

河川水温の流域内分布特性に関する研究

岡山大学環境理工学部 正会員 名 合 宏 之

岡山大学環境理工学部 正会員 大久保 賢 治

(株)四電技術コンサルタンツ 正会員 ○松 本 幸太郎

1. はじめに

岡山県の旭川流域について気象と水文・河道水理特性を合せ考える河川水温の地形水理モデルを作成した。支川水温は気温と基底水温の重み付き平均で与え、本川水温の時空間分布をモデル河道の移流方程式により計算し、月平均値は観測水温と概略一致することがわかった。計算した水温縦断勾配は次数の低い上流区間では符号、絶対値とも著しく季節変化するが、下流高次数区間の水温縦断勾配は小さい。月平均値でみると流下に伴う気温上昇（高度減率の解消）に伴って下流方向に高温化する現象がとくに冬季にみられた。

2. 地形水理モデル

旭川本川の流心線の緯度・経度を河口から源流まで10万分の1地図から読取った。読取り間隔は直線部分ではほぼ1km、蛇行・屈曲区間では数100mとし、本川に直接流入する各次数の支川合流点の座標も求めた。支川の次数（Strahler 位数）及びその水理・水文量については田邊¹⁾、内田²⁾の研究を参考にした。図-1に本川河道形状と支川合流位置を示す。この座標データの直線距離を積算し河道長を求めると公称値と多少誤差を生じたので、データ河道区間長を定率調整して142kmとし、これを河川追加距離の一次元河道とみて125分割し、空間格子が一定（1136m）の河道格子を作成した。ここで本川に直接合流する支川の代表する流域面積を累加し、比流量が一定の条件で、本川の縦断流量分布を与える。

次に地形図で水面または主要地点の標高（極小値）と川幅を読取った。湯原及び旭川ダム貯水池も同様に緩い水面勾配を仮定したが、その幅は考慮しない。こうして求めた縦断形は位数理論の勾配（高低差）則に基づく理論形状と比較した。さらに上で求めた本川の各次数区間流量から幅・水深・流速のレジーム則を検討し理論と読取り値のずれを吟味した。最後に河床勾配を水面勾配で代用し、各格子の粗度係数及び擬似等流水深を与えた。これはダム区間で湛水深より浅く夏は表層、冬は平均水温を与えるものとする。以上の結果を低流量の冬季について示すと図-2になる。

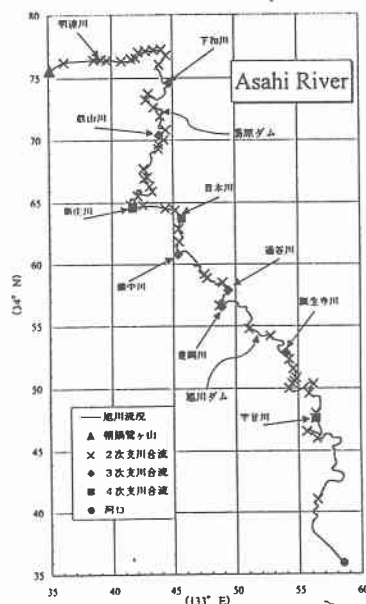


図-1 旭川の本川モデル河道と支川合流点

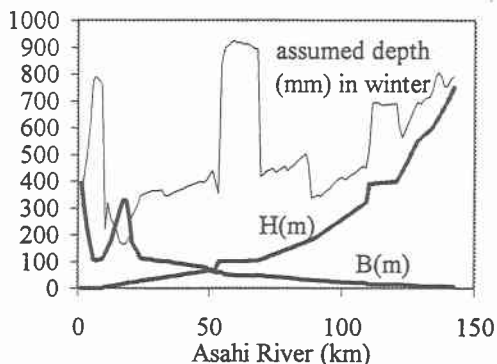


図-2 モデル縦断形状

3. 計算条件

旭川下流部の河川水温の観測値(1997)を図-3に示す。水温年変化を計算するために月気象量を用いる。ここでは月平均・最高・最低気温、全日射量・日照時間、月降水量・降水日数(1 mm 以上)を用いた。月平均時間雨量と流出率(=0.7)から合理式でピーク流量を求め、これを平坦化(0.3倍)して月平均流量を求めたところ $20 \text{ m}^3/\text{s}$ (12月)から $90 \text{ m}^3/\text{s}$ (6月)の流量範囲を得た。

