

札幌市手稲区前田の上部更新統～完新統のAMS¹⁴C年代測定と花粉分析
AMS ¹⁴C dating and pollen analysis of Upper Pleistocene to Holocene sediments cored
at Maeda Forest Park in Teine-ku, Sapporo, Japan

星野フサ^{1*}・岡孝雄²・中村俊夫³・赤松周平⁴・近藤務⁵・米道博⁶・
関根達夫²・山崎芳樹⁷・若松幹男⁸

Fusa Hoshino^{1*}, Takao Oka², Toshio Nakamura³, Syuhei Akamatu⁴, Tsutomu Kondo⁵, Hiroshi Yonemichi⁶,
Tatsuo Sekine², Yoshiki Yamazaki⁷, Mikio Wakamatsu⁸

¹北海道大学総合博物館(植物・図書ボランティア)・²株式会社北海道技術コンサルタント・
³名古屋大学ISEE年代測定研究部・⁴株式会社アスコ大東・⁵石狩沖積低地研究会・
⁶北海道道路エンジニアリング株式会社・⁷株式会社北開測地・⁸山の手博物館

¹The Hokkaido University Museum (volunteer: plant and library), Kitaku, Sapporo 060-0810, Japan

²Hokkaido Gijutsu Consultant Co. Ltd., Higashi-ku, Sapporo 065-0043, Japan.

³Division for Chronological Research, ISEE, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

⁴ASCO-DAITO Co. Ltd., Chuo-ku, Tokyo 103-0006, Japan.

⁵Society for study of Alluvial plain in the Ishikari depression.

⁶Hokkaido Doro Engineering Co. Ltd., Shiroishi-ku, Sapporo 003-0013, Japan.

⁷Hokkai-sokuchi Co. Ltd., Fukagawa, 074-0013, Japan.

⁸Yamanote Museum, Nishi-ku, Sapporo 063-0009, Japan.

*Corresponding author. E-mail: ffusaa@gmail.com

Abstract

To investigate vegetational change in Upper Pleistocene to Holocene temporal range, lithological analysis, AMS ¹⁴C-dating and pollen analysis are conducted for the two cores (SMF-1 and SMF-2) drilled at the southeast side of Maeda Forest Park in the northern part of Teine-ku, Sapporo City, Hokkaido, Japan. The distance between the two cores is only 15 m and core lengths are about 41 – 44 m. The facies of the upper and lower sediments change clearly at the depth of 28 m. The upper section from the ground level to 28.0 m of the SMF-1 core (44.45 m in length) is an alluvial bed (Chuseki-so) consists of main sandy layer and lower muddy layer. AMS ¹⁴C age of 10,800 – 10,400 cal.yBP (91.7%) was obtained for a peat sample collected at 26.55 m in depth from the basal part of the lower muddy part. A pollen analysis suggests that the layer from 26.55 to 28.0 m belongs to a cool zone (SMF1-D) rich in *Picea*, and can be assigned as the Younger Dryas period. The lower section from 28.0 m to 36.05 m is considered as the stratum MIS 3 in Late Pleistocene, because ¹⁴C age of 43,300 – 42,400 cal.yBP (95.4%) is obtained for a peat sample collected at 31.5 m in this section. This is consistent with vegetational zoning based on pollen and spore (SMF1-A, B and C zones). It is also evident that the stratum of Last Glacial Maximum (MIS 2) is missing in SMF1 core that should be at above 28.0 m in depth if it exists.

Keywords: Teine-ku; AMS¹⁴C dating; pollen analysis; Younger Dryas; MIS 3



図1 札幌市手稲区北部との周辺位置図 (国土地理院地図電子WEBから引用・加筆)

1. はじめに

石狩川下流域は日本海側の石狩湾に開いた沖積平野を構成しており、札幌市手稲区北部はその西端部を占める。手稲区北部前田森林公園の南東側において、排水路（準用河川アカシア川）の改修工事に伴う2つの隣接するボーリング孔コアを用いて、コア解析を行い、AMS¹⁴C年代測定と花粉分析を実施した。その結果、上部更新統～完新統の編年と植生変遷について明らかになったので報告を行い、その意義について論ずる。

検討したボーリング孔（SMF-1、SMF-2）の位置は新川から約1 km北東へ進んだ箇所で、排水路を挟んで、SMF-1孔が南東側に、その約15 m北西側にSMF-2孔が存在する（図1）。両孔の孔口標高およびボーリング長は以下のとおりである。

