



## 雌阿寒岳の地形・地質と噴火史

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 北海道教育大学 公開日: 2024-08-22 キーワード: 作成者: 和田, 恵治, 佐藤, 鋭一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/0002000237">https://doi.org/10.32150/0002000237</a>

## 雌阿寒岳の地形・地質と噴火史

和田 恵治・佐藤 鋭一

北海道教育大学旭川校地学研究室

### Topography, Geology and Eruption History of Me-akan volcano, Eastern Hokkaido

WADA Keiji and SATO Eiichi

Department of Earth Science, Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education

#### ABSTRACT

Me-akandake is an active stratovolcano which grew on the southwestern edge of Akan caldera and consists of six small volcanic bodies. Small phreatic explosions occurred in 1988, 1996, 1998, 2006, and 2008 in the Pon-machineshiri crater. The eruption history of the Me-akan volcano can be divided into four periods of activity (stages I to IV). In stage I, the 1042m peak, Minamidake, Higashidake, and Nakamachineshiri (constituting the central volcanic edifice) formed. Stage II (14000 - 6300 years ago) can be divided into three Naka-machineshiri pyroclastic eruption periods 1 to 3. The largest pyroclastic eruptions of continuously repeated pyroclastic flows and plinian scoria-pumice falls occurred 14000 years ago, forming the Naka-machineshiri crater (1.1km in diameter). In Stage III, approximately 6500 - 2400 years ago, Nishiyama monogenetic volcano, consisting of basaltic lavas and scoria fallout, formed. Subsequently, the Pon-machineshiri volcanic edifice was formed by many andesitic lavas, and finally the Kitayama lava was effused. Stage IV is divided into the Akanfuji formation period (2100 - 1100 years ago), consisting of basaltic lavas and 17 scoria fallouts, and the subsequent Pon-machineshiri crater formation period (900 years ago to the present).

#### 1. はじめに

釧路市の北方約50kmにある雌阿寒岳は、阿寒カルデラ（長谷川・中川，2007）の南西縁に成長した活火山である（横山ほか，1976）。阿寒カルデラ形成後にできた4つの後カルデラ火山（フレベツ岳・フップシ岳・雄阿寒岳・雌阿寒岳）の中で雌阿寒岳は最も新しい（勝井，1951；佐藤，1965）。

雌阿寒岳の形成史は勝井（1951），横山ほか（1976），和田（1989b，1991，1998），勝井（1994）によって概要が明らかにされた。最近，佐藤ほか（2020），南ほか（2021），Sato et al.（2022）はトレンチ調査お

よび<sup>14</sup>C年代データに基づいて中マチネシリ火砕噴火や阿寒富士，最近1000年間のポンマチネシリの活動について新たな噴火史を示した。しかしながら，雌阿寒岳の地質形成史及び個々の火山体の詳細な噴火史については十分に解明されたとは言えない。

本研究では，研究室で行なってきたこれまでの調査・研究をまとめて雌阿寒岳の地質と噴火史を概観し，その中で新たな知見として，中マチネシリ火山体の形成，雌阿寒岳で最も大規模な噴火が起こった中マチネシリ火砕噴火の詳細な噴火推移を中心に報告する。

## 2. 雌阿寒岳の地形と近年の噴火

雌阿寒岳は，山頂部を形成するポンマチネシリ（標高1499m）など6個の小さな火山体（阿寒富士，ポンマチネシリ，中マチネシリ，東岳，南岳，1042m峰）から構成される（図1，図2）。北東側にはやや開析された1042m峰の火山体があり，フレベツ岳と接している。南側には南岳（1238m）の火山体があり，山体南側は崖錐堆積物で覆われた緩やかな斜面を成す。雌阿寒岳山頂の南には黒々とした山肌を見せる円錐形の阿寒富士（1475m）がある（図2）。西山麓には阿寒富士の溶岩でせき止められてできたオンネトー湖が見られる。

中マチネシリ火山体の山頂部には直径1.1×0.9kmの中マチネシリ火口（図3）があり，この中央部にはさ



図1. 雌阿寒岳周辺の火山地形図.

埼玉大・谷謙二研究室の等高線メーカーを使用して作成した。観察地点（No.1～18）の位置を示す。点線は火山体の配列方向を示す。

らに径0.4kmと0.3kmの2つの火口が認められる。火口中央では常時噴気が上がっている。中マチネシリ火口の南西側は火口壁が壊れて開いている(図3)。剣ヶ峰(1328m)は中マチネシリ火口の外輪山を作る。中マチネシリ火山体は、中マチネシリ火砕堆積物やポンマチネシリ火山体噴出物、阿寒富士火山体噴出物に広く覆われているが、中マチネシリ火口形成前には溶岩の分布面積が約15km<sup>2</sup>に及び、雌阿寒岳では最も大きな火山体を構成していた。立体地形図で見ると、中マチネシリ火口南東端から南に下る尾根状の地形が明瞭である(図1)。東に急斜面を成すこの地形は山体崩壊によってできた馬蹄形火口跡の東壁が残存したものと推測される。阿寒富士の南麓には山体崩壊による流れ山に類似した小丘群が基盤の地層斜面上に乗り上げているのが認識できる(図1)。

中マチネシリ火口の南西方に成長したポンマチネシリは、北西の西山と北山(1415m)を含む火山体で、主に西側と南西側に多数の溶岩を噴出した。また中マチネシリ火口内にも溶岩が流下した。北西に流下した北山溶岩は溶岩堤防や溶岩じわ・末端崖の表面地形が明瞭である。雌阿寒岳山頂には噴気をあげるポンマチネシリ火口(長径730m)(図3)があり、南東側の旧火口(径450×260m)と北西側の赤沼火口(径470×460m)に分かれ、旧火口南壁と赤沼火口南西壁で常時噴気が上がっている。

雌阿寒岳では、記録に残る初めての噴火は1955~66年に旧火口南壁および中マチネシリ火口の中央で断続的に起こった小噴火であった(横山ほか, 1976)。最近では1988年(笠原, 1988), 1996年(岡田ほか, 1997; 廣瀬ほか, 2007a; 佐々木ほか, 2006), 1998年(廣瀬ほか, 2007a), 2006年(廣瀬ほか, 2007b), 2008年(石丸ほか, 2009)にポンマチネシリ火口で小規模な水蒸気爆発が起こった。雌阿寒岳は過去1000年間、水蒸気爆発やマグマ水蒸気爆発が何度も起こったもののマグマ噴出量は非常に乏しい時期にあたる(和田ほか, 1997)。

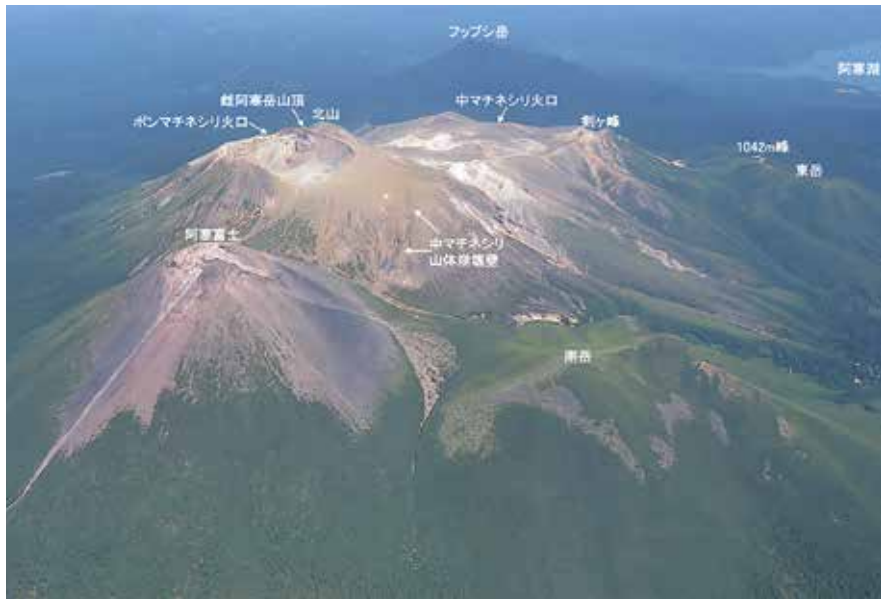


図2. 南方上空から見た雌阿寒岳全景.



図3. ポンマチネシリ火口と中マチネシリ火口.

### 3. 雌阿寒岳の地質と噴火史

雌阿寒岳の活動開始年代は不明であるが、雌阿寒岳に先行したフレベツ岳とフップシ岳の岩石のK-Ar年代(0.17Ma, 0.11Ma, 0.07Ma; NEDO, 1992)から考えると、10万年～5万年前の時期に1042m峰や南岳が活動を開始した可能性が高い。雌阿寒岳の噴火史は4つの活動時期(ステージIからIV; 和田1991, 2010)に区分される(表1, 図4)。噴出した溶岩や火砕堆積物は玄武岩から流紋岩に及ぶ多様な化学組成を示す( $\text{SiO}_2 = 50.0\text{--}70.4\text{wt.}\%$ ; 和田ほか, 1998)。

ステージIでは1042m峰と南岳, その後東岳と中マチネシリの4つの火山体が形成された(横山ほか, 1976)。ステージIIは14000年～12000年前の中マチネシリ火砕噴火期1 (NaK-1), 約10000年前の中マチネシリ火砕噴火期2 (NaK-2), 約7400年～6300年前の中マチネシリ火砕噴火期3 (NaK-3)に分けられる(表1)。本稿では14000年前以降の年代表記は $^{14}\text{C}$ 年代データによる暦年代とする。ステージIIの終わりとステージIIIの始まりの年代境界ははっきりと決められない。ステージIIIではポンマチネシリ火山体が形成され, 西山溶岩・火砕物, ポンマチネシリ溶岩・火砕物, 北山溶岩が活動した(約6500～2400年前)。ステージIVは, 阿寒富士火山体が形成され(約2100～1100年前), その後ポンマチネシリ山頂火口での新期噴火期(約900年前～現在)に移行する(表1)。

