

北海道石狩地方の10万年前以降の古植生とその推移  
**Changes and characteristics of paleo-vegetation in the Ishikari district of Hokkaido  
since 100,000 years ago**

星野フサ<sup>1\*</sup>・春木雅寛<sup>1</sup>・南 雅代<sup>2</sup>・北川浩之<sup>2</sup>・中村俊夫<sup>3</sup>  
Fusa Hoshino<sup>1\*</sup>, Masahiro Haruki<sup>1</sup>, Masayo Minami<sup>2</sup>, Hiroyuki Kitagawa<sup>2</sup>, Toshio Nakamura<sup>3</sup>

<sup>1</sup>北海道大学総合博物館・<sup>2</sup>名古屋大学ISEE年代測定研究部・<sup>3</sup>名古屋大学名誉教授

<sup>1</sup>The Hokkaido University Museum, Kita-ku, Sapporo 060-0810, Japan.

<sup>2</sup>Division for Chronological Research, ISEE, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

<sup>3</sup>The Professor Emeritus, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

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

### Abstract

On the basis of the composition of spores and pollen, columnar section, modern forest vegetation, and the results of soil survey at seven survey sites in the Ishikari district of Hokkaido, the authors examined and discussed the flow from paleo-vegetation to modern forest vegetation, factors of the formation of forest vegetation, and the continuity of forest vegetation.

In Nakayamatoge Pass, located more than 600 m above sea level in the western part of Ishikari district, Hokkaido, warm-temperate tree species including *Fagus japonica*, *Fagus crenata*, *Cryptomeria japonica*, *Tsuga* and *Metasequoia glyptostroboides* appeared in the Middle Tertiary Miocene, 13 million years ago. At the present time, evergreen conifer trees including *Picea* and *Abies*, and deciduous broadleaf trees such as *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Ulmus*, *Juglans mandschurica*, *Carpinus*, and *Corylus* are observed. During the Middle Tertiary Miocene, in addition to warm-temperate tree species aforementioned, evergreen conifer trees and deciduous broadleaf trees as predecessor species of the present modern forest vegetation appeared.

As for the formation and transition of paleo-vegetation and modern forest vegetation, the samples obtained at the 7 survey sites that were dated up to 888 calAD, the most recent values obtained by <sup>14</sup>C dating in the Ishikari district, indicate that forest vegetation until around 2 million years ago was spread over tephra deposits that appeared as a result of volcanic activities and led to a diverse modern forest vegetation with wind-dispersed tree species joined by bird and beast dispersal tree species from the perspective of seed dispersal patterns.

**Keywords:** AMS <sup>14</sup>C dating; pollen analysis; forest vegetation; Ishikari district; paleo-vegetation

### 1. はじめに

北海道中央部の石狩地方とその周辺部は、北海道内で最も多くの花粉・胞子分析データや植物遺体化石データがあり、現生植生分布の過去の進化を考察するうえで適した地域である。遡れば、新生代古第三紀の石炭化石には温暖期特有の植物の分布があり、それは、本研究で述べるように、新生代新第三紀中新世の1,300万年前のイヌブナ、ブナ群など暖温帯性落葉広葉樹や常緑針葉樹の出現につながる。最近のデータからは数百万～数十万年前とされる地層中や約10万年前から縄文時代（約

1万年前)以降の花粉試料の分析結果が加わり、現生の植生の形成史に関して、より厳密に検討をすることが可能となった。

本研究の目的は、著者の一人星野がこれまで携わってきた花粉・孢子分析のデータ、その地層の成り立ちや植物遺体データ、さらには名古屋大学との共同研究で得られたAMS<sup>14</sup>C年代測定結果をもとに、古植生と現生森林植生がどのようにリンクしているか検討することにある。

また、道内各地のこれまでの調査等から、火山の活動の多い北海道の大部分は火山噴火に伴う噴出物堆積地であり、試料採取時の柱状図と周辺現生森林植生調査、土壌断面調査をもとに、調査地点の立地と森林植生成立との関係を考察した。

本稿では、以上の観点から、石狩地方における著者らの調査地点における具体的な花粉・孢子試料データからの古植生と調査地点付近の現生森林植生調査と土壌調査による表層土壌内部の花粉・孢子組成を調べ、古植生変遷の特徴や現在に至る森林植生成立の要因と連続性について考察する。

## 2. 調査地

狩地方の調査地を示すと図1および表1のとおりである。



図1: 調査地点位置

番号1-7は古い時代から新しいものへと進み、表1に対応する。

1.の中山峠下は札幌市と南の喜茂別町の境界部で国道230号の東側急斜面に対応した拡幅工事で発見された箇所である。西側を流れる喜茂別川左岸に沿った北向き斜面に針広混生林が広がる。調査方形区はその中に設定された。2.は北広島市富ヶ岡の音江別川上流部にある現在のサンパーク札幌ゴ

表1：石狩地方および周辺部の現生森林調査結果のまとめ

地点No.	地区	現生林分	海拔高(m)	立地土性	緯度	経度	max D(cm)	max H(m)	出典、年代測定値、推定値など
1	喜茂別町中山峠	落葉広葉樹～針広混生林	628	堆積火山灰	42° 51'12"N141° 04'24"E		50	25	イヌブナは1300万年前と推定*
2	北広島市富ヶ岡	針広混生林	32	堆積火山灰	43° 00'17"N141° 30'13"E		65	24	野幌層は200万年前、西の里層は30万年前と推定**
3	安平町富岡	落葉広葉樹混生林	29	堆積火山灰	42° 46'09"N141° 46'48"E		25	26	10万年前と推定(星野ほか2013)
4	苫小牧市ウトナイ湖	ハンノキ林	2	堆積火山灰	42° 42'28"N141° 43'09"E		***	***	10万年前以降(大森ほか,1997)、深度20cmで453cal.AD
5	江別市東野幌	ハンノキ林	16	堆積火山灰(と泥炭)	43° 03'57"N141° 32'19"E		45	24	5917±46yrB.P.(星野ほか,2021)
6	江別市文京台	落葉広葉樹混生林	42	堆積火山灰	43° 04'37"N141° 31'24"E		63	27	3280±140yrB.P.(星野,2002)
7	北広島市西の里	落葉広葉樹混生林	32	堆積火山灰	43° 00'16"N141° 30'11"E		70	33	888cal.AD(星野ほか,2002)

注：\*はOkazaki(1957,1958)、成田ほか(2017)、\*\*大江(1971)、\*\*\*はデータなし

ルフ場付近で、2 kmの距離内で3箇所(N地点、O1地点、O2地点)が調査された。現生森林植生調査は近くの海拔85 m、竹山高原温泉付近の音江別川支流上部に残存する針広混生林で行われた。3.安平町富岡116番地のフモンケ川流域は安平町富岡の臨空工業団地に近く、川幅2 mほどのフモンケ川右岸を少し上がった牧場横の厚さ5 mあまりの法面で、現生森林植生調査は近くのコナラ、ミズナラなどの落葉広葉樹林で行われた。法面内部には溶融した火山ガラスがみられることから、火砕流の一部がここまで到達したと推定される。4.の美々ウトナイ湿原は苫小牧市植苗のウトナイ湖北東部である。国道36号沿いに東側の湿原内を流れる美々川とJR室蘭本線に挟まれ、JR植苗駅に近い湿地帯の一角である。千歳川放水路計画が持ち上がった際に調査が行われた。5.は江別市東野幌にあり、野幌国有林が成立する丘陵地を北向きに降りきった低湿地で、1959年から戦後緊急開拓事業で一帯が農地化されていった。トーマス型ボーラーによるボーリングはかつての痕跡を残す場所で行われコアが採取された。現生森林植生調査は近くの東野幌墓地付近に残存するハンノキ優占林で行われた。6.は江別市文京台の林木育種場構内で野幌国有林が成立する丘陵地の一角で、ボーリングは沢型斜面に残る常緑針葉樹と落葉広葉樹の混生林(針広混生林)内で行われた。現生森林植生調査も近くの針広混生林内で行われた。7.は北広島市西の里の一角で楸山という地名をもつ。北海道有保安林内で野津幌川の右岸低地で現生森林植生は落葉広葉樹混生林となっており、その林内で現生森林植生調査が行われた。

### 3. 調査方法

3.1. 古植生；ボーリングコアから作成された花粉分析図から、それらの花粉をもたらしした森林植生が周辺にあったと推定し、周辺植生全体の特徴を記載する。だから、湿性地で採られたコアの場合について、ミズゴケが多くてもミズゴケ湿原であるというような記載はしないことになるし、モミ属やトウヒ属が多くても、モミ属、トウヒ属からなる湿原林はほとんど実在しないことから、周辺の非湿原林から花粉が飛散したと推定する。

3.2. 現生の森林植生相；古植生調査地点周辺に残存する現生森林植生を選定して、できるだけ方形区を設定して林学的・森林生態学的手法で林相～森林植生調査を行い、その樹林が常緑針葉樹優勢であるか落葉広葉樹が優勢であるか、あるいは混生しているかを知り、林床植物を含めた森林構造調査を行う。構成種の種子散布型によって風力散布種と動物散布種の樹種や割合を把握する。

3.3. 古植生から現生植生への連続性(流れ)；古植生から現生植生への比較は主に樹木について常緑針葉樹、落葉広葉樹の種属の類似性により行い、優占性により常緑針葉樹林、落葉広葉樹林、針広混生林であったか否かを判定する。また暖帯性樹種、温帯性樹種の属性、衰退消滅した樹種の存否を明らかにする。

