

短 報

吉田真弥¹・森島 濟²・渡邊真紀子³・Armand M. Palijon⁴: フィリピン、
中部ルソン地域の丘陵地における草本植物の植物珪酸体の形態的特徴
Shin'ya Yoshida¹, Wataru Morishima², Makiko Watanabe³ and Armand M. Palijon⁴:
Morphological characteristics of silica body derived from grasses in a hilly area
in central Luzon, Philippines

Abstract Morphological characteristics of silica body (opal phytolith) derived from *Imperata cylindrica* (cogon), *Saccharum spontaneum* (talahib), and *Themeda triandra* (samon) were described on a hill in central Luzon, Philippines. Discriminant analysis using silica body morphology indicates that the three species can be identified by morphometries of motor and short cells.

Key words: cogon, Philippines, phytolith, samon, talahib

はじめに

フィリピン、中部ルソン地域の丘陵地では、イネ科キビ亜科草本のコゴン *Imperata cylindrica* (チガヤの仲間)、タラヒブ *Saccharum spontaneum* (サトウキビの仲間)、サモン *Themeda triandra* (メガルカヤの仲間) の3種が優占種となる草地景観が成立している。これらイネ科草本は地形と対応して分布する傾向がある(八木, 1986)。コゴンは斜面中腹以下に、サモンは斜面中腹から尾根にかけて優占的に分布し、タラヒブは沢沿いや崩壊跡地などに局所的に分布するとされている。また、サモンは乾燥しやすい立地に対する耐性にすぐれ、一方、コゴンやタラヒブは比較的湿潤な立地を好む傾向が強いと推定されている。

Imperata cylindrica の優占する草地景観は東南アジアにおいて広く分布している。マレーシアにおいてはアランアラン (*alang-alang*) と呼ばれており、この草地の成因として火山灰土壌と耕地の放棄が挙げられている。アランアランは破壊された森林が再生していく過程で一時的に成立する草地であり、持続的な火入れによって維持される人為的植生景観として把握されるべきであると報告されている(能, 1949)。したがって中部ルソン地域における、草地の分布の特徴や成立過程を明らかにすることは、この地域の人為干渉と植生変化の関係を理解するうえで重要である。フィリピンにおいては、佐瀬ほか(1993)や東・鈴木(1996)が植物珪酸体(プラント・オパール)分析を行い、

土壌の腐植の性状と過去の植生環境との間の密接な関係を明らかにしており、植物珪酸体による植生環境復元の有用性が指摘されている。しかしながらこれらの研究では、未同定の植物珪酸体を含んでおり、植生変化の関係を理解するうえで、植物珪酸体の同定方法を含めた詳細な研究が今後必要であると考えられる。

本研究では、中部ルソン地域における草地景観の成立過程の解明の前段として、ヴィラ・ボアド(Villaboado)地区(図1)で優占する草本類3種の植物珪酸体の形態的特徴を記

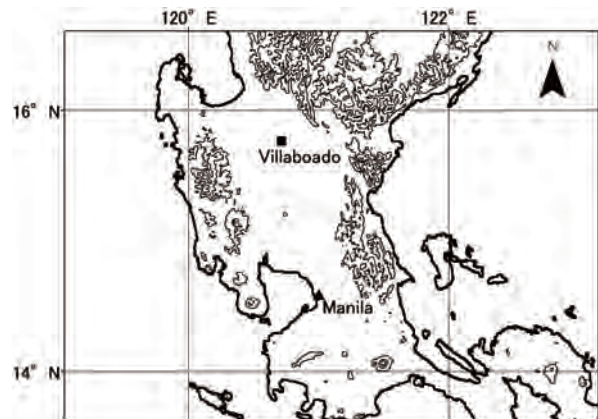


図1 試料採取地点。

Fig. 1 Location map of the study area.

¹ 〒214-8580 神奈川県川崎市多摩区東三田2-1-1 専修大学大学院文学研究科地理学専攻

Department of Geography, Senshu University, 2-1-1, Higashimita, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 214-8580, Japan

² 〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3-25-40 日本大学文理学部地理学科

Department of Geography, Nihon University, 3-25-40, Sakurajosui, Setagaya-ku, Tokyo 156-8550, Japan

³ 〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻

Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 1-1, Minamiosawa, Hachioji-shi, Tokyo 192-0397, Japan

⁴ College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines Los Banos, College, Laguna, 4301, Philippines

