

航空レーザデータで求めた稲荷川における台風 12 号時の土砂移動状況

国土交通省 日光砂防事務所 光永健男、佐藤勇、齋藤一裕
株式会社パスコ ○本多泰章、鶴殿俊昭、小澤淳真

はじめに

平成 23 年 9 月の台風 12 号に伴う豪雨により稲荷川では土石流が発生した。今回、土砂移動状況を把握するため、航空レーザ計測（以下、LP）を実施し、差分解析を行うことにより、土砂生産源及び土石流発生・堆積プロセスを推定したので報告する。

1. 流域概要

稲荷川は栃木県日光市内を流下する流域面積 12.4km²、延長 9.8km、平均勾配 1/10 の鬼怒川水系大谷川の左支川である。日光火山群の女峰山に源を發し、雲竜溪谷を経て、日光東照宮の東側を流下し大谷川に合流する（図 1）。

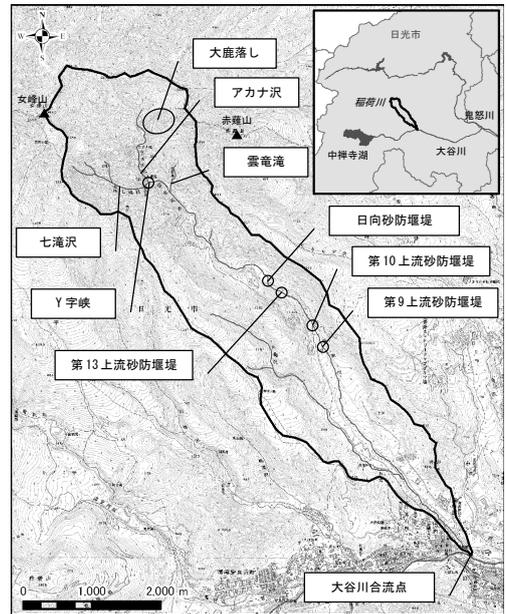


図 1 稲荷川流域図

2. LP データによる土砂移動状況の把握

2.1 使用データ及び検討手法

平成 21 年 11～12 月（以下、H21LP）及び平成 23 年 10 月（以下、H23LP）に計測した 2 時期の LP データを使用した。

検討では、LP データから 2 時期の地形モデル及び微地形強調図を作成し、地形モデルから差分を求めるとともに、現地調査、微地形強調図、空中写真を用いて砂防的視点から差分の変化の原因を判断し、地形変化の分類等を行った後に、変動量を集計した。

これにより 9 月に襲来した台風 12 号（土石流発生）及び 15 号を含む約 2 年間の土砂移動状況を定量的に把握した。

2.2 稲荷川における土砂移動状況

変化量を表 1 及び図 2 に示す。特筆すべき事項を以下に示す（以下 A～E は表 1 及び図 2 の A～E に対応）。

- A) アカナ沢上流域の「大鹿落し」と呼ばれる裸地化した大規模崩壊地（約 9 万 m²）でガリ浸食約 5.2 万 m³ や面浸食約 3.3 万 m³ の大規模な浸食が見られた。
- B) 「大鹿落し」を含むアカナ沢流域では近年発生したとみられる山腹崩壊は見られないものの浸食量約 10.8 万 m³、堆積量約 0.9 万 m³ と浸食傾向が顕著である。

表 1 変化量集計表

稲荷川上流 3 支川	分類	変化量 (m ³)	
		堆積量 (m ³)	浸食量 (m ³)
① アカナ沢	面浸食		-33,341
	崩壊・ガリ	2,124	-51,717
	河床変動	6,732	-22,628
	小計	8,856	-107,686
② 七滝沢	崩壊・ガリ	1,354	-1,479
	河床変動	6,174	-9,323
	小計	7,528	-10,802
	③ 雲竜滝	崩壊・ガリ	3,776
	河床変動	1,101	-1,152
	小計	4,876	-8,493
④ Y字峡～第9上流砂防堰堤	崩壊・ガリ	2,644	-2,966
	河床変動	117,681	-36,071
	小計	120,325	-39,036
	⑤ 第9上流砂防堰堤～大谷川第1床回	崩壊・ガリ	0
河床変動		24,953	-27,085
小計		24,953	-27,085
⑥ 稲荷川合計			
		166,539	-193,101