SMF-1孔：孔口標高5.50 m、44.45 m長。SMF-2孔：孔口標高5.61 m、41.45 m長。

2. ボーリング孔の地質（コア層相解析）

i) SMF-1孔の層序

上位より沖積層主部細粒砂層（i；深度0 m～20.65 m）、同下部泥層（ii；20.65 m～28.0 m）、上部更新統含泥炭泥層（ii；28.0 m～35.05 m）および同火山灰質砂層（iv；35.05 m～）に区分できる。それぞれの岩相、堆積相などは以下のとおりである（図2）。

沖積層主部細粒砂層：深度0 m～0.45 m間は盛土、0.45 m～0.65 mは腐植土（表土）であるが、主体は極細～中粒砂、部分的にシルト質で平行葉理が認められる。深度7 m付近までの部分では含貝化石は確認できないが、それ以深では貝化石（破片状主体）を豊富に含んでいる。深度4.5 m～14 m間では生物攪乱が断続的に認められ、N値（標準貫入試験）は15前後～30である。斜交葉理などはあまり認められないことから、主体は波浪などの影響の少ない外側陸棚的な浅海の堆積物と見なされる、上部は海浜～海堤の堆積物の可能性がある。

沖積層下部泥層：上位より粘土～シルト（深度20.65 m～21.5 m；含貝化石）、砂質シルト～シルト質極細粒砂（21.5 m～23.2 m；含貝化石）、薄板状粘土～シルト質粘土（23.2 m～26.5 m；上半部は含貝化石で、

一部サンドパイプ帯をとまなう), 含炭シルト~粘土 (26.5 m~27.3 m; 上位から一連の岩相で, 泥炭質薄層が細互層にはさまれ, これをAMS¹⁴C年代測定試料とした), 薄板状粘土 (27.3 m~28.0 m) に区分できる. N値は26 m付近以浅では3以下であり軟弱であるが, それ以深では5以上となる. 薄板状層理などの特徴から, ラグーン的环境の堆積物と見なされる.

上部更新統含泥炭泥層: 上位より腐植質シルト~砂質シルト (28.0 m~28.73 m; 繊維質泥炭というより腐植土), 火山灰質シルト~砂質シルト (28.73 m~30.65 m, 下部は部分的に泥炭質である), 火山ガラス質極細~中粒砂 (30.65 m~31.45 m), 泥炭 (31.45 m~32.2 m; 泥質, 最上部をAMS¹⁴C年代測定試料とした), シルト~砂質シルト (32.2 m~33.85 m; ビビアナイト小塊が含まれる), 薄板状シルト~砂質シルト (33.85 m~35.05 m; 泥炭質泥と互層状) に区分できる. N値は20前後である.

上部更新統火山灰質砂層: 上位より火山灰質砂質シルト~シルト質細粒砂 (35.05 m~37.2 m; 木片を含む), 火山岩・軽石・火山ガラス質極細~極粗粒砂 (37.2 m~38.5 m), シルト質極細~中粒砂 (38.5 m~40.05 m), 軽石混じり極細~中粒砂 (40.05 m~40.85 m; 粒度の差から互層状で葉理があるか), 火山ガラス質極細~細粒砂 (40.85 m~ ; 42.8m付近にビビアナイトが含まれ, 泥炭片濃集部あり) に区分できる.

ii) SMF-2孔の層序

SMF-2孔についてはSMF-1孔に隣接しており, ほぼ同様な層序が認められることから詳細な説明は省略する. 深度0 m~20.73 mが沖積層主部砂層, 20.73 m~27.45 mが同下部泥層, 27.45 m~36.0 mが上部更新統含泥炭層, 36.0 m以下が同火山灰質砂層と見なされる.

iii) 沖積層と上部更新統の区分など

沖積層下部泥層とした地層はN値が5前後以下で軟弱である. それに対して上部更新統の含泥炭泥層はN値が20前後であり, その最上部は腐植土で陸成が示唆され, 上位層とは明瞭な違いがある. さらに, AMS¹⁴C年代測定で, それぞれ, 完新世初頭と後期更新世後半 (MIS 3) の年代が得られたことと, 花粉分析結果から最終氷期最寒冷期 (MIS 2) を欠如していることと見なされることから, SMF-1孔の深度28.0 m, SMF-2孔の27.45 mに沖積層の下限があり明確な不整合があると判断できる. 石狩川下流域沖積低地下の後期更新世~完新世の地層群の層序を検討している嵯峨山ほか (2017) では上位より沖積層, 小野幌層, もみじ台層が区分されているが, ここで嵯峨山ほか (2017) に従い上部更新統含泥炭層は小野幌層に, 同火山灰質砂層はもみじ台層と見なした. ただし, もみじ台層への対比については, 後述するように問題が残されている.

