

## 43 中国・雲南省の土石流

京都大学防災研究所 沢田豊明

### 1. はじめに

土石流の流動状況などはTVカメラの普及もあって多くの人々が目に出来るようになった。しかし、土石流の発生は予期せぬことが多く、撮影者の興味のままに撮影されていることが多く、その映像から土石流の流動を分析することは困難である。一方、土石流の多発する溪流に観測用TVカメラを設置しても土石流の動態の分析に適した映像を得ることは難しい。

今回、著者は文部省科学研究費海外学術研究（代表者：京都大学防災研究所教授・高橋 保）の一員として中国・雲南省

の土石流の観測の機会を得た。その際、ハンディTVカメラによって土石流の映像を撮影することが出来た。この土石流は日本では見られない流動形態を示すことから、その流動の実態について述べる。

### 2. 観測および流域の概要

観測流域は楊子江を上流へ、金沙江、小江と遡った小江（3040km<sup>2</sup>）の支流の蒋家溝で中国・雲南省の東北部に位置している。この流域は小江流域の中で最も活発な泥石流溪流で、毎年6月から9月の雨季には15回程度の泥石流（中国の分類：以下土石流）を発生している。中国科学院は1961年にこの地域に東川泥石流観測所を設置し、雨季だけの開設であるが観測研究が実施されている。著者は1991年8月1日から14日まで観測・調査のためにこの観測所に滞在した。

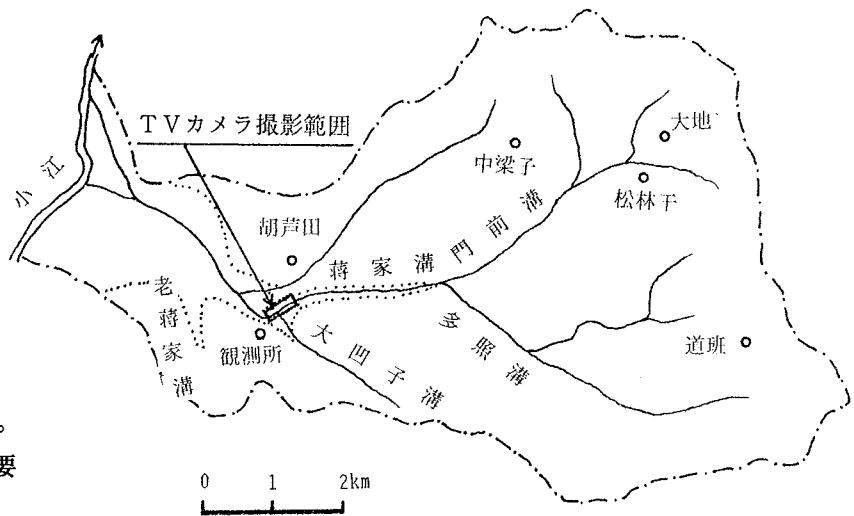


図-1 蒋家溝流域の概要

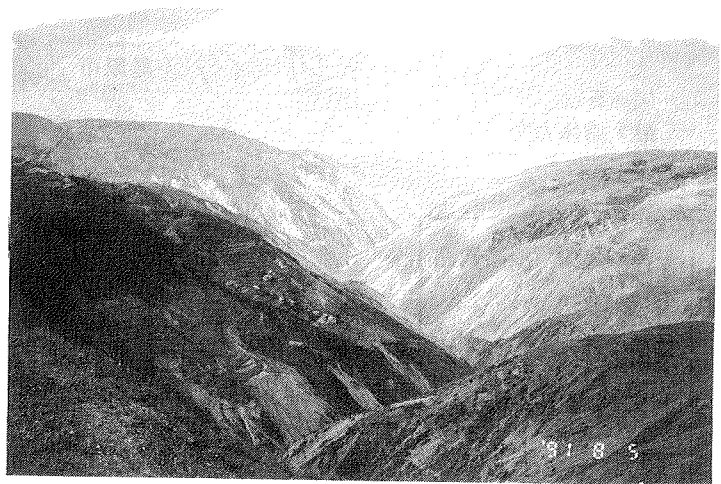


写真-1 蒋家溝上流の地形

蒋家溝（図-1）は流域面積46.8 km<sup>2</sup>、主流路長13.9km、最高点標高3269m、流域出口標高1042mである。谷地形はV字形の谷となだらかな傾斜の尾根からなっている。人家は写真-1に示すように平坦な尾根付近に建てられ周囲は畑として利用されている。写真-2に示す中流部の急な谷斜面には大きな樹木もなく牛や山羊などの放牧地として利用され、多くの溪岸斜面は裸地となっている。この写真の中央部が本川河床である。この谷の出口付近は写真-3のように段丘や扇状地が形成され、そこは水田に利用され、農民は毎日500~1000m程度の高低差の地点を往復している。この写真の中央部に観測所がある。この流域の地質は古生代の堆積岩（頁岩、粘板岩、砂岩など）は破碎・風化が著しく、生産土砂の大半は細粒径のものである。この様な地質を反映してこの流域の約半分は地すべり・崩壊地でその半分ほどが裸地となっている。



