〔報 告〕

浦 川 土 石 流 調 査

榎本 正雄 榎本 真 中島 彬

General introduction on rocky mudflow investigation at Urakawa

by Masao Enomoto*, Makoto Enomoto* and
Akira Nakajima*

In the designated district to the Matsumoto Sabo Construction Work Office, Ministry of Construction, there are many mountain streams having been troubled by the rocky mudflow damages.

To investigate the cause of the rocky mudflow, many experiments together with the actual prevention works for the rocky mudflow have been done by the members belonged to this office.

This report introduces briefly the general view of the organization and methods on the rocky mudflow investigation in our office.

1. 調査の概要

土石流に対する調査が現在までに不十分であった原因は、土石流の発生が山間地で、豪雨時に突発的に起こること、また土石流の発生する素因、誘因が複雑にからみ合っていることにある。

松本砂防工事事務所の管内には、工事施工河川で姫川支流浦川、焼岳火山を侵食する上堀沢という土石流の発生頻度のきわめて高い溪流がある。そこで、松本砂防ではこの土石流の発生頻度が高く、調査対象河川として好条件を備えている。姫川支流浦川において46年度より土石流の調査を開始した。

本報告はこの土石流調査の状況を紹介するもので、調査は流動する土石流の解明を主体とし、発生機構、堆積機構、構造物に対する影響、対策方法の解明を目的としているものである。

2. 調査地の概要

調査地は姫川左支浦川流域（長野県北安曇郡小谷村浦川地先）図-1で実施している。

調査地は写真（写-1）により知られるごとく、明治44年稗田山を中心に発生した崩壊土量 150,000,000m³ の大崩壊の堆積土砂を侵食する金山沢と浦川本川を対象としている。このうち、金山沢はこの大崩壊地を侵

食する幼年期の侵食溪流である。調査地域は、金山沢上流部を土石流発生地域、下流 1.2 km、浦川本川出口までが流下地域、浦川本川より浦川堤までの約1kmが堆積区間と推定されるのでこの各区間を調査の対象地域とした。

地形条件は、金山沢の河床勾配が 1/8.4、河床幅 5～6m、崖高 30～80m のV字谷であり、豪雨、融雪期には斜面より供給の土砂が河床に堆積する。また本川は河床勾配 1/12 で河床幅が 60～80m と急に広がって浦川堤まで続いている。（図-2）

図-1 浦川土石流調査位置図

* 建設省 松本砂防工事事務所

* Matsumoto Sabo Construction Work Office, Ministry of Construction.

写真-1 姫川水系・浦川（昭和46年11月撮影）

浦川は1911年の稗田山の大幅崩壊によって土石流による谷の埋積がおこなわれ、その後急速な侵食の復活によって河床低下、下流部姫川の河床上昇と急速な地形変化を行なっている。

3. 調査の概要

調査内容および調査の流れは表-1 のフローチャートに示した如くである。

發生機構調査；雨量觀測(普通雨量計，雨量強度計)

を実施し、加えて地形地質調査、土質試験、河床堆積厚調査を実施する。

流動状況調査；流動観測はVTR(ビデオカメラ)を主として、シネカメラを設置し、流動状況を観察する。突発的に起こる土石流に対処するため全自動化にしている。流速(土石流の速さ)、水位(土石流先端頭)測定は検知線によって自動的に測定している。また土石流の物理特性は採泥筒によって土砂を採取し発生後分析する。

堆積機構調査(土石流発生後調査)；堆積位置の地形的特徴，粒度分布，堆積形状，堆積土量，痕跡調査を実施する。

構造物に対する影響調査；土石流の衝撃力と衝撃によってダム内部に働く応力の測定を実施する。このため衝撃力の測定のため圧痕式荷重計を設置する。

4. 調査の詳細

4-1 土石流の発生機構調査

1. 土質、地質調査

金山沢上流部発生地域の土質、地質調査を高精度で行なう。また、発生地域の地質、地質構造を明らかにすると同時に、発生点付近は、地すべり性崩壊地帯であ

るので、地下水の流動状況、クラック状況等を調査する。金山沢谷頭は粘土や粘土化した土で構成されており降雨、地下水による含水比変化が土質特性に影響を与え土石流発生に密接に関係する。このため発生地域の多数箇所での土の採取を行ない土質試験を行なう。〔粒度分布コンシステンシー（液性限界塑性限界）透水試験、含水比変化による力学特性の変化等〕を実施する。

(2) 発生位置の確認

現地に木杭を打ち込み、
土石流発生後の調査によっ

図-2 浦川土石流観測地 模式縦断面図

て、発生位置の確認を行なう。また、発生位置の規模の推定を行なう。

4-2 土石流の流動状況調査

1. VTR, 8mm 流動状況観察シネカメラを設置して流動状況を観察する。観測地点は図-3に示す如く、流下地帯と推定される金山沢中流部の金谷橋と、本川筋の第1号堰堤右岸（堆積地域）に設置した。（写-2参照）

この VTR は最上流部に設置した No. 1 の検知線が切れると作動する構造となっており、図-4に示すようにビデオモニターテレビ、ビデオコーダーで記録

を開始する。それと同時に観測小屋のブザーがなり、土石流の発生を知らせる。この段階から人間により調整卓でカメラの切り替えや、リモコン操作器によりモ

ニターを見ながら土石流の追跡を行なう。夜間の記録、霧等悪条件時については、今後解決してゆきたい。

表-1

図-3 浦川土石流調査設備

写真-2 カメラ設置状況

1号堰堤右岸に設置した VTR
(堆積地域と推定
されるところ)