3. AMS¹⁴C年代測定

沖積層とその下位層 (上部更新統) を区分するために, 2017年にSMF-1孔の深度26.55 mの泥炭質試料 (SMF1-2655) について10,800-10,400 cal.yBP (91.7%) [NUTA2-24378] の値を得た (図3左). その結果と後述の花粉分析結果から, この下位にヤンガードリアス期が続く可能性をさぐり, 沖積層の下限を決め, 沖積層の下位層の年代を確認するために, 2018年にSMF-1孔の深度31.5 mの泥炭試料 (SMF1-3150-1) について測定をおこなった. その結果, 43,300-42,400 cal.yBP (95.4%) [NUTA2-25952] を得た (図3右). 以上の結果は, 表1に一括できるが, ここには2016年に公表していた札幌市南区豊平川沿いのオカパルシ川の支筋火山噴出物のSpflおよびSpfa-1の下位の泥炭層中の材化石 (OKP2-C) の暫定のAMS¹⁴C年代値 (関根ほか, 2017) の確定値についても表示した.

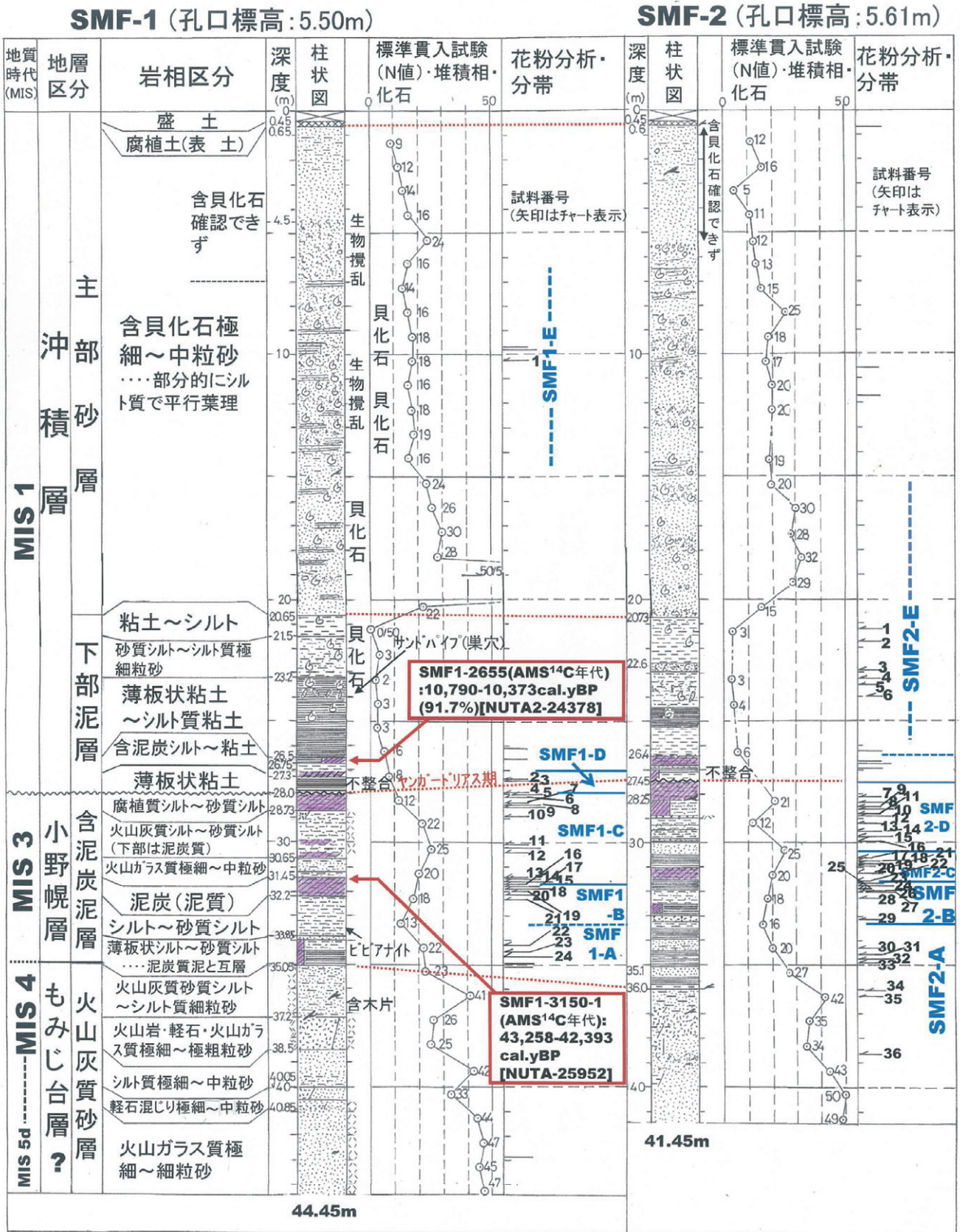


図2 SMF-1孔およびSMF-2孔の総合柱状図

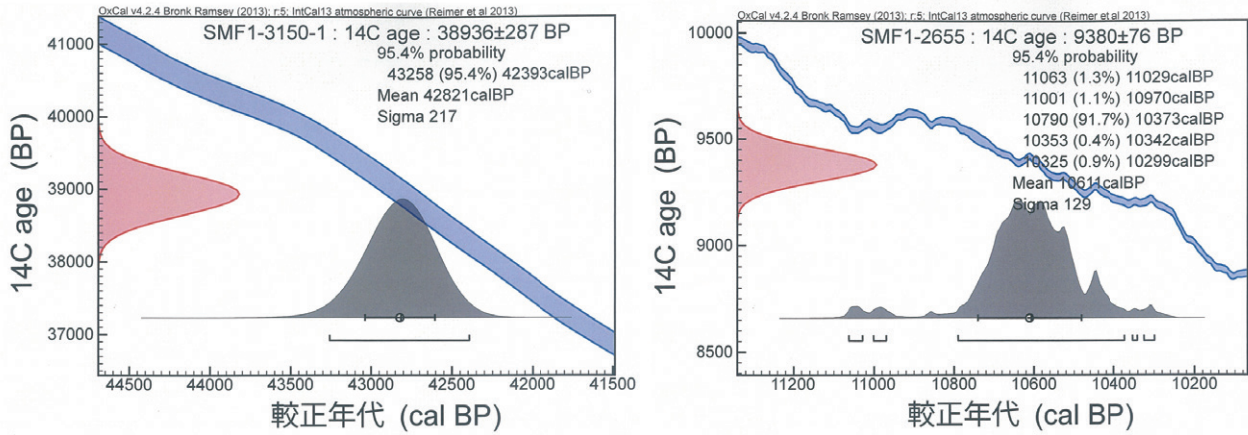


図3 年代測定結果とその較正図. 左図: 試料SMF1-3150-1, 右図: 試料SMF1-2655.

表1 年代測定結果一覧表 (2016年公表の札幌市南区オカパルシ川の測定値も表示)

Sample name	Material	$\delta^{13}C$ (permil)	¹⁴ C age (y.BP)	Age error ($\pm 1\sigma$)	Calibrated age range (cal y.BP, $\pm 2\sigma$) (probability)	Calibrated age (mean value) (cal y.BP, $\pm 1\sigma$)	Lab. code number (NUTA2-)
SMF1-3150-1	Peat	-28.7	38,936	287	43258-42393 (95.4%)	42,821 \pm 217	25952
SMF1-2655	Peat		9380	76	11063-11029 (1.3%) 11001-10970 (1.1%) 10790-10373 (91.7%) 10353-10342 (0.4%) 10325-10299 (0.9%)	10,611 \pm 129	24378
OKP2-C	Wood	-27.3	>39374		>43,078	>43,078	24377

表2 SMF-1孔の花粉・胞子のカウント数一覧表 (※印のついた植物を花粉孢子組成図に表示した. 植物の並べ方は米倉・邑田 (2012)による. SPTは試料瓶に取り分けられていた試料.)

試料深 (m)	試料深	コケスギラン	コケカサノコ	ゼンマイ	イタビ	タモ	シラカバ	スギ	ケヤナギ	カマツキ	ツバキ	フナ	マユ	ハハコ	アザミ	スズメ	ミズバネ	カヤ	ヤナギ	ハンノキ	カバノキ	シデ	ヤナギ	ハシ	イボ	イナ	オウ	ナシ	アカ	アサ	イモ	モ	タ	ス	タ	数		
9.7																																						
10.25SPT	1	1	3	13	13	5	6	1	1	1	3																											7
26.1																																						100