3.4. 森林植生相の成立環境要因；①土壌を形成する無機的な粒子の元となるテフラ(火山爆発に伴

う火山灰、軽石、火山ガラスなどマグマ噴出物の総称) 堆積の有無や厚さを把握する。

3.5. 試料の花粉分析手法；星野 (1990, 1994) に基づいて実施した。2017年10月中旬よりアセトリシス後に重液処理を行ってプレパラートを作成、Zeiss アキシオスコープ光学顕微鏡により1,000 倍下で花粉・胞子を同定、花粉と胞子が100 個になるまで数え、同定した花粉と胞子は米倉 (2012) の植物の系統進化を考慮した順に表示した。

#### 4. 結果

##### 花粉分析による古植生と現生森林植生

7つの調査地点について古植生を示す花粉胞子組成図を示し、古植生調査地点周辺に残存する現生森林植生について述べる。現生森林植生調査は2022年4月から11月にかけて行われた。

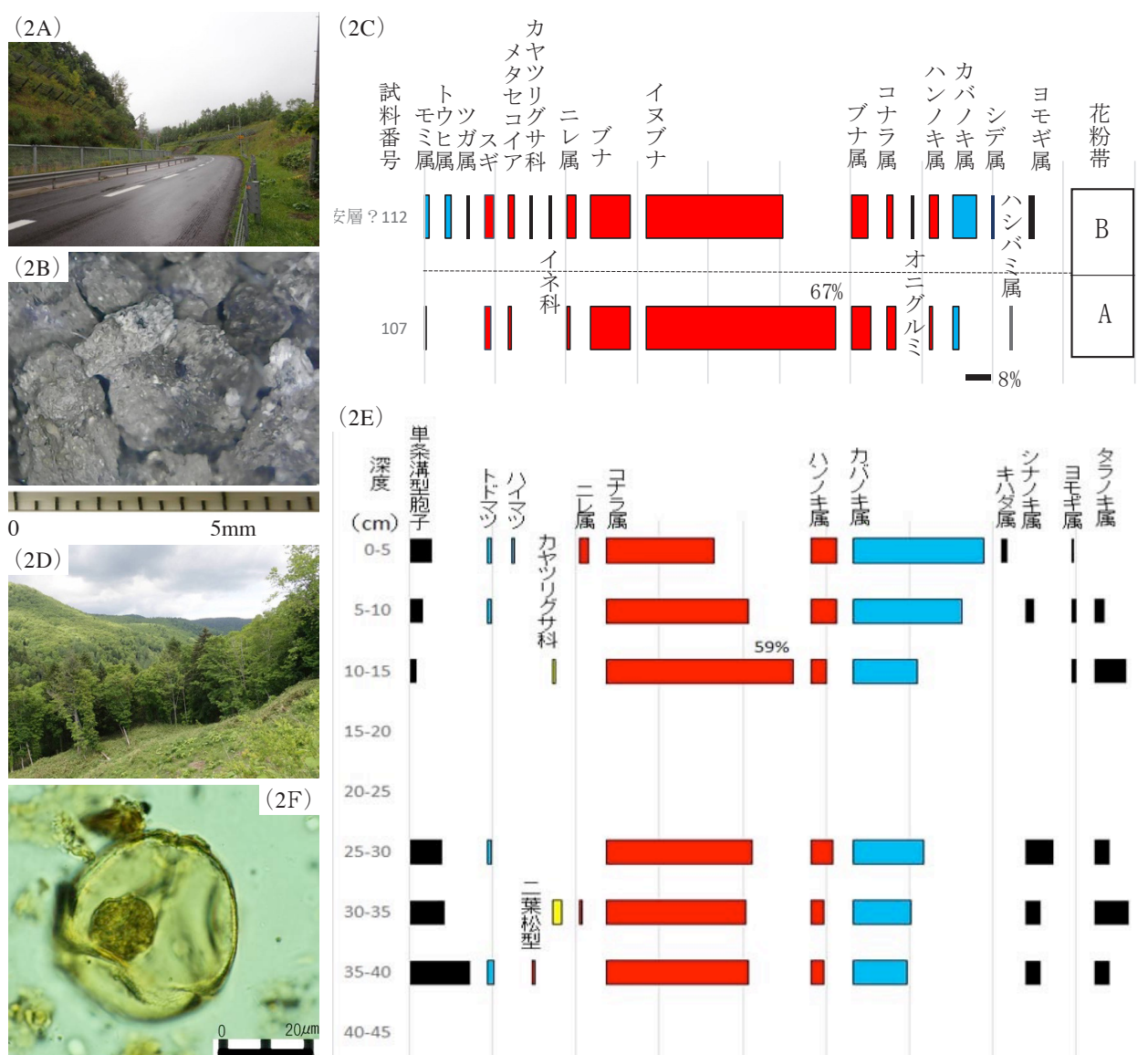


図2：中山峠下の1300万年前と推定されたイヌブナブナなど試料採取地点と花粉分析図

2Aはブナなどの試料のあった国道23道230号中央部左カーブの法面。2Bはこの試料のデジタル顕微鏡写真。火山灰は含まれていなかった。2Cはこの試料の花粉・胞子組成図、2Dは2Aの右側斜面に広がる針広混生林の林況、2Eは針広混生林が成立している厚い深度50-55 cm以上に厚く堆積した火山灰テフラ土壌中の花粉・胞子組成図、2Fは2Cのイヌブナの花粉写真。

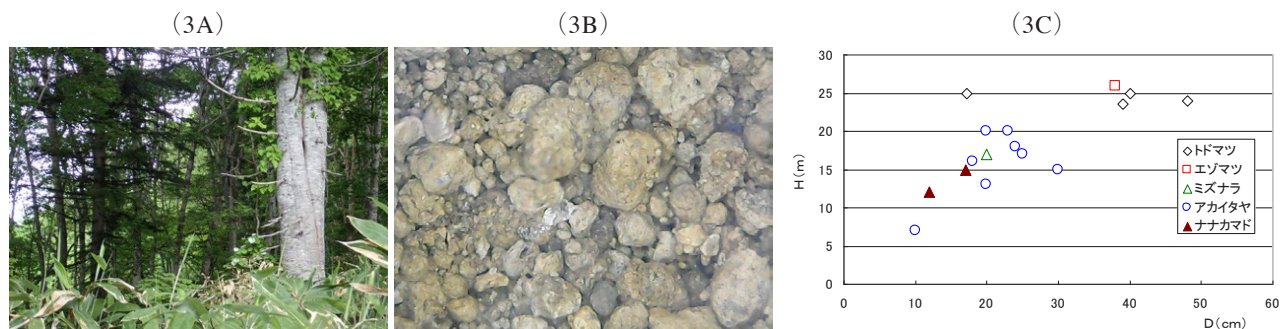


図3：中山峠斜面の現生針広混生林の林況 (3A、2022.6.27) と深度45–50 cmの粗粒のデジタル顕微鏡写真 (3B)、現生森林調査方形区内の胸高直径(D)10cm以上の林木の樹高(H)とのD–H関係 (3C右)

図3Aの右側はトドマツ大径高木で左側はエゾマツ、トドマツが散在する。手前はクマイザサで密生する。3Bは厚く堆積する土中の火山灰テフラで、水で洗うと火山灰は流され軽石や火山ガラスが残る。3Cでは上層に常緑針葉樹は少なく落葉広葉樹が多い。

### (1) 喜茂別町中山峠

①古植生；2002年8月12日に国道230号中山峠付近工事中の道路横の法面下部で採取した泥炭質試料番号107と112はほぼ同じ地層にある。試料は新第三紀中期中新世(1300万年前?)の地層であり、図2Cに示したようにイヌブナが優占し、ブナがこれに次ぐ。(注：イヌブナは暖帯性でブナをはるかに凌ぐ大径高木種である。)さらにスギ、ツガ属、メタセコイアといった暖帯性の樹種が出現するほかトウヒ属、モミ属、コナラ属、カバノキ属、ハンノキ属、ニレ属、オニグルミ、シデ属、ハシバミ属といった石狩地方でよくみられる樹種も出現している。草本類ではイネ科、カヤツリグサ科が若干見られた程度であった。

②現生森林植生；南西に面した-20度の斜面上に成立した天然林(図3)で、土壌表層は50 cm以上の厚さの火山灰テフラからなっており、調査を行った針広混生林はその上に成立していた。(20 m × 20 m)の方形区調査によると上層(樹高15 m以上)は樹高25 m、胸高直径50 cmのトドマツ(モミ属)、エゾマツ(トウヒ属)の常緑針葉樹、落葉広葉樹のアカイタヤ、ミズナラからなり、中層(樹高15–8 m)はアカイタヤ、ナナカマド、下層(8–4 m)はアカイタヤが少数見られる程度と樹種数も貧弱であった。林床は稈高170–180 cmのクマイザサ(被覆率80%)と最大稈高190 cmのチシマザサ(20%)が密生する。林内は稚樹の定着を阻んでいるが、林縁では樹高20 cm未満ヤチダモ稚樹が(2 m × 2 m)に12個体散生し、イワガラミ、ツタウルシのツル植物、エゾノコンギク、オオヨモギのキク科草本、スマレsp.、シラネワラビが散生している。

