

# 相模川(桂川)上流域における富士相模川ラハール堆積物の層相と分布

白井 正明<sup>\*1</sup>・宇津川 喬子<sup>\*2</sup>・河尻 清和<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 東京都立大学 <sup>\*2</sup> 奈良女子大学 <sup>\*3</sup> 相模原市立博物館

## Lithofacies and distribution of the Fuji–Sagamigawa Lahar deposit in the upper reaches of the Sagami River, central Japan

SHIRAI Masaaki<sup>\*1</sup>・UTSUGAWA Takako<sup>\*2</sup>・KAWAJIRI Kiyokazu<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>Tokyo Metropolitan University <sup>\*2</sup>Nara Women's University <sup>\*3</sup>Sagamihara City Museum

### 1 はじめに

ラハール（火山泥流）とは、火山周辺で発生する、火山碎屑物と水の混合物の急速な流動現象の総称である（例えば、Smith and Fritz, 1989）。ラハールは河川沿いに数 10 ~ 100 km 以上も流下し（例えば、Capra and Macías, 2002）、また場合によっては火山噴火後数 100 年間繰り返し発生することもある（例えば、宮地ほか, 2004）。日本最高峰である富士山からも過去に幾度もラハールが流下し、古富士泥流などとして知られている（例えば、津屋, 1940）。約 2.2 万年前に富士山北麓から相模川（桂川）を流下したとされるラハールは富士相模川泥流と呼ばれ（相模原市地形・地質調査会, 1986）、現在の富士山頂から約 90 km 下流に位置する座間市付近まで、ラハール堆積物の露頭が点在している（例えば、相模原市教育委員会,

1990）。以後、富士相模川泥流のことを富士相模川ラハール、略して FSL と呼称する。神奈川県相模原市周辺に分布する FSL 堆積物については、上述の相模原市教育委員会（1990）によって詳細な調査がなされ、相模原市域にまでおよぶ大規模なラハールの流下が少なくとも 3 回発生したとされている。一方、大月より上流側の相模川上流域においては、相模原市教育委員会（1990）、山縣ほか（2005）などによる報告はあるものの、FSL の詳細かつ包括的な記載はなされているとは言い難い。また富士山では約 3,000 年前に山体崩壊および岩屑なだれに起因する御殿場泥流が富士山南東部で発生し、駿河湾および相模湾まで流下していることなどを考慮すると（例えば、宮地ほか, 2004）、相模川上流域において FSL 堆積物を改めて記載し、その全容に少しでも近づくことは十分な意義がある。

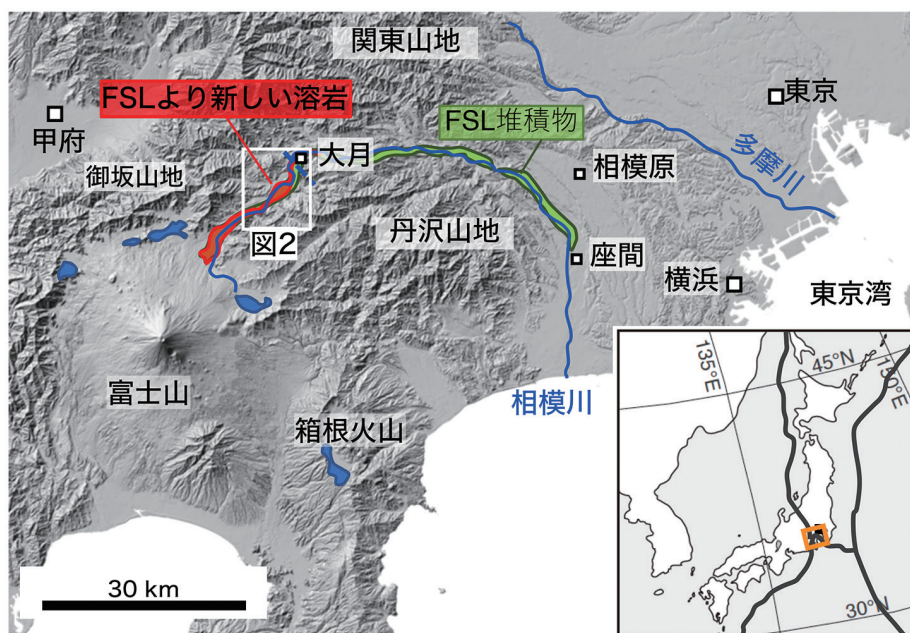


図 1. 相模川および FSL 堆積物の分布。FSL 堆積物の分布は相模原市教育委員会(1990)に基づく。基図に国土地理院『地理院地図』(<https://maps.gsi.go.jp/>)を使用。

本報告では、相模川上流域でのいくつかの露頭記載の結果を紹介し、それを基に相模川上流域におけるFSL堆積物の層相と分布について再検討を行った。

## 2 地域概要

相模川は富士山を源流とし、山梨県東部（山中湖）から神奈川県中部にかけて丹沢山地北縁～東縁を時計回りに流下し、関東平野南西部から相模湾に注ぐ(図1)。

相模川は山梨県内では桂川と呼ばれており、本報告では露頭記載など局所的な記述では桂川、広域的な記述では相模川を用いる。また源流部から大月市内の笹子川との合流点までを相模川上流部、笹子川合流点から関東山地と関東平野の境界（津久井ダム付近）までを相模川中流部、津久井ダムより下流側を相模川下流部とする。本報告の研究対象である相模川上流部においては、源流部に富士山の玄武岩質溶岩が、富士吉田一

