

知床半島東岸河川の夏季水温および水質環境

岸 大弼¹・森田健太郎²・坪井潤一³

1. 509-2592 岐阜県下呂市萩原町羽根 2605-1, 岐阜県河川環境研究所下呂支所 2. 085-0802 釧路市桂恋 116, 独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所 3. 400-0121 山梨県甲斐市牛匂 497, 山梨県水産技術センター

Summer Water Temperature and Water Quality in Streams of the Eastern Side of the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan

KISHI Daisuke¹, MORITA Kentaro² & TSUBOI Jun-ichi³

1. Gero Branch, Gifu Prefectural Research Institute for Freshwater Fish and Aquatic Environments, 2605-1 Hane, Hagiwara, Gero, Gifu 509-2592, Japan. *kishi-daisuke@pref.gifu.lg.jp*. 2. Hokkaido National Fisheries Research Institute, 116 Katsurakoi, Kushiro, Hokkaido 085-0802, Japan. 3. Yamanashi Fisheries Technology Center, 497 Ushiku, Kai, Yamanashi 400-0121, Japan.

Summer water temperature and water quality was investigated in the Orumappu, Shinkoushi and Onionai Streams in the eastern part of the Shiretoko Peninsula in 2003. Riparian forest was partly removed in those streams, but increase in the summer water temperature was not detected probably because of overcast weather conditions. NO_3^- -N concentration in the Orumappu Stream that the pasture area has been developed in the catchment was higher than in the Shinkoushi and Onionai Streams and forest streams of the western part of the peninsula.

はじめに

環境要因は、生物に対して分布域・生息密度・生理活性といった複数の側面において影響を及ぼしている。生物の生息を考察する際には、環境要因についての情報を把握することが必要である。また、生息環境の保全あるいは復元事業に際しても、生物やその生息環境について知見を蓄積しておくことが重要である。

知床半島、特に半島北部は原生的な環境が現存する地域であり、2005年に世界自然遺産として登録された。その一方、登録範囲外となった半島南部では、畑地・牧草地・人工林へと改変された地域が存在し、半島内でも人間活動の頻度や規模には地域差がある。今後、保全対象の認識が登録地域に偏重することや、登録範囲外の地域が軽視されて人間活動が安易に拡大する危険性に留意しなければならない。

登録地域では保全努力が適用されているため、人間活動の頻度や規模が大きいであろう半島南部

においてこそ人為的負荷の軽減策がむしろ必要となる可能性が高く、環境要因について情報を収集することが重要な地域といえる。そのため、生物やその生息環境をモニタリングすることは、登録地域の内外を問わず不可欠である。

著者らは、知床半島南部の東岸側（根室海峡側）3河川を対象として調査を行った（図1）。これらの流域は世界自然遺産の登録範囲外であり、人間活動の影響が大きいと予測される地域のひとつである。本稿では、河川生物の生息を規定する初期条件のうち夏季水温および水質に注目し、その測定結果と他河川からの報告とを比較しながら考察した。

なお、本調査の一部は、平成14年度ノーステック財団研究開発助成（整理番号H14若-062）および平成15年度笹川科学研究助成（研究番号15-267）を受けて行った。

調査地と方法

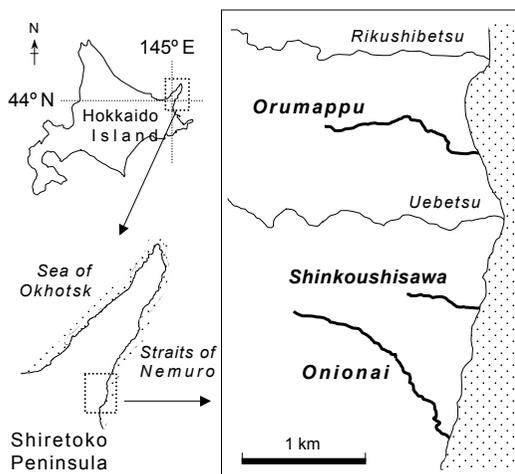


図 1. 知床半島東岸側の調査対象河川. Fig. 1. Map of three study streams in the eastern part of the Shiretoko Peninsula.

