植生史研究　第 27 巻　第 1 号　p. 17–30　　2018 年 6 月　　Jpn. J. Histor. Bot.

原　著

矢野梓水[1]・百原　新[1]・近藤玲介[2]・宮入陽介[3]・重野聖之[4]・紀藤典夫[5]・井上　京[6]・横田彰宏[4]・嵯峨山積[7]・横地　穰[8]・横山祐典[3]・冨士田裕子[9]：大型植物化石群から復元した北海道北部猿払川湿原群の発達過程

Azumi Yano[1], Arata Momohara[1], Reisuke Kondo[2], Yosuke Miyairi[3], Kiyoyuki Shigeno[4], Norio Kito[5], Takashi Inoue[6], Akihiro Yokota[4], Tsumoru Sagayama[7], Minoru Yokochi[8], Yusuke Yokoyama[3] and Hiroko Fujita[9]: Development history of Sarufutsugawa mires, northern Hokkaido, Japan, reconstructed from plant macrofossil assemblages

要　旨　北海道最北部の猿払川流域の湿原群は，ムセンスゲなどの北方系湿生植物の生育地となっている。この湿原群のうち，猿払川下流域の浅茅野西アカエゾマツ湿地林（標高 5.8 m）と中流域の猿払川中湿原（標高 11.8 m）でボーリング・コアを採取し，AMS^{14}C 年代測定と大型植物化石分析を行った。さらに，中流域の猿払川丸山湿原（標高 15.6 m）の年代資料の追加とスゲ属痩果化石の再検討により，猿払川流域の約 9200 cal BP 以降の湿原植生の変遷を復元した。浅茅野西アカエゾマツ湿地林と猿払川中湿原では，約 6320 ～ 5290 cal BP の海水面の低下により，汽水生植物群落が生育した河口域が埋積して泥炭の堆積が始まり，湿原が発達し始めた。その後，3 湿原とも抽水植物群落を含む湿地からハンノキ低木林へと植生が変化した。ハンノキ低木林は，中流域の猿払川中湿原と猿払川丸山湿原では高層湿原植生に変化し，下流域では浅茅野西アカエゾマツ湿地林が形成された。この植生変化は，泥炭が蓄積し続けることにより，無機栄養性泥炭湿地の表面が河川の氾濫水面に対して上昇し，貧栄養化することによると考えられた。猿払川丸山湿原の堆積物にはシルト層が頻繁に含まれることから，下流域の湿原よりも洪水の影響を受けやすく，ハンノキ低木林や高層湿原植生への発達が遅れたと考えられる。ムセンスゲは高層湿原の形成とともに，約 1100 cal BP に猿払川丸山湿原に定着したことが明らかとなった。

キーワード：大型植物化石，海水準変動，高層湿原，猿払川湿原群，湿性遷移

Abstract　Sarufutsugawa mires in northernmost Hokkaido provide habitats for boreal wetland plants, such as

[1] 〒 271-8510　千葉県松戸市松戸 648　千葉大学園芸学部
Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Chiba 271-8510 Japan
[2] 〒 516-8555　三重県伊勢市神田久志本町 1704　皇學館大學教育開発センター
Education Development Center, Kogakukan University, 1704 Kodakushimotocho, Ise, Mie 516-8555 Japan
[3] 〒 277-8564　千葉県柏市柏の葉 5-1-5　東京大学大気海洋研究所
Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwa, Chiba 277-8564 Japan
[4] 〒 064-0807　北海道札幌市中央区南 7 条西 1 丁目　明治コンサルタント株式会社本店
Meiji Consultant Co. Ltd., Minami 7-jo Nishi 1-chome, Sapporo, Hokkaido 064-0807 Japan
[5] 〒 040-8567　北海道函館市八幡町 1-2　北海道教育大学函館校
Hakodate Campus, Hokkaido University of Education, 1-2 Hachimancho, Hakodate, Hokkaido 040-8567 Japan
[6] 〒 060-8589　北海道札幌市北 9 条西 9 丁目　北海道大学大学院農学研究院
Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Kita 9-jo Nishi 9-chome, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8589 Japan
[7] 〒 069-0834　北海道江別市文京台東町 18-12　特定非営利活動法人北海道総合地質学研究センター
NPO Hokkaido Research Center of Geology, Bunkyodai-higashi 18-12, Ebetsu, Hokkaido 069-0834 Japan
[8] 〒 060-8589　北海道札幌市北区北 9 条西 9 丁目　北海道大学大学院国際食資源学院
Graduate School of Global Food Resources, Hokkaido University, Kita 9-jo Nishi 9-chome, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8589 Japan
[9] 〒 060-0003　北海道札幌市中央区北 3 条西 8 丁目　北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園
Botanic Garden, Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Kita 3-jo Nishi 8-chome, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0003 Japan

©2018 Japanese Association of Historical Botany

Carex livida. To clarify developmental processes of mire vegetation since ca. 9200 cal BP, we took drilling core samples from the Asajino-nishi *Picea glehnii* forest at 5.8 m a.s.l. in the lower reach of the Sarufutsu river and the Sarufutsugawa-naka mire at 11.8 m a.s.l. in the middle reach. We did additional AMS^{14}C dating of plant macrofossils and reinvestigated *Carex* achene fossils from the Sarufutsugawa-maruyama mire at 15.6 m a.s.l. Caused by a drop of the sea level during ca. 6320–5290 cal BP, mires began to develop in this area after the burial of an estuary with brackish-water plant assemblages. Then vegetation of the three mires changed from wetland with submerged plant assemblages to wetland *Alnus japonica* scrubs. Finally, the Sarufutsugawa-naka and Sarufutsugawa-maruyama mires became ombrotrophic, and *Picea glehnii* forests developed in the lower reach. This hydrosere was caused by a rise of the minerotrophic peatland surface above the flood level of nearby rivers with accumulation of peat, finally promoting ombrotrophy. In the Sarufutsugawa-maruyama mire, frequent silt layers in the sediments indicated that more frequent and prolonged floods than in lower reaches caused a delay in vegetation change to *Alnus* scrubs and ombrotrophic mire vegetation. *Carex livida* assemblages in this mire were established with the development of ombrotrophic mires since 1100 cal BP.
Keywords: hydrosere, ombrotrophic mire, plant macrofossils, Sarufutsugawa mires, sea level changes

は じ め に

北海道最北部の宗谷丘陵東部を開析する猿払川の氾濫原には，開発の手を免れた自然度の高い湿原が広く分布している（図 1）。この湿原群には，周北極域に広く分布し，日本では大雪山高根ケ原，知床半島羅臼岳，国後島，択捉島の限られた湿原にのみ分布するムセンスゲ *Carex livida* (Wahlenb.) Willd. といった，北方系の湿生植物が生育している（加藤ほか，2011；Kato & Fujita, 2011）。

北海道東部から北部にかけての釧路湿原を含む低地湿原の多くは，縄文海進後の海面低下に伴う沖積平野の形成や潟湖（ラグーン）の陸化に伴って形成され始めたとされている（冨士田，2017）。一方，猿払川流域には標高約 30 m にまで湿原が連続的に分布しており，沖積平野に発達する低地の湿原とは異なる発達過程を経た可能性がある (Fujita et al., 2012)。

猿払川湿原群では，これまでに，猿払川中流域の猿払川中湿原で採取された深度 10.5 m までのボーリング試料の花粉化石分析により，縄文海進期以降の湿原植生と周辺の森林植生の変遷が復元された（Fujita et al., 2012）。猿払川流域の他の湿原でも Fujita et al.（2012）の結果と同様の植生変化が起きていたかどうかを明らかにするためには，河川沿いの標高の異なる複数の湿原でのボーリング調査が不可欠である。そこから得られた堆積物の層相と詳しい年代を調べるとともに，原地性の高い大型植物化石を種レベルで同定することで，湿原内の環境と植生の変遷を明らかにすることができる。

猿払川流域の湿原では，2015 年から 2017 年にかけて，手掘りと機械によるボーリング試料が採取された。このうち，矢野ほか（2016）は，猿払川丸山湿原（標高 15.6 m）の深度 9 m までのボーリング試料の堆積相の検討と大型植物化石分析を行い，2 層準の年代測定値に基づいて約 4500 cal BP 以降の湿原の植生変遷を復元した。嵯峨山ほか（2018）は，浅茅野集落西側，標高 5.8 m のアカエゾマツ *Picea glehnii*（F. Schmidt）Mast. 湿地林（以下，浅茅野西アカエゾマツ湿地林と呼ぶ）と標高 11.8 m の猿払川中湿原の堆積相と珪藻化石分析に基づき，古環境復元を行った。

本論文では，嵯峨山ほか（2018）で用いた猿払川中湿原と浅茅野西アカエゾマツ湿地林での各ボーリング試料について，新たな AMS^{14}C 年代の測定結果と，大型植物化石分析の結果を報告する。さらに，矢野ほか（2016）の猿払川丸山湿原の試料について，新たに 5 点の年代測定結果を追加して植生変化の時期を再検討し，スゲ属瘦果化石の再同定結果を報告する。各湿原で年代測定値を追加した理由は，堆積物中に無機細粒破砕物が含まれていることから，詳細な植生変化の時期の推定にはより多くの層準の年代値が必要と考えたためである。それらの結果と既存資料に基づき，猿払川流域の湿原群の発達過程と植生変遷を考察する。なお，本論文では，「浅茅野西アカエゾマツ湿地林」，「猿払川中湿原」，「猿払川丸山湿原」という名称を，調査対象とした湿原を区別するために便宜的に用いた。

調査地の概要

猿払川は標高約 30 m 以上の上流域を除くと，河川勾配が極めて緩やかで蛇行しており，河川沿いに湿原群が分布している。河川氾濫原の幅は標高約 20 m 付近では約 200 m，最下流部の浅茅野付近（標高約 5 m）では幅約 3 km に達する（図 1）。猿払川流域の湿原群の面積は 1295 ha，標高は約 2 m から 30 m で（冨士田ほか，1997；冨士田，2017），その多くはヨシ *Phragmites australis*（Cav.）Trin. ex Steud. とスゲ属 *Carex* が優占する低層湿原であるが，中流域の猿払川中湿原や猿払川丸山湿原にはミズゴケ属 *Sphagnum* からなる高層湿原が発達する（辻・橘，2003）。また，下流域の浅茅野付近から河口近くには，アカエゾマツ湿地林が発達している（橘，1999）。猿払川の自然堤防にはハルニレ *Ulmus davidiana* Planch. var. *japonica*

