

# PI-08 荒廃山地斜面基部の土砂移動に対する土石流の役割： 磐梯山の崖錐および室内降雨実験による検討

筑波大学大学院 ○小花和宏之 筑波大学地球科学系 恩田裕一  
筑波大学地球科学系 松倉公憲 防災科学技術研究所 森脇 寛

## 1 はじめに

大規模崩壊跡地や植生のない高山のような、岩屑生産の活発な斜面基部には崖錐が形成されやすい。崖錐上で発生する土石流についてそのプロセスを解明することは、崖錐の地形発達を理解する上で重要であり(町田ほか, 1975), さらに荒廃山地における土砂流出プロセスを評価する上での重要な情報となりうる。以上のような目的で、科学技術庁防災科学技術研究所の大型降雨実験棟において降雨実験を行い、主に崖錐上で発生する土石流の到達距離に影響する要因について考察した。また、福島県磐梯山カルデラ壁基部に広がる崖錐斜面の調査を行い、実験結果をもとに、崖錐斜面基部の土砂移動に対する土石流の役割について考察した。

## 2 実験

### 2.1 実験概要

実験装置の模式図を、図1に示す。基礎斜面は下部の平坦部と上部の傾斜部からなる。平坦部の勾配は約2°, 傾斜部は約43°である。斜面最上部から混合試料を投入すると、傾斜部の途中の仕切り板により、斜面(傾斜部)基部に3つの崖錐が形成される。その後、人工降雨を斜面全体に30分間降らせ、土石流を発生さ

せた。降雨停止後に崖錐表面の侵食、堆積状況に関してスケッチを行い、その形状を計測した。実験材料は、平均粒径4mmの材料“礫”と、0.4mmの“砂”と、0.3mmの“シルト”を用いた。

実験において一定である条件は、以下の3点である。

(1) 試料の供給速度。(2) 崖錐の角度：約35°。(3) 降雨条件：降雨強度は80mm/h, 降雨時間は30分。変化させた条件は、以下の3点である。(1) 崖の水平長：崖錐上部の崖(free-face)の水平成分のこと。崖の水平長の変化は土石流への影響から考えると、集水面積の変化に相当する。(2) 崖錐の水平長：崖錐斜面の水平成分のこと。(3) 崖錐の構成物質：先述した実験材料3種類を混合して、以下の4ケースを設定した。1) 礫50%：砂50%, 2) 礫47.5%：砂47.5%：シルト5%, 3) 礫45%：砂45%：シルト10%, 4) 礫40%：砂40%：シルト20%。混合比はすべて体積比である。以上の3点を変化させて実験を行った。実験条件を表1に示す。

### 2.2 実験結果

実験は全部で28回行った。そのうち先行実験の7回、水漏れにより失敗した2回、および降雨中に試料の投入を行った(他のケースでは降雨中に試料投入をしていない)最後の一回を除いた、合計18回の結果を解析に用いる。

各実験によって発生した土石流の最終的な到達距離(土石流水水平長と記載)を表1に示す。case1のrun5, run6, およびcase2のrun3の3ケースだけは、降雨開始後30分経っても断続的に土石流が発生しており、降雨時間をもっと長くすればさらに土石流の到達距離が伸びる可能性があるため、表1において上向きの矢印を記した。その他の15回については降雨終了時に土石流の発生は終了していた。

