

北広島市街地北部付近の第四紀の地質と花粉層序

岡 孝雄¹⁾・星野フサ²⁾・松井 昭³⁾・関根達夫⁴⁾・米道 博⁵⁾

The geology and pollen stratigraphy of Quaternary formations in the northern part of Kitahirosima urban area and its eastern adjacent area, central Hokkaido

Takao Oka¹⁾, Fusa Hoshino²⁾, Akira Matsui³⁾, Tatsuo Sekine⁴⁾, Hiroshi Yonemichi⁵⁾

2023年8月4日受付

2023年12月15日受理

1) 株式会社北海道技術コンサルタント, 065-0043 札幌市東区苗穂町 4-2-8

Hokkaido Gijyutsu Consultant Co. Ltd., Naebo-choy 4-2-8, Higashi-ku, Sapporo 065-0043, Japan.

2) 北海道大学総合博物館 (植物ボランティア) 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目

Hokkaido University Museum, Sapporo, 060-0810, Japan

3) 石狩沖積低地研究会 〒062-0931 札幌市豊平区平岸 1 条 9 丁目ハイツ平岸 1-103

Society for study of Alluvial plain in the Isikari depression, Heights-Hiragishi 1-103, 1-jo 9-chome, Hiragishi, Toyohira-ku, Sapporo, 062-0931, Japan

5) 北海道道路エンジニアリング株式会社 〒003-0013 札幌市白石区中央 3 条 2 丁目 1-40

Hokkaido Doro Engineering Co. Ltd., 1-40, Sapporo, 003-0013, Japan

Corresponding author: T. Oka, oka@dogi.co.jp

Keywords: Nopporo Hills, Toya Ash, Pollen analysis, Kitahirosima City, Kitanaganuma Formation, Otoebetsugawa Formation

はじめに

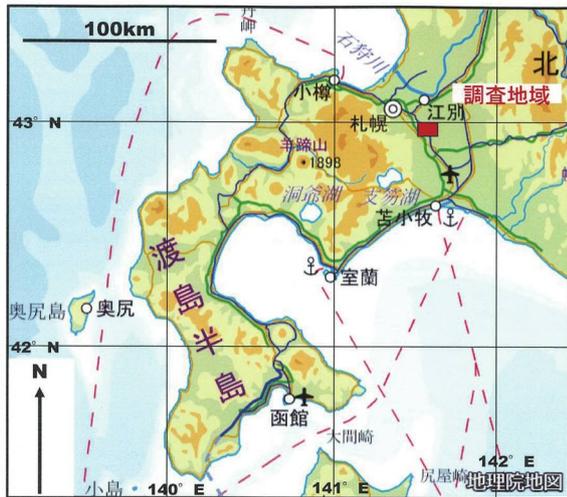
著者らの所属する石狩沖積低地研究会では、2020年10月以降、北広島市のボールパーク (エスコンフィールド北海道) 付近およびその東側低地 (長沼町西縁) で行われたボーリングの地質試料 (地盤ボーリングのコア、水井戸ボーリングのカッティングス) を研究し、北広島市の地質の検討を行ってきた。その結果を報告する。研究を進めるにあたっては、コア・カッティングス観察、露頭調査 (古い地表踏査を含む) およびボーリング記録 (N 値表示・電気検層図を含む柱状図) による地質

要旨

中央北海道の北広島市街北部および長沼町西端部において6つの地盤調査孔コアおよび掘削水井戸1井のカッティングスの観察を行った。これらのコアから試料を採取し、花粉分析と火山灰分析 (1試料) を実施し、野幌丘陵の南東部およびその東側隣接地域 (長沼低地の北西部) において地表から深度 150 m までの地下断面を描いた。上記の両地域の第四紀地質は上位へ向かって、下野幌層、音江別川層、厚真層、北長沼層、支笏火山噴出物、および沖積層より構成される。これらのうち、北長沼層は厚さ 15 m 土の、顕著な湿原堆積物で、厚真層には整合関係で重なっている。その地層の地質年代は、その地層の最下部に洞爺火山灰 (年代 110 ka) がはさまれることと支笏火山噴出物 (46 ka) が上位に重なるという事実から、110 ka 頃から 46 ka (MIS 5d ~ MIS 3) である。

解析、火山灰分析および花粉分析を行い、総合的に解析し考察を行った。

研究を進めるにあたり、地質試料の検討の機会を与えられた越前屋試錐工業株式会社の牧野良基社長ほか関係従業員の方々、株式会社長沼アイス・北広島市役所など地元の関係者にご便宜とご配慮をいただいた。石狩沖積低地研究会の近藤 務・若松幹男の両氏にはご指導・激励をいただいた。さらに、北海道大学総合博物館研究員春木雅寛氏には花粉分析結果について、北海道教育大学札幌校鈴木明彦教授には貝化石について、井島行夫氏 (北広島市在住) には火山灰についての鑑定をいただいた。



第1図 調査地域の位置. 国土地理院地図—電子国土 Web に加筆.

記して、これらの方々に感謝を申しあげます。

北広島市街地とその周辺の地形・地質概要

1. 地形概要

報告地域付近は野幌(のっぼろ)丘陵の東南部とその東側の沖積低地(長沼低地の一部)に該当する。

丘陵部分は同丘陵中軸部の狭義の丘陵部とその東縁部の台地部に分けられる。丘陵部は標高90~115mで、東へ向かって傾斜して台地部に移行する。台地部は北から広島第二工業団地—共栄町—北広島駅付近—新富町を結ぶ範囲であり、台地面の標高は25m前後から30m弱で東へゆるく傾いており、東縁は比高15m弱の段丘崖を成し、その東側に沖積低地がひろがる。

東側沖積低地は、蛇行する千歳川とそれに合流する旧夕張川の氾濫原で、標高は6m~10m弱である。千歳川には野幌丘陵側から裏の沢川、輪厚川、音江別川・島松川などが合流するが、周囲にファンデルタ状の地形を形成しており砂質堆積物が卓越する。

2. 地質概要

当該地域の地質については、今までに数多くの調査研究が行われてきた。ここではそれらの内容を吟味して地質概要としてまとめ、問題点も指摘する。野幌丘陵南部は、丘陵中軸部を南北方向に野幌背斜の軸が走っており、背斜軸部には前期更新世の地層(裏の沢層)が分布し、東へ向かって順次上位の中期更新世の地層群(下野幌層・音江別川層)が分布する。一方、東側の沖積低地(長沼低地)では、上位より沖積層とその下位の後期更新世の地層群(上位より支笏火山噴出物、北長沼層、厚真(あつま)層)が分布し、さらに下位には中期更新世の地層群が存在する。以上をまとめると、報告地域の地質は前

～中期更新世地層群および後期更新世～完新世地層群に大きく二分できる。

(1) 前～中期更新世地層群

i) 裏の沢層

北川ほか(1976)および北川ほか(1979)は、北広島市北東部の裏の沢川中～上流域に分布する地層中に不整合を見だし、下位の軟質の凝灰質細粒砂岩シルト岩互層に裏の沢層と命名した。奥水ほか(1988)は野幌丘陵北部の裏の沢層上部の軽石層(瑞穂池浮石質砂礫層)の軽石中のジルコンのFT年代を測定し、 1.46 ± 0.23 Ma(前期更新世)の年代を報告している。圓谷ほか(2016)、加瀬ほか(2018)および圓谷ほか(2018)は裏の沢川中流北側の土取場において、北川ほかの斜交不整合関係の2層について、堆積相および貝・有孔虫・石灰質ナノ化石などについて調査・研究を行い、下位の裏の沢層(層厚35m+)については、斜交葉理(トラフ型またはプラナー型)が発達し、軽石を大量に含む中～極粗粒砂および細礫で構成され、貝化石を含み、全体としてサンドリッジ(潮汐砂堆)堆積物とした。なお、高橋ほか(1980)および岡(1977)では新第三紀層として取り扱われていた。

ii) 下野幌層

北川ほか(1976)により、野幌丘陵中部の丘陵西縁から西側台地(札幌市厚別区、同清田区および北広島市の境界部)の野津幌川中～上流域および小野津幌川上流域に分布する泥主体の地層について命名された地層である。松下(1971)の下野幌縞状粘土層、岡(1977)および高橋ほか(1980)の野幌層下部に相当する。外崎ほか(1981)および木村ほか(1983)は音江別川流域にも本層(全層厚が約60m)の分布を認め、後者は13層準の古地磁気測定により一つの間帯磁をのぞき正帯磁主体となることからブリュンヌ正帯磁期とみなしている。そして、本層の年代をブリュンヌ正帯磁期の初頭とし、前期更新世末ないしは中期更新世初頭とみなした。しかし、後述するように、石狩低地帯の他の地域との地層対比から、より新しくなる可能性が考えられる。地層全体の中での産出層準は明瞭に示されないが、巻貝15種・二枚貝26種と寒流系の貝化石群が報告されている。それは西南北海道瀬棚層の貝化石群に類似し、*Limopsis tokaiensis*、*Chlamys daishkaensis*などの絶滅種を含むとされる(外崎ほか, 1981)。なお、前述のiに関連して、圓谷ほか(2016)などは上位の下野幌層(8m+)については海進ラグ堆積物に始まる沖合堆積物(シルト層)とし、裏の沢層と下野幌層の関係は整合的とし、含まれる軽石礫のFTおよびU-Pb年代の検

Aso-4, sp-6 が Toya (Aafa-2), sp-7 が Kc-Hb (Aafa-3), sp-9 が Aafa-4 に対比されている。ただし, sp-5 および 8 は従来報告のない降下火山灰 (na1, na2) である。花粉分析結果からは, 比較的温暖→涼涼・湿潤→寒冷 (寒冷の極相期を含む) →寒冷のゆるみの気候変化が明らかにされた。下位の山根川層 (層厚約 6 m), 上位の茂世丑層 (約 2 m; Spfa1 の火山灰を含む) とは共に不整合関係であり, 含まれる降下火山灰層 (Kc-Hb・Toya・Aso-4) の年代などから最終氷期前半と見なされる。

野幌丘陵南東部の本層は, 外崎ほか (1981) および木村ほか (1983) により小野幌層 (層厚 15 m; 粘土・砂層および安山岩礫層) と呼ばれた (地質図上では丘陵面を広くおおむね描かれている)。しかし, これらの報告では小野幌層についての詳しい説明はない。このように分布する地層は, 支笏火山噴出物以降の風成層である火山灰質ローム層しかない。本報告では野幌丘陵東縁の台地部分 (東側低地からの比高 15 m 弱) を構成する段丘堆積物の一部とみなしている。成田ほか (1983) では“野幌粘土”を産出する地層 (厚さ 5 m 以下) として, 小野幌層として扱われているが, C¹⁴ 年代測定で下位の支笏火山噴出物と類似の測定値が示されていることや, 分布については外崎ほか (1981) などと同様な問題があり, 著者らとしては, 小野幌層との関係は今後さらに究明したいと考えている。石狩低地帯南東部では, 本層相当層は本郷層と呼ばれ (馬追団体研究会, 1983), 近藤ほか (1988) の SZ V + VI に対比が可能である。岡 (2007) は長沼低地の全体について, 水戸ボーリング・地盤ボーリングデータにより断面解析を行い, 本郷層 (最終氷期前半) の存在を認め, 北広島市街付近まで追跡している。

iii) 支笏火山噴出物

支笏火山噴出物についての最新の整理は中川ほか (2018) および産総研地質調査総合センターの大規模噴火データベース (産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2023.3 更新) により行われている。それらによれば, 支笏カルデラ形成については, フェーズ 1 (ユニット A), 同 2 (同 B), 同 3 (同 C), 同 4 (同 D・E) および同 5 (同 F) に区分されている。そして, 遠隔地の噴出物についてはフェーズ 2 (ユニット B) のプリニー式噴火による噴出物が降下軽石層 Spfa-1 で, フェーズ 3 (ユニット C) および同 4 (同 D・E) がカルデラ形成の大規模火砕流によるもの (Spfl と一括されてきた) とされている。本報告での支笏火山噴出物はそのような降下軽石堆積物 Spfa-1 と火砕流堆積物 Spfl から構成さ

れる。噴出年代は中川ほか (2018) に従い, 46ka とみなす。

iv) 沖積層

日本地質学会地質基準委員会 (2001) によれば, 2 万年前頃の最終氷期の最寒冷期 (最大海面低下) から温暖で海水準の高い現在までの海水準上昇期に堆積した堆積物のことであり, 報告地域では東側低地 (長沼低地の一部) および野幌丘陵内の河川にそって分布する。本地域は石狩川支流の千歳川水系に該当するため, 形成された谷地形の底面の高さが石狩川河口域のそれより高いため, 海面上昇による埋積の開始が遅く, 本地域の沖積層は厳密には沖積層上部層である。層厚は最大 20 m。

v) その他

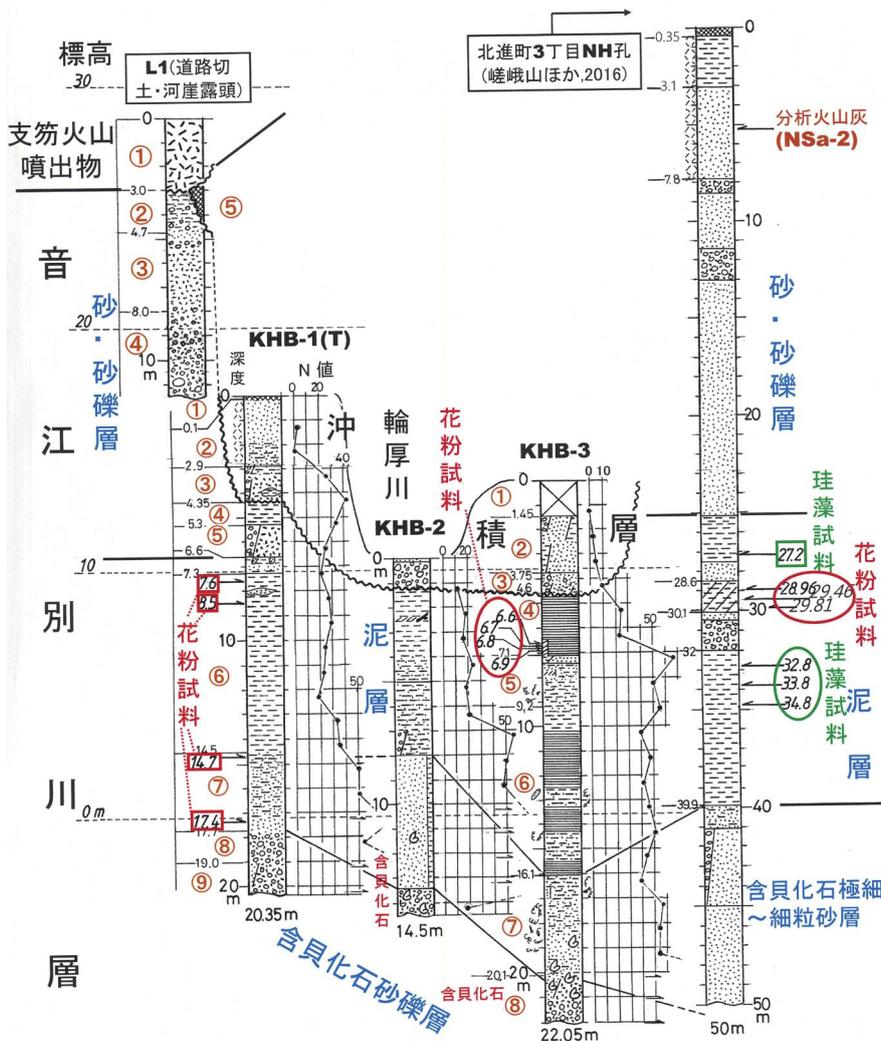
支笏火山噴出物の下位および上位に火山灰質ローム層が, さらに支笏火山噴出物の再堆積相として, 広島砂礫層が存在する。

地表面踏査およびボーリングコアの試・資料による地質解析

報告地域の全体に関わる地層毎の説明は前述の地質概要で行った。ここでは地表面踏査およびボーリングコアの地質解析結果について, 調査箇所 (北進橋付近, 長沼アイス) および解析ルート (進通ルート, 広島公園通西側ルートおよびボールパーク沢-輪厚川ルート) 毎に, 柱状対比図や断面図 (柱状対比・断面図) にもとづき述べる。最初に記載的な説明を行い, 次に構成地質のまとめを行う。これらの調査箇所及び解析ルートは第 3 図などに示すように相互に部分的に重複しており, 関連付けてとらえる必要がある。なお, 露頭条件の限界とボーリング資料の深度不足から, 地質の累重関係の確認が不十分な場合 (例えば丘陵地域における音江別川層と下野幌層との関係) もある。

1. 北進橋付近の露頭調査と地盤ボーリングコア解析

北進橋 (輪厚川) 付近では橋幅の拡張工事に伴う 4 孔の地盤ボーリング (南東へ向かって KHB-1・2・3 孔, KHB-2 孔の北東側に KHB-4 孔) が実施され (第 3 図, 第 5 図 a), そのうち KHB-1 および KHB-3 孔についてコア観察および後述のように花粉分析を行った (第 4 図)。さらに KHB-1 孔の孔口レベルより上位については北西側に崖露頭および道路切土部 (L1) があり観察が可能となっている。嵯峨山ほか (2016) により検討された NH 孔 (北進町 3 丁目調査孔) が類似の層序を示すことから, それとの対比結果も示す。なお, ①~⑤などの区分は第 4 図に表示した。



