累積テフラ層における根系状孔隙の垂直 分布特性、起源およびその意義

佐瀬 隆^{*1}・徳永 光一^{*2}・石田 智之^{*2}

十和田火山東方域と岩手火山東方域に位置する累積テフラ層の断面を対象として、新しい手法である土壌孔隙造影法を用いて、根系状孔隙の3次元形態と分布深度を調べた。また、同時に実施された植物珪酸体分析の結果も総合して、根系状孔隙の成因および風成火山灰層の堆積環境について考察した。

いずれの地域においても、累積テフラ層の最下部層準まで厚さ10 m以上にわたって根系状孔隙が発達し、かつ植物珪酸体が検出された。しかし、同地域に分布する火山泥流堆積物や花崗岩の深層風化層では、地表履歴を持つ表層部を除いては根系状孔隙が認められず、また植物珪酸体はすべて層準において検出されなかった。これらの事実は、根系状孔隙は植物群落の地下器官によって生成されたことを示唆する。また、累積テフラ層の断面において、深層まで普遍的に根系状孔隙が認められたことは、風化火山灰層が植被の存在のもとでテフラの堆積とその土壌化が平行して進行し、形成されたことを示している。

キーワード：累積テフラ層、根系状孔隙、植物珪酸体分析、土壌孔隙造影法、生痕化石

1. はじめに

火山の周辺には、一連の火山活動により噴出したテフラ層の累積が見られる。この累積するテフラ層（以下、「累積テフラ層」と呼ぶ）は、軽石層、スコリア層などの一次テフラ層と火山活動の静穏期に土壤生成作用と平行して、一次テフラ、二次テフラが緩慢に堆積して形成される褐色風化火山灰層、腐植層から構成される。したがって、累積テフラ層は火山活動史を解明する有力な情報源であると同時に、連続した地表環境の変動を知る有力な分析対象となりうる。これまでに累積テフラ層中に認められる暗色帯、埋没腐植層、クラック帯、インボリューションなどの古土壌学的研究やそれらに含有される花粉、植物珪酸体、動物珪酸体（海綿骨針）の古生物学的研究が行われ、古地表環境の解明に一定の成果が得られている（加藤，1963；黒部，1963；松井ほか，1968；徳永，1979；宇津川ほか，1979；井上ほか，1981；佐瀬ほか，1987；細野・佐瀬，1989；佐瀬ほか，1990）。

徳永ほか（1986）は、累積テフラ層中の埋没腐植層や褐色風化火山灰層の空隙（土中の固相間の空隙の総称と

して用いる）を軟X線で撮影して、植物根系の形態的特徴を有し、植物根系が形成した可能性が高いと判定できる空隙（円管状の間隙に対して用いる）像を得、これを「根系状空隙」と名付けた。さらに徳永ほか（1992）は、累積テフラ層最上部の火山灰土に見られる空隙像を、同一層準の化石植物珪酸体群集および現植生の根系分布と比較検討し、空隙像の垂直変化が植生変動に対応することを示し、根系形態学の知見を援用して根系状空隙が植物根起源であることを明らかにした。これらの根系状空隙は、これまでしばしば「毛根様の炭化物」などと記載されてきたものを、3次元像でX線撮影した結果、発見されたものである。これは、化石植物根系といえる紛れもない現地性の生痕化石の可能性が高く、地表環境復元に際し、新たな情報をもたらすことが期待できる。

本報は、Tokunaga（1988）の方法を用いて十和田火山東方域、岩手火山東方域の累積テフラ層を分析対象として空隙像分析を行い、根系状空隙の垂直分布を明らかにしたものである。あわせて植物珪酸体分析を行い、両分析の結果を比較検討し、根系状空隙の持つ古生物学的

1992年1月16日受付。1992年4月25日受理。

*1 岩手県埋蔵文化財センター 〒020 盛岡市下飯岡11-185。

*2 岩手大学農学部農業生産環境工学科 〒020 盛岡市上田3-8-18。

図1 試料土の採取地点

×: 採取地点 細実線: 主要道路

意味について考察した。なお、同一試料の根系状孔隙の土壌物理学的考察については既報で論じた（徳永ほか，1991）。

II. 試料の層準と採取方法

分析試料の採取は、図1に示した5地点で行い、それぞれの柱状断面図を図2に示した。地点1は十和田火山東方の八戸市天狗岱に位置する。ここでは海成砂層を被い約12mの累積テフラ層が堆積する。このテフラ層を大池・中川（1979）に基づき記載する。テフラ層は下位から天狗岱火山灰層、高館火山灰層、八戸火山灰層、完新世火山灰層に区分される。天狗岱火山灰層は約4mの層厚で、粘土化の進んだ白ベタ（WP）、ヌカミソ（NP）、T-4、T-7の各テフラ層と、暗赤褐色を呈する風化火山灰層の累積からなる。その最上部はクラックが発達した明瞭な古土壌が生成し、高館火山灰層に被われる。高館火山灰層は約6mの層厚を持ち、ザラメ（ZP）、白タフ（WT）、アオスジ（AP）、オコシ（OP）、レッドバミス（RP）、ゴウドウ（GP）、ビスケット（BP）の各テフラ層が赤褐色あるいは黄褐色の風化火山灰層を介在させて累積する。なお、白タフ（WT）は洞爺火山起源の広域テフラである洞爺火山灰（Toya）と同定されている（町田ほか，1987）。その噴出年代は約9～10万年前と推定され（町田ほか，

1987），最終間氷期層準の対比に有効である。また、ビスケット（BP）は約2.5万年前の年代を示し（大池，1978），著しいインボリューションが発達する。その直下にはミルクチョコレート色の明瞭な埋没土が認められる。高館火山灰層の最上部はBP直下の埋没土に類似した古土壌が発達し、八戸火山灰層に被われる。八戸火山灰層は約1mの層厚を持ち、下部の八戸降下軽石層と上部の黄褐色の風化火山灰層からなり、完新世火山灰層に被われる。八戸降下軽石層の年代として、約1.4万年前が得られている（大池，1977）。完新世火山灰層は腐植の集積を伴って堆積形成されており、厚層多腐植質の腐植層となっている。地表下0.5mで中振浮石層により二分され、少なくとも2つの土壌層位学単位に区分が可能である。中振浮石層以外の示標テフラ層は肉眼では認められない。