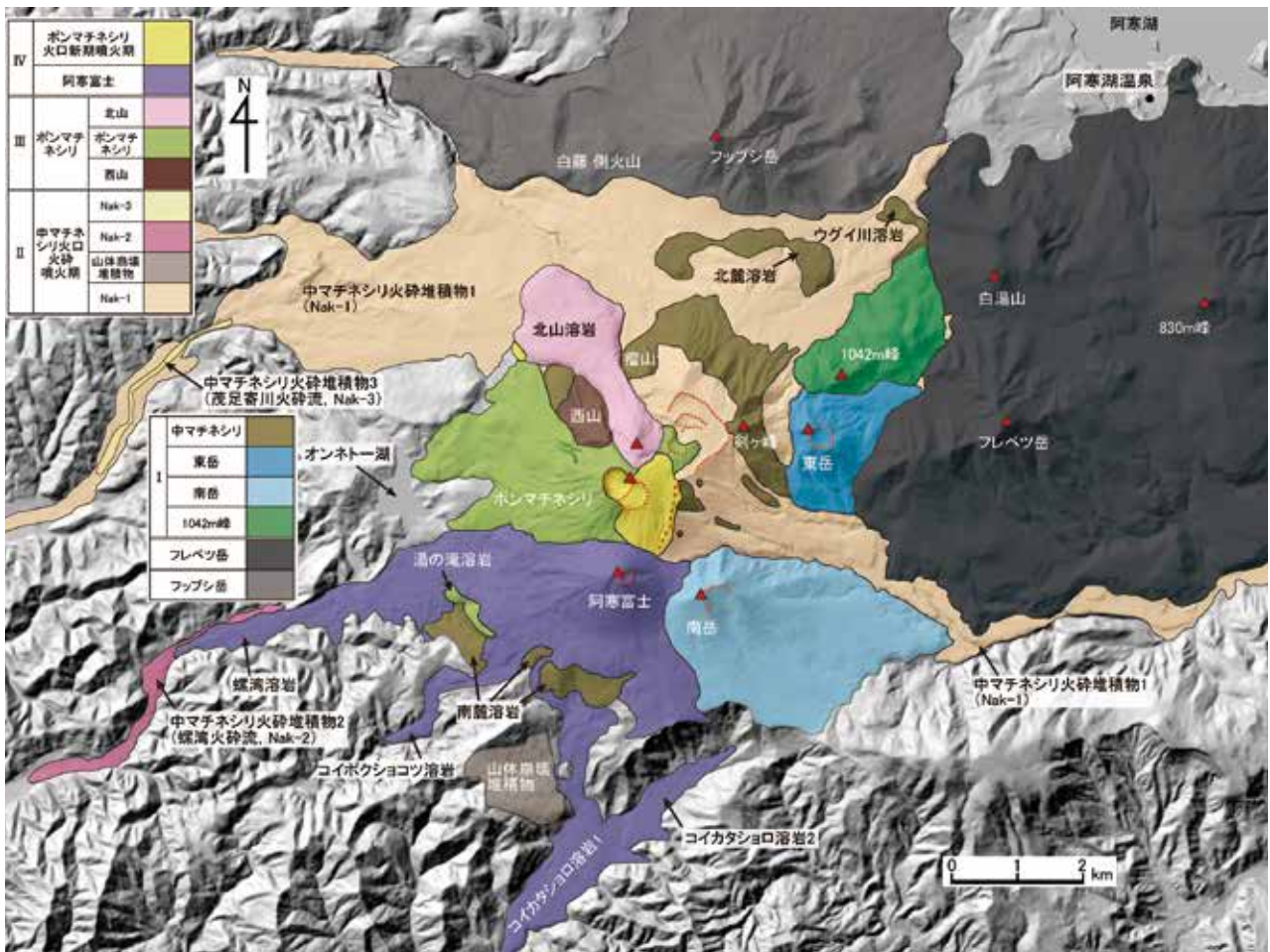


図4. 雌阿寒岳の火山地質図。

国土地理院の陰影起伏図をベースにして地質図を作成した。凡例の詳細は層序表(表1)に示す。

3-1. ステージ I (中マチネシリ火山体を主とした4つの火山体の形成)

1042m峰と南岳の2つの火山体は浸食が進んでおり、雌阿寒岳で初期に形成された(横山ほか, 1976)。これらの火山体はフレバツ岳火山群と比べて浸食の程度に大きな差はない(図1)。1042m峰は複数の安山岩溶岩から構成される。南西側斜面は地熱地帯になっている。南岳火山体は主に玄武岩質安山岩の溶岩からなるが、山頂部東のドーム状部分は安山岩質溶岩である。南岳の山頂部には小規模な山体崩壊によってできた径300~400mの南南東に開いた火口壁がある(図1, 図4)。南麓の急崖は基盤の古第三紀層であるが(佐藤, 1965), 緩斜面には山麓扇状地が広がり、中マチネシリ火砕堆積物や阿寒富士降下スコリア層にも広く覆われている。東岳は1042m峰の南に成長した比高350mの小型火山体で、山頂部には北東に開いた最大径400mの火口がある(図1, 図4)。表面地形の明瞭な安山岩質溶岩が北東と南南東に流出したことが認められる。フレバツ岳火山群の西方に形成された1042m峰、南岳、東岳の3つの火山体は、北東-南西の直線上に配列している(図1, 図2, 図4)。

中マチネシリ火山体の山頂部は、ステージIIの火砕噴火でできた中マチネシリ火口があり、その時の火砕堆積物に広く覆われている(図3, 図4, 図5a)。剣ヶ峰や瘤山などの安山岩溶岩が外輪山を構成する(図5a)。北麓も火砕堆積物に広く覆

表1. 雌阿寒岳の噴火史層序表

地質年代	火山(ステージ)	火山体・火口形成期	噴出物名称	その他	
第四紀 完新世	IV	ボンマチネシリ火口 新期噴火期 (900年前~現在)	最新期爆発噴出物・降下火山灰 (Pon-TN; AD1640~現在)	1955-1966, 1988-89, 1996, 1998, 2006, 2008噴火(水蒸気爆発) (Pon-4, 等層厚線; 南ほか, 2021)	
			赤沼火口爆発噴出物・火山灰・泥流堆積物 (AD1500) (Pon-TU)	(Pon-3, 等層厚線; 南ほか, 2021)	
			旧火口爆発噴出物・火山灰・火砕流堆積物・泥流堆積物(Pon-TU) (AD1250-1300), 火山灰(Pon-TL; 900~700年前)	(Pon-2, 等層厚線; 南ほか, 2021)	
		ボンマチネシリ降下スコリア堆積物 (Pon-S) (900年前, AD1050)	(Pon-1, 等層厚線; 南ほか, 2021) /玄武岩質安山岩		
	III	阿寒富士 (2100~1100年前)	降下スコリア(Ak-f1~17, 等層厚線, 佐藤・和田, 2017)(Ak-f-2.3; 1480年前)	カンラン石玄武岩, 直方輝石玄武岩	
			本体溶岩・螺湾溶岩・コイカタシヨロ溶岩1, 2 コイボクシヨコソ溶岩(1700年前)	カンラン石玄武岩 直方輝石玄武岩	
	第四紀 後期更新世	II	ボンマチネシリ (6500~2400年前)	北山溶岩	安山岩
				ボンマチネシリ溶岩・湯の滝溶岩・火砕堆積物(Pon-A, Pon-M) 西山溶岩・火砕堆積物	安山岩 カンラン石玄武岩
		I	中マチネシリ火口 火砕噴火期 (14000~6300年前)	中マチネシリ火砕噴火期3(Nak-3) (中マチネシリ火口南西) (7400~6300年前)	茂足寄川火砕流, 火砕サージ堆積物 火砕サージ・降下火山灰 (佐藤ほか, 2020)
				中マチネシリ火砕噴火期2(Nak-2) (中マチネシリ火口南崩壊壁内) (10000~9000年前)	螺湾火砕流堆積物
中マチネシリ外輪山崩壊/ 南崩壊壁形成(10000年前?)				岩なだれ堆積物	
中マチネシリ火砕噴火期1(Nak-1) (中マチネシリ火口) (14000~12000年前)				上部火砕流堆積物・火砕物 (14000~12000年前) 中部火砕流堆積物, 降下 軽石スコリア堆積物・火砕物 (14000年前) 下部火砕流堆積物・火砕物 (14000年前)	
I		中マチネシリ (50000年?~15000年前?) 東岳 (50000年?~20000年前?) 南岳 (50000年?~?) 1042m峰 (50000年?~?)	北麓溶岩・ウグイ川溶岩・南麓溶岩・外輪山溶岩(剣ヶ峰・瘤山・東部・西北部)	安山岩	
			溶岩・火砕物	安山岩	
			溶岩・火砕物, 山体崩壊物	玄武岩質安山岩, 安山岩	
フレバツ岳		フレバツ岳	フレバツ岳, 白湯山, 830m峰	溶岩	
フツシ岳	フツシ岳	フツシ岳, 白藤(側火山)	溶岩・降下スコリア, 火山麓扇状地		



図5. ステージ I の地質露頭写真.

