

古木曾川の河床堆積物の示す古流向 —斜交葉理を含む河床堆積物の保存と教材化—

青野 宏美・鹿野 勘次*

Preferred Orientation of the fluvial sediments observed in Ohari, Gifu Prefecture, Central Japan

Hiroimi AONO・Kanji SHIKANO

Abstract

The Old Kiso River had flowed from the present Mino-Kamo City to the Seki City about 100,000 to 60,000 years ago (Shikano, 1986). And then, about 50,000 years ago, the volcanic mud flow from Mt. Ontake (Kmf) flowed down into the present Kiso River channel to the Kakamigahara Plateaus. It is probably assumed that the river channel of Old Kiso River was abandoned at least about 55,000 years ago. The fluvial sediments along the Old Kiso River in Ohari, Gifu Prefecture had been investigated and the trends of the preferred orientation of trough-cross stratification and long axes of gravels were both measured. It has been found that the preferred orientation of the fluvial sediments indicates the WNW direction which coincides with the Old Kiso River channel direction. In order to preserve its sedimentary structures such as trough-cross and tabular stratifications, we tried to fix the sediments with "Tomac ns-10", which is the poly-carbonate bond, called the method of peel specimen of sediments.

Key words

preferred orientation, fluvial, gravel, the Old Kiso River, trough-cross stratification

1. はじめに

岐阜県各務原市の台地周辺と美濃加茂市から関市の低地帯にかけては、軽石層を挟んだ斜交葉理をもつ砂礫層が見られる。こうした斜交葉理は、古くからこの周辺の第四系中にあることが知られていた（梶田，1980；岐阜県校長会，1980；鹿野，2008）が、河川堆積物としての詳しい記載はなされていない。この砂礫層は、木曾谷層または加茂野層とよばれ、古木曾川の河床堆積物と考えられる。現在の木曾川は、美濃加茂市と犬山市の境にある三疊—ジュラ系の硬いチャート層を削って各務原市方面へ流れ下っており（図1）、日本ラインと呼ばれる舟下りの観光名所にもなっている。美濃加茂地域では古木曾川が、約6万年前ま



図1. 岐阜県を流れる現在の木曾川の流路 (Google Earth 使用)

ではこの地域に分流した流れがあり（図2）、その後、古木曾川はこの地域を埋積した後に放棄されて湿地帯となった。また、美濃加茂市から各務ヶ原市にかけて、御嶽火山を起源とする約5万年前の火山泥流堆積物（藤井，1976）が、この砂礫層を覆っているのが観察されるので、約5万年前以降には、木曾川の河道は現在のように各務ヶ原市の南側を流れるに至ったことになる。火山泥流は、美濃加茂市から坂祝町にかけて、一部逆流して遡上したが、その範囲は限定的で、大部分は御嶽火山から約150kmもの距離を現在の木曾川の河道に沿って各務ヶ原市付近まで流れ下った（写真1）。この古木曾川が分流した河道を埋積してできた斜交葉理をともなう砂礫層の新たな露頭を筆者の一人である鹿野が岐阜県坂祝町大針付近で発見した。その斜交葉理の形状をもとに当時の古木曾川の古流向を調査するとともに、「地層剥ぎ取り法」（写真2）によって、その堆積構造を保存して、古木曾川の河床を歩いて見ることのできる地学教育の準備教材とすることを試みた。

2. 地質概説

2-1. 美濃加茂周辺の地質

岐阜県的美濃加茂周辺地域の第四系の地質と河岸段丘についてまとめた鹿野(1990)によれば、美濃加茂市から関市にかけて、加茂野層・深萱粘土層・富加粘土層・黒屋粘土層・田原礫層および関礫層が分布し、八百津礫層とその相当層で形成された最高位段丘（O面）、山之上礫層とその相当層で形成された高位段丘（H面）、加茂野層とその相当層で形成された中位段丘（M₁面）、黒屋粘土層・関礫層および恵土礫層とその相当層で形成された中位段丘（M₂面）、新期の礫層で形成された低位段丘5面（L₁～L₅面）が発達する。これらは、典型的な河岸段丘群を形成し、O面とH面が中期更新世に形成され、M₁面からL₄あるいはL₅面までが後期更新世に形成された。この中で、M₁面形成後からM₂面形成にかけて古水系が大きく変化した。古木曾川ともいべき古水系は、現在的美濃加茂市から関市にかけて流れ（鹿野，1986）、富加町や関市黒屋付近では木曾川の流れがなくなって滞水した結果、特徴的な粘土層が堆積した（図2）。

