（ 様式D－２ ）
（ 別　　紙 ）

令和６年度　海外派遣研究員研究報告書

令和　６年１１月　８日

日本大学理事長　　殿
日 本 大 学 学 長　　殿

所　　属　　文理学部（自然科学研究所）
資格・氏名　　准教授・金丸龍夫
■本報告書の内容を公表することは了承しております。
（公表可の場合，チェック■すること）

令和　６年度海外派遣研究員（　短期Ａ　）の研究実績を，下記のとおり報告いたします。

記

１　区　　分　　短期Ａ
２　研 究 課 題

岩石に記録された気候変動の痕跡に関する地質学的研究

３　派 遣 期 間　　西暦２０２４年　８月　５日　～　２０２４年　９月１７日
４　派　遣　先　　アイスランド
５　研 究 目 的

気候変動により地球表層の物質循環過程は様々に変化し，地球表層の質量分布を改変させる。この改変は，当然の結果として地球内部にまで影響を及ぼし，マグマの発生など火成活動に大きな変化をもたらす。アイスランドは，大西洋中央海嶺上に位置し，大西洋中央海嶺の火山活動とホットスポット火山活動が重なることで形成された世界の中で特異な場所である。先に示したような火成活動の変化はアイスランドのような極域かつ比較的単純なシステムでマグマが発生している地域では，氷床消失前後火山の噴出率の変化としてよく知られている。これに関連した全地球的な火成活動変化については未だ明らかでないものの，長期的な視点にたてば間違いなく影響を及ぼしているはずである。本研究では，気候変動による火山活動変化が知られているアイスランドにおいて，そこに産する火成岩の化学組成や活動規模といったマグマシステムの特徴および地表での岩石風化の時間変化に注目し，気候変動による全地球的な火成活動変化の影響の一端を明らかにすることを目的とする。この目的を達成するために，アイスランドで広域的な野外地質調査と岩石試料採取を行う。

6　研 究 概 要

地質学的に第四紀と呼ばれる約 258 万年前から現在までの時代は，地球が寒冷化する傾向にある時期とされる。この第四紀後半の約 100 万年間，地球表層では数万～十数万年の周期で氷期と間氷期が繰り返され，直近の氷期は約 2 万年前の最終氷期最盛期（LGM）に最盛期を迎えた。この LGM 以降，北半球の氷床や南極の大陸氷床が融解し，約 7000 年前までに現在の海陸分布が形成された。特に，ハドソン湾やスカンジナビア半島に存在していた厚さ 3000m を超える氷床が消失し，地殻が隆起する「氷河性地殻均衡調整（GIA）」が進行した。近年，GIA の原因である氷床の消長が火成活動に影響を及ぼす可能性が注目されている。例えば間氷期には，マントルが減圧されてマグマ生成が活発になると考えられる（Maclennan et al., 2002）。さらに，氷床の消失によって地殻内のマグマ溜りが減圧され，噴火が促進される可能性もある（Van Wyk de Vries, 2018）。実際，アイスランドや南極での先行研究からも氷床の消長と火成活動の相関が確認されている。また，中央海嶺では，ミランコビッチサイクルに対応した火成活動の周期性も観察されており，海水荷重の変化によって中央海嶺での火成活動が影響を受けるとの仮説が提唱されている（Crowley et al., 2015; Tolstoy, 2015）。これに対し批判的な見解もあるが，上記のような気候変動が火成活動に及ぼす影響については検討の価値がある。さらに，気候変動は氷だけでなく，氷の３倍もの密度を持つ地表の岩石の削剥や風化の速度にも影響を及ぼしているはずであり，地表の成長と削剥・風化を同時に議論することが重要であると考えられる。

出張者はこれまで，火成岩の成因を解明するために，野外地質調査や化学組成分析を行ってきた。海外派遣研究員制度により行った研究は，上記に示した通り，気候変動と火成活動の関連性を明らかにすることを目的としており，この研究対象として最も多い報告のあるアイスランドで明らかにされた気候変動と岩石の化学組成と活動規模および風化の特徴の関連性に着目し，そのため必要な野外調査および岩石採取を行った。地表の氷河の消長が地殻に与える影響は古くから知られているが，本研究の特徴は GIA の概念に基づき，火成活動が気候変動や表層の変化に起因する可能性を探る点にある。これは「火山の冬」として知られる大規模火山噴火による寒冷化現象とは逆の視点であり，地球進化史に新たな知見を提供し得る独創的な研究といえる。

さらに、氷の３倍もの密度をもつ岩石が風化・侵食・削剥作用の影響を氷河の消長と同時に論じる試みはこれまでに例がなく、独創的な視点である。アイスランドのような寒冷環境下にさらされている岩石の風化の特徴を明らかにすることは，アイスランドと同様に玄武岩からなる月や火星表層環境を推定し、人類の月や火星移住に向けた基礎データを積み上げる重要な役割がある。月・火星のナチュラルアナログとしての極限環境下での風化に課する研究は，しばしば南極で行われるが，火星地表を主に構成する玄武岩は南極での露出は限られている。アイスランドの地表はそのほとんどが玄武岩であり，よりこの研究目的に適した環境であることから，これに関する調査も同時に行った。

