

放射性炭素年代値に基づく利尻島南浜湿原の完新世湿原発達史

百原 新¹⁾・大森彩瑚²⁾・近藤玲介³⁾・佐藤雅彦⁴⁾・守田益宗⁵⁾

¹⁾ 〒 271-8510 千葉県松戸市松戸 648 千葉大学大学院園芸学研究院

²⁾ 〒 271-8510 千葉県松戸市松戸 648 元千葉大学園芸学部

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

⁴⁾ 〒 097-0311 北海道利尻郡利尻町仙法志字本町 利尻町立博物館

⁵⁾ 〒 700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1 岡山理科大学基盤教育センター

Holocene History of Minamihama Mire in Rishiri Island, Northernmost Japan, Based on Radiocarbon Dating

Arata MOMOHARA¹⁾, Ayako OMORI²⁾, Reisque KONDO³⁾, Masahiko SATO⁴⁾ and Yoshimune MORITA⁵⁾

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

²⁾ ex Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Chiba, 271-8510 Japan

³⁾ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5-1-5, Kashiwanoha, Kashiwa-shi, Chiba, 277-8564 Japan

⁴⁾ Rishiri Town Museum, Senhoshi, Rishiri Is., Hokkaido, 097-0311 Japan

⁵⁾ Center for Fundamental Education, Okayama University of Science, Ridai-cho 1-1, Kita, Okayama, 700-0005 Japan

Abstract. Based on ¹⁴C ages obtained from peaty layer deposited in Minamihama Mire, south coast of Rishiri Island, history of the mire was discussed. Age–depth curves based on calibrated ages obtained from plant organs above ground and a charcoal were consistent each other. However, ages from *Cenococcum geophilum* sclerotium, woody fragments, and roots deviated from the age–depth curves. The oldest calibrated age, 5,580–5,330 cal BP indicates beginning of peat deposition in Minamihama Mire before ca. 5,400 cal BP.

1. はじめに

利尻島は北海道北部の日本海上に位置し、成層火山体の利尻山（標高 1721m）と周囲の側火山群からなる火山島である。成層火山体の形成が最終氷期に終了した後、側火山群の形成が数千年前まで継続した（石塚, 1999; 近藤, 2015）。側噴火活動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ている。低地域の海に面した爆裂火口のうち、利尻島南部の南浜湿原では、植物遺体（高田ほか, 2005）、花粉分析（五十嵐, 2006）、大型植物化石（百原ほか, 2017）に基づく、湿原発達史や植生変遷の研究が行われた。佐藤ほか（2013）

は南浜湿原で機械ボーリングを行い、堆積物の層相変化と年代測定値を記載した。それらに基づき、南浜湿原が約 4,000 年前におきた噴火の後で形成されたと結論づけた。一方、五十嵐（2006）や百原ほか（2017）は、約 5,000 年前か、それよりも古い泥炭層の年代値を報告しており、佐藤ほか（2013）の結論とは矛盾する。

本研究では、これまで南浜湿原で測定された放射性炭素同位体年代値について暦年較正を行い、比較する。さらに 2 試料の年代測定値を追加し、南浜湿原の発達開始年代と発達過程の再検討を行う。

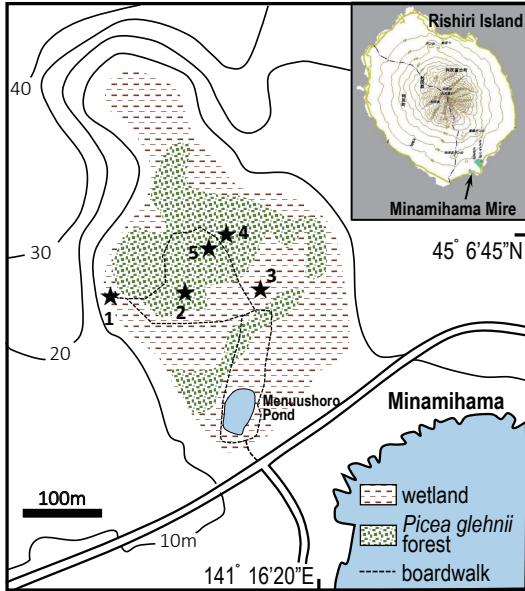


図1. 利尻島南浜湿原の試料採取地点. 1: Loc. 1 (佐藤ほか, 2013), 2: Loc. 2 (百原ほか, 2017), 3: Loc. 3, 4: Loc. 4 (佐藤ほか, 2013), 5: Loc. 5 (高田ほか, 2005).

