

3.9. 中国雲南省・東川泥石流研究所

(1) はじめに

司馬遼太郎の“街道をゆく”シリーズの一つに「中国・蜀と雲南のみち」というのがある。その一節に雲南省の北に隣接する四川盆地はその地形的特長から一年を通じて曇天のことが多いのに対して雲南省は晴天のことが多いことから“雲南”の字が当てられたとある。筆者はかつて四川省の成都に滞在し、そこからチベット自治区の拉薩(ラサ)に向かった折、上空からそのことを実感したことがある。そのこともあって、いつか機会があれば“中国”の中であって中国ではない雰囲気充滿している雲南の世界に直に触れてみたいと思うようになった。

機会というものと思わぬところからやってくるものである。2006年の夏、たまたま訪ねた千葉大学園芸学部の唐 常源教授の研究室で中国貴陽(貴州省)にある貴州大学から派遣されて来ていた吳 攀(フー・パン)教授に紹介され、話題が雲南省行きの話になった。氏はどうせ行くなら貴陽にも寄っていただき、そこから雲南省へまわったらどうかのお誘いを受けた。これはこれまでの中国旅行で味わったことのない南方系の多民族の世界に接する旅となりそうで、一二もなく提案をお受けし、案内をお願いすることになった。

吳先生は中国南方に多い少数民族のうちの一つである猫族の方で、ベトナム人そのものといった顔つきであるが、物腰は日本人に似たところが多く、日本人のルーツはこの地方にあるといった俗説が理解できそうであった。この方とともに過ごした貴陽での数日間は別の機会にお話することにして、ここでは直ちに本題の東川泥石流研究所に直行する。なおこの旅(2007年8月)のコースを図1に示しておく。