載し、これらの種の同定の可能性について検討する。

分析試料および分析方法

分析試料はヴィラ・ボアド地区において、2006年8月にコゴン、タラヒブ、サモンの3種の草本類から得たものであり、各種1個体から葉を数枚ずつ採取したものである。珪酸体の抽出は杉山(2000)の方法を参考にして次のように行った。まず試料植物の葉身を洗浄し、電気炉で灰化(30分に100°Cの割合で550°Cまで加温し、全体で6時間)させたのち、超音波で分散させた。次に、沈底法の処理を5,6回繰り返して微細粒子の除去を行い、乾燥させて植物珪酸体標本とした。こうして得られた珪酸体試料の機動細胞起源のファン型珪酸体(以下、機動細胞珪酸体)と短細胞起源のうちキビ型珪酸体(以下、短細胞珪酸体)に着目し、それぞれランダムに50個ずつ抽出して計測を行った。機動細胞珪酸体の形状の計測は、藤原・佐々木(1978)の方法を用い、縦幅(VL)、横幅(HL)およびa, bの長さを計測し形状係数b/aを算出した(図2)。短細胞珪酸体の形状の計測は、ICPN Working Group(2005)による部位名を参照し、先端の丸い部分(lobe)の端から端までの幅を長径(LA)、胴部(shaft)の幅を短径(SA)として長さを計測した(図2)。この測定値を基に判別分析を行った。ここで用いた代入値はマイクロメートルの小数第一位までの数値である。

結果および考察

機動細胞珪酸体はコゴンとタラヒブからのみ抽出された(図3)。断面方向(cross)から観察すると、コゴン、タラヒブともにイチョウの葉形をしており、側面(lateral)の突起は未発達である。表面側(surface)の形状は、コゴンは丸みを帯びており、タラヒブでは鋭く角張っている。両者の機動細胞珪酸体の縦幅の分布は異なっており(図4)、平均値には有意な差が認められた(t検定, $p < 0.001$)。

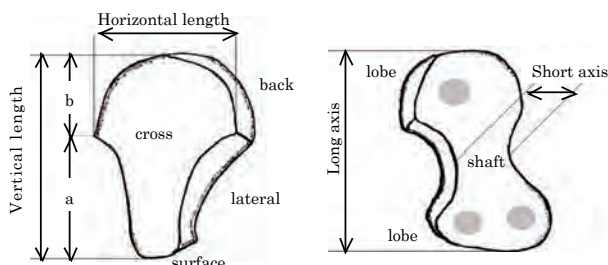


図2 機動細胞起源植物珪酸体(左)と短細胞起源植物珪酸体(キビ型)(右)の模式図。
Fig. 2 Morphological characters of silica body derived from motor cells (left) and short cells (Panicoid)(right).

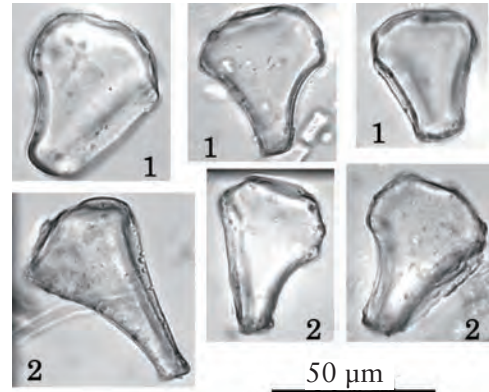


図3 機動細胞起源植物珪酸体の写真。—1:コゴン, 2:タラヒブ。
Fig. 3 Silica bodies derived from motor cells. — 1: cogon, 2: talahib.

コゴンの機動細胞珪酸体の縦幅の最頻値は40~45 μm、タラヒブの最頻値は45~55 μmの階級に属し、コゴンとタラヒブでは縦幅の最頻値が異なっていた。さらに、65 μm以上の縦幅はタラヒブからのみ確認された。横幅の平均値についてもタラヒブは有意にコゴンより大きかった(t検定, $p < 0.05$)。また、縦幅と横幅の散布図においても、分布に違いが見られる(図5)。機動細胞珪酸体形状の2形質(VLとHL)を用いた判別分析によって得られた判別式を示す。

$$Z = 0.114VL + 0.07HL - 7.77$$

($Z > 0$, talahib ; $Z < 0$, cogon)

判別率はコゴンで72% (50個中36個)、タラヒブで72% (50個中36個)であり、縦幅が45 μm以下のものはコゴンと判別され、50 μm以上のものはタラヒブと判別

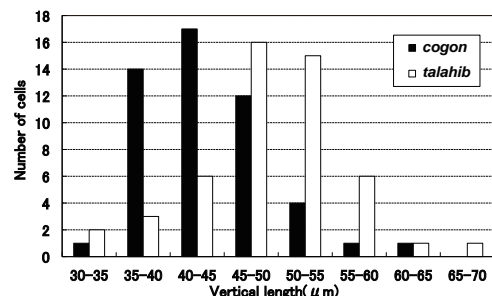


図4 コゴンとタラヒブの機動細胞起源植物珪酸体の縦幅の分布。
Fig. 4 Size distribution of cogon and talahib motor cells.

