

第 22 次野尻湖発掘の地質学的成果

— 野尻湖発掘地とその周辺の地質 その 22 —

野尻湖地質グループ*

はじめに

2018 年 3 月の第 22 次野尻湖発掘（以下、第 22 次発掘のように略す）では、1990 年の第 11 次発掘以来、28 年ぶりに立が鼻遺跡Ⅲ区の湖岸に近い場所で発掘調査を行った。この 28 年の間に、10 回の発掘調査が行われ、特に 2000 年（第 14 次発掘）以降の発掘において、野尻湖層（野尻湖地質グループ、2004）に見られる堆積構造の詳しい観察に基づき、地層の形成や化石・遺物の運搬・埋積過程に関する理解が大きく進んだ。その概要を以下に記述する。

2000 年から 2012 年に行われた第 14 次および第 16 次

～第 19 次野尻湖発掘では、野尻湖層の中でも多くの化石を包含する立が鼻砂部層 T2 ユニット（野尻湖地質グループ、2004）の形成過程を解明することを目的として、立が鼻遺跡Ⅲ区の F 列 16～22 グリッドにおいて堆積構造を詳しく観察した。その結果、この地域の T2 ユニットは、増水のたびに南南西から北北東に向かう流れによって側方付加を繰り返すことで成長した地層であることが明らかになった（野尻湖地質グループ、2010、2014）。

第 20 次（2014 年）および第 21 次発掘（2016 年）では、立が鼻遺跡Ⅰ区において野尻湖層を観察し、Ⅰ区の立が鼻砂部層 T2 ユニートを 4 つのサブユニット（T2 ユニット s1～s4）に細分し、それらは湖水面の上昇と

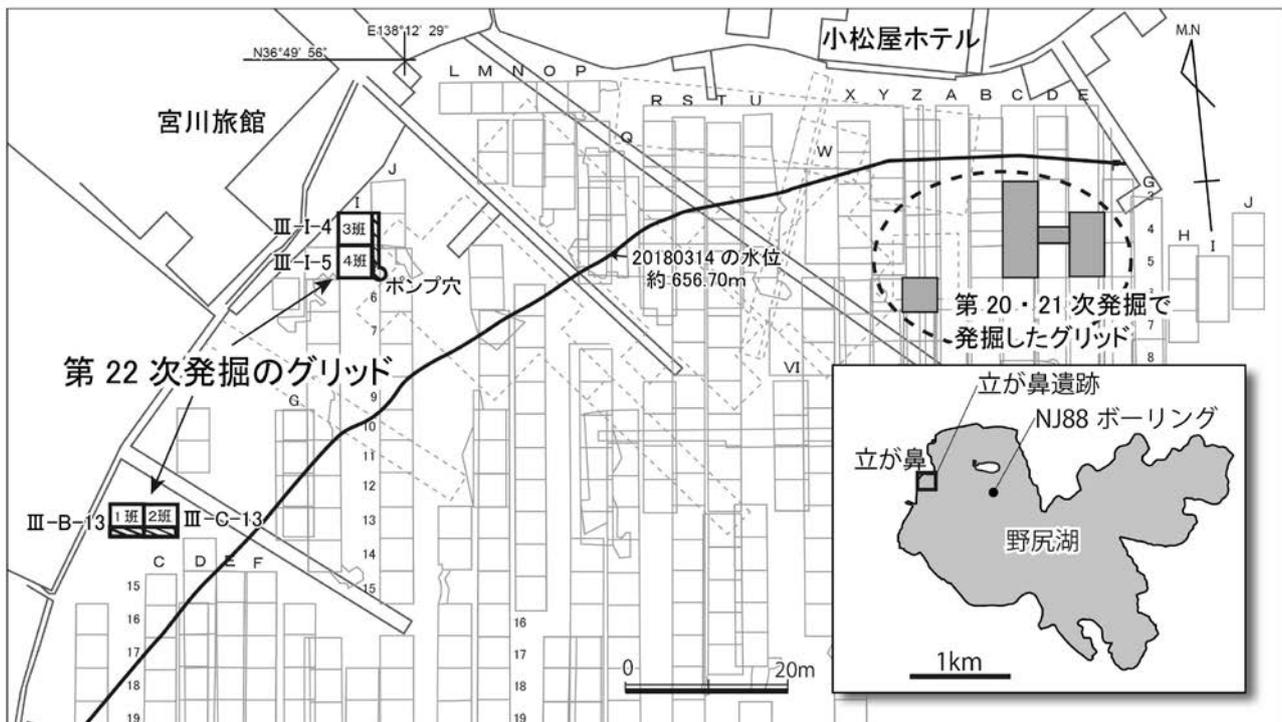


図 1 第 22 次野尻湖発掘調査位置図

* 事務局：〒 380-8544 長野県長野市西長野 6-1 信州大学教育学部 竹下欣宏気付
c/o TAKESHITA Yoshihiro, Shinshu Univ. Faculty of Education, ro-6, nisinagano, nagano 380-8544, Japan
執筆者 (50 音順)：川辺孝幸・関めぐみ・竹下欣宏**・中川知津子・長橋良隆・花岡邦明・宮下 忠

** 執筆責任者

低下の繰り返しによって形成された可能性が指摘された(野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ, 2016).
 また, 産状確認法(野尻湖発掘調査団, 2003; 野尻湖地質グループ, 2003)により, 礫や化石・遺物と周囲の地層との関係を詳しく観察した結果, I 区の立が鼻砂部層 T5 ユニットの含まれる礫(長径 15~20cm)が, 直下の黒色スコリア層[ニセノミ]や砂礫層を下方に押し込むように変形させている状況が確認された(野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ, 2016, 野尻湖地質グループ, 2018).

このように 2000 年以降の発掘による成果を受けて, 第 22 次発掘では湖岸に近い場所の野尻湖層を観察した. その結果, 野尻湖地質グループ(2004)によって再定義された野尻湖層の区分が, 今回の発掘地でも矛盾なく適用できることを確認するとともに, 野尻湖層中に多数の変形構造を認識することができた.

本報告をまとめるにあたり, 信濃町役場, 野尻区, 野尻湖ナウマンゾウ博物館の方々には, 発掘時はもとより, 野尻湖地質グループの集会の時にも様々なご援助・ご協力をいただいた. ここに記して感謝する次第である.

現場で得られた基礎資料のすべては, 第 22 次発掘の参加者によるものであり, 発掘グリッドの試掘溝壁面スケッチは, 各発掘班の協力を得て地質班が行ったものである. 第 22 次発掘の地質班員と, 第 22 次発掘以降, 2019 年 10 月までに実施された地質グループ集会の参加者の氏名を文末に記す.

野尻湖発掘地の地形・地質概要

野尻湖は, 長野県上水内郡信濃町にある湖水面の標高が 657m で, 東西約 3km, 南北約 2.5km の広がりをもつ. 東側の湖岸線はリアス式海岸のように入組んでいるのに対し, 西側の湖岸線は単純で滑らかな形をしている. 1962 年に始まった野尻湖発掘は, 湖西岸の中央付近において岬状に張り出した立が鼻の南側にある立が鼻遺跡で行われている(図 1). この遺跡はふだん水底に没しているが, 1 月~3 月にかけて水力発電による湖水の利用によって水位が下がり, 遠浅の湖岸付近が干上がって発掘調査が可能となる. 第 22 次発掘が行われた 2018 年 3 月は, 工事の影響などで湖水面が 1m ほどしか低下しなかったことを受け, 湖岸に近い場所で発掘調査が実施された.

