

流域における面的土砂移動変化の監視について

国土交通省中部地方整備局天竜川上流河川事務所
一般財団法人砂防フロンティア整備推進機

中谷洋明, 鈴木豊^{※1}, 荒井良介^{※2}, 春日亮太
亀江幸二, ○深澤浩, 萩原陽一郎

※1 (現) 国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所
※2 (現) 国土交通省中部地方整備局河川部

1 流域の面的土砂移動変化監視（流域監視）の重要性と取り組み

従来、流域の土砂移動状況を把握するために、河床変動測量等を実施し、土砂の動きに関する情報を得てきた。しかし、その測量区間長が限られるため、上流から下流への土砂の流下総量等が不明であり、流域全体の状況把握は困難であった。本報告でいう流域の面的土砂移動変化の監視では、流域の変化を監視し、斜面及び溪床・河床等の土砂・土塊の動きという“動的な情報”に基づいて、土砂移動の特性を把握することにより、危険度が高まっている箇所の抽出、土砂災害発生の切迫度、規模等を推定していくことを最終的な目的としている。この監視結果は、砂防流域の管理にも活用していくことが望まれ、土砂の生産（発生）源から流下・堆積に至るまでの一連の土砂移動を面的にとらえ、流域の土砂移動特性に基づいた“活きた”流域診断、施設管理等が期待できる。

本報告では、天竜川水系三峰川の粟沢川合流点より上流域（流域面積約 170km²）を対象範囲として（図 1）、流域の土砂移動特性を推定し、これに基づき監視計画を検討したので、その検討内容を報告する。

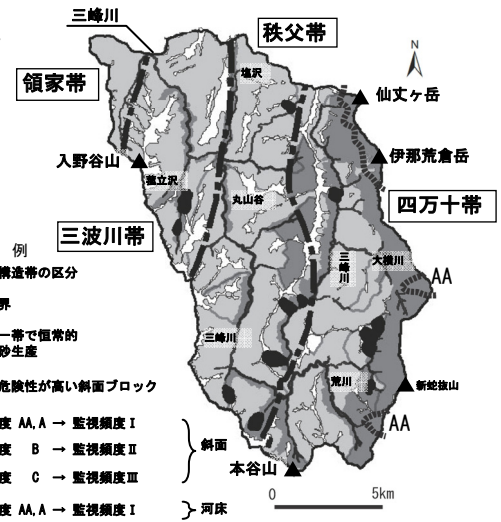


図1 「土砂移動監視区分図（仮称）」

2 流域監視の検討手順

流域監視において、その頻度や手法を一律に決めるのは、効率的とはいえない。これらをよりの確に決めるには、流域の土砂移動の特性を踏まえ、高頻度で監視すべきエリアや低頻度で監視すれば足りるエリア等に分類し、分類したエリアごとに監視頻度や手法を検討することが適当と考えられる。

流域の土砂移動特性の推定に当たっては、過去の大規模土砂移動実績を踏まえるとともに、微地形技術を活用した。すなわち、侵食、崩壊あるいは地すべりといった土砂生産形態の種別・規模、それらの流下・堆積過程等を微地形的特徴から分類・整理し、土砂移動特性を推定してエリア区分した「土砂移動特性区分図（仮称）」を作成した。これを基に土砂移動危険度の区分を行った。さらに、土砂移動危険度ごとの監視頻度を検討して「土砂移動監視区分図（仮称）」（図 1）を作成し、監視区域ごとの監視方法を検討した。

3 流域監視の検討内容

(1) 土砂移動特性区分図の作成

本報告では、平成 18 年撮影の空中写真による微地形判読図を基に、平成 20 年測量の航空レーザー計測データを用いた詳細な微地形判読結果を加え、地質・植生情報や既往土砂災害実績（昭和 36、58 年災害）を参考に、土砂移動特性区分図を作成した。対象流域の地形は、南北の帯状に配列する付加体構造と高山性の気候環境の影響を受けて、大きくは

- ① 表層崩壊、高山性裸地による土砂生産が卓越するエリア（四万十帯東側、秩父帯東側）
- ② 深層崩壊の予兆的地形のひとつであるクリープ斜面が多く分布するエリア（四万十帯西側、秩父帯西側）
- ③ 地すべり地形が密集するエリア（三波川帯）

