

1. まえがき

シラス地帯における土石流は、桜島等で発生している様なものとは異質のものである。そこで、土石流をその基本材料で、土流・土石流・砂礫流に分類すれば、シラス土石流は土流に類する。本研究でシラス台地崩壊後の土流の挙動の変化を検討したところ、流動状態が地盤勾配によって変わることがわかったので、ここに報告する。

2. 実験装置

可変勾配の小型矩形水路(滑面と粗面)の上端部にシラスを敷き、雨を降らせて自然発生したシラス土流の挙動を連続撮影した。シラスは宮崎県都城のもので、実験では1.5cmの篩を通過したものを用了。(平均粒径:0.17mm,篩分係数:2.72) 実験条件は水路勾配10°~20°,降雨強度100~150mm/hである。なお敷土高は10cmである。

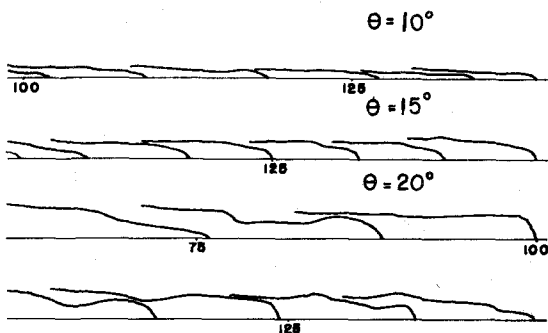


図-1 土石流先端部の形状変化

3. 実験結果

1) フロントの形状 図-1にみられるように、フロントの形状は勾配の緩急によって大きく変化する。10°では、その形状は刃形状であり、流下するにつれてさらに鋭くなっていく。また、フロントは滑るように流下していた。一方、20°では、フロントの盛り上りが大きくなっており、その形状の変化は著しい。また、盛り上る過程では流速は速く、ある程度まで盛り上ったら等速に近くなり、このフロント形状が壊れて刃形になる過程では流速の減少がみられた。この成長-崩壊は、2回以上みられることもあった。15°では、両者の中間的な現象であった。

2) 土流の含水比 敷土が崩壊して流動をはじめる地点と、土流の先端部、及び、この2地点の中間の3点で試料を採取して、その含水比を図-2に示した。これによると、土流の含水比は、先端部より中間点の方がやや高いが、勾配に関係なく55~70%となっていることがわかった。

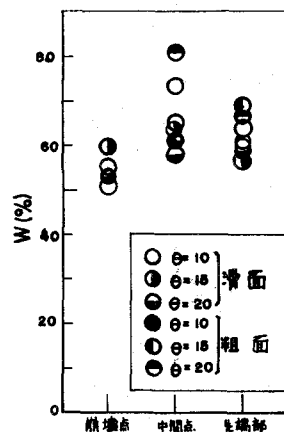


図-2 土流含水比

3) 先端流速の整理

土流をBingham流とみなして平均流速を求める。

$$\text{Binghamの塑性方程式は } \tau = \tau_0 + \rho' (v_b + \epsilon) \frac{du}{dy}$$

但し、 ρ' :土流密度、 τ_0 :降伏せん断力、 v_b :塑性粘性係数、 ϵ :乱流拡散係数である。ここで、降伏せん断力のかわりに、せん断層厚 a^D を導入し、土流のある任意断面で $(v_b + \epsilon)$ を一定と仮定して、平均流速を求めると次式が得られる。

$$V = \frac{g H^2 \sin \theta}{(v_b + \epsilon)} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{a}{h} \right)^2 - \frac{1}{6} \left(\frac{a}{h} \right)^3 \right\}$$

これより、先端流速無次元量 $vV / (g h^2 \sin \theta)$ (v :水の動粘性係数)と、敷土崩壊地点からの距離 x/H (H :敷土高)の関係を示すと、図-3のようになった。なお、フロントの高さ h は先端より10cmの平均をとったが、さらに検討の必要があろう。先端流速 V は、連続写真(0.25秒間隔)で読みとり、その中央を x とし、 h も x の前後の値の平均値を使用した。

4 流動状態の検討

塩野らは²⁾標準砂による実験で土砂容積濃度が43%以上になると内部せん断力の様子は急激に変わると報告している。我々の実験では含水比が大きく、かつ空気を連行しているので内部せん断力の様子は、含水比の差によってあまり変化しない範囲であるとし、 μ は一定とみなして検討する。また、同一水路における水だけの鋭波実験では、水深が浅かったためか、 ε は ν より一桁大きい程度であった。よって流速の無次元量 $\nu V / (g h^3 \sin \theta)$ の変化は α/h の変化を示すものと考えた。