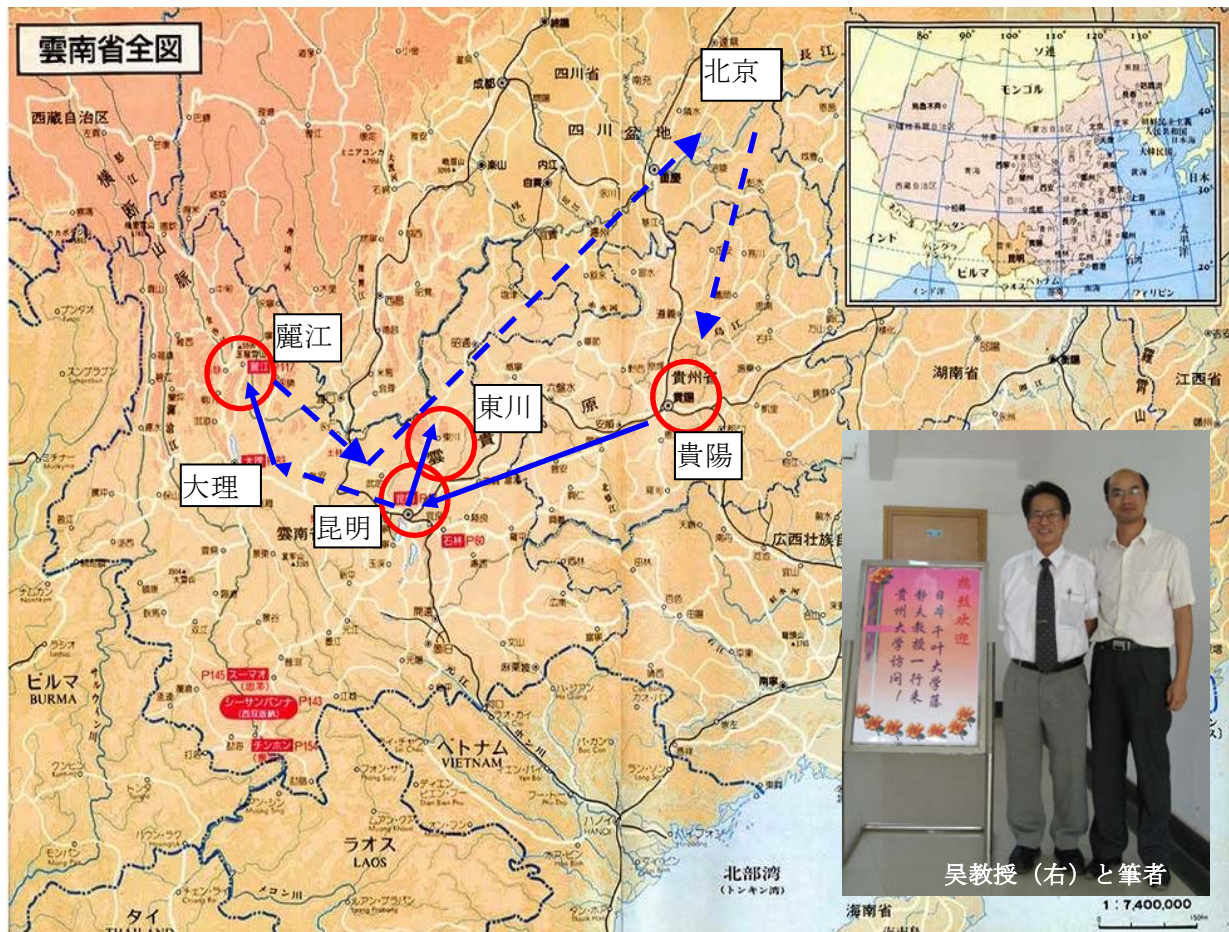


図1 貴州から雲南へ(実線は車で移動)

(2) 自然災害の多い雲南省

雲南省は自然災害の多いところとしてよく知られている。図2は1900年と1901年に発生した中国全土の地震規模の分布図であるが、雲南省から四川省を経て甘粛省の東部へと続く地域は顕著な地震帯（南北地震帯）となっていることが分かる。なお2008年5月に発生したマグニチュード7.8の四川大地震や2009年8月に発生したマグニチュード6.0の姚安地震の震源地はこの地震帯にあたる。

多発する地震によって脆弱になっている岩体は崩壊の発生やそれと密接に関係して発生する土石流の大きな素因となっている。図3に示す地すべり・土石流多発地帯と図2が極めて明瞭に重なることからこのことがこのことが頷ける。

