

北海道に残存していた常緑針葉樹ツガ属 —花粉分析とAMS¹⁴C年代測定—
Remaining Evergreen Conifer *Tsuga* in Hokkaido, Japan
— Pollen analysis and AMS¹⁴C dating —

星野フサ^{1*}・萩原法子¹・春木雅寛¹・南 雅代²・北川浩之²・中村俊夫³
Fusa Hoshino^{1*}, Noriko Hagiwara¹, Masahiro Haruki¹, Masayo Minami²,
Hiroyuki Kitagawa², Toshio Nakamura³

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

¹The Hokkaido University Museum, Kita-ku, Sapporo 060-0810, Japan.

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

³The Professor Emeritus, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan.

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

Abstract

Tsuga (*Tsuga sieboldii*, *Tsuga diversifolia*) is one of the representative evergreen conifers that had remained in Hokkaido from the earliest times to recent years, although its distribution has not been observed in Hokkaido today. Its pollen remained in the Paleocene coal fossils and was extracted in Kushiro, the eastern part of Hokkaido, in the warm period. *Tsuga sieboldii* is currently abundant in the southwestern area of Japan, while *Tsuga diversifolia* lies scattered in mountainous areas from the Kanto region to the Tohoku region. *Tsuga* pollen has been found in strata 14,000 to 7,000 years old in Sakhalin as well as in various parts of Hokkaido.

In regard to the transition and the characteristics of *Tsuga* (*Tsuga sieboldii*, *Tsuga diversifolia*) in various parts of Hokkaido, based on the results of pollen analysis and AMS¹⁴C dating, the authors studied chronological changes in the occurrence rates of *Tsuga* and of its companion species (*Picea*, Taxodiaceae, *Abies*), and consequently, they also discussed the relationship with *Picea*, whose establishment environments approximate those of *Tsuga*, the relations between the paleo-vegetation as far back as the ancient times and the present forest vegetation, and the path to the extinction of the genus *Tsuga*.

Pollen of *Tsuga*, along with that of tree species in the warm-temperate district zones, was found in the Paleocene coal fossils from the Kushiro coalfield in Hokkaido, which indicates 36–15% occurrence rate for all areas of eastern Hokkaido 13 million years ago, during the Neogene. In the Ishikari area, central Hokkaido, the occurrence rate was 30–25% between 500,000 and 300,000 years ago, and after 50,000 years ago, the rate dropped to 30–20% in some places and to only a few percents in others. On the whole, *Tsuga* is considered to have dwindled due to the momentum of *Picea*, whose establishment environments approximate those of *Tsuga*.

It is confirmed that *Palaeoloxodon naumanni* appeared in Hokkaido until 40,000 to 50,000 years ago, which suggests the warm period continued. Although *Tsuga's* occurrence rate was 5% at 888 cal AD (1140 BP) in Nishinosato, Kitahiroshima City, it was no longer observed afterwards, which indicates that this was a small-scale refugium.

Keywords: AMS¹⁴C dating; pollen analysis; *Tsuga*; Ishikari district; paleo-vegetation

1. はじめに

ツガ属(ツガ、コメツガ)は現在では北海道に分布していないが、最も古い時代から近年まで残存していた代表的な常緑針葉樹の一つで、花粉は新生代古第三紀の石炭化石に残る温暖期に北海道東部の釧路で産出された。現在ツガは西南日本に多く、コメツガは関東から東北地方にかけての山岳地に散在している(倉田・濱谷, 1971)。ツガ属は時代を下ると新第三紀には道北地方で温帯性樹種のスギ科やブナとともに存在しており、同じ新生代新第三紀中新世の1300万年前にはツガ花粉が北海道中央部札幌市付近の中山峠の海拔630 mで、イヌブナやブナなど暖温帯性落葉広葉樹や常緑針葉樹の花粉に随伴して出現している(星野ほか, 2023)。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・孢子分析データや植物遺体化石データがある。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)以降の花粉試料中にツガ属も加わり、近年の888 cal AD (NUTA-5441)までツガ属は集団で生きていたようである(星野ほか, 2023)。