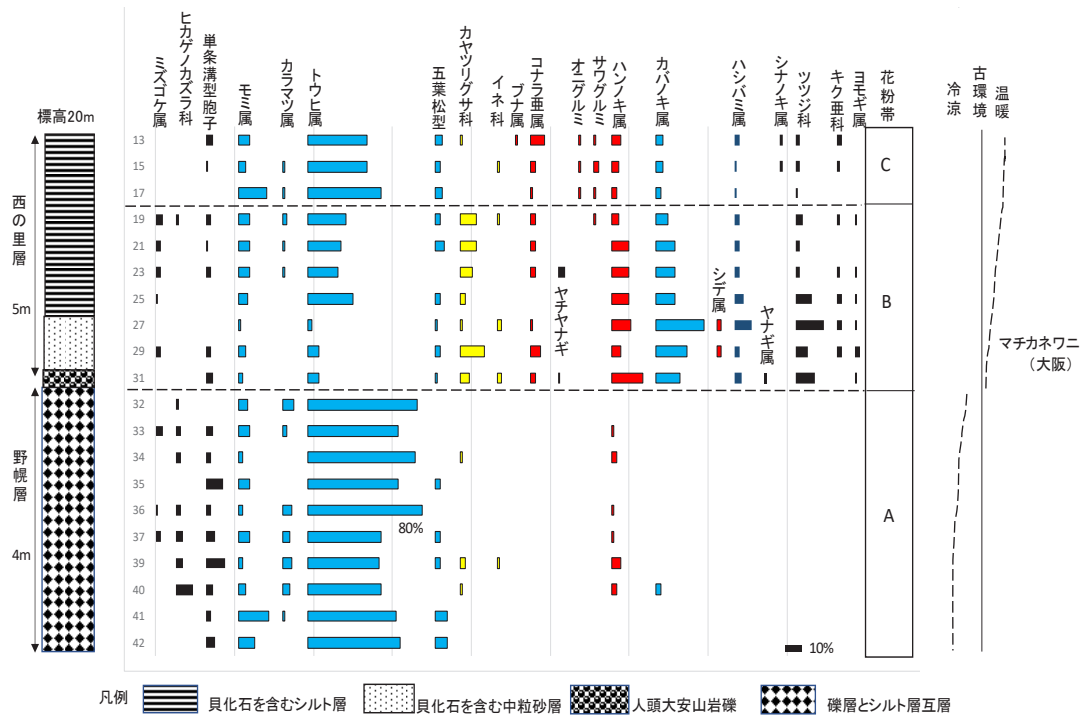
### (2) 広島市富ヶ岡(200万年前と30万年前)

①地点；大江(1971)を図4に再描画した。試料採取断面の柱状図は最下部の音江別川の水面から約12 mの高さをもつ。層序は下方の水面から約4 mの厚さで「野幌層(裏の沢層とも称される)で更新世から鮮新世(200万年前)」、そこから表層まで約8 mの厚さで「西の里層(音江別川層とも称される)」は第四紀更新世(30万年前)」と地層の形成時代が大きく異なる。下部の野幌層はトウヒ属をはじめモミ属、カラマツ属など針葉樹が多いが、落葉広葉樹も少数のハンノキ属、カバノキ属がみられる。その上に貝化石を含む西の里層が堆積している。下方では針葉樹は少ないが存在し、さらに二葉松型も出現した。落葉広葉樹では裏の沢層でもみられたカバノキ属、ハンノキ属のほかコナラ属、ハシバミ属が出現し、上方の貝化石を含むシルト層では現生森林植生に繋がる針葉樹のトウヒ属、モミ属、カラマツ属、二葉松型が、落葉広葉樹はカバノキ属、ハンノキ属、コナラ属、ハシバミ属、オニグルミ、サワグルミなどが出現するようになった。

②01地点；音江別川沿いの露頭である。星野ほか(1985)を再調査した。図5のように、ブナの花

粉が10%以上の高率で出現し、グイマツも10-20%の高率で出現している。ブナ、グイマツ、トウヒ属はつい最近まで多く出現し、一方、コナラ亜属、ハンノキ属、カバノキ属も少量出現する。

③02地点；図6に示したようにグイマツ、トウヒ属(エゾマツ)は多く、トドマツ、ハイマツは少なく、落葉広葉樹ではコナラ亜属、ハンノキ属、カバノキ属は少なく、草本類ではカヤツリグサ科、ヒカゲノカズラ科が多く、コケスギランとアザミ属の連続出現がみられる。



大江 (1971) 樹木250個数え、樹木は樹木で%を出し、草本は全花粉と胞子の合計で%を出したに基づいて1%以下を無視して邑田・米倉 (2012) を考慮し再描画した

図4：北広島市富ヶ岡N地点の花粉・胞子組成図 (大江 (1971) から再描画した。1968年に調査し試料採取。)

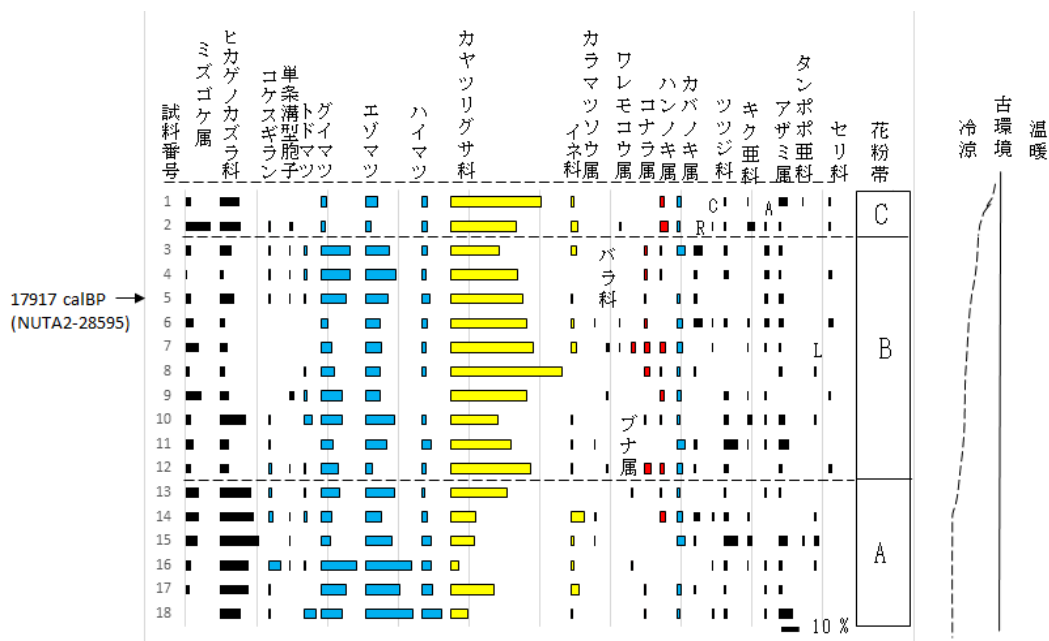


図5：北広島市01地点の花粉胞子組成図 星野ほか (1985) から再実験、再調査した。

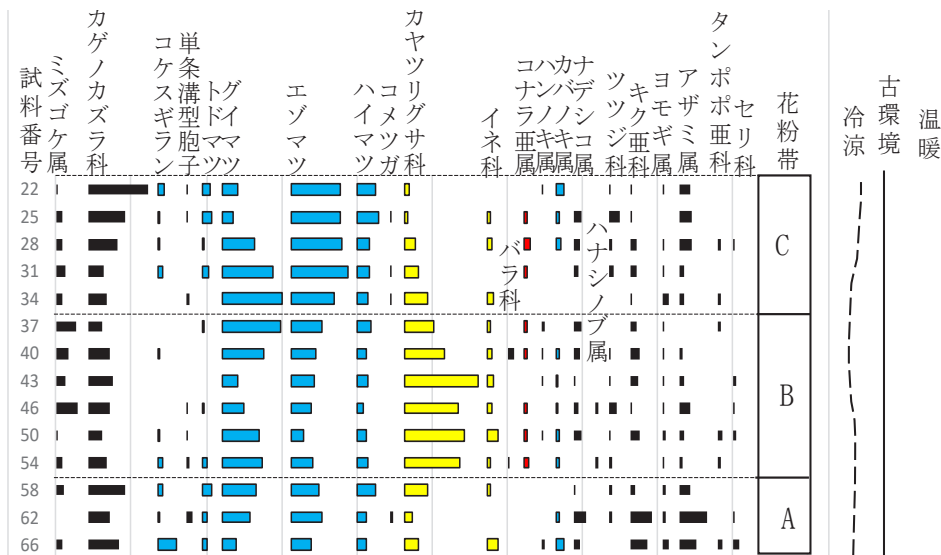


図6：北広島市02地点の花粉・孢子組成図(左)とコマツガ花粉(右) 星野ほか(1985)から再実験、再描画した。

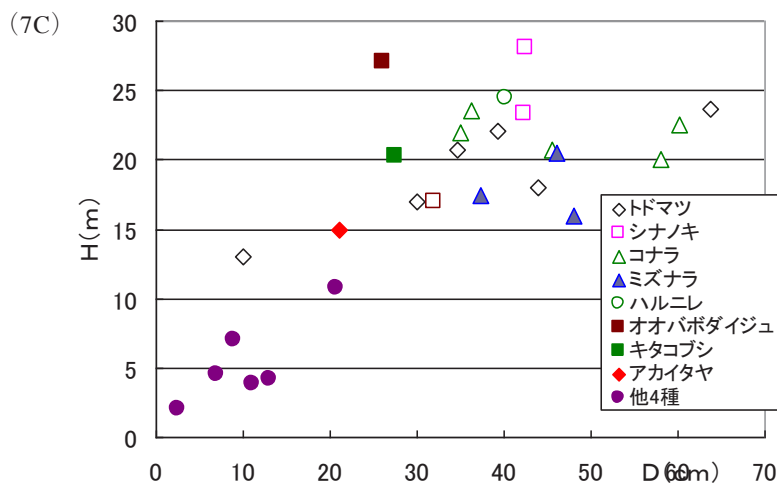


図7：北広島市竹山高原温泉付近の針広混生林 林況(7A)、表層土壌(7B)、胸高直径-樹高関係図(7C)

