

原 著

吉田明弘¹・鈴木三男¹・金 憲爽²・大井信三³・中島 礼⁴・
工藤雄一郎²・安藤寿男⁵・西本豊弘²：茨城県花室川堆積物の花粉・
木材化石からみた最終氷期の環境変遷と絶滅種ヒメハリゲヤキの古生態

Akihiro Yoshida¹, Mitsuo Suzuki¹, Kim Hunsuk², Shinzo Ooi³, Rei Nakashima⁴,
Yuichiro Kudo², Hisao Ando⁵ and Toyohiro Nishimoto²: Palaeo-environmental
changes during the Last Glacial Stage and the palaeo-ecology of *Hemiptelea mikii*
using fossil pollen and wood profiles from the deposits along the Hanamuro River,
Ibaraki Prefecture, eastern Japan

要 旨 茨城県南部の花室川中流域における地質調査と堆積物の¹⁴C年代測定、花粉分析、木材化石の樹種同定の結果から、この地域における最終氷期の環境変遷と絶滅種のヒメハリゲヤキの古生態的な特徴について考察した。この地域の台地では、約5.0万年前以前～4.3万年前には最終氷期のなかでも比較的温暖な気候環境下でカバノキ属やコナラ亜属を主とする冷温帯性落葉樹林が分布し、約3.8～3.5万年前には寒冷化に伴って、冷温帯性落葉樹と亜寒帯性針葉樹の混交林となった。その後、約3.5～1.7万年前には寒冷な気候となり、森林はマツ属単維管束亜属やトウヒ属を主体とする亜寒帯性針葉樹林へと変化した。一方、緩斜面や河床では、約5.0～2.4万年前にはハンノキやヤナギ属の湿地林が形成された。約2.5万年前以降の谷底では泥炭地が形成され、その上にカヤツリグサ科やヨモギ属などの草原が広がった。この地域では、ヒメハリゲヤキが少なくとも約5.0～4.3万年前まで冷温帯の気候環境下で生育し、その後の最終氷期極相期における寒冷化が原因となって絶滅した。当時のヒメハリゲヤキは、地下水位の変動や土壌攪乱の著しい不安定な地形環境に立地していた可能性が高い。

キーワード：花粉・木材化石、環境変遷、最終氷期、花室川、ヒメハリゲヤキ

Abstract We reconstructed the palaeo-environmental changes during the Last Glacial Stage from fossil pollen and wood profiles and radiocarbon dates of the deposits along the Hanamuro River, Ibaraki Prefecture, eastern Japan. The fossil pollen and wood profiles indicated that, on the upland, 1) in ca. >50–43 ka, a cool temperate deciduous broad-leaved forest was distributed in a somewhat warm climate, 2) in ca. 38–35 ka, a mixed forest of cool-temperate deciduous broad-leaved trees and boreal conifers dominated in a cool climate, and 3) in ca. 35–17 ka, a boreal coniferous forest was distributed in a cold climate. On gentle slopes and valley floors, a swamp forest consisting of *Alnus* and *Salix* developed in ca. >50–24 ka. In ca. 24–17 ka, a grassland expanded on the peat land. Additionally, we investigated the palaeo-ecology of an extinct *Hemiptelea mikii* Minaki et al. It grew around this region until ca. 43–38 ka and seemed to have died out, due to the cold and dry conditions during the Last Glacial Maximum. It is highly possible that its habitat was influenced by the soil disturbance and the fluctuation of ground-water level.

Key words: fossil pollen and wood, Hanamuro River, *Hemiptelea mikii*, Last Glacial Stage, palaeo-environmental changes

¹ 〒980-0862 宮城県仙台市青葉区川内 12-2 東北大学学術資源研究公開センター植物園
Botanical Gardens, Tohoku University, 12-2 Kawachi, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-0862, Japan

² 〒285-8502 千葉県佐倉市城内町 117 番地 国立歴史民俗博物館
National Museum of Japanese History, 117 Jonai-cho, Sakura, Chiba, 285-8502, Japan

³ 〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1 茨城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University, 2-1-1, Bunkyo, Mito, Ibaraki, 310-8512, Japan

⁴ 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第7 独立行政法人産業技術総合研究所
The Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST Tsukuba
Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8567, Japan

⁵ 〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1 茨城大学理学部地球環境科学領域
Department of Earth Science, Faculty of Science, Ibaraki University, 2-1-1, Bunkyo, Mito, Ibaraki, 310-8512, Japan
Corresponding author: Akihiro Yoshida (akitan@m.tohoku.ac.jp)

はじめに

関東平野北東部においては、これまで花粉分析や木材化石の研究をもとに、最終氷期以降の植生変遷が報告されている（鈴木ほか, 1993; 中島ほか, 2002; Noshiro, 2004 など）。鈴木ほか（1993）は、桜川段丘堆積物のテフラ層序と花粉組成から、最終氷期以降の植生変遷を明らかにしている。中島ほか（2002）は、花室川中流域の最終氷期の緩斜面堆積物からヒメマツハダ *Picea koyamae* Hayashi var. *acicularis* (Shiras. et Koyama) T. Shimizu の近似種やチョウセンゴヨウ *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc., カラマツ属 *Larix* の球果, エゴノキ属 *Styrax* の種子やカバノキ属 *Betula* の木材化石を報告している。また, Noshiro (2004) は、この緩斜面堆積物に含まれる木材化石の同定を行い、絶滅種 *Hemiptelea mikii* Minaki et al. を報告している。しかし、これまでの研究では、時空間的な古植生の復元はなされておらず、年代についても十分な検討がなされていない。また、すでにヒメハリゲヤキの木材化石は確認されているものの、その正確な年代やハリゲヤキ属 *Hemiptelea* の花粉化石については未報告である。

現在のハリゲヤキ属は、中国大陸に分布するハリゲヤキ *Hemiptelea davidii* (Hance) Planch. の一種からなる落葉広葉樹であり、朝鮮半島・中国東北部から揚子江までの広い範囲に分布している（李, 1996; Wu & Raven, 2003）。このハリゲヤキ属は、日本列島では更新世以前から最終氷期極相期直前まで分布していた、第四紀を代表する絶滅種の一つである（南木, 1987; 鈴木・能城, 1987; Minaki et al., 1988; Suzuki & Noshiro, 1992; Hongo, 2007 など）。とくに、Minaki et al. (1988) は日本各地で得られたハリ

ゲヤキ属の果実・木材化石の形態からヒメハリゲヤキを報告し、これらが最終氷期極相期直前までの関東地方以南に生存していたことを指摘した。また、楡井（1996）は、現生のハリゲヤキ花粉の形態観察から、ニレ属やケヤキ属とはその彫紋に明瞭な違いがあり、花粉化石においても判別が可能であることを明らかにした。しかしながら、これまでの研究ではハリゲヤキ属の生育環境や立地条件、絶滅原因・年代については不明な点が多く残されている。

本研究では、茨城県南部花室川中流域における露頭・トレンチ調査、堆積物の ^{14}C 年代測定、テフラ分析、花粉分析、木材化石の同定結果を総合的に解釈し、時空間的に高精度の古植生の復元を行うとともに、この地域における最終氷期の環境変遷について考察する。さらに、この地域におけるヒメハリゲヤキの絶滅年代や古生態的な特徴について検討する。なお、本研究は、文部科学省科学研究費補助金基盤研究 (A) 21232030 「霞ヶ浦沿岸花室川流域の旧石器文化の研究」(研究代表者: 西本豊弘) の一環として行われた。これらの成果のうち、本研究は古植物・古植生を中心にまとめたものであり、地質層序や堆積相については別途に詳細な報告をする予定である。

調査地の概要

茨城県南部の花室川（全長約 14.7 km）は、筑波台地を開析しながら東流し、霞ヶ浦に注ぐ小河川の一つである（Fig. 1）。この台地を流れる小河川流域には、最終氷期の桜川段丘（小田面、矢作面、下大島面）の形成時期に相当する緩斜面群が分布する（宇野沢ほか, 1988; 鈴木ほか, 1993）。この緩斜面は、台地の北向きあるいは東向きの斜面に分布する傾向がみられ、その谷地形は非対称谷となっ

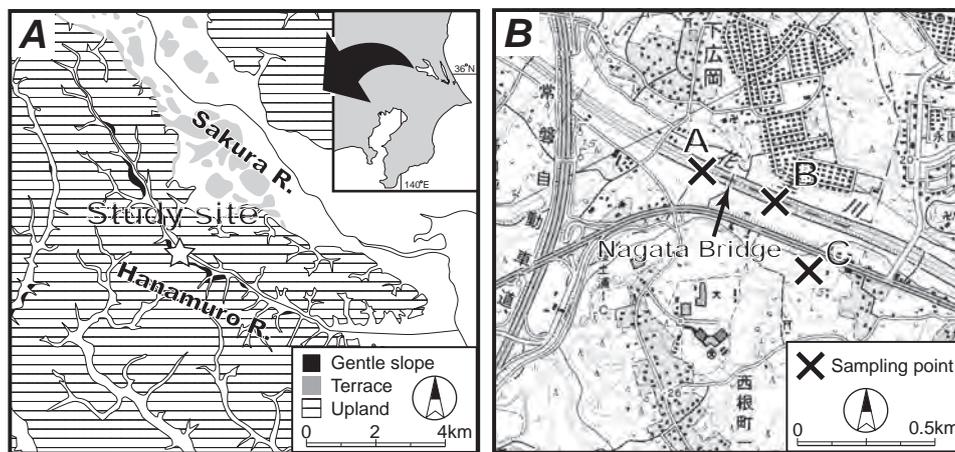


Fig. 1 Index map (A) and sampling sites (B) along the Hanamuro River. The geomorphological map of Fig. 1A and the topographical map of Fig. 1B are modified from Unosawa et al. (1988) and the topographical map “Tsuchi-ura”, scale 1:25,000, issued by the Geospatial Information Authority of Japan, respectively.

