

2013年から2015年にインドネシアで発生したシナブン山の噴火災害報告

Mt. Sinabung Eruption 2013 - 2015, Indonesia

池田 誠*
Makoto IKEDA福島 淳一*
Junichi FUKUSHIMA横尾 公博*
Kimihiro YOKOO

Abstract

Mt. Sinabung, which is located in the north side of Sumatra Island, has made the first steam explosion in the historical record in August 2010. After three years of the lull, the volcano became active again in September 2013 and it has continued until now. This report describes the field reconnaissance results conducted in December, 2015. The pyroclastic flow deposits were widely spread from the east to south-southeast slopes of the volcano, and the tongue-shaped deposit of lava flow has been accumulated in the center of the pyroclastic flow deposits. The riverbed of Borus River rose remarkably at the downstream. It is thought that the sediment supply of pyroclastic deposit has continued flowing into the Borus River until now. On the other hand, debris flows have occurred frequently in the rivers/stream located in south to south-west slopes, and have caused damages to villages, main roads, and the bridges. It is assumed that debris flows easily occur after the eruption. The residents in the village of the east to south slopes have been already evacuated, and gabions and check dams are currently under construction as the emergency measures. Permanent measures are required to be implemented subsequently.

Key words : Mt. Sinabung, volcanic eruption, debris flow, pyroclastic flow

1. はじめに

シナブン山 (Mt. Sinabung) は、インドネシアのスマトラ島の北スマトラ州カロ県のプラスタギ (Berastagi) 近郊にある標高 2,460 m の活火山である (図-1)。

2010年8月に有史以来、初めての水蒸気爆発が発生した。その後の噴火活動は小康状態を継続していたが、2013年9月より噴火活動が活発化し、溶岩流・火砕流が断続的に発生している。2014年2月1日には火砕流によって山頂から5 km 以内に入域していた地域住民 16名が犠牲となった (中田ら, 2014)。噴火活動は2015年11月時点においても継続中である。

シナブン山は、約7万4000年前に南西約50 km に位置するトバ湖 (D. Toba) を形成した巨大噴火の後に成長した活火山といわれる。シナブン山の北方3 km にカワール湖 (D. Kawar) が位置し、カワール湖を源流とするボルス川 (Lau. Borus) はシナブン山の南西山麓まで時計回りに流下している。ボルス川のシナブン山頂との比高は1,000~1,500 m 程度有し、河床勾配は1/30程度である。シナブン山頂からの河川は全てこのボルス川に流入する位置関係にある (図-2)。ボルス川沿いとシナブン山麓には集落が点在し、高原野菜を中心とした田畑が広がっている (図-2)。

現地のメディア報道によると、2015年11月時点においても噴火活動中であり、土石流も多発しているとのことであったため、筆者ら3名は、2015年12月1~5日に現地調査を行った。今回の現地調査では、主にシナブ

ン山を取り巻く河川沿いの調査と、関係機関 (インドネシア公共事業省スマトラII流域管理事務所、インドネシア鉱山鉱物省シナブン火山監視所) や地域へのヒアリン



図-1 シナブン山の位置

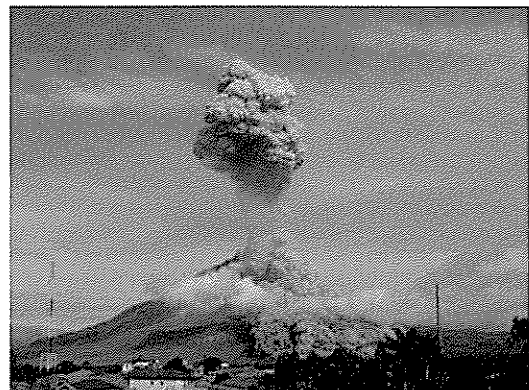


写真-1 最近の噴火と火砕流 [南東斜面] (2015年9月15日) (提供/インドネシア鉱山鉱物省シナブン火山監視所)

グを実施しており、この調査結果を報告する。

2. 火山噴出物等の状況

2.1 降灰

シナブン火山監視所へのヒアリングによると、2015

年の噴火は8月以降に増加しており、10~20回/月の頻度で生起している。この地域は風向きが一定していないため、降灰量・範囲は噴火毎に異なり、過去には北東約50 km離れたメダン(Medan)まで降灰の影響はあったとのことである。

