

インダス川上流，パキスタンのバルチスタン地方では土石流や地すべりなどの斜面災害が頻発している。筆者は2000年7月から8月にかけてこの地方の斜面災害の状況を調査した。ここでは土石流災害の1事例を報告する。

カンデ村の土石流 Hushe 川流域の Kande 村(図1参照)は1997年7月に土石流に襲われた。2000年7月に災害調査で訪れたところ，村は再び土石流に見舞われている最中で，前回は上回る被害を受けていた。7月30日に村が立地する Aa 川扇状地で測量を開始して間もなく，いきなり土石流が流下してきた。筆者らは危うく難を逃れた。最大波高 4m 余りの土石流の先端は，縦断傾斜角が 8.5 度の扇頂点付近を約 5m/sec~10m/sec で流れ下った。ピーク流量は 500m<sup>3</sup>/sec 以上，1000 m<sup>3</sup>/sec 以下と目された。土石流ないし土砂流の状態は 30 分以上つづき，次第に濁水の洪水流に移っていったが，夕方5時を過ぎてもその流量は 100 m<sup>3</sup>/sec を下回らなかった。カンデ村のゲーラモハメド氏(47歳)ら数人への聞き取り調査によると，1997年と2000年の災害の状況は以下のものであった。なおこの地方の集落が立地する標高 2500m~3000m では，年降水量が 200mm 程度である。また，冬季の最低気温は -20℃ を下回り，夏季の最高気温は 30℃ を上回る。灌漑されているところを除き，斜面に緑は無い。地質はおおむね片麻岩である。

1997年の災害 7月25日16時45分頃，土石流の第1波が発生した。当日，土石流は全部で5回流下した。22時ごろに発生した当日最終のものが最大規模であった。さらに，土石流は30日まで毎日2回~4回流下しつづけた。土石流はこの6日間に20回以上流下したことになる。死亡3名，負傷多数，家屋の流失27戸，農地の流失20haなどの被害もたらされた。なお，災害発生の日前すなわち7月23日から30日までの間は快晴もしくは晴れで，日中は気温が著しく上昇していた。

2000年の災害 天候は3年前と同じで，晴天が続く，日中は気温が著しく上昇していた。最初の土石流は7月27日の16時ごろに流下した。2回目は19時頃，3回目は夜発生した。翌28日には8時頃と11時頃，さらに21時頃に，29日は7時頃と11時頃に，30日は7時頃と10時40分に流下した。筆者らが遭遇したのは10時40分のものである。土石流はこの4日間に10回以上流下したものと考えられる。流失家屋130戸，農地の流失・埋積60haなどの被害もたらされた。人的被害を生じなかったのは，土石流が発する轟音を聞きつけて避難が早く行われたためである。3年前の被災経験が生きたと言える。石礫型の土石流でかつ規模が大きいため轟音と地響きが強大である。なお災害前に，カンデ村の人口は約800，戸数は約140であった。

土石流の原因 土石流はなぜ無降雨時に発生するのか。Aa川の主流路長は18.2km，流域面積は119km<sup>2</sup>，谷出口の標高は2,800mあまり，流域最高点は6,400m余りで，上流には大量の氷雪が主として氷河の状態が存在する。昇温に伴う融水が原因と考えられる。さらに，土石流が数十分から数時間をおいて何度も発生することが注目される(図2参照)。一般に，土石流は1波で終わることは少ない。複数波が1~5分間隔でくり返し流下する場合が多い。原因として4つのファクターが考えられる。すなわち，①降雨強度の変化，②天然ダムの形成と決壊のくり返し，③せん断応力がせん断降伏値を上回るといふプロセスのくり返し，④流れの不安定性などである。しかしこれらはAa川の土石流には当てはまりそうにない。繰り返しの原因は氷河そのものに求められるのではないか。氷河湖の決壊が洪水氾濫を引き起こすことが知られている(山田，2000；Richardson，2000)。しかし，氷河湖の決壊で土石流が数日間にわたり何度も発生するという事は考えにくい。したがって，氷河が原因で，融氷水をこの程度の時間をかけて貯留し，さらに排水するという

何らかのプロセスが存在するのではないか. そのよ  
 参考文献 1) 山田知充(2000) ネパールの氷河湖  
 決壊洪水: 雪氷, 62(2), 137-147. 2) Richardson, S.  
 et al. (2000) An overview of glacial hazards in the

うなメカニズムの解明が今後の課題の一つである.  
 Himalayas, Quaternary International, 65/66, 31-  
 47.