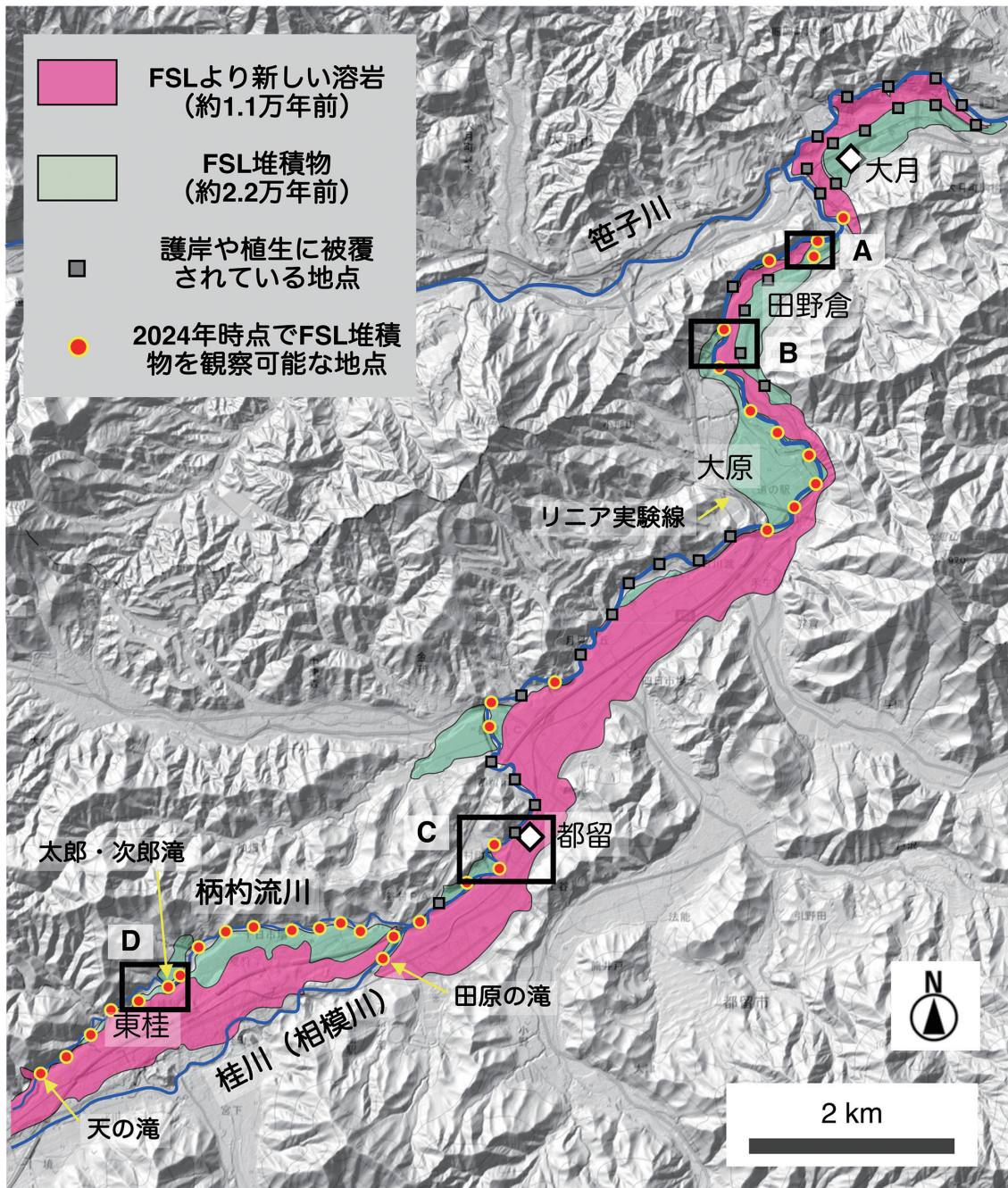


図2. 相模川上流域における調査地域。FSL堆積物およびその上位の溶岩の分布は、調査結果に加え相模原市教育委員会(1990)および高田ほか(2016)を参考に作成。基図に国土地理院『地理院地図』(<https://maps.gsi.go.jp/>)を使用。

大月間の桂川谷を挟む丹沢山地（道志山塊）と御坂山地には、中部中新統西八代層群相当層の凝灰岩や凝灰角礫岩、玄武岩—安山岩—デイサイトが広く分布し、一部に上部中新統富士川層群相当層の礫岩、砂岩および頁岩、その他に中～後期中新世の石英閃緑岩やトータル岩などの深成岩類が分布する（例えば、尾崎ほか，2002）。

富士相模川ラハール堆積物は相模川上流部の西桂町から、現在の富士山頂より約 90 km 下流に位置する座間市付近にかけて報告されている（例えば、貝塚・森山，1969；相模原市教育委員会，1990）。古くから相模川沿いでは通常の河川堆積物とは様相の異なる泥流堆積物の存在が知られており（例えば、平林，1899）、花井（1927）は相模川上流域から中流域にかけて、ラハール堆積物を玄武岩の角礫やスコリアに富む固結した火山砂礫層と記載し、泥流堆積物である可能性に触れている。津屋（1940）によって古富士火山が提唱されて以降、相模川沿いのラハール堆積物は古富士泥流堆積物のひとつと認識されるようになり、その後富士山起源の泥流堆積物の中でも、相模川沿いの段丘構成層の直上に分布する古富士泥流堆積物のことを、特に富士相模川泥流堆積物（相模原市地形・地質調査会，1986）と呼ぶようになった。

FSL の流下年代については、以下のような測定及び推定がなされている。相模原市教育委員会（1990）は、中央自動車道都留インターチェンジ近くの桂川および支流の大幡川沿いに露出した FSL 堆積物直下の堆積物中に含まれる木片の放射性炭素年代を 4 点測定し、うち 3 点から  $15,330 \pm 200$  yBP、 $17,510 \pm 320$  yBP、 $18,360 \pm 1040$  yBP という値を得ている。ただし、これらは同位体分別補正および暦年較正を施されていない。一方、相模原市内の陽原段丘面上に位置し、FSL 堆積物のほぼ直上に住居状遺構が見られる田名向原遺跡から出土した炭

化物からは、 $17,650 \pm 60$  yBP、 $17,630 \pm 50$  yBP という AMS 年代（同位体分別補正済）が得られている（辻・津村，2004）。町田（2009a）は暦年較正プログラム Calib04 を用いてこれらの年代値を暦年較正し、2.10～2.07 万年前（1950 年を基準とする）という値を得ている。さらに町田（2009b）では、相模原市教育委員会（1990）による上述の未較正年代値や相模川沿いの河成段丘と氷期—間氷期サイクルの関係も参考にしつつ、FSL の流下年代を最終氷期極相期に近い 22,000 年前頃と見積もっている。近年、山元ほか（2007）や高田ほか（2016）により、富士山の溶岩流や噴出物の層序が再検討され、約 10 万年前から 1.7 万年前は星山期、1.7 万年前から 8,000 年前は富士宮期、8,000 年前から現在までは須走期と定義された。FSL は星山期に発生したことになる。

相模川中流域から下流域にかけての FSL 堆積物については、相模原市地形・地質調査会（1986）および相模原市教育委員会（1990）によって詳細な調査がなされており、相模川下流域にまで到達する大規模なラハールの流下が少なくとも 3 回発生したことが推定されている。一方相模川上流部でも富士山麓に近い一帯では、FSL 堆積物はより新しい猿橋溶岩やそれを覆う桂溶岩（11.1～10.6 cal kaBP：高田ほか，2016）に完全に覆われ、FSL 堆積物は西桂町付近より下流側において、桂川谷の北側を流れる支流（柄杓流川）沿いに露出するようになる（図 2）。従来は柄杓流川右岸の太郎・次郎滝から 0.5 km 程上流（図 2 地点 D 付近）が FSL 堆積物露出地点最上流部とされてきたが（相模原市教育委員会，1990；町田，2009b など）、今回の一連の調査で太郎・次郎滝から約 1.7 km 上流に位置する天の滝まで同様の堆積物の露頭が点在していることが確認された（図 2、図 3a）。

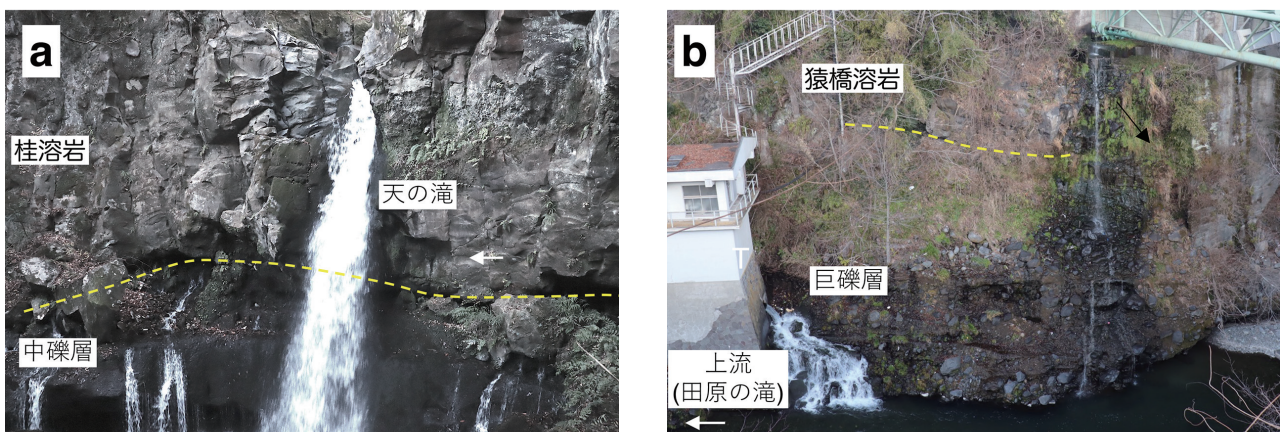


図 3. 柄杓流川と桂川で確認されているラハール堆積物の露頭。(a) 柄杓流川、天の滝における中礫層と桂溶岩の累重、(b) 田原の滝直下の桂川谷壁における巨礫層。

桂川本流沿いでは、後述のように柄杓流川との合流点から約 500 m 上流の田原の滝直下が FSL 堆積物露出地点最上流部となると推定される (図 3b)。桂川と柄杓流川の合流点より下流側でも、国道や富士急行線が通る幅 1 km 程度の桂川谷の底は猿橋溶岩に覆われ、FSL 堆積物を観察できるのは高さ 20 m 前後の桂川の現流路沿いの谷壁に限られる。ただし近年では、桂川の現流路沿いの谷壁でも多くの部分がコンクリート製擁壁や植生に覆われている。リニア実験線が桂川谷を横切る都留市大原地区やその下流の田野倉地区に到ると、猿橋溶岩は桂川谷の谷底のうち一部のみを覆うようになる (相模原市教育委員会, 1990; 高田ほか, 2016)。また FSL 堆積物を作る地形面と猿橋溶岩を作る地形面の高度には、大原地区ではほとんど差がないが、下流に向かって猿橋溶岩を作る地形面が低くなり、猿橋に至ると両者の高度差は 30 m 近くになる。すなわち大原地区より下流側では、FSL 堆積物は高位の地形面として桂川谷の谷底に広く分布するようになるが、地形面上の都市化のため、FSL 堆積物を観察できるのは、やはり主に桂川現流路沿いの谷壁に限られる。

