

1 火砕流熱風部の運動モデルと数値シミュレーション計算手法

八千代エンジニアリング株式会社 ○井戸清雄

建設省 土木研究所

石川芳治、山田孝

1. はじめに

火砕流に対するハザード・マップを作成するためには、平成3年6月の雲仙災害の例に見られるように、本体部の氾濫範囲ばかりでなく熱風部の氾濫範囲をあわせて推定することが重要である。

熱風部の運動機構は、非常に複雑であり、厳密には鉛直方向に水平流速が異なる3次元的な現象と考えられるし、また、本体部からの熱風供給、熱風部と大気との熱収支、火山灰の濃度変化等考慮すべきファクターが多い。しかし、現在のところそれらすべてを考慮したモデル案の作成は困難であり、また、あまり複雑なモデルとしても計算処理が膨大となる懸念がある。そこで、今回は、本体部からの熱風供給のみを考慮して、熱風部についても本体部と同様の平面2次元流れとして追跡するモデルを考案し、平成3年6月の雲仙災害の被災範囲の再現シミュレーションを試みた。

2. 計算モデル

計算は、土石流の氾濫解析と同様、平面2次元流れの運動方程式を基礎として本体部、熱風部について異なった抵抗則を設定し、各々の流れを時々刻々追跡したものである。火砕流熱風部の運動モデルの基本的な考え方は以下のものである。①熱風部への熱風の供給は、本体部から鉛直方向に生じる。②熱風部内の火山灰は均一に分布するものと考え、その内部の濃度変化は考えない。③風工学における構造物周りの空気の流れは、非圧縮として取り扱われることが多いため、熱風部は非圧縮、密度一定と仮定した。④熱風部の高さは連続式から計算される。⑤熱風部の抵抗則は、流速の自乗に比例する抵抗を受けるものと仮定した。

3. 計算結果

図-1には、計算結果の数例を示した。図のCASE-1、CASE-2は、6月3日火砕流の再現計算結果例であるが、熱風部が本体部から分離して、熱風部の方が氾濫範囲が大きくなっており、本体部より到達距離が長く、実際の氾濫範囲と比較すると重なる部分もある。しかし、図に示したA、Bの部分は地形的に火砕流の進行方向に対し逆勾配、尾根部となっているが、実際現象では、この尾根部まで熱風部が氾濫しているのに対し計算ではそれが表現できていない。なお、CASE-1とCASE-2とは、熱風部への供給に関する係数、熱風部の流れの抵抗係数が異なる。また、CASE-3は、本体部の流量をCASE-1の1/2としたものであるが、氾濫範囲は各ケースとあまり変化がない。CASE-4は、6月8日火砕流の計算結果である。初期の地盤形状は、CASE-1の本体部堆積後の地盤形状を用いている。

4. おわりに

実際の氾濫域では山腹、尾根部まで火砕流熱風部が到達しているのに、計算では本体部から分かれて山腹を少し昇るところまでは表現できるが、地形勾配が順勾配の方向に流れを変えてしまい、逆勾配の斜面をのぼっていく状況を表現できなかった。そのような状況を再現するためには、3次元モデルを作成するか、もしくは、3次元要素を平面解析に取り込む必要があると考える。

