

大型植物遺体に基づく利尻島南浜湿原の 約 5,500 年前以降の植生・環境変遷史

百原 新¹⁾・大森彩瑚¹⁾・那須浩郎²⁾・守田益宗³⁾

¹⁾ 〒 271-8510 千葉県松戸市松戸 648 千葉大学園芸学部

²⁾ 〒 240-0193 神奈川県三浦郡葉山町 (湘南国際村) 総合研究大学院大学先導科学研究科

³⁾ 〒 700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1 岡山理科大学基礎理学科

Vegetational and Environmental Histories since ca. 5,500 cal BP in Minamihama Mire on Rishiri Island, Northern Hokkaido, Japan, Based on Plant Macrofossil Records

Arata MOMOHARA¹⁾, Ayako OMORI¹⁾, Hiroo NASU²⁾ and Yoshimune MORITA³⁾

¹⁾ Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Chiba, 271-8510 Japan

²⁾ Department of Evolutionary Studies of Biosystems, SOKENDAI: The Graduate University of Advanced Studies,
Shonan Village, Hayama, Kanagawa, 240-0193 Japan

³⁾ Department of Applied Science, Okayama University of Science, Ridai-choy 1-1, Kita, Okayama, 700-0005 Japan

Abstract. We reconstructed a development history of Minamihama Mire, a wetland in a maar on Rishiri Island based on ¹⁴C dating and plant macrofossil analysis. Wetland vegetation with *Carex middendorffii* and emergent plants developed at least since ca. 4,700 yBP (5,500 cal BP) on scoriaceous deposits. *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis* subsequently occurred, indicating drier conditions in the wetland until ca. 3,700 yBP. *Sphagnum* bog began to develop from ca. 3,700 yBP in the studied site, although the presence of dominant *Sphagnum* spores in a pollen and spore profile in another site indicates *Sphagnum* wetland began to develop from ca. 4,400 yBP. *Picea glehnii* forest began to expand into the wetland since ca. 300 yBP from the margin where this conifer has existed since ca. 1,400 yBP.

1. はじめに

利尻島は北海道北部の日本海上に位置する火山島で、約 20 万年前以降の火山活動によって形成された標高 1,721m の利尻山とその側火山からなる。最終氷期に利尻山の成層火山体が形成された後、小規模な側噴火活動が数千年前まで続いたとされている (石塚, 1999)。側噴火によって形成された噴火口や溶岩流の窪みには湿原や池沼が分布し、北方系の湿地性植物の生育地になっている (館脇, 1941)。低地に分布する湿原のうち、利尻島南部の噴火口に形成さ

れた沼浦湿原や南浜湿原、西北部の溶岩流の窪みに形成された種富湿原は比較的面積が広く、厚い泥炭層が発達している (高田ほか, 2005)。このような低地域の火山活動によってできた地形上に発達した湿原は東北日本では珍しく、流入する河川がないので、河川の影響を受けた沖積低地の湿原とは異なる過程で湿原が発達したと考えられる。

これらの湿原の堆積物の年代や、花粉、植物遺体を調べることで、後期完新世の湿原の形成過程や、利尻島低地域の植生変遷が明らかになってきた。高

田ほか(2005)は、南浜湿原と種富湿原の泥炭層を構成する植物遺体の層位変化を調べることで、湿原の発達過程を明らかにした。五十嵐(2006)は南浜湿原と沼浦湿原、五十嵐(2008)は種富湿原でそれぞれ採取した泥炭層の花粉分析を行い、各湿原とその周辺の植生の変遷を明らかにした。高田ほか(2005)や五十嵐(2006, 2008)の研究は手堀ボーリング調査によるものであるが、佐藤ほか(2013)は南浜湿原で深度18mまでの機械ボーリングを行い、泥炭層より下位のスコリア質砂礫層までの堆積物の層相変化を明らかにした。これらの3湿原のうち、南浜湿原の泥炭層が最も古く、少なくとも約4,400 yBPには泥炭の堆積が始まっていたことが明らかになっている(五十嵐, 2006)。

