

北海道倶知安町高砂の法面に現れた古倶知安湖堆積物

井上 隆¹⁾・関根 達夫²⁾・岡村 聡²⁾³⁾・小田桐 亮⁴⁾・嵯峨山 積²⁾

Appearance of the Paleo-Lake Kutchan deposits on the slope of
Takasago, Kutchan-cho, Hokkaido, Japan

*Takashi Inoue¹⁾, Tatsuo Sekine²⁾, Satoshi Okamura²⁾³⁾, Ryo Odagiri⁴⁾,
Tsumoru Sagayama²⁾*

2022年6月23日受付

2022年9月1日受理

1) 〒048-1553 虻田郡ニセコ町黒川 204-4

Niseko, 048-1553, Japan

2) 北海道総合地質学研究センター

連絡先: 〒069-0813 江別市野幌町 58 番地の 7

Hokkaido Research Center of Geology, Ebetsu, 069-0813,
Japan

3) 北海道土質試験協同組合 〒003-0831 北海道札幌市白石区北
郷 1 条 8 丁目 3-1

Hokkaido Soil Research Cooperative Association, Sapporo,
003-0831, Japan

4) 倶知安風土館 〒044-0006 倶知安町北 6 条東 7 丁目 3

Kutchan Museum of Natural History, Kutchan 044-0006,
Japan

Corresponding author: T. Inoue, inoue.takashi0323@gmail.com

Keywords: Paleo-Lake Kutchan, “varved clay”, deformation,
late Pleistocene, Kutchan, Hokkaido

要旨

倶知安町高砂の自衛隊駐屯地の西側の掘削に伴う法面の地質スケッチを行い、層序と層相および変形構造について記載検討を行った。法面には下位より古倶知安湖堆積物と考えられる“縞状粘土”や Spfl の再堆積層（凝灰質砂礫）およびこれらを覆う岩屑なだれ堆積物が累重している。

“縞状粘土”の上部にはスランプ等の堆積物滑動現象によると考えられる褶曲や破断などの変形構造が見られ、同粘土の堆積した期間をとおしてその堆積場と堆積環境が常に安定していたわけではなく、堆積後期に何らかの変動を被ったことが明らかとなった。また、“縞状粘土”と Spfl の再堆積層を合わせて変位させる衝上断層も法面南端付近で観察された。

これら地質構造の形成時期は、Spfl の再堆積時期を挟んで、2 回あったことが明らかになった。

はじめに

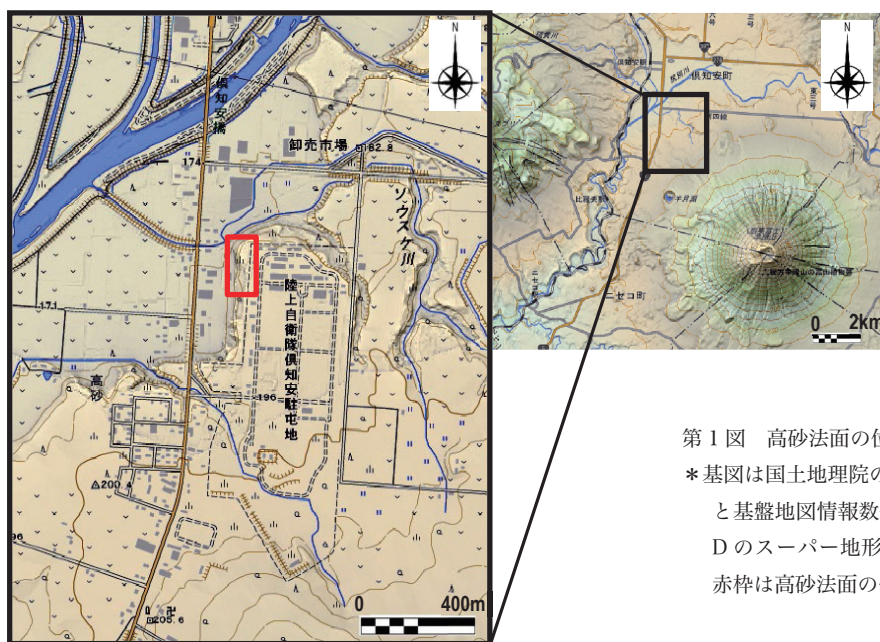
倶知安町高砂の自衛隊駐屯地の西側急斜面には、「古倶知安湖」に堆積した“縞状粘土”とそれを覆う凝灰質砂礫の露頭（G-1; 嵯峨山ほか, 2021）があり、真狩別層の一部と考えられている。そのうちの“縞状粘土”の写真は前田 (2012) でも紹介されている。

2021 年 8 月から 11 月にかけて、上記斜面の地権者である(株)倶知安機工の発注により、斜面安定を目的として勾配 1:1.0 の掘削と厚層基材吹付の法面工事が行われた。この工事によって発生した法面の広範囲にわたり“縞状粘土”および凝灰質砂礫が現れ、興味深い地質現象が観察された。最終的には厚層基材吹付工によって覆わ

れてしまうため、貴重な地質的知見を記録として残すことを目的として、工事期間中に数回の調査を行い法面の地質スケッチを作成した。以下、当該法面を「高砂法面」と称する。

