

<研究ノート>

四万十川における水温の経年変化

福永 泰久*

Long-term Trend of Water Temperature in Shimanto River

Yasuhisa FUKUNAGA

1. はじめに

現在地球環境の変化は著しく、人間活動による気候や生態系への影響が報告されている。その一つに地球の温暖化があり、多くの国々はその変化を小さくするために発生するCO₂量の削減に取り組んでいる。また、生物の保全のためにも様々な対策を講じている。例えば、四万十川ではアユ資源の減少原因が産卵場の位置と地形の変化に加えて、産卵期の遅れが報告されており、後者については水温低下の遅れが原因ではないかと思われる^{1) 2)}。そして、資源保護の観点から産卵の終わっていないアユが捕獲されるのを防ぐために、四万十川では解禁の時期を水温が下がる12月1日に変更した³⁾。しかし、その河川水温が経年的に上昇しているのか、また水温と気温がどのような関係になっているのかについて、長期間にわたって検討されていない。そこで、昭和40年代末から全国の河川・ダムおよび海域で実施されている公共用水域の水質測定結果を統計的に処理することによって、河川水温の経年変化を考察した。

2. 方法

2.1 水温の測定結果

高知県内の河川では、国土交通省、高知県および高知市が、それぞれ管理している河川や海域等で、月に一度または2ヶ月に一度、河川水を採水して水質を分析し、報告書として公表している⁴⁾。採水時には、日時・天候・気温・水温・外観等を観測して記録され、水質の分析結果とともに報告書に記載されている。水温の経時変化を図1に示す。

気温、水温は採水時の値であることから、採水月の代表値にはならないが、採水日は直前に降水がなく流量の安定した日に実施されていることから、長い期間について適切な処理をすれば、一定の

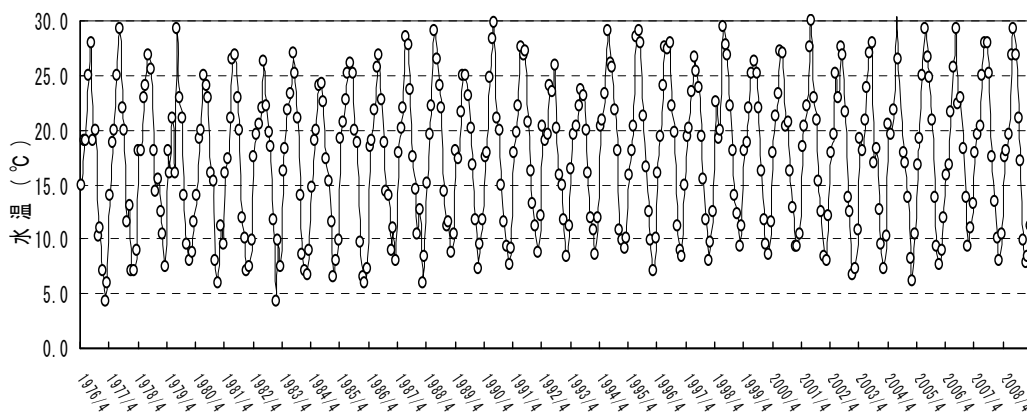


図1 四万十川・具同の水温測定結果

傾向が把握できると考えられる。そこで、図2に示す四万十川下流の環境基準点である具同、および上流の環境基準地点である鍛冶屋瀬橋における採水時の水温について処理を行った。

経年変化をみるためには、季節による変化を無くすることが必要と考え、各月の測定値を中心とした1年間のデータを各月ごとに平均した(以下「移動平均値」という)。なお、1年間の測定個数は偶数になるため、次の式によって求めた値を移動平均値とした。

$$i \text{ 月の移動平均値} = \{[(i-6) \text{ 月} \sim (i+5) \text{ 月の平均値}] + [(i-5) \text{ 月} \sim (i+6) \text{ 月の平均値}]\} / 2$$

* NPO 法人 全国水環境交流会 〒150-0001 東京都渋谷区神宮前 1-20-14-301

2.2 気温の観測地点

気温については、気象庁のホームページから、都市化やコンクリート化等の影響の少ないと考えられる室戸岬⁵⁾について、先の水温の測定値に該当する年の月平均気温⁶⁾を引用し、水温と同様に移動平均値を求め、その月を中心とする年平均気温とした。