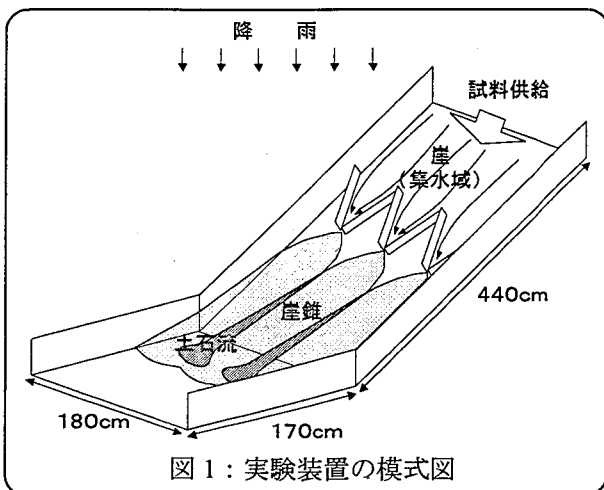


図1：実験装置の模式図

表1：実験条件および結果

実験No.	先行実験 (run1~7)	case1 (シルト20%)										case2 (シルト10%)				case3 (シルト5%)						
		run1	run2	run3	run4	run5	run6	run7	run8	run9	run10	run1	run2	run3	run4	run1	run2	run3	run4	run5	run6	run7
崖水平長 (cm)	(159~308)	159	159	159	159	159	159	54	54	27	27	159	159	159	54	54	54	27	54	81	107	107
崖錐水平長 (cm)	(193)	82	82	123	123	193	193	193	193	193	193	82	123	193	193	82	123	123	123	123	123	123
土石流水水平長 (cm)	-	168	148	204	220	289	↑289	↑252	200	125	-	141	193	281	↑148	121	-	61	101	87	147	-
備考											水漏れ					水漏れ						試料供給

崖と崖錐の水平長から土石流の水平長を評価するために、崖水平長/崖錐水平長 ( $L_{ch}/L_{th}$ )、および土石流水平長/崖錐水平長 ( $L_{dt}/L_{th}$ ) という2つの値を考えた。 $L_{ch}/L_{th}$ とは崖と崖錐の比率を表すもので、崖錐よりも崖の方が水平長が大きければ1.0以上になり、反対に崖よりも崖錐の方が水平長が大きければ1.0以下になる。また、 $L_{dt}/L_{th}$ とは土石流と崖錐の比率を表すもので、崖錐よりも土石流の方が水平長が大きければ(崖錐外流出型)1.0以上になり、反対に土石流よりも崖錐の方が水平長が大きければ(崖錐上停止型)1.0以下になる。以上の2つの値をx軸、y軸にとって表1の結果をプロットしたものが図2であり、これはx軸が崖水平長と崖錐水平長の比率を表し、y軸が土石流のタイプを表す。プロットした点全体の傾向として、右上がりの傾向が認められる。これはすなわち、『崖が大きくなるほど(あるいは崖錐が小さくなるほど)土石流は崖錐斜面を越えて遠くまで流出しやすい』ということを示している。

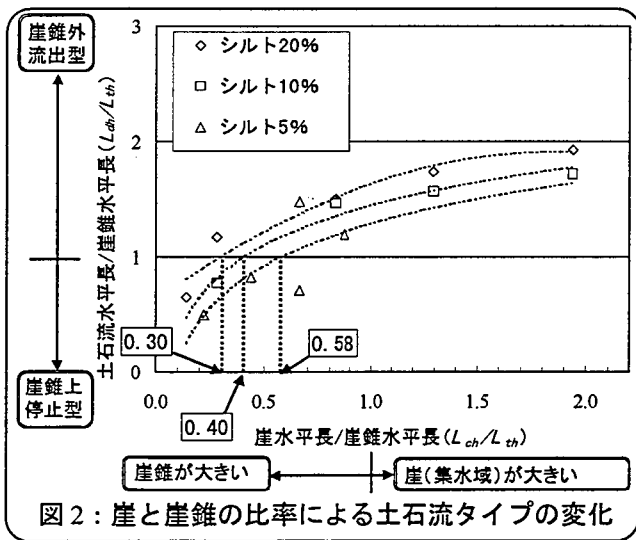


図2：崖と崖錐の比率による土石流タイプの変化

次に、各試料ごとに近似曲線を描き、 $L_{ch}/L_{th}$ がいくつ以上になると、土石流のタイプが変化する(すなわち $L_{dt}/L_{th}$ が1.0以上になる)のかを調べる。実験結果においては、 $L_{ch}/L_{th}=0.30, 0.40, 0.58$ という値が得られた。この値が意味することは、例えば崖錐構成物質のシルト混合率が20%のときは、崖水平長( $L_{ch}$ )が崖錐水平長( $L_{th}$ )の30%以上であるとき、崖錐外流出型の土石流が発生し、30%以下の時は崖錐上停止型の土石流が発生する、ということである。