立が鼻遺跡に分布する化石包含層に対して, 「野尻湖層」という名称が, 豊野研グループ・斎藤豊(1964)によってはじめて用いられた. それ以降, 野尻湖底における発掘や地質調査が行われるたびに新知見が得られ, 発掘地周辺の地質層序区分や個々の地層の堆積環境に関するデータが蓄積されてきた(野尻湖発掘調査団, 1975; 野尻湖発掘調査団地質グループ, 1977, 野尻湖地質グループ, 1980, 1984a・b, 1987, 1990a・b・c, 1993, 1994, 1996a・b, 2000a・b, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2018; 野尻湖地質グループ・野尻湖

| 層序区分 | | 主な鍵層 | 年代 (ka) | ¹⁴ C年代値 | |
|-------|-----------|-------|---------------------------------|--------------------|------------------------|
| 野尻湖層 | 芙蓉湖砂シルト部層 | F4 | | 15 | 42961±640 43393±607 |
| | | F3 | | | |
| | | F2 | | | |
| | | F1 | ヌカ I | | |
| | 立が鼻砂部層 | T7 | 上 I ピンク 黄クロ II 黄クロ I | 38 | |
| | | T6 | 赤スコ | 43 | |
| | | T5 | 中 II ピンク ニセノミ | | |
| | | T4 | 中 I ピンク 青ヒゲ | 44 | |
| | | T3 | | | |
| | | T2 | たいこ橋 スコリア | | |
| | | T1 | | 49 | |
| | 海端砂シルト部層 | U3 | ドライカラー 粉アズキ プレッチャー ゾーン | 54 | |
| | | U2 | | 60 | |
| | | U1 | 三点セット | 61 | |
| | シ貫ルノト木部層 | K2 | 黄ゴマ ノミ ノミ下ピンク | 62 | |
| K1 | | | 64 | | |
| 琵琶島沖層 | | キビオコシ | 68 | | |
| | | トゲヌカ | 70 | | |
| 基盤 | | | 87 | | |
| | | | 98 | | |

図 2 立が鼻発掘地付近の地質層序表
 野尻湖地質グループ(2004)および野尻湖火山灰グループ(2010)に基づき作成した.
 層序境界の年代値および ¹⁴C 年代値は長橋・石山(2009)に基づく.

| 層序区分 | ユニット | 総合柱状図 cl st sd grv | 鍵層 | 層相 | 年代 (ka) |
|------|-----------|-----------------------|-------------|--|--|
| 野尻湖層 | 芙蓉湖砂シルト部層 | F4 | | 植物片の密集層を数枚はさむ砂礫層 アイスクリームのフタやビニール袋、木材片などのゴミを含む | |
| | 立が鼻砂部層 | T4 | [青ヒゲ] | 暗青灰色火山礫層 礫径 3 ~ 20mm の黒色スコリア点在 | 44 |
| | | T2 | | 暗灰色砂礫層 (T2 上半部) 礫径 3 ~ 15mm の垂円から垂角礫, [プレッチャーゾーン] の礫混じる, 変形構造あり | |
| | | T1 | | 灰褐色から暗灰色砂礫層 (T2 下半部) 礫径 5 ~ 20mm の垂角から垂円礫, [プレッチャーゾーン] の礫混じる | |
| | 海端砂シルト部層 | U3 | [プレッチャーゾーン] | 暗黄灰色砂礫層 礫径 2 ~ 8mm, 最大 25mm ([プレッチャーゾーン] の礫が多い) | 49 |
| | | U2 | | 灰色中粒~粗粒砂 ([プレッチャーゾーン] と同質) 灰色石質火山礫層 礫径 5 ~ 25mm, 最大 50mm 最上部に黄灰色シルト質砂の薄層, 基底部は粗粒~極粗粒砂サイズ | |
| | | | | ← ガラス質火山灰 | 暗灰色~黄灰白色中粒~細粒砂層 不鮮明なラミナ、変形構造あり, 灰白色シルト薄層をはさむ |
| | | U1 | [三点セット] | 暗灰褐色細粒~中粒砂層 (上半部) | |
| | シルト貫ノ木部層 | K2 | [黄ゴマ] | 暗灰色中粒~粗粒砂層 (下半部) 礫径 5mm, 最大 10mm の白っぽい垂角礫を含む | 60 |
| | | | | 灰色スコリア層と紫灰色火山灰層の互層 シルト層をはさむ | 61 |

図3 第22次野尻湖発掘地の地質層序表
層序境界の年代値は長橋・石山 (2009) に基づく。

火山灰グループ, 1993, 2016; 石井・野尻湖地質グループ, 1997; 野尻湖地質グループ・野尻湖古地磁気グループ, 1998; 阪神わかやま野尻湖地質サブグループ, 2003). 野尻湖地質グループ (2004) は, 野尻湖形成以降, この湖に堆積したすべての地層を野尻湖層 (Nojiri-ko Formation) として再定義し, 国際層序ガイド (Salvador, 1994) に則って層序区分を行った。野尻湖層は, 多数の降下火砕物を挟む, 主として砂やシルトなどの碎屑物から構成される地層で, 模式地の立が鼻遺跡では最大で7.5mの層厚をもつ。野尻湖層は下位から貫ノ木シルト部層, 海端砂シルト部層, 立が鼻砂部層および芙蓉湖砂シルト部層に区分される。各部層はそれぞれ岩相の

違いや軽微な削り込みにより, さらに2~7の岩相ユニットに細分される (図2)。

立が鼻遺跡における野尻湖層の基盤は, 下部-中部更新統の凝灰角礫岩層と中部更新統の泥流堆積物である。湖心部で掘削されたNJ88ボーリング試料では, 泥炭質シルト~泥炭よりなる琵琶島沖層が野尻湖層に整合に覆われるが, 本層は立が鼻発掘地では確認されていない (野尻湖地質グループ, 2004)。

第22次野尻湖発掘地の地質

第22次発掘地における野尻湖層の層序

第22次発掘では, III-B-13, III-C-13, III-I-4・5

グリッドにおいて発掘が実施され（図1）、各グリッドの壁面および底面、試掘溝壁面、ポンプ穴の壁面に露出した地層断面を観察した。第22次発掘地で観察された地質層序表を図3に示す。

今回発掘したグリッドのうち、Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13グリッドでは、立が鼻砂部層 T3 ユニットが欠如するものの、海端砂シルト部層 U2 ユニットから立が鼻砂部層 T4 ユニットまでが連続的に重なる様子が確認でき、それらを人工的な掘削面を境にしてビニール片等を含む芙蓉湖砂シルト部層 F4 ユニットが覆っていた。Ⅲ-J-5グリッドに掘られたポンプ穴では、貫ノ木シルト部層 K2 ユニットから海端砂シルト部層 U3 ユニットまでが連続的に観察できた。また、Ⅲ-J-4グリッドに掘られた試掘溝では、立が鼻砂部層 T1 ユニットが欠如するものの、海端砂シルト部層 U2 ユニットから立が鼻砂部層 T2 ユニットまでが連続的に確認され、人工的な掘削面を境にしてビニール片等を含む芙蓉湖砂シルト部層 F4 ユニットがそれらを覆う様子が観察できた。

Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13グリッドの南側壁面およびⅢ-C-13グリッドの東側壁面、Ⅲ-J-4グリッドの試掘溝西側壁面、Ⅲ-I-5グリッドの南側壁面に露出した地層断面のスケッチおよびを作成した（図4～6）。このほか、Ⅲ-J-5グリッドのポンプ穴で地質柱状図を作成した（図7）。以下に第22次発掘地で確認された地層の層相を記載する。〔 〕で囲まれた名称は鍵テフラ層のフィールドネームを示す。

A 貫ノ木シルト部層

本部層のうち第22次発掘で露出した層準はK2ユニットの上半部のみで、Ⅲ-J-5グリッドに掘られたポンプ穴の壁面で確認された（図7）。本ユニットは、主に灰褐色シルトからなり、最上部の10cm程度の部分は砂質シルトでやや粗粒になる。また、上面より下へ約40cmの層準に、細粒砂～中粒砂サイズの粒子からなる白色結晶ガラス質火山灰層〔黄ゴマ〕が挟まれ、その層厚3～4cmである。確認したポンプ穴が狭く、シルト層中の堆積構造までは観察できなかった。

B 海端砂シルト部層

本部層はU1～3ユニットに区部され、最下位のU1ユニットはⅢ-J-5グリッドに掘られたポンプ穴の壁面で確認されたのみであるが、その上位のU2・3ユニットはⅢ-B-13、Ⅲ-C-13、Ⅲ-J-4グリッドの試掘溝壁面およびⅢ-J-5グリッドに掘られたポンプ穴の壁面で確認された。

U1 ユニット：本ユニットは暗灰色～紫灰色の細粒な火山灰層と灰褐色スコリア層および灰色石質火山礫層の互層〔三点セット〕からなる（図7）。スコリアの粒径は数mm～2cmのものが多く、石質火山礫の粒径は径数mm～最大で3cmである。本ユニット下半部には2層の灰色シルト層が挟まれる。下位のシルト層は層厚8cm程度で砂と細礫が混じりやや粗く、木片を含む。

上位のシルト層は淘汰が良く、層厚5cm程度である。

U2 ユニット：本ユニットは、Ⅲ-J-5グリッドのポンプ穴で基底から上面まで連続的に観察することができた（図7）。ここでは下位より層厚20cmの深緑色砂礫層、層厚15cmの灰褐色砂礫層、層厚10cmの暗褐色砂礫層、層厚7cmの暗褐色細粒砂層からなり、最上部の細粒砂層を除き、粒径1cm程度の亜円～円礫を含む。最上部の細粒砂層には明瞭な葉理が見られないが、その下位の砂礫層には明瞭な葉理が見られた。

