

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 4月22日現在

機関番号：12101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23710201

研究課題名（和文）那須火山から発生したラハールの運搬・堆積プロセスの解明：那珂川流域の防災に向けて

研究課題名（英文）Transportation and deposition processes of lahar deposits from Nasu volcano, Japan: Toward a prevention of disaster in Naka River area

研究代表者

長谷川 健 (HASEGAWA Takeshi)

茨城大学・理学部・助教

研究者番号：00574196

研究成果の概要（和文）：水戸市周辺的那珂川下流域に認められる、大規模な火山性の土石流堆積物（ラハール）を追跡調査した。野外では堆積物の地質調査を行い、室内では堆積物に含まれる岩石試料の化学分析などを行った。その結果、ラハールが、那珂川中～上流域に分布する岩なだれ堆積物のひとつに対比できることが明らかとなった。またこの対比により、ラハールは60万年前以降に発生したことが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：We carried out geological and petrological investigations to reveal the source and age of a large-scale lahar deposit in the Lower Naka River, around Mito city. The lahar deposit can be correlated with one of the largest debris avalanche deposit in the Upper Naka River, which had been derived from Nasu volcanic group during the last 60 ky.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・自然災害科学

キーワード：火山噴出物・土石流

### 1. 研究開始当初の背景

火山大国である日本には、数十万年にわたって成長と崩壊を繰り返す「成層火山」が多数存在する。成層火山の大規模な崩壊イベントは、有史以来にも多数発生しており、日本では雲仙火山（1792年）、磐梯火山（1888年）の例が有名である。山体崩壊に伴って発生する岩なだれやラハール（火山地帯で発生する土石流・泥流の総称）は、流路の建造物を破壊し、多くの犠牲者を出すなどの社会的な大ダメージを与える。栃木県と福島県の県境に位置する那須火山群は、有史時代における大規模な山体崩壊の記録はないが、現在見られる複数の馬蹄型地形から、崩壊を頻発してきたことが分かる。これらの崩壊に伴って発

生したと思われるラハール堆積物は、本火山群の周縁一特に火山群南部を源流として南東方へ流れる那珂川の上流域に多数分布する。

申請者は、水戸市近辺的那珂川流域において、直径5mを超える巨大な火砕流堆積物のブロックを含むラハール堆積物（単層名：粟河軽石層）を発見した。このラハールが上流の火山地域（那須火山群または高原火山）から発生したとすると、80km以上におよぶ長距離を流走したことになる。このような巨大なラハールは、世界的に見ても珍しい。そしてこの発見は、那須火山由来のラハール災害が、従来考えられていた範囲よりも広域に及ぶことを示しており、この発生年代や運搬・

堆積メカニズムを解明して、より正確な防災情報を得ることが急務と言える。

## 2. 研究の目的

(1) 水戸市近辺で発見した巨大ラハールについて、その分布域および給源山体を高解像度で追跡する

(2) 水戸市近辺で発見した巨大ラハールの発生・運搬・堆積プロセスを解明する

(3) 上記(1)、(2)の成果をホームページ上などで広く公開し、同規模のラハール発生時の災害シナリオも作成する

## 3. 研究の方法

### (1) 巨大ラハール堆積物の追跡(野外調査と室内分析)

野外で、那須火山群および那珂川流域の地質調査を行う。ラハール堆積物を正確に追跡するためには、これらの地域でなるべく多くの露頭を発見し、丹念な記載と高密度の試料採取を行う必要がある。上述の通り、本火山群は50万年にわたって複数の山体を成長させながらラハールを頻発しているため、野外情報だけでこれら多数のラハールを正確に追跡することは困難である。ここで岩石学的手法を活用する。つまり、ラハール堆積物に含まれる火山岩片の試料について、室内で岩石化学的分析によりその特徴を決定し、これらの特徴の一致・不一致から堆積物の識別・同定および追跡を行う。図1には、エネルギー分散型X線分光分析装置(EDS)によって測定した、各岩石試料の火山ガラスの化学組成を示した例である。北海道東部に位置する3つの火山体(大雪、アトサヌプリ、摩周)の化学組成範囲(影付部)と、遠方に堆積する3つの岩石試料(Nu-q、Ch-c、Low-K)の化学組成とがそれぞれ一致することから、給源火山を推定した例である。

