

# 氷河湖決壊洪水の予測モデルの開発とリスク解析手法の開発に関する研究

京都大学大学院 学生会員 ○大泉 伝  
 京都大学防災研究所 正会員 山敷 庸亮  
 京都大学防災研究所 フェロー 寶 馨

## 1. はじめに

地球温暖化によってヒマラヤ山脈の氷河が融解して形成した氷河湖の急速な拡大が観測されている。拡大した氷河湖が突然決壊して起こる氷河湖決壊洪水( Glacier Lake Out Burst Floods 以下 GLOFs )が約3年に一度の頻度で発生しており、ヒマラヤの周辺国では大きな社会問題になっている。特にネパールとブータンでは被害が深刻で、氷河湖の下流に住む住民の生命が危険にさらされるだけでなく家や田畑、家畜の被害、国内の電力の大半を供給する水力発電所が GLOFs により破壊されるなど、国家の発展に深刻な影響を与えている。近年、各国政府の支援で危険度が高いとされるネパールの Imja 氷河湖の流域の村で早期警戒システムが導入され、Tsho Rolpa 氷河湖では排水用の水門が設置され水位が下がるなど一定の成果を挙げている。しかし、水位を管理する事が有効な方法であるにも関わらず、氷河湖の水収支は十分には明らかになっていないとは言い難い。本研究においては氷河湖及び流域からの融解水の流入を議論する際の重要な要素と考えられる氷河湖の水温について数値モデルを用いて予測することを試みた。琵琶湖・東京湾などの閉鎖性水域において適用を行なった三次元非静水圧流動解析モジュール Biwa-3D を元に改良を行なった Imja3D に対して実測データを元に時間・空間的に補間した気温と風速データから Imja 湖の水温の三次元挙動の季節変動について予測を行なった。

## 2. 研究の手法 の概要

Sakai *et al.* (2007) による Imja 湖のモレーンの等高線と図と等深線図をデジタイズし Imja 湖の 10m 間隔の等深線図の作成を行った。Imja 湖の観測気温は 2008 年の 5 月 8 日から 6 月 2 日の 5 分間隔のデータのみ入手可能で、その他の月の気温は下流の観測点 Namche Bazaar の 2008 年 5 月 4 日から 2009 年 2 月 28 日までの 1 年分の 5 分間隔の気温データを元に標高差・温度差を元に補正し作成した Imja 湖の気温および、ランダムに与えた風速を湖流域に与えて水温分布を求める。水平解像度は 18m、鉛直解像度は 2m で合計 106×44×52 グリッドで非静水圧非定常の水温流動解析を行なった。

## 3. 結果

作成した Imja 湖の三次元湖盆図を図 1 に示す。三次元流動解析モジュールである Biwa-3D を応用し作成した Imja3D を用いた水温分布の解析を行なった結果を図 2 に示す。冬季 1 月と 2 月、観測値がある 5 月と 6 月、夏季 7 月と 8 月の各月 1 日 0 時の気温 (5 月のみ 5 日 0 時) の比較を図 3 に示す。気温上昇に伴い、水面付近が暖められる様子が得られた結果の一例として 8 月 15 日の 0 時、6 時、12 時、18 時の 6 時間毎の変化を図 4 に示す。

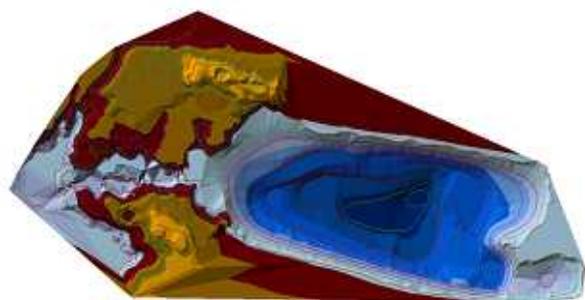


図1 Imja湖の湖盆地図

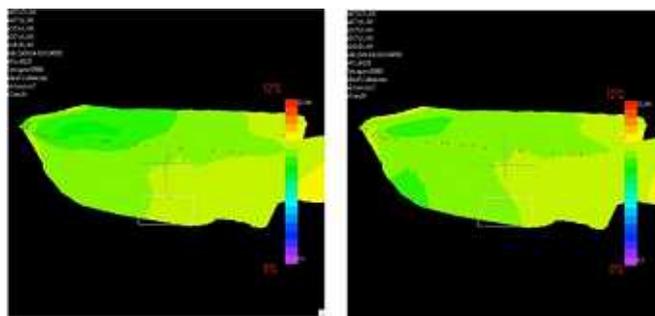


図2 1月10日(左)と1月20日(右)