第4図 北進橋付近の音江別川層に關連する地盤ボーリング孔および露頭の柱状図対比図。比較検討のために嵯峨山ほか(2016)の北進3丁目井NH孔の柱状図も示す。番号①～⑧はコア鑑定の調査孔の地層区分で、本文中で説明に対応。凡例は第7図に従う。

イズの軽石集積で支笏降下軽石 Spfa-1 である。

以上に述べた地層以外の主要部分は更新統の地層と見なされる。第4図のように地層の細分および対比が可能である。すなわち、層厚は50m+で、下位より含貝化石砂礫層、含貝化石極細～細粒砂層、泥層および砂・砂礫層であり、この層序全体について、嵯峨山ほか(2016)のNH孔の音江別川層に対比が可能である。

含貝化石砂礫層はKHB-4孔(KHB-2孔北東側に隣接)で5m+の層厚が確認でき、先第三系堆積岩類、新第三系火山岩・

部分的に生物攪乱、18.8・19.7m付近で含貝化石を確認) ⑧ 20.1～22.05m: 極細～粗粒砂(N値50回打撃で5～12cm貫入、下半部に垂円～円の細～中礫含む、全体に貝殻片を含む)

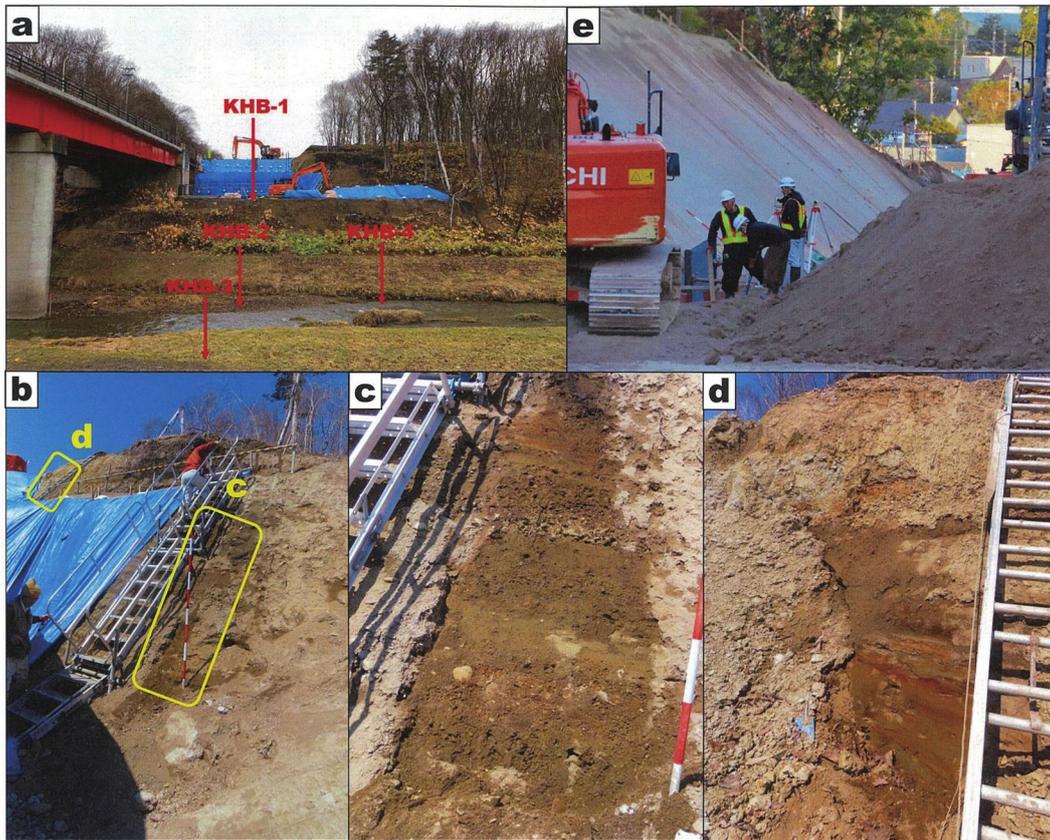
(4) 層序のまとめ(北進町3丁目NH孔を含む)

KHB-1孔の深度4.35m以浅、同2孔の1.2m以浅、同3孔の4.6m以浅の部分が沖積層(河川氾濫原堆積物)である。地形条件も含めて考慮すると、KHB-2孔の該当部は河道堆積物で、同1,3孔については、現河床から比高数mで段丘化しており、最低位段丘堆積物と見なされる。なお、NH孔の深度0～0.35mの有機質シルトは現世のいわゆる表土(土壌)で、同様に、北進橋西端露頭(工所用切土)の腐植土層は斜面をおおう表土(腐植土)である。

NH孔の0.35～3.1mの火山灰質粘土は同様な地形・地質状況(丘陵緩斜面)にあるボールパーク付近の状況を参考にすると、ローム層と思われる。北進橋西端露頭の含軽石火山灰は、アッシュフロー様で明らかに支笏火砕流堆積物 Spfl、その下部30cmは粗粒～細礫サ

泥岩などの垂円～円礫を含む細～中粒砂で、貝殻片を含むのが特徴である(第6図)。含貝化石極細～細粒砂層は層厚が2.7～10m+で、部分的に泥質または泥まじりであり、ところにより貝化石を含み、生物攪乱をこうむる。泥層はNH孔の深度25.2～39.9m間に確認でき、KHB-3孔では薄板状層理の顕著な粘土～砂質シルトで、部分的に砂質となり、生物攪乱を受け、サンドパイプ(巣穴)が含まれることがある。N値は20～50前後で固結が進んでいる。その上部では厚さ1.5m程の有機物まじりまたは有機質泥層との細互層部が認められ、砂礫を含むこともある。砂・砂礫層はNH孔の深度3.1～25.15m(厚さ22m+)に確認できる。この孔では堆積相の詳細は不明であるが、最上部の3.1～7.8mは火山灰質砂で、その粗粒火山灰(NsSa-2)中の火山ガラスについて、屈折率測定が行われている(嵯峨山ほか, 2016)。北進橋西端露頭では斜交葉理が顕著な砂・砂礫である。

2. 北進ルート(北広島高校南東縁～北進橋間)の地



第5図 北進橋北西端の河崖露頭L1(切土)。a:北進橋調査ボーリング箇所(北西へ向かって撮影), b:露頭全容, c:露頭下部(砂礫部), d:露頭上部(上へ葉理ある細～中粒砂, 含礫砂質泥), e:橋西側の切土露頭(支笏火山噴出物Spfl)。bの下端はテラス状を成し, KHB-1孔の孔口レベルに該当。



第6図 北進橋KHB-4孔コア(柱状図示さず)の深度13.5 m付近の砂礫と含貝化石。貝化石は北海道教育大学鈴木明彦教授によれば浅海に棲む寒流系のマルフミガイ類(*Cyclocardia sp.*)

盤ボーリングコア解析

本ルートは、台地上を西北西-東南東方向に通過し、西端でボールパーク沢、東端で輪厚川に至る。北広島高校南東縁の地盤ボーリング孔KHD-1～3、同高校関連の地盤ボーリング孔(S52-2, 3孔)および露頭(L1)があり(第3図)、これらの柱状図を結んで、断面図を作成した(第7図; I断面)。KHD-1およびKHD-3孔についてコア観察を行い、後述のようにKHD-1孔につ

いて花粉分析を行った。これら2孔の記載を行い、その後ルート全体の層序をまとめる。なお、①～⑥などの区分は第7図に表示した。

(1) KHD-1 孔

位置:北緯 42°59'10.5", 東経 141°33'16.4", 孔口標高: 37.688 m, 掘進長 19.34 m.

- ① 0～0.55 m: 盛土(捨てコンクリートを含む腐植土)
- ② 0.55～2.6 m: 火山灰質細～粗粒砂(N値15, 火山ガラス・軽石・黒色砂混在でゴマ塩状)
- ③ 2.6～12.3 m: 淡灰色極細～細粒火山灰(N値20前後～40前後, 最上部が部分的にサーモンピンク色; Spfl)
- ④ 12.3～13.4 m: 軽石まじり極細～中粒火山灰(軽石径1～5 mm程度; Spfa-1)
- ⑤ 13.4～15.85 m: 砂質シルト～シルト質極細粒砂(N値50前後, 14.4 m付近に泥炭薄層はさみ・上下位に有機物含む)
- ⑥ 15.85～19.34 m: 砂・砂礫主体(N値50+, 17.65～18 m泥炭を不規則に含む)

(2) KHD-3 孔

位置:北緯 42°59'13.1", 東経 141°33'9.4", 孔口標高: 41.948 m, 掘進長 16.33 m.

- ① 0～0.7 m: 盛土

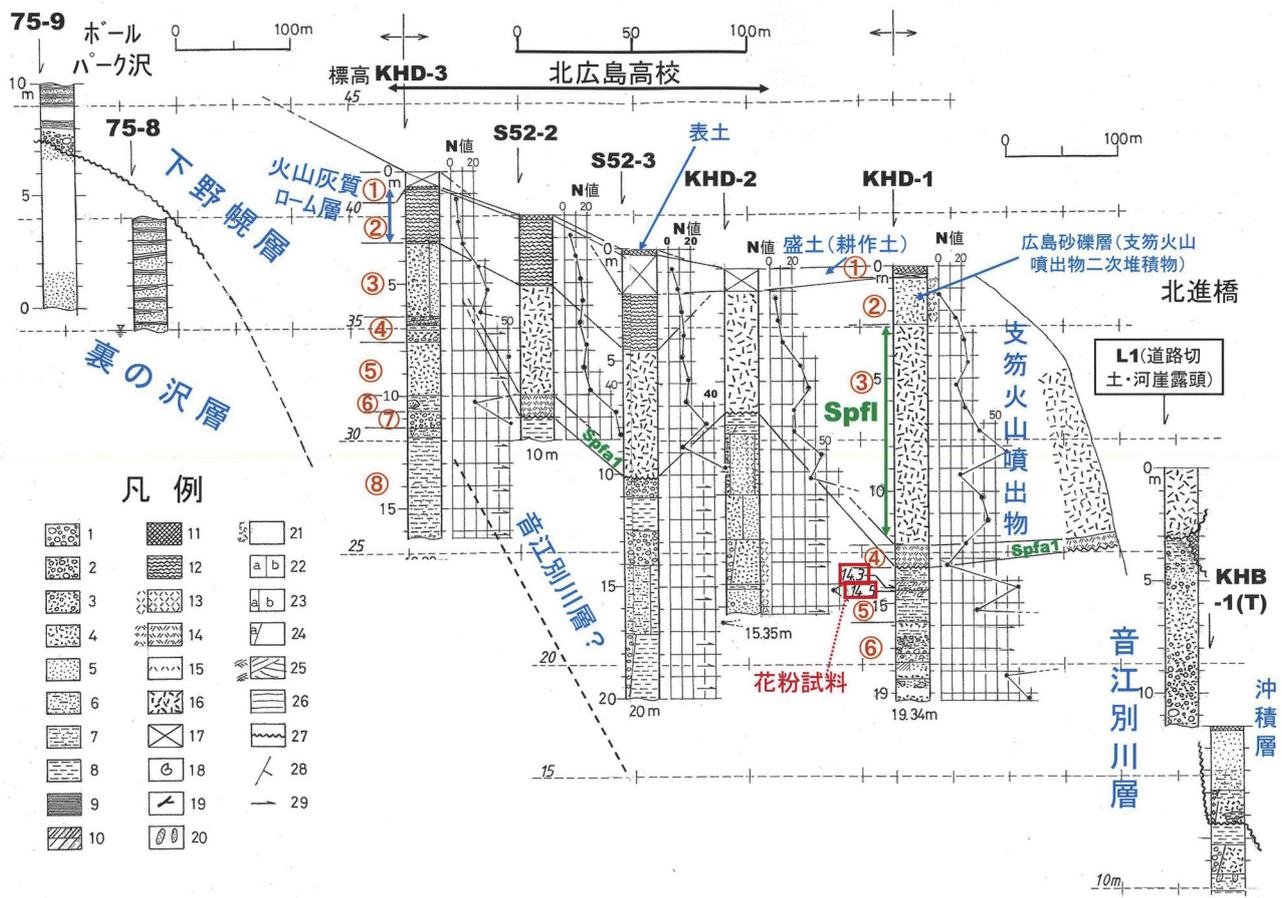
- ② 0.7～3.2 m:火山灰質シルト～極細粒砂(N値5～6, 暗褐色～肌色で火山灰質ローム, 0.7～0.8m は旧表土で? 礫まじり)
- ③ 3.2～6.46 m:中～極粗粒砂(N値10～30, 火山ガラス1/2, わずかに礫まじり)
- ④ 6.46～7.6 m:中～極粗粒砂と砂礫の互層(N値50+)
- ⑤ 7.6～10 m:粗～極粗粒砂(N値50～50+, 砂は非火山灰主体)
- ⑥ 10～10.7 m:砂質シルト(N値19)
- ⑦ 10.7～11.44 m:砂礫(N値50あまり, 礫は径0.5～1 cm 前後・円～亜円, 礫種は先新第三系岩主体)
- ⑧ 11.44～16.33 m:シルト～シルト質極細粒砂(N値50+, 所々極細～細粒砂はさむ)

(3) 層序のまとめ

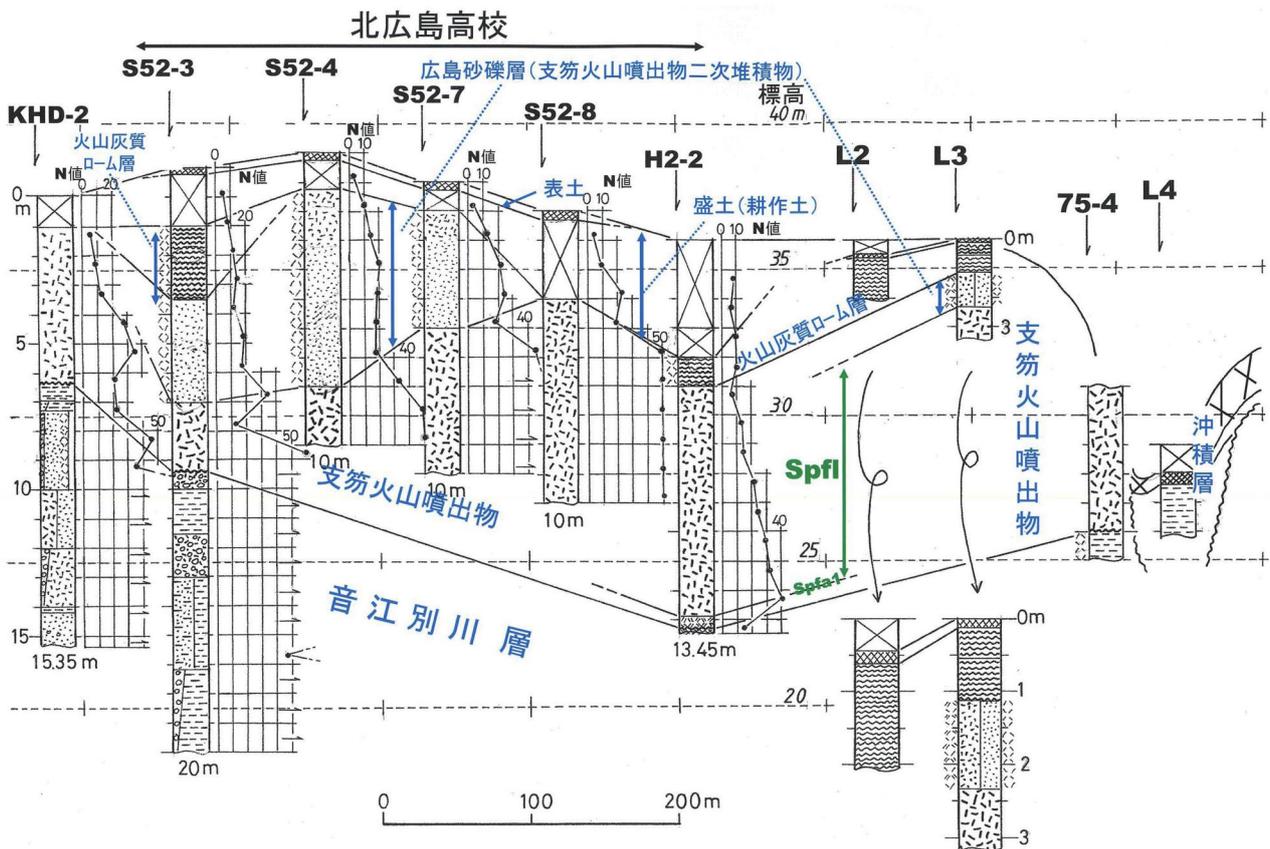
上位より表土, 火山灰質ローム層, 支笏火山噴出物, 中～前期更新世堆積物であり, 輪厚川沿いでは沖積層が