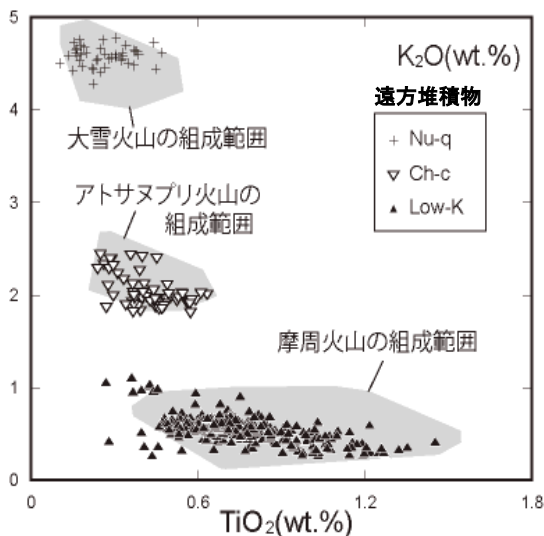


図1. 北海道東部の火山岩の化学組成。3つの火山体は異なる組成範囲(影付部)を示し、遠方堆積物であるNu-q、Ch-c、Low-Kはそれぞれの火山と化学組成が一致する。

室内では、次のような分析機器で、各試料の岩石学的特徴を決定する(機器: データ、の順)。

① 実体および偏光顕微鏡: 岩石の鉱物組み合わせとその量比、火山ガラス部などの微細な組織

② 蛍光X線分析装置(XRF): 岩石の全岩化学組成

③ 電子顕微鏡/エネルギー分散型線分光分析装置(SEM-EDS): 火山ガラス部の化学組成

なお、上記の分析機器だけでは試料ごとの岩石学的特徴の差異が出ない可能性もあるが、その場合はさらに高精度の機器(例えば、誘導結合プラズマ分析装置: 茨城大学に設備有)を用いることを考える。また、岩石年代の一致・不一致からラハールと給源山体の対比も可能なので、場合によっては放射年代測定(例えば $^{14}\text{C}$ 法)も行う。

### (2) 他のラハールとの比較検討による巨大ラハールの運搬・堆積プロセスの解明

既存研究では、実測データのあるものも含めて、発生から運搬・堆積までのプロセスが比較的良く分かっているラハールがいくつか報告されている。これらのラハールについて、現地調査も視野に入れたレビューを行い、本研究対象である巨大ラハールと比較検討を行う。この際には、ラハールに含まれる構成物の岩石種の分析や粒度分布の分析を行う。これらのデータから、巨大ラハールとその他のラハールとの相違点を洗い出し、巨大ラハールの特殊な発生・運搬・堆積プロセスを解明する。粒度分析には、電磁式ふるい振とう機を活用する。

### (3) ラハール災害のシナリオ作成

那珂川流域の地形データ(空中写真やDEM)や最新の観測データなどを用いて、巨大ラハールが現在発生し得るか、また発生した際のシナリオを作成する。最終的にこの結果を、学会やホームページなどを用いて広く発信していく。

## 4. 研究成果

### (1) 巨大ラハールの追跡結果

① 水戸市近辺で発見した巨大ラハール(以下、巨大ラハール)を記載した結果、均一な堆積構造を保持する火山砕屑岩岩塊相と、円礫・軽石・安山岩質角礫を雑多に含む基質相からなる堆積物であることが分かった(図2)。これらの堆積構造から、巨大ラハールは岩屑なだれ堆積物の特徴を持つことが判明した。

② 巨大ラハールを、より上流の岩屑なだれ堆積物と対比し、追跡するため、那珂川流域に分布する既報の複数の岩屑なだれ堆積物を調査した。その結果、既報の余笹川岩屑な

だれ堆積物 (YDA) および黒礫岩層なだれ堆積物 (KDA) が、水戸市近辺で発見した巨大ラハールに類似することが分かった。具体的には、火山砕屑岩岩塊相に含まれる軽石と基質相に含まれる安山岩の記載岩石学的特徴が、巨大ラハール、YDA、KDA の3者間で類似する。

