

2023年夏の豊平川の水温

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 水環境保全チーム ○星野 剛
水垣 滋
布川 雅典

河川水温の時空間的な連続観測の事例は少なく、その変動特性を理解するための基礎的な情報が不足している。本研究では豊平川流域の40地点で水温の連続観測を実施し、上下流の水温の変動特性を調べた。2023年夏は札幌で複数の猛暑日が観測された記録的猛暑であったことから、本観測データは気候変動を見据えた高気温時の河川水温の変動特性を把握する際の重要な知見となる。観測結果から河川水温は気温と高い相関関係を有することが確認された。また、一部の地点を除いて下流ほど河川水温は高い傾向にあることがわかり、流下とともに大気との熱交換および日射による加熱が進む影響であると考えられる。特に観測範囲の下流の雁来地点では最高水温は28.7℃に達し、その際は気温と水温の差が3℃程度であった。

キーワード：河川水温、猛暑、豊平川、水温観測

1. はじめに

河川水の温度は水環境を評価する上で重要な指標であり、気候変動の影響を強く受けると考えられることから現況の把握だけでなく、その将来予測も重要となる。河川水の温度は気温や日射量といった気象条件だけでなく、上流や支川の水温、河道形状や流量、湧水の量や温度などにより決まることから、水温の把握・予測には降雨流出や河川流のモデル化だけでなく大気との熱交換や放射による加熱や冷却をモデル化する必要があり、実河川への適用にはパラメータを多く含む。このため、モデルによる予測には困難さがあり、高い精度での予測には時空間的な水温の連続的な観測結果によるキャリブレーションが必要となる。

本研究では豊平川において40地点の水温観測を実施し、その変動を調べた。対象期間である2023年8月は札幌で複数の猛暑日が観測された記録的な猛暑であったことから、本観測データは気候変動を見据えた高気温時の河川水温の変動特性を把握する際の重要な知見となると考えられる。

2. 水温観測

図-1に示す豊平川流域の40地点（豊平川本川19地点、支川21地点）に水温計を設置し、10分もしくは20分間隔で水温を計測した。定山溪ダム、豊平峡ダムの上流から下流は石狩川の合流点から約11 km地点までが観測範囲であり、扇状地河川の特徴であり水温の変化に影響を与えと考えられる湧水による水温変化の特徴を把握できるように配置した。2022年11月中旬から2024年1月現在まで観測を継続している。

3. 2023年8月の気温の特徴

図-2に札幌における1877年から2023年までの8月の月平均気温を示す（気象官署の観測値から作成）。同図からもわかるように2023年8月は月平均気温が26.7℃と観測史上最も高い猛暑年であったことがわかる。また、平年値（1991から2020年までの平均値）は22.3℃であり、2023年は平年より4.4℃高かった。気候変動の影響予測では最悪の温室効果ガス排出シナリオにおいて今世紀末に平均気温が4℃程度上昇するという予測となっていることから、2023年の8月の水温の特徴を調べることは将来の水温を想定する上で重要な知見となると考えられる。

図-3に2023年8月の日平均、日最高、日最低気温を示す。同図より多くの日で最高気温が30℃を上回るなど8月全体を通して気温が高かったことがわかる。特に8/23、8/24、8/26は最高気温が35℃を上回るなど数日間において特に気温が高かったことがわかる。

4. 水温観測結果

(1) 8月の水温（日平均、日最低、日最高）

図-1に示す豊平川本川の6地点における2023年8月の水温観測結果（日平均、日最高、日最低、日較差（日最高と日最低の差））を図-3に示す。なお、石山、白川地点ではデータが未回収であるため、8/28から8/31の4日間のデータが欠損となっている。日平均気温からいずれの地点も日平均気温と高い相関があることがわかる。また、一部の地点を除いて下流ほど水温が高いことがわかる。この主要因として、上流の地中を通った相対的に冷たい