また、Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13グリッドの南側壁面では、本ユニットの上部10cm程度が確認できたのみである（図4）。この場所では灰色～暗灰色砂礫層からなり、粒径数mm～1.5cmの亜円礫が含まれていた。また、Ⅲ-B-13グリッドの本ユニットには湖岸側（西側）に傾くフォアセットラミナが見られた。

U3 ユニット：本ユニットは、発掘したすべてのグリッドで確認された（図4、5、6）。下位より、細礫の混じる灰褐色から暗灰色細粒～中粒砂層と灰色石質火山礫層〔ブレッチャーゾーン〕とその再堆積物層からなる。本来、U3ユニットには〔ブレッチャーゾーン〕の上位に鍵テフラ層の〔ドライカラー〕と〔粉アズキ〕を挟む層準が重なるが、今回の発掘地ではこの層準は欠如しており、立が鼻砂部層 T1・T2 ユニットが〔ブレッチャーゾーン〕もしくはその再堆積物層を直接覆っていた。本ユニットの層厚は、Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13グリッドで厚く、60～70cmほどあるが、Ⅲ-I-5、Ⅲ-J-4グリッドではやや薄く30～50cm程度であった。特に本ユニットに挟まれる鍵テフラ層〔ブレッチャーゾーン〕とその再堆積物層は、Ⅲ-I-5、Ⅲ-J-4グリッドでは層厚10～15cmあるが、北側のⅢ-I-5、Ⅲ-J-4グリッドでは浅い溝状のくぼ地を埋めてレンズ状に存在するのみである。Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13グリッドの〔ブレッチャーゾーン〕は、下位より主に中粒から極粗粒砂サイズの粒子からなる厚さ1～2cmの薄層、斜交葉理が見られる主として数mm～2.5cmの灰色石質火山礫からなる厚さ10cm程度の主部、シルト分を多く含み黄灰色を呈する厚さ1～1.5cmの最上部に区分できる。また、Ⅲ-C-13グリッドでは〔ブレッチャーゾーン〕を厚さ3～4cmの淘汰の良い青灰色中粒砂が覆う。

〔ブレッチャーゾーン〕下位の細礫混じり細粒～中粒砂層には斜交葉理と平行葉理が発達する。全体にシルト分が乏しくサラサラしているが、葉理に沿ってシルト分の多い薄層が挟まれるため、地層断面に水をかけて表面を洗い流すと薄層が浮かび上がり、堆積構造が明瞭に認識できる。このようにして堆積構造を観察したところ、折りたたまれたり、波打ったりしたような葉理の変形が複数確認できた。また、Ⅲ-J-4グリッドの試掘溝壁面では、本ユニット中に南側に数°傾斜した連続性の良いシャープな面が数枚確認された（図5）。さらに、Ⅲ-I-4グリッドの発掘面においてU3ユニットおよび立

