

平成22年5月21日現在

研究種目：基盤研究（A）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17253002
 研究課題名（和文） 千島弧の火山活動・地震活動・地殻変動に関する日露米3ヶ国共同研究
 研究課題名（英文） Japan - Russia - USA joint research of volcanic activity, seismic activity and crustal deformation of Kuril arc

研究代表者
 中川 光弘 (NAKAGAWA MITSUHIRO)
 北海道大学・大学院理学研究院・教授
 研究者番号：50217684

研究成果の概要：

日露米の3ヶ国により南千島ウルップ島から北千島パラムシル島で、ビザ無し専門家交流により日露で色丹・国後・択捉島で、火山学のおよび古津波調査を実施した。その結果、千島列島の過去1万年間の火山噴火履歴と、主要な噴火の噴火様式および特に南千島での津波の発生前隔を検討した。特に火山活動では、9500～6500年前および4000～1000年前にカムチャッカ～北海道まで大規模な噴火が頻発したこと、またマグマ組成の広域変化が基盤構造の差異と調和的であることを始めて指摘できた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2006年度	15,900,000	4,770,000	20,670,000
2007年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
2008年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
年度			
総計	32,600,000	9,780,000	42,380,000

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：数物系科学・固体地球惑星物理学

キーワード：千島弧，火山活動，火山噴火，地震活動，地殻変動，マグマ，火山ガス，津波

1. 研究開始当初の背景

千島弧に関しては1970年代以降、地球科学的研究としては火山岩試料を用いた地球化学的研究に限られ、火山の地質学的・地球物理学的研究、そして地震・地殻変動に関する研究はほとんど公表されていない。最近になって千島列島南端の国後島の爺爺岳火山についての過去1000年の噴火史を中心とした地質学的・地球化学的研究が研究代表者によって公表された(Nakagawa et al., 2002)。この研究は短期間の上陸によって密度の濃い研究成果が得られることを実証したものであり、研究

者が上陸しての調査・研究を実施する必要性が高まった。一方、旧ソ連崩壊後の社会的・経済的混乱も21世紀になり解消し、千島を対象とした調査・研究を実施できる環境も整ってきた。

一方、千島弧の南端である北海道東部や北部のカムチャッカ半島では、火山に関する地質・岩石学・地球化学的研究だけでなく、地震学や地殻変動に関する研究、あるいは津波に関する研究も進展している。そのため研究空白域である千島列島での本格的な調査・研

究の重要性が増大してきた。

2. 研究の目的

ソ連崩壊以後、組織的な地球科学的研究が行われていなかった千島弧での、火山活動や地震・津波など太平洋プレートの沈み込みに伴う種々のプロセスに関する調査研究を実施し、隣接する東北日本弧及びカムチャッカ～アリューシャン弧と比較検討し、千島弧の特色を明らかにすることを目的とする。千島弧において、Boussole 海峡を境にテクトニックに区分できる南西千島、北東千島の2つの地域から、それぞれ2～3の火山島に焦点を絞り、上陸して地球科学的な総合研究を実施する。まず地質学的手法で火山噴火史を構築し、噴火頻度、様式、あるいはマグマ生成率について明らかにするとともに、噴出物の物質科学的・地球化学的研究によってマグマ生成条件あるいはマグマ供給系の復元を行う。同時に活動中の火山における地球物理学的・地球化学的観測から火山活動度を評価する。それとは別に、地震観測や地殻変動観測、そして津波堆積物の発見とその年代を特定することによる巨大地震の発生頻度を検討する。

3. 研究の方法

本研究では千島列島に上陸しての火山地質および古津波堆積物の調査および、これまでの地球物理学的観測データの解析に加え、観測点の構築の可能性について検討した。北方四島およびそれを除く中千島から北千島では、政治的な事情により現地調査の手続きが異なり、研究期間内で次のような現地調査を実施した。

○北方四島の調査：ビザ無し交流の専門家交流枠により現地調査および観測点視察を実施。

①平成18年に択捉島北部の調査・観測を計画したが、ロシア側の許可が得られず断念。

②平成19年10月には国後島での日露研究者によるワークショップと国後島南部の調査を行った。

③平成19・20年度に他のビザ無し訪問団に同行する形で、色丹島・国後島・択捉島での短期間(1-2日間)の調査を実施した。

○日米露によるKBP (Kuril Biocomplexity Project) プロジェクト(米国NSFと本科研費による)により平成19・20年にウルップ島からオネコタン島までの15の島に上陸して、火山地質学的調査を実施。

