

中尾川流域で発生した火砕流災害の実態と本体部・熱風部の運動

建設省土木研究所 石川芳治 ○山田 孝

(株)八千代エンジニアリング 下田義文、末吉慶三

1. はじめに

平成5年6月23～24日に雲仙普賢岳第11ドームの崩壊に伴って、規模の大きな火砕流が発生し、下流の千本木地区で氾濫して死者1名、焼失家屋209棟にのぼる壊滅的な災害をもたらした。演者らは、航空写真やVTRの解析等により、堆積土砂量の分布、火砕流本体部、熱風部の流下堆積範囲、流下過程と速度変化等を把握した。次いで、火砕流の作用力の大きさを把握するために、治山ダムを埋没させた本体部の流体力を試算した。また、熱風部の運動に関するVTR解析結果と倒木等の実態や堆積深等の情報から熱風部の平均的な密度、濃度を試算した。

2. 火砕流の発生土砂量、堆積土砂量

平成5年6月6日ならびに6月24日に撮影された2時期の航空写真を解析した結果、溶岩ドームならびに崖錐斜面の総崩壊量は各々、250万 m^3 、40万 m^3 となり、計290万 m^3 が山頂付近で崩壊し、下流の千本木地区に290万 m^3 、中尾川上流に160万 m^3 計450万 m^3 が堆積したことが分かった。

3. 本体部・熱風部の流下・堆積範囲とその状況(図-1)

本体部の堆積区間は3つの主要なローブからなっている。もっとも大きなローブは扇頂部から南一千溪治山ダム方向に認められ、堆積幅、堆積長、堆積区間の河床勾配はそれぞれ300m、1km、16%である。流下の過程でダムを埋没・越流して火口からの流下距離は3.5kmに達した。堆積深は1～10mであり、ダム堆砂地から扇頂部の間が平均10mと最も厚く、土砂量も多い。本体部の堆積表面には全域にわたって長径が5～15mの溶岩塊が多数、散在している。2つめのローブは扇頂部から南千四溪治山ダム方向に細長く堆積しており、扇頂部直上流の屈曲部を越流して直進した流れにより形成されたと推定される。3つ目のローブは最も大きなローブの左岸堆積部を浸食し、扇頂部から900mほど下流に達した。一方、熱風部は千本木地区のほぼ全域にわたって流下しており本体部堆積先端よりも約1.3km下流の上折橋町まで達した。熱風部が流下した山腹斜面ではその流下方向に直径15cm、樹高10m程度の樹木や電柱がなぎ倒されている。

4. 本体部・熱風部の流下過程と速度変化(図-1)

VTR解析によれば、谷から扇頂部付近にかけての測線①～⑤では、流下に伴って(勾配の減少に伴って)速度が徐々に減少している。この区間では、本体部が熱風部を引きずっているように見え、両者の速度はほぼ同じである。測線⑤～⑦、⑧～⑨では流速が急激に増加しているが、これは、新たに流下してきた火砕流が減速しつつある火砕流に追い付き、それを押し出したためと思われる。その後、測線⑨～⑩では速度が約12～17m/secに減少した。本体部の流速係数は流動深を5～10mとすると3.6～6.4程度の値を取り、これまで水無川流域で発生した火砕流のそれに近い。

5. 南一千溪治山ダムに作用した本体部の流体力

南一千溪治山ダムを埋没させた本体部の波数は、現地での堆積物の掘削によるフローユニットの観察が困難であるなどの理由のため、未知な点は多い。本調査では、この治山ダムが、1つのフローユ

