

第3章 西別湿原における約3万年前以降の環境変遷史と

ヤチカンバの産状

吉川昌伸*・鈴木三男**

* 古代の森研究舎 ** 東北大学植物園

要旨

西別湿原の環境変遷史とヤチカンバの生育を明らかにするために、湿原で10mのボーリングコアを採取し堆積物の放射性炭素年代測定と花粉分析を行った。低地の堆積環境は、約31000～29000 cal BPは湿地、約29000～18500 cal BPは河川、約18500 cal BP以降は湿地と河川、約9500 cal BP以降に湿地へと変化したことが明らかになった。森林植生は、グイマツが優勢でエゾマツ/アカエゾマツ伴う(約31000～29000 cal BP)、グイマツ優占(約29000以降～15500 cal BP)、カバノキ属優占(約15500 cal BP以降)、カバノキ属とミズナラ、オニグルミが優勢(約9500 cal BP以前)、ミズナラなどのコナラ亜属を主とする植生(約8000 cal BP以降)へと変遷した。ヤチカンバは、ヤチカンバ Ya 型が約31000～5200 cal BPにおいて61%の試料から1～4粒と僅かに検出され、最終氷期のグイマツを主とする亜寒帯針葉樹林から完新世のミズナラを主とする冷温帯落葉広葉樹林までほぼ連続して産出したことから、約30000 cal BP以降の最終氷期に分布していたと推定した。

3-1 はじめに

西別湿原では、約6500 cal BP(1950年を基準年として遡る暦年較正年代)以降の層序と植生史、およびヤチカンバが継続して生育していたことが明らかになっている(吉川ほか2021)。しかし、ヤチカンバが西別湿原にいつから分布していたかは明らかでない。そこで現在の湿原の縁で10mのオールコアボーリングを行い、西別湿原の形成史と植生変遷、ヤチカンバの存在について検討するために放射性炭素年代と花粉化石群を調査した。なお、テフラについては、吉川ほか(2021)と同様に、鉱物組成や火山ガラスないし軽石の化学組成を行うべきであるが、現状では道東のテフラの降灰年代が十分検討されているとは言えない状況にある。本調査では堆積物の編年が重要であるため、放射性炭素年代測定を優先して行い、テフラ対比は主に層位と層相の層位学的方法による。

3-2 調査地点と層序

西別湿原の概要と植物相については吉川ほか(2021)を参照されたい。10mのオールコアボーリングによる調査をB1地点で行った(図3-1)。ボーリング調査は、別海町教育委員会が日本工営株式会社に委託し行われた。調査地点は、現在ヤチカンバが分布するI区の湿原の西縁であるが、過去には湿原の中央部付近にあたる。10mのボーリングコアは、大きくは上位よりNi-A、Ni-B、Ni-C、Ni-Dの4層に大区分される(図3-2)。また、Ni-A、Ni-B、Ni-C各層から11層の火山灰や軽石質テフラが確認されており、西別湿原の約6500 cal BP以降のテフラに付した記号(NB-1～8:吉川ほか2021)に続けて下位のテフラにも用いた(NB-9～14)。

各層の堆積物は、Ni-D層は均質な黒褐色有機質シルトからなる(層厚43cm以上)。Ni-C層は層厚597cmと厚く、灰色砂礫(礫は3～5mm主体、砂は極細粒～粗粒砂)を主体とし、灰色中～極粗粒

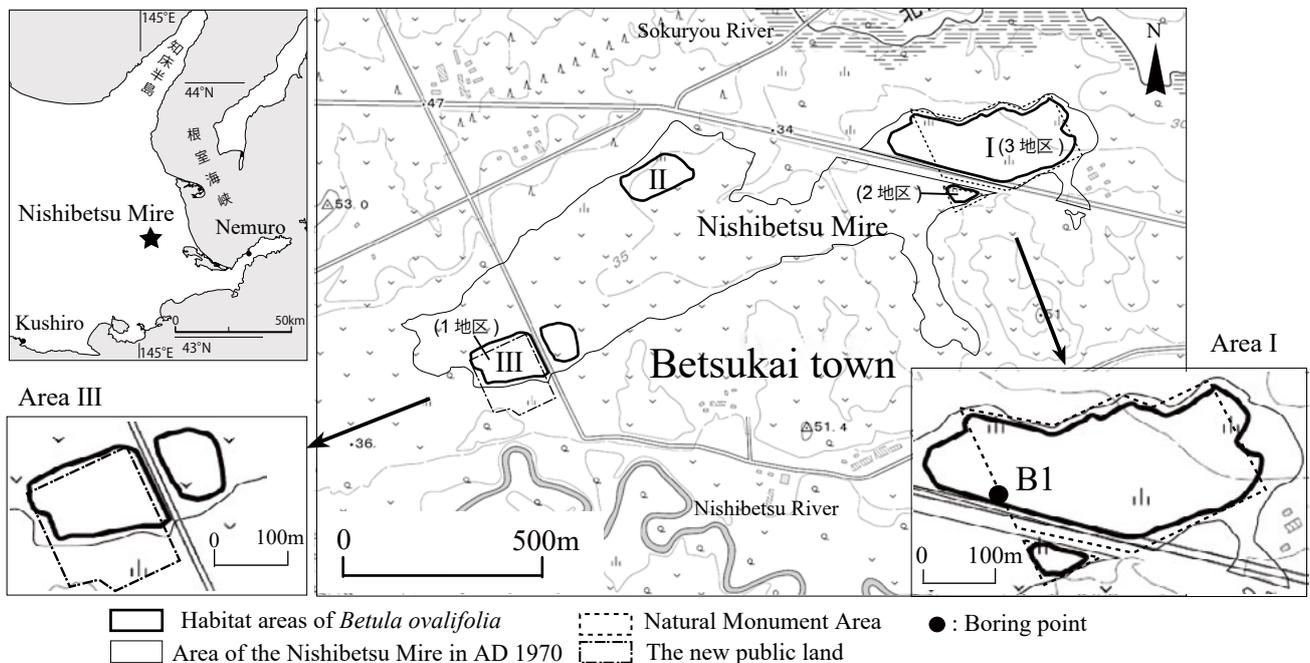


図 3-1 西別湿原の位置とボーリング試料採取地点（吉川ほか (2021) を改変）

砂やシルト質中粒砂などからなる。本層の下部には約 1m の厚さの軽石質のテフラ層 (NB-14) がある。Ni-B 層は、下位よりシルト質中～極粗粒砂、黒褐色有機質砂質シルト、褐灰色シルト質中～細粒砂、黒褐色有機質砂質シルト、黒褐色シルト質泥炭からなりその上位をテフラが覆う（層厚 104cm）。本層の上部には NB-12 と NB-13 のテフラが狭在する。Ni-A は下位の NB-12 を不整合に黒褐色有機質シルト、泥炭の順に覆う（層厚 256cm）。本層からは NB-3～5、NB-7(?)～11 の 8 層のテフラが確認された。