本研究では、利尻島南部の南浜湿原で手堀ボーリングを行い、深度545cmまでの泥炭層の試料を得た。この泥炭試料は、これまで南浜湿原で得られた五十嵐(2006)による深度480cm、佐藤ほか(2013)による深度430cmよりも深い位置のものであり、これまでに得られた年代よりもさらに古い年代から泥炭層の発達が始まった可能性がある。本研究では、この泥炭層最下部の年代に加え、さらに上位の2層準のAMS¹⁴C年代の測定を行った。湿原を構成する植生変化を明らかにするには、原地性が高く種レベルの同定が可能な大型植物遺体の研究が有効であるが、高田ほか(2005)では泥炭を構成するミズゴケや根茎の同定が主で、種実遺体による植生復元は行われていない。本研究では泥炭層の水洗篩分により種実類を取りだし、南浜湿原の古植生と古環境の変化を明らかにする。

2. 調査地点の概要

南浜湿原は、利尻島南部の日本海に面した低地の爆裂火口内に発達した湿原で、東西に約250m、北西-南東方向に約500mの楕円形に広がった湿原である。湿原中央部の地表面の標高は、利尻富士町作成の土地区画図では5.4~6.2mである。周囲は比高差10~15mの火口壁に囲まれ、湿原の南部には平均水深80cmのメヌウシヨロ沼がある(高田ほか, 2005)。メヌウシヨロ沼の周辺にはミツガシワなどの

抽水植物が生育し、ヨシ群落が発達する。南浜湿原の植生は主にアカエゾマツ群落やクマイザサ群落、ヌマガヤ群落を上層に持つミズゴケ群落で構成され、ヨシ、ヤマドリゼンマイ、ホロムイイチゴがしばしば優占する。湿原内のアカエゾマツは樹高8~10mの木が数本ずつまとまった小群状の群落を構成し、樹高数mのトドマツと混成する。谷壁斜面はクマイザサ群落や、トドマツ、エゾマツを交える落葉広葉樹林に覆われている(佐藤ほか, 2013)。

今回の試料は、2005年9月に6cm径のシンウォールサンプラーによる手堀ボーリングにより、地点2(図1; 45°06'43.2" N, 141°16'12.2" E, 標高5.7m)で採取された。同時期に南浜湿原西部縁部の地点1(45°06'43.4" N, 141°16'08.5" E, 標高5.7m)でも試料採取を行い、その試料の柱状図と得られたAMS¹⁴C年代値は、佐藤ほか(2013)で報告した。地点2は、胸高直径15~25cm、樹高10~12m

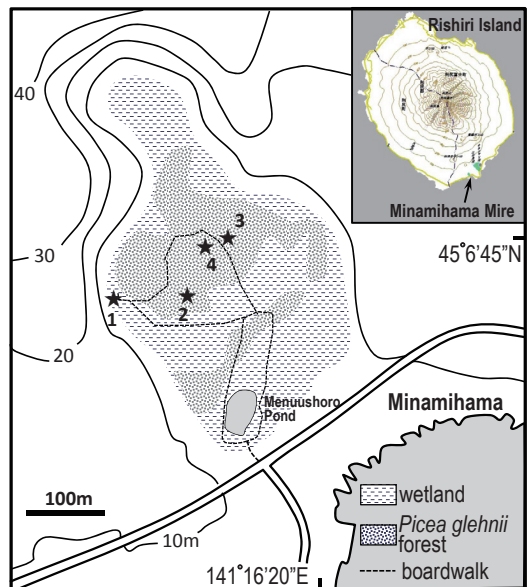


図1. 利尻島南浜湿原の試料採取地点。1: 佐藤ほか(2013)のハンドボーリング地点, 2: 本調査地点, 3: 佐藤ほか(2013)の機械ボーリング地点, 4: 高田ほか(2005)による試料採取地点。
Fig. 1. Sampling sites in Minamihama Mire on Rishiri Island, Hokkaido, Japan. 1: hand-boring site (Sato et al., 2013), 2: study site of this paper, 3: boring site by machine (Sato et al., 2013), 4: sampling site by Takada et al. (2005).