Fig. 1. Sampling sites in Minamihama Mire in Rishiri Island. 1: Loc. 1 (Sato *et al.*, 2013), 2: Loc. 2 (Momohara *et al.*, 2017), 3: Loc. 3, 4: Loc. 4 (Sato *et al.*, 2013), 5: Loc. 5 (Takada *et al.*, 2005).

2. 試料と方法

新たに年代測定を行った試料は, 図1の Loc. 2 (百原ほか, 2017; $45^{\circ} 06' 43.2''$ N, $141^{\circ} 16' 12.2''$ E, 標高 5.7m) の深度 181–190cm から採取したダケカンバとミカヅキグサ属の果実, Loc. 3 ($45^{\circ} 06' 43.4''$ N, $141^{\circ} 16' 17.4''$ E, 標高 5.1m) の深度 472–479cm から採取した枝, 炭, ヤマドリゼンマイ根茎である. これらは, 泥炭試料の水洗篩分によって取り分け, パレオラボ (株) に年代測定を依頼した. Loc. 3の堆積物は, 地表から深度 480cm まで未分解の草本質ないしミズゴケを含む泥炭層で構成されていた (図2).

この2試料に加え, 高田ほか (2005, 図1の Loc. 5), 五十嵐 (2006), 佐藤ほか (2013) の Loc. 1 ($45^{\circ} 06' 43.4''$ N, $141^{\circ} 16' 08.5''$ E, 標高 5.7m) および PN-MH1 地点 (図4の Loc. 4), 百原ほか (2017) の Loc. 2 (図1) から報告された年代値について, IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020) の較正曲線を用いた解析プログラム OxCal 4.4 (Bronk Ramsey, 2009) による暦年較正を行った. 五十嵐 (2006) のボーリング試料採取地点は, 高田ほか (2005) のやや南西の湿原中央

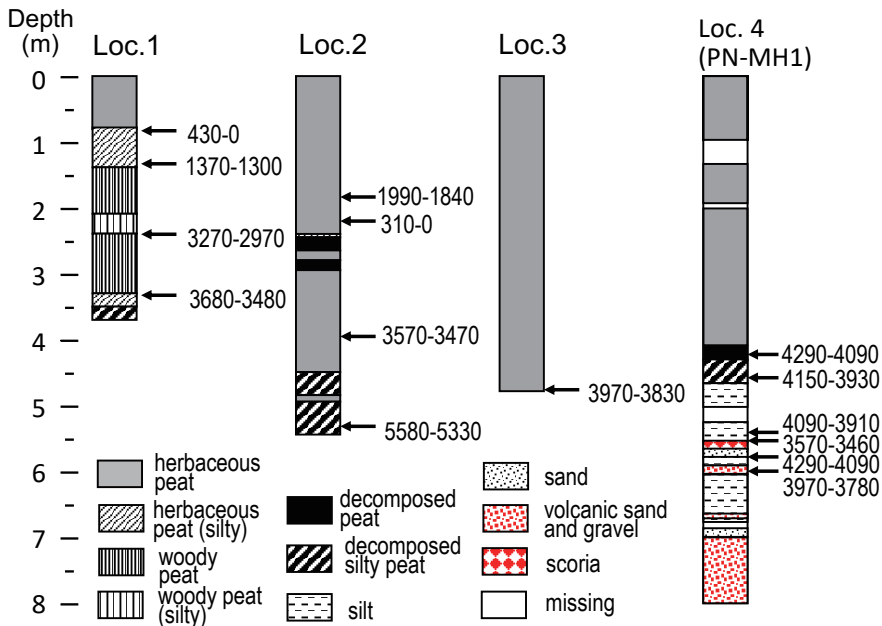


図2. 南浜湿原 (図1) のボーリング試料の柱状図. 数字は暦年較正值 (cal BP, 表1) を示す.