写真-2 蒋家溝中流部

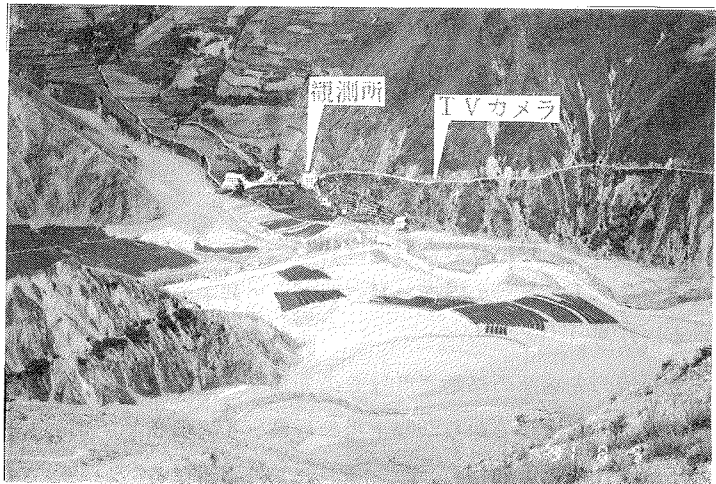


写真-3 蒋家溝下流部

上・中流部（写真-1および2）の溪岸から山腹斜面にかけてガリ状の裸地が分布しており、これらが土砂生産源となっている。現在、土石流の発生が多いのは上流支流の門前溝であり、無降雨時（年間平均降雨量：660mm）でも急傾斜の斜面から溪床に土砂礫の供給がある。

この流域における土石流の特徴は前期降雨30mm、10分間雨量3mm程度で発生し、20分程度の連続流の後に、約2時間の間に100回程度の段波が現われることである。この様な土石流を観測するために図-1および写真-3に示す地点に観測施設が設けられた。降雨条件を明らかにするため雨量計が、観測棟の屋上と写真-1の源流部には自記式と無線式が各1台設置されている。土石流の先端部の移動速度などは設定区間の所用時間の測定によって行なわれている。土石流の波高などは超音波式水位計や目視によって行なわれている。流動状態は手持ちのTVカメラによって撮影されている。土石流の土砂濃度や土砂の粒径を分析するために泥水の採集が行なわれている。採水容器は内径18cm、容積16リットル、重さ250kgの容器を索道に取り付けて行なわれている。これらの観測作業の大半は手動による

ので、土石流の発生を振動センサの無線信号によって知らせる装置が設置されている。

著者は土石流が発生すれば、直ちに図-1および写真-3に示す地点にハンディTVカメラを三脚で固定し、約300mの直線河道が視野の中に入るように場所の選定などの準備を行っていた。土石流は滞在期間が終了する前日の8月13日午前2時頃から発生し午前6時頃に一旦終了したが、午前11時頃に再び発生した。中国全土が北京時間で夏時間（日本と同じ）を採用しているため午前7時以前は暗く、TVカメラの撮影は2回目の土石流についてのみ実施された。

### 3. 土石流の流動形態

ここではTVカメラによって撮影された映像から土石流先端部の流速、先端部の最大幅、段波の現われる時間間隔などを計測した。写真-4はTVカメラの映像の一例である。TVカメラを固定した撮影は11時30分頃から開始し、その後段波が現れなくなる14時40分頃まで継続して行なわれた。その間にバッテリーとテープの交換などで約20分間の欠測はあるが、ビデオテープに録画された段波は約80波に達する。これらの映像に基づいて若干の検討を行なう。



写真-4 TVカメラによる土石流の映像

土石流の先端部の移動速度はその先端部が直線流路の定点に到達してから300m下流の写真-4に示される位置（川幅：約40m、深さ：約10m）に到達するまでの時刻を測定して、この区間の平均移動速度を求めた。図-2は移動速度の分布を示したもので、その平均速度は約9m/secである。この乱れの強い先端部の長さは、その幅にほぼ等しい。先端部の後ろに続く部分は先端部の数倍程度（約200m）で流れには乱れはなく、その最後部では流れは停止している。しかし、この部分の速度はこの映像から読みとるのは現在のところ困難である。

