

荒廃溪流における土砂動態観測 ～和歌山県那智川流域金山谷川の事例～

国土交通省 近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター：桜井 亘^{1*}，酒井 良^{2*}，奥山 悠木
国際航業株式会社：○山田真悟，島田 徹，郡 典宏，笠原拓造

^{1*} 現所属：国土交通省 国土技術政策総合研究所，^{2*} 現所属：国土交通省 関東地方整備局

1. はじめに

平成 23 年 9 月 4 日に同時多発的に各支流から土石流が発生した和歌山県那智勝浦町那智川流域において，荒廃溪流での水文・土砂移動の過程を把握，土砂災害の防止・軽減につなげることを目的として，平成 24 年 6 月から継続的に土砂動態観測（崩壊地斜面の動態観測および流砂水文観測）を実施している。

本観測では水位（流量）および濁度計による連続観測を行っているほか，台風などの出水時に人力によるバケツ採水を 9 イベントについて実施しており，取得サンプル数が 800 本を超えるなど，流出に関するデータが蓄積されつつある。

本稿では，荒廃溪流である那智川流域金山谷川で 3 年間続けられた土砂動態観測（崩壊地斜面の土砂動態観測およびバケツ採水）によって得られた荒廃溪流と荒廃していない溪流の出水時の水質変化の相違について報告する。

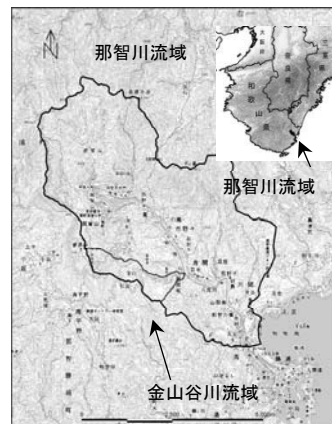


図-1 対象流域図

2. 観測概要

金山谷川流域では，荒廃している左支溪：流域面積 0.12km²（荒廃面積率：約 9%）と荒廃していない右支溪 0.31km²において，流砂水文観測として水位計および濁度計での連続観測（5 分間隔）をしている。また出水時にはバケツによる直接採水（1 時間間隔）を実施している。バケツ採水によって採取したサンプルは浮遊物質量（SS）・電気伝導度・シリカ（SiO₂）濃度について分析した。

流砂水文観測地点より上流の土砂生産源（崩壊地）での土砂動態観測として，インターバルカメラ（10 秒間隔）による斜面の観察および地上設置型レーザースキャナによる微地形計測を実施した。観測体制位置図を図-2 に示す。



図-2 観測体制位置図

3. 観測結果

3.1 崩壊地の経年変化

金山谷川の崩壊地では，平成 23 年の発災から丸 3 年経過した現在でも出水時には活発な土砂移動がみられる。累積の流出土砂量は標高差解析の結果によると災害後（2012/4/18 日計測）から現在（2014/8/30 計測）までの期間で 3,500m³と試算される。

3.2 崩壊地斜面観察結果

崩壊地でのインターバルカメラによる斜面の観察結果を整理する。金山谷川の崩壊地では写真-1 に示すよう，累積 100mm 以上の降雨において複数箇所で濁りのない湧水の噴き出しが観察され，流下する過程で斜面を浸食し濁水に変化していく様子が確認できる。また湧水は短時間雨量（10 分間雨量）に応答が良いことから，流出の早い排水システムであると推察される。観察された顕著な土砂移動としては 2014 年 8 月 10 日に台風第 11 号台風による降雨で拡大崩壊の発生（AM 8：25）がある（写真-2）。

4. 水質分析結果

バケツ採水は台風等の出水時に金山谷川上流（右支溪・左支溪）において 1 時間おきに実施した。採取した全サンプル（全 9 イベント，440 サンプル）に対して水質分析（浮遊物質量，電気伝導度，シリカ濃度）を実施し，その各試験項目と採水時の流量（比流量）の関係が分かるよう図-3 に整理した。