④現生森林植生；竹山高原における(30 m×30 m)の方形区調査によると、森林は常緑針葉樹と落葉広葉樹の混生林(針広混生林)でトドマツにミズナラ、コナラ、シナノキ、林床は最大稈高275 cmのチシマザサが密にみられ被覆率96%で優占する。土壌表層は50 cm以上の厚さの火山灰テフラからなっていて、樹林はその上に成立していた(図7, 写真参照)。上層(樹高15 m以上)は樹高24 m、胸高直径65 cmのトドマツの他は落葉広葉樹のコナラ、ミズナラ、シナノキ、キタコブシ、ヤマモミジ、

ハルニレ、ハリギリなどで、中層（樹高15-8 m）は少なくハウチワカエデ、ホオノキが、下層（8-4 m）はトドマツ、イチイやエゾイタヤ、ヤマモミジが目立つ程度で少なかった。林床は前出したチシマザサが優占する中でハイイヌガヤ、ハイイヌツゲ、コマユミ、フッキソウ、草本類のオシダが見られた程度と組成は貧弱であった。

(3) 安平町富岡フモンケ川流域

①古植生；図8の柱状図下部は洞爺火山灰降下直前とされ、現在に近い約10万年前（第四紀更新世）である。表土をデジタル顕微鏡で観察すると写真のように溶融した軽石がみられ火砕流がここまで流れてきて堆積したことが分かる。草本類ではカヤツリグサ科、イネ科が顕著なほかキク亜科、アザミ属、ヨモギ属などキク科が見られた。トウヒ属をはじめモミ属、二葉松型針葉樹、落葉広葉樹のカバノキ属、ハンノキ属、コナラ属、ハシバミ属、ニレ属など現生の樹種と類似の種属が出現していた。

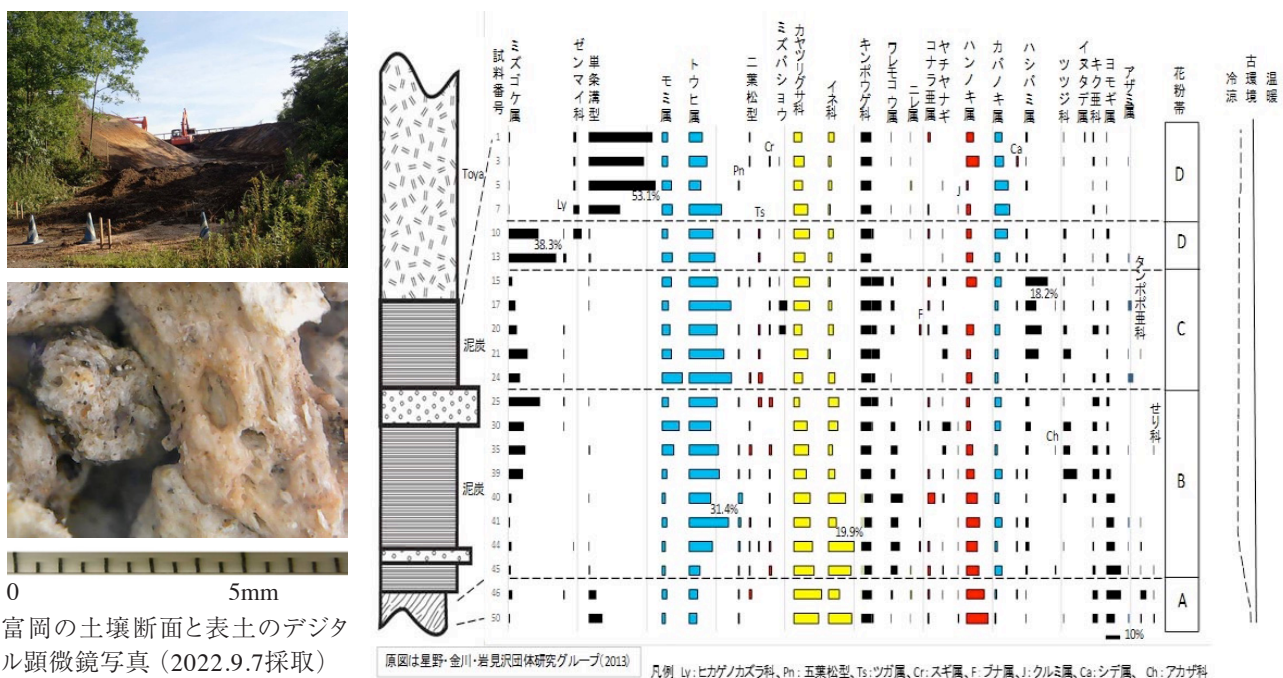


図8: 安平町富岡の花粉・孢子組成図 (右) と試料採取断面の現状 (左上)、表土のデジタル顕微鏡写真 (左下)



図9: 安平町富岡の林相 (2022.9.27)

林木はいずれも上層に優占するコナラ。暗くうっ閉するがフジが林木に巻に巻きつくか低木として林床を覆う箇所(写真左)や林内が明るくミヤコザサが優勢な箇所 (写真右) がある。



②現生森林植生；周辺の現生森林植生は南向き急斜面に残存し、ミズナラやオニグルミを少数交え樹高16–26 m、胸高直径18–25 cmのコナラ優占林となっている（写真参照）。コナラが密にうっ閉し林内には少数の樹高0.9–5 mのミヤマザクラ、オニグルミ、アカイタヤ、ヤマモミジ、ミズナラ、ヤチダモ、エゾイボタ、ヤマグワ、ニガキ、フッキソウ、ヤマブドウなどの広葉樹が散生する。林床は逸出してきた可能性があるフジが95%被覆し、ミヤコザサ5%と他にはオオウバユリ、コウライテンナンショウ、ハエドクソウ、モミジガサ、カラハナソウ、ヒトリシズカ、アキタブキなど種々の多年生草本が散生していた（図9左）。周辺の丘陵部上とそこから延びる南～西向き緩斜面はフジがなくミヤコザサが優占する（図9右）。

(4) 苦小牧市ウトナイ湖美々川原野 大森ほか（1992, 1997）に報告している

①古植生；現在は美々川が横を流れるウトナイ湖周辺の湿地帯であるが、花粉孢子組成図（図10）をみると下方から針葉樹のトウヒ属、モミ属、カラマツ属、五葉松型、さらにスギがみられ、落葉広葉樹はカバノキ属、ハンノキ属、コナラ属、ハシバミ属、シデ属、ニレ属、クルミ属、ツツジ科、ヤチヤナギなど現生の樹種に類似する多様な樹種が出現する。草本類ではミズゴケ属、カヤツリグサ科が顕著にみられた。このミズゴケ属を除けば最下方から表層付近まで樹木を中心とした樹種の種属はほぼ連続していたことがわかる。このB-4地点は約10万年といわれる洞爺火砕流Aafa2以前である。ハンノキ属急増は深度2.7 mで、その年代は345 cal ADである。

②現生森林植生；未調査である。

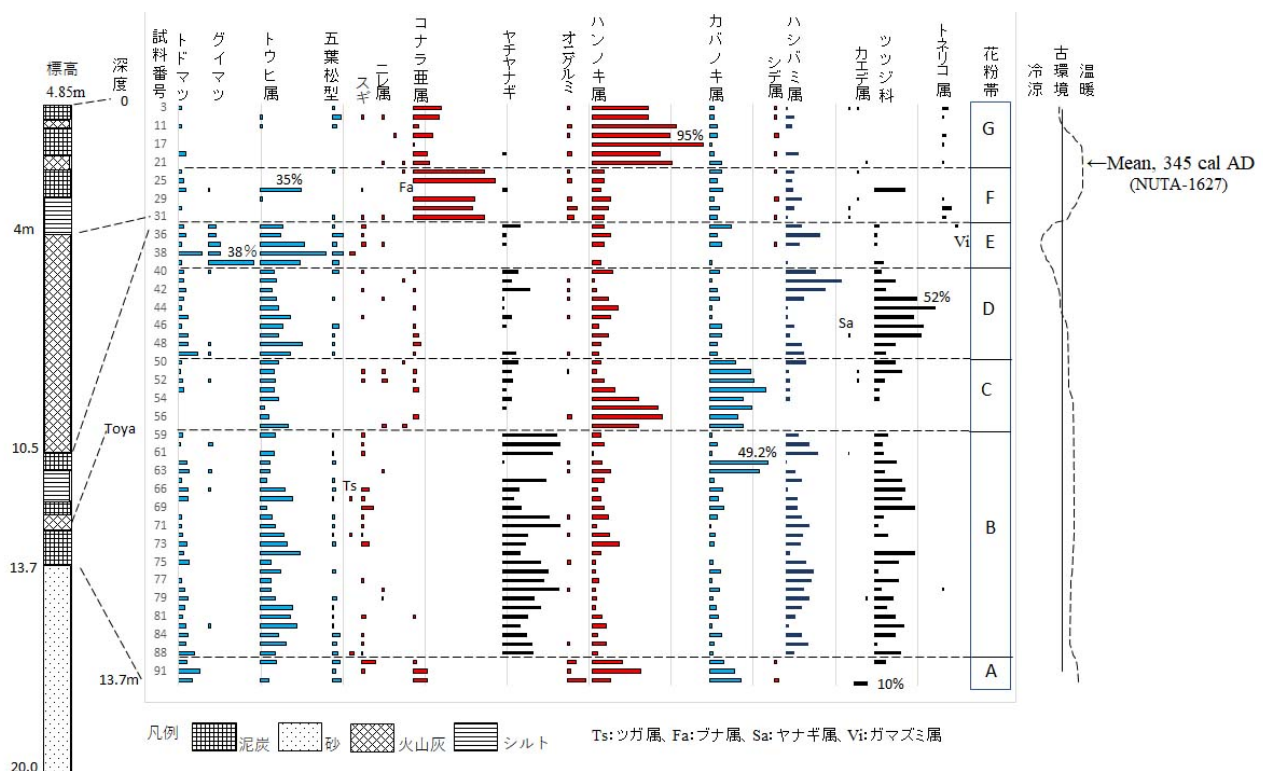


図10：苦小牧市ウトナイ湖美々川原野の主要花粉・孢子組成図 B-4コア再描画（大森ほか，1992）による。

(5) 東野幌ハンノキ湿原

①古植生：花粉・孢子組成図(図11)をみると上方にかけて針葉樹のトウヒ属、モミ属(トドマツ)は少ないが継続的に出現する。落葉広葉樹はコナラ亜属やハンノキ属が多く、他にカバノキ属、ブナ、ニレ属、ツツジ科、ハシバミ属、ヤチヤナギなど現生の樹種に類似する多様な樹種が出現する。草本類では単条溝型シダ類、ミズゴケ属、カヤツリグサ科、イネ科、ヨモギ属などがみられた。下方での<sup>14</sup>Cの年代測定結果、B帯直下の深度7.00 m、試料番号1289では5917±46 calBP (NUTA2-27702)であった。