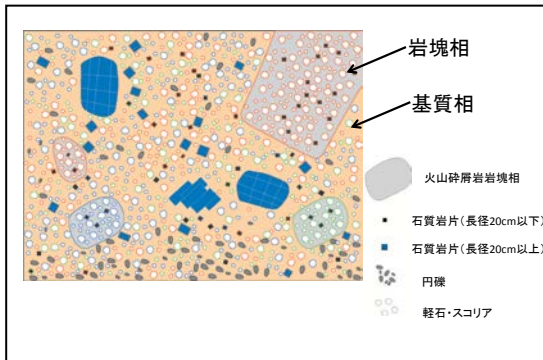


図2. 粟河軽石層の岩相モデル図

③YDA、KDA は那須火山群を起源とすることから、巨大ラハールは那須火山群から発生したことが明らかとなった。

以上の結果から、巨大ラハールの流動性の大きさを表す H/L 値は約 0.03 であり、世界的にもほとんど報告例がない「長距離流走型」の岩層なだれであることが明らかとなった。

## (2) 巨大ラハールの運搬・堆積プロセス

① 堆積物に含まれる構成物の、粒度分析や化学組成分析を行った結果、巨大ラハールは、YDA に対比できることが明らかとなった。既報の岩層なだれ研究をレビューすると、岩層なだれは、規模が大きいほど流走距離が長くなる傾向がある (図3)。また、含まれる岩塊相の最大粒径が大きいほど、岩層なだれの規模は大きい傾向がある。岩塊相の最大粒径は、全体に YDA が、KDA よりも大きいことから YDA の流走距離は KDA より大きかったと考えられ、さらに水戸市近辺の巨大ラハールの上下に岩層なだれ堆積物は見られないことから、巨大ラハールはより流走距離が大きかった YDA に対比できる。

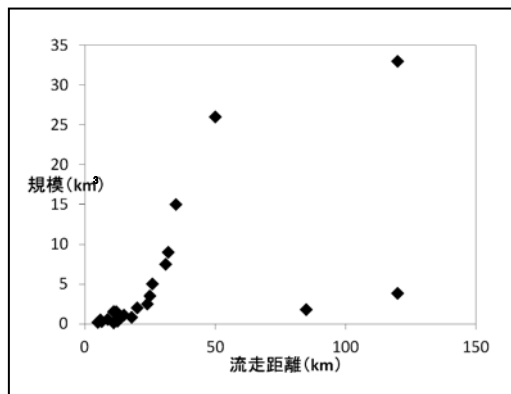


図3. 世界の岩層なだれの流走距離と規模の関係図(流走距離と規模のデータは Ui et al. (2000)などを参照)

また、含まれる安山岩の化学組成が、SiO<sub>2</sub> 量 58~63wt. %、FeO\*/MgO が 1.7~2.1 の範囲でよく一致することも、この結果を支持する (図4)。このように、含まれる岩片の岩石学的特徴を用いて岩層なだれの対比を成功させた例は世界的も少なく、本研究は岩層なだれ研究の新たな手法を提示したことになる。

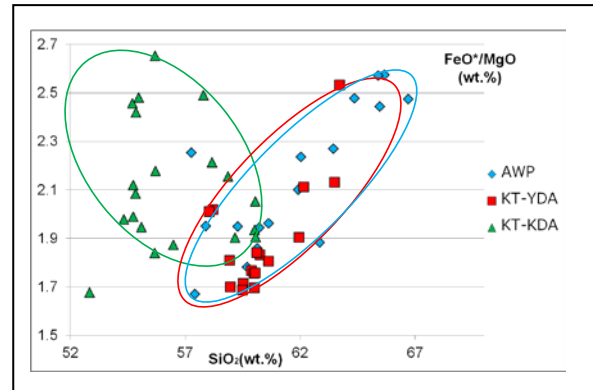


図4. 粟河軽石層 (AWP)、余笹川岩層なだれ堆積物 (KT-YDA) および黒礫岩層なだれ堆積物 (KT-KDA) の中に含まれる、比較的大きな安山岩質角礫の全岩化学組成図 (FeO\*/MgO vs. SiO<sub>2</sub>)