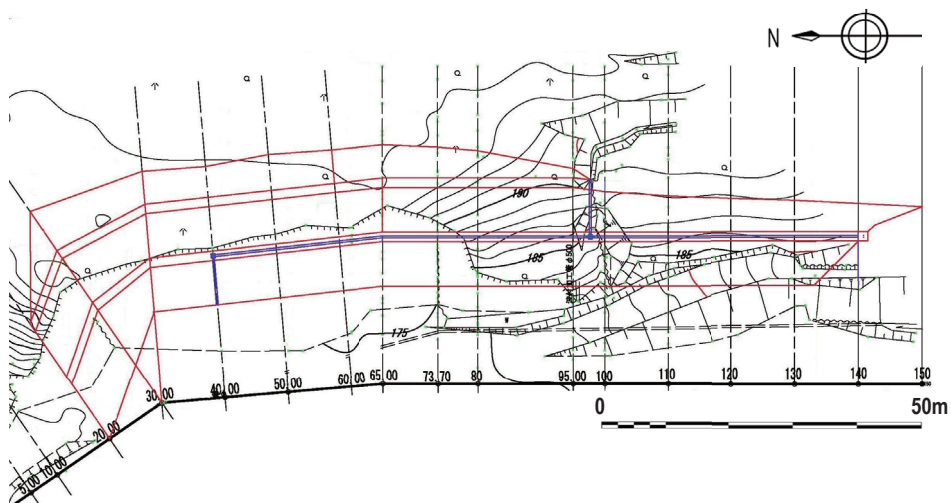
高砂法面工事の概要

高砂法面の位置は嵯峨山ほか (2020, 2021) で報告した倶知安町市街の約 3 km 南の露頭の位置と同一であり、当時の露頭は高砂法面の測線 80 付近にあたる（第 1 図）。法面工事は最大法高約 20 m で勾配 1:1.0、高さ 7.0 m 毎に幅 1.5 m の小段が設けられる計画で、バックホウによる機械掘削が進められた（第 2 図）。測線 80 付近に



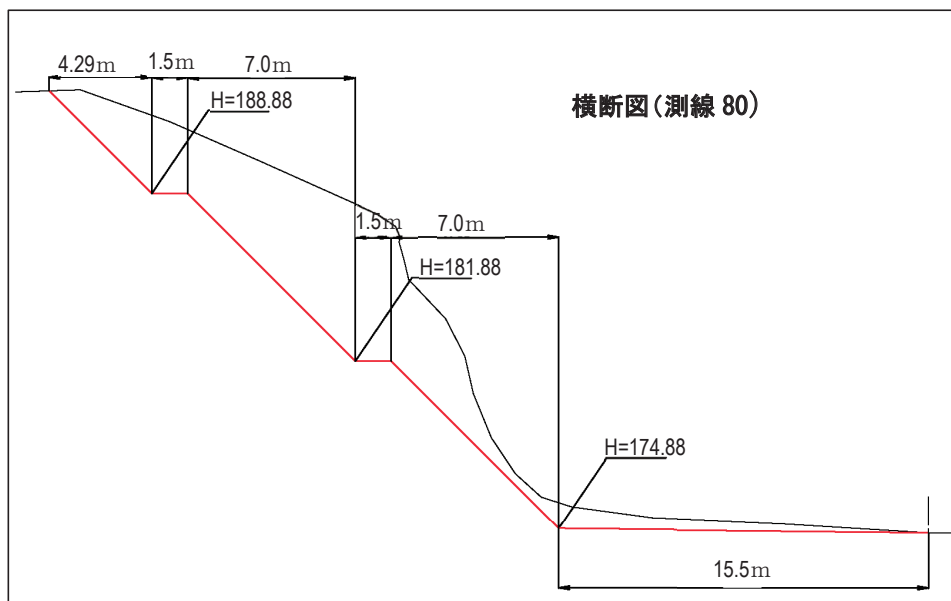
第1図 高砂法面の位置

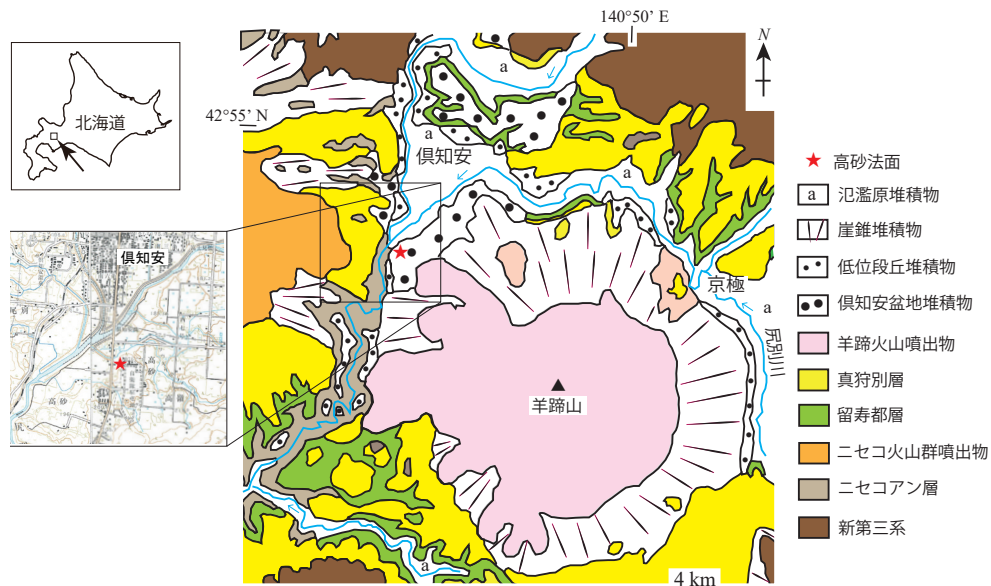
*基図は国土地理院の地形図（レベル15およびレベル12）と基盤地図情報数値標高モデルを使用してカシミール3Dのスーパー地形セットによって図化したものである。赤枠は高砂法面の位置を示す。



