

土砂・洪水流出特性

竹林洋史¹⁾・江頭進治²⁾・関根正人³⁾・清水義彦⁴⁾

1) 京都大学防災研究所, 2) ICHARM

3) 早稲田大学理工学術院, 4) 群馬大学理工学研究院

上流域



中流域



下流域

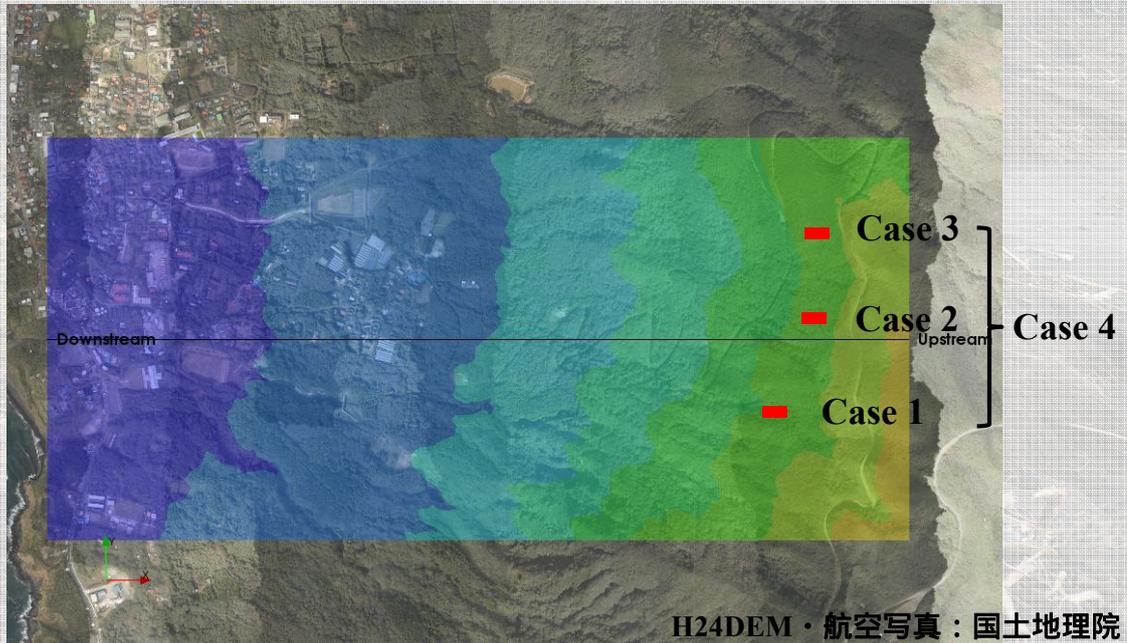


解析条件

地形データ：国土地理院による平成24年度5mメッシュデータ
(被災前の地形データ)

解析格子：約12m × 約15m (定常計算)

初期崩土：36m × 45m × 0.5m (810m³)



基礎方程式

基礎方程式は、水深平均された水と土砂の混合物に関する平面二次元の支配方程式

水及び土砂の混合物の質量保存則

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{h}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{hU}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{hV}{J} \right) = \frac{E}{c_* J}$$

水及び土砂の混合物の運動量保存則 (ξ 方向のみ)

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{hU}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(U \frac{hU}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(V \frac{hU}{J} \right) \\ & - \frac{hu}{J} \left(U \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right) + V \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right) \right) - \frac{hv}{J} \left(U \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right) + V \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right) \right) \\ & = -gh \left(\frac{1}{J} \left(\left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 \right) \frac{\partial z_b}{\partial \xi} + \frac{1}{J} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \frac{\partial z_b}{\partial \eta} \right) \\ & - \frac{1}{\rho_m} \left(\frac{1}{J} \left(\left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right)^2 \right) \frac{\partial P}{\partial \xi} + \frac{1}{J} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \frac{\partial P}{\partial \eta} \right) - \frac{\tau_{b\xi}}{\rho_m J} \end{aligned}$$

基礎方程式

河床位方程式

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{z_b}{J} \right) = -\frac{E}{c_* J}$$