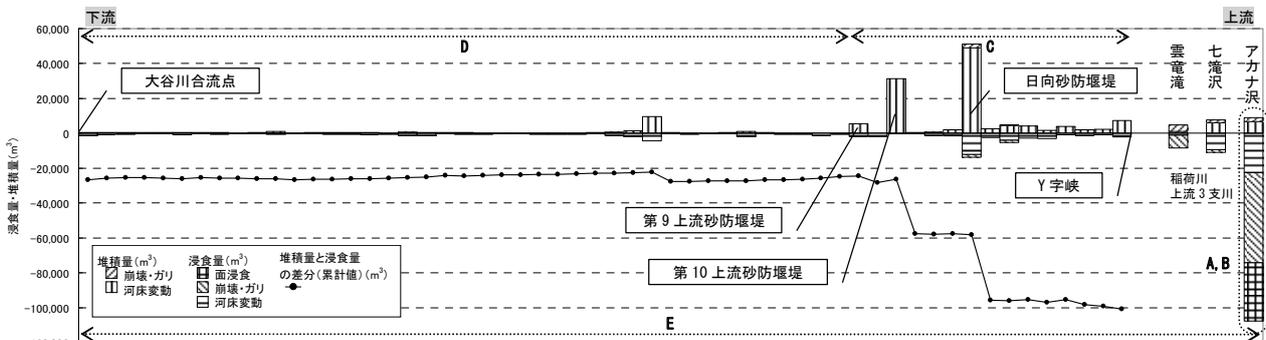


図 2 変化量集計図

- C) Y字峡～第9上流堰堤までの堰堤群区間では土砂の堆積傾向が見られる。特に日向堰堤、第10上流堰堤での堆積傾向が顕著である。
- D) 第9上流堰堤から下流の大谷川合流点までの登録有形文化財である石積み堰堤等の多段式砂防堰堤群・床固め群の整備区間では上流の区間に比べ浸食量・堆積量の変動は非常に小さく、区間の浸食量と堆積量はほぼ同量となっている。
- E) 稻荷川全体では浸食量約19.3万m³、堆積量約16.7万m³で、約2.6万m³が大谷川へ流出した。

3. 土砂移動状況の考察

3.1 土砂生産源

上記結果より、土砂発生源について以下のように整理した。

- ・アカナ沢上流域の「大鹿落し」の崩壊裸地における面浸食やガリ浸食が大きく、アカナ沢流域での浸食量は他支川の七滝沢や雲竜滝の浸食量の約10倍である。
 - ・七滝沢流域及び雲竜滝流域からの流出土砂は3,000m³程度であり、下流区間の土砂収支と比較しても、これら2溪流が主たる土砂生産源とは考え難い。
 - ・高濱ほか(2008)¹⁾によると、LPデータの差分(H19LP-H15LP)により七滝沢でも顕著な浸食傾向が確認されているが(雲竜滝流域は検討対象外)、今回は浸食傾向が顕著でない。
 - ・既往業務報告書²⁾(H15LPとH19LPの差分データ)によると「大鹿落し」では河道内に顕著な堆積が見られる。
- 以上のことから、土砂生産源はアカナ沢上流域の「大鹿落し」であると考えられる。

3.2 砂防堰堤群の土砂捕捉

早川谷上流堰堤から第9上流堰堤までの堰堤群で発生土砂の約76%を捕捉した。特に、日向堰堤(堤高46m)の堆砂敷きは平均勾配1/14(H19時点)であり、流出土砂の約37%を捕捉し、大きな効果を発揮した。また、第10上流堰堤は横棧式の透過型堰堤(スリット幅:1.2m、横棧配置間隔:最下段0.8m・二段目以上0.4m)であり、その捕捉効果が発揮された。他方、日向堰堤と第10上流堰堤の間に整備された透過型の第13上流堰堤(鋼材間隔2.3m)には土砂堆積が見られなかった。現地による堆積土砂確認の結果、最大礫径は日向堰堤、第13上流堰堤で0.8m、第10上流堰堤で0.6m程度であった。

このことから、今回発生した土砂流出は、日向堰堤において大粒径の土砂が調節され(あるいは土石流の粒径が小さかった可能性もある)、礫径に対し鋼材間隔の広い第13上流堰堤を通過し、透過部の間隔の狭い第10上流堰堤において捕捉されたものと考えられる。

なお、差分解析及び現地調査の結果、早川谷上流堰堤や日向堰堤では台風12号で一旦上昇した河床が台風15号により低下した箇所が見受けられ、台風12号による土石流発生時には、上記より多くの土砂が捕捉されたと推測される。

3.3 土石流発生・堆積プロセス

以上より、今回の土石流発生・堆積プロセスは図3のように推定できる。即ち、「大鹿落し」で凍結・融解作用等により恒常的に発生している面浸食により生産された土砂が「大鹿落し」内に堆積し、台風12号で土石流化して流下したものと考えられる。このことは、日向堰堤下流に流下した土砂の粒径が小さかったこととも整合する。

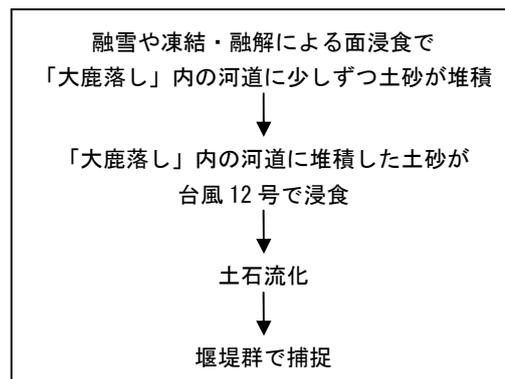


図3 土石流発生・堆積プロセス

4. おわりに

本検討では、今回の土石流発生・堆積プロセスを推定することができた。また、「大鹿落し」の面浸食確認は従来の河床縦横断測量からは把握出来ないため、その平年変化(浸食速度や崩壊地内への土砂堆積速度)の確認等に航空レーザ計測が有効であることが確認出来た。今後も経年変化をモニタリングしていくことが望まれる。

【参考文献】

- 1) 高濱ほか(2008) 稻荷川における土砂移動実態について, 平成20年度砂防学会研究発表会概要集, p.102-103
- 2) 平成19年度稻荷川上流部整備手法立案検討業務報告書, 日光砂防事務所