2-2. 古木曾川の河床堆積物の年代

この砂礫層には、岐阜県と長野県境にある御嶽火山に由来し、6.6万～6.8万年前の年代を示すPm-Ⅲ軽石（竹本ほか，1987）が含まれることから、美濃加茂地域では古木曾川が、約6万年前まではこの地域に分流して流れていたことになる。さらに関市黒屋では、その砂礫層を覆って、約5.5万年～4.8万年前の年代を示す樹木片を含む粘土層が堆積している（中村ほか，1994）ので、約5.5万年前までは、古木曾川はこの地域を埋積した後に、関方面への流れが放棄されたことがわかる。中村ほか（1992）によれば、岐阜県八百津町錦織の木曾川の中位段丘で、Kmf（木曾川泥流堆積物）とその直下の粘土層から埋没樹木片を採取し、タンデトロン加速器質量分析計を用いて¹⁴C年代測定を行った結果、Kmfから採取した5個の資料の平均値として49,850±420年

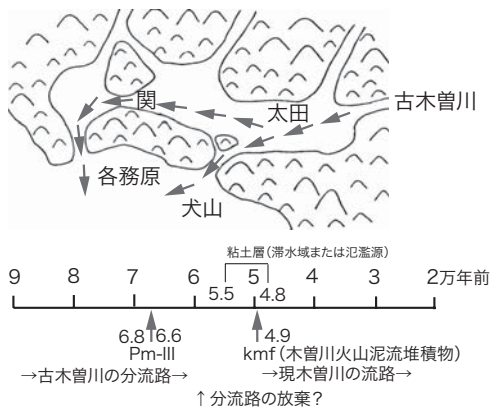


図2. 岐阜県を流れていた古木曾川とその分流河川の流路。下の年表は、古木曾川の分流路が放棄された年代について鹿野（1986）の図をもとに作図。

BP, Kmf 直下の粘土層中の 2 個の資料の平均値として $49,290 \pm 560$ 年 BP という値が得られた。この結果から、木曽川泥流の堆積年代は、約 5 万年前と考えられている。また、美濃加茂市から各務ヶ原市にかけて、この火山泥流堆積物 (Kmf) が、砂礫層の上を覆っているのが観察されるので、約 5 万年前以降は、木曽川の河道は現在のように各務ヶ原市の南側を流れるに至った。

中村ほか (1994) によれば、関市北部、黒屋の南方に広がる黒屋粘土層中の樹木片を採取してタンデトロン加速器質量分析計を用い ^{14}C 年代測定を行った結果、6 個の資料の平均値として $55,250 \pm 540$ 年 BP という値が得られ、その他の資料の結果と合わせて、黒屋粘土層は 55,000 年前から 47,500 年前の間に堆積したとしている。黒屋粘土層とそれに相当する関礫層・田原礫層・富加粘土層は、美濃加茂から西北西に向かう木曽川の流路が放棄された跡、その跡に生じた浅い滞水域または河川の氾濫源の堆積物であり、この水域の大部分には礫層が堆積したが、一部は停滞性の水域となりこれらの粘土層が堆積した。したがって、美濃加茂から西北西に向かう木曽川の流れが放棄されたのは、約 5.5 万年前よりは古い可能性が高い。また、黒屋粘土層よりも下位にあり、斜交葉理を含む加茂野層は、前述した御嶽山由来の 6.6 万～6.8 万年前と推定されている Pm-III 軽石を含む。火山泥流堆積物 (Kmf) が流れ下るまでの間は、美濃加茂市から関市にかけて木曽川の流れは斜交葉理を含む砂礫層を堆積させていたが、図 2 に示したように 6.6 万年前から 5.5 万年前のある時期に、地殻変動によりこの古木曽川の流れ河道が放棄されたのである。

