

第II部門 都市河川「伊川」の水温変動特性の把握に係る現地調査とその解析

神戸市立工業高等専門学校 ○正会員 宇野 宏司
 山梨大学工学部 中太 大智
 神戸市立工業高等専門学校 フェロー 辻本 剛三
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 柿木 哲哉

1. 研究背景・目的

伊川は神戸市北区の「しあわせの村」付近に源をなし、明石城公園北側で明石川に合流する延長15.7kmの河川で、このうち下流12.5kmの西区玉津町から伊川谷町を流れる区間が2級河川に指定されている。本河川では、昭和55年度より平成18年の完成を目指して多自然型川づくりを中心とした河川整備が実施されている。これによる河川環境の変化の状況を把握することは、今後の河川整備を進める上でも有用である。そこで本研究では、伊川における水温変動特性の把握に係る現地調査ならびにその水温変動の解析結果について報告する。

2. 調査方法と調査地点の特徴

伊川源流付近から明石川との合流点間で5つの調査地点を設け、自記録式水温計（ティドビット, onset社製）を水中に設置した。測定インターバルは30分とした。

各調査地点の特徴は表-1のとおりである。また、調査地点を図-1に示す。

表-1 水温調査地点の特徴

St.	地点名	特徴
1	源流付近 (写真-1左)	溪流。自然流路。カワゲラヘビトンボ、ゲンジボタルの幼虫等が生息。
2	太山寺	淵。魚道の設置等、多自然型河川整備が進められている。カワムツ等の魚群が見られる。
3	小寺橋	瀬。多自然型河川整備が進められているが、落差工となっており、生物的回廊は寸断。側方から農業用水の流入あり。ミナミヌマエビやヒル等が生息。
4	合流点（伊川） (写真-1右)	河床はコンクリート固め。St.1～3に比べ生物相に乏しい。外来種（ブルーギル）出現。明石川では強い処理水臭。
5	合流点（明石川） (写真-1右)	

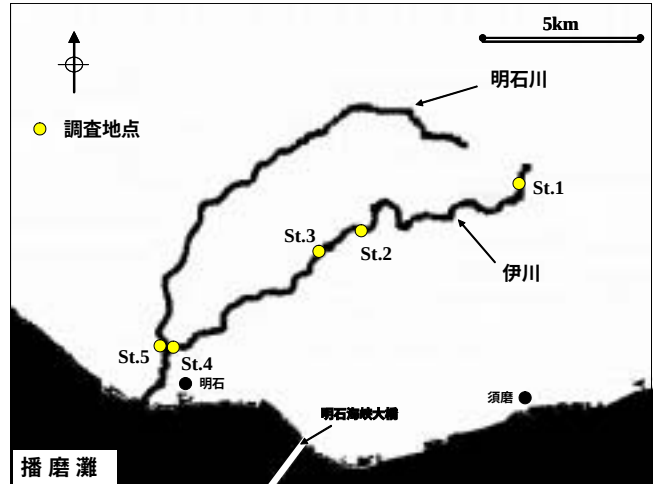


図-1 調査地点



写真-1 河川風景（源流付近と合流点の様子）

3. 数値計算による水温変動の再現計算

1次元不定流計算モデルと熱収支モデルを組み合わせ、河川水温の時間変動の再現モデルを作成した。基礎式は、1次元不定流の連続式、運動式と以下に示す1次元熱収支式を用いた。

$$\frac{\partial AT}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(QT) = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_H \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\phi_s - (\phi_b + \phi_c + \phi_e)}{\rho_w c_p h} A \quad (1)$$

ここに、 t ：時間、 A ：流積、 T ：水温、 x ：流下方向を正とする座標、 Q ：流量、 D_H ：水温の分散係数、 ρ_w ：水の密度、 c_p ：水の比熱、 ϕ_s ：吸収日射量、 ϕ_b ：有効長波放射量、 ϕ_c ：大気と水面間の顕熱輸送量、 ϕ_e ：水の相変化に伴う潜熱輸送量、 h ：水深である。

上式の右辺第2項においては、河床面との熱移動や降雨の影響を考慮するのが望ましいが、本モデルでは考慮の対象外としている。

ϕ_s については、アメダスデータ（観測地点：大阪）を採用した。 ϕ_b については雲量を考慮した Brunt-山本式を適用した。 ϕ_c については、Faure の実験式から求め、これと Bowen 比から ϕ_e を算定した。

これら熱収支量の算定に必要な気温、気圧、風速データは、アメダスデータ（観測地点：明石 or 神戸）を使用した。一方、不等流計算に必要な水位、流量データについては国土交通省の「川の防災情報」で公開されている時間水位ならびに著者らの現地観測結果を用いた。