に分類できる（図 2）。さらに、土砂移動危険度は、①～③の移動形態について土砂生産の活発性や侵食前線の上・下部斜面等の条件に応じて土砂移動発生の可能性の度合いを「土砂移動危険度」として A～C の 3 ランクに区分した。ただし、その中でも特に危険性の高い斜面ブロック及び河道区間は、AA ランクとして抽出した。以下に、土砂移動危険度分類の区域を基に、微地形分布と土砂移動特性について概略する。

1) 表層崩壊、深層崩壊、地すべり地形（A ランク：土砂移動危険度高い）

四万十帯と秩父帯では、流れ盤でクリープ斜面が多い地形、受け盤で表層崩壊が多い地形という地質構造と関連

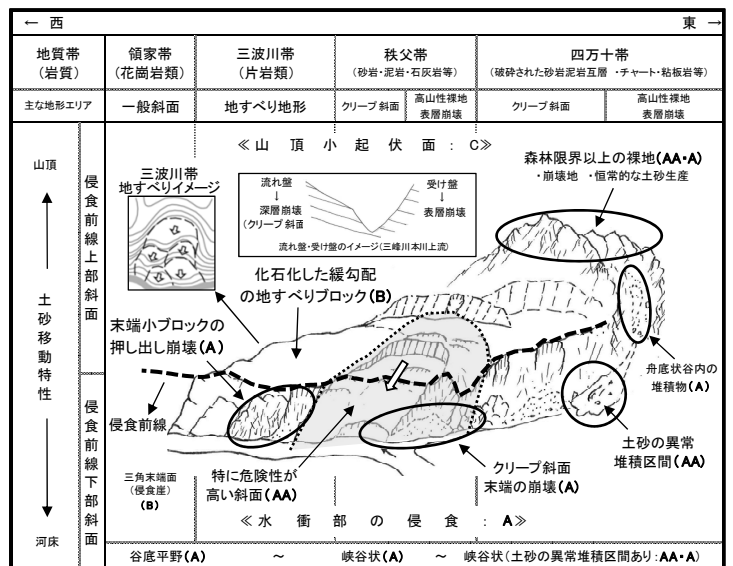


図2 土砂移動危険度の区分イメージ図

した地形分布の偏りの傾向がみられる。四万十帯東側の高標高域は、崩壊地と恒常的な土砂生産箇所が広く分布し、樹枝状河系と砂礫の厚い舟底型0次谷(AA)と直下の崖錐により地形構成が特徴づけられる。四万十帯西側の本川右岸斜面は、深層崩壊の兆候に関連するクリープ地形(AA)が連続して配列する。連続するクリープ地形の中程には、侵食前線が形成されており、それより下部斜面で、本川河道の側方侵食跡やクリープ斜面末端崩壊などが多く分布し、土砂の供給源となっている。秩父帯は、四万十帯と地形の構成要素が凡そ同じであるが、分布が小流域単位程度の面積で散在していることが特徴である。

三波川帯の主流域である菰立沢一帯は、緩傾斜な地すべりブロックの密集帯になっている。四万十帯と同じく侵食前線より上部斜面に単体の主ブロックがあるが、変状を示唆するような微地形は見られず安定した斜面と言える。一方の下部斜面では、主ブロックに押し出されるように明瞭な輪郭の小ブロックが多く分布しており、一部は河道に張り出した形状を呈しているブロックもある(AA)。

2) 本川、支川の河床 (Aランク：土砂移動危険度高い)

上流区間 (概ね勾配 10° 以上) では河床堆積物が多く、段丘化した流下痕跡が顕著である。特に、狭窄部上流の土砂異常堆積区間では複数段の段丘崖が入り組んで配列しており、急激な河床変動が繰り返し生じている(AA)。

3) 一般斜面 (Bランク：土砂移動危険度中程度)

AランクとCランクの中間領域である。対象流域内では、西側ほどBランク面積が広い (領家帯分布域など)。

4) 山頂小起伏面 (Cランク：土砂移動危険度低い)

流域内の尾根の大部分は、山頂小起伏面として認められ、地形面は安定しており、土砂移動痕跡も確認されない。

(2) 土砂移動監視区分図の作成 (図1, 表1)