テフラは、NB-3 は 5mm のブロック状に散在する灰白色火山灰、NB-4 は層厚 2.5mm の褐灰色火山灰、NB-5 は層厚 2.5mm の灰色ガラス質極細粒火山灰、NB-7(?) は層厚 17cm の泥炭に約 2mm の灰白色軽石が点在、NB-8 は層厚 17cm で下部は灰褐色細粒火山灰と 2～3mm の軽石からなり下部で軽石が多く、NB-9 は層厚 45cm で 3～6mm のにぶい黄橙色軽石である。NB-9 の下部に層厚 8cm で 10～15mm の粗粒軽石があるが、NB-9 のフォールユニットかあるいは他のテフラかは不明である。NB-10 は層厚 18cm で約 3mm のにぶい黄橙色軽石（下部 3cm は 10～15mm の軽石主体）に 2～3mm の石質岩片を比較的多く含む。NB-11 は層厚 4.5cm の灰黄褐色細粒火山灰、NB-12 は層厚 25cm で 2～5mm のにぶい黄褐軽石と灰オリーブ細粒火山灰からなり上部で火山灰が多い。NB-13 は層厚 1.5cm 以下のにぶい黄橙色細粒軽石、NB-14 は層厚 136cm でいく分円摩された 2～10mm 灰黄褐色軽石と細粒火山灰からなる。

3-3 分析方法

3-3-1 放射性炭素年代

ボーリングコアの 8 層準から 1cm 以下の厚さで泥炭ないし有機質シルトを採取し、加速器質量分析法による炭素同位体年代測定を株式会社パレオ・ラボに依頼した。炭素同位体年代は ^{14}C 濃度について同位体分別効果の補正を行い、暦年較正年代を IntCal20 較正曲線データベース (Reimer et al. 2020) と OxCal4.4 較正プログラム (Bronk Ramsey 2009) を用いて算出した。

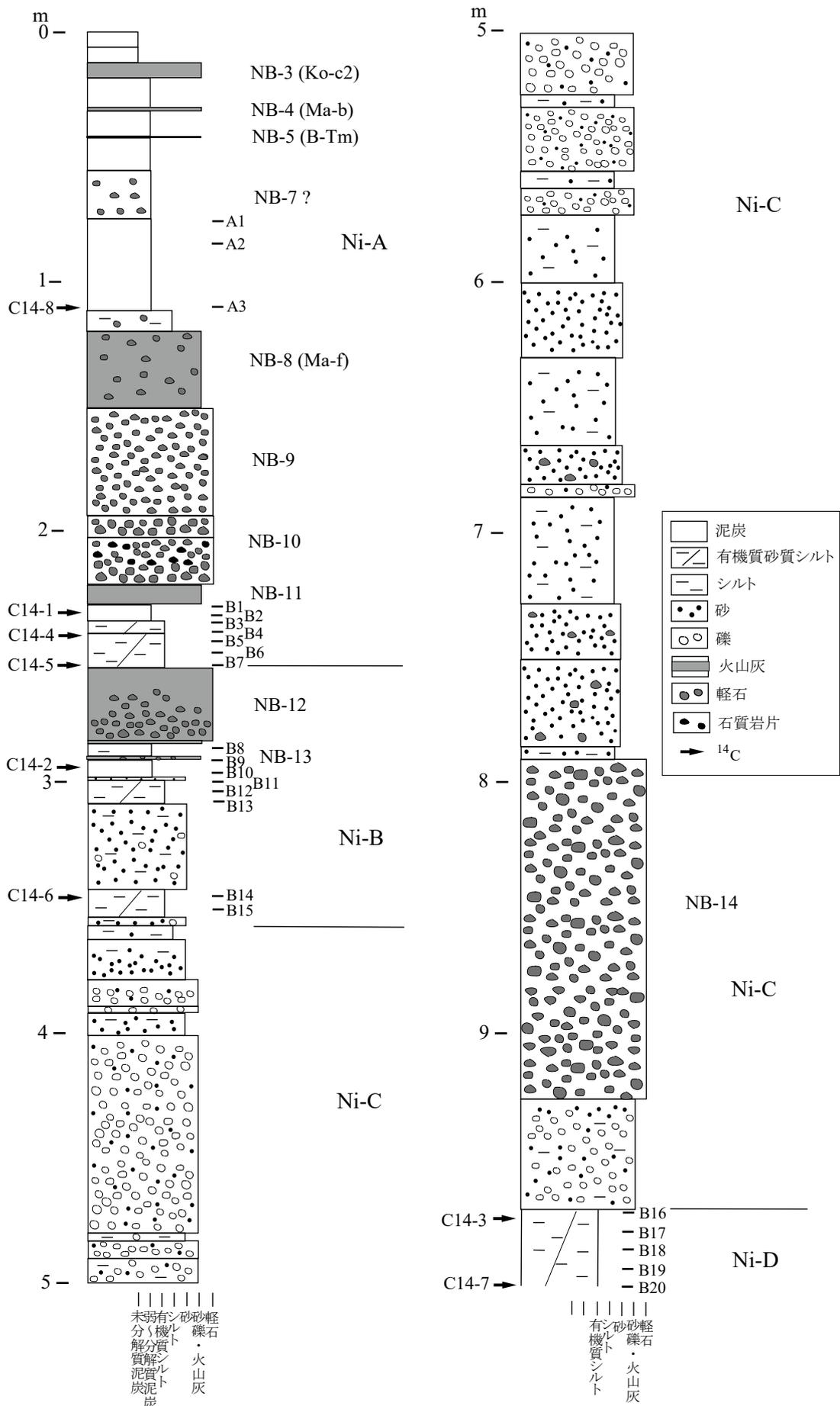


図 3-2 西別湿原 B1 コアの地質柱状図および年代と花粉分析試料採取層準

3-3-2 花粉分析と微粒炭分析

花粉分析は B1 ボーリングコアの 23 層準 (A1 ~ A3、B1 ~ B20) で行った (図 3-2)。花粉化石の抽出は、直方体に切り出した試料 0.2 ~ 0.4g を秤量し体積を測定後に 10%KOH 処理、傾斜法により粗粒砂を除去、250 μ m の篩で粗い植物遺体を除去、48%HF 処理、アセトリシス処理の順に行った。プレパラートは、残渣を適量に希釈しタッチミキサーで十分攪拌後、マイクロピペットで取り重量を測定 (感量 0.1mg) しグリセリンで封入した。同定と計数は木本花粉 300 粒を目途にプレパラート 1 枚の全面を検鏡した。但し、植物遺体が多く相対的に樹木花粉が少ない試料はプレパラート 2 ~ 3 枚の計数による。樹木は樹木花粉数、草本とシダ類、ミズゴケ属は花粉とシダ類胞子数の合計を基数として出現率を算出した。カバノキ属の識別は吉川ほか (2021) に基づく。B1 コアの各試料ではヤチカンバ Ya 型 (吉川ほか 2021) が少ないため、ヤチカンバ Ya 型と推定される個体の単体標本作製し、極顕像になるように化石花粉を回転してデジタルカメラで計測部位別に撮影した。画像解析ソフトの ImageJ で各部位のサイズを計測した。なお、本論では維管束植物分類体系と科と属の和名は APG III 分類に準拠した米倉 (2013) に従った。

