

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14023

研究課題名（和文）白亜紀大規模珪長質カルデラ火山群のマグマフラックスの推定と評価

研究課題名（英文）Estimation and evaluation of magma flux for Cretaceous large silicic caldera cluster

研究代表者

佐藤 大介（Sato, Daisuke）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員

研究者番号：80586595

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：兵庫県周辺の白亜紀火山岩類は主に陸上に噴出した珪長質の火砕岩を主体とし、碎屑岩はわずかである。本研究では、地質調査及び年代測定から火山岩類の噴出規模の推定を試みた。火山岩類は、基盤岩との境界部が確認できる場所では両者は断層や岩脈を隔てて接することが多く、火山岩類が同一の岩相でまとまって分布することから、多くは当時のカルデラ火山だった可能性が高い。その活動時期については、兵庫県南部では95-72 Ma、中部では84-71 Ma、北部では68-63 MaのジルコンU-Pb年代値を示し、南部では約85-80 Maに、中部では80-74 Maに年代値が集中する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

白亜紀火山岩類・深成岩類は西南日本に広く分布するが、ジルコンU-Pb年代の報告は、深成岩類に対して火山岩類は限定的である。本研究で、白亜紀カルデラ火山群の当時の沈み方向と同じ西南日本の南北方向の火山活動の時期が明らかになることは、アジア東縁地域における白亜紀火成活動のマグマプロセス及び時空変遷に制約を与え、解明に向けて大きな貢献となる。

研究成果の概要（英文）：Cretaceous volcanic rocks are widespread throughout around Hyogo Prefecture and are composed mainly of silicic pyroclastic flow deposits with minor amounts of clastic rocks. In this study, I attempted to estimate the volcanic erupted rate based on geological survey and radiometric dating. The volcanic rocks are often intruded by the steeply dipping dikes (or faults), which are distributed in along boundaries between the volcanic rocks and the basement rocks, suggesting that many of them were probably caldera volcanoes at that time. The zircon U-Pb ages of the volcanic rocks around Hyogo Prefecture are 95-72 Ma in the southern part, 84-71 Ma in the central part and 68-63 Ma in the northern part, with ages concentrated of ca 85-80 Ma in the southern part and ca 80-74 Ma in the central part.

研究分野：地質学

キーワード：カルデラ 白亜紀 火成活動 西南日本 火山 ジルコン年代

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

日本には大規模珪長質火成岩類が広く分布しており、特に白亜紀火山岩類は西南日本内帯に分布する。この白亜紀火山活動については2つの意見がある。(1) 白亜紀火山岩類は現在も広く分布することから、そのマグマフラックス(単位時間・単位面積あたりの噴出量)は現世(後期新生代)よりも大きかったという考え(弘原海, 1967 など)と、(2) マグマフラックスは現世と同程度で、広く分布するのは火山活動の継続時間が長かったため(20 Myr)という考えである(Yamamoto, 2003)。

1980年以降の研究により、西南日本内帯における白亜紀火山岩類はしばしば当時のカルデラを埋積しており、それに深成岩類が随伴していることがわかってきた。しかし、白亜紀火山岩類の多くは、珪長質で岩相が類似すること、熱水による変質作用や深成岩類による接触変成を被っていることから、個々のカルデラの識別を困難にしている。加えて、放射年代値も変質の影響による若返り年代がしばしば報告される。このように、上述の対立する意見が生じた原因は、白亜紀カルデラ火山の噴出規模、すなわちマグマフラックスを見積もるための精度の高いカルデラ火山の復元や年代情報が十分ではなかったためである。

### 2. 研究の目的

申請者は、これまでの研究で行ってきた地質調査手法で、兵庫県南部の複数からなるカルデラ火山(カルデラ火山群)を認定し、火山層序に基づく個々のカルデラ内部の層準や噴出量を精度良く決定してきた(例えば、佐藤ほか, 2016, 2022)。しかし、現世(後期新生代)のカルデラ火山群とマグマフラックスを比較する上で、申請者の調査範囲は兵庫県南部が主体で、西南日本に広く分布する白亜紀火山岩類を代表するには調査範囲が不十分である。そこで、より広範囲(兵庫県全域)の精度の高い地質・年代情報収集し、白亜紀のカルデラ火山活動が後期新生代のカルデラ火山活動より活発だったのかを検討する。