(a) 中マチネシリ火砕堆積物1(Nak-1)に覆われた中マチネシリ火山体(ステージI)の溶岩, (b) 流理構造の発達した中マチネシリ溶岩(デイサイト)(地点1), (c) 中マチネシリ山体崩壊壁東斜面に露出する中マチネシリ溶岩(安山岩)(地点2), (d) ステージIIIの西山溶岩に覆われる中マチネシリ溶岩(地点3)

われているが、溶岩先端部の末端崖地形が残っている北麓溶岩(新称)とウグイ川溶岩(新称)が分布する(図1・図4)。東斜面には、中マチネシリ火砕堆積物、阿寒富士降下スコリア・ポンマチネシリ火砕物に覆われた流理構造の発達したデイサイト溶岩(図5b)や安山岩溶岩(図5c, 図9a)が露出する。西麓には西山溶岩に被覆された安山岩溶岩が見られる(図5d)。南麓では阿寒富士の溶岩や降下スコリア堆積物に大半が覆われているが、溶岩先端の末端崖が一部地形的に認められる(南麓溶岩, 新称, 図1・図4)。

ステージIの時期に形成された中マチネシリ火山体は、中マチネシリ火砕堆積物や阿寒富士の噴出物に被覆されているが、溶岩の分布を推定して溶岩の噴出体積を見積もると約0.46km<sup>3</sup>となり、雌阿寒岳では比較的大きな成層火山体を作っていたと考えられる。

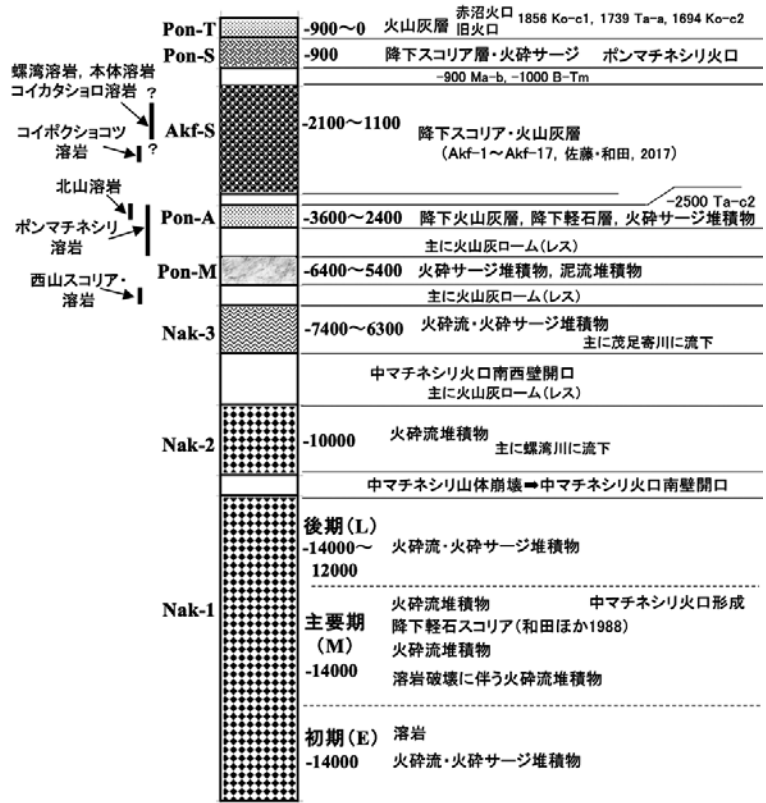


図6. 14000年前以降の火砕物の総合模式柱状図と溶岩の層準位置図

### 3-2. ステージII (中マチネシリ火口の火砕噴火の層序と噴火推移)

主に火砕物の被覆関係と<sup>14</sup>C年代データに基づいて、約14000年前以降の噴火史層序(模式柱状図)を編んだ(図6)。表2に中マチネシリ火砕噴火期の<sup>14</sup>C年代データを示す。中マチネシリ火山体山頂部で約14000年前に爆発的な噴火が開始されて以降、雌阿寒岳では火砕噴火が優勢の時期が約8000年間断続的に続い

表2. 中マチネシリ火砕噴火期1~3の<sup>14</sup>Cデータ

番号	試料No.	<sup>14</sup> C年代	暦年 <sup>14</sup> C年代 平均値	試料	試料採取地点	測定 業者	文献	層準
1	MA38-11	5480± 50 y.BP	6284 cal.y.BP	腐植土	茂足寄川左岸	Beta	2	5
2	MA38-6	5540± 60 y.BP	6342 cal.y.BP	炭化木片	茂足寄川左岸	Beta	2	5
3	BU-250	5860±100 y.BP	6672 cal.y.BP	腐植土	阿寒湖畔ボウリングBU-2	Beta	2	5
4	MA-930916L	5860±110 y.BP	6672 cal.y.BP	炭化木片	茂足寄川上流国道沿い	Gak	2	6
5	M107-17	6060± 60 y.BP	6924 cal.y.BP	炭化木片	茂足寄川左岸	Beta	2	6
6	MA38-2	6490± 60 y.BP	7399 cal.y.BP	炭化木片	茂足寄川左岸	Beta	2	6
7	MA38-1-2	6510± 50 y.BP	7414 cal.y.BP	腐植土	茂足寄川左岸	Beta	2	6
8	M113001-3	6550± 90 y.BP	7450 cal.y.BP	腐植土	茂足寄川上流国道沿い	Gak	2	5
9	MA930916U	6600±120 y.BP	7495 cal.y.BP	炭化木片	茂足寄川上流国道沿い	Gak	2	6
10	Me-94604	8470±180 y.BP	9484 cal.y.BP	炭化木	雌阿寒温泉西方	Gak	2	4
11	R950901-3-1	9280±120 y.BP	10471 cal.y.BP	炭化木	螺湾川林道	Gak	2	3
12	R950901-4	9560±140 y.BP	10892 cal.y.BP	炭化木	螺湾川林道	Gak	2	3
13	0992901-C	9940± 50 y.BP	11328 cal.y.BP	炭化木片	雌阿寒川作業道	IAA	1	2
14	0991901-E	11250± 50 y.BP	13156 cal.y.BP	炭化木片	ピリカネツ白水仙支線林道	IAA	1	1
15	M107-4	11400± 60 y.BP	13235 cal.y.BP	腐植土	茂足寄川左露頭	Beta	2	1
16	92908B	11850±160 y.BP	13673 cal.y.BP	炭化木	ピリカネツ白水仙林道	Gak	2	1
17	91812-L	12080±220 y.BP	13938 cal.y.BP	炭化木	ピリカネツ白水仙林道	Gak	2	1
18	S960528U	12210± 70 y.BP	14105 cal.y.BP	腐植土	白水川林道	Beta	2	1
19	BR-15900	12210± 70 y.BP	14105 cal.y.BP	腐植土	螺湾川ボウリングBR-1	Beta	2	1
20	TM-4-3	12220± 90 y.BP	14119 cal.y.BP	炭化木片	茂足寄川トンチ	Beta	2	1
21	201171801X	12250± 50 y.BP	14227 cal.y.BP	炭化木	ピリカネツ白水仙支線林道	IAA	1	1
22	S960528L	12300± 50 y.BP	14235 cal.y.BP	腐植土	白水川林道	Beta	2	1
23	HA-930911	12300±210 y.BP	14235 cal.y.BP	炭化木	ホルンアンショロ川林道	Gak	2	1
24	SM-96906-C	12310± 70 y.BP	14258 cal.y.BP	炭化木	白水川右岸	Beta	2	1
25	201171602X	12420± 50 y.BP	14550 cal.y.BP	炭化木	白水川	IAA	1	1
26	試料2	13520±240 y.BP	16281 cal.y.BP	炭化木片	ウグイ川林道	Gak	3	1

暦年<sup>14</sup>C年代はIntel13による2σ範囲の平均値を示す。文献2~3による測定データは較正年代早見表に基づいた。測定業者: IAA: 加速器分析研究所, Beta: Beta Analytic, Gak: 学習院大学理学部年代測定室。文献: 1: 本研究, 2: 砂防・地すべり研究センター(1997), 3: 横山ほか(1976)。層準: 1: 中マチネシリ1(Nak-1)火砕流堆積物, 2: 中マチネシリ1(Nak-1)火砕サーージ?, 3: 中マチネシリ2(Nak-2)火砕流堆積物, 4: 中マチネシリ2(Nak-2)火砕物, 5: 中マチネシリ3(Nak-3)火砕サーージ堆積物, 6: 中マチネシリ3(Nak-3)火砕流堆積物

た。ステージⅡの火砕噴火の噴出中心は約14000年前に規模の大きな一連の火砕噴火でできた中マチネシリ火口である（和田，1989b）。

### 3-2-1. 中マチネシリ火砕噴火期1（Nak-1，14000年前～12000年前）

中マチネシリ火砕噴火期1（Nak-1）は火砕噴火が何回も繰り返し起こった時期で、東～南東麓のピリカネップ白水川に流下した一連の火砕堆積物の層序を基に、Nak-1は3つの噴火期（初期（E）、主要期（M）、後期（L））に分けることができる。図7に総合模式柱状図、図8，9に被覆関係がわかる露頭写真を示す。

初期（Nak-1-E）は、ピリカネップ白水川支線林道の露頭において4枚の火砕流堆積物、火砕サージ、降下火山灰が成層しており、軽石に富む火砕流噴火が先行したことを示す（図7，図8a）。上位の成層した火砕サージ・降下火山灰層（E5，E6）では短い時間間隙を示す堆積構造が層間に認められる。その上位には軽石に富む火砕流堆積物（E7）が載って、これらの上位に連続して主要期（Nak-1-M）の火砕堆積物が覆う（図8a，b）。

Nak-1-Mでは、ピリカネップ白水川林道（地点5，6，7；図1）において、連続した火砕堆積物を観察できる良好な露頭が見られる。最下部は、スコリア（40～20%）と軽石（5～40%）を含む石質岩片に富んだ8枚の火砕流堆積物（M1～M8）が連続して重なる（図7，図8b）。それぞれの火砕流堆積物では岩片が濃集する層と基質に富む層がセットになっている。石質岩片は玄武岩質安山岩～安山岩の本質岩片（火山弾及びアグルチネート破片を含む）、安山岩質の類質岩片，変質岩片からなり，下位層（70～50%）から上位層（50～30%）に向かって割合が減少する。スコリア破片は均等に含まれるが，軽石破片（5%，下位層）は上位層では最大40～20%含まれるようになる。M9はスコリア（45%），軽石（30%），石質岩片（25%）が含まれる火砕流堆積物である（図8c）。その上位に降下軽石スコリア（M10，スコリア=60%，軽石=40%；和田ほか，1988）が時間間隙なく堆積した（図7，図8c）。M10の下半部はM9火砕流の熱とガスで高温酸化している。プリニー式噴火によるM10は東南東の分布軸をもち，噴出体積は約1km<sup>3</sup>と推定されている（和田ほか，1988）。噴出源近傍であった中マチネシリ火口南の地点8（図1）では最も層厚が大きい（20m以上）（図