のアカエゾマツからなる湿地林に周囲を囲まれた、林冠のあいた場所である。地点 2 付近の草本層はヤマドリゼンマイが優占し、クマイザサを交える。地表はミズゴケ属に被われ、ホロムイイチゴ、エゾイソツヅジ、ハイヌツゲが分布する。

3. 堆積物の層相と分析方法

地点 2 から得られた地表下 545cm までのボーリング試料は、泥炭ないし泥炭質シルトからなり、層位によって分解度とシルトの含量は異なる。深度 545 ~ 450cm はシルト質泥炭層で、深度 497 ~ 484cm が未分解質になるが、それ以外の層準は黒色分解質の泥炭層である。深度 450 ~ 295cm はミズゴケなどの蘚苔類の遺体を多く含む黄褐色の未分解泥炭層、深度 295 ~ 245cm は黒色の分解質泥炭層、深度 245 ~ 240cm はシルト質の未分解泥炭層、深度 240cm ~ 地表までが未分解質泥炭層である。

層相が変化する層準を避けて 5 ~ 10cm おきに切り分けたボーリングコアから計 37 試料を選び(図 2)、それぞれ 50cm³ の試料を取り出し、0.35mm 目の篩の上で水洗した。篩上の残査を 2mm, 1mm, 0.5mm 目の篩によって分別した後、適量を取り分けてペトリ皿に移し、実体顕微鏡下で泥炭を構成する植物片を観察しながら植物の部位を拾い上げ、同定、計数を行った。種実類や葉の破片は完全な器官にした場合の個数で記録し、1個に満たない場合も 1 と記録した。蘚類は芽の数を計数し、芽が含まれていないが植物体が含まれていた場合は +, 30 個以上の芽が確認できた場合や植物体が泥炭の大部分を占めていた場合は ++ と記録した。拾い上げた植物遺体は 70% エタノールに液浸し、千葉大学園芸学部保管している。試料採取深度 531 ~ 540cm, 393 ~ 400cm, 218 ~ 224cm の 3 層準の植物遺体の AMS¹⁴C 年代測定を、(株) パレオラボに依頼した。

4. 結果

4.1. 年代測定結果

コア試料の基底部に近い深度 531 ~ 540cm 試料の種実類の ¹⁴C 年代は 4725 ± 20 yBP, 2 σ 暦年代範囲は 5,582 cal BP から 5,327 cal BP までの 3 つ

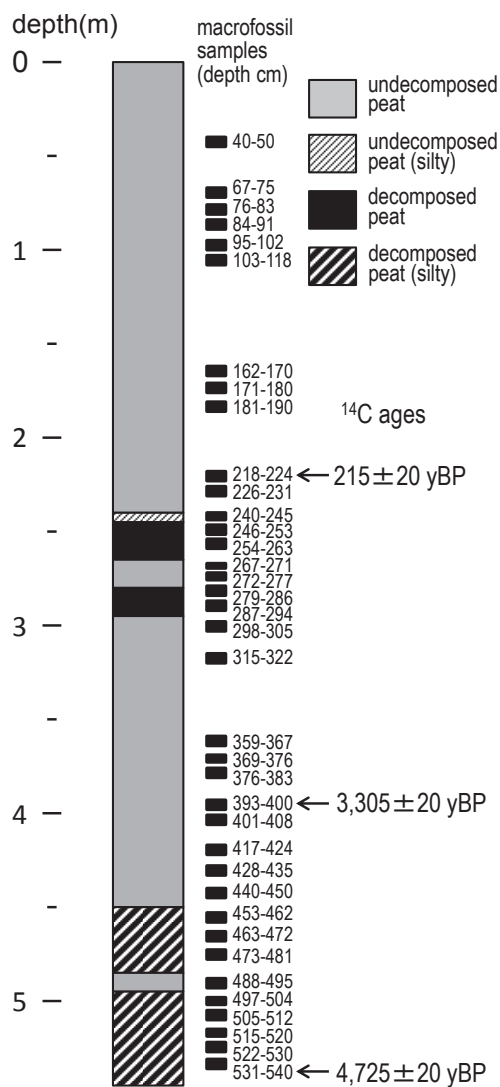


図 2. 南浜湿原地点 2 (図 1) のボーリング試料の柱状図。Columnar section of a boring core sample from site 2 (Fig. 1) in Minamihama Mire.