また、ツガ属花粉はサハリンでも1.4-0.7万年前の地層で発見されており、気候変化で北方から姿を消したのではないと推定されるのである。本報で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¹⁴C年代測定値はもちろんのこと、ツガ属と随伴種の出現率の変化を時代を追って検討することにより、生立立地や古い時代からの古植生と現生森林植生の関わり、消滅への道筋を理解できるのではないかと考えた。とくに随伴種との関係を探るのはこれまでなされていない試みで、具体的には古い時代に他のどのような常緑・落葉針葉樹や落葉広葉樹がツガ属と混生し共存していたのかを検討し、立地や種属間の関係を把握でき、古植生からの変遷の特徴や森林植生成立の要因と連続性を考察しようとした。

2. 調査地

石狩地方および北海道における花粉分析の資・試料の記録地点を示すと図1、図3のとおりである。付した番号は表1に対応している。

3. 研究方法

本報告の研究方法は以下のとおりである。

1. 過去の北海道内各地における花粉孢子分析試料の中でツガ属が数%(約5%)以上を記録した場所について、年代、他の樹種の混生状況、深度、期間、地質、土性などを検討する。
2. 年代順にツガ属、混生樹種(針葉樹、広葉樹)の出現の仕方の特徴を検討する。
3. 他の動植物の出現の特徴や地域性も考慮して、ツガ属の推移状況や空間的な拡がりの増減、他の混生樹種の永久、ツガ属の独自性、勢いなどを考察する。

4. 結果

北海道におけるツガ属出現時からの状況は以下の通りである。

1. 釧路市釧路炭田 古第三紀;岡崎(1966)により釧路炭田からトウヒ属、マツ属の針葉樹、ハンノキ、コナラ、ブナ、シラカンバなどの広葉樹とともに出現した。
2. 喜茂別町中山峠 新第三紀中期中新世(1300万年前?);採取試料は星野ほか(2023)によれば新第三紀1300万年前で、ツガ属は札幌市の南端の中山峠、国道工事中の試料で札幌市と南の喜茂別町の境界部で国道230号の拡幅工事で車道付近から採取試料が得られた。深度別に採取された試料はない。この場所はイヌブナが優占し、ブナがこれに次ぐ。(注:イヌブナはブナをはるかに凌ぐ暖帯性の大径高木種である。)興味深いことに、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、



図1 花粉分析調査地点の位置 番号は表1に対応する。

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。

3. 阿寒町 新第三紀中新世；五十嵐ほか (2000) によるとデスモスチルス化石発掘地でツガ属はスギ科、トウヒ属、マツ属や広葉樹のハンノキ属に随伴するように出現し15%を数えた。

4. 札幌市南区小金湯 820万年前；豊平川の河原で820万年前と推定された大型ほ乳動物のサッポロカイギュウが発見された。五十嵐(2007)によると、その地層で得られた試料の花粉分析図から、ツガ属は最も多かったスギ科やそれに次ぐトウヒ属、さらにはマツ属、ハンノキ属などとともに、30%と多く出現した。

5. 美深町恩根内、道北地方、新第三紀；佐藤 (1992) によるとマツ科、ハンノキ属とともにツガは最大36%で出現したが、その後はスギ科、ハンノキ属に押されるように出現率はかなり低下していった。

6. 美唄市光珠内 第四系更新統；夕張山地と樺戸山地に挟まれた石狩川沿い低地で、八幡ほか (2001) によれば *Picea* に随伴するようにツガ属が出現しており、*Abies* は少なく、広葉樹では *Betula*、*Alnus* もツガと同様に出現し、他に *Juglans*、*Ulmus* も少数出現しており、この地層の上部では *Tsuga* は全く出現せず、*Abies*、*Pinus*、*Larix* の針葉樹と *Betula*、*Alnus* の広葉樹が出現するようになった。

7. 札幌市北区北海道大学周辺、約50万年前；嵯峨山ほか (2007) によれば *Picea* に随伴するようにツガ属が出現し、30%に達した。広葉樹では *Alnus* 属、*Betula* も多くみられたが、ツガ属はその後衰退していった。*Abies* は *Picea* のように多く出現することはなかった。