Fig. 2. Columnar section of boring core samples (Fig. 1) in Minamihama Mire. Numbers indicate calibrated ages (cal BP) in table 1.

部である(五十嵐, 2006). 佐藤ほか(2013)で記載されていない測定試料の種類を, 表1に記載した.

3. 結果

放射性炭素年代測定結果と, その2 σ 暦年較正値を表1に, 暦年較正年代値から作成した年代一試

料深度曲線を図3に示した. 図3では地表の年代をAD2000年とした. これまで測定された年代値の2 σ 較正年代値のうち, 最も古いものはLoc. 2の深度531–540cm(百原ほか, 2017)からの5,580 – 5,330 cal BPで, 次に古いものは五十嵐(2006)による湿原中央部の深度480cmの試料の年代値(5,270 –

表1. 南浜湿原の堆積物のAMS¹⁴C年代測定結果. 文献番号. 1: 佐藤ほか(2013), 2: 本論文, 3: 百原ほか(2017), 4: 高田ほか(2005), 5: 五十嵐(2006).

Table 1. AMS¹⁴C dating from sediments in Minamihama Mire. References of carbon dating: 1: Sato *et al.* (2013), 2: this paper, 3: Momohara *et al.* (2017), 4: Takada *et al.* (2005), 5: Igarashi (2006).

地点	試料番号	深度 (cm)	測定番号	文献	試料の種類	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	¹⁴ C年代 (yr BP \pm 1 σ)	暦年較正年代 2 σ cal BP
Loc. 1	Loc.1-7	85	IAAA-62748	1	トドマツ葉, 広葉樹枝	-27.07 \pm 0.59	250 \pm 30	430–370 (15.9%)
								330–270 (54.8%)
								210–200 (1.8%)
								190–150 (2.1%)
								10– (0.9%)
	Loc.1-12	132	IAAA-62711	1	トドマツ葉, 球果鱗片	-27.35 \pm 0.54	1440 \pm 30	1370–1300 (95.4%)
	Loc.1-21	243	IAAA-62614	1	ダケカンバ果実および枝, トドマツ葉	-27.70 \pm 0.59	2930 \pm 30	3170–2970 (95.4%)
	Loc.1-30	332	IAAA-62615	1	ダケカンバ果実, 枝	-27.94 \pm 0.54	3340 \pm 30	3680–3670 (3.8%) 3640–3480 (91.7%)
Loc. 2	181–190	PLD-4671	2	ダケカンバ果実, ミカヅキグサ属果実	-26.92 \pm 0.17	1990 \pm 20	1990–1870 (93.1%)	
							1850–1840 (2.3%)	
	218–224	PLD-29815	3	ケノコッカム菌核	-31.20 \pm 0.27	215 \pm 20	310–270 (27.2%) 220–120 (37.2%) 190–150 (46.8%) 20– (3.9%)	
	393–400	PLD-29816	3	蘚類	-26.14 \pm 0.20	3305 \pm 20	3570–3470 (95.4%)	
	531–540	PLD-29530	3	枝, ホロムイイチゴ核, ホロムイスゲ果実	-26.33 \pm 0.16	4725 \pm 20	5580–5510 (31.3%) 5480–5450 (24.5%) 5390–5330 (39.7%)	
Loc. 3	472–479	PLD-29531	2	ヤマドリゼンマイ根茎, 枝, 炭,	-25.89 \pm 0.18	3580 \pm 20	3970–3950 (8.5%) 3930–3830 (87.0%)	
PN-MH1 (Loc. 4)	MH1-C1	430	PLD-18296	1	材片, 根	-26.50 \pm 0.14	3805 \pm 25	4290–4140 (82.5%)
								4130–4090 (12.9%)
	MH1-C2	470	PLD-18297	1	炭化木片	-25.66 \pm 0.16	3700 \pm 25	4150–4120 (7.2%)
								4100–3970 (86.4%) 3940–3930 (1.9%)
	PN-MH5	520	PLD-19596	1	材片	-27.49 \pm 0.12	3675 \pm 25	4090–3910 (95.4%)
	PN113	530	PLD-19595	1	根状の植物遺体	-26.43 \pm 0.11	3310 \pm 25	3570–3460 (95.4%)
	MH1-C3	550	PLD-18298	1	茎状の植物遺体	-26.98 \pm 0.14	3800 \pm 25	4290–4270 (2.1%)
4250–4090(93.4%)								
PN111	610	PLD-19594	1	根茎または根	-27.83 \pm 0.13	3580 \pm 25	3970–3940(11.2%) 3930–3830(82.5%) 3790–3780(1.8%)	
南浜中央 (Loc. 5)	256.5	IAAA-41384	4	泥炭試料			2,430 \pm 40	2700–2630(19.7%)
								2620–2580(9.2%) 2570–2560(1.8%) 2540–2350(64.7%)
	416	IAAA-41385	4	泥炭試料			2,980 \pm 40	4830–4570(95.0%) 4541–4540(0.5%)
湿原中央部	480	Beta-207323	5	材片	-25.2	4410 \pm 40	5270–5180(15.1%) 5130–5110(2.8%) 5060–4860(77.5%)	

