

4 滑川に発生した土石流の流下機構

建設省中部地方建設局多治見工事事務所 中矢 弘明 〇石川 茅治
山田 利治 山本 幸泰

1 はじめに

昭和58年7月17日に木曾川左支滑川の北股沢に発生した土石流について、多治見工事事務所は土石流の流下状況をテレビカメラにより撮影することに成功した。この時使用したテレビカメラは2台であり、1台は正面カメラとして土石流を下流から上流方向に撮影しており、もう1台は下向カメラとして、土石流を、河床より約14m上方から下向きに撮影した。これらにより得られた映像はビデオテープに記録され、この2本のビデオテープの画像の解析と、現地調査、水文資料の解析により滑川に発生した土石流の流下機構について検討した。

2 調査地概要

滑川は中央アルプスの駒ヶ岳(2,956m)に源を発する流域面積26.2km²、流路延長12km、平均河床勾配1/5.4の急流小河川である。北股沢は滑川の右支川で流域面積は6.2km²、流路延長は5.2km、平均河床勾配1/3.2の急流溪流である。北股沢の地質は大部分が木曾駒ヶ岳花崗岩からなり、風化が激しく亀裂が発達し、極めて脆弱である。このため、北股沢には花崗岩の礫を主体としたいわゆる「礫礫型土石流」が比較的頻繁に発生している。

3 解析方法

解析に用いたビデオテープは、7月17日に発生した土石流を撮影・記録したもので、正面向と下向の2本である。撮影時間は共に約1時間であり、土石流が撮影地点に達した午前11時00分より約5分前の10時55分から撮影が開始されている。正面向のカメラは、約37m上流にある林野庁の北股沢第4号堰堤を通過する土石流を撮影している。この第4号堰堤の水通しの規模は下中が21.6m、上中が25.5m、袖の高さは左岸が4.0m、右岸が4.25mである。下向カメラは河床を通過する土石流を上より撮影しており、撮影範囲は縦9.4m、横12.5mである。正面カメラによる映像から土石流の波高と流下断面積が、また下向カメラによる映像から土石流の流速の変化及び礫の移動状況を解析することができ、これらを組み合わせることにより、土石流の流量の変化等を知ることができた。

4 解析結果

4.1 流速変化 下向カメラの画像を横断して流下する石礫

の速度を測定することにより土石流の各時刻での速度を求めた。

従ってここでの速度は土石流の表面流速を指している。図-2に示す通り土石流の先頭部の速度は約6m/sec.であり、センサーの切断時刻より求められた4.2m/sec.よりも多少大きな値となっている。更に注目すべきことは

