

第IV章 発掘調査および理化学分析の結果

1. 「岩神の飛石」のトレンチ発掘調査

技研コンサル株式会社文化財研究所 山田誠司

(1) 調査の目的と方法

今回のトレンチ調査は、岩神の飛石に関連する祭祀遺構などの文化層の有無の確認、飛石岩塊本体の検出、基本層位の確認を主とした目的で実施した。飛石の両側に計4本のトレンチを設定した。

発掘調査は平成26年11月4日より開始し、11月17日までに全トレンチの完掘と記録を終え、11月18日に埋め戻しを完了した。

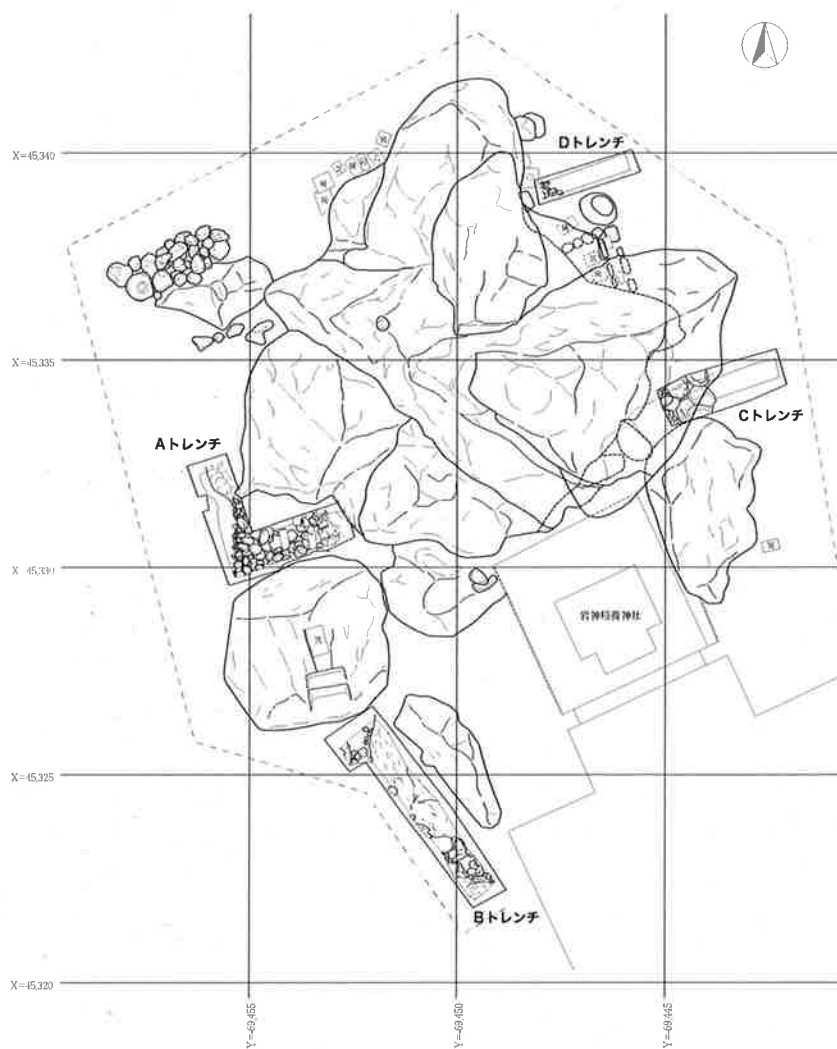


図1. 飛石調査トレンチ位置図

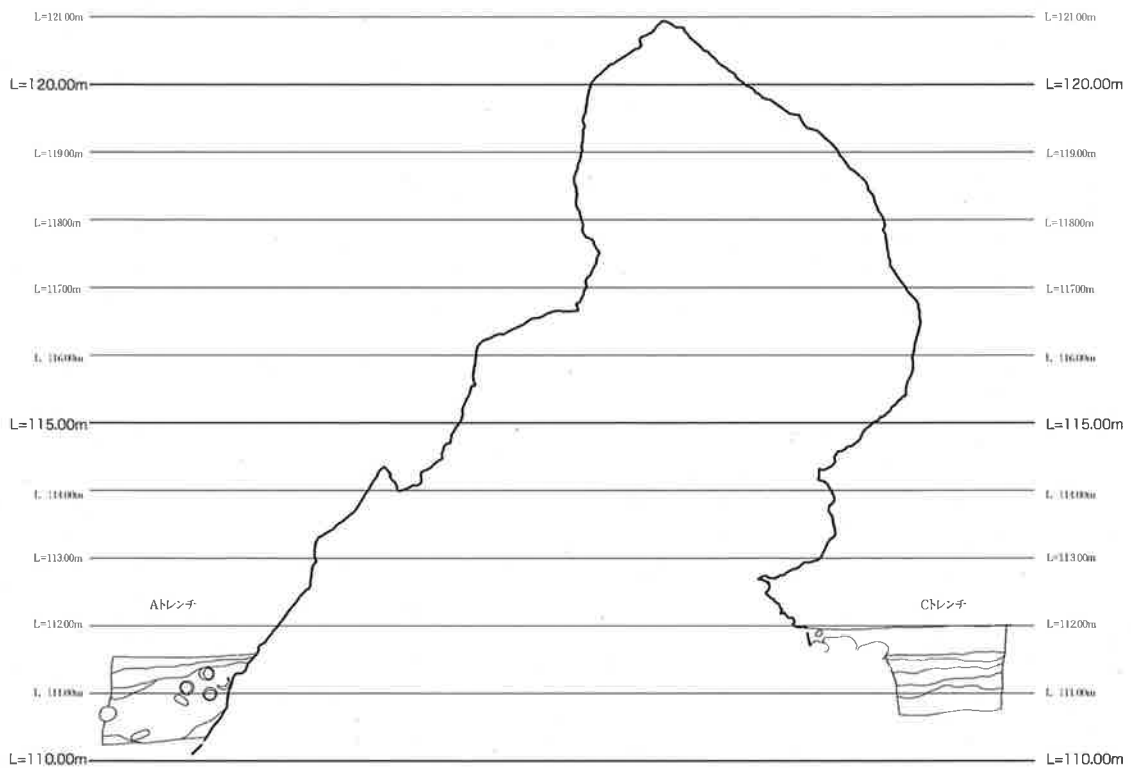


図2. A・Cトレンチエレベーション

(2) 各トレンチの概要

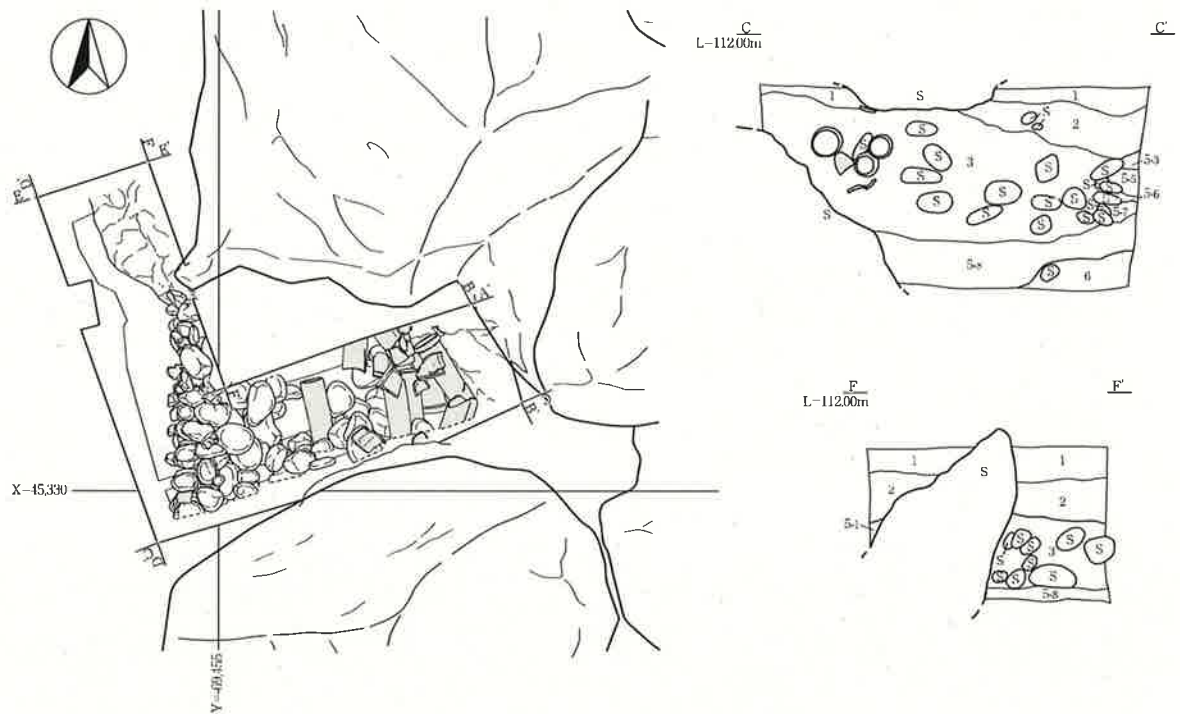
Aトレンチ

土層堆積状況：1～3層は表土および造成土層、4層はトレンチ北側の岩塊の風化堆積土層、5層は砂質シルト・粘質シルトが互層状に堆積しており、砂利を多く含む層も見られることから、岩神の飛石西側を流れていた旧広瀬川の影響による、水成堆積土層と思われる。サブトレンチで検出した6層は褐色の砂質シルト層であり、東側のC・Dトレンチにおける5層に対応するものと思われる。

