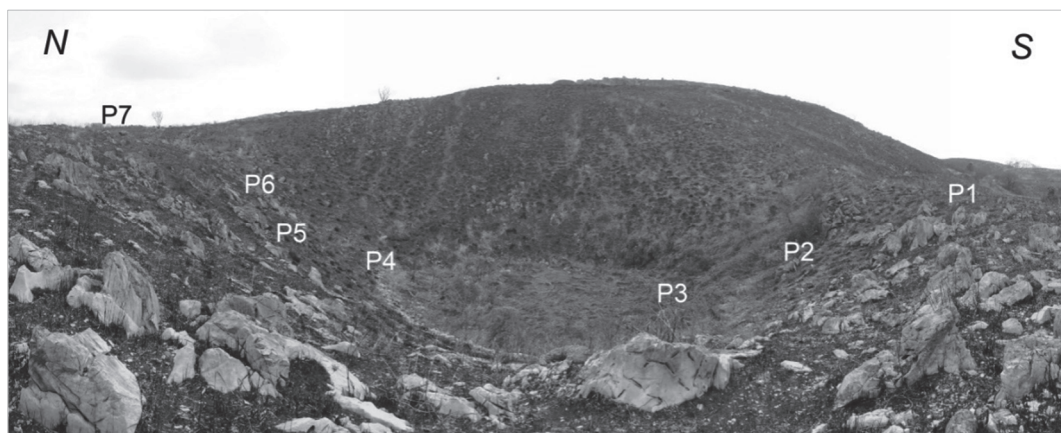


写真1 調査対象とした草地ドリーネの全景
(2017年3月14日撮影)

リーネ A, B) である。いずれもドリリーネ底からドリリーネ斜面上部までの比高は約 10~17 m, 長径約 55~70 m で, ドリリーネの形状や大きさが同規模のものを選定した。

図 1 には, 調査地と国定公園の範囲, 草地の範囲を示した。秋吉台では, 少なくとも江戸時代以降山焼きにより草地が維持されてきた。その草地の変遷をみるために, 旧版地形図と塩見・中村 (1981) による「秋吉台現存植生図」, 太田 (2011) による「秋吉台地域の相観植生図」に示された草地範囲を用いて, Arc GIS 上で 1899 年, 1981 年, 2010 年の範囲を重ね合わせた (図 1)。それらの分布をみると, 秋吉台上の草地面積は 1899 年以降縮小傾向にあり, 1899 年に 29.5 km² あった草地は, 1981 年に 13.8 km², 2010 年には 11.5 km² へと激減している。1899 年の草地範囲を超えて草地が拡大することはない, 徐々にその面積は縮小している。調査対象地の草地ドリリーネが位置する台地は, 草地から植生が変化した痕跡はない。一方, 林地ドリリーネ A, B は 1899 年には草地であったが, 1981 年には草地から林地へと変化した。I に記した通り, 林地ドリリーネ A, B は 1960 年頃に草地から林地へと変化したと見積もっている。林地ドリリーネ A, B ともに森林の構成は, スギの植林地が広い面積を占める。林地ドリリーネ A の斜面と底部では, 2013 年 7 月にこれらスギの大規模伐採がおこなわれたことが聞き取り調査からわかっている (羽田・乙幡, 2016)。また林地ドリリーネ A の北向き斜面はスギ植林, 南向き斜面はスギ植林と落葉樹林で構成される。林地ドリリーネ B のドリリーネ底はヒノキ植林で, それ以外はスギ植林である。

III 調査方法

羽田・乙幡 (2016) の林地ドリリーネと比較するため, 距離的に近く, 標高, 形状, 大きさ及び深さが同程度の草地ドリリーネを, カルスト台地上の長者ヶ森において選定した。草地ドリリーネの調査日は, 2017 年 3 月 14 日で, この年の山焼きは 2 月 19 日に実施されている。ドリリーネの形状は, ハンドレベルを用いた簡易測量により, 南北方向を測線とする地形断面を計測した。測線上の南向き斜面と北向き斜面において, ドリリーネ底からの比高毎に, ドリリーネ上部・中部・下部と区分した。これらの区分に基づき, 測線上に露出する最も蘚苔類が繁茂するピナクル (P1~P7 の計 7 個) を対象に, 蘚苔類の出現種を確認した。