3. 結果 および考察

3.1 上流地点と下流地点の比較

四万十川上流の鍛冶屋瀬橋と下流の具同における水温の経年変化(移動平均値)を図3に示す。

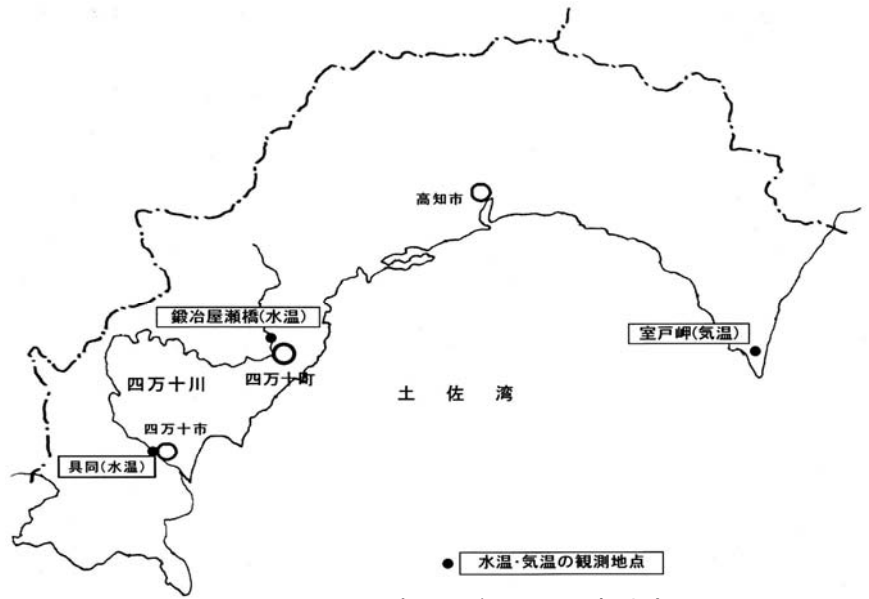


図2 水温と気温の調査地点

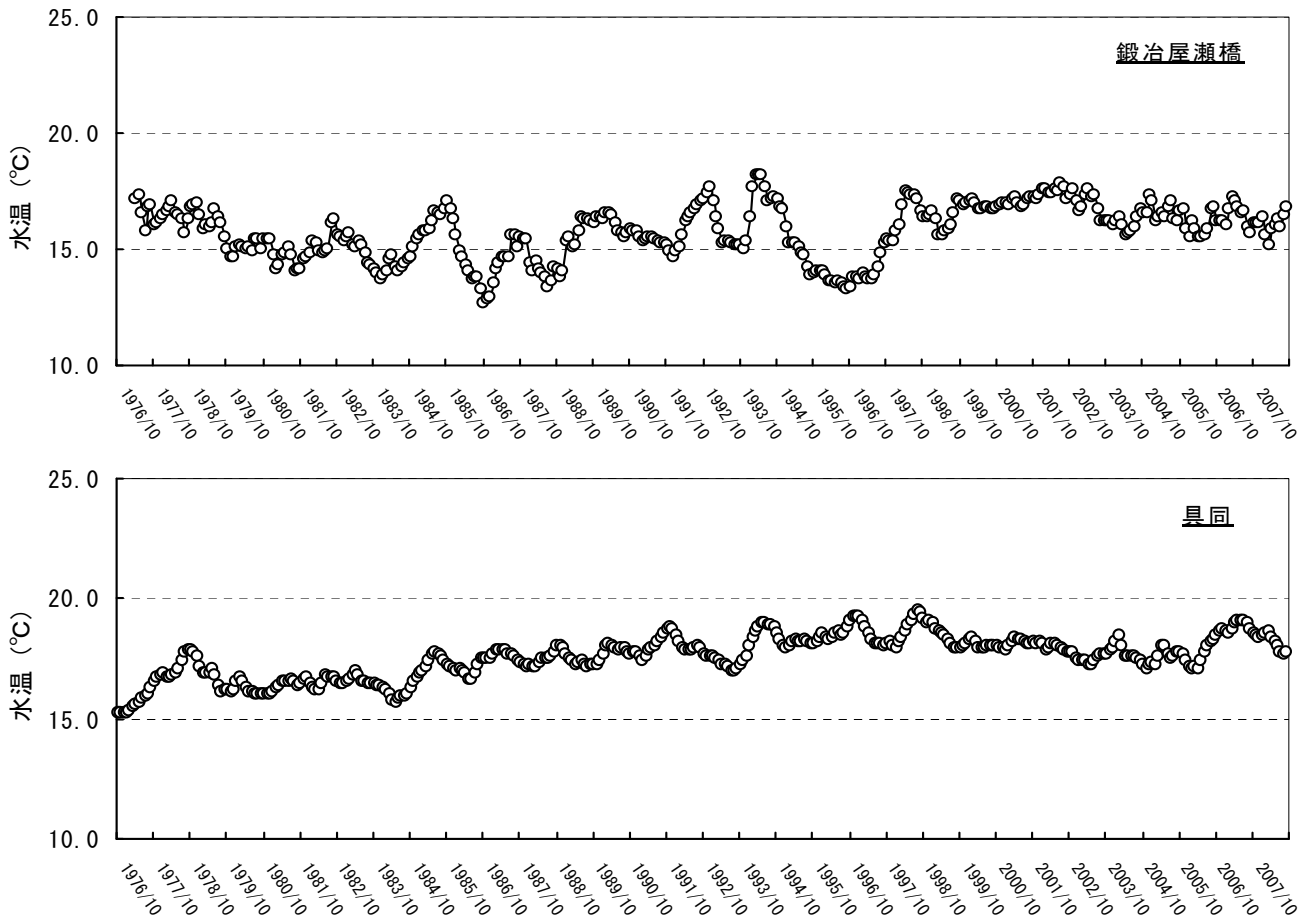


図3 四万十川における水温の経年変化(移動平均値)

上流の鍛冶屋瀬橋の水温(以下「鍛冶屋瀬橋」と略)は1976~1981年は低下傾向であるが、1981~1997年の16年間は15°Cを中心に±3°C程度の範囲で変動しており、明確な傾向はあまり見いだせない。また、それ以後の10年間は約17°Cで変化が小さい。経年的に見ると、上流の鍛冶屋瀬橋は図示した期間を通じて明確な上昇傾向は見られない。一方、四万十川下流に位置する具同の水温(以下「具同」と略)は、1979~1984年は16°C程度であるが、それ以降は上昇し1998年には

19℃以上になっている。しかし、その後は若干低下して、約 18℃である。下流・具同が 1984～1998 年にほぼ直線的に上昇していることは、市街地や水路のコンクリート化、圃場整備等の社会資本整備の影響が出ている可能性も考えられる。

上下流を比較すると、下流の具同が明らかに高く、その差は 1～2℃程度である。これは上流の鍛冶屋瀬橋が、標高約 200 m であること、源流からの流下距離が短いことが関係していると考えられる。1997 年以降には水温の上昇が見られないのは、高知県が平成 7 年度(1995)に「清流四万十川総合プラン 21」、その趣旨を踏まえて平成 13 年度(2001)に「高知県四万十川の保全及び流域の振興に関する基本条例」等の施策⁷⁾によって、四万十川流域の自然環境が保全されたことが関係しているかもしれない。

3.2 水温と気温の関係

先に示した鍛冶屋瀬橋および具同と同じ期間について、室戸岬における気温の移動平均値(以下「室戸岬」と略)の経年変化を図 4 に示す。

室戸岬では 1977 年前後に 17℃程度であったが、その後 16℃に低下して、1980 年から 1998 年までの 18 年間は徐々に上昇して 18℃となり、それ以降は約 17℃が続いている。

