

金山沢不安定土塊の土砂移動実態

国土交通省松本砂防事務所 判田乾一、石川一栄、宮澤和久
株式会社パスコ 堀内成郎、〇横田浩、野田敦夫、西川大亮

1 はじめに

姫川水系浦川流域の上流右支川金山沢では、近年小規模な土石流が発生していること、また航空レーザ計測データ等により平年的な降雨や融雪でも土砂流出が確認されていること、流域内に堆積する不安定土塊の変状が確認されていること等から不安定土塊の不安定化や流出が懸念されていた。

このため、平成23年度には不安定土塊の3地点で調査ボーリング、水位計や伸縮計による調査観測が行われ、土塊深さ約20m、移動速度約12cm/月（H23.10～H23.11）であることが確認された。しかし、これらの調査観測は、点的かつ短期間での観測であったことから、不安定土塊の移動方向や面的な動きが不明な状況にあった。

本発表では、平成24年度に実施した金山沢不安定土塊の現地観測結果から明らかとなった不安定土塊の面的な土砂移動実態を報告する。また、既往の空中写真や航空レーザ計測データの整理結果から推定した不安定土塊の形成時期と、その後の変遷過程についても報告する。

2 金山沢における既往災害実績

金山沢は、明治44年に1億m³を超える稗田山の崩れが発生し、姫川合流点付近で高さ約60mの天然ダムが形成され、その後の決壊等により下流被害をもたらした災害実績のある流域である。昭和56年、平成4年には金山沢上流での大規模崩壊に伴う土石流が発生し、平成7年には姫川豪雨災害において広範囲での土砂移動が発生した。また、近年では平成22年、平成23年と平年的な降雨や融雪でも土石流や土砂流出が確認されている。

3 金山沢不安定土塊の土砂移動実態

3.1 現地観測方法

不安定土塊の面的な土砂移動実態を把握するため、土塊内には合計40点の移動杭を設置（図2参照）し、9月26日～11月13日の49日間で5回の移動杭観測を実施した。

また、移動杭間や移動杭の設置が困難な箇所（土塊の溪岸斜面部及び土塊末端の巨礫周辺部等の人の立入りが困難な箇所）の補足観測を目的として、不安定土塊内及び下流の5地点から地上レーザスキャナによる計測（図3参照）を2回（9/26～29、11/5～7）実施した。

3.2 現地観測による不安定土塊の面的な土砂移動実態

- ①金山沢の不安定土塊は、下流方向への移動速度が0.9～1.5m/月のAブロック、0.6～0.9m/月のBブロック、ほぼ移動が見られないCブロックに加え、土塊溪岸方向への移動が見られるDブロックの4つのブロックに区分することができた（図2参照）。
- ②土塊末端に位置する巨礫は、周辺不安定土塊の移動速度が0.9～1.5m/月であるのに対して、約0.07m/月（地上レーザスキャナによる計測結果）と周辺に比べ極端に小さいことが確認できた。