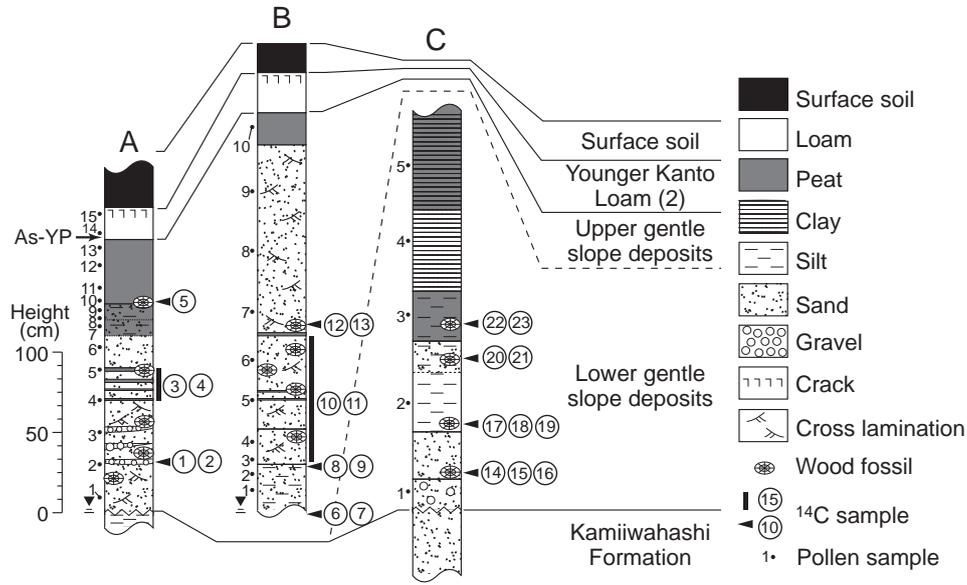


Fig. 2 Lithological columns of the deposits at the outcrops and trench along the Hanamuro River. As-YP shows the Asama Itahana Yellow Pumice (ca. 17–15.5 ka, Nakamura et al. 1997; Yoshida & Takeuti, 2009).

ている。緩斜面は、最終氷期における凍結融解作用に伴う土壌侵食や匍行、または一部では河川により下流に運搬された堆積物によって形成され、始良 Tn 火山灰 (AT: 3.1 ~ 2.9 万年前, 町田・新井, 2003; Miyairi et al., 2004) の降灰前までには、その形成はほぼ終了したことが指摘されている (石井ほか, 1987)。

花室川中流域では、1970 年代に河川改修によって河床が約 4 ~ 5 m 掘り下げられた後に、ナウマンゾウ *Palaeoloxodon naumanni* (Makiyama) やニホンアシカ *Zalophus japonicus* (Peters), バイソン属 *Bison* などの大型哺乳類の化石が河床から発見されており、これら化石の包含層は最終氷期の緩斜面堆積物と推定されている (増田ほか, 1978; 中島ほか, 2002, 2004; 西本ほか, 2009; 飯泉ほか, 2010 など)。また、飯泉ほか (2010) は、この緩斜面堆積物より産出したニホンアシカ化石の ^{14}C 年代値を 31,950 ~ 31,300 cal BP と報告している。

この地域の自然植生は、シラカシ *Quercus myrsinifolia* Blume やスダジイ *Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T. Yamaz. et Mashiba などと主とする常緑広葉樹林であり、これにケヤキ *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino, エノキ *Celtis sinensis* Pers. var. *japonica* (Planch.) Nakai などが混交する (宮脇, 1986)。しかし、現在の平野・台地では広く宅地・耕作地となり、また長年の人為干渉によってクリ *Castanea crenata* Siebold et Zucc., クヌギ *Quercus acutissima* Carruth., コナラ *Quercus serrata* Murray, アカマツ *Pinus densiflora* Siebold et Zucc. など

の二次林、スギ *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* (Siebold et Zucc.) Endl. の人工林が広く分布している。なお、本論で使用した植物の学名と分類は、「BG Plants 学名-和名インデックス (YList 植物名検索)」 (URL: http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.html) に従った。

層序と堆積年代

地質調査は、花室川右岸の露頭 (A・B 地点) と重機で掘削したトレンチ (C 地点) で行った (Fig. 1)。A と B 地点は、西本ほか (2009) が報告した露頭の S1 地点と S2 地点にそれぞれ対応する。ここでは、各地点で観察された堆積物の層相を記載する。また、堆積物に挟まるテフラの降灰年代と ^{14}C 年代測定の結果から堆積年代を推定する。

花室川中流域の堆積物には、基底部に浅海成の半固結シルトからなる中部更新統の上岩橋層がみられ、その上に砂礫やシルト、粘土、泥炭からなる互層が不整合に覆う (Fig. 2)。この層は、下位より斜交葉理が発達する礫質の中~粗粒砂層、泥炭やシルトが挟在する細~中粒砂層、淘汰の悪い砂質または泥炭質シルト層、泥炭層からなり、各地点とも上方細粒化の傾向がみられる。また、これらには多数の木材・葉・球果などの大型植物遺体が含まれている。この層相は、河川性堆積物の特徴であり、下位の粗粒砂層は河川チャンネル、挟在するシルト層と泥炭層は氾濫原や湿地の堆積環境であったことを示している。したがって、この互層は、宇野沢ほか (1988) による上部更新統の緩斜面堆

Table 1 Radiocarbon dating of plant macrofossils from the study site along the Hanamuro River.

Sample No.	Lab. code	Site	Material	Method	$\delta^{13}\text{C}^{*1}$	Conventional age (1σ , ^{14}C yrs BP)	Calibrated age *2 (2σ , cal BP)
1	PLD-14935	A	Wood (<i>Salix</i>)	AMS *3	-27.36	20,540 \pm 60	24,890–24,250
2	PLD-14929	A	Wood	AMS	-23.24	20,900 \pm 60	25,165–24,535
3	PLD-11266	A	Cone (<i>Picea</i>)	AMS	-28.15	19,950 \pm 70	24,200–23,470
4	PLD-14928	A	Seed (<i>Nuphar japonica</i>)	AMS	-32.02	28,410 \pm 100	33,230–32,130
5	PLD-14936	A	Wood (<i>Picea</i>)	AMS	-26.49	20,890 \pm 60	25,150–24,535
6	PLD-14934	B	Wood	AMS	-24.33	33,350 \pm 150	38,725–37,430
7	PLD-14933	B	Cone (<i>Picea</i>)	AMS	-24.50	33,370 \pm 130	38,725–37,480
8	PLD-14937	B	Wood (<i>Betula</i>)	AMS	-26.92	32,990 \pm 130	38,460–36,950
9	PLD-14938	B	Wood (<i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrsus</i>)	AMS	-28.68	31,090 \pm 110	35,700–35,060
10	PLD-14939	B	Wood (<i>Prunus</i>)	AMS	-25.42	27,000 \pm 90	31,475–31,130
11	PLD-14941	B	Wood (<i>Picea</i>)	AMS	-26.95	17,860 \pm 50	21,540–21,100
12	PLD-14940	B	Wood (<i>Acer</i>)	AMS	-25.93	22,690 \pm 70	27,890–26,890
13	PLD-14932	B	Cone (<i>Picea</i>)	AMS	-22.14	23,300 \pm 70	28,490–27,835
14	PLD-15784	C	Wood (<i>Prunus</i>)	AMS	-27.38	46,980 \pm 450	–
15	PLD-15785	C	Wood (<i>Sorbus</i>)	AMS	-27.38	46,590 \pm 440	–
16	PLD-15786	C	Wood (<i>Quercus</i> sect. <i>Prinus</i>)	AMS	-29.57	42,850 \pm 330	46,590–45,285
17	PLD-16781	C	Wood (<i>Fraxinus</i>)	AMS	-25.85	41,470 \pm 310	44,470–45,595
18	PLD-16363	C	Wood (<i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrsus</i>)	AMS	-26.78	41,110 \pm 300	45,350–44,275
19	PDL-16782	C	Wood (<i>Hemiptelea mikii</i>)	AMS	-26.51	43,580 \pm 380	45,665–47,665
20	PLD-15781	C	Wood (<i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrsus</i>)	AMS	-26.91	43,350 \pm 320	46,995–45,645
21	PLD-15782	C	Wood (<i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrsus</i>)	AMS	-27.59	40,030 \pm 240	44,535–43,445
22	PLD-15779	C	Wood (<i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrsus</i>)	AMS	-26.92	40,630 \pm 280	45,030–43,985
23	PLD-15780	C	Wood (<i>Sorbus</i>)	AMS	-26.68	41,190 \pm 260	45,370–44,350

*1 $\delta^{13}\text{C}$ values are those of AMS. *2 Calibrated age were based on IntCal09 using Calib6.0. *3 AMS, accelerator mass spectrometry.

