

土質特性の相違が崩壊発生に与える影響の分析

岩手大学農学部 勝又善明 井良沢道也

1. 背景と目的

土砂災害への対策を行うためには、地質種別ごと土質特性ごとに降雨に対する相対的な抵抗度を把握することが重要であり、そのために斜面崩壊実験の実施し、土砂崩壊の発生メカニズム・傾向を把握することが必要である。そして、土砂崩壊の傾向を把握することにより土砂崩壊の警戒避難に役立てることができる。以上のことから、本研究では様々な条件による室内崩壊実験を行い(表-1)、土質特性が斜面の崩壊発生メカニズムにどのような影響を与えているかを探り、そのことを土砂災害の警戒避難に役立てることを目的にしている。

2. 実験概要

本研究で使用した供試体(写真-1)は長さ80cm(内、折れ曲がり部分10cm)、幅50cm、高さ20cmのサイズで傾斜を 0° ～ 45° まで変更できるものである。試料は岩手県姫神山の麓から中生代白亜紀花崗岩類(姫神岩体マサ土)を攪乱状態で採取し、土壌硬度 2.2 kg/cm^3 で設置した(実験条件によっては硬度の異なる場合もあり)。供試体には土壌水分センサー(DECAGON社製:ECHOプローブ EC-20)を孔板から $25\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ 、底板から $3\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 18\text{ cm}$ の位置に6本設置し、これに対し人工降雨装置(写真-2)によって高さ3mの位置から $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ の範囲に降雨を行い、体積含水率を1分間隔で測定した。また、この測定値から飽和度を算定した。流量は水路下端の孔板から流れる流量を電子天秤を使用して1分間隔で測定した。

崩壊実験は、傾斜角度を 30° と 45° にした供試体に人工降雨装置で30、50mm/hの強度の降雨を与え、崩壊の形態及び土壌水分の変化、孔板からの流量を計測した。

3. 試験結果

崩壊実験の結果、斜面の崩壊は降雨の浸透により試料の飽和度が上層から中層、下層と次第に上昇し、上層部のものよりも下層部のものの方がより高い値を示した。また下層の飽和度の上昇が始まった付近から孔板からの流水の流量が上昇を始め、流量の値が最大値を迎える直前に崩壊が発生する(図-1、2・写真-3、4)。その後、流量は最大値を迎え、徐々に減少する。また、試料中に土壌硬度の差による層を設置した場合は、設置した層へ降雨が達した時に流量が上昇し始め流量のピークが2つ存在する(図-3、4・写真-5、6)。なお、飽和度並びに流量の変化傾向は崩壊が発生しなかった傾斜角度 30° での実験でも同様である。また、崩壊の様子は斜面の一部が崩壊しだした後、その規模が拡大していき最終的には斜面全体が崩壊するという過程になるが、2層の土層を設置した場合は天板との折れ曲がり部分に亀裂が発生し、土層が滑り面となって一度に崩壊する。

表-1 崩壊実験一覧表

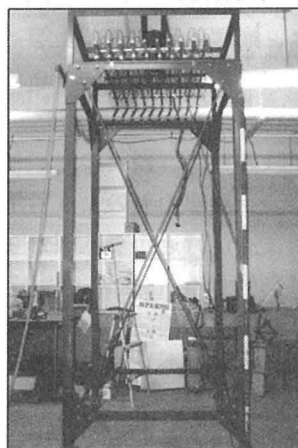
実験No.	傾斜角度 (°)	降雨量 (mm/h)	土壌硬度 (kg/cm ²)	密度 (g/cm ³)	初期含水比 (%)
1	30	30	2.2	1.57	17.47
2	30	30	2.2	1.56	13.37
3	30	30	2.2	1.49	14.85
4	30	50	2.2	1.50	22.05
5	45	50	2.2	1.58	15.52
6	45	50	2.2	1.58	18.65
7	45	30	2.2	1.50	4.41
8	45	50	2層	1.55・1.59	19.08
9	30	50	1.1	1.38	18.91
10	45	50	1.1	1.40	16.65
11	30	50	2層	1.48・1.44	21.17
12	45	30	2層	1.38・1.68	16.38