キーワード 氷河湖決壊洪水, 氷河湖, 水収支, ヒマラヤ, Biwa-3D

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所社会防災研究部門 TELL/0774-38-4131

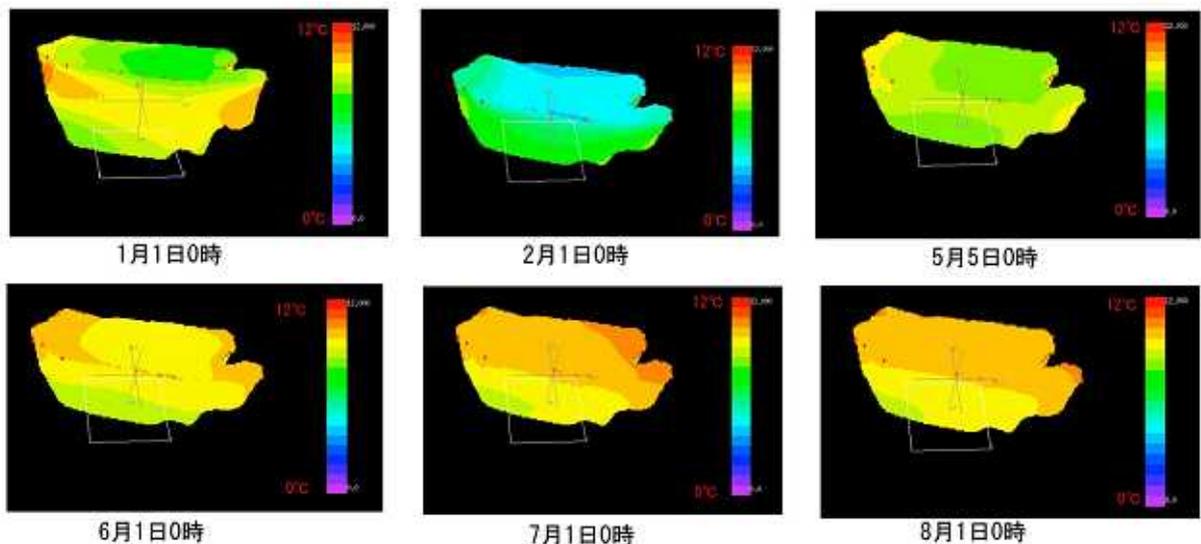


図3 Imja3D による Imja 湖の水温分布図

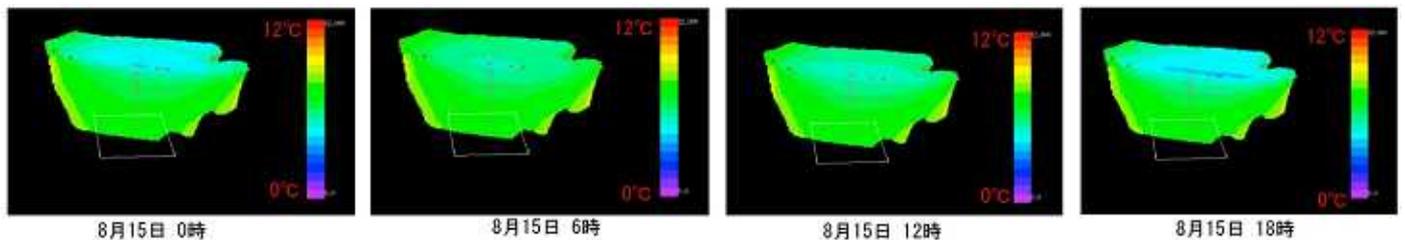


図4 夏季の6時間ごとの変化

本計算結果によると夏期には成層が形成され、表面水温は10 付近まで上昇する。水塊は夏期の熱を保持するため、冬期になっても水温が0 を割り込まない。その結果氷河湖周辺が局所的に温暖化し氷の融解が更に促進される可能性がある。

4. 今後の予定

今後は水平7mメッシュでXYZ軸に249×10×2グリットの高分解像度なデータで計算を行い、計算結果と予定している現地調査で比較検証する。高分解像度図の計算結果の一例を図5に示す。また集水域の降水量と氷河の融解量からImja湖への流入量を計算し、氷河湖発達の経年変化についてImja3Dを用いてImja湖の水位予測を行い、将来起こりうる決壊の時期の予測を行っていく予定である。

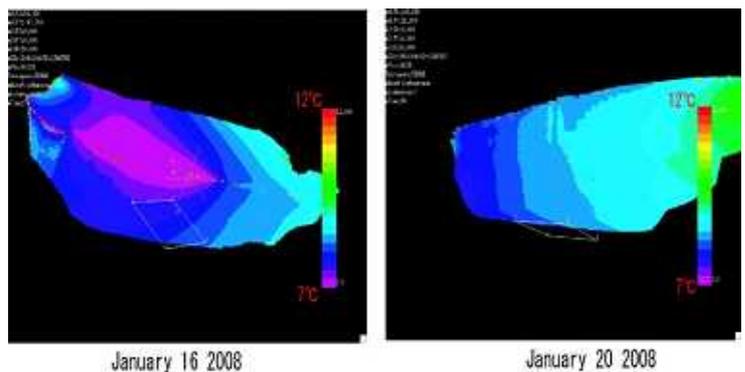


図5 2008年1月の高分解像度解析結果

5. 参考文献

- 1)ICIMOD: Inventory of Glaciers, Glacial Lake and Glacier Lake Outburst Floods ICIMOD 2001 pp143-146
- 2)ICIMOD: Impact of Climate Change on Himalayan Glaciers and Glacial Lakes Case Studies on GLOF and Associated Hazards in Nepal and Bhutan ICIMOD 2007 pp32-36
- 3) Akiko SAKAI, Mitsuyoshi SAITO, Kouichi NISHIMURA, Tomomi YAMADA, Yasuko IIZUKA, Koichiro HARADA, Shun'ichi KOBAYASHI, Koji FUJITA, and C.B. GURUNG: Topographic effects on the thermal structure of Himalayan glacial lakes Bulletin of Glaciological Research 24 2007 pp29-36