○北千島パラムシル島では平成19・20年度に、エベコ火山で地球化学的・火山地質学的調査を、チクラチキ・フッサ火山での火山地質学的調査を実施した。

○室内実験など：

①上記の調査で採取したテフラサンプルに

ついては、記載岩石学的な特徴を明らかにし、細粒な試料については火山ガラス組成、粗粒な試料についてはガラスに加え、全岩化学組成を求めた。また代表的な火山岩試料に関してはK-Ar年代を、土壌・木片試料に関しては放射性炭素年代を求めた。そして野外調査結果、テフラの岩石学的性質および年代測定結果をもとに、テフラ対比および給源火山の特定を行い、火山活動史を明らかにした。

②エベコ火山での地球化学的調査では、河川水・火山ガスの採取・分析を行った。火山ガスについてHe同位体の分析も行った。

③千島列島で起こった地震に関して、既存のデータをもとに、そのメカニズムを考察した。

4. 研究成果

(1) 概要

今回の研究により千島列島のほぼ全域での、特に完新世の火山活動史を編むことができた。また基盤の年代から、各火山島の成長時期に地域的な差があることが明らかになった。またパラムシル島では比較的、長期間の調査を行うことができ、チクラチキとフッサという2火山の噴火を識別することに成功した。一方で、地球物理学的研究では、長期間の観測が実施できず、また国境地域での観測の困難さもあり、大きな成果をあげることはできなかった。

ここでは火山地質学的成果を中心に報告する。

(2) 千島列島基盤の年代の地域差

ウルップ島からパラムシル島まで、基盤岩(水中火山岩)のK-Ar年代をあらたに23試料について求めた。その結果、Boussole海峡を挟んで、南千島のウルップ島および国後島では基盤岩は後期中新世～鮮新世の年代を示すのに対して、北に位置する中千島では大部分が更新世の年代を示している。このことから千島前弧の裂け目と考えられているBoussole海峡を挟んで、火山島の上昇時期に差がある、あるいは海底深度の差を反映していることが明らかになった。さらにカムチャッカ半島に近いパラムシル島では後期中新世を示している。

(3) 千島のテフラ層序学

15島に上陸して59サイトでテフラ層序を検討した。その他に、個々の火山の火口近傍の噴出物の検討も行った。その結果、256のテフラ層を識別した。これらのテフラの異なったサイトでの対比および給源火山の決定を行って、19火山の155の完新世噴火堆積物を確定した。この結果から、以下のことが明らかとなった。

・鍵テフラの発見：今回、千島列島に広範囲に分布するテフラ(火山灰)層を見出し、そのうちの12層が新たに認識された(図1)。特にシムシル島のZavaritskiiカルデラ由来の