微粒炭分析は、花粉分析試料 1cm³ あたりに含まれる細粒微粒炭の積算量を求めた。細粒微粒炭量は、プレパラートの顕微鏡画像をデジタルカメラで取り込み、画像解析ソフトの ImageJ で 75 μ m² より大きいサイズの細粒微粒炭の積算面積を計測した。

3-4 結果

3-4-1 放射性炭素年代測定結果とテフラ対比

B1 コア 8 点の放射性炭素年代測定結果を表 3-1 に示した。C14-1 試料を除いては年代値の逆転はなく、コア最下部の深度 10m の泥炭の 2 σ 暦年代範囲は 31088 ~ 30450 cal BP、深度約 1m の泥炭では 5313 ~ 5052 cal BP だった。C14-1 試料については、泥炭試料で測定を依頼したものの測定機関の報告では植物片になっていたため、堆積物を確認したところ幅約 2mm の根が混入していた。つまり、年代が逆転したのは堆積後に混入した根を用いて測定したことによると考えられる。

表 3-1 B1 コアから得られた放射性炭素年代

試料No.	深度 (cm)	測定試料	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	暦年較正用年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	^{14}C 年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	暦年較正年代 (2 σ)	測定番号
C14-8	109	泥炭	-26.62 \pm 0.24	4532 \pm 24	4530 \pm 25	5313- 5258 cal BP (26.24%) 5247- 5233 cal BP (2.28%) 5223- 5216 cal BP (1.00%) 5190- 5052 cal BP (65.93%)	PLD-45082
C14-1	236	泥炭 (植物片)	-23.17 \pm 0.25	1251 \pm 20	1250 \pm 20	1274- 1201 cal BP (64.38%) 1192- 1182 cal BP (3.58%) 1180- 1175 cal BP (2.82%) 1163- 1122 cal BP (22.19%) 1095- 1079 cal BP (2.48%)	PLD-42596
C14-4	242	有機質シルト	-28.44 \pm 0.25	7194 \pm 29	7195 \pm 30	8035- 7939 cal BP (95.45%)	PLD-45083
C14-5	255	有機質シルト	-29.31 \pm 0.19	8342 \pm 25	8340 \pm 25	9456- 9285 cal BP (95.45%)	PLD-44702
C14-2	296	有機質シルト (植物片)	-26.34 \pm 0.25	12924 \pm 37	12925 \pm 35	15604-15292 cal BP (95.45%)	PLD-42597
C14-6	346	有機質シルト	-27.20 \pm 0.13	14934 \pm 37	14935 \pm 35	18288-18176 cal BP (95.45%)	PLD-44703
C14-3	974	シルト質泥炭 (植物片)	-26.25 \pm 0.24	25193 \pm 80	25190 \pm 80	29807-29192 cal BP (95.45%)	PLD-42598
C14-7	1000	シルト質泥炭	-29.73 \pm 0.18	26559 \pm 80	26560 \pm 80	31088-30717 cal BP (90.47%) 30584-30450 cal BP (4.98%)	PLD-44704

NB-3・4・5・8については、主に層位と層相の層位学的方法により西別湿原の約 6500 cal BP 以降のテフラ層序(吉川ほか 2021)と比較し、NB-3 は Ko-c2、NB-4 は Ma-b、NB-5 は B-Tm、NB-8 は Ma-fに対比された。NB-9～12 は、放射性炭素年代による層位とテフラの層相に基づく、NB-9 は Ma-g、NB-10 は Ma-h・i、NB-11 は Ma-j、NB-12 は Ma-l の道東のテフラ(岸本ほか 2009; 山元ほか 2010)に対比される可能性が高い。NB-13 と NB-14 は不明であるが、NB-14 は主成分化学組成から複数のテフラからなるとされており(日本工営株式会社 2021)、二次堆積のテフラと考えられる。

3-4-2 花粉分析結果

樹木花粉 39 分類群、草本花粉 34 分類群、シダ植物 4 分類群のほか、ミズゴケ属孢子が検出された(表 3-2・3-3)。主要な樹木花粉の産出傾向に基づき下位より NSB- I～V 帯の局地花粉化石群帯を設定した(図 3-3)。

NSB- I ではカラマツ属が優占し、トウヒ属を比較的高率に伴う。他にマツ属単維管束亜属やカバノキ属種不明、ハンノキ属ヤシャブシ亜属、ニレ属、ヤチヤナギ属などが検出された。また、ヤチカンバ Ya 型が上部から僅かに検出された。草本ではカヤツリグサ科が高率で産出し、イネ科やミツガシワ属ーイワイチョウ属、ワレモコウ属、ウメバチソウ属などが産出し、シダ植物のコケスギランが僅かに検出された。細粒微粒炭は $4 \sim 23 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ と極めて少なかった。

NSB- II では、I 帯と同様にカラマツ属が高率に産出するが、トウヒ属は減少して低率になった。他にカバノキ属種不明やヤシャブシ亜属、ツツジ科などが産出し、カバノキ属は上部で増加し比較的高率になった。ヤチカンバ Ya 型が大半の試料から僅かに検出された。草本では、NSB- I と同様にカヤツリグサ科が高率を占めるものの、ミツガシワ属ーイワイチョウ属は稀で、前期で産出した草本花粉の多くは低率になった。コケスギランが連続して産出して一部層準で比較的多く占めた。

NSB- III では、カバノキ属種不明が著しい優占を示し、トウヒ属やカラマツ属は低率で他の分類群は稀であった。ヤチカンバ Ya 型が僅かに検出され、赤道長は $41 \sim 50 \mu\text{m}$ とカバノキ属内では比較的大きいサイズであった(図 3-4)。草本ではカヤツリグサ科が減少し、ミズゴケ属が高率に産出した。また、ミツガシワ属ーイワイチョウ属、ワレモコウ属、ウメバチソウ属などが僅かに産出した。

NSB- IV では、カバノキ属種不明が高率を占め、コナラ属コナラ亜属やクルミ属が比較的高率で産出した。他にニレ属やキハダ属、ヤチカンバ Ya 型が検出された。草本花粉は低率であるがイネ科やカヤツリグサ科、ワレモコウ属、ギボウシ属などが検出され、シダ植物の単条型孢子が比較的多く産出した。細粒微粒炭は $50 \sim 178 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ といく分多く占めた。

NSB- V では、コナラ属コナラ亜属が増加して優占し、ハンノキ亜属が高率ないし比較的高率に産出した。カバノキ属種不明は減少して低率になるものの、ヤチカンバ Ya 型は半数以上の試料から検出された。草本花粉は低率であるが、層準によりシダ植物孢子が高率あるいはミズゴケ属孢子が高率に産出した。細粒微粒炭が上部で $331 \sim 463 \text{ mm}^2/\text{cm}^3$ といく分多く含まれていた。

表 3-2 別海湿原 B1 コアより出現した花粉化石の一覧表 (1) (APG III 分類体系に準拠)

