

火山爆発における圧力解放と物体放出に関する実験的研究

An Experimental study on the process of pressure release and pyroclastics ejection on volcanic explosion

加藤 鮎 [1]; 後藤 章夫 [2]; 小川 俊広 [3]; 谷口 宏充 [4]

Ayu Kato[1]; Akio Goto[2]; toshihiro ogawa[3]; Hiromitsu Taniguchi[4]

[1] 東北大・理・地球惑星物質科学; [2] 東北大・東北アジア研セ; [3] 東北大流体研; [4] 東北大・東北アジア研セ

[1] Inst. Mineral. Petrol. & Econ. Geol., Tohoku Univ.; [2] CNEAS, Tohoku Univ.; [3] IFS, TOHOKU UNIV; [4] CNEAS, Tohoku Univ

火山爆発における噴出物の速度や圧力波の振幅は、爆発圧力を反映すると考えられ、それぞれの観測から爆発圧力の推定も行われている(例えば、井口ほか,1983, Megan,1997)。しかし、その関係は必ずしもよく理解されておらず、同じ爆発に対する推定値が食い違う例もある。

爆発源の状態と、その結果生ずる表面現象の関係を明らかにするため、ダイナマイトを用いた野外爆発実験(例えば Ohba et al.,2002) や、高圧ガスを用いた室内実験(後藤ほか,2005,2006)が行われている。本研究では、後藤ほかの装置で砂の粒径を変えた実験を行い、高圧ガスと噴出物の相互作用が表面現象にどう影響するのかを考察した。

実験装置は、一辺約1 mの立方体コンテナと、その底部に据えられたガスを貯留・解放するチャンバーからなる。チャンバー内寸は、直径50mm、高さ50mmに固定し、噴出口径を10mm~40mmまで10mmに変えた。これを粒径均一の砂で覆い、噴出口に張ったセロファン膜を針で破ることにより、高圧ガスを解放し、砂を吹き飛ばした。チャンバー内の初期圧力は0.25MPaまたは0.51MPa、チャンバー上の砂の厚さは27mmまたは64mm、砂の粒径は0.4mmまたは0.8mmとした。ガス噴出に伴う砂の飛散状況は高速度ビデオカメラで撮影するとともに、チャンバー内外の圧力変化を計測した。3つのデータは、同一のトリガー信号によって同期させた。初期圧力や砂の厚さに比べ、噴出口径による表面現象の違いが顕著であったため、以下では噴出口径と新たに着目した粒径による変化について述べる。

すべての実験で、チャンバー内圧はガス噴出開始から完了まで滑らかな減圧を示した。チャンバーの周囲には破膜の衝撃に対応するパルスと、それに続くガス噴出に対応すると考えられる圧力波が到達した。最初のパルスは、噴出口径が小さいほど、また砂の粒径が小さいほど、その振幅が小さかった。それに続く圧力波は、噴出口径が大きいときは長周期の一山であったのに対し、小さいときは弱い長周期の波の後に強い短周期の波が続いた。また砂の粒径が小さいほど振幅が全体に大きかった。大口径での噴煙はドーム状であり、初速を得て上昇し始めた後は時間とともに減速したのに対し、小口径での噴煙は、ドーム状に上昇し始めた後、下から空気の塊に押し広げられたかのように先端が開き、その頂上昇速度は再加速した。しかもこの後、同じ高度での速度が大きくなった。小口径でのガス噴出は短周期波の減衰時まで連続的に続いたことが、チャンバー内圧の記録より確かめられ、また短周期波の発生時刻が噴煙上昇の再加速に対応していることがわかった。このことから、チャンバーからのガス噴出は連続的であったが、まず長周期の波に対応する少量のガスが表面に噴出し、それがガスの効率的な通路を確保することで、短周期の波に対応するその後の噴出が起こり、さらなる砂の加速があったと考えられる。

これらのことは、砂とガスの相互作用が爆発による表面現象を大きく支配することを示唆する。実際、ガスとの相互作用がより強いと考えられる、粒径の小さい砂を用いた実験のほうが、噴煙の上昇速度は大きく、またガス噴出に対応すると思われる圧力波の発生が遅かった。

以上から、火山爆発では高圧ガスと噴出物の相互作用に関連した、ガスの噴出効率が表面現象を大きく支配し、噴出効率が低いときは、パルスが弱くなる一方、噴出速度は、ガスの段階的噴出による再加速のため大きくなりうると考えられる。