地点2～地点5は岩手火山の北東から南東域にある。地点2は岩手郡滝沢村一王子，地点3は同じく柳沢，地点4は岩手郡玉山村好摩，地点5は同じく日戸に位置する。各地点の累積テフラ層を大上・土井（1978），Inoue and Yoshida（1980），大上ほか（1980）に基づき記載する。なお、同一テフラに異なる名称が与えられている場合は「大上・土井（1978）あるいは大上ほか（1980）による名称」・「Inoue and Yoshida（1980）による名称」の順に併記する。地点2～地点4においては

図2 試料土採取断面図

テフラ名は、洪民火山灰層以上については Inoue and Yoshida (1980), 外山火山灰層以下については大上・土井(1978)あるいは大上ほか(1980)に基づき記載した。

下位から外山、洪民、分の各火山灰が累積する。地点4においては火山泥流堆積物の上に外山火山灰がのる。これは約9mの層厚を持ち、風化火山灰層を介させて下位より新田第2スコリア、石花第3スコリア、新田第1スコリア、四十四田第1浮石、石花第2スコリア、葉の木谷地第2白色火山灰などのテフラ層からなる。葉の木谷地第2白色火山灰は洞爺火山灰と同定されている(町田ほか, 1987)。なお、四十四田第1浮石付近の層準は顕著なインボリューションが発達するが、これは最終間氷期以前の寒冷期に関連するものと推定される。一方、地点2、地点3では外山火山灰はその最上部の風化火山灰層の露出が認められたにとどまる。洪民

火山灰はいずれの地点でも下位から川口浮石、加賀野第3スコリア・分第3スコリア、加賀野第2スコリア・分第2スコリア、加賀野第1スコリア・分第1スコリア、生出黒色火山灰、滝沢第2スコリア・一本木スコリア、滝沢第1スコリア・古川スコリアの各鍵テフラ層が風化火山灰層を介させて累積する。ただし、地点4において生出黒色火山灰下部に存在する白色浮石からなる雪浦浮石は、地点2および地点3では認められない。また、地点2では洪民火山灰は明瞭な斜交の関係で上位の分火山灰に被われており、その最上部を特徴づける滝沢第1スコリア・古川スコリアは剝離され、認められない。層厚は地点2で約5m、地点3で約5.5

m, 地点 4 で約 7 m である。分火山灰は下部の風化火山灰層部と上部の黒色腐植層部からなる。地点 2, 地点 3 では風化火山灰層部に 2 枚のテフラ層が認められ, 上位は柳沢浮石, 下位は小岩井浮石である。地点 5 ではマサ土化した姫神花崗岩体の深層風化層を, 半固結した降下火山灰と降下軽石を下位に伴う洪民溶結凝灰岩(約 72 万年前: 町田ほか, 1987) が被い, その上に不整合で分火山灰が重なる。分火山灰は, 地点 2~地点 4 と同様に下部の風化火山灰層部と上部の黒色腐植層部からなる。風化火山灰層部には柳沢浮石と推定される黄褐色軽石の散在帯が認められる。

試料採取層準を図 2 に示した。地点 1 では 8 層準, 地点 2 では 4 層準, 地点 3 では 2 層準, 地点 4 では 7 層準, 地点 5 では 9 層準で試料を採取した。地点 4 の下位 3 層準が火山泥流堆積物, また地点 5 の下位 6 層準が花崗岩体の深層風化部にあり, またその上の 1 層準が降下軽石層にある他はすべて風化火山灰層部にある。孔隙造影試料は「サンプラー法」あるいは「鋸法」により採取した(徳永ほか, 1992)。植物珪酸体分析用には, 孔隙造影試料の整形時に得られた切り屑土を用いた。

III. 分析 方法

1. 土壌孔隙造影法

上記 2 種類の方法で採取した不攪乱試料を 4.15 cm 立方体に整形し, 試料上面(地表面側)以外の 5 面を粘土板でコーティングした。その後, 試料を真空脱気し, 水分で飽和させた。この飽和試料の上面から造影剤(ジヨードメタン, 比重 3.3)を湛液し, 「乾燥法」(Tokunaga, 1988)によりこの造影剤を土壌孔隙中に浸入させた。この造影剤が試料全体に浸入した時点で, X 線撮影を行った。X 線撮影は SOFTEX SV-100A を用い, X 線源の位置を固定した状態で, 造影剤浸入面の側面を X 線軸に対して直角方向に 6 cm ずらしてステレオ像を撮影する「簡易立体撮影法」(徳永ほか, 1986)に基づいて実施した。

2. 植物珪酸体分析

植物珪酸体分析は, 佐瀬・近藤(1974)にはほぼ準じて過酸化水素法による脱有機物処理, 超音波処理, ジチオナイト法による脱鉄処理, 篩分けおよび沈降法による 10~100 μm 粒径フラクションの分離, プレパラートの作成, 検鏡の各操作を順次行って進めた。佐瀬ほか(1990)に準じて植物珪酸体をイネ科起源, 樹木起源, シダ植物起源, その他の 4 群に大別し, イネ科起源の植物珪酸体群集が全植物珪酸体含量に占める百分率を求

め, これをイネ科率とした。さらにイネ科起源については植物分類群および起源細胞に基づき細分し, 樹木起源については針葉樹起源と広葉樹起源を区別した。また無作為にプレパラート中の粒子を植物珪酸体と非植物珪酸体に分けて 200 個以上数え, 10~100 μm フラクシオン中の植物珪酸体粒数 % を算出し, これを各試料の植物珪酸体含量の近似値とした。

IV. 結 果

1. 孔隙造影像の層準別特徴

孔隙造影写真の一部を図版 I~図版 IV(写真 1~写真 12)に示す。スケールを各写真の右上部に示す。スケール中の 0.1 はスケール縦線の幅が 0.1 mm であることを意味する。孔隙像は黒色の筋である。写真の上部は地表面側である。これらの写真は, 航空写真の立体視などで用いる, 倍率 2 倍程度の簡易立体鏡で観察できるように配慮してある。

層準別に主要な孔隙形態特徴を以下に述べる。なお, 根系状孔隙は「孔隙」と略記する。また, 「太い孔隙」とは直径 1 mm 以上の根系状孔隙を, 「細い孔隙」とは 1 mm 未満の根系状孔隙を意味する。X 線造影に供した各試料の個体数は, 間隙形態のばらつきによって決定した。すなわち, ばらつきが小さい試料については数個体, 大きい試料については 10 数個の試料土の X 線造影を行った。したがって, 以下に述べる各試料の孔隙形態特徴は各試料の代表的特徴を備えている。