の年代範囲を示す(表 1)。未分解泥炭層下部の深度 393 ~ 400cm 試料の蘚類の ¹⁴C 年代は 3,305 ± 20 yBP, 2 σ 暦年代範囲は 3,581 ~ 3,469 cal BP で、深度 218 ~ 224cm 試料の *Cenococcum* 子嚢核の ¹⁴C 年代は 215 ± 20 yBP, 2 σ 暦年代範囲は 302 cal BP から西暦 1,954 年までの 5 つの年代範囲を示す。

4.2. 大型植物遺体群の組成の層位変化

表1. 南浜湿原地点2の堆積物のAMS14C年代測定結果

Table 1. AMS¹⁴C dating of sediments at site 2 in Minamihama Mire.

試料採取 深度 (cm)	年代測定試料	測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	¹⁴ C年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	¹⁴ C 暦年較正年代 (cal BP)	
					1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
531-540	ホロムイイチゴ核 ホロムイスゲ果実	PLD-29530	-26.33 \pm 0.16	4725 \pm 20	5577-3594 (27.7%)	5582-5511 (39.1%)
					5477-5463 (11.3%)	5487-5448 (20.6%)
					5374-5333 (29.2%)	5386-5327 (35.7%)
393-400	藓類	PLD-29816	-26.14 \pm 0.20	3305 \pm 20	3566-3551 (15.8%) 3535-3484 (52.4%)	3581-3469 (95.4%)
218-224	<i>Cenococcum</i> 子嚢核	PLD-29815	-31.20 \pm 0.27	215 \pm 20	294-282 (23.5%) 169-152 (38.6%) 1946-1951 cal AD (6.1%)	302-270 (35.3%) 186-176 (3.8%) 175-150 (43.3%) 1939-1952 cal AD (12.5%) 1952-1954 cal AD (0.6%)

表2. 南浜湿原地点2の堆積物に含まれる大型植物遺体の一覽

List of plant macrofossils obtained from sediments at site 2 in Minamihama Mire.

Numbers indicate number of remains obtained from 50 cm³ sediment samples.

分類群	Taxa	Plant part	MH2-1			MH2-2									
			531	522	515	505	497	488	473	463	453	440	428	417	401
木本 trees			540	530	520	512	504	495	481	472	462	450	435	424	408
エゾマツ	<i>Picea jezoensis</i>	leaf													
アカエゾマツ	<i>P. glehnii</i>	leaf													
リシリビャクシン	<i>Juniperus sibirica</i>	seed													
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i>	fruit							1						
ホロムイイチゴ	<i>Rubus chamaemorus</i>	stone	3												
タラノキ	<i>Aralia elata</i>	stone													
ヒメシャクナゲ	<i>Andromeda polifolia</i>	seed													
エゾイソツツジ	<i>Ledum palustre</i> var. <i>yezoense</i>	leaf													
ツルコケモモ	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	leaf													
ミヤママタタビ	<i>Actinidia kolomikta</i>	seed											26		
草本 herbs															
スミレ属	<i>Viola</i>	seed	+												
ミズオトギリ	<i>Triadenum japonicum</i>	seed	2	6											
シロネ属	<i>Lycopus</i>	fruit		1											
ミカズキグサ属	<i>Rhynchospora</i>	fruit	1		1										
ワタスゲ属	<i>Eriophorum</i>	fruit									1				
ホロムイスゲ	<i>Carex middendorffii</i>	fruit	2	8	8	2	2	2	2	9		3		4	
カヤツリグサ科	Cyperaceae	root, shoot							+		++	+	+		++
ヤマドリゼンマイ	<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i>	rhizome			1				+		+		+		
シダ植物	Pteridophyte	leaf	+						+			+			
ミズゴケ属	<i>Sphagnum</i>	shoot sporangium												3	2
														3	
ミズゴケ属以外の 藓類	Musci except for <i>Sphagnum</i>	shoot			+						+		+	+	++
子嚢菌	<i>Cenococcum geophilum</i>	Sclerotium													1
炭	charcoal				++						+		+		

られなくなる。ダケカンバに加え、アカエゾマツとエゾマツの針葉やタラノキ、ヒメシャクナゲが産出する。

5. 考察

5.1. 調査地点の泥炭の年代と堆積過程

これまでに南浜湿原で行われたボーリング調査は、地点3で行われた佐藤ほか(2013)が行った地表下18mまでの機械ボーリングに加え、地点4で高田ほか(2005)により深度420cmまでと、五十嵐(2006)により高田ほか(2005)の地点よりやや南西の地点で深度485cmまでの、ピートサンプラーによる試料採取が行われている。高田ほか(2005)や五十嵐(2006)の試料はすべて泥炭ないし泥炭質粘土層であるが、佐藤ほか(2013)の試料は深度4.1mまでが泥炭層、深度7.5mまでがスコリア層と泥炭層をはさむシルトないし砂の互層、深度18mまでがスコリア質砂礫層である。