### 3 相模川上流域での FSL 堆積物と上下の堆積物の特徴

以下に 2024 年末時点で FSL 堆積物の露出が良好な 4 地点 (図 2) の露頭観察結果を紹介する。最も下流側に位置する桂川大橋周辺の露頭は、相模川上流域の FSL 堆積物を理解する上で重要な露頭であるので、(A) 桂川大橋周辺、(B) 田野倉、(C) 谷村、(D) 東桂の順に下流側から紹介する。

#### (A) 桂川大橋周辺 (地点 A)

**岩相記載** 桂川と笹子川の合流点から約 1.5 km 上流、大月駅と富士急行線田野倉駅のほぼ中間に位置する桂川大橋下流側右岸の谷壁は (図 4a)、相模原市教育委員会 (1990) などでも紹介されてきた。ここでは大月都留広域事務組合の廃棄物処理施設の西側に位置する崖 (図 4b) と、東側に位置する崖 (図 4c) で、露頭上部に露出する岩種が異なる。まず両方の露頭共通で、谷壁最下部には高さ 7 m ほどのコンクリート製擁壁が設けられ、擁壁より上には厚さ 10 ~ 11 m の巨礫層が見られる。巨礫層の上には、西側の崖では厚さ約 7 m の猿橋溶岩が、東側の崖では厚さ約 15 m の中礫層が、それぞれ載る。

**【大礫層】** 2019 年の令和元年台風第 19 号の通過時に生じた桂川の出水により、廃棄物処理施設から西側の崖の下部を覆うコンクリート製の擁壁が崩落し、擁壁に

覆われていた部分に、巨礫を多く含み斜交層理の発達した大礫層が存在することが明らかになった (図 4b、4d)。大礫及び巨礫の大多数は亜円礫~円礫であり、巨礫の径は 1 m 近いものが比較的多く、最大で約 2 m である。巨礫~大礫は主に凝灰岩礫からなり、玄武岩礫、砂岩礫、頁岩礫、深成岩礫も見られる。これらの礫間を充填している基質は中粒砂主体であり、巨礫に富む部分では礫支持、巨礫の少ない部分では基質支持である。

**【巨礫層】** 擁壁の直上に露出する巨礫層の表面は大部分が植生に覆われており、全体を間近に観察することは難しいが、巨礫層最下部については廃棄物処理施設西側の崖の擁壁の直上で、最上部については廃棄物処理施設東側の段丘崖の麓で、それぞれ観察可能である。巨礫層の大部分は玄武岩の巨礫~中礫で構成され、大部分は無構造である。まれに斜交層理を呈するレンズ状の細礫~砂層が挟まれる。径 50 ~ 20 cm 程度の巨礫~大礫と、径 5 ~ 3 cm の中礫を主体とし、しばしば径 50 cm 以上の巨礫を含む。礫支持であり、基質はやや泥質な中礫~中粒砂であり淘汰は悪い。礫は主に暗灰色~黒色の玄武岩礫からなるが、基盤である新第三系の凝灰岩礫も比較的良好に含まれ、特に最下部の中礫では凝灰岩礫が卓越する。他には深成岩礫や頁岩礫が少量含まれる。玄武岩礫は斑晶鉱物が小さく多孔質なものが目立つ。斑晶鉱物が 2 mm より小さい玄武岩は古富士火山噴出物の特徴であり (例えば、高田ほか, 2016)、これらの玄武岩礫は古富士火山の溶岩起源と推定される。礫の形状は亜角礫から円礫であるが、この地域の基盤岩である凝灰岩礫は亜角礫が比較的多い (図 4e)。巨礫層最上部では南西に傾くインブリケーションを示す、すなわち南西から北東へ向かう古流向を示す巨礫が顕著に認められ (図 4f)、また長軸の向き (オリエンテーション) が流向に直交する北西-南東方向を示す巨礫が多い。

**【巨礫層-中礫層間の細礫層】** 廃棄物処理施設東側の崖では、巨礫層とその上に載る中礫層の間に、厚さ約 0.3 ~ 0.6 m の大礫~中礫混じりの細礫層が挟まれている (図 4f)。細礫層の下部は下位の巨礫層の凹部を埋めるように分布している。細礫層主部は平行層理や緩やかな斜交層理を呈し、含まれる大礫~中礫のインブリケーションは南西から北東へ向かう古流向を示す。しばしば細長い形状の巨礫を含み、そのオリエンテーションは北西-南東を示し、インブリケーションの方位と直交する。基質は粗粒~中粒砂であり、他の部分と比較すると固結度が弱く、この部分がえぐれている。

**【中礫層】** 廃棄物処理施設東側の崖上部に露出する中

礫層の厚さは約 15 m であり、スコリア層と思われる厚さ数 10 cm の黒色の薄層によって 3 つ以上のユニットに分かれる (図 4c)。桂川現流路の谷壁沿いでは中礫層へのアプローチは困難であるが、廃棄物処理施設南東側の段丘崖で、中礫層最下部と最上部を間近で観察できる。最下部と最上部のユニット共に、径 3 ~ 1 cm 程度の玄武岩質の亜円礫が主体であり、中礫層最下部をはじめ、ところどころに大礫も含まれる。基質は泥質な極粗粒~中粒砂であり、最上部は泥分を比較的多く含む。

また最上部のユニットには玄武岩礫のほか、径 5 cm 近い新第三系凝灰岩の亜角礫が多数含まれる。各ユニット内部は無構造である。

**解釈** 【大礫層】擁壁に隠されている巨礫混じりの大礫層は、斜交層理が発達し (図 4b、4d)、掃流の影響を示すため、通常河川堆積物と解釈される。玄武岩礫も認められるものの、礫の大部分は周辺の基盤岩である凝灰岩礫であり、FSL 発生前の桂川の河床堆積物と判断される。

【巨礫層】擁壁の直上に露出する巨礫層は、従来は

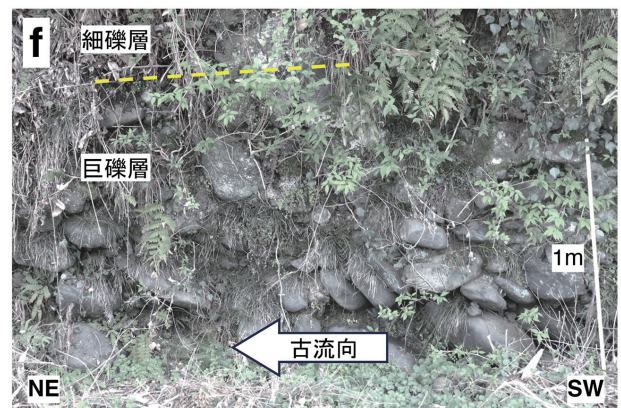
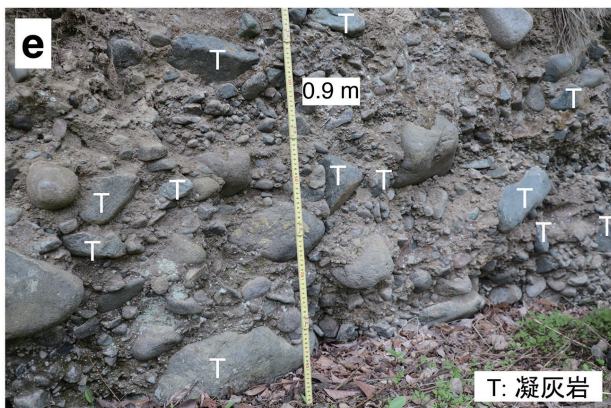


図 4. 地点 A におけるラハール堆積物。(a) 写真 (b) ~ (f) の位置図 (国土地理院『地理院地図』を使用、矢印は撮影方向を表す、以下同様)、(b) 桂川沿い西側露頭、(c) 桂川沿い東側露頭、(d) 擁壁に隠されていた河川堆積物、(e) 巨礫層最下部、(f) 巨礫層最上部。