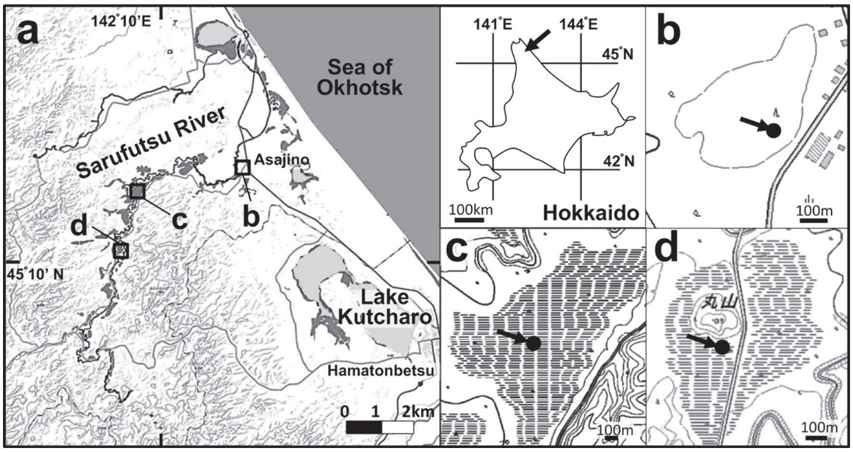

図 1　猿払川流域の湿原群の試料採取地点の位置．b：浅茅野西アカエゾマツ湿地林，c：猿払川中湿原，d：猿払川丸山湿原，矢印：試料採取地．電子国土 Web 地理院地図 (http://maps.gsi.go.jp/) をもとに作成．

Fig. 1 Sampling sites in Sarufutsugawa mires, northernmost Hokkaido. b: Asajino-nishi *Picea glehnii* forest, c: Sarufutsugawa-naka mire, d: Sarufutsugawa-maruyama mire, arrows: sampling points. Modified from Electronic Land Web Geographical Survey Map (http://maps.gsi.go.jp/).

(Rehder) Nakai，ヤチダモ *Fraxinus mandshurica* Rupr.，ハンノキ *Alnus japonica*（Thunb.）Steud.，オノエヤナギ *Salix udensis* Trautv. et C.A. Mey. からなる河畔林が広く分布し（辻井・橘，2003），湿原をとりまく丘陵の斜面林はトドマツ *Abies sachalinensis*（F. Schmidt）Masters，エゾマツ *Picea jezoensis*（Sieb. et Zucc.）Carr. と落葉広葉樹の針広混交林から構成される。

浅茅野西アカエゾマツ湿地林は，浅茅野集落西側の猿払川氾濫原に位置し，南北に約 600 m，東西に約 250 m の広がりを持つ。ボーリング地点は N45°12′ 38.08″，E142°13′ 27.55″（HU- SRAC15-1）および N45°12′ 39″，E142°13′ 27″（HU-AEM-1）で，いずれも標高 5.8 m である（図 1-b）。これらのボーリング地点はクマイザサ *Sasa senanensis*（Franch. et Sav.）Rehder を林床植生とする樹高約 10 m のアカエゾマツ林で構成され，林冠は鬱閉していて林床は暗い。猿払川中湿原は猿払川流域の湿原群の中で最も面積の大きい湿原で，ボーリング地点は N45°11′ 59″，E142°9′ 03″，標高 11.8 m である（図 1-c）。猿払川丸山湿原は，下流側中央部には標高約 35 m の丸山があり，南北に約 850 m，東西に約 600 m の広がりを持つ。ボーリング地点は丸山の南側斜面下端から約 24 m 離れた場所の N45°10′ 10.57″，E142°08′ 4.53″，標高 15.6 m である（図 1-d）。猿払川中湿原と猿払川丸山湿原には，ミカヅキグサ *Rhynchospora alba*（L.）Vahl −ヤチスゲ *Carex limosa* L. 群落で構成されるシュレンケ（小凹地）と，ヌマガヤ *Moliniopsis japonica*（Hack.）Hayata −イボミズゴケ *Sphagnum papillosum* Lindb. 群落で構成されるブルテ（小凸地）が列状に並ぶ高層湿原が分布している（加藤ほか，2011）。猿払川中湿原と猿払川丸山湿原の縁辺部には，ヤチヤナギ *Myrica gale* L. var. *tomentosa* C. DC. 群落やハンノキ低木林が発達する。

堆積物の分析試料と層相

浅茅野西アカエゾマツ湿地林では，ロシアン・ピートサンプラーを用いて，2015 年 6 月に地表から深度約 7 m までのボーリング・コア（HU-SRAC15-1）と，2016 年 6 月に地表から深度約 9 m までのボーリング・コア（HU-AEM-1）が採取された（図 2）。HU-AEM-1 は嵯峨山ほか

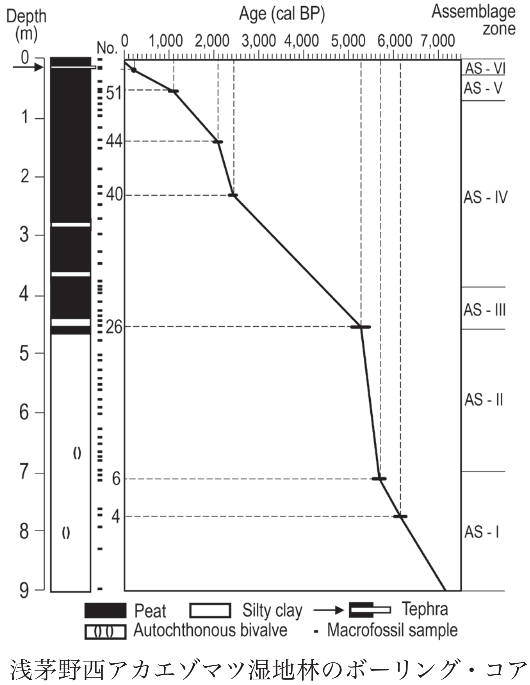

図 2　浅茅野西アカエゾマツ湿地林のボーリング・コアの柱状図と深度−年代図．柱状図は地表から深度 7 m までは HU-SRAC15-1 コアに，深度 7 m から 9 m までは HU-AEM-1 コアに基づき作成した．

Fig. 2 Geological profile and age-depth model of the drilling core in the Asajino-nishi *Picea glehnii* forest. Geological profile is based on HU-SRAC15-1 core (0–7 m deep) and HU-AEM-1 core (7–9 m deep).

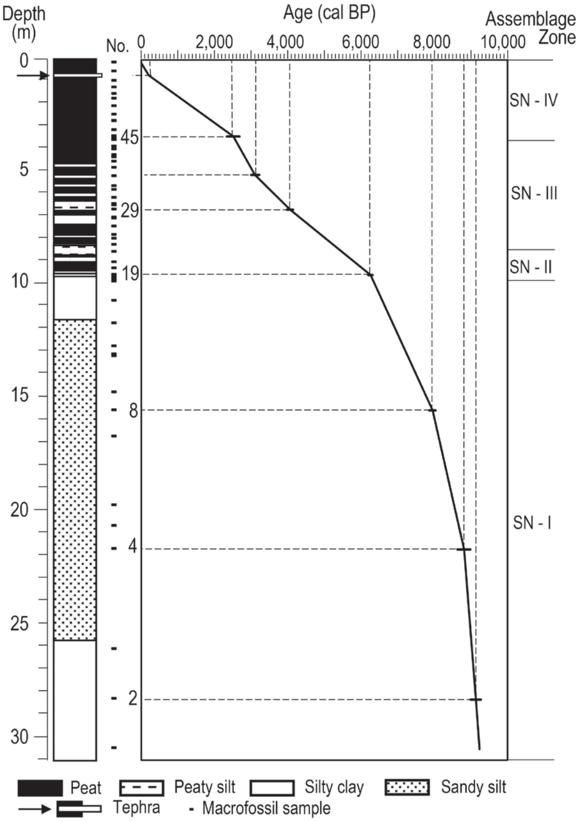

図 3 猿払川中湿原のボーリング・コアの柱状図と深度−年代図．柱状図は深度 1.5 m から 3 m までは HU-SRN-2 コアに，それ以外の深度は HU-SRN-1 に基づき作成した．

Fig. 3 Geological profile and age-depth model of the drilling core in the Sarufutsugawa-naka mire. Geological profile is based on HU-SRN-1 core except for 1.5–3 m depth sample based on HU-SRN-2 core.

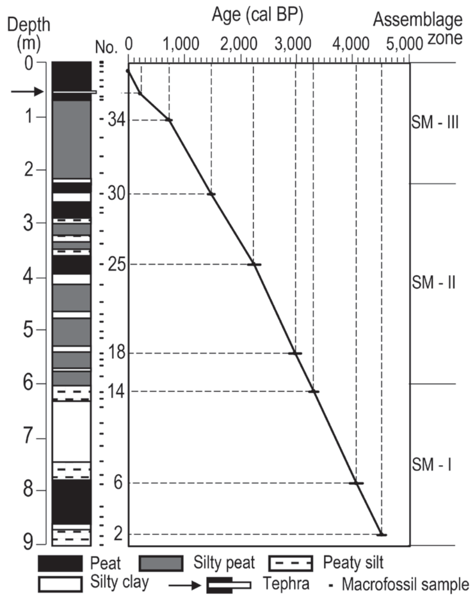

図 4 猿払川丸山湿原コアの柱状図と深度−年代図．柱状図は矢野ほか (2016) をもとに作成．

Fig. 4 Geological profile and age-depth model of the drilling core in the Sarufutsugawa-maruyama mire. Geological profile is based on Yano et al. (2016).