表1 道内、サハリンのツガ属出現の時期、場所、出現率、出典など

番号	時期	場所	ツガ属の最大出現率	トウヒ属増加に伴う?	トウヒ属減少に伴う?	トウヒ属の存在に関係なく衰退か?	出典ほか
1	古第三紀	釧路炭田	データなし				岡崎,1966
2	新第三紀 1300万年前	中山峠	0%				星野ほか,2023
3	中新統	阿寒町	15%	○			五十嵐ほか,2000
4	820万年前	札幌市南区	30%	○			五十嵐,2007
5	新第三紀	美深町恩根内	36%	○			佐藤,1992
6	前期更新世 50万年前	美唄市光珠内	25%	○		○	八幡ほか,2001
7	50万年前	札幌市北区北大	30%	○		○	嵯峨山ほか,2007
8	50万年前	北広島市	25%	○		○	木村ほか,1983
9	中期更新世 30万年前	長沼町	25%	○			近藤・五十嵐,1987
10	51779-46639calBP	栗山町円山杵臼	42%	○	○	○	星野・岩見沢団,2000
11	4万年前頃	栗山町杵臼西2km	2%	○		○	矢野・星野,1990
12	4万年前頃	石狩市石狩湾	30%	○		○	石井ほか,1981
13	4-2.9万年前	石狩市樽川	20%	○		○	五十嵐,1985
14	3万~1.4万年前	サハリン中西部ホエ	10%	○		○	五十嵐,2010
15	7000yBP	サハリンシュミット半島	10%	○		○	五十嵐ほか,2000b
16	4500yBP	江別市角山	15%	○		○	松下ほか,1985
17	3148-2880calBP	江別市東野幌	0%				星野ほか,2023
18	888cal.BP	北広島市西の里	5%	○		○	星野,2023

8. 北広島市 約50万年前；木村ほか (1983) によれば地層は下野幌層でツガ属は25%に達し連続的に出現していた。ツガ属は*Picea*、*Abies*、広葉樹の*Alnus*に随伴してみられたがその後衰退していった。

9. 長沼町馬追丘陵北部 30万年前；近藤・五十嵐 (1987) によれば早来層堆積時に、ツガ属は25%に達し、*Picea*、*Abies*、*Betula*に随伴していたがその後衰退していった。ツガ属とともにブナも少なからず出現していた。

10. 栗山町円山杵臼 図2, 図3参照 試料No.267 (名古屋大学、51779-46639 cal BP)；トウヒ属増加に対応するようにツガ属が出現し42%に達し、その後トウヒ属が最も多くなる時期には衰退していき、ハンノキ属の出現率が39%と増加していった。なお、マツ属が継続的ではないが一定の出現率を示し、スギ科もごくわずかだが出現した。

11. 長沼町 4万年前；前述した杵臼の西2 kmの地点である。矢野・星野 (1990) によればSpfa1~Spfa10の支笏降下軽石堆積物上に成立した森林植生とみられた。*Picea*が多く出現し、*Betula*、*Alnus*も随伴したが、ツガ属はかなり少なかった。

12. 石狩市石狩湾底 約4万年前；石井ほか (1981) によれば石狩湾の海底で*Picea*が多く出現し、ツガ属は継続的にこれに随伴してはいないが出現率30%に達している。*Larix*がやや随伴したが、*Abies*、*Pinus*は少なかった。2.3万年前にはツガ属は出現しなくなった。

13. 石狩市樽川 海拔5.6 m；五十嵐 (1985) によれば深度13 m付近は4万年前ころツガ属が多く*Picea*、*Abies*に随伴し出現率20%に達した。2.9万年前から4000年前には随伴種に無関係に衰退していった。

14. サハリン中西部ホエ；北緯50度線を越えたサハリン西部で五十嵐ほか (2010) によれば、砂土 (sand) や微砂 (silt) 上に*Larix* (グイマツ)、*Pinus*、*Picea*などの針葉樹林域で*Betula*、*Alnus*を交えた場所である。*Tsuga*属は*Picea*に随伴するように約4万年前に出現して10%の出現率を示したが、13865 cal BP以降は消滅したとみられた。

