

カルデラ形成噴火の発生時期と 海水準変動に伴う地殻内応力の変化との関係

研究代表者 共生システム理工学類 (生命・環境学系) 長橋 良隆

1. 研究の目的と方法

この研究は、平成21~23年度・科学研究費補助金(基盤研究(B))を得て実施した。研究組織は、研究代表者1名と、連携研究者1名である。

カルデラとは、大量のマグマが噴出することによってできた巨大な凹地である。カルデラを形成するような巨大噴火では、必ずといって良いほど日本全域を覆うような広域テフラ(火山灰)層が形成される。湖底堆積物や海底堆積物は、このようなテフラ層を良好な状態で保存しているため、カルデラ形成噴火の時期と規模を長期にわたって高精度で明らかにすることができる。

そのために、カルデラ形成に起因する九州の大規模火砕流堆積物や海底堆積物コアに挟まる広域テフラ層の層序学的・岩石学的研究を行った。テフラ層の岩石学的検討からは、給源火山もしくは給源火山地域を推定することができる。また、給源火砕流堆積物の年代測定を行い、堆積物コアの年代モデルとあわせて、第四紀の爆発的火山噴火史を構築する。

本研究で明らかになる分析成果のうち、系統的に明らかにするものは、テフラ層や火砕流堆積物に含まれる火山ガラスの主成分元素組成である。これには、エネルギー分散型EPMA(SEM-EDS)を用いるが、分析装置や研究機関により分析値に差異があることが問題とされていた。我々は主成分元素組成の異なる火山ガラスを6種類準備し、それを蛍光X線分析装置とSEM-EDSの両方で分析し、蛍光X線分析の分析値を真の値とみなして、EDSによる分析値を補正する方法を提案している(長橋ほか, 2003, 第四紀研究)。この方法を適用すれば、分析装置・分析条件が異なる場合でも、EDS分析結果を直接比較しうる値に補正できることを確認している。したがって本研究によるEDS分析結果は、他と比較する際の標準となる分析結果を提供できる。

2. 研究成果の概要

(1)EDS分析システムの更新と調整

本研究経費で更新したEDSシステム(図1)では、当初の計画通りSEMのステージを自動制御のうえ、EDS分析を自動で行うことが可能になった。ただし、取り付けるSEM本体が古いため、インターフェースを特注することになった。ステージ移動の機械精度に限界があり、10 μ m程度の誤差があるが、細粒砂程度の火山ガラスや鉱物については問題なく自動分析が行える。また、分析結果についても、標準としている鉱物や火山ガラスを多数分析し、従来以上に精度良くまた短時間で分析できることを確認した。よって、テフラ層についての岩石学的分析を効率的に進めることができるようになった。



図1 更新したEDS検出器

(2)九州の鮮新世から中期更新世火砕流堆積物の岩石学的特徴

大分県・宮崎県・鹿児島県の鮮新世~中期更新世の火砕流堆積物について、合計85試料を採取した。これらの試料は非溶結試料と溶結試料があり、非溶結試料は軽石と火山灰に分けて分析の前処理を行った。非溶結の火砕流堆積物試料については、SEM-EDSによる火山ガラスの主成分元素組成を明らかにした。その結果、南九州のものは中カリウム系列に、中部九州のものは高カリウム系列に属することが分かった(図2)。また、火砕流堆積物の年代測定は、鹿児島県の鮮新世~中期更新世の火砕流堆積物4試料に対して、フィッ

ジョン・トラック年代測定を行った。さらに、これと同一の1試料と宮崎県の中期更新世火砕流堆積物の1試料の合計2試料について、K-Ar年代測定を行った。

以上述べた火砕流堆積物は遠方に拡散した広域テフラ層を形成した可能性が高く、大阪地域や房総半島などの鮮新・更新統や海底堆積物コア中において広域テフラ層を同定するための参照標準（岩石学的特性および年代）として重要である。