積物に相当する。

この上位に、上方細粒化の傾向がみられる砂質ローム層が覆う (Fig. 2)。この層の最下部には、数 mm 径の黄色軽石が散在している。この軽石は、斜方輝石、単斜輝石、パミス型の形状の火山ガラスによって特徴づけられる。この軽石を 1/8 mm メッシュで篩分けをし、(株)古澤地質製の温度変化型屈折率測定装置 MAIOT を用いて、火山ガラスおよび重鉱物を各 30 点測定した。その結果、この軽石の火山ガラス屈折率は 1.498 ~ 1.500、斜方輝石の屈折率は 1.703 ~ 1.712 であった。これらの岩石学的特徴は、町田・新井 (2003) の浅間板鼻黄色軽石 (As-YP) とほぼ一致し、その堆積年代は 1.7 ~ 1.55 万年前と考えられる (中村ほか, 1997; Yoshida & Takeuti, 2009)。この砂質ローム層は、宇野沢ほか (1988) の新期関東ローム (2) に相当する。

^{14}C 年代測定は、A 地点 (5 試料) と B 地点 (8 試料)、C 地点 (10 試料) から採取された木材・種子・球果の 23 試料を使用した (Fig. 2)。試料は、国立歴史民俗博物館で 3A (acid-alkali-acid) 法による試料の前処理を行った後、グラフアイトの作成と AMS 加速器質量分析法による ^{14}C 年代測定を (株) パレオ・ラボに依頼した。 ^{14}C 年代値は、安定同位体比 $\delta^{13}\text{C}$ で補正した後、IntCal09 (Reimer et al., 2009) の較正曲線に基づき、Calib 6.0 (Stuiver &

Reimer, 1993) を用いて較正年代 (2σ , cal BP) を算出した。 ^{14}C 年代測定の結果、A 地点の木材化石およびトウヒ属 *Picea* の球果は、25,165 ~ 24,250 cal BP の間の年代を示す (Table1)。B 地点では、最下部の試料が 38,725 ~ 37,480 cal BP、最上部の試料が 27,890 ~ 26,890 cal BP であった。C 地点の最下部の試料は、較正年代の計算範囲の 50,000 cal BP を超す 46,980 ^{14}C yrs BP の値を示し、最上位では 44,535 ~ 43,445 cal BP となる。しかしながら、試料 4 (A 地点) のコウホネ *Nuphar japonica* DC. の種子、B 地点では試料 11 (B 地点) のトウヒ属の木材化石をみると産出層準と年代値が他の試料と整合的でない。これらの年代値の相違については再検討する必要があるが、テフラの年代と ^{14}C 年代値をまとめてみると、緩斜面堆積物は約 5.0 万年前以前 ~ 4.3 万年前の下部 (C 地点) と約 3.8 ~ 1.7 万年前の上部 (A・B 地点) に分けられる (Fig. 2)。また、新期関東ローム (2) は約 1.7 万年前以降の堆積物となる。

方 法

1. 花粉分析

花粉分析の試料は、緩斜面堆積物の上部がみられる A と B 地点でそれぞれ 10 点と 17 点を、下部がみられた C 地点で 5 点を採取した (Fig. 2)。試料の処理は、KOH-ZnCl₂ 比重分離 - アセトリシス法によった。処理後、試料

の残渣をグリセリンゼリーで封入して、プレパラートを作成した。花粉化石の同定・計数作業は、400～1000倍の光学顕微鏡下でハンノキ属 *Alnus* を除く高木花粉が300個になるまで行い、その間に出現した低木・草本花粉、シダ類胞子を同定した。出現率は、高木花粉ではそれらの総和を基数として、その他の花粉とシダ類胞子は出現したすべての花粉・胞子化石の総数を基数として百分率で表した。

2. 木材化石

木材化石の試料は、A・B地点で60点を、C地点で12点を採取した。徒手切片法によって、各試料から横断面、放射断面、接線断面の3断面の切片を作成した。各試料の切片はガムクロラルで封入し、プレパラートを作成した。観察は、200～1000倍の光学顕微鏡下で行い、解剖学的な特徴に基づき各試料の樹種同定を行った。

結 果

1. 花粉分析

花粉分析の結果、検出された花粉・胞子化石は、高木・低木花粉が37分類群、草本花粉・シダ類胞子30分類群、ミズゴケ胞子であった (Table2)。各地点における主要な花粉組成図を Fig. 3 に示す。分析を行った3地点における高木花粉の出現率の変化に基づき、下位より HMR-1, HMR-2, HMR-3 の3つの局地花粉帯 (以下、花粉帯または帯と略す) に区分した。以下に、各花粉帯の特徴を述べる。

HMR-1 帯

この帯はC地点のみで認められた。カバノキ属が最大で32%と高率である。コナラ亜属 *Quercus* subgen. *Lepidobalanus* は11～24%、ハリゲヤキ属が16～24%出現する (Fig. 4)。トウヒ属、マツ属単維管束亜属 *Pinus* subgen. *Haploxyylon*、マツ属複維管束亜属 *Pinus* subgen. *Diploxyylon* は数%と低率である。また、ハンノキ属が34～43%と高率になるのが目立つ。

草本花粉およびシダ類胞子は全体的に低率となるが、イネ科 Gramineae とカヤツリグサ科 Cyperaceae が最大で14%と11%になる。

HMR-2 帯

本帯はB地点だけで認められる。カバノキ属が29～37%と最も高率となる。マツ属単維管束亜属とトウヒ属は、それぞれ最大で18%と29%になる。モミ属 *Abies* とツガ属 *Tsuga* は、数%と低率ながら連続的に出現する。コナラ亜属は3～12%となり、上部でシナノキ属 *Tilia* が12%出現する。また、ブナ属ブナ型 *Fagus crenata* type やニレ属・ケヤキ属 *Ulmus-Zelkova* が数%と低率で出現する。

草本花粉およびシダ類胞子では、下部でカラマツソウ属

Table 2 List of pollen and spore found in the deposits along the Hanamuro River

<p>Trees & shrubs: <i>Abies</i>, <i>Picea</i>, <i>Tsuga</i>, <i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxyylon</i>, <i>Pinus</i> subgen. <i>Diploxyylon</i>, <i>Larix</i>, <i>Cryptomeria</i>, Cupressaceae-Taxaceae, <i>Juglans</i>, <i>Pterocarya</i>, <i>Carpinus-Ostrya</i>, <i>Betula</i>, <i>Alnus</i>, <i>Fagus crenata</i> type, <i>Fagus japonica</i> type, <i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>, <i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>, <i>Prunus</i>, <i>Ulmus-Zelkova</i>, <i>Hemiptelea</i>, <i>Acer</i>, <i>Aesculus</i>, <i>Tilia</i>, <i>Salix</i>, <i>Myrica</i>, <i>Corylus</i>, <i>Phellodendron</i>, Araliaceae, Ericaceae, <i>Styrax</i>, <i>Fraxinus</i>, <i>Ligustrum</i>, Oleaceae, <i>Sapium</i>, <i>Weigela</i>, <i>Lonicera</i>, <i>Viburnum</i></p>
<p>Herbs: Gramineae, Cyperaceae, Liliaceae, <i>Typha</i>, <i>Sparganium</i>, <i>Lysichiton</i>, <i>Rumex</i>, <i>Persicaria</i>, <i>Polygonum</i>, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Campanulaceae, <i>Thalictrum</i>, Ranunculaceae, <i>Sanguisorba</i>, Rosaceae, Leguminosae, <i>Geranium</i>, Haloragaceae, <i>Menyanthes</i>, Umbelliferae, <i>Impatiens</i>, Gentianaceae, <i>Circaea</i>, Labiatae, Valerianaceae, <i>Artemisia</i>, Carduoideae</p>
<p>Ferns & moss: Monolete fern spore, Trilete fern spore, <i>Sphagnum</i></p>

Thalictrum が、上部で単条型シダ類胞子 Monolete fern spore が高率となる。

HMR-3 帯

この帯は、AとB地点で認められる。マツ属単維管束亜属とトウヒ属が最大60%と49%と優占する。カバノキ属は3～16%と減少する。ブナ属ブナ型やコナラ亜属などは、散点的な出現となる。A地点の上部でハンノキ属が36%出現するが目立つ。

草本花粉では、カヤツリグサ科がA地点の上部で最大35%、B地点の最上部ではヨモギ属 *Artemisia* が48%と急増する。

2. 木材化石

樹種同定の結果、針葉樹が2分類群、広葉樹が15分類群であり、すべて幹・枝材であった (Table3)。緩斜面堆積物の下部ではすべてが広葉樹であり、上部ではほぼ半数がトウヒ属であった。以下に、同定した分類群の解剖学的な特徴および同定根拠、産出数を記載する。

マツ属単維管束亜属 *Pinus* subgen. *Haploxyylon* マツ科 (Fig. 5: 1a, 1b)

垂直、水平樹脂道を持つ針葉樹材。晩材は幅が狭く早材から晩材への移行はゆるやか。仮道管、放射仮道管にらせん肥厚は見えない。分野壁孔は窓形だがアカマツ、クロマツ *Pinus thunbergii* Parl. などより小さい。放射仮道管の内壁は、鋸歯状に肥厚することはない。産出数は1点。

トウヒ属 *Picea* マツ科 (Fig. 5: 2a, 2b)