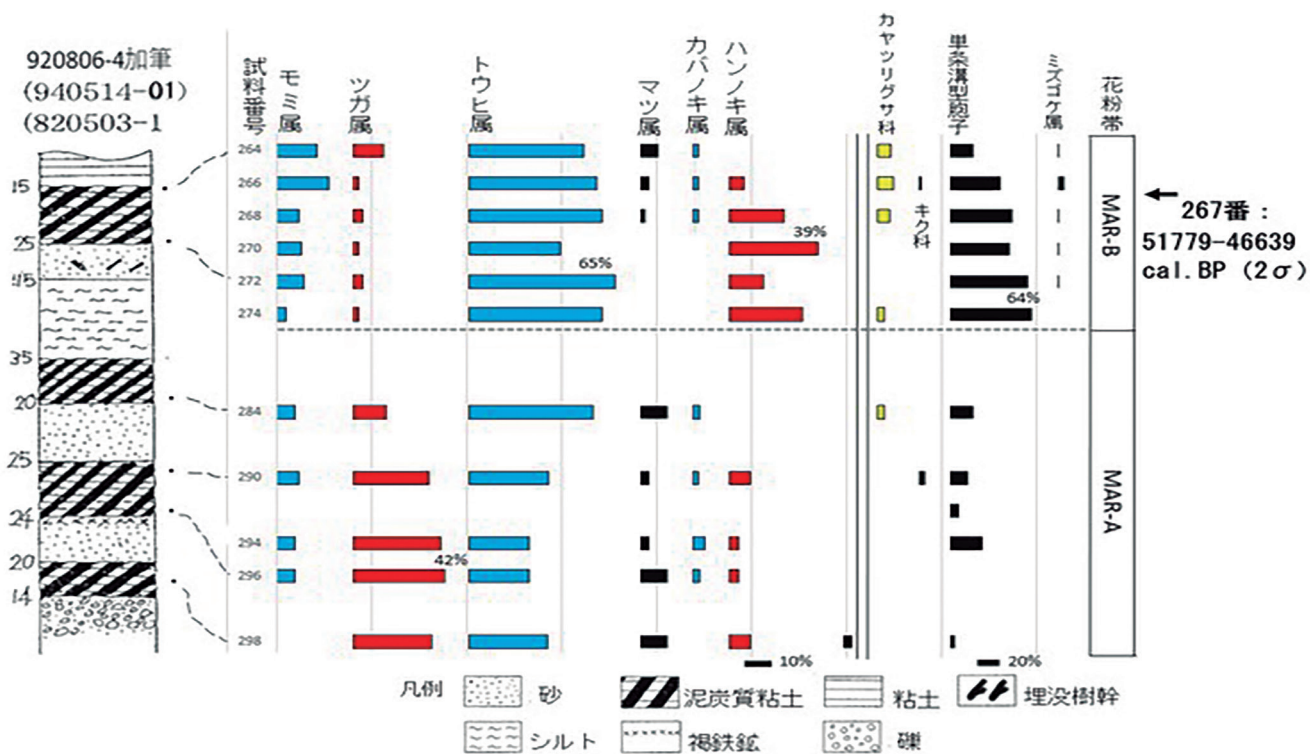


図2 栗山町円山杵臼の花粉・胞子分析図：星野・岩見沢団体研究グループ（2000）を再描画

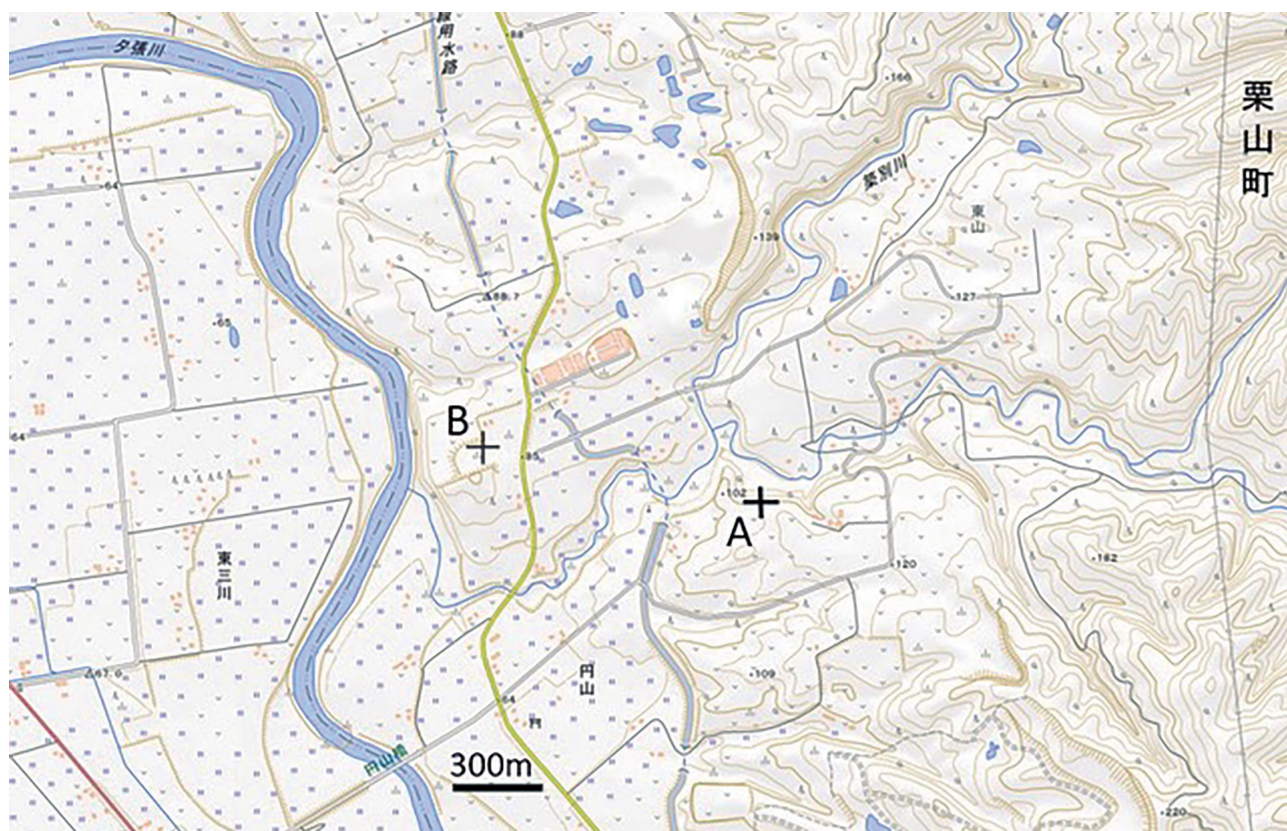


図3 図2に示した花粉分析を行った地点A (標高96.7m, 42° 57' 15.43" N, 141° 53' 22.97" E)、およびナウマンゾウ臼歯産出地点B (標高86.7m, 42° 57' 20.86" N, 141° 52' 41.26" E) 地図は地理院地図 (電子国土Web) を使用。

15. サハリン北端のシュミット半島；五十嵐ほか (2000b)によれば、*Tsuga*属は8580 BPで出現していないが、*Betula*、*Pinus*、*Alnus*、*Larix*、そして*Picea*に随伴するように出現して10%の出現率を示し、6910 BP以降は全く出現していない。なお、同じシュミット半島南東部では海拔50–30 mの泥炭、粘土地での矢野・星野 (1994)の3地点調査では現生森林植生として*Picea* (エゾマツ) が優勢で*Pinus* (ハイマツ) や*Betula*、*Alnus*などがみられるが、50 cm–1 mの深さでの採取試料には*Tsuga*属は全くみられなかった。

16. 江別市角山 4500年前；松下ほか (1985)によれば石狩川沿いに泥炭が堆積していたが、4500年前にはツガ属の出現は15%に達していた。*Picea*、*Quercus*、*Betula*が多く出現し、*Abies*も少数だが連続的にみられた。