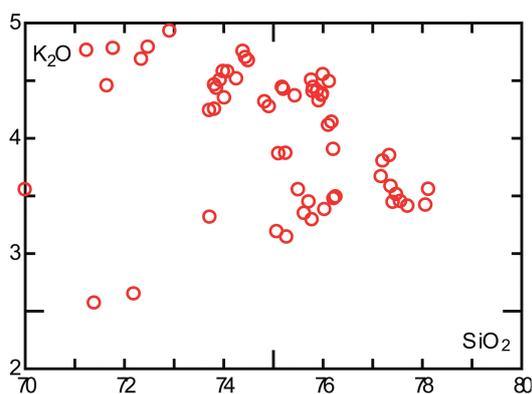


図2 九州における鮮新世から中期更新世火砕流堆積物の火山ガラス主元素組成

(3) 日本海の海底堆積物コアに挟まるテフラ層の岩石学的特徴

日本海の海底堆積物コアに挟まるテフラ層については、鳥取沖の過去64万年間のコア（MD01-2407：Chun et al., 2004；Kido et al., 2007）に挟まる22層のテフラ層についてSEM-EDS分析を行った。テフラ試料は、韓国の研究協力者から提供していただいた。既に公表されているATやAso-4などの広域テフラ層の同定を再確認するとともに、陸域の広域テフラ層との対比が未だなされていない試料についても分析結果を得た。その他にも、連携研究者からは、日本海の海底堆積物コア試料の後期更新世から完新世のテフラ試料の提供を受けた。そのうちの37試料についてSEM-EDS分析を行い、8カ所のコア試料間におけるテフラ対比を構築した。

以上の分析結果を含む研究は検討途上であるが、日本海海底堆積物コアにおける過去64万年間の広域テフラ層の層序と陸域の広域テフラ層との対比について新たな知見が得られる見通しを得た。また、日本海の後期更新世から完新世のテフラ層序とその編年学的研究を進めることにより、カルデラ形成噴火だけでなく、プリニー式噴火によるテフラ層と海水準変動との関係を詳しく検討できる。

(4) 南海トラフ・リファレンスサイトのテフラ層の層序と岩石学的特徴

2010年12月13日～2011年1月10日に、IODP ちきゅう Exp. 333研究航海に乗船研究者として参加した。この研究航海では紀伊半島沖南海トラフの3サイトでコア試料を採取した。このうちSites C0011とC0012は、南海トラフ掘削計画において、沈み込む前の物質の年代・物性・組成を知るリファレンス（インプットサイト）として位置づけられている。また、Site C0018は深海斜面において海底地すべり堆積物の採取を目的として実施した。

3サイトから採取した合計356個のテフラ試料（C0018：88試料、C0011：188試料、C0012：80試料）について、卓上走査電子顕微鏡による火山ガラスの形態撮影（図3）、SEM-EDSによる火山ガラスと斜方輝石・角閃石の主成分元素組成分析を行った。これらテフラ層のデータの整理を行い、標準層序となるC0011サイトのテフラ層と陸域の広域テフラ層との対比について検討した。

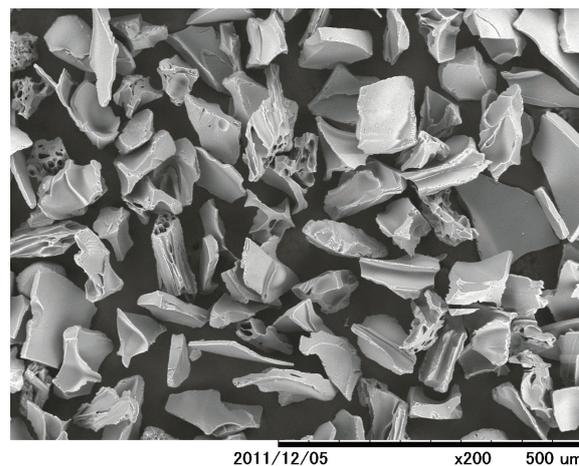


図3 火山ガラスの2次電子線像

その結果、船上で対比したアズキ火山灰層・ピンク火山灰層と太田火山灰層以外に、20層のテフラ層が大阪層群・古琵琶湖層群・東海層群・上総層群のテフラ層と対比されることが分かった。また、爆発的噴火史の観点では、火山ガラスの主元素組成において高シリカ・低カリウム組成のテフラ層が比較的多く挟まることが明らかになった（図4）。これは、陸域のテフラ層ではあまり知られていない特徴であり、おそらく伊豆-マリアナ弧起源のテフラ層と考えられる。C0011コア試料は過去約800万年間のテフラ層を保存しており、今後、他のテフラ層と合わせて、その年代と頻度を明らかにすることにより、西南日本のカルデラ火山