9 a, b）。このM10を、やや溶結した火砕流堆積物（M11，スコリア = 60%，軽石 = 20%，石質岩片 = 20%）が直接覆い（図8c，d），その上にまた降下軽石スコリア層（M12）が重なる（図7，図8c，e）。M12の上位には9枚の火砕サージ・火山灰層（M13）が重なる（図8c）。M13の層間には酸化や波打つ堆積境界を示す短い時間間隙が認められ，主要期の連続した噴火ユニットからこ

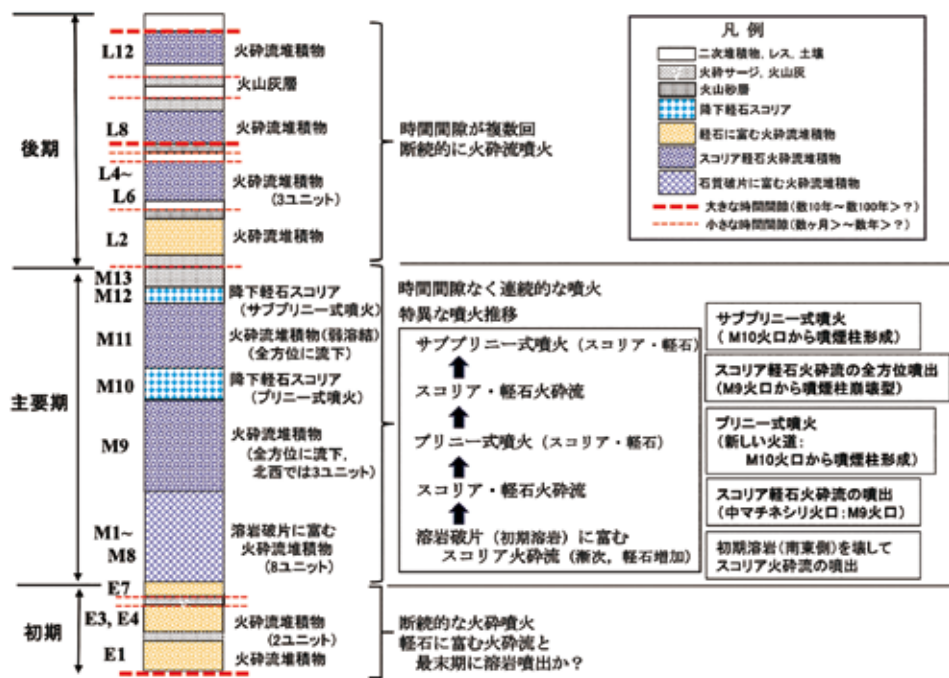
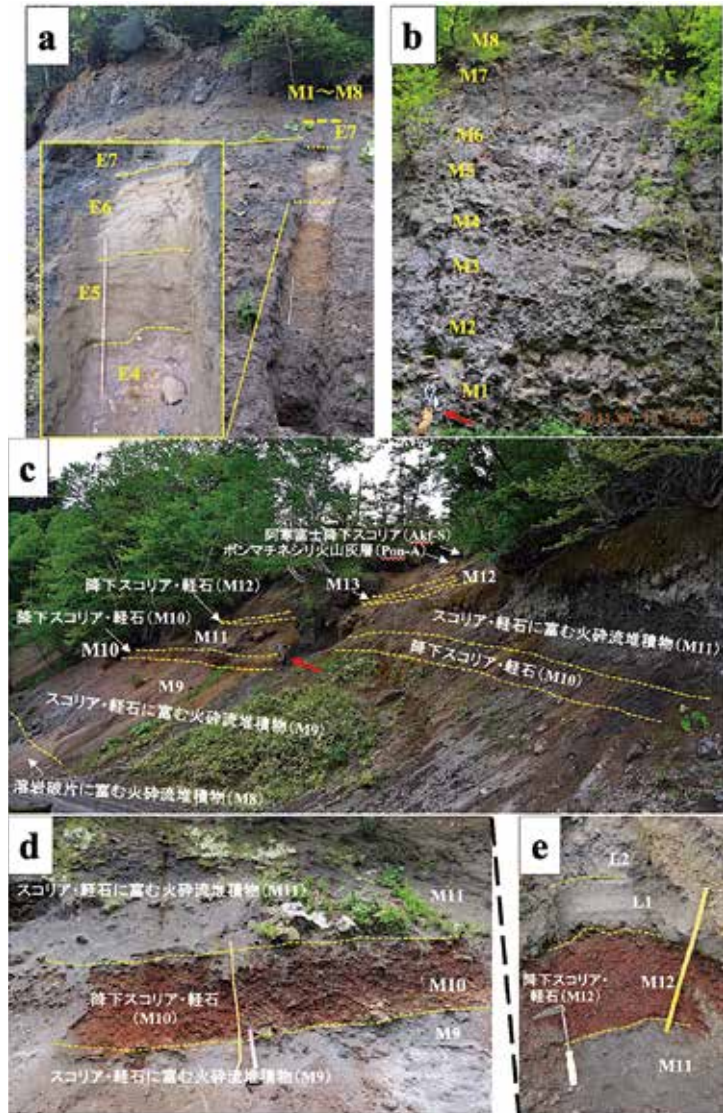


図7. 中マチネシリ火砕噴火期1（Nak-1）の総合模式柱状図と噴火推移過程

図8. 中マチネシリ火砕噴火期1 (Nak-1)の火砕物の露頭写真。

(a) 初期火砕物 (Nak-1-E) から主要期火砕物 (Nak-1-M) に重なる層序 (地点4), (b) 石質岩片に富む火砕流堆積物の重なり (M1~M8) (地点6), (c) 主要期における連続的な火砕物層序 (とくに火砕流堆積物と降下軽石スコリア層) (地点5), (d, e) 2回繰り返す火砕流堆積物と降下軽石スコリア層の層序と (e) 後期火砕物 (Nak-1-L) (地点7)。bとcの赤矢印は人物。



ここで後期の火砕噴火期に移行する (図7, 図8e)。

後期 (Nak-1-L) では堆積の時間間隙を示す風化や浸食面のある火山灰層・二次堆積物を挟みながら, 火砕流堆積物が6層 (L2, L4, L5, L6, L8, L12) 認められる (図7)。このうち, L2火砕流堆積物 (スコリア=45%, 軽石=55%) は軽石に富み, L12火砕流堆積物 (スコリア=95%, 軽石=5%) はスコリアに非常に富む。

雌阿寒川作業道の地点9 (図1) で観察された一連の火砕物で最上位の火砕サージ層は, Nak-1かNak-2かの対比が難しいが,  $^{14}\text{C}$ 年代は約11000年前を示す (表2, No.13)。このため, Nak-1の後期は1000年~2000年の年代幅を示すと考えて約12000年前まで断続的に火砕噴火が起こっていたと推測した (図7)。

### 3-2-2. 中マチネシリ火砕噴火期1の噴火推移の特徴

初期噴火ステージ (Nak-1-E) では, 軽石に富む火砕流噴火が先行し, 溶岩 (潜在溶岩の可能性もある) が噴出したと考えられる。そして休止期 (数年~数十年?) を経て, 主要期 (Nak-1-M) の短時日 (数ヶ月~数年?) に起こった連続的な火砕噴火 (M1~M13) に移行した (図7)。M1からM8を堆積させた噴火



図9. 中マチネシリ火砕噴火期1 (Nak-1)の火口近傍における火砕物の露頭写真。

(a) 2回繰り返す火砕流堆積物と降下軽石スコリア層の層序と最上位 (Nak-1-L) の火砕流堆積物 (地点8), (b) 火砕流堆積物と降下軽石スコリア層 (地点8)

は、玄武岩質安山岩マグマ（スコリア）が繰り返し上昇し（連続噴火の後半では、軽石となったデイサイトマグマの関与が増えていく）、初期噴火ステージに噴出した溶岩を破壊すると同時に、それらの破片を伴って本質スコリアやアグルチネート破片を含む火砕流として流下した。この溶岩破碎を伴う火砕流噴火は、東麓の雌阿寒川、ピリカネップ白水川沿いのみ流下したので、噴出源は中マチネシリ火口の東寄りだったと推定される（図10）。

続いて軽石・スコリア破片が共存する火砕流（M9）、プリニー式噴火の降下軽石・スコリア（M10）、そして再び火砕流（M11）、降下軽石・スコリア（M12）の噴火が続いた（図7）。M9とM11の火砕流は中マチネシリ火口から四方の谷沿いに流下して山麓に堆積した。M9以降の噴火ではデイサイトマグマと玄武岩質安山岩マグマの混合が必ず起こって噴火に至る（Wada, 1995）。溶岩破片に富む火砕流M8の噴火後、時間を隔てずにデイサイトマグマ溜りの供給系に活動場所が移動したと考えられる。すなわち中マチネシリ火口の中央部がM9以降の火砕流噴火の噴出源であったと考えられる（図10）。

M9からM12の噴火は、火砕流噴火からプリニー式噴火へと噴火推移のサイクルが認められる。これは、見かけ上発泡度が高まっていく噴火経緯であり、爆発的火砕噴火で多くの事例があるプリニー式噴火から火砕流噴火、そして溶岩噴火に至る噴火推移過程とは異なる。同じ一つの噴煙柱を使ったプリニー式噴火と火砕流噴火の同時性の噴火機構モデルではこの整然と重なる堆積物層序（図7）が説明できない。ここでは、プリニー式噴火と火砕流噴火では火道の位置が異なり、異なる噴煙柱をそれぞれ断続的に形成したモデルを提示する。すなわちM9とM11の噴火では中マチネシリ火口の中央部が火道になったこと（図7、図10）、プリニー式噴火では中マチネシリ火口の南東域が火道になったこと（図7、図10）が考えられる。

後期（Nak-1-L）では短い時間間隙を何度も挟んで爆発的な噴火は続き、軽石に富む火砕流やスコリアに富む火砕流が噴出した。後期後半になるほど休止期が長くなっていく。

