

砂浜海岸における微地形区ごとの植物珪酸体群

江口 誠一

●キーワード：植物珪酸体 (phytolith), 風化 (weathering), 微地形 (micro-topography), 海岸 (coast), 古植生 (paleovegetation)

1. はじめに

古植生の復原で、群落の空間配置まで言及するには、木材や種子・果実などの植物化石を用いるのが一般的である。ただし、これらは有機物であるために、保存条件の良い場合に有効である。よって対象域は、一部の限定された空間のみの事が多く、地形による植生の違いについて、同一分析法による直接的な議論は進まなかった。限られた場所と条件下で得られた、化石群の情報を総合化するために、様々な地形の堆積物から産出する化石の基礎研究が必要である。

植物珪酸体 (プラント・オパール) は、母植物生育中の表皮細胞に集積する、珪酸分を主体として形成され、遺体の分解後も細胞形態を呈したまま堆積物中に残存する。よって、運搬距離が少なく保存性が高いことから、堆積環境を比較的問題せずに、過去の植生配置を示すのに適している。また、イネ科の形態は特に詳細に分類できるので、草本植生の地域においては有効である。

本研究では、10m オーダーの微地形ごとに、イネ科植物などが成帯構造を呈する砂浜海岸において、表層堆積物中の植物珪酸体群の分布を明らかにした。具体的には、江口 (1998) で調査された国内6地域について、産出量、小型率、風化度を、江口 (2006) で分類された8微地形区ごとに平均値を算出した。このように、各地域特有の堆積環境を押し並べて数値化し、より普遍的な分

布傾向を把握することで、詳細な古植生復原の基礎につながると考える。産出量は全植物珪酸体群の、小型率は小粒径の珪酸体の、それぞれ表層における動態を反映する。また、風化度は珪酸体の運搬や化学的条件に対する保存性を表わす。

2. 調査地域

調査は、北海道の根室市温根沼と勇払郡むかわ町鵠川河口域、青森県の上北郡六ヶ所村沿岸域と西津軽郡深浦町追良瀬川河口域、山口県山口市秋穂二島、千葉県木更津市小櫃川河口域の6ヶ所で行なった。

温根沼は、根室半島西端の根室湾岸に位置する汽水湖である。その周囲は段丘崖に囲まれており、オンネベツ川をはじめとする数本の河川が流入する。外海側には干潟が広がる。潮口付近の干潟と段丘の間の後浜には、高波時に砂が打ち上げられて形成された、ほぼ平坦な微地形のバーム (汀段) や塩水沼、塩湿地が分布する。調査は、潮口西側後浜のバームから塩水沼にかけて長さ80mの横断測線で行った。バームは一部砂丘化しており、最高潮位との比高は0.85mである。塩水沼は通常閉塞されているが、大潮の満潮時は外水が流入することもある。堆積物は、バームでは粒径のそろったシルト質細砂、塩水沼では有機質泥からなる。

鵠川河口域は、勇払平野東部に位置し、汀線から約1km内陸にかけて広がる砂浜には、鵠川本流につながる

水路がみられる。調査は、汀線から 53m 陸側の植被の限界地点から、水路付近まで長さ 36m の測線上で行った。堆積物は、いずれも粒径のそろった中砂で、汀線付近においては細礫を含む。

六ヶ所は、下北半島東部太平洋岸に位置する。その泊集落南の段丘崖下の海岸沿いには幅 300m の低地が広がり、砂丘化したバームや湿地が分布する。バームと最高潮位との比高は 0.6m である。調査は、汀線より 60m 陸側の地点から、バームを経て湿地にいたる長さ 140m の測線上で行った。堆積物は、バームでは粒径のそろった中砂で、湿地では有機質中砂からなる。

追良瀬川河口域は、白神山地より北側の日本海沿岸に位置する。段丘崖に囲まれた幅 500m の、追良瀬川の開析谷谷底には砂浜や湿地が広がる。調査は、汀線から 44m 陸側の植被の限界地点から、湿地にいたる長さ 64m の測線上で行った。堆積物は、いずれも粒径のそろった中～粗砂で、汀線付近では細～中礫を含み、湿地では有機質となる。