（2018）の「アカエゾ松湿地林コア（AME-1）」と同じ試料である。大型植物化石用試料は，地表から深度 7 m までを HU-SRAC15-1 から，深度 7 m から 9 m までを HU-AEM-1 から採取した。猿払川中湿原の試料は，打ち込み式コアパックサンプラーによる地表から深度約 33 m までの嵯峨山ほか（2018）が分析したボーリング・コア（HU-SRN-1）に加え，回収率の悪かった深度 1 m から 3 m までの試料（HU-SRN-2）を，シンウォール・サンプラーを用いて隣接した場所で新たに採取した（図 3）。HU-SRN-2 コアからは，深度 1.6 〜 2.5 m までの 3 試料（試料 49, 50, 51）を採取した。深度猿払川丸山湿原の試料は矢野ほか（2016）に報告された試料（HU-SRMC-1）で，地表から深度約 5.5 m まではシンウォール・サンプラーにより，深度約 5.5 m から 9 m まではロシアン・ピートサンプラーを用いて採取されている（図 4）。

浅茅野西アカエゾマツ湿地林のボーリング試料（HU-SRAC15-1，HU-AEM-1）のうち，大型植物化石分析に用いた HU-AEM-1 コアの深度約 9 〜 7 m および HU-AEM-1 コアの深度 7 〜 4.7 m は原地性の二枚貝を含むシルト質粘土層で構成されている。HU-AEM-1 コアの深度約 4.7 m から地表までは主に泥炭層で構成されており，深度 2.8 m より下位の泥炭層には，厚さ 1 〜 2 cm のシルト質粘土層が挟在している（図 2）。猿払川中湿原のボーリング試料（HU-SRN-1，HU-SRN-2）は，深度約 30 〜 25 m と約 12 〜 9.5 m はシルト質粘土層，深度約 25 〜 12 m は砂質シルト層で構成されている。深度約 9.5 m から上位の地層は主に泥炭層で構成されており，深度 4.8 m より下位には厚さ 2 〜 20 cm の泥炭質シルト層やシルト質粘土層が挟在している（図 3）。

浅茅野西アカエゾマツ湿地林では深度 20 〜 15 cm，猿払川中湿原では深度 67 〜 66.5 cm，猿払川丸山湿原では深度 54 〜 50 cm に，AD 1739 年に噴火・降灰したとされる樽前山 a テフラ（Ta-a；町田・新井，2003）が含まれている（図 2 〜 4）。3 地点とも樽前山 a テフラの上部はシルトをほとんど含まない，未分解泥炭層で構成されている。

大型植物化石分析と年代測定の方法

浅茅野西アカエゾマツ湿地林では HU-SRAC15-1 コアから 48 層準，HU-AEM-1 コアから 7 層準の合計 55 層準，猿払川中湿原では 56 層準から試料を切り取り，各層

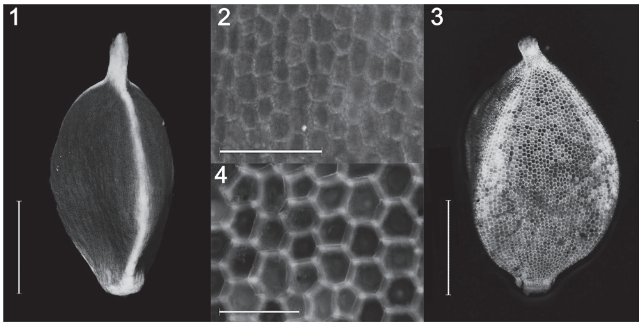

図 5　ムセンスゲ（1，2）とグレーンスゲ（3，4）化石の落射蛍光実体顕微鏡像．1，3：果実，2，4：表皮細胞．スケール＝1.0 mm（1，3），0.1 mm（2，4）．
Fig. 5 Fluorescence stereomicroscope images of fossil *Carex livida* (1, 2) and *C. parciflora* (3, 4). 1, 3: fruit, 2, 4: epidermal cells. Scales = 1.0 mm (1, 3), 0.1mm (2, 4).

準 50 cm^3 を計量して分析試料とした。水中でほぐした試料を 0.35 mm 目の篩の上に載せ，上から水をかけて植物遺体から無機物を洗い流した。0.35 mm 目の篩の上の残渣を，さらに 4 mm 目，2 mm 目，1 mm 目，0.5 mm 目の篩を順に使って植物片を大きさ別に分別した。それぞれの篩の上の残渣を約 2 リットルの容器に入れて水を注入して撹拌し，浮き上がってきた比重の軽い植物片から，浅く水を張ったシャーレに適量を取り分け，実体顕微鏡下で観察した。破片で産出した植物の器官の数は，完全な器官に復元したときの数で計数し，1 個にならない場合は 1 と数えた。ハンノキの枝や蘚類の植物体は，1 cm の長さを 1 とし，合計の長さを数字で示した。

植物の同定は現在の猿払川流域の湿原に分布する植物（加藤ほか，2011）を中心に，千葉大学園芸学部植物標本庫（MTDO），北海道大学植物園植物標本庫（SAPT），千葉県立中央博物館植物標本庫（CBM）の現生植物標本と比較しながら行った。スゲ属痩果の同定については，伊藤ほか (1990) に基づいて北海道東北部の湿地と塩性湿地に分布するスゲ属 76 種を選び，現生植物標本との比較を行った。Jiménez-Mejías & Martinetto（2013），Martinetto et al.（2014），Jiménez-Mejías et al.（2016）に従い，痩果の側面観および上面観での概形とサイズ，柱頭，着点などの形質に着目し，実体顕微鏡下で比較した。非常によく似ており，概形による分類が難しい種類については，127 倍の落射実体蛍光顕微鏡像を撮影し，表皮細胞形態により比較した。北海道東北部に分布する 3 稜形の痩果をもつスゲ属 27 種のうち，痩果の高さが 2 〜 3 mm で着点が突出せず，丸みを帯びた太い稜線をもつスゲ属は，ムセンスゲとグレーンスゲ *Carex parciflora* Boott の 2 種のみで，この 2 種は互いに似通っている。矢野ほか（2016）では両種は区別できないとしていたが，表皮細胞の直径がグレーンスゲでは約 40 μm とムセンスゲの約 20 μm の約 2 倍であることで，本論文では区別した（図 5）。しかしながら，表皮細胞の保存状態が悪く，両種の区別ができない果実は，ムセンスゲ–グレーンスゲとした。それ以外のスゲ属果実の形態記載と同定根拠については別の論文で報告し，ここでは同定結果のみを報告する。植物化石群構成種の生態区分および生活型区分は，大滝・石戸（1980）および星野・正木（2011）を参考にした。

堆積物の年代推定は，矢野ほか（2016）で報告した 2 層準と嵯峨山ほか（2018）で報告した 6 層準の年代値を利用したほか，今回新たに浅茅野西アカエゾマツ湿地林の 2 試料，猿払川中湿原の 3 試料，猿払川丸山湿原の 5 試料について年代測定を行った。堆積物から採取した植物化石（表 1）を，Miyairi et al.（2004）の手順に従い，酸–アルカリ–酸処理を行った後，真空ラインを用いてグラファイトを生成した。AMS^{14}C 年代測定は，東京大学大気海洋研究所高解像度環境解析研究センターのシングルステージ加速器質量分析装置（YS-AMS）により行った。得られた AMS^{14}C 年代値は OxCal Ver. 3.10 を用いて暦年較正を行い，2σ 暦年較正年代範囲の中央値を各層準の年代とした。暦年較正データセットは IntCal13 及び Marine13（Reimer et al., 2013）を用いた。海洋試料（汽水）のローカルリザーバ補正値（ΔR）は，Yoneda et al.（2007）の 94 ± 43 の値を用いた。泥炭層の堆積開始年代や各大型植物化石試料の年代は，各年代測定値の 2σ 暦年較正年代範囲の中央値と Ta-a テフラの年代値（AD1739 年；町田・新井，2003）を直線で結んだ深度–年代値曲線（図 2 〜 4）をもとに推定した。

嵯峨山ほか（2018）で分類群が記載されていなかった測定用試料のうち，SRNC15-665，SRNC15-2171，SRAC15-141 はハンノキの枝，SRNC-15-954 はミツガシワ *Menyanthes trifoliata* L. 種子，SRNC-15-1554 はカワツルモ *Ruppia maritima* L. 果実，SRAC15-455 はサンカクイ *Shoenoplectus triqueter* L. 果実である。このうち，カワツルモは汽水域に生育する沈水植物で，水中の二酸化炭素を用いて有機物を合成する。嵯峨山ほか（2018）で報告したカワツルモの年代値（8310 〜 8160 cal BP）には海洋リザーバー効果が考慮されていなかったが，カワツルモが汽水域で生育した場合の 2σ 年代値は，淡水で生育した場合と海水で生育した場合との間の値となる。年代測定を行った層準に最も近い嵯峨山ほか（2018）の試料（深度 15.54 m）の，珪藻化石組成に基づく塩分指数値 3.27 は 66.6％海水に相当すると考えられる。そこで，本論文では暦年較正データセットの陸上と海洋の寄与率を 1：2 として暦年較正を行った。

表 1 猿払川湿原群ボーリング・コアの放射性炭素同位体年代測定結果
Table 1 Summary of AMS^{14}C dating from core of Sarufutsugawa-mires

