

北海道東部 (阿寒湖 No.1・網走湖豊住No.1) の2つのボーリングコアの花粉分析と  
AMS <sup>14</sup>C年代測定による後期更新世と完新世の植生変遷  
**Findings on vegetation changes since Late Pleistocene confirmed at two boring cores  
in the eastern part of Hokkaido (No.1 Lake Akan and No.1 Toyozumi, Lake Abashiri)  
by pollen analysis and AMS <sup>14</sup>C Dating**

星野フサ<sup>1\*</sup>・岡孝雄<sup>2</sup>・春木雅寛<sup>3</sup>・中村俊夫<sup>4</sup>・南雅代<sup>4</sup>・  
近藤務<sup>5</sup>・米道博<sup>6</sup>・関根達夫<sup>2</sup>・山崎芳樹<sup>7</sup>・若松幹男<sup>8</sup>

Fusa Hoshino<sup>1\*</sup>, Takao Oka<sup>2</sup>, Masahiro Haruki<sup>3</sup>, Toshio Nakamura<sup>4</sup>, Masayo Minami<sup>4</sup>,  
Tsutomu Kondo<sup>5</sup>, Hiroshi Yonemichi<sup>6</sup>, Tatsuo Sekine<sup>2</sup>, Yoshiki Yamazaki<sup>7</sup>, Mikio Wakamatsu<sup>8</sup>

<sup>1</sup>北海道大学総合博物館(植物・図書ボランティア)・<sup>2</sup>(株)北海道技術コンサルタント・

<sup>3</sup>北海道大学総合博物館(資料部研究員)・<sup>4</sup>名古屋大学ISEE年代測定研究部・<sup>5</sup>石狩沖積低地研究会・

<sup>6</sup>北海道道路エンジニアリング(株)・<sup>7</sup>(株)北開測地・<sup>8</sup>山の手博物館

<sup>1</sup> The Hokkaido University Museum (volunteer: plant and library), Minami-ku, Sapporo 005-0005, Japan.

<sup>2</sup> Hokkaido Gijutsu Consultant Co. Ltd., Higashi-ku, Sapporo 065-0043, Japan.

<sup>3</sup> The Hokkaido University Museum (Siryobu kenkyu-in), Kiyota-ku, Sapporo 004-0846, Japan.

<sup>4</sup> Division for Chronological Research, ISEE, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

<sup>5</sup> Society for study of Alluvial plain in the Ishikari depression.

<sup>6</sup> Hokkaido Doro Engineering Co. Ltd., Shiroishi-ku, Sapporo 003-0013, Japan.

<sup>7</sup> Hokkai-sokuchi Co. Ltd., Fukagawa 074-0013, Japan.

<sup>8</sup> Yamanote Museum, Nishi-ku, Sapporo 063-0009, Japan

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

### Abstract

The authors conducted pollen analysis on 35 samples collected from No.1 core of Lake Akan and on 100 samples from No.1 core of Toyozumi, Lake Abashiri and also performed AMS <sup>14</sup>C dating on 6 samples from the area, where vegetation changes have been confirmed. Detailed research investigation from expert perspective on peripheral vegetation of the two sites, 50 km away from each other, demonstrated that the vegetation was different considerably. The comparison of the point at the depth of 11m in the upper part of both the two cores indicated the fact in common that *Quercus* was the main vegetation. It is assumed that these *Quercus*-dominant parts are sediments formed during the Warm Period. The results from pollen analysis on the topmost part, A zone of both cores, showed that *Abies sachalinensis* and *Alnus hirsuta* increased in the No.1 core of Lake Akan and *Abies sachalinensis* and *Picea jezoensis* were on the downward trend in the No.1 core of Toyozumi, Lake Abashiri.

While *Abies sachalinensis* and *Alnus* were on the increase in and after 529-307 (95.4%) cal BP in No.1 core, Lake Akan, evergreen conifer was declining in and after 1065-934 (95.4%) cal BP in No.1 core of Lake Abashiri. Since such a difference is due to the difference in the nature of the underground soil between the two sites, we have considered that past geohistorical effects should also be fully taken into account when we take measures against the effects of global warming.

**Keywords:** Lake Akan; Lake Abashiri; AMS <sup>14</sup>C dating; pollen analysis; global warming

## 1. はじめに

筆頭著者の星野は、北海道東部の網走湖の南西側約5 kmの大空町豊住地区において豊住No.1コア(図1北)を入手し花粉分析を実施し、日本生態学会松本大会(星野ほか, 1999)と日本地質学会北海道支部例会(星野ほか, 2013)で報告したが、今回、分析試料数を追加し解析を進めた。さらに阿寒湖南側湖畔(釧路市阿寒町阿寒湖温泉)の阿寒湖No.1コア(図1南)についても同様に花粉分析を行った。両コアの花粉分析結果の花粉組成が大きく変わる部分でAMS  $^{14}\text{C}$ 年代測定を名古屋大学宇宙地球環境研究所において実施した。両コアの周辺の現在の植生についても詳しく検討を行った。その結果、北海道東部において火山性山地の内部(阿寒湖畔)と周辺低地(網走湖南西側)の植生変遷の歴史に違いのあることと共通点があることが明らかになったので報告する。

## 2. 調査地点



図1 調査地点

阿寒湖No.1コアと網走湖豊住No.1コアは南北に50 km離れている(図1)。

日本測地系で阿寒湖No.1コアの位置は北緯 $43^{\circ}25'56''$ 、東経 $144^{\circ}05'52''$ に、また網走湖豊住No.1コアの位置は北緯 $43^{\circ}54'02''$ 、東経 $144^{\circ}06'47''$ である。

## 3. 阿寒湖畔と網走湖畔の現存植生

### [阿寒湖畔]

阿寒湖 No.1 ボーリングの位置する阿寒湖温泉周辺の現存植生(湖畔林)は、中密度の針広混生林であること

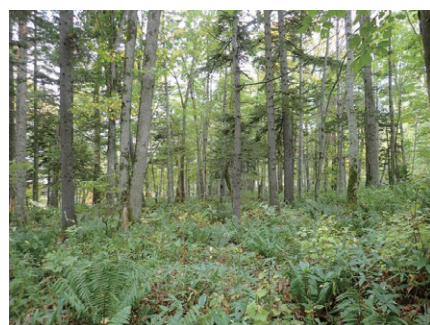


図2 阿寒湖畔。

上層はエゾマツ、トドマツ、ヤチダモなどの針広混生林。林床はミヤコザサが優占する。(撮影は春木雅寛: 2019.10.11)