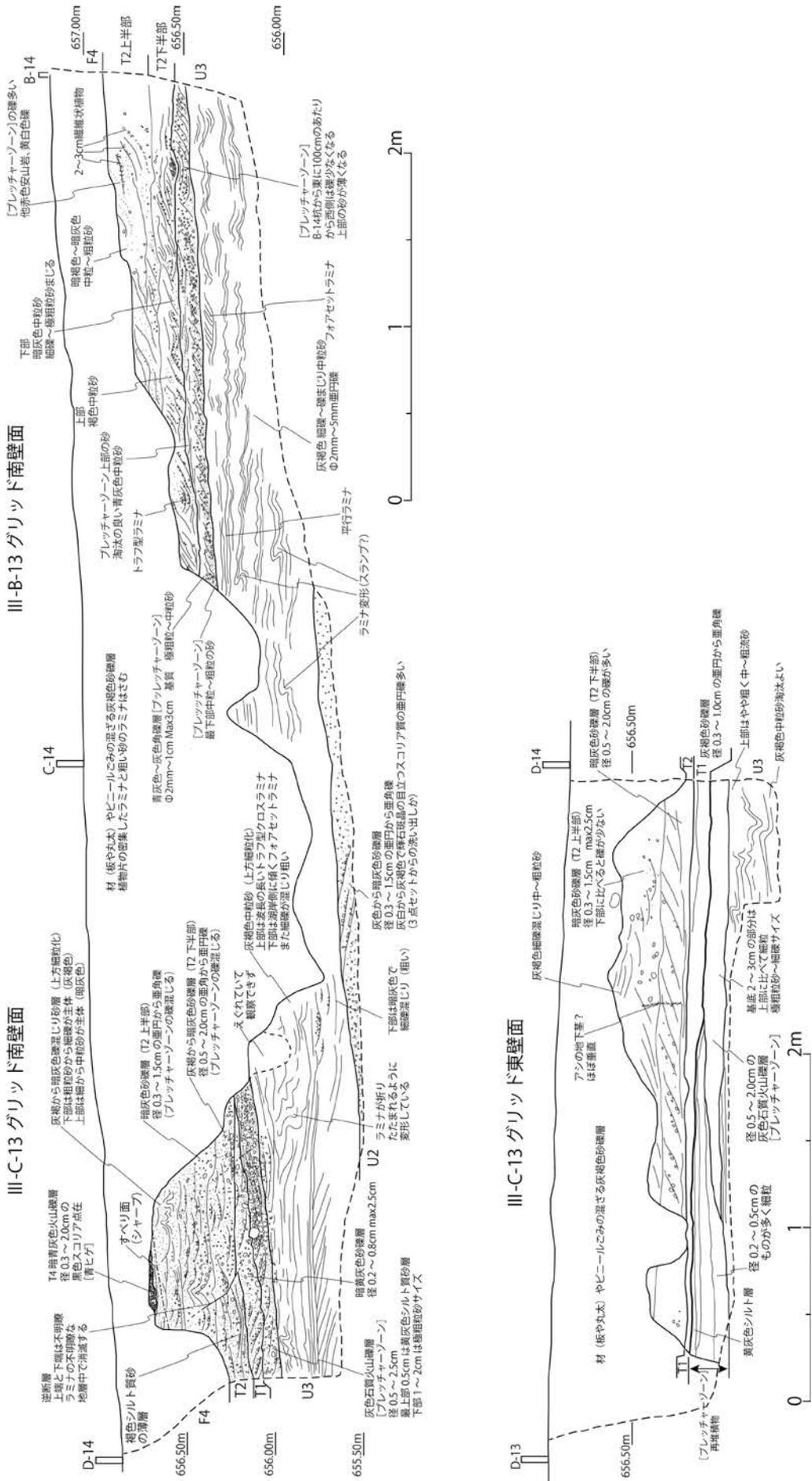


図4 III-B-13, III-C-13 グリッドの南側および東側壁面における地層断面スケッチ

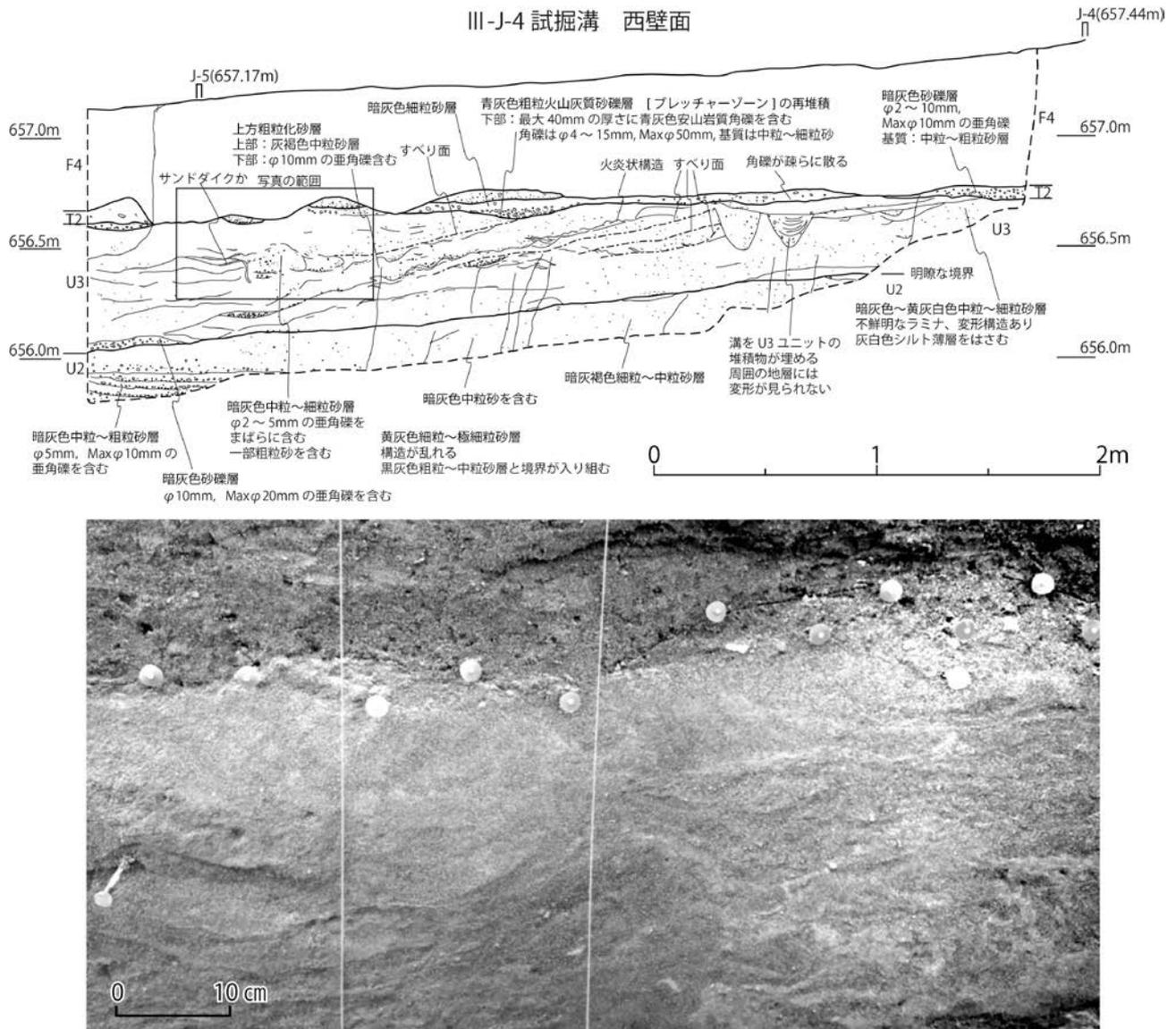


図5 III-J-4 グリッドの試掘溝西側壁面の地層断面スケッチ（上）と地層断面の写真（下）
 スケッチ中の四角は写真の範囲を示す。写真は元画像に Adobe Photoshop でハイパスフィルターをかけ、画像調整して明暗を強調したもの。液状化して堆積構造が乱れている。

が鼻砂部層 T2 ユニットの貫く砂脈が観察された (図 8)。

また、III-I-4 グリッドの北西側の発掘面にて、[プレッチャーゾーン] 下位の砂層の中部で白色のシルトサイズから極細粒砂サイズのガラス質火山灰を新たに見いだした (試料番号 18-III-I-4-A-26)。この火山灰層は、断片的でレンズ状を呈し、グリッドや試掘溝の壁面では確認できなかったが、発掘面 (同じ深さ) において複数の火山灰層のレンズを確認することができた。レンズの大きさは、大きいもので直径 3cm ほどであった。

C 立が鼻砂部層

本部層は岩相の違いや軽微な削り込みにより、下位より T1~T7 ユニットの区分される。第 22 次発掘地で確認できた層準は、T1・T2・T4 ユニットのみにある。

T1 ユニットの：本ユニットは III-C-13 グリッドのみで

確認され、そのほかのグリッドでは欠如する (図 4, 5, 6)。唯一本ユニットが確認された III-C-13 グリッドでも、西側に向かって薄くなり、その分布範囲はグリッドの東側半分に限られる。本ユニットは暗黄灰色砂礫層からなり、[プレッチャーゾーン] 由来と推定される亜円～亜角礫を多く含む。また、下位の [プレッチャーゾーン] の上面をやや削剥して覆う。

T2 ユニットの：本ユニットは、発掘したすべてのグリッドで確認されたが、III-I-4, 5 グリッドでは、過去の発掘により大部分が失われていたため、詳しい地層断面の観察ができなかった (図 5, 6)。これに対して III-B-13, III-C-13 グリッドでは人的に多くの部分が失われたと推定されるものの、一部で厚さ 40~60cm の地層断面を観察することができた (図 4)。両グリッドの

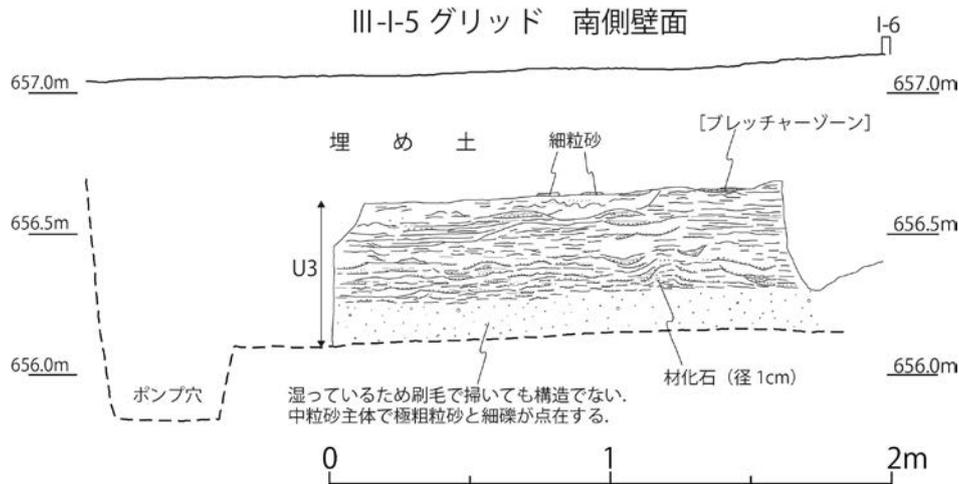


図6 III-I-5グリッド南側壁面における地層断面スケッチ

T2ユニット中には粒度の違いにより認識できる不連続面があり、それを境に下半部と上半部に区分することができる。

T2ユニット下半部は暗灰色から灰褐色の細礫混じり砂層から砂礫層で、下部ほど礫が多く粗い傾向がある。Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13グリッドの南側壁面では、幅20cm程度のトラフ型斜交葉理が、Ⅲ-C-13グリッドの東側壁面では北側に傾斜するフォアセットラミナが見られた。

T2ユニット上半部は暗褐色から暗灰色の礫混じり砂層から砂礫層で、T2ユニット下半部に比べ礫が少なく全体として細粒である。T2ユニット上半部も同下半部と同様に下部ほど礫が多く、全体に上方細粒化する。Ⅲ-C-13グリッドの南側壁面では、トラフ型斜交葉理が、同グリッドの東側壁面では北側に傾斜するフォアセットラミナが見られた。Ⅲ-B-13グリッドのT2ユニット上半部は、Ⅲ-C-13グリッドのものに比べると細粒で、繊維状の植物片（のちの時代の植物の根？）が多く含まれる。また、Ⅲ-C-13グリッドの南側壁面ではこの層準に波打ったようなラミナの変形のほか、ラミナを切るシャープな面を1枚確認した（図4）。

T4ユニット：Ⅲ-C-13グリッドの南側壁面で、黒色のスコリア質火山礫が点在する暗青灰色石質火山礫層〔青ヒゲ〕が確認された（図4）。上面は削剥を受けているため、真の層厚は不明であるが、厚さは最大で4cmである。構成粒子の粒径は0.3~2.0cmである。

C 芙蓉湖砂シルト部層

本部層は岩相の違いや軽微な削り込みにより、下位よりF1~F4ユニットに区分される。第22次発掘ではビニール片などを含む極めて新しい地層であるF4ユニットのみが確認された。

F4ユニット：本ユニットは、詳しい時代は不明だが、現代人が掘った溝状・穴状のくぼ地を埋積している。本ユニットは暗灰褐色砂礫層を主体とし、多量の植物片を含む薄層を数枚挟み、ビニール片などの人工物をしばし

ば含んでいる。本ユニットの層相については、2019年3月の地質調査で詳しく観察したので別稿で報告する。

議 論

化石の埋積過程

第22次発掘地では、第20次、第21次発掘地と異なり、粒径が10cmを超える大きな礫は発見されなかった。しかし、Ⅲ-B-13グリッドではT2ユニットから長径が約38cmのナウマンゾウの下顎大白歯（野尻湖哺乳類グループ、2020）が、Ⅲ-I-4グリッドではU3ユニットから長さ42.5cm、径約5cmの植物化石（b-63）が発見された。これらの化石がどのように運ばれ、地層中に埋積されたのかを明らかにするために、産状確認法（野尻湖地質グループ、2003）で化石を埋める地層の堆積構造を詳しく観察した。以下にその結果を述べる