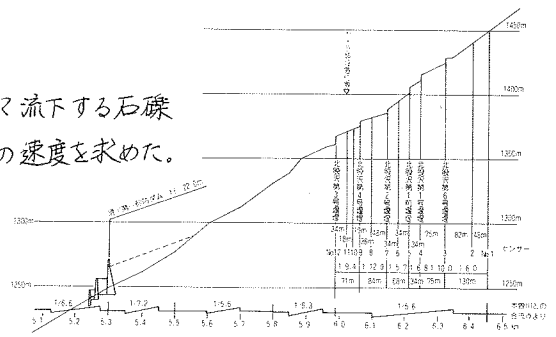
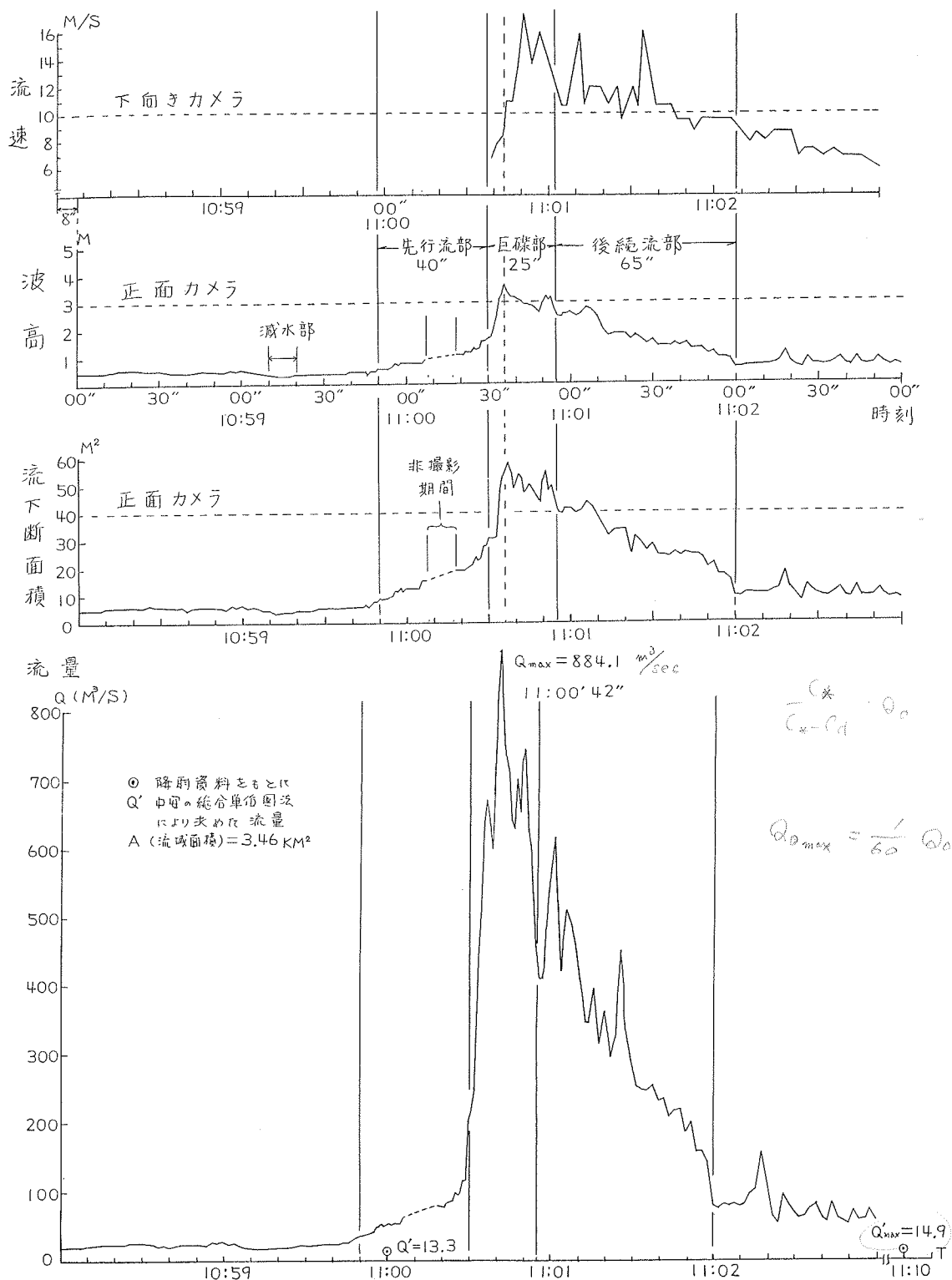


図-1 滑川右支北股沢河床縦断面図



図一2 7月17日に滑りに発生した土石流の流速、波高、流下断面積、流量

土石流の流速は土石流の各部で異なり、土石流の波高のピーク時では約11m/sec.となり、その後も増加し、最大17.1m/sec.にまで達している。

4.2 波高変化 土石流の波高として、正面カメラの映像より、第4号堰堤を通過する時の最大波高を計測した。図-2に示すように、土石流のピークから約80秒前に顕著な減水が認められる。また土石流の波高の最大値は土石流の先端部が到達した後すみやかに現われる。最大値3.57mを記録し、除々に減少している。