を確認した(図2)。上層の林冠は樹高22 mから30 mに達する常緑針葉樹のエゾマツ・トドマツと、オヒヨウ・エゾイタヤ・ヤチダモ・ケヤマハンノキ・ハルニレ・ハリギリ・シナノキ・オニグルミなど多様な落葉広葉樹からなる。中層にはイチイ、シウリザクラ、ミズキ、低木としてはエゾニワトコ、キンギンボクがみられる。林床は最大稈高65 cmのクマイザサが被覆率ほぼ100%で優占するが、ウド、エゾイラクサ、エゾヨモギ、ヨブスマソウ、アキタブキ、エゾトリカブト、オオウバユリ、オシダ、ヤマドリゼンマイなど適潤地の針広混生林にみられる多年生草本が介在する。このような植生は、林相としては道央から道東、道北地方の山地下部(山麓)にみられる森林植生といえる。湖岸を少し離れると、林床は最大稈高40 cmあまりのミヤコザサが被覆率ほぼ100%で広がる。

温泉街を東に進むと雄阿寒岳の山麓となり、エゾシャクナゲ、コヨウラクツツジなどツツジ科低木が林床に多い、樹高30 mを超える純林状のアカエゾマツ林となる。北西の津別町へ向かう釧路北峠周辺

は後継樹の密生するエゾマツ、トドマツ主体の常緑針葉樹林となる。一方、湖畔南西側は何度も噴火を繰り返してきた雌阿寒岳など火山群の山麓が広がり、山腹上部に至るまで広範に、樹高20-30 mを超えるアカエゾマツを主としてエゾマツ、トドマツを交えた常緑針葉樹の景観となる。

以上まとめると、雄阿寒岳と雌阿寒岳に挟まれた阿寒湖畔一帯は、樹高25-28 mのエゾマツ、トドマツが目立つ針広混生林が主体で、広葉樹主体の箇所がモザイク状に交じり合っている。

#### [網走湖付近]



図3 網走湖畔南西部の住吉1号橋付近の広葉樹林相。上層にカシワが多く、林床はクマイザサが優占する。(撮影は春木雅寛：2019.10.9)

豊住 No.1 ボーリング地点付近の現存植生（隣接西側台地）は、樹高10-14 mのカシワを主としてミズナラ（コナラ属）、オニグルミ、ハリギリ、シラカンバ、アカイタヤ、ヤチダモ、エゾノバッコヤナギ、オノエヤナギなどを交えた落葉広葉樹林（二次林）で、林床は稈高50-100 cmのクマイザサが被覆率ほぼ100%で優占しているのを確認した（図3）。網走湖の西側は低湿地が少なく、標高150 m以下の台地が広がる。農地やカラマツ人工林などを除くと、樹高14-28 mに達する中密度の森林植生（天然生林）で、ミズナラが多く、これにハルニレ、ヤチダモ、ハリギリ、オニグルミ、カシワ、アズキナシ、オオヤマザクラ（エゾヤマザクラ）、シラカンバ、エゾイタヤなど多様な樹種を含む落葉広葉樹林となっている。林床は最大稈高110 cmのクマイザサが被覆率100%で密生

し、林縁にウド、オオヨモギ、カラマツソウなどが介在する。なお、網走湖の南西部の網走市・大空町・北見市の境界部の丘陵地帯は国有林「オホーツクの森」が維持され、トドマツ、エゾマツと落葉広葉樹の針広混生林（天然林）となっている。

一方、網走湖の東側湖畔～南側網走川河口付近には低湿地が広がっている。40年前は端正なハンノキ優占の林相であったが、現在はハンノキの衰退とともにその後継樹も少なくなり、樹高15-23 mのヤチダモやハルニレを主体に、少数の樹高27-28 m、胸高直径50 cmに達するハンノキ、カツラ、ミズナラなどが上層の林冠にみられる。中下層にハシドイ、ヤマグワ、ノリウツギなどが散見される。林床は最大稈高140 cmのクマイザサ（被覆率55%）が優勢で、ヨシ、イワノガリヤスなどのイネ科高茎草本、トクサ、エゾイラクサ、フッキソウ、ヤマドリゼンマイや春植物のミズバショウなどが顕著に介在する。河畔や湖沼周辺に普通にみられる低湿地森林植生といえる。林内外はカラマツなどの植栽木を除き常緑針葉樹はみられない。

#### 4. 阿寒湖No.1と網走湖豊住No.1コアの地質柱状図

阿寒湖No.1コア（図4左：孔口標高418.73 m、掘削深度19.0 m）は阿寒湖漁業協同組合が1997年に行ったものである。深度11.53 mより浅い部分を示した。軟弱なシルト層で、表土から3 cmごとに袋詰し、ほぼ等間隔に35試料を分析した。深度7.2 m付近の礫混じり砂質シルトの部分で花粉組成が変わる。

網走湖豊住No.1コア（図4右：孔口標高9.57 m、掘削深度33 m）は北海道開発局が地盤調査ボーリングで湖岸段丘堆積層が分布する（佐藤, 1965）。深度25.5 m以浅について表土を試料番号1として下に向かって連続番号を付け袋に詰めたがすべて示すと見にくくなるため各花粉帯の上部と下部の試料番号を示すことを基準とした。深度25 m付近には厚さ2.2 mのクッシャロ庶路テフラ（Kc-Sr）が存在（同定は新井房夫博士）し、その直上でAMS<sup>14</sup>C年代測定値が得られた。マガキが深度22 m、16 m、14 mの深度に産出し、潟湖の環境であったことを示している。深度15 m付近のマガキのAMS<sup>14</sup>C年代測定を実施により網走湖豊住No.1コアが潟湖であった時期の1層準の時代が判明し、さらに周辺の植生の広がりも明らかとなったのである。