通常河川堆積物と考えられてきた（例えば、相模原市教育委員会，1990）。しかし無構造かつ淘汰が悪いという特徴は、水と堆積粒子が集合状態で移動する土石流堆積物の典型的な特徴である（例えば、南ほか，2015）。さらに古富士火山起源と思われる玄武岩礫を主体とする点、桂川谷に沿って分布している点から、この堆積物はラハール堆積物と判断される。細粒の火山噴出物を多く含有する堆積物は通常河川堆積物より強く固結することが多く、地点 A においても桂川現流路沿いの谷壁において通常河川堆積物の分布範囲に相当する水面からの高度 7 m までがコンクリート製擁壁に覆われているのは、ラハール堆積物である巨礫層よりその下位の巨礫層（通常河川堆積物）が崩壊しやすいためと考えられる。なお最上部の巨礫のオリエンテーションからは巨礫が掃流により転動したと推定されるが、これについては後述する。

【巨礫層—中礫層間の細礫層】廃棄物処理施設東側の崖に露出する、大礫～中礫混じりの細礫層は、平行層理や緩やかな斜交層理を呈する点、大礫のオリエンテーションがインブリケーションの方位と直交する北西—南東を示し、大礫が転動しながら堆積したことを示唆する点から、下位の巨礫層とは異なり掃流の影響を受けつつ堆積した通常河川堆積物と判断される。ただし巨礫層下位の巨礫層と異なり、この細礫層は古富士火山起源と思われる玄武岩礫を主体とするため、ラハール堆積物の一部とみなせる。細礫層の下部は下位の巨礫層の凹部を埋めるように分布している点、下位の巨礫層最上部の巨礫のオリエンテーションからは巨礫が最終的に転動したと推定される点から、土石流堆積物である巨礫層の堆積後に水流が巨礫層最上部の基質を洗い流し、巨礫層最上部の巨礫～大礫が短い距離を転動したのちに、細礫層が堆積したと考えられる。桂川現流路沿いの崖では、この細礫層は確認できず、上位の中礫層の堆積時に削剥された可能性がある。

【中礫層】廃棄物処理施設東側の崖上部に露出する中礫層は従来から FSL 堆積物とされている（例えば、相模原市教育委員会，1990）。この中礫層は亜円礫が主体で淘汰が悪い無構造礫層であり、巨礫層と同様に集合状態で移動・堆積したと考えられる。さらに礫および基質ともに主に玄武岩質溶岩やスコリアからなるためラハール堆積物と考えられ、従来の対比は妥当と判断される。一方西側の崖上部に露出する厚さ約 7 m の猿橋溶岩は、相模原市教育委員会（1990）等にも示されている通り、FSL 堆積物の地形面（Ⅲ<sub>M</sub>面）が

下刻された後に形成された低位段丘面を覆っていると考えられる。

#### (B) 田野倉（地点 B）

**岩相記載** 富士急行線田野倉駅から北西にあたる桂川現流路沿い（図 5a）では、幅 50～100 m ほどの河原の右岸と左岸で谷壁に露出する岩種が異なる。右岸では高さ 3 m 程度の擁壁の上に巨礫や中礫を含む大礫層が約 2 m 厚露出し、その上を猿橋溶岩が覆う（図 5b）。一方、左岸には擁壁はなく、桂川の河原から約 8 m の高さまで巨礫層が露出し、その上に厚さ約 7 m の中礫層が分布する。

【大礫層】右岸に露出する大礫層の表面は風化が進み堆積構造は不明だが、現在の桂川と同じく南から北への流向を示すインブリケーションが発達する。礫種はやや青みがかった凝灰岩礫が半分以上を占め、その他に礫岩～砂岩礫、古富士火山由来と思われる暗灰色の玄武岩礫、頁岩礫、石英閃緑岩などの深成岩礫も見られる。暗灰色の玄武岩礫より色味がやや薄く、緻密な火山岩礫も見られるが、これらはしばしば二次的に晶出した鉱物が火山岩中の気泡を充填した杏仁状組織を有している。杏仁状組織は海底に噴出した溶岩特有とされているので、これらの緻密な火山岩礫は富士山の溶岩ではなく、南部フォッサマグナの海底火山起源の火山岩と推定される。礫支持であり、基質はやや泥質な細礫～中粒砂である。

【巨礫層】左岸に露出する巨礫層の礫は径 50 cm を超えるものが多く、最大で径 2 m 程度である。巨礫層は以下に示す 3 つのユニットに分けられる。河原から 3 m 弱の高さまで、径 50 cm を超える巨礫に富む礫支持、無構造のユニットが存在し、しばしば現在の桂川と同じく北向きの古流向を示すインブリケーションが観察される。その上に厚さ 2 m 強の、緩くうねった平行層理や南側に緩く傾斜した斜交層理が発達する中礫～粗粒砂からなるユニットが載る（図 5c）。ユニット内ではこれらの層理に沿って、大礫や巨礫が連なっている。南方向へ傾斜した斜交層理は、礫のインブリケーションが示す古流向が北向きであるということから、強い水流下で上流方向に移動するアンチデューン（反砂堆）の堆積構造と考えられる（図 5c）。その上に巨礫や大礫に富む無構造のユニットが載る。このユニットが巨礫層の最上部であり、上位の中礫層に部分的に削剥され、厚さは 4～2 m と変化する。以上 3 つのユニット共通の特徴として、巨礫～大礫のほとんどが、暗灰色～黒色を呈し、斑晶が小さな玄武岩礫か

らなる。また多孔質なものが目立ち、地点 A の巨礫層と共通の特徴をもつ。新第三系の青みがかった凝灰岩礫と白色の石英閃緑岩～トータル岩礫も比較的良好に見られる。中礫では古富士起源の玄武岩礫と凝灰岩礫が共に多く見られる。礫の形状としては、玄武岩礫は垂円礫、凝灰岩礫は垂角～垂円礫、石英閃緑岩～トータル岩礫は円礫が多い。基質はやや泥質な細礫～中粒砂だが、層理の発達したユニットでは泥分はほとんど含まれない。この層理の発達したユニットは地点 A

では観察できなかったものの、地点 B から約 2 km 上流側に位置する大原地区南部の桂川現流路の左岸において観察できる。

【巨礫層～中礫層間のスコリア層】巨礫層の上には厚さ約 40 cm の砂粒子サイズの黒色のスコリア層が載る。スコリア層は径 2～1 cm の中礫の薄層を数枚挟む。これらの中礫は南に傾くインブリケーションを示す。