第2図 高砂法面の掘削計画図

*本図は(株)日本基礎技術 猫宮和之氏から提供された掘削計画図を基に作成したものである。なお、黒色は原地形を表し、赤色は掘削形状を、青色は排水路計画を表している。また、平面図下部に設定された基線上の数字は横断測量位置の測線名（基点からの距離をm単位で表示）である。





第3図 高砂法面周辺の地質（嵯峨山ほか，2020のFig.1を改変）

おける高砂法面の法肩標高はおよそ 193 m であり，法尻標高はおよそ 175 m である．法尻付近では原地形からの掘削深度は浅いが，以前の崖頂部付近では水平方向の掘削深度は 8.5 m 程度である．

法面工事期間は 2021 年 8 月 16 日～11 月 30 日であり，工事が終了した現在では法面は厚層基材吹付による植生に覆われている．

高砂法面周辺の地形・地質概要

高砂法面の上位は標高およそ 194m の台地状を呈している．同様の標高を示す台地面が羊蹄山の北西麓に広範囲に広がっており，この台地面の上位は羊蹄山の山麓斜面から連続する緩斜面である．台地直上におけるこの緩斜面の最大傾斜方向は北北西方向で，その傾斜は 1° 弱である．一方，高砂法面の法尻付近から尻別川にかけては標高 174m ～ 170m の平坦面がひろがっている（第1図）．

高砂法面周辺の地質は上述した地形と密接に関連しており，石田ほか（1991）によれば，台地面はほぼ「倶知安盆地堆積物」の分布域であり，羊蹄山麓から連続する緩斜面は「羊蹄火山噴出物および崖錐堆積物」の分布域であり，平坦面は「氾濫原堆積物」の分布域である（第3図）．高砂法面は「倶知安盆地堆積物」の分布域に位置している．