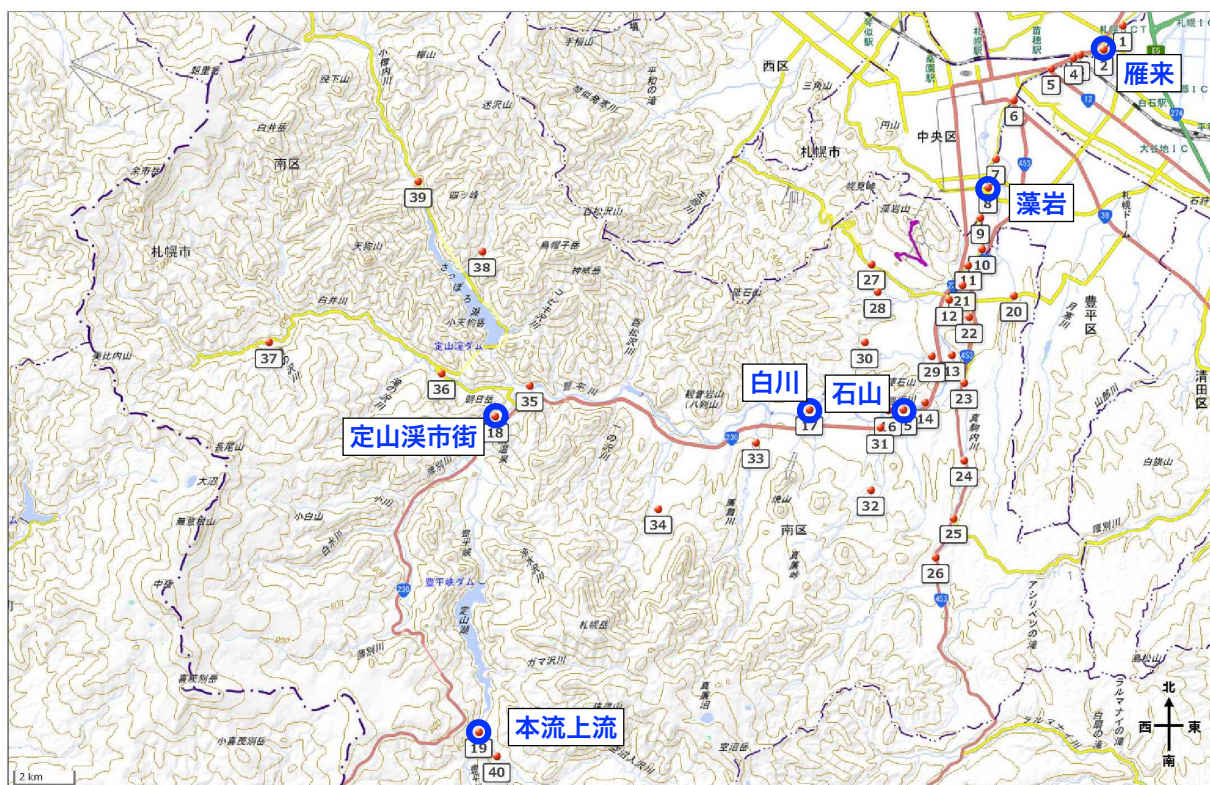


図-1 観測地点図（番号が付されている点において水温観測を実施している。本研究では豊平川本川の国土交通省が所管する青丸で示す観測所の結果を分析の対象とする。青字は観測所の名称を示す。地理院地図を加工して作成。）

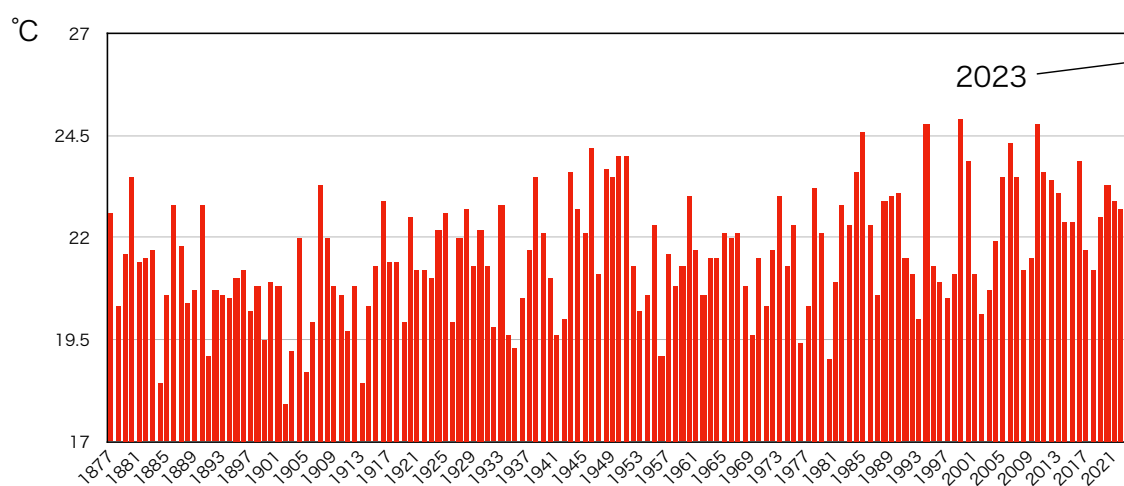


図-2 札幌における8月の月平均気温

水が流下するに従い大気と河川水の間で熱交換が進められ温められることが考えられる。気温自体も標高効果により下流ほど高いことも加熱を促進させる要因となる。また、流下中に日射を受けることで加熱が進むことも下流での高い水温の要因となる。定山溪市街地点は例外的にその下流である白川や石山地点と同程度の水温となっている。この要因として、温泉水の流入により前述の大気との熱交換、日射の影響以上に高い水温となった可能