26.55																																						100
27.40SPT	2			2	3	6	13	6																														100
27.45下部	8		2		6	1	65																															100
27.95	5	1	1		15	4	2	17	9																												100	
28.05SPT	11				4	5	8	46																													100	
28.15SPT	34				1	25	3																														100	
28.35SPT	13	1			5	3	53	4	1																												100	
28.45SPT	2				2	4	3	75	3																												100	
28.55	13				1	3	1	53	2	1																											100	
28.9					2	3	12	32	1																												100	
30.10SPT	12	1	1		5	1	34																														100	
30.25SPT		1			1	1	1	34																													15	
30.45上部					1	10	62	1	1																												100	
31.45	3	2		2	4	9	45	1	1																												100	
31.5	10	4			2	3	53	1		1																											100	
31.6	3				1	10	68	1																													100	
31.7	4	1			4		35	2		1																											100	
31.8					1	1	29	59																													100	
31.9					21	61		1	1																												100	
32					24	50	1	1	1																												100	
32.15SPT	1	2			3	17	27			1																											100	
32.35SPT		1			9	15	15	2																													100	
32.45SPT	2	2	1	4	11	1	49	3																													100	
34.45	6				17	62	1																														100	
34.63	1				8	18	1	64	2	1	1																										100	
34.95	2						4																														6	
35.1SPT		1			4	1	4	1	1																												19	
42.87																																					2	