蘚苔類の調査は, 対象としたピナクルの北面・南面において, 地表面からの高さ 0~20 cm, 40~60 cm, 80~100 cm の場所で 20×20 cm の方形区を設け, 方形区内の出現種と被度を調べた。種の同定は, 岩月 (2001) に従って顕微鏡を用いておこなった。出現した蘚苔類の生育環境別の区分については, 岩月 (2001) 及び岩月・水谷 (1972) を参考にした。また各ピナクルの方形区面積の合計に対して蘚苔類が覆う割合 (最大 100 %) を植被率として算出した。

IV 草地ドリリーネ内の岩上蘚苔類の構成種と植被率

1. 岩上蘚苔類群落の種組成と種の空間分布

草地ドリリーネの地形断面と蘚苔類の調査をおこなったピナクルの位置を, 図 2 に示した。図中の P1~P7 が, 蘚苔類の方形区調査を実施したピナクルである。ドリリーネの大きさは南北方向に約 70 m, 底部からの比高 (深さ) は約 17 m である。ドリリーネ斜面はネザサーススキを主体とした群落で, ドリリーネ底はそれにクサギが加わる。

表 2 草地ドリーネに出現した蘚苔類の生育環境

| No. | 出現種 | 文献による生育環境 | | | | 石灰岩性、 石灰岩地に 多い種 | 環境 |
|-----|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------|--------------|-----------------------|----|
| | | 岩月 (2001) | Noguchi (1987-1994) | 岩月・水谷 (1972) | 田中 (2012) | | |
| 1 | Bryum recurvulum テリハハリガネゴケ | - | 森林の石灰岩上 | - | 石灰岩に生育 | ○ | |
| 2 | Brachythecium salebrosum ヒロハフサゴケ | 地上や岩上 | 地上や岩上 | 地上や岩上 | - | × | |
| 3 | Bryhnia tenerrima ヒメヤノネゴケ | - | - | - | - | × | |
| 4 | Brachythecium helminthocladum ヒモヒツジゴケ | 岩上 | 岩上 | 岩上 | - | × | |
| 5 | Eurhynchium eustegium オニヒツジゴケ | - | 森林の腐植土上 | - | - | × | |
| 6 | Hyophilia propagulifera ハマキゴケ | 日当たりのよい 転石・石垣・コン クリート壁上 | - | 日当たりの良い 塀、溝、石垣など | - | × | 乾燥 |

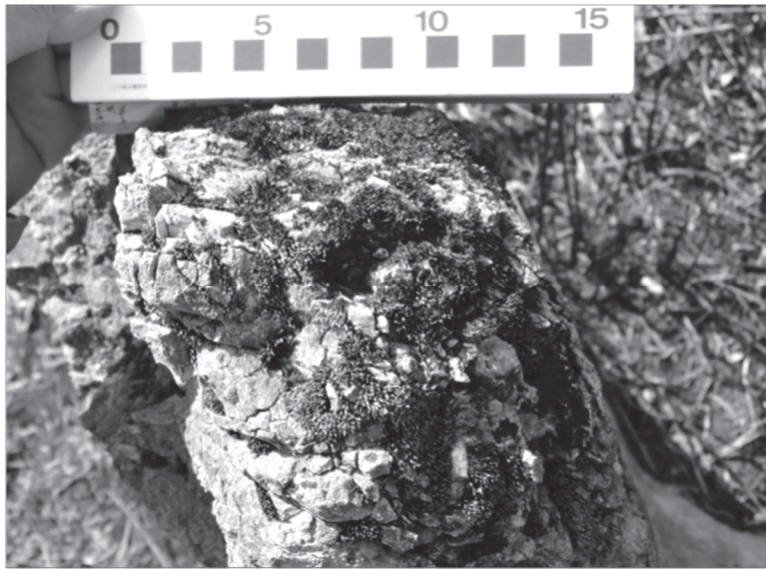


写真 2 草地ドリーネの P1 頂部におけるテリハハリガネゴケの生育状況 (2017 年 3 月 14 日撮影)