和名	学名	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
樹木													
モミ属	<i>Abies</i>	3	1	-	4	3	2	3	5	4	5	8	4
ツガ属	<i>Tsuga</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トウヒ属	<i>Picea</i>	1	-	1	1	1	-	2	3	1	4	42	9
カラマツ属	<i>Larix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
マツ属単維管束亜属	<i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxylo</i>	2	-	-	1	-	-	1	1	1	1	5	18
イチイ科 - ヒノキ科 (カヤ型)	Taxaceae - Cupressaceae (<i>Torreya</i> type)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
カツラ属	<i>Cercidiphyllum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ブドウ属	<i>Vitis</i>	-	-	-	2	-	-	1	1	-	-	-	-
ニレ属	<i>Ulmus</i>	18	15	17	9	8	8	18	25	20	23	-	5
ケヤキ属型	<i>Zelkova</i> type	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
エノキ属 - ムクノキ属	<i>Celtis</i> - <i>Apananthe</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ブナ	<i>Fagus crenata</i> Blume	1	-	1	1	2	1	2	2	1	3	-	-
イヌブナ	<i>Fagus japonica</i> Maxim.	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コナラ属コナラ亜属	<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	191	175	120	150	132	127	87	61	52	49	-	1
クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
シイ属	<i>Castanopsis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
ヤチヤナギ属	<i>Myrica</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
サワグルミ属	<i>Pterocarya</i>	-	1	-	2	4	2	3	-	2	-	1	-
クルミ属	<i>Juglans</i>	7	12	6	9	6	16	21	73	64	46	-	-
クマシデ属 - アサダ属	<i>Carpinus</i> - <i>Ostrya</i>	3	9	3	3	1	6	3	3	3	7	-	3
ハンバミ属	<i>Corylus</i>	-	-	-	1	1	-	1	-	1	1	1	1
ヤチカンバ型	<i>Betula ovalifolia</i> Ya type	4	2	1	-	-	-	2	4	2	1	2	1
カバノキ属 (種不明)	<i>Betula</i> (Unknown)	25	14	10	45	50	41	64	99	80	126	209	56
ハンノキ属ハンノキ亜属	<i>Alnus</i> subgen. <i>Alnus</i>	33	89	172	47	69	69	36	18	9	27	14	7
ハンノキ属ヤシヤブシ亜属	<i>Alnus</i> subgen. <i>Alnaster</i>	5	3	-	3	8	6	1	3	1	4	6	24
ヤナギ属	<i>Salix</i>	1	-	-	1	-	1	1	1	2	-	4	8
カエデ属	<i>Acer</i>	1	-	-	1	1	6	-	-	-	-	-	-
キハダ属	<i>Phellodendron</i>	1	-	1	-	-	1	1	7	5	3	-	-
サンシュユ属	<i>Cornus</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
アジサイ属近似種	cf. <i>Hydrangea</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
エゴノキ属	<i>Styrax</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
ツツジ科	Ericaceae	-	-	-	-	-	-	3	4	2	4	3	5
ヤドリギ属	<i>Viscum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マタタビ属	<i>Actinidia</i>	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-
イボタノキ属	<i>Ligustrum</i>	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
トネリコ属	<i>Fraxinus</i>	4	2	4	12	13	5	2	3	11	4	1	-
ガマズミ属	<i>Viburnum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
スイカズラ属	<i>Lonicera</i>	2	2	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-
ウコギ科	Araliaceae	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
草本													
コウホネ属	<i>Nuphar</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オモダカ属	<i>Sagittaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	-	-
ヒルムシロ属	<i>Potamogeton</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ネギ属	<i>Allium</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
ワスレグサ属	<i>Hemerocallis</i>	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ギボウシ属	<i>Hosta</i>	6	1	-	-	3	1	3	10	7	-	-	-
ガマ属	<i>Typha</i>	-	-	-	-	-	1	-	2	6	6	-	-
ホシクサ属	<i>Eriocaulon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カヤツリグサ科	Cyperaceae	46	25	9	20	47	36	32	30	75	43	113	936
イネ科	Poaceae	20	21	8	26	43	23	22	44	36	52	5	5
トリカブト属	<i>Aconitum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カラマツソウ属	<i>Thalictrum</i>	7	2	1	11	6	6	1	2	1	1	-	2
他のキンボウゲ科	other Ranunculaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-
マメ科	Fabaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ワレモコウ属	<i>Sanguisorba</i>	18	-	-	1	2	2	23	13	9	15	8	5
他のバラ科	other Rosaceae	1	-	-	-	1	1	2	5	6	15	2	8
クワ科 - イラクサ科	Moraceae - Urticaceae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
ウメバチソウ属	<i>Parnassia</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
フウロソウ属	<i>Geranium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アカバナ属	<i>Epilobium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アブラナ科	Brassicaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
モウセンゴケ属	<i>Drosera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
イブキトラノオ属	<i>Bistorta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ギンギン属	<i>Rumex</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ナデシコ科	Caryophyllaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヒユ科	Amaranthaceae	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハナシノブ属	<i>Polemonium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤエムグラ属 - アカネ属	<i>Galium</i> - <i>Rubia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
リンドウ属	<i>Gentiana</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ミツガシソウ属 - イワイチョウ属	<i>Menyanthes</i> - <i>Nephrophyllidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	27
ヨモギ属	<i>Artemisia</i>	19	12	9	19	27	18	38	51	43	50	11	4
他のキク科 (キクニガナ亜科除く)	other Asteraceae (excluding Cichorioideae)	9	3	-	2	5	2	7	4	4	2	3	3
オミナエシ属	<i>Patrinia</i>	-	2	-	-	1	-	-	-	4	3	-	-
セリ科	Apiaceae	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-
シダ植物													
トクサ属	<i>Equisetum</i>	7	6	1	4	3	1	2	12	19	6	9	401
ヒカゲノカズラ属	<i>Lycopodium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	5	3
ゼンマイ科	Osmundaceae	3	11	5	61	76	66	17	19	9	8	-	-
コケスギラン	<i>Sellaginella selaginoides</i> Link	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
単条型孢子	Monolete spore	14	289	72	68	93	217	770	342	88	147	4	2
三条型孢子	Trilete spore	5	2	1	7	12	3	2	1	4	1	-	-
他のバリノモルフ													
ミズゴケ属	<i>Sphagnum</i>	193	32	165	97	18	16	9	3	3	28	388	3
樹木花粉	Arboreal pollen	306	326	340	294	303	294	253	316	263	310	326	322
草本花粉	Nonarboreal pollen	135	72	30	79	136	92	129	164	192	194	147	995
シダ植物孢子	Fern spores	29	308	79	140	184	287	791	374	121	164	18	406
花粉・孢子数	Pollen and Spores	470	706	449	513	623	673	1173	854	576	668	491	1723
不明花粉	Unknown pollen	9	13	9	12	6	8	5	4	5	9	1	1
細粒微粒炭量 (mm ² /cm ³)	Microscopic charcoal (mm ² /cm ³)	331	463	51	11	49	140	56	178	50	50	22	21

表 3-3 別海湿原 B1 コアより出現した花粉化石の一覧表 (2) (APG III分類体系に準拠)

