

九州地方を対象とした河川水温の経年変化に関する基礎研究

熊本大学 学生会員 ○野田 洋二, 正会員 皆川朋子, 非会員 一柳英隆

1. はじめに

近年, 大気中の二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴った地球温暖化が問題とされ, 日本の平均気温は1898年(明治31年)以降で100年あたり約1.1℃上昇している¹⁾. また, 気温の上昇と水温の上昇には相関があることが報告されている²⁾. このことから水温も地球温暖化の影響を受け, 変化していることが考えられる. さらに, 水温を変化させる要因は地球温暖化だけではなく, 他の人為的要因としてダム建設や堰, 農地用水といった土地利用の変化などが挙げられる³⁾. このような河川水温の上昇はそこに生息している水生生物に影響を及ぼし, 生物群集の個体数密度を低下させる要因となる⁴⁾. また, ダム下流においては, 低水温放水に伴う水温低下によるアユの冷水病発症リスクの上昇や高水温放水によるニジマス稚魚の生存率低下などが報告されている⁵⁾.

しかしながら, これまで水温の変化に関しては, 単一河川や流域を対象とした研究はあるが, 九州などの広い範囲を対象とした研究は望月ら⁶⁾に限られており, 全国的な水温の経年変化の現状や要因は明らかではない. また, 生物, 生態系への影響に関する知見も限られている.

そこで, 本研究では, まず, 九州地方を対象に河川の水温の経年変化の実態とその要因について検討することを目的とする.

2. 方法

2.1 使用データ

水温変化の分析には, 水文水質データベースの水温データを用いた. 水文水質データベースは, 全国109の一級河川などを対象に, 国土交通省が観測を行っている. 観測項目は水温, 観測日, 雨量, 流量などがある. 本研究では九州の72河川184地点を対象に, 水温と観測日, 時刻を整理した. 1971年以降のデータはそれ以前と比べて欠損が少なかったため, 整理期間は1971年から2016年までの46年間とした. また, 水温変化と比較するため気温変化についても整理した. 気温データは気象庁のホームページの「過去の気象データ・ダウンロード」を用いた.

2.2 分析方法

水温の経年変化を把握するため, 年平均水温と月ごとの水温を地点ごとに整理した. 年平均水温は1-12月のうち11ヶ月以上で観測データがある年を対象に計

算し, その他の年は欠損値とした. その中でも整理期間の間で30年以上のデータがある地点を抽出し, 解析対象地点とした.

経年変化を把握するため, 年平均水温について, 上記の解析対象地点のデータを対象に目的変数 y を年平均水温, 説明変数 x_1 を観測年, 説明変数 x_2 を観測時刻として重回帰分析を行った. 観測時刻はばらつきがあったため, それによる水温変化を考慮するために午前中に観測されたデータを0, 午後には観測されたものを1として, 時間の変数として扱った. そのうえで, 以下の式の a_1 を水温の上昇率(℃/年)として求めた.

$$y = a_1 x_1 + b_1 x_2 + c_1$$

x_1 : 観測年, x_2 : 時刻

月ごとの水温変化についても同様にして目的変数 y は観測された水温として重回帰分析を行い, 以下の式の a_2 を水温の上昇率として求めた.

$$y = a_2 x_1 + b_2 x_2 + c_2$$

x_1 : 観測年, x_2 : 時刻

気温についても目的変数は月平均気温, 説明変数は観測年として単回帰分析を行い, 以下の式の a_3 を気温の上昇率とした. 気温については, 月平均気温といった形式でデータが存在したので時刻による影響は考慮していない.

$$y = a_3 x_1 + c_3$$

x_1 : 観測年

3. 結果及び考察

年平均水温は, 対象にした140地点のうち132地点で水温の上昇率が0より大きい値を示した. 最大値は0.123, 平均値は0.027であった. 図-1に各地点の年平均水温の上昇率を示す. 水温が大きく上がっている地点は本明川, 六角川, 遠賀川, 菊池川で多く見られ, また, 河口付近に位置しているものが多かった.

水温の経年変化の傾向に関しては, 気温と同様に上昇している地点と, 異なる傾向を示す地点がみられた. 図-2, 3に前者, 後者の一例をそれぞれ示す. 後者に関しては, 気温の上昇以外の要因が関与していると考えられる. 図-3に示した本明川の半造橋地点の約3.8km上流には小ヶ倉ダム, 約1.3km上流には堰が設置されており, これらの構造物が水温上昇に影響を与えている可能性が示唆された.

