

VII-55

水生生物生息環境評価のための河川水温の研究

東北大学大学院 学生員 ○白岩 淳一

東北大学大学院 正会員 風間 聡

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

地球環境問題の中でも最も深刻な問題の一つに地球温暖化がある。IPCC 第三次評価報告書における温暖化予測によると、1990年に比べ2100年には、地球の平均気温は1.4～5.8℃上昇すると言われている。

このような地球温暖化を背景として、本研究では、河川生態系に関わる一つの重要指標である河川水温に焦点を当てた。気温の変化とともに河川水温が上昇すると、その河川環境も大きく変化し、生物の生息環境に影響を与えることが考えられる。過去の事例としては、1994年夏の異常渇水時に河川水温が上昇し、宮城県蔵王町の養殖場でギンザケの稚魚が大量死するなどの事件が発生した。地球温暖化からも考えられるように、河川水温の解析の重要度が増してきている。

本研究では、土田らが開発した分布型流出モデル¹⁾によって算出した河川パラメータ(水深、流速)を用い、熱収支計算を行うことで、流域規模での河川水温をシミュレートすることを目的とした。

2. 研究対象流域

生物の生息環境は広域の評価を必要とするため、研究対象を流域とした。対象流域は宮城県のほぼ中央に位置している名取川水系(一級河川)である。流域面積は939km²、幹川流路延長は55km²である。解像度は250 mで、地域気象観測(AMeDAS)データは、仙台、川崎、新川の3箇所の観測所データを、地上気象観測データは、仙台のみの観測所データを用いて計算を行った。

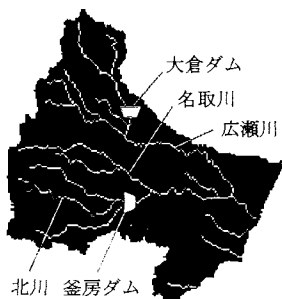


Fig.1 Natori river basin

3. 流出解析

モデルでは、大きく河道部と斜面部の二つに分けられ、斜面部はさらに直接流層、基底流層、積雪・融雪層の3層に分けて計算を行っている。

河道部は名取川、広瀬川、増田川、川内沢川、五間堀、釜房ダム上流の基石川、北川、前田川の計8河川である。この計算方法はdynamic wave法である。また、斜面部において、直接流層はkinematic wave法、基底流層は貯留関数法、積雪・融雪層はdegree-day法を用いて計算した。

4. 河川熱収支解析

4.1 区間上昇度

河川での熱収支を考える場合、流速が大きいため水面に加えられた熱は水深の全体に均等配分されるものとして解析する。流下する水塊の温度変化を追跡する場合は、次のように区間上昇度 ΔT を求めることができる²⁾。

$$\Delta T = \frac{1}{c_p} \cdot \frac{L_n}{UD} (R_n \pm H \pm LE) \quad \cdots(1)$$

$$R_n = (1 - \alpha) I - R_{EL} \quad \cdots(2)$$

$$H = c_p \rho_a C_D u (T_s - T_a) \quad \cdots(3)$$

$$LE = L \rho_a C_D u (q_s - q_a) \quad \cdots(4)$$

ここで、 c :水の比熱(J/K kg)、 ρ :水の密度(kg/m³)、 U :流速(m/s)、 D :平均水深(m)、 R_n :正味放射(放射収支量)(W/m²)、 H :顕熱(W/m²)、 LE :潜熱(W/m²)、また、 α :アルベド、 I :日射量(W/m²)、 R_{EL} :雲量による補正を加味した有効長波放射(W/m²)、 c_p :空気比熱(J/K kg)、 ρ_a :空気密度(kg/m³)、 u :風速(m/s)、 T_a :気温(℃)、 T_s :地表面温度(℃)、 q_a :空気比湿(kg/kg)、 q_s :地表面比湿(kg/kg)、 L :気化熱(J/K kg)である。潜熱、顕熱の計算にはバルク法を用いている。

地下水、支流の本流への流入は、それぞれの流量で重みをつけ、混合後の水温の計算を行っている。また、源流は地下水からの湧出として扱っているため、源流水温は地下水温である。また、この地下水温は年平均気温と仮定している³⁾。

4.2 日射量の推定

日射量の瞬間値 I を式(5)で推定する.

$$I = S \times \frac{S_d}{S_{df}} \quad \dots(5)$$

ここで, S : 快晴時の全天日射量の瞬間値(W/m^2), S_d : 雲があるときの全天日射量の日平均値(W/m^2), S_{df} : 快晴時の全天日射の日平均値(W/m^2)である. S_d はアメダスデータの日照時間から推定される.

