

## 4 中国・雲南省の土石流 (3)

京都大学防災研究所 澤田豊明

### 1. はじめに

土石流の流動・堆積特性、溪流の地形変動を明らかにするために、中国雲南省東川市に位置する長江流域小江支流の蔣家溝 (46.8km<sup>2</sup>) において土石流に関する観測・調査を行った。

本研究はIDNDR特別事業および文部省科学研究費補助金 (国際学術研究、代表：高橋保) により、中国科学院・成都山地災害環境研究所と共同で1991年から1996年まで実施されている。ここでは、著者が分担した1994年以降の研究成果の一部について報告する。

### 2. 観測・調査の概要

観測・調査は毎年8月頃、東川泥石流観測所に約2週間滞在して行われている。対象地域は観測所に隣接した蔣家溝本川および支川の大凹子溝を中心に行われている。土石流の流動は2地点において固定TVカメラ (振動センサ-起動) と移動TVカメラによって行われている。流路の地形変動は蔣家溝本川および支川の大凹子溝において年1回実施されている。雨量は蔣家溝流域の3地点において測定されている。図-1は観測流域の概要と観測点を示している。

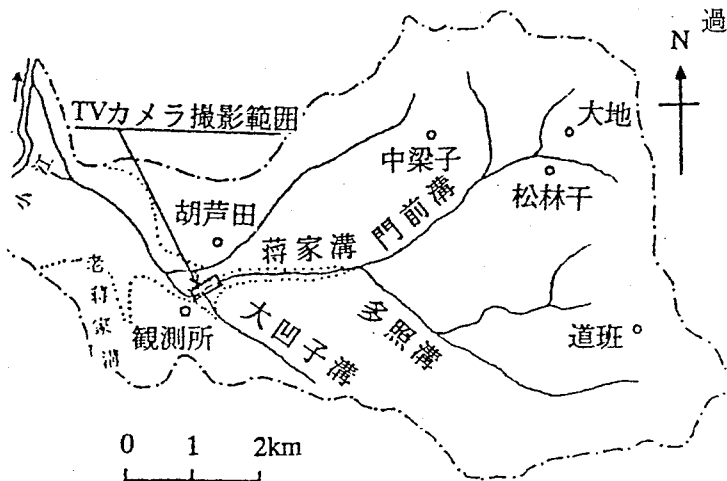


図-1 東川泥石流観測所の観測流域の概要

### 3. 土石流の流動特性

この流域に発生する土石流は一旦発生すると1分程度の間隔で100程度の段波を形成して流下することに大きな特徴を有する。一波の土石流の流下方向の長さは100m程度で、流量は1000m<sup>3</sup>程度である。土石流の密

度は1.7~2.3kg/m<sup>3</sup>で、土石流に含まれる土砂の平均粒径は1cm程度である。土砂は古生代の堆積岩で粘板岩を主体としている。

この地域で間欠的に発生する土石流の発生・流下過程は、観測条件が悪く不明である。そこで、流下の過程において移動速度が変化しないものと仮定すれば、観測地点で測定された土石流の速度と通過時刻から、図-2に示すような土石流の移動図が得られる。これは1995年8月18日に発生した土石流の連続する10波を一例として示している。

この図において、土石流の発生場所を5km上流とすれば、これらの段波が観測地点に到達するまでに、4回の段波の追い越しが発生していることになる。この過程で追い付いた段波が前の段波を吸収して一つになるものとする、観測点では5波に減少することになる。このように考えると流下距離が長くなると段波の数が少なくなるが、実際には段波の数が変わらないようであり、ここで観測されている土石流の波は孤立波のような特性を有する。

さらに、間欠的な土石流の流下が生じる理由として土石流の発生場所や時間が異なること、および流下の過程での流路条件に支配されることなどが考えられる。

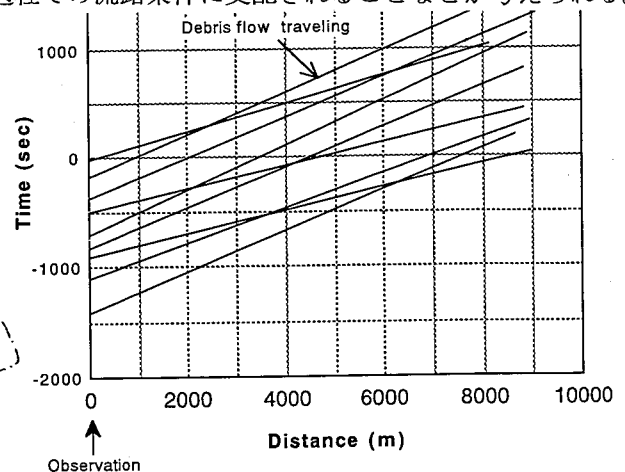


図-2 土石流の段波の移動過程

既に観測された土石流の特性や高橋 (1991) の実験との比較のため、土石流の流速と摩擦速度の比と水深と粒径の比について示したものが図-3である。この地域の土石流は密度が大きいにもかかわらず、流動性に富んでいることが特徴である。

