



火山地形の形成過程を見る

東京理科大学 教養教育研究院 野田キャンパス教養部 教授 関 陽児

1. 火山噴火と火山体

地下に存在するケイ酸塩溶融体である高温高压のマグマが地上に噴出する現象が火山活動であり、その過程を火山噴火、それにより形成された地形を火山体と呼ぶ。火山噴火で噴出される物質が火山噴出物で、それが溶岩と火山砕屑物と火山ガスに大分される。それらと噴火との関係を見ると、溶岩が溶岩流として、火山砕屑物が噴煙または火砕流として、火山ガスは多寡

あるものの普遍的に放出される。火山噴出物が累積した地形が火山体だが、その形成では「積み重なる」だけではなく、「崩れ去る」過程も重要で、火山体全体の形状や火山災害と密接に関係する。今回は、すでにこのコーナーで紹介したジェットポンプで「積み重なる」様子を、「流動床」で「崩れ去る」様子を再現し、火山地形の形成に通底する「堆積」と「崩壊」の過程を感覚的に理解する実験装置を紹介する。

2. 火山地形形成装置の基本的な考え方

多くの地学現象と同様、火山の噴火も教育現場において自然と同一の現象を生起させることができない。なぜなら、山体の規模は数 km に達し、多くの複成火山の活動期間は数万年を超え、マグマの温度・圧力は 1000℃・数千気圧に達するからである。初学者に火

山の全体像を理解させるためには、指標となる一部の要素に注目した実験が有効である。本実験もそうした考えに立脚し、火山地形形成に際しての「運動」を視覚的に訴求することを目的としている。言い換えれば、規模・時間・温度・圧力・物質・機構等は、実際の過程とは異なることをご理解いただきたい。

3. 実験装置の基本構造

装置は、地形形成槽、噴出装置設置槽、送気装置・送気管に大別される。模擬地形の構成物質として、発泡スチロールの小球(以下「小球」)を用いる。小球は、送気装置で発生させた空気の流れにより運動する。

地形形成槽は、小球を堆積させ、また崩壊流下させる場であり、細長い観賞魚用水槽(間口 60 cm ガラス製、底板は樹脂製)を用いる。縦軸方向にベニヤ板で鉛直に二分割し、手前を観察槽、奥側を配管スペースとする。樹脂製の底板には、噴出管、流動化発生装置、送気管等のための必要な小孔を設け流動化発生装置を装着する。流動化発生装置は、緩衝用スポンジを介在させて上向きの均質な気流を発生させる装置(関、本誌 433 号参照)を用いる。

噴出装置設置槽は、地形形成槽と同一の水槽を用いる。細長い水槽の一端付近に噴出装置を設置し、地形

形成槽の底板に開けた孔から噴出口を突き出させる。この槽はまた、噴出させる小球の貯留待機槽の役割ももつ。噴出装置は、塩ビ製のジェットポンプを用いる(関、理科大教職教育研究第 4 号参照)。

送気装置・送気管として、噴出装置の噴流駆動には作業用ブロワーを、流動化発生装置の励起用送気にはヘアドライヤーを用いる。送気装置から各装置への送気は、洗濯機用排水ホースを用いる。送気装置の出力の微調整には、小型のスライダックが便利だが、なければ T 字管を用いて排気ラインの抵抗を調整しても良い。

これらの装置の製作や組み合わせ方については、特に決まりがあるわけではないので、読者の教育・作業環境に応じて適宜ご対応いただくのがよいと考える。用具として、樹脂製板の穴あけ加工には、電工ドリルとホールソーが、直線切断には樹脂用切断刃をつけた電動グラインダーがあると重宝する。

4. 実験の進め方

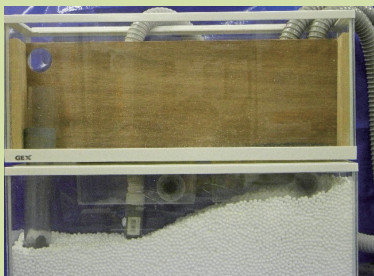
実験はシンプルで、噴出管から噴出された小球が降り積もって重なっていく堆積過程と、堆積終了後または進行中に流動化発生装置により、いったん堆積した小球が崩壊して流下する過程の 2 種類の観察である。