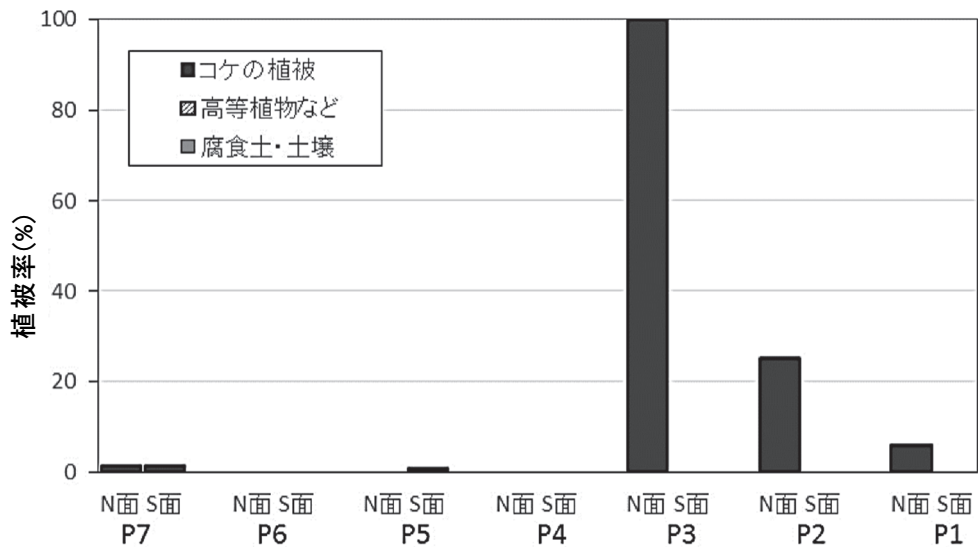


図 3 草地ドリーネにおけるピナクル別の蘚苔類の植被率

草地ドリーネにおいて出現した蘚苔類は 6 種で、テリハハリガネゴケは出現回数が 4 回と最も多かった。出現した蘚苔類は、大きく 2 つのタイプに分けることができる。ひとつはドリーネ上部である P1 及び P5～P7 に分布するテリハハリガネゴケとハマキゴケである。これらは直立形の種で、石灰岩の割れ目に生育する（写真 2）。もう一つは、北向き斜面の P2 と P3 に分布するヒロハフサゴケ、ヒメヤノネゴケ、ヒモヒツジゴケ、オニヒツジゴケである。これらは匍匐形の蘚類で、ピナクル表面に面的な広がりを持つ群落を形成する。調査地点で最も種数が多かったのは P3 で、3 種の蘚苔類が確認された。草地ドリーネでは湿潤環境種は確認されなかったが、乾燥環境種のハマキゴケは、南向き斜面最上部の P7 で確認された。優占種であるテリハハリガネゴケは、田中（2012）によれば石灰岩性の種とされている。

2. 岩上蘚苔類群落の植被率

ピナクル上に分布する蘚苔類群落の生育状況を把握するために、植被率を求めた。図 3 は、P1～P7 についてピナクルの南北の方位別に植被率を調べた結果である。P3 の南面（ドリーネ上部側を向いた面）のみ、土壤に埋没し岩盤が露出していない。

草地ドリーネでは、P3 を除き蘚苔類の植被率が低かった。ドリーネの斜面の向きによる植被率を比較すると、南向き斜面（P4～P7）では植被率が 0～1.2 % であるのに対し、北向き斜面（P1～P4）では 5.8～100 % と南向き斜面に比べて植被率が高い。また北向き斜面においては、ピナクルの南面（ドリーネ上部を向いた側）は植被が無く、北面（ドリーネ底を向いた側）にのみ蘚苔類が確認された。さらに P1 から P3 にかけては、ピナクルの北面（ドリーネ底を向いた側）はドリーネ底に向かうに従い植被率が増加する傾向があった。

