

<論 説>

札幌扇状地で掘削された更新統 SCH ボーリングコアの層序

嵯峨山 積^{1) 2)}・佐藤 明³⁾・井島 行夫⁴⁾・岡村 聡^{1) 5)}

Stratigraphy of the Pleistocene SCH boring core drilled in the Sapporo fan, Hokkaido, Japan

Tsumoru Sagayama^{1) 2)}, Akira Sato³⁾, Yukio Izima⁴⁾ and Satoshi Okamura^{1) 5)}

2021年5月29日受付

2021年7月16日受理

1) 北海道総合地質学研究中心 〒069-0834 江別市文京台東町18番地の12 嵯峨山気付

Hokkaido Research Center of Geology, c/o Sagayama, Ebetsu 069-0834, Japan

2) アースサイエンス株式会社 〒001-0039 札幌市北区北39条西3丁目2-1

Earth Science Co. Ltd., Sapporo, 001-0039, Japan

3) 株式会社ダイヤコンサルタント ジオエンジニアリング事業本部 〒331-0811 埼玉県さいたま市北区吉野町2-272-3

Dia Consultants Co. Ltd., Saitama 331-0811, Japan

4) 〒061-1132 北広島市北進町3丁目4番地10

Hokushin 3-4, Kitahiroshima 061-1132, Japan

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

Hokkaido Soil Research Co-operation, Sapporo 003-0831, Japan

Corresponding author: T. Sagayama, tsaga@hrcg.jp

Keywords: stratigraphy, Pleistocene, boring core, Sapporo fan, Hokkaido

はじめに

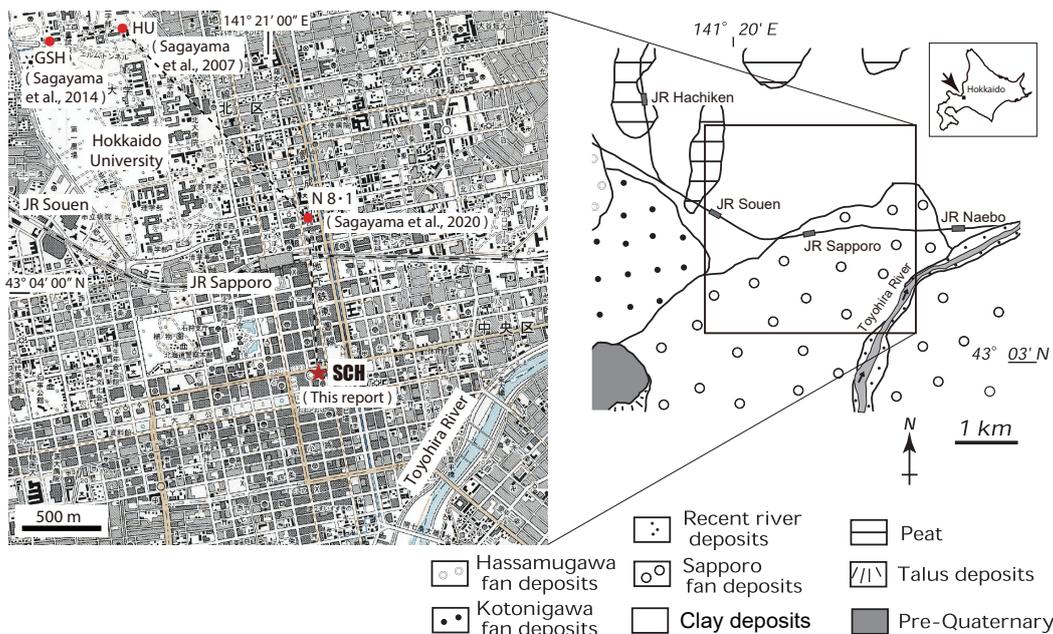
石狩低地は札幌市の北から石狩湾臨海域にまで広がり、地形は扇状地と氾濫原・後背湿地に大きく区分される。扇状地は西方の山地に沿って認められ、南より札幌扇状地（別名、豊平川扇状地）、円山扇状地、琴似扇状地、発寒扇状地および星置扇状地が発達する（下川, 1996）。氾濫原・後背湿地は札幌扇状地以北に広がり、礫や砂、粘土からなる河川堆積物や泥炭などが分布する。

