

○桧垣大助（弘前大学農学生命科学部）・梅村順（日本大学工学部土木工学科）

山田知充（北海道大学低温科学研究所）・プンツォ・ノルブ（ブータン政府通産省地質調査所）

1.はじめに

ネパールでは1960年代以降約3年に1回の割合で氷河湖決壊洪水(Glacial lake outburst flood:以下GLOFと呼ぶ)が起こっている(山田, 2000)。すぐ東に位置するブータンでも1950, 1960, 1968, 1994年にGLOFが発生しており(National Environmental Commission, 1993)、面積わずか4.65万km²の国内に危険性のある氷河湖が24箇所あると指摘されている(Mool et.al, 2001)。上記のGLOFはいずれもプナツアンチュウ(チュウは川の意)(別名サンコシチュウ)で起こっており(図-1)、この流域の氷河湖の変動や決壊可能性、GLOF災害危険箇所検討は重要な課題である。ここでは、流域の中で人口が集中するプナカ周辺でのGLOF発生時の洪水氾濫と河岸侵食危険箇所予測をめざして、1994年GLOFにおける洪水氾濫と河岸侵食箇所を住民聞き取りや既存資料によって調べ、河川沿いの地形との関係を検討した。

2.1994年に発生したGLOF災害とプナカ周辺の地理的特徴

1994年10月7日海拔4600mにあるルゲツォ氷河湖(図-1)が部分的に決壊して約1800万m³の水が排水され、下流約80kmにあるプナカ(海拔1200m)まで平均16.6km/hrで洪水波が流下した(茂木, 2001)。河川沿いで20人の犠牲者と1637年建立の県庁と僧院を兼ねた建物(ゾン)の一部が破壊された。被害は、人家の多いプナカ周辺と森林限界を超えたルナナの集落で起こり、その間は森林地帯で人家も無い。

現地調査と空中写真で調査地域の地形分類を行った結果が図-2である。この地域では、谷幅も広くプナツアンチュウの河床勾配も1/300と緩い。河岸段丘が発達して(高位から大きくH, M, L面に分けられる)水田・人家が広がり、花崗岩質片麻岩が主体のためか周辺斜面に地すべり地形も少ない。

3.1994年発生GLOFによる洪水・河岸浸食の特徴

目撃者への聞き取りおよび政府National Resource Training Centerが撮影したビデオによると、このGLOFは以下の特徴を持っていた。

1)河川水位の上昇は概ね2m内外であった。それは河道の急曲点や狭窄部の背後で4mに及んだが、流木が一時的にダムアップする形になったためであろう。地形的には調査時点(2002年9月中旬:雨季末期)の水面から2-4mの高さにあるL2面に部分的に氾濫した。プナカゾン付近では旧河道(L2面相当)を洪水が通ったため多くの被害が出た(Watanabe and Rothacher, 1996)。

2)最初に多量の礫(河床礫の再移動であろう)が洪水波とともに襲い、つづいて多量の流木が流れてきた。流れに多量の砂を含み、呼吸できないためか多数の魚類が浮き上がってきた。

3)河岸侵食は、1)で述べた急曲点と厚さ1.5-2m以上の砂層からなるL2段丘面で起こっており(最大侵食幅60m)、径1m以上の礫からなる崖錐や支流扇状地ではわずかであった。また、Jibjikhaにある河川に面した活動的な地すべりも、粘土質で侵食を受けにくいためか洪水継続時間の短いGLOF時に活動していない。

4.まとめ

ブータンは森林面積が70%に及び、GLOFは森林帯の峡谷を通過して来るため多量の流木を運んでくることを注意する必要がある。また、プナカ周辺では、発生源から遠くGLOFによる水位上昇はあまり大きくはないが、度重なるGLOFで低位段丘面は砂層からなりGLOF時侵食を受けやすい。また、厚い無層理の砂層(過去のGLOF起源?)を持つM2段丘面も河岸侵食の危険がある。しかし、崖錐・支流扇状地・地すべり地からなる河岸では侵食可能性は小さい。今後、地形分類図をベースに、地形単位ごとの粒度組成を基礎とした河岸侵食危険度と、氾濫予測には測量による河道周辺の詳細な地形図作成が必要である。

参考文献 山田知充(2000): 雪氷 62-2, pp.137-147, National Environmental Commission(1993): Bhutan's country report on natural disaster reduction. 19p., P.K. Mool, et.al (2001): Inventory of Glaciers, glacial lakes and glacial lake outburst floods - Bhutan-, ICIMOD,

