

26 火砕流熱風部のシミュレーション手法

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、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影響範囲をあわせて推定することが今後の火山砂防計画の立案においては重要である。熱風部の発生機構、運動機構及び停止（消滅）機構等に対する研究は緒についたばかりで定説は未だ無いが、我が国は世界有数の火山大国であり、雲仙火山のような火砕流災害が再びいつどこで発生するかわからない状況を鑑みると火砕流熱風部の氾濫区域を推定する手法の開発が急がれる。

そこで、平面2次元流れの運動方程式を基礎とした火砕流本体部の追跡計算手法¹⁾と同様、熱風部も平面2次元流れと仮定して熱風部の流動の過程を追跡し影響範囲を求める手法を研究している。1991年6月の水無川での火砕流の影響範囲については平成5年度²⁾に発表したが、計算処理に不適切な部分があり、今回はその点について計算プログラムの修正を行い、1993年6月に中尾川を流下した火砕流について検討したので報告する。

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ようである。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。

①を式で示すと下記のとおりであり、流速 W_{up} で熱風が上部へ供給されるとした。

$$W_{up} = \beta \cdot CB \cdot UB$$

ここに、 β ：係数、 CB ：本体部濃度、 UB ：本体部流速

⑤では、底面及び熱風外の大気との抵抗が下記の式で生じると仮定した。

$$\tau/\rho = f \cdot Uu^2$$

ここに、 f ：係数、 Uu ：熱風部流速

3. 計算結果

熱風部の計算に入る前に、本体部の再現計算をトライアルで行い、その堆積形状を再現した。その結果から本体部の流下、堆積形状の再現がほぼなされる条件で熱風部の計算を実施した。

計算は、熱風部の流動に対する抵抗 f 、供給係数 β を設定して数ケース実施した。

その計算結果から3例を図-1～3に示した。熱風の影響範囲については北東（図の左下）の影響範囲

はうまく再現できるようになり、熱風が尾根を超えたり、山地斜面高くまで達する状況は表現できた。しかし、北西部（図の右）の部分では実際の被災範囲を超えてしまう。抵抗係数を大きくすると全体的に図-3のように範囲がせまくなる。

流速については、図-1～2で流動深の一番大きいところで5m/s程度、先端部では1m/s以下であり、ほぼ熱風部の停止区域となる。図-3では流速は2m/s以下である。

実際の火砕流のビデオ解析結果では、この付近での熱風部の流速は約30～40m/sであり、このモデルではそのような大きな流速となるよう抵抗係数 f を小さくするとすると氾濫範囲はさらに大きくなってしまう。

今後、流速の再現精度を向上させるためには平面2次元流れとしてモデル化では困難であり、3次元的モデルを開発する必要があると考えられる。

4. おわりに

火砕流熱風部の氾濫範囲の再現計算結果は、再現性が高くなったものと考えられるが、今後は水無川方面の火砕流についても再計算を行いたい。その結果と既往研究の成果をうけて、モデル化の向上を図りたい。

参考文献

- 1) 山田、石川他「雲仙岳で発生した火砕流堆積実態とシミュレーション計算との比較」
平成4年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 井戸、石川、山田「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」
平成5年度砂防学会研究発表会概要集

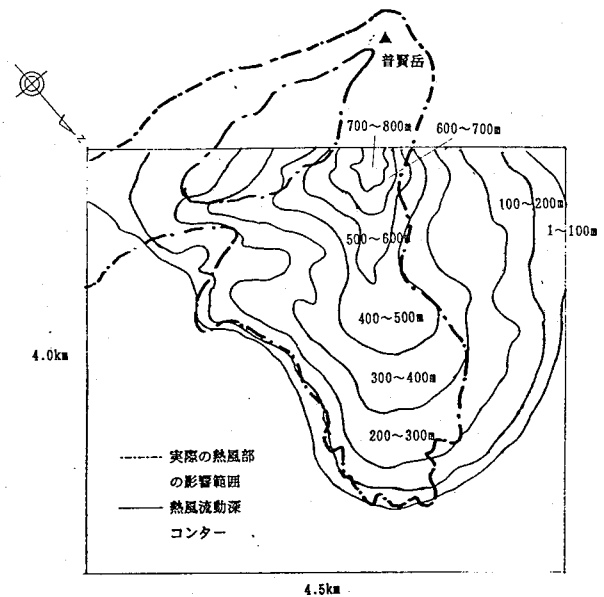


図-1 計算結果 ($f=200$ 、 $\beta=3$)

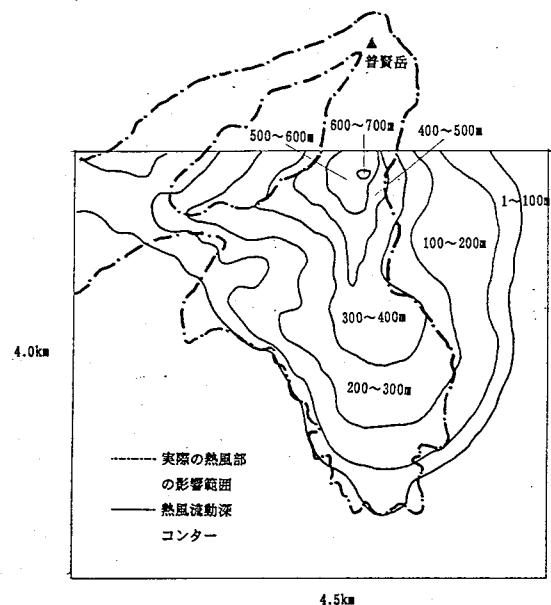


図-2 計算結果 ($f=200$ 、 $\beta=2$)

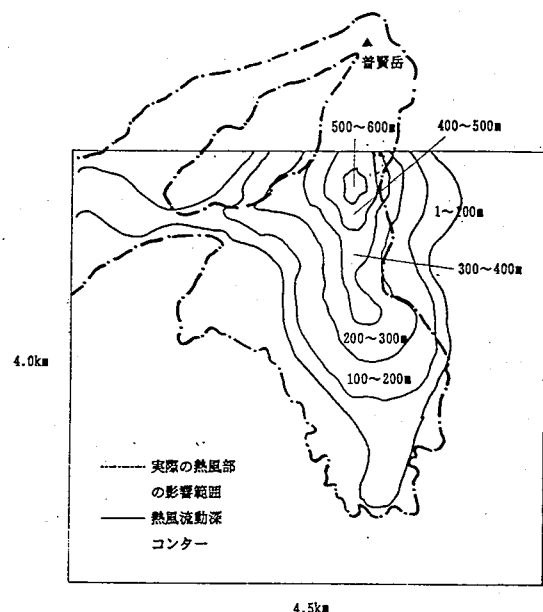


図-3 計算結果 ($f=1000$ 、 $\beta=1$)