高砂法面の地質

高砂法面の地質は，表層の被覆層を除くと大局的に下位よりⅠ・Ⅱ・Ⅲの3つのユニットに区分され，ユニットⅡはユニットⅠの上に浸食関係で重なる．なお，ユニ

ットⅡの中には下位の地層を浸食するチャンネル構造が認められる場合がある．また，ユニットⅢはユニットⅠとユニットⅡの上に不整合で重なる（第4図）．

Ⅰ：” 縞状粘土 ” を主体とする．

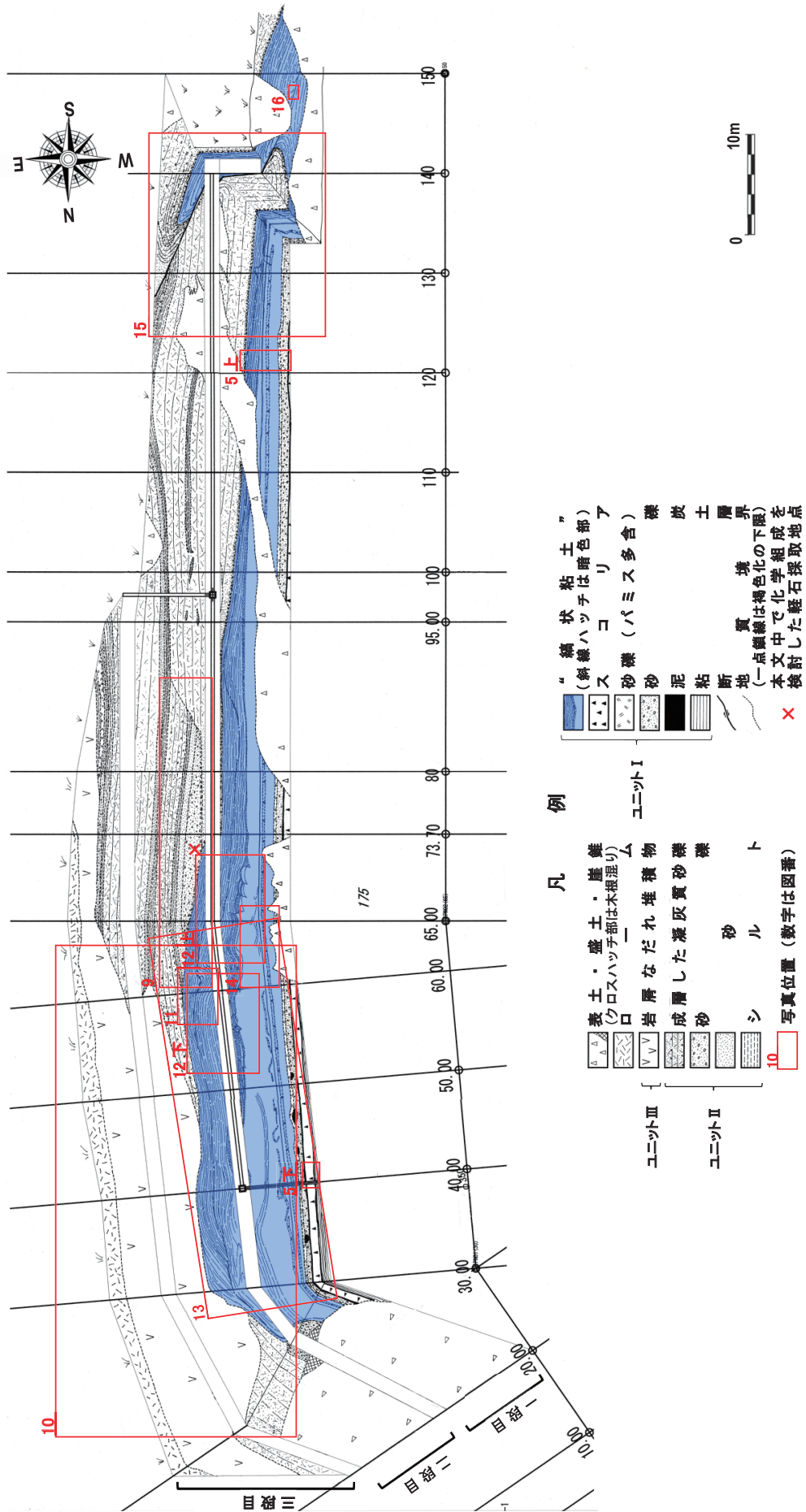
Ⅱ：成層した凝灰質砂礫を主体とする．

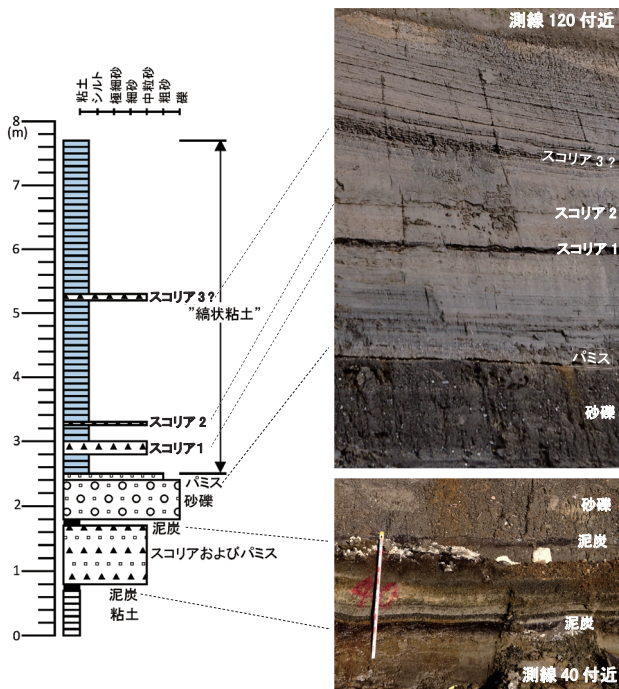
Ⅲ：巨礫を含む岩屑なだれ堆積物．

ユニットⅠ

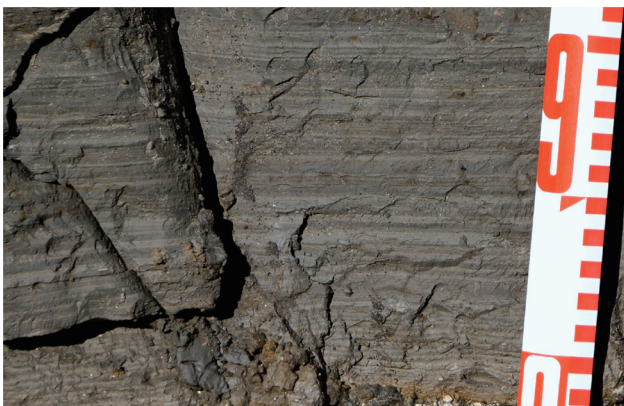
測線 73.70 より北側では2段目法面の中ほどから下位標高に分布しており，南側へと分布標高を減じ，測線 130 付近では1段目法面の中ほどより下位に分布する．なお，測線 140 付近では衝上断層により変位して再び2段目法面の中ほどに現れている（第4図）．下位より灰色粘土（層厚 0.7m +），泥炭（層厚 0.1m），スコリアおよびパミス（層厚 0.6m），泥炭（層厚 0.1m），砂礫（層厚 0.6m），パミス（層厚 0.1m），” 縞状粘土 ”（層厚 5.2m）よりなり，” 縞状粘土 ” 中には層厚 20cm ～ 2cm のスコリア薄層が多数挟在している（第5図）．

” 縞状粘土 ” は，暗青灰色部と淡青灰色部が厚さ 1 ～ 4mm で繰り返して縞模様を作っている細粒の堆積物であり（第6図），暗色部・淡色部とも肉眼的には粒子を容易に認識できないため，フィールドネームとして” 縞状粘土 ” とした．暗色部と淡色部の違いについては粒度の違いなのか，堆積物質の違いなのか，分析・試験等を行っておらず不明である．暗色部と淡色部の厚さは 1 枚 1 枚の縞ごとに様々で一定していないが，各縞は横方向にはそれぞれの厚さで良く連続している．なお，” 縞状粘土 ” は嵯峨山ほか（2020）による縞状堆積物と同一のものであるが，肉眼的に粒子を認識できない程度に細粒





第5図 ユニット I の地質柱状と写真



第6図 “縞状粘土”の層相

であることを明確にするため、ここでは“縞状粘土”とした。ユニット I の最上部の約 2m は酸化により褐色化している。

測線 73.7 付近より北側では“縞状粘土”は見かけ上 8.2m の層厚を示すが、これは後述する変形構造によって“縞状粘土”が南北方向に短縮されて見かけ上の層厚が増したためである。また、下位から 2 層目の泥炭は嵯峨山ほか (2021) の KC-1 に対比され、 ^{14}C 年代測定により 45,750 ~ 45,000 cal BP が得られている。