V 草地ドリーネと林地ドリーネの岩上蘚苔類群落の比較

1. 林地ドリーネ内の岩上蘚苔類群落の種組成と植被率

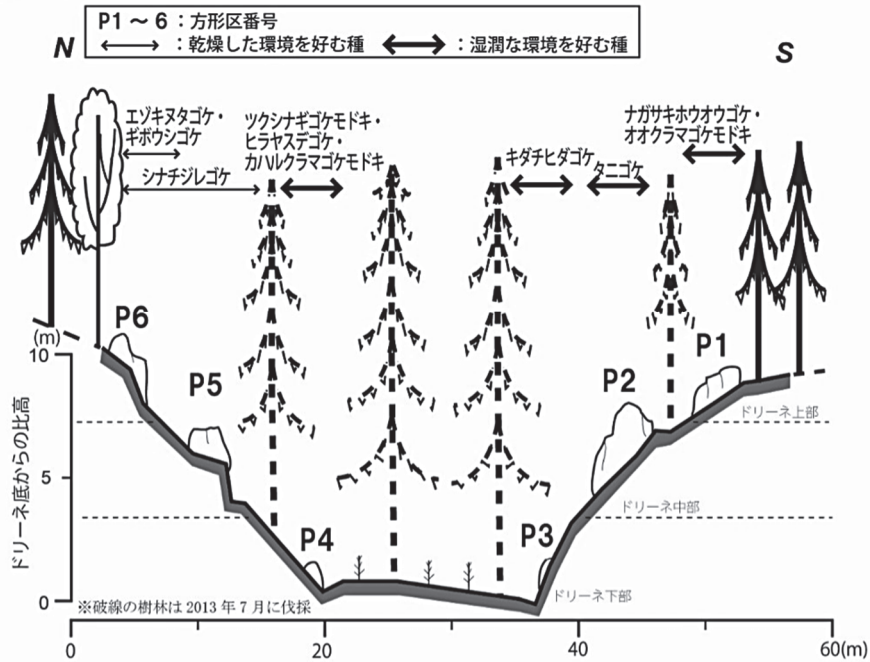
羽田・乙幡（2016）では、図 1 に示した林地ドリーネ A、B を対象に、草地ドリーネと同様の調査方法で蘚苔類の種組成を調査した。図 4 には、林地ドリーネの地形断面を示し、図上に湿潤環境種と乾燥環境種の分布範囲を矢印で示した。種組成は羽田・乙幡（2016）に示した通りであるが、主な特徴を以下に再掲する。

かつての植林地にある林地ドリーネ A では、出現した蘚苔類は計 20 種で、優占種はアツブサゴケモドキであった。乾燥環境種である 3 種（エゾキヌタゴケ、ギボウシゴケ、シナチジレ



写真 3 林地ドリーネ A の P2 におけるピナクルと岩上蘚苔類群落（2014 年 1 月 6 日撮影）

林地ドリーネ A



林地ドリーネ B

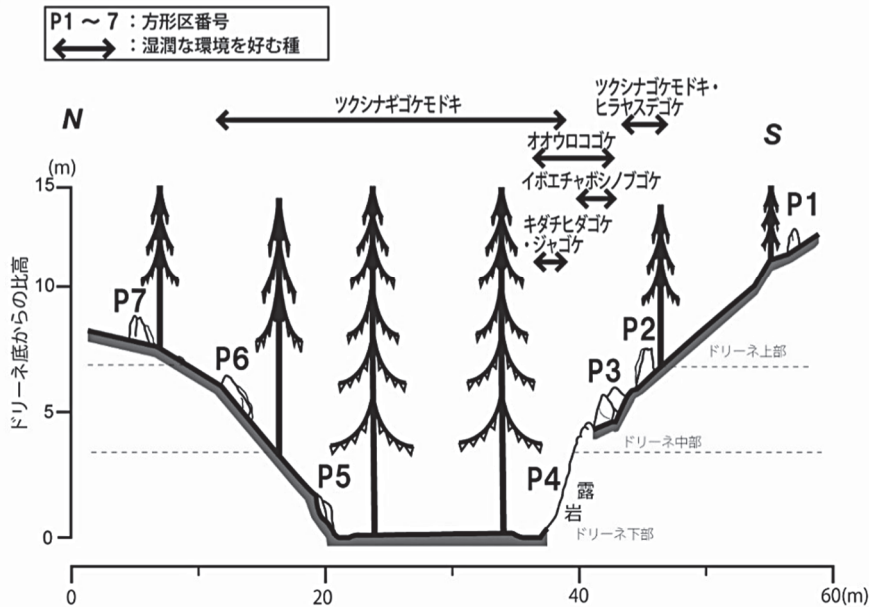


図4 林地ドリーネ A, B における地形断面と蘚苔類の調査地点
 上図：林地ドリーネ A, 下図：林地ドリーネ B
 (羽田・乙幡；2016 の方形区番号を一部修正)