和名	学名	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20
樹木												
モミ属	<i>Abies</i>	-	1	2	3	-	2	2	3	5	3	3
ツガ属	<i>Tsuga</i>	2	-	-	-	-	1	1	-	2	1	-
トウヒ属	<i>Picea</i>	5	4	4	9	1	9	14	16	14	17	24
カラマツ属	<i>Larix</i>	80	83	75	69	60	88	38	73	76	72	83
マツ属単維管束亜属	<i>Pinus</i> subgen. <i>Haploxylon</i>	16	10	8	24	11	15	11	7	4	5	13
イチイ科 - ヒノキ科 (カヤ型)	Taxaceae - Cupressaceae (<i>Torreya</i> type)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カツラ属	<i>Cercidiphyllum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ブドウ属	<i>Vitis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ニレ属	<i>Ulmus</i>	-	-	-	-	-	1	-	3	-	2	1
ケヤキ属型	<i>Zelkova</i> type	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
エノキ属 - ムクノキ属	<i>Celtis - Apananthe</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ブナ	<i>Fagus crenata</i> Blume	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イヌブナ	<i>Fagus japonica</i> Maxim.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
コナラ属コナラ亜属	<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	-	2	3	-	1	-	2	5	-	2	-
クリ	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シノキ属	<i>Castanopsis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤチヤナギ属	<i>Myrica</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	4	2	2
サワグルミ属	<i>Pterocarya</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クルミ属	<i>Juglans</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1
クマシデ属 - アサダ属	<i>Carpinus - Ostrya</i>	-	1	-	-	-	1	-	3	-	2	1
ハシバミ属	<i>Corylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤチカンバYa型	<i>Betula ovalifolia</i> Ya type	2	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-
カバノキ属 (種不明)	<i>Betula</i> (Unknown)	40	19	30	12	7	6	12	4	12	10	10
ハンノキ属ハンノキ亜属	<i>Alnus</i> subgen. <i>Alnus</i>	5	3	2	-	1	1	3	-	3	2	3
ハンノキ属ヤシヤブシ亜属	<i>Alnus</i> subgen. <i>Alnaster</i>	29	13	15	14	11	2	13	6	6	12	4
ヤナギ属	<i>Salix</i>	5	6	11	2	-	1	7	2	-	1	3
カエデ属	<i>Acer</i>	-	-	2	-	2	1	1	1	-	-	-
キハダ属	<i>Phellodendron</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サンシュユ属	<i>Cornus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アジサイ属近似種	cf. <i>Hydrangea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
エゴノキ属	<i>Styrax</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ツツジ科	Ericaceae	1	1	2	-	20	5	1	3	2	1	1
ヤドリギ属	<i>Viscum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マタタビ属	<i>Actinidia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イボタノキ属	<i>Ligustrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トネリコ属	<i>Fraxinus</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
ガマズミ属	<i>Viburnum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スイカズラ属	<i>Lonicera</i>	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
ウコギ科	Araliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
草本												
コウホネ属	<i>Nuphar</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	2
オモダカ属	<i>Sagittaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヒルムシロ属	<i>Potamogeton</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ネギ属	<i>Allium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ワスレグサ属	<i>Hemerocallis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ギボウシ属	<i>Hosta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ガマ属	<i>Typha</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
ホシクサ属	<i>Eriocaulon</i>	-	1	-	6	-	2	-	-	-	-	-
カヤツリグサ科	Cyperaceae	300	341	660	1145	88	321	185	114	261	275	140
イネ科	Poaceae	6	6	13	17	20	12	47	58	36	50	42
トリカブト属	<i>Aconitum</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
カラマツソウ属	<i>Thalictrum</i>	8	23	12	6	11	10	2	7	10	3	1
他のキンポウゲ科	other Ranunculaceae	1	3	-	-	3	7	9	7	5	7	9
マメ科	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ワレモコウ属	<i>Sanguisorba</i>	4	3	1	2	3	1	3	2	-	8	14
他のバラ科	other Rosaceae	6	5	7	10	27	18	11	17	17	9	12
クワ科 - イラクサ科	Moraceae - Urticaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ウメバチソウ属	<i>Parnassia</i>	-	7	1	2	2	1	1	-	-	1	2
フウロソウ属	<i>Geranium</i>	-	-	-	-	2	2	-	-	1	-	1
アカバナ属	<i>Epilobium</i>	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-
アブラナ科	Brassicaceae	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-
モウセンゴケ属	<i>Drosera</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イブキトラノオ属	<i>Bistorta</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
ギンギン属	<i>Rumex</i>	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-
ナデシコ科	Caryophyllaceae	-	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ヒユ科	Amaranthaceae	3	1	-	-	1	1	-	-	1	-	-
ハナシノブ属	<i>Polemonium</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
ヤエムグラ属 - アカネ属	<i>Galium - Rubia</i>	-	-	-	1	1	2	1	-	-	-	3
リンドウ属	<i>Gentiana</i>	-	4	6	-	1	-	-	-	-	-	-
ミツガシラ属 - イワイチヨウ属	<i>Menyanthes - Nephrophyllidium</i>	4	-	-	-	-	-	23	36	55	51	25
ヨモギ属	<i>Artemisia</i>	9	26	22	26	30	9	8	20	18	12	20
他のキク科 (キクニガナ亜科除く)	other Asteraceae (excluding Cichorioideae)	2	5	4	6	22	20	3	1	2	1	2
オミナエシ属	<i>Patrinia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
セリ科	Apiaceae	-	1	-	2	1	4	22	22	20	7	32
シダ植物												
トクサ属	<i>Equisetum</i>	25	7	15	9	-	3	5	4	22	21	2
ヒカゲノカズラ属	<i>Lycopodium</i>	-	-	-	-	-	1	1	4	4	2	9
ゼンマイ科	Osmundaceae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
コケスギラン	<i>Sellagnella selaginoides</i> Link	1	80	23	36	65	25	1	-	1	-	1
単条型孢子	Monolete spore	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	3
三糸型孢子	Trilete spore	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
他のバリンノモルフ												
ミズゴケ属	<i>Sphagnum</i>	-	-	1	-	1	-	8	4	3	-	3
樹木花粉	Arboreal pollen	185	143	157	134	116	134	107	127	128	132	149
草本花粉	Nonarboreal pollen	343	430	727	1228	213	412	318	289	427	425	306
シダ植物孢子	Fern spores	26	89	40	45	65	29	7	9	28	23	16
花粉・孢子数	Pollen and Spores	554	662	924	1407	394	575	432	425	583	580	471
不明花粉	Unknown pollen	2	6	7	4	18	8	2	3	2	2	6
細粒微粒炭量 (mm ² /cm ³)	Microscopic charcoal (mm ² /cm ³)	11	29	29	33	38	13	15	14	23	4	23

