

## インドネシア、パパンダヤン火山の2002年噴火

小林 哲夫\*・M. Nugraha KARTADINATA\*・井口 正人\*\*

The 2002 Eruption of Papandayan Volcano, West Java, Indonesia

Tetsuo KOBAYASHI\*, M. Nugraha KARTADINATA\* and Masato IGUCHI\*\*

## 1. はじめに

パパンダヤン火山 (2665 m) は、インドネシア・ジャワ島の西部内陸の大都市であるバンドンの南東 70 km に位置する活火山である。1772 年以降、顕著な火山活動は観測されてこなかったが、2002 年の 11 月から 12 月上旬にかけて噴火が発生した。この活動は小規模でかつ短期間に終了したが、プラストと岩屑なだれという興味深い火山現象が発生した。またマグマ性物質が放出されたと報告されている。

筆者ら (T. K. and M. N. K.) は、この噴火の 3 カ月前 (2002 年 8 月) と、7 カ月後 (2003 年 6 月) に同火山を訪ねる機会があった。写真 1 と 2 は、山頂付近の噴火前後を比較したものである。特に噴火後に訪ねたときには、地形の変化や噴出物について予察的な調査を行うことができた。今回は噴火前後の地形変化と噴火活動の特徴について報告する。なお噴火の推移については、インドネシアの火山地質災害防災局のデータを参考にした (<http://www.vsi.esdm.go.id>)。

パパンダヤン火山は山頂部に 4 つの火口をもつ複成火山であり、歴史上最も古い噴火は 1772 年の水蒸気爆発である。北東方向に開いた馬蹄形の火口は、この 1772 年の噴火に伴う山体崩壊で生じたと考えられている。この馬蹄形火口は幅 1.1 km で、内部は窪み比較的平坦に

なっているため、両側の 2 つ山体 (Papandayan と Gunung Puntang) が合体したような形態をしている (写真 3)。先史時代にも山体崩壊が発生したようだが、1772 年の山体崩壊は非常に大規模であり、山麓に流化した岩屑なだれは 250 km<sup>2</sup> の広がりを持ち、山麓に点在する 40 以上の村落を破壊し、約 3000 人の犠牲者を出した。その後は馬蹄形火口の内部で激しい噴気活動が始まったが、1920 年代は特に活動的であり、1926 年には噴気の中心地域 (Kawah Mas: Golden crater) で小規模な水蒸気爆発が発生した。噴気活動は 2002 年 8 月当ても非常に活発であった (写真 1 参照)。

## 2. 噴火の推移

2002 年の 10 月初旬、弱い水蒸気爆発が発生した。中旬以降、震源の浅い B 型地震の発生頻度が徐々に増加し、11 月 10 日から地震活動は急激に活発化した。11 月 11 日も B 型地震は発生し続け、その日の午後 (15 : 30) に馬蹄形火口の内部で小規模な水蒸気爆発が発生した。この爆発に伴って、北北東斜面で地すべり崩壊が起こり、北東山麓にラハールとなって流下した。14 日までには南北に伸びる割れ目火口にそって 7 つの小火口が形成された (写真 4)。いくつかの火口では水蒸気マグマ噴火 (~マグマ噴火) を行った。噴煙の高さは 300~1,000 m であった。

15 日の早朝 (6 : 30 A.M.), 今回の活動では最大の爆発が発生し、噴煙は 5,000 m の上空にまで達した (写真 5)。しかしその後は数 100 m 程度の白色~暗色の噴煙へと変化した。20 日の早朝は激しい降雨であったが、その最中にプラストが発生したらしい。その日観測された噴煙高度は 1,500 m であった。

21 日には激しい爆発が連続的に発生し、火口壁が崩壊し岩屑なだれとなって流化した。噴火はその後やや沈静化に向かった。しかしその後 (24 日以前と推定される)、崩壊跡地で再び小規模な崩落が発生し、いくつかの火口

\* 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35  
鹿児島大学理学部地球環境科学科  
Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan.

\*\* 〒891-1419 鹿児島県鹿児島郡桜島町横山  
京都大学防災研究所附属火山活動研究センター  
Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima 891-1419, Japan.  
Corresponding author: Tetsuo Kobayashi  
e-mail: koba@sci.kagoshima-u.ac.jp

は埋められてしまった。今回の噴火が始まる前、最も噴気活動の活発だった Kawah Mas は崩壊堆積物により完全に埋め立てられてしまった。しかし、6カ月後に訪れたときには、同じ場所で再び激しい噴気をあげているのが認められた。

### 3. 調査結果

#### 3-1 プラストと岩屑なだれ

プラストは11月20日の早朝に発生した。砂～粘土サイズの火山灰が主体で、北東方向に流下した。主に馬蹄形火口の内部に広がり樹木をなぎ倒した(写真6)。火口の近傍では北側の小高い山の斜面でも樹木を根こそぎにしている(写真7)。しかし焼け焦げた痕跡は認められない。このプラスト堆積物はおそらく20cm程度の厚さであり、岩屑なだれより数百メートル先まで分布していた。堆積当初はその表面に火山豆石が点在していた。岩屑なだれの先端付近では、低い樹木は倒れていたが、平屋の建物の屋根瓦は飛ばされていなかった。調査時点では保存状態が悪く、表面構造や堆積構造の詳細は観察できなかったが、建物の壁に付着した火山灰は湿ったサージ堆積物のようであった。このプラストは山体崩壊の前兆として地すべりが発生し、火道が閉塞されたために発生したものと推定されるが、詳しい原因はわかっていない。