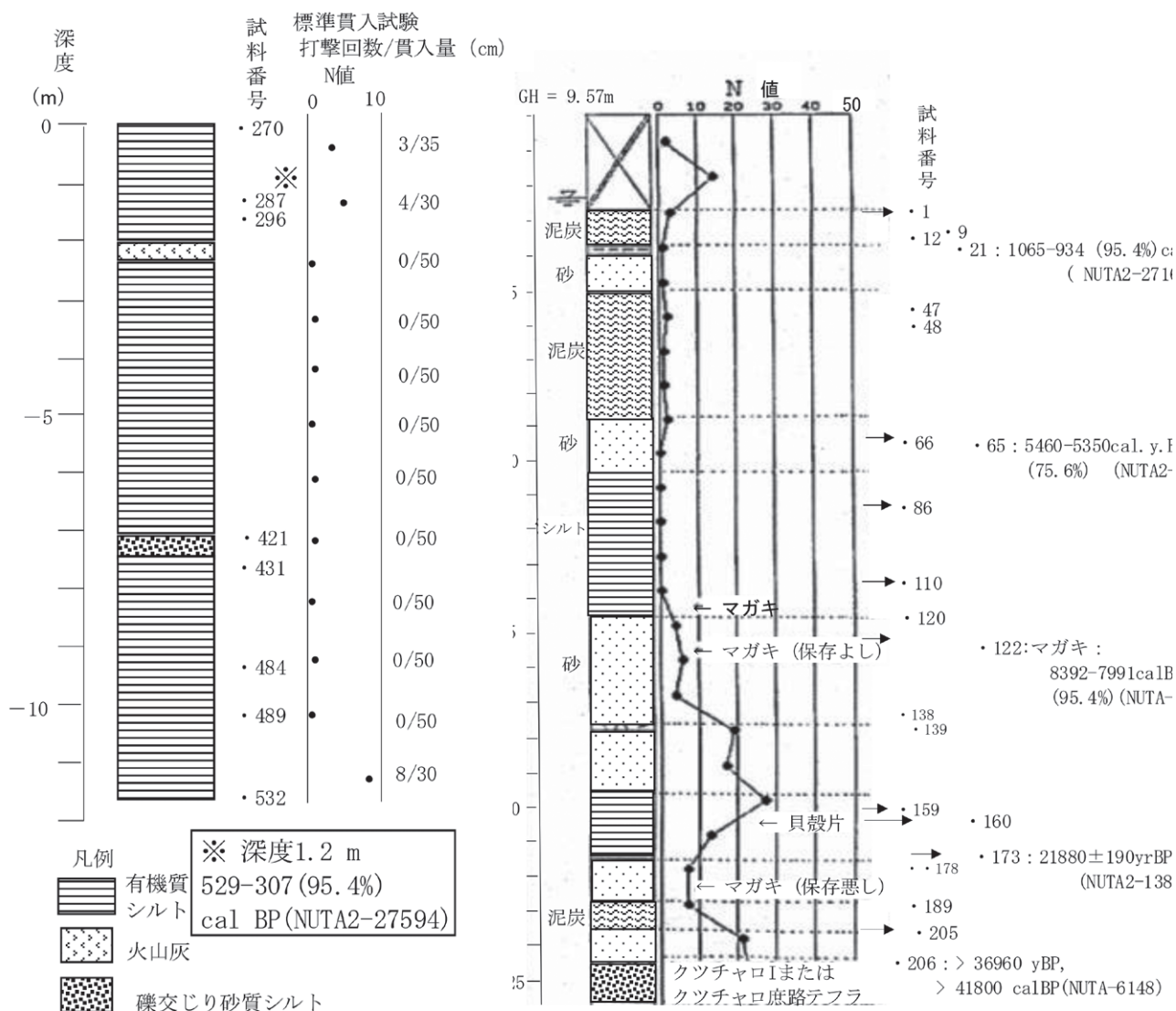


図4 阿寒湖No.1 コア (左) と網走湖豊住No.1 コア (右)

### 5. AMS <sup>14</sup>C年代測定

[表層に近い試料の実験方法と結果]

年代測定の対象とする試料は、地層に埋没している間に周囲から炭酸塩や腐植酸（フルボ酸・フミン酸）などの炭素を含む外来物質を取り込む。本来の年代に影響を及ぼすこれらの汚染物質を取り除くため、ABA処理（Acid-Base-Acid処理）と称する酸-アルカリ処理で、以下の3工程を80°Cの条件下で行った。すなわち、ビーカー中で1.0 mol/L-塩酸（12時間）、1.0 mol/L-水酸化ナトリウム溶液（1時間）、1.0 mol/L-塩酸（12時間）による処理を行い、異なる溶液に移る際には超純水（Milli-Q Gradient A10）で4回洗浄した。洗浄水が中性になったことを確認してから試料を凍結乾燥した後、6 mm径の石英管に入れて石英綿で軽く蓋をしたものを、銀線と酸化銅とともに9 mm径の石英管に真空封入した。これを電気炉内で900°C、4時間加熱し、発生したCO<sub>2</sub>を回収した。得られたCO<sub>2</sub>ガスをそれぞれ触媒の鉄と水素ガスとともに封入し、620°Cで6時間反応させてグラファイトを作成した。

上記のような試料調製により作成したグラファイトの<sup>14</sup>C年代を名古屋大学宇宙地球環境研究所のタ

ンデトロン加速器質量分析計2号機 (4130-AMS by HVEE) で測定した。標準物質としては、シュウ酸 (NIST SRM4990) を、ブランクとしてはIAEA-C1および<sup>14</sup>C-freeシュウ酸を用いた。<sup>14</sup>C年代の暦年較正はIntCal13 (Reimer et al., 2013) を用い、OxCal v4.3.2 (Ramsey, 2009) によって行った。

表1 AMS<sup>14</sup>C年代測定結果

| 試料番号    |                    | $\delta^{13}\text{C}$ (‰)<br>by AMS | <sup>14</sup> C age $\pm 1\sigma$ (BP) | Calibrated age $\pm 2\sigma$<br>(calBP) | Lab.Code #<br>(NUTA2-) |
|---------|--------------------|-------------------------------------|--|---|------------------------|
| TyF-21  | Soil (Hum in)      | -25                                 | 1213 $\pm$ 34                          | 1261-1200 (17.6%), 1190-1058 (77.8%)    | 27159                  |
| TyF-21  | Soil (Hum ic acid) | -25                                 | 1099 $\pm$ 33                          | 1065-934 (95.4%)                        | 27161                  |
| AKK-287 | Wood               | -29                                 | 395 $\pm$ 68                           | 529-307 (95.4%)                         | 27594                  |

誤差 $\pm 1\%$

[網走湖豊住No.1コアの<sup>14</sup>C年代値と暦年較正の結果]

1.カキ貝殻 (d=15.0-15.5 m)

<sup>14</sup>C age : 7740  $\pm$  100 BP (NUTA-5328)、較正年代 : 8392-7991 cal BP (95.4%、2標準偏差)、  
較正条件:較正データ : Marine 09、海洋炭素ローカルリザーバー効果 :  $\Delta R=393 \pm 32$  14C yr.  
{Yoneda et al. (2007), Nucl, Instrum . Meth . B259}

2.泥炭試料(d=23.5 m)

<sup>14</sup>C age: > 36,960 BP (NUTA-6148)、較正年代 : >41,800 cal BP、較正条件 : 較正データ : IntCal09