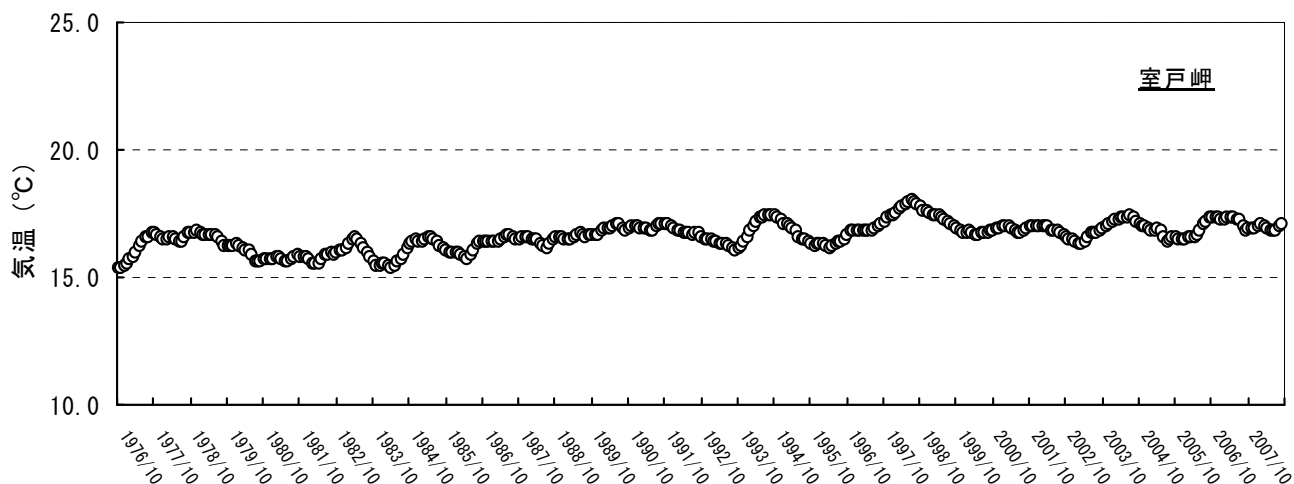


図 4 室戸岬における気温の経年変化 (移動平均値)

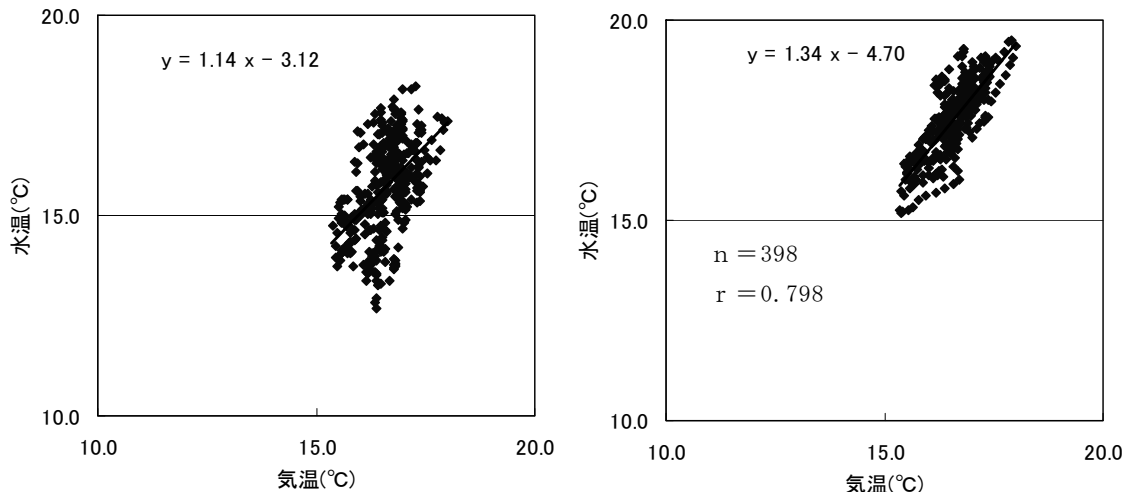
この室戸岬の経年変化の傾向は先に示した下流・具同と同じ傾向であるが、具同が室戸岬より全期間を通じて 1℃程度高いようである。1976 年から 1978 年ごろまでの上昇とその後の下降、1983 年と 1992 年頃の低下は具同と室戸岬で同じ時期に発生しており、また 1994 年および 1998 年ごろには、具同と室戸岬とも高い値となっている。このように具同と室戸岬は同じ傾向で上昇と下降しているが、具同は 1980～1998 年の 18 年間で 3℃程度高くなり、室戸岬は 2℃程度の上昇である。一方、それ以降の具同と室戸岬は、ほぼ横ばいである。以上のように、全期間を通じて両者はよく似た変化をしている。