垂直、水平樹脂道を持つ針葉樹材。早材から晩材への移

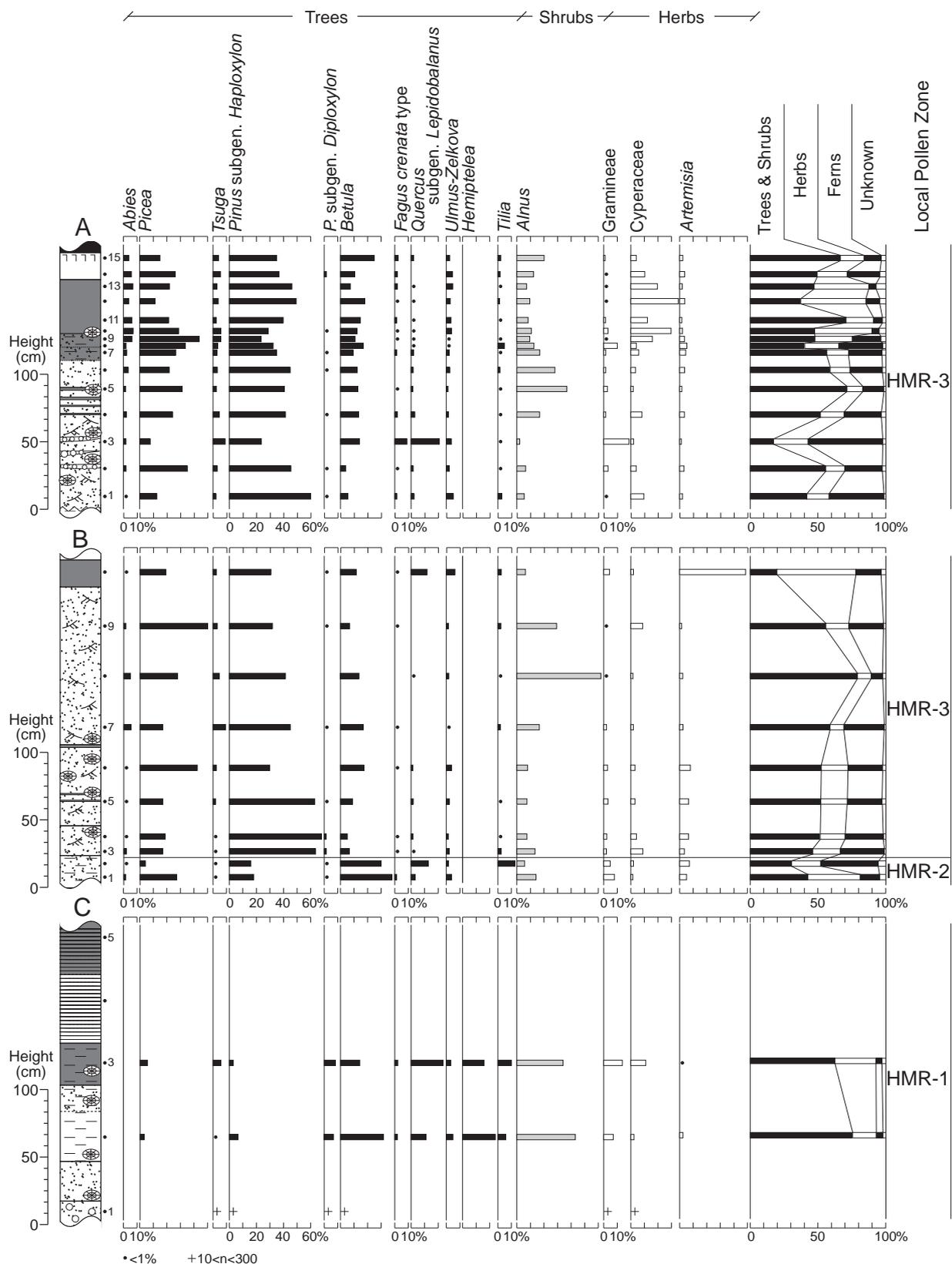


Fig. 3 Selected pollen diagrams at sites A, B, and C. Refer to Figs. 1 and 2 for the sampling sites and the symbols of lithological columns.

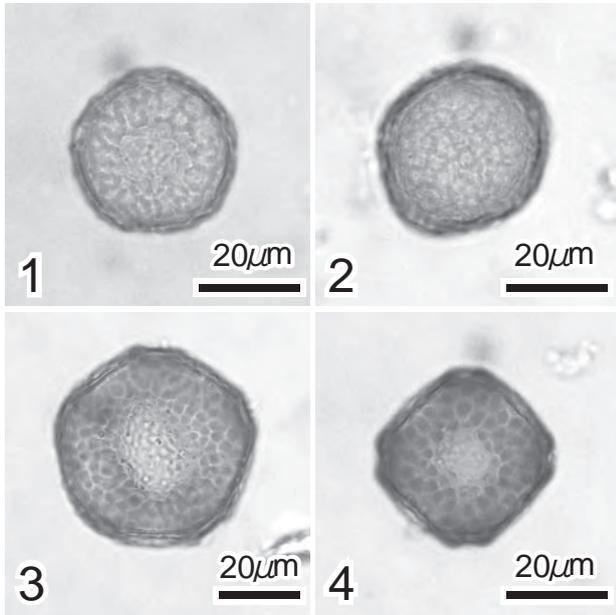


Fig. 4 Photomicrographs of fossil and extant pollen for *Ulmus-Zelkova* and *Hemiptelea*. — 1: *Ulmus davidiana* Planch. var. *japonica* (Rehder) Nakai pollen (polar view, Sendai). — 2: *Ulmus-Zelkova* fossil pollen (polar view, site C, P3). — 3: *Hemiptelea davidii* (Hance) Planch. pollen (polar view, Korea). — 4: *Hemiptelea* fossil pollen (polar view, site C, P2).

行はゆるやか。垂直樹脂道はマツ属単維管束亜属より径が小さい。仮道管、放射仮道管にらせん肥厚は見えない。放射柔細胞の壁は厚くモミ型壁孔を持つ。分野壁孔は小さくトウヒ型。産出数は31点。

ヤナギ属 *Salix* ヤナギ科 (Fig. 5: 3a)

横断面で楕円形の道管が単独あるいは2から数個放射方向に複合して楕円形となって均一に分布する散孔材。放射組織は単列異性。道管・放射組織細胞間の壁孔は大きく、密に交互状に並ぶ。産出数は5点。

オニグルミ *Juglans mandshurica* Maxim. var. *sieboldiana* (Maxim.) Makino クルミ科 (Fig. 5: 4a, 4b)

横断面で丸～楕円形の道管が単独あるいは2から数個放射方向に複合して楕円形となって、密度低く、均一に分布し、晩材部に向けて順次径が小さくなる散孔材あるいは放射孔材。木部柔組織が単細胞層で接線状に配列し目立つ。放射組織は1～4細胞幅で同性。産出数は1点。

ハンノキ属ハンノキ節 *Alnus* sect. *Gymnothyrus* カバノキ科 (Fig. 5: 5a)

薄壁の丸みを帯びた多角形の小道管が多くは放射方向に複合して均一に分布する散孔材で、集合放射組織が道管分布域を区切る。道管の穿孔は横棒が20本程度の階段状。放射組織は単列同性と大きな集合放射組織。産出数は10点。

Table 3 Summary of fossil woods obtained from the study site along the Hanamuro River

Taxa	Lower gentle slope deposits (site C, >50–43 ka)	Upper gentle slope deposits (sites A & B, 38–17 ka)
<i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxyylon</i>		1
<i>Picea</i>		31
<i>Salix</i>		5
<i>Juglans mandshurica</i> var. <i>sieboldiana</i>	1	
<i>Alnus</i> sect. <i>Gymnothyrus</i>	5	5
<i>A.</i> sect. <i>Alnobetula</i>		1
<i>Betula</i>		1
<i>Fagus</i>		1
<i>Quercus</i> sect. <i>Prinus</i>	1	
<i>Hemiptelea mikii</i>	1	
<i>Ulmus</i>		8
<i>Prunus jamasakura</i>		3
<i>Prunus</i>	1	1
<i>Rosa</i>		1
<i>Sorbus</i>	2	
<i>Acer</i>		2
<i>Fraxinus</i>	1	
Total	12	60

ハンノキ属ヤシヤブシ節 *Alnus* sect. *Alnobetula* カバノキ科 (Fig. 5: 6a, 6b)

多角形の小道管が単独あるいは放射方向に複合して均一に分布する散孔材。道管の穿孔は横棒の多い階段状。放射組織は単列同性のみ。産出数は1点。

カバノキ属 *Betula* カバノキ科 (Fig. 5: 7a, 7b)

楕円形の道管が単独あるいは2～数個放射方向に複合して楕円形となって、密度低く、均一に分布する散孔材。道管の穿孔は横棒が10本程度の階段状、道管相互の壁孔は小孔紋で密に交互状に配列。放射組織は1～3細胞幅程度の同性。産出数は1点。

ブナ属 *Fagus* ブナ科 (Fig. 5: 8a)

薄壁で角が丸みを帯びた多角形の小道管が単独あるいは複合して密に均一に分布する散孔材で、大きな放射組織が道管分布域を区切る。道管の穿孔は多くは単一、まれに横棒の少ない階段状。木部柔組織は散在状。放射組織は単列のものから10細胞幅以上の大きなものまでである。産出数は1点。

コナラ属コナラ節 *Quercus* sect. *Prinus* ブナ科 (Fig. 5: 9a, 9b)

年輪始めに丸い大道管がほぼ1層に並ぶ環孔材で、晩材部は小道管が集まって火炎状あるいは放射状になる。単列放射組織と巨大な複合放射組織からなる。産出数は1点。

ヒメハリゲヤキ *Hemiptelea mikii* Minaki et al. ニレ科 (Fig. 5: 10a-10c)