存在する。

火山灰質ローム層は厚さ2～3 mで丘陵全体を広く覆うと推察されるが, 地質概略図(第2図)では表示を省略している。支笏火山噴出物はルート南東端の輪厚川寄りの部分で最大12 mの厚さが確認できるが, 北西へ向かって丘陵斜面を上がると5 m前後となり, KHD-3孔では消失する。アッシュフロー状の火砕流(Spfl)が主体であるが, 最下部に厚さ最大1 mの降下軽石層(Spfa1)が確認できる。上部2 m程度が火山灰質細～粗粒砂(火山ガラス・軽石・黒色砂混在でゴマ塩状)となることがあるが(KHD-1孔), これは火砕流堆積物(Spfl)の二次堆積物で広島砂礫層(長尾ほか, 1959)とみなされる。音江別川層は断面右端の北進橋付近で層厚50 m+で, 下位より含貝化石砂礫層, 含貝化石極細～細粒砂層, 泥層および砂・砂礫層に区分できる。その北西側のKHD-1～KHD-3間(5孔)には明確な鍵層



第7図 北進ルートでの地盤ボーリング調査孔の柱状対比・断面図 (I断面)。①～⑧はコア鑑定調査孔の地層区分で本文に対応。1: 礫相, 2: 砂礫, 3: 礫まじり粗～極粗粒砂, 4: 粗～極粗粒砂, 5: 極細～中粒砂, 6: 泥質極細～細粒砂, 7: 砂質泥(粘土～シルト), 8: 泥(粘土～シルト), 9: 薄板状泥(泥・極細粒砂細互層), 10: 泥炭および泥炭質(有機質), 11: 腐植土または腐植土質泥炭, 12: ローム, 13: 細粒火山灰および火山灰質, 14: 軽石質火山灰および軽石質, 15: 火山灰薄層, 16: 火砕流, 17: 盛土または耕作土, 18: 貝化石, 19: 材化石, 20: サンドパイプ, 21: 生物かく乱, 22: a・b互層, 23: b優勢a・b互層, 24: aまじり, 25: 斜交葉理, 26: 平行葉理(層理), 27: 明瞭な不整合, 28: 地層の走向・傾斜, 29: N値50以上。



第8図 広島公園通り西側ルート of 地盤ボーリング調査孔および露頭の柱状対比・断面図 (II断面)。凡例は第7図に従う。

を確認できないため明確ではないが、地層が西へ向かって緩く上昇すること、下位の下野幌層が泥質相主体であることなどを総合的に判断して、KHD-3孔の下部の⑦と⑧の間に音江別川層と下野幌層の境界があると見なした。

3. ボールパーク周辺地表踏査 (1975年・2021年) とボーリングの資料による地質解析 (地質柱状対比)

(1) 広島公園通西側ルート

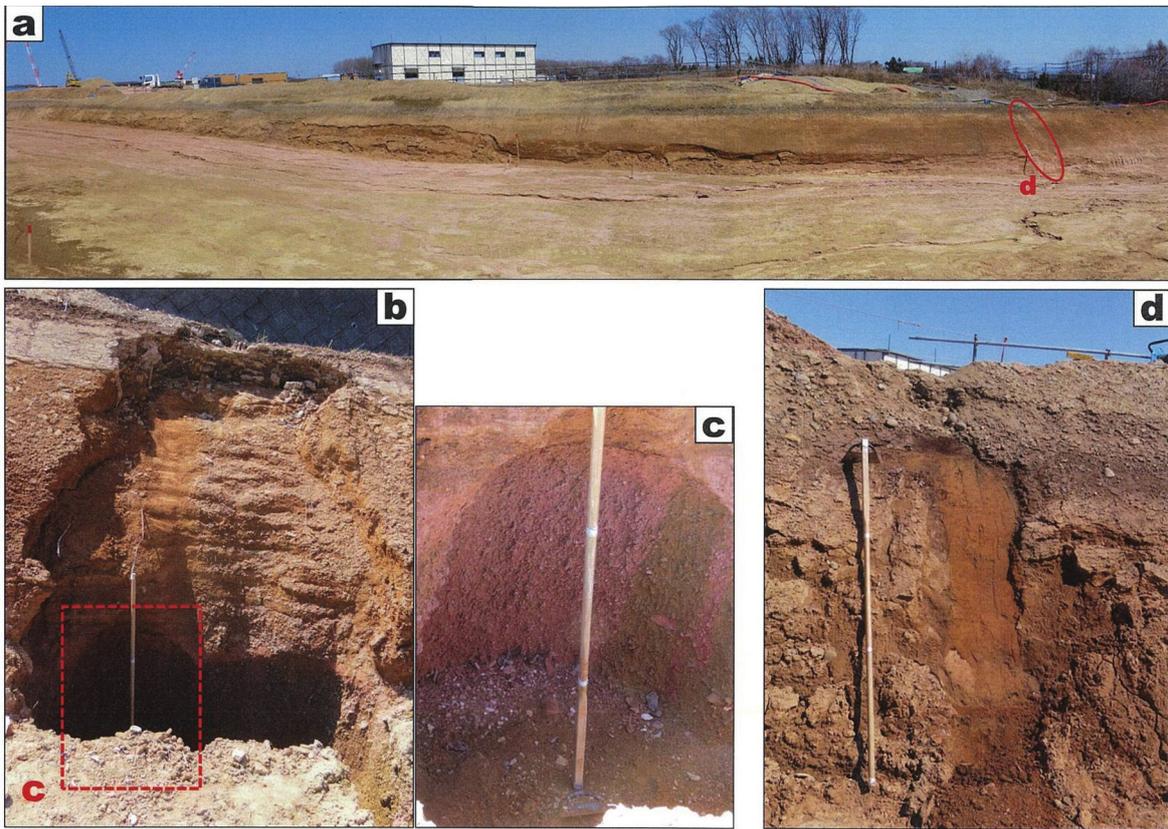
本ルートは台地上を北上、ボールパーク沢を横断する (第3図)。北広島高校南東縁の地盤ボーリング孔 KHD-2, 同高校関連の一群の地盤ボーリング孔 (S52-2・3・4・7・8, H2-2孔) および露頭 (L2, L3, 75-4, L4) があり、これらの柱状図を結んで、断面図 (II断面; 第8図) を作成した。台地部分では、上位より表土および盛土 (耕作土)、火山灰質ローム層、支笏火山噴出物、中期更新世堆積物が出現し、ボールパーク沢通過の谷部分で、沖積層が存在する。

表土および盛土 (耕作土) は、東方へ緩く傾斜する丘陵斜面上に層厚 1~4 m で分布し、その大部分は盛土 (耕作土) である。表土は最近形成されたものである。火山灰質ローム層は最大層厚が 2.5 m であり、ボールパーク中央通り (建設中) の東側入口付近の露頭 (L2; 第9図 b・c,

L3: 同 a・d) で観察を行った。それによれば、下位の広島砂礫層から漸移的に移行し、褐色で砂質泥~極細粒の肌理 (きめ) である (d)。支笏火山噴出物は最大 8 m あまりの層厚があるが、その上部は二次堆積物である広島砂礫層で、平行葉理のある粒度の異なる互層状部 (L2: 第9図 b・c) が認められ、近傍箇所ではトラフ型斜交葉理部 (第10図 a・b) が観察できる。支笏火山噴出物の下位は音江別川層であるが、その地質状況は2 (北進通路ルート) に述べたとおりである。なお、沢部の L4 露頭は沖積層 (現河川氾濫原堆積物) であり、厚さ 50 cm 弱の腐植土の下位に泥層 (2 m+) が存在する。

(2) ボールパーク沢-輪厚川ルート

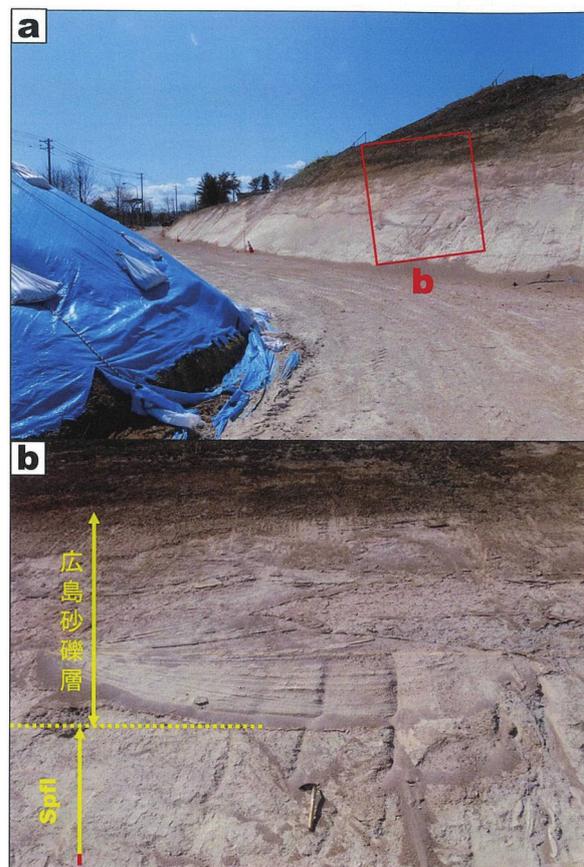
本ルートは、ボールパーク内通過の沢 (共栄の沢) を 1975年に著者の一人の岡が野幌丘陵の一環で沢沿い、露頭調査をした結果 (75-1~9地点) を主にまとめたものであり (第3図)、後述の輪厚川沿いに地盤ボーリング孔の調査結果を付け加えて断面図を作成した (第11図: III断面)。ボールパーク沢の周辺は東傾斜の丘陵性斜面を成し、長沼低地 (沖積低地) よりの部分は台地となり、同低地よりも 15m 程度高い段丘面をなす。露頭柱状図は沢面を基準として作成しているが、露頭上端が斜面や台地面まで到達していないため、それらの表層部分の地質は観察できていない。ボールパーク沢中~上



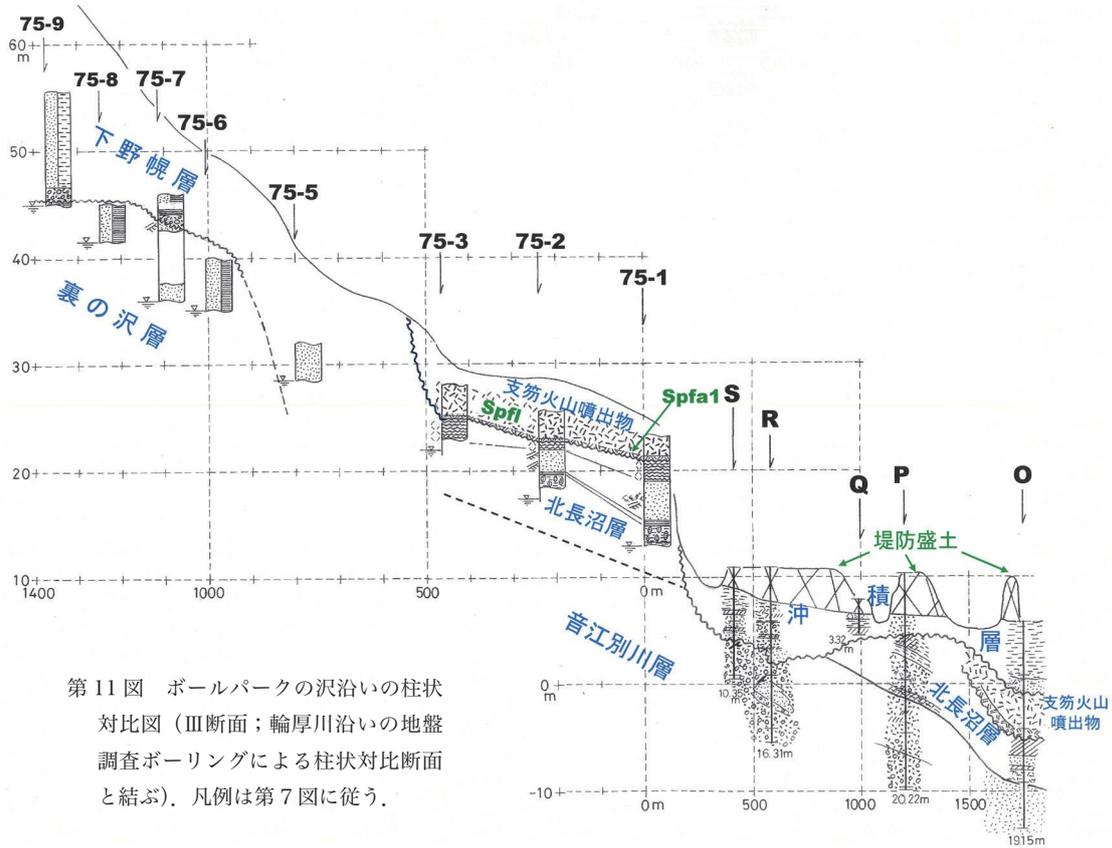
第9図 ボールパーク中央通り東側入口付近の露頭調査写真集. a: 建設中の通りと北東側切土,
b・c: 南西側切土の調査地点 (第3・7図L2), d: 写真aのd地点 (第3・7図L3).

流部では、台地斜面上端から下位へ15～20 mの部分の地層が観察でき、厚さ1 m前後の砂礫層を境にして、それを含み上位の地層（厚さ9 m+；砂泥細互層主体）が下野幌層、下位の地層（薄板状泥・極細粒砂互層、ときに斜交葉理の極細砂）が裏の沢層である。75-6地点では境界部の砂礫層はチャンネル状に下位層を削り込んでいる。75-9地点では東南東方向へ12°の傾斜が確認できた。ボールパーク沢下流（台地；75-1～3地点）では支笏火山噴出物の下位に段丘構成層（厚さ約4 m+）として上から火山灰質ローム層（厚さ0.7～2 m；淡黄褐色～褐色砂質泥）、斜交葉理細～中粒砂（3 m前後）、生物攪乱砂質泥（2 m+）の層序が確認できる。75-1地点近傍の別露頭ではローム層の基底に腐植土薄層を伴うことがある。この段丘構成層を北長沼層に相当するとみなした。

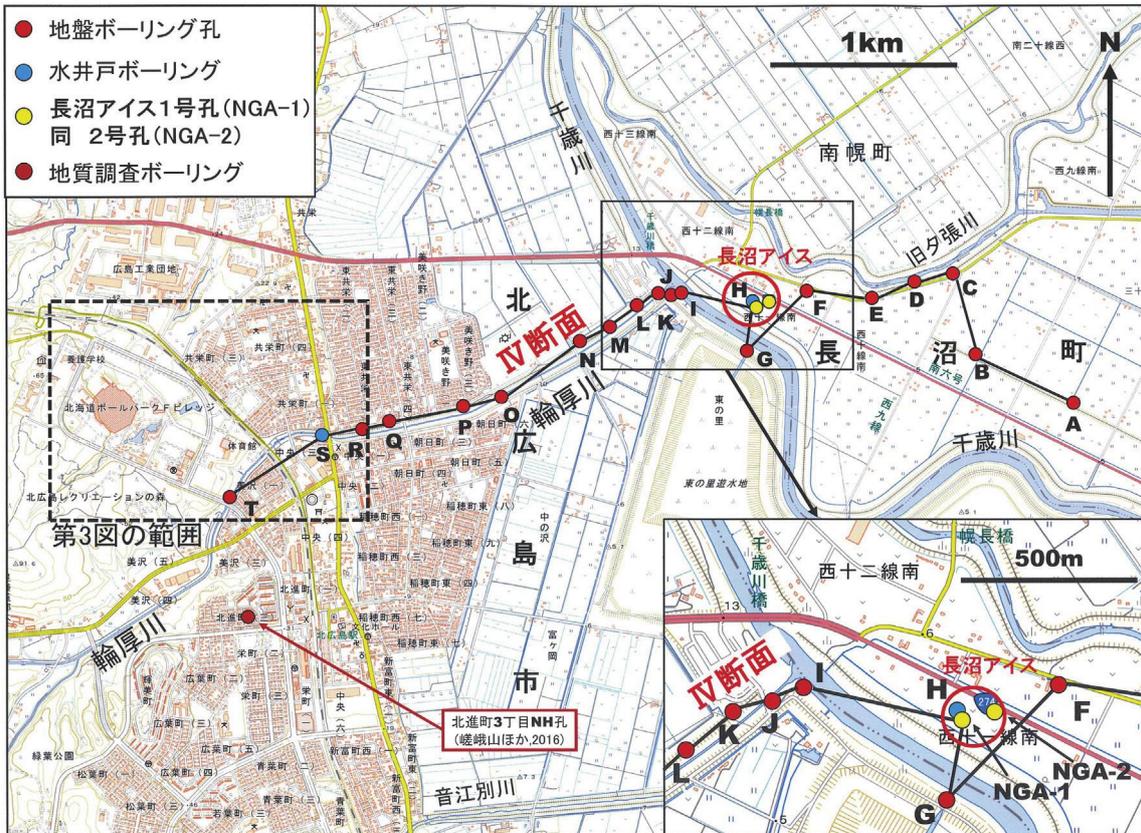
西側丘陵～台地との比較検討のために、低地側のIV断面の一部（S～Oの柱状図；第12図）との対比を行った。その結果は、低地側の沖積層下に出現する地層群のうち、支笏火山噴出物は明らかに西側台地（75-1～3地点）に追跡が可能である。低地側の北長沼層は台地構成層に連続すると見なした。音江別川層は西側丘陵の75-3～75-5間に分布すると思われるが確認はできてい



第10図 ボールパークアムピシャス通り（北広島市総合体育館北西側）の切土露頭写真. a: 露頭全景, b: 写真aのb地点の部分拡大写真（支笏火山噴出物Spflの上位に広島砂礫層が重なる）.