最初の山体崩壊は11月21日に発生した(目撃者なし)。岩屑なだれの分布は、長さ1km、幅100mで、平均の厚さは8mである(写真8)。堆積物の先端および側面は急傾斜面で囲まれており、堆積物の表面には前方に張り出した「しわ」状のうねりが認められた。堆積物は変質した大小の岩片と粘土質の細粒物質の混在物であり、粘性の高い流れであったものと推定される。またその上面には、数メートル大の未破壊ブロックが流山のように

点在していた。2度目の崩壊堆積物は、粘土質の細粒物質に乏しく、主に角張った岩片で構成されており、側面には自然堤防が認められた。到達距離は最初の岩屑なだれの3分の1程度であった。最初の崩壊は旧崩壊火口の最も奥の火口壁で発生した。そのため最初の崩壊堆積物は山体表層の変質が進んだ部分が主体であり、第2の崩壊はより内部の節理の発達した溶岩本体が崩落したものと推定される。

#### 3-2 マグマ噴火か?

マグマが直接関与した噴火と判断された根拠は2つ考えられる。その第1は噴煙高度が最高5,000mに達したと報告されたことであり、第2は新鮮なパン皮状火山弾(写真9)が発見されたことである。しかし写真を再検討した結果、噴煙高度は2,500m程度と推定され、また火山弾は野外における産状から類質の火山弾と判断された。また最も爆発の激しかった火口の縁でも、テフラの厚さは1m程度であった(写真10)。その下半は細粒の粘土質の火山灰、上部には変質した岩塊が多数含まれているが、マグマ起源の新鮮な岩片はまったく認められなかった。それゆえ今回の噴火は水蒸気噴火であったと考えられる。深部からのマグマの供給を示すA型地震の発生はほとんどなく、熱水活動の活発化に伴って発生していると考えられるB型地震のみが多発したことは今回の噴火が水蒸気噴火であったことを支持する。

### 謝 辞

噴火の推移については、インドネシア火山地質災害防災局のAsnawir Nasution氏、Igan S. Sutawidjaja氏、およびWawan Irawan氏から貴重な情報を提供していただき、かつ多方面にわたり議論していただいた。記して感謝いたします。

### 口絵写真説明 (Photo captions)

写真1. 北東方向から見た噴火前のパパンダヤン火山。緑の樹木が存在している。馬蹄形火口の内部で激しい噴気活動を続けている。

Photo 1. Pre-eruption of the summit of Mt. Papandayan as viewed from the north-east direction, note the trees at the cliff were still green. The active points of Mt. Papandayan were shown by the smoking activities of fumarolic or solphataric fields, just near the large cliff.

写真2. 噴火7カ月後の山頂(2003年6月)。山頂付近には緑の樹木は存在していない。

Photo 2. The summit situation on June 2003 (7 months after the 2002 crisis). Note that there were almost no green trees left at the cliff.

写真3. 観測所から遠望したパパンダヤン火山。白色部分が崩壊火口で右側のピークがプンタング山。

Photo 3. Papandayan volcano as seen from observatory. The crater area is white-colored in the center of the volcanic complex. The right peak is Mt. Puntang.

写真4. N-S方向の割れ目火道にそって出現した火口群。2002年11月21日、Igan S. Sutawidjaja氏撮影。

Photo 4. Smoking activities took place within N-S fissure vent. Several new craters were formed during the 2002 activity. Photograph taken on November, 21, 2002 to the west direction. Photograph courtesy of Igan S. Sutawidjaja.

- 写真 5. 11 月 15 日に発生した最大規模の噴火。噴煙高度は 2.5 km 程度と推定される。撮影は Wawan Irawan 氏。
- Photo 5.** On November 15, 2002 the biggest eruption took place and the eruption column released up to 2.5 km from the vent, the highest altitude reached during the crisis. Photograph courtesy of Wawan Irawan.
- 写真 6. 11 月 20 日に発生したプラスチック堆積物。樹木の枝がとれ、同じ方向に倒れている。撮影は Igan S. Sutawidjaja 氏。
- Photo 6.** The effects of directed blast that occurred on November 20. Note most of the trees were truncated and felled relatively to the same direction. Photograph courtesy of Igan S. Sutawidjaja.
- 写真 7. 火口近傍におけるプラスチックの影響。地形的な高まりであっても、すべての樹木が根こそぎになっている。
- Photo 7.** The directed blast not only swept the valley area but also surmounted the higher topography. Most of the trees in that topographic barrier were truncated and felled down to the same direction.
- 写真 8. 11 月 21 日に発生した岩屑なだれ堆積物の先端（枯れた立ち木の向こう側）。手前側はその後に発生したラハール堆積物。
- Photo 8.** The distal termination of debris avalanche deposit that occurred in November 21, 2002 (on the back ground). The foreground is a lahar deposit that occurred shortly afterwards.
- 写真 9. 火口近傍で発見された類質のパン皮状火山弾。算出個数は非常に少ない。
- Photo 9.** The bread crust bomb found near the vent is considered to be the accessory component of the deposit that re-ejected during phreatic explosion.
- 写真 10. 火口縁でのテフラの産状。細粒でラミナの発達した下部層と非常に粗粒な上部層に区分できる。上部層は 11 月 15 日の最大規模の噴火による堆積物と考えられる。
- Photo 10.** The deposits of 2002 eruption on the rim of the main crater. The lower layers are composed mainly of mud and aggregate of altered ash indicating repeated small phreatic eruptions. The upper layer predominantly consists of altered rock of lithic clasts embedded within the muddy matrix suggesting that the eruption was more energetic upwards and was more likely corresponded to the biggest eruption that took place on November 15, 2002.

1



2