【中礫層】スコリア層の上には中礫層が載る。南北に延びる桂川現流路の谷壁沿いでは、この中礫層は 5

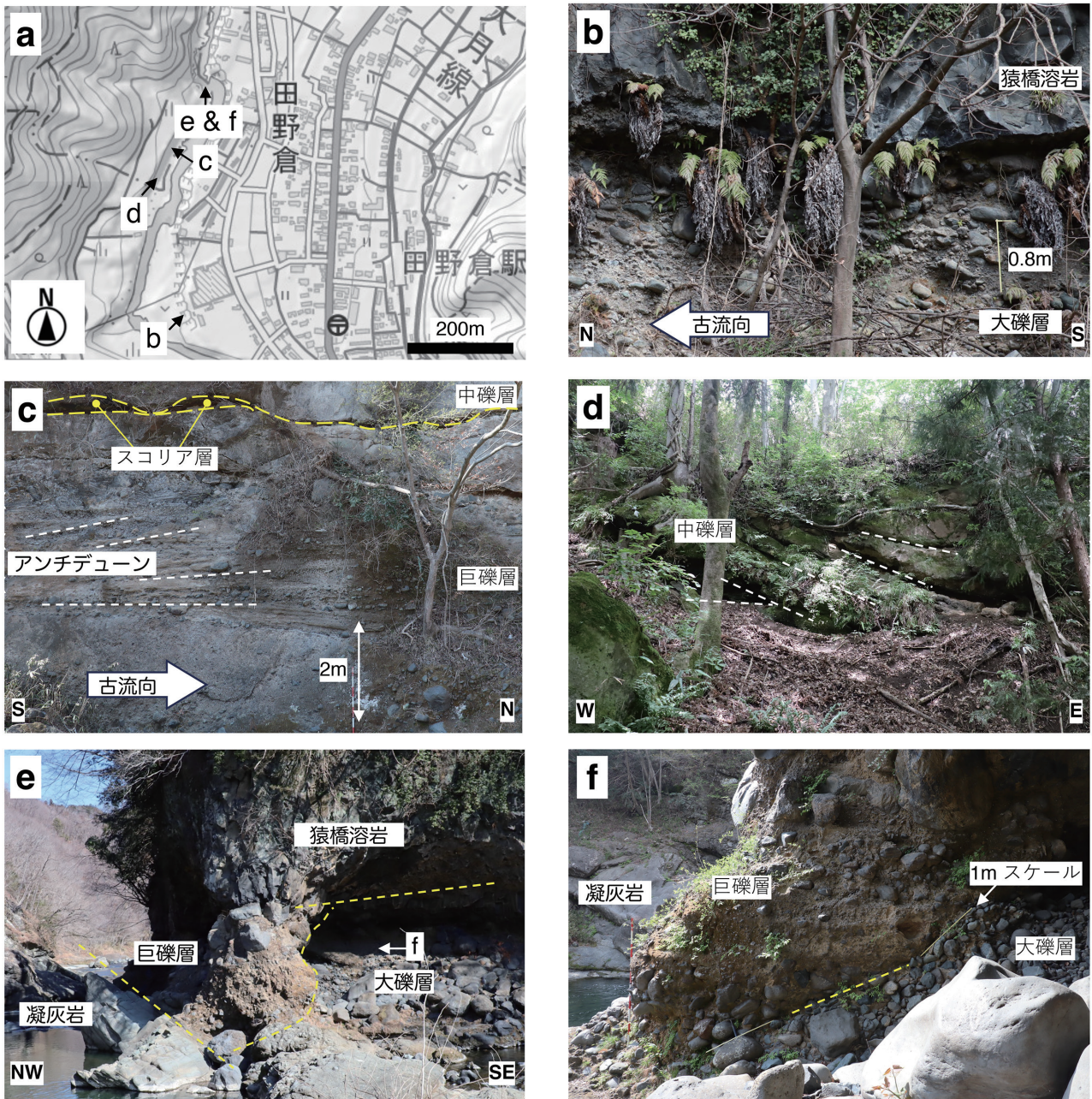


図 5. 地点 B におけるラハール堆積物。(a) 写真 (b)～(f) の位置図、(b) 通常河川堆積物、(c) 巨礫層上部に見られるアンチデューン、(d) 中礫層に発達する地すべり、(e) 下流側で確認できる新第三系凝灰岩、通常河川堆積物、巨礫層、猿橋溶岩の累重、(f) 河川堆積物と巨礫層の境界部。

つのユニットからなり、波打った基底部が下位のスコリア層と巨礫層最上部のユニットを部分的に剝削しているように見える (図 5c)。ところが谷壁に刻まれた沢沿いの東西方向の断面で中礫層を観察すると、中礫層の中上部が桂川現流路に向かってすべり落ちているのが認められる (図 5d)。すべり面で接しているユニット同士は別個のユニットと考えられるので、中礫層は少なくとも7つのユニットからなり、中礫層の本来の厚さは11 m 以上であったと推定される (図 6a)。つまり桂川現流路の谷壁沿いで見られた中礫層の基底部は、実はすべり落ちてきた中礫層中部と考えられる。下位から2番目のユニットのみ砂サイズのスコリアからなり、大部分は無構造で一部トラフ型斜交層理が認められる。他のユニットは径3~1 cm 程度のスコリアや溶岩片を主体とし、大部分は無構造だが、ところどころに中礫~細礫からなるかすかな平行層理が見ら

れる。ところどころに径20~10 cm 程度の垂角状~垂円状の大礫を含む。基質はスコリア質の細礫~中粒砂であり、やや泥質である。中礫層内のユニットを分けるスコリア層は、厚さ数10 cm の赤褐色を呈する風化したスコリア層である。また部分的に径5 cm 程度の角礫を含む。

**解釈【大礫層】** 右岸に露出する巨礫を含む大礫層に含まれる礫の大部分は、凝灰岩、礫岩~砂岩、石英閃緑岩など、周辺の新第三系に由来する礫である。したがってこの大礫層はラハール堆積物ではなく通常河川堆積物と判断される。地点 B 下流側の、河原がなく狭い峡谷に移り変わる地点の右岸では、下位から通常河川堆積物、左岸で見られる巨礫層、猿橋溶岩が累重するのが観察され (図 5e、5f)、通常河川堆積物が地点 A 同様に FSL 発生前の桂川の河床礫であることを示している。

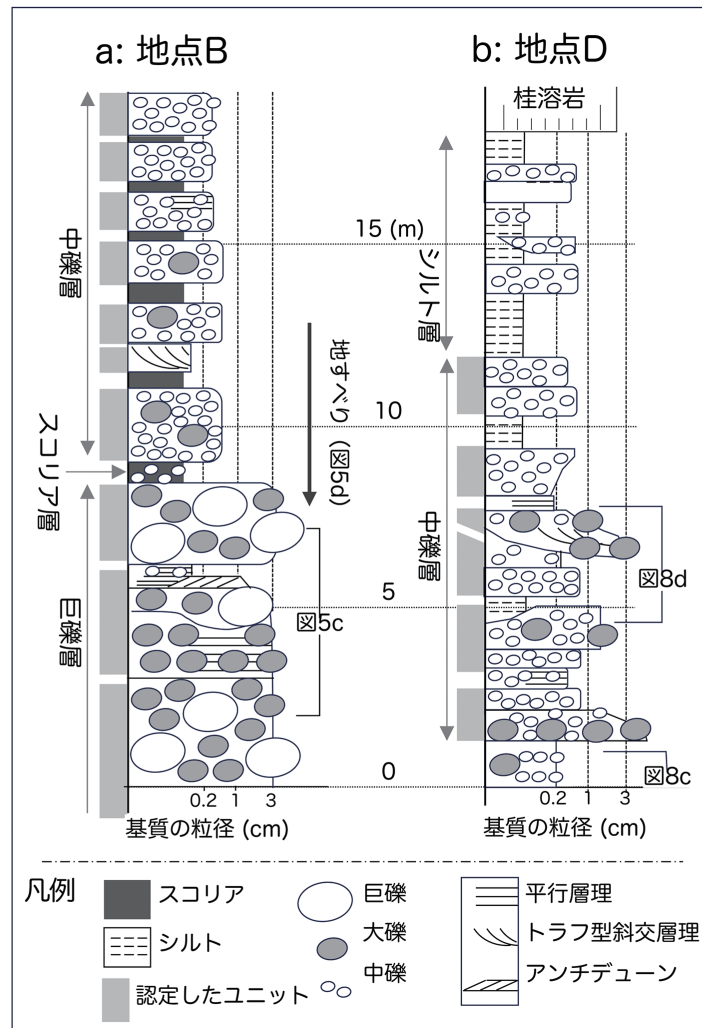


図 6. 地点 B, D におけるラハール堆積物の柱状図。

【巨礫層】左岸に露出する巨礫層は大部分が無構造であり、古富士起源の玄武岩礫に富むことから、ラハール堆積物と判断される。巨礫層中の一部では層理が発達し、アンチデューンによる斜交層理や緩くうねった層理がみられる。緩くうねった層理も、アンチデューン内部の堆積構造である HCS mimic（例えば、Rust and Gibling, 1990）と推定される。このユニットは掃流により形成されているが、古富士起源の礫を主体とする点は共通しており、他の部分同様にラハール堆積物の一部と解釈される。

【巨礫層－中礫層間のスコリア層】巨礫層と中礫層の間に挟まるスコリア層は、粒子が黒色を保ち風化していない点、また含まれる中礫がインプリケーションを示す点から、巨礫層堆積直後、桂川の河道内で堆積したと推定される。

【中礫層】中礫層は地点 B の右岸では地形面としての広がりを持たないため、相模原市教育委員会（1990）などでは FSL 堆積物として記載されていなかったが、基本的に無構造である点、富士山起源のスコリアと溶岩片からなる点から、FSL 堆積物と判断される。中礫層のユニット間のスコリア層は風化しており降下スコ

リアと考えられ、中礫層は当時の河道より高所で堆積したと考えられる。

### (C) 谷村（地点 C）

岩相記載 大原地区南西端から柄杓流川との合流点にかけては、桂川現流路の谷壁の大部分は擁壁に覆われているが（図 2）、富士急行線谷村町駅西側に架かる城南橋下流左岸の谷壁下部で（図 7a、7b）、巨礫層と中礫層の境界部を観察できる。