17. 江別市東野幌 (海拔8.8 m、深度3.45 m)；花粉分析結果はすでに星野ほか (2023)で述べておりC花粉帯の上部にコナラ亜属の最大値37%が試料番号1160である。その上部が試料番号1154番である。試料番号1154のAMS¹⁴C年代測定値が3148–2880 cal BPであったことが今回判明し、厚い泥炭が堆積した東野幌湿原におけるコナラ亜属の衰退期を示したことになる。東野幌はこの厚い泥炭地の湿原から低標高の丘陵地が広がる。常緑針葉樹の*Picea*やモミ属 (トドマツ) はかなり少なく、丘陵地にかけては落葉広葉樹のハンノキ、コナラが多く出現していた。南に7 km離れた次の北広島市西の里のようなツガ属花粉の出現は全くみられなかった。

18. 北広島市西の里般山；Mean 888 cal.AD (1140 ± 110 BP) (NUTA-5441) 星野ほか (2023)によるとツガ属はトウヒ属に随伴するように最大5%まで出現したが、前出の年代を過ぎると消滅していった。トウヒ属も減少しこの時期から急速に増加したコナラ属とは大きな違いを示した。カバノキ属、ハンノキ属、モミ属も小さな増減を繰り返し持続して出現した。現生森林植生は上層 (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混生する。下層 (樹高8–2 m) や高さ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稈高98 cmのクマイザサが優占する。

