

花粉組成からみた北海道北部利尻山腹の ギボシ沼湿原における 3500 年間の植生変遷史

沢田陽巳¹⁾・近藤玲介²⁾・佐藤雅彦³⁾・五十嵐八枝子¹⁾

¹⁾ 〒 061-1134 北海道北広島市広葉町 3 丁目 7-5 北方圏古環境研究室

²⁾ 〒 101-8301 東京都千代田区神田駿河台 1-1 明治大学文学部

³⁾ 〒 097-0311 北海道利尻郡利尻町仙法志字本町 利尻町立博物館

3500-Year Vegetation History of the Giboshi-Numa Wetland on the Southeastern Slopes of Mt. Rishiri, Rishiri Island, Northern Hokkaido

Harumi SAWADA¹⁾, Reisque KONDO²⁾, Masahiko SATO³⁾ and Yaeko IGARASHI¹⁾

¹⁾Institute for Paleoenvironment of Northern Regions, 3-7-5, Koyochō, Kitahiroshima, Hokkaido, 061-1134 Japan.

²⁾School of Arts and Letters, Meiji University, 1-1 Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-8301 Japan.

³⁾Rishiri Town Museum, Senhoshi, Rishiri Is., Hokkaido, 097-0311 Japan.

Abstract. Giboshi-numa wetland is located on the southeastern slopes of Mt. Rishiri, northern Hokkaido. The results of pollen analysis of the sediments from outcrops and cores along the edges of Giboshi-numa suggest that the vegetation and climate changed during 4 pollen zone periods. Zone I began about 3500 years ago, with alpine herbs dominant in grasslands. The climate during the Zone I period was warmer than at the present time, as pollen of cool-temperate broad-leaved trees yielded the highest concentrations compared to other zone periods. During the Zone II period, an alga, *Botryococcus*, began to appear, and herbs which had developed during the Zone I period decreased or even disappeared. These changes indicate that the swamp originally developed on alpine grassland. Zone III is characterized by the dominance of an alga, *Botryococcus*, and an increase in aquatic herbs, indicating expansion of the body of water. During the Zone IV period, aquatic herbs disappeared. The swamp retreated to its present position on the side of the mountain where Giboshi-numa now is found. Thus a wetland changed to higher moor dominated by *Sphagnum*. It is inferred that currently a cooler and moister climate predominates compared to other zone periods. This inference is based on an increase in *Pinus* and a slight decrease in cool-temperate broad-leaved trees rather than a sudden decrease of *Betula*.

I. はじめに

利尻島は北海道北部の日本海に位置し、ほぼ中央に標高 1721m の利尻山がそびえる火山島である。利尻島の南からは、島を洗うように対馬暖流が北上している。

利尻山腹の標高 540m にギボシ沼湿原と呼ばれ

る高地湿原（佐藤ほか，2015）が発達している。2012 年のギボシ沼における学術調査では、ギボシ沼湿原の南部を谷頭浸食するガリー付近において試料が採取された。

北海道の山岳地帯には高地湿原が数多く発達している。これら高地湿原はその成り立ちによって、火山活

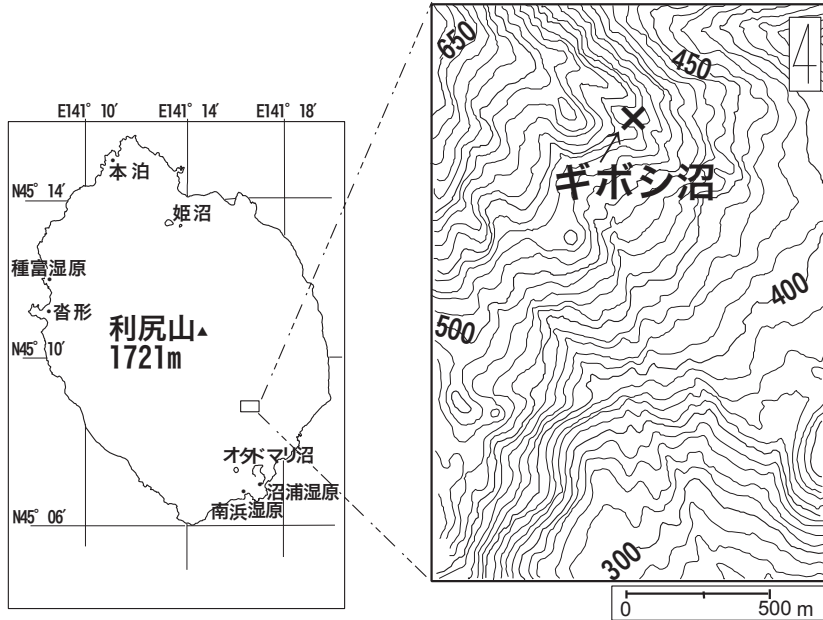


図1. 利尻島における試料採取地点位置図. 試料採取地点位置図の基図は国土地理院 1/2.5 万地形図「鬼脇」を使用.
Figure 1. Location map of sampling site in Rishiri Island.

動により噴出した溶岩の流走面上に発達した湿原, 例えば種富湿原 (五十嵐, 2008), 京極湿原 (五十嵐, 2000), 浮島湿原 (Morita, 1984) などと, 山地の斜面で発生した地滑りの後背湿地に発達した湿原, 例えば大蛇が原湿原 (Morita, 1984), 凡忠別岳東方湿原 (高橋・五十嵐, 1986) などに大別され, 湿原の成立過程や植生変遷史はすでに報告されている. ギボシ沼湿原は, 割れ目火口の凹地に生じた沼に発達する湿原である (近藤ほか, 2015). 利尻島ではこれまでに, 沿岸部の湿原においては花粉分析によりその成立や植生変遷が明らかにされている (五十嵐, 2006; 五十嵐, 2008). しかし, 利尻山の高標高域から得られた試料の分析はこれまで報告例がない.

本研究では, ギボシ沼から得られた試料を基にその成立過程や植生変遷を明らかにすることを目的として, 花粉分析をおこなったので結果を報告する.

II. 調査地概要

II-1 調査地 (図1)

ギボシ沼は長径 29.5m, 短径 28m のほぼ円形の沼である (佐藤ほか, 2015). 沼の山側半分は斜面と

ササに覆われ, 海に面する南東側ではミズゴケやヨシが生育し湿原の様相を呈している. この南東側は短いハイマツ帯を経て徐々に傾斜の厳しい谷へとつながっている (佐藤ほか, 2015).