秋穂二島は、周防灘、山口湾、秋穂湾に囲まれたトンボロ地形を呈する。調査は、その中央部美濃が浜の汀線より 13m 陸側の植被の限界地点から、塩水沼付近にいたる長さ 48m の測線上で行った。堆積物は、いずれも粒径のそろっていない中～粗砂である。

小櫃川河口域は、東京湾岸に位置する円弧状三角州である。そこには砂丘化したバームや閉塞型塩水沼、塩湿地が分布する。調査は、汀線より 15m 陸側の地点から、バームを経て塩水沼にいたる長さ 78m の測線上で行っ

た。堆積物は、バームでは粒径のそろった中～細砂、塩水沼では有機質泥からなる。

3. 分析試料

試料は、地形単位の中心付近や傾斜変換点、母植物の被度が著しく高いか著しく低い地点において、表面部 2～3 mm を除去した表層約 1 cm の堆積物を採取した。各地点は、前浜、バーム、砂丘 I（海側傾斜部）、砂丘 II（中央部）、砂丘 III（陸側傾斜部）、湿地 I（海側傾斜部）、湿地 II（中央部）、湿地 III（陸側傾斜部）、の微地

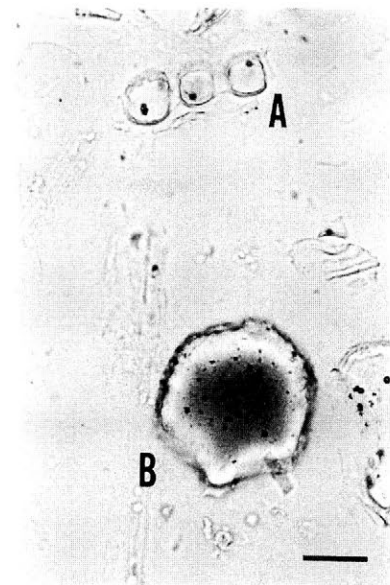


図1 ヨシを例とした2タイプの植物珪酸体。
A：短細胞起源珪酸体（小型珪酸体）、B：機動細胞起源珪酸体（大型珪酸体）、スケール：20 μ m。

Fig. 1 Photomicrographs of *Phragmites* phytoliths.
A : short-cell (small type), B : motor-cell (large type), scale bar : 20 μ m.

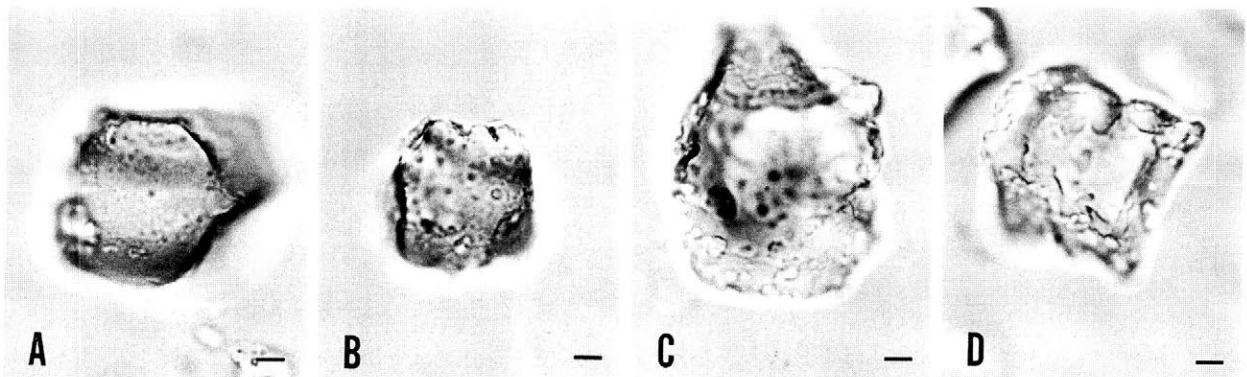


図2 植物珪酸体の風化度。
A：風化度0、B：風化度1、C：風化度2、D：風化度3、スケール：5 μ m。

Fig. 2 Photomicrographs of weathering grades of phytolith.
A : w. g. 0, B : w. g. 1, C : w. g. 2, D : w. g. 3, scale bar : 5 μ m.