豊平川により形成された札幌扇状地は、扇状地面の高さの違いにより平岸面（小山内ほか, 1956）と札幌面（藤木, 1974）に区分され、平岸面は札幌市南区真駒内付近の標高80～90 mを扇頂とし、札幌面は同じ

要旨

札幌市中央区北1条西2丁目のSCHボーリングにより、主に札幌扇状地堆積物からなる長さ54 mのコアが採取された。深度53.45 mの泥炭質シルトの珪藻分析結果は、低塩分の汽水域という堆積環境を示す。SCHボーリング、N8-1ボーリング、北海道大学観測井（HU）および地質研究所観測井（GSH）の地層対比から、札幌扇状地堆積物の基底年代はMIS 5eで、同扇状地堆積物直下の泥炭層は中部更新統と推定した。

く真駒内付近を扇頂とし、JR札幌駅北側の標高15 m付近まで広がる。扇状地を形成する札幌扇状地堆積物は砂や礫、粘土などからなり、小山内ほか（1956）は同堆積物をほぼ同じ標高で広く分布する厚さ数mの泥炭層や泥炭質シルト層（山口ほか, 1965）より上位の砂礫層と定義している。札幌扇状地堆積物の地質年代は、札幌市教育員会編（1989）は最終氷期から完新世としている。大丸（1989）は更新世の扇状地礫層（平岸面堆積物）の下位には約41 ka噴出の支笏軽石流堆積物（許ほか, 2001; 以下, Spfl と称する）より古い扇状地礫層が存在を指摘し、大丸（2003）はSpflの下位に連続性のよい埋没段丘面があり、本面は豊平川扇状地を示すものの、詳細年代は不明としている。嵯峨山ほか



第1図 JR札幌駅周辺の地質図とSCH, N8-1, HU およびGSH ボーリングの位置

地形図は国土地理院発行の2.5万分の1「札幌東北部」を用いた。地質区分図は小山内ほか(1956)を基に作成。破線は第3図の対比位置を示す。

Fig. 1 Sites of four borings, SCH, N8-1, HU and GSH

The map on the left is reproduction of the topographic map (1: 25,000-scale) of the Sapporo quadrangle published by Geospatial Information Authority of Japan. The geologic map is compiled Osanai et al. (1956). Broke line shows location of correlation in Fig. 3.

(2020) は JR 札幌駅北口の N8-1 ボーリングを検討し、札幌扇状地堆積物の基底年代は MIS (Marine oxygen isotope) 5e (130-117.3 ka : 五十嵐, 2009) またはそれ以前としている。

今回、検討した基礎調査用(以下、SCH)ボーリングは2012年月上旬に札幌市中央区で掘削された。ボーリングコアは主に砂礫からなる堆積物で、層序や堆積環境の解明のために珪藻分析や周辺ボーリングとの対比を行い、札幌扇状地堆積物の基底年代を改めて考察した。