調査は、2003年7-9月に知床半島東岸側の居麻布川・シンコウシ沢川・鬼尾内川において行った(図1)。これらは、海別岳の山麓部の台地から根室海峡に流入する小河川である。居麻布川流域は、溪畔域を除いて牧草地化されている。溪畔域の植生は、森林あるいはササ類が優占する疎林帯となっている。シンコウシ沢川および鬼尾内川の流域は森林であるが、一部にササ類が優占する疎林帯がある。

河川水温は、自動記録水温計(StowAway TidbiT, Onset社)を使用して測定した。水温計は、居麻布川およびシンコウシ沢川では河口から上流約100mの地点に、鬼尾内川では約50mの地点にそれぞれ設置した。知床半島西岸の河川の水溫調査では、7月下旬から8月中旬にかけての期間が年間でも最高水温となることが示されている(谷口ら2002)。本調査では、この前後を含む7月中旬から9月中旬までを測定期間として、1時間おきに水温を測定した。

水質分析に用いるサンプルは、9月18日に各河川の水溫計設置箇所付近において河道中央の表層水から採取した。採水時の流量は、居麻布川0.062 m³/s、シンコウシ沢川0.071 m³/s、鬼尾内川0.179 m³/sであった。分析項目は、主要イオンであるカリウム(K⁺)・ナトリウム(Na⁺)・マグネシウム(Mg²⁺)・カルシウム(Ca²⁺)・フッ素(F⁻)・塩化物(Cl⁻)・硫酸(SO₄²⁻)・アンモニア態

窒素(NH₄⁺-N)・亜硝酸態窒素(NO₂⁻-N)・硝酸態窒素(NO₃⁻-N)・リン酸態リン(PO₄³⁻-P)および全リン(TP)を対象とした。カリウム・ナトリウム・マグネシウム・カルシウム・フッ素・塩化物・硫酸の各イオン濃度は、イオンクロマトグラフィー(DX-500, Dionex社)により測定した。アンモニア態窒素はインドフェノールブルー吸光光度法、亜硝酸態窒素はスルファニルアミド・エチレンジアミン法、硝酸態窒素は銅・カドミウムカラム還元法、リン酸態リンはモリブデンブルー吸光光度法、全リンはペルオキソ二硫酸カリウム分解法およびモリブデンブルー吸光光度法により、それぞれFIA分析装置(FI-5000V, アクアラボ)を使用して濃度を測定した。溶存無機態窒素(DIN)濃度は、アンモニア態窒素・亜硝酸態窒素・硝酸態窒素濃度の合計とした。

結果

水温の経時変化を図2に示した。測定期間中の最高水温は、居麻布川16.2°C、シンコウシ沢川14.4°C、鬼尾内川15.8°Cであった。また、測定を開始した7月12日から8月31日までの平均水温は、居麻布川11.3°C、シンコウシ沢川10.0°C、鬼尾内川11.6°Cであった。最高水温・平均水温とも3河川間には顕著な差は観察されなかった。また、これらの値は半島西岸側の河川で記録された水温と同程度であった(谷口ら2002)。

水質の測定項目のうち窒素およびリン以外の主要イオン濃度の測定結果を表1にまとめた。カリウム・ナトリウム・マグネシウム・カルシウム・塩化物の各イオン濃度は、シンコウシ沢川および鬼尾内川よりも居麻布川で高かったが、これら3河川はいずれも半島西岸側の河川から記録された濃度と同程度か、より低い値であった(野崎ら2002)。フッ素および硫酸イオン濃度については、3河川間に顕著な差は認められなかった。3河川の水質濃度は、半島西岸側の河川と同程度であったが、硫酸イオン濃度は半島西岸側の河川より低かった。

次に窒素およびリン濃度の測定結果を表2にまとめた。アンモニア態窒素濃度は、シンコウシ沢川で最も高かった。本調査の対象3河川は、いずれも半島西岸側の河川よりも高い濃度であった(野崎ら2002)。亜硝酸態窒素濃度は、居麻布

図 2. 知床半島東岸側 3 河川における夏季水温, Fig. 2. Summer water temperature in three streams of the eastern part of the Shiretoko Peninsula.