3. 古木曽川の河床堆積物

本研究地域の加茂野 (木曽谷) 層は、木曽川が美濃加茂市から各務ヶ原市方向と関市方向に分流していた時期の地層に相当している。研究対象とした露頭は、岐阜県坂祝町大針付近にある古木曽川の流路にほぼ直交する約 100m の南北方向の連続露頭 (写真 3) と、さらに流路にほぼ平行した約 20m の東西方向の露頭 (写真 4) の断面である。砂礫層から成る地層の露出が非常に良く、古木曽川の河床堆積物の断面とその側面を同時に観察できるので、断面に沿って斜交葉理の示す古流向を連続して測定することができる。また、露頭の現状を記録するために、「捻り鎌」を用いて整形し、5m 間隔で連続して写真撮影を行った。撮影した写真を基にして、古木曽川の河床堆積物の特徴についてスケッチをした。また、数年後には国道のバイパス工事が行われ、この露頭が消滅してしまう可能性が高いため、「地層剥ぎ取り法」(植木ほか, 2008) を行い、斜交葉理を含む特徴的な堆積構造を保存することを試みた。溶剤として、「トマック ns-10」(大阪三恒商事) を原液で用いた。

本研究の対象露頭は、北北東—南南西方向に長さ約 100m × 東南東—西北西方向に約 20m の長大なサイズであり (図 3)、約 6 万年前に堆積した古木曽川河床の断面を歩いて観察することができる。この露頭では特に、斜交葉理が発達しているが、観察される斜交葉理の多くは舟状斜交葉理 (図 3・印, 写真 5) であり、一部に平板状斜交葉理 (図 3 ☆印, 写真 6) を含む。また、斜交葉理

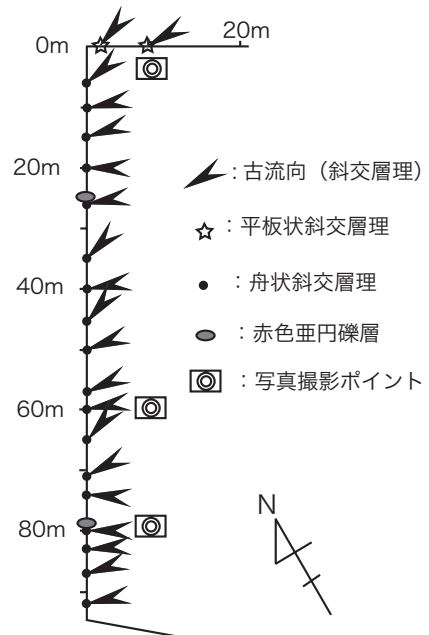


図 3. 大針露頭におけるルートマップ

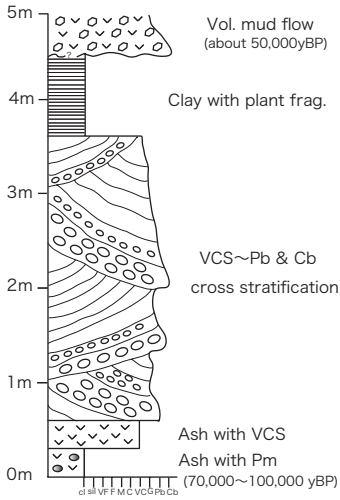


図4. 大針露頭における砂礫層の柱状図

の中に赤褐色を呈した礫岩層(写真7)が見られ、当時すでに河原として空气中にさらされて鉄分が酸化されたものと考えられる。地層中に貝化石や生痕化石は見られず、これらの地層は、古木曾川から分流した中～下流域の礫床河川であることを示している。この露頭では、南側に行くほど、礫の含有量が多くなり、古木曾川左岸の河原に近い部分であったと考えられる。この砂礫層は、さらに国道248号線の北側にも続き、分流した古木曾川の河床は少なくとも300m以上もの幅があった。現在の岐阜市を流れる木曾川河川の幅は、500mを超える場所もあるので、ほんの一部の河床断面が見えていることになる。図4の柱状図に示したように、下部には厚さ約80cmのオレンジ色の軽石(Pm-III)を挟む粘土層があり、その上位に薄いオレンジ色の軽石層を狭在した斜交葉理(写真8)を含む厚さ約3mの砂礫層と厚さ80cm以上の粘土層が整合に重なり、その上位に御嶽山起源の火山泥流堆積物(Kmf)がのる。