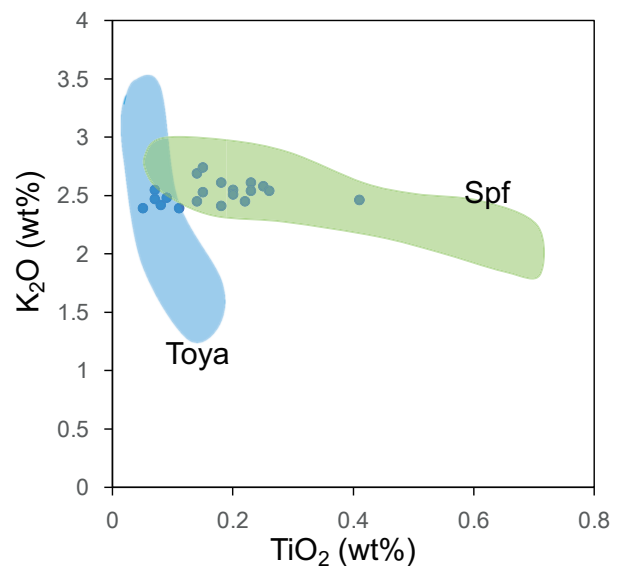
ユニット II

測線 50 付近から南側のおもに 2 段目法面に分布するほか、測線 20 から測線 30 の 2 段目法面や測線 95 から南側の 1 段目法面の中ほどから高標高部に分布している。なお、下位のユニット I との境界部には連続的に礫層が分布している。また、測線 130 から測線 140 付近



第7図 ユニット II 中の絹糸状軽石

にかけてはユニット I の“縞状粘土”と共に衝上断層により変位している。灰褐色ないしは淡黄灰色の成層した凝灰質砂礫を主体とするが、層厚 0.5m 程度のシルト層や砂層が数枚挟在する。礫は直径 5cm 以下の円磨された絹糸状軽石が多い (第 7 図)。絹糸状軽石の火山ガラスの化学組成は、 SiO_2 量 = 74.0 ~ 75.3% の流紋岩質で、 K_2O 量がほぼ一定で TiO_2 量に変化しており、中川ほか (2018) による支笏降下軽石堆積物 1 (Spfa-1) や支笏軽石流堆積物 (以下 Spfl と称す) の特徴と一致する (第 8 図)。なお、火山ガラスの化学組成は、北海道士質試験協同組合の SEM-EDS システム JSM-IT200 (LA) で測定し、分析条件は、加速電圧 15Kv、約 $30 \mu\text{m}^2$ の範囲を面分析し、測定時間は 150 秒、照射電流は 0.4nA、補正は ZAF 補正法によった。

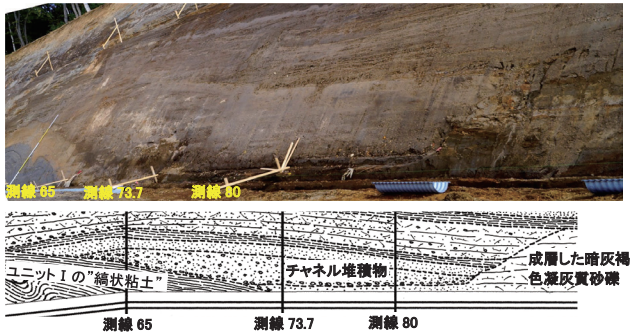
第8図 ユニット II 中の軽石の火山ガラスの K_2O - TiO_2 図

Toya : 洞爺火山起源のテフラの火山ガラス組成。Spf : 支笏火山起源のテフラの火山ガラス組成。Spf (Spfa-1, Spfl) と Toya の組成領域は中川ほか (2018) による。

したがって、ユニットIIの凝灰質砂礫はNakagawa et al. (2016) による Lake or lahar deposits composed of Shikotsu pumice and ash に対比され、古倶知安湖に流入した Spfl の再堆積層と考えられる。ユニットIIの各層は全体的に南へ緩傾斜している。また、測線 80 付近にはチャンネル構造が見られる (第9図)。

ユニットIII

測線 60 付近から北側の 2 段目法面および 3 段目法



第9図 ユニットII中に見られるチャンネル構造

面に分布している。径 2m 以上の安山岩巨礫を含む数 m 規模のブロックが雑多に混在する、著しく淘汰の悪い岩屑なだれ堆積物である (第10図)。

本層は、ユニットIおよび Spfl の再堆積層と考えられるユニットIIを不整合に覆っており、石田ほか (1991) の「崖錐堆積物」に対比するのが一般的と思われるが、層相が岩屑なだれ堆積物を呈することや羊蹄山麓から連続する緩斜面とは位置的に離れた台地の先端部に分布することから、上澤・中川 (2009) による羊蹄岩屑なだれ堆積物に対比される可能性もある。

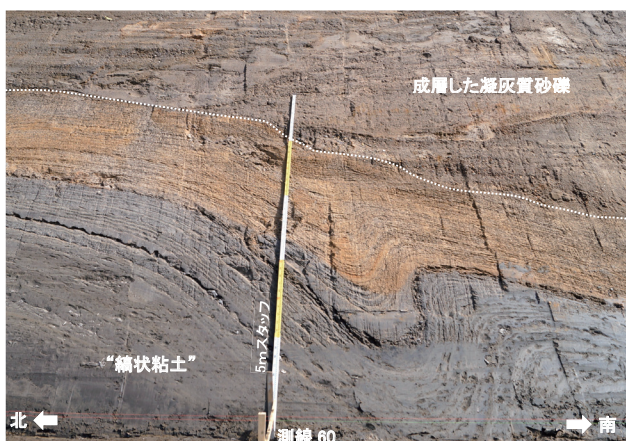
変形構造

1. "縞状粘土" の変形について

測線 73.7 付近より北側の "縞状粘土" には、褶曲構造や面なし断層等の変形構造が顕著に見られる。なお、変形構造は "縞状粘土" の下底から 0.8 m 上位に挟むする層厚 2cm のスコリア層を境界として、上位の "縞状粘土" 中に限られており、下位の "縞状粘土" はほぼ水平に近い非常に安定した構造を示している。



第10図 ユニットIIIの法面での状況



第11図 "縞状粘土" の褶曲 (測線 60 付近, 2 段目法面)