ボーリング概要と孔内地質

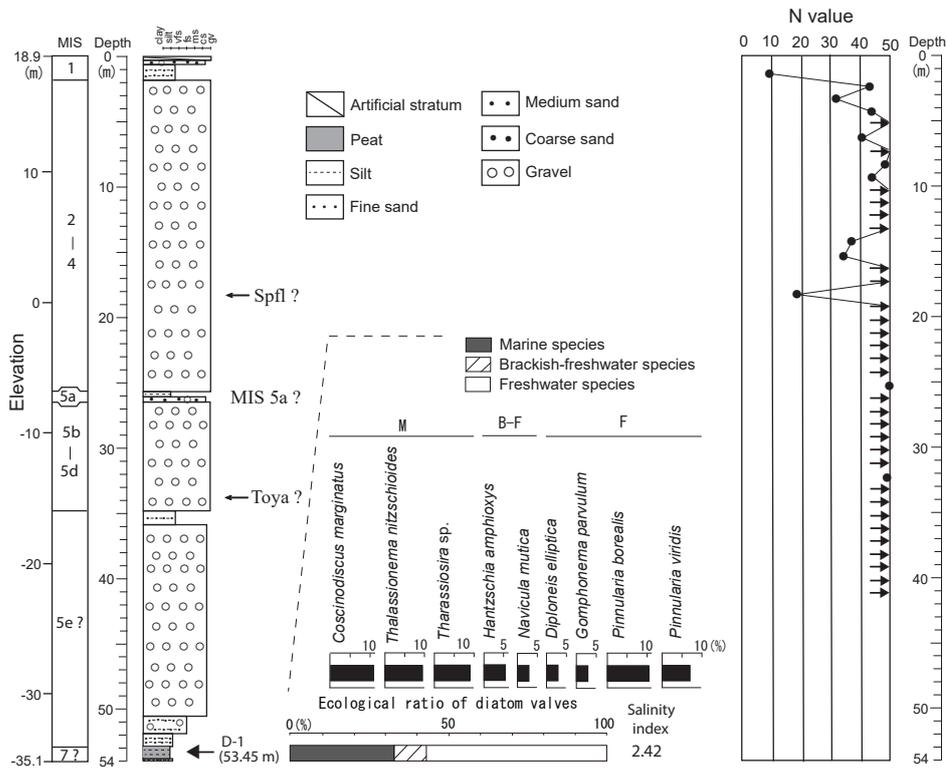
SCH ボーリングの掘削位置は、札幌市中央区北1条西2丁目で(北緯43°3'43.47", 東経141°21'12.6"; 第1図), 地盤標高は18.9 mである。支持基盤調査のために深度54 m(標高-35.10 m)まで掘削され、堆積物はオールコアで採取された。

孔内地質は、最下部の深度54~50.65 mは下位より厚さ0.2 mの砂質シルト、同じく0.9 mの泥炭質シルト、同じく0.95 mの砂質シルト、同じく1.30 mの砂質シルトと礫混じり砂の互層からなる。その上位の深度50.65~1.90 mは砂礫が厚さ48.75 mで累重し、深度35.90~34.80 mにシルト質砂が、同26.45

~25.85 mにシルトがそれぞれ狭在する。礫は最大径8 cmの円~垂円礫からなり、安山岩が主体で、所々にチャートが混入する。標準貫入試験によるN値は、ほとんどが50以上である。深度18.30 m付近では少量の火山灰と軽石の混入が認められ、同層準のN値は18と小さい。また、深度15 m付近では若干のシルト混入や細礫が存在し、N値は35前後を示す。最上部の深度1.90~0.60 mは礫混じり砂で、深度0.60~0.00 mはアスファルトや礫による盛土である(第2図)。

珪藻分析の方法と結果

細粒堆積物を対象に分析用試料として8試料を採取し、嵯峨山ほか(2010)と同様の処理やプレパラート作成を行った。ほとんどの試料は珪藻殻の含有率が低く、深度53.45 mの泥炭質シルト(D-1)のみについて1,000倍の生物顕微鏡で種の同定を行った。算定数は100殻で、群集組成から塩分指数(嵯峨山ほか, 2010, 2014)を求めた。本指数は海生種が多い場合は5に近くなり、淡水生種が多い場合は1に近くなる。塩分指数と塩分濃度の関係は嵯峨山(2018)により明らかにされている。指標种群の区分は安藤(1990)や千葉・澤井(2004)による。



第2図 SCH ボーリングの地質柱状, 珪藻分析結果およびN値

M: 海生種, B-F: 汽~淡水生種, F: 淡水生種.

Fig. 2 Geologic column, results of diatom analysis and N values of SCH boring core.

M: Marine species, B-F: Brackish-freshwater species, F: Freshwater species.