②現生森林植生：東野幌に残存するハンノキ林は農地開発を免れて東野幌墓地の付近の湿性に残存している。(30 m×30 m) 方形区調査によると、上層は樹高15–24 m、胸高直径11–45 cmのハンノキが純林状でほぼ閉じ、ヤチダモ、ノリウツギが散生する。林床は高さ40 cmのオオカサスゲが95%を覆いキタヨシやキク科のエゾゴマナが若干みられる(図12)。50 cmの深さで土壌を掘ると表層の火山灰が粘土状になっていて不透水層をなしており、火山灰堆積地に樹林が成立した後に湿性地化したことを物語っている。湿性地から少しはなれた緩斜地では最大稈高93 cmのクマイザサが優占する。

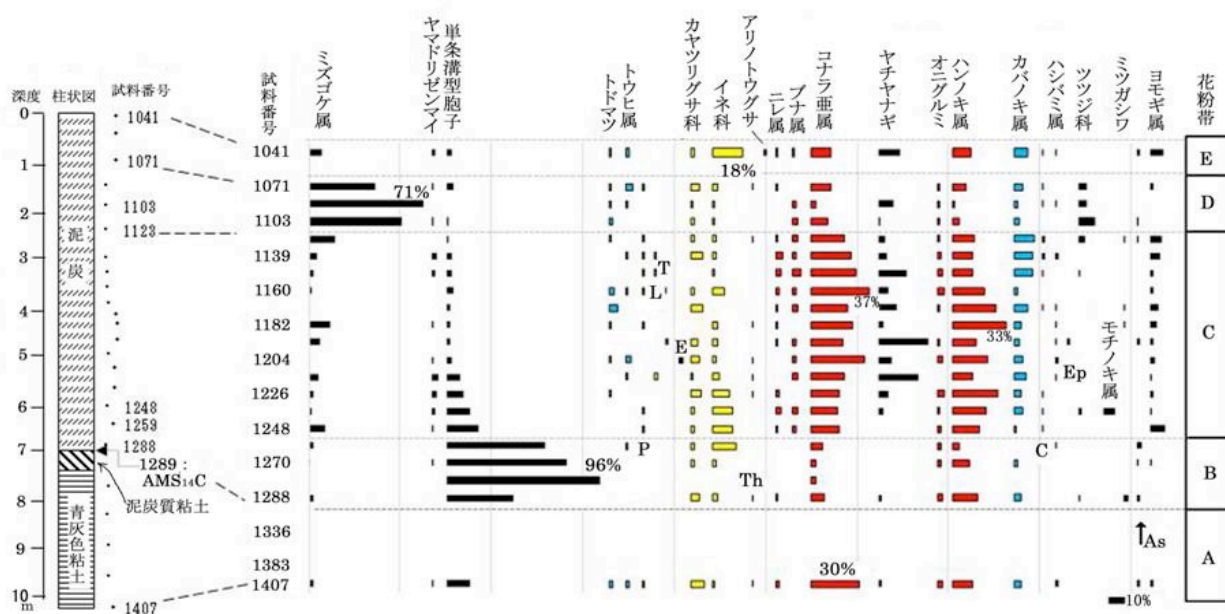


図11：東野幌湿原の花粉・孢子組成図  
星野ほか(2021)の再描画による。凡例はP:二葉マツ型, L:ミズバショウ, T:ガマ科, E:ホシクサ, Th:カラマツソウ属, C:シデ属, Ep:ヤナギラン, As:キク科

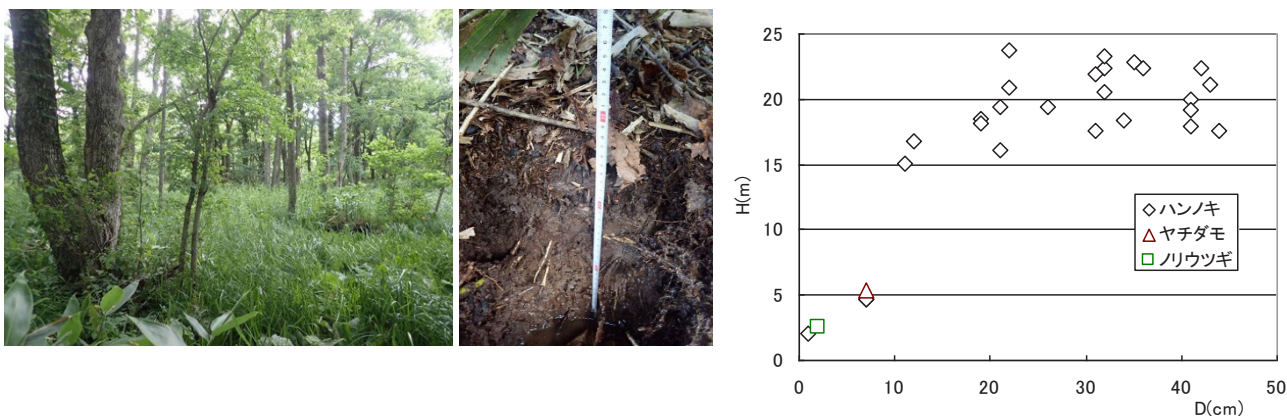


図12：東野幌ハンノキ林の林況(左)、土壌断面(中央)と方形区のD-H関係(右)(2020.9.8)

(6) 江別市文京台

①古植生；花粉・孢子組成図(図13)をみると下方から針葉樹のトウヒ属、モミ属(トドマツ)、スギなどは少ないが継続的に出現する。落葉広葉樹はコナラ亜属やハンノキ属が多く、他にカバノキ属、ブナ、ニレ属、カエデ属、シナノキ属、キハダ、タラノキ属など現生の樹種に類似する多様な樹種が出現する。草本類では単条溝型シダ類、ゼンマイ科、カヤツリグサ科、イネ科、ヨモギ属などがみられた。<sup>14</sup>C年代測定により1576 calBC (3280 ± 140 BP) 前後はA帯とB帯の境目としたが、樹種の推移に大きな変化はない。すでに常緑針葉樹からコナラ亜属を主としオニグルミやハンノキ属(ケヤマハンノキか?)を交えた落葉広葉樹優位の林相に推移したことを物語っている。B帯とC帯の間でそれらの落葉広葉樹が減少しているのは、大規模な火山灰テフラの堆積による衰退の影響で、この時点ではトウヒ属などの常緑針葉樹母樹やカバノキ属母樹は激減していた。全体として常緑針葉樹をまじえた落葉広葉樹との針広混生林が成立していたことを物語っている。