測線 60 付近には、一段目法面上部から二段目法面の下半部にかけて ENE 走向で北フェルゲンツの軸面をもつ一対の背斜・向斜からなる褶曲構造がみられる。なお、"縞状粘土" の上面付近では褶曲構造は消滅しており、上位の成層した凝灰質砂礫に同様の変形は見られない (第11図)。

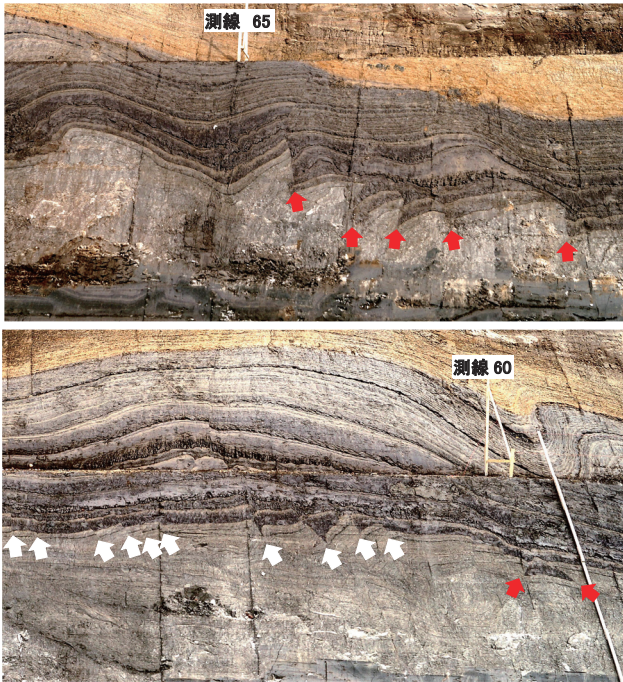
一方、測線 65 から測線 73.7 の間には上記褶曲の軸面とは異なる方向の高角度逆断層群が見られ、測線 50 から測線 60 の間には正断層群が見られるが、これらの断層はいずれも面なし断層であり、"縞状粘土" の上面までは達せずに消滅している (第12図)。

なお、測線 73.7 付近より北側の一段目法面の "縞状

粘土”は南側に緩傾斜する面なしの衝上断層群によって覆瓦状構造をなしており、一部にはデュプレックス構造も見られる(第13図)。

以上のように、下底から0.8mより上位の”縞状粘土”

はスコリア薄層をデコルマ面としたデコルマをなしているが、デコルマ面の直上では複数の逆向き衝上断層が発達して複雑に変形した地層が積み重なる様子も見られる(第14図)。



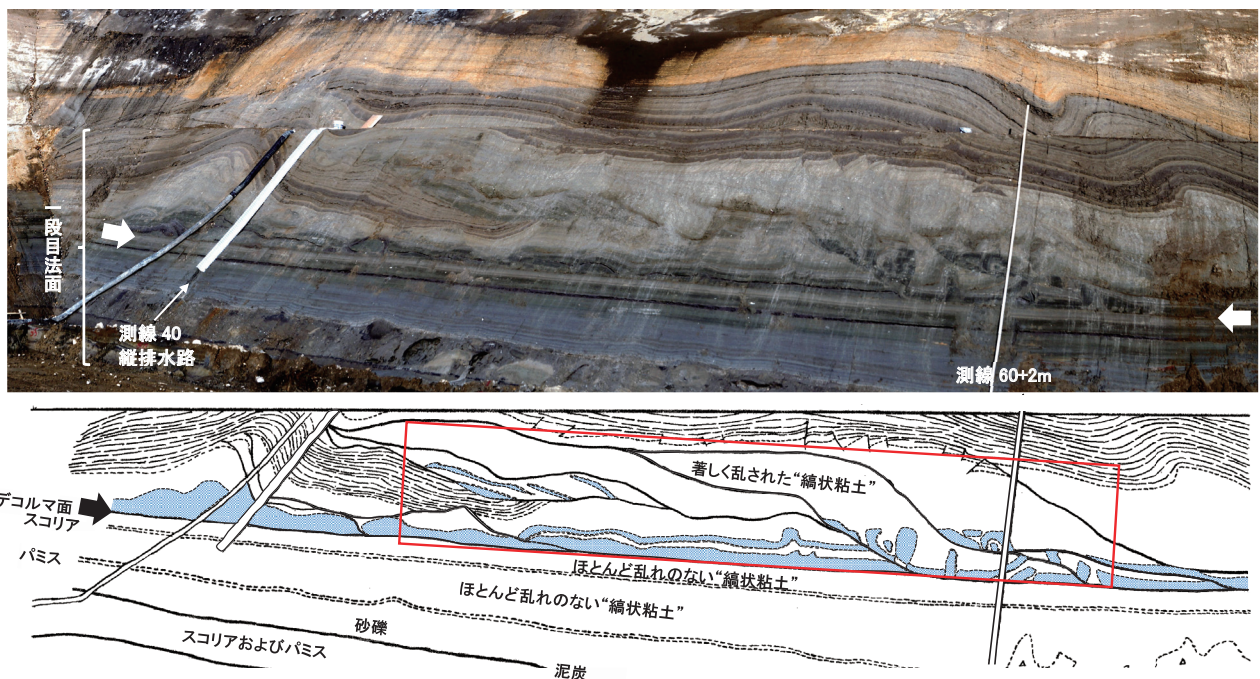
第12図 “縞状粘土”中の面なし断層(赤矢印が逆断層, 白矢印が正断層)。上写真: 測線65付近の逆断層群。下写真: 測線60付近の正断層群。両写真の中央付近から下位の明色部は、第5図のスコリア2とスコリア3?の間の”縞状粘土”から連続する地層であるが、機械掘削の影響と表面が乾燥している影響により色調が変化している。