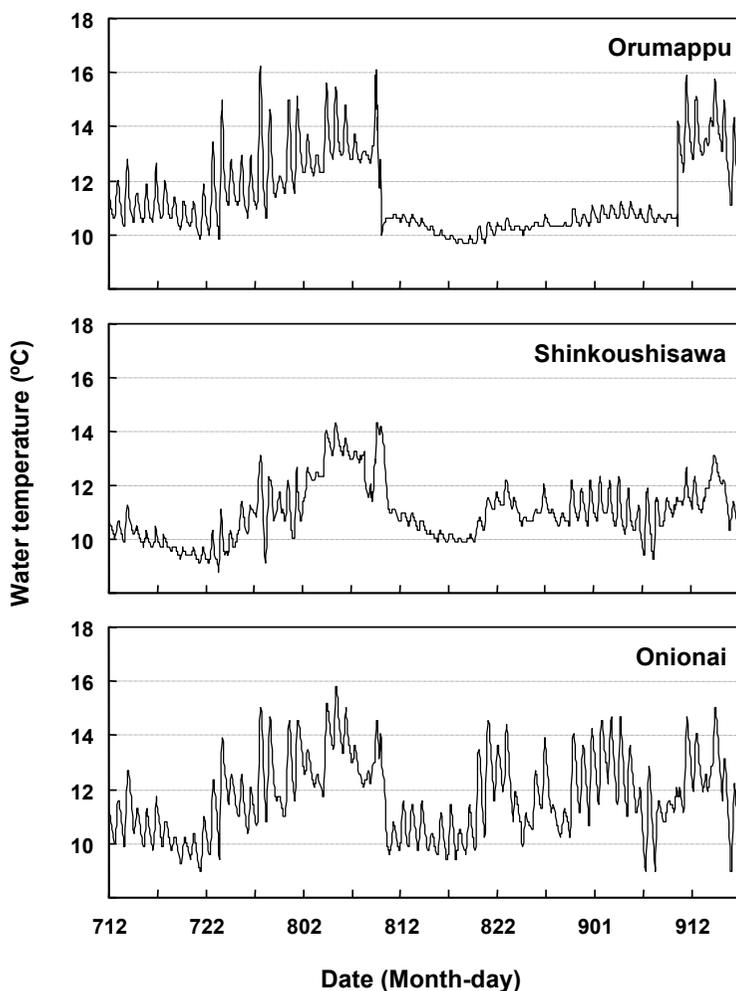


表 1. 知床半島東岸側 3 河川における主要イオン濃度, Table 1. Major ion concentrations (mg/L) in three streams of the eastern part of the Shiretoko Peninsula.

Stream	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁻	Ca ²⁺
Orumappu	0.025	7.2	2.0	2.6	5.6	2.0	4.7
Shinkoushisawa	0.025	4.5	2.1	0.7	4.5	1.2	3.5
Onionai	0.026	4.1	2.4	1.0	4.2	1.2	3.2

表 2. 知床半島東岸側 3 河川における窒素およびリン濃度, Table 2. Concentrations (μg/L) of nitrogen and phosphorus in three streams of the eastern part of the Shiretoko Peninsula.