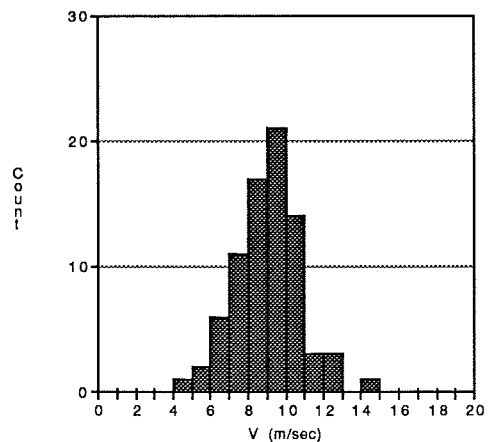


図-2 土石流先端部の移動速度分布

なお、移動層の厚さをこの映像から測定することは現在のところ困難である。

つぎに、先端部の幅とその移動速度の関係をみると、図-3に示すように幅の広さに比例して速度が速くなっている傾向が認められる。

これらの土石流の大きな特徴は100回程度の段波が連続して現われることである。そこで、その段波

の現われる時間間隔の時系列的に見ると、図-4に示すような分布を示す。この図において、時間間隔は最初の数回は2分を超えるが、その後1分程度で現れ時間の経過と共に次第に時間間隔が長いものが交互に現われるようになる。その時間間隔の分布は図-5に示す通りで、その平均時間は約2分間である。この様な特徴を有する原因については、上流の発生源の状態が良く把握されていないので検討できないのが現状である。

#### 4. おわりに

以上、本文では雲南省の一溪流に発生する土石流の流動の特性について紹介した。この地域における土石流の特徴は少ない雨量で発生し、年間の発生回数も15回程度と非常に多いことである。その他、20分間程度継続する連続流とその後に2時間程度に約100回程の段波が現われることである。

この地域における観測・調査は今後2年間継続される。その計画の中で新たに大凹子溝における観測が加えられる。この流域は土石流発生域から堆積域まで一望できるので、土石流の発生から流動・堆積まで観測が可能であり、土石流の発生機構の解明が期待される。

最後に、本研究は文部省科学研究費補助金国際学術研究「土石流災害の防止に関する日・中共同研究」（代表：京都大学防災研究所教授高橋 保）として中国科学院山地災害環境研究所（呉 積善所長）、東川泥石流観測所（康志成所長）と共同で実施された。ここに記して関係各位に深く感謝する。

#### 参考文献

- 1) 高橋 保：中国の土石流およびその対策、平成3年度河川災害に関するシンポジウム、1992、pp.17-32.
- 2) 日中農林水産交流協会：四川・雲南の治水治山、日中農交治山治水技術交流代表団訪中報告、1985、

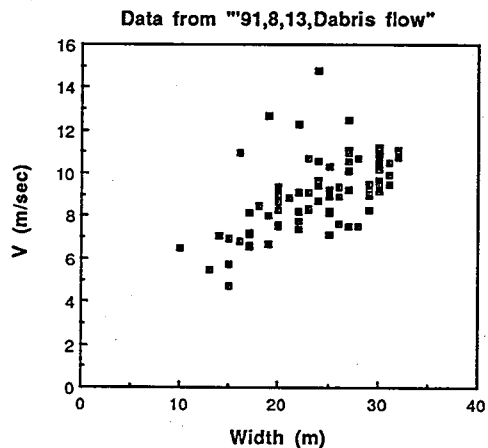


図-3 土石流先端部の移動速度とその幅の関係

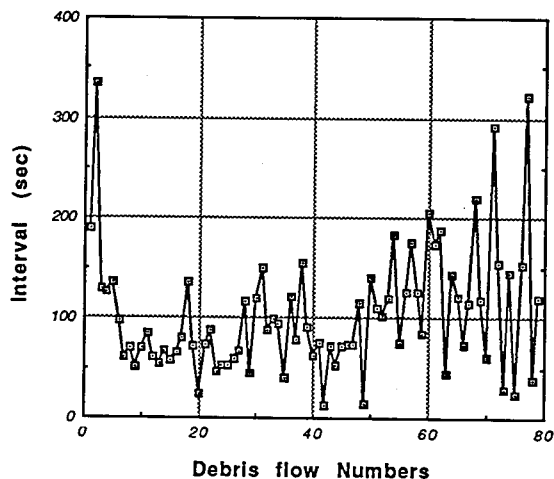


図-4 土石流の先端部の通過間隔の時系列

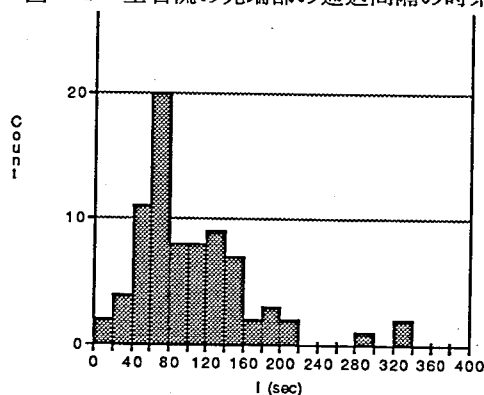


図-5 土石流の先端部の通過時間間隔の分布