Ⅲ-B-13-m-6（白歯）：Ⅲ-B-13-m-6（以下、m-6）は、長径約38cm、短径約20cmで、咬合面を横に向けた状態で産出した（図9）。大部分が立が鼻砂部層T2ユニット上半部に包含されていたが、上面付近が芙蓉湖砂シルト部層F4ユニットに覆われていた。m-6の長軸の方向は約N20°Eで、白歯が湾曲しているため、観察した部分（白歯近心側）は南側にゆるくプランジしていた。m-6を埋めるT2ユニット上半部は暗灰色の細礫まじり中粒~粗粒砂層で、あまり明瞭ではないが、東側に傾くラミナが見られた。野尻湖地質グループ（2006）で報告されたようなラミナの変形はm-6の周辺では確認できなかった。また、m-6を埋める地層（T2ユニット上半部）の粒子サイズに対して、この化石は明らかに大きいため、周囲の地層と同じ流れで運ばれたとは考えにくい。何らかの営力によってm-6がこの場所に定置したのち、その後の流れによって運ばれた砂礫によって埋没したと考えられる。以上のような観察結果から、m-6の下には、はっきりとした層理面が認識できないが、野尻湖地質グループ（2003、2006）のタイプ2（層理面上）にあり、周

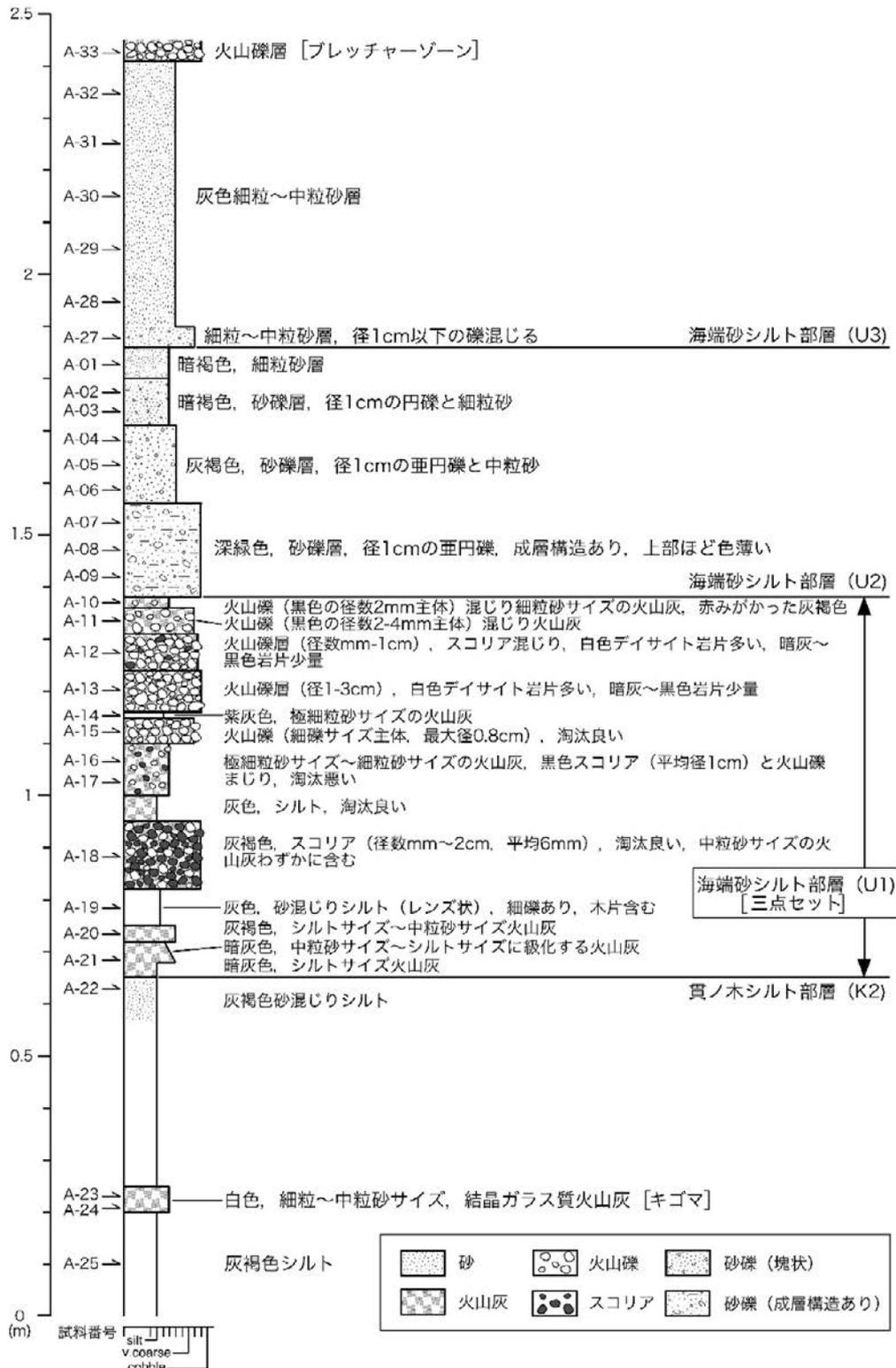


図7 III-J-5グリッドのポンプ穴における地質柱状図

囲を粗粒物が埋めているもの)に区分される。

III-I-4-b-63 (植物化石): III-I-4-b-63 (以下, b-63) は, 長さ42.5cm, 径約5cmの細長い形をしており, その長軸方向はN10°Eで, 短く折れ曲がった方を下に, まっすぐな側を上にして, 傾いて埋積している (図

10a). b-63の周囲を埋める砂層 (海端砂シルト部層 U3 ユニット) には, 泥質でないラミナと泥質のラミナがみられ, 傾斜方向にも平面的にも湾曲した3次元フォアセットラミナが南から北に向かう方向に見られる (図 10b, c). b-63の長軸の方向 (N10°E) は, このような