Name of species /	Geologic sample	Ecol.	53.45 m
<i>Amphora libyca</i> Ehr.		F	1
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehr.		M	12
<i>Cymbella proxima</i> Reimer		F	2
<i>C. silensiacae</i> Bleisch		F	3
<i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Grun.		F	4
<i>Eunotia faba</i> (Ehr.) Grun.		F	3
<i>E. glacialis</i> Meister		F	1
<i>E. triodon</i> Ehr.		F	1
<i>E. spp.</i>		F	3
<i>Fragilaria arcus</i> (Ehr.) Cleve		F	2
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> (Ehr.) Grun.		F	1
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.		F	1
<i>G. parvulum</i> (Kütz.) Grun.		F	4
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) W. Smith		B-F	6
<i>Navicula mutica</i> Kütz.		B-F	4
<i>N. pupula</i> Kütz.		F	1
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith		F	1
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agard		M	2
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.		F	11
<i>P. gibba</i> Ehr.		F	3
<i>P. lagenstedtii</i> (Cleve) Cleve-Euler		F	1
<i>P. viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.		F	7
<i>P. spp.</i>		F	3
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehr.		F	1
<i>Stephanopsis</i> spp.		M	1
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.		F	3
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grun.) H. et M. Peragallo		M	9
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.) Cleve		M	1
<i>T. spp.</i>		M	8
Total valves counted			100
(×5)	M		33
(×4)	M-B		0
(×3)	B		0
(×2)	B-F		10
(×1)	F		57
Total			100
Index (mean value)			2.42

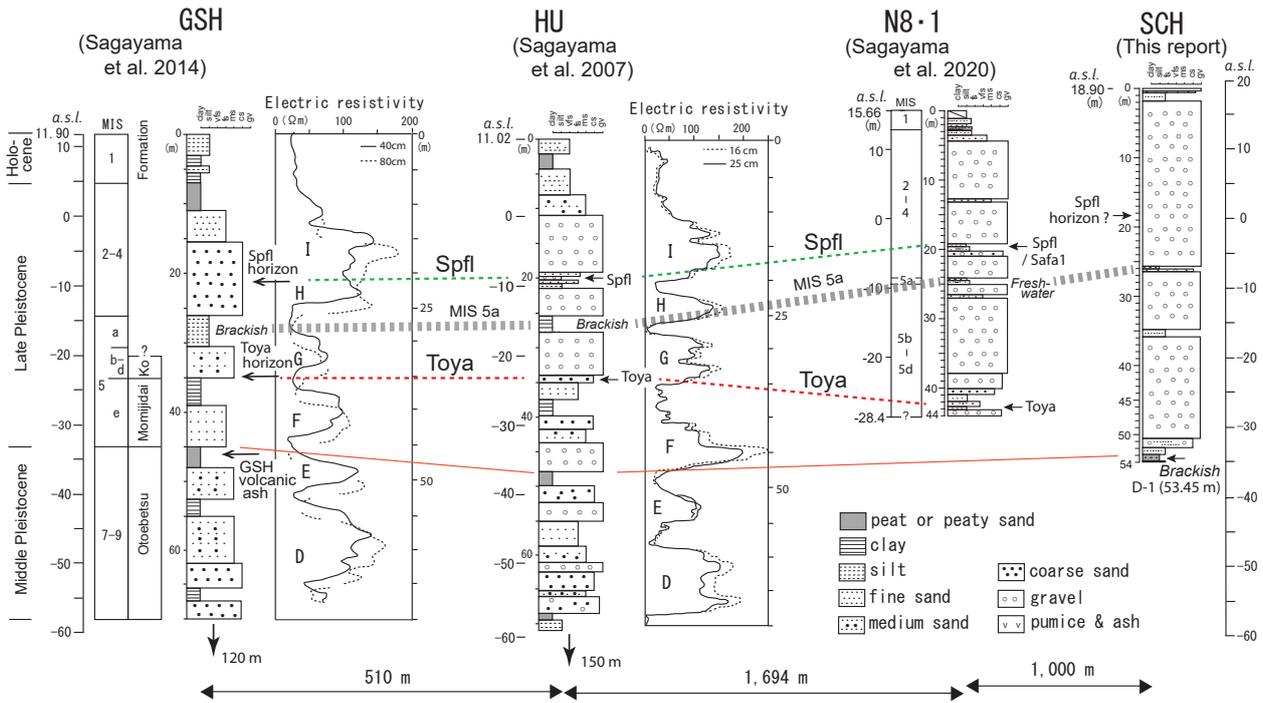
第1表 泥炭質シルトから産した珪藻化石

M: 海生種, M-B: 海~汽水生種, B: 汽水生種, B-F: 汽~淡水生種, F: 淡水生種, Ecol.: 生態.

Table 1 Diatom fossils yielded from peaty silt.