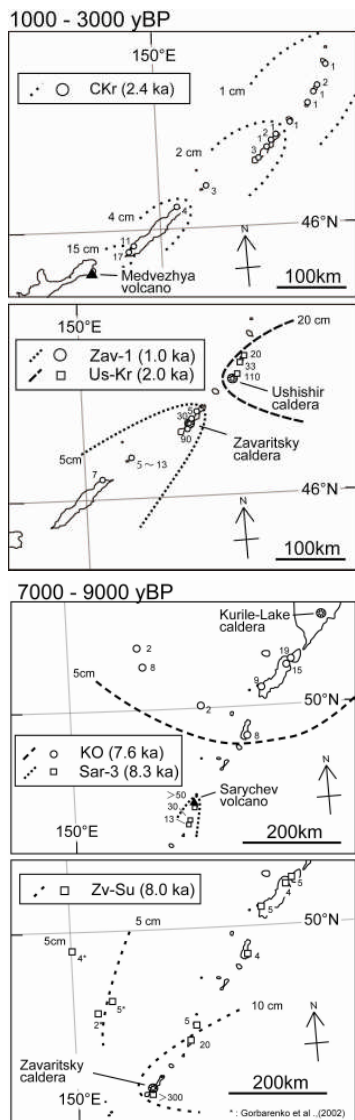


図 1. 千島列島で見出した、広域に分布する鍵テフラとその厚さ。上 2 つは 1000~3000 年前、下 2 つは 7000~9000 年前のテフラ。

Zv-Su テフラ (約 8.5 千年前)、および択捉島の Medzhyha カルデラ由来の CKr テフラ (約 2.4 千年前) は特に広範囲に分布する、良い鍵テフラである。本研究で見出された千島列島でのテフラ層序を決定するのに有効であるだけでなく、北太平洋およびオホーツク海の海底コアからも見出される可能性が高く、コア研究にも役立つと考えられる。

・完新世の千島弧火山活動評価：完新世において千島弧では、高い噴火頻度で噴火を繰り返していたことが確認できた。北千島および南千島では更なる調査が必要であるが、比較的密な調査ができた中千島では、顕著な休止期を挟まず、噴火が起こっていたことは明らかである。しかしながら完新世において、特に大規模な噴火が集中した時期があることが示された。それらは 9.5~6.5 千年前と 4~1 千年前で、特に前者では直径が数 km を超える大型のカルデラを形成する噴火が千島全域で 3 回起こっていた (図 2)。これらの時期には、隣接するカムチャッカや北海道でも、大噴火が発生しており、それ以外の時期では噴火の規模は低下している。従って、今回確

認された噴火規模の強弱は千島列島だけではなく、北海道からカムチャッカまで、千島弧全域に共通しており、広域的な応力場の变化、例えばプレート沈み込みの様式など、を反映している可能性がある。

・珪長質マグマ組成の空間変化

本研究では南千島のデータが乏しい問題点はあるが、テフラの火山ガラスの化学組成

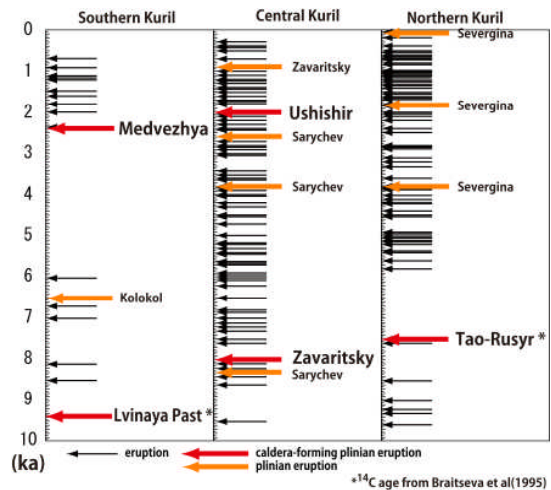


図 2. 千島列島 (南, 中および北千島) の爆発的噴火とその年代。赤は大型のカルデラ形成、黄色は小型のカルデラ形成を伴った噴火。年代は放射性炭素年代および土壌厚さから求めた。

には明瞭な地域差が認められた。北千島では流紋岩質なガラスに卓越し、K20 では Low-K タイプに欠け、海溝側が Medium-K、そして背弧側が high-K である。一方、中千島ではデイサイト質なガラスに卓越し、海溝側から背弧へと low-K から Medium-K に変化する (図 3)。ガラス組成から推定される、北千島と中千島の珪長質マグマの差は、両地域の地殻の厚さと、背弧海盆 (千島海盆) の有無というテクトニクス場の差を反映していると考えられる。

(4) 隣接する火山の噴火履歴の解明

北千島のパラムシル島南部のチクラチキおよびフッサ両火山の噴火史について、テフラ層序および噴出物の岩石学的比較により検討した。両火山は同時期に噴火を繰り返したが、噴出したテフラの記載岩石学およびガラスおよび全岩化学組成の差により、テフラの給源を確定できた。その結果、完新世の両火山の活動度を評価することができた。それによると、より海溝側に位置するチクラチキ火山の方が噴火頻度が高く、また噴火規模のより大きな噴火を繰り返している。さらに、一方で爆発的噴火が頻発する時期には、他方では噴火頻度が低下、あるいは非爆発的噴火を行っていたことも明らかにできた。