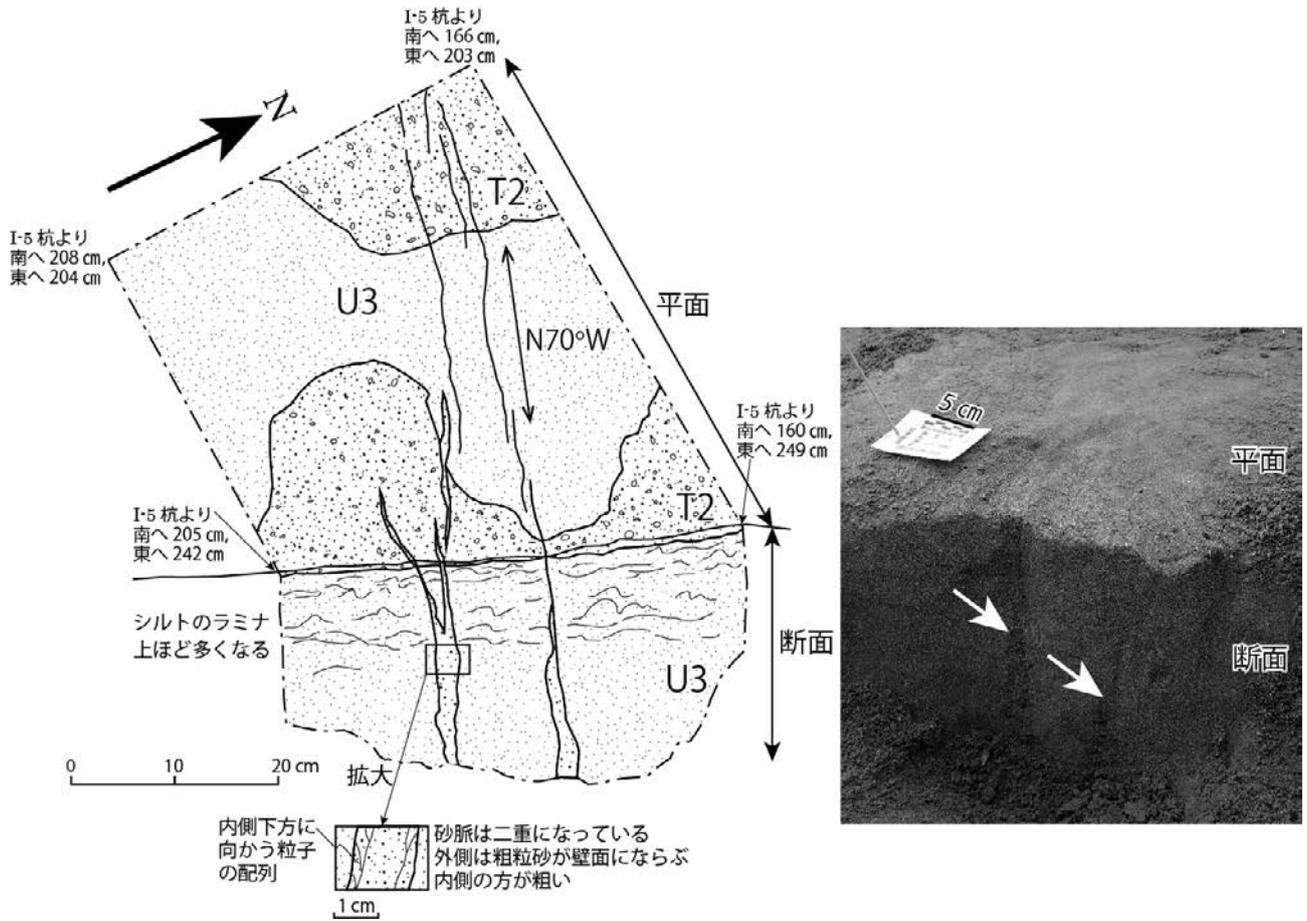


図 8 Ⅲ-I-5 グリッドの発掘面と断面で確認された砂脈のスケッチ (左) と写真 (右) 写真中の白矢印で示した黒っぽい部分が砂脈。

ラミナ方向と調和的である。一方向流によって形成されたフォアセットラミナ上での粒子のオリエンテーションは、浮遊状態で運ばれて堆積した場合、流れに平行になることが知られている (横川, 1998; 八木下, 2001 など)。b-63 は植物化石であり、碎屑粒子に比べて密度が小さいため、浮遊状態で運ばれた可能性は十分考えられる。以上のことから b-63 は、周りを埋める U3 ユニットの砂と同時に運ばれ埋没したものと考えられる。

また、北に傾く砂層のラミナは、植物化石の左端に隣接する近くでは、植物化石側に傾いている (図 10b)。図 10d に示す化石に隣接する砂層上面には、下流側が高い化石の埋積状況と調和的に、北側の先端ほど、より上位のラミナが分布していることがわかる。このようなラミナと化石の堆積状況からは、速い流速の泥水の中で運搬されてきた大量の砂や植物が、3D デューンをつくって堆積したことが読み取れる。

地層中の変形構造

Ⅲ-B-13 グリッドの南側壁面、Ⅲ-C-13 グリッドの南側および東側壁面、Ⅲ-J-4 グリッドの試掘溝西側壁面の海端砂シルト部層 U3 ユニットの砂層には波打つよ

うなラミナの変形やラミナを切断するシャープな面構造が確認された (図 4, 5)。このほかⅢ-I-5 グリッドの発掘面では、海端砂シルト部層 U3 ユニットの砂層中に、ほぼ垂直に立ち上がる砂脈が確認された (図 8)。これらの構造は、堆積後に何らかの力を受けて地層が変形・液状化したこと示している。

立が鼻発掘地の中央部には東西方向に延びる断層帯が知られている (野尻湖地質グループ, 1984, 1987)。また、立が鼻発掘地西側の仲町丘陵でも、信濃町ローム層相当層から仲町砂礫層 N1 ユニットの (野尻湖地質グループ, 2019: 芙蓉湖砂シルト部層 F1 ユニットの下半部に相当) までを切る多数の断裂や割れ目が確認されている (野尻湖地質グループ, 2018)。これらの構造は、大きな地震が立が鼻遺跡周辺で発生していたことを示唆している。これらのことを踏まえると、第 22 次発掘で確認されたラミナの変形やラミナを切断するシャープな面構造、垂直に立ち上がる砂脈は、強い地震動により形成されたものと推定され、面構造は小規模な地すべりのすべり面の可能性がある。

Ⅲ-J-4 グリッドの試掘溝西側壁面で観察されたシャープな面構造は、海端砂シルト部層 U3 ユニットの

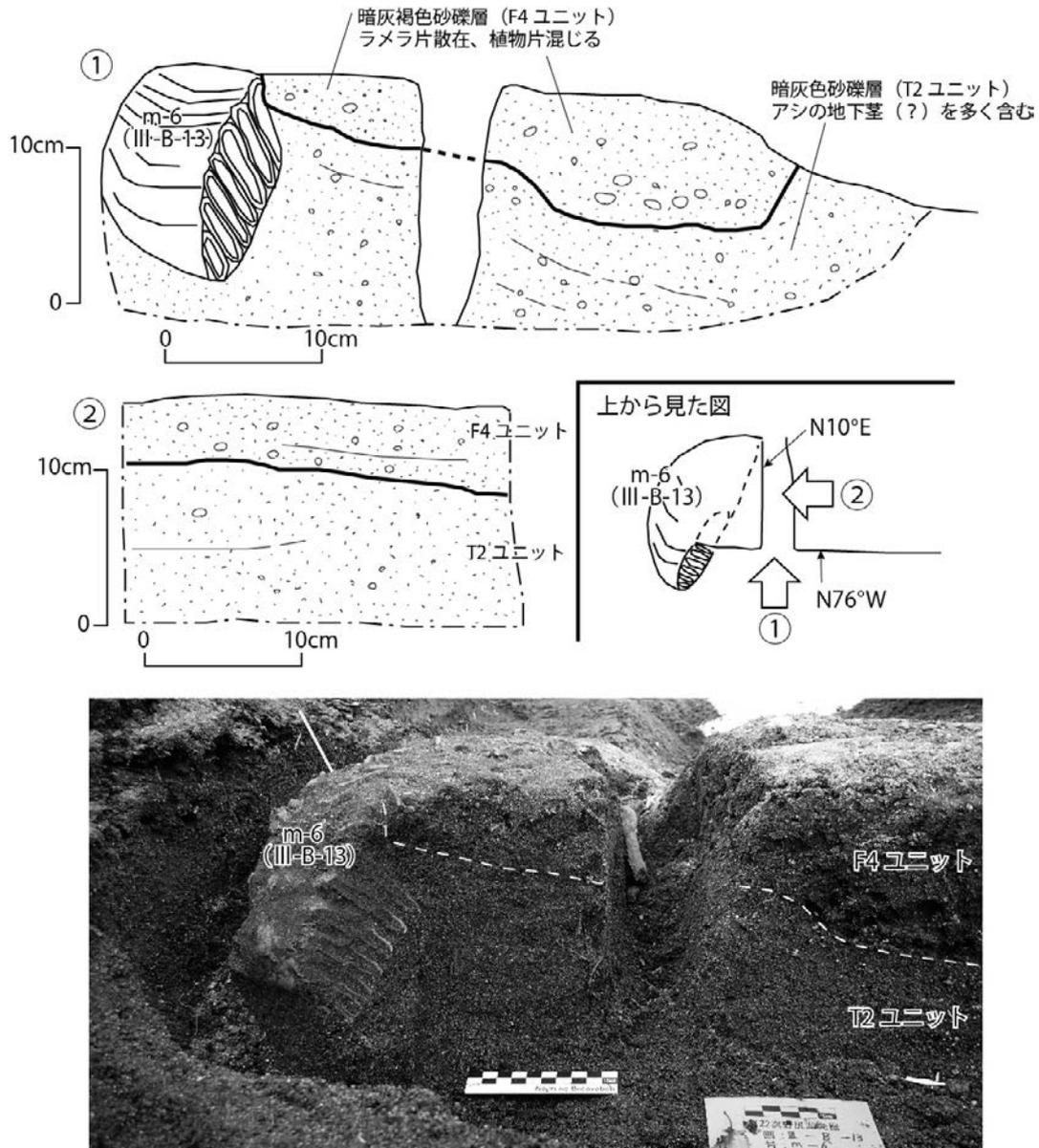


図9 III-B-13-m-6 (白歯) の埋積状況スケッチ (上) と写真 (下)
写真は①の方向から撮影したもの。

鍵テフラ層 [プレッチャーゾーン] 再堆積物層の基底面によって切られている (図6)。したがって、この面構造をつくった地震動は、[プレッチャーゾーン] の噴出以前であったと推定される。これに対して、Ⅲ-I-5 グリッドの発掘面で確認された砂脈は、発掘面にわずかに残る立が鼻砂部層 T2 ユニットの基底面を切っていたため (図7)、T2 ユニットの堆積後もしくは堆積中に形成された可能性が高い。

このほか、海端砂シルト部層 U3 ユニットのラミナの変形やシャープな面構造ほど明瞭ではないが、Ⅲ-C-13 グリッドの南側壁面の立が鼻砂部層 T2 ユニット上半部にも波打つようなラミナの変形やシャープな面構造が見られた (図4)。Ⅲ区 F-19 杭付近で採取されたはぎ取り標本の立が鼻砂部層 T2 ユニットにも波打つような