図-4に月ごとの水温上昇率について箱ひげ図(最小値, 1/4値, 中央値, 3/4値, 最大値)を示す. いずれ

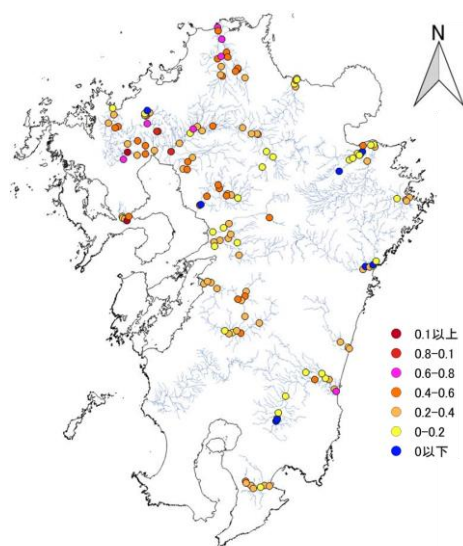


図 - 1 年平均水温の上昇率

の月においても水温上昇率が0より大きい地点が多く見られ、月によって違いがみられた。水温上昇率の中央値は4月が最も小さく0.010であり、9月が最も大きく0.055であった。気温の上昇率も水温と同様に月ごとに違いがみられ、5、9、10月は水温、気温ともに上昇率が大きかったが、水温の上昇率は、気温よりも大きかった。

4. まとめと今後の課題

九州の多くの地点で水温が上昇していることが明らかになり、年平均水温は140地点中132地点で水温上昇率が0を上回り、最大値は0.123であった。水温上昇の要因として、気温の他、ダムや堰などの水を貯めこむ構造物の影響が関与していることが示唆された。また、月ごとの水温は、月によって違いがみられ、9月の上昇率が最も大きかった。

今後は、水温変化の要因について、構造物や周辺の土地利用の変化の影響を定量的に評価していく予定である。

参考文献

- 1) 気象庁地球温暖化情報ポータルサイト
(http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index_temp.html)
- 2) 白岩淳一，風間聡，沢本正樹：気候変動による河川水温の影響，水工学論文集，第50巻，pp1063-1068，2006.
- 3) 宮本守，木内豪：感潮域における都市河川の水・熱輸送特性と下水処理水が河川水温に与える影響，水門・水資源学会誌，第20巻，第4号，2007.
- 4) 新井涼允，糖澤桂，風間聡，竹門康弘：水温環境の変化に伴う源流域における底生動物群集の将来変化，土木学会論B1（水工学），70 巻，第4 号，pp1303-1308，2014.

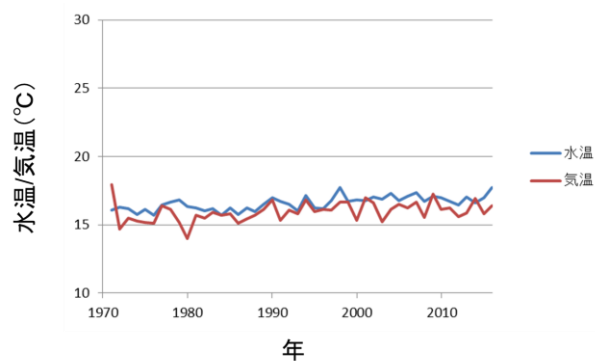


図-2 五ヶ瀬川の大瀬橋地点の年平均水温・気温変化

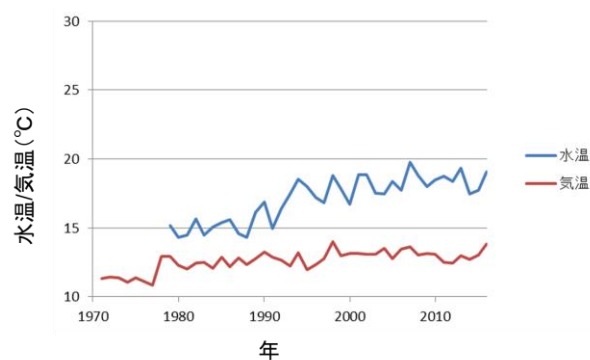


図-3 本明川の半造橋地点の年平均水温・気温変化

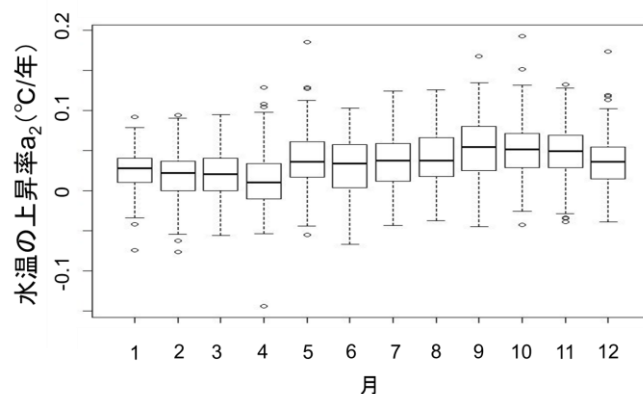


図 - 4 月ごとの水温上昇率

- 5) 水野信彦，川那部浩哉：河川生態学，講談社，pp254-259，2013.
- 6) 望月貴文，菊池佐智子，天野邦彦：全国の河川における流況・水質の経年変化の実態調査と流域環境との関連性分析，環境システム研究論文発表会講演集，第39巻，pp437-pp442,2011.