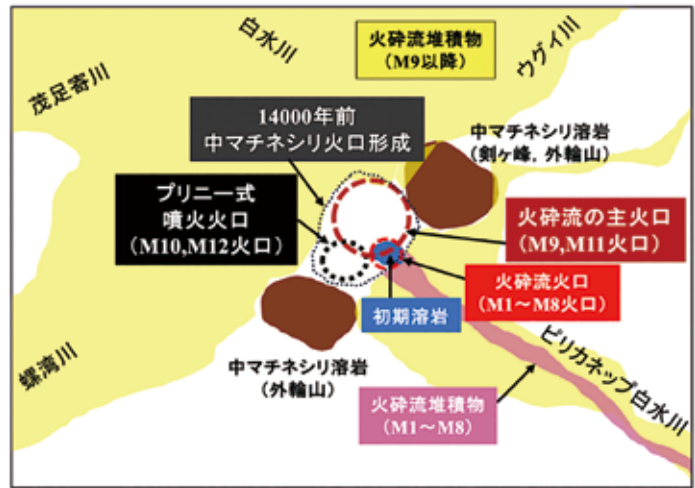


図10. 主要期（Nak-1-M11）火砕噴火推移における推定火口の位置と噴出物分布

### 3-2-3. 中マチネシリ火砕噴火期2（Nak-2, 10000年前）

約10000年前にも中マチネシリ火口からスコリア（14%）・軽石（34%）・縞状軽石（13%）を多量に含む火砕流が流出し、南西の螺湾川沿いに堆積した（螺湾火砕流堆積物；Nak-2, 和田ほか, 2018b）。露頭観察（地点10, 図1）では2つのフローユニットが認められ、下部ユニットは石質岩片が多く含まれ、上部ユニットの表層部は軽石濃集層がみられ、脱ガスパイプが発達する。この火砕流堆積物は含まれる本質破

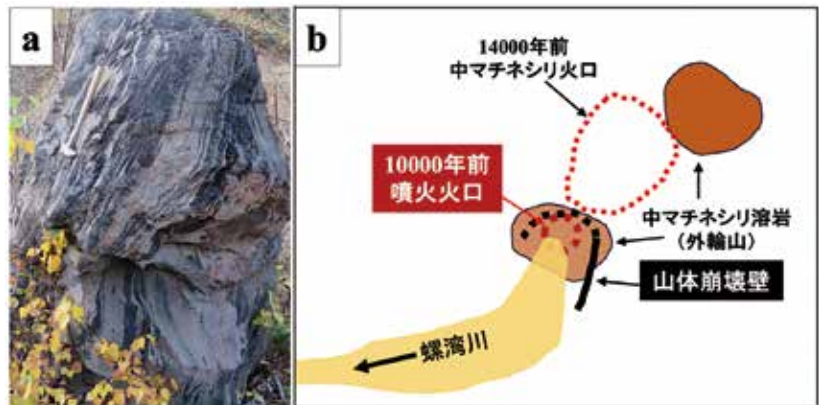


図11. 螺湾火砕流堆積物（Nak-2）の露頭写真と推定火口の位置

(a) 火砕流堆積物中の巨大な本質縞状火山岩塊、(b) 山体崩壊壁内部に想定されるNak-2の火口位置

片のサイズが非常に大きい特徴があり、それらの多くが不均質である（図11a）。

この時期に南西側の一方向（螺湾川）だけに火砕流が指向的に堆積したのは、中マチネシリ火口の南にあった外輪山が山体崩壊を起こしたことにより中マチネシリ火口が南に開いたことが大きな要因だったと推測される（図1，図6，図11b）。またNak-2のスコリアの化学組成はNak-1のそれと異なること（和田ほか，2018b），流紋岩質の軽石も存在することから，Nak-2の噴火では，静穏期（約2000年）の間にNak-1とは異なるマグマ供給系に変化したため，火道が南に移動した可能性が大きい（和田ほか，2019）。

### 3-2-4. 中マチネシリ火砕噴火期3（Nak-3，7400～6300年前）

約2500年間の静穏期を経て中マチネシリ火口が再び活発化して小規模な噴火活動<sup>もしょろ</sup>が<sup>もしょろ</sup>おこり，主に茂足寄川に火砕流や泥流が流出した（和田ほか，1997）。<sup>14</sup>C年代データから約7400年前から6300年前の時期と推定される（表2，図6）。茂足寄川で観察される泥流堆積物（地点11，図1）には，空隙が多く変質の著しい堆積物が見つかることから，この泥流は小規模な岩屑なだれを伴った可能性がある（砂防・地すべり技術センター報告書，1997）。中マチネシリ火口の南西部で噴火活動が起こって火口南西壁が崩壊したことで，火砕流や火砕サージ，泥流が南西側に流出して茂足寄川沿いに流下したと考えられる（図4，図6）。

### 3-3. ステージⅢ（ポンマチネシリ火山体の形成）

ステージⅢでは，約6500年前以降，中マチネシリ火口の南西方に西山・ポンマチネシリ・北山が活動し，溶岩を主体とするポンマチネシリ火山体が形成された。

#### 3-3-1. 西山

西山は中マチネシリ火口の南西外壁に成長した小型の玄武岩質単成火山である（図1，図3）（和田，1991）。西山の噴出物は，中マチネシリ火山体の溶岩（ステージⅠ）及び中マチネシリ火口火砕堆積物（ステージⅡ）を覆っている（図5d，図12a）。西山の下部層は降下スコリア層（火砕流堆積物を含む：5層）が厚く累重し，スコリア丘を形成していた可能性が大きい（図12b）。上部には玄武岩溶岩が4枚介在し，強く溶結した火砕岩も存在する（図12b）。これらは風化層を挟んでいないので連続した一輪廻の噴出物である。

表3. ポンマチネシリ火山体形成期の<sup>14</sup>C年代データ

番号	試料No.	<sup>14</sup> C年代	暦年 <sup>14</sup> C年代 平均値	試料	試料採取地点	測定 業者	文献	層準
1	UG-931022L	2260±120 y.BP	2276 cal.y.BP	木片	雌阿寒岳北麓林道	Gak	2	3
2	2016901-5D	2390± 30 y.BP	2418 cal.y.BP	炭化木片	雌阿寒岳東麓	IAA	1	3
3	TU-1-8	2710±370 y.BP	2815 cal.y.BP	炭質物	阿寒湖畔トレンチTU-1	Gak	2	3
4	U950901-8-3	2750±190 y.BP	2855 cal.y.BP	炭質物	雌阿寒岳北麓林道	Gak	2	3
5	200991401B2	2760± 30 y.BP	2865 cal.y.BP	炭化木片	ピリカネツ白木川林道	IAA	1	3
6	2016901-4	2790± 30 y.BP	2900 cal.y.BP	腐植土	雌阿寒岳東麓	IAA	1	3
7	92718A2	3020±100 y.BP	3209 cal.y.BP	腐植土	フレベツ岳北麓林道	Gak	2	3
8	0992902-S	3360± 30 y.BP	3623 cal.y.BP	炭質物	雌阿寒川沿い	IAA	1	3
9	TU-2-2	3380± 60 y.BP	3625 cal.y.BP	腐植土	ウグイ川トレンチTU-2	Beta	2	4
10	MSP15-1	4660± 80 y.BP	5395 cal.y.BP	木片	野中温泉YH裏	Beta	2	1
11	T950907-M	4750± 90 y.BP	5475 cal.y.BP	木片	ウグイ川国道上流	Gak	2	1
12	BU-224	4760± 80 y.BP	5485 cal.y.BP	腐植土	阿寒湖畔ボーリングBU-2	Beta	2	1
13	TM-1-3-2	4950± 60 y.BP	5685 cal.y.BP	木片	雌阿寒温泉トレンチTM-1	Beta	2	1
14	BU-216	5000± 60 y.BP	5740 cal.y.BP	腐植土	阿寒湖畔ボーリングBU-2	Beta	2	2
15	TM-1-3-2	5290±110 y.BP	6072 cal.y.BP	木片	雌阿寒温泉トレンチTM-1	Gak	2	1
16	U-101402-4	5650±120 y.BP	6428 cal.y.BP	腐植土	ウグイ川国道下流	Gak	2	2
17	TM-1-16	5930±240 y.BP	6756 cal.y.BP	腐植土	雌阿寒温泉トレンチTM-1	Gak	2	2

暦年<sup>14</sup>C年代はIntell13による2σ範囲の平均値を示す。文献2による測定データは較正年代早見表に基づいた。測定業者；IAA：加速器分析研究所，Beta：Beta Analytic，Gak：学習院大学理学部年代測定室。文献：1：本研究，2：砂防・地すべり研究センター（1997）。層準：1：Pon-M，ポンマチネシリ泥流堆積物，2：Pon-M，ポンマチネシリ火砕堆積物，3：Pon-A，ポンマチネシリ火山灰，4：Pon-A，ポンマチネシリ泥流堆積物。

西山の東から南側山体は北山溶岩（図12a）、ポンマチネシリの溶岩・火砕物（図12b, c）に覆われているため、西山はポンマチネシリ火山体の初期を構成する山体である。西山は中マチネシリ火砕噴火期3（Nak-3）の堆積物に覆われていないため、約6500年前以降に活動したと推測できる（表1、図6）。

