

# 丙第439号証

カルデラを生じるような大型火碎噴火はバソリスをつくるような大規模なマグマ溜りの活動であり、地殻形成の主要プロセスの1つである。



大規模カルデラ噴火  
—そのリスクと日本社会—

## カルデラ噴火の 地学的意味

荒牧重雄

カルデラとは、地表にある火山性の円形の窪地で、直径が火口よりもはるかに大きいものを言う。カルデラは単純な噴火では出来ず、何か特別な要素が加わったために凹地形が拡大されたものと定義され、通常直径が約2km以上であり、最大のものは50km以上に達する。その要素の中で最も多いのが、大規模な火碎噴火である。火碎噴火はマグマが噴火中に粉碎されて火山灰や軽石として空中に放出されるタイプの噴火である。大規模な火碎噴火では、多くの場合火碎流が発生し、火口の周囲から放射状に地表を流走し、広大な面積を覆う。

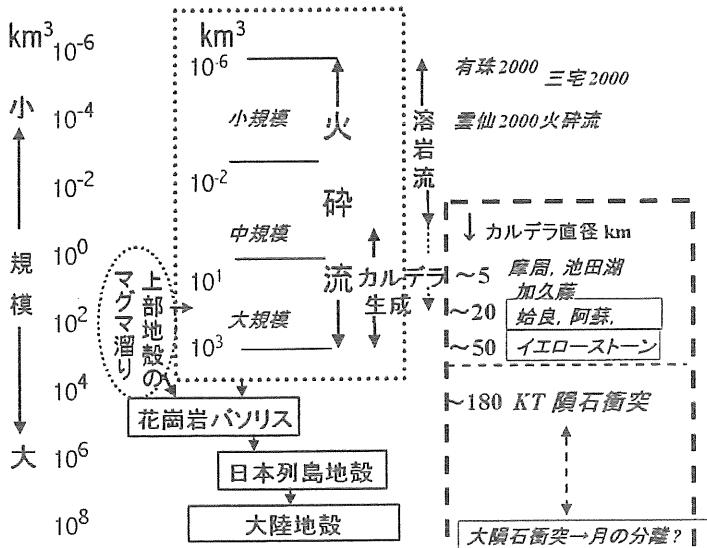
火碎流自体の規模は極めて小さいもの（マグマ噴出量が $10^{-6} \text{ km}^3$ ）から極めて大きいもの（同 $10^3 \text{ km}^3$ ）まである。ダイナミックレンジが大変大きな地上現象である。発生頻度は火碎流の規模に逆比例する。すなわち、規模の小さな火碎流は頻繁に発生するが、大規模なものは稀にしか発生しない。小規模火碎流の例は1991年の雲仙普賢岳の火碎流である（マグマ噴出量が $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ km}^3$ ）。

このような小規模な火碎流ではカルデラは生じない。火碎流の規模が $10^{-1} \text{ km}^3$ を越えると火口周辺が陥没して小さなカルデラを生じる。噴出量規模が $10 \text{ km}^3$ ではカルデラの直径が数kmとなる。十和田カルデラ、摩周カルデラ、洞爺カルデラなどがその例である。噴出マグマの量が $10^2 \text{ km}^3$ では直径20～30kmのカルデラが生じ、屈斜路、阿蘇、姶良カルデラがその例である。地上で知られている最大級のカルデラは直径50kmくらいあり、マグマの噴出量が $10^3 \text{ km}^3$ になると生じる。北米のラガリータ、サンホアン、イエローストーンなどのカルデラがその例である。

カルデラを形成する大規模火碎噴火の特徴は、地下数kmにあるマグマ溜まりに存在していた大量の珪長質マグマが発泡し、急激な体積の膨張とともにマグマの一部が地表に噴出するというメカニズムにある。 $1,000 \text{ km}^3$ を越えるようなマグ

あらまきしげお：東京大学名誉教授

図1 火成活動のスケール.



マが短時間に噴出するためには、その何倍もの量の液体マグマがその時点で地下のマグマ溜まりに蓄えられていなければならない。

そのような量のマグマが地表に噴出せず、地下浅所（上部地殻）で固結したものが「バソリス」と呼ばれる大型花崗岩体である。

沈み込み帯に沿って形成される島弧・陸弧の中軸部（いわゆる造山帶中軸部に相当）では、上部マントルで発生した玄武岩質マグマが大量に地殻下部に付加されるが、その熱により地殻下部が部分融解して珪長質マグマが発生する。その珪長質マグマは上昇して地殻上部（深さ 10～数 km）に達し、マグマ溜まりを形成する。これが大型のカルデラをつくる火碎流噴火のマグマの元であると考えられる。

バソリスと呼ばれる巨大岩体は、長さ数百 km、幅数 10km の広さがあるが、それは一様の単一岩体ではなく、直徑数～30km くらいの火成岩体の集合であることがわかっている。個々の火成岩体は、大型カルデラを生じるマグマ溜まりに相当するものであり、地殻上部にある珪長質マグマの一部は火碎噴火によりカルデラを形成し、周囲に厚い溶結した火碎流堆積物を展開し、残りのマグマはそのまま固結して上部地殻を成長させると理解

される。

大型の火碎噴火と、その結果生じる大型のカルデラの生成機構から結論されることは、多くのマグマ溜まりの天井は極めて浅いところにあり、マグマ溜まりの縦横比（アスペクト比）は極めて低い（扁平である）形状を示すことである。これは、噴火せずに地下で固結した珪長質火成岩体の形状が扁平であるという最近の地質学的知見と調和する。

環太平洋地域のような沈み込み帯の火山活動は、中間的な化学組成（安山岩質）のマグマで特徴づけられるとされてきたが、上に述べたような珪長質マグマの噴出量は決して少なくなく、等量の重みを持つものとして考えられるべきものである。ただし、「バソリスは花崗岩質」という表現から、安易に極端な珪長質の化学組成を考えるのは正しくない。おそらくバソリスの平均組成は花崗閃綠岩質であり、火山岩で言えば、ディサイトないし珪長質安山岩に近いものかもしれない。もしそうであるなら、島弧型の日本列島第四紀火山岩の平均的組成に近いものかもしれない。

大型火碎噴火によるカルデラ形成活動は、地下におけるバソリス性岩体の形成作用と組にして、大陸縁における大陸性地殻の形成・拡張作用の基本として理解されるべきものである。□