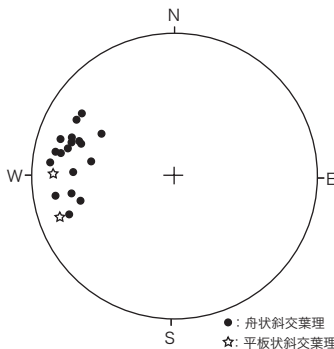


図5. 大針露頭における舟状斜交葉理と平板状斜交葉理の示す古流向(葉理面の傾斜方向のステレオネット下半球投影)

この露頭において、18個の舟状斜交葉理と2個の平板状斜交葉理面の方位を測定して、その面の傾斜方向から古流向を求めた。舟状斜交葉理では、できるだけ舟状の底にあたる部分の葉理面を測定した。図5に示すように、舟状斜交葉理面(●印)も、平板状斜交葉理面(☆印)も西北西～西南西の古流向を示している。同じデータから求めた斜交葉理面の極を図6に、その分布密度図を図7にステレオネット下半球投影図法で示した。

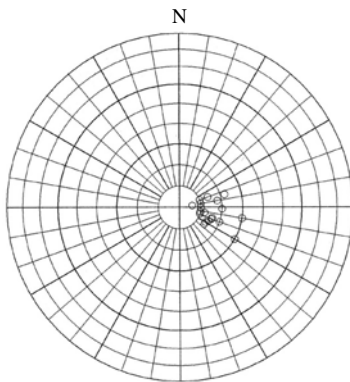


図6. 大針露頭における舟状斜交葉理と平板状斜交葉理の示す古流向(葉理面の極のステレオネット下半球投影)

斜交葉理とは別に、この露頭で見られる河床礫を大きい順に100個選んで、その長軸(a軸)の方位を測定して、ローズダイアグラムにまとめたのが図8である。この礫の長軸の

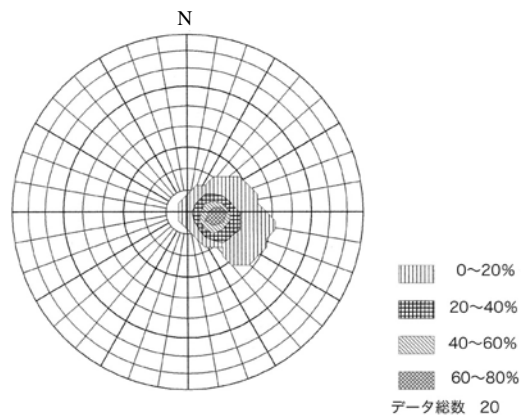


図7. 大針露頭における舟状斜交葉理と平板状斜交葉理の示す古流向(葉理面の極の密度分布のステレオネット下半球投影)

方位が、バイモーダル分布を示しているのは、それぞれのピークが斜交葉理面の翼の部分に堆積した礫のデータを測定したためであると考えられる。礫の長軸（a 軸）の方位の平均は、北北東—南南西方向を示しており、前述の斜交葉理から求めた古流向の方位とは直交関係にある。岐阜県を流れる現在の木曾川と長良川での河床礫の長軸（a 軸）の方位と河川の流向との関係は、ほぼ直交していることがすでに確かめられている（青野，2009；寺本・青野，2009）ので、この露頭で見られるような古流向と河床礫の長軸（a 軸）の方位が直交するのは自然な結果といえる。したがって、これらの砂礫層が堆積したときの古木曾川の分流河川の古流向は西北西～西南西方向を向いており、前述の鹿野（1986）による分流モデル（図2）を支持している。