今後は、YDA の粒度分析・堆積温度の推定などにより、長距離流走型岩層なだれの詳しい運搬・堆積プロセスが解明できると思われる。

また、巨大ラハールの給源山体も特定し、さらなる粒度分析を遂行することで、那須火山群の詳しい山体形成史を構築でき、噴火災害の長期予測にも役立つことができる。

② 巨大ラハールの発生年代は、64 万年前よりも新しいことが分かった。これは、YDA 下位の軽石質砂礫層に、高原火山起源の金崎火砕流 (KN-pf1) の軽石を発見し、この KN-pf1 の放射年代が 64 万年であることから得られた成果である。

巨大ラハールが堆積する水戸近辺の丘陵地域 (瓜連丘陵) の年代は、これまで不明であったが、この成果により、本地域の地質発達史に定量的な時間軸を導入できたことになる。

③ 他火山のラハールの例として、北海道、摩周火山および千島列島幌筈島、千倉火山から発生したラハールの運搬・堆積メカニズムを、調査し、比較検討をした。摩周火山ラハールは、爆発的噴火に伴う、湖の決壊によって発生したラハールであり、岩層なだれ様の巨大ラハールとは規模も流走距離も小さいことが分かった。

## (3) ラハール災害のシナリオ

巨大ラハールと同規模のラハールを発生させるためには、現在的那須火山群よりも標

高が高い大規模な山体、または岩屑なだれ堆積後の二次流動、のいずれかの条件が必要であることが予想できる。従って、那珂川下流域（水戸近辺など）の土石流災害の対策を考えた場合、岩屑なだれの発生もさることながら、その後の二次流動（例えば天然ダムの決壊など）に十分留意する必要がある。仮に巨大ラハールが発生した場合、水戸近辺の那珂川下流域に厚さ 5 m 以上の大量の土石を供給することになり、甚大な被害が予測できる。

今後は、土地利用や人口分布の情報と、公表の「泥流災害専用シミュレーションソフト (LAHARZ)」を活用して綿密なシミュレーションを行うことで、自治体の発行するハザードマップの改訂などに貢献できる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① Hasegawa Takeshi、『Catastrophic volcanic events in the early Holocene: successive large-scale caldera-forming eruptions in Japan』. Holocene: Perspectives, Environmental Dynamics and Impact Events, Nova Science Publishers, 45-56, 2012, 査読有  
ISBN: 978-1-62257-722-4

② Takeshi Hasegawa, Mitsuhiro Nakagawa, Mitsuhiro Yoshimoto, Yoshihiro Ishizuka, Wataru Hirose, Sho-ichi Seki, Vera Ponomareva and Rybin Alexander (2011) Tephrostratigraphy and petrological study of Chikurachki and Fuss volcanoes, western Paramushir Island, northern Kurile Islands: Evaluation of Holocene eruptive activity and temporal change of magma system. Quaternary International, 246, 278-297.

査読有

doi:10.1016/j.quaint.2011.06.047

[学会発表] (計 2 件)

① 菊地 瑛彦・長谷川 健、『茨城県北部、瓜連丘陵に分布する粟河軽石層の給源と年代』、日本地球惑星科学連合大会 2013 年度大会、2012. 5. 21、千葉

② Hasegawa Takeshi 『Eruption history and temporal change of magma systems of Chikurachki and Fuss volcanoes, western Paramushir Island, northern Kurile Islands』. Kuril Biocomplexity Project (KBP) Synthesis Workshop, 2011. 10. 31、USA、Seattle

[その他]

ホームページアドレス

<http://petrolvolc.sci.ibaraki.ac.jp/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

長谷川 健 (HASEGAWA TAKESHI)

茨城大学・理学部・助教

研究者番号 00574196