形区（江口，2006）に分類した。これらは，約10mから数10mの規模で区分される。

調査地の温根沼では，前浜，バーム，湿地Ⅰで各1地点，湿地Ⅱで5地点の計8地点で採取した。以下，鶴川河口域では，前浜，バーム，砂丘Ⅱで各1地点，湿地Ⅰで2地点の計5地点，六ヶ所は，バームで3地点，砂丘Ⅰで2地点，砂丘Ⅱ，湿地Ⅰで各1地点，湿地Ⅱで2地点の計9地点，追良瀬川河口域は，前浜で1地点，バームで2地点，砂丘Ⅰ，Ⅱ，湿地Ⅰ，Ⅱで各1地点の計7地点，秋穂二島は，前浜で1地点，バーム，砂丘Ⅱで各2地点，砂丘Ⅲ，湿地Ⅰで各1地点の計7地点，小櫃川河口域は，バーム，砂丘Ⅰ，Ⅱで各3地点，砂丘Ⅲ，湿地Ⅰで各1地点，湿地Ⅱで3地点，湿地Ⅲで1地点の計15地点であった。

4. 分析方法

前処理の方法は江口（1996a）に従った。300ml トールビーカーに約1gの乾燥試料を秤量し，6% H₂O₂ 約30mlを加えホットプレート上で有機物を分解させた。次いで6NのHCl約30mlでの加熱処理，超音波処理（水槽型，150W，50kHz）を順次行い試料を分散させた。さらにビーカーに水を加え約300mlにした後，10 μ m以下の粒子を沈降法によりサイフォンで除去し10 μ m以上の画分試料を得た。この懸濁状の試料を20~30mlに希釈，調節し，直ちにマイクロピペットで0.5~2ml吸引の後に乾燥させた。それをプレパラート上で封入剤のオイキットと混合して観察用プレパラートを作成した。

検鏡は，400倍の光学顕微鏡下で直線視野法によって，イネ科（短細胞起源，機動細胞起源のみ），カヤツリグサ科，樹木の植物珪酸体の合計が200個に達するまで全て計数した。そのデータをもとに，堆積物1g中の含有量，機動細胞起源を含む大型珪酸体に対する，短細胞起

源を含む小型珪酸体（佐瀬，1980）の割合を表した小型率（図1），および風化度0と3（江口，1994，1996b）の割合を，それぞれ微地形区ごとの平均値でもとめた。

風化度は，化学的風化（溶解）によって形成されたと考えられる，表面の円孔の径や密度にもとづいて，江口（1994，1996b）が4段階を設定した（図2）。すなわち，風化度0は，直接植物体から抽出した時と同様な状態，風化度1は，円孔の径が約1 μ m以下の比較的密度が低い状態，風化度2は，円孔の径が約3 μ m以下で比較的密度が高い状態，風化度3になると，原型の輪郭が崩れている状態である。

5. 結果および考察

各微地形区ごとの，表層堆積物1gあたりの植物珪酸体含有量，小型率，風化度を表1，図3に示す。大概として，小型率が高い区域は風化度0が高率で，地形の傾斜変換点や湿地などの窪地に位置する。また，含有量が多く風化度3が低率な区域も，それに該当することが多い。

含有数は，陸側にむかって増加する傾向があった。特に，砂丘の頂上部を境に桁を上げ，湿地中央部で最大値を示した。小型率はピークが2ヶ所あり，バームと砂丘の海側傾斜部，湿地の海側傾斜付近で高かった。風化度0も小型率と増減傾向が類似しており，バームから砂丘前面部，湿地の海側傾斜部付近で高率であった。それと対する風化度3は，湿地において逆に低率で整合するが，バーム付近で比較的高率なのが認められた。

これら空間的な傾向は，植物珪酸体の運搬・堆積と保存性を反映したものと考えられる。既に江口（1994，1998）において，風を主な営力と判断し，地形的に低位な区域が，範囲100m内の様々な微地形の物質が集積する，吹き溜まりの場所として議論を進められた。これは，

表1 微地形区ごとの植物珪酸体の含有量，小型率，風化度。

Table 1 Number of phytoliths per/g sediments, ratio of small type of it, and weathering grades of it, obtained from each micro topographic division.