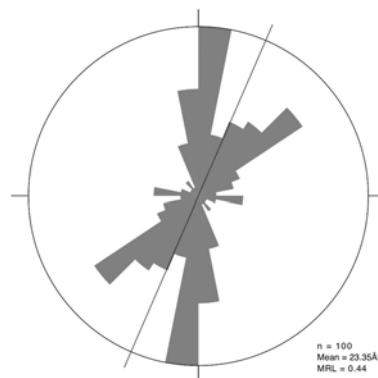


図8. 大針露頭における河床礫の長軸（a 軸）方向のローズダイアグラム

4. 古木曾川の河床堆積物の保存方法

古木曾川の河床堆積物には、特徴的な斜交葉理が数多く発達している。これらの崩れやすい第四紀の河川堆積物の未固結堆積構造を保存して、野外調査を行う直前に学生に見せることは、野外地質調査に対する有効な動機付けとなり、河川堆積物に対する理解を深めるためにも重要である。最近では、さまざまな場所で「地層はぎ取り法」が試され、保存されている（植木ほか，2008）。使用されている溶剤も何種類もあり、また地層をはぎ取るための裏地となる素材もさまざまな材質がある。まずはどの裏地が使いやすく、含まれる水分量によって溶剤が固まるまでにどのくらいの時間がかかり、どれがきれいに仕上がるのかを検証した。

4-1. 保存材質の検証

野外で、露頭はぎ取り法を実践する前に実験室で溶剤に対する水分量と使用する裏地との関係について中～粗粒砂を用いて調べてみた。使用した裏地の素材は、ホームセンターで販売されている網戸用のネット、農作業用の寒冷紗（不織布）、ガーゼ布の3種類である。それぞれの裏地の素材に対して「トマック ns-10」の原液と、さらに原液に水を1/3、1/2、2/3加えたものをピーカーに用意して、攪拌した後すぐに、バットに1 cmの厚さに均等にまいた砂地の上から溶液をかけて固まるのを待ってから、その固まり具合を観察した。ネットの裏地を用いた結果（写真9・10）と寒冷紗を用いた結果（写真11・12）が良好であり、ガーゼを用いた結果（写真13・14）では、固まるまでに丸まってしまうものがあつた。このプレ実験の結果、寒冷紗を用いて「トマック ns-10」の原液を使用するのが一番効率がよく、美しく仕上がることを確認できた。

4-2. 露頭での保存

坂祝町大針の露頭において、「トマック ns-10」の原液と裏地に寒冷紗を用いて、「地層はぎ取り法」を実施した。7月の猛暑日に行ったので、溶剤の原液を用いても1時間ではほぼ固まった（写真2）。クーラーのきいた実験室では室内温度が24℃であったので、室内での固結時間と比べるとかなり早い時間で固まったようである。また、試しに溶剤に水を加えてみたところ、数分の間に固まり出して、かつ発熱反応を伴ってかなりの熱をもつので、原液のまま溶剤を用いる必要が

ある。また、皮膚を保護するために、薄手の使い捨て手袋を用いて作業を行った。45×60cmの舟状斜交葉理のはぎ取りサンプル(写真15)と45×45cmの礫岩層のはぎ取りサンプル(写真16)を保存することができた。室内に保管するために、予め裏地を適当な大きさに切り、必要な大きさに調整することにより移動運搬や保管がしやすくなる。

5. お わ り に

岐阜県坂祝町大針付近の露頭において、古木曾川の河床堆積物とその古流向を調査して、その旧河道に沿って観察される古流向のデータを測定して図にまとめた。その結果は、鹿野(1986)のモデルが予測した古木曾川の分流モデルが示すように、西北西～西南西方向に向かっていることが実証された。また、露頭を永久保存することは難しいので、「地層剥ぎ取り法」によって保存した舟状斜交葉理などの堆積構造や礫岩層の地層を保存して実験室に保管し、大学の実習において学生が野外観察に出かける直前に露頭写真とスケッチを組み合わせた図や剥ぎ取った地層を示して、野外観察学習の準備とするための教材を作成することができた。この露頭も数年後には、道路工事のためになくなってしまいう可能性が高く、今後も詳細な調査を続行し、地層はぎ取りなどの方法によって堆積構造を保存する必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたり、北村康広さんには、大針露頭の調査を快諾していただき深謝致します。「地層はぎ取り法」の実施にあたり、本学教育学部3年生の井戸温子さん(写真2)には、ご協力いただき、ここに謝意を表します。