II-2 利尻火山の活動史

利尻火山は, 浸食された成層火山体と多くの側噴火噴出物から構成されている (三浦, 2003). 成層火山体は標高 400 ~ 500m 付近に傾斜変換点をもち, 山頂から傾斜変換点までは 35° ~ 20° の急斜面に, それ以下海岸までは 12° ~ 3° の緩斜面となっている. 側噴火噴出物は, 北西-南東方向に配列する火口から噴出し, 島の東部と南部に多く分布している (松井ほか, 1967; 石塚, 1999 など). 火山体は白亜紀と新第三紀の基盤岩上に形成され, 噴火活動は約 20 万年前から数千年前まで続いた (石塚, 1999; 嵯峨山, 2002). 比較的規模の大きい火山活動は 7000 ~ 8000 年前頃までには終わり, その後の小規模な側噴火活動は数千年前には終わったとされる (石塚, 1999). 調査地域付近では, 火山活動末期の側火山の噴出物としてギボシ沼溶岩流が記載されている (松

表 1. 気象データ

a) 利尻島本泊, 利尻島杓形, 稚内, 札幌の年最高・最低・平均気温, 年間降水量, 最寒月平均気温, 最暖月平均気温, 温量指数 (WI).

b) 利尻島本泊, 利尻島杓形の各月平均気温から推定したギボシ沼標高での各月平均気温と温量指数 (WI).

a), b) は気象庁データベース (<http://www.data.jma.go.jp>) より引用

Table 1. Meteorological data

(a) indicates temperatures of maximum, minimum, average, average of most coldest month, average of most warmest month, and Warm Index (WI) of Motodomari on the Rishiri Island, Kutsugata on the Rishiri Island, Wakkanai and Sapporo.

(b) indicates average temperatures and WI of each month of the Giboshi-numa wetland estimated from each month average temperature data of Motodomari, Kutsugata on the Rishiri Island. (a) and (b) data are referred from Japan Meteorological Agency (<http://www.data.jma.go.jp>)

(a)

	年最高気温 (°C)	年最低気温 (°C)	年平均気温 (°C)	年間降水量 (mm)	統計期間 (年)	最寒月平均気温 (°C)	最暖月平均気温 (°C)	WI	統計期間 (年)
本泊	27.7	-13.4	7.1	n.d.	2003 ~ 2013	-4.5	20.0	58.5	2003 ~ 2010
杓形	27.3	-12.8	7.2	925.8	1981 ~ 2013	-4.3	19.8	57.9	1981 ~ 2010
稚内	27.4	-12.6	7.1	1084.9	2001 ~ 2013	-4.7	19.6	55.3	1981 ~ 2010
札幌	32.1	-12.1	9.3	1144.4	2001 ~ 2013	-3.6	22.3	73.9	1981 ~ 2010

(b)

	平均気温 (°C)												WI
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
本泊	-4.3	-4.5	-0.8	4.2	9.3	14.0	17.1	20.0	17.0	11.1	3.9	-1.9	
推定値	-7.3	-7.5	-3.8	1.2	6.3	11.0	14.1	17.0	14.0	8.1	0.9	-4.9	40.5
杓形	-4.3	-4.1	-0.7	4.6	9.1	13.4	17.6	19.8	16.8	11.2	3.9	-0.7	
推定値	-7.3	-7.1	-3.7	1.6	6.1	10.4	14.6	16.8	13.8	8.2	0.9	-3.7	39.9

井ほか, 1967 ; 石塚, 1999 など).

みが亜高山帯に属することになる.

II-3 調査地の気象

ギボシ沼付近の気象について, 島の海岸付近の 2 地点において行われている経年気象観測資料から推定する. 標高 30m の本泊, 標高 14m の杓形, 利尻島の対岸に位置する稚内, 道央内陸の札幌の WI (温量指数) は順に 58.5, 57.9, 55.3, 73.9, 年間降水量は順にデータなし, 923.6mm, 1084.9mm, 1144.4mm である (表 1a) (気象庁 <http://www.data.jma.go.jp> より). ほぼ同緯度の稚内に比べて本島の WI は対馬暖流の影響を受けて高いことが注目される.

本泊, 杓形のデータをもとに気温減率 (0.6°C/100m) から推定すると, ギボシ沼付近の最寒月平均気温は -7.5°C, 最暖月平均気温は 17°C, 年平均気温は 4°C で, WI は約 40 である (表 1b). WI 値からは本泊, 杓形, 稚内, 札幌は冷温帯に, ギボシ沼の

II-4 利尻島の植生

利尻島の植生は館脇 (1941), 環境庁 (1980), 春木ほか (2004), 吉田 (2014) により次のように報告されている. 針葉樹林はトドマツ林に代表され, 標高 30m ~ 400-500m を上限とし南側を除く山麓地帯に帯状に全島に発達する. 次の多いのがエゾマツであり, 標高 200m 前後によく発達している. 群落型はトドマツ-シラネウラボシ型とトドマツ純林型に大別される. アカエゾマツの分布は南部の沿岸地帯に限られている. ダケカンバは高木帯の針葉樹林や広葉樹林の中に高木として混生することが多い. 高木限界以上では, 小高木または灌木となり群落を作ってハイマツ林やミヤマハンノキ林に接する. 林床には, チシマザサやエゾネマガリが多い. ミヤマハンノキ林の多くは, 沢沿いまたはハイマツ帯下部の凹地に多い. ハイマツ林は標高 400 ~ 500m を分布の最下限とし, そこから頂上付近

までの各尾根沿い一帯に2mほどの樹高で延々と匍匐している。山腹の斜面では匍匐性のミヤマハンノキ林やダケカンバ林と、標高400～500mの傾斜面ではチシマザサ群集と接している。下草はほとんどなく、一般に純林型をなしている。このように、利尻島では植生の明瞭な垂直分布がみられる。海岸沿いには湿原、標高100～400mの山麓斜面にはエゾマツトドマツを主体とする針広混交林、標高400m以上にはダケカンバを優先種とする落葉広葉樹林が現れる。森林限界は標高500m付近であり、森林限界以上に現れる群落としては、ササ、ハイマツ帯、低木のダケカンバ林、低木のミヤマハンノキ林などである。標高1300mから高標高域では高山植物群落を見ることができる。