【巨礫層】河床から高さ 2 m までは巨礫～大礫サイズの角礫～亜円礫からなる無構造巨礫層が露出する（図 7c、7d）。礫の大部分は暗灰色～黒色、多孔質な玄武岩が目立つため、古富士起源の溶岩と判断される。やや青みがかった新第三系凝灰岩礫も比較的多く認められる。

【巨礫層－中礫層間の砂層】巨礫層の上には、中礫層を繰り返す挟む砂層が載る。全体の厚さは 1.5 m であり、下部では中礫層が優勢で中礫層の厚さは 10 cm 程度、砂層の厚さは数 cm であるが、上方に向かうにつれて礫層は薄層化、細粒化し、上部の厚さ約 0.5 m では中礫混じりの砂層となる。中礫の径は上位に向かって径 3 cm 程度から 1 cm 程度に大きさを減じる。

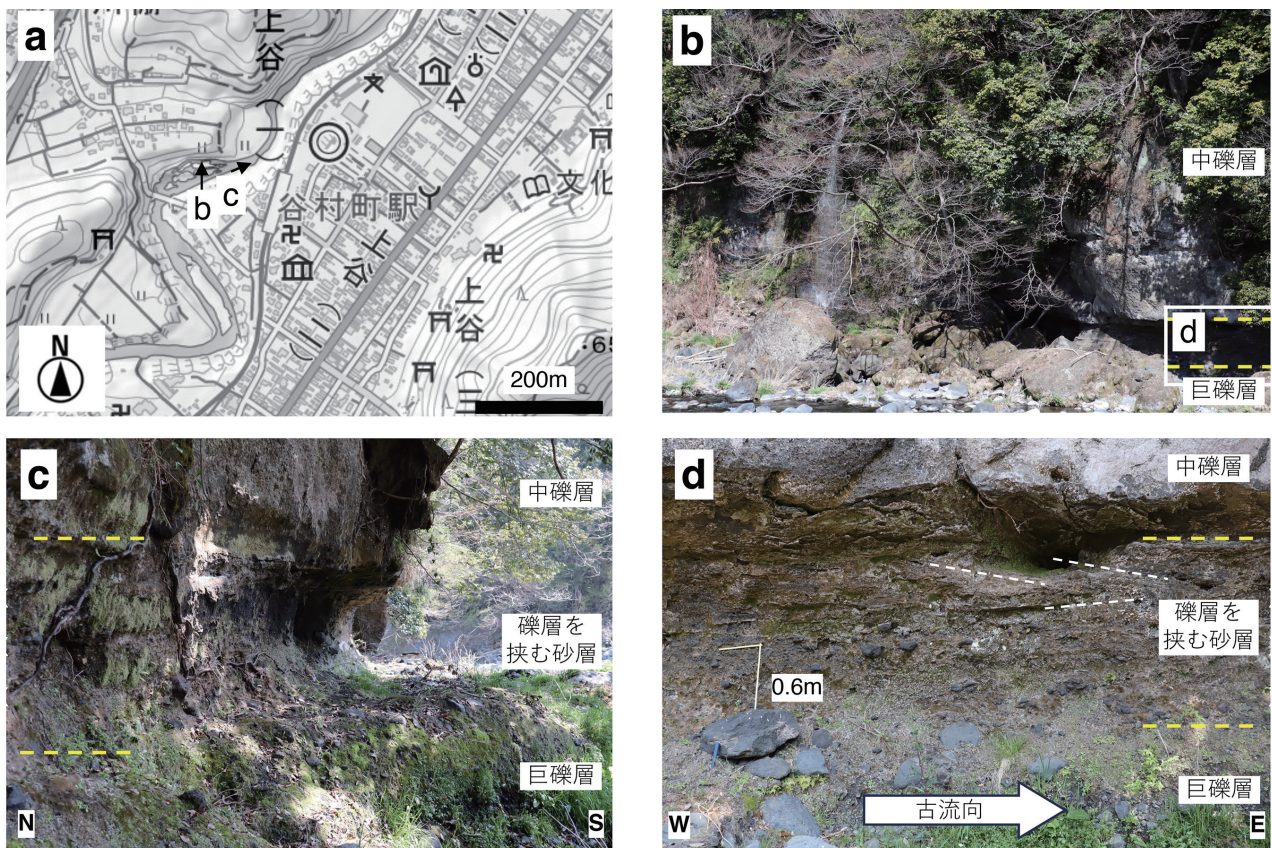


図 7. 地点 C におけるラハール堆積物。(a) 写真 (b)～(d) の位置図、(b) 桂川左岸に露出する巨礫層および中礫層、(c) 巨礫層と中礫層の境界部分、(d) 巨礫層と中礫層の境界部分に見られる堆積構造。

ところどころに径 10 cm 弱の大礫を含む (図 7d)。上部の砂層には平行層理、また部分的に斜交層理が見られるが、下部～中部では砂層、礫層ともに内部構造が認められない。

【中礫層】砂層の上に載る厚さ 10 m 以上の中礫層を間近で観察することはできなかったが、全体的に無構造であり、厚さ 3 m 程の 3 つ以上のユニットが認められる。桂川の流路脇に落下している中礫層のブロック (図 7b) を観察すると、径 3～2 cm の中礫を主体とした礫支持であり、径 20～10 cm の大礫が散在する。また大礫が集中する層準がある。中礫、大礫共に垂円礫主体であり、大部分が暗灰色～黒色で多孔質な玄武岩が目立ち、古富士起源の溶岩礫と判断される。大礫には基盤岩である新第三系の凝灰岩の垂角礫も比較的多く含まれる。ユニットを隔てる境界部は、平行層理を呈するスコリア層である。

**解釈** 【巨礫層】河床付近の巨礫層は無構造で古富士火山の溶岩に富み、地点 A、B でも認められた土石流状のラハール堆積物と判断される。

【巨礫層－中礫層間の砂層】下部の砂層と礫層の繰り返しには内部構造が認められない点、outsized clast に相当する大礫が混じっている点から、通常的水流である掃流と土石流の中間的な状態とされるハイパーコンセントレイテッド流堆積物 (例えば、Smith, 1987; 片岡・中条, 2000) である可能性がある。上部の中礫混じりの砂層には、平行層理や斜交層理が見られるため、掃流の影響下で形成されたと考えられる。また地点 A と同じく、巨礫層と中礫層の間は崖の凹んだ部分となっており (図 7c)、上下の礫層と比較して固結度が弱いと考えられる。

【中礫層】本地点の地形面は従来から FSL の堆積面とされており (相模原市教育委員会, 1990)、すなわち地形面を構成している中礫層は FSL 堆積物と認定されている。中礫層は無構造であり古富士起源の溶岩の垂円礫からなるので、この認定は妥当と判断される。

#### (D) 東桂 (地点 D)

**岩相記載** 富士急行線東桂駅のほぼ真北、柄杓流川右岸の太郎・次郎滝および、その 0.5 km 程上流に位置するわさび園・養鱒場へと下る柄杓流川右岸の林道沿いは (図 8a)、相模原市教育委員会 (1990) や町田 (2009b) などで FSL 堆積物露出地点最上流部とされてきた。

【巨礫層】太郎・次郎滝周辺の高さ 20 m 近い谷壁の最下部には、水面から約 3 m の高さまで巨礫層が見ら

れ、その上に中礫層が重なる (図 8b)。巨礫層は無構造の巨礫～大礫からなり、平行層理の発達した厚さ 20 cm 程度のスコリア層を挟んで 2 つのユニットが認められるが、場所によっては最上位のユニットが下位のユニットの上部まで削剥している (図 8b)。最上位のユニットは正級化を示し、上半部の大部分は中礫からなる。巨礫および大礫は径 60～10 cm 程度の垂角～垂円礫を主体とする。これらの巨礫～大礫はほぼ全てが暗灰色～黒色で多孔質なものが目立つ古富士起源溶岩の礫であり、基質は玄武岩質の溶岩片やスコリアの中礫～細礫である。