飛石の岩塊本体についてはトレンチ最下部よりも下にもぐっており、下端部を検出するには至らなかった。

出土遺物および文化層の有無：1～5層において遺物を検出しているが、下層の5層中からも近・現代の陶磁器や土管などを検出しており、明確に岩神の飛石に伴う中世以前の祭祀遺構・遺物は今回の調査では確認できなかった。

なお、Aトレンチにおいてはトレンチ中央付近に、5層を掘り込む形で南北方向に川原石を5段前後に積んだ高さ約60cmの石積みを検出している。当初、旧広瀬川の護岸施設と思われたが、土層堆積の検討や、特に完形の土管が石積み以東に整然と並べられた状況で検出したことなどから、石積みを構築した後に土管の廃棄もしくは保管を目的とした石積みと考えられる。



Aトレンチ：SPA～F

- | | |
|--|---|
| 1 暗褐色土 (10Yr3/4) 縮まり弱く、粘性弱い。表土層。 | 5-5 黒褐色土 (10YR3/2) 縮まり強く、粘性やや強い。砂質シルト層。5-1層に近似するが縮まり強い。 |
| 2 褐色土 (10YR4/4) 縮まり弱く、粘性弱い。造成土層。 | 5-6 黒褐色土 (10YR2/3) 縮まり強く、粘性強い。粘質シルト層。 |
| 3 暗褐色土 (10YR3/4) 縮まり弱く、粘性弱い。土管・人頭大礫を多量に含む。旧造成土層。 | 5-7 褐色土 (10YR4/6) 縮まり弱く、粘性弱い。砂利を多く含む。肌理の粗い層。 |
| 5-1 褐色土 (10YR4/4) 縮まり弱く、粘性やや強い。砂質シルト層。 | 5-8 褐色土 (10YR4/4) 縮まりやや強く、粘性弱い。砂利層。 |
| 5-3 黒褐色土 (10YR3/2) 縮まり弱く、粘性やや強い。砂質シルト層。5-1層に近似。 | 6 褐色土 (10YR4/6) 縮まりやや強く、粘性やや強い。砂質シルト層。C・DFの5-1層に近似。 |

図3. 飛石Aトレンチ平面図・土層注記 (Sは岩石と礫)



写真1. Aトレンチ：SPA-A' (南から撮影)



写真2. Aトレンチ：SPC-C' (北から撮影)



写真3. Aトレンチ：土管検出状況 (南から撮影)



写真4. Aトレンチ：石垣状遺構検出状況 (南から撮影)

Bトレンチ

土層堆積状況：1・2層は表土および造成土層で、3・4層は褐色の砂質シルト層で安定した自然堆積土層と思われる。5層は拳大の川原石を主体とする礫層であり、Aトレンチの5～8層に対応する層で旧広瀬川の河床の可能性が考えられる。飛石の南側に露出している岩塊の続きを検出している。今回の調査結果から飛石本体、また北側の祠がある岩塊とは別の、独立した岩塊の可能性が高いと思われる。下端部については検出に至っていない。

出土遺物および文化層の有無：1～4層にわたって近・現代の陶磁器類および棧瓦を検出しているが、中世以前の遺構・遺物は確認できなかった。

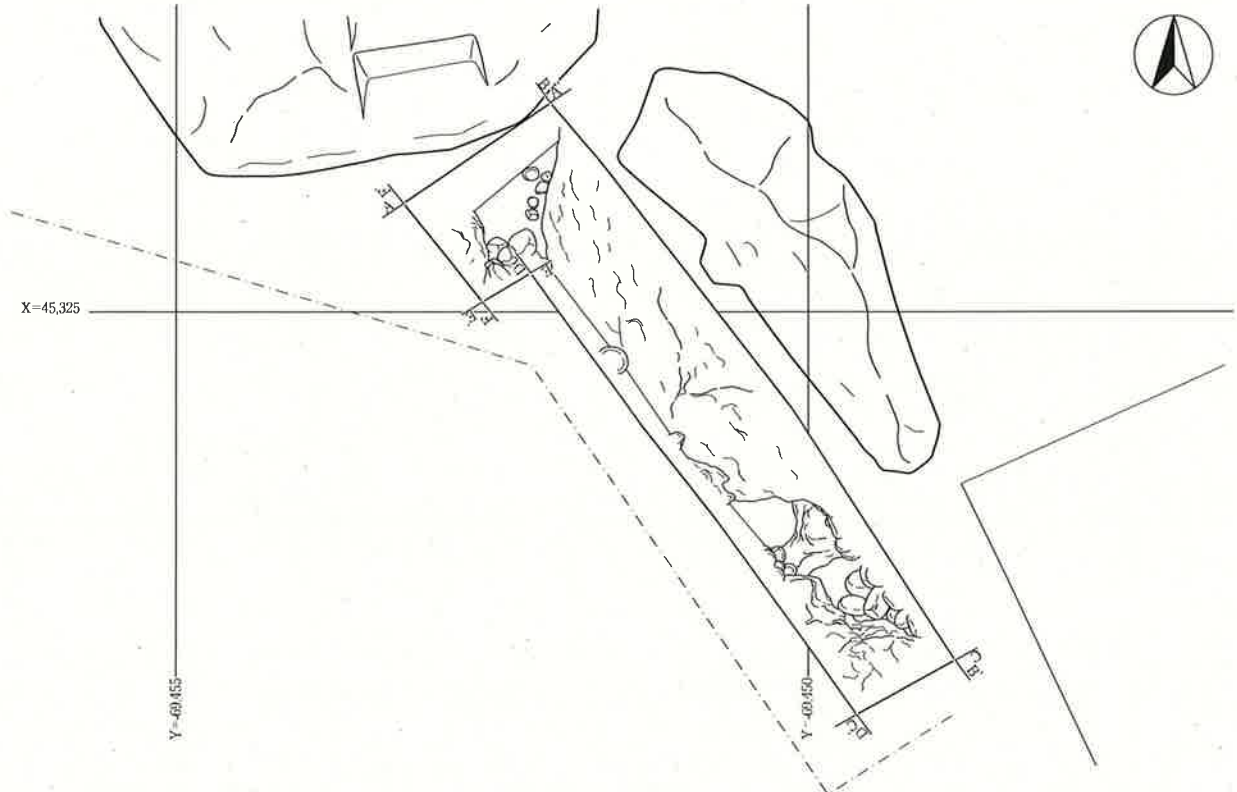
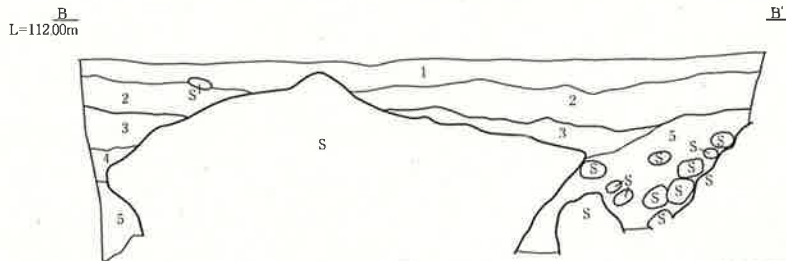


図4. 飛石Bトレンチ平面図



Bトレンチ：SPA～F

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| 1 暗褐色土 (10YR3/4) | 縮まり弱く、粘性弱い。表土層。 |
| 2 褐色土 (10YR4/6) | 縮まり弱く、粘性弱い。造成土層。 |
| 3 褐色土 (10YR4/4) | 縮まり弱く、粘性弱い。砂質シルト層。 |
| 4 褐色土 (10YR4/4) | 縮まり弱く、年齢弱い。砂質シルト層。3層よりも肌理が細かい。 |
| 5 にぶい黄褐色土 (10YR5/4) | 縮まり弱く、粘性やや強い。砂質シルト層。 |

(上) 図5. 飛石Bトレンチ断面図と土層注記 (Sは岩石と礫)



(右) 写真5. Bトレンチ：SPB-B' (西から撮影)

Cトレンチ

土層堆積状況：1・2層が表土および造成土層、3層は黄褐色・にぶい黄褐色の混土層、4層は褐色土に～2.0cm前後の小礫を含有し4層以上は人為的な改変を受けた層と思われる。確実にプライマリーな層位は5層の褐色砂質シルト土層であり、Aトレンチの6層・Dトレンチの5層に対応する層と考えられる。トレンチ西側に飛石本体があるが、本トレンチ内では岩塊の検出に至っていない。