今回、深度531～540cm試料から得られた $4,725 \pm 20$ yBPの値は、五十嵐(2006)の深度480cmの値 $4,410 \pm 40$ yBPや高田ほか(2003)の深度416cmの値 $3,303 \pm 40$ yBPよりもさらに古い値である。すなわち、地点2では、少なくとも約4,700 yBP、暦年では約5,500 cal BPから泥炭が形成され始めたことを示している。深度450cm以深の分解質泥炭層にシルトの含量が多いのは、増水時に周囲からのシルトが流れ込みやすかったか、泥炭の分解が進むことで泥炭中のシルトの濃度が増加したと考えられる。深度515cm以深のMH2-1帯にはミズオトギリ、シロネ属、ミカズキグサ属といった抽水植物が含まれており、増水時に水没してシルトが懸濁物として流れ込みやすい環境だったと考えられる。一方、深度512～440cmまでのMH2-2帯の泥炭層には比較的乾燥した湿地に生育するヤマドリゼンマイの根茎が含まれており、短期的な水没時にシルトが供給されても、比較的乾燥した状態が続いたことで泥炭の分解が進んだ可能性がある。

深度218～224cm試料から得られた 215 ± 20 yBPの値は、他地点の同深度の年代値と比較すると、かなり新しい時代の年代値を示している。例えば、地点1(佐藤ほか, 2013)の深度128～138cm試料

($1,440 \pm 30$ yBP)と深度240～247cm試料($2,930 \pm 30$ yBP)間の堆積速度から地点1の同深度の年代は約2,770 yBPと見積もられ、高田ほか(2003)も深度256.5cm試料から $2,480 \pm 40$ yBPの値を報告している。今回の試料の測定に用いた菌核は、マツ科、カバノキ科、ヤナギ科など主に木本植物の細根に感染して共生関係を結ぶ外生菌根菌が土壌中に形成する組織である。この菌根菌は一般に有機物に富むA0層を好んで生育し、湿地のようにA0層よりも下の土壌が水に浸された嫌気環境だと、細根や外生菌根菌の生育が著しく抑制されることから(小林ほか, 2016)、菌核の年代は形成された湿地の地表面のすぐ下の年代を示していると考えられる。年代測定に用いた菌核が、より上位の層から混入したのではないとすると、堆積当時の地点2の堆積面が、地点1や地点4よりも低かった可能性がある。

年代測定を行った層準よりも下位の深度280～285cmの泥炭層がシルト質で、その下位の深度285～295cmの泥炭層が分解質であることから、泥炭の分解が進んでこの地点付近が凹地になっていた可能性がある。深度280～285cmのシルト質泥炭層に含まれる大型植物遺体には沈水植物が含まれていないので、池沼ではなくミカズキグサ属とミズゴケ属が生育するような過湿な湿地だったと考えられる。泥炭の分解が進んだ期間があることを考慮すると、泥炭層の堆積速度が気候条件や地下水位の変動によって変化している可能性がある。

5.2. 試料採取地点の古植生変遷

MH2-1帯の植物遺体群を含む泥炭が堆積し始めた約4,700 yBPには、しばしば水没する過湿な環境で、ミズオトギリ、シロネ属、ミカズキグサ属といった抽水植物を交えるホロムイグセ群落が分布していたと考えられる。比較的乾燥した場所には、ホロムイチゴが生育していた。

MH2-2帯では抽水植物が産出しなくなり、乾燥した湿地に生育するヤマドリゼンマイが産出するが、これは湿原の乾燥化が進んだことを示している。この時代には、ホロムイグセとヤマドリゼンマイからなる草本群落が成立していた。深度488～495cm試料に