島の北西部に位置する種富湿原は、富士田(2000)、丹羽ほか(2001)により植生が明らかにされた。あわせて種富湿原では、ゴゼンタチバナの生育環境について渡辺ほか(2001)により報告されている。

III. 試料

試料採取地点はギボシ沼の南東側、標高539mの地点である(N45°09'14.7", E141°16'09.9"; 図1)。試料の採取にあたっては、ギボシ沼湿原を構成する泥炭が露出する露頭(以下、泥炭露頭)から、層厚45cmの堆積物試料を採取した。あわせて、泥炭露頭から約1m離れた地点において、泥炭の下位の層準を対象に、検土杖を用いて層厚41cm分の堆積物を採取した。泥炭露頭から約10m離れた地点には泥流堆積物が露出しており、検土杖試料の最深深度が泥流堆積物の堆積面に該当する。露頭においては、ギボシ沼湖岸の泥炭層表面付近の層厚数10cm分がガリー浸食により失われているか、露出しない(近藤ほか, 2015)。泥炭露頭試料と検土杖試料の採取地点は水平距離で約1m離れた位置にあるが、泥炭が水平堆積していることから、これら試料は連続試料とみなして問題はないものとして扱う。したがって、以下に示す図3、図4の試料深度は泥炭露頭試料については0～45cm、検土杖試料については45～86cmと表記する。

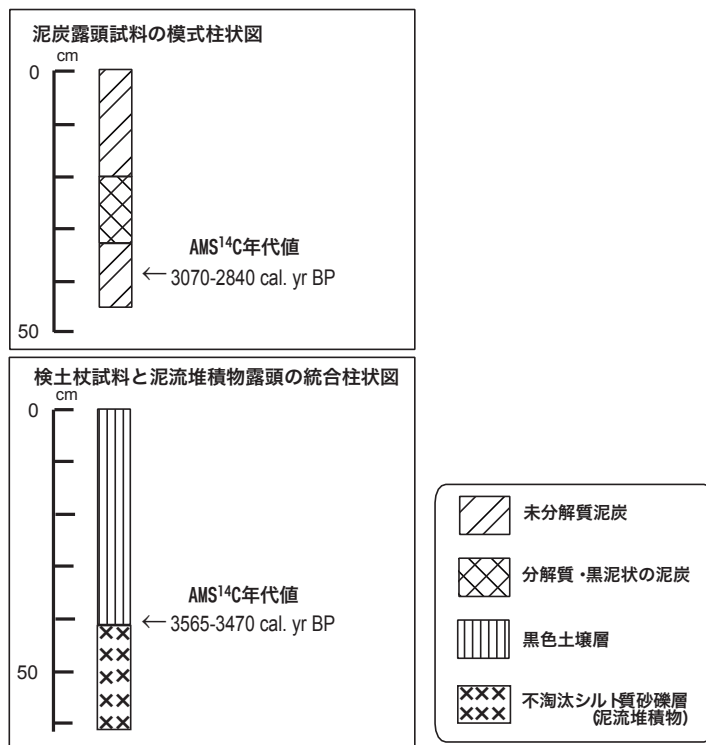


図2. 採取試料の模式柱状図。AMS14C年代値は近藤ほか(2015)による。

Figure 2. Columnar sections of sampling sites. AMS¹⁴C data are referred to Kondo *et al.* (2015).

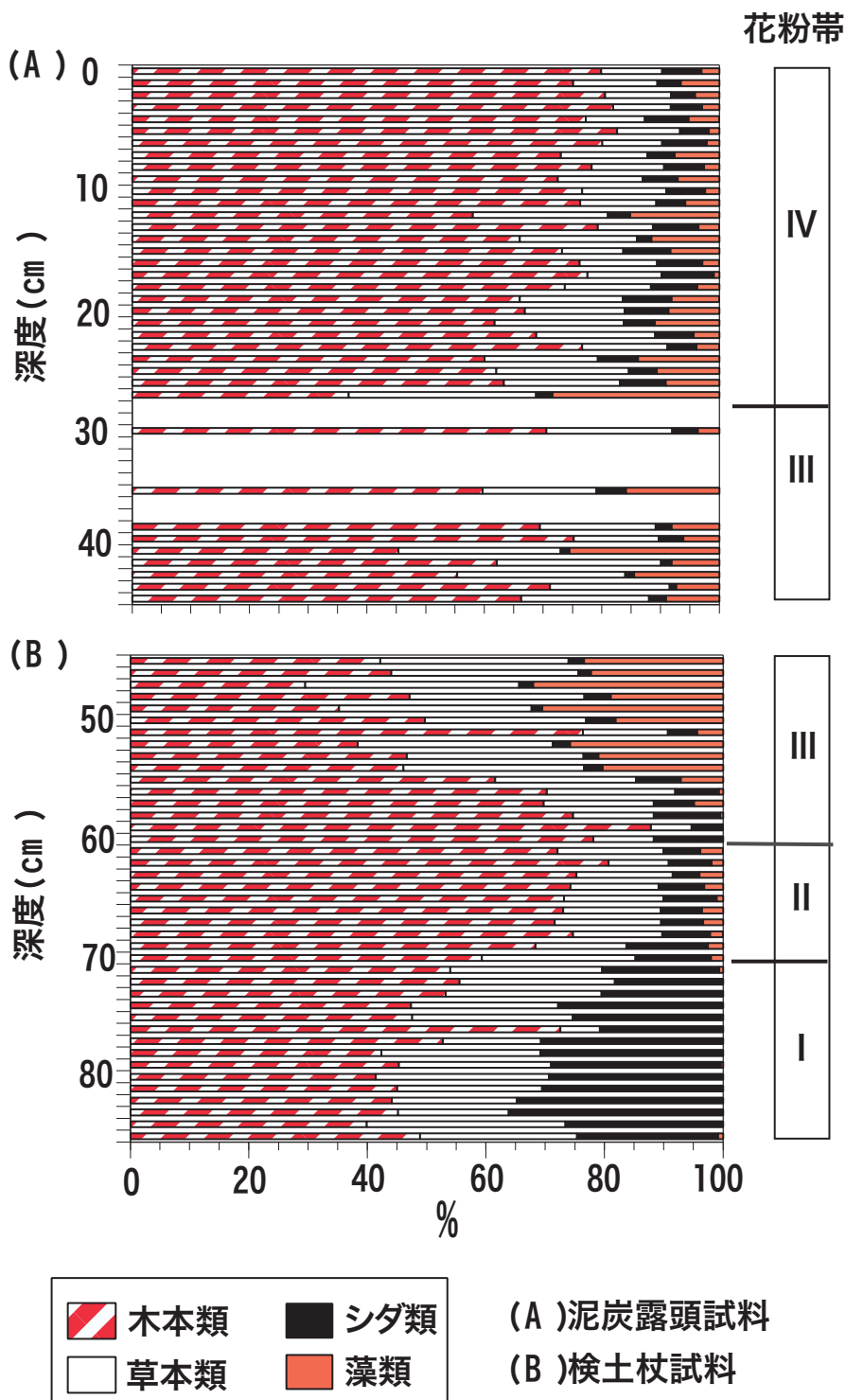


図3. 産出花粉・胞子の百分率組成.