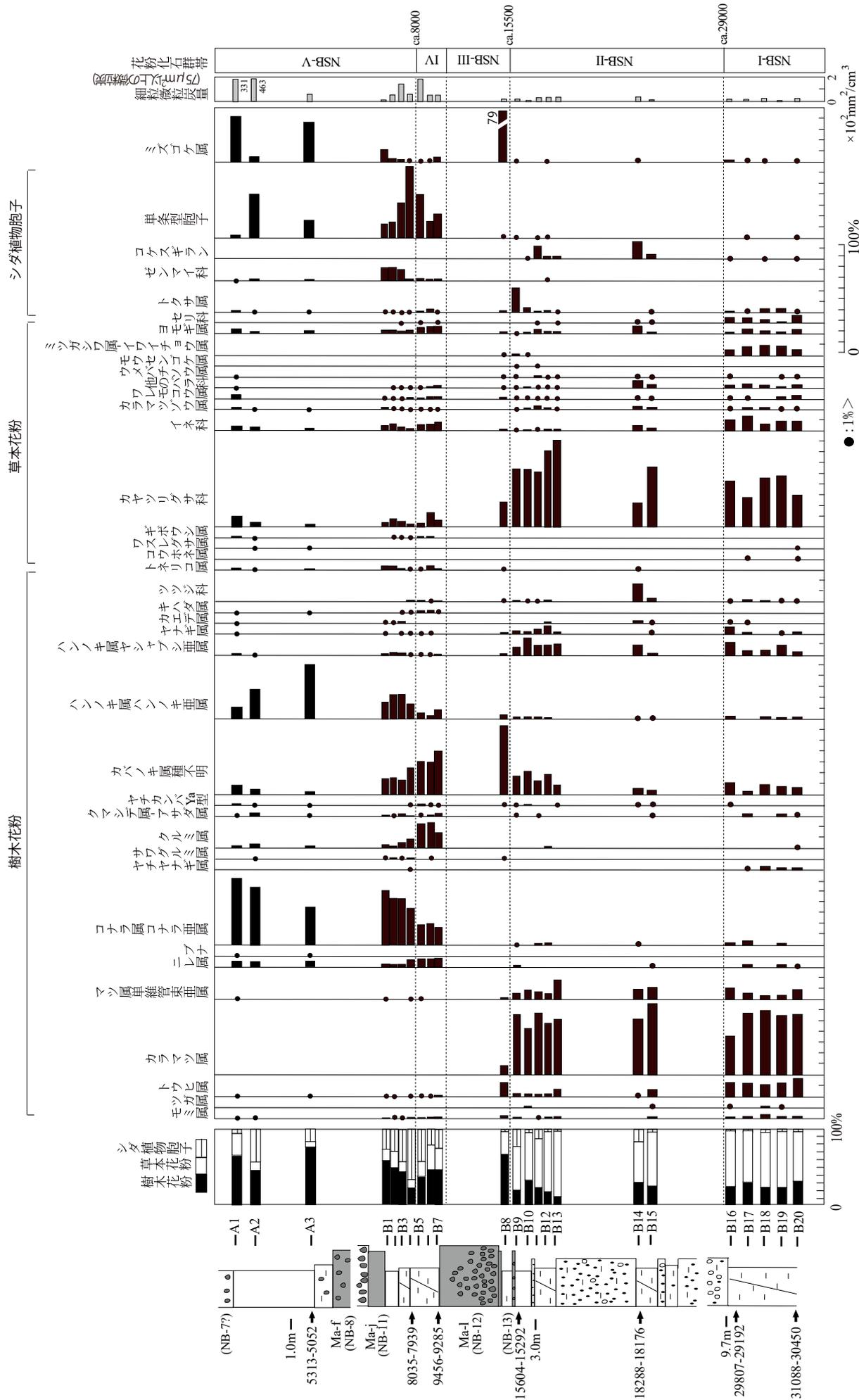


図 3-3 西別湿原 B1 コアの主要花粉分布図 (出現率は樹木は樹木花粉数、草本・孢子、ミズゴケ属は花粉孢子数を基数として百分率で産出)

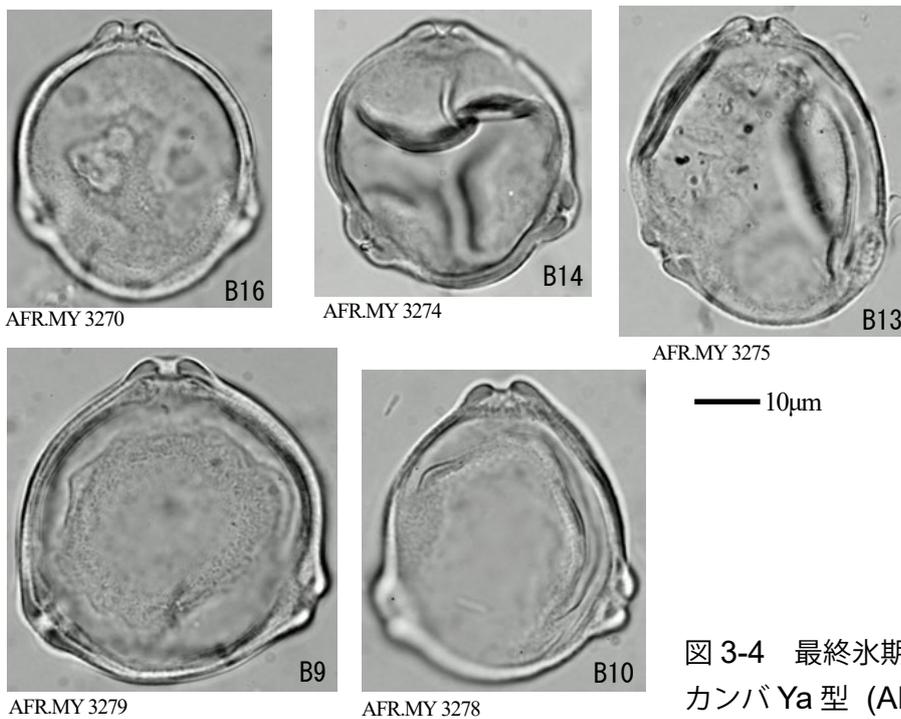


図 3-4 最終氷期の堆積物から検出されたヤチカンバ Ya 型 (AFR.MY: 単体標本番号)

3-5 考察

3-5-1 西別湿原の約 3 万年前以降の堆積環境の変化

B1 コア周辺の堆積環境は、堆積物の層相変化と放射性炭素年代に基づく下記の①～⑤の時期に区分される (図 3-5)。

- ① 約 31000 ～ 29000 cal BP : 湿地
- ② 約 29000 ～ 18500 cal BP : 河川
- ③ 約 18500 ～ 14500 cal BP : 下位より湿地→小河川→湿地ないし泥炭地に変化
- ④ 約 14500 ～ 9500 cal BP : 堆積物欠如のため不明 (湿地→河川→湿地?)
- ⑤ 約 9500 cal BP 以降 : NB-12 テフラ (Ma-1 ; 約 14500 cal BP) を不整合に 9500 cal BP 以降に泥炭地が形成され、現在の西別湿原に続く

約 31000 ～ 29000 cal BP は黒褐色有機質砂質シルトからなり、有機物量が 23 ～ 40% と植物遺体に富む堆積物あることから 2000 年以上継続して湿地が形成されていたと考えられる。その湿地の形成開始期と広がりについては空間的に調査する必要がある。

約 29000 ～ 18500 cal BP は、堆積物は砂礫や砂を主体としており河川環境に変化した。河川堆積物の層厚が約 6m に達することから、段丘間の低地部の広い範囲に河道が形成されたとみられる。また、下部には層厚約 1m でいく分円摩された複数のテフラ起源の軽石が集積しており、堆積物を浸食して再堆積したことを示す。約 29000 cal BP は海洋酸素同位体ステージの MIS3 から MIS2 に変化した時期にほぼ一致しており、堆積環境の変化が寒冷化に起因した海水準の低下により起こったと考えられる。