M: Marine species, M-B: Marine-brackish species, B: Brackish species, B-F: Brackish-freshwater species, F: Freshwater species, Ecol.: Ecology.

結果は, 海生種が33%を占め, 優勢種は外洋種 *Coscinodiscus marginatus* Ehr. や外洋指標種群の *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mereschkowsky, *Thalassiosira* spp. が多産する. 汽~淡水生種は10%で, 陸生珪藻A群で付着生種の *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. が認められる. 淡水生種は57%で, 付着生種である, 陸生珪藻A群の *Pinnularia borealis* Ehr. や沼沢湿地付着生種群の *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr. などが多産する (第1表). 塩分指数は2.42で, 堆積環境は低塩分の汽水域を示す.



第3図 GSH, HU, N8-1 および SCH ボーリングの対比

Toya: 洞爺火山灰, Spfl: 支笏軽石流堆積物, Ko: 小野幌.

Fig. 3 Correlation with four borings, GSH, HU, N8-1 and SCH.

Toya: Toya volcanic ash, Spfl: Shikotsu Pumice Flow deposits, Ko: Konopporo.

考察

第3図に地質研究所観測井 (GSH), 北海道大学観測井 (HU), N8-1 ボーリング (N8-1) および SCH の柱状図対比を示す. 嵯峨山ほか (2020) では前3者の対比が行われており, 本論ではそれら3本にSCHを加えて検討した.

北川 (1990) によれば札幌扇状地堆積物は深度25~30mのシルト層を境に上下に区分される. 同シルト層は嵯峨山ほか (2020) が MIS 5a とした層準に相当し, SCH では深度26m前後のシルトに対比される. 次に, SCH 最下部の深度53.5m前後の泥炭質シルトはGSHの深度47m付近やHUの深度49m付近の泥炭に, SCHの深度35m付近のシルトはGSHの深度37m付近やHUの深度38m付近の粘土層にそれぞれ対比される (Fig. 3). SCH では火山灰分析はおこなわれていないものの, 深度18.3m付近に少量の火山灰と軽石が混入することから Spfl の再堆積物層準の可能性が考えられる.

上記の泥炭質シルトや泥炭は小山内ほか (1956) や山口ほか (1965) により札幌扇状地堆積物の直下に分布する地層とされ, 今回の珪藻分析では低塩分の汽水環境を示し, 塩性湿地の堆積環境が推定される. 対比され

るHUの深度49m付近の泥炭の花粉分析ではPiceaとAbiesが優勢で, 同泥炭は上部更新統のみみじ台層の一部とされている (嵯峨山ほか, 2007). 一方, 外崎ほか (2008) はHU層序の再検討を行い, 中部更新統と上部更新統の境をHU-5U部層中部の基底 (深度43.6m) とし, 上記の深度49m付近の泥炭は竹山礫層 (中部更新統) に対比している. 更に, 嵯峨山ほか (2014) は, GSHの深度47m付近の泥炭中に狭在する深度47~46mと同46~45.5mの火山灰をGSH火山灰と命名し, MIS7降灰の未同定火山灰4 (大津ほか, 2002) に対比される可能性を述べ, 上記泥炭を音江別川層としている.

以上から, 札幌扇状地堆積物の基底年代はMIS5eと推定され, 同扇状地堆積物の直下に分布する泥炭層は中部更新統と思われる.

おわりに

札幌市中心街が位置する札幌扇状地の地下地質層序の詳細な解明は, 防災のみならず今後の開発と保全といった課題を統一的に進める上で重要と考える. 札幌市には多くのボーリング資料が存在するものの, 大半は層相説明や標準貫入試験値が示されているもので, 火山灰分析や¹⁴C年代測定, 微化石分析などより層序が明らかにさ

れた資料は極めて少ない。地層年代を考え地層対比を行う上で多くの“推定”が介入しており、根拠なき推定を極力排除するためには層序が明らかにされたボーリング資料が必要と思われる。

謝 辞

株式会社ダイヤコンサルタント北海道支社からは、SCH コアの研究についてご理解をいただきました。査読は岡 孝雄氏（北海道技術コンサルタント、北海道総合地質学研究センター）により行われ、貴重な指摘や意見をいただきました。珪藻分析は北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園の施設を利用して行った。記して感謝申し上げます。