Depth (m)	Sample ID	Material	Lab. Code	δ^{13}C (‰)	Radiocabon age (yr BP)	Calibrated age (2σ; cal BP)	Median age (cal BP)	Calibration curves
Asajino-nishi *Picea glehnii* forest								
0.51–0.55	SRAC15-055	*Cenococcum geophilum* sclerotium	YAUT-032115	-51.0 ± 1.4	1177 ± 25	1180–1000	1090	Intcal13
1.37–1.41	SRAC15-141	*Alnus japonica* twig	YAUT-022827	-26.9 ± 1.0	2097 ± 28**	2160–2000	2080	Intcal13
2.26–2.33	SRAC15-233	*Alnus japonica* twig	YAUT-032116	-52.9 ± 1.8	2376 ± 29	2490–2340	2420	Intcal13
4.51–4.55	SRAC15-455	*Scirpus triqueter* fruit	YAUT-022813	-18.9 ± 1.7	4577 ± 36**	5460–5070	5270	Intcal13
7.16	HU16SRAS716	Shell	YAUT-027904	-9.61 ± 1.0	5400 ± 30**	5810–5540	5680	Marine13***
7.78	HU16SRAS778	Shell	YAUT-027901	0.83 ± 1.7	5812 ± 33**	6270–6020	6150	Marine13***
Sarufutsugawa-naka mire								
3.37–3.40	SRNC15-340	*Alnus japonica* twig	YAUT-022812	-19.2 ± 1.0	2380 ± 21	2680–2340	2510	Intcal13
5.09	SRNC15-509	Wood fragment	YAUT-023414	-30.1 ± 0.8	2962 ± 33	3220–3000	3110	Intcal13
6.63–6.65	SRNC15-665	*Alnus japonica* twig	YAUT-022807	-26.4 ± 0.8	3691 ± 25**	4150–3980	4070	Intcal13
9.50–9.54	SRNC15-954	*Menyanthes trifoliata* fruit	YAUT-022809	-21.5 ± 0.7	5467 ± 24**	6310–6200	6260	Intcal13
15.54–15.50	SRNC15-1554	*Ruppia rostellata* endocarp	YAUT-027932	-22.4 ± 1.2	7381 ± 34	8030–7870	7950	Mix Curve
21.65–21.71	SRNC15-2171	*Alnus japonica* twig	YAUT-022811	-23.1 ± 0.9	7916 ± 29**	8980–8630	8810	Intcal13
28.38	SRNC15-2838	Plant fragment	YAUT-023418	-30.3 ± 2.5	8135 ± 53**	9270–8990	9130	Intcal13
Sarufutsugawa-maruyama mire								
1.08–1.03	SRMC15-108	*Alnus japonica* twig	YAUT-027907	-25.3 ± 2.1	775 ± 34	760–665	720	Intcal13
2.41–2.46	PLD-29866	*Alnus japonica* twig	PLD-29867	-28.1 ± 0.3	1579 ± 19*	1530–1410	1470	Intcal13
3.79–3.71	SRMC15-379	*Alnus japonica* twig	YAUT-027925	-33.2 ± 2.7	2207 ± 42	2340–2120	2230	Intcal13
5.42–5.39	SRMC15-542	*Alnus japonica* twig	YAUT-027926	-20.1 ± 2.2	2832 ± 36	3060–2850	2960	Intcal13
6.17–6.07	SRMC15-617	*Lysichiton camtschatcense* seed	YAUT-027927	-35.9 ± 1.0	3075 ± 27	3370–3210	3290	Intcal13
7.88–7.77	SRMC15-788	*Alnus japonica* twig	YAUT-027931	-21.3 ± 1.8	3711 ± 34	4160–3930	4050	Intcal13
8.74–8.84	PLD-29867	*Alnus japonica* twig	PLD-29867	-29.1 ± 0.2	4024 ± 22*	4570–4420	4500	Intcal13

* 矢野ほか (2016), ** 嵯峨山ほか (2018) に報告, *** ΔR = 94 ± 43 (Yoneda et al., 2007).
*dating results reported in Yano et al. (2016), ** those in Sagayama et al. (2018), *** ΔR = 94 ± 43 (Yoneda et al., 2007).

結　　果

1．堆積物の放射性炭素同位体年代

今回の年代測定結果（表 1）と，猿払川中湿原（SRNC-15-1554；嵯峨山ほか, 2018）のカワツルモの修正年代値（表 1），矢野ほか（2016）および嵯峨山ほか（2018）の年代値に基づいて大型植物化石群の年代値を推定した（表 2 ～ 4）。深度–年代値曲線（図 2 ～ 4）から推定した泥炭の堆積開始時期は，浅茅野西アカエゾマツ湿地林では約 5290 cal BP，猿払川中湿原では約 6260 cal BP であった。泥炭層の堆積開始時期の前と後では 1 年あたりの堆積速度は異なり，浅茅野西アカエゾマツ湿地林では泥炭層で平均約 0.9 mm，泥炭層の下位のシルト層で平均約 3.4 mm，猿払川中湿原では泥炭層で平均約 1.5 mm，泥炭層の下位のシルト層で平均約 4.9 mm と，泥炭層の堆積速度はシルト層よりも遅かった（図 2，3）。一方，猿払川丸山湿原の堆積物の 1 年あたりの堆積速度は，深度 6.7 m より上位の泥炭が卓越する堆積物では平均約 1.9 mm，それより下位のシルトが卓越する堆積物では平均約 2.3 mm で，層準間の堆積速度の大きな変化は見られなかった（図 4）。

2．大型植物化石の組成と層位分布

浅茅野西アカエゾマツ湿地林と猿払川中湿原の試料に含まれていた木本は 7 分類群で，ハンノキの出現頻度が最も高かった（表 2，3）。一方，矢野ほか (2016) の猿払川丸山湿原の試料に含まれるスゲ属の検討結果をあわせると，草本の大部分は現在の猿払川流域の湿原に分布する湿生ないし水生植物で，48 分類群が含まれていた（表 2 ～ 4）。草本のうち出現頻度が最も高い分類群はカヤツリグサ科 Cyperaceae で，スゲ属の種類が 13 種と多かった。スゲ属の種は，カワズスゲ節 Sect. *Stellulatae* のヤチカワズスゲ *Carex omiana* Franch. et Sav.，キタノカワズスゲ *C. echinata* Murr.，ハクサンスゲ節 Sect. *Glareosae* のヒロハオゼヌマスゲ *C. traiziscana* F. Schmidt，アゼスゲ節 Sect. *Phacocystis* のヤラメスゲ *C. lyngbyei* Hornem.，ホロムイスゲ *C. middendorffii* F. Schmidt，ゴウソ *C. maximowiczii* Miq.，ヤチスゲ節 Sect. *Limosae* のヤチスゲ *C. limosa* L. とムセンスゲ，タマツリスゲ節 Sect. *Paniceae* のグレーンスゲ，ミタケスゲ節 Sect. *Rostrales* のミタケスゲ *C. michauxiana* Bocklr. var. *asiatica* (Hult.) Ohwi，オニナルコ節 Sect. *Vesicariae* のオニナルコスゲ *C. vesicaria* L.，シオクグ節 Sect. *Paludosae* のオオクグ *C. rugulosa* Kük.，ビロードスゲ節 Sect. *Carex* のムジナスゲ *C. lasiocarpa* Ehrh. var. *occultans* (Franch.) Kukenth. が含まれていた。

大型植物化石群の組成に基づき，矢野ほか（2016）で設定した猿払川丸山湿原の SM-I ～ III 帯に加え，浅茅野

表 2　浅茅野西アカエゾマツ湿地林の大型植物化石一覧表

Table 2 List of plant macrofossils from the Asajino-nishi *Picea glehnii* forest

Sample number	Depth (m)	Altitude (m)	Age (cal BP)	*Picea glehnii*	*Rubus*	*Myrica gale* var. *tomentosa*		*Alnus japonica*							*Betula platyphylla* var. *japonica*		*Fraxinus mandshurica*	*Kalopanax septemlobus*	*Najas*	*Zannichellia palustris*	*Potamogeton*	*Typha*	*Eriocaulon*	*Carex traiziscana*	*C. lyngbyei*	*C. parciflora*	*C. livida* – *C. parciflora*	*C. lasiocarpa* subsp. *occultans*	*Rhynchospora alba*	*Schoenoplectus triqueter*	*Comarum palustre*	Polygonaceae	*Viola*	*Triadenum japonicum*	Labiatae	*Lycopus*	*Lobelia sessilifolia*	*Menyanthes trifoliata*	Compositae	*Aralia cordata*	*Cicuta virosa*	*Sphagnum*	Other bryophyte	*Cenococcum geophilum*	Local plant macrofossil assemblage zone
				W	M	W		W							M		W	M	S	B	S	E	E	W	W	W	W	W	W	E	E	W	W	E	M	W	W	E	M	M	E	W	W	M	
				ab	e	e	l	f	fs	m	t	l	b	rn	f	fs	f	e	s	f	e	s	s	f	f	f	f	f	f	f	f	f	s	s	f	f	s	s	f	e	f	ca	pt	sc	
55	0.01–0.05	5.77	-60	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9	–	–	–	–	–	–	–	4	
54	0.15–0.17	5.64	190	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7	AS-VI
53	0.16–0.20	5.62	220	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9	
52	0.38–0.42	5.40	770	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	
51	0.51–0.55	5.27	<u>1090</u>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	
50	0.56–0.60	5.22	1150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	AS-V
49	0.66–0.70	5.12	1260	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
48	0.76–0.80	5.02	1380	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
47	0.86–0.90	4.92	1490	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
46	0.96–1.00	4.82	1610	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1	
45	1.16–1.20	4.62	1840	–	–	–	–	–	–	–	9	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
44	1.37–1.41	4.41	<u>2080</u>	–	–	–	–	2	–	–	4	1	4	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	
43	1.51–1.55	4.27	2130	–	–	–	–	4	–	–	5	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	
42	1.86–1.90	3.92	2260	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	–	–	1	–	–	–	–	–	
41	2.16–2.20	3.62	2380	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	AS-IV
40	2.26–2.33	3.51	<u>2420</u>	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
39	2.46–2.50	3.32	2660	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
38	2.70–2.74	3.08	2960	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
37	2.96–3.00	2.82	3290	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
36	3.26–3.30	2.52	3680	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
35	3.46–3.50	2.32	3930	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	
34	3.76–3.80	2.02	4310	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
33	3.85–3.89	1.93	4430	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	
32	3.90–3.94	1.88	4490	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
31	3.96–4.00	1.82	4570	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
30	4.11–4.15	1.67	4760	–	–	3	1	1	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	1	–	–	–	–	–	2	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	
29	4.26–4.30	1.52	4950	–	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
28	4.35–4.39	1.43	5070	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	37	–	–	AS-III
27	4.43–4.47	1.35	5170	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	13	–	–	3	–	–	–	4	–	–	1	7	–	–	
26	4.51–4.55	1.27	<u>5270</u>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	6	6	–	–	–	2	138	–	–	–	9	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	
25	4.63–4.66	1.16	5290	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	45	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
24	4.76–4.80	1.02	5310	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
23	5.01–5.05	0.77	5350	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	
22	5.10–5.13	0.68	5360	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
21	5.26–5.30	0.52	5390	–	–	–	–	–	–	2	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	
20	5.40–5.44	0.38	5410	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
19	5.51–5.55	0.27	5430	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	
18	5.60–5.63	0.18	5440	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
17	5.76–5.80	0.02	5470	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	
16	5.90–5.93	-0.12	5490	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	AS-II
15	6.01–6.05	-0.23	5500	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	
14	6.26–6.30	-0.48	5540	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	
13	6.40–6.44	-0.62	5570	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
12	6.51–6.55	-0.73	5580	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
11	6.65–6.68	-0.87	5600	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	6.73–6.77	-0.95	5620	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
9	6.80–6.83	-1.02	5630	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8	6.96–7.00	-1.18	5650	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
7	7.05–7.07	-1.26	5670	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
6	7.14–7.16	-1.35	<u>5680</u>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
5	7.62–7.65	-1.84	6070	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
4	7.73–7.75	-1.94	<u>6150</u>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	AS-I
3	7.93–7.95	-2.14	6310	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2	8.30–8.32	-2.51	6600	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
1	8.98–9.00	-3.19	7150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

* 下線：年代測定試料．数字：堆積物 50 cm^3 あたりの個数．ab：離層，b：芽，ca：蒴蓋，e：内果皮，f：果実，fs：果実鱗片，l：葉，m：雄花序，pt：植物体，r：根粒，s：種子，sc：菌核，t：枝．化石群構成種の生態区分．B：汽水域の沈水植物，E：抽水植物，M：中湿地に生育する植物，S：淡水域の沈水・浮葉植物，St：塩性湿地生植物，W：湿地生植物．

*Underline: AMS^{14}C samples. Numbers: fossil parts per 50 cm^3 sediments. ab: abscission layer, b: bud, ca: capsule lid, e: endocarp, f: fruit, fs: fruiting scale, l: leaf, m: male inflorescence, pt: plant part, r: root nodule, s: seed, sc: sclerotium, t: twig.