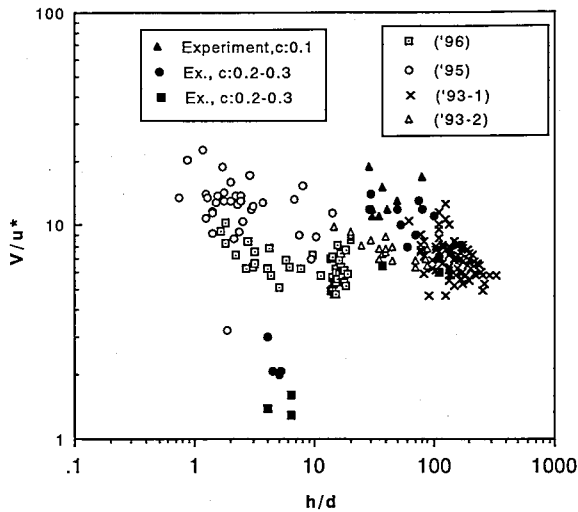


図-3 土石流先端部の速度と摩擦速度の比と水深と粒径の比

また、一波の土石流は先端部と後続部では流れの状態が大きく異なり、前者は激しく乱れている乱流で後者は乱れない層流となっている。この層流状の流れは急激に停止するが、これは後続流の粘性が大きいことによると考えられる。乱れのある先端部は数mの長さで、その長さは先端部の水深の2~3倍である。先端部の挙動は非常に複雑であるが、先端部の上部が進行方向に飛び出して、下方に空気を巻き込んで移動しており、その様子を移動速度をカメラの映像から求めると図-4に示すような速度分布が認められる。

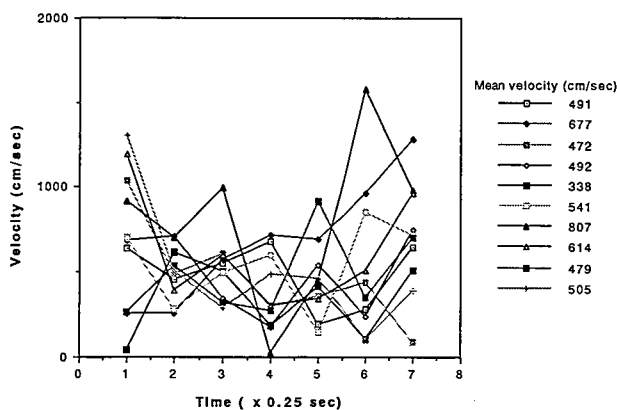


図-4 0.25秒間隔でみた土石流の先端部の移動速度の時間分布

#### 4. 流路変動の特性

土石流の流下による流路の変動は非常に大きい。図-5は蔣家溝本川の中流部における流路断面の変化を示したものである。1991年から1994年までに、河床が約5m上昇し、河幅が右岸側に約20m拡大しているのが認

められる。1995年の河床は若干低下するが、両岸に堆積が生じて河幅は約30mに縮小している。

このような約1年を単位とした河床の変動は、この間に発生した土石流の規模、土砂濃度、粘性などの諸特性を反映しているものと考えられる。この間に発生した土石流の発生回数や規模は明確ではないが、少なくとも毎年5~6回の発生が認められている。

一方、1995年8月19日、中流の本川河床に発生した落差数mの滝が22日6時49分に発生した土石流によって約2時間で上流へ約30m移動しているのが認められた。このように、一回の土石流の発生によっても河床の大きな変動が発生している。

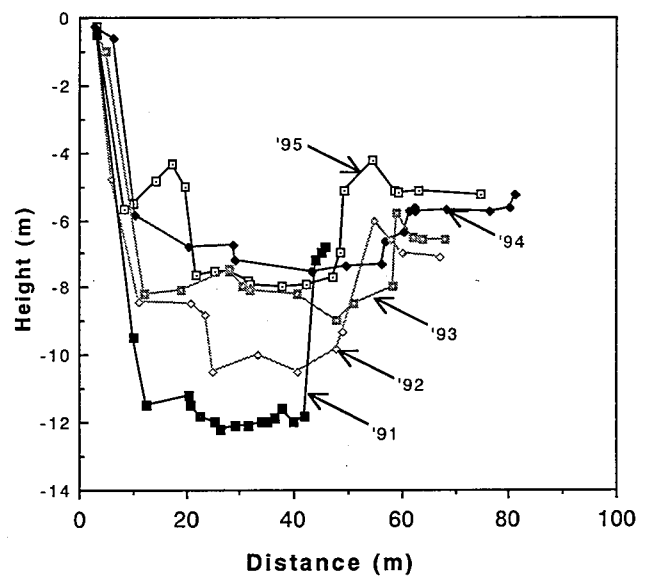


図-5 蔣家溝本川の中流部における流路断面の経年変化

#### 5. おわりに

以上、粘性土石流の流動特性と流路の変動に関する実態の一端を明らかにした。しかし、土石流の発生に関与する降雨特性、発生域の斜面などの場の特性、間欠的な流れと流動特性に関して不明な点が残されており、これらの点も含め防災対策において、多くの課題が残されている。

#### 参考文献

Takahashi, T.: Debris Flow (IAHR-AIRGRPH), A.A. Balkema International Publishers 1991, p51.  
 澤田豊明：中国・雲南省の土石流、平成4年度砂防学会研究発表会概要集  
 澤田豊明・諏訪 浩：中国・雲南省の土石流(2)、平成6年度砂防学会研究発表会概要集