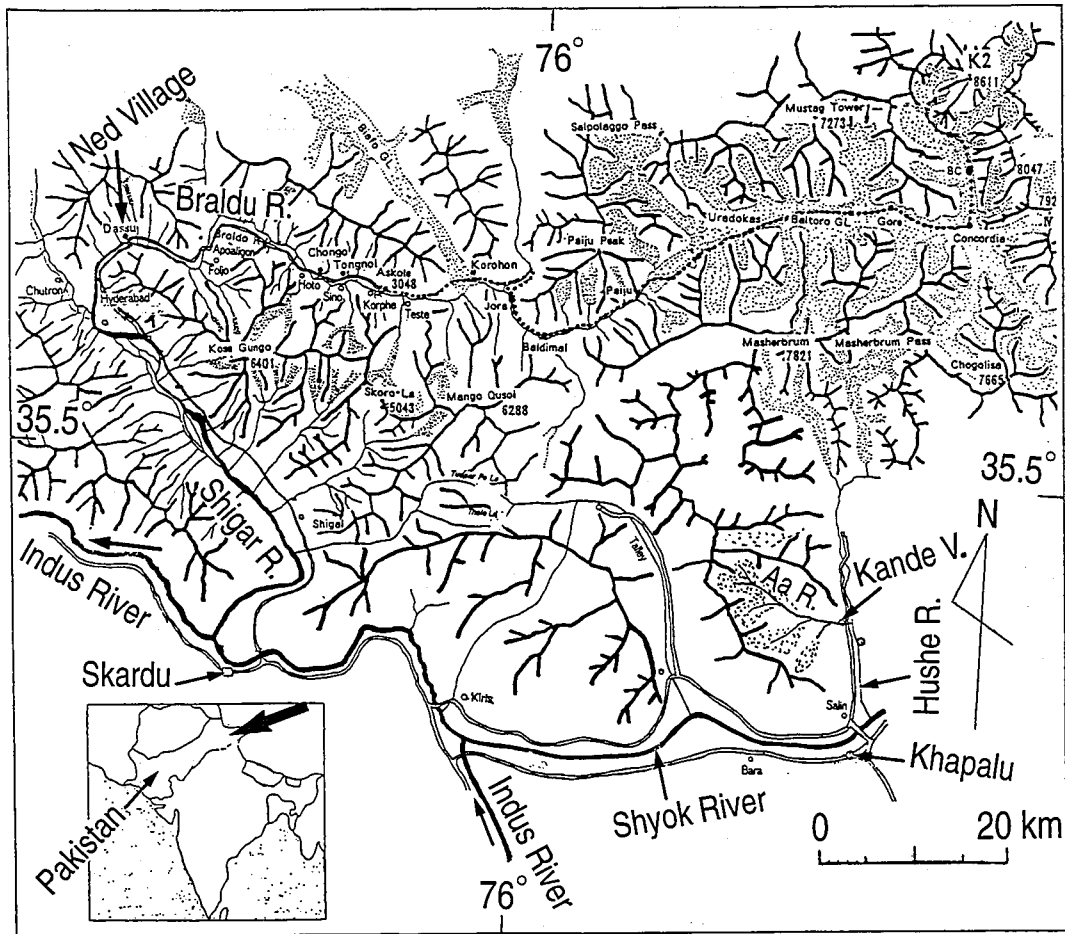


図1 調査地域

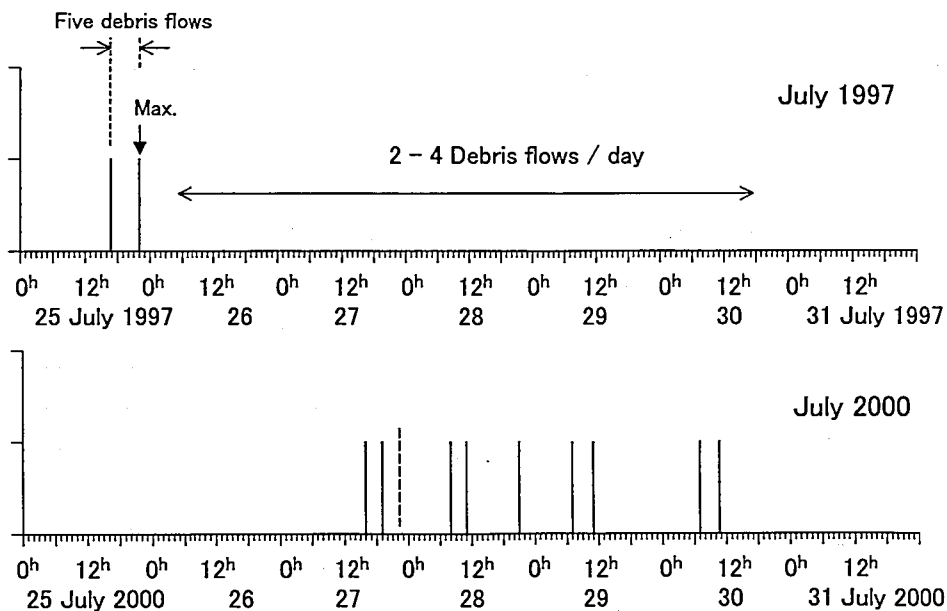


図2 アア川扇状地へ土石流が流下した時刻. 時間軸上に立てた線分で流下時刻を示す.