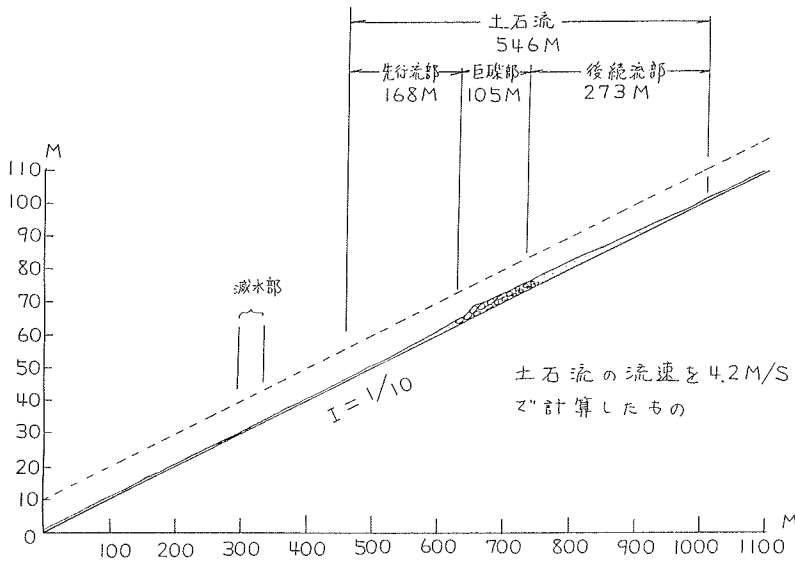


図-3 土石流流下状況模式図

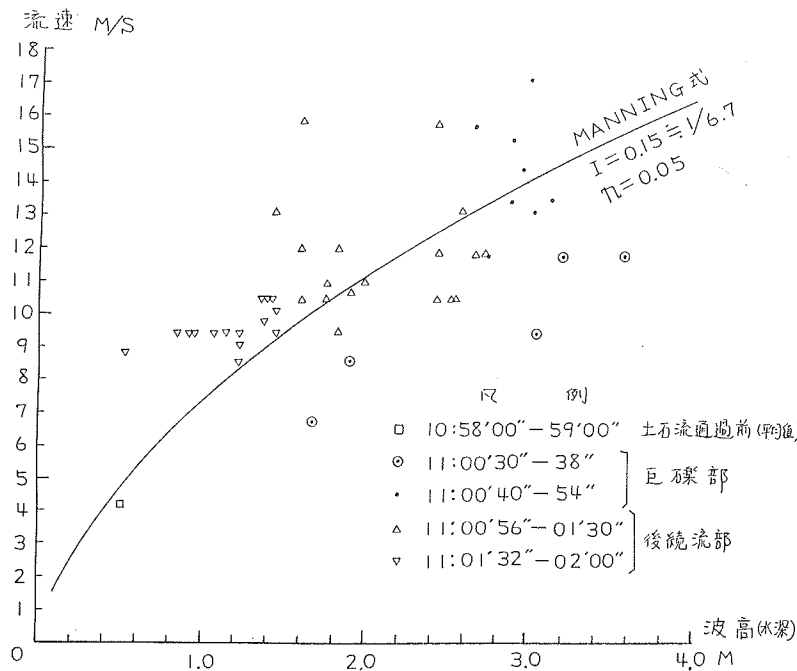


図-4 土石流各部の波高(水深)と流速

4.3 流下断面積 第4号堰堤通過時の断面を計測することにより求めた。

4.4 流量変化 流量は各時刻での流速×流下断面積により求めた。流量のピーク値は $Q=884.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ であり、これは降雨資料を基に中卒の単位図法で求めた値の約60倍にも達していることが分かった。

4.5 流下形態 土石流の流下形態は石礫の含有率や流速、波高の変化により図-3に示すようにに先行流部、巨礫部、後続流部の3つの部分に大別される。

4.6 波高と流速 図-4より、土石流の巨礫部の先端では波高に比して流速が小さく、後続流になる程、流速が大きくなる。また波高と流速の関係はManning式によるものとはほぼ同様の傾向を示している。