出土遺物および文化層の有無：1～4層中において近・現代の陶磁器類・土管・棧瓦を検出しているが、中世以前の遺構・遺物は確認できなかった。

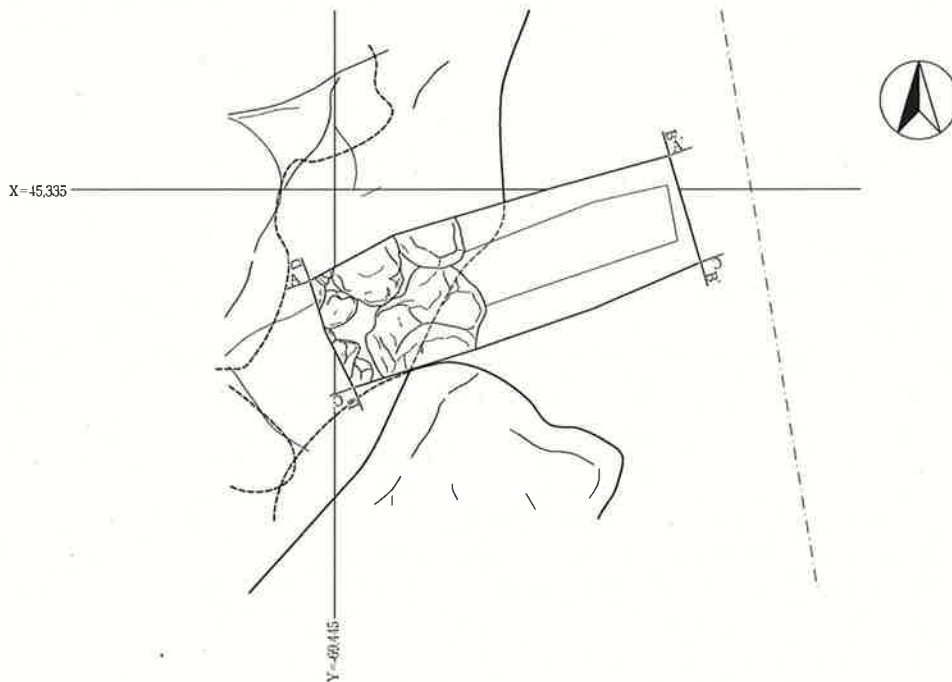


図6. 飛石Cトレンチ平面図

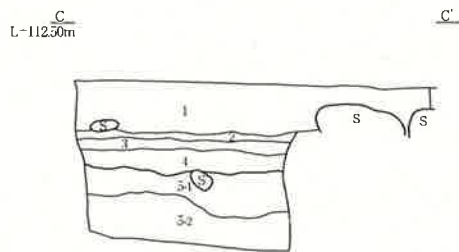


図7. 飛石Cトレンチ断面図 (Sは岩石と礫)



Cトレンチ：SPA～D

- | | | |
|-----|----------------|--------------------------------------|
| 1 | 褐色土 (10YR4/4) | 締まり弱く、粘性弱い。碎石含む粗層。造成土層。 |
| 2 | 暗褐色土 (10YR3/3) | 締まり弱く、粘性弱い。旧表土層。 |
| 3 | 黄褐色土 (10YR5/6) | にぶい黄褐色土 (10YR4/3) の混土層。締まりやや強く、粘性弱い。 |
| 4 | 褐色土 (10YR4/4) | 締まりやや強く、粘性弱い。～20cm前後の小礫含む。 |
| 5-1 | 褐色土 (10YR4/6) | 締まりやや強く、粘性やや強い。砂質シルト層。 |
| 5-2 | 褐色土 (10YR/4) | 締まりやや強く、粘性やや強い。5-1層よりきめ細かい。砂質シルト層。 |

Dトレンチ

土層堆積状況：1～4層は造成土層および旧表土・攪乱土層である。人為的な改変を受けていない自然堆積土層は5層であり、褐色シルト土層を主体とし、土質などによりさらに3層に細分できる。Aトレンチの6層およびCトレンチの5層に対応する層と考えられる。

トレンチ西端1層内において飛石と同質の小岩塊を検出しているが、飛石本体の岩塊は確認できなかった。

出土遺物および文化層の有無：他トレンチと同様に近・現代と思われる陶磁器類・棧瓦などが出土したが、中世以前の遺構・遺物の確認には至らなかった。

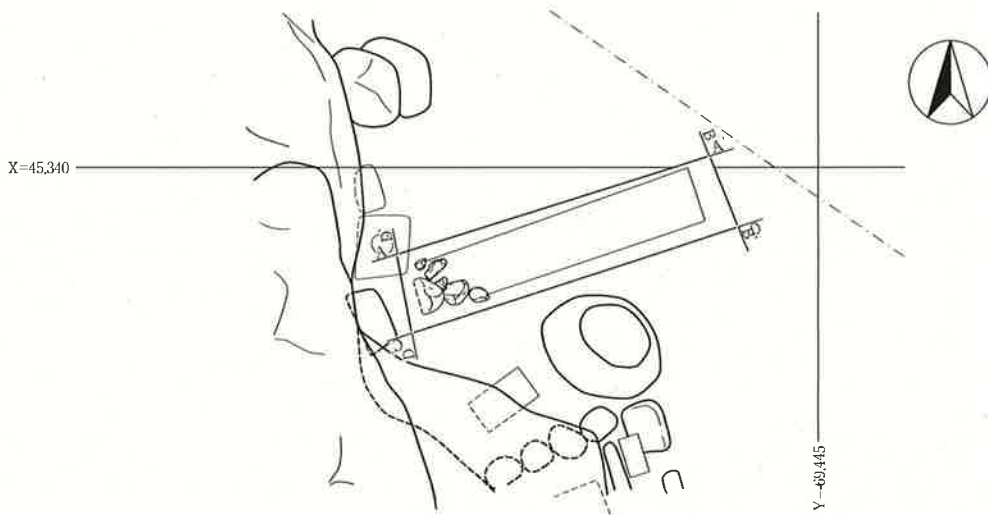


図 8. 飛石 D トレンチ平面図

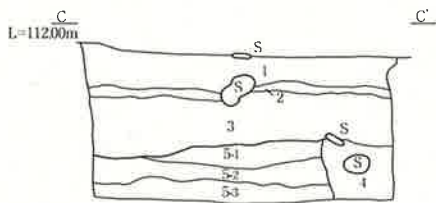


図 9. 飛石 D トレンチ断面図 (S は岩石と礫)



写真 7. D トレンチ：SPA・A' (南から撮影)

Dトレンチ：SPA～D

1	褐色土 (10YR4/4)	縮まり弱く、粘性弱い。碎石含む粗層。造成土層。
2	暗褐色土 (10YR3/3)	縮まり弱く、粘性弱い。旧表土層。
3	にぶい黄褐色土 (10YR5/3)	縮まり弱く、粘性弱い。碎石含む粗層。旧造成土層。
4	にぶい黄褐色土 (10YR4/3)	縮まり弱く、粘性弱い。小礫含む粗層。攪乱土層。
5-1	褐色土 (10YR4/6)	縮まりやや強く、粘性やや強い。砂質シルト層。
5-2	褐色土 (10YR4/4)	縮まりやや強く、粘性やや強い。5-1層よりきめ細かい。砂質シルト層。
5-3	にぶい黄褐色土 (10YR5/3)	縮まりやや強く、粘性弱い。砂質シルト層

2. 前橋泥流の断面調査

技研コンサル株式会社地盤環境部 高橋丈夫・田中秀和・飯酒盃久夫

(1) 調査の目的

本業務は、既存ボーリングを用いて、前橋市一带に広く堆積している前橋泥流層の分布状況を把握し、泥流層に関する資料を作成し、岩神の飛石の来歴解明の資料とすることを目的に実施したものである。

(2) 調査の内容

既存資料の整理

既存ボーリング調査結果を整理し、成果作成に使用可能な資料内容であるか判別を行う。

柱状図判読

既存ボーリング柱状図の判読を行い、前橋泥流層の特定を行う。

集成図作成

泥流層分布図面類作成に用いた簡易柱状図を一覧した集成図を作成する。資料作成に用いた柱状図の本数が多い場合等は、代表的な柱状図を集成するなどして体裁を整えるよう考慮する。

(3) 収集ボーリングデータ

本業務を推進する上で収集したボーリングデータは次の通りである。

建設技術センター所蔵のボーリング柱状図

柱状図：県内全域のボーリング柱状図 7,808 本、前橋市内 1,467 本

前橋市水道局より提供を受けたボーリング柱状図

柱状図：2 本

「国指定天然記念物岩神の飛石の地質調査業務委託」報告書：平成 26 年 11 月

柱状図：5 本

このうち、前橋市内におけるボーリング柱状図は合計 1,474 本になるが、全てが利用可能となるわけではなかった。削孔深度が浅く前橋泥流に達していない柱状図については利用を見送っている。利用可能な柱状図は、53 本であった。