1) 水路床の影響

図-3をみると $\nu V / (g h^3 \sin \theta)$ は水路床が滑面のおときは α/h が10あたりから減少し始めるが、粗面 ($k=0.5\text{mm}$) では α/h が12~13くらいにピークがある。これは α/h が滑面のおときは早く小さくなり Mass flow 化するが、粗面では粗さのためある距離までせん断流が発達するが、その後は Mass-flow 化していくと考えられる。

2) 水路勾配の影響

図-3の滑面の場合をみると流速の無次元量 $\nu V / (g h^3 \sin \theta)$ は、 $\theta = 10^\circ$ の場合、流下するに従って急激に減少していくが、 $\theta = 15^\circ$ ではその傾向はやや弱くなる。 $\theta = 20^\circ$ ではある距離まで減少し、しばらく同一値をとるが α/h が13あたりから増加し始める。

勾配がゆるやかであると α/h が急速に減少し、土は Mass flow に近づく。これはフロントの刃形が流下するにつれて鋭くなることを説明している。 $\theta = 15^\circ$ では α/h の減少がゆるやかであり、せん断底層がまだ厚く Mass flow が乗り上げ、フロント先端の高さはやや増加していく。勾配が 20° になると、崩壊直後はせん断底層が厚く、フロント先端は急激に盛り上り、その後 Mass flow 化がおり、そして Mass flow の内部で新たなせん断力が発生するため、再びせん断底層が厚くなり、せん断流化する。この現象が流下中繰り返されることが考えられるため、フロントの成長-崩壊が2回以上観察されることもあった。

5 寸び

以上の検討で、崩壊後のシラス土流の挙動は流下過程で変わっていくことが知られた。そこで、その平均値をもって流動状態の代表値とすることは無理である。なお、降雨強度によっても挙動が変わるが、その検討は今回は省略し、すべて 120 mm/hr の実験について検討したものである。

<参考文献>

- 1) 平野：岩元；原田；秋吉：人工降雨による土石流の実験 土木学会西部支部研究発表講演集（昭和50年度）
- 2) 塩野；武居；小橋：土石流の土砂流出過程に関する実験的研究 第14回自然災害科学シンポジウム論文集

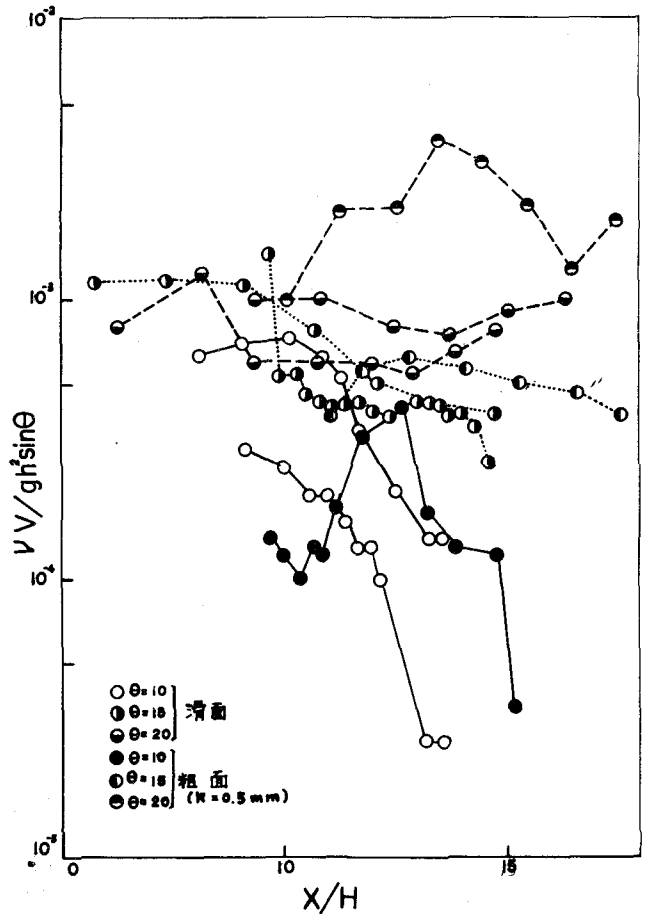


図-3 $\nu V / g h^3 \sin \theta$ と X/H との関係