Figure 3. Pollen and spore percentages of tree, herb, fern and algae. (A) shows pollen and spore percentages from the outcrop section. (B) shows pollen and spore percentages from the soil auger section.

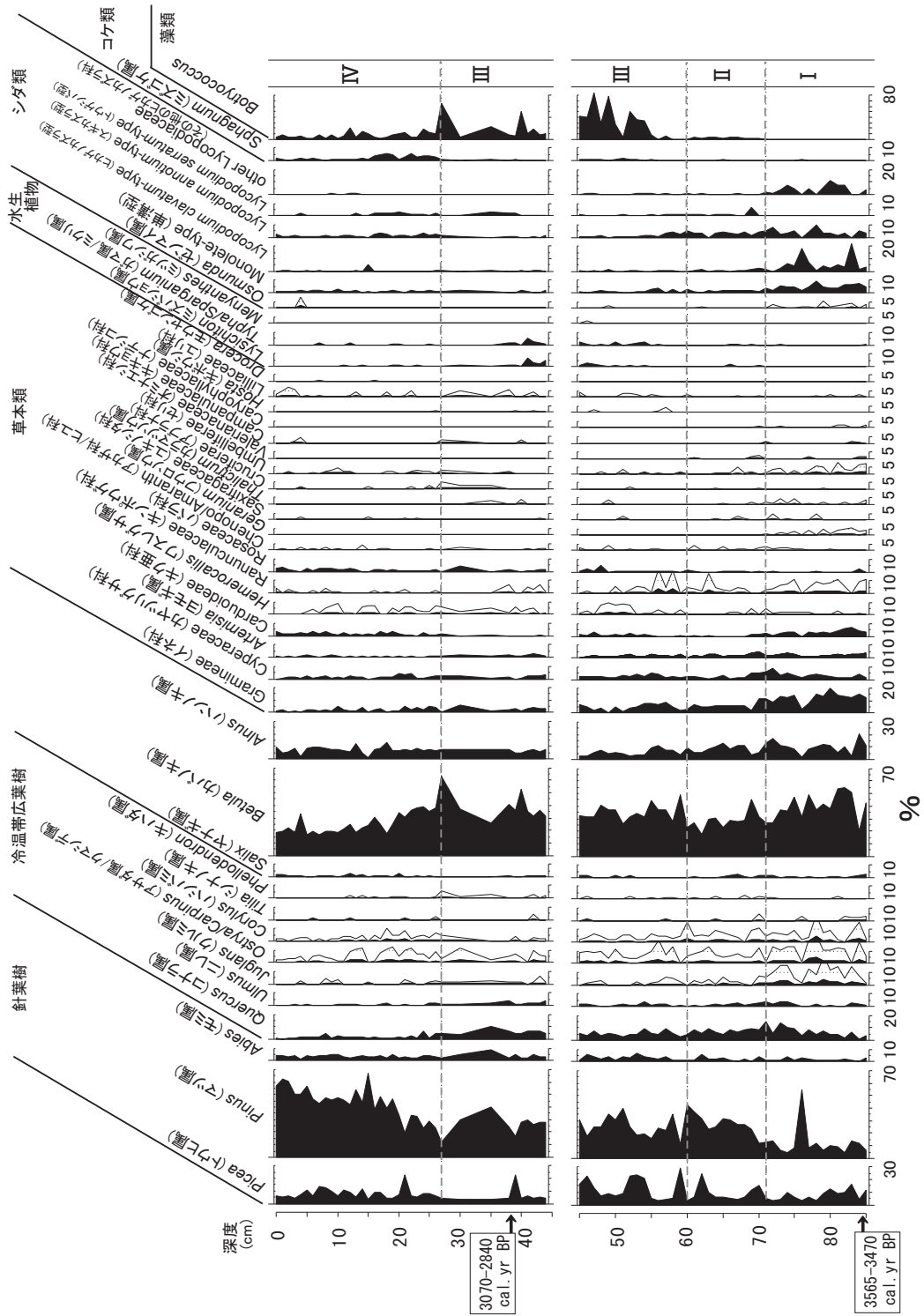


図4. 主な産出花粉ダイアグラム, AMS¹⁴C年代値は近藤ほか(2015)による.

Figure 4. Selected major pollen and spores diagram from the Giboshi-numa wetland.

検土杖試料の直下に当たる泥流堆積物は、不淘汰なシルト質砂礫層で、基質には葉理もみられる。泥炭露頭試料の層相は、地表から深度 20cm は未分解質の泥炭、深度 20 ~ 33cm は分解質の泥炭で黒泥状を呈している。深度 33 ~ 45cm は未分解質の泥炭である。検土杖試料の層相は、深度 45 ~ 86cm まで黒色土壌層である。これら試料のうち、一括採取された深度 28 ~ 33cm, 33 ~ 38cm については、それぞれ 1 点ずつ、それ以外の部分については 1cm ごとに切り分けて花粉分析を行った。

試料の年代については、2 層準で AMS¹⁴C 年代測定が報告されている。泥炭露頭試料の深度 37 ~ 38cm では 3070-2840 cal. yr BP, 検土杖試料の深