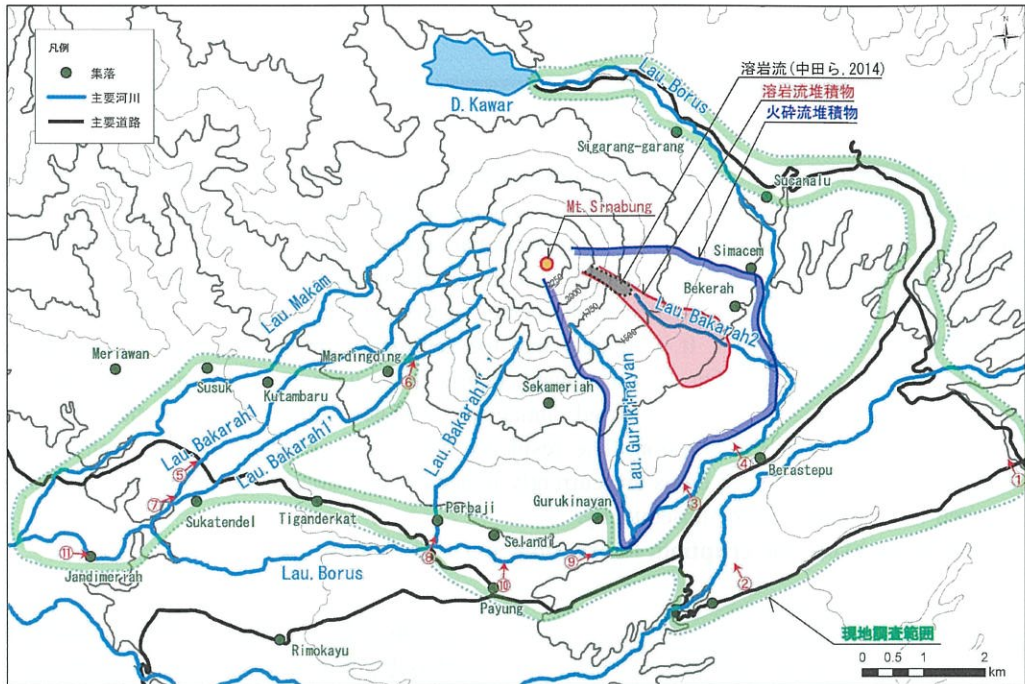


図-2 シナブン山と主要河川等の位置関係
(火砕流堆積物と溶岩流堆積物の範囲は現地遠方からの目視による概略結果)

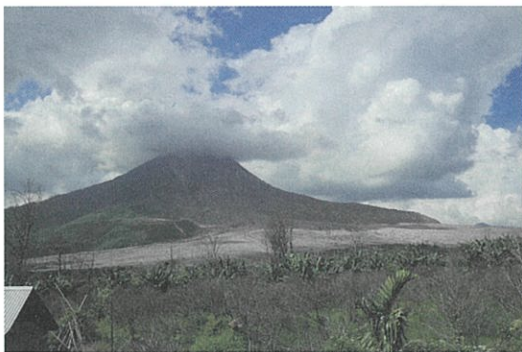


写真-2 シナブン山全景 [南東斜面]
(2015年12月3日撮影: 図-2 ②地点)



写真-3 火砕流堆積物表面のガリー浸食 [南南東斜面]
(2015年12月2日撮影: 図-2 ③地点)



写真-4 山頂付近から伸びる溶岩流堆積物 [南東斜面]
(2015年12月2日撮影: 図-2 ④地点)



写真-5 土石流による氾濫 [Lau.Bakurah 1: Sukatendel 付近]
(2015年12月3日撮影: 図-2 ⑤地点)

今回、シナブン山の半径4 km程度を調査した範囲内(図-2)では降灰の痕跡は確認できなかった。調査時期は雨季であったため、降雨により降灰が流失したとも考えられる。

2.2 火砕流

現地での遠方からの目視調査と空中写真によると主に東から南南東斜面に広く火砕流堆積物が分布しており、西側・北側斜面には分布していなかった(図-2)。火砕流によって南西側の集落(Gurukinayan, Bekerah, Simacem)は、壊滅または多大な被害が生じていると推測された。火砕流堆積物には常時流水は認められなかったが、堆積物の表面には深いガリーが形成されており、雨季の激しい降雨によって浸食が進行していると推測された(写真-3)。

2.3 溶岩流

火砕流の堆積する範囲の中央付近に溶岩流の堆積物が舌状に張り出して堆積していることが確認できた。溶岩流堆積物の比高は目視で50 m程度以上と見込まれる(写真-4)。シナブン火山監視所へのヒアリングによると、溶岩流堆積物は成長と崩壊を繰り返して現時点に至るとのことであった。2014年1月の溶岩流の範囲(中田ら, 2014)と比べると明らかに広域に及んでいた。

3. 土砂災害発生状況

3.1 土石流

シナブン山の南から南西山麓に位置する河川では土石流が発生している。各河川の概況は次のとおりである。

3.1.1 マカン川(Lau.Makam)

シナブン山を源とする最も西側の河川である。上流域のスス(Susuk)、クタンバル(Kutambaru)付近では土砂移動の痕跡が認められたが、幹線道路のパユン〜プラバジ線(J. Payung-Perbaji)までは土砂は到達していなかった。

3.1.2 バカラ1川(Lau.Bakarah 1)

土石流が繰り返し発生しており、土石流はスカテンデル(Sukatendel)付近のパユン〜プラバジ線まで到達し、河床が4 m程度上昇し、既存の渡河施設を破壊している(写真-5)。緊急対策として仮橋を設置し、ふとんかごによる護岸工を設置されているが、直近では2015年10月に土石流が発生して周辺は氾濫している。河床堆積土砂の除石を続けているが河床上昇を抑えられない状況にある。土石流堆積物は礫径D=1 m前後の巨礫と流木を多含している。