上流・鍛冶屋瀬橋は、1983 年頃と 1995 年頃の低下が、室戸岬の低下と一致し、1998 年以降の横ばいも同じ傾向である。

以上の結果から、水温と気温は関係があることがうかがえ、また理論的にも関係があることから、その相関を検討した(図 5)。

図から明らかなように、鍛冶屋瀬橋は、室戸岬より少し低い傾向にあるが、室戸岬の同一気温に対して鍛冶屋瀬橋はかなり低いかあるいは高く、その差が大きい。これは室戸岬が海洋性の気候であるのに対して、鍛冶屋瀬橋は四万十町の特徴である内陸性の盆地気候が関係していることが考えられる。

下流・具同と室戸岬は高い相関を示している。15℃付近では、気温と水温はほぼ一致し、これより気温が高い年は具同が高くなっている。例えば、相関式で計算すると室戸岬で 18℃は具同が 1.4℃高い 19.4℃になる。平均気温以上に平均水温が高いことは、河川の水温が砂州の規模、河床材料、水深等の物理環境および植生等などの影響を強く受けていることが推測される。



上流・鍛冶屋瀬橋の水温と室戸岬の気温

下流・具同の水温と室戸岬の気温

図 5 四万十川の水温と室戸の気温の関係 (経年変化・移動平均値)

4. まとめ

月に一回程度の水温測定でも公共用水域の測定のように、次の条件を満たす長期間のデータを移動平均等の統計的処理を行うことによって、その経年的変化を検討することができる。

- ・採水(測定)は降雨時やその直後を避け、流量が少なく安定した日時を選んで実施している。
- ・同一の地点で同じ位置(流心または左右岸、水深等)で測定している。

四万十川の下流に位置する具同は1980～1998年に経年的に上昇している。この具同の上昇は室戸岬の上昇傾向と一致しており、気温に影響を受けたと考えられる。さらに、気温の上昇以上に水温が上昇していることから流域の自然環境や社会環境の変化も影響していると予測される。上流・鍛冶屋瀬橋の水温は変動が大きく、経年的な上昇は明確ではない。

鍛冶屋瀬橋と具同の水温差は1～2℃であり、また具同は室戸岬より約1℃程度高い値である。

今後の検討課題としては、水温の経年変化と水生生物の変化との関係を明らかにすると共に、水温が観測されている多くの河川と流域の自然度等を比較することによって、近自然河川工法などによる改修の効果を予測することが考えられる。

(原稿受付 2012年2月12日) (原稿受理 2012年2月28日)

引用・参考文献

- 1) 高橋勇夫, 東健作, 平賀洋之(2002): 四万十川におけるアユの産卵と産卵期, 四万十・流域圏学会誌 Vol.2, No.1, 17-20
- 2) 高橋勇夫(2011): 気候変動とアユ, 四万十・流域圏学会誌 Vol.10, No.2, 13-16
- 3) 高知県環境共生課: 清流をまもるために> 四万十アドバイザー会議
http://www.pref.kochi.lg.jp/~shimanto/4torikumi/ado_giji_5-2.htm
- 4) 高知県(1976～2008): 公共用水域の水質測定結果報告書
- 5) 近藤純正(2011): 気候変動と私たちの暮らしー歴史資料に学ぶ, 気候変動時代を生き抜く高知県の未来(要旨集), 5-12
- 6) 気象庁: 気象統計情報
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s3.php?
- 7) 高知県環境共生課: 四万十川条例について
<http://www.pref.kochi.lg.jp/~shimanto/3-13juutentiiki/pdf/1.pdf>