(4) 前橋泥流堆積物について

本稿は、(財)群馬県建設技術センター(2003)の記載におおところが多い。

前橋泥流堆積物の基礎は、利根川から流出した 200m 以上の厚さでこの地域の良好な支持層となっている前橋砂礫層で、前橋泥流堆積物はこれを 15～20m の厚さで覆って堆積している。

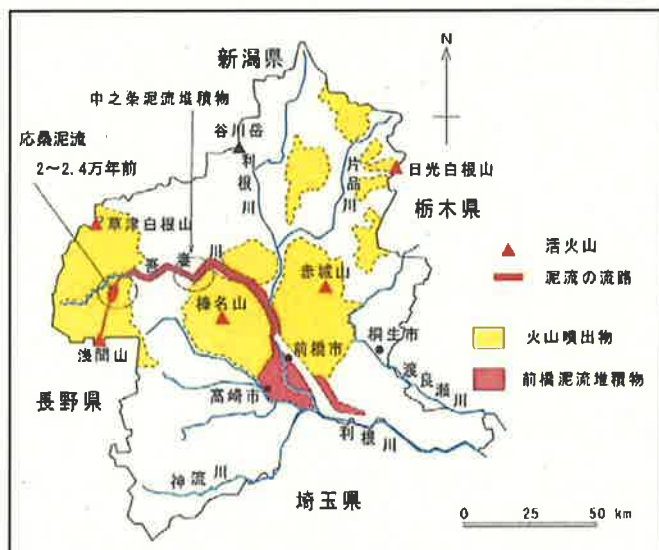


図 1. 岩屑なだれの流路と前橋泥流堆積物の堆積 ((財)群馬県建設技術センター 2003 より引用)

前橋泥流堆積物は、図2のように分布している。この前橋泥流堆積物を下刻して流れる利根川は大きく2回の流れの変遷があったようである。

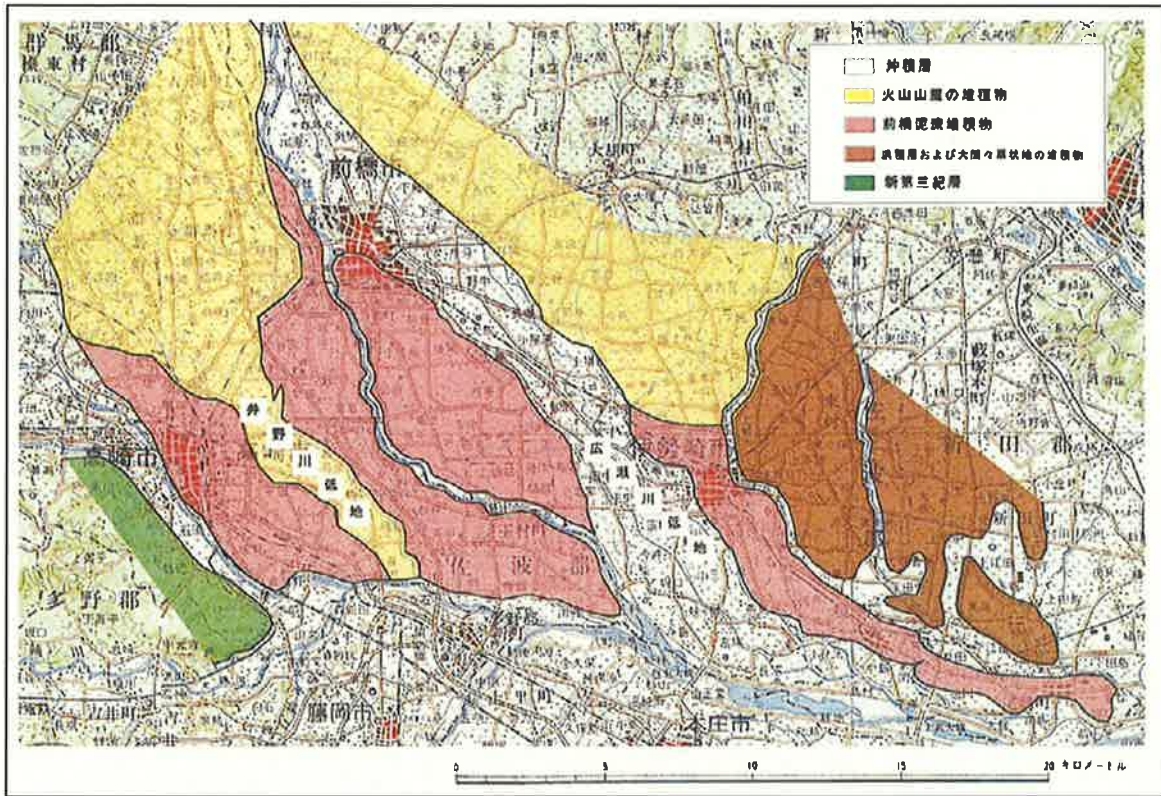


図2. 前橋泥流堆積物の分布 ((財)群馬県建設技術センター 2003 年より引用)

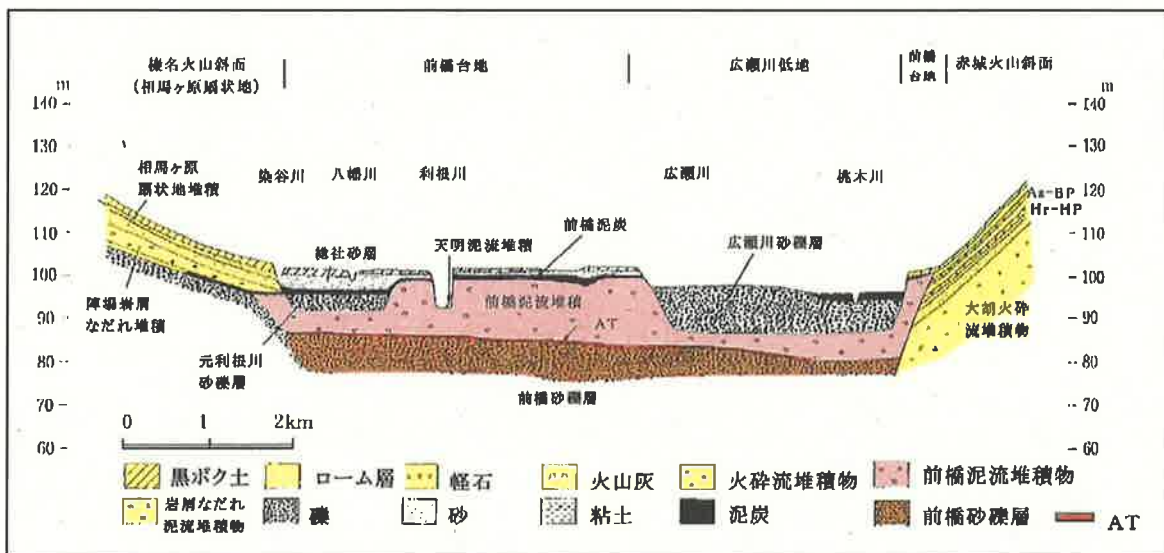


図3. 前橋台地における前橋泥流堆積物の層厚分布 ((財)群馬県建設技術センター 2003 年より引用)

利根川の変遷

・初期の利根川の流れ

榛名山東麓から南東麓に沿って流下し、現在の「井野川低地」を流れ下ったと考えられている。

・利根川の最初の変遷

約 1.4 万年前頃、榛名山東麓で発生した「陣馬岩屑なだれ」が利根川の流路を埋めてしまった。このため利根川は流れを東に変え、赤城南西麓に沿って前橋泥石流堆積物を下刻して南東に流れるようになった。この流れによってできた帯状の低地を「広瀬川低地」と呼んでいる。この低地部を利根川は氾濫を繰り返しながら室町時代まで流れていた。

・利根川の新しい変遷

利根川は、1427 年、1539 年あるいは 1543 年と 3 つの洪水を起こしたという説があるが、室町時代に発生したこれらの洪水によって利根川は南方向に突き進み、前橋泥石流堆積物を溝状に下刻して流れるようになり、現在の流路が形成された。

なお、図 2 において高崎市街地は約 1.1 万年前の浅間山噴火で発生した軽石流が碓氷川を流れ下り、前橋泥石流堆積物を覆って堆積している。この堆積物は、「高崎泥石流堆積物」とも呼ばれている。その一部は井野川低地に到達した。

利根川の変遷と前橋泥石流堆積物の関係を、図 3 に示した。この図から前橋泥石流堆積物の下位には前橋砂礫層が厚く堆積していることが分かる。この前橋砂礫層は、県庁舎付近では現在の利根川の河床直下からその分布が認められ、県庁舎の支持基盤となっている。

この図の中に AT 等の記号があるが、これらはテフラと呼ばれる火山噴出物で、以下に示すようにその堆積年代が分かっている。

As-BP：榛名山二ツ岳伊香保テフラと呼ばれる 6 世紀中葉に榛名山二ツ岳の爆発によって噴出した降下軽石。

AT：鹿児島島の始良火山が 2.5～2.1 万年前に大規模に噴火し、大きなカルデラを形成した。この時噴出した火山灰が AT と呼ばれるテフラである。この始良カルデラの一部に現在も活発に火山活動を続けている桜島がある。

