

(Ⅱ-83) 泥流の2次元数値モデルの構築とフィリピン、ピナツボ火山地域への適用

山梨大学工学部土木環境工学科 ○正会員 宮沢 直季
 山梨大学工学部土木環境工学科 正会員 砂田 憲吾
 山梨大学工学部土木環境工学科 正会員 大石 哲
 山梨大学工学部土木環境工学科 正会員 平林 桂

1. はじめに

1991年6月15日のフィリピン、ピナツボ火山の歴史的噴火によって、雨季に泥流(ラハール)が流下・堆積し、多大な被害をもたらした。泥流災害に対する適切な対策を行うためには、泥流の堆積範囲を正確に推定することが必要である。本研究の目的は、泥流の2次元数値モデルを構築し、そのモデルをピナツボ火山の南東地域における氾濫泥流に適用することである。

2. 泥流の2次元数値モデル

泥流の支配方程式を以下に示す。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = \frac{1}{C_*} (q_{su} - w_s C_b) \quad (1)$$

$$\frac{\partial (Ch)}{\partial t} + \frac{\partial (CM)}{\partial x} + \frac{\partial (CN)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + q_{su} - w_s C_b \quad (2)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \beta \frac{\partial (UM)}{\partial x} + \beta \frac{\partial (VM)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_m} \quad (3)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \beta \frac{\partial (UN)}{\partial x} + \beta \frac{\partial (VN)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_m} \quad (4)$$

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{1}{C_*} (q_{su} - w_s C_b) \quad (5)$$

ここで、 h は流動深、 U, V は水深平均流速、 M, N は流量フラックス、 C_* は河床の土砂濃度、 q_{su} は砂の巻き上げ量、 C_b は河床付近の浮遊砂濃度、 w_s は沈降速度、 C は水深平均土砂濃度、 K_x, K_y は浮遊砂の乱流拡散係数、 β は運動量係数、 g は重力加速度、 H は水位、 $H=z_b+h$ 、 z_b は地盤高、 τ_{bx}, τ_{by} は河床面せん断力である。

河床面せん断力は、新井・高橋¹⁾の乱流泥流の抵抗則を用いた。砂の巻き上げ量は泉・池田²⁾の式を用いた。また、泥流の濃度分布が指数型の濃度分布で表されると仮定し、以下の式を用いて河床付近の浮遊砂濃度を計算した。

$$C_b = \frac{6Z}{1 - \exp(-6Z)} C, \quad Z = \frac{w_s}{\kappa u_*} \quad (6)$$

ここで、 κ は泥流のカルマン定数、 u_* は摩擦速度である。計算手法は、スタガードスキームを用いた。

3. フィリピン、ピナツボ火山地域への適用

上述のモデルをフィリピン、ピナツボ火山の南東地域の氾濫泥流に適用した。境界条件は、流入地点に図-1の流量ハイドログラムと平衡土砂濃度を与えた。図-2に計算で用いた地形図を示す。この地形図は、U.S. Geological SurveyのHPで公開されている30秒メッシュのDEMデータを距離の逆数の重み付けで内挿して求めたものである。格子間隔は7.5秒である。計算用いたパラメータは表-1に示す。

図-3に流動深の時間変化、図-4に摩擦速度の時間変化、図-5に堆積深の時間変化を示す。氾濫泥流は東と南東の両方に向かって流下した。Angelesでは、 $T=1.2\text{hr}$ で流動深が0.63m、摩擦速度が0.23m/s ($u_*/w_s=3.7$)であった。堆積深は、 $T=1.2\text{hr}$ で0.23m、 $T=1.6\text{hr}$ で0.46mであった。Poracでは、 $T=0.8\text{hr}$ で流動深が0.26m、摩擦速度が0.36m/s ($u_*/w_s=5.8$)、 $T=1.6\text{hr}$ で流動深が0.55m、摩擦速度が0.47m/s ($u_*/w_s=7.6$)であった。堆積深は、 $T=0.8\text{hr}$ で0.34m、 $T=1.6\text{hr}$ で2.07mであった。

参考文献

- 1) 新井・高橋：土木学会論文集，第375号/II-6，pp.69-77,1986.
- 2) 泉・池田：土木学会論文集，第429号/II-15，pp.57-66,1991.