2. 衝上断層について

2段目法面の測線130付近から1段目法面の測線150付近にかけて衝上断層(N62°E38°SE)が存在し、周辺の地層に引きずり褶曲が見られる(第15図)。この断層によって”縞状粘土”が上位の凝灰質砂礫(支笏軽石流堆積物の再堆積層)に北北西方向に衝上している。法面での見かけ変位量は約8mであり、断層の上下盤側とも,”縞状粘土”の直上に礫層が連続分布している。また、測線150付近の”縞状粘土”中で観察されるこの断層の延長部は、上盤側に引きずり褶曲がみられるものの破碎帯を伴わず密着している(第16図)。

考 察

高砂法面における地質観察から、古倶知安湖の堆積物と考えられる”縞状粘土”は複数のスコリアおよびパミスを挟有しながら堆積した後、Spflの再堆積層によって覆われ、更に岩屑なだれ堆積物が部分的にこれらを覆ったことが明らかとなった。また,”縞状粘土”の一部が著しい変形を被っていることから,”縞状粘土”が古倶知安湖に堆積した期間をとおしてその堆積場と堆積環境が常に安定していたわけではないことが明らかとなっ

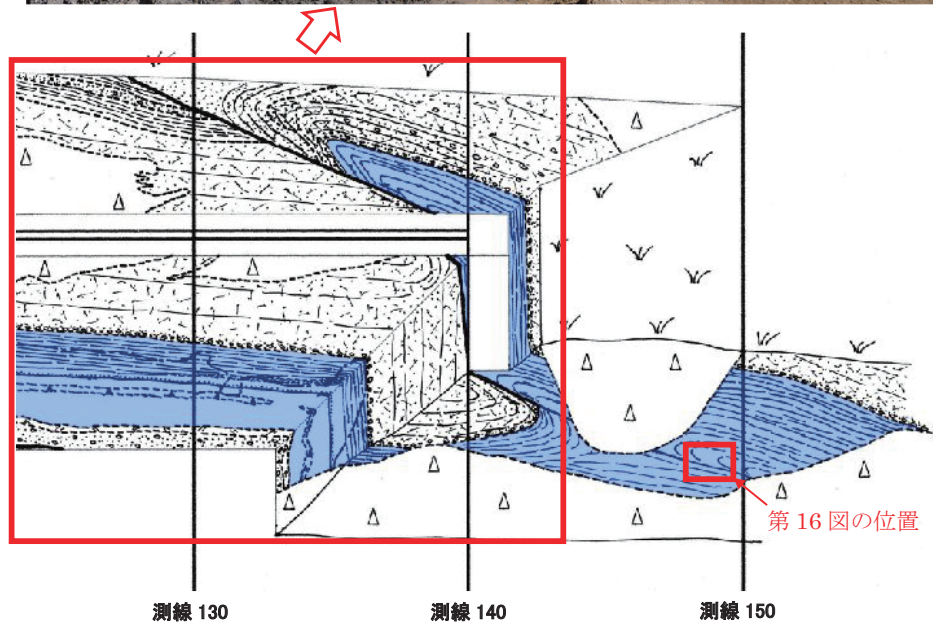


第13図 “縞状粘土”の変形構造(測線65～30付近)と一段目法面のスケッチ
赤枠部分にデュプレックス構造がみられる。

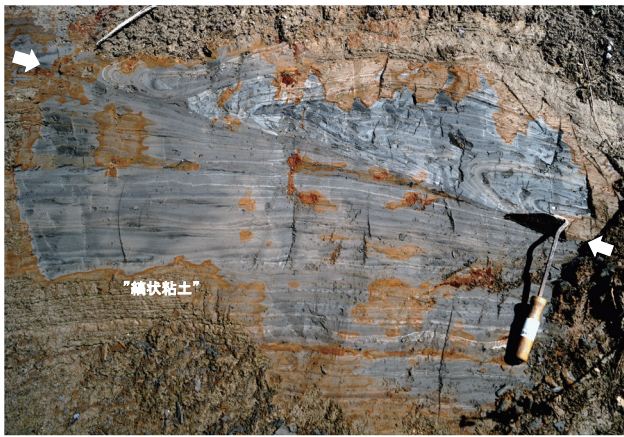


第 14 図 “縞状粘土” 中のデコルマ面直上の変形構造 (測線 60 ～ 65 付近)

白矢印がデコルマ面の位置を示しており、赤破線は全体的な地層の短縮方向に一致する衝上断層であり、黄破線は逆向き衝上断層である。破断した地層の屈曲 (めくれ上がり) や回転がみられる。



第 15 図 衝上断層と引きずり褶曲とそのスケッチ



第16図 測線150付近の衝上断層（位置は第15図参照）白矢印が衝上断層の位置を示している。

た。

”縞状粘土”が堆積した期間の後期（45,750～44,700 cal BPの後半）に、何らかのイベントにより未～半固結の堆積物がスコリア薄層をデコルマ面としてSSE→NNW方向に地層が短縮するように変形し、その後ほどなくユニットIIの凝灰質砂礫がこれを覆ったものと考えられる。その根拠となる事象は以下のとおりである。

- 1) 測線60付近に見られる背斜・向斜の褶曲軸面がENE走向で北フェルゲンツを示している。
- 2) ”縞状粘土”の上面付近では褶曲構造は消滅しており、上位の成層した凝灰質砂礫（ユニットII）に同様の変形は見られない。
- 3) 測線73.7付近より北側の一段目法面に見られる”縞状粘土”は南側に緩傾斜する面なしの衝上断層群による覆瓦状構造をなしている（法面上では見かけ上南から北へと衝上）。
- 4) ユニットIの下位から2層目の泥炭は嵯峨山ほか（2021）のKC-1に対比され、 ^{14}C 年代測定により45,750～45,000 cal BPが得られている。
- 5) ユニットIIの凝灰質砂礫中には絹糸状軽石を多く含んでおり、これらはca 44,700 cal BP（嵯峨山ほか、2021）のSpflに由来する。