拡散項を無視し水面熱収支を考慮する移流方程式により水温年変化を計算し、18 km 地点の計算水温と気温及び平衡水温³⁾と比較を図-4に示す。流れは擬似等流(河床勾配 1/100 との大小で $n=0.06$ or 0.03 を選択)で $dx = 1136 \text{ m}$ 、 $dt = 720 \text{ s}$ である。各月の平均的な日周変化を計算するために日射量と気温は、それぞれ最大日射量及び気温日較差を用いて時間の関数形を与えた。最短流下時間 $t_d = \Sigma(dx/u_i)$ は 1.5~3 日程度であり、各月とも、初期条件によらず3日計算するとその月の日周変動を示す。河川水温計算値に最も影響するのは支川水温であり、試行の結果、気温と基底水温の重み付き平均とした。とくに冬春期は後者に重みをつける必要がある。なお源流水温は 10°C 一定とした。

4. 河川水温の分布特性

図-5の月別水温変化を距離毎に示すと水深・流量の小さい上流区間で水温勾配は大きく、下流へいくほど小さくなるといえる。月毎の縦断分布でみると 87 km 地点で水温に不連続を生じるが、支川の中でもとくに流域面積の大きな新庄川の合流により水温縦断変化が中断(高温化が緩和)されることを表す。高温化傾向が季節によらず計算される理由は、岡山市内の気温に対して年間一定の高度減率を与えているためである。その効果は受熱期の熱収支を強め、放熱期の熱収支を弱めるように作用する。月別変化図に戻ると受熱期の水温差は小さく、冷却期は水温の縦断変化が緩やかに持続していることがわかる。

5. まとめ

ここで示した河川水温特性は、計算上の仮定も多く、今後、フィールドで検証していく必要がある。

参考文献 1)田邊(1982):岡山大修論;2)内田(1983):岡山大修論;3)新井・西沢(1974):水温論

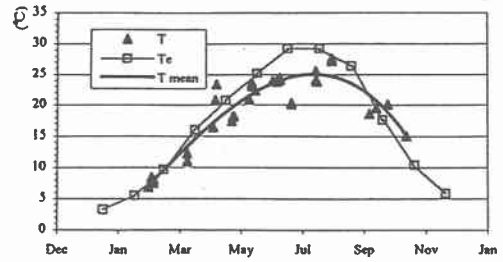


図-3 旭川水温観測値(1~17km, 1997)と平衡水温

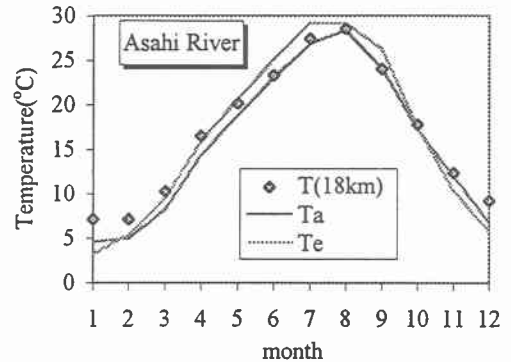


図-4 気温・平衡水温及び下流水温の年変化

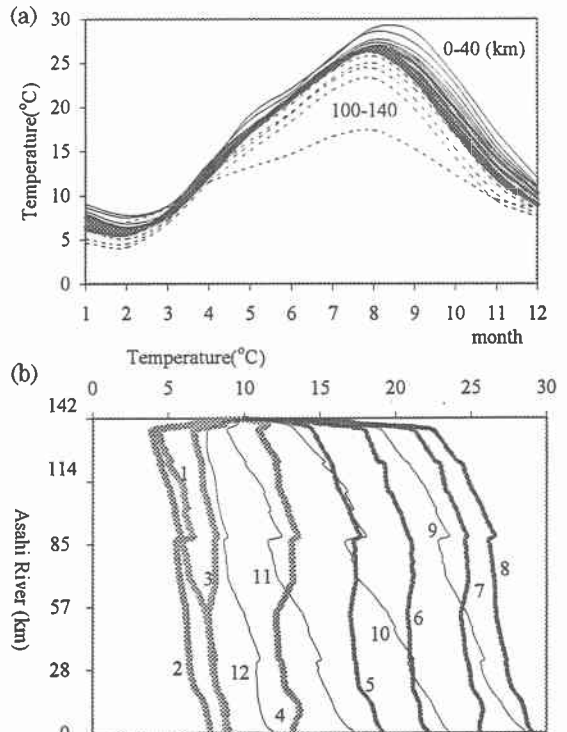


図-5 旭川の水溫縦断分布計算結果