地点 1 (天狗岱)

試料 A: 太い孔隙と細い孔隙の両者が発達し, 両者ともに顕著な屈曲性を有する。孔隙長は孔隙の太さによって異なる。すなわち, 太い孔隙の孔隙長は試料長に及んでいるが, 細い孔隙のそれは数 mm 程度で, 太い孔隙からヒゲ根のように分岐している。

試料 B: 細い孔隙が網目状に発達し, 太い孔隙は数量が少ない。両者ともに, 緩やかな湾曲を持ち, 伸びやかな形態を有している。

試料 C: 太い孔隙が垂直方向に伸張り, 密に発達した細い孔隙も認められた。また, 孔隙の屈曲性は顕著であった(写真 1)。

試料 D: 屈曲性が顕著に認められ, 形態的特徴は上記の試料 C と類似している。

試料 E: 太い直線的な孔隙が垂直方向に発達している(写真 2)。ただし, 幾つかの試料土においては劣化現象が見られた。劣化現象とは, 何らかの原因により孔隙が閉塞・消滅し, 残存している孔隙も連続性あるいは分岐が乏しくなる現象を意味している。劣化現象の具体的な

状況については、写真 7 を参照されたい。

試料 F: 孔隙は認められたが、劣化現象が支配的であった。

試料 G: 上記の試料 F と同様な傾向が見られた。

試料 H: 太く分岐の少ない孔隙と細く網目状に発達した孔隙が精細鮮明に認められた (写真 3)。

以上述べたように、海成砂層 (深度 13 m) に至るまでのすべての風化火山灰層において、根系状孔隙が旺盛に発達していた。また、屈曲性、密度、方向性などの孔隙像の幾何学的特徴は各層準ごとに異なっていた。試料 F、試料 G における劣化現象の原因を現時点では確定できないが、堆積の古さに起因しているとは考え難い。なぜならば、より堆積の古い試料 H においては、劣化現象がまったく認められず、何らかの地質的環境が影響していると考えざるを得ない。この劣化現象の原因となる環境の要素が確定できれば、劣化現象それ自体が地質環境を知る有用な情報源になりうる。

地点 2～地点 4 (一王子, 柳沢, 好摩)

試料 A: 水平方向に直線的に形成された孔隙が支配的であり、細い孔隙は少ない (写真 4)。

試料 B: 太い孔隙と細い孔隙が濃密に網目状に発達している。

試料 C: 細い孔隙が少なく、太い孔隙は直進的な形状を有するか、あるいは湾曲している。

試料 D: 屈曲性が顕著な、太い孔隙と細い孔隙が両者ともに濃密に網目状に発達している。

試料 F: 太い孔隙が極めて少なく、細い孔隙が網目状に密集している (写真 5)。

試料 G: 太い孔隙と細い孔隙が密に混在し、その形態は地点 2 の試料 C と類似している。

試料 I: 太い孔隙と細い孔隙が密集し、屈曲性も認められた。

試料 J: 径 5～10 mm の円管状で分岐を有する大孔隙と、太・細の孔隙が密集している。このような大孔隙の一例を写真 6 に示した。これらの大孔隙においても、屈曲性あるいは細い分岐孔が認められ、地下茎の形態に類似している。

試料 K: 上記の試料 J と同様な形態の特徴を有し、径 5～10 mm の円管状の大孔隙が認められた。

試料 L: 孔隙の本数が少なく、それぞれの孔隙は互いに不連続で、劣化現象が顕著に認められた (写真 7)。

試料 a: 太い孔隙と細い孔隙の両者が発達し、細い孔隙は屈曲性が顕著である。劣化現象が認められる試料も存在した。

試料 b～試料 c: 孔隙はまったく検出されず、多孔質

礫状間隙のみが認められる。写真 8 は多孔質礫状間隙像の一例である。写真 8 に示したように、多孔質礫状間隙像においては表面から内部まで造影剤が浸入している礫が多数認められる。礫は海綿状の間隙を持つスコリア、軽石などであることが多く、造影像は黒色礫群像で礫間には粗間隙が認められない。この造影像は不連続粗間隙像の一種であり、細かいために造影されない微細間隙を、造影剤は流れて粗間隙を繋いでいると考えられる。

地点 5 (日戸)

試料 A: 直進的な太い孔隙と細い孔隙が混在しているが、孔隙の密度は比較的小さい。

試料 B: 屈曲性を有した、太い孔隙と細い孔隙の両者がともに密に発達している (写真 9)。

試料 C: 屈曲した太い孔隙と細い孔隙の両者が発達し、上記の試料 B と同様な形態の特徴を有しているが、孔隙の密度は小さく、また粒子間間隙のみが認められる試料土も存在した。

試料 D: 上記の試料 C と同様な形態の特徴を有している。しかし、孔隙の密度は小さく、孔隙の周りを粒子間間隙が取り巻いている。

試料 E: 太い孔隙と細い孔隙の両者が認められるが、上記の試料 D と同様に、その密度は小さい (写真 10)。

試料 E'～試料 H: 孔隙はまったく見られず、粒子間間隙のみとなる。写真 11、写真 12 は粒子間間隙像を示したものである。

2. 植物珪酸体群集組成の層準別特徴

各試料の植物珪酸体群集組成を表 1 に示した。

地点 1 (天狗岱)

試料 A: 植物珪酸体含量は 5.6 %、イネ科率は約 78 % である。大型 (イネ科の非短細胞起源珪酸体) 組成はファン型 (II>I) > 棒状型 > ポイント型、小型 (イネ科の短細胞起源珪酸体) 組成はタケ型 (I>II) > ウシノケグサ型 ≒ キビ型である。ファン型では II (非タケ亜科起源) が I (タケ亜科起源) を圧倒するが、小型ではタケ型が非タケ型を上回っていることから、植物珪酸体の主要起源としてタケ亜科 (ササ属) と非タケ亜科 (イチゴツナギ亜科 ≒ キビ亜科) が混在するイネ科植物相が推定される。

試料 B: 植物珪酸体含量は 1.4 %、イネ科率は 90 % である。大型組成はポイント型 ≒ 棒状型 > ファン型 (I>II)、小型組成はウシノケグサ型 > タケ型 ≒ キビ型である。植物珪酸体の主要給源としては、イチゴツナギ亜科が優勢なイネ科植物相が想定される。