ゴケ) は、ドリーネの南向き斜面でかつドリーネ底から比高の高い P5 と P6 に分布する。一方、湿潤環境種は 7 種 (タニゴケ, キダチヒダゴケ, ナガサキホウオウゴケ, ツクシナギゴケモドキ, ヒラヤステゴケ, オオクラマゴケモドキ, カハルクラマゴケモドキ) が出現し、その分布はドリーネ底である P4 から、北向き斜面上部の P1 に至る範囲で分布する。

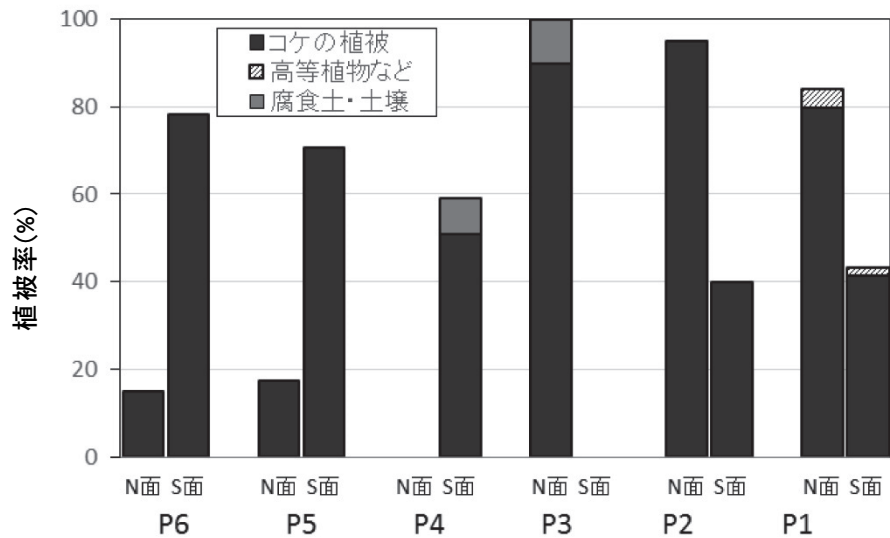


図5 林地ドリーネ A におけるピナクル別の蘚苔類の植被率

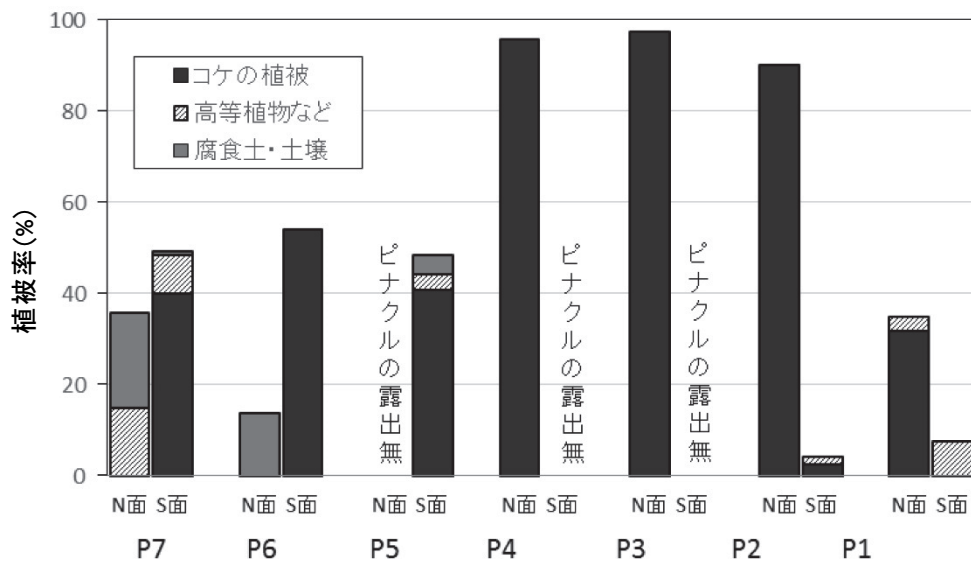


図6 林地ドリーネ B におけるピナクル別の蘚苔類の植被率

林地ドリーネ B は、スギーヒノキの植林を主体とするドリーネである。ここでは 18 種の蘚苔類が出現し、優占種は湿潤環境種であるツクシナギゴケモドキである。乾燥環境種は確認されず、湿潤環境種は 6 種（ツクシナゴケモドキ、オオウロコゴケ、キダチヒダゴケ、ジャゴケ、ヒラヤスデゴケ、イエチャボシノブゴケ）であった。ツクシナギゴケモドキはドリーネ内壁斜面からドリーネ底部に至るまで広く分布するが、それ以外の種は、ドリーネ底から北向き斜面に分布する。

林地ドリーネ A の植被率を図 5 に示す。同一ピナクルを方位別にみると、ドリーネ底を向いた面は、ドリーネ上部を向いている面よりも常に植被率が高く、50%以上の値を持つ。中でも北向き斜面の P2 では 95%（写真 3）、P3 では 90%と最も高い植被率が示される。

表 3 調査対象ドリーネの概要と岩上蘚苔類群落の特徴

| 調査対象地 | ドリーネ | | | | | 蘚苔類 | | | | | | |
|---------|--------------|-------|-------|--------|--------------|------|---------|---------|------------|------------|--------------------|---------------------|