第11図 ボールパークの沢沿いの柱状対比図(Ⅲ断面; 輪厚川沿いの地盤調査ボーリングによる柱状対比断面と結ぶ。凡例は第7図に従う。



第12図 長沼町西縁部から北広島市街にかけての地形図と地盤調査ボーリング孔・水井戸の位置。国土地理院地図-電子国土Web-に加筆。右下に長沼アイス付近の拡大図を示す。

ない。なお、厚真層については存在自体が認められない。

4. 長沼町西縁におけるボーリング試・資料の解析

長沼町西縁（三十区西十一線南の長沼アイス；第12図拡大図において行われたボーリング（地盤調査ボーリング2孔および水井戸）のコアおよび水井戸のコアおよびカッティングス試料と関連資料（柱状図・電気検層図）を収集し、観察・解析を行った（第13図）。これらの結果を、各孔井地質として説明し、最後に長沼アイス箇所における地表～深度151 m間の層序をまとめる。なお、①～⑩などの区分は第13図に表示した。

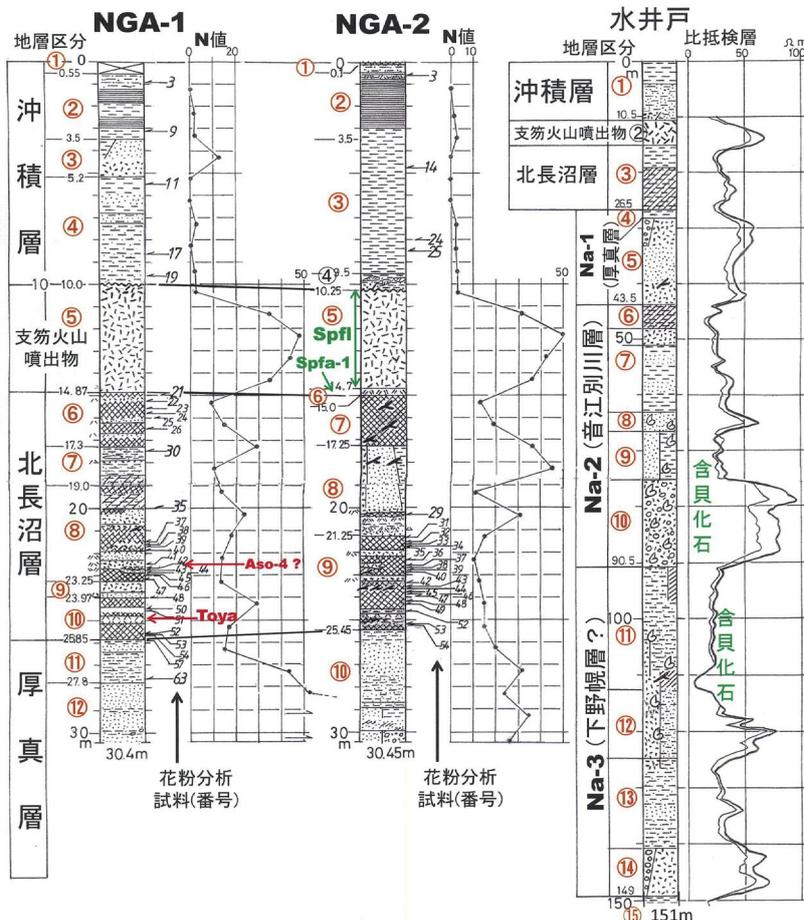
(1) 地盤調査長沼アイス1号孔 (NGA-1)

位置：北緯 42°59'43.005"，東経 141°35'29.451"，孔口標高：6.018 m，掘進長：30.4 m。

- ① 深度 0.0 ～ 0.55 m：農耕攪乱土または盛土（砂まじり泥，上部 10 cm は草根を含む土壌）
- ② 0.55 ～ 3.5 m：シルト～粘土（N 値 0 ～ 3，過半は薄板状層理明瞭）
- ③ 3.5 ～ 5.2 m：極細～粗粒砂（N 値 13，上半部は泥まじり極細～中粒，下半部は細～粗粒）
- ④ 5.2 ～ 10.0 m：砂質シルト～粘土（N 値 0 ～ 2 前後，上部は粘土，中～下部は砂質シルト～シルト質極細粒砂，

6 ～ 7.2 m 間に細～中粒砂はさむ）

- ⑤ 10.0 ～ 14.87 m：中～粗粒ガラス質火山灰・軽石（N 値 35 ～ 50 弱，最上部で岩片を含み N 値が 3 以下）
- ⑥ 14.87 ～ 17.3 m：黒褐色腐植質泥炭（N 値 10 ～ 15，材化石を処々に含む，15.45 m 付近・16.2 m 付近・16.7 m 付近に降下火山灰の可能性のある火山ガラス質砂がはさまれる）
- ⑦ 17.3 ～ 19.0 m：砂質泥（N 値 10、18.57 m 以下黒灰色腐植質）
- ⑧ 19.0 ～ 23.25 m：黒褐色腐植土質泥炭（N 値 13 ～ 24）。19.5 ～ 20 m 付近は有機質砂質泥，20.15 ～ 20.7 m 付近は細～粗粒火山灰でスコリア・火山ガラス半々，21 m と 21.5 ～ 21.7 m 付近に細～中粒火山灰をはさむ。22.95 ～ 22.6 m は火山灰質中～極粗粒砂（N 値 14，火山ガラス・軽石主体で異質岩の砂粒含，22.55 m 付近には第14図に示すようにキラキラ光る火山ガラスを特徴的に含む火山灰をはさむ。22.6 ～ 23.25 m では木片多く含む。
- ⑨ 23.25 ～ 23.97 m：火山灰（N 値 13，上部は中～粗粒で軽石様のスコリア質，中～下部は極細～中粒でガラス質）
- ⑩ 23.97 ～ 25.85 m：黒褐色腐植土質泥炭（N 値 20 弱



第13図 長沼アイス（長沼町西縁部）の地盤調査孔および水井戸のボーリング柱状図集。①～⑩はコア鑑定調査孔の地層区分で本文に対応。

～30, 24.4 m 付近と 24.65～25.3 m にシルト～細粒サイズの白褐色火山灰はさむ。後者を第 14 図に示すが、その一部を火山灰分析試料とした。

⑪ 25.85～27.8 m：砂質泥（N 値 15～50 弱）

⑫ 27.8 m～：極細～細粒砂（N 値 50 以上，所により砂質泥をはさむ）

(2) 地盤調査長沼アイス 2 号孔 (NGA-2) の孔井地質位置：北緯 42°59'45.566", 東経 141°35'31.900", 孔口標高：6.075 m, 掘進長：30.45 m.

① 深度 0.0～0.1 m：表土（草根含む暗褐色土）

② 0.1～3.5 m：薄板状泥～砂質泥（N 値 0～1, 0.1～0.5 m 白褐色・風化, 0.65～0.70 m 中～粗粒火山灰）

③ 3.5～9.5 m：シルト～シルト質粘土（N 値 0～3）

④ 9.5～10.25 m：軽石質砂を含む泥～砂質泥

⑤ 10.25～14.7 m：軽石・火山ガラス質火山灰（N 値 30～50, 塊状で明らかに Spfl）

⑥ 14.7～15.0 m：粗～極粗粒軽石（Spfa-1）

⑦ 15.0～17.25 m：黒褐色腐植質泥炭（N 値 13～19, 木片多く含む）

⑧ 17.25～21.25 m：泥まじり極細～細粒砂（部分的に粗粒砂含む, 18 m 付近木片含, 20 m 付近で腐植土と互層状）

⑨ 21.25～25.45 m：黒褐色腐植質泥炭（N 値 11～15, 22 m 付近・22.55 m 付近・23.2 m 付近・24.7～25 m 付近にシルト～粗粒サイズの火山灰・火山灰質砂はさむ, 23.5～23.7 m 付近に木片多し）

⑩ 25.45～30.45 m：極細～細粒砂（N 値 20～35, 部分的に泥まじり・砂泥互層, 下部で腐植土はさみ, 砂はガラス・軽石質火山灰）

(3) 長沼アイス水井戸（掘進長：151m）

井戸位置は NGA-1・NGA-2 孔付近。ボーリング会社から提供されたボーリング柱状図（付：電気検層記録—比抵抗—）をもとに、別途提供の深度 5 m 毎のカッティングス試料の肉眼（ルーペを含む）による観察結果から地質区分・判定を見直した。

① 深度 0.0～10.5 m：泥（下半部は泥まじり砂）

② 10.5～15 m：軽石質火山灰

③ 15～26.5 m：泥炭～泥炭質砂質泥

④ 26.5～28 m：泥

⑤ 28～43.5 m：中～極粗粒砂（30 m 付近礫まじり, 40 m 付近泥炭・材含む）

⑥ 43.5～48 m：泥炭～炭質泥

⑦ 48～63 m：泥～泥質細粒砂（50m 付近粗～極粗粒砂）

⑧ 63～66.5 m：含貝殻片泥質極細粒砂（カキ貝ほとんどでカキ礁の可能性）

⑨ 66.5～75.5 m：泥・砂互層（含貝殻片）

⑩ 75.5～90.5 m：含貝殻片粗粒砂～砂礫（貝化石豊富）

⑪ 90.5～112.5 m：砂質泥～泥（貝殻片含む, 上部・最下部は泥炭との互層ときに・材片含む）

⑫ 112.5～124.5 m：粗粒砂～砂礫と砂質泥との互層（中～上部貝殻片含む）

⑬ 124.5～140.5 m：砂質泥～泥（125 m 付近で粗～極粗粒砂含み一部有機質泥, 140m 付近で茎など植物片含む, 所により木片含む）

⑭ 140.5～149 m：含礫粗～極粗粒砂（貝殻片確認できず）

⑮ 149～151 m：泥（暗灰色粘土）

(4) 長沼町西縁での地表～深度 151 m 間の層序のまとめ

以上の地盤調査孔および水井戸のボーリングの結果から、上位より、沖積層、支笏火山噴出物および本郷層（北長沼層）の層序が明らかである。さらに、本郷層の下位には、主として水井戸ボーリングの結果から、含貝化石の海進的環境と泥炭質部の存在の海退的環境の変化を考慮して、下位へ向かって NA-1 層（NA は長沼アイスの略）、NA-2 層および NA-3 層が識別できる。これらの地層の野幌丘陵を含む周辺地域への対比については考察で検討する。NGA-1 孔および NGA-2 孔の沖積層、本郷層および NA-1 層の最上部については花粉分析用の試料を採取した。

沖積層：NGA-1 孔の深度 0～10.0 m, NGA-2 孔の 0～10.25 m および水井戸の 0～10.5 m で、層厚は 10 m 程度。泥（粘土～砂質シルト）主体、N 値 3 以下で、いわゆる軟弱地盤である。

支笏火山噴出物：NGA-1 孔の深度 10.0～14.87 m, NGA-2 孔の 10.25～15.0 m 間および水井戸の 10.5～15 m 間で、層厚は 5 m 弱。中～粗粒の淡褐色～白褐色の軽石質火山灰で N 値 30～50, その主体は無層理で支笏軽石流（Spfl）である。NGA-2 孔では最下部 30 cm が粗～極粗粒軽石であるが、これは支笏降下軽石 1（Spfa1）とみなされる。

北長沼層：NGA-1 孔の深度 14.87～25.85 m, NGA-2 孔の 15.0～25.45 m 間および水井戸の 15～26.5 m 間で、層厚は 11 m 程度。黒褐色腐植質泥炭主体で明らかに陸成である。降下火山灰層または火山灰質砂層を頻繁にはさむ。NGA-1 孔の深度 25 m 付近の白色細粒火山灰（第 14 図）について、洞爺火山灰の可能性が考えられ、井島行夫氏（北広島市在住）に鑑定依頼の結果それが裏付けられたことから火山灰分析（試料：NGA1R03-T1）を行った。

NA-1層：NGA-1孔の25.85 m以下，NGA-2孔の25.45 m以下および水井戸の26.5～43.5 m間（層厚17 m）。極細～極粗粒砂が主体であるが，最上部では砂質泥状となる。近傍の60 m長の地盤調査ボーリングでは部分的に含貝化石が認められており，浅海成の可能性が示唆される。

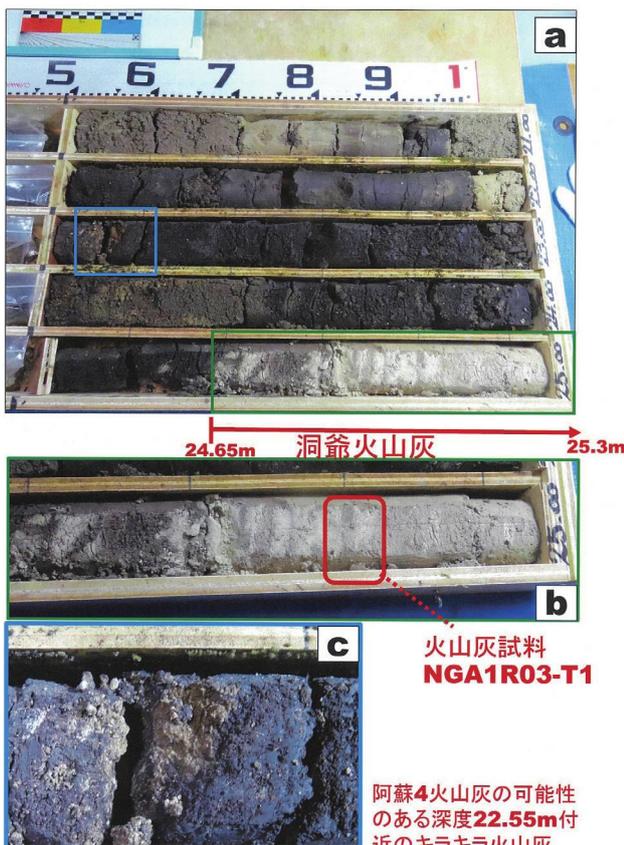
NA-2層：水井戸の深度43.5～90.5 m間（層厚47 m）。含貝殻片粗粒砂～砂礫層（層厚15 m；貝化石豊富で比抵抗検層曲線で突出した山型パターンを示す）からなる下部，泥・砂（極細～細粒）層（下半部で含貝化石）の主部および泥炭～炭質泥層（層厚4.5 m）の最上部に区分でき，海進～海退を示す。

NA-3層：水井戸の深度90.5～149 m間（層厚58.5 m）。最下部の砂礫層（層厚8.5 m）および主部の泥～砂質泥層（112.5～124.5 m付近粗粒砂との互層，所々で泥炭～炭質泥をはさみ，含貝化石）からなる。

長沼アイス1号孔の深度24.65～25.3 mの白褐色火山灰から25 m付近の部分について試料(NGA1R03-T1)を採取し（第14図），分析を行った。火山灰分析は，粒子組成分析（顕微鏡観察），火山ガラス屈折率測定，火山ガラス主成分分析であり，株式会社古澤地質（愛知県岡崎市）へ依頼した。分析手法は，古澤（1995，2003）および古澤ほか（2018）の方法に従う。

火山灰の分析結果の概要を第1表に示す。粒子組成については，総計300粒子のうち火山ガラスが92%を占め，重鉱物，岩片は含まれず，軽鉱物は長石と石英である。火山ガラスはバブルウォール型が65%を占める。火山ガラスの屈折率測定結果の詳細を第15図に示す。屈折率は1.4949～1.4979である。火山ガラス（15粒）の主成分分析結果を第2表に示す。

火山灰分析



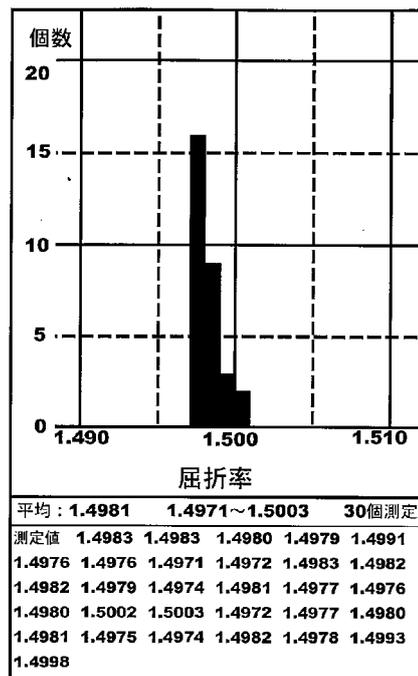
第14図 NGA-1孔の深度20～25 m間コアの写真。a:1 m区切りコア5個の下部0.5 m部分（主体は黒褐色腐植質泥炭），b：洞爺火山灰の可能性があり火山灰試料を採取（aの緑枠部分），c：深度22.55 m付近の阿蘇4火山灰 Aso-4の可能性のある火山灰（aの青枠部分）。

花粉分析

北進橋付近のKHB-1・KHB-3孔コア（音江別川層），北進通KHD-1孔コアおよび長沼アイスNGA-1・NGA-2孔コアについて花粉分析を行った。分析方法は以下のとおりである。