Ecological classification. B: submersed plants in brackish water, E: emergent plants, M: mesic plants, S: submersed and floating-leaved plants in freshwater, W: wetland plants.

表 3　猿払川中湿原の大型植物化石一覧表

Table 3 List of plant macrofossils from the Sarufutsugawa-naka mire

Sample number	Depth (m)	Altitude (m)	Age (cal BP)*	*Myrica gale* var. *tomentosa*			*Alnus japonica*						*Betula platyphylla* var. *japonica*	*Chara*	*Pteridophyte*	*Lysichiton camtschatcense*	*Zostera japonica*	*Zannichellia palustris*	*Ruppia maritima*	*Typha*	*Sparganium*	*Eriocaulon*	*Carex traiziscana*	*C. middendorffii*	*C. maximowiczii*	*C. limosa*	*C. parciflora*		*C. vesicaria*		*C. rugulosa*	*C. lasiocarpa* subsp. *occultans*	*Eleocharis margaritacea*	*Rhynchospora alba*	*Schoenoplectiella hotarui*	*Schoenoplectus triqueter*	*Glyceria*	*Myriophyllum*	Urticaceae	Polygonaceae	*Viola*	*Triadenum japonicum*	*Lycopus*	*Lobelia sessilifolia*	*Menyanthes trifoliata*	Compositae	*Cicuta virosa*	*Sphagnum*		Other bryophyte	*Cenococcum geophilum*	Local plant macrofossil assemblage zone
				W			W						M	S	W	W	B	B	B	E	E	E	W	W	W	W	W		W		St	W	W	W	E	E	W	E	M	W	W	E	W	W	E	M	E	W		W	M	
				e	b	l	f	m	t	l	b	r	f	o	b	s	s	f	e	s	f	s	f	f	f	f	f	p	f	p	f	f	f	f	f	f	f	e	f	f	s	s	f	s	s	f	f	ca	pt	pt	sc	
56	0.10–0.13	11.69	-10	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–	–	–	–	
55	0.50–0.53	11.29	150	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
54	0.90–0.93	10.89	420	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
53	1.20–1.23	10.59	670	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
52	1.50–1.52	10.29	920	–	2	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
51	1.70–1.73	10.09	1100	–	4	1	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	24	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	
50	2.04–2.07	9.75	1380	–	1	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	37	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	SN-IV
49	2.40–2.44	9.38	1690	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	48	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	51	–	–	–	–	–	–	1	–	–	2	–	–	–	–	1	–	–	
48	2.68–2.70	9.11	1920	–	4	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
47	2.70–2.72	9.09	1940	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
46	3.10–3.13	8.69	2280	–	–	1	–	–	1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	23	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
45	3.37–3.40	8.42	2510	40	7	10	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
44	3.48–3.50	8.31	2550	–	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
43	3.50–3.53	8.29	2560	–	–	–	–	–	5	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
42	3.54–3.57	8.25	2570	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
41	3.83–3.87	7.95	2670	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
40	3.94–3.97	7.85	2710	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–	
39	4.20–4.23	7.59	2800	–	–	–	–	–	11	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	1–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
38	4.30–4.34	7.48	2840	–	–	–	–	–	10	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
37	4.50–4.53	7.29	2910	–	–	–	–	–	12	–	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
36	4.77–4.80	7.02	3000	–	–	–	–	–	10	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
35	5.14–5.17	6.65	3150	–	–	–	–	–	10	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
34	5.57–5.60	6.22	3420	–	–	–	–	–	13	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
33	5.74–5.76	6.05	3520	–	–	–	–	–	7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	2	3	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	
32	6.10–6.12	5.69	3740	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	SN-III
31	6.37–6.40	5.42	3910	–	–	–	–	–	4	–	–	–	2	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
30	6.44–6.46	5.35	3950	–	–	–	1	–	2	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	
29	6.63–6.65	5.16	4070	–	–	–	1	–	2	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
28	6.97–7.00	4.82	4330	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
27	7.01–7.04	4.78	4360	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
26	7.38–7.40	4.41	4640	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
25	7.74–7.77	4.05	4920	–	–e	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
24	7.90–7.93	3.89	5040	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
23	8.17–8.20	3.62	5240	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
22	8.50–8.53	3.29	5500	–	–	–	–	–	5	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
21	8.95–8.98	2.84	5840	–	–	1	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14	8	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
20	9.22–9.26	2.56	6050	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	24	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	3	–	–	1	–	–	–	–	
19	9.50–9.54	2.28	6260	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	1	–	–	8	–	1	–	–	–	–	
18	9.54–9.60	2.23	6270	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	19	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
17	9.62–9.67	2.16	6300	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	++	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	SN-II
16	9.70–9.74	2.08	6320	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	
15	9.80–9.84	1.98	6340	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
14	10.65–10.69	1.13	6580	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
13	11.65–11.69	0.13	6870	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
12	12.65–12.75	-0.88	7160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
11	13.05–13.07	-1.26	7260	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	
10	13.11–13.15	-1.33	7280	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
9	14.72–14.75	-2.93	7730	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	
8	15.50–15.54	-3.72	7950	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	SN-I
7	16.69–16.71	-4.90	8110	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	
6	19.73–19.75	-7.94	8540	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
5	20.65–20.67	-8.86	8670	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
4	21.65–21.71	-9.88	8810	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	
3	26.10–26.12	-14.31	9020	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2	28.29–28.35	-16.52	9130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
1	30.29–30.75	-18.72	9240	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

下線：年代測定試料．数字：堆積物 50 cm³ あたりの個数．++：多数．b：芽，ca：蒴蓋，e：内果皮，f：果実，fs：果実鱗片，l：葉，m：雄花序，o：卵胞子，p：果胞；pt：植物体，r：根粒，s：種子，sc：菌核，t：枝．化石群構成種の生態区分．B：汽水域の沈水植物，E：抽水植物，M：中湿地に生育する植物；S：淡水域の沈水・浮葉植物，St：塩性湿地生植物；W：湿地生植物．

*Underline: AMS^{14}C samples. Numbers: fossil parts per 50 cm^3 sediments, ++: abundant. b: bud, ca: capsule lid, e: endocarp, f: fruit, fs: fruiting scale, l: leaf, m: male inflorescence, o: oospore, p: perigynium, pt: plant part, r: root nodule, s: seed, sc: sclerotium, t: twig.

Ecological classification: B: submersed plants in brackish water, E: emergent plants, M: mesic plants ; S: submersed and floating-leaved plants in freshwater, St: salt marsh plants, W: wetland plants.

図 6　塩性湿地および汽水域を指標する大型植物化石．1: オオクグ果実，2: イトクズモ果実，3: コアマモ種子，4: カワツルモ内果皮．スケール＝ 1.0 mm（1，2，3），2.0 mm（4）．
Fig. 6 Plant macrofossils indicating salt marshes and brackish environment. 1: *Carex rugulosa* fruit, 2: *Zannichellia palustris* fruit, 3: *Zostera japonica* seed, 4: *Ruppia maritima* endocarp. Scales = 1.0 mm (1, 2, 3), 2.0 mm (4).

西アカエゾマツ湿地林の AS-I ～ VI 帯，猿払川中湿原の SN-I ～ IV 帯の局地大型植物化石群帯を設定した。以下に，化石群ごとに組成を記載する。

浅茅野西アカエゾマツ湿地林

AS-I 帯（試料 1 ～ 7，深度 9.00 ～ 7.05 m，約 7150 ～ 5670 cal BP）

最下部の試料 1 ～ 3 には，植物化石が含まれていない。その上部の試料 4 ～ 7 にはイトクズモ *Zannichellia palustris* L.（図 6）だけが含まれる。

AS-II 帯（試料 8 ～ 24，深度 7.00 ～ 4.76 m，約 5650 ～ 5310 cal BP）

木本ではハンノキが最も頻繁に出現し，キイチゴ属 *Rubus*，シラカバ *Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* (Miq.) Hara，ヤチダモが含まれる。草本は抽水植物のガマ属 *Typha*，サンカクイに加え，沈水ないし浮葉植物のヒルムシロ属 *Potamogeton* と沈水植物のイバラモ属 *Najas* が含まれる。タデ科 Polygonaceae は本帯だけに含まれる。

AS-III 帯（試料 25 ～ 31，深度 4.66 ～ 3.96 m，約 5290 ～ 4570 cal BP）

木本ではハンノキに加え，ヤチヤナギとシラカバが含まれる。草本は AS-II 帯に含まれていた沈水植物や浮葉植物が産出しなくなり，試料 29，31 以外の試料で 1 ～ 4 種類の抽水植物が含まれるようになる。抽水植物はサンカクイ *Cicuta virosa* L.，クロバナロウゲ *Comarum palustre* L.，ミズオトギリ *Triadenum japonicum* (Blume) Makino，ミツガシワ，ドクゼリで，試料 26 ではサンカクイの産出量が非常に多い。スゲ属は種数が多く，ヒロハオゼヌマスゲ，ヤラメスゲ，グレーンスゲ，ムジナスゲの 4 種が含まれる。現在の猿払川中流域より上流の高層湿原に多い，ヤチヤナギとミカヅキグサは本帯だけに含まれる。試料 27，28 ではミズゴケ属の蒴蓋が多く含まれる。