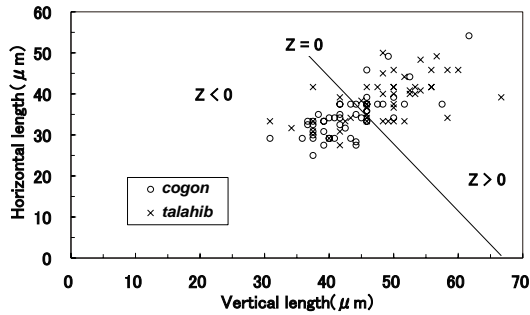


図5 コゴンとタラヒブの機動細胞起源植物珪酸体の縦幅と横幅の関係。

Fig. 5 Relationship between vertical and horizontal lengths on *cogon* and *talahib* motor cells.

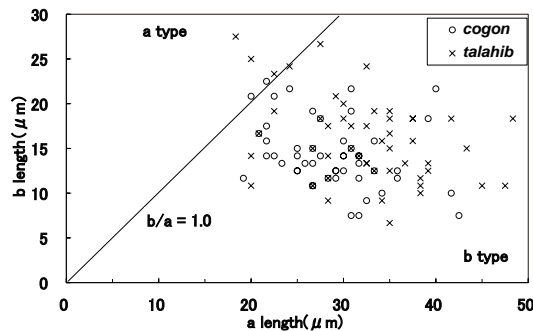


図6 コゴンとタラヒブの機動細胞起源植物珪酸体の a と b の関係。

Fig. 6 Relationship between a and b lengths on *cogon* and *talahib* motor cells.

された。次に、形状係数 b/a が 1 より大きな値のものを a 型、1 より小さな値のものを b 型 (藤原・佐々木, 1978) とすると、コゴンでは 48 個、タラヒブでは 46 個が b 型に該当し、a と b の比に差は認められなかった (図 6)。

短細胞珪酸体はコゴン、タラヒブ、サモンの全ての植物から抽出された (図 7)。lobe の形状は、コゴン、サモンともに丸いものが大半であるが、タラヒブからは丸い形状以外にも lobe の先端部が窪んでいるものも多く確認された。lobe 間の shaft の軸はコゴンでは長く、タラヒブでは短い。また、全体に大型のサモンでは lobe から shaft へのくびれが少なく、lobe に対する shaft の幅が他の 2 種と比較して広い。長径のサイズ分布をみると、コゴンは 10 ~ 20 μm 、タラヒブは 10 ~ 15 μm 、サモンは 20 ~ 25 μm にかけて個体数の最頻値があった (図 8)。また、10 μm 以下のサイズはタラヒブからのみ抽出され、30 μm 以上のサイズはサモンからのみ抽出された。コゴンとタラヒブは長径と短径において似たサイズ分布を示すのに対し、サモンはこれらとは異なり大型であった (図 9)。サモンとそれ以外の 2

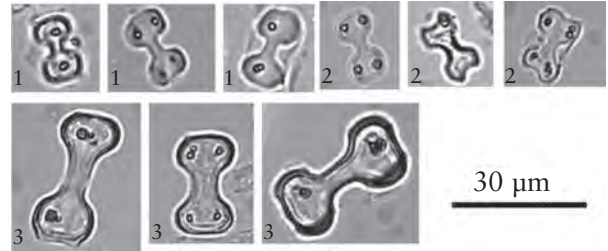


図7 短細胞起源植物珪酸体 (キビ型) の写真。—1: コゴン, 2: タラヒブ, 3: サモン。

Fig. 7 Silica bodies derived from short cells (Panicoid). — 1: *cogon*, 2: *talahib*, 3: *samon*.

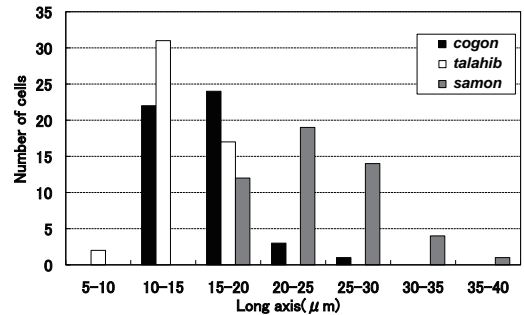


図8 コゴン、タラヒブ、サモンの短細胞起源植物珪酸体の長軸の分布。

Fig. 8 Size distribution of *cogon*, *talahib*, and *samon* short cells.