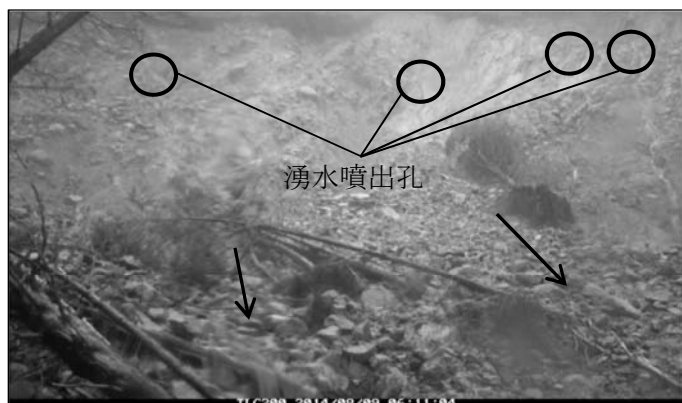


写真-1 湧水の発生事例（2014/8/9 6：11）

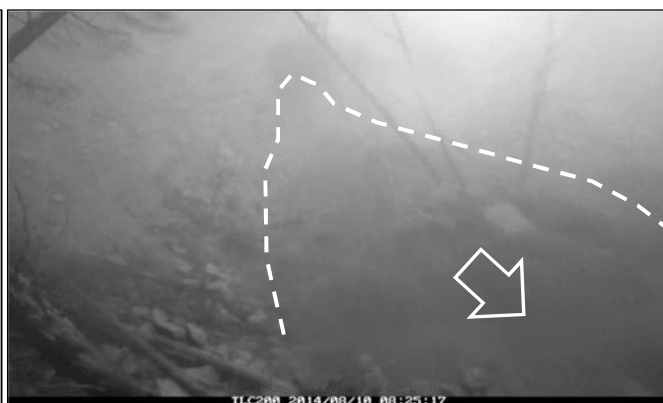


写真-2 拡大崩壊の発生（2014/8/10 8：25）

4.1 流出特性(水質)の比較

右支溪では、流量と水質の間に、流量が増加すると電気伝導度およびシリカ濃度が低下する(線状)傾向がみられる。これはイオンをあまり含まない雨水の割合が増加し、地下水由来のシリカを含む流水の割合が低下することが原因であると推定される。また、荒廃している左支溪では分散傾向になっている。これは、短時間雨量に鋭敏に応答する湧水の存在および崩壊土砂の流入によってイオン濃度が不規則に変化するためと推定される。

右支溪では流量が大きく増加するようなイベントであっても、左支溪のような高濃度の浮遊物質は観測されていない。これは右支溪には左支溪のような大きな崩壊がなく、濁りを発生させるような土砂移動がないことと、流域面積が大きく流量が多いため多少の土砂供給では、浮遊物質が上昇しないことによるものである。

左支溪と右支溪では、電気伝導度(2.0mS/m以下の存在、図-3: □)およびシリカ濃度(15mg/L以上の存在、図-3: △)に特徴的な差異がみられる。低い電気伝導度が観測される原因として考えられるのは、降雨に対して応答性の良い湧水が存在し、電気伝導度の低い雨水が急激に溪流に流れ込んでいるためと推定される。

左支溪では、低水位時に高濃度のシリカ(最大値: 19mg/L)が含まれた流水が流出している。これは、採水地点付近に地下深部を流れた地下水の湧出があると推定される。地下深部を流れる地下水の存在が崩壊発生に何らかの影響を与えた可能性も考えられる。

4.2 拡大崩壊の発生時の水質変化

2014年8月10日の拡大崩壊時の水質変化について考察する。拡大崩壊発生時の電気伝導度は左支溪では過去に観測されたデータの中では比較的高い傾向を示した。時系列で整理すると①拡大崩壊発生前(1時間前)は普段観測されている値と同じような値が観測されている。②崩壊直前になると、流量が増加している(降水量が増加している)が電気伝導度の低下はみられなかった。③崩壊後は電気伝導度が急上昇した。

今回の拡大崩壊では普段観測される傾向とは違い、流量増加に伴い電気伝導度が低下する傾向がみられなかったことが特徴的である。また拡大崩壊後の電気伝導度の上昇は、崩壊土砂とともに溪流へ様々なイオンが流入したことが原因と推定される。