Hr-HP：榛名山八崎軽石と呼ばれるテフラで、4.2～4 万年前の火山噴出物。

前橋泥石流堆積物の地質構造

前橋市や高崎市および伊勢崎市にかけては、構造物の支持層となっている前橋砂礫層を覆って前橋泥石流堆積物が 15～20m の厚さで分布している。前橋泥石流堆積物は、上層の厚さ 2m 前後の固結度が高い Mmf1 層とその下位に分布する前橋泥石流堆積物の主体をなす Mmf2 層に大別することができるが、これらの層は下記のとおり固結度の差異が特徴となっている。

前橋泥石流堆積物 (Mmf1)：N 値 50 程度を呈し、バックホウで掘削が困難なほど固結度が高い。

前橋泥石流堆積物 (Mmf2)：N 値 10 程度が 5～10m 程度続き、以深に向けて N 値 20 以上を呈す。

しかし、今回の調査で採取した埋もれ木の放射炭素年代測定を実施したところ、Mmf1 層および Mmf2 層の両層とも ^{14}C 年代が $22,200 \pm 120 \sim 22,150 \pm 130$ (YBP) が得られた。このことから、Mmf1 層と Mmf2 層は同時期に堆積したものと推察される。

表1. 調査地の地質構成 ((財) 群馬県建設技術センター 2003 より引用)

地質時代	地層名	地質記号	地質	説明
新 第 生 回 更 代 紀 新 世	完 表 土	Ta	盛土を含む土砂	1m前後の厚さで地表部に分布
	新 現河床堆積物	Rd	砂礫・砂・粘土	利根川などの現河床部の砂礫層
	世 沖 積 層	Ag	砂礫・砂・粘土	旧河道を含む地層で玉石混り砂礫を主とし、砂・粘土を挟む
	高崎泥流堆積物	Tmf	火山灰質砂および砂礫	高崎台地～井野川低地に分布 (1.1万年前と言われている)
	火山灰質粘性土	Lm	火山灰質粘土・シルト、 および軽石	湯圓火山噴出物の水中堆積物と推定される 板鼻黄色軽石 (1.3～1.4万年前と言われている) が下部に分布
	前橋泥流堆積物	Mmf1	火山灰質砂および砂礫	よく固結しN値50以上 厚さ2m± 礫は角礫主体で一部巨礫を含む 2.1～2.5万年前 (実測約2.2万年前)
	前橋砂礫層	Mg	砂 礫	N値10程度の弱く固結した層 厚さ17m± 下部では巨礫を多量に含む 2.1～2.5万年前 (実測約2.2万年前)

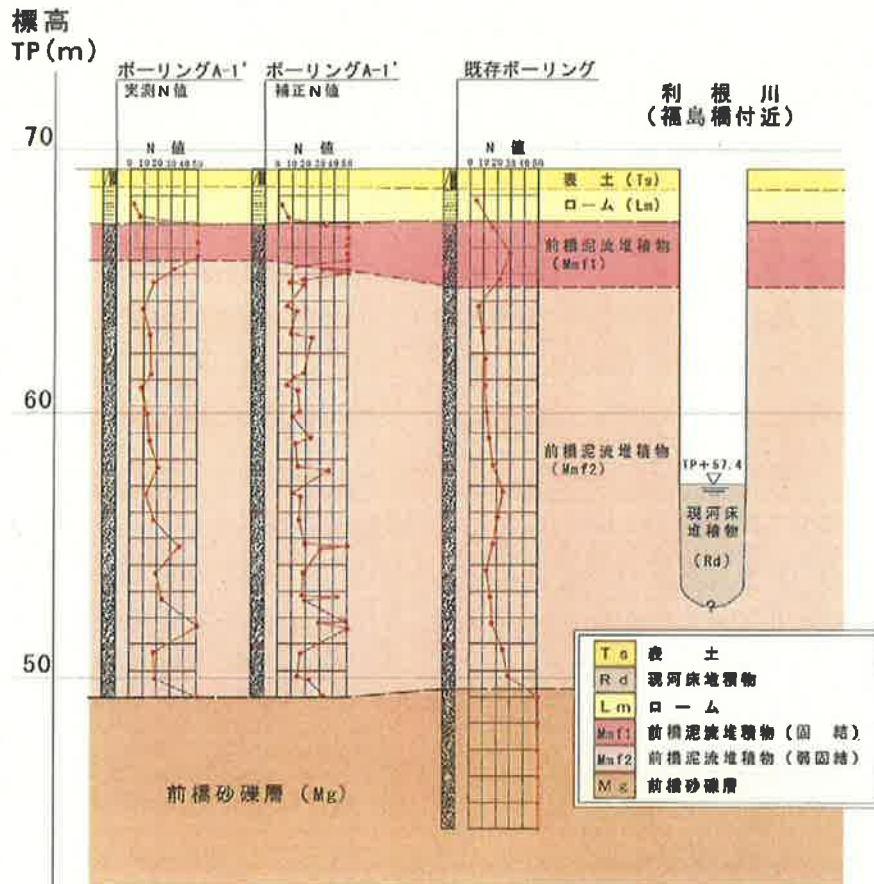


図4. 調査地の地質構造 ((財) 群馬県建設技術センター 2003 より引用)

(5) 地質想定断面図の作成

地質想定断面図作成時の標高

ボーリング柱状図に記載されている孔口標高には次の4種類がある。

- ・TP : Tokyo Peil・東京湾中等潮位
- ・YP : Yedogawa Peil・江戸川水系、利根川水系の河川改修時の工事基準面
- ・仮BPからの相対高さ
- ・未記載

TP基準点は(YP基準点-0.8402)で換算でき、その差は僅か80cm程度である。作成した地質断面図の標高尺度は1/1000であり、図面上では1mm以内の違いにすぎないため柱状図でTPとYPを区分せずにも使用しても実用上の問題はない。しかし、使用したTP・YP表記データのすべてが正確な標高規準を用いて示されたものであるかを判断するのは困難である。また、仮BPからの相対高さと未記載については、孔口標高が不明である。そこで、地形平面図の標高が孔口標高に一致すると仮定して地質断面図の作成を行った。地形平面図は、国土地理院発行の基盤地図情報を使用した。

前橋泥石流層判定時の土層特性

ボーリング柱状図から前橋泥石流層を判定するにあたっては、次に示す特性を考慮して行った。

- ・土質区分：礫混じり火山灰質砂、火山泥流堆積物、火山灰混じり砂礫、火山泥流、泥流、粘性土混じり火山砂礫、砂礫混じり火山灰土、礫混じり砂質粘土、礫混じりシルト質粗砂、礫混じり細砂、シルト質砂礫、砂利・礫混じり凝灰質シルト、凝灰質砂礫、粘土質砂礫など
- ・色調：色調：暗褐色、暗灰、暗茶灰、淡灰、黒灰、灰、暗乳灰など
- ・相対密度：非常に緩い～緩い～中位～密
- ・相対稠度：記載なし
- ・N値：基質部分は10程度を前後するが、混入礫に当たった場合は急激に増加する。泥流上部数mは緻密で比較的N値も高い。下位層の前橋砂礫層で急激にN値が上昇しN=50以上となるため、下底部を判定する上で有効。
- ・記事：粒径不均質、角礫～亜角礫、凝灰質、火山礫混入、埋木が含まれる、埋木は熱による炭化は認められない、角礫・円礫の基質部分は、細粒火山灰質で白色軽石の小片を含む、基質部分に軽石が含まれる、極めて分級が悪い、孔壁の自立性悪い。

・その他

N値が10程度だが、下層部の広瀬川砂礫層でN値が50以上に急激に上昇する。

上層部数mでN値が高い傾向がある。

無層理。

本質礫は殆どが安山岩質の角礫で、礫径は一般に3～50cmで露頭では稀に数m以上の岩塊を含む
異質礫は利根川上流系の円礫に富み、礫径は5～10cmが多い。

土質区分に火山灰質な用語が含まれなくとも、安山岩質の角礫と利根川上流系の円礫が混入。

なお、断面は現利根川流下方向である北西～南東方向にほぼ沿う4断面とそれらに直行する横断図3断面を作成したが、ここでは、飛石に関するA-A'断面とB-B'断面の2断面を掲載した。