【巨礫層－中礫層間の互層】巨礫層の直上には厚さ約 1 m の、中礫層と砂層の互層が載る。中礫層及び砂層個々の層の厚さは概ね 10 cm 以下であり、中礫の径は 3～1 cm である。下部の厚さ約 15 cm の中礫層には斜交層理、また砂層には平行層理が認められる (図 8c)。中礫の大部分は玄武岩質溶岩である。上下の巨礫層、中礫層に比較するとやや固結が弱い。

【中礫層】太郎・次郎滝周辺では巨礫層の上位に位置する中礫層を詳細に観察することは難しいが、約 0.5 km 上流の柄杓流川右岸の林道沿いで、中礫層を間近に観察することができる (図 8a、8d)。露頭最下部には中礫層と砂層の互層が見られる。この互層の層厚は約 1 m であり、太郎・次郎滝において巨礫層直上に載る互層に対比されると推定される。互層の上には全体の層厚が約 11 m の中礫層が載る。中礫層の大部分は無構造、主に径 5～3 cm ほどの玄武岩質溶岩の中礫からなる。この中礫層にはところどころ、径 1 cm 程度の細かな中礫からなり、平行層理や斜交層理を呈する厚さ数 10 cm の中礫層 (図 8e) や、厚さ数 10 cm のシルト層、チャンネル状の侵食面 (図 8f) が挟まれ、これらにより少なくとも 6 つのユニットに区分することができる (図 6b)。各ユニットの厚さは概ね 1～2 m である。下位のユニットには、部分的に大礫や巨礫が濃集する部分がある。

【シルト層】中礫層の上には層厚約 6 m のシルト層が載る。シルト層上部には、厚さ数 10 cm の中礫層が複数枚挟まれる。この中礫層は主に周辺の基盤岩である凝灰岩礫からなる。シルト層の上には地点 D 周辺まで流下した桂溶岩が載る。

**解釈** 【巨礫層】巨礫層は無構造であり、巨礫～大礫のほぼ全てが古富士起源溶岩、基質は玄武岩質の溶岩片やスコリアの中礫～細礫からなるため、ラハール堆積物と判断される。

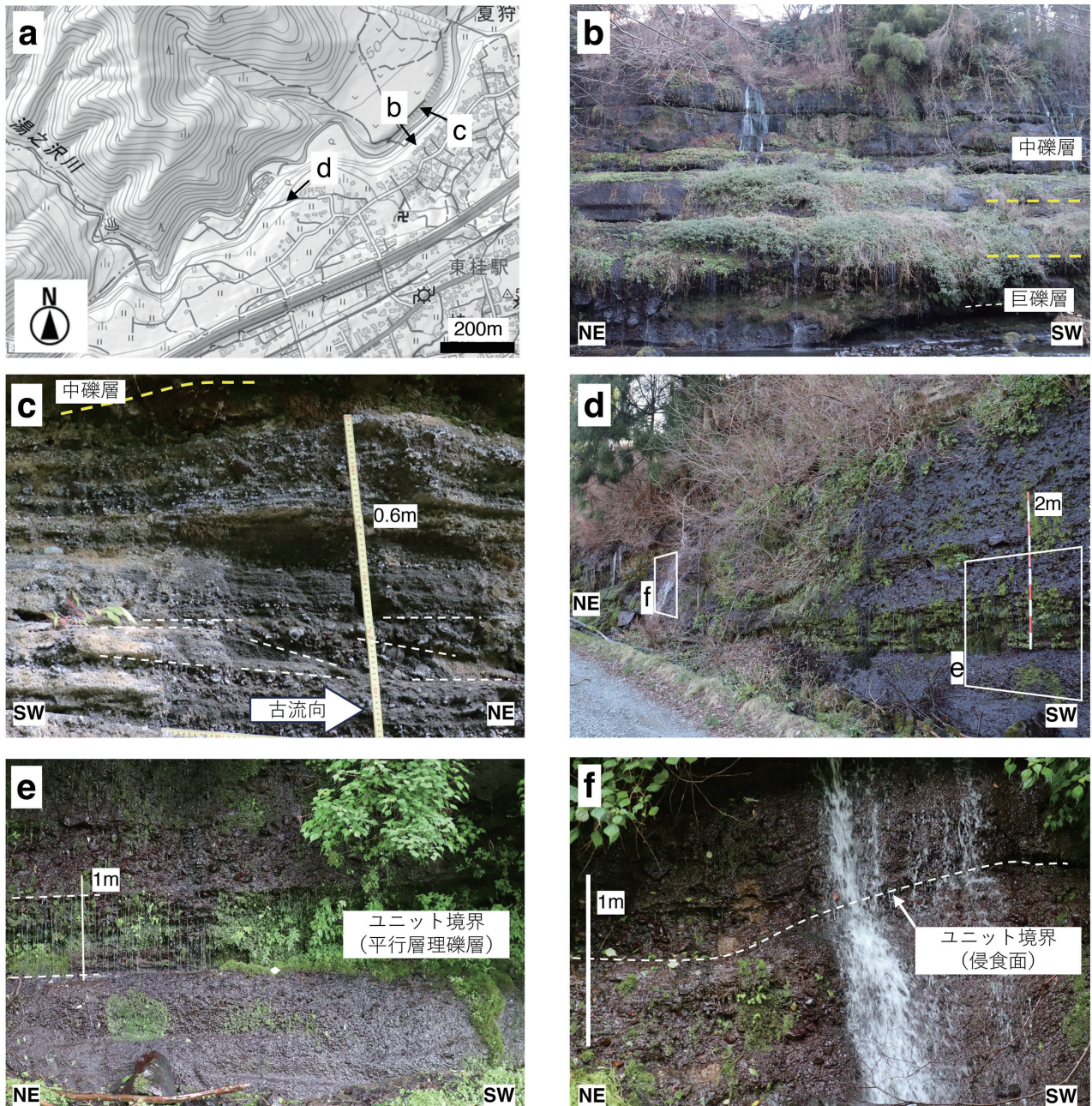


図8. 地点Dにおけるラハール堆積物。(a) 写真 (b) ~ (d) の位置図、(b) 柄杓流川右岸に露出する巨礫層および中礫層、(c) 巨礫層と中礫層の境界部分、(d) 柄杓流川右岸の林道沿いに露出する中礫層、(e) ユニット境界（平行層理中礫層）、(f) ユニット境界（侵食面）。

【巨礫層－中礫層間の互層】 巨礫層と中礫層の間の互層は平行層理や斜交層理を有するので、掃流により形成された堆積物と判断される。上下の巨礫層や中礫層と比較すると固結がやや弱い、含有される中礫は玄武岩質溶岩を主体としているので、ラハール堆積物の一部としての通常河川堆積物と推測される。

【中礫層】 中礫層は無構造で玄武岩礫を主体とし、既存の報告（相模原市教育委員会，1990；町田，2009b）の通り FSL 堆積物と判断される。

【シルト層】 シルトは通常の川の流れては堆積しないため、FSL 堆積物上に形成された堰き止め湖などの静水域が存在したことを示す。この静水域は通常時にはシルトの堆積により、また周辺からの突発的な礫の流入により埋積されていったことを示唆する。

#### 4 相模川上流域に分布するラハール巨礫層の由来と分布

地点 A ~ D での記載から、相模川上流域においては従来から FSL 堆積物とされてきた無構造の玄武岩

質中礫層の直下に、ラハール堆積物と解釈される無構造の玄武岩の巨礫層が存在していることが明らかとなった。本報告で紹介した4地点だけでなく、中礫層の下限が認められる露頭のほとんどで、その下位に直接、または2 m厚ほどの古富士火山の噴出物に富むハイパーコンセントレイテッド流～通常河川堆積物を挟んで、無構造玄武岩質巨礫層が認められている。現時点ではこの巨礫層が中礫層と同じくFSL堆積物なのか、それとも別個のラハール堆積物なのかは明らかではない。しかし上述のように相模川上流部では中礫層の下位に必ず巨礫層が存在していること、また両者の間に通常河川層が挟まる場合でも、その堆積物には古富士火山噴出物の含有量が多く、ラハールイベントが継続中と見做せることを考慮すると、この巨礫層も一連のFSL流下イベントの産物である可能性が高い。さらに相模川沿いに神奈川県中央部まで大量の中礫を流下させたFSLの規模を考慮すると、相模川上流域ではFSLが大量の巨礫を流下・堆積させたことはむしろ自然であろう。これらを考慮すると、中礫層直下の巨礫層は、FSL堆積物下部に相当し、相模川上流部から下流部にかけて分布する富士山起源の玄武岩礫からなる無構造の中礫層はFSL堆積物上部、今回相模川上流部で確認されたFSL堆積物上部中礫層の直下に存在する巨礫層をFSL堆積物下部とすることが妥当と思われる。