や伊豆-マリアナ弧の火山の爆発的噴火史を検討することができる。

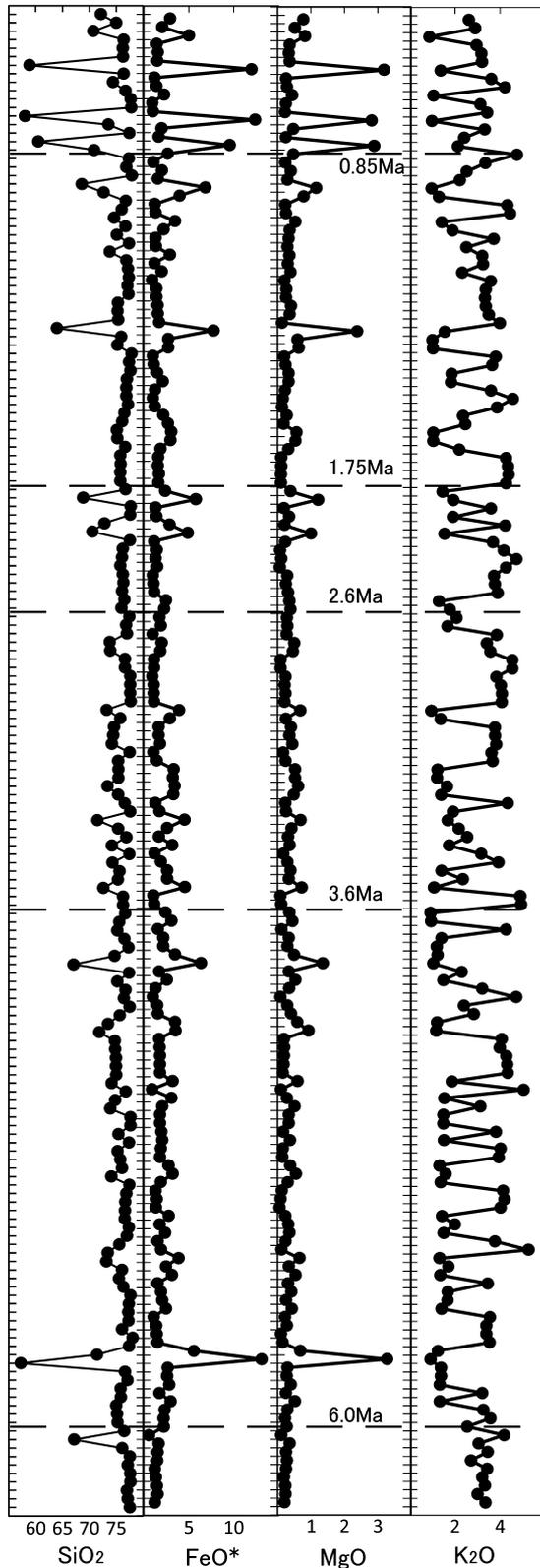


図4 南海トラフ・C0011コアに挟まるテフラ層の火山ガラス主元素組成 Maは100万年前を表す。

3. おわりに

以上述べた研究成果と近畿地方のテフラ層の層序・岩石学的特性と広域テフラ層の編年から、過去120万年間に九州のカルデラ形成に関与した広域テフラ層が26層あること、東北のカルデラ形成に関与した広域テフラ層が5層あることが判明した(図5)。しかもこれらの広域テフラ層は相対的な低海水準期に多く挟まれる。第四紀にわたってカルデラ形成噴火の層準と海水準変動曲線との対応を精確に明らかにすることにより、広域テフラ層の時間指標層としての活用だけでなく、カルデラ形成噴火の規則性の検討および将来予測に資することが可能となる。