SMF1-D帯 (試料番号2~4) : トウヒ属65%, カヤツリグサ科39%とイネ科22%が出現。

SMF1-E帯 (試料番号1) : コナラ亜属21%, ニレ属8%の産出でブナを伴う。

SMF-2コアの花粉分析結果は, 下位から順に以下の花粉帯が区分できる (図5)。

SMF2-A帯 (試料番号30~36) : トウヒ属が多くモミ属をともなうが, トウヒ属に増加傾向がある。カヤツリグサ科・イネ科の草本と少量のハンノキ属・カバノキ属が産出する。カヤツリグサ科は部分的に47%に達することがある。

SMF2-B帯 (試料番号22~29) : モミ属・トウヒ属に増加傾向がみられる。注目されるのはモミ属がトウヒ属を超える部分が複数あることである。カヤツリグサ科は本帯下部で多く, コウホネ属が産出する部分がある。少量のハンノキ属・カバノキ属をともなう。本帯最下部で40 μmを超えるイネ科の花粉が産出しこのサイズのイネ科花粉はチシマガリヤス (佐藤広行博士私信による) として別表示も行った。

SMF2-C帯 (試料番号17~21) : 単条溝型 (シダ植物の多くはこの型に属している) に急激な増加傾向がみられ, それに呼応する形でトウヒ属とモミ属に減少傾向が認められる。カバノキ属がやや多く産出する。最下部の試料番号21でコウホネ属が3%産出する。

SMF2-D帯 (試料番号7~16) : トウヒ属が次第に増加し, 本帯最上部で86%となる。本帯下部でカヤツリグサ科が多いが, トウヒ属の増加と共に相対的に減少する。さらにカバノキ属もやや増加している。

SMF2-E帯 (試料番号1~6) : 針葉樹は少ないが, トウヒ属が15%前後含まれ, 落葉広葉樹が多い傾向があり, 特にコナラ亜属は本帯最下部で32%である。オニグルミは10%を超えないが連続出現する。