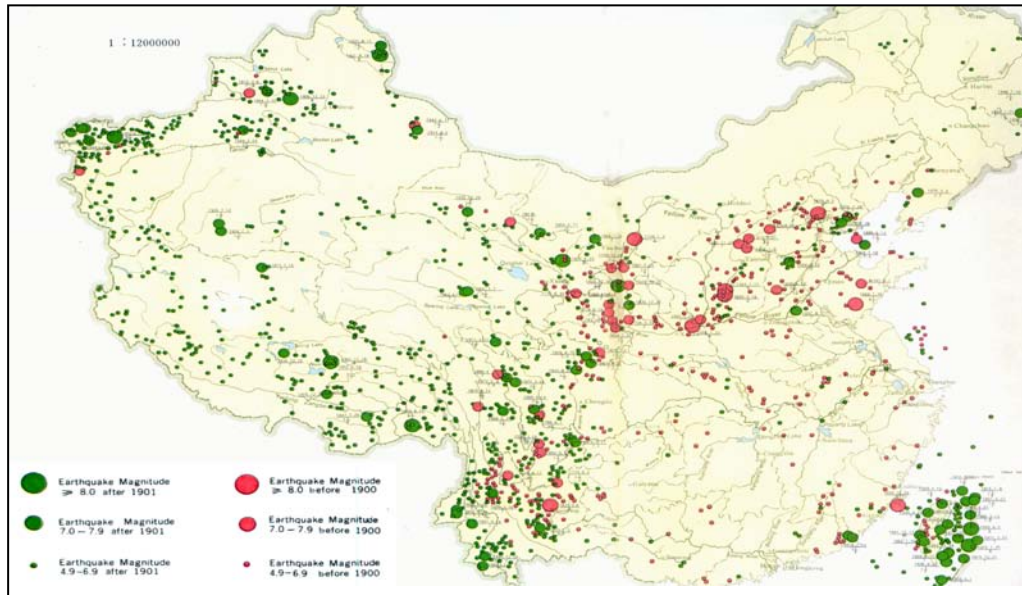


図2 中国の地震帯

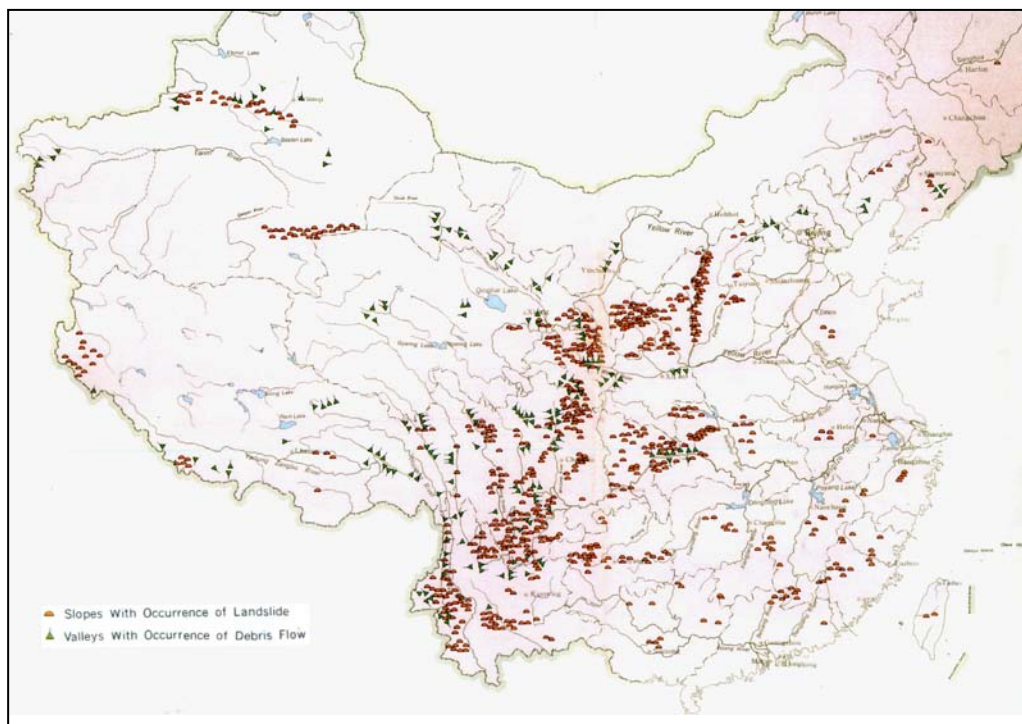


図2 中国の地すべり・土石流多発地帯

研究所のある東川区は金沙江、つまり長江の一支流である小江の上流にある。「東川七彩雲南紅緑藍」と呼ばれているだけあって酸化鉄の多い鮮やかな朱色の土地が目を惹く（写真1）。



写真1 雲南省に多い典型的な赤色土

写真1)。油菜、蕎麦、麦、大豆、ジャガイモなどの栽培が急峻な稜線の上まで行われている（写真2）。多少誇張すれば、このような場所での農作業は身の危険と隣りあわせの作業だという印象である。

稜線部の土壌は無機質で保水性に劣り、また貧栄養性で植生も貧弱なため、土砂の流亡や侵食に対する抵抗力が低い。また谷に面した部分ではしばしば崩落を起こし、泥石流発生のトリガーともなる。

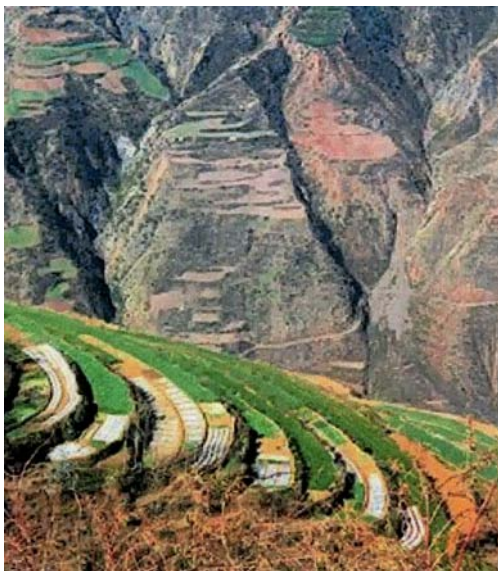


写真2 “耕して天に至る” 階段耕作



写真3 赤色土壌の断面

(粘土分が少なく、多くは砂質壤土の範疇に入る)

(3) 東川泥石流研究所とその周辺

この研究所の正式名は「中国科学院東川泥石流観測研究站」で、雲南省昆明市から北へ190kmのところにある。正確に言うと、図3に示したように金沙江支流の小江に注ぐ蒋家溝という泥石流多発流域の中にある。

もともと中国は山岳国家とも言えるくらいに山岳地の占める割合が多く、その面積は国土の2/3以上に達する。災害の殆どは山地崩壊とそれに関連して発生する泥石流で、それによる経済的損失は毎年20億元に達し、死者は500名を超えているといわれている。

このような背景もあって、この研究所は当初東川鋳務局によって1961年に設立された



図3 研究所の位置

が、その後規模が拡大され、現在は四川省成都山地災害・環境研究所の所轄にあって、2000年以降は「国家重点野外観測站」に位置づけられている。わが国のほか、欧米諸国との国際協同研究も盛んで、多くの研究成果をあげている。