表-1 計算で用いたパラメータ

d (mm)	C_*	h_{th} (m)	σ (kg/m ³)
0.5	0.7	0.1	2650

d:砂の粒径、 h_{th} :流動深の閾値、 σ :砂の密度

キーワード：泥流，2次元数値モデル，ピナツボ火山，氾濫流

連絡先：山梨県甲府市武田4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科

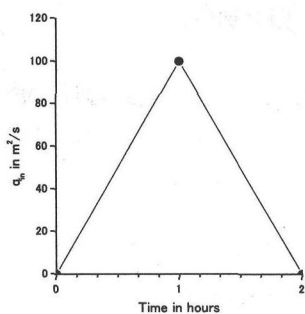


図-1 計算で使した流量ハイドログラフ

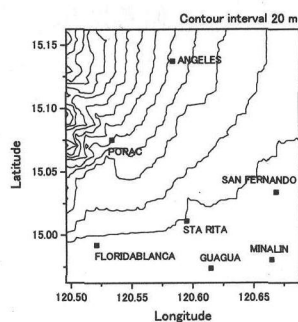


図-2 ピナツボ火山の南東地域の地形

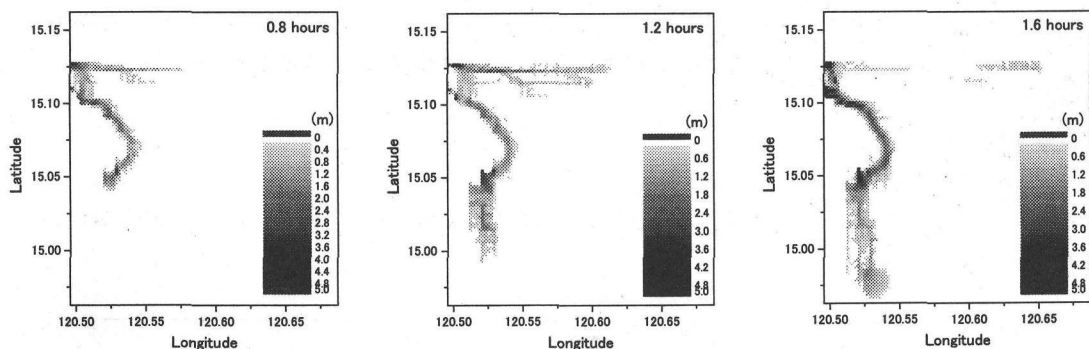


図-3 流動深の時間変化

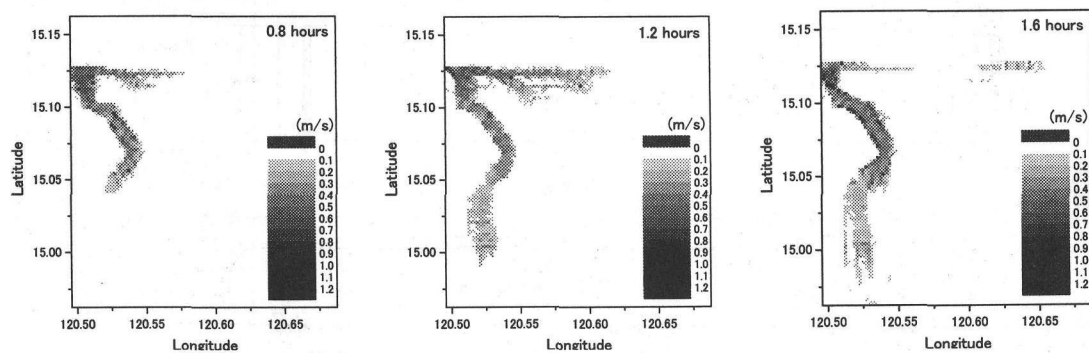


図-4 摩擦速度の時間変化

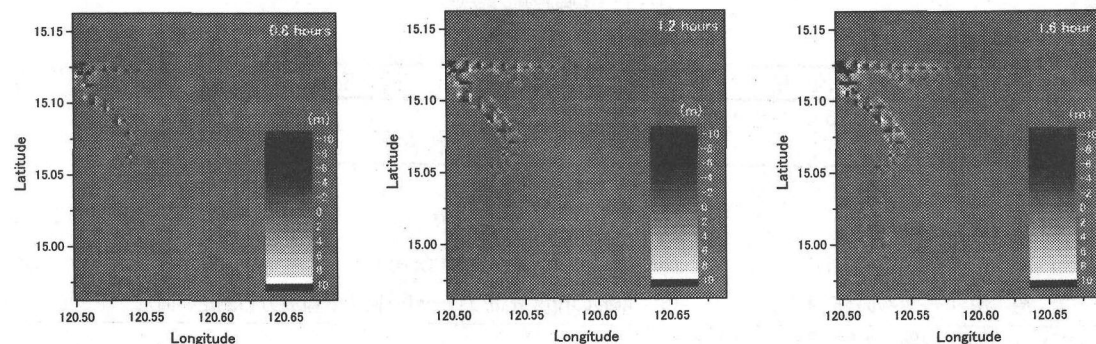


図-5 堆積深の時間変化