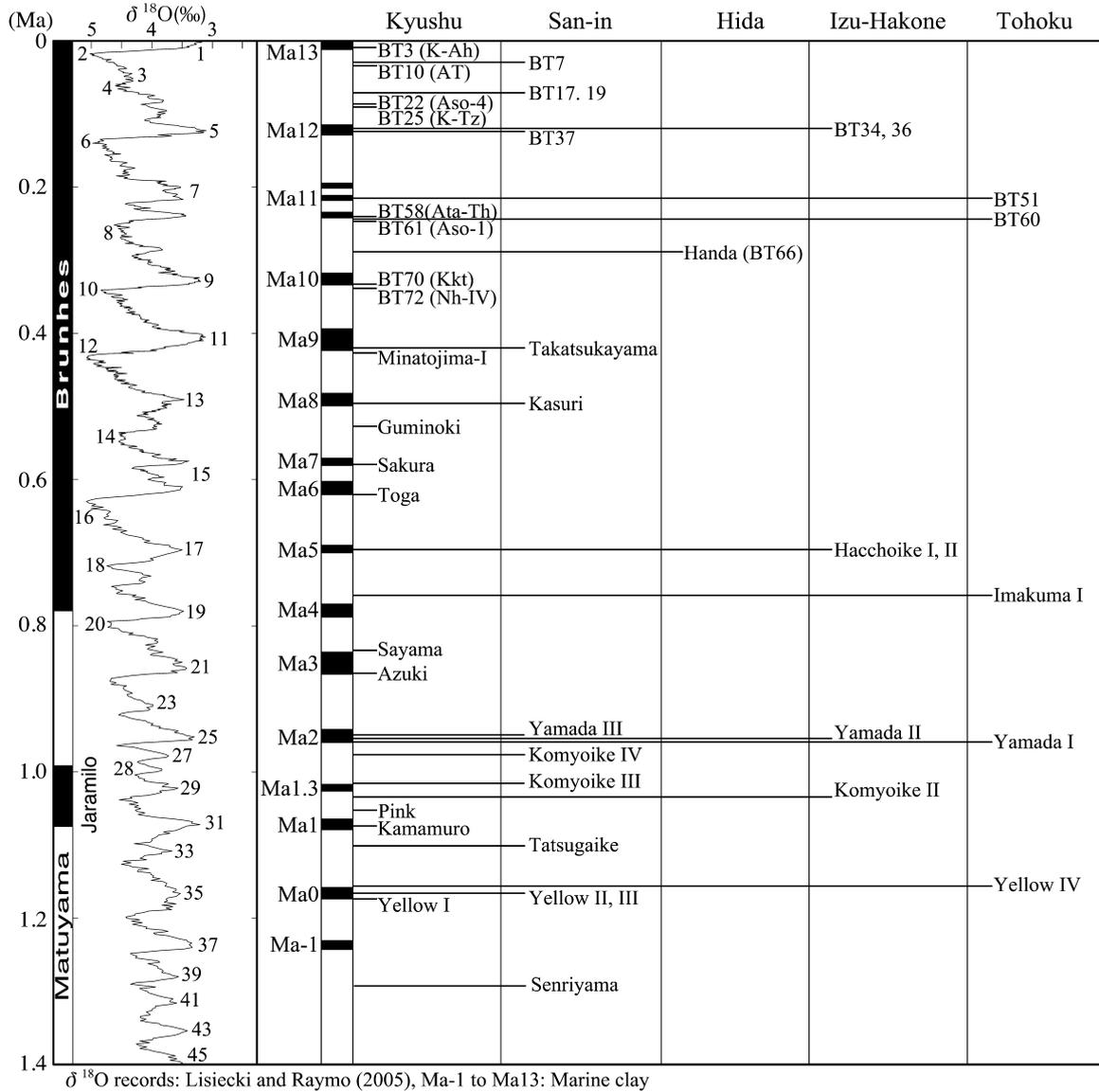


図5 近畿地方のテフラ層序に基づくカルデラ形成噴火の給源地域とその層位的位置
 図は左から順に、年代（1 Ma = 100万年前）、古地磁気層序、酸素同位体比曲線、大阪層群の岩相層序（ここでの Ma は海成粘土層を表す）と給源地域別のテフラ層の名称を表す。