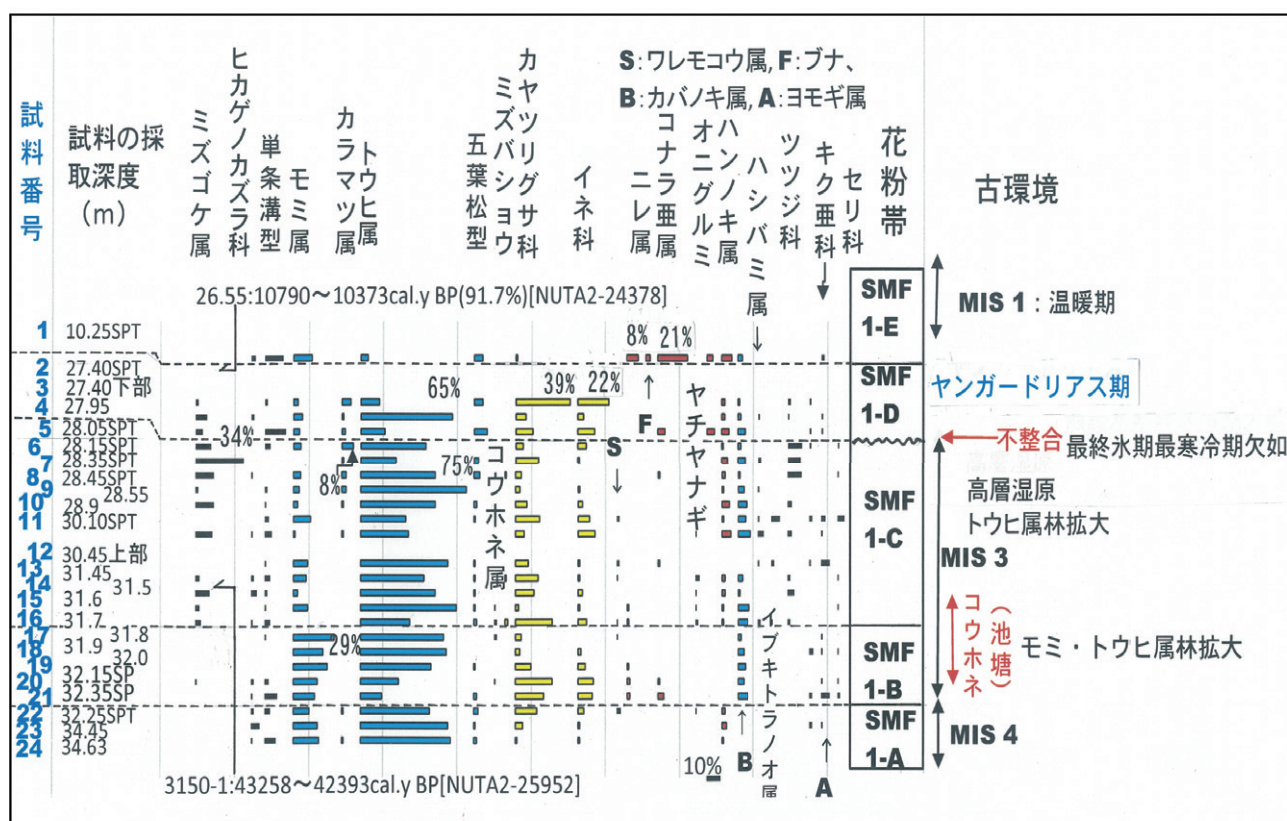


図4 SMF-1孔の花粉孢子組成・分帯図

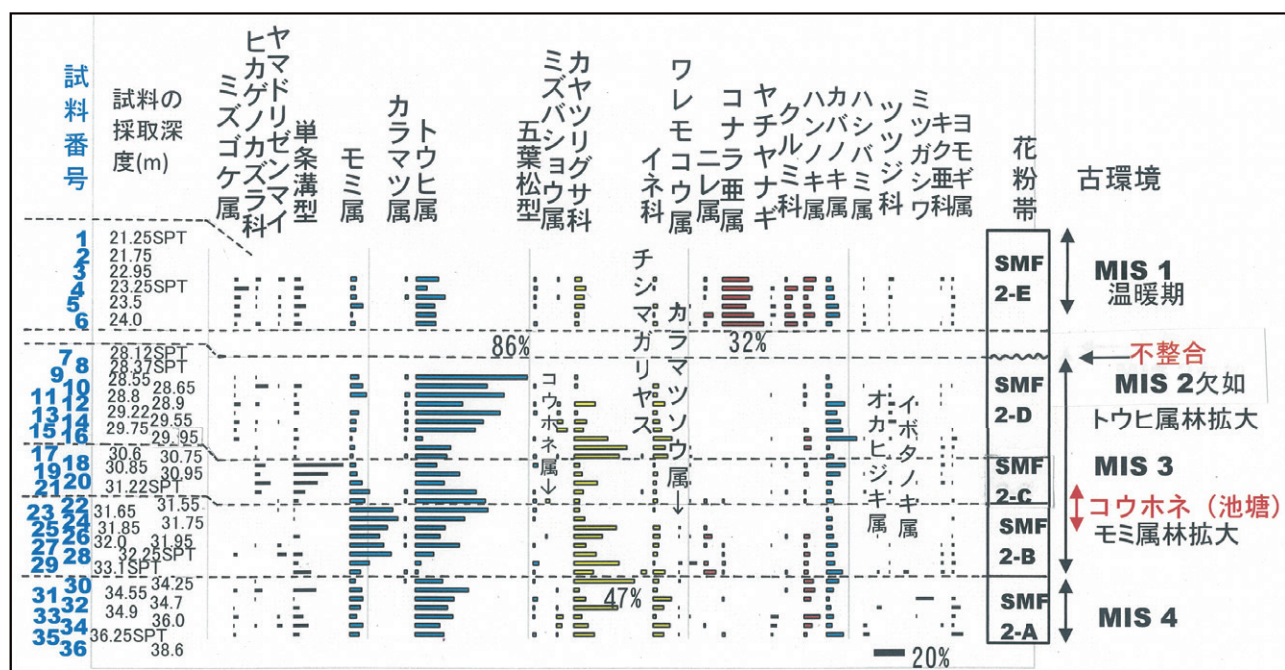


図5 SMF-2孔の花粉孢子組成・分帯図

iii) 花粉分帯のとりまとめ

花粉孢子組成・分帯図(図4, 図5)では, 花粉試料はほぼ等間隔で示されるが, 実際の花粉試料の採取層準(深度)を示すと図2のようになり, 深度間隔は不均等である. SMF-1孔とSMF-2孔は花粉帯区分を個々に行っているが, 両者は約15 mの間隔で近接し, 図2に示すようにほぼ水平の層構造でとらえることが可能であり, 両者を一体化して花粉帯のとりまとめを行うと以下ようになる.

