

河川水温予測モデルの構築と応用

東和科学株式会社 正会員 ○宮崎大輔
広島大学大学院 正会員 尾崎則篤
筑波大学大学院 正会員 福島武彦

はじめに

地球温暖化は平均気温を上昇させ、気候帯の移動、降雨パターンの変化などを引き起こす。また、森林伐採は、森林の持つ土壌保全機能及び保水機能を消失させる。これらのことが原因で河川には、水温上昇、洪水、渇水などの様々な変化が生じると考えられている。こういった変化は河川生態系に強い影響を及ぼすと危惧されており、今後、影響予測や環境保全のためには精度の高い水質予測方法を考える必要がある。

本研究では、角脇川流域において、水温、地温並びに遮蔽率を実測し、その結果を流域内の熱収支及び水収支にもとづく水温予測モデルに入力し、予測精度を上げる。また、流域での熱収支及び水収支の特性を解析することを目的とした。

方法

本研究では、流域を3次元的に表現したメッシュ型多層流出モデル¹⁾の中で熱と水の移動をシミュレートする物理水温予測モデルに改良を加えた。すなわち、モデルのパラメータを、実現象を考慮したものにするため、角脇川流域内(図1)で日射の遮蔽率調査、地温の連続観測(1地点)と実地観測(10地点)を行った。また、モデルの検証のため、水温の連続観測(6地点)を1年半にわたり継続して行った(表1)。そして、モデルの予測値と観測値を比較し、その一致度について考察した。次に、流域環境や特性の変化を、モデル内のパラメータを変化させることで表現し、水温や流出水量がどのように変化するかを考察した。

水温予測モデルの構成

本研究で改良を加える河嶋モデル¹⁾は、平面分布にメッシュモデル、鉛直分布に多層モデルを用い、熱収支及び水収支より河川水温を予測するモデルである。モデルの熱と水の移動を模式的に表したものを図2に示す。また、各プログラムの関係は図3に示すとおりである。ここでは、入力データとしては流域及び気象データが必要である。また、土地利用としては森林、水田、畑地、都市、水域の5つに分類されていて、土地利用ごとにアルベドや流出特性が設定される。河嶋モデル¹⁾には以下の問題点があった。

- ・ 雪や土壌の凍結を考慮していない
- ・ 樹木等による遮蔽が考慮されていない



図1 角脇川流域と調査地点

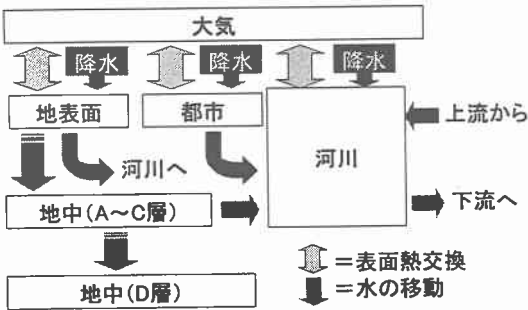


図2 流域での熱量及び水量移動

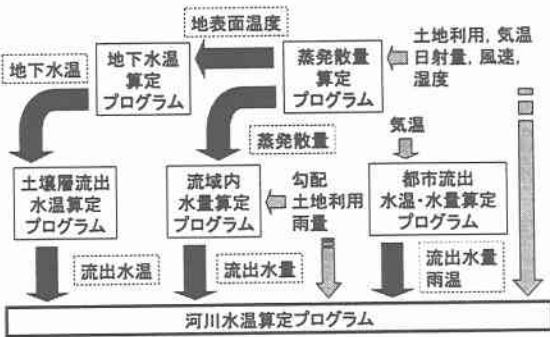


図3 モデル関係図

表1 調査・観測内容

水温観測	6地点	30分間隔 連続
地温観測	10地点	8月~2月 6回
	1地点	1時間間隔 連続
遮蔽率調査	20地点	夏季1回 冬季1回
落葉観察	4地点	10月~11月 5回

- ・ 地下水温の推定が正しくない可能性がある
- ・ 水温の観測期間が短く適合評価が不十分

水温予測モデルの構築と応用

観測及び調査の結果、水温観測は河嶋の観測データと組み合わせることにより1年半以上の連続データを得ることができた。地温観測では、得られたデータから差分法（陽解法）を用いて地中温度拡散係数を求めた。求められた値は $0.058(\text{m}^2 \cdot \text{day}^{-1})$ となり、これを流域全体の値として用いた。遮蔽率調査では、2度の調査により得られた樹冠植被率から、河川での遮蔽率と森林部分での遮蔽率を夏季と冬季の2つの季節で推定した(図4, 表2)。森林の多い上流域では、夏季と冬季の差が大きくなった。また、落葉観察を行い、葉のある時期からない時期へ変化したのはいつであるかを調べた結果、12月以降は葉がほとんど無くなることが分かった。この地中温度拡散係数及び遮蔽率をモデルに入力し水温を予測した(図5)。観測値と比べ予測値は、降雨時に変動幅が大きく、冬の水温が低い、年較差と変化傾向はほぼ一致しているといえる。