約2 ccの試料に10% KOHを加え24時間放置後，目開き150メッシュの網を通過させ，傾斜法にて細粒分を除去し，塩酸処理により珪酸を除去し，塩化亜鉛飽和溶液を加え超音波洗浄器にて分散させ，最後にグリセリン・ジェリーにてスライドグラスに封入した。同

火山ガラス(H27SGP-T1)



第15図 火山ガラスの屈折率測定結果とヒストグラム。

第1表 火山灰分析結果の総括表

試料名	Volcanic Glass			Light Mineral	Heavy Mineral					Rock	Total	備考	火山ガラスの屈折率	テフラ名
	Bw	Pm	O	Fl・Qu	Opx	Cpx	Gho	Ol	Opq					
NGAIR3-T1	184	91	10	15	0	0	0	0	0	0	300		1.4949-1.4979	Toya

Bw:バブルウォールタイプ Fl・Qu:長石・石英
 Pm:バミスタ型 Opx:斜方輝石 Cpx:単斜輝石 Gho:緑色普通角閃石
 O:低発泡タイプ Opq:不透明鉱物 Rook:岩片・風化粒

定はアキシオコープ光学顕微鏡千倍下で行った。プレパラート中の花粉と胞子で100個になるまで数え(星野, 1994), 米倉ほか(2012)の植物の系統進化を考慮した順に表示した。

1. 北進橋付近のKHB-1およびKHB-3孔コア(音江別川層)の花粉分析結果

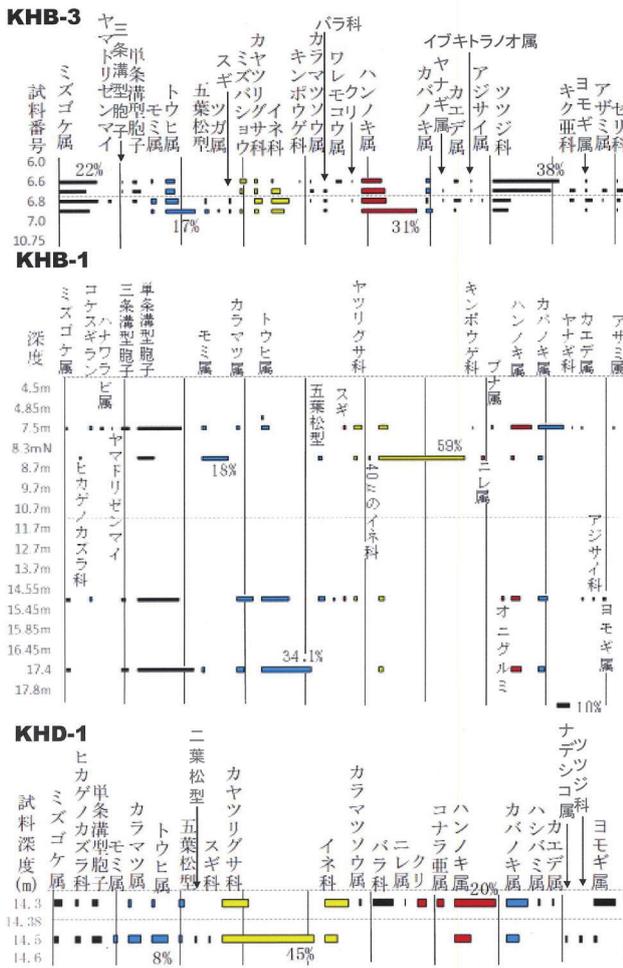
KHB-1孔とKHB-3孔は北進橋関係のボーリング孔であり, 第3表に示すように花粉分析で花粉・胞子個体を100個または, それに準ずる個数を検出できた試料は, KHB-1孔コアで下位より試料番号(深度m表示)17.4, 14.7, 8.5および7.5の4試料である。KHB-3孔コアで同じく, 6.9, 6.8, 6.7および6.6の4試料である。北

第2表 NGAIR3-T1の火山ガラス主成分化学分析結果(15粒の平均値)。FeOは全Fe量をFeOとして算定。

成分	分析表示	標準偏差	9成分100%換算	標準偏差
SiO ₂	74.94	0.35	78.28	0.15
TiO ₂	0.07	0.06	0.07	0.06
Al ₂ O ₃	12.08	0.11	12.62	0.09
FeO	0.88	0.07	0.92	0.07
MnO	0.09	0.07	0.10	0.08
MgO	0.04	0.02	0.04	0.02
CaO	0.39	0.03	0.41	0.03
Na ₂ O	4.39	0.07	4.58	0.08
K ₂ O	2.85	0.09	2.98	0.09
Total	95.72		100.00	

進橋付近の柱状対比図(第4図)に示すように, 層準的にはKHB-1孔コアの4試料の上位にKHB-3孔コアの4試料が位置するように見なされる。そのように判断してこれらの試料を一括して花粉組成図をとりまとめた(第16図中・上段)。

KHB-1コアの4試料(深度17.4 m, 14.7 m, 8.5 m, 7.5 m)についてはシダ植物が一般に40%程度を占める。17.4 m, 14.7 mについては針葉樹(トウヒ属を主体)が35%程度含まれ, カラマツ・五葉松型を伴うことなどから寒冷な気候が示される。8.5 mではイネ科が60%を占め草原状態が示されるが, 針葉樹(モミ属主体)が20%を占め, やや寒冷である。これに対して7.5 mでは針葉樹は10%程度と少ないが, 落葉広葉樹(ハンノキ属・カバノキ属)が30%を占め, やや温暖な傾向が示される。KHB-3コアの4試料(深度6.9 m, 6.8 m, 6.7 m, 6.6 m)は薄い層厚部に集中しており, 全体としては類似の組成である。すなわち, ミズゴケが15~25%程度を占め, ツツジ科が10~40%程度を占め, 高層湿原的な植生が想定できる。6.9 mではトウヒ属を主体とした針葉樹が20%を占めやや寒冷であるが, ハンノキ属が30%を占めるのも注目される。なお, 第4図に示す北進町3丁目NH孔の深度29.46 m, 29.81 m, 28.96 mの花分析の結果は29.81 m, 29.46 m, 28.96 mで針葉樹のトウヒ属が多く, 29.81 mおよび29.46 mではカラマツ属も多い(嵯峨山ほか, 2016)。KHB-3コアの4試料と同様に寒冷傾向が示されることから, これらは互いほぼ同じ層準に位置しているように思



第16図 北進橋付近のKHB-1・KHB-3コアおよび北進通KDH-1コアの花分析組成図。

第3表 北進橋付近の KHB-1・KHB-3 コアおよび北進通 KHD-1 コアの花粉分析結果一覧表

試料番号 (深度, m)	ミズゴケ	ヒカゲノカスラ科	コケスギラン	ハナワラビ属	ヤマドリゼンマイ	三条溝型胞子	単条溝型胞子	モミ属	カラマツ属	トウヒ属	五葉マツ型	二葉マツ型	ツガ属	マツ科	スギ科	ミズバショウ	カヤツリグサ科	イネ科	キンポウゲ科	カラマツソウ属	バラ科	ワレモコウ属	ニレ属	クリ	ブナ属	オニグルミ	コナラ亜属	ハンノキ属	カバノキ属	ヤチヤナギ属	カシバミ属	カエデ属	イブキトラノオ属	アジサイ科	ナデシコ属	ツツジ科	キク亜属	ヨモギ属	アザミ属	セリ科	数えた花粉・胞子の総数		
KHB-3																																											
6.5						1			1																																		2
6.6	22					1	3	1		5						3	1	1	1	1		3						11	2			3	1			38		1		1	100		
6.7	16					1	5			5						1	1	5		2	2							13	2	1			1			33	4	1	3	4	100		
6.8	23				2		3	3		7	1				1		4	10		1	2			1				14	1	1		4	1	1		10	3	4	1	2	100		
6.9	18						2		2	17	2		1		1	1	2	7		2		2						31	4			1				9		1		1	100		
6.0, 7.0, 10.0, 10.75, 10.95, 11.5, 11.75, 11.95, 12.75, 12.95, 13.5, 13.75, 13.95, 14.5, 14.75, 15.75, 15.95, 16.95, 17.75, 18.95(m) の試料も検鏡したが、花粉検出はなく0で表示省略。																																											
KHB-1																																											
4.85						1																																				1	
4.9										1																																1	
7.5	2		2	2	1	6	30		2	2	5				2		5	6	1					1			13	17	1		1								1		100		
8.5		2					12	18			2					2	60					1						1	2													100	
8.7						1																																				1	
10.5																													1													1	
11.5										1																																1	
13.7						1																																				1	
13.9						2																																				2	
14.55						1																																				1	
14.7	2		1			2	15		6	10	2			1	1		1	2									1	3	3		1	1					1				53		
15.85	1					1																																				2	
17.4	3					4	32	1	4	28							2												5	3											82		
4.5, 4.7, 4.9, 7.7, 8.3N, 9.5, 9.7, 10.7, 11.7, 12.5, 12.7, 13.3N, 15.45, 15.65, 16.3N, 16.45, 16.65, 17.6, 17.8, 18.3N(m) の試料も検鏡したが、花粉検出はなく0で表示省略。																																											
KHD-1																																											
	5	2				3		1	1	2							13	11		1	10		1	4			3	20	10		1	1						11		100			
14.38	1																2																							1		6	
14.5	3	3				5	2	6	8	1	1			1		45	6											8	6					1		2	2				100		
14.6, 14.8, 15, 15.3, 17.7, 17.8, 18.4, 18.6, 18.7, 18.9(m) の試料も検鏡したが、花粉検出はなく0で表示省略。																																											

われる。

2. 北進通 KHD-1 孔コアの花粉分析結果

KHD-1 コアの2試料(深度14.5 m, 14.3 m)の組成は第3表および第16図下段に示すように、草本のカヤツリグサ科およびイネ科を25~50%程度含み、落葉広葉樹(ハンノキ属, カバノキ属)を15~30%ともなう。14.5 mでは針葉樹(カラマツ属, トウヒ属など)が20%程度含まれ、寒冷傾向を示すが、14.3 mでは針葉樹は極めて少なく落葉広葉樹が多くなっている。花粉分析部分は層準的には第7図に示すように音江別川層に位置づけられる。

3. 長沼アイス NGA-1 および NGA-2 孔コアの花粉分析結果

2つのコアの花粉分析結果は第4表に一括して示す。

(1) NGA-1 孔コア

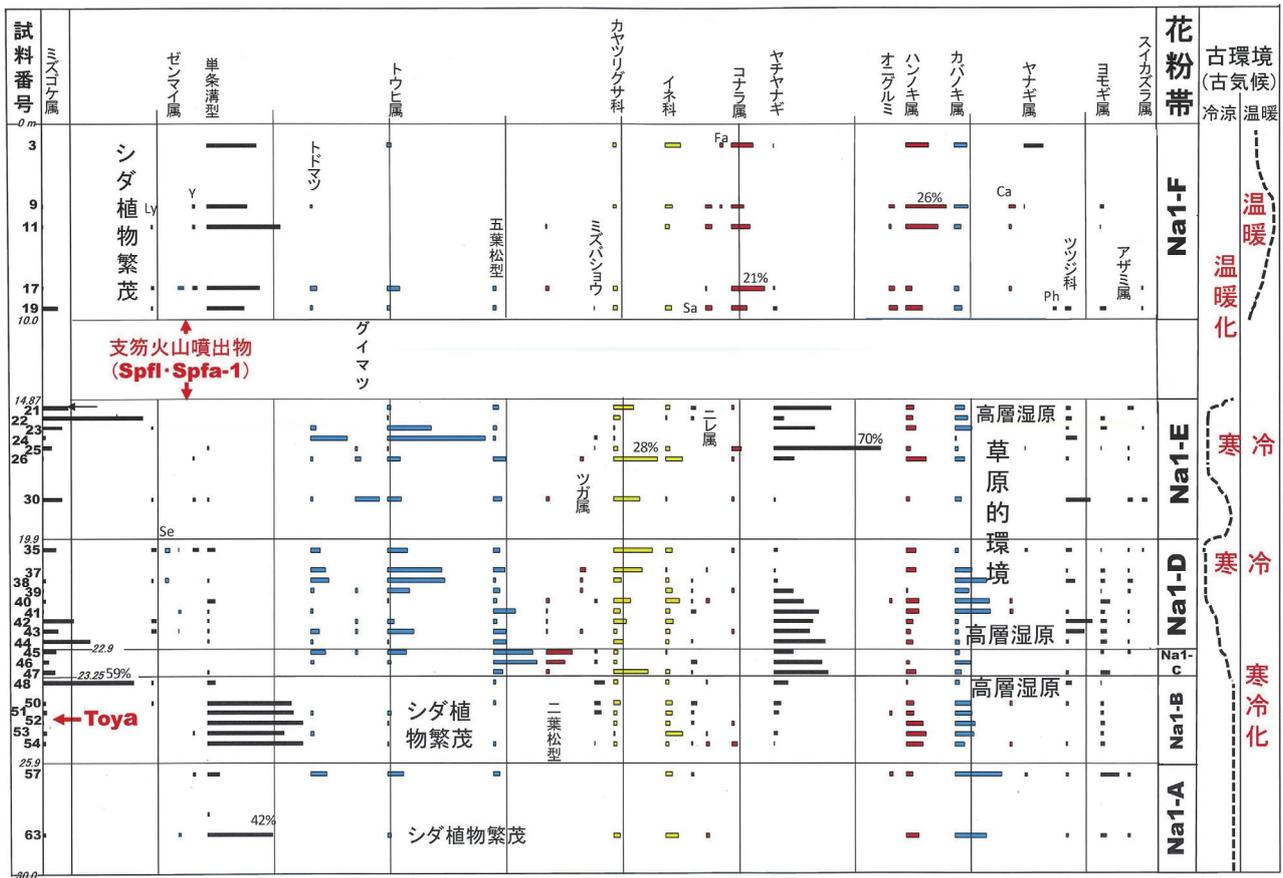
分析結果は第17図に示すように下位より、Na1-A~Na1-Fの6花粉帯に区分でき、Na1-A帯は厚真層最上部、Na1-B帯~Na1-E帯は北長沼層(腐植質泥炭主体)、Na1-F帯は沖積層である。各帯の特徴は以下のとおりである。なお、深度10.0~14.87 m間は支笏火山噴出物であり、分析対象としない。

Na1-A帯: 深度25.9 m以下で、落葉広葉樹のカバノキ属が多く、No.63(深度27.60 m)では単条溝型胞子(シダ類)が高率(42%)で出現し、No.57(25.90 m)では針葉樹(トドマツ・トウヒ属)を伴う。

Na1-B帯: 深度23.25~25.9 mで、25 m付近に洞爺火山灰(Toya)をはさむ。全体として単条溝型胞子(シダ類)が高率(50~60%)で、落葉広葉樹のハンノキ属・カバノキ属をそれぞれ10%程度ともなう。No.48(24.0 m)ではミズゴケが60%を占め、ヤチヤナギ・ミズバショウ・ツツジなどが伴われ、高層湿原的環境が示される。

Na1-C帯: 深度22.9~23.25 m (No.45~47)で、短い期間を示す。ヤチヤナギが10~35%程度を占める。No.45およびNo.46では針葉樹の五葉マツ型(キタゴヨウ)および二葉マツ型(アカマツ・クロマツ)がそれぞれ20%前後を占める。No.45ではその他、トドマツ・トウヒ属も伴い、針葉樹の割合が50%に達し、やや寒冷な傾向を示す。

Na1-D帯: 深度19.9~22.9 m (No.35, No.37~44)で、No.39~44ではNa1-C帯に続き、ヤチヤナギが多く15~30%前後を占めるが、No.35・37・38ではほぼ消失し、代わってカヤツリグサ科が20%前後を占め、草原状態の出現が示唆される。この移行期にはカバノキ属が10~20%前後を占めている。針葉樹の



第 17 図 長沼アイス NGA-1 コアの花粉組成図

トドマツ・トウヒ属・五葉マツ型（キタゴヨウ）が上位へ向かって次第に多くなり、最大 50 % を占める (No.37・No.38)。No.35 および No.38 ではわずかではあるが高山帯の示相種とされるコケスギランを含むことから、寒冷な気候が示される。

Na1-E 帯：深度 14.87 ~ 19.9 m (No.21 ~ 26, No.30) で、No.30 を除きヤチヤナギが一般に 30 % 前後で、ときに 70 % を占め (No.25), No.26 ではカヤツリグサ科・イネ科合わせて 40 % を占める。針葉樹は No.30 で 30 %, No.26 で 20 % あまり、No.24 で 90 % 弱、No.23 で 30 % あまりを占める。特に No.30 ではカラマツ属（現在サハリンに自生のグイマツ）が 15 %, No.24 ではトウヒ属が 60 % 以上を占め、寒冷な気候が示される。

Na1-F 帯：深度 0 ~ 10 m (No.3, 9, 11, 17, 19)。シダ類（単条溝型主体）が 25 ~ 50 %, 針葉樹は極めて少なく、落葉広葉樹のコナラ亜属、ハンノキ属およびカバノキ属などが 35 ~ 55 % を占め、全体として温暖な気候が示される。