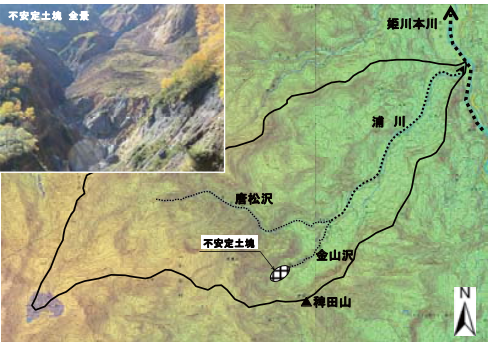


図1. 金山沢不安定土塊の位置図

表1. 金山沢の主な土砂移動実績

年 号	月 日	土砂移動実績等
明治44年	8月8日	・稗田山大崩壊の発生 ・姫川本川を堰き止め高さ30間、180間、60間 ・姫川本川は3km上流まで湛水 ・死者3人、流出家屋26戸、浸水家屋47戸
明治45年	4月26日	・稗田山が再び崩壊 ・泥流が発生
↑	5月4日	・稗田山が再び崩壊 ・泥流が発生
↑	7月22日	・大豪雨で長瀬湖決壊、来馬3戸一瞬に流出 ・沿岸一帯橋架流出、堤防水崎下で決壊
昭和56年	5月12日	・融雪による地下水上昇で発生した地滑りに起因 ・砂防ダムスリットの破損ダム軸の破壊 ・姫川合流点で褐色土石流堆積物を観察
平成4年	4月8日	・金山沢源頭部で大規模な融雪型地すべり発生 ・崩壊土砂の約半分が土石流化 ・既設砂防ダム破壊、浦川橋付近まで到達
平成7年	7月11日	・小谷村、糸魚川市を中心に 土石流、がけくずれ、地すべりが多く発生
平成21年	6月22日	・6/22～23にかけて土石流発生 ・金山沢源頭部で大規模な土砂移動発生 ・唐松沢合流点で顕著な土砂堆積
平成22年	7月15日	・金山沢にて土石流発生 ・金谷橋より土石流確認
平成23年	5月31日	・金山沢にて土石流発生 ・金谷橋より土石流確認(6.25にも確認)

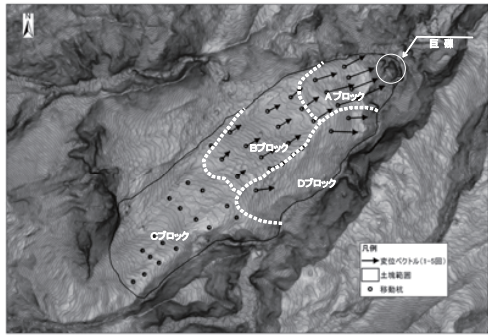


図2. 移動杭観測結果及びブロック区分

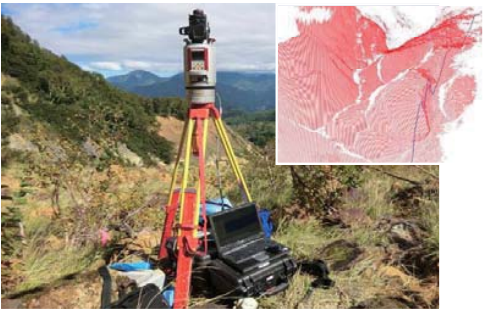


図3. 地上レーザスキャナ計測状況

3.3 不安定土塊の形成時期・形成過程の推定

3.3.1 不安定土塊の形成時期の推定

金山沢における過去の空中写真（垂直写真）を収集し、現在の不安定土塊周辺状況を判読した結果、平成 6 年 5 月の空中写真では現在に近い不安定土塊の堆積範囲であったが、その前の昭和 63 年 10 月の空中写真では現在の不安定土塊上流端までしか堆積土砂が見られないことが確認（図 4 参照）できた。既往災害実績及び空中写真状況等から現在の不安定土塊は、概ね平成 4 年土砂移動の頃にその原形が形成されたと推定した。

3.3.2 不安定土塊の形成過程の推定

金山沢では、平成 19 年に初めて航空レーザ計測が実施され、平成 21 年から毎年実施されている。これらの航空レーザ計測及びオルソ画像データから不安定土塊の形成過程（近年の移動状況）を推定した。

（1）オルソ画像からの推定（図 5 参照）

- ・現在の不安定土塊末端の巨礫は、土塊上を移動して現在の位置に到達したことが判明した。
- ・近年の不安定土塊の移動速度は、確認可能な巨礫等の状況から徐々に小さくなる傾向（H19～H21：5.6～6.8m/月程度、H21～H22：1.1～2.2m/月程度、H22～H23：0.8～1.2m/月程度）にあるが、現在での 1m/月程度と大きい状況にある。

（2）航空レーザ計測データからの推定（図 6 参照）

- ・平成 19 年以降の航空レーザ計測データの差分解析では、侵食・堆積の範囲及び変動量から移動杭観測等により想定したブロック区分と概ね合致するブロック区分が推定できた。
- ・不安定土塊には、断続的に上流源頭部から土砂供給がることが確認できた。