年輪始めに丸い大きな道管が数層並び、孔圏外では順次

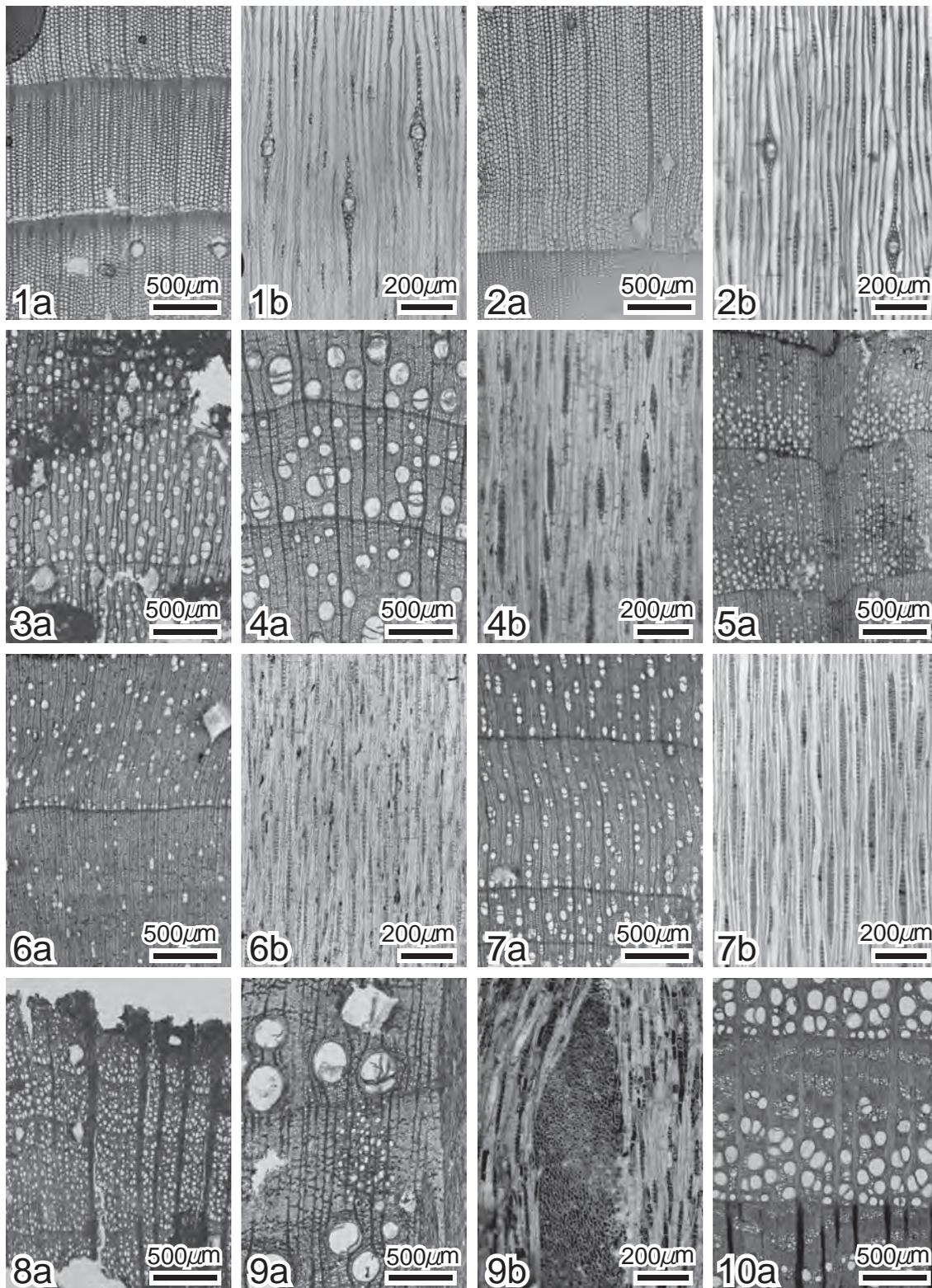


Fig. 5 Photomicrographs of fossil wood obtained from the study site along the Hanamuro River. — 1a, b: *Pinus* subgen. *Haploxylyon* (IB-653). — 2a, b: *Picea* (IB-649). — 3a: *Salix* (IB-611). — 4a, b: *Juglans mandshurica* Maxim. var. *sieboldiana* (Maxim.) Makino (IB-662). — 5a: *Alnus* sect. *Gymnothyrsus* (IB-638). — 6a, b: *Alnus* sect. *Alnobetula* (IB-616). — 7a, b: *Betula* (IB-615). — 8a: *Fagus* (IB-606). — 9a, b: *Quercus* sect. *Prinus* (IB-664). — 10a: *Hemiptelea mikii* Minaki et al. (IB-663). — a: cross section, b: tangential section.

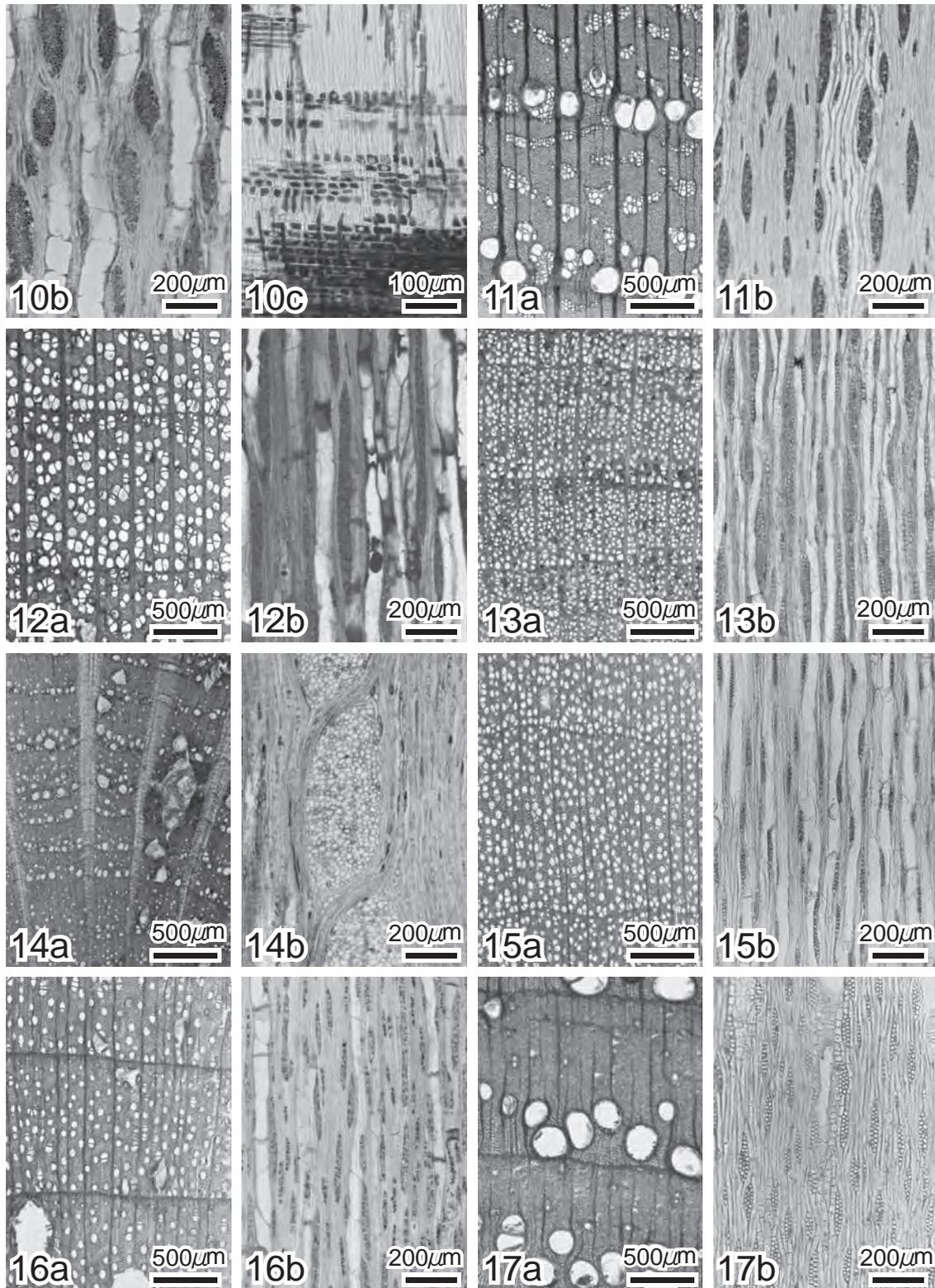


Fig. 5 (continued) — 10b, c: *Hemiptelea mikii* Minaki et al. (IB-663). — 11a, b: *Ulmus* (IB-623). — 12a, b: *Prunus jamasakura* Siebold ex Koidz. (IB-640). — 13a, b: *Prunus* (IB-666). — 14a, b: *Rosa* (IB-634). — 15a, b: *Sorbus* (IB-665). — 16a, b: *Acer* (IB-641). — 17a, b: *Fraxinus* (IB-659). — a: cross section, b: tangential section, c: radial section.