筆者がここを訪問した時は研究所所長の崔 鵬氏は不在だったが、後日千葉大学でお会いすることができ、詳しいお話を伺いすることができた。他の地域を加えて再度の訪問を誘われたが、翌年に発生した四川大地震のため、その機会を逃したままになっている。

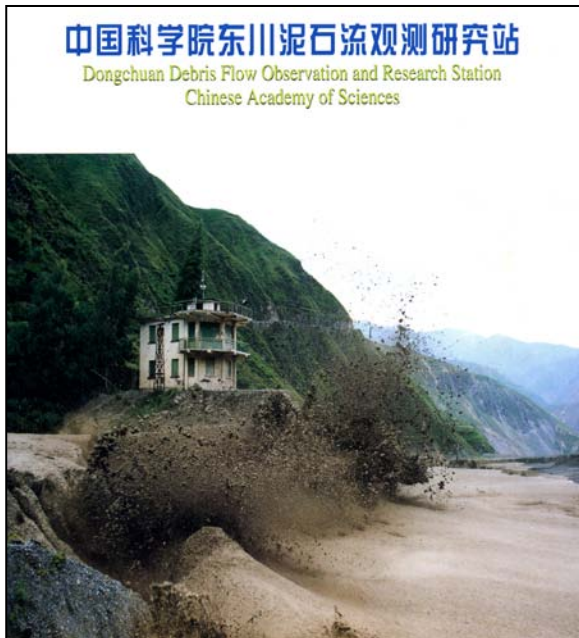


写真 4 研究所案内表紙

写真 4 は研究所のパンフレットの表紙であるが、泥石流の発生を捉えた好例といえるので引用したものである。研究所周辺の様子は写真 5 に示したが、本屋はその左側にあり、写真 4 の観測施設は右側にある。中央部の建物は室内実験棟である。

研究所の背後には集落や階段耕作地が見えるが、これらは左側に見える溪流の稜線部まで続いている。右側の森林は崩壊によって荒廃した斜面に植林されたものである。



写真 5 研究所とその背後の土地利用の状況

写真 6 は Google Earth から得た研究所周辺の俯瞰図である。写真の右側から左側に流れる川は小江で、その下流で金沙江(長江)に合流する。研究所の背後の山地は標高 2,800m を越え、卓状の地形をなしていて、その周辺は急崖で限られている。この谷つまり蔣家溝

の出口の標高は 1,000m 程度であるからその河川勾配は極めて大きく、谷頭部の侵食が顕著である。(流域の最高峰は標高 3,069m、最低部は 1,042m)