(2) NGA-2 孔コア

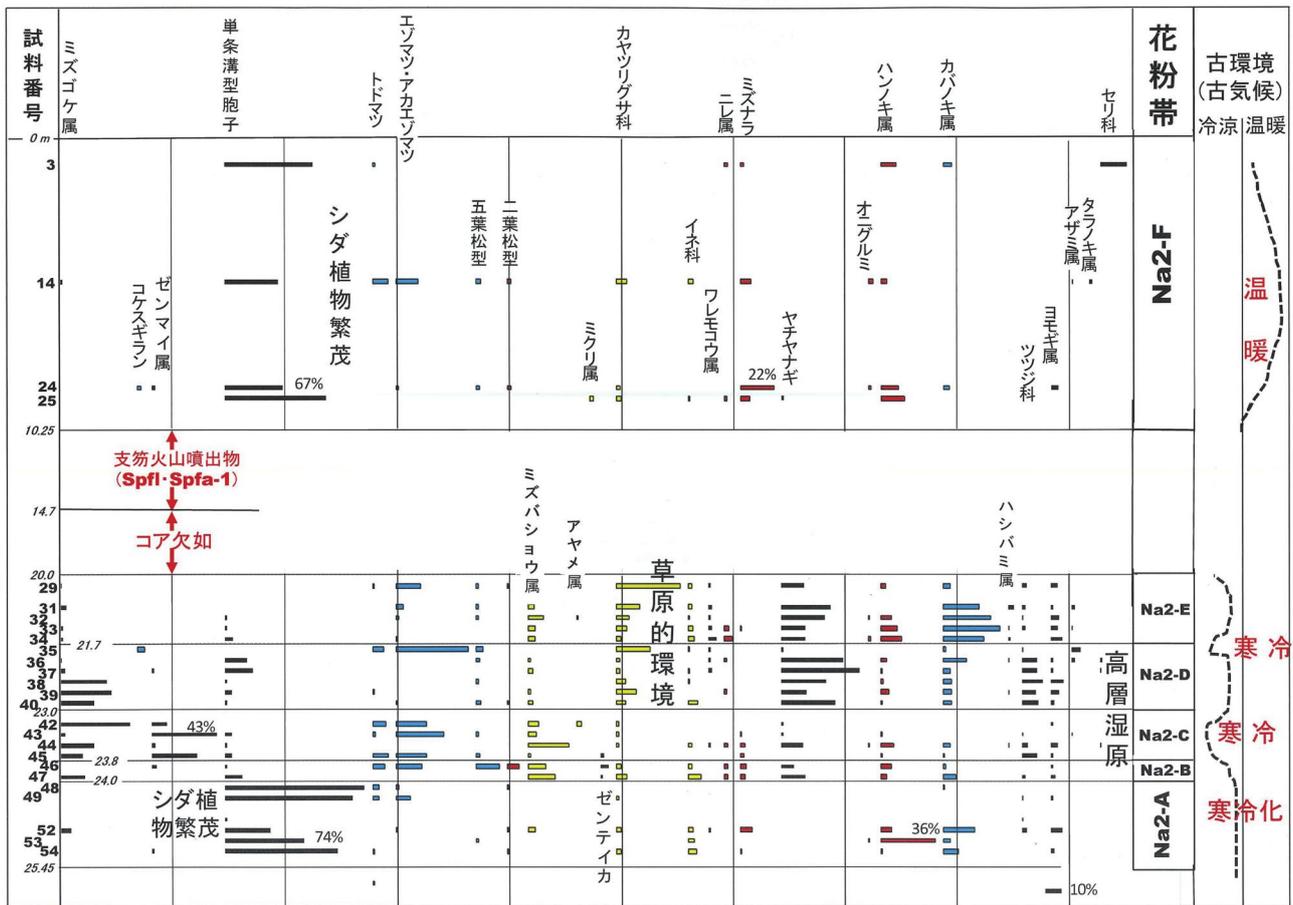
分析結果は第 18 図に示すように、下位より Na2-A ~ Na2-F の 6 花粉帯に区分でき、Na2-A ~ Na2-E 帯は北長沼層（腐植質泥炭主体）、Na2-F 帯は沖積層である。

各帯の特徴は以下のとおりである。なお、深度 14.7 ~ 20.0 m 間は北長沼層であるが、観察の際にコアが欠如しており、試料採取ができなかった。10.25 ~ 14.7 m 間は支笏火山噴出物である。

Na2-A 帯：深度 24.0 ~ 25.45 m (No.48・49, No.52 ~ 54) で、シダ類（単条溝型）が高率（30 ~ 90 %）である。No.53, No.54 および No.56 では落葉広葉樹（ハンノキ属、カバノキ属、ミズナラ）を伴うが、それらの上位の No.48 および No.49 では針葉樹（トドマツ・エゾマツ・アカエゾマツ）を若干含み、寒冷化の傾向が示される。

Na2-B 帯：深度 23.8 ~ 24.0 m (No.46, No.47) である。No.47 ではミズゴケ、シダ類（単条溝型）、ミズバショウ属、カヤツリグサ科+イネ科、ヤチヤナギ、ハンノキ属+カバノキ属が、それぞれ 10 ~ 15 % 程度占めており、高層湿原的環境が示され、針葉樹は認められない。これに対して、No.46 ではミズゴケは認められないが、針葉樹が 50 % 程度占めており、そのうち五葉マツ型（キタゴヨウ）+二葉マツ型（アカマツ・クロマツ）が 30 % あまりを占める。

Na2-C 帯：深度 23.0 ~ 23.8 m (No.42 ~ 45) で、ミズゴケが No.43 では少ないが、上位へ 15 % から 46 % まで増加し、高層湿原化の傾向が顕著となる。



第 18 図 長沼アイス NGA-2 コアの花粉組成図

No.42・45 でゼンマイ属が 40 % 前後を占め、No.44 ではミズバショウが 30 % 弱・ヤチヤナギが 15 % 程度を占め、湿原的環境が示唆される。なお No.42・43 では針葉樹（トドマツ・エゾマツ・アカエゾマツ）が 35 % 前後占め、寒冷傾向である。

Na2-D 帯: 深度 21.7 ~ 23.0 m (No.35 ~ 40) である。No.38 ~ 40 で下位の Na2-C 帯に続きミズゴケが 20 ~ 35 %, No.36 ~ 40 でヤチヤナギが 20 ~ 50 % 程度と比較的高率となっている。そのほか、No.36 ~ 40 でツツジ科が 10 % 程度含まれ、少なくとも No.38 ~ 40 では高層湿原の状況が展開したと見なされる。これに対して、最上部の No.35 ではミズゴケなどは含まれず、針葉樹（トウヒ属のエゾマツ・アカエゾマツなど）が 60 % を占め、コケスギランなどをわずかに含んでおり、寒冷な気候を示す。

Na2-E 帯: 深度 20.0 ~ 21.7 m (No.29, No.31 ~ 34) である。No.31 ~ 34 では、カバノキ属、ヤチヤナギ、ハンノキ属が合わせて 65 % 程度を占める、針葉樹はほとんど含まれず、やや温暖な気候を示す。一方、最上部の No.29 はカヤツリグサ科が 40 % あまりで、トウヒ属（エゾマツ・アカエゾマツ）など針葉樹が 20 %、

ヤチヤナギが 15 % で、やや寒冷化の傾向を示す。

Na2-F 帯: 深度 0 ~ 10.25 m (No.3, 14, 24, 29) で、シダ類（単条溝型主体）が 35 ~ 65 % 程度と高率で、針葉樹は極めて少なく、落葉広葉樹のハンノキ属などをともなう。

(3) 両孔コアの花粉帯の対比と古環境・古気候の変遷

「地表踏査およびボーリングコアの試・資料による地質解析」の 4 で明らかにした孔井地質も考慮して、対比を行うと第 19 図のようになる。すなわち、NGA-1 孔の下位より Na1-A 帯は厚真層最上部に相当し、NGA-2 孔では対応する花粉帯は分析可能試料がなく、該当花粉帯は未確認である。Na1-B 帯 + Na1-C 帯（北長沼層下部）は Na2-A 帯 + Na2-B 帯 + Na2-C 帯に対応する。Na1-D 帯（北長沼層中部）は Na2-D + Na2-E 帯に対応する。Na1-E 帯（北長沼層上部）は NGA-2 孔ではコアが欠如し、対応する花粉帯を確認できない。Na1-F 帯（沖積層）は Na2-F 帯に対応する。これらを古環境・古気候的に整理すると次のようになる。

Na1-A 帯（厚真層最上部）: シダ類（単条溝型孢子）・落葉広葉樹（カバノキ属）が多く冷涼な気候で、トドマツ・トウヒ属をともなうこともあり、寒冷化の傾向も同

徴付けられる高層湿原状態となり、ヤチヤナギが一般に30%前後で、ときに70%を占めることもあるが、カヤツリグサ科・イネ科合わせて40%を占め、草原状態も出現した。針葉樹が60~90%弱、カラマツ属(グイマツ)が15%を占めることがあり、全体として寒冷的な気候が示される。

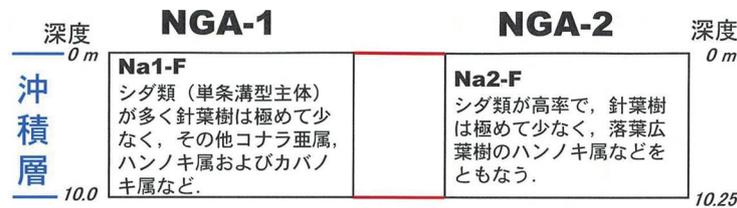
Na1-F帯またはNa2-F帯(沖積層):主としてラグーン環境を示す泥質試料であることから、周辺の陸域の植生を反映しているとみなされる。シダ類(単条溝型主体)が25~65%、針葉樹は極めて少なく、落葉広葉樹(コナラ亜属・ハンノキ属・カバノキ属など)が35~55%を占め、全体として温暖な気候が示される。

洞爺火山灰については、広域テフラとして古くは町田ほか(1987)により、東北地方北部から北海道にかけての54地点での観察・試料分析から、共通する特徴は、i)主に細粒の火山ガラスから成る薄層(10cm内外、最大50cmの層厚)、ii)最終間氷期の海進最盛期に続く海退の途上に降下堆積、iii)火山ガラスの低い屈折率、iv)火山ガラスの化学組成について主成分でTi・Mgが少なく微量成分のLa・Ceが低濃度であること、v)わずかに含まれる斜方輝石が高い屈折率を示す。これらが同定の重要な基準となるとしている。今回分析した火山灰層試料(NGA1R3-T1)は、i, ii, iii, iv(Ti・Mgが少ない)の指標が町田ほか(1987)の洞爺火山灰と一致する。

町田ほか(1987)により測定された54地点の洞爺火山灰火山ガラス屈折率は、大部分が1.494~1.498に

考 察

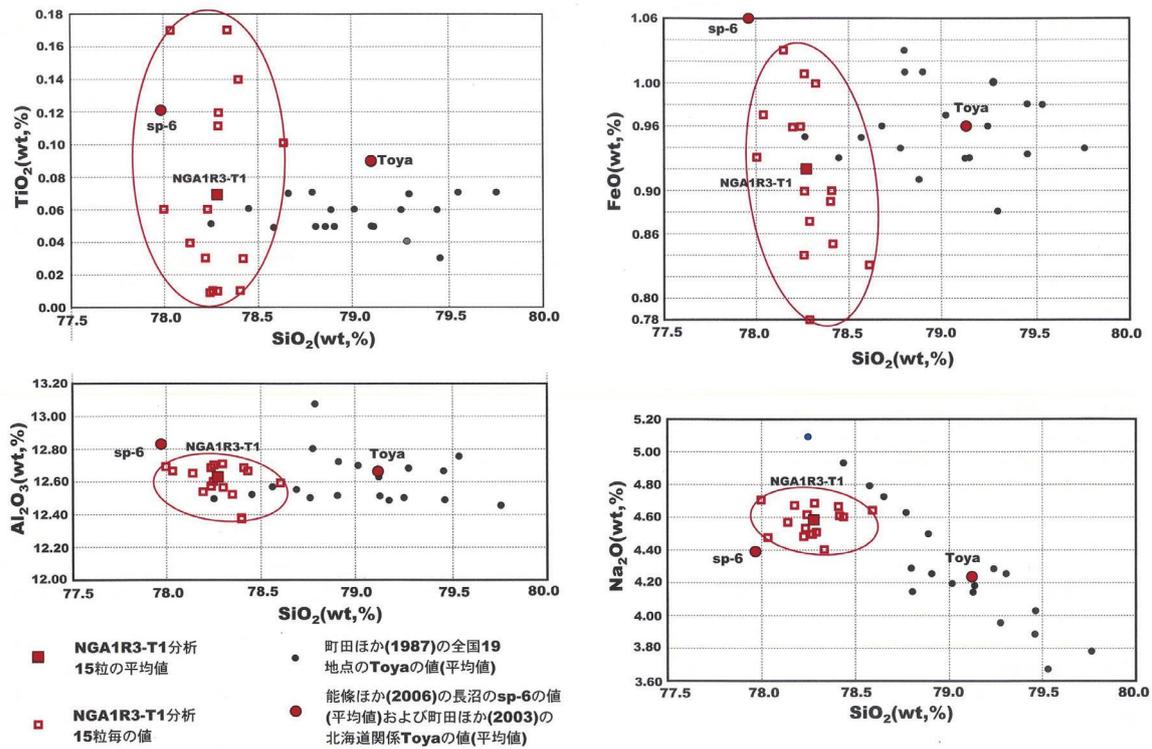
1. 洞爺火山灰の同定



支笏火山噴出物



第19図 NGA-1とNGA-1の花粉帯の対比。



第 20 図 NGA1R3-T1 の火山ガラス主成分分析結果のハーカー図 (SiO₂ と TiO₂、Al₂O₃、FeO および Na₂O との関係)。既存の洞爺火山灰 (Toya) の同様の分析結果も表示 (第 5 表に対応)

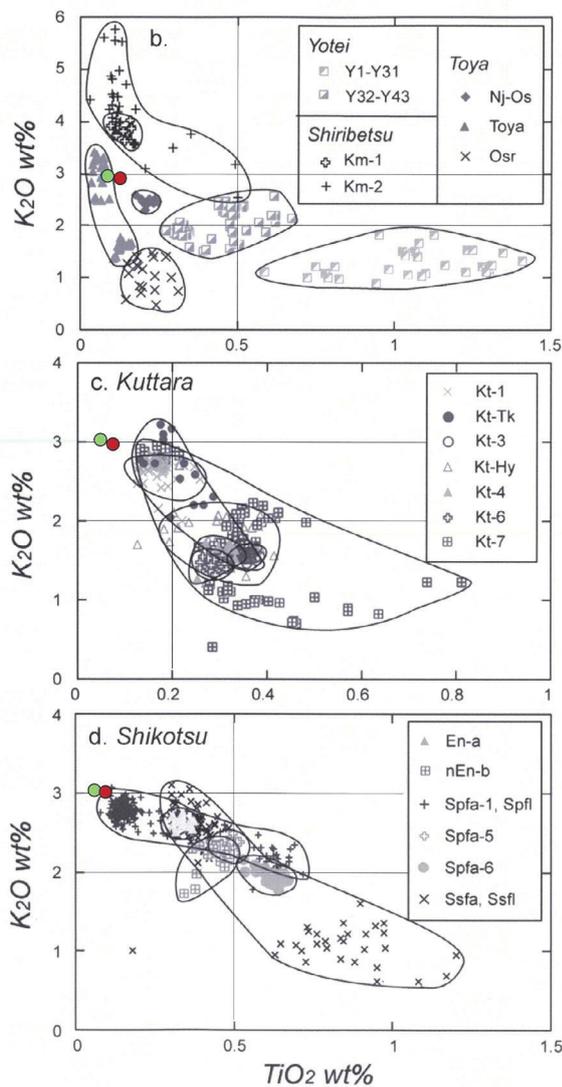
地域	採取地/試料名	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Total	測定個数
洞爺カルデラ周辺	1b	79.24	0.06	12.50	0.96	0.08	0.03	0.37	2.48	4.28	100.00	10
	1c	79.31	0.04	12.49	0.88	0.11	0.03	0.37	2.52	4.25	100.00	19
	1f	78.77	0.05	12.49	0.94	0.09	0.04	0.39	2.60	4.63	100.00	28
	1g	79.47	0.03	12.49	0.98	0.10	0.04	0.41	2.45	4.03	100.00	32
	1h	78.88	0.05	12.53	0.91	0.09	0.04	0.38	2.63	4.49	100.01	16
	1j	78.79	0.07	13.07	1.03	0.09	0.04	0.41	2.36	4.15	100.00	20
渡島半島	2a	79.76	0.07	12.45	0.94	0.10	0.04	0.38	2.48	3.78	100.00	27
	2h	78.25	0.05	12.48	0.95	0.11	0.05	0.38	2.65	5.08	100.00	23
	2i	79.54	0.07	12.75	0.98	0.11	0.04	0.40	2.45	3.66	100.00	27
北海道中東部	3a	78.90	0.06	12.73	1.01	0.10	0.04	0.40	2.52	4.24	100.00	27
	3g	79.02	0.06	12.70	0.97	0.09	0.05	0.40	2.52	4.19	100.00	29
	3h	79.29	0.07	12.69	1.00	0.11	0.05	0.40	2.44	3.95	100.00	28
	3k	78.81	0.05	12.80	1.01	0.11	0.04	0.39	2.50	4.29	100.00	32
	3n	79.45	0.06	12.66	0.93	0.12	0.04	0.40	2.47	3.87	100.00	21
東北地方太平洋側	4f	78.57	0.05	12.56	0.95	0.11	0.05	0.38	2.54	4.79	100.00	23
	4i	79.11	0.05	12.63	0.93	0.13	0.04	0.38	2.58	4.15	100.00	12
東北地方日本海側	5a	78.66	0.07	12.54	0.96	0.10	0.05	0.42	2.47	4.73	100.00	37
	5j	79.12	0.05	12.51	0.93	0.09	0.05	0.42	2.64	4.19	100.00	24
	5k	78.44	0.06	12.52	0.93	0.10	0.04	0.39	2.59	4.93	100.00	24
長沼 (能條ほか, 2006)	sp-6	77.98	0.12	12.83	1.06	0.11	0.04	0.50	2.96	4.39	100.00	10
	Toya※	79.11	0.09	12.64	0.96	0.10	0.20	0.40	2.51	4.22	100.00	
	sp-4	71.70	0.50	15.29	1.73	0.13	0.41	1.15	4.70	4.39	100.00	10
	Aso-4※	72.52	0.46	15.07	1.65	0.11	0.45	1.32	3.92	4.53	100.00	
本研究	NGA1R03-T1	78.28	0.07	12.62	0.92	0.1	0.04	0.41	2.98	4.58	100.00	15