### 3. 研究の方法

(1) 地質調査: カルデラ火山の存在を詳細な調査で明らかにする。具体的には、兵庫県周辺地域を対象に、カルデラ火山を特徴付けるカルデラ壁崩壊堆積物やカルデラ境界断層またはそれに貫入する環状岩脈を認定し、個々のカルデラ火山の存在とその内部の火山層序及び構造を確立する。

(2) 室内分析・年代測定: 地質調査と並行し、調査で得た岩相区分の妥当性を定量的に評価するために、微小部蛍光X線分析装置による岩石スラブのX線マッピング分析を行い、モード測定及び鉱物粒子測定を行う。また、カルデラ火山群の活動時期と活動継続時間を高精度に決定するために、カルデラ火山群の初期と末期の火山岩層を対象に、変質の影響に強いジルコンのU-Pb年代測定を行う。

(3) マグマフラックスの推定: (1)、(2)から個々のカルデラ火山のマグマ噴出量及び活動継続時間を求め、個々のカルデラ火山のマグマフラックスを求める。同手法を、カルデラ火山群に適用することで、カルデラ火山群の平均マグマフラックスを算定する。

### 4. 研究成果

本研究では白亜紀珪長質火成岩類、特に火山岩類について以下のことが明らかとなった。

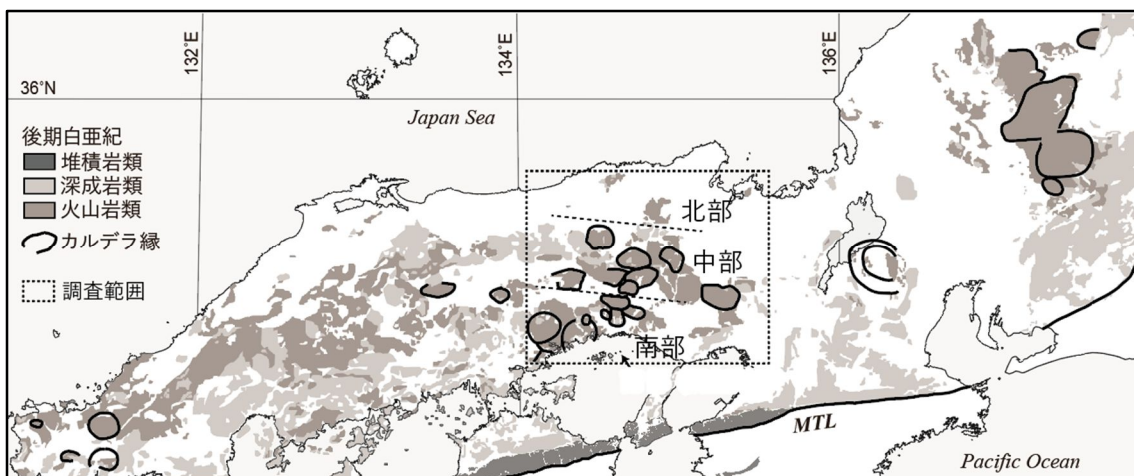
(1) 地質調査: 後期白亜紀の火山岩類と貫入岩類の関係は、一般に火山岩類の活動後に深成岩類が貫入したと考えられてきたが、今回火山岩類が深成岩類を覆う場合があることを確認した。火山岩類は主に陸上に噴出した珪長質の火砕岩を主体とし、碎屑岩はわずかである。火山岩類と基盤岩との境界部が確認できるところでは、両者は断層や岩脈を隔てて接することが多く、これらは当時のカルデラ火山の可能性がある。

調査地域南西部では、後期白亜紀の火山岩類はこれまで地層区分がなされていなかったが、分布、岩相、層序関係及び年代測定から複数の火山岩層に区分した。また、火山岩類と貫入岩類との貫入・被覆の関係から、火山岩類を大きく3つの活動時期に区分した。

調査地域中部では、鴨川層と篠ヶ峰層はともに結晶片に乏しい珪長質な火砕岩で岩相が類似するため、一部地質図では両者の区別がなされていなかったが、本調査で篠ヶ峰層が鴨川層を高角度の不整合面をもって覆うことを確認し、その分布を明らかにした。