AS-IV 帯（試料 32 ～ 48，深度 3.94 ～ 0.76 m，約 4490 ～ 1380 cal BP）

下位の層準では大型植物化石の産出量が少ないが，上位の層準（試料 43 ～ 47）でハンノキが多産する。AS-III 帯に含まれていた抽水植物がホシクサ属 *Eriocaulon*（試料 43，46）とドクゼリ（試料 44）を除いて産出しなくなる。草本ではシロネ属 *Lycopus* とスミレ属 *Viola* の産出頻度が高い。

AS-V 帯（試料 49 ～ 51，深度 0.70 ～ 0.51 m，約 1260 ～ 1090 cal BP）

本帯には試料 51 の外生菌根菌の一種の *Cenococcum geophilum* 菌核以外の植物化石は含まれない。

AS-VI 帯（試料 52 ～ 55，深度 0.42 ～ 0.01 m，約 770 cal BP から現在）

木本はアカエゾマツだけが産出する。植物化石の分解が進んでおり，アカエゾマツは葉が分解され，コルク質の離層の部分だけが産出した。草本は試料 55 でシロネ属が多産する以外は少ない。*Cenococcum geophilum* 菌核はすべての試料に多く含まれる。

猿払川中湿原

SN-I 帯（試料 1 ～ 15，深度 30.75 ～ 9.8 m，約 9240 ～ 6340 cal BP）

試料 5 ～ 8，12，14，15 から，潮間帯から汽水域に分布するコアマモ *Zostera japonica* Asch. et Graebn. と汽水域に分布するカワツルモ，イトクズモが産出する（図 6）。上部の試料 14 と 15 には淡水生沈水・抽水植物のフサモ属 *Myriophyllum* が含まれる。木本はハンノキとヤチヤナギに加え，シラカバ，イラクサ科 Urticaceae といった湿地以外の場所に生育する植物の化石も含まれる。

SN-II 帯（試料 16 ～ 19，深度 9.74 ～ 9.50 m，約 6320 ～ 6260 cal BP）

木本はヤチヤナギだけが試料 18 に含まれる。沈水植物はシャジクモ属 *Chara*（試料 16）だけになり，抽水植物の多様性が高い。抽水植物はガマ属，ミクリ属 *Sparganium*，サンカクイ，ミズオトギリ，ミツガシワ，ドクゼリが含まれる。試料 19 には，塩性湿地に生育するオオクグが含まれる。試料 17，18 ではドジョウツナギ属 *Glyceria*，試料 19 ではミツガシワが多産する。

SN-III 帯（試料 20 ～ 43，深度 9.26 ～ 3.50 m，約 6050 ～ 2560 cal BP）

木本は試料 22 と 29 ～ 39 にハンノキが多く含まれる

表 4 猿払川丸山湿原の大型植物化石試料（矢野ほか, 2016）の年代値とスゲ属の同定結果

Table 4 Ages of plant macrofossil samples from the Sarufutsugawa-maruyama mire and identification of *Carex*

Sample number	Depth (m)	Altitude (m)	Age (cal BP)*	*Carex omiana*	*C. echinata*	*C. traiziscana*	*C. lyngbyei*	*C. maximowiczii*	*C. limosa*	*C. livida*	*C. parciflora*	*C. livida – C. parciflora*	*C. michauxiana* var. *asiatica*	*C. vesicaria*		*C. lasiocarpa* var. *occultans*	Local plant macrofossil assemblage zone
				f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	p	f	
41	0.01–0.02	15.59	60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
40	0.05–0.10	15.53	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
39	0.15–0.20	15.43	100	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
38	0.30–0.36	15.26	140	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
37	0.42–0.50	15.14	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
36	0.61–0.67	14.96	280	–	–	–	–	–	–	1	1	–	1	–	–	–	SM-III
35	0.67–0.73	14.90	350	–	–	–	–	1	–	1	–	–	1	–	–	–	
34	1.03–1.08	14.55	<u>720</u>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
33	1.36–1.44	14.20	910	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	
32	1.72–1.77	13.86	1100	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	
31	2.03–2.08	13.55	1260	–	–	1	–	–	–	–	–	–	3	–	–	–	
30	2.41–2.46	13.17	<u>1470</u>	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	
29	2.67–2.72	12.91	1620	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
28	2.77–2.82	12.81	1680	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
27	3.10–3.17	12.47	1870	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
26	3.34–3.39	12.24	2010	–	1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	
25	3.71–3.79	11.85	<u>2230</u>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
24	4.10–4.16	11.47	2400	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	
23	4.42–4.47	11.16	2540	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	SM-II
22	4.65–4.70	10.93	2640	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
21	4.78–4.84	10.79	2700	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	
20	4.96–5.02	10.61	2780	–	–	–	–	–	2	–	3	–	–	–	–	–	
19	5.08–5.15	10.49	2830	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
18	5.39–5.42	10.20	<u>2960</u>	–	–	3	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
17	5.48–5.55	10.09	3010	–	–	3	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
16	5.58–5.68	9.97	3060	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
15	5.78–5.87	9.78	3150	–	–	–	–	–	3	–	1	–	–	–	–	–	
14	6.07–6.17	9.48	<u>3290</u>	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
13	6.19–6.29	9.36	3340	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	
12	6.35–6.45	9.20	3410	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	
11	6.64–6.74	8.91	3540	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	6.84–6.94	8.71	3630	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
9	7.07–7.17	8.48	3740	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8	7.36–7.44	8.20	3860	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	SM-I
7	7.60–7.70	7.95	3970	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
6	7.77–7.88	7.78	<u>4050</u>	–	–	–	2	–	1	–	–	–	–	1	2	–	
5	8.19–8.29	7.36	4240	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	
4	8.38–8.48	7.17	4330	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	
3	8.55–8.63	7.01	4410	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2	8.74–8.84	6.81	<u>4500</u>	–	–	2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	
1	8.90–9.00	6.65	4570	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	

* 下線：年代測定試料．数字：堆積物 50 cm^3 あたりの個数．f：果実，p：果胞．

* Underline: $AMS^{14}C$ samples. Numbers: fossil parts/50 cm^3 sediments. f: fruit, p: perigynium.

ほか，シラカバが本帯だけに含まれる。草本の大部分は湿地生の植物で，SN-II 帯を特徴づけていた抽水植物は極めて少なくなる。抽水植物はミツガシワやホタルイ *Schoenoplectiella hotarui*（Ohwi）J.D. Jung et H.K. Choi だけが産出する。スゲ属の種類は 6 種と多く，ムジナスゲは本帯だけに含まれる。

SN-IV 帯（試料 44 〜 56，深度 3.50 〜 0.10 m，約 2550 cal BP から現在）

木本では SN-III で多産していたハンノキが減少し，ヤチヤナギが多産するようになる。草本ではホシクサ属，ヒロハオゼヌマスゲ，ホロムイスゲ，ミカヅキグサといった現在の調査地点付近の高層湿原に生育する植物が連続的に産出する。ミカヅキグサ，ホシクサ属は本帯だけに含まれており，産出量が多い。

猿払川丸山湿原

今回の年代測定値の追加により，矢野ほか（2016）の SM-I 帯（試料 1 〜 14，深度 9.00 〜 6.07 m）の年代は 4570 〜 3290 cal BP，SM-II 帯（試料 15 〜 30，深度 5.87 〜 2.41 m）の年代は 3150 〜 1470 cal BP，SM-III 帯（試料 31 〜 41，深度 2.08 〜 0.01 m）の下限は約 1260 cal BP となった（表 4）。

矢野ほか（2016）で同定したスゲ属のうち，同定が確実なキタノカワズスゲ，ムジナスゲ，ゴウソ，ミタケスゲ以外のスゲ属について再検討を行った結果, 矢野ほか（2016）とは異なった同定結果となった（表 4）。矢野ほか（2016）でムセンスゲ - グレーンスゲとしたスゲ属は，SM-I 帯と II 帯のものはすべてグレーンスゲであるが，SM-III 帯のものにはムセンスゲが含まれていた。矢野ほか (2016) でカサスゲ近似種およびスゲ属 A と同定したスゲ属の多くは，ヤチスゲに同定された。

考 察

1．猿払川湿原群の古環境と植生の変遷

本研究では，新たな試料の分析により，浅茅野西アカエゾマツ湿地林と猿払川中湿原の古環境と植生の変遷が次のように復元された（図 7）。猿払川丸山湿原については，矢野ほか（2016）により抽水植物群落を伴う低層湿原（SM-I 帯），ハンノキ低木林（SM-II 帯）から高層湿原植生（SM-III 帯）への変化が復元されている。

浅茅野西アカエゾマツ湿地林

AS-I 帯の調査地点は河口部に位置し，イトクズモが生育する汽水域が広がっていたと考えられる（図 7）。塩分指数 3.41 〜 2.15 を示す，嵯峨山ほか（2018）の珪藻群集組成と矛盾しない。

AS-II 帯では，ヒルムシロ属やイバラモ属といった淡水生植物が産出するようになるが（図 7），嵯峨山ほか（2018）による珪藻群集組成は，塩分指数 2.56 〜 1.66 の汽水環境を示す。砂質の堆積物は河川の影響を示しており，化石群を構成する植物の多くが異地性である可能性が高い。これは，シラカバ，タデ科，ウド *Aralia cordata* Thunb. といった湿地に生育しない植物が比較的多いことからも裏付けられる。