多く含まれるミヤママタタビの種子は、この植物が過湿な湿原内に生育していたとは考えられないので、鳥や哺乳類の糞由来の可能性が高い。五十嵐 (2006) の花粉分析結果からは、MH2-2 帯に対応する時代には火口壁斜面とその周辺にはコナラ属とカバノキ属が多い針広混交林が分布していたと考えられる。深度 505 ~ 512cm 試料に含まれるダケカンバやミヤママタタビは、そこから散布されたと考えられる。ダケカンバは地点 2 から産出する木本の中で最も産出頻度が高いが、すべて翼果での産出で、果実鱗片は伴っていない。このことから、地点 2 付近にはダケカンバが生育しておらず、火口壁など、湿原外の乾燥した場所から飛来した果実が泥炭中に取り込まれたと考えられる。

MH2-3 帯の泥炭の堆積開始期は約 3,700 yBP と推定される。NH2-3 帯に対応する泥炭は深度 295 ~ 440cm が未分解質、深度 440 ~ 246cm が主に分解質の泥炭層である。未分解質の部分と分解質の部分で組成はあまり変化せず、全体的にミズゴケ属とその他の蘚類の含量が高い。MH2-3 帯の泥炭層の堆積期間には、ホロムイスケが生育するミズゴケ湿原が維持され続けた。深度 298 ~ 305cm の時代には、リシリビャクシンやヒメシャクナゲ、ミカズキグサが周囲に分布していた。

MH2-4 帯の時代もひきつづきミズゴケ湿原が維持され続けたが、MH2-3 帯に分布していたミズゴケ属以外の蘚類が分布しなくなる。ホロムイスケは基底部の時代には多かったが、その後減少し、ミカズキグサ属が優占する群落に変化した。周囲にはヒメシャクナゲが分布していた。含まれていた木本のうち、現在、湿原内の過湿な場所には分布しないダケカンバ、タラノキ、エゾマツは火口壁斜面の針広混交林を構成していたと考えられる。一方、アカエゾマツの針葉は、湿原内の湿地林からもたらされた可能性が高い。五十嵐 (2006) は、約 300 年前からのトウヒ属花粉の急増を 16 世紀から 19 世紀に生じた小氷期に対比し、この時代にアカエゾマツ湿地林が成立したと考えた。地点 1 では、 $1,440 \pm 30$ yBP の年代が測定されている深度 128 ~ 140cm 試料からアカエゾマツが産出し始める (佐藤ほか, 2013) ので、 2σ 暦年代範囲

では 1,296 ~ 1,384 cal BP には、少なくとも火口壁付近にはアカエゾマツは分布していたことになる。地点 2 でのアカエゾマツの産出と五十嵐 (2006) のトウヒ属花粉の急増から、約 1,300 年前から約 300 年前までは湿地の縁辺に分布が限られていたアカエゾマツ湿地林が、約 300 年前に湿原の中央付近にまで広がったと考えられる。

5.3. 南浜湿原の形成初期の古環境

佐藤ほか (2003) は、地点 3 のボーリング試料の層相変化から、噴火によって南浜湿原の凹地が形成された後、凹地がスコリア質礫層で埋積され、その上に湖沼堆積物や泥炭が堆積したことを明らかにした。地点 2 では約 4,700 yBP、暦年では約 5,500 cal BP から泥炭の堆積が始まっており、五十嵐 (2006) の調査地点でも少なくとも $4,410 \pm 40$ yBP には泥炭質粘土層の堆積が始まっていた。NH2-1 帯に含まれる植物遺体の組成からは、当時の湿原は海水の影響を受けていないことが明らかである。地点 2 の泥炭層の基底は標高約 0.3 m であるが、約 5,500 cal BP には海水面がこの標高よりも低下しており、離水していたスコリア層の上で泥炭が発達し始めたと考えられる。

地点 2 でのミズゴケ湿原の発達開始は約 3,700 yBP であるが、五十嵐 (2006) では約 4,410 yBP の年代値が得られた層準の 20 cm 上位にミズゴケ属胞子が多産する層準があるので、約 5,000 cal BP には南浜湿原にミズゴケ群落広がっていたと考えられる。サロベツ湿原の地点 A では約 6,400 cal BP にはヨシ湿原が分布し、約 5,000 cal BP に中間湿原、約 4,000 cal BP 以降にミズゴケ群落からなる高層湿原へと変化するが、約 5,000 ~ 4,800 cal BP にもミズゴケ属胞子が一時的に増加する時期がある (紀藤・ホーテス, 2014)。Ishii *et al.* (2016) は 5,600 ~ 5,000, 4,600 ~ 4,300, 4,100 ~ 3,600 cal BP に集中する石狩川氾濫原での泥炭開始期を、東アジア夏モンスーンの活動が低下した時期に対比し、降水量の低下に伴う氾濫の減少と関連させた。しかしながら、南浜湿原やサロベツ湿原といった河川の氾濫の影響のない湿原でも、泥炭の堆積開始や高

