

## 斜面崩壊に伴う谷の発達過程に関する研究

アジア航測株式会社 ○吉野弘祐  
国土技術政策総合研究所 内田太郎

### 1 はじめに

平成 23 年に発生した台風 12 号により、紀伊半島を中心に大規模な深層崩壊が多数発生した。紀伊半島には四万十帯(付加体)が広く分布しており、深層崩壊はこのような付加体で多く発生することが知られている。また、台風 12 号による深層崩壊の多くは、流れ盤斜面で発生しており、このような地質構造も深層崩壊の素因となった可能性の一つと考えられる。しかしながら、深層崩壊の発生に関する物理過程に則したモデル化は十分に行われていないのが現状である。

著者らはこれまでに、天然ダムの越流侵食に伴う水みちの拡幅過程を、河床侵食に伴う土塊の力学的なバランスの変化による側岸崩落により表現できるものと仮定し、土塊の力学的なバランスを内部応力や土質強度に基づいて定式化した。提案モデルにより天然ダムの水みちの側岸勾配と比高の関係を良好に再現できたことから、基本的に計測可能な物性値を用いて天然ダムの水みちの拡幅過程を表現できる可能性を示した。上記のモデルは、侵食による河床低下に伴う土塊の力学的なバランスを評価したものであるが、河川沿いで発生する深層崩壊が斜面の隆起に伴う土塊・岩塊の力学的なバランスが失われた結果生じると仮定すれば、河床低下と尾根部の隆起の速度は大きく異なるものの、深層崩壊に伴う谷の発達過程についても同様なモデルで表現できる可能性がある。

そこで本検討では、平成 23 年台風 12 号により発生した深層崩壊や崩壊非発生斜面を対象に、台風 12 号前後に計測された詳細な地形データを用いて側岸勾配と比高等を整理し、モデルの適用性の検討を行った。さらに、崩壊発生・非発生斜面の地形的な特徴を確認した。

### 2 検討内容

#### 2.1 検討対象

検討対象範囲は、図 1 で示す、奈良県十津川村の赤谷と川原樋川合流点から風屋ダムまでの十津川沿いの区間、及び栗平天然ダム地点から十津川本川合流点までの区間を対象とした。なお、この区間には土砂災害防止法に基づく緊急調査の対象となった赤谷、長殿、栗平が含まれる。

#### 2.2 検討方法

検討対象区間において、河道沿いの複数の斜面を抽出し、以下の手順で整理・検討を行った。

- ① 抽出した斜面について、台風 12 号による崩壊の発生・非発生、及び流れ盤・受け盤ごとに区分し、斜面の比高と側岸勾配との関係を整理した(図 2 に抽出例を示す)。
- ② 深層崩壊に伴う谷の発達過程について、著者らの提案モデル<sup>1)</sup>の適用性を確認した。
- ③ ①の区分ごとに斜面の地形的特徴を整理し考察した。



図 1 検討対象

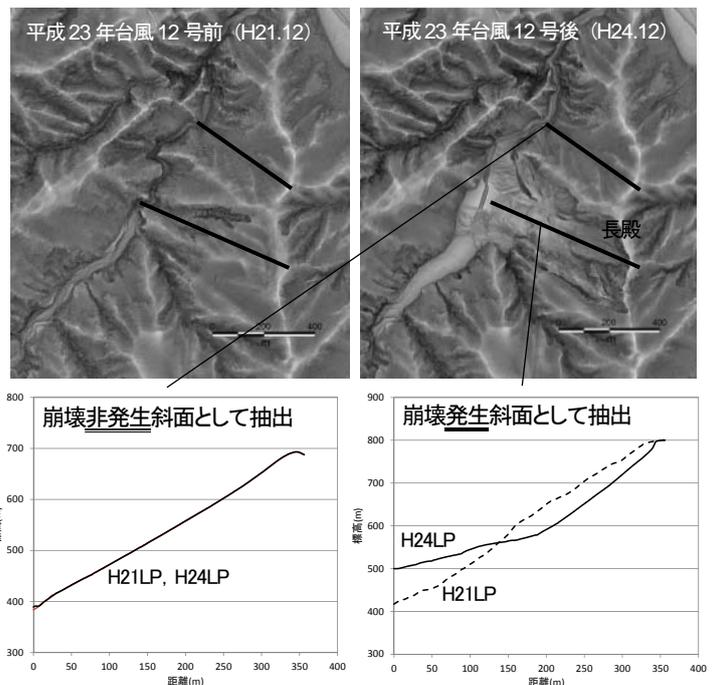


図 2 対象斜面及び崩壊の発生・非発生の抽出例

### 3 適用モデル

本検討では、天然ダム越流侵食に伴う側岸の崩落プロセスに適用したモデル<sup>1)</sup>を、谷の発達プロセスに適用した。斜面崩落の模式図を図 3 に示す。本モデルでは、はじめに斜面の隆起等により斜面の比高(図 3 中の  $H$ )が増大し(この時図 3 中の  $L$  は変化せず)、側岸部が不安定になった場合に楔形に崩落し、斜面の横断幅( $L$ )が広がると仮定した。なお、斜面の比高の増大、斜面崩落のいずれに際しても、河床部の幅は変化しないと仮定した。