ラミナの変形や液状化の可能性のある地層の変形が認められる (野尻湖地質グループ, 2014)。以上のことを踏まえると T2 ユニットの堆積後も強い地震動があった可能性が高い。このように、今回海端砂シルト部層 U3 ユニットと立が鼻砂部層 T2 ユニットに確認できた地層の変形は1回ではなく、少なくとも2回以上の地震動によって形成されたものと考えられる。

古流向と堆積環境

Ⅲ-B-13、Ⅲ-C-13 グリッドの南側壁面の立が鼻砂部層 T2 ユニットには多くのトラフ型斜交葉理が見られるのに対し、Ⅲ-C-13 グリッド東側壁面の同層準には北側に傾斜するフォアセットラミナが多く見られた (図4)。このことは T2 ユニットの形成した流れが一方向流

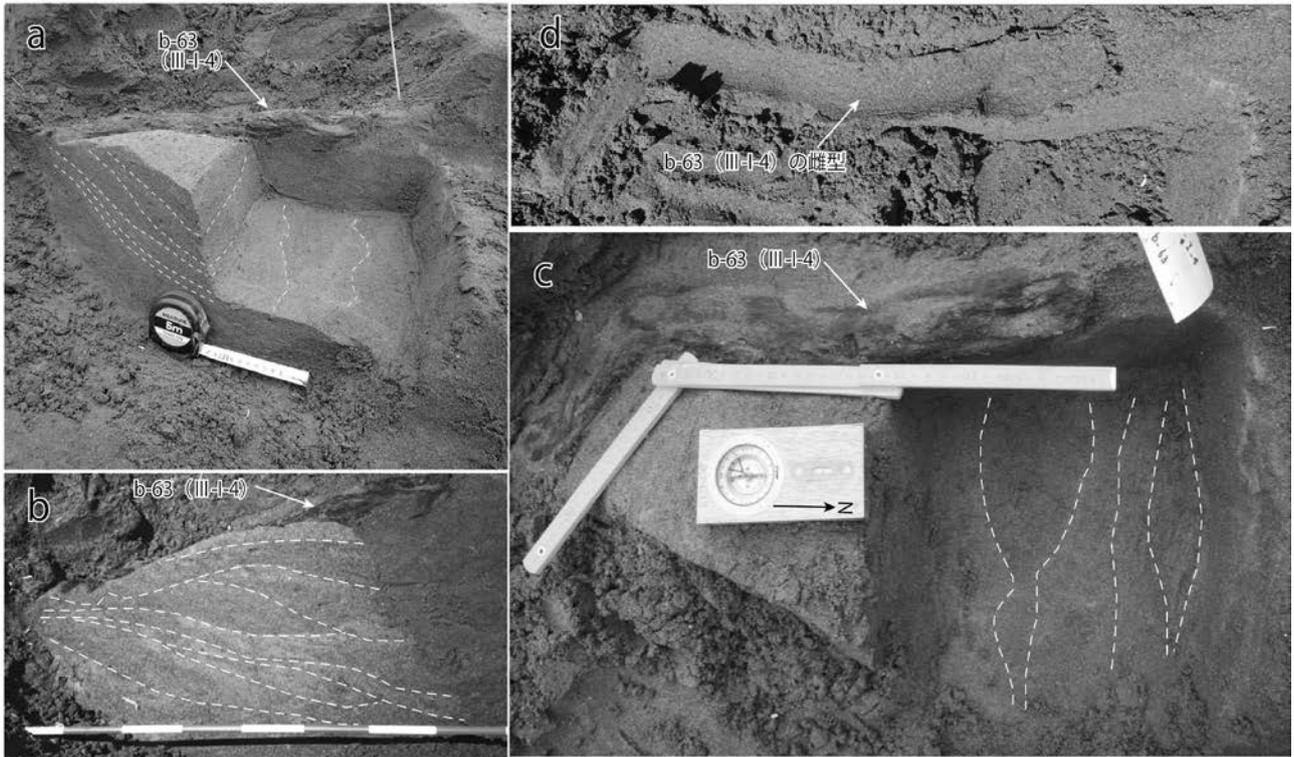


図10 III-I-4-b-63 (植物化石) の埋積状況

a : 全体の状況を示す写真,
 b : 植物化石にやや斜交する側面の真横からの写真, c : 化石より約10cm下位の砂層中の水平断面の真上からの写真, d : 化石直下の砂層の状況を示す真上からの写真 (化石を取り上げた直後に撮影)
 a~c中の白い破線は、読み取れたラミナを示している。

であり、大まかには南から北に向かう流れであったことを示している。これまでの発掘の成果から、立が鼻遺跡の断層帯よりも南側の地域では、立が鼻砂部層 T2 ユニット堆積期に南南西-北北東方向のチャンネルが発達し、南側から北側へ向かう流れがあったと推定されている (阪神わかやま野尻湖地質サブグループ, 2003; 野尻湖地質グループ, 2014)。さらに、Ⅲ区の F 列で確認された立が鼻砂部層 T2 ユニットは、洪水流にともなう側方付加堆積物と解釈されており、南南西-北北東方向のチャンネルが少しずつ南東側へ移動しながら形成された地層と考えられている (野尻湖地質グループ, 2010)。今回の観察結果はこれらの見解と調和的であり、現在の湖岸付近でも、数十 m 湖心側と同様の環境で T2 ユニットが形成されたと推定される。

これに対して、立が鼻遺跡の中央部にある断層帯の北東側に位置する I 区の湖岸付近に堆積した立が鼻砂部層 T2 ユニット中には多くの巨礫が含まれており、一方向流による堆積物でなく湖水面の低下・上昇による堆積物と推定されている (野尻湖地質グループ・火山灰グループ, 2016; 野尻湖地質グループ, 2018)。これらのことは、T2 ユニット堆積期には、断層帯を挟んで北側と南側の湖岸付近で堆積環境が大きく異なっていた可能性を示唆している。今後は湖水面の変動だけでなく、断層帯

の活動などの立が鼻遺跡における構造運動も視野に入れて、遺跡全体の堆積環境を検討する必要がある。

また、第22次発掘で発掘したすべてのグリッドで、いずれの層準からも直径が10cmを超えるような大きな礫は見られなかった。このことは、I 区の湖岸付近 (I-C-3~5, I-E-4・5グリッド) の立が鼻砂部層に含まれる多量の巨礫 (野尻湖地質グループ・火山灰グループ, 2016; 野尻湖地質グループ, 2018) は、西側から供給されるものではないことを示しており、I 区の湖岸付近に分布する泥流堆積物から供給されたという見解 (野尻湖地質グループ, 2018) を強く支持する。

このほか、Ⅲ-I-4グリッドで海端砂シルト部層 U3 ユニットから産出した植物化石 (b-63) とその周囲の砂層は、植物化石の長軸方向とラミナの傾斜方向からおおよそ南から北に向かう流れで運ばれたものと考えられる (図9)。これまで U3 ユニット堆積期の古流向を示すデータは得られていなかったが、今回の産状確認法により、少なくともⅢ-I-4グリッドでは南から北へ向かう一方向流が存在したことが明らかになった。U3 ユニット上位の T1・T2 ユニットも南から北へ向かう流れで形成された地層と解釈されており、この傾向は U3 ユニット堆積期までさかのぼる可能性がでてきた。

まとめと今後の課題

第22次野尻湖発掘では、1990年の第11次野尻湖発掘以降、28年ぶりに立が鼻遺跡Ⅲ区の湖岸付近で発掘を実施し、野尻湖層を観察した。その結果、野尻湖地質グループ(2004)により再定義された野尻湖層の層序区分が、今回の発掘地でも矛盾なく適用できることが確認された。

Ⅲ-B-13とⅢ-C-13グリッドの立が鼻砂部層T2ユニットは、南北方向と東西方向のラミナの観察から南から北に向かう流れにより形成された地層であることが読み取れた。これまでの発掘や地質調査により、Ⅲ区のT2ユニットは南南西から北北東方向の流れによって形成されたとする推定と調和的であり、現在の湖岸付近でも数十m湖心側と同様の堆積環境であったことが明らかになった。

これに対して、立が鼻遺跡の中央部にある断層帯の北東側に位置するⅠ区の湖岸付近に堆積したT2ユニット中には多くの巨礫が含まれており、一方向流による堆積物でなく湖水面の低下・上昇による堆積物と推定されている。このようにT2ユニット堆積期には、断層帯を挟んで北側と南側で堆積環境が大きく異なっていた可能性がある。今後は湖水面の変動だけでなく、断層帯の活動などの構造運動も考慮して、遺跡全体の堆積環境を検討する必要がある。

海端砂シルト部層U3ユニットには、波打ったようなラミナの変形のほか、砂脈や低角なすべり面が見られた。U3ユニットほど明瞭ではないが、T2ユニットにもラミナの変形が見られた。これらのことは、立が鼻遺跡周辺で強い地震動が複数回起こったことを示唆している。

これまでU3ユニット堆積期の古流向を示すデータは得られていなかったが、今回、少なくともⅢ-I-4グリッドでは南から北へ向かう一方向流が存在したことが明らかになった。U3ユニット上位のT1・T2ユニットも南から北へ向かう流れで形成された地層と推定されており、この傾向はU3ユニット堆積期までさかのぼる可能性が出てきた。今後このような視点でU3ユニットを見直す必要がある。

引用文献

阪神わかやま野尻湖地質サブグループ, 2003, 堆積相と粒度分析からみた下部野尻湖層Ⅲ上部～中部野尻湖層Ⅱの堆積環境－第14次野尻湖発掘地の例－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 11, 23-36.