- ① SMF1-A帯とSMF2-A帯は深度的に横並びでとらえられ(図2), 花粉・孢子組成が類似している. SMF2-A帯のほうが深度的に広い範囲をカバーし, トウヒ属の多い針葉樹林の存在を復元できる. 増減があるもののカヤツリグサ科の草本を伴いハンノキ属, カバノキ属なども含まれることから, 現在より4°C程度気温が低下していた時期の景観が想定される.
- ② SMF1-B帯とSMF2-B帯は深度的に全く横並びでとらえられ(図2), 花粉・孢子組成もほぼ同様である. モミ属・トウヒ属に増加傾向があり, モミ属を主体とした針葉樹林の拡大傾向がみられ, 寒冷化の停滞がうかがえる. 相対的に, カヤツリグサ科, イネ科の草本が減少しているが, コウホネ属が産出する部分があり, 部分的に池塘的環境も示される.
- ③ SMF1-C帯とSMF2-C帯をそのまま対比すると共通点が少ないように見えるが, SMF1-C帯をSMF-2孔のC帯とD帯を合わせたもの(SMF2-C帯+SMF2-D帯)に対応させると花粉・孢子組成はほぼ類似している. SMF-1孔では深度29 m~31 m間で31 m付近を除くと試料に不足があるが, SMF-2孔(C帯+D帯)ではほぼ万遍なく試料が存在しており(図2), これらの部分の全体の変化をとらえることが可能である. トウヒ属林が下部で上方に減少傾向があるが, 中~上部で次第に増加し最上部では86%の高率となる. すなわちこの間にやや温暖化-寒冷化という変化が読み取れる. カヤツリグサ科などの草本およびカバノキ属の増減とトウヒ属の増減が負の相関があることも注目できる.
- ④ SMF1-D帯は沖積層に含まれると判断したが, SMF-2孔では検出できず, 花粉帯としては空白部となった. トウヒ属65%, カヤツリグサ科39%とイネ科22%の出現で, かなり寒冷な時期と見なされ, カラマツ属は8%の産出である.
- ⑤ SMF1-E帯とSMF2-E帯には分析可能となった試料の深度に違いがある. 地層的にみると前者の試料は沖積層の主部砂層の中間付近(深度10 m付近)の1点であり, 後者の試料は下部泥層の上半部に

集中している(6点)。しかし、花粉孢子の内容は類似しており、針葉樹が少なく、トウヒ属が一定割合で含まれるが、コナラ亜属を中心に落葉広葉樹が多く温暖な気候が示される。

5. 議論とまとめ

i) ヤンガードリアス期の存在の有無

SMF-1孔では深度26.55 mの泥炭質試料(SMF1-2655)について10,800–10,400 cal.yBP(91.7%) [NUTA2-24378]のAMS¹⁴C年代が得られ、その下位では花粉分析で比較的寒冷な花粉帯(SMF1-D帯)が得られている。石狩低地帯太平洋側の厚真川河口部AZK-101孔では深度50.6 mで11,800–11,400 cal.yBP(95.4%)、同54.21 mで12,400–12,100 cal.yBP(95.4%)が得られ、この間に花粉分析結果から寒冷な時期(約700年間)が示され、ヤンガードリアス期が存在すると見なしている(星野ほか, 2015)。SMF-1孔コアでは、その時期にやや不明確な問題があるが、トウヒ属に富み、モミ属・カラマツ属・五葉松型を伴いの針葉樹主体の類似性からSMF1-D帯はヤンガードリアス期と見なした。

ii) 最終氷期最寒冷期の欠如について

上部更新統含炭泥層(小野幌層)の上半部は花粉帯としてはSMF1-C帯またはSMF2-C帯+SMF2-D帯に相当し、その基底は43,300–42,400 cal.yBP [NUTA-25952]のAMS¹⁴C年代値が示される。花粉組成はトウヒ属が主体で寒冷ではあるが、カラマツ属が優勢ではなく、SMF-1孔では最終氷期最寒冷期MIS 2(町田ほか, 2003などの海洋酸素同位体ステージ2)の層準が欠層していると思われる。この欠層の時期(最終氷期最寒冷期; MIS 2)には、海面が低下していた石狩湾からみると手稲区北部一帯(前田とその周辺)は台地の一部であったと思われる。完全な裸地というより、針葉樹(カラマツ属のグイマツ主体)が茂ったタイガのような景観であったと想定される。