3.1.3 バカラ1'川(Lau.Bakarah 1')

上流域のマルディンディン(Mardingding)では集落内の道路が土石流によって3箇所寸断され、現状でも復旧の手が届いていない状況にある(写真-6)。

パユン〜プラバジ線付近では、バカラ1川と同様な被害が生じており、バカラ1川合流点付近の耕作地は土石流によって広く氾濫し、現在も手つかずのままである(写

真-7)。

3.1.4 バカラ1''川(Lau.Bakarah 1'')

プラバジ(Perbaji)集落内の渡河部では過去の土石流で氾濫し、仮橋が設置されている。河川の上流域では河床勾配が急勾配であり河床の低下が著しい。土石流はボルス川合流点まで到達しこの合流点付近には多量の土石流堆積物が堆積している。土石流発生前(2015年6月以前)のボルス川合流点付近の旧河床幅は1 m程度とのものであったが、現状では河床幅は10~20 mと広がり、巨礫が一面に広がって堆積している(写真-8)。



写真-6 土石流による道路の被災 [Lau. Bakarah 1': Mardingding]
(2015年12月2日撮影: 図-2 ⑥地点)



写真-7 土石流の氾濫 [Lau. Bakarah 1': Sukatendel 付近]
(2015年12月2日撮影: 図-2 ⑦地点)



写真-8 土石流の発生 [Lau. Bakarah 1'': Perbaji]
(2015年12月2日撮影: 図-2 ⑧地点)

3.2 火砕流堆積物の二次移動

火砕流堆積物はボルス川に流入し、河道内に土砂を供給し続けている。ボルス川の概況は次のとおりである。

3.2.1 グルキナヤン(Gurukinayan)付近

火砕流到達範囲の直下流に位置する河床砂礫の採掘業者へのヒアリングによると、2013年以降から土砂の堆積が著しく、現在も降雨の度に土砂が流入している状況である。現地では3m程度の最近の土砂堆積を確認できた。土砂は砂礫から1m程度の巨礫まで多様な径の土砂が混在している(写真-9)。



写真-9 ボルス川の土砂堆積 [Gurukinayan 付近]
(2015年12月3日撮影: 図-2 ⑨地点)

3.2.2 スランディ(Selandi)付近

ボルス川への土砂流入が著しいため、2014年9月に1m×1mの8箇所の大暗渠を有するオプリット型砂防堰堤を緊急的に設置されている。砂防堰堤設置後に全体的に河床が上昇したために、1年経過した現在では、砂防堰堤の水通し天端まで埋没している状況にあった(写真-10)。



写真-10 ボルス川に緊急的に設置した砂防堰堤 [Selandi 付近]
(2015年12月3日撮影: 図-2 ⑩地点)

3.2.3 ジャンディムリア(Jandimeriah)付近

河床上昇によって洪水氾濫と溪岸斜面の浸食被害が発生している。2015年2月に緊急的に護岸工を設置、河道内の土砂の除石が行われている。

4. まとめ

シナブン山の噴火に起因する土石流、河川の異常堆積など、広域に多様な土砂移動現象が発生している状況にあった。特に、南から南西山麓に位置する河川では土石流が多発しており、集落や主要道路、橋梁への直接的な被害が生じている状況が確認された。山頂付近の降灰に起因して、現河床堆積物が土石流化していると推測された。避難路として唯一の幹線道路であるパユン〜プラバジ線の保全も含めた対策が求められる。

一方、火砕流堆積物に対する対応は、火山活動が現在も継続していることから直接的な対策は困難であり、ボルス川の下流で異常な土砂移動を緩和するための施設が求められる。

現在、東から南斜面に位置する集落は避難済みであり、各河川では緊急的に護岸や砂防堰堤の工事が実施されている。

シナブン火山監視所によると、今後の火山活動の推移を予想することはできないとのことであった。また、本調査では降雨に関する資料を収集できなかったため、降雨と土砂移動現象の因果関係について明らかとすることはできなかった。今後は、噴火活動、降雨状況、土砂移動状況を確認しつつ、恒久的な対策が求められる。

謝 辞

本調査を実施するにあたり、インドネシア公共事業省水資源総局河川局西部実施部長 Mr. Arung, スマトラII流域管理事務所、インドネシア鉱山鉱物省シナブン火山



写真-11 ボルス川に緊急的に設置した護岸工 [Jandimeriah 付近]
(2015年12月3日撮影: 図-2 ⑪地点)

監視所の関係各位には現地調査の同行と貴重な資料の提供を頂いた。ここに、深くお礼申し上げます。

引用文献

中田節也・吉本充宏: シナブン山の2013年~2014年の噴火活動, 東京大学地震研究所, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/VRC/sinabung/Sinabung_2013-2014.pdf, 参照 2015-12-19, 2014 (Received 6 January 2016; Accepted 29 January 2016)