引用文献

(財)群馬県建設技術センター 2003 地質調査システム開発に関する研究『前橋泥石流堆積物の強度特性』、(財)群馬県建設技術センター

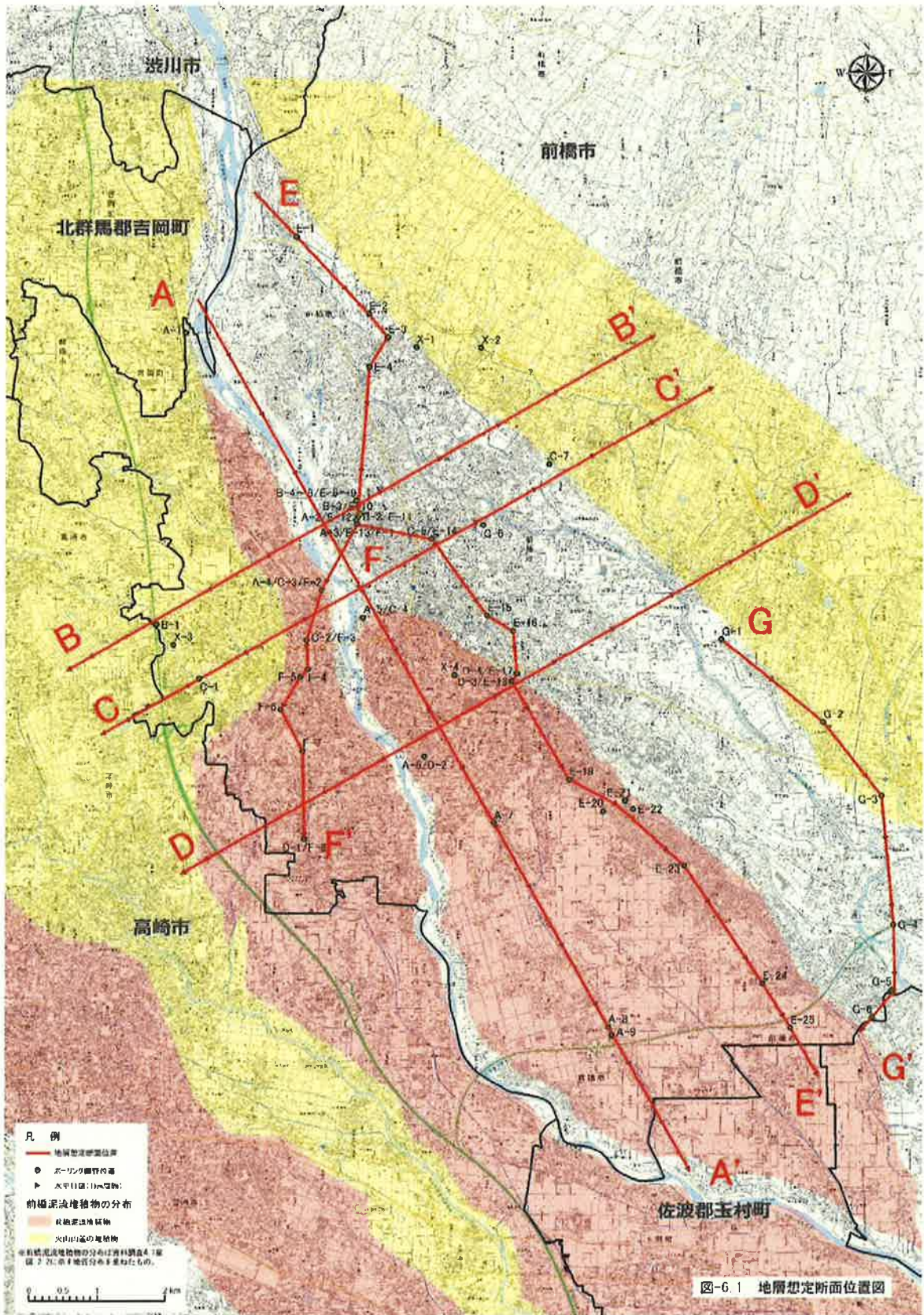


図 5. 地層想定断面位置図 (但し、今回は、地理的に飛石に近い A-A'および B-B'のみを掲載した)。

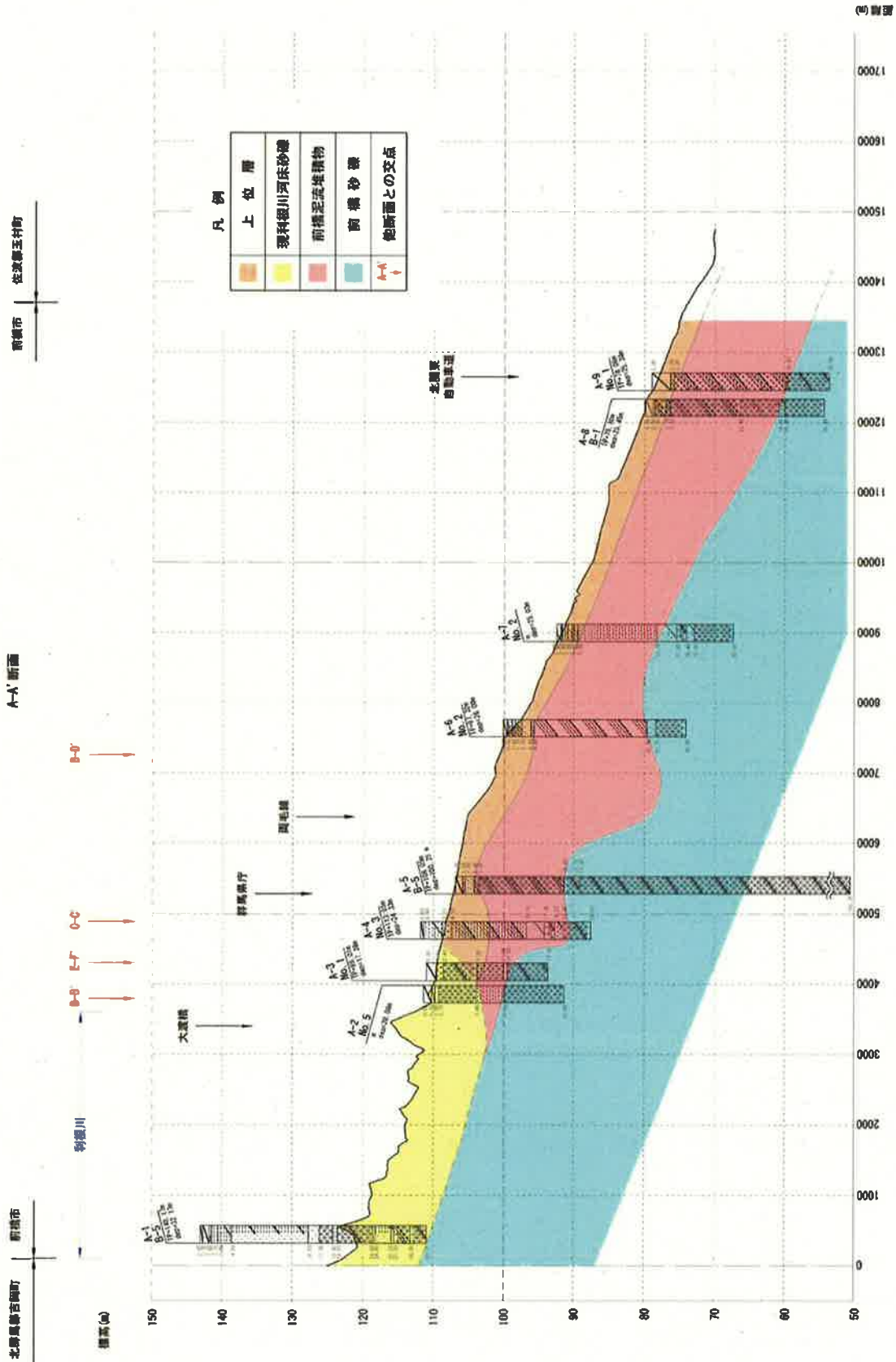


図-6.2 地層認定断面図

※A-1, A-3, A-4は投影図

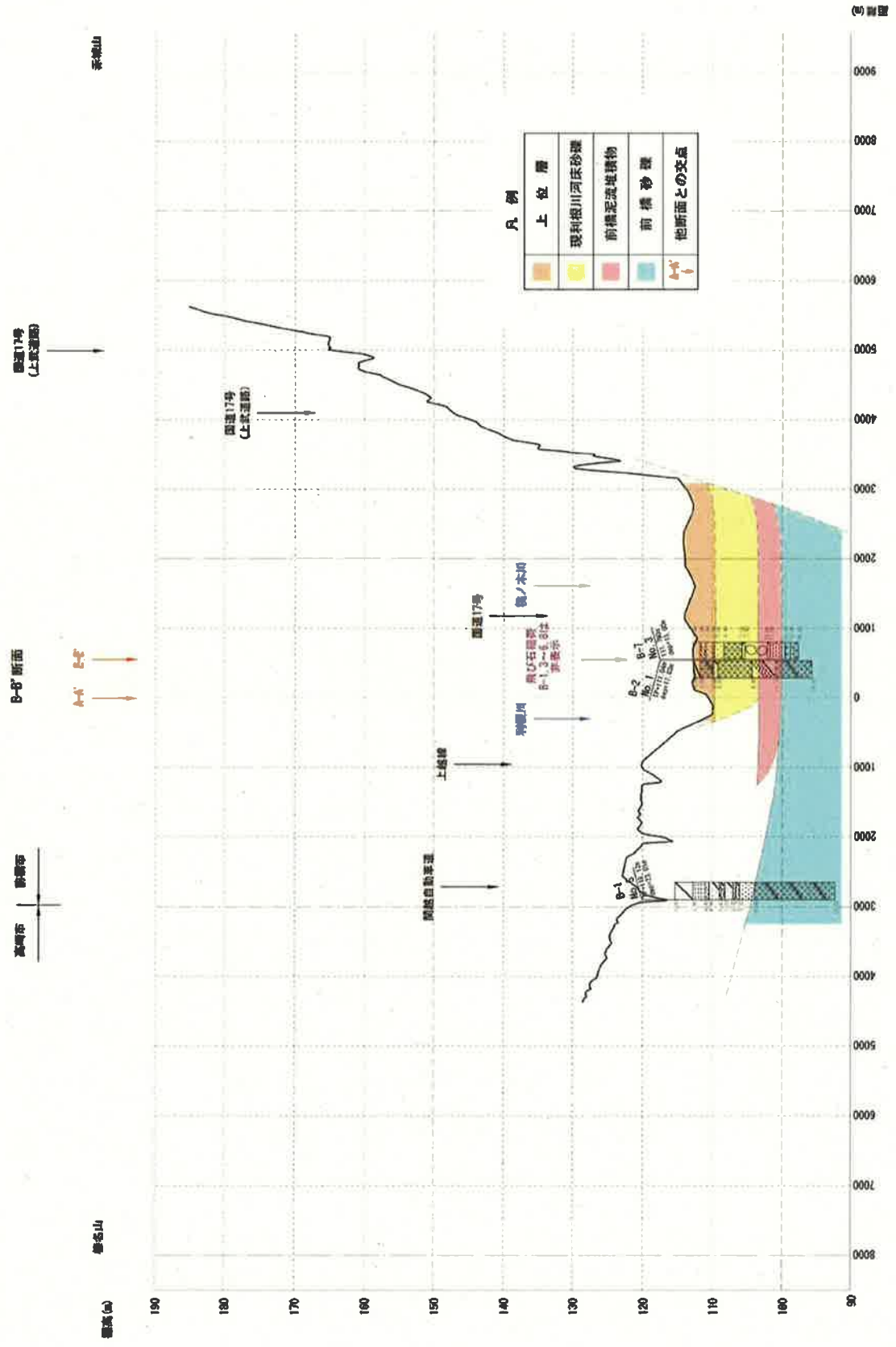


図-6.3 地層想定断面図

3. 「岩神の飛石」のボーリング調査

田中鑿泉重工株式会社 佐野忠一・中山進一

(1) 調査概要

本調査は、岩神の飛石の地下の状態を把握するためにおこなった。調査は別紙「調査位置図」に示す如く、飛石周辺の5か所でボーリング調査を実施し、地盤の成層状態・孔内水位を把握するとともに、原位置試験として標準貫入試験でN値・土質などを明らかにした。なお、調査は平成26年8月29日～同年11月28日に実施した。

・前橋砂礫層

前橋泥流堆積物の下位の砂礫層で、ボーリング資料によると少なくとも100m以上の厚さがあり、所々に火山碎屑物やシルト層を挟み、また凝灰角礫層を分布するなど、ややランダムな層相を呈している。全体的に利根川系の円礫からなり、過去の利根川による扇状地堆積物と考えられる。

・前橋泥流