性が考えられる。また、その下流で白井川、小樽内川等が流入しているため、白川観測所より下流では全体に水温が下がった可能性も考えられる。現時点では、要因の可能性を挙げるに留まるが今後、詳細なデータ分析やシミュレーションにより要因分析を行う予定である。

日最高水温に着目すると日平均水温と同様に下流ほど水温が高く、全ての地点において気温との高い相関があることがわかる。最も水温が高い雁来地点では最高で

28.7℃にまで上昇し、その際の気温との差は3℃程度であった。一方で日最低水温に着目すると、下流側の特徴は日平均水温、日最高水温と同様であるものの、定山溪市街、本流上流地点においては変動が小さく気温の影響は小さいと思われる。これは前述のように上流では気温の影響を受けづらい地中を通った水が多くを占めることから気温の影響は小さいものと思われる。水温の日較差は同様の理由により上流では相対的に小さく、下流では

大きくなりやすいことがわかる。

(2) 高気温時の水温の時間変化

3つの猛暑日を含む8/22-26の5日間の気温と水温の1時間間隔の観測値を図-5に示す。同図より水温の時間変化は雁来や本流上流地点のような24時間周期の波形を有する地点もあれば白川地点のように1日に2つのピークを有

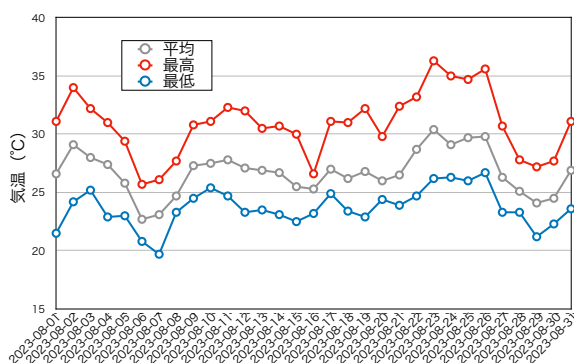


図-3 札幌における2023年8月の気温（灰色：日平均、赤色：日最高、青色：日最低）

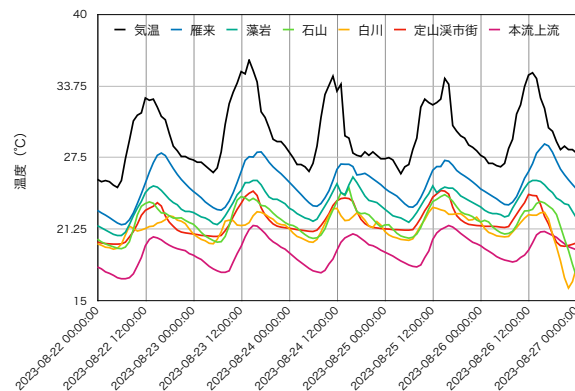


図-5 気温と水温の時系列データ（2023年8月22日0時から8月27日0時までの期間。）

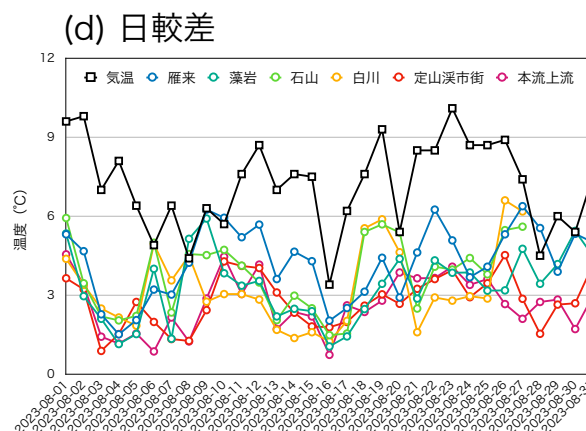
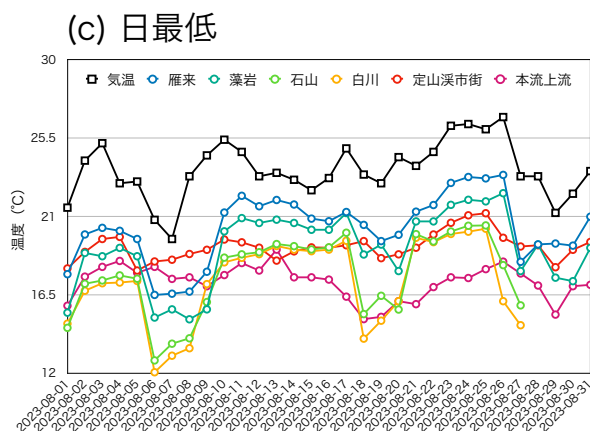