文 献

- 青野宏美(2009):河床礫と海浜礫の長軸方向の定向配列, 岐阜聖徳学園大学紀要, 第48集, p. 1-15.
- 藤井登美夫(1976):御岳火山木曾川泥流堆積物の産状とその流下・堆積様式, 愛知教育大学「地理学報告」, 第45号, p. 114-120.
- 岐阜県小中学校長会編(1980):続 ふるさとの自然,(財)岐阜県校長会館, pp. 247.
- 梶田澄雄編著(1980):岐阜の地質をめぐって, 日曜の地学—11, 築地書房, pp. 181.
- 木村純一・竹村健一・松本盆地研木曾谷グループ(1991):木曾御岳火山周辺の後期更新世の降下火砕堆積物—層序と岩石記載—, 地球科学, 地学団体研究会, vol. 45 (6), p. 415-434.
- 中村俊夫・藤井登美夫・鹿野勘次・木曾谷第四紀巡検会(1992):岐阜県八百津町の木曾川泥流堆積物から採取された埋没樹林の加速器¹⁴C年代, 第四紀研究, vol. 31 (1), p. 29-36.
- 中村俊夫・鹿野勘次・坂本 亨(1994):岐阜県美濃加茂・関付近における木曾川の流路変遷の時期に関連した加速器¹⁴C年代, 地球科学, vol. 48 (5), p. 497-502.
- 鹿野勘次(1986):加茂地域の地学ノート(2), 岐阜県地学教育, vol. 22, p. 24-35.
- 鹿野勘次(1990):美濃加茂周辺地域の第四系, 岐阜県地学教育, vol. 26, p. 11-24.
- 鹿野勘次(2008):木曾川の自然史—大地の科学とロマン—, 木曾川学研究, 第5号, p. 267-279.
- 竹本弘幸・百瀬 貢・平林 潔・小林武彦(1987):新期御岳テフラ層の層序と時代—中部日本における編年上の意義—, 第四紀研究, vol. 25 (4), p. 337-352.
- 寺本洋子・青野宏美(2009):河原に見られる礫の定向配列の教材化—岐阜県木曾川・長良川の河床礫の定向配列—, 岐阜聖徳大学教育学部教育実践研究センター紀要, 第8号, p. 183-195.
- 植木岳雪・青木秀則・近藤玲介・鈴木毅彦(2008):地層はぎ取り標本の作成方法および授業での活用, 地学教育, vol. 61 (6), p. 187-195.



写真1：木曾川泥流堆積物（Kmf）の露頭（各務原市）



写真2：「トマック ns-10」を用いた斜交葉理を含む「地層はぎ取り法」



写真 3 : 大針露頭における南北方向の露頭の様子 (手前側が北を示す)



写真 4 : 大針露頭における東西方向の露頭の様子 (手前側が東を示す)