Stream	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	DIN	PO ₄ ³⁻	TP
Orumappu	30	0.2	563	593	28	81
Shinkoushisawa	50	0.1	61	111	27	61
Onionai	28	0.1	13	41	29	51

川で最も高かった。ただし、3 河川とも半島西岸側の河川から記録された濃度より低い値であった。硝酸態窒素および溶存無機態窒素濃度は、居麻布川が他の 2 河川より高かった。

また、シンコウシ沢川および鬼尾内川では半島西岸側の河川と同程度であったが、居麻布川はいずれの河川よりも高い値だった。リン酸態リン濃度は、3 河川で同程度であった。また、これらの濃度は半島西岸側の河川と同程度であった。全リン濃度は、シンコウシ沢川および鬼尾内川よりも居麻布川で高かった。ただし、これら 3 河川における濃度は、半島西岸側の河川と同程度であった。

考察

河川水温は、気温や河道への到達日射量といった条件によって規定される(中村・百海 1989; Sugimoto et al. 1997)。一般に河道が溪畔林によって被覆された森林河川は、到達日射量が小さいため、日射による水温への影響は小さい。しかし、溪畔林の伐採によって被覆が除去されると、河道への到達日射量が増大するため、水温上昇が引き起こされる(Hetrick et al. 1998; Johnson & Jones 2000)。

本調査を行った 3 河川の流域にはササ地化した箇所が存在しており、樹冠による河道の被覆が縮小していると考えられる。そのため、到達日射量の増大に伴う水温上昇が予測されたが、これら 3 河川には顕著な水温上昇は観察されなかった。河道の被覆が小さい河川であっても、晴天時には日射による水温上昇が促進されるものの曇天時には水温上昇が起きず、水温の変動幅は天候によって制限される(Hetrick et al. 1998)。

気象庁観測による 7-8 月の日照時間は、平年値(1991-2000 年の 10 年間の平均)が羅臼は 181.5 時間(最小 134.3, 最大 229.4) および標津は 188.6 時間(最小 118.3, 最大 273.4)であるのに対し、調査を行った 2003 年は、羅臼は 140.6 時間および標津は 127.8 時間であった(気象庁ウェブサイト <http://www.data.kishou.go.jp/etrn/index.html>)。このように 2003 年は例年よりも日照時間が短かったため、水温上昇が促進されなかったものと考えられる。河川水温と溪畔林および天候との関係をより詳細に把握するためには、

今後、溪畔林による河道の被覆面積の調査および複数年にわたる水温測定を行う必要がある。

これまでに知床半島を含む北海道内において、流域植生が改変された河川や改修工事により溪畔林が消失した河川において水温上昇が観察されており、この水温上昇によってサケ科魚類の生息密度の低下や成長の停滞が起きることが明らかにされている(Inoue et al. 1997; 佐藤ら 2001; Kishi et al. 2004)。したがって、サケ科魚類の好適な水温を維持するためには、溪畔林の存在が重要である。また、サケ科魚類に限らず冷水性生物の温度環境を維持する際には、溪畔林を保全することが不可欠といえる。

水質の測定項目のうち主要イオンについては、本調査が対象とした 3 河川間で明瞭な差異はなかった。また、いずれも半島西岸河川と同様の濃度であり(野崎ら 2002)、人間活動に起因すると考えられる濃度変化は認められなかった。なお、1948-52 年に知床半島の河川で測定された水質のうち、本調査と同じ測定項目であるアンモニア態窒素・カルシウム・塩化物の各イオンの濃度は、3 河川や西岸河川での値と同程度であった(江口 1951; 江口・原 1950; 江口・進藤 1953)。測定方法の相違はあるものの、これらの測定項目については当時と同様の水質であると考えられる。

硝酸態窒素および溶存無機態窒素濃度は、居麻布川が他の 2 河川や半島西岸側の河川と比較して特に高い値だった。河川の硝酸態および溶存無機態窒素濃度は、畑地への施肥・畜産施設からの排水・下水処理水の流入といった人為的要因によって上昇することが北海道各地から報告されている(大村・黒川 1991; 石川ら 2002; Woli et al. 2002; 三上ら 2003; 野崎ら 2005)。居麻布川の流域は酪農地帯となっており、高い硝酸態および溶存無機態窒素濃度は、これに由来する可能性が考えられる。