度 85 ~ 86cm では 3565-3470 cal. yr BP である(図 2; 近藤ほか, 2015)。

IV. 分析方法

花粉分析法は基本的に Moore (1991) に従い、試料をアルカリ溶液、アセトリシス液、比重分離、フッ化水素酸などによって処理してプレパラートを作成し、花粉を倍率 400 倍の光学顕微鏡下で同定した。同定に当たっては、木本花粉 200 個以上を同定しその間の視野に現れるすべての草本花粉、シダ、コケ類の胞子を同定する方法をとった。花粉・胞子の産出率は、木本花粉は木本花粉の総数を基数とし、草本花粉およびシダ類胞子は花粉・胞子の総数を基数として計算した。

表 2. 各花粉帯から産出した低率の花粉・胞子
Table 2. Minor pollen and spores from 4 pollen zones

花粉帯	樹木	草本	シダ
IV	<i>Cryptomeria</i> (スギ属) <i>Fagus</i> (ブナ属) Ericales (ツツジ目) <i>Ilex</i> (モチノキ属) <i>Myrica</i> (ヤマモモ属) <i>Acer</i> (カエデ属) Araliaceae (ウコギ科) <i>Lonicera</i> (スイカズラ属) <i>Rhus</i> (ウルシ属)	Cichorioideae (タンポポ重科) <i>Persicaria</i> (イヌタデ属) Polygonaceae (タデ科) <i>Iris</i> (アヤメ属) Laminaceae (シソ科) Leguminosae (マメ科) Nymphaeaceae (スイレン科) <i>Sanguisorba</i> (ワレモコウ属)	<i>Equisetum</i> (トクサ属) Trilete-type (三条溝型)
III	<i>Cryptomeria</i> <i>Ephedra</i> (マオウ属) <i>Fagus</i> <i>Tsuga</i> (ツガ属) Araliaceae <i>Acer</i> <i>Euonymus</i> (ニシキギ属) <i>Hydrangea</i> (アジサイ属) <i>Rhus</i> Ericales <i>Ilex</i> <i>Myrica</i>	Leguminosae Onagraceae (アカバナ科) Polygonaceae <i>Potamogeton</i> (ヒルムシロ属) <i>Sanguisorba</i>	Trilete-type
II	<i>Cryptomeria</i> <i>Fagus</i> Ericales <i>Ilex</i> <i>Acer</i> Araliaceae <i>Hydrangea</i>	Leguminosae Onagraceae <i>Pedicularis</i> (シオガマ属)	Trilete-type
I	<i>Ephedra</i> <i>Fagus</i> Ericales <i>Ilex</i> <i>Myrica</i> <i>Acer</i> Araliaceae <i>Hydrangea</i>	Cichorioideae Laminaceae Leguminosae Onagraceae Polygonaceae	Trilete-type Adiantaceae (ホウライシダ科)

V. 結果 (図 3, 図 4, 表 2)

図 3 には花粉・胞子の百分率組成を, 図 4 には主な花粉・胞子の産出率を示した. 図 4 の分帯はギボン沼の植生変化を把握するために草本類・藻類の組成変化に注目して区分した. また, 産出率が数%以下のものについては表 2 に示した. このうち遠距離飛来花粉と思われるものは, ブナ属, スギ属, ツガ属, マオウ属である. 本研究では, 花粉組成の特徴に基づいて花粉帯を次の 4 帯に区分した.

花粉帯 I ; 深度 71 ~ 86cm

草本花粉とシダ胞子を合わせると全体の 4 ~ 5 割を占め, 徐々に木本花粉の割合が増加する (図 3). 木本はカバノキ属が 30 ~ 70% (平均 50%) と最も高率で産出し, マツ属, トウヒ属がそれに次ぐ. ハンノキ属も比較的多く産出する. 冷温帯広葉樹も連続的に

産出し, 中でもコナラ属の産出率が高い. 草本類ではイネ科が最も高率で産する. 他に連続的に産出するのは, キンポウゲ科, セリ科, フウロソウ属, ナデシコ科など多種多様である. シダ胞子はヒカゲノカズラ科と単溝型シダが多産し, ゼンマイ属も連続的に産出する (図 4).

花粉帯 II ; 深度 60 ~ 71cm

木本花粉の割合が増加し, I 帯で優勢であったシダ胞子の割合が激減している (図 3). カバノキ属がやや減少し, 変わってマツ属が増加傾向をとる. 冷温帯広葉樹ではクルミ属が顕著に減少する. I 帯で見られた草本類の種・属のほとんどが減少傾向を示し, フウロソウ属, ナデシコ科は消滅する. ヒカゲノカズラ型がほとんどみられなくなり, 代わりにトウゲシバ型が出現し始める. 淡水性の藻類であるボツリオコッカス属は連続

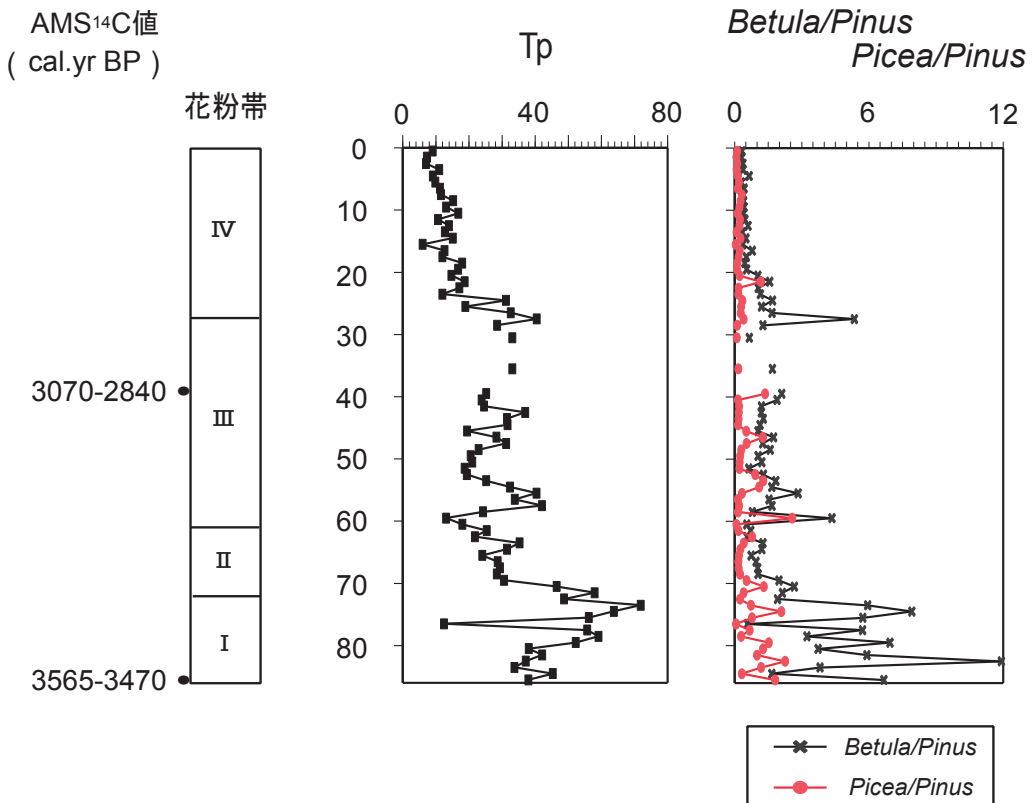


図 5. 花粉分帯および Tp 値, *Betula*/*Pinus* 値, *Picea*/*Pinus* 値の対比. AMS¹⁴C 年代値は近藤ほか (2015) による.

