

## 降灰後の土石流発生に関わる火山灰特性（軽石の堆積密度）について

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター ○小尾 亮, 藤沢康弘, 厚井高志\*, 池田暁彦  
国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 堤 宏徳\*\*, 山本陽子\*\*\*

\*現 北海道大学 広域複合災害研究センター

\*\*現 国土交通省 九州地方整備局 建政部

\*\*\*現 国土交通省 九州地方整備局 福岡国道事務所

### 1. 背景と目的

火山噴火による降灰があると、その地域では、降灰のない地域あるいは降灰のない時期に比べ、より少ない降雨で土石流が発生する傾向となることが知られている(池谷ら, 1995)。こういった降灰後の土石流発生メカニズムについては、直接的な誘因となる雨量だけでなく、火山噴出物の堆積量や特性(層厚, 粒径, 孔隙・空隙, 固化成分)等の様々な要因が複雑に関与していることが指摘されている(厚井ら, 2013)。

近年では、細粒火山灰が堆積した三宅島 2000 年噴火時に、少ない降雨で土石流が発生した一方、軽石主体の噴出物が堆積した新燃岳 2011 年噴火では、その後の降雨で土石流は発生せず、比較的規模の大きい降雨時に単発的に土砂移動が発生した。藤沢ら(2018)は、近年国内で発生した噴火降灰後の土石流発生事例を収集し、データ数は少ないものの、“堆積物が細粒火山灰であるか、軽石であるか”の違いに着目した際に、堆積物が軽石主体である場合、土石流発生限界の雨量値が大きくなる傾向があることを示した。

このように、火山噴出物の主体が軽石である場合、土石流発生の急迫性は相対的に低くなると考えられるものの、降灰後土石流の実績データの少なさもあり、未だ統計的な解明が進んでおらず、今後の火山灰特性と土石流発生に関するデータ収集の必要性が強調される場所である。本研究では、火山噴出物の土石流発生への影響把握にむけた基礎的なデータの蓄積を目的とし、有史以降の噴火によって堆積した軽石堆積物の堆積密度を、現地および室内で計測した。また本研究では、室内分析に対する現地簡易計測の適用性についても併せて考察を行った。

### 2. 軽石の物性について

#### 2.1. 軽石の定義

一般に軽石とは、「火山砕屑物の一種で、多孔質で密度が小さく淡色を呈するもの」(地学事典, 1996)、あるいは、みかけ密度が約  $1.0\text{g/cm}^3$  以下でそれ故に水に浮くもの(VOLCANIC SUCCESSIONS, 1987)等とされている。

#### 2.2. 軽石の密度に関する情報

軽石の密度に関する情報は、火山学や地質学等の各

学術分野をみても、着目点や目的が様々で十分な情報が収集されていないのが現状である。そのため、統一的な指標で情報を収集することが重要である。

そこで本研究では、火山噴出物の土石流発生への影響を把握するために、軽石 1 粒ずつの(みかけ)密度ではなく、堆積物全体の密度に着目し、一定容積内での堆積物の平均密度(堆積密度, かさ密度)の測定を行った。

### 3. 調査手法

#### 3.1. 試料

有史以降の噴火として確認されている中で、桜島(大正軽石, 文明軽石)、霧島山(新燃岳享保軽石, 御鉢高原スコリア)、樽前山(樽前 a 軽石)、北海道駒ヶ岳(1929 年火砕流堆積物)を対象に、堆積密度の計測を実施した。堆積物は各露頭内での平均的な粒径・層相部分からの採取を行い、粒径や層相のばらつきがある場合、現地判断により各部分の粒子をそれぞれ上部・下部等で分けて採取するようにした。

#### 3.2. 現地計測

現地でバケツに軽石を約 20 採取し、電子バネ秤で重量を計測の後、堆積密度を算出した。

#### 3.3. 室内計測

室内計測では、①搬入時の自然状態での計測、②水分をとばした乾燥状態での計測、③2 日間水に浸した後の湿潤状態での計測、を実施し、最大体積の場合の密度(圧力を加えず堆積させる)および最小体積の場合の密度(隙間を埋めるように堆積させる)を計測した。また、試料はふるい分けにより粒度分析を行った。

### 4. 測定結果

堆積密度の計測結果を表 1 に、粒度分析結果を図 1 に示す。堆積密度は現地簡易計測で  $0.68 \sim 1.15\text{g/cm}^3$ 、室内計測(自然状態)で  $0.57 \sim 1.48\text{g/cm}^3$ 、室内計測(乾燥状態)で  $0.40 \sim 1.35\text{g/cm}^3$ 、室内計測(湿潤状態)で  $0.60 \sim 1.56\text{g/cm}^3$  を示した。各軽石の堆積密度計測値は試料によってばらつきがあり、平均して  $1.0\text{g/cm}^3$  を下回るものが多くみられたものの  $1.0\text{g/cm}^3$  を上回る試料もみられた。同一堆積物内では細粒なほど値が高くなった。

## 5. 考察

### 5.1. 現地計測と室内計測について

現地簡易計測とその後の室内計測の値の比較では、現地計測値が室内計測値の最大～最小範囲内におおよそ収まっていることから、堆積密度の測定は、現地における簡易な計測であってもある程度の精度を確保できるものと言える。