表1 植物珪酸体含量と形態別組成

試料	イネ科										起源				樹木		シ	その他	読取総数	植物珪酸体含量 ⁸⁾	イネ科率 ⁹⁾	
	イ					ネ					科				針	広						
	大		珪	酸	体 ¹⁾	小		珪	酸	体 ²⁾		ウグシノ型ケ	未分	葉								葉
	ファン	型				タケ	型			ヒゲシバ	キビ												型	型
	I ³⁾	II ⁴⁾	?	型	型	I ⁵⁾	II ⁶⁾	?	型	型	類				樹	樹						
1 (天狗谷)	A	27 4.3	126 19.8	56 8.3	164 25.8	96 15.1	13 2.0	0 0.0	2 0.3	1 0.2	3 0.5	4 0.6	5 0.8	0 0.0	2 0.3	3 0.5	136 21.4	632	5.6	78		
	B	8 1.1	1 0.1	12 1.7	261 37.1	297 42.2	1 0.1	0 0.0	1 0.1	1 0.1	1 0.1	48 6.8	1 0.1	1 0.1	0 0.0	0 0.0	71 10.1	704	1.4	90		
	C	93 12.8	6 0.8	64 8.8	91 12.5	103 14.1	240 33.0	9 1.2	13 1.8	0 0.0	2 0.3	2 0.3	3 0.4	0 0.0	15 2.1	0 0.0	87(2) 12.0	728	4.5	86		
	D	95 15.4	5 0.8	74 12.0	76 12.3	78 12.7	128 20.8	4 0.6	11 1.8	0 0.0	0 0.0	1 0.2	1 0.2	0 0.0	31 5.0	0 0.0	112(13) 18.2	616	8.5	77		
	E	11 1.9	16 2.7	67 11.4	52 8.9	19 3.2	3 0.5	1 0.2	0 0.0	0 0.0	1 0.2	0 0.0	1 0.2	0 0.0	11 1.9	2 0.3	403(126) 68.7	597	1.0	29		
	F	47 9.8	5 1.0	88 18.3	70 14.6	90 18.8	15 3.1	1 0.2	3 0.6	0 0.0	2 0.4	2 0.4	1 0.2	0 0.0	0 0.0	0 0.0	156 32.5	480	1.3	68		
	G	87 15.9	3 0.5	115 21.0	49 8.9	79 14.4	5 0.9	0 0.0	3 0.5	0 0.0	1 0.2	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	206 37.6	548	0.9	62		
	H	76 14.0	8 1.5	308 56.8	3 0.6	5 0.9	0 0.0	1 0.2	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	141 26.0	542	9.3	74		
2 (王子)	A	4 5.9	0 0.0	7 10.3	6 8.8	12 17.6	12 1.5	2 2.9	0 0.0	4 5.9	1 1.5	4 5.9	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	15 22.1	68	0.6	88		
	B	72 3.4	3 0.6	106 19.7	16 3.0	60 11.1	28 5.2	6 1.1	9 1.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	239 44.3	539	2.3	56		
	C	0 0.0	0 0.0	0 0.0	9 42.9	4 19.0	1 4.8	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 4.8	1 4.8	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	5 23.8	21	0.0			
	D	41 9.3	1 0.2	29 6.6	35 7.9	91 20.6	128 29.0	22 5.0	34 7.7	1 0.2	2 0.5	1 0.2	4 0.9	0 0.0	0 0.0	0 0.0	52 11.8	441	6.0	88		
3 (柳沢)	F	39 10.9	1 0.3	32 9.0	32 9.0	95 26.6	79 22.1	6 1.7	12 3.4	0 0.0	1 0.3	0 0.0	2 0.6	0 0.0	0 0.0	0 0.0	58 16.2	357	0.8	84		
	G	37 7.4	0 0.0	23 4.6	27 5.4	80 16.0	243 48.5	3 0.6	24 4.8	3 0.6	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	61 12.2	501	4.1	88		
4 (好摩)	I	1 0.4	2 0.8	16 6.8	12 5.1	15 6.4	15 6.4	4 1.7	6 2.5	1 0.4	4 1.7	0 0.0	3 1.3	0 0.0	3 1.3	1 0.4	153(74) 64.8	236	2.5	34		
	J	16 2.7	55 9.3	15 2.5	157 26.4	86 14.5	20 3.4	0 0.0	5 0.8	0 0.0	19 3.2	26 4.4	5 0.8	0 0.0	2 0.3	4 0.7	184 31.0	594	2.2	68		
	K	9 7.8	2 1.7	7 6.1	32 27.8	27 23.5	8 7.0	1 0.9	1 0.9	1 0.9	1 0.9	5 4.3	1 0.9	0 0.0	0 0.0	0 0.0	20 17.4	115	0.3	83		
	L	61 9.9	4 0.6	140 22.7	43 7.0	59 9.6	46 7.5	2 0.3	23 3.7	0 0.0	1 0.2	2 0.3	3 0.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	233 37.8	617	4.0	62		
5 (日戸)	A	47 5.9	87 10.9	68 8.5	119 14.9	111 13.9	43 5.4	0 0.0	8 1.0	2 0.3	27 3.4	1 0.1	10 1.3	0 0.0	3 0.4	9 1.1	265 33.1	800	4.5	65		
	B	51 10.7	12 2.5	53 11.1	52 10.9	105 22.0	59 12.3	1 0.2	5 1.0	0 0.0	3 0.6	5 1.0	6 1.3	0 0.0	0 0.0	8 1.7	118 24.7	478	1.3	74		

上段は粒数，下段は粒数%。

1) 非短細胞起源 2) 短細胞起源 3) タケ亜科起源 4) 非タケ亜科起源 5) ササ属タイプ 6) メダケ属タイプ

7) () 内の数字は「不規則な棒状，板状」珪酸体の粒数 8) 10~100 μ m の画分粒数% 9) (イネ科起源珪酸体/全珪酸体) × 100

試料 C: 植物珪酸体含量は 4.5%，イネ科率は 86% である。広葉樹起源（ブレイド状）が 2% 検出される。大型組成はファン型（I>II）>ポイント型>棒状型，小型組成はタケ型（I>II）≫キビ型=ウシノケグサ型