FeOはTotal Feとして算定

第 5 表 洞爺火山灰の従来の火山ガラスの主成分分析結果一覧 (平均値)。主に町田ほか (1987) に掲載で、能條ほか (2006) に掲載分も示す。町田ほか (1987) に掲載の分析表示から 9 成分計 100% 換算で算定しなおしたものを表示し、採取地の具体名は省略した。※は町田ほか (2003) に掲載の北海道内の洞爺火山灰の分析結果全部の平均値。

入る。本試料(NGA1R3-T1)の屈折率は 1.4949 ~ 1.4979 であり、町田ほか (1987) により測定された洞爺火山灰火山ガラスの範囲に含まれる。近隣の地域においても、最近、洞爺火山灰層の存在が確認されているが、木村ほか (2014) は長沼町南長沼での 180 m ボーリング孔の深度 23.00 ~ 23.05 m の v-64 テフラについては 1,4934

~ 1,4969 であるとしている。嵯峨山ほか (2018) は札幌市北東部米里地域でのボーリング孔 TU-1 の 24.53 ~ 24.56 m 間、TU-2 孔の 19 ~ 18.89 m 間の火山灰試料の火山ガラスの屈折率について、それぞれ 1.496 ~ 1.499、1.495 ~ 1.499 の測定結果を得ている。



第21図 中川ほか (2018) の支笏-洞爺火山地域の種々のテフラ (降下火山灰・火砕流) の火山ガラスの主成分分析の TiO_2 と K_2O の関係図中に本試料 (NGA1R03-T1) および能條ほか (2006) に掲載の長沼地域の Toya (洞爺火山灰) の関係点をプロットする。その図の中に本報告火山灰試料 (NGA1R03-T1; 赤丸) および能條ほか (2006) に掲載の長沼地域の Toya (洞爺火山灰; 黄緑丸) の関係点をプロットする。

NGA1R3-T1 の火山ガラス 15 粒の主成分組成をハーカー図 (第 20 図) に示した。町田ほか (1987) は、北日本各地 19 地点の洞爺火山灰の火山ガラスの主成分組成 (それぞれの地点毎に 10 ~ 37 個のガラス粒の分析結果の平均値) を示している。その 9 成分計 100% に計算し直した結果を第 5 表として示す。さらに、この表には能條ほか (2008) に掲載の長沼地域の Toya (洞爺火山灰) および Aso-4 の同様な分析結果も付加し、能條ほかが町田ほか (2003) に掲載の北海道内の Toya および Aso-4 の分析結果全部の平均値を算定した結果も表示した。第 20 図から明らかなように NGA1R3-T1

の値は、Toya に同定された火山灰試料 (長沼の sp-6 を含む) の値の分布範囲に明らかに含まれる。なお、中川ほか (2018) は洞爺火山灰の噴出源を含む支笏-洞爺火山地域の羊蹄・尻別・洞爺火山、クッタラ火山および支笏火山 (支笏カルデラ・恵庭岳) の種々のテフラ (降下火山灰・火砕流) の火山ガラスの TiO_2 と K_2O の関係を示している。その図中に本報告火山灰試料 (NGA1R03-T1) および能條ほか (2006) の長沼地域の Toya (洞爺火山灰) のデータをプロットする (第 21 図)。この図から明らかなように、NGA1R03-T1 は、洞爺火山灰 (Toya) にほぼ一致する。

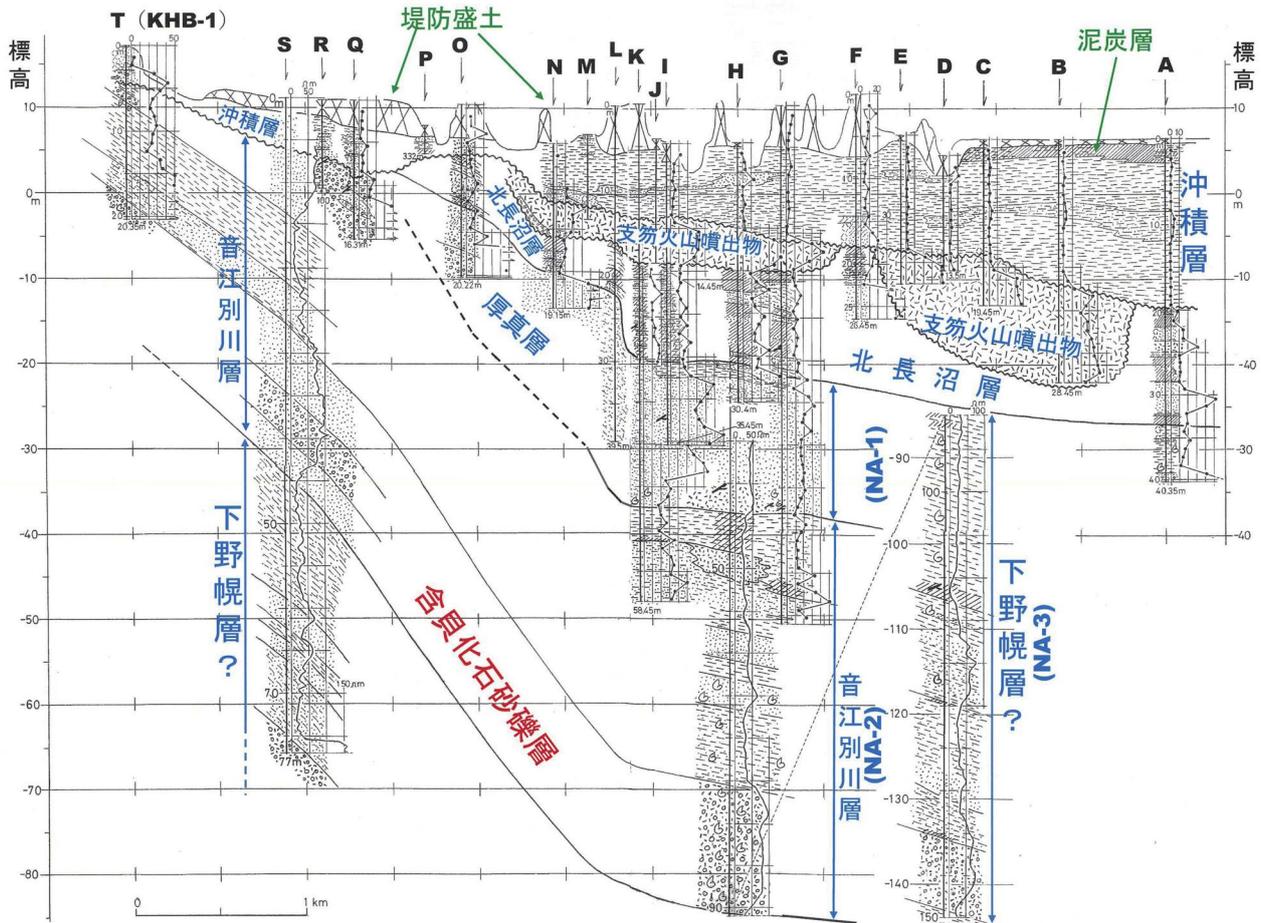
以上から、長沼アイス 1 号孔 (NGA-1) の火山灰試料 NGA1R3-T1 は、洞爺火山灰に同定できる。なお、同火山灰の年代については、東宮ほか (2020) が様々な方法と多くの測定結果を総合的に検討し、 $109 \pm \text{ca.} 3$ ka とするのが妥当としており、ここではそれに従い 11 万年前頃と見なした。

2. その他の火山灰について

支笏火山噴出物とした火砕流堆積物とその下位の降下軽石堆積物は、広域的な追跡および上下関係などから、Spfl と Spfa1 であると考えられる。この年代については、産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2022) の「大規模噴火データベース」および中川ほか (2018) に従い、46 ka とみなす。

北長沼層 (本郷層) 中には、Toya (洞爺火山灰) 以外にも、降下火山灰層または火山灰質砂層を頻繁にはさむ。長沼アイス 1 号孔 (NGA-1) ではまず深度 15.45 m 付近、16.2 m 付近、16.7 m 付近に降下火山灰の可能性のある火山ガラス質砂がはさまれる。20.15 ~ 20.7 m 付近では細~粗粒火山灰 (スコリア・火山ガラス半々)、21 m・21.5 ~ 21.7 m 付近では細~中粒火山灰を含む。22.95 ~ 22.6 m は火山灰質中~極粗粒砂 (火山ガラス・軽石主体で異質岩の砂粒含、22.55 m 付近キラキラ火山ガラス特徴の火山灰)、23.25 ~ 23.95 m も火山灰 (上部は中~粗粒で軽石様のスコリア質、中~下部は極細~中粒でガラス質) をはさむ。さらに、24.4 m 付近および 24.65 ~ 25.3 m にシルト~細粒サイズ白褐色火山灰がはさまれ、後者については Toya に同定できた。

能條ほか (2008) は長沼市街東方の砂利取場の北長沼層 (層厚 10 ~ 15 m, 主に泥炭~泥炭質粘土と泥の互層で、多くの降下火山灰層とその再堆積物を挟む) について、火山灰分析 (火山灰層砂粒分析および火山ガラス主成分化学分析) を行った。それらによれば、中



第22図 長沼東縁部から北広島市街北部にかけてのボーリング柱状図対比による断面。

～下部の9試料（上位から sp-1 から 9）が分析され、そのうち sp-1 および 2 が Mpfa-1 の再堆積物、sp-3 が Mpfa-3、sp-4 が Aso-4、sp-6 が Toya (Aafa-2)、sp-7 が Kc-Hb (Aafa-3)、sp-9 が Aafa-4 に対比されている。さらに、木村ほか (2014) は南長沼（長沼低地）で掘削された 180 m ボーリング孔の深度 9.03m ~ 24.8 m 間 が北長沼層であり、同様に多くの火山灰が挟まれる、火山灰分析（全鉍物組成・重鉍物組成・火山ガラス形態分類・屈折率測定）から、深度 8.75 ~ 8.82 m の火山灰が Kt-1（クッタラ第1）、深度 23.00 ~ 23.05 m の火山灰を Toya に同定している。これらを参考にすると、長沼アイス1号・2号孔においても同様にこれらの降下火山灰層またはその再堆積物をはさまれているであろう。なお、Toya の上位の深度 22.55 m 付近のキラキラ光る火山ガラスを特徴とする火山灰（第14図）は Aso-4（町田ほか, 1982）の可能性が極めて高い。町田ほか（1985）によれば、Aso-4 火山灰の形態上の特徴として薄手のパブル型ガラス片に富むが、風化が進むとガラス片の厚い泡の接合部のみが残り、Y字状のガラス片になるとしている。これが、電球（ホヤ）が粉々に割れた際のガラス片のよう、キラキラ状を示すと思われる。

3. 野幌丘陵南東部と長沼低地北西部の第四紀後半の層序の対比

野幌丘陵南東部（北広島市街北部）のボーリングなどにより明らかになった層序と長沼低地北西部に位置する長沼アイスにおけるボーリング調査結果から明らかになった層序（地表～深度 151 m）の対比により断面図（第22図）を描いた。長沼アイスの東南東 2.5 km 地点から入手できた地盤ボーリング孔群（ボーリング長 13.5 ~ 61 m）を結んで長沼アイスに至る。さらに、長沼アイスから西南西方向へ輪厚川に沿って地盤ボーリング孔群（ボーリング長 3.32 ~ 58.5 m）を結んで道道付近の古い水井戸（ボーリング長 77 m で、北海道立地下資源調査所, 1969 の恵庭 16「田中食堂」）を経由し、北進橋の地盤ボーリング孔群に到達する。なお、本断面図で利用した水井戸を除く、地盤ボーリング孔（東から A ~ T）の大部分は国土交通省などの運営・管理する国土地盤情報検索サイト KuniJiban よりダウンロードし、長沼アイスの地盤ボーリング2孔（NGB-1, 2）および同水井戸は H として一括している。

第22図から明らかなように、上位より沖積層、支笏

火山噴出物 (Spfl・Spfa-1), 北長沼層 (本郷層) である。これらは相互に不整合関係である。

支笏火山噴出物は、下位の北長沼層が削り込まれて生じた浸食地形を埋めるように堆積し、西へ (野幌丘陵方向へ) 次第に上昇し、丘陵に接近すると沖積層下で一旦消失する (第 22 図)。断面北側 (背後) の台地では、第 7 図、第 8 図および第 11 図に示すように、より高い位置に分布している。底面の標高は、長沼アイスの東南東約 1.2 km (B 地点) では -22.5 m, 長沼アイス (H 地点) で -9 m, 長沼アイスの約 0.9 km 地点 (N 地点) で -5 m, 北側台地では東縁で +20 m 程度であるが、さらに西南西へ向かい、北広島高校の西端で +31 m となる。

北長沼層は層厚が 15 m± であるが、支笏火山噴出物堆積以前の期間における浸食により 4 m に減ずることもある。底面標高は長沼アイス東南東 1.8 km (A 地点) では -27.3 m, 長沼アイス付近で -20 m, 長沼アイスの西方約 500 m の千歳川西舎側で急上昇し -11.5 m となり、さらに南西へ約 900 m 進むと -1.5 m となり (O 地点)、断面北側の野幌丘陵東縁台地 (段丘) では、その下限は定かではないが、標高 +10 ~ 15 m で、支笏火山噴出物下で段丘堆積物となっているように見える。長沼アイス (H 地点) 付近では、水井戸と周囲の G・I ~ L 地点の地盤ボーリングの対比部分の読み取りから、北長沼層の下位に NA-1 層 (層厚 17 m), NA-2 層 (47 m), NA-3 層 (58.5 m+) が認められる。

NA-1 層は上位の北長沼層へ整合関係で移行することおよび下部を主体に含貝化石であることから、石狩低地帯東南部の厚真層に対比できる。厚真層は最終間氷期堆積物 (MIS 5e) であるけれども、野幌丘陵に接近すると本層は分布が途切れており、同丘陵南東部において本層相当層は分布しない。このことの原因は、野幌丘陵が活褶曲により上昇し、その東翼側にあたる長沼低地側に傾動する地殻変動が進行したことが関与している可能性が考えられる。

NA-2 層は下部の含貝殻片粗粒砂~砂礫層 (層厚 15 m; 貝化石豊富)、主部の泥・砂 (極細~細粒) 層 (下半部で含貝化石) および最上部の泥炭~炭質泥層 (層厚 4.5 m) に区分でき、上位へ海進-海退を示す。下部は含貝化石で海成の砂礫層であり、水井戸の比抵抗検層曲線において突出したパターンにより特徴付けられる。このような突出パターン部は野幌丘陵方向へ向かって道道付近の古い水井戸 (S 地点; ボーリング長 77 m) の中部付近 (砂・砂礫層) に追跡可能であり、さらに輪厚川沿いに追跡すると北進橋の地盤ボーリング孔群の最下部

に出現の含貝化石砂礫層になる。北進橋付近ではこの砂礫層から支笏火山噴出物直下までの部分は音江別川層と見なせるので、NA-2 層は音江別川層と見なすことが可能となる。NA-2 層 (音江別川層) の下限は長沼アイスでは標高 -84.5 m, 道道付近の古い水井戸で -32.5 m である。北進橋付近では、音江別川層の下限は直接とらえることはできないが、この特徴的な含貝化石砂礫層の厚さ (17 m 程度) を考慮すると、-18 m 付近となる。ここに示される地層勾配は明らかに北長沼層のそれより大きくなっている。

野幌丘陵ではこの音江別層の下位層は下野幌層である。野幌丘陵南東部の下野幌層は外崎ほか (1981) および木村ほか (1983) では層厚約 60 m としており、これは長沼アイスでの NA-3 層の層厚 (58.5 m) とほぼ同じである。長沼アイスの NA-3 層は最下部の砂礫層 (層厚 8.5 m) および主部の泥~砂質泥層 (112.5 ~ 124.5 m 付近粗粒砂との互層、所々で泥炭~炭質泥をはさみ、含貝化石) より構成される。不確かなことが多いが、上位の音江別川層との層序関係、岩相的類似性などから下野幌層に対比可能なものと考えられる。