電気伝導度が低下しなかった原因を調べるために、インターバルカメラに記録された拡大崩壊発生直前の斜面の状況を見ると、湧水量の低下および停止する現象が確認された。電気伝導度の低下は湧水(雨水)の急激な流入に影響を受けていると考えられるため、流出の比較的早い湧水の停止または減少が、電気伝導度の維持につながったと想定される。

5. おわりに

金山谷川における斜面の観察および水質分析の結果より、荒廃している溪流(左支溪)と荒廃していない溪流(右支溪)の水質変化の傾向に大きな違いがあることが明らかとなった。今後の課題として、崩壊と水質の関係を明らかにするため、崩壊地から湧出する流水の成分や量が、下流で観測される水質に対してどの程度寄与しているか明らかにしたいと考える。そのための手法の一つとして、湧水の流量観測および電気伝導度の連続観測が考えられる。

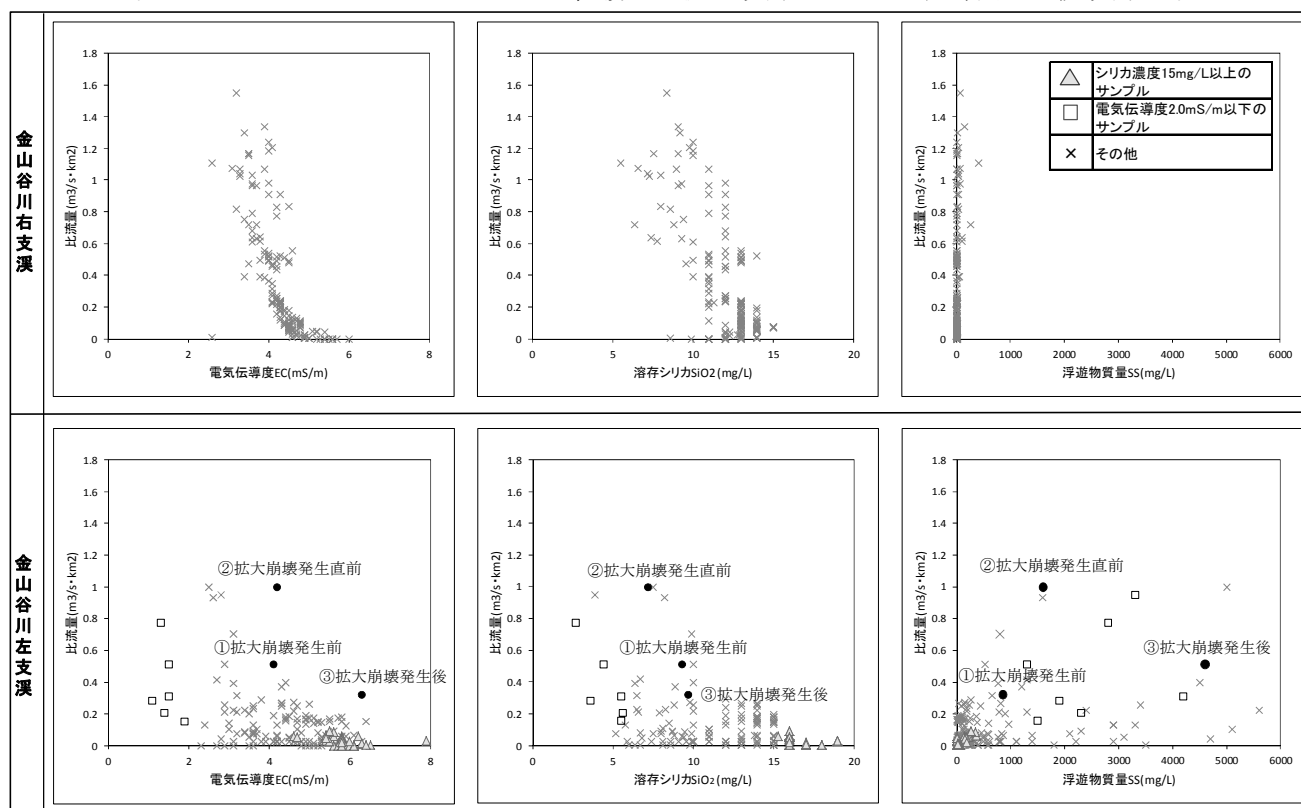


図-3 バケツ採水サンプル水質試験結果