径を減じる道管が斜め接線状に複合して波状に分布する環孔材で、年輪の終わりでは道管径はかなり小さくなり、その道管分布はニレ属 *Ulmus*、エノキ属 *Celtis* によく似ているが、年輪の中間部分では時折径が大きな丸い道管が混じる。この道管要素は長さが短い特徴がある。小道管にはらせん肥厚が顕著。放射組織は5, 6細胞幅の多列で背は低く鞘細胞が顕著に発達し、その中には結晶がある。産出数は1点。

Minaki et al. (1988) は、ヒメハリゲヤキが現生ハリゲヤキに比べ、道管径が小さいこと (ヒメハリゲヤキの最大道管接線径が150 μm に対し、ハリゲヤキは232 μm)、放射組織に結晶細胞が多数あること (ハリゲヤキには結晶細胞が認められない)、などの形質から区別されるとしている。本化石は、年輪始めの大道管の接線径は100 ~ 160 μm であり、放射組織には結晶があることから、ヒメハリゲヤキと同定した。

ニレ属 *Ulmus* ニレ科 (Fig. 5: 11a, 11b)

ヒメハリゲヤキと同様の道管配列であるが、年輪中間部分に大きな道管が混じることはない。また、放射組織は同性で結晶細胞はない。産出数は8点。

ヤマザクラ *Prunus jamasakura* Siebold ex Koidz. バラ科 (Fig. 5: 12a, 12b)

接線径100 μm ほどの丸〜楕円の道管が単独あるいは2ないし数個放射方向に複合したものが密度高く均一に分布する散孔材で、年輪内で大きさはほとんど変化しない。道管内にはゴム状物質が著しい。道管穿孔は単一で道管内壁にはらせん肥厚が顕著。放射組織は1 ~ 4細胞幅ほどの異性で細胞が大きめで粗雑に見える。産出数は3点。

サクラ属 *Prunus* バラ科 (Fig. 5: 13a, 13b)

ヤマザクラ同様の道管配列をするが、それより道管径が小さく、年輪始めの道管が他より大きくなる。また、道管内のゴム状物質の量が少ない。他の形質はヤマザクラと同様。産出数は3点。

バラ属 *Rosa* バラ科 (Fig. 5: 14a, 14b)

年輪始めに大きい丸い道管がほぼ1層に並ぶが、道管径は1本ずつ異なる。巨大な放射組織が放射方向に走り道管分布域を区切っている。道管の穿孔は単一。単列放射組織と巨大放射組織があり、後者は材の外側に行くほど大きくなる。産出数は1点。

ナナカマド属 *Sorbus* バラ科 (Fig. 5: 15a, 15b)

小型の丸い道管がほぼ単独で均一に分布する散孔材で、年輪内での直径の変化はほとんど無い。道管の穿孔は単一。放射組織はほぼ2細胞幅で背は低い。産出数は2点。

カエデ属 *Acer* カエデ科 (Fig. 5: 16a, 16b)

楕円形的小道管が単独あるいは数個放射方向に複合したものが均一に分布する散孔材で道管密度は低い。道管の穿

孔は単一、道管内壁に明瞭ならせん肥厚がある。放射組織は1 ~ 3細胞幅くらいの同性だが、接線断面での輪郭は不斉である。産出数は2点。

トネリコ属 *Fraxinus* モクセイ科 (Fig. 5: 17a, 17b)

年輪始めに丸い大道管が1 ~ 数層並び、孔圏外では厚壁の小道管が単独あるいは数個放射方向に複合したものがまばらで均一に分布する環孔材。木部柔組織は早材部では随伴状で晩材部では翼状で、時に接線方向に連合する。放射組織は2細胞幅で背は低い。産出数は1点。

考 察

地質層序と¹⁴C年代値から、花室川中流域における緩斜面堆積物は、約5.0万年以前に堆積を開始し、その後約1.7万年前までの間に堆積したことがわかった。これらの堆積物は、斜交葉理が発達する砂やシルト、粘土などからなり、宇野沢ほか (1988) により下流域で確認されているATも認められないことから、水流によって運搬・堆積したものであり、そこに含まれる木材化石も現地性でない可能性がある。しかし、その場合でも、花室川の集水域は狭いため移動距離は極めて短く考えられる。ここでは、花粉化石と木材化石の組成変化から、この地域周辺における最終氷期の環境変遷について考察し、さらにグリーンランドの氷床コアにおける酸素同位体比データ (NGRIP: Andersen et al., 2004) と対比する (Fig. 6)。また、最終氷期に絶滅したヒメハリゲヤキの絶滅年代や立地環境などの古生態学的な特徴について述べる。

1. 最終氷期における環境変遷

約5.0万年前以前 ~ 4.3万年前にかけて、花室川周辺では筑波台地を削って形成された谷に、緩斜面堆積物の下部が堆積した。これらの堆積物は、台地を開析する支谷出口に相当するC地点のみで認められることから、この時期には主に背後の台地から水流による土砂供給があったと考えられる。

この時期はHMR-1帯期にあたり、この帯の花粉組成をみるとカバノキ属やコナラ亜属、ハンノキ属が高率であり、これらに伴ってハリゲヤキ属も出現する。また、わずかながらトウヒ属やツガ属などの針葉樹花粉も出現する。木材化石では、試料点数が少ないものの、ハンノキ属ハンノキ節やナナカマド属、オニグルミ、サクラ属が産出する。また、コナラ属コナラ節とヒメハリゲヤキも認められた。したがって、約5.0万年前以前 ~ 約4.3万年前の台地では、冷温帯性落葉広葉樹を主とする森林が優占し、緩斜面ではハンノキ湿地林が形成されていたと考えられる。この時期は、最終氷期のなかでも温暖な気候環境の亜間氷期であり、ステージ3に対比される (Fig. 6)。

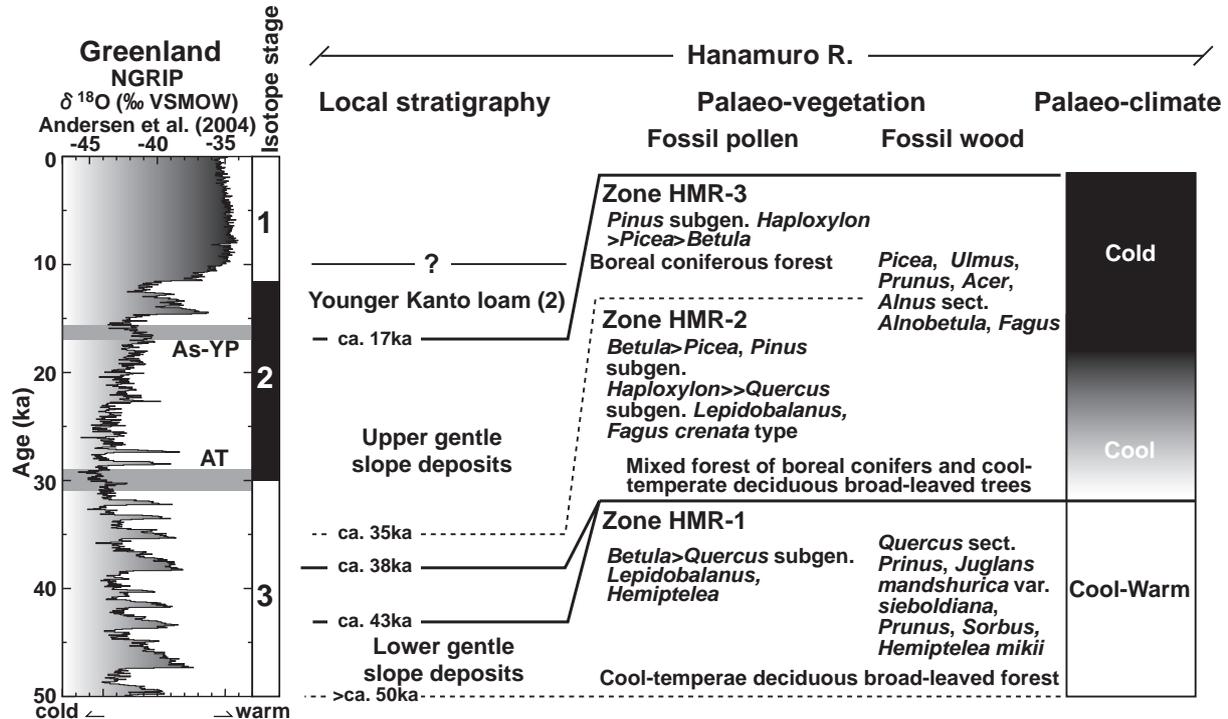


Fig. 6 Palaeo-environmental changes during the Last Glacial Stage around the Hanamuro River and an oxygen isotope curve in Greenland. The oxygen isotope curve in NGRIP is modified from Andersen et al. (2004). AT (Aira Tanzawa) and As-YP (Asama Itahana Yellow Pumice) indicate index tephras during the Late Pleistocene in eastern Japan.

約 4.3 ~ 3.8 万年前の間は、本調査地に堆積物が認められないため、環境変遷は不明である。約 3.8 万年前になると、緩斜面堆積物上部が谷底付近で堆積を開始する。この堆積物は、斜交葉理の発達した砂礫やシルト、泥炭の互層からなる。A 地点における泥炭層最下部の ^{14}C 年代値からみて、調査地周辺では約 2.5 ~ 2.4 万年前あたりまで緩斜面の形成が続き、その後約 1.7 万年前まで谷底では泥炭地が広がったと推定される。

これらの時期は、HMR-2 帯期と HMR-3 帯期に相当し、それぞれ約 3.8 ~ 3.5 万年前と約 3.5 ~ 1.7 万年前と推定される。HMR-2 帯の花粉組成では、カバノキ属やマツ属単維管束亜属が高率となり、コナラ亜属やシナノキ属などが出現する。HMR-3 帯になると、マツ属単維管束亜属とトウヒ属などが優占するようになり、コナラ亜属やブナ属ブナ型などは低率になる。また、砂・シルト・泥炭の互層ではハンノキ属が、泥炭層ではカヤツリグサ科とヨモギ属が増加する。木材化石ではトウヒ属が優占し、ニレ属、ヤナギ属、ハンノキ属ハンノキ節、サクラ属などの落葉広葉樹も産出する。中島 (2002) は、花室川の緩斜面堆積物からヒメコマツ近似種やチョウセンゴヨウ、カラマツ属の球果、エゴノキ属の種子やカバノキ属の木材化石を報告し