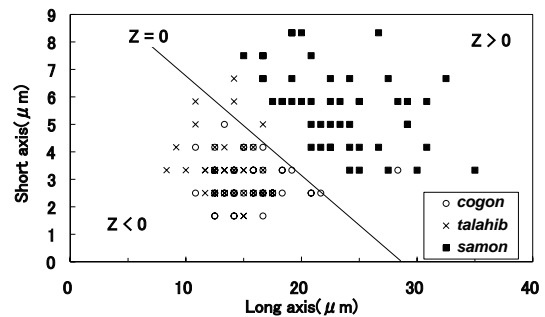


図9 コゴン、タラヒブ、サモンの短細胞起源植物珪酸体の長軸と短軸の関係。

Fig. 9 Relationship between long and short axis on *cogon*, *talahib* and *samon* short cells.

種とに分けて、これらの短細胞珪酸体形状の 2 形質 (LA と SA) を用いた判別分析によって得られた判別式を示す。

$$Z = 0.244LA + 0.671SA - 6.968$$

($Z > 0$, *samon* ; $Z < 0$, *cogon* and *talahib*)

判別率はコゴンまたはタラヒブで 96% (100 個中 96 個)、サモンで 100% (50 個中 50 個) であった。

以上のように、この地域に優占する草本類コゴン、タラヒブ、サモンの機動細胞珪酸体および短細胞珪酸体のサイズを計測すると、その形状特性が明らかに異なっていた。これから、まず短細胞珪酸体に着目すると96%の判別率でサモン由来とコゴンまたはタラヒブ由来の数量比を、さらに機動細胞珪酸体からは72%の判別率でコゴン由来とタラヒブ由来の数量比を推定できる基礎的資料が得られた。これらは植生履歴を復元するための情報として期待される。

今後、より確かなものにするために、コゴン、タラヒブ、サモンの混在する草本植生下の現世土壌で植物珪酸体分析を行い、先の数量比が植生復元に活用できるかを検証する必要がある。また、実際の草地の植生は多様で、フィリピンにおいてバンブー（イネ科タケ亜科）も重要な草地の構成種となり、多量の機動細胞珪酸体を生産して土壌中に残す。このように、土壌中には多起源のさまざまな植物珪酸体が含まれるため、3種以外の草本類の植物珪酸体の計測や特徴をつかむ必要がある。さらに、植物種や植物珪酸体の種類により、植物珪酸体の風化作用に対する抵抗性が異なる可能性もあり、タフォノミー研究も必要である。これらの件は今後の課題としたい。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、古環境研究所の杉山真二博士には植物珪酸体の抽出についてご指導いただきました。フィリピン農業省土壌水源管理局水資源部の Mario B. Collado 氏には現地でのサポートをしていただきました。江戸川大学の土器屋由紀子教授には実験施設の提供をしていただきました。本稿をまとめるにあたり専修大学の高岡

貞夫教授には多くの助言をしていただき、査読者と担当編集委員には有益なご指摘をいただきました。以上の方々に深く感謝いたします。

なお、本研究は平成16～18年度文部科学省科学研究費補助金・基盤研究C（課題番号16500651、研究代表者：森島済）「フィリピンにおける溜池農業水利用の安定化に向けた流域環境解析」の一環として行われた。

引用文献

- 藤原宏志・佐々木 章. 1978. プラント・オパール分析の基礎的研究(2) イネ属植物における機動細胞珪酸体の形状. 考古学と自然科学 No. 11: 9-20.
- 東 照雄・鈴木 渉. 1996. ルソン島に分布するいくつかの火山灰土壌の植物珪酸体分析からみた過去の植生推定. ペドロジスト 40: 11-25.
- ICPN Working Group: Madella, M., Alexandre, A. & Ball, T. 2005. International code for phytolith nomenclature 1.0. *Annals of Botany* 96: 253-260.
- 能 登志雄. 1949. 東南アジアに於けるアランアランの研究. 地理学評論 22: 10-20.
- 佐瀬 隆・細野 衛・天野洋司. 1993. 熱帯湿潤地域における火山灰土壌の植生履歴—フィリピンの火山灰土壌の植物珪酸体分析—. ペドロジスト 37: 138-145.
- 杉山真二. 2000. 植物珪酸体(プラント・オパール). 「考古学と植物学」(辻 誠一郎編), 189-213. 同成社, 東京.
- 八木久義. 1986. フィリピン共和国パンタバンガン地域の土壌と立地区分に関する研究 第1報 土壌の形態的, 理化学的ならびに微細形態学的特徴. 林業試験場研究報告 No. 336: 45-116.

(2009年2月13日受理)