4.7 巨礫の流下特性

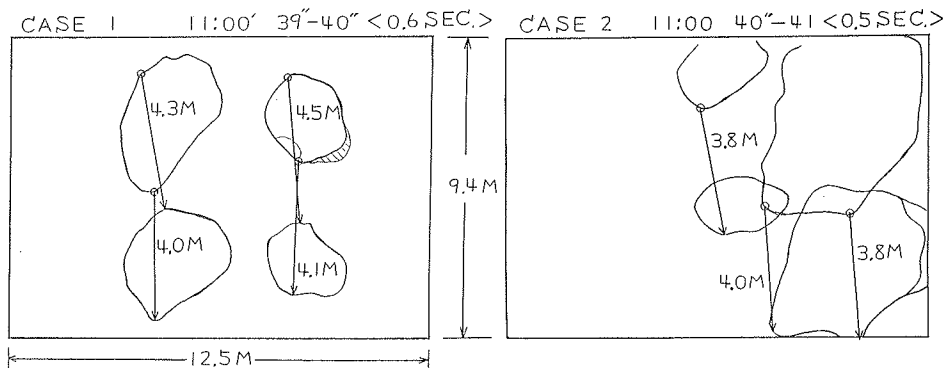


図-5 土石流の表面を流れる巨礫の移動形態(下向カメラより)

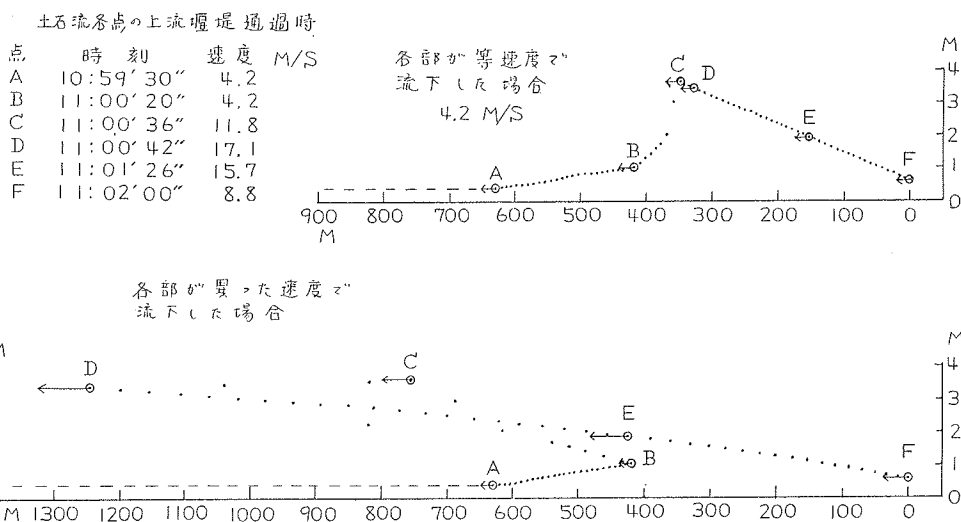


図-6 土石流各部の速度の違いによる到達地点の差

図-5に示す通り、全般的に土石流表面にある巨礫はほとんど回転運動をいわず、滑る様な形で流下している。このことから土石流の巨礫部の流下は比較的滑らかに、各礫の相対的位置関係の変化も少なく、河床上を滑るように移動していると推測される。

4.7 土石流の流下機構 以上より、土石流は先行流部、巨礫部、後続流部に分けられ、巨礫部はあたかも滑る様に流下していると考えられる。また、土石流各部の流速、波高の変化は激しく、流速は土石流の先頭部よりも後続部の方が大きい事が判明した。図-6に示すように、もし後続流がそのままの速度で進むと、わずかの時間で土石流の形が崩壊してしまうことが想定される。現地調査によればこの土石流は約800m下流の滑川才1砂防ダムの建設現場で停止していた。土石流各部の速度の変化が大きいのは、観測地点が堆積凹部に近いため巨礫部の先頭はすぐに減速状態に入っているためと考えられ、後続流は巨礫部を押し進める形となっている。その後土石流は巨礫部の波高を増加しつつ減速が進み、最終的には後続流が巨礫部を乗り越えたり、通過する様な形で巨礫部の推進力が急速に失われ、停止するものと考えられる。