調査地域北部では、北部に分布する白亜紀(一部、古第三紀)の火山岩類は矢田川層群と呼ばれ、主に出石や矢田川沿いの地域に分布するとされていた。本調査で兵庫県北西部に深成岩類に貫入される珪長質な火砕岩を新たに見出し、その年代が出石や矢田川沿いに分布する火山岩類と同時期であることを確認した。一方、花崗岩類を覆う珪長質な火砕岩も確認しており、この火砕岩を対象にジルコンU-Pb年代測定を実施したところ既存の地質図で推定されていた年代より

明らかに若い年代が得られた。



図．上部白亜系及びカルデラ火山の分布図

(2)年代測定：火山岩類の活動時期について、個々のカルデラ火山の活動時期とカルデラ火山群の活動継続時間を決定するために、カルデラ火山群の初期と末期の火山岩層を対象にジルコンU-Pb年代測定を行った結果、兵庫県南部では95-72 Ma、中部では84-71 Ma、北部では68-63 Maの年代値を示した。個々の火山岩層について、南部では約85-80 Maに、中部では80-74 Maに年代値が集中している。個々の火山岩層の活動時期は概ね1 Myr 以内の短期間で起きていたことを確認し、Sato et al. (2016)を支持する結果が得られた。なお、得られた年代値は層序・貫入関係とも矛盾しない。

(3)マグマフラックスの推定：カルデラ火山の噴出規模を明らかにすることを目的に、個々のカルデラ火山の層厚を見積もるために火山岩類及び花崗岩類を対象に鉍物のEPMA分析を実施した。しかし、火山岩類については苦鉄質鉍物に変質しており、十分なデータを得られなかった。そこで便宜的に層厚を仮定してマグマフラックスと活動継続時間を見積もった結果では、白亜紀カルデラ形成に伴うマグマフラックスは、後期新生代の東北日本やアンデス火山帯のカルデラ形成に伴うマグマフラックスに比べて大きな値を示しており、タウポ火山帯やイエローストーンに比べると小さな値を示すなど、Yamamoto (2003)とは異なる結果が得られた。今後、より正確なデータを得るために本科学研究で得られたデータの詳細な解析と総合的解釈を進めていき、データが揃い次第、学術論文として公表する。

#### <引用文献>

Sato, D., Matsuura, H. and Yamamoto, T. (2016) Timing of the Late Cretaceous ignimbrite flare-up at the eastern margin of the Eurasian Plate: new zircon U-Pb ages from the Aioi-Arima-Koto region of SW Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 310, 89-97.

佐藤大介・山元孝広・高木哲一(2016)播州赤穂地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。産総研地質調査総合センター, 68p。

佐藤大介・脇田浩二・宮地良典(2022)和気地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。産総研地質調査総合センター, 106p。

Yamamoto, T. (2003) Lithofacies and eruption ages of Late Cretaceous caldera volcanoes in the Himeji-Yamasaki district, southwest Japan: Implications for ancient large-scale felsic arc volcanism. *Island Arc*, 12, 294-309.

弘原海 清(1967)西南日本内帯における後期中生代火山岩類の噴火に関する諸問題。地団研専報, no. 13, 25-32, 49-50。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 羽地俊樹、佐藤大介、仁木創太、平田岳史	4. 巻 129
2. 論文標題 兵庫県北西部，但馬御火浦の下部中新統八鹿層の盆地構造・堆積年代・古応力	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 223 ~ 238
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5575/geosoc.2022.0053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 羽地俊樹、工藤 崇、佐藤大介、仁木創太、平田岳史
2. 発表標題 兵庫県北西端，浜坂地域の第三系層序の改定：中新統七釜層，鮮新統千谷火山噴出物および鐘尾火砕流堆積物の提案
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会（東京、早稲田大学）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤大介
2. 発表標題 20万分の1地質図幅「京都及大阪」地域に分布する白亜系
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会（京都、京都大学）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮崎一博、池田 剛、佐藤大介
2. 発表標題 構造化地質図とマグマ移流モデルによる領家コンプレックスの熱物質収支評価
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山中良平、佐藤大介	4. 発行年 2023年
2. 出版社 赤穂市教育委員会文化財課	5. 総ページ数 188
3. 書名 みかんのへた山古墳群発掘調査報告書	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------