

VII-35

筑川の水温形成要因と流域特性

東北大学大学院 正員 後藤光亀

1. はじめに

都市開発や河川環境整備は地表面のみならず河川周辺の地形や植生環境などを改変することが多く、河川水面上の開空度が河川水温形成に大きく影響する¹⁾。本研究では、筑川の流下方向の水温計測結果から流域の土地利用や河川周辺空間環境の状況より水温形成要因を考察したものである。

2. 調査地点及び調査方法

筑川は仙台市太白山の森林域を水源とし、名取川に流れる流程 10km 程度の都市内小河川である。調査地点（図-1）は、流域が急角度の谷壁からなる開空度の小さい森林域の沢（St.1）と東北自動車道に沿った森林域を主とする比較的开空度の高い沢（St.2）及び筑川の下流で河岸段丘上に開発された住宅域を流下した本川の唐松橋（St.3）の3地点である。また、河川周辺の微地形や建物、河畔林の状況を知るため天空写真を撮影した。撮影は水面より 40m 上で磁石で画面の上が北となる様に設置し水準器により水平を確保した。気象状況は、森林域を流れる河川空間周辺の「自然観察の森」林内（コナラを主とする落葉広葉樹林）と開空間を流れる新筑川付近の仙台市富田浄水場内（林外）で計測した。観測項目は、日射量、気温、湿度、風速等で、10 分ごとに記録した。水温はアレック電子（株）のロガー付小型水温計を用いた。

3. 結果及び考察

図-2 に気象観測結果（林内気象と林内/林外の比較）を示す。森林や河畔林の開葉は4月中旬から始まり、落葉は10月末に始まり、11月下旬に終了する。夏季の森林内日射量透過比率は 0.1 程度であった。筑川上流域の河川幅は数m以内であり、河畔林におおわれて日射量の透過比率もほぼ同様の値を示す。気温は、森林内は林外より約 1~2℃低い。林内の風速は、開葉期には林外の 10% 以下で、落葉期は 30% 前後であった。

図-3 に St.1、2、3 の日平均水温を、図-4 に水温日較差（最大水温—最低水温）を示す。開空度が大きい St.3 では、夏期に最高水温は 30℃に達し、日平均水温も 25℃を示す。水温日較差は3月~4月に約 10℃生じ、5月に入り流域で開葉が進むとやや減少する。

St.1 は急な谷壁に囲まれ河畔林も河川にせまっており、水温日較差は3~4月に最も大きく 4℃まで上昇し、開葉すると 2℃程度に減少し、秋期~冬期は 1~2℃程度となる。夏季の日平均水温は 19℃で、冷水魚

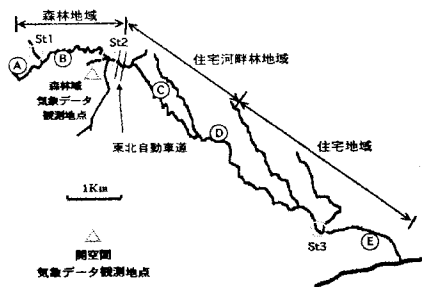


図-1 調査地点

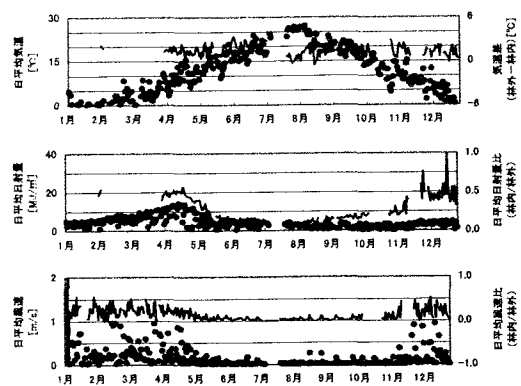


図-2 森林地域の気象と開空間との比較（2004 年）であるヤマメの適水温上限値 20℃以下であった（ヤマメはこの流域で 2 回捕獲されている）。St.1 付近の森林域である杉林下にある湧水水温は年間 13 ± 1 ℃前後である。この小さな沢を流下し、筑川の本川に流下すると、冬季は流量も少なく融雪水の影響もあり 2℃前後まで低下し、約 10℃前後の低下となるが、夏季は 5℃前後の上昇となる。

河川での開空度の比較的高い St.2 の沢は、森林域が St.1 より少なく水温日較差が 3~4 月に 8℃まで上昇し、St.1 の約 2 倍となる。

開空度の高い河川水面では、日中の直達光による昇温と、夜間の放射冷却が卓越する春に水温日較差が大きい。秋期も同様であるが、筑川の森林域では 10 月~11 月中旬まで紅葉した葉が残っており、春ほどの水温日較差は生じにくいと推察される。