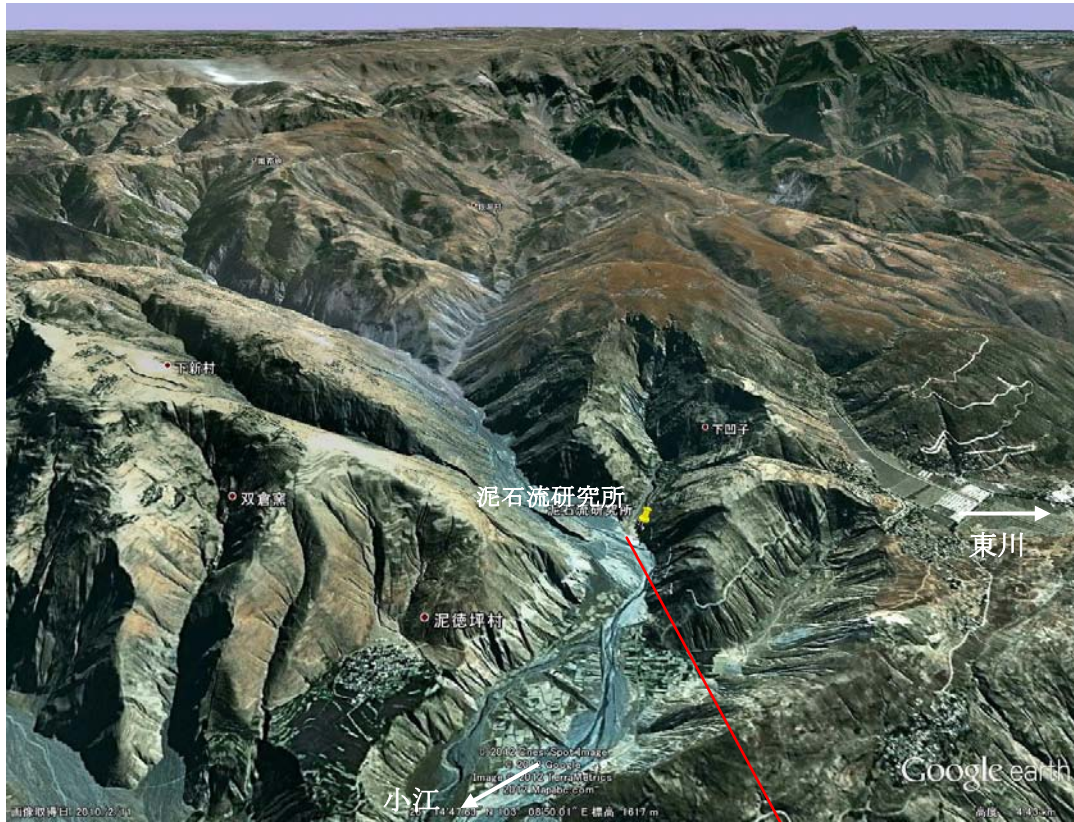


写真 6 研究所周辺の俯瞰図



図 4 研究所流域図



写真 7 蒋家溝の河況

写真の右側に研究所の建物がみえる。またその上流右側支流に赤色土の泥石流堆積物がみえる(本文参照)。なおこの部分での本流の川幅は約 300m である。

研究流域の蒋家溝には種々の観測施設が設置されている。例えば源流域では泥石流の発生をいち早くキャッチし、研究拠点へ情報が伝えられるような仕組みが整備されている。このようなシステムによって殆どすべての泥石流が発生の段階から把握され、観測体制が取りやすくなっている。その徹底ぶりはわが国の研究支援環境に比較して目を見張るものがある。(写真 8)



写真 8 泥石流の動態観測の様子（張 秋英氏による）

川を横断して索道が張られており、流量観測や泥石流のサンプリングなどが行われる。
写真は泥石流が観測者の脇をまさに流れ下ろうとしている瞬間を捉えたものである。

なおこの流域の面積は 48.6km²、溪流長は 13.9km、主な地質は先古生界～古生界の白雲岩、千枚岩、粘板岩、またそれらの変質岩から成る。先にも述べたように雲南省、四川省一帯は構造帯にあたり、その一部である小江流域も隆起を続け、炭酸塩岩類の分布地域を除いて、岩体の破碎、風化が進み、著しく脆弱になっている。加えて地震活動（特に浅発性）が盛んであり、山体の破壊、侵食が容易に進行する宿命にある（写真 9）。そしてこれに拍車をかけているのが森林伐採、放牧、過度な土地利用などの人為要因である。

泥石流による家屋や道路の破壊、また人畜への被害は言うまでもないが、土砂の堆積は深刻である。たとえば 1973 年に蒋家溝の溪口部に建設、稼動した砂防堰堤は 1985 年には堆砂によって機能しなくなり、またその上流域の堆砂量は 1977～1982 年の 5 年間で 800 万 m³にのぼったという報告がある（田 連権，1990 など）。

堆砂の問題は下流域での耕地の消失につながり、その後遺症は長く継続する。写真 10 の手前は本流（小江）にまで到達した泥石流によって礫河原と化した耕地の跡であり、その奥の緑はそれから免れた耕地である。平地の少ないこの地方にあっては泥石流による被災を覚悟で河川敷での耕作を続けなければならない宿命があり、各地にそのような風景を

見ることができる。なお筆者が研究所を訪問した直前に泥石流が発生したということなので、この状況から見てこの風景はこの時のものと思われる。



写真9 進行する“山地の解体”とその一因としての人間活動（張 秋英氏による）



前方右岸から合流するのが蒋家溝、手前が本流の小江。河川敷の耕作地はこの写真を撮った直前に発生した泥石流のために冠水埋積されていた。

写真10 泥石流による河川敷耕作地の消失（手前の部分）

(4) 泥石流の実態

研究所では様々な角度から泥石流の実態を捉えようとしているが、その中でも泥石流の実写記録からは貴重な情報を得ることが出来る。ここには見学者のための映写も用意されている。

ところで筆者の想像であるが、ここでの研究態勢はかつて京都大学防災研究所のグループが北アルプスの焼岳で行った土石流研究の成果を多く取り入れたものと思われるが、土石流の動態観測はその代表的なものであろう。