6. 花粉分析

[試料]

阿寒湖 No.1 コアにおいては、図4の右に示す深度 0-11.53 m 間の試料番号 270 (深度0 m) ~532 (同 11.53 m) の35試料をほぼ均等間隔に採取した。豊住 No.1 コアにおいては、深度2.7-23.5 m 間の試料番号 1 (深度2.7m) ~205 (同23.45 m) について100 試料を採取した。図4 (右) に示すように実験した試料間隔は下部で小さい。

[分析の方法と検鏡]

2 cc ほどの試料に10% KOH を注ぎ 1 昼夜放置後、分散させ105ミクロンの網を通し放置する。傾斜法で上澄みの除去を続け花粉より小さい粒子がなくなったら、試料に希釈した塩酸を加え石灰分微粒子を溶かし、ピーカーの底に沈んだ珪酸分を取り除く。アセトリシス処理に続き、塩化亜鉛過飽和溶液で花粉を浮かせ超音波発振器で分散を進めた後、グリセリンゼリーでスライドガラス上に封入した。Zeissアキシオスコープ光学顕微鏡1000倍下で花粉と胞子を同定した。星野 (1990, 1994) に基づいてプレパラート中の花粉と胞子が100 個になるまで数え、米倉・邑田 (2012) の植物の系統進化を考慮した順に表示した。

7. 結果

[阿寒湖No.1コア]

表2にカウントした花粉と胞子の数を示し、※印を付した主要植物について花粉胞子組成図 (図5) を作成し、上位からA~Dの4花粉帯を設定し、下位から説明する。

D帯 (試料番号489-532 ; 深度10-11.53 m) : ミズナラが多く試料番号531で61%となる。上部ではトドマツ (モミ属)、エゾマツ・アカエゾマツ (トウヒ属) などの常緑針葉樹がやや多くなり、乾燥・寒冷的な植生への変化が現れ始めている。

C帯 (試料番号431-484 ; 深度7.25-9.3 m) : トドマツおよびエゾマツ・アカエゾマツが安定して含まれ、試料番号459でエゾマツ・アカエゾマツが43%出現する。ミズナラは試料番号431で33%に達し、カバノキ属も10%前後存在する。

B帯 (試料番号 296-421; 深度1.5-7 m) : トドマツの勢いは変わらないが、エゾマツ・アカエゾマツが試料番号355で63%に達する。林床が暗くなったためカバノキ属が衰退し、乾燥した寒冷な環境下の常緑針葉樹林の景観を示す。

A帯 (試料番号 270-287; 深度0-1.2 m) : トドマツとハンノキ属が上位へ増加傾向を示す。さらに試料番号287でカバノキ属 (主にシラカンバ) のスパイク状出現 (14%) を常緑針葉樹の減少した裸地へのカバノキ属の進出とみなせる。深度1.2 m の試料番号287のAMS <sup>14</sup>C年代測定の結果は529-307 (95.4%) cal BP (NUTA2-27594)であった。

なお、図5でカバノキ属とされるものは、表1に示すように基本的にはシラカンバである。ただし、直径サイズ 37.5 μm より大きい3孔型花粉はダケカンバ花粉と考えられ (星野・萩原, 2011)、それらは試料番号270に2個、同287、431 に各1個含まれる。ブナ花粉は表1に示すようにC帯・D帯の試料番号431で1個、同474、529 で各2個、同532で3個含まれ、遠隔地からの空中飛来ではなく、ブナの自生が窺われる。