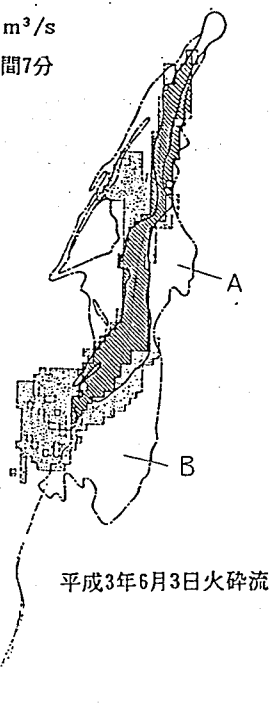
CASE-1

$$q = 13,500 \text{ m}^3/\text{s}$$

t = 継続時間7分

$$f = 5.0$$

$$\beta_u = 0.05$$



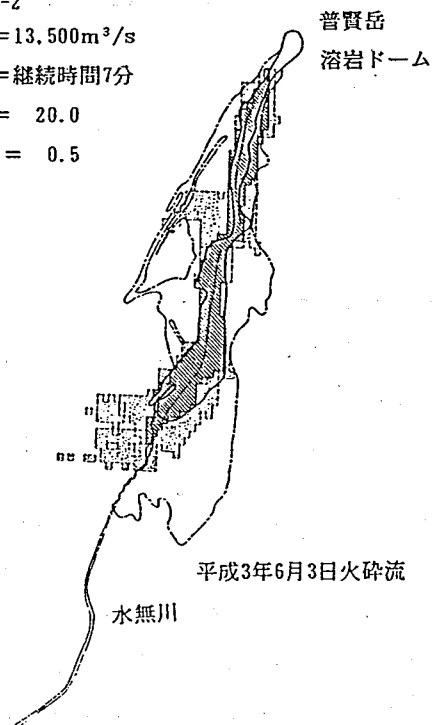
CASE-2

$$q = 13,500 \text{ m}^3/\text{s}$$

t = 継続時間7分

$$f = 20.0$$

$$\beta_u = 0.5$$



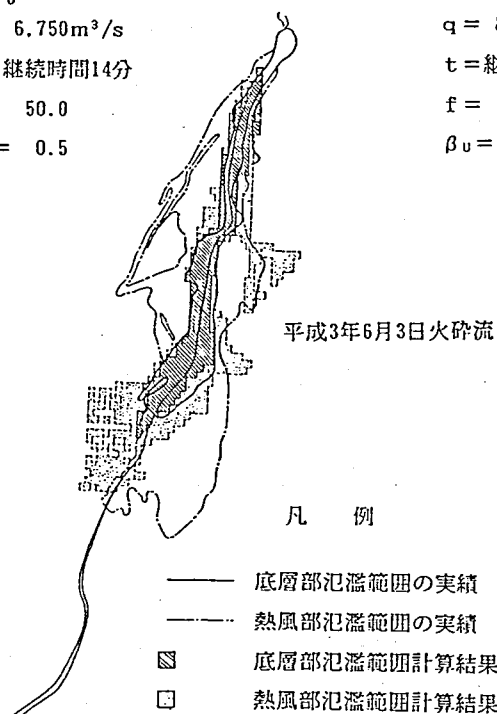
CASE-3

$$q = 6,750 \text{ m}^3/\text{s}$$

t = 継続時間14分

$$f = 50.0$$

$$\beta_u = 0.5$$



CASE-4

$$q = 8,750 \text{ m}^3/\text{s}$$

t = 継続時間12分

$$f = 200.0$$

$$\beta_u = 2.0$$

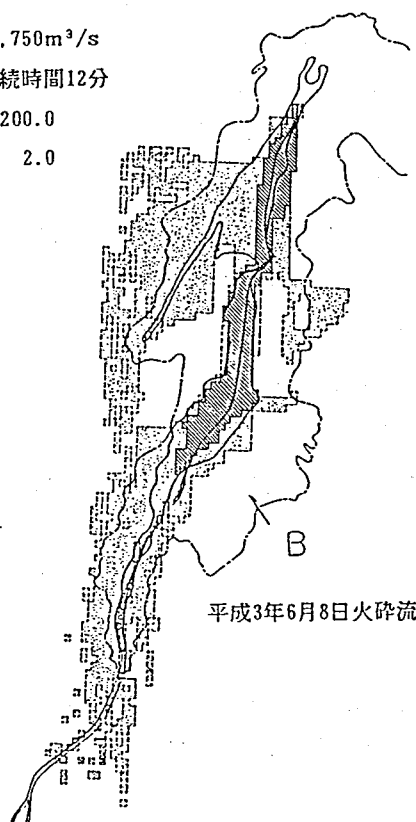


図-1 火砕流シミュレーション結果例

S = 1:50,000