※土壌硬度が2層のものは、表面～8 cmまでを 1.1 kg/cm³、
8 cm～底板までを 4.0 kg/cm³と設定したものである。

写真 - 1 供試体外枠



写真 - 2 人工降雨装置



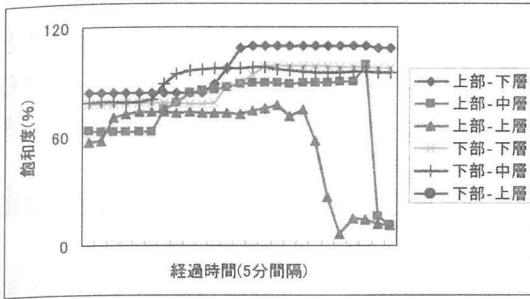


図-1 実験No.5—飽和度

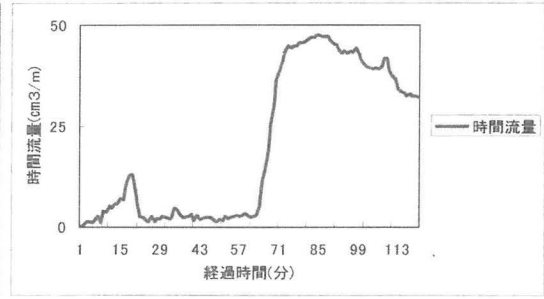


図-2 実験No.5—流量



写真 - 3 実験No.5 降雨開始 72 分後

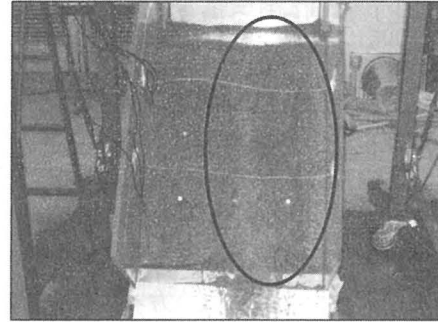


写真 - 4 実験No.5 降雨開始 75 分後

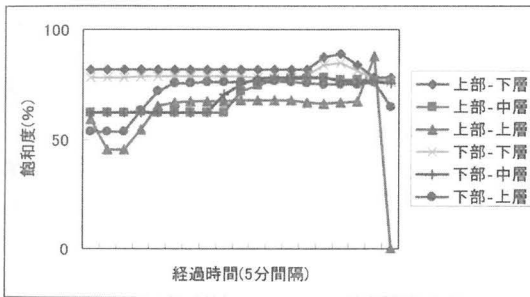


図-3 実験No.8—飽和度

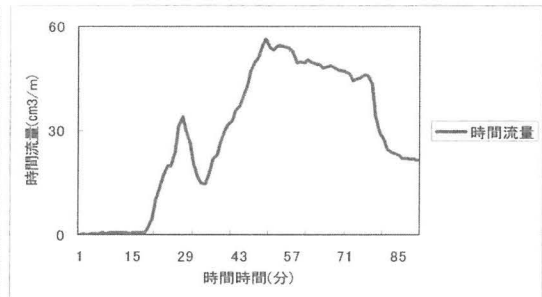


図-4 実験No.8—流量

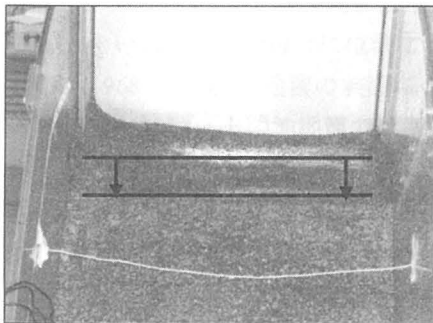


写真 - 5 実験No.8 降雨開始 77 分後



写真 - 6 実験No.9 降雨開始 80 分後(横)

4、まとめ

マサ土を使った斜面崩壊実験を実施し、その崩壊条件には土壌硬度・傾斜角度・降雨強度といった様々な条件が土砂崩壊の発生に対して多くの影響を及ぼしている事がわかった。これらの条件による影響は飽和度や流量から理解することができ、特に流量は土質による影響を大きく受けており、実際の斜面においても斜面からの流量を推定する重要性が示唆された。現在、それらの結果を飽和—不飽和浸透流により再現計算を実施しており、実験値と計算値との対比を検討する予定である。

土砂災害への警戒避難には降雨量のみならず、日頃から斜面からの流水や湧水が見られる斜面においてはとりわけ注意を払う事が重要であり、降雨時にそれらに異常（急激な増加、減少、濁水発生など）が見られる場合は斜面が飽和状態に達しており崩壊の危険性が高まっている可能性がある。今後はこうした斜面内の地下水流動の観測調査を実施していきたい。代表的な地質・地形毎の現地観測、斜面崩壊実験の積み重ねによって、ある程度は表層崩壊の予測が可能になるものと考えられる。しかし、実際には膨大な土砂災害危険箇所の地下の情報（風化土層厚、基岩の状態、飽和透水係数、不飽和透水係数など）はほとんど無い状況なので、できるだけ簡易に推定できる手法の開発が急がれる。

最後に、本研究は(社)岩手県土木技術センターとの共同研究であり、研究にご協力を頂いた(社)岩手県土木技術センターの方々に深く御礼申し上げます。

引用・参考文献

- 遠藤康多佳(2006)：岩手県のマサ土斜面における崩壊特性に関する研究，
岩手大学大学院修士論文
- 塚本良則・小橋澄治（1991）：新砂防工学，朝倉書店，pp1～5，73～96
- 古谷元・末峯章・日浦啓全・他3名（2004）：結晶片岩地域の崩積土層で発生した斜面崩壊
に關与する流動地下水脈，日本地すべり学会誌，Vol.40，No.6，pp10～21
- 矢橋晨吾・雨宮悠（1992）：人工降雨による土壌構造の変化について，
千葉大園学報，第46号，pp111～121