表2 阿寒湖 No.1 コアの花粉・孢子カウント数

| 花粉帯 | 試料番号 | ※ミズゴケ | ※ヒカゲノカズラ科 | ※ヤマドリゼンマイ | Y条溝型孢子 | ※単葉型孢子 | ※トドマツ | ※ハンノキ属 | ※五葉松型 | 二葉松型 | スギ属 | ミズバシヨウ | ※カヤツリグサ科 | ※イネ科 | キンポウゲ科 | カラマツソウ属 | ブドウ属 | ワレモコウ属 | ※ニレ属 | クリ | ※ブナ | ※ミズナラ | ※オニグルミ | ※ハンノキ属 | ※シラカンバ | ※シデ属 | ※ハンバミ属 | ※カエデ属 | ※キハダ | ※シナノキ属 | イブキトラノオ属 | タテ科 | ※イヌタデ属 | ソウジ科 | トネリコ属 | ※キク亜科 | ※ヨモギ属 | タンポポ科 | ※タラノキ属 | セリ科 | 数えた花粉孢子総数 |     |
|-----|------|-------|-----------|-----------|--------|--------|-------|--------|-------|------|-----|--------|----------|------|--------|---------|------|--------|------|----|-----|-------|--------|--------|--------|------|--------|-------|------|--------|----------|-----|--------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-----------|-----|
| A   | 270  | 1     | 1         | 3         | 12     | 25     | 16    |        |       |      |     | 2      | 6        |      |        |         |      |        | 2    |    |     | 3     | 19     | 2      |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       | 5      | 2   | 100       |     |
|     | 280  | 4     | 6         | 16        | 20     | 23     | 1     |        |       |      |     | 1      | 1        |      |        |         |      |        | 1    |    |     | 8     | 13     | 2      | 1      | 1    | 1      |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        | 1   |           | 100 |
|     | 287  | 3     | 1         | 4         | 10     | 38     |       |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        | 2    |    |     | 9     | 12     | 14     | 2      | 1    | 1      | 2     | 1    | 1      |          |     |        |      |       |       |       |       |        | 3   |           | 100 |
|     | 296  |       | 4         | 3         | 19     | 58     |       |        |       |      |     |        | 1        |      |        |         |      |        | 2    |    |     | 7     | 2      | 2      |        |      |        |       |      |        | 2        |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
| B   | 299  |       | 1         | 4         | 8      | 12     | 49    | 1      |       |      |     | 1      | 1        |      |        |         |      |        | 1    |    |     | 11    | 6      | 4      |        |      |        |       |      | 1      |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 309  | 1     | 2         | 2         | 13     | 18     | 40    |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      | 1      | 1    |    |     | 5     | 1      | 5      | 4      |      |        |       |      |        | 2        |     |        |      | 1     |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 319  |       | 1         | 1         | 3      | 25     | 49    | 1      |       |      |     |        | 1        |      |        |         |      |        |      | 1  |     | 4     | 7      | 4      | 4      |      |        |       |      | 1      |          |     |        |      |       |       | 3     | 1     |        |     | 100       |     |
|     | 321  |       | 2         | 10        | 26     | 51     |       |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 3     | 4      | 4      | 4      |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 331  |       | 1         | 4         | 7      | 23     | 43    |        |       |      |     |        | 1        |      |        |         |      |        |      | 3  | 1   | 7     | 1      | 4      | 2      |      |        |       |      | 2      |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 341  |       | 1         | 1         | 6      | 21     | 49    |        |       |      |     |        | 1        |      |        |         |      |        |      | 1  |     | 6     | 5      | 1      | 1      |      |        | 3     | 1    |        |          |     | 2      |      |       |       | 2     | 1     |        |     | 100       |     |
|     | 345  |       | 2         | 5         | 1      | 5      | 27    | 51     | 1     |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 4     | 1      | 2      |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       | 1     |       |        |     | 100       |     |
|     | 355  |       |           |           |        | 2      | 15    | 63     |       |      |     |        |          |      |        |         | 1    |        |      |    |     | 3     | 1      | 9      | 1      |      | 1      |       |      |        | 1        |     |        |      |       |       |       |       | 1      |     | 100       |     |
|     | 365  |       | 2         | 3         | 7      | 32     | 53    |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 2     | 1      | 1      | 1      |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 368  |       | 2         | 2         | 2      | 24     | 62    | 2      |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 5     | 1      | 1      | 1      |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 378  |       | 1         | 2         | 4      | 19     | 53    |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 7     | 7      | 3      |        |      | 1      | 1     |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     |           | 100 |
|     | 388  |       | 4         | 7         | 22     | 49     | 1     |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 7     | 3      | 4      |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     |           | 100 |
|     | 394  | 1     | 5         | 1         | 6      | 20     | 46    |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      | 1      |      |    | 2   | 7     | 4      | 2      | 1      | 1    |        |       |      | 1      |          |     |        |      | 1     |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 404  | 2     | 2         | 5         | 3      | 27     | 46    |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 5     | 1      | 4      |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     |           | 100 |
|     | 414  | 1     | 1         | 1         | 4      | 35     | 36    | 2      |       |      |     |        | 1        | 1    |        |         |      |        |      |    |     | 7     | 3      | 3      |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     |           | 100 |
| 421 |      | 3     | 5         | 31        | 35     | 2      |       |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 11  | 2     | 7      |        |        |      | 1      |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
| C   | 431  | 1     | 1         | 2         | 8      | 13     | 17    |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      | 1  | 33  | 2     | 6      | 11     |        |      |        |       | 2    | 1      |          |     |        |      |       |       |       |       |        | 100 |           |     |
|     | 439  | 1     | 1         | 2         | 3      | 26     | 25    | 1      |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 19  | 6     | 11     | 2      | 2      |      |        |       |      | 1      |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 449  | 3     | 5         | 1         | 6      | 20     | 29    | 1      |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 12  | 6     | 13     |        |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 459  | 1     | 1         | 1         | 8      | 16     | 43    | 2      |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 18  | 3     | 6      |        |        |      |        |       |      |        | 1        |     |        |      |       |       |       |       |        |     |           | 100 |
|     | 464  | 1     | 1         | 1         | 11     | 23     | 30    | 2      |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 17  | 1     | 10     |        |        |      |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 474  | 1     | 1         | 3         | 2      | 31     | 19    | 2      |       |      |     |        | 1        |      |        |         |      |        |      |    | 23  | 2     | 5      | 7      |        |      |        |       |      |        | 1        |     |        |      |       |       |       |       |        |     |           | 100 |
| D   | 484  |       | 5         | 35        | 34     |        |       |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      | 14 | 5   | 5     |        |        |        |      |        |       |      | 1      |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 489  |       | 1         | 3         | 6      |        |       |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    |     | 54    | 1      | 5      | 4      | 1    | 1      |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 11        | 100 |
|     | 499  |       |           | 6         | 13     | 7      |       |        |       |      |     |        | 2        |      |        |         |      |        |      |    | 1   | 1     | 5      | 4      | 1      | 1    | 1      |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 510  | 1     | 1         | 1         | 3      | 10     | 10    | 3      |       |      |     | 1      | 1        |      |        |         |      |        |      |    | 51  | 2     | 6      | 4      | 1      | 1    | 1      |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 512  | 1     | 2         | 1         | 2      | 11     | 13    | 4      |       |      |     |        | 1        |      |        |         |      |        |      |    | 48  | 3     | 5      |        | 1      | 2    |        |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 529  | 1     | 5         | 1         | 3      | 10     | 4     | 3      |       |      |     | 1      |          |      |        |         |      |        |      |    | 45  | 7     | 4      | 3      | 2      | 3    | 3      | 1     | 1    |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 530  | 2     | 4         | 2         | 4      | 4      | 5     | 1      |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 49  | 9     | 2      | 9      |        |      |        |       |      | 2      |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 531  |       | 5         | 2         | 1      | 1      |       |        |       |      |     |        |          |      |        |         |      |        |      |    | 61  | 9     | 2      | 3      | 4      | 1    | 2      |       |      |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |
|     | 532  |       | 1         | 1         | 6      | 3      |       |        |       |      |     |        | 1        | 1    |        |         |      |        |      |    | 46  | 4     | 12     | 8      |        |      | 1      |       | 1    |        |          |     |        |      |       |       |       |       |        |     | 100       |     |

※印を付した植物を花粉・孢子組成図に表示

[網走湖豊住No.1 コア]

カウントした花粉と孢子の数を表3に示し、※印を付した主要植物について花粉孢子組成図を作成し上位からA~Iの9花粉帯を設定し図6に示した。下位から以下ようになる。

I帯 (試料番号205; 23.45 m) : クッチャロ庶路テフラ (Kc-Sr) 直上の試料番号206 (深度23.5 m) は>41800 cal BP (NUTA-6148)である。この試料の1 m上の試料番号205はエゾマツ (トウヒ属) 59%で閉じた森林の存在を示す。