2. 流速および高さ測定

流動状況観測装置と一体になっており、土石流の通過によって検知線が切れると、図-5に示すように切れた検知線番号と、日、時、分、秒がデジタルコーダーに印刷される。これにより9ヶ所の平均流速が計算される。なお落石等のための切断は、位置が印刷されるので容易に発見される。検知線高さの決定には過去の土石流発生時の水位を参考にし、本川 0.5m、金山沢 0.8m としている。(写-4参照) 土石流頭観測は今後の課題であるが、検知線を横断方向に高さを変えて数段設置して測定することを計画している。

3. 土石流の物理特性

土石流は比較的小さい土砂と共に巨大な礫が一体となって流動する。この巨大な石を動かす原動力が、多量の粘土を含む泥流であるといわれている。この物理特性を調査するため採泥設備を図-6に示すように堰堤の袖部採泥円筒を設置して実施している。土石流通過後採取し、比重、粒度分布等を分析する。また、これにより水通断面通過の土石流の高さの概略を知ることができる。

図-4 土石流監視装置系統図

図-5 土石流流速観測網系統図

写真-3 室内制御装置全景

モニターを見ながらコントロールボックスで操作しビデオコーダーに記録する

4-3 土石流の堆積機構

建設省指定課題「土石流に関する研究」調査実施要領に従う。

4-4 構造物に対する影響

ダムに対する衝撃力の測定を行なう。衝撃力はなだれの衝撃測定に用いる圧痕式荷重計を採用し、図-7に示す如く1号堰堤に設置し、最大衝撃力を測定している。圧痕式荷重計は、アルミ板、鉄板等をコーンの背面に設置しておき、土石流通過後に、アルミ板についたコーンの痕跡により衝撃力の推定を行なうものである。これにより衝撃力の大きさが明らかになれば荷重計等を用い連続記録を行なう予定である。

4-5 防止及び警報対策の検討

土石流の防止工法の検討は、1. 堰堤の有無による効果の差異。2. ダム群設置の検討（発生地域、流下地域、堆積地域等のどの位置の設置が最も効果的か）。3. ダム形状の検討。4. 土石流発生時の警報を出すための警報装置の開発等である。

写真-4 検知線設置状況

5. あとがき

土石流の解明は遅々として進んでおらず、なかなかこの土石流の挙動を見た人さえすくなく、“まぼろしの土石流”とさえ言われている。

松本砂防ではこの問題に対処するため昭和46年度より土石流調査に取り組んでいる。

本報告はこの土石流を解明するための調査を
 浦川観測地を中心に紹介したものである。なお、
 管内には土石流多発溪流として焼岳を侵食する
 4本の溪流があり、この溪流のうち上堀沢については
 京都大学防災研究所と共同調査を行なっている。この
 種の調査方法、観測体制については今後どのような方
 法が最も良いか暗中模索の状況であり、また、観測設
 備についても開発はこれからの状況である。

今後、これらの諸問題を各々解決してこの調査を成功させたい。そのためには土石流の発生を自然に待つ

図-1 採泥器設置位置および構造

図-7 衝撃力測定装置

より人工的に土石流を発生させ、これによって諸測定を行なうことが最も効果的と考えているが、これらの点についても今後皆様の御指導をお願いする次第です。

最後に本調査の施設を始め、諸事項について、京都大学防災研究所の指導を得ていることを報告し、御指導に感謝するものであります。

土石流調査における写真測量の利用

- 1 急激な地形変化を行なっている土石流発生地帯の地形変化を航空写真により定量的に把握する。
- 2 土石流流下状態を立体カメラにより前面、側面より撮影し、土石流の形状を把握し、体積計算を行ない土石流の規模を推定する。
- 3 コマドリ写真により水位を一定間隔で測定する。
- 4 巨礫の移動（流下）状況を写真により把握する。

説 明

- 1 松本砂防事務所管内で最も崩壊が激しく、急激な地形変化を行なっている溪流は、信濃川水系においては焼岳の四支溪、姫川水系では、浦川が上げられる。この2溪流においては隔年で航空写真を撮影し、地形変化より崩壊土砂量を算出し、砂防計画上で役立てている。

浦川撮影年月日 33, 37, 40, 46年

焼岳 " 39, 41, 46年

- 2 土石流流下量を直接的に測定することは困難であるので間接的になるが立体カメラを用い、一定間隔で測定することが考えられる。しかし現段階においては、気象条件の悪い山岳地帯で連続的に精度を高く撮影することが、金銭的に高くなり、現場への利用は、現時点では不可能に近い状態であるので、これらの開発が望まれる。（焼岳において昭和46年度防災研が一枚撮りで実施）
- 3 砂防関係の一般分野においても水位、流量観測は最も困難な技であり、どこの事務所においても苦労していることが多い一般河川関係と同様土石流の水深を測定することは不可能であり新しい測定方法の開発をしなければならない。そこで一方法として8mmコマドリカメラを用い、間接的に一定間隔で量水板を読む方法が考えられる。
- 4 土石流発生後、現地においてよくみられることは、巨礫が下流まで流れついており常識では考えられない事が多い。また発生の前期から末期まで一連の挙動をとらえられ、これらに対処するにはカメラ等を用い連続撮影によるのが最も良い方法であると考ええる。

写真説明：浦川では昭和39年～40年の2年間で大小土石流は36回発生している。写真は39年5月12日発生のもので姫川本川右岸から浦川支川を撮ったもの、3～4秒おきに撮っている。（相模組提供）