地層の短縮方向が高砂法面上位に広がる羊蹄山の山麓緩斜面の最大傾斜方向と一致しており、挟在するスコリア薄層をデコルマ面としてその上位の”縞状粘土”が未～半固結状態で変形していることから、上記の変形構造はスランプ等の堆積物滑動現象によって形成された可能性が高い。

堆積物滑動現象を発生させたイベントとしては、①地震、②岩屑なだれあるいは溶岩流の湖への流入、③重力

クリープなどが想定されるが、地震（例えば古羊蹄山の噴火に伴う火山性地震や支笏火山の破局的噴火に伴う地震）の可能性が最も高いと思われる。その根拠となる事象は以下のとおりである。

- 1) 変形した”縞状粘土”（スランプ層）の層厚は5m未満である。
- 2) すべり面（デコルマ面）はほぼ水平に見えるほど緩傾斜である。
- 3) “縞状粘土”中に岩屑なだれ堆積物や土石流堆積物等が挟在していない。
- 4) 溶岩が湖水に流入した場合に発生すると考えられる水蒸気爆発の痕跡も確認されない。

しかしながら、高砂法面の地質状況のみからこの堆積物滑動現象を発生させたイベントを確定することは難しく、その解明のためには、より広域における古倶知安湖堆積物の地質状況の把握が必要であろう。今後の課題としたい。

2段目法面の測線130付近から1段目法面の測線150付近にかけて見られる衝上断層の活動時期については、Spflの再堆積層をも変位させていることから少なくとも44,700 cal BPよりも新しいことは確実である。ただし、本地域周辺の広域的な活構造は黒松内低地の西端をほぼN-SないしはNNW-SSE方向に延びる活断層帯に代表される南北方向のものが主体であり、NE系のものは知られていない。また、法面上位の台地面や周辺の台地面にも地形的な変位が明瞭でないことから、この衝上断層はいわゆる活断層ではなく、おそらく新羊蹄火山の形成に関わる地表変動の結果、生じた断層であろうと思われる。

なお、“縞状粘土”の変形時期と2段目法面の測線130付近から1段目法面の測線150付近にかけて見られる衝上断層の活動時期はSpflの再堆積時期を挟んだ前後であることから、高砂法面でみられる変形構造の形成時期は少なくとも2回あったことは明らかである。

謝 辞

高砂法面の調査に際しては、工事発注者である(株)倶知安機工および現場代理人である(株)日本基礎技術の猫宮和之氏に便宜を図っていただくとともに、掘削計画図の提供を受けた。北海道総合地質学研究センター会員の星野フサ氏（北海道大学総合博物館ボランティア）には粗稿を読んでいただいた。川村信人氏（北海道総合地質学研究センター理事）より査読いただき懇切丁寧な指摘と意見をいただきました。記して感謝申し上げます。

引用文献

- 石田正夫・三村弘二・広島俊夫, 1991, 20 万分の 1 地質図幅「岩内」, 地質調査所, NK-54-19・20.
- 前田寿嗣, 2012, 行ってみよう! 道央の地形と地質, 北海道新聞社, 147 p.
- Nakagawa, H., Miura, D., Uesawa, S. and Amma-Miyasaka, M., 2016, Calderas and active volcanoes in southwestern Hokkaido, Japan. IWCC 6 Excursion Guide Book, 33p.
- 中川光弘・宮坂瑞穂・三浦大助・上澤真平, 2018, 西南北海道、石狩低地帯におけるテフラ層序学：支笏－洞爺火山地域の噴火履歴（B コース）, 地質雑, 124, 473-489.
- 嵯峨山 積・星野フサ・井島行夫・近藤玲介・関根達夫・小田桐 亮・宮入陽介・横山祐典, 2021, 古倶知安湖の検証－その 2－：北海道倶知安町の上部更新統真狩別層の 14C 年代値, 火山灰, 花粉および珪藻の分析, 総合地質, 5, 71-80.
- 嵯峨山 積・関根達夫・星野フサ, 2020, 古倶知安湖の検証：北海道倶知安町の後期更新世堆積物の微化石分析, 総合地質, 4, 1-7.
- 上澤真平・中川光弘, 2009, 西南北海道, 羊蹄火山の最近約 5 万年間テフラ層序：古羊蹄火山起原テフラの発見と岩屑なだれの発生時期, 日本火山学会講演要旨集, 42.

Abstract

We sketched the strata of the excavated slope on the west side of the Self-Defense Forces camp at Takasago, Kutchan-cho, and described the stratigraphy, sedimentary facies, and deformation structure. The strata of excavated slope is divided I, II and III units in ascending order, Unit I is eroded by Unit II, and Unit III unconformably overlying others. Unit I is mainly consist of "varved clay", Unit II is consist of reworked Shikotsu Pumice Flow deposits, Unit III is consist of debris avalanche deposits. Unit I and Unit II are considered to sediments in the Paleo-Lake Kutchan. The upper part of the "varved clay" shows deformation structures such as folding and faults, which are considered to be caused by sediment sliding phenomena such as slumping. It is clear that the depositional field and the depositional environment were not always stable throughout the depositional period of the "varved clay" and that the "varved clay" underwent some kind of movement in the later stages of deposition. Thrust fault, which displaces both the "varved clay" and the reworked Shikotsu Pumice Flow deposits, is observed near the southern end of the excavated slope. The formation of these geological structures occurred twice, before and after the deposition of reworked Shikotsu Pumice Flow deposits.