4. おわりに

既往の空中写真や航空レーザ計測データ等の整理結果から金山沢の不安定土塊は、平成 4 年土石流災害の頃に概ね現在の原形が形成されたと推定できる。また、平成 19 年以降は、断続的に上流源頭部から土砂が供給されているが、不安定土塊の移動速度は徐々に小さくなっていると推定できた。

一方、金山沢不安定土塊の現地観測結果では、クラックの形成状況、移動速度や移動方向の違いにより、大きく 4 つのブロックに区分することが判明した。このうち平成 24 年に最も移動速度が大きかったブロックは水平方向に約 1.5m/月程度であることが判明した。また、土塊末端に位置する巨礫は約 0.07m/月の移動速度であることが確認できた。

金山沢不安定土塊の移動速度は、現在も大きいことから、今後の豪雨や地下水の影響等により部分的又は全体が不安定化し、下流へ流出することが想定される。しかし、現時点では降雨や地下水との関係、融雪期を含む長期的な変動状況など不明な点が多いため、これらの解明のための継続的なモニタリングが必要である。

また、土塊が不安定化した場合、下流の保全対象や工事従事者等への影響も想定されることから源頭部での土砂生産を含む不安定土塊の流出予測、ハード及びソフト対策の検討等による危機管理への備えが重要となる。土砂の流出予測に関する概略検討については別途ポスターセッション「地上型レーザスキャナによる金山沢不安定土塊の移動実態把握と流動化した場合の影響予測について」に記す。

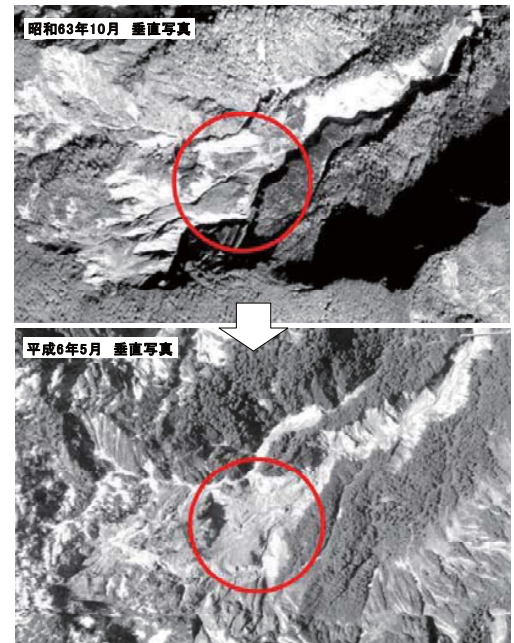


図4. 垂直写真による土塊周辺状況

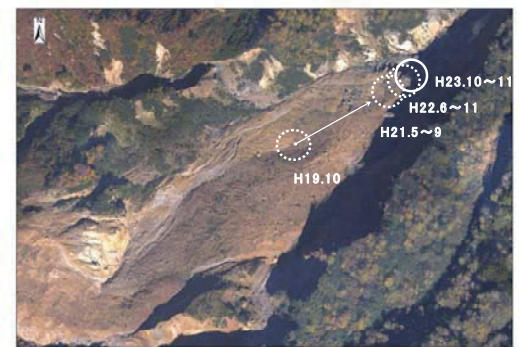


図5. オルソ画像による巨礫移動状況

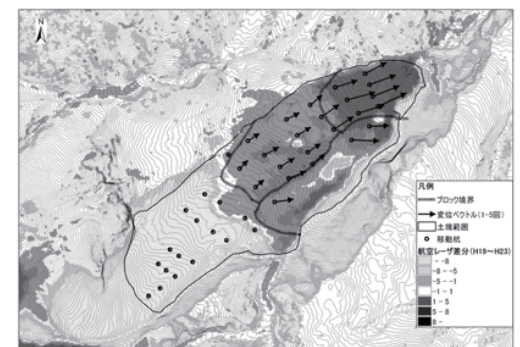


図6. 航空レーザ計測による変動状況