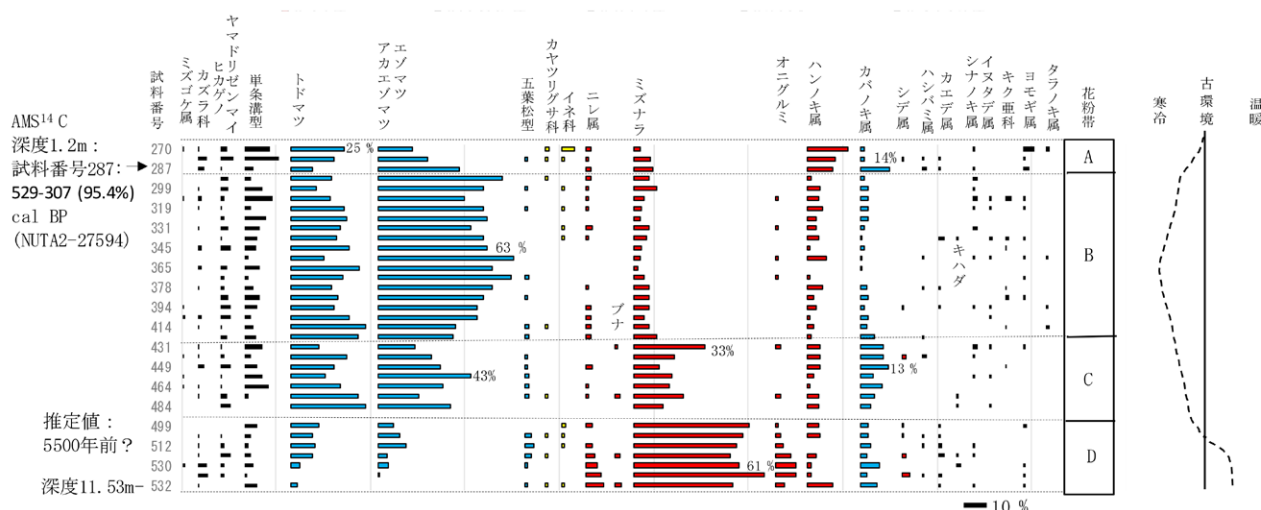


図5 阿寒湖 No.1 コアの主要花粉・胞子組成図

H帯 (試料番号200-GL22.6 ; 23.32-23.45 m) : ハンノキ優勢は持続し上部でエゾマツが増加する。

G帯 (試料番号178-189 ; 21.75-22.5 m) : コナラ亜属の出現が顕著で試料番号189で21%、試料番号179で38%となる。エゾマツとトドマツは少ない。

F帯 (試料番号177-160 ; 21.5-20.2 m) : カバノキ属が繁栄し、試料番号165で56%を示す。ハンノキ属も拡大している。試料番号165でカヤツリグサ科が13%、166番で12%を示し草原の拡大を示す。

E帯 (試料番号139-159 ; 20.1-17.4 m) : ハンノキ属は下位花粉帯に続き優勢である。

D帯 (試料番号127-138 ; 15.5-17.3 m) : ハンノキが多く試料番号136で66%である。ミズナラ・カシワの増加に変わる。下部でエゾマツは試料番号132で28%に増加する。ブナ花粉が微量だが定常的にみられる。やや乾燥・温暖な植生を示す。

C帯 (試料番号48-122 ; 6.0-15.0 m) : ミズナラ・カシワの最盛期が本帯であり、試料番号79で68%にも達する。本帯最下部の同122 (深度15 m) のマガキの年代測定値は8392-7991 cal BP(95.4%) (NUTA-5328) で、ミズナラ・カシワ繁栄の乾性期の始まりを示す。

さらに試料番号65 (深度9.25 m) で5460-5350 cal BP (75.6%) (NUTA2-137)である。

B帯 (試料番号12-47 ; 3.4-5.5 m) : 常緑針葉樹のエゾマツ・トドマツが20%前後含まれ、乾燥・寒冷の植生の特徴が示される。ブナがわずかながら含まれ、ミズナラ・カシワも一定の地位を占める。ハンノキ属のスパイク状の増加が本帯最上部の試料番号12で75%に達する。一方、シダ類ではヤマドリゼンマイが本帯下部で40%出現するが、上方へ急減し、替って単条溝型胞子 (オシダなど) が急増し67%に達する。常緑針葉樹とハンノキ属の消長は逆相関を示し、気候が不安定であったことを示す。試料番号21 (深度3.45 m) は1065-934 (95.4%) cal BP (NUTA2-27161)である。

A帯 (試料番号1-9 ; 2.8-3.25 m) : 単条溝型胞子 (オシダなど) が上方へ急増し試料番号1で61%となる。一方、最下部の試料番号9 (深度3.25 m) で27%存在したエゾマツは上へ向かうとトドマツとともに減少してわずかとなる。林床にはイネ科やカヤツリグサ科が5%前後と着実な定着がみられ、草本が勢いを増し、常緑針葉樹・落葉広葉樹とともに衰退し、いわば疎林化した温暖な乾燥ないし適潤の植生である。なお、表3に示すようにブナ属花粉が3 mより深い部分にわずかながら断続的に産出している。遠隔地からの空中飛来ではなく、ブナの自生が窺われる (図7)。