抵抗則

$$\tau_{bx} = \rho \frac{f_b}{8} (u^2 + v^2) \frac{u}{\sqrt{u^2 + v^2}} \quad \tau_{by} = \rho \frac{f_b}{8} (u^2 + v^2) \frac{v}{\sqrt{u^2 + v^2}}$$

$$f_b = 72\alpha^2$$

$$\alpha = 0.37$$

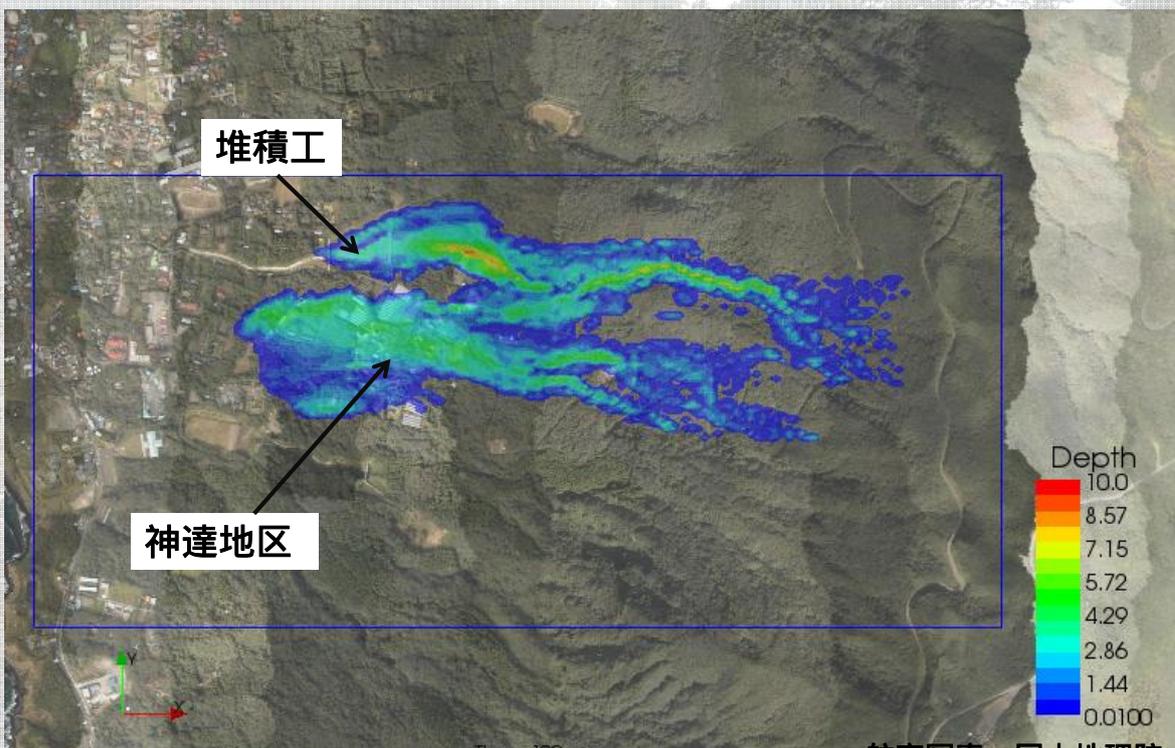
浸食速度

$$\frac{E}{\sqrt{u^2 + v^2}} = c_* (\tan \theta - \tan \theta_e)$$

平衡河床勾配

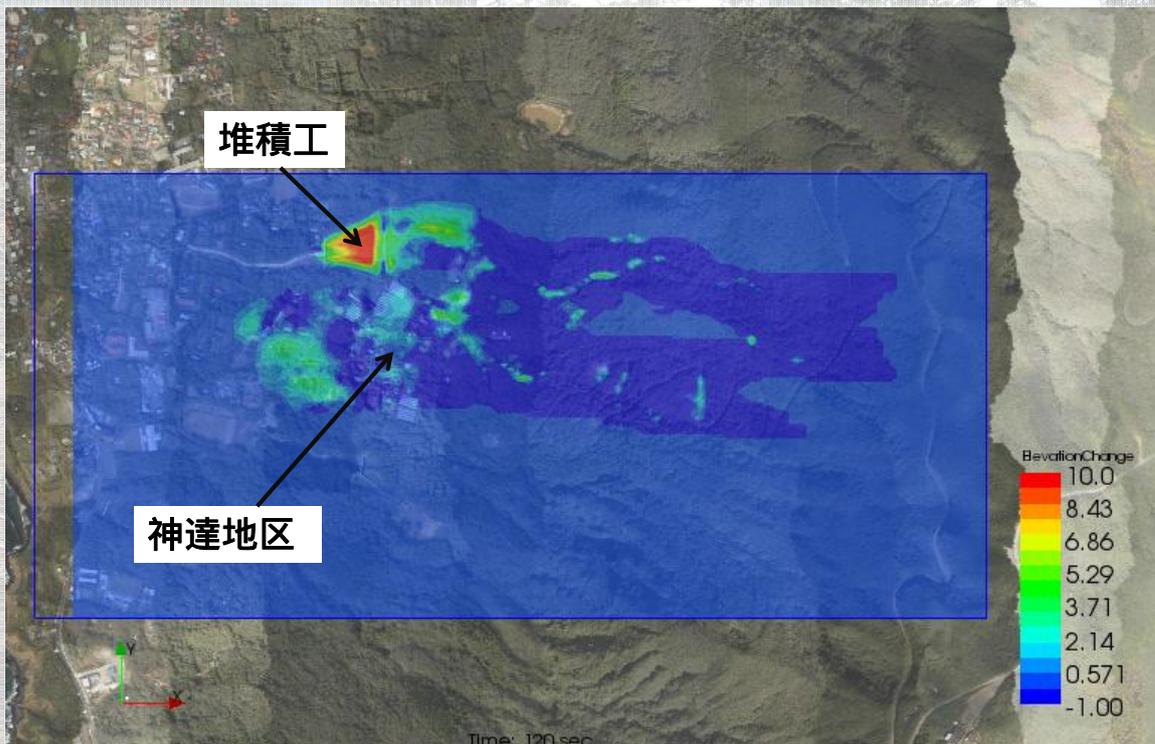
$$\tan \theta_e = \frac{\left(\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right)^{-c}}{\left(\frac{\sigma}{\rho} - 1 \right)^{-c+1}} \frac{h_s}{h} \tan \phi_s$$

Case 4 (流動層厚, 120秒後)



航空写真：国土地理院

Case 4 (河床変動量, 120秒後)



航空写真：国土地理院

まとめ

- (1) 流出した土砂の多くは火山灰である。ただし、斜面中流部からはスコリアや巨礫も流出している。