層湿原の発達と同様の時期におきていることから、東アジア夏モンスーンの活動の低下に伴う夏の低温化や降水量の低下が、湿原の環境変化をもたらした可能性がある。

佐藤ほか(2003)のボーリングコア(図1の地点3)の深度4.7～6.0mの堆積物は、明青灰色～明灰褐色のシルト層から主に構成されており、湖沼環境で堆積したと考えられている。この堆積物から得られた年代は約3,800～3,300 yBPで、層位による逆転があり、その上位の深度約4.7～4.3mの泥炭層ないし有機質シルト層から得られた3,700 yBPないし3,805 yBPの年代とほぼ同じか、より新しい年代値を示している。佐藤ほか(2003)で報告された年代値のうち極端に新しい3,310±25 yBPの値を除外すると、佐藤ほか(2003)の深度6.0～4.7mまでのシルト層は、約3,800～3,600 yBPに比較的早い堆積速度で、湖底で堆積した可能性がある。一方、今回の試料採取地点(図1の地点2)に加え、高田ほか(2005)の採取地点(図1の地点4)と、そのやや南西に位置するとされる五十嵐(2006)の採取地点では、約4,700～3,300 yBPの深度約5mから深度4mにかけての堆積物は泥炭で構成されている。すなわち、佐藤ほか(2003)の採取地点(地点3)には池沼があり、火口壁から無機堆積物が流入、堆積していたのと同じ時期に、これらの地点では湿性植物が繁茂して泥炭が形成されていたと考えられる。

6. 謝辞

本研究は、総合地球環境学研究所プロジェクト「日本列島における人間-自然相互関係の歴史的・文化的検討」(代表、湯本貴和)による助成を受けて行われた。ボーリング調査時には、利尻富士町役場の方々や南浜自治会の皆様に多大な便宜を図っていただき、千葉大学園芸学部緑地生態学研究室の学生の皆様には調査を手伝っていただいた。以上の方々に感謝いたします。

引用文献

- 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.
- Ishii, Y., K. Hori, A. Momohara, T. Nakanishi and W. Hong, 2016. Middle to late Holocene decreased fluvial aggradation and widespread peat initiation in the Ishikari lowland (northern Japan). *Holocene*, 26: 1924-1938.
- 石塚吉浩, 1999. 北海道北部, 利尻火山の形成史. 火山, (44): 23-40.
- 紀藤典夫・Hotes, S. (ホーテス・シュテファン), 2014. 湿原植生の変遷と古環境. 富士田裕子(編著)「サロベツ湿原と稚咲内砂丘林帯湖沼群—その構造と変化」, pp.7-9. 北海道大学出版会.
- 小林弘和・百原 新・大森彩瑚・近藤玲介・佐藤雅彦, 2015. 利尻島ギボシ沼の後期完新世泥炭から産出した外生菌根菌(*Cenococcum geophilum*)の菌核と植生との関係. 利尻研究, (34): 85-90.
- 佐藤雅彦・近藤玲介・百原 新・西内李佳・紺野美樹・五十嵐八枝子・重野聖之・長井雅史・小杉和樹・遠藤邦彦・入野智久, 2013. 利尻島の湿原の生態系保全と自然史教育のための環境史・植生史に関する研究～ボーリング調査で探る南浜湿原の生い立ち～. プロ・ナトゥーラ・ファンド第21期助成成果報告書, 101-116, (財)日本自然保護協会・(財)自然保護助成基金.
- 高田雅之・小杉和樹・野川浩史・佐藤雅彦, 2005. 利尻島南浜湿原及び種富湿原の泥炭形成過程について. 利尻研究, (24): 49-64.
- 館脇 操, 1941. 北見利尻島の植物. 札幌農林学会報, 34(2): 70-102.