Figure 5. Correlation between the fluctuations of Tp values, pollen number ratios in *Betula* and *Pinus*, and in *Picea* and *Pinus* during 4 pollen zone periods.

的に数%産出しはじめる (図 4)。

花粉帯 III ; 深度 27 ~ 60cm

シダ類胞子の割合が非常に低く、藻類の割合が急増することが特徴的である (図 3)。カバノキ属、マツ属ともに増減を繰り返し、増減のパターンは逆相関している。また、トウヒ属の産出率は I, II 帯とあまり変わらないが、急増する時期が 4 回認められる。

水生植物の連続産出が見られるようになり、かつ全試料を通してその割合がもっとも高い。また、ギボウシ属が III 帯のみで稀に産出する。トウゲシバ型のみが III 帯上部でやや増加する。また、1 ~ 2%と低率ながら連続的にミズゴケ属が認められるようになる。ポツリオコッカス属は III 帯下部において急増し、最大 80%にも達する (図 4)。

花粉帯 IV ; 深度 0 ~ 27cm

木本花粉産出率の増加と藻類花粉産出率の減少で特徴づけられる (図 3)。カバノキ属が急減をはじめ、増減を繰り返しながら漸次減少している。反対にマツ属は増加する。コナラ属をはじめとする冷温帯広葉樹は減少傾向であり、キハダ属は花粉帯 IV 上部から産出しなくなる。

水生植物はほとんど認められなくなる。ワレモコウ属、モウセンゴケ属 (深度 7cm, 16cm)、スイレン科 (深度 25cm) がはじめて現れる。単溝型シダ、スギカズラ型が再び連続産出するようになり、ミズゴケ属の増加・連続産出がみられる。ポツリオコッカス属の急減が顕著である (図 4)。

VI. 考察

泥炭露頭試料はガリー内の露頭から採取されたため、露頭試料最上部 (深度 0cm) はギボシ沼湿原の表層の平坦面までは達していない。また、融雪期などに沼からの水の溢流などがあればその浸食を受けて表層部分が失われている可能性もある。このように深度 0cm が真の表層ではない可能性があるため、花粉帯の年代推定は行わなかった。

図 5 には Tp (気候の温暖・寒冷の指標)、*Betula/Pinus* 値 (マツ属とカバノキ属の変化傾向)、*Picea/*

Pinus 値 (マツ属とトウヒ属の変化傾向) を示した。館脇 (1941) の植生調査によると利尻島に生育しているマツ属はハイマツ、カバノキ属はダケカンバである。標高 500m に位置する調査地の試料において産出したマツ属とカバノキ属も同様にそのほとんどがハイマツ、ダケカンバと推定して以下考察する。Tp の算出式は次の通りで、これは値が大きいほど気候が暖かいことを示している。

$$Tp = (Tw / (Tc + Tw)) \times 100$$

$$Tc = \text{トウヒ属} + \text{マツ属}$$

$$Tw = \text{モミ属} + \text{コナラ属} + \text{ニレ属} + \text{クルミ属} + \text{アサダ} / \text{クマシデ属} + \text{ハシバミ属} + \text{カエデ属} + \text{シナノキ属} + \text{キハダ属} + \text{ウコギ科}$$

VI-1 花粉帯 I 堆積期の植生

調査地点付近においては、3500 年前直前にギボシ沼湿原の位置する割れ目火口において噴火活動が生じ、引き続き火口内に泥流が堆積した後に、約 3500 年前から腐植質土壌層の堆積が開始した (近藤ほか, 2015)。

試料最下部付近の冷温帯広葉樹は数% ~ 5%程度産出し、現在の利尻島には稀にしか産しないコナラ属やクルミ属 (館脇, 1941; 春木ほか, 2004) が見られ、Tp 値は 4 帯中最も高い値を示す (図 4, 図 5)。利尻島の沿岸部においては、4000 ~ 4500 年前に形成した南浜湿原・沼浦湿原や、約 3000 年前頃に成立した種富湿原の成立当初の湿原周辺ではコナラ属やニレ属が現在と比べて多い針広混交林が茂っていた (五十嵐, 2006, 2008)。したがって、3500 年前頃の利尻島沿岸部やより高標高域に位置する本調査地は、現在よりも温暖であったと推定される。また、亜高山帯において雪崩跡、山火事跡、崩壊地などの遷移初期に優先する陽樹であるダケカンバ (沼田・岩瀬, 2002) が、ギボシ沼周辺での噴火による植生破壊後に先駆的に侵入した可能性が指摘され、*Betula/Pinus* 値が高いという事実と矛盾がない。木本花粉の百分率が低い (図 3) ことも、本試料が泥流の上に発達・堆積したもので、試料採取地点周辺では泥流の堆積当時、森林植被が破壊された、あるいは未発達の立地であったことを示していると推定される。