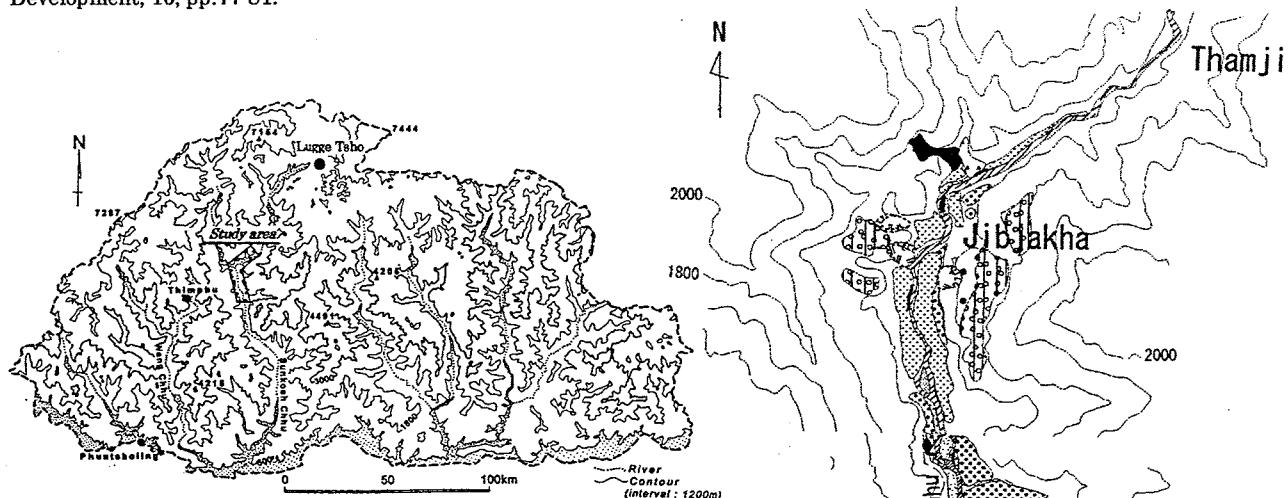


図-1 ブータンの地形と調査地域およびGLOF発生地点
(●印)

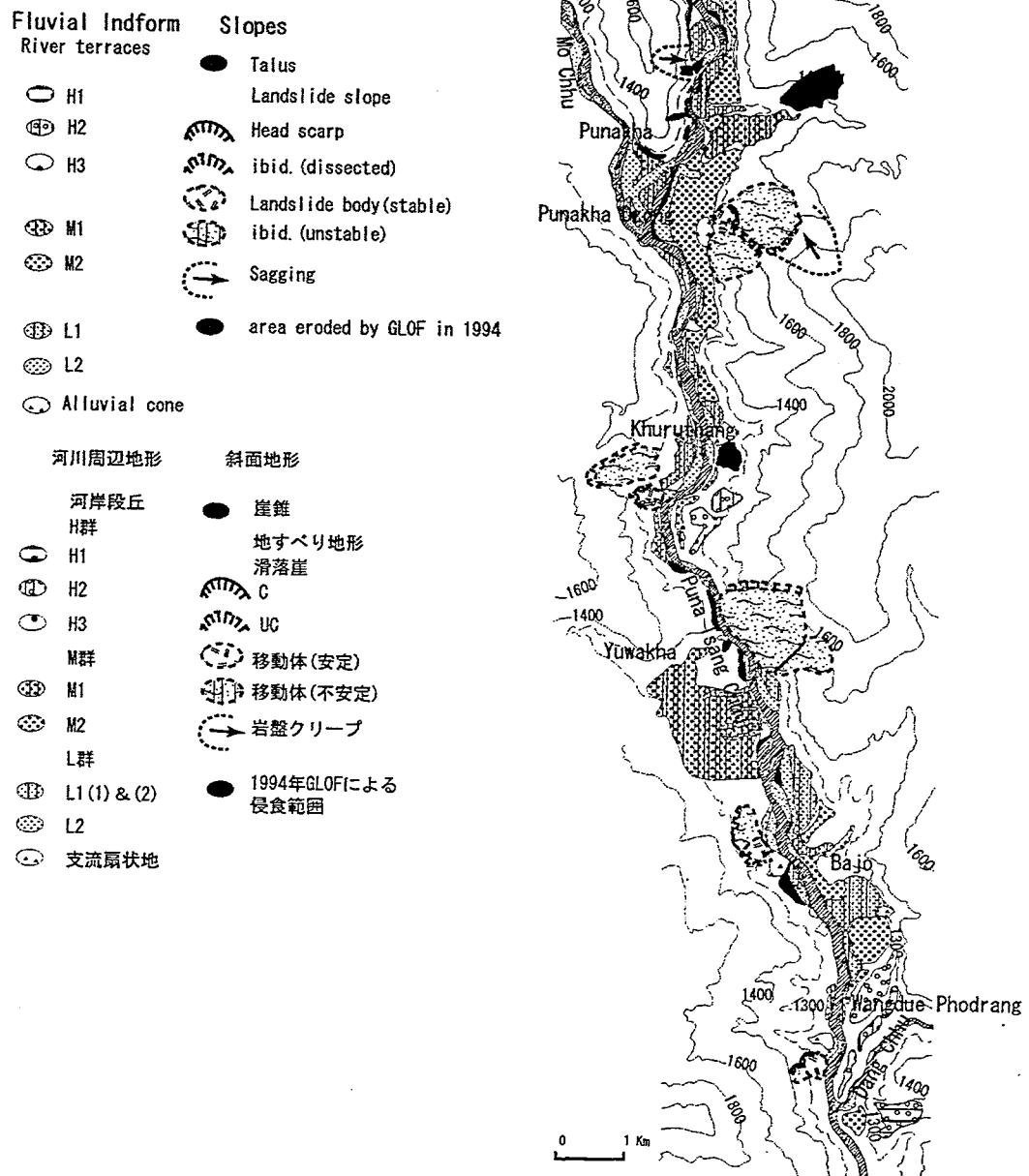


図-2 プナカ周辺の地形分類と 1994 年 GLOF による河岸侵食位置