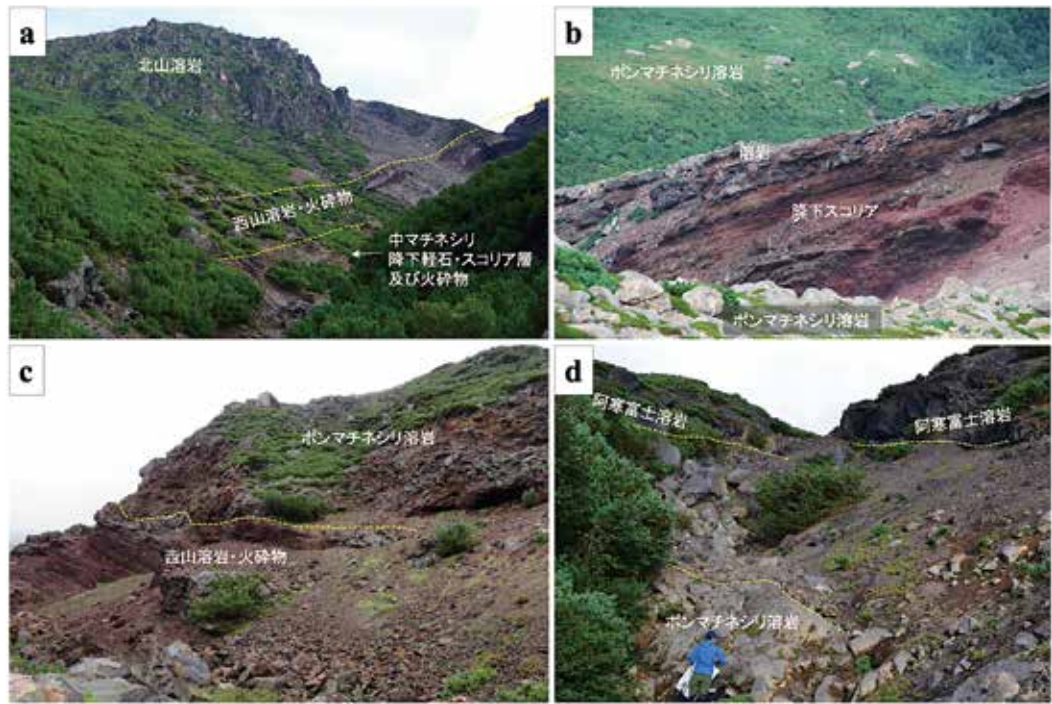


図12. ステージⅢの露頭写真.

(a) 北山溶岩に覆われる西山溶岩・火砕物，さらにステージⅡの中マチネシリ火砕物を覆う（地点12），(b) 西山の内部断面，降下スコリア層と溶岩（地点13），(c) 西山溶岩・火砕物を覆うポンマチネシリ溶岩とその下位の爆発角礫岩（地点14），(d) ポンマチネシリ溶岩を覆う阿寒富士溶岩（地点15）

### 3-3-2. ポンマチネシリ

ポンマチネシリは安山岩・デイサイトの溶岩及び溶結火砕岩・降下火砕物からなり，雌阿寒岳の主部を構成する。西方に分布する7枚の溶岩は溶岩じわや末端崖地形が明瞭で山麓および中腹まで流下した。山頂部には溶岩ドームおよび溶結火砕岩が赤沼火口の断面や火口北斜面に厚く露出するのが観察される。北東には中マチネシリ火口内に流入した溶岩（先端部は爆裂火口の形成で破壊されている；図1）が存在する。また阿寒富士の溶岩に大部分覆われているが，南西麓のオンネトー湯の滝に厚い安山岩溶岩の末端が露出する（図4，湯の滝溶岩；和田・勝井，1999）。

ポンマチネシリは溶岩噴火が優勢であったが，火砕サージ層や降下火山灰層，泥石流堆積物が山麓で観察されることから爆発的な噴火も起こった。<sup>14</sup>C年代データ（表3）から，その活動時期は約6400年前～5400年前（Pon-Mと呼ぶ）と約3600年前～2400年前（Pon-Aと呼ぶ）であった（図6）。噴出中心は現在のポンマチネシリ火口の位置と変わらなかったであろう。西山腹に分布するポンマチネシリ溶岩は爆発角礫岩を覆うことがある（図12c）。この火砕物がPon-Mの時期に相当すると考えると，ポンマチネシリ溶岩はPon-Mより若く，約5500年前以降に噴出した可能性がある。Pon-Aの時期には東山麓と北山麓に降下火山灰を堆積させた。広域火山灰のTa-c2火山灰層（2.5cal.BP，徳井，1988；古川・七山，2006など）がこれらの上位に存在する。また西山の北斜面上に堆積する降下軽石層はPon-Aの時期に噴出したと考えられる。

### 3-3-3. 北山

北山は西山と中マチネシリ火口の間から噴出した1枚の安山岩溶岩で独立した山体を構成する（図1）。雌阿寒岳で分布面積が最も大きい溶岩である（溶岩の噴出体積は約0.12km<sup>3</sup>）。先端が舌状に拡がり，溶岩じ

わや溶岩堤防地形がきわめて明瞭であり、ポンマチネシリ火山体を構成する溶岩で最も新しい可能性がある(図4, 図6)。

### 3-4. ステージⅣ (阿寒富士火山体の形成と最近1000年の噴火)

#### 3-4-1. 阿寒富士形成期 (約2100年前~1100年前)

円錐形の山体(径1.4km×1.6km, 比高0.5km)と南麓に溶岩が広く分布する阿寒富士は玄武岩溶岩が多数噴出しただけでなく、準プリニー式噴火も多数回おこり、計17枚の降下スコリア層(Akf-S: Akf-1~ Akf-17)を広範囲に堆積させた(池上・和田, 1994; 佐藤・和田, 2017)。このAkf-S最下位層(Akf-1)直下の腐植土の<sup>14</sup>C暦年代(平均値)が2097年前(表4のNo.24, 佐藤・和田, 2017)を示すことから、阿寒富士の噴火活動の始まりは約2100年前に設定できる。降下スコリア層(Akf-S)の等層厚線分布からAkf-Sの噴出体積(V)は0.34km<sup>3</sup>と見積もられる(佐藤・和田, 2017)。

本稿では、主に南西に流下して螺湾川に達した溶岩を螺湾溶岩、南南西のコイボクシヨコツ川に達した溶岩をコイボクシヨコツ溶岩、南のコイカタシヨロ川に達した溶岩をコイカタシヨロ溶岩1、その上位ユニットの溶岩をコイカタシヨロ溶岩2と呼ぶ(図4)。円錐形山体の内部及び近傍に分布する溶岩(図12d)を本体溶岩と呼ぶ。

斑晶に直方輝石を含むコイボクシヨコツ溶岩(タイプ2玄武岩; 和田, 1989a)は、溶岩直下に炭化木や木片を含む泥流堆積物を覆っており(地点16, 図1), この<sup>14</sup>C暦年代(平均値)は約1700年前(表4)の噴出年代を示し、阿寒富士の噴火史では比較的初期であったと考えられる。他の溶岩の噴出年代は不明である。

17枚の降下スコリア層では、北東方向に分布軸をもつAkf-2, 3層(V=0.1km<sup>3</sup>)と南東~南方向に分布軸をもつAkf-15, 16層(V=0.08km<sup>3</sup>)の噴火規模が大きい(佐藤・和田, 2017)。Akf-2, 3層は<sup>14</sup>C暦年代(平均値)が1480年前(表4のNo.19, 20; 佐藤・和田, 2017)を示す。約1000年間の阿寒富士の噴火史でAkf-S(17層)の噴火間隔を単純に平均すると60年になる。最上位のAkf-17層の噴火年代が約1100年前に近いとすると、その下位のAkf-15, 16層は約1220~1160年前の時期になることが想定される。この仮定から

表4. 阿寒富士及びポンマチネシリ新期噴出物の<sup>14</sup>C年代データ

番号	試料No.	<sup>14</sup> C年代	暦年 <sup>14</sup> C年代 平均値	試料	試料採取地点	測定 業者	文献	層準
1	PN-6-4	310± 40 y.BP	387 cal.y.BP	泥炭	野中温泉YH裏	Beta	2	6
2	18ME9	380± 20 y.BP	413 cal.y.BP	土壌	雌阿寒川作業道トレンチ, 18ME9	IAA	6	9
3	TM-2-2	410± 60 y.BP	458 cal.y.BP	木片	雌阿寒温泉トレンチ, TM-2	Beta	2	6
4	PP-7-5B	420± 40 y.BP	466 cal.y.BP	泥炭	フレベツ岳南麓湿原	Beta	2	7
5	TM-2-4	440± 60 y.BP	482 cal.y.BP	木片	雌阿寒温泉トレンチ, TM-2	Beta	2	6
6	PP-7-9C	650± 50 y.BP	625 cal.y.BP	泥炭	フレベツ岳南麓湿原	Beta	2	7
7	18ME7	670± 20 y.BP	652 cal.y.BP	土壌	雌阿寒川作業道トレンチ, 18ME7	IAA	6	8
8	18ME9	710± 20 y.BP	665 cal.y.BP	土壌	雌阿寒川作業道トレンチ, 18ME9	IAA	6	8
9	PP-7-12B	750± 50 y.BP	683 cal.y.BP	泥炭	フレベツ岳南麓湿原	Beta	2	7
10	TM-3-7-2	760± 70 y.BP	689 cal.y.BP	木片	雌阿寒温泉トレンチ, TM-3	Beta	2	6
11	PN-6-16	900± 50 y.BP	830 cal.y.BP	泥炭	野中温泉YH脇の段差	Beta	2	5
12	PN-6-20	920± 40 y.BP	845 cal.y.BP	泥炭	野中温泉YH脇の段差	Beta	2	5
13	19ME5	950± 20 y.BP	842 cal.y.BP	土壌	雌阿寒川作業道トレンチ, 19ME5	IAA	6	4
14	TM-3-7-3	1140±100 y.BP	1056 cal.y.BP	樹皮	雌阿寒温泉トレンチ, TM-3	Gak	2	3
15	18ME1	1030± 20 y.BP	939 cal.y.BP	土壌	1042m峰南の雌阿寒岳登山道トレンチ, 18ME1	IAA	6	2
16	18ME1	1430± 20 y.BP	1325 cal.y.BP	土壌	1042m峰南の雌阿寒岳登山道トレンチ, 18ME1	IAA	6	2
17	TU-1-11-3	1530± 80 y.BP	1417 cal.y.BP	炭化木	阿寒湖畔トレンチTU-1	Gak	2	2
18	ES-1-7	1550± 50 y.BP	1435 cal.y.BP	植物遺体	阿寒湖北東湿地	Beta	2	2
19	201091001A	1590± 30 y.BP	1478 cal.y.BP	炭化木片	北東麓林道	Beta	5	2
20	2010101703C	1600± 30 y.BP	1483 cal.y.BP	炭化木片	北東麓林道	Beta	5	2
21	92625B-R	1760± 90 y.BP	1682 cal.y.BP	生木	コイボクシヨコツ溶岩直下の泥流堆積物	Gak	2	1
22	AKF1	1790± 80 y.BP	1718 cal.y.BP	炭化木	コイボクシヨコツ溶岩直下の泥流堆積物	Gak	4	1
23	試料1	2070± 80 y.BP	2034 cal.y.BP	炭化木片	北東麓林道, 降下スコリア	Gak	3	2
24	2016902-F	2140± 30 y.BP	2097 cal.y.BP	腐植土	雌阿寒岳東麓	IAA	5	2