写真5：大針露頭における舟状斜交葉理



写真6：大針露頭における平板状斜交葉理

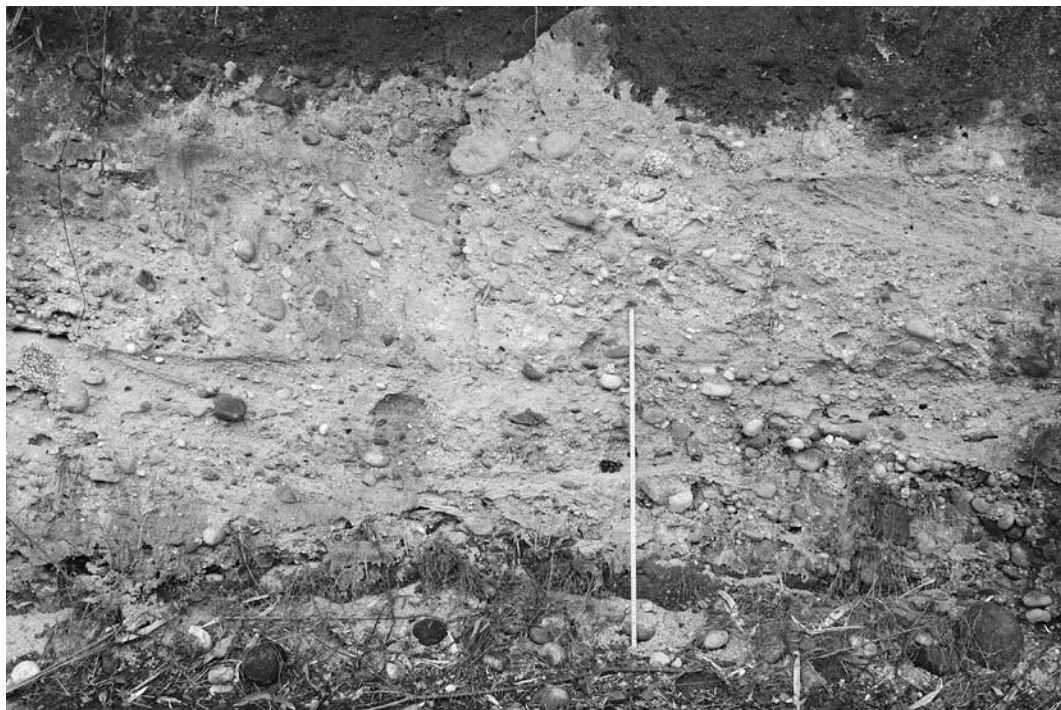


写真7：大針露頭における赤色礫岩層



写真8：大針露頭における軽石層（Pm-III）を含む斜交葉理

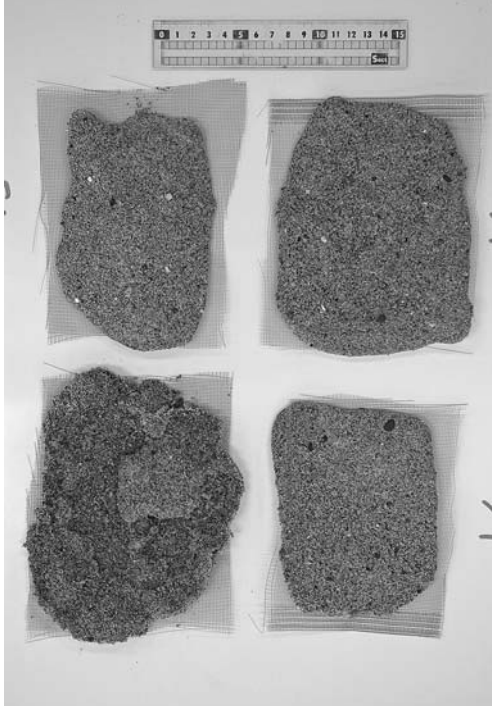


写真9：「トマック ns-10」を用いた砂の固定
(ネット表面)

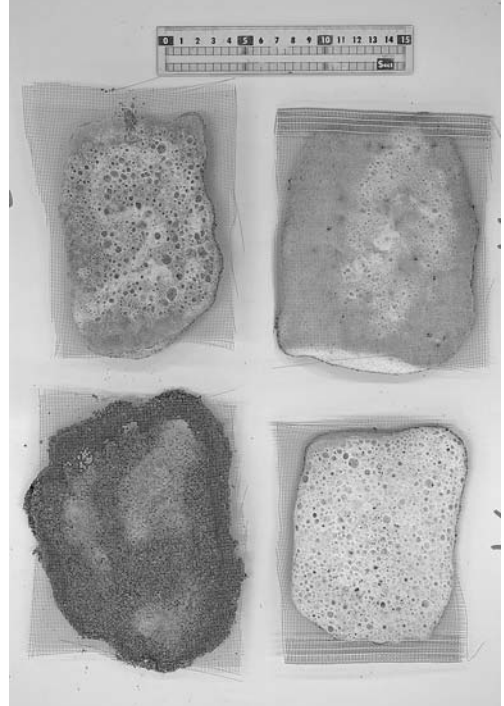


写真10：「トマック ns-10」を用いた砂の固定
(ネット裏面)