4,860 cal BP) だった。各地点の年代-深度曲線のうち、最も下位の試料の深度と地表の間の堆積速度が最も大きい地点は、Loc. 3の年間約1.2mmで、最も堆積速度が小さい地点はLoc. 1と高田ほか(2005)の地点で、堆積速度は年間約0.9mmだった。Loc. 2と五十嵐(2006)の地点の堆積速度はそれらの中間に位置していた。

佐藤ほか(2013)による6層準の測定値は、最も新しい年代を示すPN113の3,570-3,460 cal BPを除くと、4,290 cal BPと3,780 cal BPの間に互いに重なり合う年代値を示した(図3)。これらのうち、上位の2層準の試料(MH1-C1, MH1-C2)は、その他の地点の年代-深度曲線の間に位置していた。Loc. 2の深度181-190cmの年代値1,990-1,840 cal BP(図3, Loc. 2-A)は年代-深度曲線に直線状に乗るのに対して、百原ほか(2017)によるLoc. 2の深度218-224cmのケノコッカム菌核の年代値310-0 cal BP(図3, Loc. 2-B)は、極端に新しい年代を示した。

4. 考察

佐藤ほか(2013)は、Loc. 4の泥炭層の最下部の2層準の年代と、その下位のシルトないし砂礫層の4層準の年代が未較正年代で約3,800年以降

を示すこと、さらにその下位にはスコリア質砂礫層が連続することから、約4,000年前の爆裂火口の噴火の後で南浜湿原が形成されたと考えた。さらに、噴火の後、約3,800~3,500年前に湖沼が形成されてシルト層や砂礫層が堆積し、約3,500年前に湿原が形成されて泥炭層の堆積が開始したとした。佐藤ほか(2013)の年代値は、暦年較正年代では約4,300~3,500年前と、さらに古い年代になる。これらの年代値は互いに重なりあう年代を示していることから、湖成堆積物の堆積が急激に進んだことになる。しかしながら、年代測定試料のうち地上由来と考えられる植物試料は、泥炭層基底部の深度470cmで採取された炭化木片(MH1-C2)だけで、その他の材片や根、茎状の植物遺体といった試料は、より上位の地表面から下方に成長した草や木の根である可能性が高い。それらは、Loc. 4での泥炭層の堆積開始時期(約4,300~4,000年前)か、それ以降に生育した湿性植物の根だと考えられる。最下位の試料(深度610cm)は泥炭層の基底よりも140cm下位に位置するが、Loc. 4やLoc. 2の泥炭層の基底部は分解質であることから、地下水位がたびたび低下し、植物の根が地下深くまで伸長しやすい環境だったと考えられる。

Loc. 2の深度531-540cmの年代(5,580-5,330 cal BP)や五十嵐(2006)による年代(5,270-4,860 cal BP)は、より上位の年代値から得られる年代-深度曲線の延長上にある。Loc. 2の年代は、ホロムイイチゴやカヤツリグサ科といった湿性植物の地上部の器官による年代で、その層準の大型植物化石群の組成からは湿原植生が復元されている(百原ほか, 2017)。したがって、Loc. 2では約5,400年前には湿原が形成されていたと考えられる。五十嵐(2006)の地点(図1のLoc. 5のやや南西)でも約5,000年前に泥炭が形成されたことを考えると、南浜湿原の中央部で湿原が発達する一方で、Loc. 2の泥炭層基底部と同深度(約550cm)でシルト層が堆積しているLoc. 4では、湖沼が分布していたと考えられる。噴火の年代やその上位のシルト層の年代は、確実に地上部だと断定できる植物の器官の年代を測定しない限りわからない。しかしながら、

