

ブータン・ヒマラヤ西部における氷河湖の面積拡大に関する研究

B205072 山崎 真 指導教員 内藤 望 准教授

キーワード：氷河湖決壊洪水，人工衛星画像，幾何補正，ブータン・ヒマラヤ

1. 研究目的と背景

近年では、地球温暖化の影響で世界各地の氷河が融解、縮小している。特にヒマラヤ山脈では、氷河の融け水が堰きとめられてできる「氷河湖」が多数できており、その中には急速に拡大しているものがある。氷河湖が拡大した末に決壊すると、大規模な氷河湖決壊洪水（GLOF）が発生し下流部に大きな被害を及ぼす。ブータンには、この洪水を引き起こす可能性が高い危険な氷河湖が合計 24 個（図 1）あると指摘されている[1]。しかしこの評価の判定基準は不明瞭であり、少なくとも各氷河湖の拡大速度は全く考慮しておらず、1990 年代の氷河湖の大きさだけから評価しているらしく、正当な危険度評価とは言い切れない。そこでより客観的に危険度を評価するための基礎情報のひとつとして、氷河湖の拡大速度を調べるのが本研究の目的である。

2. 使用データと研究方法

本研究で対象とする氷河湖は、ブータンで危険と指摘された 24 氷河湖の中で、未だ面積拡大速度が調べられていない 3 つを選んだ（図 1）。使用する人工衛星画像は CORONA 衛星画像（1967 年 2 月 28 日，1970 年 12 月 3 日），SPOT 衛星画像（1993 年 12 月 3 日，12 月 11 日），Landsat-7 衛星画像（2003 年 1 月 10 日）である。また、インド測量局発行による 1960 年代の 5 万分の 1 地形図も使用する。5 万分の 1 地形図をもとにして、ソフトウェア ERDAS IMAGINE 9.2 で各人工衛星画像の幾何補正を行う。

そして幾何補正後の衛星画像上で氷河湖の輪郭をなぞりその面積を算出する。年代の異なる CORONA，SPOT，Landsat-7 衛星画像から面積拡大速度を求め、他の氷河湖に対する研究例と比較する。

3. 結果と考察

図 2 に示す画像は、図 1 中のブータン北部に位置している 12 番の氷河湖を示す幾何補正後の人工衛星画像である。1970 年の CORONA 衛星画像では、氷河の下流部中央に小さく存在している。それが 1993 年の SPOT 衛星画像では、氷河の下流部側の幅が広がり上流部にかけて徐々に拡大している。2003 年の Landsat-7 衛星画像では、上流部の幅も広がりさらに拡大している。

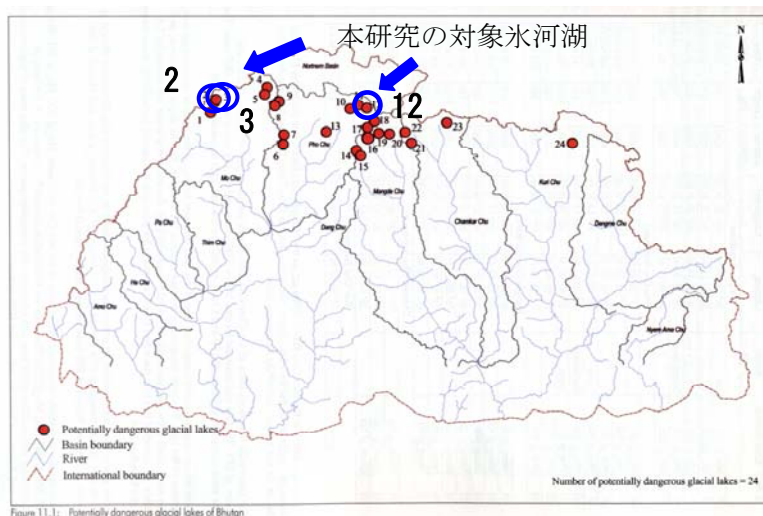
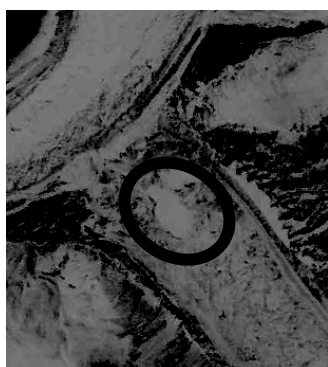


図 1. 危険とされている氷河湖分布[1]と本研究の対象氷河湖。



1967年2月28日



1993年12月11日



2003年1月10日

図2. 幾何補正後の衛星画像の例。(左から CORONA 衛星画像, SPOT 衛星画像, Landsat-7 衛星画像)

表1. 対象3氷河湖の面積および面積拡大速度の算出結果.

氷河湖	面積 (km ²)			面積拡大速度 (km ² /年)	
	1970年 (*1967年)	1993年	2003年	1970(*1967)~ 1993年	1993~2003年
2番	0.01	0.10	0.17	0.0039	0.0070
3番	0.02	0.10	0.13	0.0035	0.0030
12番(トカルクチュン氷河湖)	* 0.10	0.15	0.21	* 0.0019	0.0060

表1は、対象氷河湖3個の1970年(12番は1967年)、1993年、2003年における面積と、各期間における面積拡大速度を求めた結果である。今回解析した3個の氷河湖は全て拡大していることがわかる。またブータンおよびネパールで特に GLOF の危険が高いと認識されている6個の氷河湖の面積拡大速度は0.01~0.03 km²/年程度であり[2]、本研究で最も速い拡大速度を示した2番の氷河湖であっても1桁小さい値となっている。よって、今回解析した3個の氷河湖の危険は、相対的にはさほど切迫したものとは言えないだろう。ただし、2番と12番は1970~93年よりも1993~03年の拡大速度の方が大きくなっている。このように拡大速度が加速する可能性もあるため、今後も最低限の注意は払う必要があるだろう。

4. 今後に残された課題

ブータン・ヒマラヤ地域には、危険と指摘されながら拡大速度が解析されていない氷河湖があと2つ残っているので、その氷河湖も面積拡大速度を求める必要がある。また氷河湖の面積拡大速度を求めるだけでなく、氷河湖を堰き止めているモレーンの強度を現地で調査することなどが GLOF の危険度評価にとって重要であろう。

引用文献

- [1] Mool, P. K. 他: Inventory of Glaciers, Glacial Lakes and Glacial Lake Outburst Floods: Bhutan. ICIMOD, UNEP, 227pp. (2001)
- [2] Komori, J. 他: Variation and lake expansion of Chubda Glacier, Bhutan Himalayas, during the last 35years. Bulletin of Glaciological Research, Vol. 21, 49-55. (2004)