写真 11 は泥石流の動態記録であるが、それにみる泥石流の特徴は全体として含水量が多く、また比重の大きい粘性土を主体としているという点である。それらは①にあるように段波状に複数流下してくるが、いずれも③、④のように先端部には特に大きな礫は見られない。

泥石流が通過した跡は⑤にみるように、ほぼ揃った大きさの岩片が砂礫堆のような高まりをつくらずに一様に堆積している。なお岩片はあまり磨耗していない。



ここに示したいくつかの写真は、学位論文の研究でここに滞在していた張秋英氏の提供によるものである。氏は以前筆者が河北省の太行山地で続けていた調査にもご主人とともに参加し、教え子ともいえる人である。なおこれらの撮影場所は写真4の研究棟の下あたりである。

写真 11 泥石流の動態記録

筆者がこれまでに得た情報は限られたものなので、この地域の泥石流の発生機構を詳細に論じるには至らないが、推論をまじえて私見を述べると以下ようになる。

- ① 流域の高低差は大きく、標高の高い山地部と標高の低い低地部の気候は大きく異なる。前者では冬季に雪で覆われることは珍しくない。春先にはこの融雪水は地下に浸透して風化細礫化した基盤上部に集積する。
- ② 年間の降水量は5～10月に集中するが、とりわけ6～8月は最も多く、総降水量の1/2はこの時期にもたらされる。泥石流の発生もこれに対応していて、年間発生の70%はこの時期に発生する。
- ③ 融雪水の地下貯留分とこの時期の降雨浸透水が加わり、山地稜線部の土層下部の水分量は飽和に近い状態になっている。さらに上記時期に山地部でしばしば発生する豪雨は稜線部の崩落のトリガーとなり、それは周辺の風化細粒化していた岩片や溪流堆積物を取り込んで泥石流として流れ下る。
- ④ トリガーとしての崩落は流域内で一斉に起こるわけではないので、供給源を異にする複数の泥石流は若干のタイムラグを伴いつつ、いわゆる段波のようなかたちで流下してくる場合がある。
- ⑤ 泥石流の主体を構成する粘性土の比重が大きいため、岩片は浮流の状態に運搬されてくる。

以上の見解がすべてに当てはまるとは思われないが、

- ⑥ 泥石流の多くは稜線部の崩壊をトリガーとし発生する（写真12）。
- ⑦ 流域の地中水分量の集積状態がどのようなレベルにあるかが泥石流の発生・規模・動態を左右する大きな要因になっている。

（5）追録

1) 東川地域の気候区について

標高による気象の違いが著しく、大きく3帯に分けられる。

- ① 河谷区：小江とその周辺の河谷低地で年平均気温は20℃前後、熱帯半乾燥気候に相当する。降水量は年間700mm程度であるが、可能蒸発量は3,000mmを超える。
- ② 中山区：海拔2,200m前後で年平均気温は13℃前後、温帯半湿潤気候である。年間降水量は830mm前後である。
- ③ 高山区：年平均気温は7℃前後で年降水量は1,200mm、冬季はマイナス10度以下になる。

2) 泥石流のビデオ記録（提供：中国科学院東川泥石流研究所）

（クリックしてご覧ください。いずれも1分程度）



3) 泥石流の発生とその拡大要因（写真12参照）

泥石流のビデオ記録からも分かるが、この流域で発生する泥石流は水分がきわめて多く、わが国の石礫の多い土石流とはかなり異なった性格を有しているようである。筆者はその本質に迫れるだけの知見を有していないのでこれ以上は推論の域を出ないが、泥石流発生時の流域地中水分量（特に源流域河谷の水分量）が大きな役割を演じているように思われる。

このことに関して、2006年7月に長野県岡谷市小田井沢で発生した土石流について若干の観測値を得ているので、いずれ上記と比較して論じてみたいと思っている。



稜線の向こう側は卓状の高原が展開し、集落や農地が広がっている。地表は赤色土壌（風化残積土）によって覆われているが、ところによってはこれを欠き、風化角礫化した岩盤が露出する。

土石の移動は崩落という突発現象と、水あるいは風による浸食運搬という常時の現象の組み合わせのもとで行われる。

森林伐採や農耕はこれらに拍車をかけることになる。

崩落
浸食



運搬
堆積

谷埋めの堆積物はよく水を保留して帯水層の役割を演じ、次の泥石流の発生と流動の拡大要因となる。



写真 12 稜線部に発生した崩壊と泥石流
(一部の写真は前出の張 秋英氏より提供していただいたものである)