ている。栃木県南部や東京都北江古田では、最終氷期極相期の泥炭層からヤツガタケトウヒ *Picea koyamae* Shiras. の近似種やチョウセンゴヨウなどが産出している (辻ほか, 1984; 南木, 1987)。また、長野県軽井沢における As-YP 直下の晩氷期の泥炭層では、トウヒ属バラモミ節 *Picea* sect. *Picea* やハイマツ *Pinus pumila* (Pall.) Regel の葉、種子、球果などが報告されている (那須ほか, 1999)。

したがって、約 3.8 ~ 3.5 万年前の花室川周辺では、冷温帯性落葉広葉樹と亜寒帯性針葉樹の混交林となり、約 3.5 ~ 1.7 万年前にはトウヒ属とマツ属単維管束亜属を主とする亜寒帯性針葉樹林に移行した。この針葉樹林では、アカエゾマツ *Picea glehnii* (F.Schmidt) Mast. やヒメマツハダ、ヒメバラモミ *Picea maximowiczii* Regel ex Carrière, ヤツガタケトウヒなどのトウヒ属バラモミ節、ヒメコマツやハイマツ、チョウセンゴヨウのマツ属単維管束亜属が主要な構成種であった可能性が高い。

このような最終氷期極相期 (AT 降灰) 以前から針葉樹林への移行は、関東地方の他地域でも認められている (辻・小杉, 1991; 辻, 1992)。一方、約 3.8 ~ 2.4 万年前の緩斜面や河床では、ハンノキやヤナギ属の湿地林が広がった。その後、約 2.5 ~ 2.4 万年前になると泥炭地の上には、カ

ヤツリグサ科を主とする草本植生が成立したと考えられる。この時期の気候は、約3.8～3.5万年前ではそれ以前に比べて冷涼になり、約3.5～1.7万年前にはさらに寒冷化したと推測される。したがって、この時期は最終氷期亜間氷期末から極相期であると考えられ、ステージ3～2に対比される (Fig. 6)。

2. ヒメハリゲヤキの絶滅年代と立地環境

C地点の約5.0万年前以前～4.3万年前までに堆積した緩斜面堆積物下部からは、絶滅種のハリゲヤキ属の花粉化石が認められた (Fig. 3, 4)。また、この層ではヒメハリゲヤキの木材化石が産出し、その年代は47,665～45,665 cal BPであった (Table1)。したがって、ハリゲヤキ属の花粉化石はヒメハリゲヤキに由来するものと考えられ、この時期にはヒメハリゲヤキが花室川周辺に分布していた。

前述のように、この時期の森林は、冷温帯性落葉広葉樹が優占を示しており、ヒメハリゲヤキも冷温帯の気候環境下で生育していたと考えられる。一方で、約3.8～1.7万年前に堆積した緩斜面堆積物の上部では、これらの木材・花粉化石の産出は認められない。したがって、この地域のヒメハリゲヤキの絶滅年代は、緩斜面堆積物の下部と上部の間と考えられ、約4.3～3.8万年前後と推定される。産出層準や産状は不明であるが、Noshiro (2004) は花室川河岸露頭の緩斜面堆積物からヒメハリゲヤキの木材化石を報告している。約3.8万年前以降にもヒメハリゲヤキが生存していた可能性もあるが、本研究の結果からみてもその数はわずかであったと考えられる。

この絶滅年代は、既存研究と比較して、最も若い年代値である。例えば、東京都北江古田では、箱根東京軽石 (Hk-TP: 約6.5～6.0万年前、町田・新井, 2003) の直下から、ハリゲヤキ属の果実や木材化石が報告されている。(南木, 1987; 鈴木・能城, 1987)。埼玉県お伊勢山では年代が未確定であるが、後期更新世の堆積物からヒメハリゲヤキの木材化石が認められている (辻ほか, 1991; Suzuki & Noshiro, 1992)。したがって、ヒメハリゲヤキは、最終氷期亜間氷期までは関東地方各地に分布し、最終氷期極相期に向かう気候の寒冷化が原因となって絶滅したと考えられる。

現在、朝鮮半島や中国大陸に分布するハリゲヤキは、溪畔林の要素であり、地下水位の変動が著しく、土壌の攪乱が頻発する山地の斜面などに立地している (李, 1996; Wu & Raven eds., 2003)。また、日本に生育するニレ科のケヤキ属やニレ属も、不安定な地形や水文条件、攪乱性の高い土壌環境を好む (牧田ほか, 1976; 石崎, 1996; 菊池, 2001; 朴・吉木, 2002)。本研究で認められたハリゲヤキ属の花粉化石は高率であり、かつ同層からヒメハリ

ゲヤキの木材化石も産出することから、これらが現地性である可能性は高い。さらにこれらの化石は、湿地林の要素であるハンノキ属ハンノキ節やトネリコ属の木材化石を多数伴う。したがって、ヒメハリゲヤキは、他のニレ科の植物と同様に、地下水位の変動が著しく、土砂の移動が起こりやすい、斜面や河床などの不安定な地形環境に立地していたと考えられる。

結 論

茨城県南部の花室川中流域における露頭とトレンチ調査、花粉分析、木材化石の樹種同定、¹⁴C年代測定の結果から、この地域における最終氷期中の環境変遷と絶滅種のヒメハリゲヤキの古生態学的な特徴が明らかとなった。すなわち、この地域の台地では、約5.0万年前以前～4.3万年前は温暖な気候のもとで冷温帯性落葉広葉樹林が分布していた。約3.8～3.5万年前には気候の寒冷化に伴って、冷温帯性落葉広葉樹と亜寒帯性針葉樹の混交林となった。その後、約3.5～1.7万年前には寒冷な気候のもとで亜寒帯性針葉樹林となった。一方で、緩斜面や河床では、約5.0万年前以降～2.4万年前はハンノキやヤナギ属の湿地林であった。約2.4～1.7万年前には泥炭地が形成され、その上にはカヤツリグサ科やヨモギ属の草原が広がった。この地域では、ヒメハリゲヤキが少なくとも約5.0年前以前～4.3万年前まで冷温帯の気候環境のなかで存在し、地下水位の変動や土壌攪乱が著しい不安定な地形環境に立地していたことがわかった。その後、ヒメハリゲヤキは、最終氷期極相期における気候の寒冷化が原因で絶滅した。

近年、花室川中流域では、ナウマンゾウやニホンアシカなどの最終氷期に生育していた大型哺乳類の化石産出が報告されている (中島, 2002, 2004; 西本ほか, 2009; 飯泉ほか, 2010)。本研究の結果は、当時の動物の古生態や人類活動を理解する上で、重要な情報となるであろう。また、本研究では、複数手法による高精度の植生復元、さらに堆積物や地形などの情報を加え、古植生・古植物を多面的に議論した。このような研究は、日本列島における第四紀の絶滅種 (例えば、ハリグワ *Maclura tricuspidata* Carrière, ナンキンハゼ *Triadica sebifera* (L.) Small, サルスベリ属 *Lagerstroemia*)、隔離的に分布する植物 (例えばヒトツバタゴ *Chionanthus retusus* Lindl. et Paxton など) の分布変遷や立地環境などの解明に繋がるものと期待されるが、いまだにその事例は少ない。今後、古植生・古植物を様々な古環境情報との関連性から議論する必要がある。

謝 辞

本論文を作成するにあたって、岩手県立大学吉木岳哉准

教授には斜面地形やその堆積物について有益なご助言をいただいた。東北大学植物園米倉浩司博士と全北大学校鄭 恩境博士には、ハリゲヤキについてご教示をいただいた。国立歴史民俗博物館の住田雅和研究員と浪形早季子研究員には、現地調査のご協力をいただいた。また、匿名査読者の方々、柳町自然研究所竹内貞子博士には、本論文の改善にとって貴重なご意見をいただいた。以上の方々に、深く感謝いたします。