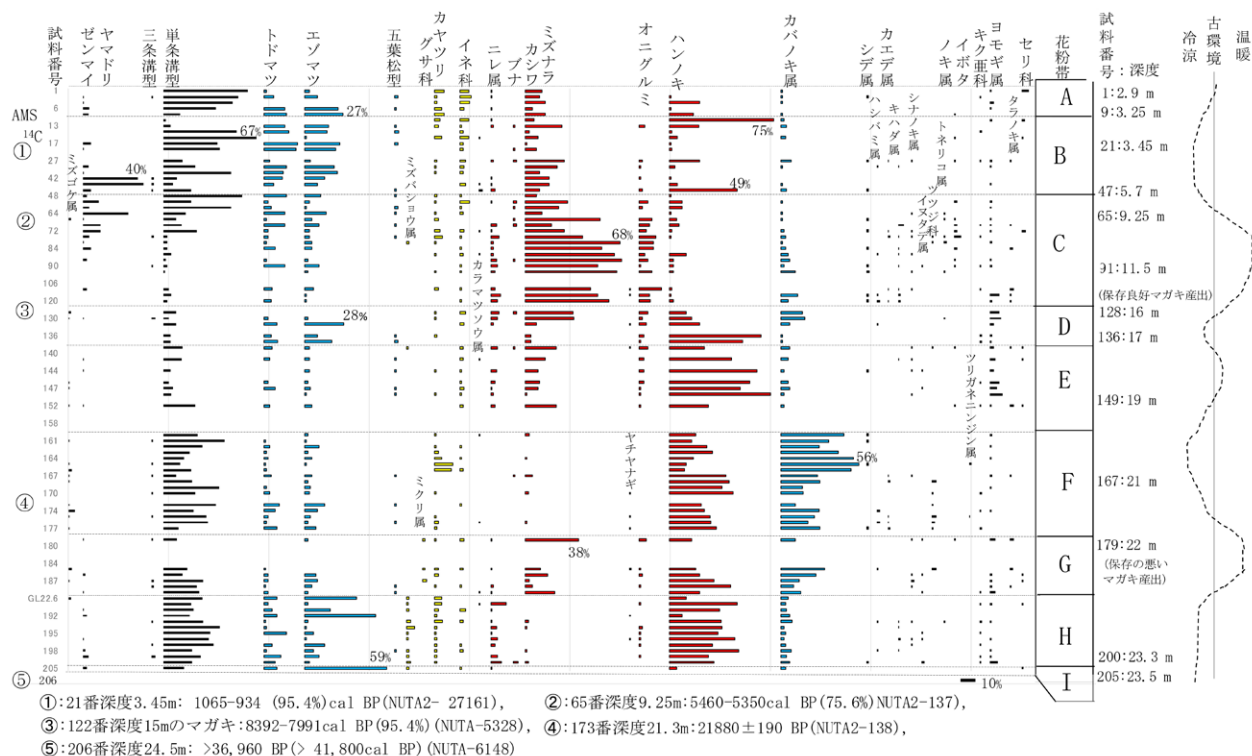


図6 網走湖南西側豊住 No.1 コアの主要花粉・孢子組成図

## 8. 考察

網走湖豊住No.1コアの下部で厚さ2.2 mクッチャロ庶路(Kc-Sr)が存在しその直上部で>41,800 cal BP (NUTA-6148)が得られた意義は大きい。このテフラはSpfa-1に覆われる(町田・新井1992)。石狩平野南部ではSpfa-1直下にSpfa-2が分布し優勢なトウヒ属林が存在し(星野・岩見沢団体研究グループ, 2000)、その東への広がりI花粉帯と考えられる。網走湖豊住No.1コアのI帯はトウヒ属のエゾマツが少数のトドマツ、林床にオシダなどを伴い、ハンノキ属、カバノキ属など他の種を圧倒して優勢である。屈斜路火山の火砕流が広範かつ厚く堆積した時期はSpfa-1に覆われることから40,000 BPころと類推される。火砕流は地下マグマの噴出物であるため無菌で、病原菌類に弱いトウヒ属にとって好適であったため広大で明るく、やや乾燥した裸地に飛散種子の定着と樹林成立を可能にしたと考えられる。

深度21 m付近での21,880±190 BP (NUTA2-138)についてはグイマツ起源と考えられる花粉が星野ほか(1999)と星野ほか(2013)ではみられたが本報告ではほとんど産出しないことから今後への課題となる。深度15 m付近のマガキ*Crassostrea gigas*の年代値8392-7991 cal BP (95.4%) (NUTA-5328)はコナラ亜属花粉増加の始まり、言い換えると潟湖存在の時期を決定したことになる。深度9.25 mの火山灰質細粒砂中の木片が5460-5350 cal BP (75.6%) (NUTA2-137)は冷涼化のためトウヒ属の増加期の始まりを示す。さらに深度3.45 mの泥炭から得られた1065-934 (95.4%) cal BP (NUTA2-27161)はエゾマツ増加の最盛期を示している。この測定値は北海道東部のオホーツク文化が土着の擦文文化に吸収され終わる時期である(吉崎, 1984)。北緯38°付近ではAD920に寒冷化が始まり渤海国の滅亡したAD926に近い(安田, 2016)。網走湖豊住No.1コアにマガキや貝殻片が出現することはオホーツク海につながる潟湖周辺の環境になったことを示しこの時期にミズナラ・カシワの落葉広葉樹林が拡大し、気候の温暖化による海面の上昇を示す。その後、冷涼化が始まり海面は下降し今日に至ったのである。

阿寒湖No.1コア下部の深度11.53 mから始まるD帯はミズナラなどコナラ属が優勢で、これにエゾマツ、トドマツなど常緑針葉樹やニレ属、オニグルミ、ハンノキなどの落葉広葉樹を交えた林相で気候的には温暖でやや乾燥した時期で5,500年前ころと推定される。上部のC帯ではミズナラが半減し、カ

バノキ属、ハンノキ属を交えるがエゾマツ、トドマツなど常緑針葉樹が増加して優勢となっていく。オシダなど単条溝型シダ類も増えやや寒冷・乾燥期に入る。一気に落葉広葉樹と常緑針葉樹の勢いが逆転するのではなく過渡期が存在したと言える。B帯の深度1 m付近の試料番号287のAMS <sup>14</sup>C年代測定値は529-307 (95.4%) cal BP (NUTA2-27594)までは、トウヒ属のエゾマツ、アカエゾマツ、モミ属のトドマツからなる常緑針葉樹全盛期といえる。オシダなど単条溝型シダ類が林床にあって落葉広葉樹のミズナラ、ハンノキ属、ニレ属などを交えている。そしてこの年代測定値以降にあたるA帯はエゾマツ、アカエゾマツのトウヒ属がかなり減少し、林床のオシダやヤマドリゼンマイがやや勢いを得て、ハンノキ属など少数だが多様な落葉広葉樹と混生する、現在に近い針広混生林の林相を呈している。

網走湖No.1コアのH~F帯はエゾマツやトドマツの常緑針葉樹が少数派となり、優位に立っていたハンノキがカバノキ属と地位を入れ替り、再び優位に立つなどして経過する。林床はオシダが顕著にみられ、常緑針葉樹が少なくなっていることからやや温暖かつ乾燥期といえよう。E~D帯では林床のオシダや常緑針葉樹が少ないままハンノキが勢いを得ている。マガキなどがみられることから、周辺が海水に覆われるなど、一旦樹林が衰退し、その後ハンノキが再び定着したと考えられる。C帯はこのハンノキに替わってコナラ亜属のカシワ、ミズナラが優勢となった。B帯にかけてコナラ属が急激に減少し、エゾマツ、トドマツさらには林床にオシダやヤマドリゼンマイなどのシダ類が増加する。気候的にはやや冷涼かつ乾燥期に入ったことを示唆している。一方、このころから少数だが多様な落葉広葉樹がみられることがわかる。B帯では気候的にはさらに乾燥が進みエゾマツ、トドマツがコナラ属やハンノキ属とともに一定の勢いを示し、さらには林床のオシダは全盛期となっている。最上部のA帯はエゾマツ、トドマツが衰勢を示して現在の植生に近づき、イネ科、カヤツリグサ科Cyperaceaeが増え、オシダも再び勢いを示す。退勢を示すハンノキとコナラ属が少数であることから、乾燥化が一段と進み、広く疎林化、草原化した。このように40,000 BPの火砕流テフラ堆積に始まり、地層は砂、有機質シルトの交互の堆積をし、海水被覆の影響を受けながらも常緑針葉樹やハンノキ、コナラ属など落葉広葉樹、林床を代表するオシダなどが現在につながる林相への推移を担ってきたと考えられる(表4)。