一方、全リンについても 3 河川のうち居麻布川で最も高い濃度であったが、西岸側の森林河川であるオショコマナイ川およびチャラッセナイ川からは、居麻布川より高い濃度が記録されていることから(野崎ら 2002)、居麻布川における全リン濃度については、人為的な負荷は小さいものと考えられる。

北海道内のサケ・マス類の孵化場において孵化

用水として使用される河川水の主要イオンについては、本調査と同じ測定項目であるマグネシウム・カルシウム・塩化物イオンの濃度は、本調査が対象とした3河川と同程度であり、硫酸イオンは3河川よりも高い濃度であった(清水 1984)。また、窒素およびリンについては、アンモニア態窒素・硝酸態窒素・リン酸態リンの濃度は本調査が対象とした3河川と同程度であり、亜硝酸態窒素濃度は3河川よりも高かった。

これらのことから、上記の測定項目に関しては、3河川はサケ科魚類の孵化および稚魚の生育が可能な水質であると考えられる。ただし、今後、人為的負荷の増大を抑制することが必要であり、排水処理設備の拡充が望まれる。河畔林には栄養塩の除去作用が認められている(山田・中村 2003)。水温および水質いずれの側面においても、河川生物に対する人為的負荷を軽減するためには、河畔林を保全することが有効と考えられる。

河畔林には、河川の水温および水質の調節機能以外にも、魚類の餌資源である陸生昆虫の供給、底生動物の餌資源である落葉の供給、淵の形成に寄与する倒木の供給、細粒土砂の捕捉といった多面的な機能がある(中野 2003; 山田・中村 2003)。このことから、河川生態系にとって河畔林の存在は不可欠なものであり、流域開発が行われる場合であっても、河川生物に対する人為的影響を軽減するために河畔林を保全することが最低限必要といえる。北米では、流域での森林施業など人間活動が行われる際、河川生物やその生息環境を保全する目的で河道から一定範囲の河畔林が緩衝帯として確保されている(Lee et al. 2004)。

日本では、河畔林の伐採が規制されてこなかったことから、流域開発あるいは道路・堰堤建設などの人間活動によって河畔林が消失した箇所が多数存在するものと考えられる。近年、河畔林の復元が行われつつあるが(齋藤ら 1998; 傳甫ら 2002)、河川生物への効果を併せて検証した事例についてはまだ報告を見ない。今後、人為的改変を受けた河川において河畔林復元を試行し、これに伴う生息環境の変化および生物の応答について知見を蓄積し、その有効性を評価することが必要である。

知床半島基部に位置する斜里平野や根釧台地は、農業・畜産業が盛んな地域であり、流域の農

地・牧草地化が進んでいる。一方、半島周辺の海域はシロザケ *Oncorhynchus keta*、カラフトマス *O. gorbuscha*、サクラマス *O. masou* の漁場となっており、河川はこれらサケ科魚類の産卵場所やその稚幼魚の生息場所として重要である。また、知床半島や周辺地域の河川には、イトウ *Hucho perryi* (環境省レッドリスト絶滅危惧 IB 類)、オシロコマ *Salvelinus malma* (同準絶滅危惧)、ニホンザリガニ *Cambaroides japonicus* (同絶滅危惧 II 類)、カワシヅユガイ *Margaritifera laevis* (同絶滅危惧 II 類) など複数の希少生物が分布している。河畔林の存在は、本地域の農業・畜産業と水産業との共存を図る上で必要であるし、希少生物やその生息環境を保全する際にも注目すべきものである。

謝辞

本調査を実施するにあたり、羅臼ビジターセンターの田澤道弘・白井直貴両氏や、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの小泉逸郎・小林春毅・福澤加里部・鈴木佳奈各氏には、調査や分析作業に協力していただいた(所属は当時)。また、相山女学園大学の野崎健太郎氏から水質分析について助言をいただいた。ここに記して感謝する。