引用文献

- Andersen, K. K., Azuma, N., Barnola, J. M., Bigler, M., Biscaye, P., Caillon, N., Chappellaz, J., Clausen, H. B., Dahl-Jensen, D., Fischer, H., Flückiger, J., Fritzsche, D., Fujii, Y., Goto-Azuma, K., Grønbold, K., Gundestrup, N. S., Hansson, M., Huber, C., Hvidberg, C. S., Johnsen, S. J., Jonsell, U., Jouzel, J., Kipfstuhl, S., Landais, A., Leuenberger, M., Lorrain, R., Masson-Delmotte, V., Miller, H., Motoyama, H., Narita, H., Popp, T., Rasmussen, S. O., Raynaud, D., Rothlisberger, R., Ruth, U., Samyn, D., Schwander, J., Shoji, H., Siggard-Andersen, M. L., Steffensen, J. P., Stocker, T., Sveinbjörnsdóttir, A. E., Svensson, A., Takata, M., Tison, J. L., Thorsteinsson, Th., Watanabe, O., Wilhelms, F. & White, J. W. C. 2004. High-resolution record of northern hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature* **431**: 147–151.
- BG Plants 学名-和名インデックス (YList 植物名検索). URL: http://bean.bio.chiba-u.jp/bgplants/ylist_main.htm (2011.1.10)
- Hongo, M. 2007. Stratigraphic distribution of *Hemiptelea* (Ulmaceae) pollen from Pleistocene sediments in the Osaka sedimentary basin, southwest Japan. *Review of Palaeobotany & Palynology* **144**: 287–299. doi: 10.1016/j.revpalno.2006.07.013
- 飯泉克典・国府田良樹・小池 涉・西本豊弘・安藤寿男・伊達元成. 2010. 茨城県霞ヶ浦西部花室川河床礫層より産出した後期更新世末期のニホンアシカ化石. *地質学雑誌* **116**: 243–251.
- 石井武政・磯部洋一・相原輝雄. 1987. 試錐試料からみた茨城県筑波台地における緩斜面の形成について. *第四紀研究* **26**: 85–92.
- 石崎尚人. 1996. 阿武隈山地中北部におけるケヤキの分布. *地理学評論* **69A**: 892–906.
- 菊池多賀夫. 2001. 地形植生史. 220 pp. 東京大学出版会, 東京.
- 李 永魯. 1996. 原色韓国植物圖鑑. 1237 pp. 学社, ソウル.
- 町田 洋・新井房夫. 2003. 新編火山灰アトラス. 336 pp. 東京大学出版会, 東京.
- 牧田 肇・菊池多賀夫・三浦 修・菅原 啓. 1976. 丘陵地河辺のハンノキ林・ハルニレ林とその立地にかかわる地形. *東北地理* **28**: 83–93.
- 増田富士雄・青木直昭・長谷川善和・佐藤 正. 1978. 筑波研究学園都市, 花室川流域から産出したナウマン象化石. *筑波の環境研究* No. 3: 181–186.
- 南木陸彦. 1987. 北江古田遺跡の大型植物遺体. 「北江古田遺跡発掘調査報告 (2)」(北江古田遺跡調査会編), 466–505, 中野区, 東京.
- Minaki, M., Noshiro, S. & Suzuki, M. 1988. *Hemiptelea mikii* sp. nov. (Ulmaceae), fossil fruits and woods from the Pleistocene of central Japan. *The Botanical Magazine, Tokyo* **101**: 337–351.
- Miyairi, Y., Yoshida, K., Miyazaki, Y., Matsuzaki, H. & Kaneoka, I. 2004. Improved ^{14}C dating of a tephra layer (AT tephra, Japan) using AMS on selected organic fractions. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* **223–224**: 555–559. doi:10.1016/j.nimb.2004.04.103
- 宮脇 昭, 編著. 1986. 日本植生誌 7. 関東. 641 pp. 至文堂, 東京.
- 中村俊夫・辻誠一郎・竹本弘幸・池田晃子. 1997. 長野県, 南軽井沢周辺の更新世最末期の浅間テフラ層の加速器 ^{14}C 年代. *地質学雑誌* **103**: 990–993
- 中島 礼・磯部一洋・利光誠一・佐藤喜男. 2002. つくば市花室川中流域に分布する更新統最上部の大型哺乳類化石産出状況と古環境. *地質調査所報告* No. 53: 595–629.
- 中島 礼・伊藤光弘・兼子尚知・樽 創・利光誠一・中澤 努・磯部一洋. 2004. つくば市花室川の最上部更新統から産出した *Palaeoloxodon naumanni* (Makiyama) (ナウマンゾウ) の臼歯化石. *第四紀研究* **43**: 225–230.
- 那須浩郎・百原 新・沖津 進. 1999. 軽井沢の化石藓苔類群集から復元した晩氷期針葉樹林の分布立地. *植生史研究* **7**: 71–80.
- 楡井 尊. 1996. 更新統産ハリゲヤキ属 (ニレ科) の花粉形態. *第四紀研究* **35**: 333–338.
- 西本豊弘・白石浩之・浪形早季子・金 憲爽・住田雅和. 2009. 茨城県花室川の旧石器時代遺物について. *動物考古学* No. 26: 1–19.
- Noshiro, S. 2004. Lateset record of *Hemiptelea mikii* fossil wood from a late Pleistocene deposit along the Hanamuro River, Tsuchiura City, Ibaraki Prefecture. *Japanese Journal of Historical Botany* **13**: 31–34.
- 朴 志焄・吉木岳哉. 2002. 仙台近郊の丘陵地小流域における斜面微地形とケヤキ分布. *季刊地理学* **54**: 105–110.
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kormer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. S. M., van der Plicht, J. & Weyhenmeyer, C. E. 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* **51**: 1111–1150.
- Stuiver, M. & Reimer, P. J. 1993. Extended ^{14}C data base and revised Calib3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon* **35**: 215–230.
- 鈴木正章・吉川昌伸・遠藤邦彦・高野 司. 1993. 茨城県桜

- 川低地における過去 32,000 年間の環境変遷. 第四紀研究 32: 195–208.
- 鈴木三男・能城修一. 1987. 北江古田遺跡の木材遺体群集. 「北江古田遺跡発掘調査報告 (2)」(北江古田遺跡調査会編), 506–556, 中野区, 東京.
- Suzuki, M. & Noshiro, S. 1992. Further occurrence of *Hemiptelea mikii* fossil woods from the Pleistocene Japan. *Journal of Phytogeography and Taxonomy* 40: 98–99.
- 辻 誠一郎・南木睦彦・鈴木三男. 1984. 栃木県南部, 二宮町における立川期の植物遺体群集. 第四紀研究 23: 21–29.
- 辻 誠一郎・加藤定男・小倉順子・南木睦彦・能城修一・鈴木三男・杉山真二・小杉正人・坂上寛一・小川政之. 1991. 旧石器時代の古地理と古環境. 「お伊勢山遺跡の調査: 第2部 旧石器時代」(早稲田大学所沢校地文化財調査室編), 3–65. 早稲田大学出版部, 東京.
- 辻 誠一郎・小杉正人. 1991. 始良 Tn 火山灰 (AT) 噴火が生態系に及ぼした影響. 第四紀研究 30: 419–426.
- 辻 誠一郎. 1992. 東京都調布の後期更新世野川泥炭層から産出した花粉化石群. 植生史研究 1: 21–26.
- 宇野沢 昭・磯部一洋・遠藤秀典・田口雄作・永井 茂・石井武政・相原輝雄・岡 重文. 1988. 筑波研究学園都市及び周辺地域の環境地質図. 139 pp. 地質調査所.
- Yoshida, A. & Takeuti, S. 2009. Quantitative reconstruction of palaeoclimate from pollen profiles in northeastern Japan and the timing of a cold reversal event during the Last Termination. *Journal of Quaternary Science* 24: 1006–1015. doi: 10.1002/jqs.1284
- Wu, Z.-Y. & Raven, P. H., eds. 2003. *Flora of China*, vol. 5, *Ulmaceae through Basellaceae*. 505 pp. Science Press and Missouri Botanical Garden Press, Beijing and St. Louis. (2011年1月21日受理)

書 評: 三好教夫・藤木利之・木村裕子. 2011. 日本産花粉図鑑. B5 版, 852 頁. ISBN978-4-8329-8198-0. 北海道大学出版会, 札幌. 18,000 円+税.

本書は日本植生史学会名誉会員でもあり, 先年岡山理科大学を退職された三好教夫博士とその門下生の藤木利之博士, 木村裕子博士による同研究室 40 年にわたる花粉学研究の集大成ともいべき 207 科 794 属 1305 種におよぶ植物花粉写真が収められている花粉図鑑である。

本書の構成は大きく 3 部に分けられている。まず第一部では光学顕微鏡 (LM), 走査型電子顕微鏡 (SEM) と透過型電子顕微鏡 (TEM) による現生花粉写真のほか, 化石花粉の SEM 写真も掲載されている。なかでも, 現生花粉の SEM 写真は, 本書の主体をなすもので図版頁の約 80% の頁数をあてている。国内では花粉の SEM 写真集は黒沢 (1991) をはじめいくつか出版されているが, 本書はまさにその中の白眉といっても過言ではない。あたかもオブジェのような花粉の造形美を余すところ無く示していて, 思わず専門学術書であることを忘れてしまうほどである。また, 花粉をそのまま観察することが多い空中花粉や蜜源花粉を研究観察対象とする場合への配慮もぬかりなく, アルコール処理で表面の汚れを取り除いただけの花粉の LM 写真も収められている。第二部は解説編であり, 花粉形態に関する研究史, 研究方法, 記載用語の解説のほか, 花粉の形態的特徴, 植物採取地, 開花期などが各分類群ごとに詳しく記載されている。第三部は花粉検索表が模式図をまじえながらまとめられており, 花粉形態に関する専門用語の知識が乏しい初心者でも直ちに利用できるよう工夫されている。

LM 写真は, ほとんどの花粉が液浸レンズを用いないで

撮影されているようで, SEM 写真に比べその品質が全体的にやや劣ることや, 我国ではイネ科花粉などの区別に利用され, 欧米でも微細な花粉表面模様の観察に頻繁に利用されている位相差顕微鏡写真が収められていない点などに若干の不満を感じるむきもあろう。また, 解説中, グリセリンゼリー処方でのゼラチン量に誤りが見られるほか, トウヒ属で重要な区別点である発芽口域の外壁内側のいぼ状紋が記載されていない点などが見られるものの, 本書の価値に比べればそれらの僅かな欠点は無いに等しい。何より, 我国では花粉形態に関する書籍は幾瀬 (1956) の『日本植物の花粉』以降いくつか出版されているが, SEM 写真と LM 写真に加え検索表まで備えているのは本書が初めてであり, これだけの情報量をもつ大著が 18000 円+税という安価で入手できることは驚きである。著者らの努力と出版社の英断に感謝すべきである。

花粉形態, 花粉分析, 空中花粉に携わる者には必携の書であることは間違いなく, 第四紀学, 植物分類学, 生態学など多方面の研究室にも是非 1 冊そろえておくことをお勧めする。なお, 日本植生史学会会員には 2 割引での販売もあるとのことである。

引用文献

- 幾瀬マサ. 1956. 日本植物の花粉. 廣川書店. 303 pp. 東京.
- 黒沢喜一郎. 1991. 被子植物の花粉—走査型電子顕微鏡による—. 大阪市立自然史博物館収蔵資料目録第 23 集, 189 pp. 大阪.

(守田益宗)