引用文献

- 安藤一男, 1990, 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 東北地理, **42**, 73-88.
- 千葉 崇・澤井祐紀, 2014, 環境指標種群の再検討と更新. Diatom (日本珪藻学会誌), **30**, 17-30.
- 大丸裕武, 1989, 完新世における豊平川扇状地とその下流氾濫原の形成過程. 地理評, **62**, 589-603.
- 大丸裕武, 2003, 豊平川扇状地. 日本の地形 2 北海道, 東京大学出版会, 256-257.
- 藤木忠美, 1974, 北海道主部における最終氷期の河川地形変動. 第四紀研究, **12**, 211-221.
- 許 成基・山崎 誠・佐高裕之・中川昌巳・秋山泰祐・平野令緒, 2001, 支笏火山噴出層年代の再検討. 地球科学, **55**, 145-156.
- 五十嵐八枝子, 2009, 北西太平洋・鹿島沖コア MD01-2421 の MIS6 以降の花粉記録: 陸域試料との対比. 地質雑, **115**, 357-366.
- 北川芳男, 1990, 札幌周辺地域. 日本の地質 1 北海道地方, 共立出版, 134-136.

- 大津 直・田近 淳・廣瀬 亘・岡崎紀俊・石丸 聡, 2002, 当別断層および南方延長部-活断層図とその解説 - 北海道活断層図 No.4, 北海道, 109p.
- 小山内 熙・杉本良也・北川芳男, 1956, 5 万分の 1 地質図幅「札幌」及び同説明書. 北海道立地下資源調査所, 64p.
- 嵯峨山 積, 2018, 汽水湖の塩分濃度と湖底堆積物の珪藻遺骸群集から求めた塩分指数の関係. Diatom (日本珪藻学会誌), **34**, 1-7.
- 嵯峨山 積・五十嵐八枝子・近藤 務・鎌田耕太郎・吉田充夫・地徳 力・外崎徳二・工藤千春・岡村 聡・加藤 誠, 2007, 札幌市街域における 150 m 掘削コアの第四系層序. 地質雑, **113**, 391-405.
- 嵯峨山 積・井島行夫・藤原与志樹・岡村 聡, 2014, 北海道札幌市北区の地質研究所観測井の地質層序. 北海道地質研究所報告, **86**, 37-45.
- 嵯峨山 積・井島行夫・岡村 聡・阪田義隆, 2020, 北海道札幌市北区の上部更新統~完新統ボーリング層序; 札幌扇状地堆積物の基底年代と MIS 5a の海面高. 総合地質, **4**, 9-18.
- 嵯峨山 積・外崎徳二・近藤 務・岡村 聡・佐藤公則, 2010, 北海道石狩平野の上部更新統~完新統の層序と古環境. 地質雑, **116**, 13-26.
- 札幌市教育委員会編, 1989, 札幌の自然. 新札幌市史第 1 巻, 通史 1, 3-122.
- 下川和夫, 1996, 札幌の扇状地. 札幌市教育委員会編, さっぽろ文庫 77, 地形と地質, 40-49.
- 外崎徳二・近藤 務・嵯峨山 積, 2008, 石狩低地帯北部域の HU 孔の第四系層序と物性. 日本応用地質学会北海道支部・北海道応用地質研究会平成 20 年度研究発表会講演予稿集, **28**, 15-18.
- 山口久之助・小山内 熙・佐藤 巖・二間瀬 冽・小原常弘・早川福利・横山英二, 1965, 札幌周辺の地盤と地下水. 北海道水理地質図幅説明書, **8**, 札幌別冊, 北海道立地下資源調査所, 72p.

Abstract

The SCH boring core, drilled in Kita 1 Nishi 2 of the Sapporo, is 54 m long and mainly the Sapporo fun deposits. Result of diatom analysis of peaty silt, deposited in 53.45 m depth of the core, indicates weak brackish in sedimentary environment. Correlation with four borings, SCH, N8-1, HU and GSH, shows geologic age of the basement of the Sapporo fun deposits is MIS 5e, and peat bed underlies the fun deposits is the Middle Pleistocene.