である。植物珪酸体の主要給源としてはタケ亜科（ササ属）優勢のイネ科植物相，モクレン属などの広葉樹が想定される。

試料 D: 植物珪酸体含量は 8.5%，イネ科率は 77%

である。広葉樹起源（ブレイド状）が 5 % 検出され、全試料を通じて最も高い。大型組成はファン型（I > II）> ポイント型 ≡ 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）≫ ウシノケグサ型である。植物珪酸体の主要給源としてはタケ亜科（ササ属）が優勢なイネ科植物相、モクレン属などの広葉樹が想定される。

試料 E: 植物珪酸体含量は 1.0 %、イネ科率は 29 % で全試料を通じて最も低い。起源不明の「不規則な棒状、板状」珪酸体が 21 %、広葉樹起源（ブレイド状）が 1.9 %、シダ起源が 0.3 % 検出される。大型組成はファン型（II ≡ I）> 棒状型 > ポイント型である。小型珪酸体は検出数が極めて少ない。植物珪酸体の主要給源としては非タケ亜科とタケ亜科が混在するイネ科植物相、モクレン属などの広葉樹、「不規則な棒状、板状」珪酸体の給源である非イネ科植物が想定される。

試料 F: 植物珪酸体は 1.3 %、イネ科率は 68 % である。大型組成はファン型（I > II）> ポイント型 > 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）> ウシノケグサ型 ≡ キビ型である。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科（ササ属）の優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 G: 植物珪酸体含量は 0.9 %、イネ科率は 62 % である。大型組成はファン型（I > II）> ポイント型 > 棒状型である。小型組成は検出数が少ない。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科の優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 H: 植物珪酸体含量は 9.3 %、イネ科率は 74 % である。大型組成はファン型（I > II）≫ ポイント型 ≡ 棒状型である。小型珪酸体はほとんど検出されない。多くの珪酸体が著しく溶蝕されている。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科優勢のイネ科植物相が想定される。

試料 A は、最上部の黒色腐植層直下の層準であり、晩氷期頃の植物相を与えている。試料 B は八戸浮石層直下の埋没土で、得られた植物相は寒冷な気候に適応したイネ科であるイチゴツナギ亜科が卓越したものであり、これは最終氷期の寒冷気候に対応しているといえる。なお、この結果は既報（佐瀬, 1981）とはほぼ一致している。試料 C、試料 D はタケ亜科（ササ属）が卓越するイネ科植物相を示すが、広葉樹起源珪酸体が比較的多く検出されるのが特徴である。なかでもオコシ（OP）直下の試料 D が 5 % を示すのが注目される。これら 2 試料の時代はタケ亜科を林床に伴う広葉樹林の植生が推定される。試料 E、試料 F、試料 G は Toya より下位の層準であり、最終氷期以前の植物相を与える。このうち試料 E は、イネ科珪酸体率が全試料を通じて最も低いこと、非イネ科起源と推定される「不規則

な棒状、板状」珪酸体の高い出現率と、広葉樹起源珪酸体の比較的高い出現率で特徴づけられる興味深い層準である。試料 E の孔隙像は、太く直進的であり、特徴的である。太い孔隙が卓越している像は他の試料においても見出されたが、直進的な特徴は他に例がない。

地点 2～地点 4（一王子、柳沢、好摩）

試料 A: 植物珪酸体含量は 0.6 % で非常に少ない。イネ科率 88 % である。

試料 B: 植物珪酸体含量は 2.3 %、イネ科率は 56 % である。大型組成はファン型（I > II）> ポイント型 > 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）のみで占められる。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科（ササ属）の優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 C: 植物珪酸体含量は 0.1 % 以下で非常に少ない。

試料 D: 植物珪酸体含量は 6.0 %、イネ科率は 88 % である。大型組成はポイント型 > ファン型（I > II）> 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）≫ キビ型 ≡ ウシノケグサ型である。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科（ササ属）優勢のイネ科植物相が想定される。

試料 F: 植物珪酸体含量は 0.8 %、イネ科率は 84 % である。大型組成はポイント型 > ファン型（I > II）> 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）≫ キビ型である。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科（ササ属）が優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 G: 植物珪酸体含量は 4.1 %、イネ科率は 88 % である。大型組成はポイント型 > ファン型（I > II）> 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）が圧倒的に多い。植物珪酸体の主要給源はタケ亜科（ササ属）が優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 I: 植物珪酸体含量は 2.5 %、イネ科率は低く 34 % である。起源不明の「不規則な棒状、板状」珪酸体が 30 % 検出、また広葉樹起源が 1.3 %、シダ起源が 0.4 % 検出される。大型組成はファン型 ≡ ポイント型 ≡ 棒状型、小型組成はタケ型（I > II）> キビ型である。植物珪酸体の主要給源としては、タケ亜科が優勢で非タケ亜科を混在させるイネ科植物相と非イネ科と推定される「不規則な棒状、板状」珪酸体の給源植物が想定される。

試料 J: 植物珪酸体含量は 2.2 %、イネ科率は 68 % である。広葉樹起源が 0.3 %、シダ起源が 0.7 % 検出される。大型組成は棒状型 > ファン型（II > I）≡ ポイント型、小型組成はウシノケグサ型 ≡ タケ型（I > II）≡ キビ型である。植物珪酸体の主要給源としては非タケ亜科が優勢なイネ科植物相が想定される。

表 2 天狗岱断面の間隙形態と植物珪酸体分析の総括表

土質, 地点と層準			根系状孔隙の有無と植物珪酸体の有無の対比		根系状孔隙の形態的特徴と植物珪酸体分析により推定される給源植物相との対比	
土質	地点	層 準 (深度, m)	根系状 孔隙の 有無	植物珪酸体 の有無 (含量, %)	根系状孔隙の形態的特徴	植物珪酸体分析により 推定される植物珪酸体 給源植物相の特徴
風 化 火 山 灰 層	地 点	A (0.87)	●	● (5.6)	太い孔隙と細い孔隙が混在し、 両者共に屈曲に富む。長さにつ いては、前者は試料長に及ぶが 後者は数mm程度で、前者からヒ ゲ根の様に分岐している。	タケ亜科と非タケ亜科が拮抗
		B (2.10)	●	● (1.4)	細い孔隙が網目状に発達し、太 い孔隙は数量が少ない。両者共 に緩やかな湾曲を持ち、伸びや かな形態をなす。	イチゴツナギ亜科が優勢
	1 ハ	C (5.50)	●	● (4.5)	太い孔隙が垂直方向に伸長し、 細い孔隙も濃密に発達している 両者共に屈曲に富む。	タケ亜科(ササ属)が優勢 モクレン属などの広葉樹
		D (6.10)	●	● (8.5)	C層と類似している。	タケ亜科(ササ属)が優勢 モクレン属などの広葉樹
	天 狗	E (8.60)	●	● (1.0)	太い直線的な孔隙が垂直方向に 伸長し、いくつかの試料におい ては若干の劣化が認められる。	タケ亜科と非タケ亜科が拮抗 モクレン属などの広葉樹
		F (9.50)	●	● (1.3)	劣化が顕著	タケ亜科(ササ属) (溶蝕有り)
	岱 層	G (10.50)	●	● (0.9)	劣化が顕著	タケ亜科 (溶蝕有り)
		H (11.72)	●	● (9.3)	太く分岐の少ない直線的な孔隙 と細く網目状に発達した孔隙	タケ亜科 (溶蝕顕著)