前橋台地は前橋砂礫層と呼ばれている厚い砂礫地盤の上に前橋泥流堆積物が堆積して出来た台地である。前橋泥流は今から2.1～2.4万年前の浅間山に大規模な山体崩壊が発生し岩層なだれとなり、浅間山北麓では水と混合され泥流となって、この泥流は吾妻川に流れ込み下流で利根川に流入し、前橋市から高崎市および伊勢崎市にかけて扇状に広大な範囲に堆積した。この泥流は下流の途中で堆積を繰り返し、泥流発生地付近で応桑泥流、中流域においては中之条泥流、利根川と合流して前橋泥流と呼ばれている。なお前橋泥流の堆積状況は、総体的には15～20m程度と厚く分布している。

・新旧利根川の河床堆積物

利根川堆積物は現河床面に分布する沖積層または旧利根川堆積物は広瀬川低地帯に存在する沖積層である。両堆積物は主に砂礫を優位とする礫質土で所々に砂層の介在があり、表層部には後背湿地による粘性土、自然堤防の砂質土を被覆している場合もある。

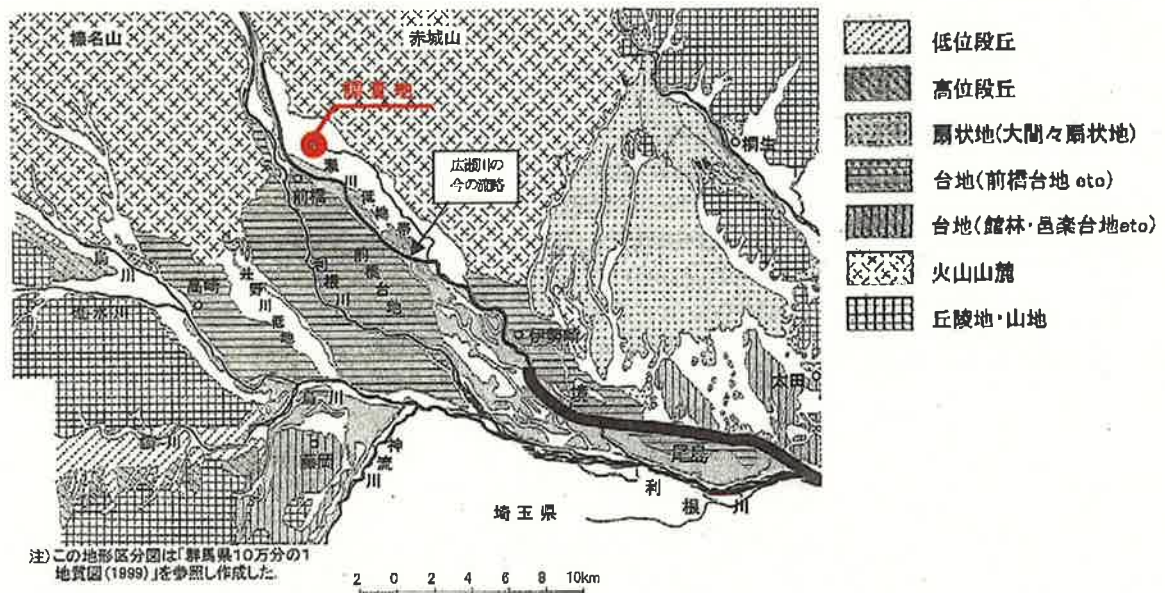


図1. 6世紀の榛名二ツ岳の噴火で発生した泥流の流れ

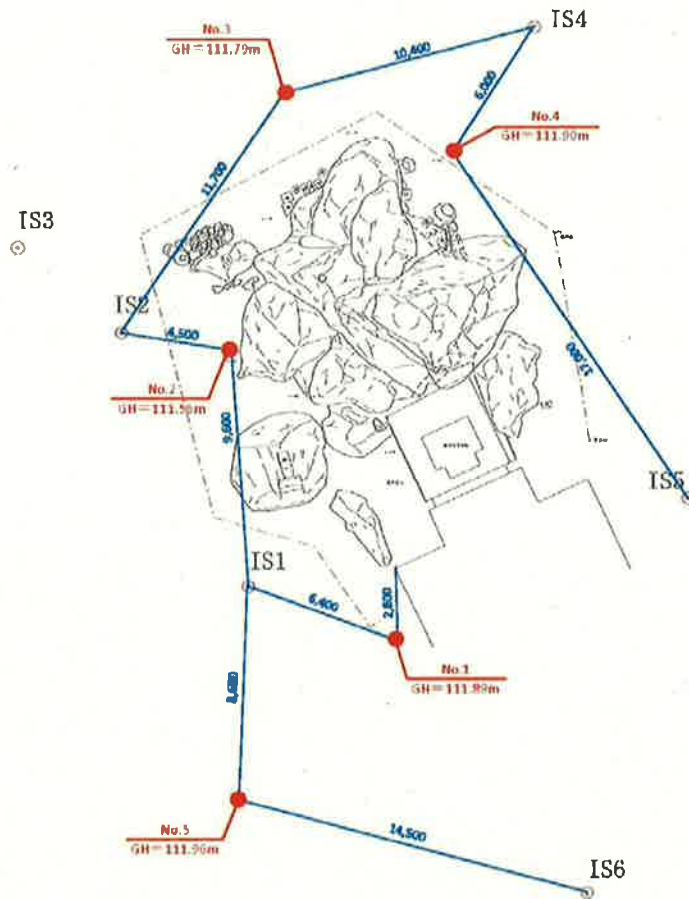


図 2. ボーリング調査位置図 (上が北)

(2) 調査結果

調査結果は別紙「ボーリング柱状図」および「地層断面推定図」に示す如くで、全体に転石を混在するが、大別して上部より広瀬川低地帯(旧利根川河床堆積物)の細粒土～砂礫、浅間起源の応桑泥流の火山泥流、基盤層の前橋砂礫層に分類される。