単調な堆積過程では、小球の安息角である斜度 35°

前後の一定傾斜の斜面(プリンの断面形)が形成される。噴出速度や総量にかかわらず、堆積物が安息角をもつ斜度一定の斜面を形成することに気付かせたい。

堆積物が大きく成長して堆積過程を終了させたら(それ以前でも構わないが)、流動化発生装置に送気して堆積斜面を不安定化させる。この際、スライダック等

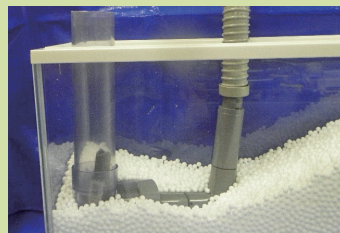
を用いて、流動化の程度と範囲を徐々に拡大させていくと、山腹斜面が徐々に崩壊していく様子が臨場感をもって観察できる。実際によくみられる火山体の姿を思い起こさせて、多くの火山体が堆積過程だけで形成される「プリン」様なのか、崩壊過程も寄与する「山頂から離れるとともにだんだんなだらかになる」斜面なのかを考えさせたい。



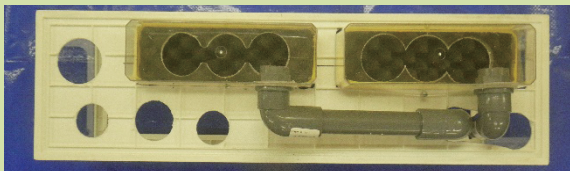
【写真1】 装置の全体。上段が地形形成槽、下段が装置設置槽。装置設置槽には実験開始前の小球を貯留する。左端が小球の噴出装置。



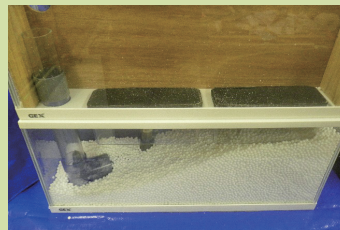
【写真3】 地形形成槽の側面。底部に装着された二つの箱状の装置は流動化発生装置で、送気管が接続される。噴出装置設置槽と同一の水槽を用いることで、上下にピッタリ重なる。



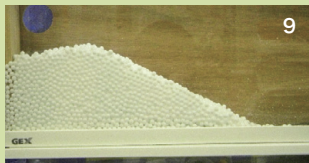
【写真4】 小球噴出装置。左端の透明管が噴出管、右側のホースが送気管。送気が一定の勢いに達すると、噴出管下端の導入孔から小球が吸引され、上方に噴出される。



【写真2】 地形形成槽の底面。二つの箱状の装置は流動化発生装置で、送気管が接続される。左側の穴は、噴出管、噴出装置の送気管、小球の戻り通路など。



【写真5】 組立てが終わり、小球の噴出を待つばかりの装置。これから噴出を始めると、下段の水槽に貯留されている小球が、左端の噴出管から噴出されて上段の地形形成槽内に堆積していく。地形形成槽底部に見える二つの黒い長方形は、流動化発生装置のスポンジ面。



【写真6,7,8,9】 噴出装置から噴出された小球が徐々に地形形成槽内に堆積していく様子。堆積体が一定の大きさに達すると、その斜面は一定の斜度（安息角）をなすのでプリンの断面様の形となる。



【写真10,11】 小球が大きな堆積体を造ってから、その「足元」に仕込んだ流動化発生装置を起動して、斜面を不安定化させる。安息角のかなり急だった斜面は、次々と崩れてなだらかな斜面へと変化する。



【写真12】 流動化発生装置を作動させて斜面が崩れていくときの俯瞰。崩壊した小球の先端部は、画面の右端のスリットから、下の槽へ落下する。

5. 改めて、自然との対応関係

世界の活動的火山の約1割が座すわが国では、火山活動の実態を正しく知ることは、防災を筆頭としてさまざまな側面で有益である。火山は、単発の噴火で終わる小規模な単成火山と、多数回の噴火そして多くの場合は山体の崩壊を伴う複成火山に大別される。

この実験で、堆積過程だけで形成される「プリン」様の堆積体は、伊豆の大室山や阿蘇の米塚のような単成火山と類似しており、単発の噴火により堆積した火山砕屑物が造る地形である。裳裾を引く秀麗な山谷を

見せる富士山は、堆積作用だけではその地形の形成過程が説明できず、崩壊や火山砕屑物の流下現象が、山体形成に重要な役割をもっていたであろうことが、この実験を通じて理解できよう。防災の観点からは「高く積んだモノはいつか崩れる」ことに留意すべし、ということになる。近年では火山ハザードマップにも、「岩屑流」「山体崩壊」などの言葉が使われている。この種の実験を活用することが、ハザードマップの理解にもつながることを期待したい。