5. 実測

2004年10月から月1回の河川水温の縦断観測を行ってきた. 観測地点は釜房ダム上流に位置する北川で, 北川本流で3箇所, 最上流付近を流れる支流1箇所の計4箇所で行った(Fig.1の4点, 下流から地点番号1~4). 実測方法は各地点に人員を配置し, 同時刻の水温を計る方法をとった. 観測時間は9時, 13時, 17時の1日3回である. 実測結果をFig.2に示す. これより, 上流から下流に向かって水温の上昇が見られる.

6. 結果および考察

計算は1999年8月のアメダスデータを用いて行った. 結果をFig.3で示す.

上流部から昇温を続け, 河口付近で水温は最大になる. これは先に示した実測結果と同様の傾向を示している. 釜房ダム上流の3河川については正午過ぎの気温 $30^{\circ}C$ 前後にもかかわらず水温 $15^{\circ}C$ 程度と, やや過小評価になっている. しかし, 同時刻の河口付近では $30^{\circ}C$ 近くまで昇温しており, 過大評価となっている. 通常, 平衡水温に達した水塊は, 日射量, 潜熱, 顕熱の効果によりバランスを保つが, 熱収支のモデルに森林や溪谷などによる日射量の減衰を考慮に入っていないことと, 降雨がないため, 河川の水深が非常に浅くなっているという2つの要因から, 日射量の影響を色濃く受けてしまっているものと思われる.

7. 結論

流出モデルを用いて, 名取川流域の水温解析を行った. 主な結果は次の通りである.

- (1) 広瀬川および斜面部として計算している範囲は昇温が著しい. 斜面部は水深が過小評価され, 日射量の影響を大きく受けてしまうためだと考えられる.
- (2) 都市部と山沿いでは天候が異なることが珍しくない. しかし, 地上気象観測データは仙台で一箇所に依存して

いるため, 雲量などの放射量を決定するパラメータに大きく影響すると考えられる.

謝辞

研究費の一部は科研費(代表者: 三村信男)によった. ここに謝意を表する.

参考文献

- 1) 土田恭平: 居住人口を指標とした河川健全度評価, 東北大学修士学位論文, 2004, pp11-58
- 2) 新井正: 地域分析のための熱・水収支水文学, 古今書院, 2004, pp10-15, pp112-137
- 3) 近藤純正: 水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支—, 朝倉書店, 1994, pp55-92

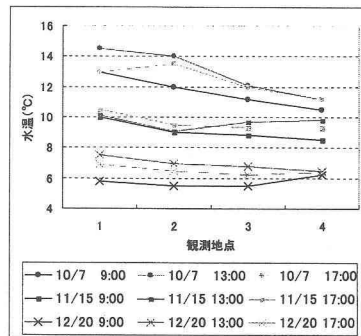


Fig.2 河川水温実測結果

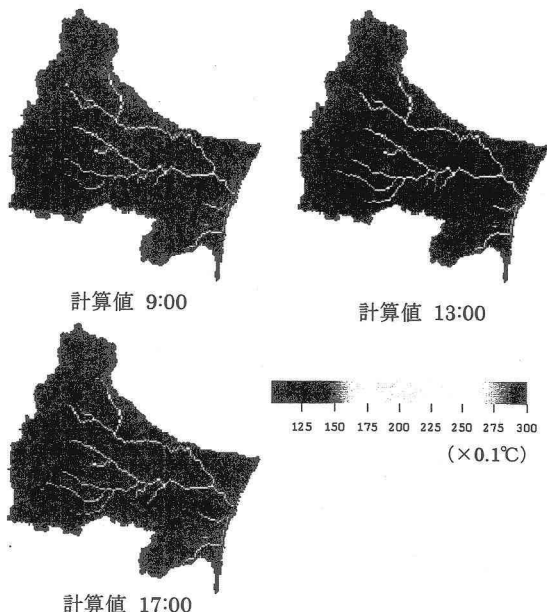


Fig.3 1999年8月5日の計算結果