約 18500 ～ 14500 cal BP には、有機質シルトや泥炭が堆積する湿地環境と、シルト質中～細粒砂のような流水性堆積物が形成される環境からなる。つまり、調査地点では河川環境から湿地、弱い流れのある河川環境、湿地に変化しており、湿地に小河川が流入していたとみられる。河川から湿地への変化は約 18500 cal BP と推定され、この時期は東日本では最終氷期最寒冷期 (LGM) の後のいく分温暖化した時期であり、さらに約 17500 cal BP に再び寒冷化したことが推定されており (吉川 2018)、低地部の環境変化が気候変化に起因した海水準の変動により起こったことが示唆される。

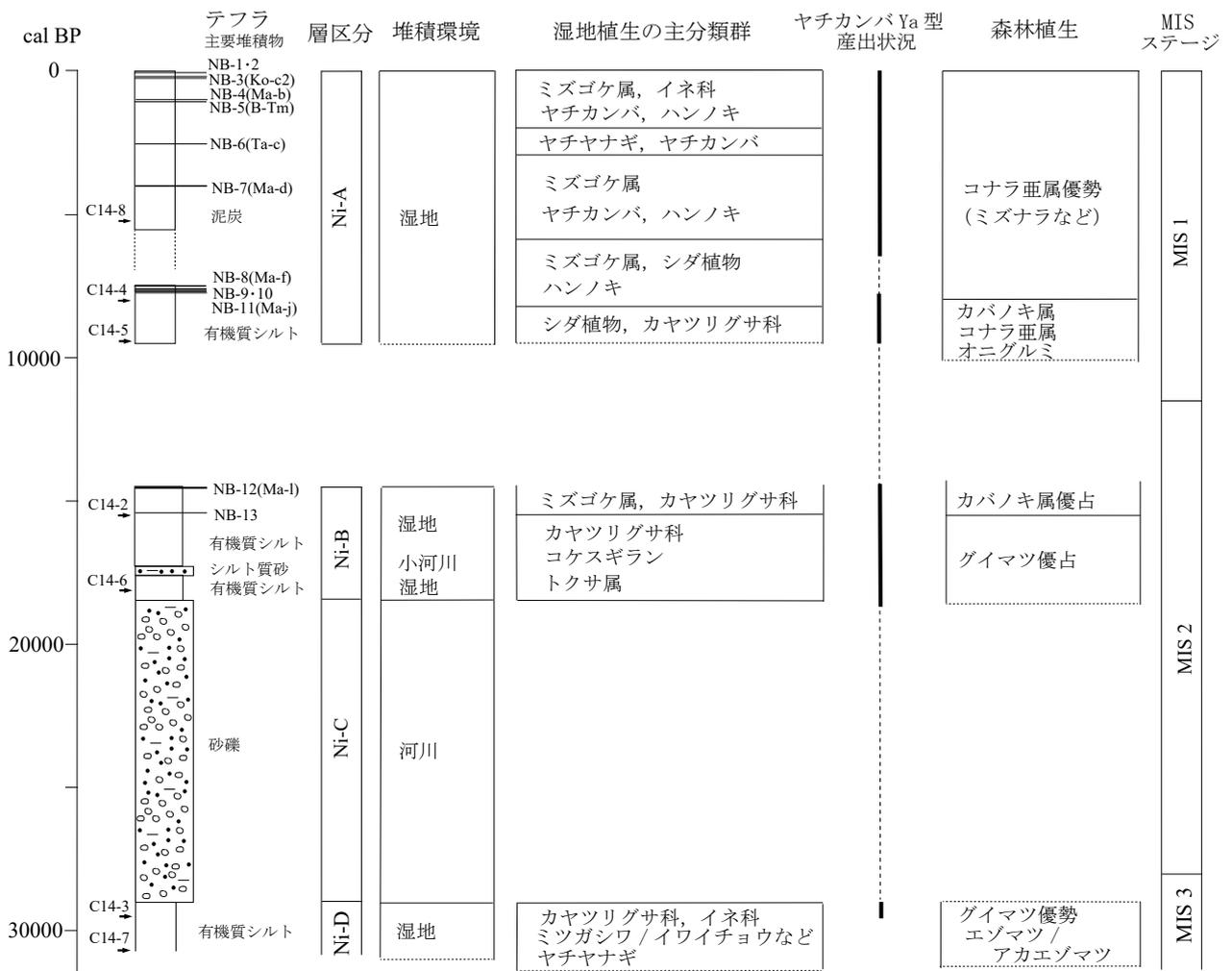


図 3-5 西別湿原における約 3 万年前以降の堆積環境と植生史およびヤチカンバ Ya 型の産出状況 (約 5800 cal BP 以降は主に吉川ほか (2021) による)

約 14500 ~ 9500 cal BP については、堆積物が浸食されて残っていないため、この場所における環境変化は明らかでないが、約 15000 cal BP 以降には気候が温暖化し、約 13000 ~ 11500 cal BP のヤンガー・ドリラス期に一時的な寒冷化がある。つまり、その気候変化や Ni-B 上面の不整合の形成からは湿地、河川、湿地へと変化した可能性が推定される。

約 9500 cal BP 以降は、下位の NB-12 テフラ (Ma-l : 15030 ~ 13630 cal BP (2σ) (山元ほか 2010)) を不整合に有機質シルト、泥炭の順に堆積しており湿地が形成された。この泥炭地は現在の西別湿原まで継続している。周辺ではより早い時期に泥炭地が形成された場所があった可能性もあり、下位層とは不整合関係であることから、現在の西別湿原はヤンガー・ドリラス期以降に形成されたことが推定される。

3-5-2 約 3 万年前以降の植生史

5 つに区分された局地花粉化石群帯に応じて、B1 地点の周辺の植生はグイマツが優勢でエゾマツ / アカエゾマツを伴う時期、グイマツが優占する時期、カバノキ属優占期、カバノキ属とミズナラ・オニグルミを主とする時期、ミズナラの優勢とハンノキ湿地林の時期へと変遷した。各植生期の境は、放射性炭素年代に基づき下位より約 29000 cal BP 以降、約 15500 cal BP、約 9500 cal BP 以前、約 8000 cal BP である。

約 31000 ~ 29000 cal BP の花粉化石群の組成はカラマツ属が優占し、トウヒ属とマツ属単維管束亜属がいく分多く占めており、樹木花粉の比率は低かった。カラマツ属花粉の産出率は母樹の被度に対してきわめて低く植生を過小に反映していることや(五十嵐ほか 2003)、樹木花粉の比率が低いことから、湿地とその周辺の湿ったところに落葉針葉樹のグイマツが疎生し、周辺の乾いたところにはエゾマツ/アカエゾマツ、マツ属単維管束亜属のハイマツ、ハンノキ属ヤシャブシ亜属のミヤマハンノキ、カバノキ属なども分布していたと推定される。湿地にはカヤツリグサ科やイネ科、ワレモコウ属、ウメバチソウ属、ミツガシワ/イワイチョウなど多量の草本と木本のヤチヤナギが生育し、シダ植物のコケスギランも生えていた。