試料 K: 植物珪酸体含量は 0.3 % で非常に少ない。イネ科率は 83 % である。

試料 L: 植物珪酸体含量は 4.0 % , イネ科率は 62 % である。大型組成はファン型 (I>II) > ポイント型 > 棒状型, 小型組成はタケ型 (I>II) ≧ ウシノケグサ型 ≒ キビ型である。植物珪酸体の給源としてはタケ亜科(ササ属)が優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 a~試料 c: 植物珪酸体はまったく検出されない。

地点 5 (日戸)

試料 A: 植物珪酸体含量は 4.5 % , イネ科率は 65 % である。シダ起源は 1.1 % , 広葉樹起源は 0.4 % 検出された。大型組成はファン型 (II>I) > 棒状型 = ポイント型, 小型組成はタケ型 (I>II) > キビ型 ≧ ウシノケグサ型である。植物珪酸体の主要給源としては非タケ亜科とタケ亜科(ササ属)が混在するイネ科植物相, シダ植物, 広葉樹が想定される。

試料 B: 植物珪酸体含量は 1.3 % , イネ科率は 74 % である。シダ起源が 1.7 % 検出される。大型組成はファン型 (I>II) > ポイント型 > 棒状型, 小型組成はタケ型 (I>II) ≧ ウシノケグサ型 ≒ キビ型である。植物珪酸体の主要給源としてはタケ亜科(ササ属)が優勢なイネ科植物相が想定される。

試料 C~試料 H: 植物珪酸体はまったく検出されない。

地点 5 の試料 A は腐植層直下の晩氷期から完新世初頭にかけての層準である。その植物珪酸体群集は非タケ亜科とタケ亜科が拮抗するイネ科植物相を示す。地点 5 の試料 B, 地点 2 の試料 B・試料 D, 地点 3 の試料 F・試料 G は最終氷期層準で、いずれもタケ亜科が優勢なイネ科植物相を与える。これら 5 試料の孔隙像においては、屈曲度などの細い孔隙の発達形態が、いずれも互いに類似していることは興味深い。地点 4 の試料 I~試料 L は Toya 堆積前の層準である。このうち試料 I の

表 3 一王子, 柳沢, 好摩断面の間隙形態と植物珪酸体分析の総括表

土質, 地点と層準			根系状孔隙の有無と植物珪酸体の有無の対比		根系状孔隙の形態的特徴と植物珪酸体分析により推定される給源植物相との対比	
土質	地点	層 準 (深度, m)	根系状 孔隙の 有無	植物珪酸体 の有無 (含量, %)	根系状孔隙の形態的特徴	植物珪酸体分析により 推定される植物珪酸体 給源植物相の特徴
風 化	地 点 2 (一王子)	A (2.10)	●	● (0.6)	主として太い孔隙が水平方向に直線的に形成されたものが多く細い孔隙が少ない。	植物珪酸体含量が非常に少なく, 給源植物相の特徴の同定は不可能
		B (3.00)	●	● (2.3)	太い孔隙と細い孔隙が濃密に網目状に発達している。	タケ亜科
		C (5.25)	●	● (0.0) ¹⁾	細い孔隙が少なく太い孔隙は直線ないし湾曲する。	植物珪酸体含量が非常に少なく, 給源植物相の特徴の同定は不可能
		D (7.00)	●	● (6.0)	屈曲性を帯びた, 太・細の孔隙が濃密に網目状に発達している	タケ亜科 (ササ属)
火 山	地点 3 (柳沢)	F (7.47)	●	● (0.8)	太い孔隙が極めて少なく, 細い孔隙が網目状に密集している。	タケ亜科 (ササ属)
		G (8.47)	●	● (4.1)	太い孔隙と細い孔隙が密に混在する。(一王子C層と類似)	タケ亜科 (ササ属)
灰 層	地 点 4 (好摩)	I (11.59)	●	● (2.5)	太い孔隙と細い孔隙が密集し, 屈曲している。	タケ亜科が優勢で非タケ亜科混在
		J (15.12)	●	● (2.2)	径 5~10mm の円管状で, 分岐を持つ大孔隙と太・細の孔隙が密集している。	非タケ亜科
		K (17.65)	●	● (0.3)	上記 J 層と同様の特徴を有する	植物珪酸体含量が非常に少なく, 給源植物相の特徴の同定は不可能
		L (19.58)	●	● (4.0)	孔隙の本数が少なく, 互いに不連続で, 劣化が顕著である。	タケ亜科 (ササ属)
火山 泥流 堆積 物		a (20.23)	●	×	若干の劣化が認められるが, 太・細の孔隙が密集している。	.....
		b (21.23)	×	×	(多孔質礫状間隙のみが認められた。)	.....
		c (22.83)	×	×	(多孔質礫状間隙のみが認められた。)	.....