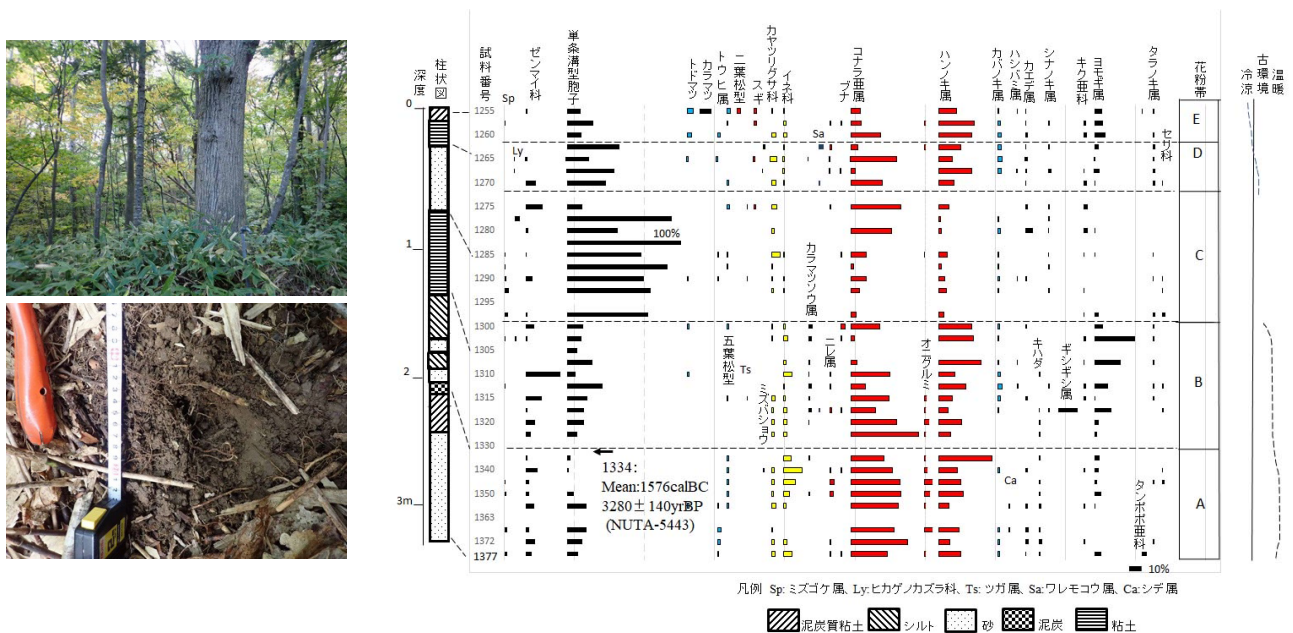


図13：江別市文京台のボーリング地点の花粉・孢子組成図と現生の落葉広葉樹優占林の林況(左上、2022.10.15)と土壌表層(左下) 星野(2002)の再描画。

②現生森林植生；大小の沢沿いに常緑針葉樹のトドマツ(最大樹高22 m、胸高直径38 cm)が点在するが、他は樹高15–27 m、胸高直径15–63 cmのカツラ、ハリギリ、ミズナラ、ヒロハノキハダ、ウダイカンバ、ホオノキ、キタコブシ、ハルニレ、オヒヨウ、シナノキ、ヤマモミジ、エゾイタヤ、アカイタヤ、オオヤマザクラ、アズキナシ、ナナカマド、シウリザクラ、オニグルミ、クリなどの落葉広葉樹高木種が占め、ハクウンボク、ヤマグワ、ハウチワカエデ、ハイイヌガヤ、オオカメノキ、ツルアジサ、ツタウルシなど亜高木、低木、ツル類など多様な落葉広葉樹からなる針広混生林が残存している(図13参照)。林床は最大稈高147 cmのクマイザサが被覆率90%と密で優占し、他には樹高0.5–1 mのクリ、トドマツ、ヤチダモの稚樹が林縁に散在し、アキタブキ、サラシナショウマ、オシダなどの草本類がみられた。土壌表層は50 cm以上の厚さの火山灰テフラからなっていて、樹林はその上に成立していた。

(7) 北広島市西の里榎山

① 植生：ボーリング地点は現在、道有保安林の一角で落葉広葉樹混生高木林となっている。花粉・孢子組成図 (図14) をみるとトウヒ属、ツガ属、モミ属、五葉松型の常緑針葉樹やカバノキ属が減少して、コナラ属、カエデ属が増加していく。常緑針葉樹類やカバノキ属は陽樹であるため、立地の安定と樹群のうっ閉に伴い世代交代が困難となって衰退してコナラ属、カエデ属が増加したと推測される。年代測定値888 calADはA帯とB帯の境目として比較的新しい。

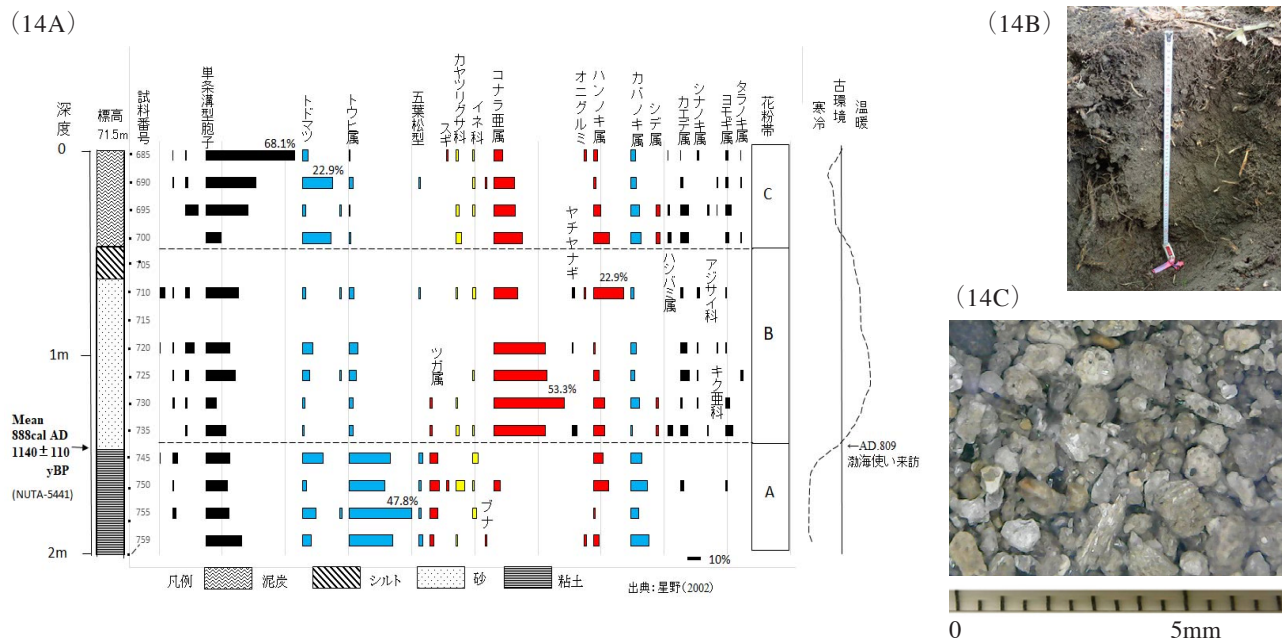


図14：北広島市市西の里榎山ボーリング地点の花粉孢子分析図 (14A) と土壌断面(14B)の深度20–25 cmの粗粒のデジタル顕微鏡写真 (14C) で火山灰、軽石、火山ガラスなどからなる(2022.7.9)。星野 (2002) の再描画。

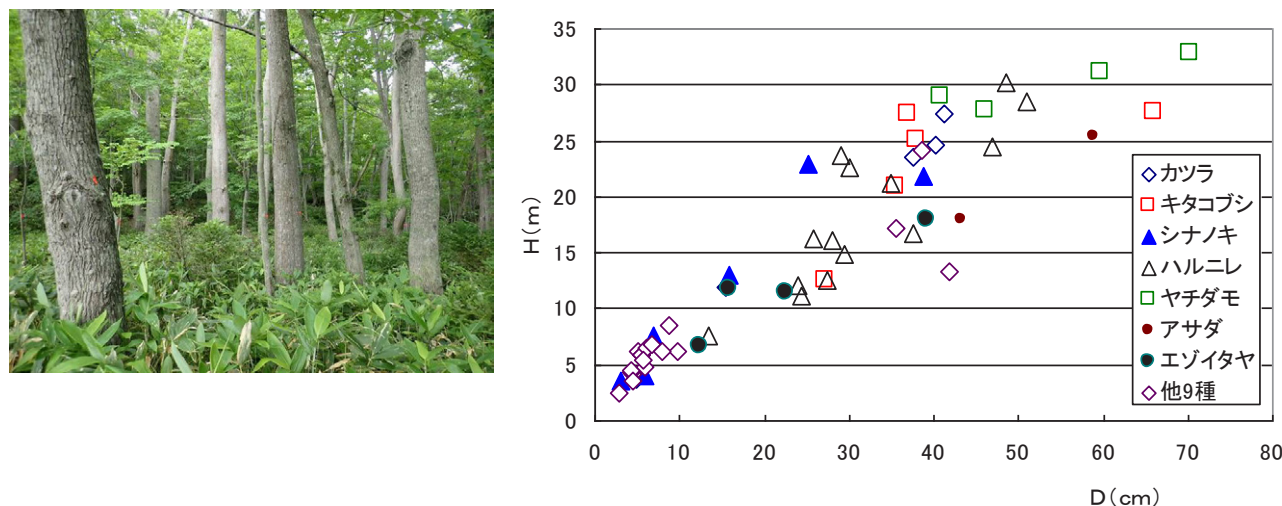


図15：榎山落葉広葉樹林の現在の林況 (左) と方形区のD-H関係 (右) 左端はヤチダモの大径高木 (2022.7.9) でクマイザサが密に生える。

②現生森林植生：(30 m×30 m) の方形区調査によると、ほぼ平坦地（傾斜2度）で上層（樹高15 m以上）に最大樹高33 m、最大胸高直径70 cmのカツラをはじめ、ヤチダモ、ハルニレ、シナノキ、キタコブシ、アサダ、エゾイタヤ、アカイタヤ、オニグルミなど落葉広葉樹の大径高木がみられる。溪畔林とは異なり、山地林の様相を呈し多数の樹種からなる斉整の落葉広葉樹混生林といえる。亜高木層（樹高15 m～8 m）はカツラ、エゾイタヤ、ミズキ、シナノキ、キタコブシ、ハルニレなど、下層（樹高8 m～2 m）は高さ2 m以下の林床は少数のオオヤマザクラ、ハリギリ、ハイイヌガヤ、エゾウコギ、ツタウルシなどの低木種、ツル類を除けば最大程高98 cmのクマイザサが優占する。他にアキタブキ、エゾアザミのキク科草本、エンレイソウsp.、オオハナウド、エゾショウマ、スゲsp.、オシダ、シラネワラビがみられた（図15）。