| | ドリーネ上部の標高(m) | 長径(m) | 深さ(m) | 野焼きの有無 | ドリーネを覆う高木植生 | 出現種数 | 乾燥環境種の数 | 湿潤環境種の数 | ドリーネ内の優占種 | ピナクル別の平均種数 | 平均被覆率(%) ドリーネ底側 | 平均被覆率(%) ドリーネ上部側 |
| 草地ドリーネ | 290 | 70 | 17 | 有 | 無 | 6 | 1 | 0 | テリハハリガネゴケ | 11 | 19.0 | 0.21 |
| 林地ドリーネA | 250 | 60 | 10 | 無 | スギ・植林-落葉広葉樹林 | 20 | 3 | 7 | アツブサゴケモドキ | 5.2 | 77.5 | 28.5 |
| 林地ドリーネB | 250 | 55 | 12 | 無 | スギ・ヒノキ植林 | 18 | 0 | 6 | ツクシナキゴケモドキ | 5.1 | 64.3 | 0.63 |

林地ドリーネ B の植被率を図 6 に示す。林地ドリーネ B は林地ドリーネ A 同様に山側面より谷側面の方が常に植被率が高く、40 %以上の値を持つ。また北向き斜面の P2, P3, P4 では 90 %を超える高い植被率が示される。

2. 草地ドリーネと林地ドリーネにおける岩上蘚苔類群落の種組成の比較

草地ドリーネと林地ドリーネ A, B における蘚苔類の種組成や種数, 植被率を比較するために、表 3 にそれぞれのデータをまとめた。草地ドリーネにおける蘚苔類の種数は、林地ドリーネよりも少なく、1/3 程度である。また 1 つのピナクル当たりの平均種数も、草地ドリーネは林地ドリーネに比べて低い。また林地ドリーネ A, B には湿潤環境種がそれぞれ 7 種、6 種出現するが、草地ドリーネには湿潤環境種は確認されていない。ドリーネ内の優占種は、ドリーネ毎に異なるが、林地ドリーネ A と林地ドリーネ B では、8 種の共通種が確認され、その割合はそれぞれのドリーネ内の全出現種数の 40.0 %と 44.4 %に相当する。草地ドリーネと林地ドリーネとでは共通種が確認されないことから、蘚苔類の生育環境として草地ドリーネと林地ドリーネは大きく異なる環境であると考えられる。その要因については、野焼きの影響と高木植生の有無が挙げられる。