草本・シダ孢子組成によると、泥流堆積物上に徐々に戻り始めたもののうち優勢種はイネ科、キク亜科、シダ植物であり、カヤツリグサ科、ヨモギ属、キンポウゲ科、ワスレナグサ属も混生する。ほかにも低率ではあるが、アカザ科、カラマツソウ属、オミナエシ科、キキョウ科、マメ科、フウロソウ属、セリ科、ナデシコ科などが連続的に産出し、4帯中最も草本花粉の種・属に多様性がみられる(図4)。佐藤(2007)は、利尻山の高山植物群落に関して崩壊荒原草本群落、風衝草原、雪田矮低木群落、雪崩地・崩壊地高茎草原、少雪地針葉低木群落、積雪地低木群落の6群落を報告し、特徴的な種組成を基にそれぞれいくつかの群集・群落に細分している。特に、フウロソウ属の一種であるチシマフウロは上記6群落のうち雪崩地・崩壊地高茎草原にのみ出現し、その中でもセリ科・カラマツソウ属・ヨモギ属などの種もともに出現するのはシュムシュノコギリソウ・イブキトラノオ群落であるという。この群落は、ギボシ沼から利尻山頂へ向け北西方向の標高1160~1260mの尾根上および両側斜面でのみ記載され、崩壊地周辺に成立する高茎草原であるとしている。雪崩地・崩壊地高茎草原は一般に、雪解け後に適度の水分が保たれる比較的土壌の発達した立地(工藤, 2009)や、積雪の多い立地、斜面下部の水分に恵まれた立地(石塚, 1977)に生育する。フウロソウ属とナデシコ科がI帯でのみ産出するという事実と、他に産出する種・属組成の類似性から、I帯では雪崩地・崩壊地高茎草原のシュムシュノコギリソウ・イブキトラノオ群落に類似した植生が成立していたと推定できる。ギボシ沼より高標高域に分布する群落がI帯で成立する要因として、噴火直後という特殊な環境が関係している可能性もあるが現段階では不明である。また、I帯でのみ高率で出現するシダ植物としてヒカゲノカズラ型が挙げられる。このシダ植物は、尾根筋や谷筋の無機質な土壌が露出しているような日当たりのよい礫地や裸地に好んで生える(守屋, 1976; 梅沢, 1997)。さらに、単溝型シダ植物も本試料中で最も高率に産することはオンダ科、ウラボシ科などが生育していたことを、ボツリオコッカス属がほとんど産出しないことは調査地域に水域が存在していなかったことを示している。

以上のように、I帯堆積期の花粉組成は、噴火や泥

流による植生破壊を免れた周辺地域の木本樹種組成と、泥流堆積物上への先駆樹種としてのダケカンバ、高茎草本類、シダ植物の繁茂を示していると推定される。

VI-2 花粉帯II堆積期の植生

緑藻類のボツリオコッカス属の出現は淡水のたまる環境が出来始めたことを意味し、湿地縁辺に生育するミズバショウ属、ガマ/ミクリ属の出現や、斜面下部などの湿った場所を好んで生えるトウゲシバ型の出現も水域の成立を支持している。

II帯ではTp値が小さくなり、図4からはハイマツの増加が読み取れる。ハイマツ群落の分布や生長は夏季の気温条件・冬季の積雪・冬季の風衝条件等に規制され、夏季の気温低下はハイマツ群落の縮小に結びつく(沖津, 1991; 沼田・岩瀬, 2002; 丸田, 2009; 沖津, 2009)。II帯で見られる変化はこれとは逆のように見受けられるが、現在より暖かかったI帯がII帯に入って寒冷方向に変化したため、調査地域付近で先駆樹種として侵入していたダケカンバがより低標高へ下がり、代わってハイマツが侵入することでハイマツの増加として認められたと考えることができる。

VI-3 花粉帯III堆積期の植生

一般に、ヨシ・マコモ・ガマ・大型のスゲ類などは低層湿原に、中層湿原ではヌマガヤが優先しホロムイスゲ・ヤチヤナギ・ゼンテイカなどが生育する(橘, 2002; 富士田, 2009)。III帯では水生植物やボツリオコッカス属に加えワスレグサ属やギボウシ属も出現するなど、低層~中層湿原的な要素が含まれる。試料採取地点付近ではミズバショウやガマなどが茂る水域が広がり、現在みられるギボシ沼縁辺部に類似した景観を呈し、場所によっては小凹地や小凸地が発達するような環境もあったと推察される。

その後、III帯上部(深度40cm)を境に水生植物の出現率は急減し、変わってカラマツソウ属やセリ科、キク亜科、アブラナ科などが僅かながら出現するようになる。同時にトウゲシバ型、単溝型シダも増加する。低層湿原的な環境からやや乾燥した環境への変化を示しているものと推定される。

VI-4 花粉帯 IV 堆積期の植生

本帯で特徴的なことは、ボツリオコッカス属の急減とミズゴケ属の増加である。水生植物がほとんど見られなくなるのとは反対に、キク亜科、単溝型シダ植物、スギカズラ型の再出現が認められる。斜面下部のような湿った場所を好むトウゲシバ型も花粉帯 III 上部から引き続いて産出している。また、ダイアグラム上には反映していないがモチノキ属、ツツジ目の産出も連続的になる。これらのことから、III 帯で存在した水域が移動・あるいは狭まり、低層湿原的な環境よりはむしろ中層・高層湿原的な環境へ変化し、ギボシ沼は現在の位置へと移動したものと推察される。

IV 帯では現在へ向かってハイマツは増加しダケカンバは減少する特徴が顕著に認められる (図 4)。Tp 値は現在へ向かって小さな値へと減少の一途となる (図 5)。III 帯と IV 帯の境界付近で気候的に何か大きな変化があったことが伺える。ギボシ沼湿原と同じように山地に発達する湿原が北海道にはいくつか存在する (例えば五十嵐・藤原, 1984; Morita, 1984; 五十嵐・高橋, 1985; 高橋・五十嵐, 1986; Fujita *et al.*, 2009 など)。これら湿原の成立年代は 1500 ~ 2500 年前頃であり、この要因として気候の冷涼湿潤化が挙げられている。IV 帯ははじめ頃のハイマツの急増とカバノキ属の急減、コナラ属の減少、ニレ属、クルミ属の若干の減少、ツツジ目・キク科の再出現、ミズゴケ属の増加という特徴は、ギボシ沼湿原においても上記湿原と同じような気候の冷涼湿潤化を示すと見られ、現在へ向かってダケカンバ帯からハイマツ帯への交替を示していると推定される。

VII. まとめ

ギボシ沼湿原における花粉分析結果から過去 3500 年間のギボシ沼とギボシ沼湿原の成立と変遷過程が明らかにされた。温暖種・寒冷種の本木類組成比から求めた気候の相対変化からは寒暖を繰り返しながらも徐々に寒冷化していることが示された。これらの本研究の成果は、以下のようにまとめられる。