写真11：「トマック ns-10」を用いた砂の固定
(寒冷紗表面)

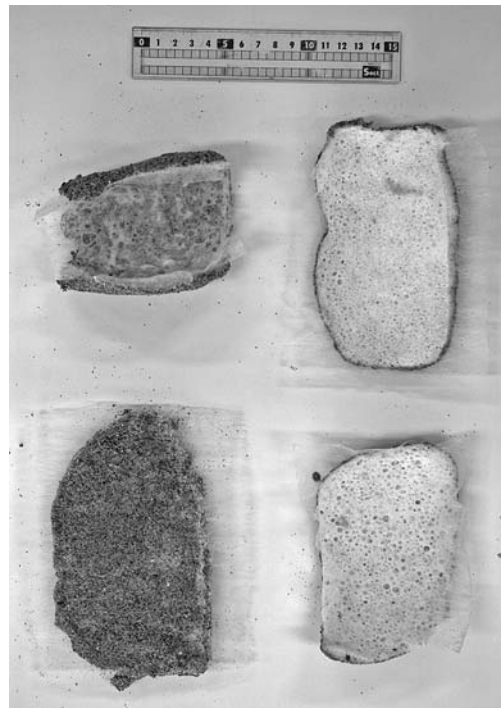


写真12：「トマック ns-10」を用いた砂の固定
(寒冷紗裏面)

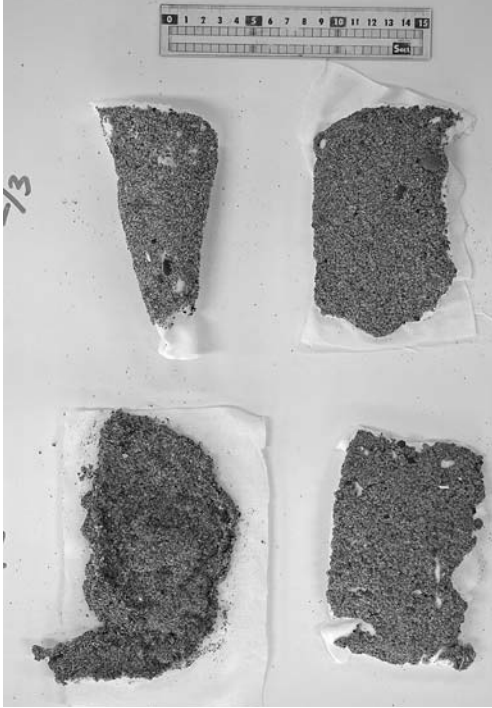


写真13：「トマック ns-10」を用いた砂の固定
(ガーゼ表面)



写真14：「トマック ns-10」を用いた砂の固定
(ガーゼ裏面)



写真15：「トマック ns-10」と裏地に寒冷紗を用いた
斜交葉理の固定サンプル

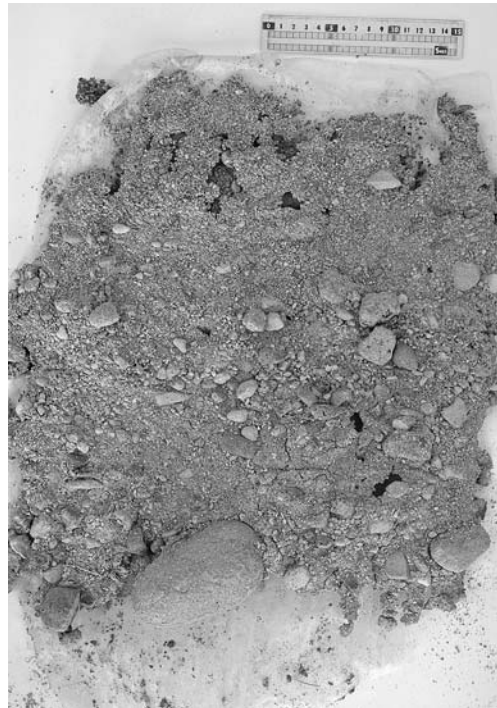


写真16：「トマック ns-10」と裏地に寒冷紗を用いた
礫岩層の固定サンプル