	Foreshore	Berm	Dune I	Dune II	Dune III	Marsh I	Marsh II	Marsh III
number / g sediments (number)	647.0	136.4	1,998.3	5,350.7	13,354.4	42,217.0	90,380.2	89,767.9
ratio of small type (%)	16.9	29.0	42.5	28.3	27.9	35.7	39.2	7.2
ratio of weathering grades 0 (%)	27.2	37.3	35.1	39.0	33.6	48.1	44.9	29.4
ratio of weathering grades 3 (%)	19.6	28.4	29.2	19.7	18.8	14.0	15.2	22.7

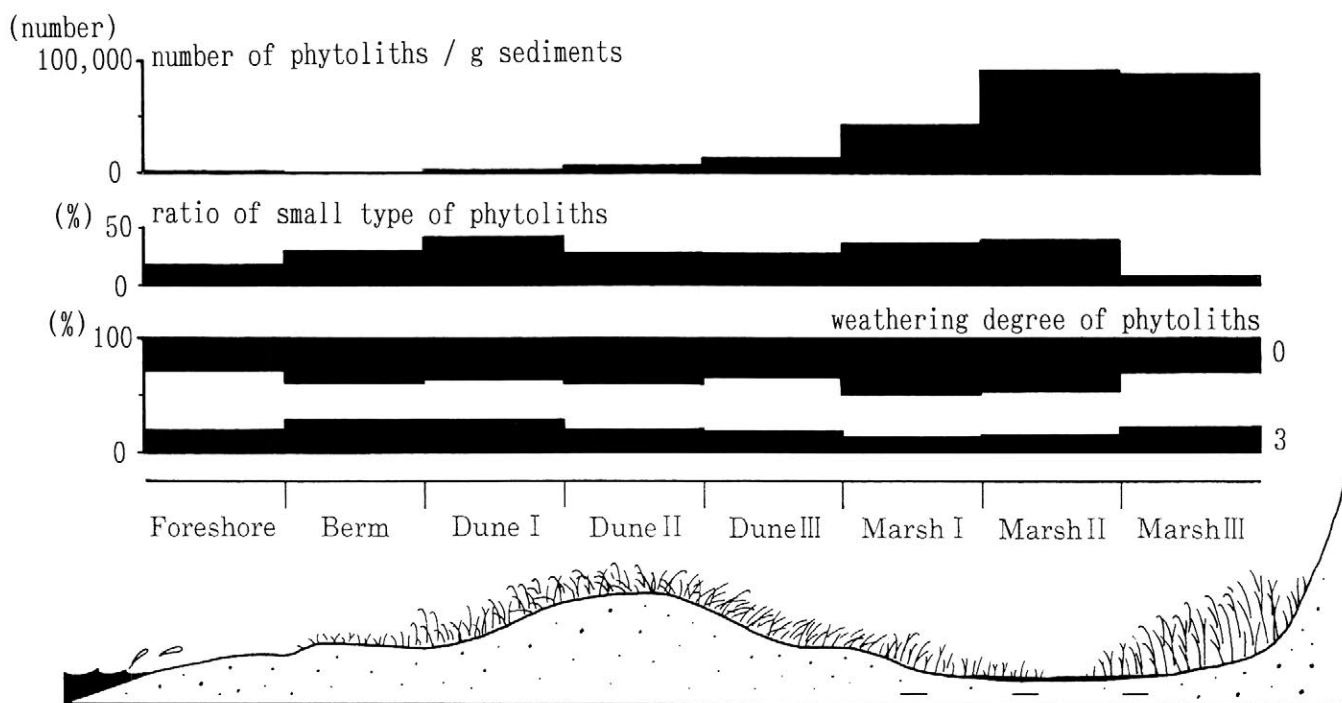


図3 微地形区ごとの植物珪酸体の含有量，小型率，風化度。

Fig. 3 Number of phytoliths per/g sediments, ratio of small type of it, and weathering grades of it, obtained from each micro topographic division.