(5) エベコ火山の地球化学的研究

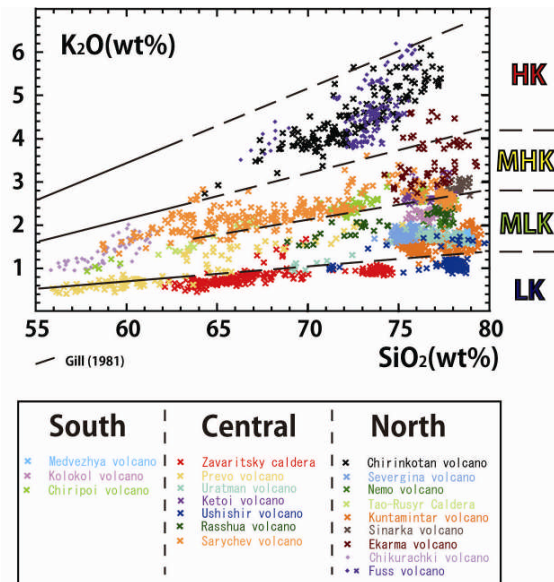
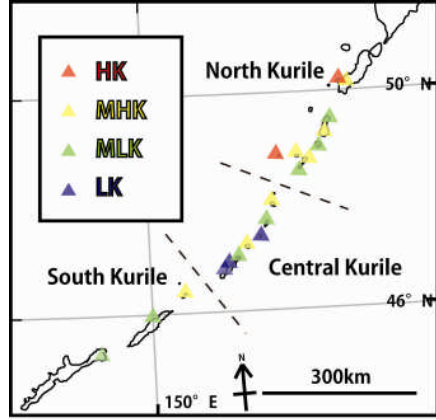


図3. 千島列島の完新世テフラのガラス組成. 上はガラスの K2O 量のタイプ別に給源火山を示した. HK:high-K, MHK および MLK; medium-K, LK; low-K.

エベコ火山は活発な火山ガスの放出と共に多量の熱水放出が特徴的である。周辺の河川系への火山起源の塩素や硫黄の放出量は、それぞれ 111 トン/日および 95 トン/日であり、これは日本では最大級である草津白根火山の 10 倍弱であることがわかった。また火山ガスの He 同位体比からは、その He の大部分が上部マントル起源であることを示しており、マグマや熱水の地殻内での滞留時間が比較的短いことが明らかになった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① Nakagawa M., Baba A., Ishizuka Y., Hasegawa T. and Kosugi A., Tephrostratigraphy of Kuril Islands: evaluation of Holocene eruptive activity of Kuril arc. Proceeding of 6th Biennial Workshop on Japan-Kamchatka-Alaska Subduction Processes, 261, 2009. 査読無
- ② 中村有吾・西村裕一・中川光弘・V.M. Kaistrenko・A.Y. Iliev, 国後島南部および色丹島における北海道起源の完新世広域テ

フラの同定, 火山, 54, 263-274, 2009. 査読有

③ 岸本博志・長谷川健・中川光弘・和田恵治, 最近約 1 万 4 千年間の摩周火山のテフラ層序, 火山, 54, 15-36, 2009. 査読有

④ 長谷川健・岸本博志・中川光弘・伊藤順一・山元孝広, 北海道東部, 根釧原野および斜里平野における約 3 万 5 千~1 万 2 千年前のテフラ層序と後屈斜路カルデラ火山の噴火史, 地質学雑誌, 115, 369-390, 2009. 査読有

⑤ Takahashi H., Real-time eruption magnitude estimation from far-field geodetic data: a proposal for volcano early warning, J. Disaster Res., 3, 252-260, 2008. 査読有

⑥ 石井英一・中川光弘・齊藤宏・山本明彦, 北海道中央部, 更新世の十勝三股カルデラの提唱と関連火砕流堆積物: 大規模火砕流堆積物と給源カルデラの対比例として. 地質学雑誌, 114, 348-365, 2008. 査読有

⑦ Takahashi H. and Kasahara M., Geodetic constraint on slip distribution of the 2006 Central Kuril earthquake, Earth Planets Space, 59, 1095-1098, 2007. 査読有

⑧ Takahashi H. and Kasahara M., Spatial relations between interseismic seismicity, coseismic asperities and aftershock activity in the southwestern Kuril trench, AGU monograph, 172, 153-164, 2007. 査読有