以上の結果より、河川水温の形成は、流域の土地利用や河川周辺の開空度と河川周辺の微地形および河畔林などの植生に依存することが推察される。河川水温

は、降水の温度、河道に到達するまでの水温形成過程、熱排水の有無、河道での水温形成過程によって形成される。

河道での水温形成は河川水面周辺の建造物や河畔林の影響を受け、どの程度開放されているかが問題となる。図-5 は、筑川の森林域（地点 A、B、St.1）と、住宅と河畔林が混在する地域（地点 C、D）、人工的に開削された新筑川地域（地点 E）の天空写真である。地点 A は、植林された杉林が河畔林を占める地点で年間を通じて日射量は少ない。地点 B（小鳥の丘）は、落葉広葉樹林が河畔林を占め、河岸が高さ数 m 程度の岩が接近している。地点 C、D は、昭和 40～50 年代に団地化が進み宅地化された地域で、河岸ギリギリまで民家がせまっている。また、開発されていない地域は、地点 D の様に河畔林が河川空間をおおっている。新筑川の地点 E は、洪水対策のため人工的に開掘された河川で、天空写真からも開空度が大きい。しかし、地点 E でも多自然型工法で低水路とし、河道周辺に植生が回復した区間では開空度が減少している。

河川水面での熱収支の解析¹⁾から、冬期は流域（特に森林域）に積雪が残り、その融雪水が河川水温を左右すると同時に、落葉広葉樹林地域では日射が地表面まで到達する一方で、放射冷却の寄与も少なくない。開葉期は日射の地表面への到達は少なくなると同時に、水面との長波放射は小さくなり、湿度も高く維持されるため潜熱輸送も小さく、熱収支の出入りが落葉期と比較して小さくなる。川幅の狭い森林域を流下する河川では、河畔林や河川周辺の微地形が河川水面の熱収支に及ぼす影響があり適切な評価が必要となる。

4. おわりに

河川水温は生物の生棲領域や世代交代に影響する。中小河川やそれを形成する沢は生物の産卵場所の提供などその役割は大きい。河川に生棲する魚は、水温や

光などによって世代交代のきっかけが始まり、水温の高さは温水魚や冷水魚の生息空間への移入や減少などを引き起こす。これらを踏まえ河川環境アセスメントの立場から小河川の水温形成素過程を流出過程も含めてさらに検討していく予定である。

参考文献：1）藤倉雅浩他：「森林域、住宅域を流れる河川水温変化と熱収支解析」、平成 15 年度土木学会東北支部技術研究発表会

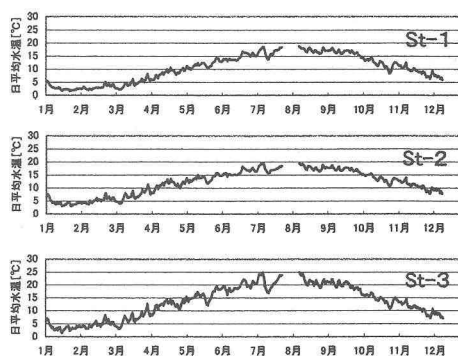


図-3 日平均水温（2004 年）

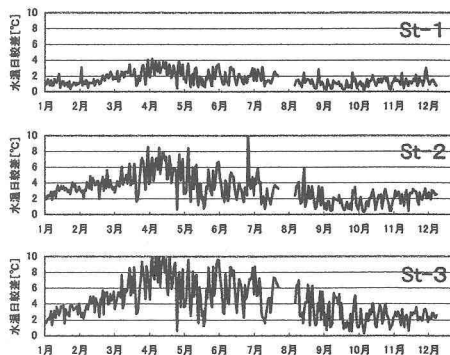


図-4 水温日較差（2004 年）

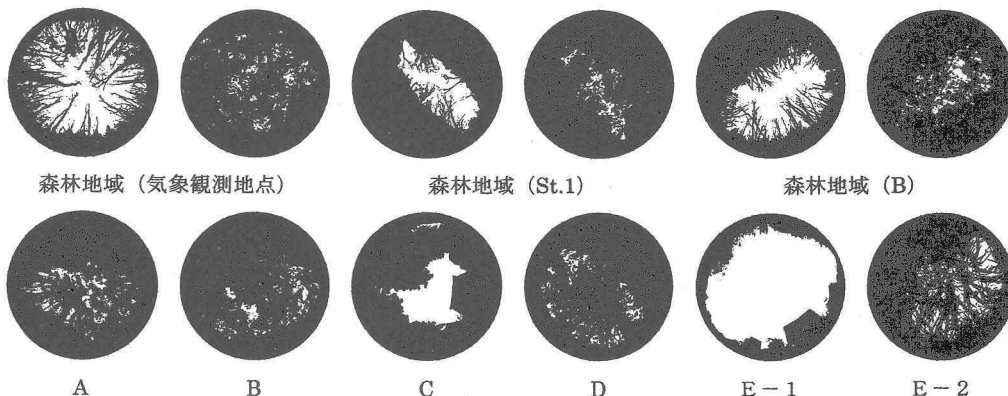


図-5 天空写真（河道中心位置で撮影・2 値化表示、上段：左・落葉期、右・開葉期、下段：開葉期・流下方向）