・旧利根川の堆積物は表層以深より GL-11.00～12.00m までに分布し、土質は No.1・5 地点で GL-5.00m 付近まで径 50m/m 程度の礫と細～粗砂を混合した状態の砂礫、また GL-5.00m 付近以深は粘性土混じり砂礫状の礫質土で、粘性土部は火山性細粒土が多いため火山砂礫洋相を呈している。一方の No.2・3・4 地点は GL-4.40m 付近(転石があり No.3 地点のみ層界面確認)まで細～中砂やシルトや粘土からなる細粒土を主体とし、以深は礫混じり中～粗砂、砂礫、径 100m/m 程度までの大礫を混入する玉石混じり砂礫から構成される。No.5 地点の標準貫入試験併用のボーリング結果から、本層の N 値は N=18～50 以上となり、上部層界面の N=18 を除すれば N=39～50 以上と相対密度「締まった～非常に締まった」となる。

・火山泥流は約 GL-11.00～12.00m 以深より約 1.50～2.00m 程度の層厚にて分布している。土質的には安山岩の角礫を主体とし、径 30m/m 程度までが多く、所々に径 100～200m/m の大礫を散在し、一部は火山砂礫状に移行している。なお本層内は多くの円礫を混入しているため泥流の流下に伴い河床礫を巻き込んだと考えられる。N 値的には N=50 以上となるが、礫打ちにより過大評価値となる。

・前橋砂礫: GL-12.00～13.50m 以深より確認され、上部層界面付近より約 1.50m 間は暗黄灰～暗褐灰

系の若干酸化した域とされ、以深より暗青灰～暗緑灰色系を呈している。本層は礫と砂を攪乱した状態の土質で、礫は径 50m/m 程度までの角礫に円礫を主体とし、基質の砂は細～粗砂からなり、N 値は N=50 以上と相対密度「非常に締まった」となる。

・転石は旧利根川堆積物～火山泥流内で確認され、分布域は No.1 地点で GL-1.50m～4.10m、No.2 地点で GL-1.00～10.90m、No.3 地点で GL-7.40～10.60m、No.4 地点で GL-3.70～6.80・8.00～12.30m 間とされ、岩質は赤紫褐～赤紫色の溶結凝灰岩 (?) からなり、比較的軟質である。

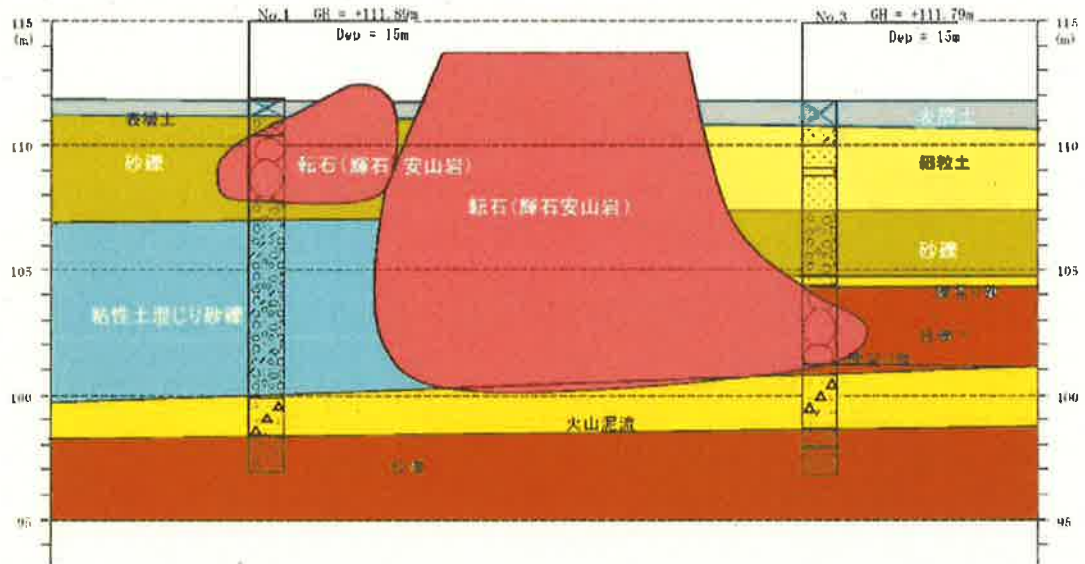


図 3. 地層断面推定図 (No.1~No.3)

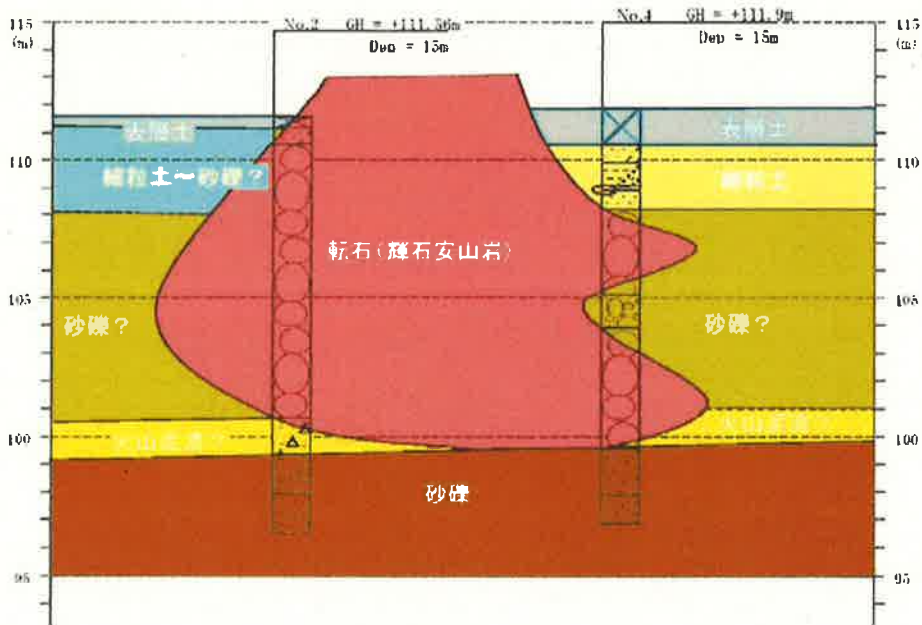


図 4. 地層断面推定図 (No.2~No.4)

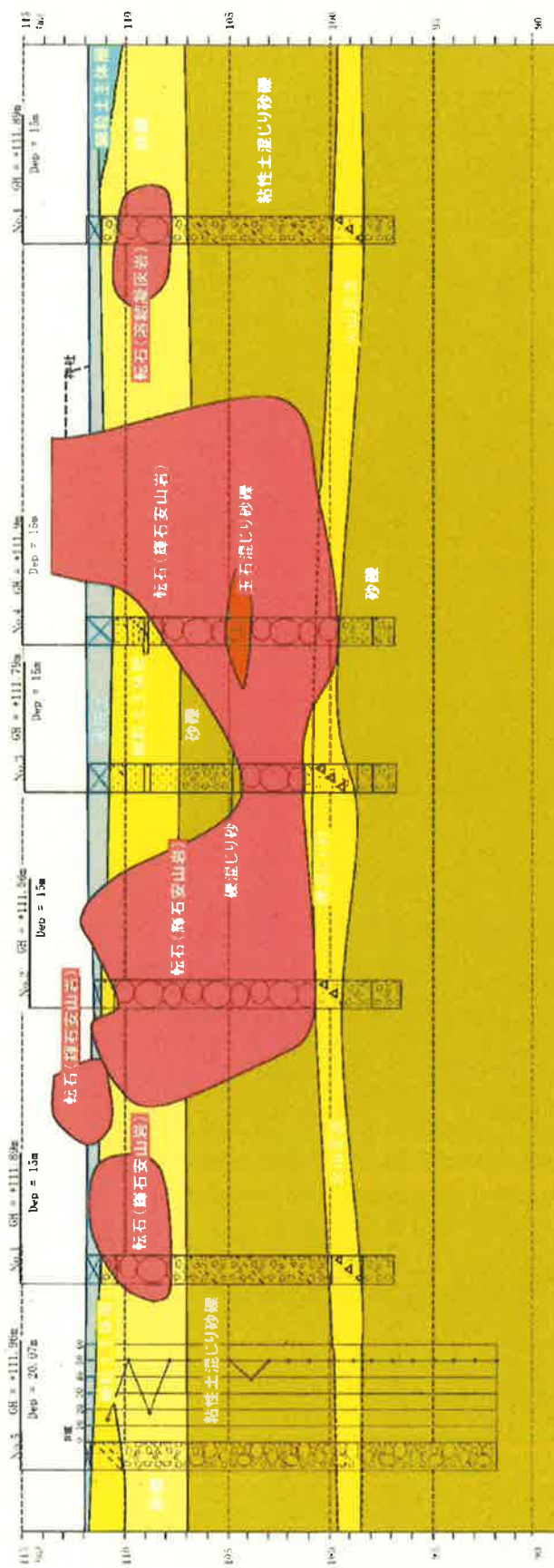


図 5. 地層断面図
(全孔)