### 5.2. 自然状態と湿潤状態について

室内計測において、自然状態の計測値と湿潤状態の計測値がおおむね近い値を示していることから、現地においては、自然状態の軽石は普段から十分な水分を保った状態であると考えられる。これは、堆積してから現在までのうちに降雨や地下水の浸透等によって軽石層中に水分が保存されていくことが原因と考えられ、噴火直後に堆積した軽石を計測した場合には、より乾燥状態の数値に近づく可能性が高い。

### 5.3. 粒径の違いと密度について

軽石の粒径が大きい場合には、層内に空隙が多く生まれることにより、堆積密度が小さくなる傾向にあると考えられる。しかしながら、よく似た粒径（粒度分布）の大正軽石と樽前 a 軽石（中部）の計測値に  $0.2\text{g/cm}^3$  前後の差がみられることからわかるように、同一粒径であっても、軽石の発泡がよく粒子の孔隙率が大きかったり、元となるマグマ組成の違いで軽石中の重鉱物の量が少なかったりすることによって、堆積密度は小さくなると考えられる。

### 5.4. $1.0\text{g/cm}^3$ を上回る試料について

計測値が平均して  $1.0\text{g/cm}^3$  を超える状況が見られた試料については、以下のような要因が考えられる。

- ①新燃岳享保軽石のように、軽石の採取地点が噴出源に近く爆発的噴火の影響が直接的に及んでいる場合は、堆積物中に岩片等が含まれ、質量が大きくなる。
- ②北海道駒ヶ岳 1929 年のような火砕流堆積物の場合には、堆積物の淘汰が悪く、軽石層中に細粒な鉱物片や岩片が含まれ、質量が大きくなる。

## 6. 今後の課題

前述したとおり、火山噴出物の主体が軽石である場合、土石流発生の急迫性は相対的に低くなると考えられるものの、一般に軽石と呼ばれる堆積物であってもその堆積密度には幅があり、一概に  $1.0\text{g/cm}^3$  以下の噴出物を軽石主体の堆積物と呼び、土石流発生に対して急迫性が相対的に低い堆積物であると判定することは難しい。

細粒火山灰主体の堆積物と軽石主体の堆積物では、透水性・保水性・排水性等の水に対する性質や影響が大きく異なることが想定され、これら水に対する性質

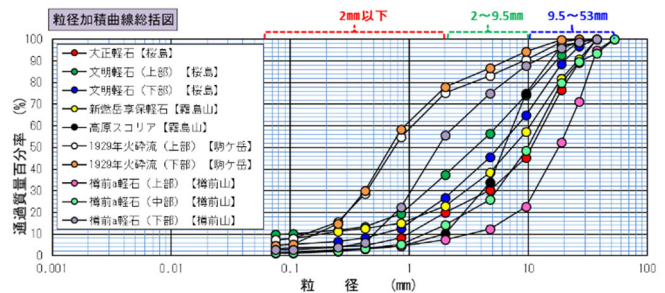


図-1 粒径加積曲線総括図

表-1 軽石堆積物の堆積密度測定結果

試料名	堆積密度 ( $\text{g/cm}^3$ )					
	0.40	0.60	1.00	1.20	1.40	1.60
大正軽石【桜島】	現地計測					
	自然状態					
	乾燥状態					
文明軽石(上部)【桜島】	湿潤状態					
	現地計測					
	自然状態					
文明軽石(下部)【桜島】	乾燥状態					
	湿潤状態					
	現地計測					
新燃岳享保軽石【霧島】	自然状態					
	乾燥状態					
	湿潤状態					
高原スコリア【霧島】	現地計測					
	自然状態					
	乾燥状態					
樽前a軽石(上部)粗粒【樽前山】	湿潤状態					
	現地計測					
	自然状態					
樽前a軽石(中部)中粒【樽前山】	乾燥状態					
	湿潤状態					
	現地計測					
樽前a軽石(下部)細粒【樽前山】	自然状態					
	乾燥状態					
	湿潤状態					
1929年火砕流(上部)【北海道駒ヶ岳】	現地計測					
	自然状態					
	乾燥状態					
1929年火砕流(下部)【北海道駒ヶ岳】	湿潤状態					
	現地計測					
	自然状態					
1929年火砕流(下部)【北海道駒ヶ岳】	乾燥状態					
	湿潤状態					
	現地計測					

や影響が土石流発生の急迫性を下げることに寄与していると考えられることから、今後は、火山噴出物の堆積密度と水に対する性質や影響の相互関係を定量的に検証し、土石流発生メカニズムを考慮して、土石流発生の急迫性が低くなる“軽石主体の堆積物”を判断する基準を議論していくことが必要である。

<引用文献>

池谷ら (1995) : 火山噴出物の被覆による浸透能の減少—雲仙における比較試験—, 砂防学会誌, Vol. 48, No. 2, P22-26

厚井ら (2013) : 降雨流出・土砂流出に影響する火山噴出物の特性—2011 年新燃岳噴火の事例—, 砂防学会誌, Vol. 65, No. 6, P37-45

藤沢ら (2018) : 火山噴出物の特性および降雨特性に着目した土石流発生形態に関する一考察, H30 年度砂防学会研究発表会概要集, P769-770