iii) 上部更新統の花粉層序

SMF-1孔の含炭泥層(28.0 m~35.05 m)では深度31.5 mで43,300–42,400 cal.yBPのAMS¹⁴C年代が得られており、花粉分析結果からは全体としては針葉樹主体で冷涼であるが、トウヒ属の増減などから寒暖の変化が認められることから後期更新世のMIS 3に位置付けが可能である。SMF1-C帯はトウヒ属75%、下部にコウホネ属連続出現で、その下位のSMF1-B帯はトウヒ属優勢であるがモミ属の増加がみられ、上部にコウホネ属が産出する。MIS 3は全般に冷涼な気候でコウホネ属が生育可能な池塘が存在する降雨量の多い環境であったと考えられる。SMF1-A帯(トウヒ属に増加傾向がみられカヤツリグサ科47%の部分がある)はMIS 4期と位置付けたが、MIS 3との関係を厳密に論ずるデータは十分でない。

上記の含炭泥層は本報告では嵯峨山ほか(2017)に準じて野幌丘陵付近の後期更新世小野幌層相当に対比したが、北区新琴似のボーリング孔(SKN)や手稲区前田の同(SB-1)では洞爺火山灰(MIS 5d)が確認されるとしている。しかし、SMF-1孔ではその存在は確認できなかった。SMF-1孔では小野幌層はMIS 3にほぼ限定しており、食い違いがある。下位のもみじ台層についても嵯峨山ほか(2017)ではMIS 5e?に相当しており、本報告でMIS 4としているのと食い違いがある。石狩川下流域沖積低地下の沖積層下の上部更新統については、最終間氷期~最終氷期(MIS 5~2)の様々な地層が存在し、地域的に構成が異なるようで、多くの問題が残されている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、コアの借用と試料提供については札幌市下水道河川局および株式会社 開発工営社にご便宜をいただいた。AMS¹⁴C年代測定は名古屋大学宇宙地球環境研究所年代測定研究部にご協力をいただいた。ここに記して心より感謝申し上げる。

引用文献

星野フサ・木村方一(1980)花粉分析法-花粉化石からどのようなことがわかるか-。郷土の科学編

集委員会「北海道5万年史」, 115-137.

星野フサ・岡孝雄・近藤務・中村俊夫・関根達夫・米道博・山崎芳樹・乾哲也・奈良智法(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), 20 m長コア(AZK-5)および13 m長コア(ATP-2, 3)のAMS¹⁴C年代測定と花分析の意義—厚真川流域の沖積層研究2014年度(その2)—. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, 26, 73-78.

町田洋・大場忠道・小野昭・山崎晴雄・河村善也・百原新(2003) 第四紀地史の枠組み. 第四紀学, 朝倉書店, 15-39.

嵯峨山積・井島行夫・藤原与志樹・岡村聡・山田悟郎・宿田浩司・赤松周平(2017) 北海道石狩平野の沖積層の規定とMIS5e期の堆積面. 地球科学, 71, 43-61.

Reimer, P. J. et al. (2013) IntCal 13 and Marine 13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal. BP. *Radiocarbon*, 55, 1869-1887.

米倉浩司・邑田仁(2012) 日本維管束植物目録. 北隆館, 379P.

日本語要旨

札幌市手稲区北部の前田森林公園南東側で掘削されたSMF-1孔(標高5.5 m), SMF-2(標高5.61 m)のコアを利用してコア層相解析, AMS¹⁴C年代測定および花粉分析による研究を行った. 両孔は約15 mの間隔で近接しているが, 両孔では深度28 m(標高-22.5 m)付近を境にして, 沖積層とその下位の地層に分けられ, 下位の地層は上部更新統で, 上部層は小野幌層, 下部はもみじ台層に対比できる. 2つのコアの花粉分帯は統合的にとらえると, 下位よりSMF1-A帯(SMF2-A帯), SMF1-B帯(SMF2-B帯), SMF1-C帯(SMF2-C帯+SMF2-D帯), SMF1-D帯およびSMF1-E帯(SMF2-E帯)に区分できる. これらのうち, 沖積層の最下部を占めるSMF1-D帯はSMF-1孔の深度26.55 mで10,800–10,400 cal.yBP(91.7%)のAMS¹⁴C年代値が得られており, その下位に当たることから, ヤンガードリアス期の可能性がある. 下位の地層のうち, SMF1-B帯+SMF1-C帯(SMF2-B帯+SMF2-C帯+SMF2-D帯)は深度31.50 mで43,300–42,400 cal.yBPのAMS¹⁴C年代値が得られており最終氷期MIS 3と見なされる. 沖積層と下位層の間は顕著な不整合で, 最終氷期最寒冷期(MIS 2)は欠如していることが明らかである.