ニットにより埋没したものと仮定した。本体部がダムに衝突する直前の治山ダムの堆砂高は平成5年6月22日に撮影された斜め写真によれば、ダムの天端付近は土石流堆積物でほぼ満砂状態であり、左岸側のダム袖天端までの残高は4~8m程度である。本体部の埋没・越流による南一千溪ダムの破壊は斜め写真などを見る限りでは、認められないため、本体部の流体力はダムの堤体内部破壊条件ならびに堤体基礎破壊条件の両者を満たす荷重よりも小さかったと推定される。ダムの堤体内部破壊条件については、ダム堤体に発生する応力として曲引張応力のみを考え、その最小値を計算した。ここで、ダム堤体に衝突する本体部の有効流動深をダム袖部残高と同じ4~8mとした。その結果、ダム堤体を内部破壊させるための最小の引張応力は27 t o n / m²と算出された。ダムの堤体基礎破壊条件については、砂質地盤における堤体の滑動、転倒条件から外力を逆算した。堆砂圧を考慮せず、基礎地盤の内部摩擦角を30°として計算すると、堤体基礎を破壊させるための最小の応力は7.7 t o n / m²と算出された。従って、これらの計算結果から、南千一溪ダムに作用した本体部の流体力は7.7 t o n / m²未満であったことが推定される。

6. 熱風部の密度と土砂濃度

熱風部が単独で流下し、かつ倒木や電柱の倒伏が生じた区域として図-1の測線⑨~⑩の区域が該当する。先に演者らが用いた手法¹⁾を用いて熱風部の密度 ρ ならびに平均的な土砂濃度 c を求めると $\rho \geq 1.2 \sim 3.6 \times 10^{-3} \text{ t o n / m}^3$ 、 $c \geq 0.03 \sim 0.30\%$ となる。この土砂濃度の値はVTRから判読した熱風部の高さと同隙を除いた堆積深との比から算出される値に近い。

7. おわりに

火山活動が沈静化した段階で、詳細な現地調査を行い、本体部・熱風部の堆積物、堆積深、堆積層序、フローユニットの数、治山施設の損傷状況などを調べ、本体部、熱風部の運動機構の関連性を物理的に明らかにするとともに、火砕流による外力の推定手法を確立する必要がある。

参考文献

- (1)石川芳治、山田孝、矢島重美、下田義文(1993)
 : 雲仙普賢岳で発生した火砕流熱風部による災害、新砂防、第46巻、第4号、3~9pp

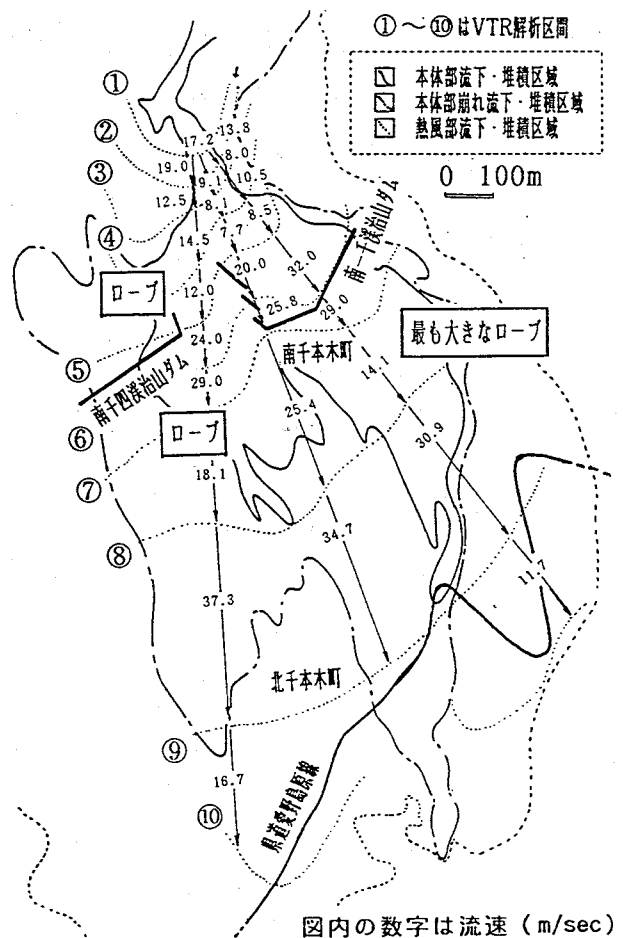


図-1 本体部・熱風部の流下堆積範囲と速度