[学会発表] (計 10 件)

① 中川光弘・馬場 章・石塚吉浩・長谷川健, 千島列島のテフラ層序から見た完新世噴火活動評価, 地球惑星科学関連学会 2009 年合同大会 (幕張), 2009 年 5 月 16 日

② 風早康平・高橋正明・森川徳敏・中川光弘・Rychagov S. ほか, 北千島パラムシル島エベコ火山における火山性揮発物質の放出量, 日本火山学会 2009 年秋季大会 (小田原), 2009 年 10 月 11 日

③ 中川光弘, 千島列島の日露米の地球科学的調査研究 (概要), 地球惑星科学関連学会 2008 年合同大会 (幕張), 2008 年 5 月 26 日

④ 廣瀬 亘・石塚吉浩・吉本充宏・長谷川健・関 将一・ほか, 千島弧北部パラムシル島, チクラチキ火山・フッサ火山の噴火史調査, 地球惑星科学関連学会 2008 年合同大会 (幕張), 2008 年 5 月 26 日

⑤ 高橋 良・長谷川健・古川竜太・西村裕一・中川光弘・ほか, 国後島南部地域における火山噴出物・津波堆積物調査~北方四島ビザ無し地震火山専門家交流, 地球惑星科学関連学会 2008 年合同大会 (幕張), 2008 年 5 月 26 日

⑥ 石塚吉浩・中川光弘・馬場 章・ほか, 中

部千島の諸島における地質学的・火山灰層序学的調査：KBP2007 の成果から，地球惑星科学関連学会 2008 年合同大会（幕張），2008 年 5 月 26 日

⑦古川竜太・笠原 稔・廣瀬 亘・ほか，千島弧南部，択捉島における火山地質調査，地球惑星科学関連学会 2008 年合同大会（幕張），2008 年 5 月 26 日

⑧高橋正明・風早康平・ほか，エベコ火山東部から放出される火山性物質のフラックス，地球惑星科学関連学会 2008 年合同大会（幕張），2008 年 5 月 26 日

⑨中川光弘・松本亜希子・吉本充宏・石崎泰男・石塚吉浩・廣瀬 亘，山頂噴火と山腹噴火のマグマ供給系の比較：南千島国後島，爺爺岳火山の 1812 年および 1973 年噴火の岩石学的研究，日本火山学会 2008 年秋季大会（盛岡），2008 年 10 月 11 日

⑩馬場 章・中川光弘・石塚吉浩・Fitzhugh, B.，千島列島におけるテフラ層序と火山ガラス組成の広域変化，日本火山学会 2008 年秋季大会（盛岡），2008 年 10 月 11 日

〔図書〕（計 1 件）

勝井義雄・岡田 弘・中川光弘，北海道の活火山．北海道新聞社，223 p，2007．

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

○国後島古釜布において日露の研究者による「地球科学現象と関連災害に関するワークショップ」を開催し，島民向けの普及講演を行った（平成 19 年 10 月 6～11 日）。これは日露の報道でもとりあげられた。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川 光弘 (NAKAGAWA MITSUHIRO)
北海道大学・大学院理学研究院・教授
研究者番号：50217684

(2) 研究分担者

笠原 稔 (KASAHARA MINORU)
北海道大学・大学院理学研究院・教授
研究者番号：40001846
橋本 武志 (HAGIMOTO TAKESHI)
北海道大学・大学院理学研究院・准教授
研究者番号：70283588
高橋 浩晃 (TAKAHASHI HIROAKI)
北海道大学・大学院理学研究院・准教授
研究者番号：30301930

西村 裕一 (NISHIMURA YUICHI)
北海道大学・大学院理学研究院・助教
研究者番号：20208226

吉本 充宏 (YOSHIMOTO MITSUHIRO)
北海道大学・大学院理学研究院・助教
研究者番号：20334287

(3) 連携研究者

風早 康平 (KAZAHAYA KOHEI)
産総研・深部地質環境研究センター・
研究員

研究者番号：50356763

石塚 吉浩 (ISHIZUKA YOSHIHIRO)
産総研・地質情報研究部門・研究員

研究者番号：80356443

金子 隆之 (KANEKO TAKAYUKI)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：90221887