¹⁾: 含量の 0.0 % は 0.1 % 以下であることを示す。

植物珪酸体群集は非イネ科起源と推定される「不規則な棒状, 板状」珪酸体が優勢であり, 地点 1 の試料 E と群集組成および層準が似ていることは興味深い。しかし, 試料 I の孔隙像は屈曲性を有し, 試料 E の直進的特徴とは完全に符合しない。また, 試料 J は非タケ亜科起源植物珪酸体が優勢な特徴を示し注目される。前述

したように, 試料 J・試料 K の孔隙像は地下茎の形態を具備する径が 5~10 mm の大孔隙が卓越し, 孔隙像も特異である。

表 4 日戸断面の間隙形態と植物珪酸体分析の総括表

土質、地点と層準			根系状孔隙の有無と植物珪酸体の有無の対比		根系状孔隙の形態的特徴と植物珪酸体分析により推定される給源植物相との対比	
土質	地点	層 準 (深度, m)	根系状 孔隙の 有無	植物珪酸体 の有無 (含量, %)	根系状孔隙の形態的特徴	植物珪酸体分析により 推定される植物珪酸体 給源植物相の特徴
風化火山灰層	地	A (1.10)	●	● (4.5)	直進的な太・細の孔隙が混在しているが、孔隙の密度は小さい	非タケ亜科とタケ亜科が混在 シダ植物、広葉樹
		B (1.50)	●	● (1.3)	屈曲する太・細の孔隙が密に発達している。	タケ亜科が優勢
降軽下石層	点 5 戸 マ サ 土	C (2.25)	●	×	上記試料Bと同様な特徴を有するが、その量は少なく、孔隙皆無の試料も存在	.....
		D (2.90)	●	×	上記試料Cと同様	.....
E (4.35)		●	×	上記試料Dと同様な特徴を有するが、孔隙量はさらに減少し、砂粒子間隙が支配的になる。	.....	
E' (5.35)		×	×	(砂粒子間隙のみ)	.....	
F (6.20)		×	×	(砂粒子間隙のみ)	.....	
G (7.70)		×	×	(砂粒子間隙のみ)	.....	
H (9.20)		×	×	(砂粒子間隙のみ)	.....	

V. 考 察

1. 根系状孔隙の垂直分布特性

表2～表4に示したように、風化火山灰層にはその堆積形成年代には関係なく根系状孔隙が認められるが、マサ土、火山泥流堆積物ではそれらの最上層を除いて根系状孔隙はまったく認められない。このような分布特性の違いは、風化火山灰層とマサ土あるいは火山泥流堆積物の堆積形成様式の相違に規定されていると推定され、根系状孔隙の起源を植物の根とする有力な根拠となろう。

すなわち、花崗岩体の深層風化殻であるマサ土や火山山体崩壊に伴い、一時に厚層で堆積した泥流堆積物のような残積土の場合は、それらの表層を除けば地表履歴を有していないと推定される。したがって、主要な分布域が地表下1 mないし3 m以浅（矢野, 1977; 苅住, 1979）に形成される根系分布の特性がそのままこれらの

残積土の孔隙像の分布特性に反映され、残積土の表面下3 m以深においては根系状孔隙が検出されなかったと考えられる。一方、風化火山灰層は一次テフラ、二次テフラのほぼ連続的な堆積と土壤生成作用が平行して進むことにより、形成されると推定されるので、根系は地表の上方への成長につれ、新たに付加された層準に分布することになり、結果として孔隙像が連続して風化火山灰の全層準に検出されることになるのであろう。

他方、地表履歴に伴う植被の存在を示唆すると考えられる植物珪酸体含量と組成の垂直方向分布の変遷は、上記の考察を根拠づける有力な証左である。すなわち、表2～表4に示したように、植物珪酸体群集はマサ土あるいは火山泥流堆積物からまったく検出されないのに対し、風化火山灰層からは普遍的に検出された。加藤（1963）や佐瀬ほか（1987）は風化火山灰層から植物珪酸体が普遍的に検出されることを報告し、風化火山灰層

の形成時における植被の存在を指摘している。なお、地表履歴を有すると考えられるマサ土や火山泥流堆積物の最上部から植物珪酸体が検出されなかったが、これはこれらの残積土の年代が古いために植物珪酸体が溶蝕消失したか、あるいは表層が剝削されたためであろう。

このように、本研究で得られた根系状孔隙の垂直分布特性から考えると、根系状孔隙は根系起源の可能性が非常に大きい、さらにこの点を明確にするには垂直方向の植物珪酸体群集組成の変動と根系状孔隙の形態特性の変動との対応を明らかにすることが必要であろう。本研究では孔隙像の幾何学的特徴の抽出に止まり、根系形態学的な視点からの孔隙像の詳細な分析には至らなかった。この点については今後の研究課題となる。

2. 根系状孔隙の意義と問題点

先述のように、根系状孔隙は根系起源の生痕化石であると考えられる。生痕化石とすれば紛れもない現地性の化石であり、古植生、古気候など古地表環境の復元のための有用な情報源となる可能性がある。しかし、そのためには、それぞれの孔隙がいかなる植物種に起源するかを明らかにする必要がある。徳永ほか(1992)は本研究の調査地点の一つである天狗俗の累積テフラ層について、地表から深度約 1 m の部分の根系状孔隙を調べ、現植生調査などの結果に基づき、ススキ、ササなどの根成孔隙を同定したが、この種の研究と植物種の根系形態についてのデータの蓄積が望まれる。また、根成孔隙は地表下に遺存されるのに対して、植物珪酸体や花粉は原則として地表に堆積遺存するので、同一の植物群落に由来しても両者の示す古植生には根群深度だけの位相のズレを生じ、さらに根系がある深度幅で形成されるために、新旧の根成孔隙の重複が発生することになる。本報告においては、これらの点について考察を加えなかったが、別報(徳永ほか, 1992)において検討を行い、これらの問題点への対応の方向性を提示している。しかし、これらの問題点を全面的に克服して本研究を発展させるためには、孔隙像と植物珪酸体に関する情報を系統的に整理し対応させる必要があるが、これには垂直方向に連続した試料による分析データの対比および根系状孔隙の起源植物分類群の構成比あるいは孔隙密度の算出といった根成孔隙像の定量的処理法の確立が要求されよう。

VI. おわりに

累積テフラ層においては、根系状孔隙が広汎に存在することが明らかになった。他方、火山泥流堆積物や花崗岩深層風化層においては、根系状孔隙はそれらの表層部にのみ認められ、深層部では検出されなかった。このよ

うな根系状孔隙の分布の特徴は、根系状孔隙が植物の地下器官によって生成されたことを示唆している。孔隙像は各層準において一定の幾何学的特徴を有し、かつその特徴は多様であった。孔隙が無尽蔵に存在し、不動であり、劣化現象が認められる層準も存在したが、一般的には良好な保存性を示すことを考え合わせると、根系状孔隙の研究は、その問題点を克服することによって、古環境復元のための有用な情報を抽出する手法として、意義あるものになろう。