7　研究結果・成果

アイスランドの地形・地質は，大西洋中央海嶺の延長上である北東 - 南西方向の断裂帯で特徴づけられ，ここに現在も火山活動が続く複数の火山帯が形成されている。また，これから東西に離れるほど古い地質体が断続的に露出しており，アイスランド全域にわたる調査・岩石採取により，過去 1600 万年間の様々な変動を反映したデータが得られることが期待できる。下に，本研究による野外地質調査の成果を示す。

アイスランドの主要な火山およびそこから流出した溶岩は，北部の NVZ 火山帯，およびそこから南部への延長上にある EVZ 火山帯，中西部の WVZ 火山帯，およびその延長のレイキャネス半島に分布し，その低粘性の岩石により，広大な平地が形成されている。その本研究では，これらの地域の野外調査を実施し，研究目的に記された気候変動と火成活動の関連性を明らかにするために必要な岩石試料を約 80 kg 採取した。

このうち，主要な火山帯およびレイキャネス半島では，主に最終氷期最盛期以降に噴出した岩石の分布を調査し，試料を採取した。これらは主に，アイスランドで一般的な玄武岩である。

北部のアークレイリ，スタドゥル，東部のヘプン，セイジスフィヨルズル，西部のイーサフィヨルズルなどの周辺では，数百万年～千数百万年前という，より古い時代に噴出した溶岩および深成岩類を採取した。ここで得られた岩石は，より多様な化学組成をもつものである。特に，オストラホルン・ヴェストラホルンで観察・採取された深成岩は，中央海嶺やホットスポットのマグマ生成システムでは，一般的には形成が困難であると考えられる岩石であり，その生成システムを明らかにすることは，本研究の目的を達成する重要なキーポイントになる可能性がある。同地域では、比較的古い岩石について、岩石風化についての検討を行うための野外調査も同時に行った。この岩石風化の調査から、同地域では想定以上に元素の溶脱を伴うような化学風化が進行しており、単純にこれまで得られている南極などの岩石風化の研究（Kanamaru et al., 2019）との比較は困難であることがわかった。

中北部のミーヴァトンおよびクラプラ周辺では，氷河底でマグマが氷と接することによりできたガラス質溶岩・火砕岩の産状を観察し，試料を採取した。他の地域では，地形の困難さに起因する危険性が大きく，左記に示した特徴を持つ岩石を発見・採取することができなかったため，この地域で得られた岩石は大変貴重なものである。

このように，本研究により，多様な年代・環境での岩石試料を採取することができたため，今後の研究の進展が期待できる。

詳細な調査日程を次の表に示す。　（次ページに続く）

期間	場所	目的
8/7-9	レイキャビク	野外調査準備・アイスランド大学研究打ち合わせ

〔7　研究結果・成果（つづき）〕

8/10-13	ミーヴァトン	NVZ 火山帯（ミーヴァトン周辺）の玄武岩質溶岩流調査
8/14	クラプラ	NVZ 火山帯（クラプラ地熱地帯調査）地熱および珪長質溶岩流調査
8/15-16	コーパスケール	NVZ 火山帯（コーパスケール周辺）の玄武岩質溶岩流調査
8/17	クベルフィアットル	新第三紀火山岩風化調査
8/18	アークレイリ	新第三紀火山岩風化調査
8/19	スタドゥル	新第三紀火山岩風化調査
8/20	イーサフィヨルズル	アイスランド最古期火山岩調査
8/21-22	レイキャビク	レイキャネス半島火山調査
8/22-23	ケプラヴィーク - ストックスエイリ	レイキャネス半島火山調査
8/24-25	ストックスエイリ - セルフォス	EVZ 火山帯（ストックスエイリ周辺）溶岩流調査
8/26-27	ヴィーク - ヘプン	バトナ氷河由来堆積物調査
8/28-29	ヴィーク - ストックスエイリ	EVZ 火山帯（ストックスエイリ周辺）溶岩流調査
8/30	レイキャビク - シングベトリル	レイキャネス半島および WVZ 火山帯溶岩流調査
8/31	シングベトリル	WVZ 火山帯および火山帯溶岩流調査
9/1-3	オストラホルン	オストラホルンおよびヴェストラホルン珪長質深成岩体調査 海岸堆積物調査
9/4-5	セイジスフィヨルズル	第四紀～新第三紀火山岩風化調査
9/6-7	レイキャフリーズ	NVZ 火山帯溶岩流調査
9/8	ダールビーク	第四紀火山岩風化調査
9/9-12	クヴェラゲルジ-エイラルバッキ	EVZ 火山帯溶岩流調査
9/13	エイラルバッキ	海岸堆積物調査
9/14	レイキャネス半島	レイキャネス半島溶岩流調査
9/15	レイキャビク	帰国準備
9/16	ケプラヴィーク	アイスランド出国

以　上