写真 2 をみると、草地ドリーネでは野焼きによって蘚苔類の一部が焦げていることがわかる。年に一度必ずおこなわれる山焼きが、蘚苔類に与える影響は大きい。羽田・藁谷 (2011) によると、山焼きによるピナクル表面の温度は 500 °C を超える高温を示すことが知られている。草地ドリーネ上部 (P1, P5~P7) に分布するテリハハリガネゴケとハマキゴケは、ドリーネ上部に位置するピナクルの頂部 (地面から 80~100 cm) に多く見られる。これは草地ドリーネ内で最も日射の影響を受け、乾燥する環境である。乾燥環境下でかつ山焼きの燃焼の影響を受けないためにも、上述の両種はピナクルの割れ目に生育することで、自らを守っているのであろう。林地ドリーネに多く見られた面的に群落を形成するタイプの種は、山焼きの影響を直接受けることから、草地ドリーネでの生育は困難であると思われる。一方で、草地ドリーネの P2 と P3 では、面的に群落を形成する種が出現しているが、周囲には野焼きを免れた草本や低木の樹木が確認される。また、北向き斜面のドリーネ下部から底部にかけては、湿潤環境種が分布しやすいことから、P2 と P3 では山焼きの影響を殆ど受けない環境であり、かつ草地ドリーネ内では湿潤環境であると考えられる。

3. 草地ドリーネと林地ドリーネにおける岩上蘚苔類群落の植被率の比較

蘚苔類の平均植被率 (表 3) を見ると、草地ドリーネ、林地ドリーネ A・B 共に、ピナクルのドリーネ底を向いた側面で植被率が高いことがわかる。これはドリーネの地形的な特徴を反映し

ていると考えられる。ドリーネ底側を向いたピナクル側面は、ドリーネ上部を向いた側面よりも露出面が広いのが一般的である。即ち、ピナクルのドリーネ底を向いた側面は、土壌流出が顕著になりピナクルが広く露出するため、蘚苔類の安定した生育場になりやすい。一方、ピナクルのドリーネ上部を向いた側面は、斜面上方からもたらされる土壌や落葉などが堆積しやすいため、蘚苔類の生育場としては不安定な環境になりやすい。したがってピナクルのドリーネ底を向いた側面は、ドリーネ上部を向いた側面に比べて、蘚苔類の植被率は高くなると考えられる。

ピナクルのドリーネ底を向いた側面で比較すると、草地ドリーネ、林地ドリーネ A・B とともに、北向き斜面の方が南向き斜面よりも植被率が高い傾向があり、さらにドリーネ底に近いほど植被率は高くなる。林地ドリーネ A・B では、湿潤環境種はドリーネ底から北向き斜面にかけて分布する傾向があることから、南向き斜面よりも北向き斜面の方が湿潤な環境であり、その中でもドリーネ底は最も湿潤な環境であると考えられる。しかしながら、林地ドリーネ A・B は草地ドリーネよりも全体的に植被率が高かった。すなわち、高木植生の存在がピナクルに当たる日射を遮り、ドリーネ内に高い湿度を保つことに寄与し、蘚苔類の生育を促進させていると考えられる。

VI まとめ

秋吉台のカルスト台地上において、草地ドリーネと、かつて草地であったドリーネ（林地ドリーネ A, B）において、石灰岩ピナクル上の蘚苔群落の種組成とその空間分布、岩上の植被率を調べた。その結果、以下のことが明らかとなった。

1) 草地ドリーネでは、林地ドリーネに比べて蘚苔類の種数が約 1/3 と少なく、一つのピナクル当たりの平均種数も少ない。また草地と林地とでは、共通種が全く見られないことから、蘚苔類の生育場として草地ドリーネと林地ドリーネは大きく異なる環境である。

2) 蘚苔類の生育環境別の区分では、林地のドリーネでは湿潤環境種が見られるが、草地ドリーネには見られない。一方、両ドリーネに出現する乾燥環境種はドリーネ上部に分布する傾向がある。

3) 草地ドリーネは林地ドリーネに比べて蘚苔類の植被率が低く、ドリーネ上部では、石灰岩の割れ目に生育する直立形の種のみが分布する。このことから、両ドリーネの種組成の違いは、山焼きの影響と、高木植生に伴う日射や湿度の違いによるものと考えられる。