他の安定した堆積環境における調査で、運搬性が低い化石とされてきた植物珪酸体が、逆に物質移動の著しい地域でのことが問われたことによる。今回、全国6地域の8つの微地形区に分類したことで、より普遍的な傾向が数値として表れた。窪地の中でも、海風の影響を強く受ける湿地Ⅲは、風化を受け易いこととなった。また、隣接する区域では逆に保存性が高く、風化で消滅し易い小型珪酸体も高率となった。そして全体としての植物珪酸体含有量は、海風に沿って徐々に陸側へ増加する結果となった。

このように、ここでは植物珪酸体の運搬性が低く保存性が高い性質を、あえて営力を受け易い堆積環境で確認し、10mオーダーの微地形レベルで珪酸体組成の空間的变化を示した。よって、具体的な古植生の配置復原オーダーを、1ha以内に設定して、詳細な分布論を展開することも可能と考えられる。また、大型珪酸体に含まれるの機動細胞起源に対し、空間的に挙動を異にする小型珪酸体中の短細胞起源の分布傾向も、今後その形態記載を蓄積し同定精度を上げれば、従来にない有益な情報が

得られることを示唆している。このことは江口（1994）において、消滅されずに保存された小型珪酸体の場合、現地性が高い傾向があることでも示されている。

6. まとめ

遺跡を含む地域の詳細な景観復原のため、調査地1地点あたりで反映される古植生復原域が小さい、植物珪酸体分析について基礎研究を行なった。国内の砂浜海岸6地域において、表層堆積物中の植物珪酸体産出量、小型率、風化度の平均値を、イネ科植物などが成帯構造を呈する8微地形区（前浜、バーム、砂丘Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、湿地Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）ごとに算出し、より普遍的な分布傾向として数値化した。これは、植物珪酸体の運搬性が低く保存性が高い性質を、あえて営力を受け易い堆積環境で確認することで、その有効性を示したものである。今後、10mオーダーの微地形レベルを対象とした古植生の復原研究が期待され、そのためにも短細胞起源珪酸体がより有効に活用されることが望まれる。

引用文献

- 江口誠一 1994「沿岸域における植物珪酸体の分布—千葉県小櫃川河口域を例として」植生史研究 2 pp.19-27
- 江口誠一 1996a「植物珪酸体の試料処理法」関東平野 4 pp.25-28
- 江口誠一 1996b「沿岸域における植物珪酸体の風化と堆積物の pH 値」ペドロジスト 40 pp.81-84
- 江口誠一 1998「日本沿岸域における植物珪酸体とその母植物の分布」日本生態学会誌 48 pp.245-255
- 江口誠一 2006「植物珪酸体化石群の産出量による空間域の復原—縄文時代晩期の三浦半島古逗子湾奥海岸を例として—」地理学評論 79 pp.309-321
- 佐瀬 隆 1980「南部浮石層直下の埋没土壌の植物珪酸体分析」第四紀研究 15 pp.117-124

(2007年7月18日受付, 2007年10月9日受理)

Distribution of Opal Phytoliths in Each Micro-topographic Division in the Sandy Coastal Zone of Japan

Sei-ichi EGUCHI

Natural History Museum and Institute, Chiba, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan

Transportation and preservation of phytoliths were discussed, based on a relationship between the distribution and weathering grades of phytoliths in surface sediments in several regions including Onneto, the estuary of the Mukawa River, Rokkasyo, the estuary of the Oirase River, Aiofutajima, and the estuary of the Obitsu River. The average value of number of phytoliths per/g sediments, ratio of small type of it, and weathering grades of it, obtained from each micro topographic division ("Foreshore", "Berm", "Dune I", "Dune II", "Dune III", "Marsh I", "Marsh II", "Marsh III"). The distribution pattern showed that the zones of "Dune I" and "Marsh III" had a characteristics efficient weathering, and that the next zones to be less efficient. It was suggested that most of phytoliths were transported by wind to low places such as salt pond, but many that were lost in fore slope zones among them.