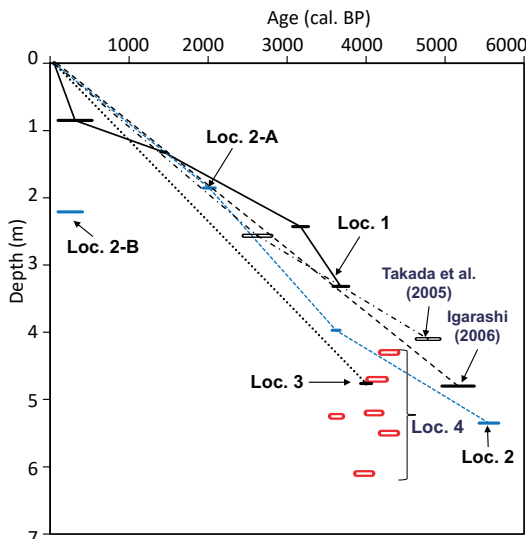


図3. 南浜湿原のAMS¹⁴C年代暦年較正值による年代-深度曲線。
Fig. 3. Age-depth curve based on calibrated AMS¹⁴C ages from Minamihama Mire.

南浜湿原の形成開始年代は約 5,400 年以前に遡ることは明らかであり、爆裂火口の形成年代はそれよりもさらに古いといえる。

外生菌根菌であるケノコッカムの菌核は、植物の地上部で同化され根を通して得られた炭素で構成されているので、菌核から得られる年代は当時の地表面の年代を示しているわけではない。ケノコッカムは過湿な土壌環境を好まない（小林ほか, 2015）とされている。しかし、百原ほか（2017）の Loc. 2 の深度約 220cm のケノコッカム菌核の年代が、年代-深度曲線から推定される年代よりも極端に新しく、地表付近の堆積物に近い年代値を示すことは、ケノコッカムがかなり深い位置にまで分布したことを示唆している。地下水位が低下して植物の根が地下深くまで発達することでケノコッカムが地下の深い位置にまで生育するようになり、同層準の植物の地上部の器官から得られた年代よりも、かなり新しい年代を示す可能性はある。したがって、ケノコッカム菌核は堆積物の堆積年代測定のための試料としては適切ではないと考えられる。

5. 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」、プロ・ナトゥーラ・ファンド第 21 期研究助成、日本学術振興会科研費課題番号 20K20713 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、岡山理科大学那須浩郎博士および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

- Bronk Ramsey, C., 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1) : 337-360.
- 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.
- 石塚吉浩, 1999. 北海道北部, 利尻火山の形成史. 火山, (44): 23-40.
- 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.
- 近藤玲介, 2015. OSL 年代測定法による北海道北部, 利尻火山における側火山群の形成年代. 駿台史学, (153): 17-36.
- 百原新・大森彩瑚・那須浩郎・守田益宗, 2017. 大型植物遺体に基づく利尻島南浜湿原の約 5,500 年前以降の古植生・古環境変遷史. 利尻研究, (36): 89-96.
- Reimer P., W. E. N. Austin, E. Bard, A. Bayliss, P. G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, M. Butzin, H. Cheng, R. L. Edwards, M. Friedrich, P. M. Grootes, T. P. Guilderson, I. Hajdas, T. J. Heaton, A. G. Hogg, K. A. Hughen, B. Kromer, S. W. Manning, R. Muscheler, J. G. Palmer, C. Pearson, J. van der Plicht, R. W. Reimer, D. A. Richards, E. M. Scott, J. R. Southon, C. S. M. Turney, L. Wacker, F. Adolphi, U. Büntgen, M. Capano, S. M. Fahrni, A. Fogtmann-Schulz, R. Friedrich, P. Köhler, S. Kudsk, F. Miyake, J. Olsen, F. Reinig, M. Sakamoto, A. Sookdeo & S. Talamo, 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62(4) : 725-757.
- 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.