4) 斜面の向きによる植被率は、草地と林地のドリーネともに北向き斜面の方が南向き斜面よりも高い値を示す。また北向き斜面ではドリーネ底ほど植被率が高い。しかしながら、北向き斜面において草地と林地のドリーネを比較すると、林地ドリーネの方が植被率は高い。

5) ピナクルのドリーネ底を向いた面とドリーネ上部を向いた面の植被率を比較すると、ドリーネ底を向いた面は常に植被率が高いことから、ドリーネの地形的な特徴により、ドリーネ底を向いた面は蘚苔類の安定した生育場になっていると考えられる。

今後の課題として、秋吉台カルスト台地上において、森林化した年代の異なる複数のドリーネを調査し、岩上蘚苔類群落の成立および遷移の過程を明らかにしたい。また、種組成や植被率の違いを生じさせているドリーネ内の微気候の地域差についても、気象観測を実施して把握していきたい。

謝辞

2019年3月に定年を迎えられる町田宗博先生、渡久地健先生に、琉球大学赴任以降頂いた多くのご教示に深く感謝し、ここに記して御礼申し上げます。

草地ドリネにおける調査は、JSPS 科研費 JP16K08135 の助成により実施した。森地ドリネの調査は、平成 25 年度東京地学協会研究・調査助成金と平成 26 年度国土地理協会学術研究助成により実施した。

文献

- 岩月善之助編 (2001) : 日本の野生植物 コケ. 354p, 平凡社.
- 岩月善之助・水谷正美 (1972) : 原色日本蘚苔類図鑑. 405p, 保育社.
- 太田陽子 (2011) : 秋吉台地域の相観植生図. 秋吉台科学博物館報告, 46, 37-44.
- 岡本 透・藤川将之 (2013a) : 江戸時代の史料からみた秋吉台の土地利用と植生. 洞窟学雑誌, 37, 1-20.
- 岡本 透・藤川将之 (2013b) : 山口県秋吉台の植生と土地利用の歴史. 月刊地球, 409, 577-584.
- 喜多朝子 (1996) : 秋吉台の土地利用. 漆原和子編『カルスト』大明堂, 45-56.
- 栗崎弘介・中村 久・川村秀久・畑江久美・吉村和久 (2006) : 鍾乳石に記録された山口県秋吉台カルスト地域の植生変遷. 地球化学, 40, 245-251.
- 栗崎弘介・中尾武史・富田麻井・藤川将之・岡本 透・能登征美・吉村和久 (2013) : 石筍が語る山口県秋吉台の土地利用と植生の変遷. 月刊地球, 409, 585-593.
- 塩見隆行・中村 久 (1981) : 秋吉台の現存植生図. 秋吉台科学博物館報告, 16, 71-93.
- 田中敦司 (2012) : 日本の石灰岩性蘚類. *Naturalistae*, 16, 47-82.
- 羽田麻美・乙幡康之 (2018) : 石灰岩地域における蘚苔類による生物風化の実態とその風化プロセスに関する基礎的研究 (公益財団法人国土地理協会 第 14 回学術研究助成), 学術研究助成報告集, 3, 17-38.
- 羽田麻美・乙幡康之 (2016) : 秋吉台における草地縮小に伴う岩上蘚苔類群落の侵入とその構成種. 地理誌叢, 57(2), 13-23.
- 羽田麻美・藁谷哲也 (2011) : 石灰岩の熱風化に関する予察的研究—秋吉台における山焼き時の事例—. 日本大学文理学部自然科学研究所紀要, 46, 97-105.
- Noguchi, A. (1987) *Illustrated Moss Flora of Japan, Part 1: 1-242.* Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Noguchi, A. (1988) *Illustrated Moss Flora of Japan, Part 2: 243-491.* Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Noguchi, A. (1989) *Illustrated Moss Flora of Japan, Part 3: 493-742.* Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Noguchi, A. (1991) *Illustrated Moss Flora of Japan, Part 4: 743-1012.* Hattori Bot. Lab., Nichinan.
- Noguchi, A. (1994) *Illustrated Moss Flora of Japan, Part 5: 1013-1253.* Hattori Bot. Lab., Nichinan.