暦年<sup>14</sup>C年代はIntel13による2σ範囲の平均値を示す。文献2~4による測定データは較正年代早見表に基づいた。測定業者; IAA: 加速器分析研究所, Beta: Beta Analytic, Gak: 学習院大学理学部年代測定室。文献: 2: 砂防・地すべり研究センター(1997), 3: 横山ほか(1976), 4: 池上・和田(1994), 5: 佐藤・和田(2017), 6: 南ほか(2021)。層準: 1: 阿寒富士溶岩, 2: Akf-S, 阿寒富士テフラ, 3: Pon-S 泥流堆積物, 4: Pon-S (Pon-1: 火山礫火山灰, 南ほか2021), 5: Pon-T (L) 降下火砕物, 6: Pon-T (U) 泥流堆積物, 7: Pon-T (U) 降下火砕物, 8: Pon-T (U) (Pon-2: 火山礫火山灰, 南ほか2021), 9: Pon-T (U) (Pon-3: 火山礫火山灰, 南ほか2021)。

考えると、Akf-15、16層に覆われているコイカタシヨロ溶岩1と2は少なくとも約1250年前より古い。

北東から南東に広く分布する最上位層Akf-17は、上位の土壤中に介在する白頭山噴火の火山灰（B-Tm；1090±50y.BP、1000cal.y.BP；本研究室保存データ）及び摩周火山噴火の火山灰（Ma-b；980±50y.BP、890cal.y.BP；本研究室保存データ）に覆われる（佐藤・和田，2017；和田ほか，2018a；南ほか，2021）。すなわち阿寒富士の噴火活動の終わりは約1100～1000年前であったらう。

### 3-4-2. ポンマチネシリ降下スコリア（Pon-S）（約900年前，AD1050年）

ポンマチネシリ火口の旧火口近傍では、Akf-S層を覆って玄武岩質安山岩のポンマチネシリ降下スコリア層（Pon-S）が厚く堆積する（図13）。南ほか（2021）は遠方域の東山麓で、Ma-bやB-Tmが介在しているPon-S相当（Pon-1）の火山礫火山灰層（Da）を見出した。このDa層直下の土壤の<sup>14</sup>C年代は950±20y.BP（918～793 cal.y.BP）である（表4，南ほか，2021）。これらの事実からPon-Sの噴出年代は<sup>14</sup>C暦年代で850～900年前でおよそAD1050年と推定できる。

Pon-S層は旧火口壁の北側から南東壁に厚く成層している（図13a）。厚さは急減するが、旧火口中心から北北西・南南西では0.6km、南東には1.4kmの距離でポンマチネシリ山体を広く覆って堆積している（図13b）。旧火口壁ではPon-SはS-1層からS-9層のユニットに分けられる（図13a）。S-1

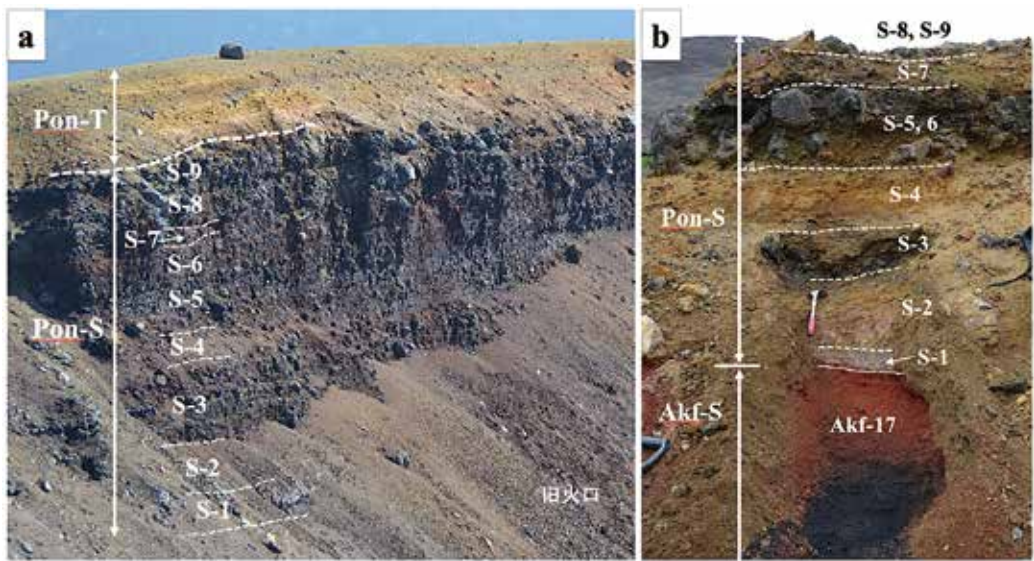


図13. ステージⅣの露頭写真.

(a) 旧火口北壁に露出するポンマチネシリ降下スコリア層（Pon-S）と上位のポンマチネシリ最新期噴出物（Pon-T）（地点17）、(b) 阿寒富士降下スコリア最上位層（Akf-S-17）を覆うポンマチネシリ降下スコリア層（Pon-S）（地点18）

は凝灰角礫岩で南東のガリーの露頭では火砕流堆積物になっている（図13b）。S-2（火砕サージ，二次堆積物）、S-4（火山礫碎屑物，二次堆積物）、S-7（火山礫碎屑物，二次堆積物）は短い時間間隙を示す層である。

### 3-4-3. ポンマチネシリ最新期噴出物（Pon-T）と最近900年間の噴火活動

ポンマチネシリ火口壁では、Pon-S層を覆って火山礫火砕物、爆発角礫岩、火山灰、二次堆積物が成層している（図13a）。これらの堆積物を一括してポンマチネシリ新期火砕堆積物（Pon-T）と呼ぶ（和田ほか，2018a）。山腹や山麓での多数点のピット調査の結果、Pon-Tは29枚の火山灰層を含む（和田ほか，1997；砂防・地すべり技術センター報告書，1997）。これらと<sup>14</sup>C年代データ（表4）から、Pon-Tは、Pon-T（L）（900cal.BP～700cal.BP）、Pon-T（U）（700cal.BP～350cal.BP）、Pon-T（N）（AD1600～現在）の3つの噴出時期に区分できる。Pon-T（U）では、類質スコリア破片・火山礫を含む火山灰（Po-20）直下の泥炭の<sup>14</sup>C年代が683cal.BP（平均値，表4）を示し、この時期の噴火によって旧火口が拡大したと考えられる。

南ほか（2021）ではDa層（Pon-Sに対比）の上位の火山礫火山灰層（Db, Pon-2）の等層厚線分布の噴出源が旧火口に収斂することを述べており、その噴出年代を680～573cal.BPとしていて、本研究で示した層序及び年代とほぼ一致する。Po-20火山灰の上位には安山岩質岩片・火山礫を含む火山灰（Po-14）があり、この直下の泥炭の<sup>14</sup>C年代が466cal.BP（平均値、表4）を示す。この時期の爆発的噴火によって赤沼火口が形成されたと考えられる。南ほか（2021）では変質岩片を多く含む火山礫火山灰層（Dc, Pon-3）の噴出源が赤沼火口で直下の土壌から499～431cal.BPの年代を得ている。以上、現在の旧火口及び赤沼火口の形成は、それぞれ約AD1250-1300年、AD1500年ごろと推定される。

広域火山灰のKo-c2（1694年）、Ta-a（1739年）、Ko-c1（1856年）火山灰が雌阿寒岳に堆積した時期（Pon-T（N））には1層の火山灰（Po-11）のみが認められる。しかし1856年以降、有史以来最初の1955年噴火までの約100年の間に、山腹の一部にしか堆積物を残さない小規模な水蒸気爆発は10回発生した（Pon-T（N）；Po-1～10）（和田ほか、1997）。

#### 4. 雌阿寒岳の噴火史のまとめ

雌阿寒岳は、ステージⅠの時期に1042m峰（安山岩溶岩）と南岳（主に玄武岩質安山岩溶岩）、東岳（主に安山岩溶岩）が形成された後、東岳の南西に中マチネシリ火山体が生じた。中マチネシリ火山体は安山岩とデイサイトの多数の溶岩を噴出し、山体主部や北麓、南麓にも流下し、火山体を大きく成長させた。

ステージⅡでは中マチネシリ火口が形成され、約14000年前から6300年前までそこで火砕噴火が行われた。噴火史のクライマックスとも形容すべき連続的な火砕流やプリニー式噴火が14000年前に起こった。最盛期の噴火は発泡の悪い岩片から発泡の良い岩片を含む火砕流、そしてプリニー式降下軽石・スコリア、軽石・スコリアを含む火砕流、サブプリニー式噴火、火砕流への連続的噴火であった。この噴火推移は非常に特異なものである。例えば浅間火山の天仁・天明噴火に見られるように、規模の大きな火砕噴火では、プリニー式降下軽石から火砕流そして最後に溶岩が噴出するように、発泡の良い噴出物から緻密な溶岩噴火の順に一連の活動が終了する例が多いからである（山崎、1959）。本稿では、プリニー式噴火と火砕流噴火では火道の位置が異なり、異なる噴煙柱をそれぞれ断続的に形成したモデルを示した。全方位型の火砕流噴火では中マチネシリ火口の中央部が火道になったが、プリニー式噴火では中マチネシリ火口の南東域が火道になっていたと推定した。