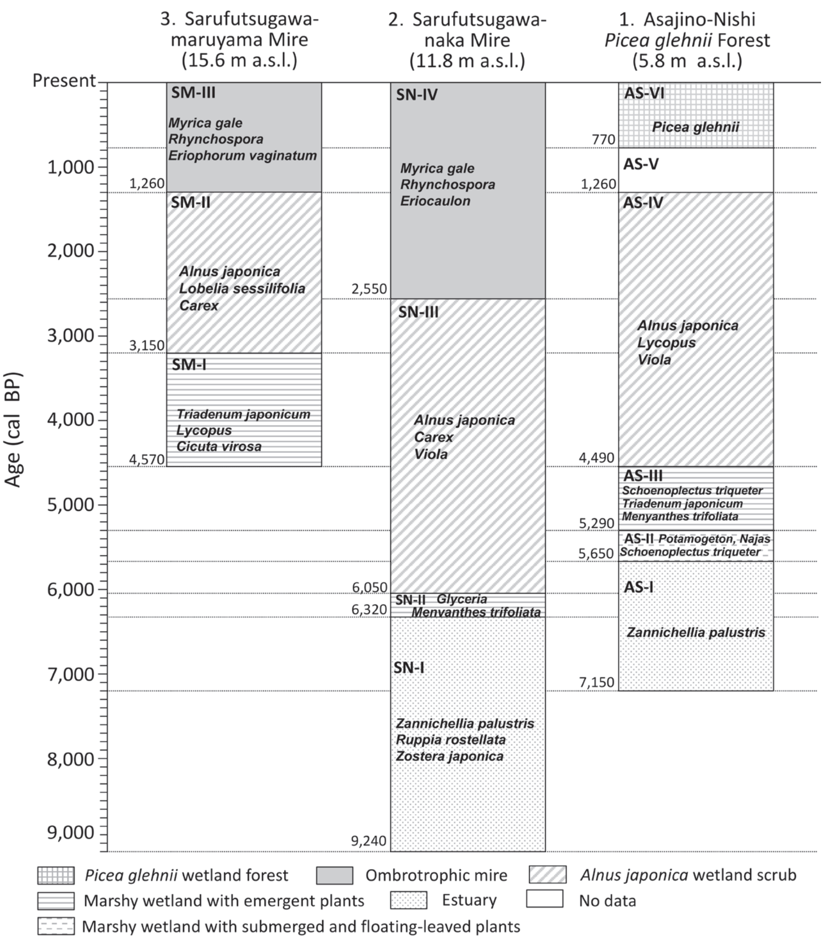

図 7　猿払川湿原群の発達過程と大型植物化石群帯を特徴づける植物．猿払川丸山湿原の植生変遷は矢野ほか (2016) に基づく．

Fig. 7 Developmental processes of Sarufutsugawa mires and plants characterizing local plant macrofossil assemblage zones. Vegetation change in the Sarufutsugawa-maruyama mire based on Yano et al. (2016).

AS-III 帯の試料のうち，最下部の試料 25 の珪藻化石群は塩分指数 1.88 の汽水性を示し（嵯峨山ほか，2018），それよりも上位の AS-III 帯の珪藻化石群の組成は調べられていない。大型植物化石群では抽水植物の多様性が高いことから，浅い池沼を伴う湿地で泥炭が形成され始めたことが示唆される（図 7）。しかし，現在では中流域の高層湿原が発達する湿地に多いヤチヤナギやミカヅキグサ，ミズゴケ属を含む層準では，湿原の一部が高層湿原化した可能性もある。

AS-IV 帯では抽水植物が産出しなくなり，AS-III 帯よりも地下水面が低下したことを示している。下位の層準からは産出する化石はハンノキ，グレーンスゲ，スミレ属と少ないが，上位の層準と同様にハンノキ湿地林を伴う低層湿原が広がっていたと考えられる（図 7）。ハンノキは直径 1 cm 以下の枝だけが産出し，太い枝や幹の破片が産出しないことから，ハンノキ湿地林が，現在の猿払川中流域の湿原の微高地に見られるような低木林だったことを示唆する。

AS-V 帯は泥炭質であるにもかかわらず種実類が全く含まれていない。植物遺体が分解しやすい環境が続いていた可能性がある。

AS-VI 帯の化石群は，アカエゾマツ湿地林が成立したことを示している（図 7）。現在の調査地点のアカエゾマツ林は樹冠が鬱閉していて林床は暗く，クマイザサ群落に覆われているため，草本層の植物の種多様性は極めて低い。しかしながら，表層近くの試料にまでホシクサ属，グレーンスゲ，シロネ属といった光環境の良い湿地に生育する草本が含まれていることは，比較的最近まで，アカエゾマツ湿地林の樹冠が鬱閉していなかったことを示唆している。

猿払川中湿原

SN-I 帯の調査地点は沈水植物のカワツルモ，コアマモ，イトクズモが生育する，汽水域が広がっていたと考えられる（図 7）。SN-I 帯は，ガマ属とイネ科 Gramineae の花粉が高率で含まれる，Fujita et al.（2012）の I 帯にほぼ相当する。これらの湿生植物花粉が高い割合を占めることから，Fujita et al.（2012）は約 7000 cal BP に浅い淡水の湖で泥炭の形成が始まり，これより下位の層で海水の影響があったかどうかはわからないとした。しかし，嵯峨山ほ

か（2018）によると本帯のうち深度27 m以上では海水ないし汽水性珪藻化石群が優占し，大型植物化石群の組成から復元される汽水環境と一致する。大型植物化石群に湿地以外の場所に生育する木本の化石が含まれていることは，河川の上流の淡水域とその周辺から植物遺体が運搬されてきたことを示唆する。したがって，ガマ属やイネ科は調査地点よりも上流の河川沿いの植生を反映していると考えられる。

SN-II帯では，抽水植物が生育する浅い池沼を伴う，低層湿原が広がっていたと考えられる（図7）。汽水生珪藻は6320 cal BP（最下位の試料16）の層準に含まれる（嵯峨山ほか，2018）。6270 cal BPの層準（試料18）に相当する深度9.6 mには汽水生珪藻は全く含まれていない（嵯峨山ほか，2018）が，塩性湿地の植物群落を構成するオオクグ（図6）がその上位の試料19に含まれている。猿払川中湿原よりも下流の汽水域から植物が流れ込むことは考えにくいことから，海水の影響がなくなった後もしばらくはオオクグが調査地点付近で生育し続けていた可能性がある。 SN-II帯はFujita et al. (2012) のII帯にほぼ相当し，そこではミズバショウ属*Lysichiton*花粉と，シダ類およびミズゴケ属の胞子が高率で出現する。この花粉・胞子化石群の組成から復元される環境は，大型植物化石群が示す環境ほど過湿ではない。

SN-III帯の最下部の試料（6050 cal BP）にはミズオトギリやドクゼリといった抽水植物がSN-II帯から引き続き含まれる。しかしながら，ハンノキに伴って湿生草本のグレーンスゲが多産するようになることは，草本層でスゲ属が優占するハンノキ低木林が成立したことを示唆する（図7）。SN-III帯にはミズバショウ，ホタルイ，ミツガシワといった抽水植物が産出する層準もあるが，ハンノキとスミレ属，スゲ属といった湿生草本が卓越することから，地下水面が前帯より低下した状態が継続したと考えられる。SN-III帯はFujita et al. (2012) のIII帯とIV帯下半部にほぼ相当し，そこではハンノキ属*Alnus*とミズバショウ属花粉が連続的に高率で含まれており，上位の層準ではカヤツリグサ科花粉とゼンマイ属*Osmunda*胞子が増加する。大型植物化石群ではミズバショウ種子は1点しか産出していないが，これはミズバショウの種皮が柔らかく，分解されやすいためであろう。

SN-IV帯の大型植物化石群の組成は，現在の猿払川中湿原にみられるヤチヤナギ，ミカヅキグサ，ホシクサ属，ホロムイスゲで構成され，現在のような高層湿原が形成されたことを示す（図7）。SN-IV帯はFujita et al.（2012）のIV帯上半部からV帯にほぼ相当し，ハンノキ属花粉が減少し，トウヒ属*Picea*とヤチヤナギ属*Myrica*の花粉が増加する。この傾向は大型植物化石群と矛盾しないが，非樹木花粉で高い割合を占めるワスレグサ属*Hemerocallis*が大型植物化石群には含まれていないのは，種皮が薄く保存されにくいためだと考えられる。樹木花粉中で圧倒的に多いトウヒ属は，猿払川丸山湿原のSM-III帯でエゾマツの葉が産出することから，下流域のアカエゾマツだけではなく，周囲の斜面でもエゾマツが増加したことを反映している可能性がある。

2．植生変化をもたらした環境変化

猿払川中下流域の3地点の大型植物化石群は，開放水面からなる海水ないし汽水域（AS-I，II帯，SN-I帯）の埋積後に，抽水植物が生育する浅い池沼を伴う湿原（AS-III帯，SN-II帯，SM-I帯）から，ハンノキ群落が優占し抽水植物をほとんど伴わない低層湿原（AS-IV帯，SN-III帯，SM-II帯）を経て, 現在の高層湿原（SN-IV帯, SM-III帯）ないしアカエゾマツ湿地林（AS-VI帯）へと植生が変化したことを示している（図7）。この植生変化は，海水面が低下して地表が離水した後，一定の速度で泥炭が蓄積し続けることにより，湿原の表面に対して地下水面や河川氾濫時の水面が相対的に低下したことに伴う，湿性遷移（Tansley, 1939；Walker, 1970）と考えられる。

東京湾の海水準変動曲線では，約7000～5700 cal BPに海水面が標高3 m付近で安定した後，約4700 cal BPまでに標高約1 mにまで低下している（図8；遠藤ほか, 1989;田辺ほか，2012）。抽水植物群落の発達開始（AS-III帯，SN-II帯）と汽水生珪藻の産出上限の堆積物の年代と標高は，猿払川中湿原では約6320 cal BPで標高約2.1 m, 浅茅野西アカエゾマツ湿地林では約5290 cal BPで標高約1.2 mである。地域的なハイドロユースタシーとテクトニクスの影響で離水の標高は異なると考えられるが，縄文海進期のピーク（約7000 cal BP）以降の海水面の低下と河川堆積物による埋積に伴い，離水した場所から抽水植物群落の発達と泥炭の堆積が開始したと考えられる。これは，北海道東部からオホーツク海側の低地湿原の多くが，縄文海進後，約6000～5000 cal BPの海面の低下に伴う沖積平野の形成や潟湖（ラグーン）の陸化により，湿原の発達が開始したことと共通の現象である（冨士田，2017）。

抽水植物群落を伴う湿原の成立期（AS-III帯，SN-II帯，SM-I帯）の泥炭層には厚いシルト層が挟まれているか，泥炭層が全般的にシルト質である。このことは，頻繁に起こる洪水による湿原への無機細粒破屑物の供給が盛んだったことを示しており，洪水の後で湿原が帯水することで抽水植物群落が成立しやすかったと考えられる。3地点のうち最も上流に位置する猿払川丸山湿原では，約3290 cal BPの層準までシルト質の堆積物で構成され，抽水植物群落を伴う湿原が継続する。これは，猿払川丸山湿原の下