引用文献

- 細野 衛・佐瀬 隆(1989)利根川沖積低地下に埋没した小松古墳の基盤について—土壌学的手法による解明。第四紀研究, 28: 79-94
- 井上克弘・金子和己・吉田 稔(1981)北上川上流域における後期更新世周水河現象と火山灰層序。第四紀研究, 20: 61-73
- Inoue, K. and Yoshida, M. (1980) Stratigraphy, distribution, mineralogy and geochemistry of Late Quaternary tephra erupted from the Iwate and Akita-Yakeyama Volcanos, northeastern Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 26: 149-166
- 荻住 昇(1979)樹木根系図説。1121p, 誠文堂新光社
- 加藤芳朗(1963)関東ローム層の細砂軽鉱物組成。地球科学, 62: 11-20
- 黒部 隆(1963)立川ローム層の腐植に関する生成学的研究(第1報), (第2報)。土肥誌, 34: 181-184, 203-204
- 町田 洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史(1987)北日本を広くおおむ洞爺火山灰。第四紀研究, 26: 129-146
- 町田端男・大上和良・土井宣夫・畑村政行(1987)岩手山麓に分布する洪民溶結凝灰岩の火山灰層序とフィッシュン・トラック年代。埼玉県立自然史博物館研究報告, 5: 49-58
- 松井 健・成瀬 洋・黒部 隆(1968)立川ローム層中の暗色帯(埋没古土壌腐植層)の ^{14}C 年代。地球科学, 22: 40-41
- 大池昭二(1978)十和田市南方における大不動浮石流凝灰岩の ^{14}C 年代—日本の第四紀層の ^{14}C 年代(123)。地球科学, 32: 109-110
- 大池昭二・松山 力・竹内貞子(1977)八戸浮石層直下の埋没化石林の ^{14}C 年代—日本の第四紀層の ^{14}C 年代(118)。地球科学, 31: 136-137
- 大池昭二・中川久夫(1979)三戸地域広域農業開発基本調査 地形並びに表層地質調査報告書。103p, 東北農政局計画部
- 大上和良・土井宣夫(1978)北部北上低地帯の鮮新—更新両統の層序について。岩手大学工学部研究報告, 31: 63-79
- 大上和良・畑村政行・土井宣夫(1980)北部北上低地帯の鮮新—更新両統の層序について(その2)。岩手大学工学部研究報告, 33: 53-73
- 佐瀬 隆(1981)八戸浮石層直下の埋没土の植物珪酸体(プラントオパール)分析。第四紀研究, 20: 15-20
- 佐瀬 隆・細野 衛・宇津川 徹・加藤定男・駒村正治

- (1987) 武蔵野台地成増における関東ローム層の植物珪酸体分析. 第四紀研究, 26: 1-12
- 佐瀬 隆・近藤鍊三 (1974) 北海道の埋没火山灰土腐植層中の植物珪酸体について. 帯畜大研報, 8: 465-483
- 佐瀬 隆・近藤鍊三・井上克弘 (1990) 岩手山麓における最近 13,000 年間の火山灰土壌の植生環境—火山灰層の植物珪酸体分析. ペドロジスト, 34: 15-30
- Tokunaga, K. (1988) X-ray stereoradiographs using new contrast media on soil macropores. *Soil Sci.*, 146: 199-207
- 徳永重元 (1979) 花粉分析より見た第四紀後期植物群—とくに東京西部について. 第四紀研究, 17: 235-238
- 徳永光一・竹内正己・林 貴峰 (1986) 火山灰下層土における粗孔隙の根成的特徴について. 農業土木学会論文集, 126: 75-80
- 徳永光一・石田智之・佐瀬 隆・井坂誠博 (1991) 火山灰土およびマサ土地盤における根系状孔隙の発達および透水性. 農業土木学会誌, 59: 525-536
- 徳永光一・石田智之・矢野悟道・佐瀬 隆 (1992) 土壤孔隙造影法による植物群落の地下構造の考察—植物-土壌系の研究に対する新しい調査手法の提案. 日本生態学会誌, 42: (印刷中)
- 宇津川 徹・細野 衛・杉原重夫 (1979) テフラ中の動物珪酸体 “Opal Sponge Spicules” について. ペドロジスト, 23: 134-144
- 矢野悟道 (1977) 群落の地下構造と機能. 伊藤秀三編「群落の組成と構造」: 252-326, 朝倉書店

Spread-Depth, Origin and Significance of Soil Macropores Showing Configuration of Plant Roots in Accumulated Tephra

Takashi Sase,*¹ Koh-ichi Tokunaga*² and Tomoyuki Ishida*²

X-ray stereoradiographical method and phytolith analysis were applied to accumulated tephra and granite profiles in northern Japan, in order to investigate the spread-depth, origin and significance of soil macropores whose form resembles a root system. At the tephra section of Hachinohe Tengudai, soil macropore similar to a root system was extensively found in all stratigraphic units underlying sands which are marine in origin. This type of soil macropore was also predominant, and extended to the deep layers, in tephra sections in the northeastern and southeastern areas of the

Iwate Volcano. However, the soil macropore was not present in underlying volcanic debris flow deposits. At the granite profile, the soil macropore was limited to 2 m in depth from the top of the granite. In addition, the opal phytolith could be identified in almost all the soil layers where the soil macropore was recognized. The results obtained here supports that the soil pore was derived from subterranean parts of plants, and leads to the inference that volcanic ash soils were formed by successive deposits of airborne volcanic ash and soil formation.

*¹ Center of Buried Cultural Property, Iwate Prefecture. Shimoioka, Morioka, Iwata, 020.

*² Dept. of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Iwate University. Ueda, Morioka, Iwate, 020.

写真1 地点1 (天狗岱) C層(-5.5m)

写真2 地点1 (天狗岱) E層(-8.6m)

写真3 地点1 (天狗岱) H層(-11.7m)

写真4 地点2 (一王子) A層(-2.1m)

写真5 地点3 (柳沢) F層(-7.5m)

写真6 地点4 (好摩) J層(-15.1m)

写真7 地点4 (好摩) L層(-19.6m)

写真8 地点4 (好摩) b層(-21.2m)

写真9 地点5 (日戸) B層(-1.5m)

写真10 地点5 (日戸) E層(-4.4m)

写真11 地点5 (日戸) E'層(-5.4m)

写真12 地点5 (日戸) G層(-7.7m)