ステージⅢ（約6500～2400年前）では、噴火活動は南西に移動して、玄武岩で構成される西山が最初に形成し、その後西山の南に安山岩～デイサイト溶岩を噴出したポンマチネシリが成長した。後期（約3600年～2400年前）には火砕噴火が起こったが、ポンマチネシリ山頂部の北から北山溶岩が噴出した。西山と北山は、噴出源の位置はポンマチネシリと異なるが、噴火活動の時期や全体の山体構成が一まとまりにできるため、本稿ではポンマチネシリ火山体に含めた。

ステージⅣでは、ポンマチネシリの南に噴火活動は移動し、玄武岩マグマの噴火によって阿寒富士火山体が形成された（約2100～1100年前）。準プリニー式噴火が主体の降下スコリアが17層堆積し、約1480年前（Akf-2, 3）と約1200年前（Akf-15, 16）に比較的規模の大きな噴火が起こった。阿寒富士玄武岩溶岩は主に南西麓と南麓に流下した。

その後900年前には再びポンマチネシリ火口に噴火活動は移り、旧火口で新たに玄武岩質安山岩マグマの火砕噴火が起こった（Pon-S）。約AD1050年以後、雌阿寒岳では長期的には明瞭なマグマ噴火がない静穏期にあたる。ただし、ポンマチネシリ旧火口はAD1250-1300年に拡大し、約AD1500年には赤沼火口が新たに形成され、山麓に火山灰が堆積するとともに泥流も発生した。この時期（Pon-T）の総噴出量は0.01km<sup>3</sup>以

下であるが、ほとんどが既存の山体を構成していた破片の火山噴出物であり、新しいマグマに由来する本質物質は微量である。

雌阿寒岳では噴火活動史を通じて、6つの火山体（8つの主たる火道-火口系）が形成されたが、噴出中心は、北東-南西の1042m峰-東岳-南岳の火山配列から、同じ北東-南西の中マチネシリ-ポンマチネシリ-阿寒富士の火山配列へと西方に移動した。このように雌阿寒岳は、8つの火道が異なる位置に配置されている火道不安定型（高橋，1994）の成層火山で、特にステージII以降はこまめに噴火中心が移動した。

中マチネシリ火口は14000年間に渡ってマグマ供給系を維持し続けていると思われる、潜在的には爆発的火砕噴火の可能性を残している。ポンマチネシリ火口は近年の噴火を起こしている場所で900年前以降新たなマグマ供給系を作っており、噴火の準備段階にあると言える。

## 謝 辞

稲葉千秋氏には噴火避難対策事業で年代測定やピット・トレンチ・ボーリング調査の機会を与えていただき、地質学研究の励ましを受けた。中川光弘北大名誉教授には岩石の蛍光X線分析や地質調査において協力いただいた。石塚吉浩博士には雌阿寒岳地質図作成プロジェクトで地質調査の機会を与えていただいた。地質調査においては池上宏樹や石田滉人ほか多くの旭川校大学院生や卒論学生に協力してもらった。北海道の火山研究で雌阿寒岳を卒論から始められた故勝井義雄先生に本論文を捧げたい。現地調査の際には阿寒湖畔東邦館、雌阿寒温泉YH、阿寒ビジターセンターにお世話になった。本研究は東京大学地震研究所共同利用の援助を受けた。以上の方々や関係機関に感謝いたします。

## 引用文献

- 古川竜太・七山太（2006）北海道東部太平洋沿岸域における完新世の降下火砕堆積物. 火山, 51, 351-371.
- 長谷川健・中川光弘（2007）北海道東部、阿寒カルデラ周辺の前-中期更新世火砕堆積物の層序. 地質学雑誌, 113, 53-72.
- 廣瀬亘・中川光弘・宝田晋治・吉田真理夫・岡崎紀俊・石丸聡・佐々木寿・荒井健一・児玉浩・佐藤十一・札幌管区気象台・釧路地方気象台・宇井忠英（2007a）1996年11月および1998年11月に発生した雌阿寒岳噴火. 北海道立地質研究所報告, 78, 21-35.
- 廣瀬亘・岡崎紀俊・石丸聡・長谷川健・藤原伸也・中川光弘・佐々木寿・佐藤十一・札幌管区気象台・釧路地方気象台（2007b）2006年3月の雌阿寒岳噴火：噴火の経過および降灰調査結果. 北海道立地質研究所報告, 78, 37-55.
- 池上宏樹・和田恵治（1994）雌阿寒火山阿寒富士の噴火史. 日本火山学会1994年度秋季大会講演予稿集, 126.
- 石丸聡・田村慎・廣瀬亘・村山泰司・岡崎紀俊・柴田智郎・中川光弘・吉本充宏・長谷川健・上澤真平・西本潤平・小杉安由美・松本亜希子・馬場彰・佐々木寿・高橋浩晃・一柳昌義・山口照寛・河野裕希・本多亮・笠原稔・札幌管区気象台・釧路地方気象台・網走地方気象台（2009）2008年11月に噴火した雌阿寒岳の調査報告. 北海道立地質研究所報告, 80, 115-126.
- 笠原稔（1988）雌阿寒岳1988年1-2月の小噴火. 火山, 33, 379-381.
- 勝井義雄（1951）雌阿寒火山の地質. 北海道地質要報, 16, 7-16.
- 勝井義雄（1994）阿寒の地形・地質. 「阿寒国立公園の自然1993, III阿寒の自然環境」, 前田一步園財団, 263-314.
- 南裕介・中川光弘・佐藤鋭一・和田恵治・石塚吉弘（2021）雌阿寒火山ポンマチネシリにおける過去1000年間の火山活動史. 火山, 66, 211-227.
- NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）（1992）地熱開発促進調査報告書26「阿寒地域」. 1133p.
- 岡田弘・鈴木敦生・前川徳光・森 濟・西村裕一（1997）雌阿寒岳1996年11月の噴火（速報）. 北海道大学地球物理学研究報告, 60, 131-144.
- 砂防・地すべり技術センター（1997）平成8年度雌阿寒岳火山噴火警戒避難対策事業（調査計画検討）報告書. 北海道釧路土木現業所, 78p.
- 佐々木寿・稲葉千秋・向山栄（2006）雌阿寒岳1996年3月21日噴火. 火山, 51, 347-350.

- 佐藤鋭一・和田恵治 (2017) 北海道東部, 雌阿寒岳, 阿寒富士の噴火活動. 月刊地球号外68, 10-18.
- 佐藤鋭一・和田恵治・南裕介・石塚吉弘・中川光弘 (2020) トレンチ調査による最近14000年間の雌阿寒岳の噴火史の再検討. 日本火山学会2020年度秋季大会講演予稿集, 26.
- Sato, E., Wada, K., Minami, Y., Ishizuka, Y. and Nakagawa, M. (2022) Reexamination of eruptive activity of Akanfuji in the Me-akan volcano, eastern Hokkaido, Japan. *Jour. Disaster Res.*, 17, 745-753.
- 佐藤博之 (1965) 5万分の1地質図幅説明書「阿寒湖」, 地質調査所, 81p.
- 高橋正樹 (1994) 複成火山の構造と地殻応力場, 1. 火道安定型・不安定型火山. 火山, 39, 191-206.
- 徳井由美 (1988) 道東地域における樽前C火山灰の分布. 日本第四紀学会講演要旨集, 18, 182-183.
- 和田恵治・日野智朗・春藤大雅 (1988) 雌阿寒火山降下軽石スコリア層の発見と不均質マグマの混合過程. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 23, 9-20.
- 和田恵治 (1989a) 雌阿寒火山阿寒富士玄武岩の岩石学—ソレライトマグマの2段階混合—. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 24, 15-30.
- 和田恵治 (1989b) 雌阿寒岳外輪山形成期における不均質なマグマの混合メカニズム. 火山, 34, 89-104.
- 和田恵治 (1991) 雌阿寒岳におけるマグマの混合と進化. 火山, 36, 61-78.
- Wada, K. (1995) Fractal structure of heterogeneous ejecta from the Me-akan volcano, eastern Hokkaido, Japan: implications for mixing mechanism in the volcanic conduit. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 66, 69-79.
- 和田恵治・稲葉千秋・根本靖彦 (1997) 雌阿寒岳の最近12000年の噴火史. 日本火山学会講演予稿集, 110.
- 和田恵治 (1998) 雌阿寒火山. 「フィールドガイド日本の火山3, 北海道の火山」高橋正樹・小林哲夫編, 20-40.
- 和田恵治・池上宏樹・稲葉千秋 (1998) 雌阿寒岳の岩石の化学組成—マグマの多様性—. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 32, 43-59.
- 和田恵治・勝井義雄 (1999) 雌阿寒火山と湯の滝. 足寄町オンネトー湯の滝マンガン生成緊急調査報告書「オンネトー湯の滝」, 足寄町教育委員会, 18-22.
- 和田恵治 (2010) 雌阿寒岳. 日本地方地質誌「北海道地方」(日本地質学会編, 朝倉書店), 324-325.
- 和田恵治・佐藤鋭一・石塚吉浩 (2018a) 雌阿寒岳, 最近1000年間の噴火履歴とマグマ供給系. 日本地球惑星科学連合2018年大会予稿集, SVC41-P02.
- 和田恵治・遠藤優磨・佐藤鋭一 (2018b) 雌阿寒火山, 螺湾火砕流堆積物の縞状軽石から推定されるマグマ混合の進行過程. 日本火山学会2018年度秋季大会講演予稿集, 190.
- 和田恵治・石田滉人・佐藤鋭一・遠藤優磨 (2019) 雌阿寒岳, 中マチネシリ火砕期I・IIの噴火推移とマグマの変遷. 日本火山学会2019年度秋季大会講演予稿集, 160.
- 山崎正男 (1959) 噴火における水の役割. 火山, 1959, 3, 95-106.
- 横山泉・勝井義雄・江原幸雄・小出潔 (1976) 雌阿寒岳, 火山地質・噴火史・活動の現況および防災対策. 北海道における火山に関する研究報告書第5編, 北海道防災会議, 138p.

(和田 恵治 旭川校名誉教授)

(佐藤 鋭一 旭川校准教授)