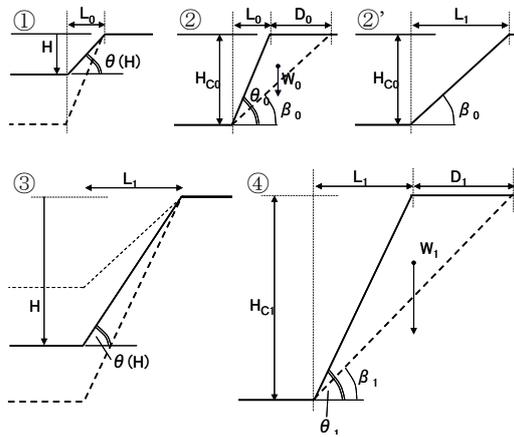


図 3 斜面崩落の模式図

#### 4 比高と側岸勾配との関係及びモデルの適用性の確認

抽出した斜面の比高と側岸勾配との関係を整理し、提案モデルを適用した。図 4 には、抽出した斜面の内、深層崩壊が多発した流れ盤斜面の例を示す。土質強度に関するパラメータ( $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma$ 等)は既往の調査結果<sup>2)</sup>等を参考に設定した。ここで、図 4 の線 A は、斜面安定解析による  $F_s=1$  を表すものであり、この線 A よりも上部の領域は、斜面安定解析上不安定な斜面を表している。また線 B については、崩壊前後の比高と側岸勾配の変化を表したものであり、深層崩壊の発生プロセスが前項の仮定に従うものとするれば、崩壊後のプロットは線 B の上端と下端の間の領域に含まれると考えられる。

整理の結果、崩壊前は線 A の上部、崩壊後は線 A の下部に集中してプロットされており、深層崩壊は斜面安定解析上不安定な斜面で発生している可能性が高いことが確認された。また、崩壊後のプロットについても概ね線 B の上端と下端の間の領域に含まれている。しかしながら、崩壊非発生斜面の大半についても不安定領域にプロットされており、地形的な特徴とは別の要因も崩壊発生をコントロールしていると考えられる。

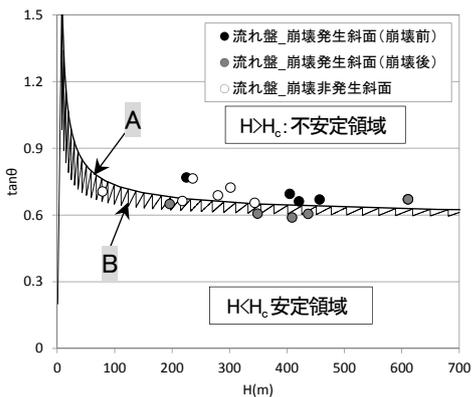


図 4 モデルの適用

#### 5 崩壊斜面の地形的特徴

次に各斜面における側線について、微小区間(10m)毎に最下端からの比高と側岸勾配を算出し、グラフ上にプロットした。

また、グラフ上には図 4 の線 A を加えたが、これにより斜面上の各地点における安定性が評価でき、今後深層崩壊の場所や規模の推定に繋がる可能性がある。

なお、崩壊斜面の中で、赤谷東以外は、比高が小さい部位から線 A に漸近し、概ね比高 200m 付近で交わっているのに対して、赤谷東については比高が小さい部位から直線的に線 A に近づき比高 400m 以上の地点で交わっている。これは赤谷東の崩壊が斜面上部のみで発生していることと整合しており、赤谷東は明治の十津川災害で崩壊が発生した斜面であり、今回の崩壊が崩壊地内部(斜面上部)の再崩壊であることが原因である可能性がある。

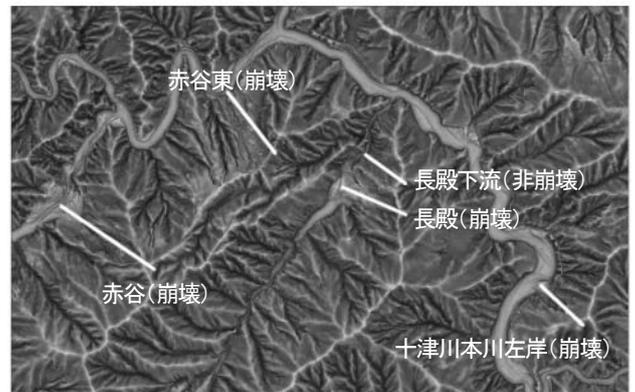
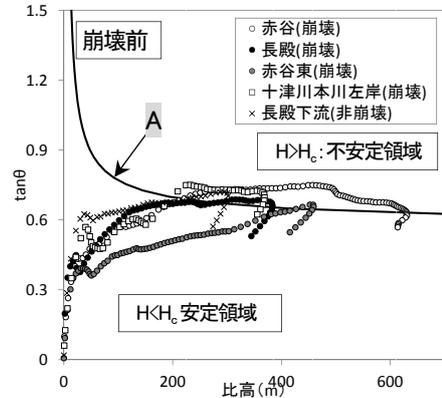


図 5 斜面の地形的特徴(流れ盤斜面の例)

#### 6 おわりに

地質構造・土質強度が概ね等しいと考えられる領域では、提案モデルにより十津川流域の河道の側方斜面の勾配と比高の関係を良好に再現できた。このことは、基本的に計測可能な物性値を用いて深層崩壊の危険斜面と規模を予測できる可能性を示唆していると考えられる。

今後はサンプル数を増やすとともに、明治の十津川災害による地形変化についても考慮し、斜面の地形的な特徴をさらに詳細に分析するつもりである。

最後に、検討にあたって、国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所には LP 計測データを提供して頂いた。ここに記して謝意の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 吉野弘祐・内田太郎・石塚忠範・水山高久:天然ダム越流侵食時に形成される水みちの発達過程に関する研究, 砂防学会誌, Vol.66, No.2, p.3~9, 2013
- 2) 木下篤彦・小川内良人・眞弓孝之・柴崎達也:平成23年台風12号で発生した深層崩壊の地質的素因と崩壊面の土質特性, 砂防学会誌, Vol.66, No.2, p.3-12, 2013