5. 考察

(1) ツガ属の存在と推移

本報では下層植生には紙幅の関係でほとんど触れなかったが、上層の森林樹木群の動きを大まかにみることができた。北海道内とその北のサハリンの花粉分析試・資料を含めてみると、ツガ属はかなり古くから北海道やサハリンのシュミット半島南部までに定着していたことがわかる。

特徴的には①ツガ属は長期に亘っては高い出現率を維持せず、衰滅していったといえよう。②ツガ属の出現率が高い時期も他の針葉樹、広葉樹と共存できた。③ツガ属だけが優占的に出現していた時期はほとんどなく、多くの場合*Abies*や*Pinus*ではなく、トウヒ (*Picea*) 属に随伴するがごとく出現していた。④ツガ属は一旦消失すると (出現しなくなると) 多くの場合、盛り返して出現することがなかった。⑤現存する山岳性のコメツガ (*Tsuga diversifolia*) は開放性の岩礫・砂礫地に生育していて、アカエゾマツ (*Picea*) など針葉樹と混生するが上層に出ることはなく、キタゴヨウ、ヒバなどの針葉樹と下層の比較的陽光の入る箇所 (松田ほか, 1978)、陽光を好む種属といえるであろう。⑥これらのことから耐陰性はあっても陽光を好み、古くから*Picea*に随伴して出現していても勢力的には押されていたとみることができる。⑦ツガ属は表1にみるように古く新第三紀の820万年前から比較的現在に近づいた4万年前までに出現率が25–42%だったことがあり、この間がツガ属の最盛期であり、定着と生育、親木の育成に適した立地があったと推定された。⑧4万年前以降はほとんど出現率10%を切っていることから*Picea*に押され、さらには混生する針葉樹、広葉樹に定着と生育、親木の育成の適地を奪われるなどして消滅していったのではなからうか？ ⑨888 calADま

で残存していたNo.18北広島市西の里般山(とどやま)などは多くの混生樹種がある中で出現率5%を記録しており、一種のレフュージア(避難所、待避所)となっていて、やがて衰滅する途中であったと考えられた。

(2) ほかの樹種との混生状態

花粉試料分析から、ツガ属は古くはスギ、イヌブナ、ブナなどの暖温帯性の常緑針葉樹と落葉広葉樹やトウヒ属、モミ属などの冷温帯性～亜寒帯性常緑針葉樹とともに北海道に存在していた。その後、しだいにスギ、イヌブナ、ブナなどの暖温帯性の常緑針葉樹と落葉広葉樹が衰退していき、ツガ属は後者のトウヒ属、モミ属、さらにはマツ属を加えた冷温帯性～亜寒帯性常緑針葉樹とともに見られるようになり、40-30%の出現率を示した時期もあった。その後、出現率は5-3%台まで低下し、一方混生樹種にはコナラ属やハンノキ属、カバノキ属、その後はクルミ属、ニレ属が見られるようになった。コナラ属、ハンノキ属の落葉広葉樹とトウヒ属、モミ属(さらにはマツ属)などの常緑針葉樹は並び立たずコナラ属やハンノキ属の落葉広葉樹の増加とともにトウヒ属、モミ属常緑針葉樹は減少していく傾向が顕著であった。

これは星野ほか(2023)でも述べられたように常緑針葉樹は火山の爆発～テフラの堆積のような立地の大規模な攪乱がない限り、現在生立している場所に後継世代を育てることは、自らの被陰により困難だからである。コナラ属やハンノキ属の落葉広葉樹もまた同様であり、しだいに種子の鳥獣散布種を交え、多様な他の広葉樹を混生させていったことが花粉分析図から読みとれた。

なお北海道内はナウマンゾウの出現もあり(石狩低地帯団研, 1963; 栗山町, 1986)、本研究でナウマンゾウの存在期が4-5万年前と本研究で判明したことは彼らの食物の通年供給を考慮すると温暖期は続いていたと思われる。