### 3 野外調査

磐梯山の崖錐上に見られる土石流跡において、現地

観察および空中写真判読により地形分類図を作成し、崖と崖錐と土石流の規模(水平長)を求めた。その結果をもとに図2と同じグラフ上にプロットしたものが図3である。実験結果と同じ『崖が大きくなるほど(あるいは崖錐が小さくなるほど)土石流は崖錐斜面を越えて遠くまで流出しやすい』という傾向を示している。また、土石流タイプが変化する崖と崖錐の比率を求めると0.68という値が得られた。

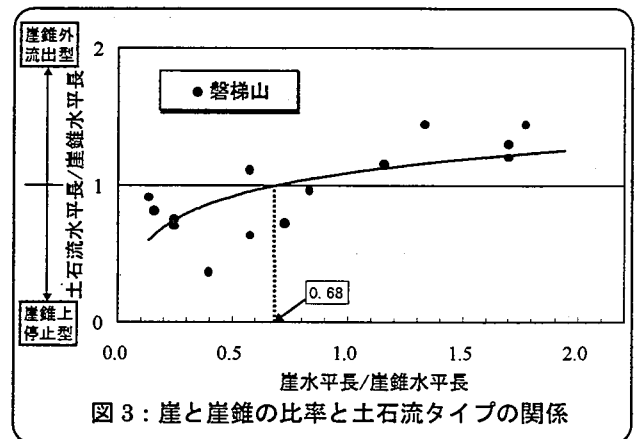


図3：崖と崖錐の比率と土石流タイプの関係

さらに、崖錐外流出型は崖錐の成長を妨げるのに対して、崖錐上停止型は崖錐の成長を妨げないので、二つの土石流タイプは崖錐斜面の発達速度に影響しているのではないかという仮説を立てた。そこで、磐梯山の斜面縦断形をもとに検討したところ、崖錐外流出型土石流が発生しているところでは崖錐の発達が悪く、崖錐上停止型のところでは崖錐の発達が良いという、仮説と調和的な結果が得られた(図4)。したがって、土石流は崖錐の発達速度に影響を与えている可能性が考えられる。

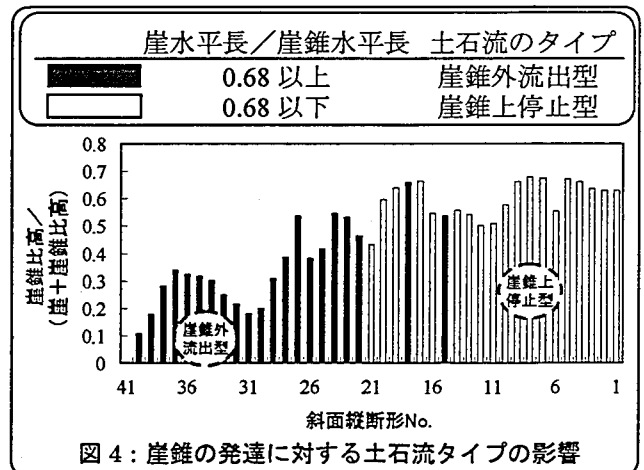


図4：崖錐の発達に対する土石流タイプの影響

【参考文献】町田 貞・松本栄次・石井孝行(1975)：足尾荒廃地における崖錐の形成プロセス。地理学評論, 48, 768-783.