土砂移動特性区分図の結果を用いて、流域の監視レベルについてエリア分けを行い、監視頻度と監視手法の当てはめを行って土砂移動監視区分図を作成した。監視レベルは、土砂移動危険度と対応させた三段階区分とした。A~AAランクの区域は、中規模降雨程度でも顕著な土砂移動が生じると判断し、流域監視上最も重要なエリアとした。ただし、流れ盤の深層崩壊危険ブロック(AA)については、微細な地形変化の兆候から突発的に大崩壊に至る可能性があることから別途の監視方法によるものとした。

表1 土砂移動危険度と監視頻度区分整理表

土砂移動危険度		監視区分	降雨規模と対象エリア	監視頻度	監視 (測定) 方法	
AA 特に高い A 高い	表層崩壊・深層崩壊・地すべり・河床変動の発生可能性が高い斜面	I 高頻度	中規模降雨程度でも、顕著な土砂移動が生じるエリア	大・中規模降雨後もしくは3年に1度	通常監視は、LP計測 (固定翼) を基本とする。	詳細調査はLP計測 (回転翼) により計測
B 中程	表層崩壊・深層崩壊・地すべりの発生可能性のある斜面	II 中頻度	中規模降雨程度では、目立った土砂移動は生じないものの、大規模降雨によって、顕著な土砂移動が生じるエリア	大規模降雨後もしくは5年に1度		変動頻度、現場状況に応じて、地上設置型LP計測、地上設置型SARを採用
C 低い	安定した山頂小起伏面等	III 低頻度	大規模降雨程度によっても、顕著な土砂移動は生じないと考えられるエリア	10年に1度		土砂移動エリアが明確もしくは狭い範囲の場合には、LP計測 (回転翼) より測定
						-

4 流域監視計画 (案) (表1)

移動の激しい河道及び斜面 (I：高頻度) は、監視頻度を高くし、移動の少ない安定斜面と考えられるエリア (III：低頻度) は、監視頻度を低くした。実際の監視にあたっては、エリアごとの鉛直地形変動量の程度を勘案し、適切な精度を確保できる監視機器・方法を選定する必要がある。

降雨規模の目安は、当該地域で発生時した既往大規模土砂災害発生時 (昭和36年災害) の雨量データに基づき可能であれば渓床・河床及び斜面別に24時間雨量で設定した。

特に危険性が高い斜面 (AA) については (図1)、微地形判読によりさらに絞り込んだ重要監視箇所 (クラック、斜面クリープなどの前兆現象) について、その移動量をGPS等によって測定する。なお、深層崩壊の移動量の程度が不明確なため、上記とは別扱いとし、監視頻度も短期間 (1年程度) から始め、移動が確認できない場合は監視頻度を下げる等の対応が必要となる。

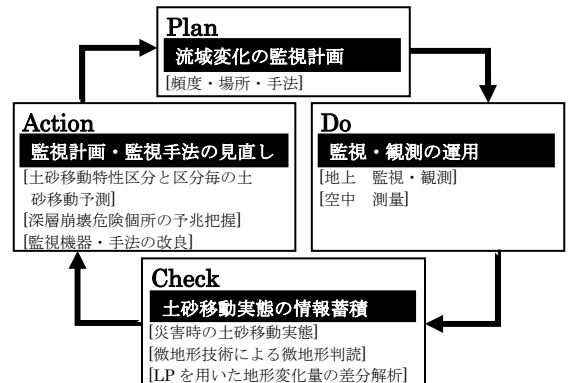


図3 流域変化の監視技術向上のためのPDCAサイクル

5 まとめと今後の展開

本報告では、三峰川流域を対象として、過去の災害時の土砂移動の実態及び微地形技術を活用して流域の土砂移動特性を推定・分類し、それぞれに適した監視手法を選択して流域変化の監視計画を立案した。このような土砂移動特性に基づいた流域監視計画の検討は、初めての試みであり、今後は検討した監視計画に基づいた監視が実施され、得られた動的情報から流域の土砂移動の実態と土砂移動特性がより明らかになり、さらにその結果を踏まえて監視手法等の再検討を行うなど、PDCAサイクルで監視技術を向上させていくことが望まれる (図3)。