## 5. 考察

### (1) 石狩地方における古植生の推移

今回<sup>14</sup>C年代測定が可能な5万年以前の地質年代に遡って、著者らのボーリング～花粉分析データ概要を含めた古植生の推移は表2のようである。日本では中生代三畳紀からジュラ紀までに植物の化石である石炭が生成された（徳永, 1967）。その後の新生代古第三紀（6500～2400万年前）の古植物は石炭中の化石から明らかにされた（Okazaki, 1957）。種子散布様式ではBetulaカバノキ、Acerカエデ、Populusドロノキなどの風力散布種とともに、Juglansクルミ、Ginkgoイチョウ、Alnusハンノキ、Vitisブドウ、Fagusブナなど鳥獣による動物散布種が出現していた。このような古い時代に既に鳥獣が森林植生に関与していたことが分かる。石狩地方より北方でも新生代新第三紀中期中新世（おおよそ1300万年前）に全国的に少ない陸成層が発達して、常緑針葉樹や落葉広葉樹、草本類の化石群が各所で得られた。とくに画期的な産出物は成田ら（2017）により下川町上名寄（石狩地方の北北東約160 km）の名寄川流域で発見された常緑針葉樹のPicea、Abies、Pinaceae、落葉広葉樹のFagus、Prunus、Ulmus、Salix、Populus、Acer、Alnus、Cercidiphyllum、Pterocarya、Vitis、Sorbariaなど裸子植物1科3属3種、被子植物12科15属29種、草本類のEquisetumなどシダ植物1科1属1種の葉、茎、花序、球果、種子などの化石が得られ確認された。また同時代だと思われる堆積物が石狩地方隣接部の喜茂別町中山峠の海拔634 mで著者の一人星野により国道道路工事中の地層から採取された。この堆積物中の花粉・孢子組成は図2Cに示したように、大径高木種で現在のブナよりも一回り大きく樹高35–40 m、胸高直径2 mに達するイヌブナやスギ、ツガ属、メタセコイアなど暖温帯性の樹種が圧倒的に優勢であった。このイヌブナの花粉（図2F）が多数採取された古い地層からのサンプルには現地で現在表層に厚く堆積しているような火山灰堆積物は介在していなかった（図2B）。石狩地方ではその後の10万年前の地層からはイヌブナの花粉は出現していないので貴重なデータといえる。新第三紀中期中新世には十勝地方の本別、池田でもブナ、ツガがかなりの頻度で出現しており（Okazaki, 1958）、北海道内でも各所で分布していたと見られる。その後、道内各地の暖温帯性の樹種が後退していったとみられ、その要因にはプレートテクトニクスによる大きな地形変化や火山活動の活発化、気温の低下などが考えられるが今後の検討が必要である。ただ、今回の各調査地点でみられたように、現在の樹林相（常緑針葉樹と落葉広葉樹の混生林あるいは落葉広葉樹林）が表層に厚く堆積している火山灰テフラ上に成立していることが確かめられたので、古植物の存在していた時代の森林相は現在の樹林相に近づきしだいに安定していったと推定される。なお、本研究で示した各調査地点の花粉孢子組成図で推定された常緑針葉樹林の存在は永続的ではなかったといえる。常緑針葉樹は基本的に陽樹であり、うっ閉した林内では陽光不足で、後継樹は十分育たないため世代交代は難しく、火山爆発～テフラ堆積のような大きな攪乱事象がなければ次第に衰退していくことが著者らにより最近確かめられているからである（春木・東, 2017; 春木ほか2018; 東, 2017）。

表2：石狩地方における大まかな古植生の推移

時期	地質時代	地軸の傾き	(考えられる)出来事	出典	当時の古植生など	特徴など
8400万年前 (古生代~) 中生代	中生代白亜紀後期	23.4+12度	赤道はもっと北にあった。	Ross N. Mitchellら,2021	不明	北海道は海の中
8400万年前	中生代白亜紀後期 新生代古第三紀	23.4度に	現在の赤道の位置に。 北海道の石炭形成期	Ross N. Mitchellら,2021 徳永,1967	不明 優占種なし、亜熱帯~暖帯植物	北海道は海の中 混生林か？
6500万年前~ 1300万年前~	新生代へ 新第三紀鮮新世		暖温帯樹種、優占種の出現	本研究 Okazaki1957,1958,成田ら,2017	中山峠イヌブナ・ブナ暖温帯林 道北、道東でブナ含む針広混生林	針広混生林 針広混生林
200-30万年前	新第三紀-第四紀		野幌層、西の里層	矢野ほか1992	針広混生林,落葉広葉樹林(L林)	
10万年前	第四紀更新世		洞爺火山灰・火砕流	星野ほか,2013	安平町富岡のL林	温帯性森林植生に
10万年前以降	第四紀更新世		支笏火山灰・火砕流	大森ほか,1997	北広島,江別の針広混生林、L林	温帯性森林植生に
1万年前~	第四紀完新世		支笏火山灰・火砕流上に		針広混生林、L林	温帯性森林植生に
5917±46 yrBP	第四紀完新世		東野幌は陸地化	星野ほか,2021	針広混生林、L林	(森林と草本群落)
1576 cal.BC	第四紀完新世		支笏火山灰・火砕流上に	星野,2002	落葉広葉樹混生林	江別市文京台
888 cal.AD	第四紀完新世		支笏火山灰・火砕流上に	星野,2002	ツガ含む落葉広葉樹混生林	北広島市西の里

## (2) 植生成立の要因

今回の著者らによる調査によって石狩地方西南端に位置する海拔634 mの中山峠下の古い地層で新第三紀中期中新世(1300万年前?)の地層試料が採取され、イヌブナ、ブナ優占花粉群が出現し、さらにスギ、ツガ属、メタセコイアといった暖帯性の樹種のほかトウヒ属、モミ属、コナラ属、カバノキ属、ハンノキ属、ニレ属、オニグルミ、シデ属、ハシバミ属といった石狩地方の現生森林植生でよくみられる樹種属も出現した。しかし、図2Bに示したように地層試料中には、森林成立の立地条件を示す火山灰、火山ガラス、軽石などマグマ噴出によるテフラ堆積を証拠付けるものはみられなかった。だが、1300万年前と推定された採取地層のはるか上部は現生森林の根系が分布する厚い堆積テフラ火山灰層となっていた。この堆積テフラ火山灰層が存在して、そこに現生のモミ属、トウヒ属、カンバ属、コナラ属など針広混生林が成立していた。このような堆積テフラ火山灰上へ森林植生が成立したことは、本研究における石狩地方の他の古植生調査地点でも同様であった。低標高地の北広島市富ヶ岡では下方の野幌層(木村ほか(1983)の裏の沢層)で200万年前の地層の試料が、また層序上部の西の里層では30万年前の層の試料が得られ、星野ほか(1985)の試料でも、前出した中山峠の海拔634 mの下方での現生森林植生と同様にテフラ上にモミ、トウヒ属、カンバ属、コナラ属などの針広混生林が成立していた。もちろんコメツガ、スギ、グイマツなどの介在はあったものの基本的な樹種(属)の出現の現象は変わらなかった。石狩地方東南部の安平町富岡では約10万年に爆発噴出し堆積した洞爺火山灰(Aafa2)テフラ上にモミ、トウヒ属、カンバ属、コナラ属などの針広混生林が成立していた。北広島市富ヶ岡の01地点の調査などで採取された泥炭(年代測定値は北広島市富ヶ岡01地点の17917 calBP)も同様に洞爺層や支笏湖噴出物など火山噴出物テフラ上に成立していたもので、テフラがkeyとなって森林植生やミズゴケ、スゲ類など湿原植生が成立したと考えられた。

さらに1万年前以降では、江別市文京台におけるボーリング試料の1576 calBC (3280±140 BP)前後はA帯とB帯の境目だが、出現樹種の推移に大きな変化はない。すでに常緑針葉樹からコナラ亜属を主としオニグルミやハンノキ属(ケヤマハンノキか?)を交えた落葉広葉樹優位の林相に推移したことを物語っている。さらに上部のB帯とC帯の間でそれらの落葉広葉樹が激減しているのは、大規模な火山灰テフラの堆積による一時的な衰退の影響と考えられた。またその時点ではトウヒ属などの常緑針葉樹母樹やカバノキ属母樹は既に激減していたのであろう。火山灰テフラの堆積後初期に定着しやすい常緑針葉樹やカバノキ類などの落葉広葉樹は陽樹であって、うっ閉した後の世代交代はかなり難しいからである。

以上のように、森林植生の成立と世代交代は古くから行われてきたもので、北海道で時折起こる火山爆発が契機となって、噴出堆積した火山灰テフラ上で繰り返されてきたと考えられる。すなわ

ち火山の爆発とテフラ火山灰の堆積はこうして古くからの森林植生の成立、世代交代に大きく寄与したといえるだろう。しかも森林を構成する種属の種子散布様式からみると、新第三紀中期中新世(1300万年前?)の1.中山峠試料で多くの種属は風力散布型であるが、優占種であったイヌブナをはじめブナ、コナラ属、ハンノキ属、ニレ属、オニグルミは鳥獣による動物散布型である。もちろん立地条件や偶然性に左右される風力散布種もみられるが、成田ら(2017)の道北下川町の試料でも *Fagus*、*Prunus*、*Cercidiphyllum*、*Pterocarya*、*Alnus*、*Vitis*は動物散布型であった。またOkazaki(1957, 1958)の十勝地方や釧路地方の試料でも *Pinus*、*Fagus*、*Quercus*、*Alnus*、*Ericaceae*などは動物散布型であった。このように新第三紀中期中新世以降、動物による種子散布が森林植生の形成・変化に寄与したといえるだろう。