約 29000 cal BP 以降~約 15500 cal BP では、前時期と同様にグイマツを主体とし、ハイマツや落葉広葉樹のミヤマハンノキ、カバノキ属、ツツジ科などは継続して分布していたが、エゾマツ/アカエゾマツの分布は縮小した。湿地は前期とほぼ同様の植物相からなる植生であったが、その中でコケスギランが分布拡大したと考えられる。コケスギランは北海道では夕張岳の標高 1520m に生育し、陽あたりが良く土壌水分は多いが水が停滞しない場所を好む(那須 1987)。コケスギランは北海道北部の剣淵盆地の LGM にも比較的多く産出し、MIS2 において植生帯が 1500m 下降したとしている(五十嵐 2010)。また、剣淵盆地では MIS3 にはグイマツとトドマツを交えた稠密なエゾマツ/アカエゾマツ林が継続的に発達し、MIS2 では気候の変動に伴いグイマツ、ハイマツとエゾマツ/アカエゾマツの間で競争が繰り返されたとした(五十嵐 2010)。西別湿原では、MIS3 から MIS2 を通してグイマツが継続的に発達しており剣淵盆地とは異なった景観を示す。本地点では約 29000 ~ 19000 cal BP までの LGM の植生が明らかでないが、グイマツとエゾマツは気温や乾燥条件のほかに湿原や岩礫地など立地環境によりすみ分けており(沖津 1999)、湿地の規模も関わっている可能性がある。

約 15500 cal BP 以降になると、亜寒帯性針葉樹は衰退して落葉広葉樹のカバノキ属が優勢な林が形成された。低地はミズゴケ属やカヤツリグサ科が繁茂し、ワレモコウ属やウメバチソウ属、ミツガシワ/イワイチョウなども分布していた。カバノキ属林の拡大は約 15000 cal BP 以降の気候の温暖化による亜寒帯性針葉樹から冷温帯落葉広葉樹への変化期の移行的植生で、先駆的植物のカバノキ属あるいはハンノキ属林の形成が東北北部から北海道において認められる(吉川 2018)。

約 9500 cal BP 以前~約 8000 cal BP では、落葉広葉樹のミズナラを主とするコナラ属コナラ亜属とオニグルミが分布拡大して、カバノキ属と共に主要な森林構成要素へと変化した。コナラ亜属の増加開始期は約 9500 cal BP より早い時期であるが、連続した堆積物でないため明らかでない。MIS1 の北海道におけるコナラ亜属の急増期は 10 ~ 7ka 年前と各地で年代にばらつきがあり、その拡大時期は氷期に局所的に分布していたかどうかに関わっている(五十嵐 2010)。いずれもヤンガー・ドリラス期より後に増加し、本地点では最終氷期の約 16000 cal BP 以前にもコナラ亜属が僅かに産出しており、コナラ亜属の拡大は他地域に比べ早かったとみられる。

約 8000 cal BP 以降にはミズナラを主とするコナラ属コナラ亜属が急拡大してオニグルミが衰退し、ミズナラを主とする冷温帯落葉広葉樹林が形成された。さらに、ハンノキ属花粉の増加は湿地におけるハンノキ林の拡大によると考えられる。また、カバノキ属花粉が減少して低率になり上部で増加に転じており、この変化は湿地の周辺のカバノキ属が衰退して、湿地内でヤチカンバが拡大したことによると考えられる。

3-5-3 ヤチカンバは最終氷期にあったか

ヤチカンバ Ya 型は約 31000 ~ 5200 cal BP において 61% の試料から 1 ~ 4 粒と僅かながら検出されたことから、ヤチカンバは最終氷期にも分布していたと推定される。ヤチカンバを除く他種カバ

ノキ属では、ヤチカンバ Ya 型の識別点である赤道長 / 外孔長比の値が 13.9 に近い形態をもつものは主にシラカンバにみられる (吉川 2021)。最終氷期に他種カバノキ属に識別点の 13.9 を超えるような発芽孔の形態変異があったかどうかについては検討できないが、最終氷期のグイマツを主とする亜寒帯針葉樹林から完新世のミズナラを主とする冷温帯落葉広葉樹林までほぼ連続してヤチカンバ Ya 型が検出されたこと、加えて最終氷期の B14・B15 試料ではカバノキ属の検出数が 7～8 粒と少ない中でヤチカンバ Ya 型が検出されており、Ya 型はヤチカンバ由来の花粉とみて問題ないを考える。

ではヤチカンバはどこに分布していたのか。西別湿原の約 6500cal BP 以降 (吉川ほか 2021) に比べヤチカンバ Ya 型の検出量が少なく、加えてカバノキ属種不明の産出率が低い層準も多いことから、ヤチカンバの生育地は調査地点から離れた所にあったと推定され、湿地内の微高地や低地部の縁に分布していた可能性が考えられる。また、約 29500 cal BP 以降の最終氷期の河川環境の時期を挟んでほぼ連続して検出されたことから、段丘斜面下部などの湿ったところにも分布していた可能性も推定される。ヤチカンバの分布とその変遷については、時間空間的な調査により明らかになるであろう。

文献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of Radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51: 337-360.
- 五十嵐八重子 (2010) 北海道とサハリンにおける植生と気候の変遷史—花粉から植物の興亡と移動の歴史を探る—。第四紀研究 49: 241-253.
- 五十嵐八重子・岩花 剛・仙頭亘幸・露崎史朗・佐藤利幸 (2003) ロシア北東域における異なる植生型から得られた表層花粉—古植生復元の基礎資料として—。第四紀研究 42: 413-425.
- 岸本博志・長谷川健・中川光弘・和田恵治 (2009) 最近約 1 万 4 千年間の摩周火山のテフラ層序と噴火様式。火山 54: 15-36.
- 那須孝悌 (1987) コケスギランの孢子化石と古環境。Nature Study33: 68-71.
- 日本工営株式会社 (2021) 令和 2 年度西別湿原ヤチカンバ群落地調査業務委託報告書。(本書附録 CD-R 収録)
- 沖津 進 (1999) サハリン最北端シュミット半島に分布するエゾマツ、グイマツの共存条件とそれから推定される最終氷期の北海道における両種の共存状態。植生史研究 7: 3-10.
- Reimer, P.J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G, Ramsey, C. B., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I. Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, Jonathan G., van der Plicht, J., Reimer R.W., Richards, D. A., Scott E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F. Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. & Talamo, S. (2020) The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62:725-757.
- 山元孝広・伊藤順一・中川光弘・長谷川健・岸本博志 (2010) 北海道東部，屈斜路・摩周カルデラ噴出物の放射炭素年代値，地質調査研究報告 61: 161-170.
- 米倉浩司 (2013) 維管束植物分類表 (邑田 仁監修)。213pp. 北隆館，東京。
- 吉川昌伸 (2018) 旧石器時代から縄文時代草創期における東北日本の植生史研究と課題。「東北日本の旧石器時代」(東北日本の旧石器を語る会編)，19-33。六一書房，東京。
- 吉川昌伸・鈴木三男・佐藤雅俊・小林和貴・長谷川 健・吉川純子・戸田博史 (2021) ヤチカンバ花粉の識別と北海道東部の西別湿原における 6500 年前以降の植生史。植生史研究 29: 37-52.