- (2) 神達地区に堆積した土砂は火山灰のみであり、中流部で発生した巨礫は下流域まで流れてきていない。
- (3) 表層の火山灰層の厚さは約1mである。火山灰層以下の層も泥流及びその後の豪雨で浸食されており、浸食深は5m以上の領域もある。
- (4) 斜面崩壊発生から土砂が神達地区まで到達する時間は、約80秒、神達地区での泥流の流速は時速約40km/h程度であったと推察される。

まとめ

- (5) 崩壊仮定地の三箇所のうち、中央の崩壊仮定地からの土砂の多くは、斜面北部の溪流を流下し、貯砂ダムに流れ込んだと考えられる。ただし、一部の土砂は真っ直ぐ西に流下し、神達地区の宅地に流れ込んだようである。
- (6) 崩壊仮定地の三箇所のうち、南の崩壊仮定地からの土砂の多くは、神達地区に住宅地に流れ込んだと考えられる。また、神達地区の住宅地に流れ込んだ土砂量は、崩壊仮定地の三箇所の中で、南の崩壊仮定地から最も多く流れ込んでいる。
- (7) 解析結果によると、神達地区は堆積域である。一方、被災後の神達地区の地盤高さは、豪雨前と大きな違いは無い。これは、泥流が堆積した後の豪雨により、神達地区に堆積した土砂が堆積工下流域に流れていったためと考えられる。

現地では、多くの人命が失われ、行方不明者も数名残されている。亡くなられた方のご冥福をお祈りするとともに、行方不明者全員の発見が早期に行われることをお祈り申し上げます。

謝辞

本調査・解析の実施において、国土交通省及び東京都から多くのサポートを頂くとともに、資料をご提供頂いた。ここに記して、関係各位に御礼申し上げます。