図7 ブナ属花粉  
(深度23.3 m:試料番号200)  
[1メモリは10 μm]

このような植生変遷の違いが存在したことは両地点の地史-地下地質-の違いによるものであり、遠い過去からの植生変遷の研究が期待され、将来の地球温暖化の影響への対策に際し、過去の地史的な影響も十分考慮すべきであることが明らかとなった。

両地点とも少量ではあるがブナ花粉が産出し特に深度23.3 mの試料番号200の画像を図7に示す。

表4 調査2点の花粉帯と地史ならびに植生の推移

| 南<br>調査地(標高) 阿寒湖畔(418.7m)<br>現存植生(主要林相・林床) 中密な針広混生林・クマイザサ、ミヤコザサ |                     |                       |          | 北<br>調査地(標高) 網走湖畔(9.57m)<br>現存植生(主要林相・林床) 中密な落葉広葉樹林・クマイザサ |                  |                       |               |     |           |
|---|---------------------|-----------------------|----------|---|------------------|-----------------------|---------------|-----|-----------|
| 帯   | 主要樹種の増減傾向           | AMS <sup>14</sup> C年代 | 深度(m)    | 帯   | 主要樹種の増減傾向        | AMS <sup>14</sup> C年代 | 事項            | 具   | 深度(m)     |
| A   | トドマツ、ハンノキの増加        | 529-307calBP          | 0-1.2    | A   | トドマツ、エゾマツ減少      |                       | 遼海国滅亡         |     | 2.8-3.3   |
| B   | エゾマツ、アカエゾマツ全盛、トドマツ増 | ※1)AD1615オランダ運河凍結     | 1.5-7.0  | B   | 常緑針葉樹増加          | 1065-934calBP         | ※1) AD920冷涼化で |     | 3.4-5.7   |
| C   | 常緑針葉樹、ミズナラ、カバノキ属増   |                       | 7.25-9.3 | C   | コナラ亜属増加          | 5400calBP             |               | マガキ | 6.0-14.4  |
| D   | 落葉広葉樹全盛、ブナ林も出現      |                       | 11.4     | D   | トウヒ属増加、ハンノキ減少    | 8000calBP             |               | マガキ | 15.5-17.2 |
|   |                     |                       |          | E   | ハンノキ全盛期          |                       |               |     | 17.4-20.2 |
|   |                     |                       |          | F   | カバノキ属とカヤツリグサ科増加  |                       |               |     | 20.3-21.5 |
|   |                     |                       |          | G   | コナラ亜属、ハンノキ、カバノキ増 |                       |               | マガキ | 21.6-22.5 |
|   |                     |                       |          | H   | ハンノキ増加           |                       |               |     | 22.5-23.7 |
|   |                     |                       |          | I   | トウヒ属増加           | 40000 BPころ            | 屈斜路火砕流堆積      |     | 24.5      |

マガキ化石の同定は鈴木明彦教授  
出典：1)安田喜憲(2016)

## 謝辞

豊住 No.1 コアを貸与された北海道開発局網走開発建設部北見農業事務所関係各位および和光技研(株)の故高橋巧二博士、宿田浩司の両氏、阿寒湖 No.1 コアの公表について許可を出された阿寒湖漁業組合長の逢坂健司氏に厚く感謝申し上げます。また貝化石の同定をされた北海道教育大学鈴木明彦教授ならびに火山灰の分析をして頂いた故新井房夫博士、さらに種々援助を惜しまれなかった名古屋大学宇宙地球環境研究所の関係各位および北大総合博物館の高橋英樹特任教授に心より感謝申し上げます次第である。

## 引用文献

- 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. 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南西岸の場合 -. 日本花粉学会会誌, 40, 1, 25-37.
- 星野フサ・岩見沢団体研究グループ(2000)茂世丑低地・角田盆地の後期更新世の花粉分析. 秋葉力先生追悼論文集. 79-90.
- 星野フサ・坂井敦行・太田昌宏・宿田浩司・中村俊夫 (1999) 網走湖南岸(女満別低地帯)における後期更新統以降の古環境変動 - 豊住 No.1 コアの花粉分析結果について -. 日本生態学会第46回大会講演要旨集, 113.
- 星野フサ・萩原法子 (2011) 微分干渉装置使用の光学顕微鏡で観察した木本花粉形態について. 日本花粉学会第52回大会講演要旨集, 42.
- 星野フサ・坂井敦行・宿田浩司・中村俊夫 (2013) 網走湖南岸(女満別低地帯)における後期更新統以降の古環境変動 - 豊住 No.1 コアの花粉分析結果について -. 日本地質学会北海道支部例会講演要旨集, 9-10.
- 町田 洋・新井房夫 (1992) クッチャロ庶路テフラ (Kc-Sr). 火山灰アトラス. 東京大学出版会. 86-87.
- 佐藤博之 (1965) 5 万分の 1 地質図幅および同説明書「阿寒湖」90.
- 安田喜憲 (2016) 環境文明論. 論創社. 647pp.
- 米倉浩司・邑田 仁 (2012) 日本維管束植物目録. 北隆館. 379pp
- 吉崎昌一 (1984) アイヌ民族北上説. 北海道創世記. 北海道新聞社. 186-189.

## 日本語要旨

阿寒湖 No.1 コアで35 試料、網走湖豊住 No.1 コアで100 試料の花粉分析を行った。植生に変化が見られる位置で6 点のAMS  $^{14}\text{C}$ 年代測定を行った。50 km 離れた2地点の周辺植生を詳細に検討するとかなりの違いがみられた。両コアの上部11 mを比較したところコナラ亜属 *Quercus* の多い部分が共通していた。このコナラ亜属の多い部分は温暖期の堆積物と考えられる。この両コアの最上部のA帯について花粉分析結果を比べると阿寒湖 No.1 コアではトドマツ *Abies sachalinensis* とハンノキ *Alnus hirsuta* に増加傾向が見られ、網走湖豊住No.1 コアのA帯においてはトドマツとエゾマツ *Picea jezoensis* に減少傾向が見られる。

阿寒湖 No.1 コアでは 529-307 cal BP (95.4%)以降トドマツとハンノキ属の増加があり、網走湖 No.1 では 1065-934 cal BP (95.4%)以降トドマツなど常緑針葉樹coniferの減少期となった。このような違いが存在したことは両地点の地史(地下地質)の違いによるものであり、地球温暖化研究など気候影響を考慮する際には過去の地史的な影響も反映されるべきである。