

バングラデシュ北東部・雨季氾濫湖の形成過程と熱収支に関する研究

岡山大学環境理工学部 正員 大久保 賢治
アイサワ工業(株) 正員 ○北本良子

1.はじめに バングラデシュ北東部洪水の水収支から氾濫湖の流量を検討し、これを熱移流モデルに用いて湖の水温変化を観測値に適合させ、気象条件を推定した。このモデルを旭川にも適用し、観測値とも比較した。出水時に著しく水温低下する傾向はいずれの河川にも共通することがわかった。

2.雨季氾濫湖の形成過程 図1のメグナ上流域には、東から本川バラキが流入しスルマ・クシヤラに分流する。この流域には雨季に多くの氾濫湖が形成され、下流ガンジス・プラマプトラの増水により流域全体が堰上げられる。その結果、スルマ・クシヤラ川が再度合流するメグナの河道形成領域(図2西部)には夏の7~9月に約8,000km²の大氾濫域が出現する。その東、クシヤラ左岸に位置するハカルキ・ハイル湖は南のトリプラ丘陵から流れる河川の短期出水(フラッシュ洪水)を受け、主氾濫域より前に増水する。ハカルキ湖は乾季もクシヤラに接続し流動性があり、一方、閉鎖性は強いが、位置的には下流のハイル湖は最終的に主氾濫域に吸収される。メグナの流出量(バイラブバザール地点)と流域湛水量の時間変化(月別水収支)より得られる流域の総流入量を面積比で分割すれば各氾濫湖の流入量(月平均)は、流出量の1~2%、すなわち100m³/s程度と考えられる。

3.氾濫湖の水温変化 ハカルキ・ハイル両湖の熱的応答はかなり異なる。ハカルキ湖の水は高い浮遊砂濃度のため水中日射量が減少し、日中は表層に熱が集積し成層するが、夜間は水温差がなくなる。一方、ハイル湖の成層は夜も持続し、これは表層が高温というより洪水時の低温が下層で保たれる形態であり水生植物が日射を遮断するためと思われる。晴天日の気温日較差は約10°Cであるが、降雨の前後、気温は低下し日較差も2°C程度になる。水温日変動は上層で大きく、日平均気温と水温の変化を示す図3より長期変動として顕著なものは、①上流河川の出水で水温が低下し、その後、②出水前のレベルまで水温が復旧する過程である。一方、平衡水温に達すると晴天日は③日射による日周変化が卓越する。

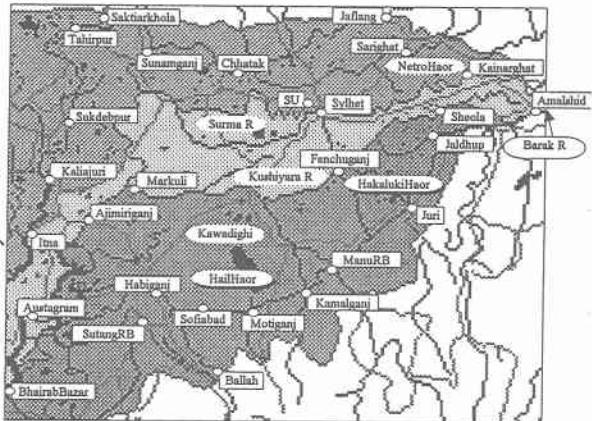


図1 バングラデシュ北東部(メグナ上流域)

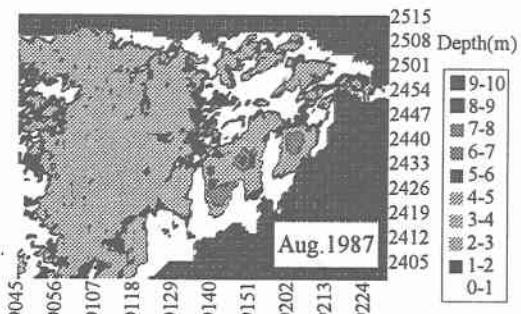


図2 雨季氾濫湖と巨大氾濫域

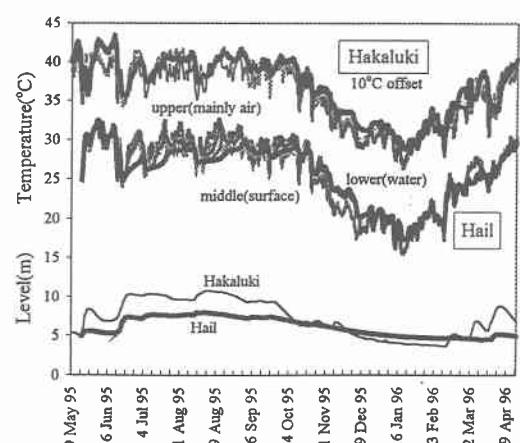


図3 気温湖における日平均水温・気温及び水位の変化

4. 流水の熱移流モデル 96年9月、旭川ダム直下流4点(八幡橋、大宮橋、中吉橋及び鹿瀬橋)で水温を観測した。上流部の浅い河道は日中は上流、夜間わずかに下流が高温となる温度勾配があり、約4°Cの日周変化を示し(●)、つぎのモデル計算値(実線)と大略合致する。モデルは(時間t、流程x、水温T)の移流拡散方程式を無次元化し、(τ , ξ , θ)で表すと