巨礫層は桂川谷内で最も下刻が進んでいる現在の桂川・柄杓流川河床でも、ほとんどの地点で上部2 m程度しか露出していないが、大原付近から下流では上位6～8 mが露出するようになる。地点Bでの観察では、巨礫層の主部と最上部は土石流堆積物的な層相を示すが、その間に層理が発達し掃流状態で堆積したユニットを有する。これは巨礫層全体が一気に土石流として流下したのではなく、少なくとも一度火山噴出物の流下が減った時期があることを意味している。ラハールは火山噴火や山体崩壊を契機として発生するが(例えば、町田, 2009b)、現状では巨礫層の2/3程度が上記の現象直後に発生した、いわば初生的なラハールであり、巨礫層上部の層理の発達したユニットから中礫層にかけてはラハール堆積物が再移動・再堆積した可能性を指摘できる。中礫層は降下スコリアの薄層などにより、下流側の地点Bで7つのユニットが認められたので、相模川上流域では巨礫層最上部を加えて、少なくとも8回のラハール堆積物の再移動イベントが発生したと考えられる。

相模川上流域のFSL堆積物露出域において、桂川現

流路は、田原の滝周辺、大原南部(リニア実験線の南側)、地点Aの下流側の3ヶ所で、桂川谷を斜めに横切っている(図2)。それらのすべての区間で、無構造の玄武岩巨礫層が河床沿いに連続的に露出する。すなわち、幅数100 m～1 km程度の桂川谷の谷底全体を、FSL堆積物下部巨礫層が覆っていると推定される。この巨礫層は相模川上流域のほとんどで上部の一部分しか露出していないが、この地域の中では最下流と言える地点A付近でも、巨礫層の厚さは約10 mあるので、巨礫層は桂川上流域全域にわたって10 m以上の厚さで桂川谷底全域を埋積している可能性が高い。

## 5 まとめ

以上に示したように、相模川上流域における富士相模川ラハール(FSL)堆積物は、従来から富士相模川泥流堆積物として広く認識されている中礫層と、その直下に存在する土石流堆積物状の巨礫層からなると考えられる。桂川谷全体に広がる地形面を有する中礫層はもちろん、巨礫層も桂川谷全体を埋積しており、その厚さはおそらく10 m以上あるものと思われる。一方中礫層の厚さは東桂周辺で10～20 m程度、大原より下流側で10～15 m程度である。以上から富士相模川ラハールは従来考えられていたより、さらに大規模な流下現象であったと考えられる。

従来FSL堆積物中礫層は、主に相模原の河成段丘上での分布に基づき「3つ以上のユニットからなる」とされてきたが(例えば、相模原市教育委員会, 1990)、相模川上流域においては、少なくとも7つのユニットが認められた。さらに中礫層と巨礫層の間に1 m厚程度のハイパーコンセントレイテッド流堆積物～通常河川堆積物が挟まれ、大原～田野倉においては巨礫層上部にも通常河川堆積物が挟まることが確認された。すなわち現状では、桂川上流部に分布する巨礫層の下部～中部は山体崩壊や氷河の融解に付随する巨大土石流のような初生的ラハールイベントの産物である可能性が高いが、巨礫層上部から中礫層にかけてはラハール堆積物が何回も再移動・再堆積した結果形成されたものと考えられる。さらに、相模川中流～下流域において従来からFSL堆積物と認識されていた無構造の中礫層が、相模川上流域における巨礫層主部の遠方相にあたるのか、それともFSL堆積物中礫層からそのまま連続するのか、といった点については未だ不明である。FSL流下イベントの全体像を理解するためには、引き続いての調査・検討が必要である。

## 謝辞

本研究の一部には、東京都立大学火山災害研究センター（現 島嶼火山・都市災害研究センター）の研究費および JSPS 科研費（24K07158）を使用した。小林淳博士（静岡県富士山世界遺産センター）、高橋尚志博士（東北大学）には調査にお付き合い頂き、現地で貴重なご意見を頂いた。大月都留広域事務組合には廃棄物処理施設敷地内への度々の立ち入り許可を頂いた。以上の方々および機関に御礼申し上げます。

## 引用文献

- Capra, L. and Macías, J.L. (2002) The cohesive Naranjo debris-flow deposit (10 km<sup>3</sup>): A dam breakout flow derived from the Pleistocene debris-avalanche deposit of Nevado de Colima Volcano (México). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 117: 213-235.
- 花井重次 (1927) 桂川沿岸の地形と河岸段丘の研究 (二). *地理学評論*, 3: 308-326.
- 平林 武 (1899) 富士愛鷹火山調査報文. 震災豫防調査會報告, 24: 4-74.
- 貝塚爽平・森山昭雄 (1969) 相模川沖積低地の地形と沖積層. *地理学評論*, 42: 85-105.
- 片岡香子・中条武司 (2000) 鮮新・更新統東海層群中の恵比寿峠－福田テフラ（嘉例川火山灰）における土石流－ハイパーコンセントレイティッド流堆積物の堆積過程. *地質学雑誌*, 106: 897-900.
- 町田 洋 (2009a) 関東ローム層から出土する相模野の先史時代遺跡と古環境. 相模原市史自然編第 5 章: 139-156, 相模原市.
- 町田 洋 (2009b) 富士・箱根火山の活動と相模原. 相模原市史自然編第 6 章: 157-173, 相模原市.
- 南 裕介・大場 司・林信太郎・片岡香子 (2015) 鳥海火山北麓に分布するラハール堆積物の運搬・堆積過程と構成物質の時間変化. *火山*, 60: 1-16.
- 宮地直道・富樫茂子・千葉達朗 (2004) 富士火山東斜面で 2900 年前に発生した山体崩壊. *火山*, 49: 237-248.
- 尾崎正紀・牧本 博・杉山雄一・三村弘二・酒井 彰・久保和也・加藤碩一・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久 (2002) 20 万分の 1 地質図幅「甲府」. 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Rust, B.R. and Gibling, M.R. (1990) Three-dimensional antidunes as HCS mimics in a fluvial sandstone; the Pennsylvanian South Bar Formation near Sydney, Nova Scotia. *Journal of Sedimentary Research*, 60: 540-548.
- 相模原市地形・地質調査会 (1986) 相模原の地形・地質調査報告書(第 3 報). 96p, 相模原市教育委員会.
- 相模原市教育委員会 (1990) 富士相模原泥流と最終氷期. 相模原の地形・地質調査報告書 (第 4 報). 63p, 相模原市教育委員会.
- Smith, G.A. (1987) Sedimentology of volcanism-induced aggradation in fluvial basins: Examples from the Pacific northwest, U.S.A. Ethridge, F.G., Flores, R.M. and Harvey, M.D. (eds.) *Recent Developments in Fluvial Sedimentology*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication no.39: 217-228.
- Smith, G.A. and Fritz, W.J. (1989) Volcanic influences on terrestrial sedimentation. *Geology*, 17: 375-376.
- 高田 亮・山元孝広・石塚吉浩・中野 俊 (2016) 富士火山地質図 (第 2 版). 特殊地質図 12, 56 p, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 辻誠一郎・津村宏臣 (2004) 年代測定・植物遺体分析にもとづく田名向原道跡の編年と古環境. 「田名向原遺跡 II」: 85-96, 相模原市教育委員会.
- 津屋弘達 (1940) 富士火山の地質學的並に岩石學的研究. *地學雑誌*, 52: 347-361.
- 山縣耕太郎・植木岳雪・森脇 広・久保純子・吉山 昭・町田 洋 (2005) 富士相模川泥流堆積物の層序と岩相変化および成因. 日本地球惑星科学連合 2005 年大会要旨集: Q042-009.
- 山元孝広・石塚吉浩・高田 亮 (2007) 富士火山南西山麓の地表及び地下地質: 噴出物の新層序と化学組成変化. 荒牧重雄・藤井敏嗣・中田節也・宮地直道編「富士火山」: 97-118, 山梨県環境科学研究所.