4. 長沼町西縁でのボーリング結果を長沼低地の断面解析 (岡, 2007) の中でとらえる

岡 (2007) および木村ほか (2014) は、長沼低地の全体について地盤調査・水井戸ボーリングデータによる断面解析により地下地質の解明を試みた。特に、岡の解析結果について、長沼町西縁 (長沼アイス) でのボーリング結果をあてはめてとらえなおす。岡 (2007) が東西方向の E-E' 断面 (標高 5 m 前後 ~ -120 m 付近) に示したように、長沼低地の層序を上位より沖積層、支笏火山噴出物、本郷層、厚真層、早来 (はやきた) 層に区分した。この層序を長沼アイスの層序と比較すると、次のようになる。すなわち、夕張太付近の水井戸 E3 の深度 80 ~ 94 m 間の砂礫層は含貝化石であることと比抵抗検層曲線の突出パターンの特徴などから長沼アイス水井戸の NA-1 層 (音江別川層) の下部の含貝殻片粗粒砂~砂礫層 (層厚 15 m) に対比が可能である。さらに、E3 の深度 35 m 付近の 5 m 程度の厚さの泥炭質層は長沼アイス水井戸の NA-1 層最上部の泥炭~炭質泥層 (層厚 4.5 m) に対比が可能である。このような対比を行うと、岡 (2007) の E-E' 断面では、その厚真層の下半部は音江別川層に属し、新しく設定した厚真層は層厚が半減することになる。さらに、音江別川層=早来層とした場合、それらの地層の下限も上昇することになる。さらに音江別川層の下位に下野幌層が設定できる。この

ように、長沼低地帯全域にわたって、厚真層および音江別川層（早来層）は設定し直す必要がある。

5. 花粉分析結果と汎世界的な気候変動との関連

北広島市街北部（KHB-1・3孔およびKHD-1孔）での音江別川層の花粉分析結果については、北進町3丁目のNH孔（嵯峨山ほか、2016）の分析結果も含めて、一般に針葉樹の構成割合が大きく、寒冷～やや寒冷な気候が支配的であったことが想定される。木村ほか（1983）は模式地である音江別川の音江別川層について、層厚は最大25mで程度、下位より基底礫層（層厚2m）、泥～細粒砂層、中粒砂層、砂・礫互層または泥炭はさむ泥層と重なり、泥炭を含む泥層中の下半5層準試料の花粉組成は落葉広葉樹主体の *Ulmus*（ニレ属）－*Juglans*（クルミ属）帯、これに対して上半6層準の試料は針葉樹主体の *Picea*（トウヒ属）－*Abies*（モミ属）帯であり、恐らくトウヒ属のアカエゾマツ・エゾマツおよびモミ属のトドマツが多く、同様に寒冷な気候を示すとしている。

長沼町西縁（NGB-1・2孔）での花粉分析は、厚真層最上部～北長沼層および沖積層について行った。厚真層最上部～北長沼層については、長沼アイス1号孔（NGB-1）の花粉分帯が基本となる。同2号孔（NGB-2）ではコアや適当な試料がないため空白部があるが、北長沼層の下半部についてはより細かい分帯が可能となっている。両孔の花粉分帯を対比すると、第19図に示すようになり、やや温暖な時期との繰り返しがある。「花粉分析」3で述べたように長沼アイス1号（NGA-1）孔の洞爺火山灰はNa1-B帯中にはさまれ、その年代は11万年前頃（MIS 5d）である。Na1-E帯（北長沼層）の上位には支笏火山噴出物（46 ka）があり、これらはほぼ11.5万年前頃～4.6万年前（約7万年間；MIS 5d～MIS 3）の植生・古気候変遷を示していることになる。

能條ほか（2008）は、馬追丘陵北部の砂利採取場の北長沼層について花粉分析を行い、下位より花粉帯NagA-5帯（最下部；冷温帯性広葉樹のほとんどが姿を消すがハンノキ属が繁栄し、トウヒ・モミ属など亜寒帯針葉樹林が出現）、NagA-6帯（下部；冷温帯性広葉樹の中でハンノキ属が衰退し、A-5帯に続き亜寒帯針葉樹林が次第に増加）、NagA-7帯（上部；冷温帯性広葉樹が全体として衰退し、寒帯針葉樹林が優勢でカラマツ属が出現）、NagA-8帯（最上部；寒帯針葉樹林が優勢であるがカラマツ属は消失）に区分した。さらに、火山灰分析により洞爺火山灰（Toya；11万年前）および阿蘇4火山灰（Aso-4；約9万年前）がNagA-6帯Cの最上部にはさまれることを明らかにした。その上位のNagA-7帯a

～cで、トウヒ属を高率で含むとともに寒冷指標のカラマツ属（グイマツ）・コケスギランをとめない、明らかに寒冷であることが示されている。この寒冷部分は洞爺火山灰との関係では長沼アイスのNa1-D帯（Na2-D帯最上部）に相当し、約9万年前頃の寒冷期（MIS 5b）に相当するであろう。さらに、Na1-E帯上部の寒冷期は5～7万年前頃の寒冷期（MIS 4）に相当するとみなされる。

まとめ

① 北広島市街北部および長沼町西縁（長沼アイス）のボーリングコア・カッティングスの観察・花粉分析・火山灰分析を行った。その結果、野幌丘陵からその東側の低地の地質は下位より裏の沢層、下野幌層、音江別川層、厚真層、北長沼層、支笏火山噴出物および沖積層に区分されることが明らかになった。

② 北長沼層は、主に長沼低地に分布する層厚15m±の湿原堆積物であり、下位の厚真層とは整合関係で、最下部に洞爺火山灰をはさみ、上位を支笏火山噴出物に限られる。この事実から、その年代は11万年前頃～4.6万年前（約6.5万年間；MIS 5d～MIS 3）の最終間氷期末～最終氷期中期と考えられる。北広島市街付近では丘陵東縁の台地部において、支笏火山噴出物下に存在する。

③ 厚真層は、層厚15m弱の浅海成の地層で、最終間氷期（MIS 5e）の堆積物である。野幌丘陵に接近すると本層は分布が途切れており、同丘陵南東部において本層相当層は分布しない。

④ 北広島市街北進橋付近の地盤調査孔のコア解析・ボーリング資料の検討および露頭調査から明らかになった層厚50m+の地層（下位より含貝化石層、含貝化石極細～細粒砂層、泥層、砂・砂礫層で構成）は北進町3丁目NH孔（嵯峨山ほか、2016）を経て、音江別川中流域の音江別川層（層厚24m）に対比できることが明らかになった。さらに、水井戸を含む地盤ボーリング柱状図の対比から、音江別川層は含貝化石砂礫層（比抵抗検層曲線で突出パターンを示す）を鍵層とし、上位の厚真層・北長沼層との関係から、長沼アイス水井戸の深度43.5～90.5m間（層厚47m）の部分に対比できる。

⑤ 下野幌層は、野幌丘陵中部の丘陵西縁から西側台地帯（札幌市厚別区・清田区および北広島市の境界部）の野津幌川中～上流域および小野津幌川上流域に分布する泥主体の地層（層厚約60m）である。本調査では、ボールパーク沢において下位の裏の沢層（前期更新世）に不整合関係で重なる地層としてとらえられる。長沼アイス

水井戸の深度90.5～149 m間の層厚58.5 mの地層(最下部の砂礫層および主部の泥～砂質泥層)は上位の音江別川層などとの関係から下野幌層に対比できる可能性があるが、その確認は今後の課題である。

⑥ 長沼アイス1号(NGA-1)孔の深度25 m付近の火山灰試料(NGA1R03-T1)は、粒子組成分析(検鏡)および火山ガラスの屈折率測定・主成分分析から洞爺火山灰(Toya; 11万年前頃)に同定される。

⑦ 長沼アイス1号(NGB-1)・2号(NGB-2)孔の厚真層最上部～北長沼層について花粉分析を実施し、下位よりNa1-A帯[厚真層最上部]→Na1-B帯+Na1-C帯(Na2-A帯+Na2-B帯+Na2-C帯)[北長沼層下部]→Na1-D帯(Na2-D帯+Na2-E帯)[北長沼層中部]→Na1-E帯[北長沼層上部]と分帯される。Na1-B帯中にはさまれる洞爺火山灰(11万年前頃)およびNa1-E帯の上位の支笏火山噴出物(46 ka)の存在から、これらはほぼ11.5万年前頃～4.6万年前(約7万年間; MIS 5d～MIS 3)の植生・古気候変遷を示していることになる。

引用文献

- 赤松守雄・鈴木明彦, 1992, 石狩低地帯周辺丘陵の鮮新一下部更新統の層序と古環境. 北海道開拓記念館研究年報, no.20, 1-37.
- 赤松守雄・山田悟郎・北川芳男・矢野牧夫, 1981, 野幌丘陵の地質と古生物の変遷. 北海道開拓記念館研究報告, no.6, 17-24.
- 圓谷昂史・栗原憲一・畠 誠・加瀬善洋・大津 直・林 圭一・廣瀬 亘・鈴木明彦・添田雄二・能條 歩, 2016, 北海道北広島市西の里から産出した貝化石(速報). 北海道博物館研究紀要, no.1, 25-38.
- 圓谷昂史・添田雄二・栗原憲一・加瀬善洋・鈴木明彦・能條 歩・畠 誠・林 圭一・廣瀬 亘・大津 直, 2018, 北海道北広島市西の里で認められた第四系の地質年代. 北海道博物館研究紀要, no.3, 143-161.
- 古澤 明, 1995, 火山ガラスの屈折率測定・形態分類とその統計的な解析. 地質雑, **101**, 123-133.
- 古澤 明, 2003, 洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別. 地質雑, **109**, 1-19.
- 古澤 明・大木公彦・宮脇理一郎, 2018, 火山ガラスの主成分および微量元素組成による鹿児島市永田川河口部で掘削されたボーリングコアに挟まれる火砕流堆積物の識別. 地質雑, **124**, 435 - 447.
- 北海道立地下資源調査所, 1969, 石狩低地帯の深井戸検層図集. 地下資源調査所報告, 39, 1-79.
- 加瀬善洋・林 圭一・圓谷昂史・添田雄二・栗原憲一・畠 誠・廣瀬 亘・大津 直, 2018, 北海道北広島市西の里で認められたサンドリッジ堆積物の堆積相・古流向とその意義. 北海道博物館研究紀要, 3, 133-141.
- 木村方一・外崎徳二・赤松守雄・北川芳男・吉田充夫・亀井節夫, 1983, 北海道石狩平野・野幌丘陵からの前期-中期更新世哺乳動物化石群の発見. 地球科学, **37**, 162-177.
- 木村克己・下川浩一・康 義英・檀原 徹, 2014, 北海道長沼町南長沼で掘削された180m ボーリングコアのテフラ分析. 地質調査総合センター研究資料集, No.590, 12P (付: 付属資料1).
- 北川芳男・赤松守雄・山田悟郎・矢野牧夫・三野紀雄, 1979, 野幌丘陵の地質-特に西部地域を中心として-. 北海道開拓記念館調査報告, no.17, 3-12.
- 北川芳男・矢野牧夫・中田幹雄・三野紀雄・赤松守雄・山田悟郎・中村 斉・森田知忠・松下勝秀, 1976, いわゆる“野幌層”について. 地下資源調査所報告, No.48, 129-137.
- 近藤 務・五十嵐八枝子・嵯峨山 積, 1988, 北海道静川台地の中～上部更新統一特に最終間氷期中の寒冷期および相対的海水準変化の検討-. 地質雑, **94**, 343-359.
- 興水達司・赤松守雄・北川芳男, 1988, 北海道野幌丘陵の鮮新-更新統裏の沢層のフィッシュン・トラック年代. 地質雑, **94**, 461-463.
- 町田 洋・新井房夫, 2003, 新編 火山灰アトラス-日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 336 P.
- 町田 洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史, 1987, 北日本を広くおおむ洞爺火山灰. 第四紀研究, **26**, 129-145.
- 町田 洋・新井房夫・百瀬 貢, 1985, 阿蘇4火山灰一分布の広域性と後期更新世指標層としての意義-. 火山第2集, **30**, 49-70.
- 松下勝秀, 1971, 5万分の1地質図幅「江別」および同説明書. 北海道立地下資源調査所, 26 P.
- 長尾捨一・小山内 熙・石山昭三, 1959, 5万分の1地質図幅「恵庭」および同説明書. 北海道開発庁, 31P.
- 成田英吉・岡部賢二・石田正夫・池田国昭・丸茂克美・高田忠彦・桶屋光雄・尾形修一・根本隆文・佐川 昭・久保和也・村瀬 正・山口昇一・羽坂俊一・宮崎純一・矢島淳吉・太田英順・谷津良太郎・渡辺真治・木村 亨・熊谷なな子, 1983, 北海道せつ器粘土鉱床開

- 発に関する研究—その1 野幌地区—。地質調査所月報, 34, 105-137.
- 中川光弘・宮坂瑞穂・三浦大助・上澤真平, 2018, 南西北海道, 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。地質雑, **124**, 473-489.
- 日本地質学会地質基準委員会, 2001, 地質基準。共立出版, 180 P.
- 能條 歩・金川和人・星野フサ・岩見沢団体研究グループ, 2008, 北海道中央部石狩低地帯東縁長沼地域の中～上部更新統層序と古環境。地球科学, **62**, 307～323.
- 星野フサ, 1994, わく法による現存植生と表層堆積花粉の関連性について—石狩平野西部月ヶ湖南西岸の場合—。日本花粉学会会誌, **40**, 25-37.
- 岡 孝雄, 1977, 札幌市東部“厚別低地帯”の地下地質。地下資源調査所報告, no.49, 49-69.
- 岡 孝雄, 2007, 石狩低地帯中部, 長沼低地の地下地質と第四紀末テクトニクス—上部更新—完新統の層序・層相・構造—。北海道立地質研究所報告, no.8, 6-148.
- 岡 孝雄・近藤 務・中村俊夫・星野フサ・安井 賢・井島行夫・関根達夫・米道 博・宿田浩司・山崎芳樹・乾 哲也・奈良智法, 2014, 北海道厚真川下流域の後期更新世～完新世の古環境変遷。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, no.25, 111-124.
- 岡 孝雄・中村俊夫・近藤 務・星野フサ・安井 賢・関根達夫・米道 博・山崎芳樹・前田寿嗣・乾 哲也・奈良智法, 2016, 北海道厚真川下流域の上部更新統～完新統のボーリングコア (AZK-103・AZK-112 孔) とピートサンプラーコア (HAP-1・AKP-1 孔) の地質解析および AMS14C 年代測定について。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, no.27, 61-66.
- 岡 孝雄・安井 賢・近藤 務・星野フサ・中村俊夫・関根達夫・米道 博・山崎芳樹, 2015, 北海道厚真川流域のボーリングによる 60 m 長コア (AZK-101 孔) とトーマス型サンプラーによる 13 m 長泥炭コア (ATP-1-3) の地質解析の概要及び珪藻分析結果—厚真川流域の沖積層研究 2014 年度 (その1) —。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, no.26, 67-72.
- 嵯峨山 積・井島行夫・藤原与志樹・岡村 聡・山田悟郎, 2016, 北海道野幌丘陵と近隣低地の中～上部更新統ボーリングコアの層序。地球科学, **70**, 5-19.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2022 (2023.3 更新), 大規模噴火データベース「支笏カルデラ」。 <https://gbank.gsj.jp/volcano/ledb/> .
- 高橋功二・岡 孝雄・嵯峨山 積・山岸宏光, 1980, 北海道地盤地質図「野幌」および同説明書。北海道立地下資源調査所, 37 P.
- 東宮昭彦・宮城磯治, 2020, 洞爺噴火の年代値。火山, **65**, 13-18.
- 外崎徳二・赤松守雄・木村方一・吉田充夫・高木俊男・渡部真人・飯沢豊子, 1981, 北海道野幌丘陵から発見された中期更新世の不整合について。地球科学, **35**, 91-93.
- 馬追団体研究会, 1983, 北海道中央部馬追丘陵南東の中・上部更新統—2つの海進について地球科学, **37**, 8-21.
- 米倉浩司・邑田 仁, 2012, 日本維管束植物目録。北隆館, 379 P.

Abstract

We have observed six bore cores for foundation investigation and cuttings of one drilling water well in the northern part of Kitahirosima urban area and western end of Naganuma Town, central Hokkaido. Additionally, we have collected samples from the cores and performed pollen analysis and volcanic ash analysis (one sample) and drawn the underground section from surface to 150 meters in depth, in the southeastern area of Nopporo Hills and its eastern adjacent area (north western part of Naganuma Lowland). The Quaternary geology of both areas above-referenced are composed of the Shimonoporo Formation, Otoebetsugawa Fm., Atsuma Fm., Kitanaganuma Fm., Shikotsu volcanic ejecta and Chyuseki Fm. in ascending order. Of these, the Kitanaganuma Formation is characterized by marsh sediments, 15± meters in thickness, lies on the Atsuma Formation with conformity. We concluded that the age of the Kitanaganuma Fm. is from about 110 ka to 46 ka (from MIS 5d to MIS 3) on the basis of the age of the Toya Ash (110ka in age) which is put in the lower most part of the formation and is overlaid by the Shikotsu volcanic ejecta (46 ka).