

炭酸水冷凍によるブルカニアン噴火の展示実験

Demonstration of vulcanian eruption by means of freezing bottles of soda water

三宅 康幸 [1]

Yasuyuki Miyake[1]

[1] 信大・理・地質

[1] Dept.Geology, Fac.Sci.,Shinshu Univ.

マグマが冷却されて結晶化が進行することにより残液中の水の濃度が上昇して爆発に至る、一種のブルカニアン噴火を実験で見せるための炭酸水冷凍爆破実験について紹介する。

用意するもの：ドライアイス数 kg，一級エタノール3リットル，ガラス瓶入りサントリー炭酸水数本，アクリル製防護壁

手順：発泡スチロールの箱にドライアイスを10cm角くらいの大きさに砕いて入れておく（砕く際に軍手をして火傷をしないように十分気をつける）。この箱にサントリー炭酸水の瓶数本をしっかりと立てる。そしてエタノールで瓶が肩まで浸かるようにする。決して瓶口までエタノールに浸かったり、瓶が倒れてアルコール中に沈むことがないようにしっかりと立てておく。すると炭酸水が凍って、遅くとも20分、早ければ2分30秒ほどで、瓶のスクリュウ式蓋を吹き飛ばす爆発をする。発泡スチロールの箱が入るアクリル製防護壁（高さ1m，幅50cmくらいで3面を囲み、アクリル板の天板で蓋をしておく）の中で行うこと。

実験の意味：炭酸水の凍結が進行すると、炭酸ガスが残った水のほうに選択的に濃集していき、飽和量を超えると発泡して爆発する。因みに、炭酸水を水道水に入れ替えてしっかりとスクリュウ栓を閉じた状態のものも冷凍させてみたが、これは爆発しない。つまり、水が凍って体積が膨張しただけでは爆発はしない。炭酸水中の炭酸ガスが発泡することが爆発の主因である。

爆発の成否：10本の試行で、7本はパーンという轟音とともにスクリュウ栓を吹っ飛ばした。屋外で天板なしで実験したところ、校舎4階の高さまで栓は飛び上がった。前・左右3面と天井を閉じた防護壁の中で行った実験でも、栓はアクリル板に複数回跳ね返り、空いた後面から勢い良く飛び出してくるので注意が必要。10本中2本は不発に終わったが、取り出して栓をねじ開けると、勢い良く発泡して水が噴き出した。10本中1本はエタノール中で横倒しになり、爆発時に瓶が割れてガラス片が吹き飛んだ。なお、爆発に至る時間は条件により異なる。エタノールを使用しないと1時間以上かかる。エタノールを使うと熱移動効率が良くなって20分ないし2分で爆発する。同じ試行では入れた瓶はほとんど同じ時間で爆発する。

安全性：サントリーの炭酸水のガラス瓶は比較的強度が高く、しかもビニールフィルムで囲んであるために瓶のガラスが砕け飛ぶ危険性は少ない。しかし瓶が割れることもあるので、アクリル製の防護壁が必要である。またスクリュウ栓も勢い良く飛ぶので注意を要する。ビール瓶を使用した試行では瓶が割れてガラス片が飛び散るが、その割に轟音は大したことがない。

教育効果：マグマが固結して無水鉱物を晶出することによってマグマ残液中の含水量が高まり、いずれ飽和量に達して発泡し爆発する（第二沸騰）という現象を実験で見せることができる。マグマが冷えて爆発するという一見逆説的な現象が興味を引く。火道を上昇するマグマにおいて圧力の低下のために脱ガスが起こることで結晶化が急速に進み、爆発に至るといったブルカニアン噴火多くの場合のプロセスのうち、上昇による圧力低下と脱ガス過程は見せられないのだが、その後の現象を見せることができる。