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + \frac{\partial \theta}{\partial \xi} = \frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 \theta}{\partial \xi^2} + \frac{L}{(To - Te)uh} \frac{R}{c\rho}$$

が得られる。ここに、 Pe :ペクレ数、 To :初期水温、 Te :平衡水温、 L :河道長、 u :平均流速、 h :平均水深、 $R = -k(T - Te) + S - B$:水面熱収支、 S :日射量でありBは有効逆放射量を表す。拡散項を無視し、熱伝達率k、比熱c及び密度ρを用いて気象量を $M = k/c\rho$ とおくと、次元量表示の

定常解: $T = Te + (To - Te) \exp\left(-\frac{M}{uh}x\right)$ 及び

一様解: $T = Te + (To - Te) \exp\left(-\frac{M}{h}t\right)$

が得られる。これらの指數減衰率 $\mu_x = M/uh$ と $\mu_t = M/h$ に着目すれば、洪水によって水理量が増加、気象量Mが減少すると洪水温 To が下流域まで押出され、また平衡水温 Te に戻るのに時間が必要となることがわかる。図3でも出水毎にそうした箇所がみられ、図5は顕著な水温低下の例を時間値で示した。いずれも水温の低下と回復に $10^5 \sim 10^6$ 秒程度の時間を要することがわかる。さて、以上は流速uが一定とみなせる場合の解であるが、計算結果を解の特性として解釈できるように上・下流二種の等流を接続する条件でモデルを作成した。すなわち上流の河道と氾濫湖では幅・水深とも異なり、旭川でも下流の日周変化の振幅が小さいのは下流域水深が大きいためと思われる。洪水の水温低下期間のモデル計算結果を図5には○で示した。定点観測値は一様解の特性に従い、4~8°Cの水温低下が数日間にわたって持続している。

5. まとめ 泛濫湖の熱収支と移流効果を日本の河川と比較しながら検討した。日以上の変動に着目すれば、出水で水温が低下する傾向は共通し、時間スケールも同等の現象である。一方、日周変化は浅い上流河道で顕著であるが、3.に述べた様式で成層すれば氾濫湖の受熱層が減少し同様の顕著な日変化を示す。

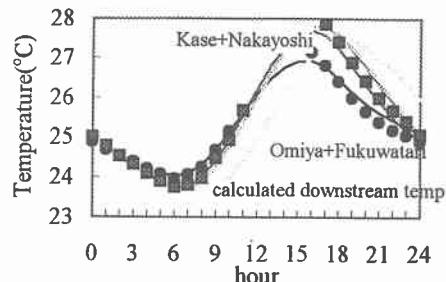


図4 旭川上流部の水温観測と計算値

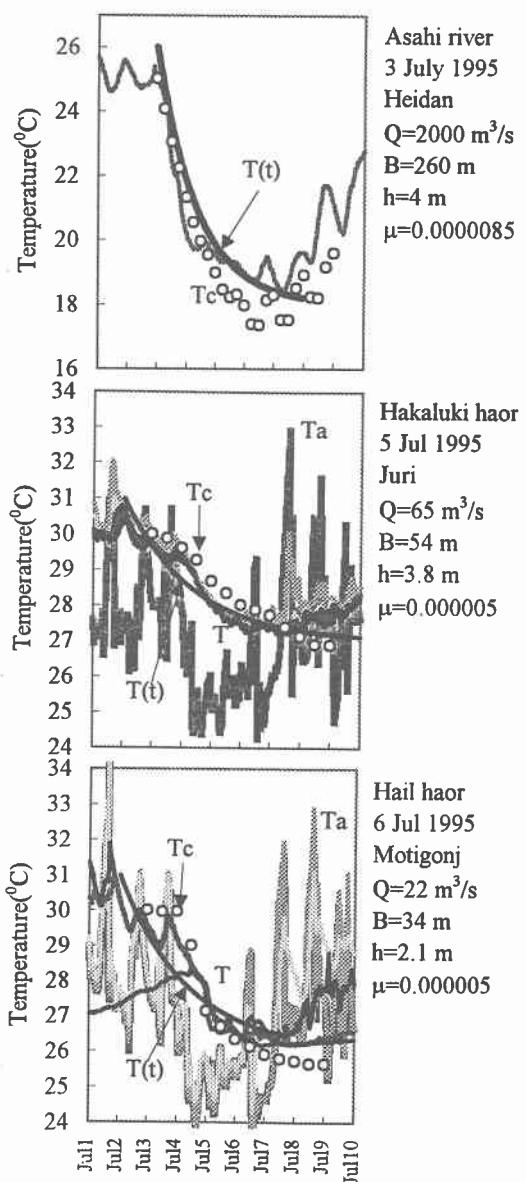


図5 河川・氾濫湖の水温観測値、計算及び一様解