石井陽子・野尻湖地質グループ, 1997, 長野県信濃町貫ノ木周辺の中～上部更新統. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 5, 9-18.

長橋良隆・石山愛子, 2009, 長野県野尻湖底ボーリング(NJ88)コア試料の編年の再構築とテフラ層の火山ガラス化学組成. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 17, 1-57.

野尻湖地質グループ, 1980, 野尻湖発掘地とその周辺の地質(1976-1978). 地質学論集, 19, 1-31.

野尻湖地質グループ, 1984a, 野尻湖層の層序－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その3(1979-1983)－. 地団研専報, 27, 1-21.

野尻湖地質グループ, 1984b, 神山ローム層と野尻ローム層の層序－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その4(1979-1983)－. 地団研専報, 27, 23-44.

野尻湖地質グループ, 1987, 野尻湖発掘地とその周辺の地質 その5(1984-1985). 地団研専報, 32, 1-21.

野尻湖地質グループ, 1990a, 野尻湖発掘地とその周辺の地質 その6(1986-1988). 地団研専報, 37, 1-13.

野尻湖地質グループ, 1990b, 野尻湖におけるボーリング資料の層序とその意義. 地団研専報, 37, 15-20.

野尻湖地質グループ, 1990c, 黒姫火山とその東麓の地質. 地団研専報, 37, 21-28.

野尻湖地質グループ, 1993, 第6回陸上発掘地の地質－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その8－. 野尻湖博物館研究報告, 1, 105-112.

野尻湖地質グループ, 1994, 下部神山ローム層の層序－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その9－. 野尻湖博物館研究報告, 2, 43-50.

野尻湖地質グループ, 1996a, 第12次野尻湖発掘地の地質－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その10－. 野尻湖博物館研究報告, 4, 9-20.

野尻湖地質グループ, 1996b, 第7回陸上発掘地の地質－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その11－. 野尻湖博物館研究報告, 4, 115-126.

野尻湖地質グループ, 2000a, 第13次野尻湖発掘地の地質－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その12－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 8, 7-14.

野尻湖地質グループ, 2000b, 第8回陸上発掘地の地質－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その13－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 8, 91-99.

野尻湖地質グループ, 2003, 第14次野尻湖発掘地の地質と堆積環境－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その14－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 9, 15-22.

野尻湖地質グループ, 2004, 長野県北部野尻湖湖底発掘地周辺の地質－とくに野尻湖層の再定義について－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 12, 1-13.

野尻湖地質グループ, 2006, 第15次野尻湖発掘の地質と堆積環境－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その15－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 14, 13-30.

野尻湖地質グループ, 2008, 第16次野尻湖発掘および湖底観察会の地質学的成果－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その16－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 16, 7-16.

野尻湖地質グループ, 2010, 第17次野尻湖発掘の地質学的成果と立が鼻砂部層下部の堆積様式について－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その17－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 18, 9-24.

野尻湖地質グループ, 2012, 第18次野尻湖発掘の地質学的成果－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その18－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 20, 9-17.

野尻湖地質グループ, 2014, 第19次野尻湖発掘の地質学的成果とⅢ区F列周辺における立が鼻砂部層の堆積環境－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その19－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 22, 9-26.

野尻湖地質グループ, 2018, 第21次野尻湖発掘の地質学的成果－野尻湖発掘地とその周辺の地質 その21－. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 26, 9-20.

野尻湖地質グループ, 2019, 長野県北部, 野尻湖湖底発掘調査地周辺地域における野尻湖層の層序と分布. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 27, 1-14.

野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ, 1993, 第11次野尻湖発掘地の地質－野尻湖発掘地とその周辺の地質

その 7 - 野尻湖博物館研究報告, 1, 7-16.
 野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ, 2016, 第 20 次野尻湖発掘の地質学的成果—野尻湖発掘地とその周辺の地質 その 20—。野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 24, 15-32.
 野尻湖地質グループ・野尻湖古地磁気グループ, 1998, 野尻湖南方, 大久保池周辺の低地に分布する下部野尻湖層の層序と古地磁気。野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 6, 3-8.
 野尻湖発掘調査団, 1975, 野尻湖の発掘 1962-1973. 共立出版, 東京。
 野尻湖発掘調査団, 2003, 第 14 次野尻湖発掘の概要と成果。野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 11, 1-14.
 野尻湖発掘調査団地質グループ, 1977, 野尻湖発掘地とその周辺の地質 (1974-1975)。地質学論集, 14, 255-268.
 野尻湖哺乳類グループ, 2020, 第 22 次野尻湖発掘で産出した脊椎動物化石。野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 28, 47-57.
 Salvador, Amon (ed), 1994, International stratigraphic guide, second edition; a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS Interna-

tional Commission on Stratigraphy. 214p.
 豊野団研グループ・斎藤 豊, 1964, 野尻湖産の哺乳類動物化石含有層の絶対年代。地球科学, 73, 40.
 八木下晃司, 2001, 増補・改訂版 岩相解析および堆積構造。古今書院, 283p.
 横川美和, 1998, 堆積粒子の配列が語るもの。地球科学, 52, 370-377.

第 22 次発掘地質班員 (アイウエオ順, 敬称略, *責任者)
 内山美恵子, 金川和人, 川辺孝幸, 小林和宏, 小林雅弘, 斉藤尚人, 関めぐみ, 竹下宏宏, 竹村健一, 田中俊廣, 田辺智隆, 中川知津子, 長橋良隆, 花岡邦明, 宮下 忠

第 22 次発掘まとめの集会参加者 (アイウエオ順, 敬称略, 上記地質班員を除く)
 赤羽貞幸, 新倉和毅, 飯沼彩果, 伊藤拓真, 大林千紘, 小田原基記, 川田大誠, 小林充輝, 小林忠夫, 近藤洋一, 酒井潤一, 佐野星河, 佐山尚牙, 霜山 竣, 鈴木皓達, 關 凱人, 田中 萌, 趙 哲済, 連川麟太郎, 轟 美玲, 中塚博子, 中村由克, 野内冴希, 原野紗衣, 原山心莉, 深澤哲治, 三村海斗以上, 敬称略, 50 音順

Geology of the 22nd Nojiri-ko Excavation in the Nojiri-ko Excavation Site.
 - **Geology of the Excavation Site at Lake Nojiri and its surrounding area, Ser. 22** -

Geological Research Group for Nojiri-ko Excavation

Abstract This paper summarized the geological results of the 22nd Nojiri-ko excavation carried out in March 2018.

In the 22nd Nojiri-ko excavation, the Nojiri-ko Formation around the lake shore of the III district in the Tategahana excavation site was observed after the 11th Nojiri-ko excavation in March, 1990 after an interval of 28 years. As a result, the lithostratigraphy of the Nojiri-ko formation in this area was not inconsistent with that of the Nojiri-ko formation defined again by Geological Research Group for Nojiri-ko Excavation (2004).

In this excavation, the K 1 unit of the Kannoki Silt Member, the U1-3 units of the Umibata Sand and Silt Member, the T1, 2, 4 units of the Tategahana Sand Member and plastic pieces, including the F4 unit of the Fuyoko Sand and Silt Member were observed in the ascending order Based on the observation of the sedimentary structure. Of these strata, it was clear that of these strata, the T2 unit was formed by the current from south to north. This estimate is consistent with the results of the previous studies. In addition, deformational lamination, sand dykes and small landslide surfaces were observed in the well-sorted fine to medium sand bed of the U3 unit. Although it was not as clear as that for the U3 unit, deformational lamination was also observed in the sand and gravel bed of the T2 unit. These structures indicate that several large earthquakes occurred around the Tategahana Excavation Site.

Key words: Nojiri-ko Formation, stratigraphy, sedimentary structure, deformational lamination, sand dyke, paleo-current