花粉帯 I 堆積期：泥流堆積物上に高茎草原とシダ植物が繁茂し、ダケカンバが先駆的に入り込んだ。

花粉帯 II 堆積期：それまでの温暖期から寒冷期へ向かう移行期にあたり、淡水が溜まり始めた。

花粉帯 III 堆積期：調査地域付近に水域が広がり、沼の周囲にミズバショウやガマなどが生育した時期がしばらく続いた。その後、水域はやや後退し、ミズバショウに代わってセリ科やマメ科などの植物が出現し始めた。

花粉帯 IV 堆積期：水域が現在のギボシ沼の位置へとさらに後退し、気候の冷涼湿潤化ともあいまって湿原はミズゴケの生える高層湿原へと移行した。

謝辞

本研究を行うにあたり、次の方々にお世話になった。試料の処理や鑑定に際し、株式会社アースサイエンスのご厚意により実験室を使用させていただいた。北海道大学北方生物圏フィールド科学センター植物園には花粉化石鑑定の基となる現生植物花粉の採集に便宜を図っていただいた。厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 富士田裕子, 2000. 北海道利尻島種富地区の湿地植生について. 利尻研究, (19): 61-66.
- 富士田裕子, 2009. 山岳地域の湿原. 増沢武博編著, 高山植物学 高山環境と植物の総合科学: 371-383. 共立出版.
- Fujita, H., Y. Igarashi, S. Hotes, M. Takada, T. Inoue & M. Kaneko, 2009. An inventory of the mires of Hokkaido, Japan - their development, classification, decline, and conservation. *Plant Ecol.*, 200: 9-36.
- 春木雅寛・藤原充志・松田 彊・夏目俊二・矢島 崇・並川寛司・新山 馨, 2004. 利尻島および礼文島における代表的な森林植生について. 利尻研究, (23): 57-91.
- 五十嵐八枝子, 2000. 北海道西南部高地の京極湿原における約 13,000 年間の植生変遷史. 日本生態学会誌, 50: 99-110.
- 五十嵐八枝子, 2006. 利尻島の南浜湿原と沼浦湿原における完新世後期の植生変遷. 利尻研究, (25): 71-82.

- 五十嵐八枝子, 2008. 利尻島の種富湿原における後期完新世の植生変遷史. 利尻研究, (27): 1-7.
- 五十嵐八枝子・藤原滉一郎, 1984. 北海道北部天塩山地の高地湿原堆積物の花粉分析. 第四紀研究, 23(3): 213-218.
- 五十嵐八枝子・高橋伸幸, 1985. 北海道中央高地, 大雪山における高地湿原の起源とその植生変遷 (I). 第四紀研究, 24(2): 99-109.
- 石塚和雄, 1977. 岩礫地・崖地. 石塚和雄編, 植物生態学口座 1 群落の分布と環境: 231-237. 朝倉書店.
- 石塚吉浩, 1999. 北海道北部, 利尻火山の形成史. 火山, 44(1): 23-40.
- 環境庁, 1980. 現存植生図. 1/50000 「利尻島」.
- 気象庁, 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp> (2015年1月7日参照).
- 近藤玲介・佐藤雅彦・宮入陽介・松崎浩之, 2015. 利尻島, ギボシ沼割れ目火口における AMS¹⁴C 年代. 利尻研究, (34): 61-66.
- 工藤 岳, 2009. 雪田植物: 雪解け傾度が作り出す環境変化と生物現象. 増沢武博編著, 高山植物学 高山環境と植物の総合科学: 203-213. 共立出版.
- 丸田恵美子, 2009. 高山の環境とハイマツ群落. 増沢武博編著, 高山植物学 高山環境と植物の総合科学: 359-368. 共立出版.
- 三浦英樹, 2003. 利尻島一開析される最北の火山島. 小疇 尚・野上道男・小野有五・平川一臣編, 日本の地形 2 北海道: 229-232. 東京大学出版会. 東京.
- Moore, P. D., J. A. Webb & M. E. Collinson, 1991. Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications. 216pp.
- Morita, Y., 1984. Preliminary palynological studies of the moors in the uplands in Hokkaido. *Ecological Review*, 20: 237-240.
- 守屋喜久雄, 1976. アラスカの花と花粉. 講談社.
- 丹羽真一・渡辺 修・渡辺展之, 2001. 利尻島鴛泊ボン山の高等植物相. 利尻研究, (20): 75-84.
- 丹羽真一・渡辺 修・渡辺展之, 2001. 利尻島種富湿地の高等植物相. 利尻研究, (20): 69-74.
- 沼田 真・岩瀬 徹, 2002. 図説 日本の植生. 講談社学術文庫. 講談社. 313pp.
- 沖津 進, 1991. ハイマツ群落の現在の分布と生長からみた最終氷期における日本列島のハイマツ帯. 第四紀研究, 30(4): 281-290.
- 沖津 進, 2009. 第13章 ハイマツ群落 分布. 増沢武博編著, 高山植物学 高山環境と植物の総合科学: 335-348. 共立出版.
- 嵯峨山 積, 2002. 北海道利尻島および積丹半島の第三系系の地質年代と対比. 北海道立地質研究所報告, 73: 99-106.
- 佐藤 謙, 2007. 北海道高山植生誌. 北海道大学出版. 688pp.
- 佐藤雅彦・松本英宣・大石善隆・近藤玲介, 2015. 利尻島南部, ギボシ沼の自然誌. 利尻研究, (34): 49-59.
- 橘 ヒサ子, 2002. 北海道の湿原植生とその保全. 辻井達一・橘 ヒサ子編, 財団法人前田一步園財団創立 20 周年記念論文集 北海道の湿原: 285-301. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 高橋伸幸・五十嵐八枝子, 1986. 北海道中央高地, 大雪山における高地湿原の起源とその植生変遷 (II). 第四紀研究, 5(2): 113-128.
- 館脇 操, 1941. 北見利尻島の植物. 札幌農林学会報, 34(2): 70-102.
- 梅沢 俊, 1997. 北海道 山の花図鑑 利尻島・礼文島. 北海道新聞社.
- 吉田圭一郎, 2014. 利尻岳における森林植生の垂直分布. 植生史研究, 22: 45-46.
- 渡辺 修・丹羽真一・渡辺展之, 2001. 利尻島エゾゴゼンタチバナ個体群の生育環境と構造. 利尻研究, (20): 95-101.