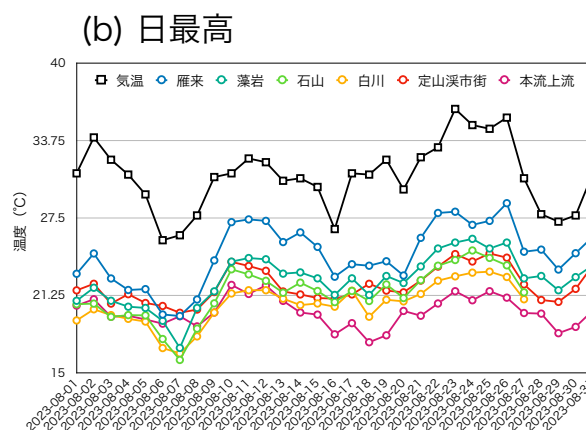
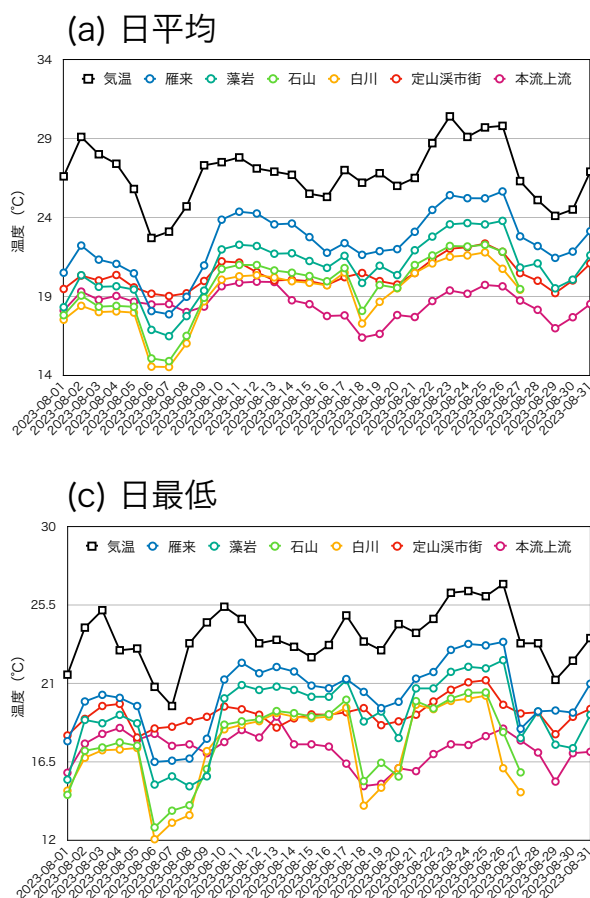


図-4 観測気温と水温（気温は札幌における値、水温観測地点は図-1に示す。(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ日平均、日最高、日最低、日較差を表す。

する地点も存在することがわかる。白川地点は白井川、小樽内川の合流後であることから、これは支川の流入の影響と考えられ、支川の水温のピークの時間が異なるためと考えられる。このことから水温の高い精度での予測には支川の影響を的確に反映させる必要があることがわかる。また、気温のピークは12-14時に存在するが、水温のピークはそれよりも遅れており、特に下流ほど遅れる傾向があることがわかった。

4. まとめ

豊平川における水温の多点観測を実施した。記録的な猛暑であった2023年8月の水温観測データを分析することで水温の将来変化を予測するための基礎的な知見を得

た。観測結果から河川水温は気温との高い相関関係が確認された。また、一部の地点を除いて下流ほど河川水温は高い傾向にあり、流下とともに大気との熱交換および日射による加熱が進むことの影響が大きいことがわかった。特に観測範囲の下流に位置する雁来地点では最も水温が高い時に気温と水温の差が3℃程度となり28.7℃に達するなど、非常に高温となっていた。また、水温は支川の影響を大きく受けてその波形が変化することや水温がピークに達する時間が下流ほど遅くなる特徴があることがわかった。今後はこれらの観測データと水温モデルとを組み合わせることで、豊平川における水温変化の特徴をより詳しく調べ、将来気候における変化を予測する予定である。