### (3) 植生の連続性

今回の調査で石狩地方でも最も古い試料であった、新第三紀中期中新世(1300万年前?)の中山峠の試料は図2のようにイヌブナ、ブナなど暖帯性広葉樹の種属のほかスギ、ツガ属、メタセコイアといった暖帯性の針葉樹の樹種が特異的に出現していた。しかし、これらとともにトウヒ属、モミ属の針葉樹、コナラ属、カバノキ属、ハンノキ属、ニレ属、オニグルミ、シデ属、ハシバミ属といった広葉樹の種属も出現していた。これらは石狩地方の他の調査地点でも地層の下層から上層まで、石狩地方の原生植生として同様に登場した種属であった。個別の樹種についてみるとスギ、ツガ属、メタセコイアやコメツガ、グイマツ、ゴヨウマツ、イヌブナなどが衰滅したことを除けば、最下部のボーリングコアから最上部のコアまでモミ、トウヒ属、カンバ属、コナラ属、ハンノキ属など現在もみられる種属の常緑針葉樹や落葉広葉樹を主とした花粉が出現し、全体としてみると急な増減を示すことは少なく、ほとんど連続的に出現しており、世代交代を繰り返してきたといえる。衰滅した種属についてみると春木ら(2017, 2018)の近年の研究結果から、これらの衰退は気候的な影響というより各地の火山爆発によるテフラの新規堆積のような立地に応じて定着・成立してきた多くの種属にとって、陽樹であるため、自らの被陰により後継稚樹の生育と世代交代がすこぶる困難となったことによるだろう。つい最近までサハリン南部にツガ属の母樹林があったこともこのような考え方を支えているといえる。石狩地方の森林植生は古い時代から立地条件に強く依存した連続性をもっていたと考えることが出来る。

## 6. 結論

北海道中央部の石狩地方は地中に残っていた化石から、地質時代には陸地化して古第三紀の石炭層にみる亜熱帯域にあったようで、多様な亜熱帯地方に生息する樹木群により石炭が作られた。新第三紀中期中新世の1300万年前はイヌブナ、ブナ、スギ、ツガ属、メタセコイアなどの暖温帯性の樹種が多かったが、同時にこれ以降現在の森林植生に繋がる常緑針葉樹、落葉広葉樹も出現した。

石狩地方における<sup>14</sup>C年代測定値888 calADまでの7コの調査地点のボーリング調査試料から200万年前以降の森林植生は火山活動に伴い出現したテフラ堆積地に広がり、種子分散様式から風力散布樹種に鳥獣散布樹種が加わり多様となり現在の現生森林植生に至ったと考えられた。

## あとがき

興味深いのは、昨年研究発表されたR.N. Mitchellら(2021)の東工大研究グループにより、イタリア・アペニン山脈で得られた1億4550万年前から6550万年前の白亜紀に生成された石灰岩のサンプルに残された地磁気記録を分析する手法で、8400万年前の中生代白亜紀では地球の傾き(地軸)は現在の23.4度より+12度大きい古い地軸であったことが報告された。8600万年前から7900万年前までの700万年間に12度振動していたことがわかったという。8400万年前になると現在の地軸となり、赤道

も現在の位置に落ち着いたとされる。今後さらなる研究成果が期待されるが、この報告から、地軸に中央部で直交する赤道は日本付近でみると現在よりも北の種子島付近にあったことになる。計算すると石狩地方は現在の伊豆半島くらいの暖帯地方である。石狩地方はナウマンゾウやマンモスゾウの臼歯が見出され、種々の年代測定により4、5万年前であったことが分かっている（北海道開拓記念館, 2009）。草食動物である彼らが食料とする草本類は森林縁辺部の草原地帯が存在していて、年間を通して凍結のない気温が草本類の生存とナウマンゾウやマンモスゾウの生活を支えることができたことも頷けられ、この時期でも現在よりも少なくとも12–14℃気温が高かったと考えられる（星野ほか, 2021, 2022）。このような過去における古植生から現生森林植生への推移は主に地球規模の地軸の変動に伴う太陽との位置関係による気候変化やプレートテクトニクス・火山活動に影響されたもので、近年の地球温暖化と称される人間生活に密接な波及現象とは異なる視点から捉えられるべきものであろう。

## 謝辞

本研究遂行の過程において、一般国道230号喜茂別町中山峠中央分離帯設置工事箇所における試料採取にご協力くださった菊地建設鋳業KK菊地真輔氏、安平町富岡での試料採取にあたって岩見沢団体研究グループ田中伸明氏ほかの皆様、江別市東野幌と文京台および北広島市西の里の試料採取にあたって加藤和子氏および遠藤龍畝氏、苫小牧市植苗ウトナイ湖北方B4コア調査では北海道開発局各位、大森正一氏と佐藤公則氏、そしてAafa2火山灰同定は前田寿嗣氏にご協力頂いた。植生についてご指導いただいた北大総合博物館名誉教授高橋英樹博士と首藤光太郎博士に厚くお礼申し上げる。ここに記して心より感謝申し上げます。

## 引用文献

- 春木雅寛・東三郎 (2017) 道北地方のアカエゾマツ林とテフラ. 北方森林研究, **65**, 17–20.
- 春木雅寛・東三郎・中須賀常雄 (2018) テフラと樹林形成. 第129回日本森林学会 (高知大学) RG0733.
- 東三郎 (2017) 林床テフラ考. テフラリンサークル, 札幌. 78pp (電子書籍).
- 北海道開拓記念館 (2009) 第65回特別展「北海道象化石展」資料.
- 大江フサ (1971) 北海道野幌丘陵南部における洪積統の花粉分析—とくに西の里層について—. 地球科学, **25**, 6, 245–250.
- 星野フサ (1990) 花粉化石は何個数えればよいか?. 春日井 昭教授退官記念論文集. p.93–96.
- 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の場合—. 日本花粉学会会誌, **40**, 1, 25–37.
- 星野フサ (2002) 野幌丘陵南部におけるツガ属小集団の消滅. 野幌研究, **1**, 14–16.
- 星野フサ・春木雅寛・南雅代・中村俊夫 (2021) AMS <sup>14</sup>C年代測定に基づく北海道石狩低地帯の花粉分析データからの古植生と推移相. 名古屋大学年代測定研究, **5**, 12–22.
- 星野フサ・伊藤浩司・矢野牧夫 (1985) 北海道石狩低地帯における最終氷期末期の古環境. 北海道開拓記念館研究年報, **13**, 23–30.
- 星野フサ・金川和人・岩見沢団体研究グループ (2013) 胆振東部・安平町富岡のフモンケ川流域に分布する泥炭層の花粉分析-Toya火山灰降下直前の古環境-. 日本地質学会北海道支部例会講演要旨集. 7-8.
- 五十嵐八枝子・荻谷愛彦・下川浩一 (2013) サハリン南西部に分布する後期完新世埋没土層からのツガ属花粉の産出. 第四紀研究, **52**(3), 59–64.



- 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**(3), 162-177.
- 成田敦史・矢部 淳・松本みどり・植村和彦 (2017) 北海道下川町上名寄から算出する中新統パンケ層産植物化石群集の古植生解析. 地質学雑誌, **123**, 3, 131-145.
- 大森正一・中村俊夫・星野フサ・前田寿嗣 (1997) 石狩低地帯南部のボーリングコアにみられる上部更新統から完新統の層序特性-Aafa2堆積以降の古環境変化-. 加藤誠教授退官記念論文集, 317-324.
- 大森正一・星野フサ・中村俊夫・前田寿嗣・佐藤公則 (1992) 美々川上流部の泥炭層の花粉分析と<sup>14</sup>C年代. 日本地質学会北海道支部支部報, **3**, 23-24.
- Ross N. Mitchell・Christopher J. Thissen・David A. D. Evans・Sarah P. Slotznick・Rodolfo Coccioni・Toshitsugu Yamazaki・Joseph L. Kirschvink (2021) A Late Cretaceous true polar wander oscillation. *Nat Commun* **12**, 3629
- 徳永重元 (1967) 石炭のはなし (地下の科学シリーズ10) .156pp. KKラテイス, 東京.
- 矢野牧夫・星野フサ・前田寿嗣 (1992) 石狩低地帯における最終氷期初期の森林植生. 日本地質学会北海道支部支部報, **3**, 29-30.
- Yoshio Okazaki (1957) Palynological and Stratigraphical Studies on the Paleogene Coals in the Kushiro Coal Field, Eastern Hokkaido. -Geology of the Beppo Formation and its Pollenanalysis (Part 1). *Journal of Hokkaido Gakugei University*, **8**, 1, 91-97. + Plate2.
- Yoshio Okazaki (1958) Stratigraphical and Palynological Studies of the Honbetsu group and the Ikeda Formation (Pliocene, Tertiary) in Eastern Hokkaido. *Journal of Gakugei University*, **9**, 1, 230-247 + Plate2.

## 日本語要旨

北海道石狩地方における著者らが行った7箇所のボーリング調査地点の花粉・孢子組成図、柱状図、現生森林植生、土性調査結果をもとに古植生から現生森林植生への流れ、森林植生の成立の要因、森林植生の連続性を考察した。

石狩地方西部の海拔600 m余の中山峠は1300万年前にはイヌブナ、ブナをはじめスギ、ツガ属、メタセコイアなどの暖温帯性の樹種が出現し、現在も見られるトウヒ属、モミ属の常緑針葉樹、コナラ属、カバノキ属、ハンノキ属、ニレ属、オニグルミ、クマシデ属、ハシバミ属といった落葉広葉樹の種属も出現した。第三紀中期中新世の1300万年前は上述した暖温帯性の樹種がみられたほか、同時にこれ以降現在の森林植生に繋がる常緑針葉樹、落葉広葉樹も出現した。

古植生や現生森林植生の成立や推移についてみると、石狩地方における最も新しい<sup>14</sup>C年代測定値888 calADまでの7箇所のボーリング調査地点の試料から、200万年前以降の森林植生は火山活動に伴い出現したテフラ堆積地に広がり、種子分散様式から風力散布樹種に鳥獣散布樹種が加わり多様な現在の現生森林植生に至ったと考えられた。