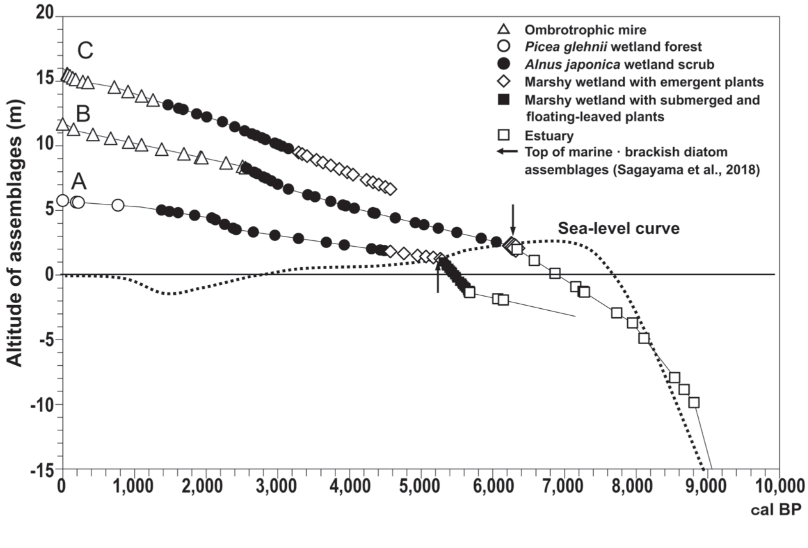

図 8　猿払川湿原群の大型植物化石群から復元した植生タイプの標高と時代，東京湾の海水準変更曲線（遠藤ほか，1989）と比較．A: 浅茅野西アカエゾマツ湿地林，B: 猿払川中湿原，C: 猿払川丸山湿原．

Fig. 8 Altitudinal and temporal position of vegetation types reconstructed from plant macrofossil assemblages in Sarufutsugawa mires and comparison with a eustatic sea level curve in the Tokyo Bay (Endo et al., 1989). A: Asajino-nishi *Picea glehnii* forest, B: Sarufutstugawa-naka mire, C: Sarufutsugawa-maruyama mire.

流域で河川氾濫原の幅が急に狭くなることや，河川氾濫原の中央に基盤の高まり（丸山）があること，上流域にいくほど河川勾配が急になることで，氾濫が起きやすかったためと考えられる。猿払川丸山湿原で 2016 年に本調査地の 200 m 南で掘削された機械ボーリング・コアには，ほぼ同じ深度（深度 7.5 ～ 6.5 m）の基底部に砂礫を伴う厚いシルト層が挟まれており（未公表資料），洪水とともに河道が移動していたことを示している。猿払川丸山湿原よりも上流側では蛇行河川のショートカットの痕跡が地形図での判読によって認められるが，猿払川丸山湿原とその下流域では認められない。このことから，猿払川丸山湿原よりも上流では，河川の氾濫により河道の移動が頻繁に起こっていたと推定される。

一方，ハンノキ低木林が成立した期間（AS-IV 帯，SN-III 帯，SM-II 帯）には，3 湿原とも，下位から上位へと泥炭層に挟まれるシルト層の頻度や厚さが減少していく傾向がある（図 2 ～ 4）。調査地点の湿原面は猿払川の河床よりも数メートル高い位置にあることから，泥炭の蓄積によって湿原の表層の位置が河道の水面よりも高くなり，徐々に河川の氾濫の影響を受けにくくなっていったことが考えられる。その過程で，浅い帯水域の一時的な発生が少なくなったことで，抽水植物群落から湿性植物群落へと種組成が変化したと考えられる。下流域の浅茅野西アカエゾマツ湿地林の形成も，アカエゾマツが湿原の中でより乾燥した微高地の上に分布していることから（松田，1989），泥炭層の蓄積による地表面の乾燥化が引き金になった可能性がある。

猿払川中湿原や猿払川丸山湿原でのハンノキ低木林から高層湿原への植生の変化は，泥炭の蓄積に伴い，湿原の地表面が河川氾濫時の地表水面や地下水面よりも上に出ることで，降水によってのみ湿原の表層が涵養されるようになったことを示す。地表水からの無機塩類などの養分の供給が途絶えたことにより湿原表層が酸性・貧栄養化し，高層湿原特有のコケ類・維管束植物群落が形成される過程は，湿潤な気候環境下での湿原の湿性遷移として古くから知られている（Tansley, 1939）。ムセンスゲやホロムイスゲといった北方系の湿性植物は，高層湿原が拡大したことにより分布拡大したと考えられる。

今後，さらに河川の影響を受けやすい河川氾濫原の湿原と，流入河川を伴わない山間凹地や台地上，火口に形成された湿原とで，泥炭の発達過程と植生変化を比較することで，湿原植生の発達過程に及ぼす河川の氾濫の影響を明らかにする必要がある。

謝　辞

釧路市立博物館加藤ゆき恵氏には現生植物標本を提供していただいた。北海道大学農学部・大学院農学院，北海道教育大学函館校，千葉大学園芸学部・大学院園芸学研究科の皆様には現地調査を手伝っていただいた。AMS^{14}C 年代測定の試料の処理にあたっては日本大学文理学部の竹村貴人教授に便宜を図っていただいた。北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園および千葉県立中央博物館の皆様には，スゲ属の標本閲覧に際し便宜を図っていただいた。

本研究を進めるにあたって，王子木材緑化株式会社より調査全般の許可をいただいた。査読者の方々をはじめ，本研究にご協力いただいた皆様には，深く感謝いたします。

本研究には平成 27 ～ 29 年度日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究 B，課題番号 15H02956，北海道北部猿払川流域の湿原群の地形発達史と植生変遷，研究代表者：冨士田裕子）の一部を使用した。

引 用 文 献

遠藤邦彦・小杉正人・松下まり子・宮地直道・菱田 量・高野 司. 1989. 千葉県古流山湾周辺域における完新世の環境変遷史とその意義. 第四紀研究 **28**: 61–77.

冨士田裕子. 1997. 北海道の現存湿原リスト.「北海道の湿原の変遷と現状の解析—湿原の保護を進めるために—」(冨士田裕子・高田雅之・金子正美編), 3–14.（財）自然保護助成基金, 東京.

Fujita, H., Igarashi, Y., Kato, Y., Inoue, T. & Takada, M. 2012. Holocene vegetation change in Sarufutsu River Mire, Northern Hokkaido, Japan. *The Proceeding of the 14th International Peat Congress* **124**: 1–6.

冨士田裕子. 2017. 湿原の植物誌—北海道のフィールドから. 256 pp. 東京大学出版会, 東京.

星野卓二・正木智美. 2011. 日本カヤツリグサ科植物図譜. 782 pp. 平凡社, 東京.

伊藤浩司・日野間 彰・中井秀樹, 編. 1990. 環境調査・アセスメントのための北海道高等植物目録 II, 単子葉植物. 288 pp. たくぎん総合研究所, 北海道.

Jiménez-Mejías, P. & Martinetto, E. 2013. Toward an accurate taxonomic interpretation of *Carex* fossil fruits (Cyperaceae): A case study in section Phacocystis in the Western Palearctic. *American Journal of Botany* **100**: 1580–1603.

Jiménez-Mejías, P., Martinetto, E., Momohara, A., Popova, S., Smith, S. Y. & Roalson, E. H. 2016. A commented synopsis of the pre-Pleistocene fossil record of *Carex* (Cyperaceae). *Botanical Review* **82**: 58–345.

Kato, Y. & Fujita, H. 2011. Vegetation and microtopography of *Carex livida*-growing mires near Lake Rausu, Shiretoko Peninsula, Eastern Hokkaido, Japan. *Vegetation Science* **28**: 65–82.

加藤ゆき恵・冨士田裕子・井上 京. 2011. 北海道北部猿払川中湿原における遺存種ムセンスゲが生育する湿原の植生と微地形. 植生学会誌 **28**: 19–37.

町田 洋・新井房夫. 2003. 新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺. 336 pp. 東京大学出版会, 東京.

松田 彊. 1989. アカエゾマツの天然林の更新と成長に関する研究. 北海道大学農学部演習林報告 **46**: 595–717.

Martinetto, E., Bouvet, D., Vassio, E., Magni, P. & Jiménez-Mejías, P. 2014. A new protocol for the collection and cataloguing of reference material for the study of fossil Cyperaceae fruits: The Modern Carpological Collection. *Review of Palaeobotany and Palynology* **201**: 56–74.

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 Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* **233–234**: 555–559.

大滝末男・石戸 忠. 1980. 日本水生植物図鑑. 318 pp. 北隆館, 東京.

Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M. & van der Plicht, J. 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* **55**: 1869–1887.

嵯峨山積・近藤玲介・重野聖之・横田彰宏・宮入陽介・百原 新・冨士田裕子・矢野梓水・横山祐典. 2018. 北海道北部猿払村の沖積層コアの珪藻分析ー塩分指数と電気伝導度の検討ー. 地球科学 **72**: 1–10.

橘 ヒサ子. 1999. 北オホーツク海沿岸の湿原植生について. 北方山草 **16**:17–23.

田辺 晋・中島 礼・内田昌男・柴田康行. 2012. 東京低地臨海部の沖積層にみられる湾口砂州の形成機構. 地質学雑誌 **118**: 1–19.

Tansley, A. G. 1939. *The British Islands and their Vegetation*. 930 pp. Cambridge University Press, Cambridge.

辻井達一・橘 ヒサ子. 2003. 北海道の湿原と植物. 264 pp. 北海道大学出版会, 札幌.

Walker, D. 1970. Direction and rate of change in some British postglacial hydroseres. "*Studies in the Vegetation History of the British Isles*" (Walker, D. & West, R. G., eds.). 117–139. Cambridge University Press, Cambridge.

矢野梓水・百原 新・紀藤典夫・近藤玲介・井上 京・冨士田裕子. 2016. 大型植物遺体に基づく北海道北部猿払川丸山湿原の後期完新世植生変遷. 利尻研究 **35**: 83–91.

Yoneda, M., Uno, H., Shibata, Y., Suzuki, R., Kumamoto, Y., Yoshida, K., Sasaki, T., Suzuki, A. & Kawahata, H. 2007. Radiocarbon marine reservoir ages in the western Pacific estimated by pre-bomb molluscan shells. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 259: 432–437.

(2018 年 6 月 1 日受理)