本モデルで、地中温度拡散係数を低くした場合、予測水温は年較差が小さくなった。また、地表面での蒸発量が増大した場合、予測水温は低下した。その時の土壌流出水温を見ると、予測値の変化とほぼ一致していた(図6)。遮蔽率を考慮する場合としない場合では、水温にあまり差はないが、考慮した場合年較差が僅かに小さくなった。土壌内で地下水流出となるC層では、上層からの流入強度が増大すると、基底流量が増加した。C層の水平浸透係数が増大すると、基底流量は増加せず、基底流量の減少率が上昇した。

結論

以下に本研究で得られた結果をまとめる。

- ・ 角脇川流域での、地中温度拡散係数の実測値と、季節の変化を表現できる日射の遮蔽率を求めることができた。
- ・ 本モデルはある程度の誤差内で河川水温を精度良く予測できるものであるとわかった。一方、降雨時の変化や冬の水温予測などに問題が残された。
- ・ 地下水温度は河川水温の年変動を決定する支配的な要因であるとわかった。また、遮蔽の効果で地表面の温度変化が抑制されていることがわかった。

1) 河嶋克典, 広島大学大学院工学研究科修士論文, 2001

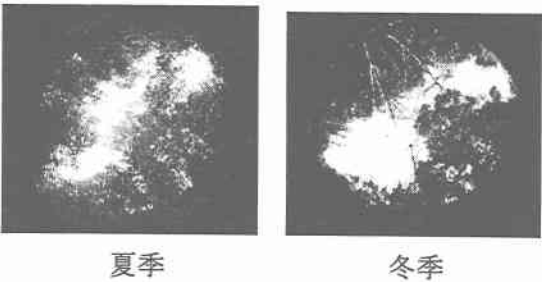


図4 遮蔽率調査 (C2 地点)

表2 遮蔽率調査結果 (%)

メッシュNo.	夏季	冬季
11	84.75	75.11
14	82.94	75.84
17	88.23	79.87
18	73.64	69.75
28	64.12	66.68
34	67.05	65.15
43	59.26	57.03
森林	81.25	74.92

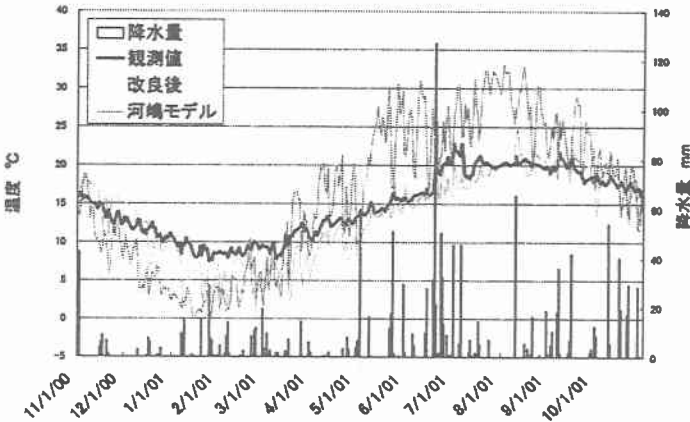


図5 改良前後の予測水温と降水量

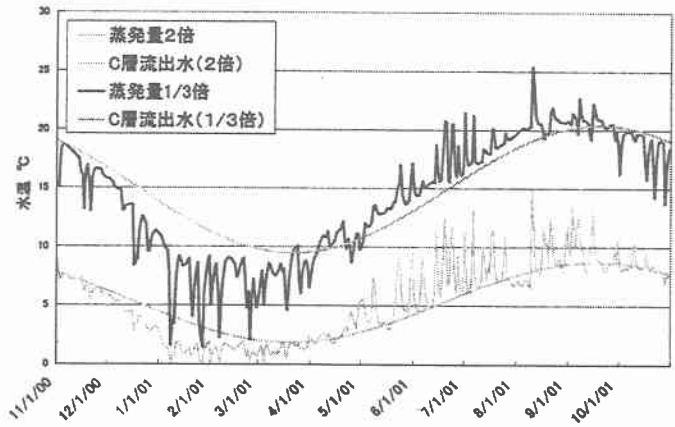


図6 蒸発量の変化が及ぼす影響