4. 調査結果及び考察

4.1 平均水温、水温日較差の時空間変動

図-2は、各調査地点における月平均水温の経時変化を示したものである。気温と中・下流点の水温は極めて似た変動傾向を示している。夏季には、伊川源流付近（St.1）と中・下流点で8℃程度の水温差があるが、冬季にはこうした水温差は認められなかった。一方、明石川の平均水温は冬季でも18℃以上を保っており、水温の時間変動が小さいことがわかる。明石川の水温が高いことについては、今後の詳細な調査が必要であるが、現地では強い処理水臭を感じることから、工場や病院等からの排水流入の影響を受けている可能性が考えられる。

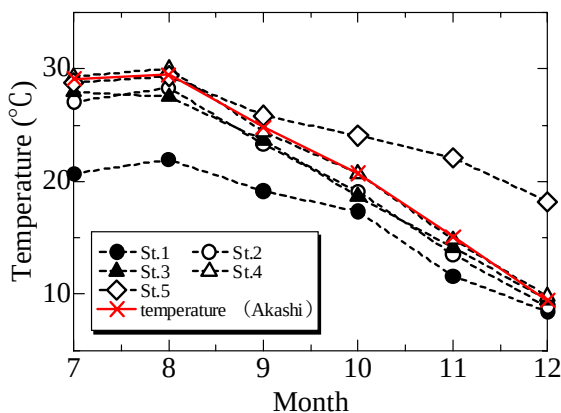


図-2 平均水温の経時変化

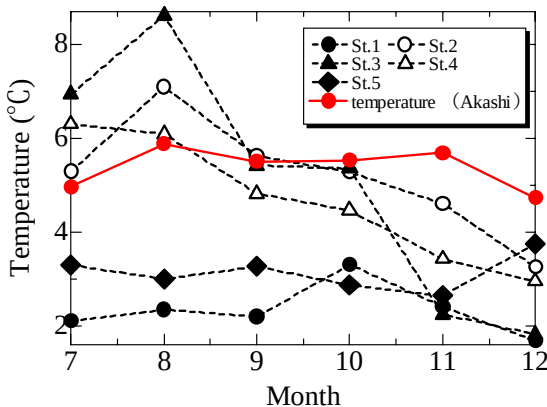


図-3 平均日較差の経時変化

図-3は、各調査地点における水温の日較差の経時変化を示したものである。小寺橋（St.4）で日較差が8℃以上と高い値を示しているが、この地点は、水深が極めて浅く、渇水時に水温計が干出していた可能性が考えられる。伊川の各地点では、夏季から冬季にかけて水温の日較差が小さくなる傾向がみられるのに対し、明石川では冬季に日較差が大きくなっていた。

4.2 水温変動再現計算の結果

図-4は、夏季晴天日の St.4 における計算結果を示したものである。本図には、境界条件に用いた源流付近（St.1）と気温（明石）についても併記した。水温日中のピーク水温が実測値に比べて若干高く出る結果となった。

局所的な気温や風速等の気象データを用いていないことや、支川等からの流入水の影響を無視していること等、モデル改善の余地を残すものの程度の再現性を得ることができたものと思われる。

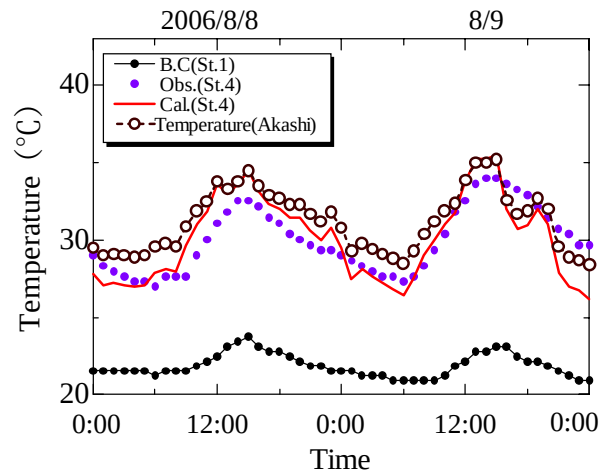


図-4 水温変動の再現計算結果

5. まとめ

本研究では、神戸市内を流れる2級河川「伊川」の水温の時空間変動の一端を把握することができた。本河川で進められている多自然型の河川整備は昨年完了する見込みであり、今後の継続的なモニタリング調査によって、整備効果を定量的に評価することが重要である。

参考文献

- 1) 小谷英之・辻本剛三ら (2002): 神戸市内の河川における水生昆虫と河川環境との関わり, 河川技術論文集, 第8巻, pp.289-294.
- 2) 佐渡公明・杉山一郎 (2000): 河川水温に影響する水理・気象要素に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第44巻, pp.1257-1262.
- 3) 松梨順三郎 編著 (1993): 環境流体汚染, 森北出版, pp.177-180.