引用文献

- 傳甫潤也・東三郎・水正貞教. 2002. ヤナギ類導入による荒廃溪流の植生復元 1—漁川上流部低ダム群施工地におけるヤナギ類導入後5年の状況—。北方林業 54: 100–102.
- 江口弘. 1951. 北海道陸水の水質資料 2 北海道鮭遡上主要河川の遡上期に於ける水質。北海道さけ・ますふ化場研究報告 6: 167–172.
- 江口弘・原茂. 1950. 北海道陸水の水質資料 1. 北海道さけ・ますふ化場研究報告 5: 118–126.
- 江口弘・進藤宏. 1953. 北海道陸水の水質資料 3 北海道鮭遡上主要河川の遡上期に於ける水質。北海道さけ・ますふ化場研究報告 8: 39–45.
- Hetrick N. J., Brusven M. A., Meehan W. R. & Bjornn T. C. 1998. Changes in solar input, water temperature, periphyton accumulation,

- and allochthonous input and storage after canopy removal along two small salmon streams in southeast Alaska. *Transactions of the American Fisheries Society* 127: 859–875.
- Inoue M, Nakano S. & Nakamura F. 1997. Juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) abundance and stream habitat relationships in northern Japan. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1331–1341.
- 石川靖・斎藤修・金子正美・小林正幸・木内康之. 2002. 常呂川・網走川流域の土地利用差に伴う一次支川水質の変動. *北海道環境科学研究センター所報* 29: 46–52.
- Johnson S. L. & Jones J. A. 2000. Stream temperature responses to forest harvest and debris flows in western Cascades, Oregon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57(Supplement 2): 30–39.
- Kishi D., Murakami M., Nakano S. & Taniguchi Y. 2004. Effects of forestry on the thermal habitat of Dolly Varden (*Salvelinus malma*). *Ecological Research* 19: 283–290.
- Lee P., Smyth C. & Boutin S. 2004. Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States. *Journal of Environmental Management* 70: 165–180.
- 中村太士・百海琢司. 1989. 河畔林の河川水温への影響に関する熱収支的考察. *日本林学会誌* 71: 387–394.
- 中野繁. 2003. 川と森の生態学—中野繁論文集—, 358 pp. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 野崎健太郎・紀平征希・山田浩之・岸大弼・布川雅典・河口洋一. 2005. 標津川河跡湖の水質環境. *応用生態工学* 7: 165–172.
- 野崎健太郎・三橋弘宗・岸大弼・三宅洋・河口洋一・谷口義則. 2002. 知床半島西岸の水質環境. *知床博物館研究報告* 23: 31–36.
- 大村邦夫・黒川春一. 1991. 酪農地帯を流れる河川水質の汚濁評価. *北海道立農業試験場集報* 62: 23–33.
- 齋藤央嗣・中川重年・牧三晴. 1998. 治山工事で作出した溪畔林—神奈川県日陰沢における事例—, *神奈川県森林研究所研究報告* 24: 23–32.
- 佐藤弘和・永田光博・鷹見達也・柳井清治. 2001. 河畔林の被陰がサクラマスの成長に及ぼす影響—夏季河川水温を指標とした解析—. *日本林学会誌* 83: 22–29.
- 清水幾太郎. 1984. さけ・ますふ化用水の水質について. *北海道さけ・ますふ化場研究報告* 38: 57–77.
- 谷口義則・岸大弼・河口洋一. 2002. 知床半島東西両岸の37河川における河川性サケ科魚類個体群の現状—特に河川工作物の影響を中心に—. *知床博物館研究報告* 23: 37–46.
- Woli K. P., Nagumo T. & Hatano R. 2002. Evaluating impact of land use and N budgets on stream water quality in Hokkaido, Japan. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 63: 175–184.
- 山田浩之・中村太士. 2003. 河畔緩衝帯の生態学的意義と草地開発が水辺の生態系に及ぼす影響. *日本草地学会誌* 48: 548–556.