結論

北海道内各地での花粉試料からツガ属の推移を考察した。ツガ属の花粉は暖温帯性樹種とともに新生代古第三紀の釧路炭田の石炭化石中からみられ新第三紀の1300万年前には道東で36-15%の出現率を示した。道央の石狩地方では50-30万年前に30-25%であった。5万年前以降では30-20%の場所やごくわずかしみられない場所も出てきた。サハリンにおいて7000年前までツガ花粉が出現していたことも考え合わせると、気候条件での減少—消滅というよりはツガ属は全体的にみると種子の定着—生育など成立立地の近似するトウヒ属の勢いに押されていたと考えられた。ツガ属は北広島市西の里において888 cal AD (1140 BP)で出現率5%を示して以降は出現しなくなり、これは小規模なレフュージア(避難所)であったようである。

謝辞

北海道大学総合博物館高橋英樹名誉教授・首藤光太郎博士にSAPS標本の閲覧、千歳高校金川和人教諭、岩見沢団体研究グループの日下哉教諭、田中伸明元教諭、高梨修一元教諭、橋本千秋教諭に、調査地点のご教示と試料の採取でご協力いただいた。また、第四紀堆積物について情報を提供くださった岡孝雄・米道博・関根達夫の各氏にはいろいろご指導いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

引用文献

- 星野フサ・春木雅寛・南雅代・北川浩之・中村俊夫(2023)北海道石狩地方の10万年前以降の古植生とその推移. 名古屋大学年代測定研究 7, 15-31.
- 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分析. 秋葉力先生追悼論文集79-90.

- 五十嵐八枝子 (1985) 北海道の古気候. 続北海道5万年史. 郷土と科学編集委員会. 79-99.
- 五十嵐八枝子 (2007) 花粉・孢子化石. 札幌市大型動物化石総合調査報告書—サッポロカイギュウとその時代の解明—. 札幌市. 99-103.
- 五十嵐八枝子・嵯峨山 積・樋掛哲也・福田正己 (2010) サハリン中・北部における第四紀後期の環境変動. *地学雑誌* **109**, 2(969), 165-173.
- 五十嵐八枝子・八幡正弘・木村方一 (2000a) 北海道阿寒町に分布する中新統殿来層の化石花粉層序. 阿寒動物化石群調査研究報告書 (第一報), 阿寒町教育委員会, 31-36. *地学雑誌* **109**
- 五十嵐八枝子・嵯峨山 積・樋掛哲也・福田正己 (2000b) サハリン中・北部における第四紀後期の環境変動. *地学雑誌* **109**, 2(969), 165-173.
- 石井次郎・五十嵐八枝子・佐々木精一・三野紀雄・松本勝時 (1981) *地球科学* **35**, 5, 231-239.
- 石狩低地帯団研グループ (1963) 北海道からナウマン象の臼歯の化石発見. *地球科学*. 地学団体研究会 42.
- 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.
- 倉田 悟・濱谷稔夫 (1971) 日本産樹木分布図集I. Pl.19. コメツガ. 228, ツガ. 229.
- 栗山町教育委員会 (1986) ナウマン象のいた大地. 栗山の自然をさぐる. 「栗山の自然をさぐる」改訂編集委員会編. 23-38.
- 近藤 務・五十嵐八枝子 (1987) 北海道馬追丘陵北部のボーリング孔にみられる第四系. 松井 癒教授記念論文集 95-103.
- 松田 彊・春木雅寛・長谷川 栄・矢嶋 崇・関根 誠・真山 良 (1978) アカエゾマツ天然林の研究(V) 南現地早池峰山における生育と更新について. *日生態会誌* **28**, 347-356.
- 松下勝秀・五十嵐八枝子・梅田安治 (1985) 石狩泥炭地の生成とその変貌. *地下資源調査書報告* **57**, 1-18.
- 岡崎由夫 (1966) 釧路の地質. 釧路市. 326pp
- 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) 札幌市市街域における150 m掘削コアの第四系層序. *地質学雑誌* **113**, 8, 391-405.
- 佐藤誠司 (1992) 北海道北部美深町付近の新第三系中の化石花粉群. *国立科学博物館専報* **25**, 33-40.
- 八幡正弘・五十嵐八枝子・塚越 実・前田寿嗣・柳井清治 (2001) 中央北海道, 砂川低地帯南東地域の更新統. *地球科学* **55**, 339-356.
- 矢野牧夫・星野フサ (1990) 石狩低地帯における最終氷期の気候変化. *北海道開拓記念館研究年報* **18**, 57-70.
- 矢野牧夫・星野フサ (1994) サハリン北部の完新統から採取した泥炭層の花分析. *北海道開拓記念館調査報告* **33**, 1-9.