

## 千曲川上流域における魚類の生息状況—夏季水温と関連して

北野 聡<sup>1</sup>

佐久地域の千曲川支流において夏季最高水温に注目してイワナ等の魚類の生息状況を調査した。イワナの分布下限を含む標高 750～950m の調査地点では夏季最高水温は 15～25℃の範囲であり、標高と有意な負の相関があった。またイワナは夏季に 22℃を超える水温域（標高約 800m 以下）では確認できなかった。構築された標高—水温モデルに従うとイワナの分布限界ラインは現在 799m で、水温上昇 +2℃で標高 855m に、+4℃で標高 910m にそれぞれ移動すると予測された。

キーワード：千曲川上流，イワナ，夏季最高水温，標高

### 1. はじめに

千曲川上流域はイワナ *Salvelinus leucomaenis* をはじめとする冷水性サケ科魚類の豊富な水域として知られているが<sup>1),2)</sup>、河川環境の変化や温暖化等によって将来その生息域が縮小することが予想されている<sup>3)</sup>。とくに温暖化に関しては、水温上昇によって冷水魚の分布が減少するシナリオが提案されている<sup>4)</sup>。これまでの日本列島スケールを対象に年平均水温に基づく解像度の粗い予測に限定されていた<sup>3),4)</sup>。冷水魚の場合、実際に影響を受ける局面は一年のうちでも水温が上昇する夏季と考えられているもの<sup>5)</sup>、現地観測データはきわめて乏しいのが現状である。そこで、千曲川上流のイワナ生息水域を対象に魚類の分布実態と夏季最高水温との関連を調査したのでその結果を報告する。

### 2. 調査地および方法

調査は 2010 年 8 月～10 月の期間中に千曲川支流の 15 地点において行った（図 1）。調査地点は標高 750～950m の潜在的なイワナ生息域であり<sup>4)</sup>、いずれも溪流魚の生息条件となる瀬—淵構造を有した川幅 1.0～4.0m の小規模な溪流である。これら 15 地点のうち 7 地点は地元漁業協同組合からの事前情報により高確度でイワナの生息が期待される千曲川右岸支流群に位置している。これらは重点調査

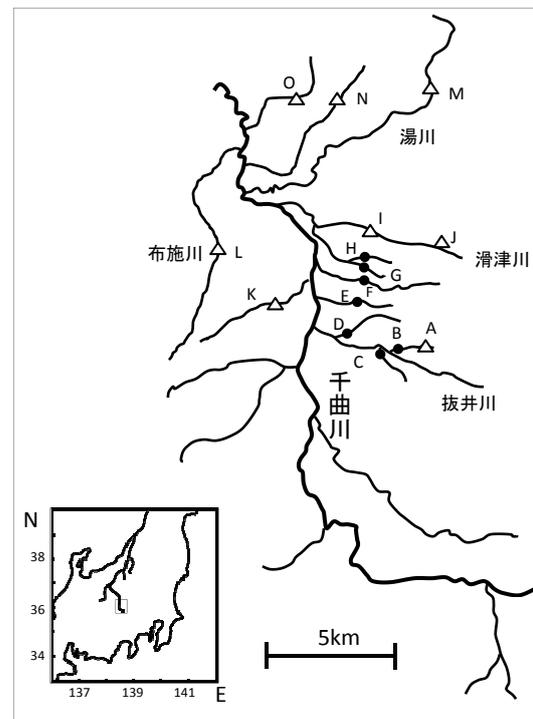


図 1. 調査地点の位置。●重点調査地点（最高—最低温度計測および電気漁獲調査実施），△は補足調査地点。

地点として、最高—最低温度計（標準温度計による補正済み SK-3154、佐藤計量器株式会社製）を設置し、8 月 13 日～8 月 26 日および 8 月 26 日～10 月 6 日の間の最高水温と最低水温を記録した。また、電気漁具（LR-24 電気ショッカー、スミス・ルート社製、設定 DC300V）を使用して魚類の生息状況を

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

調査した。魚類調査にあたっては 50-100m の調査区間を設定し、通電により浮き上がった魚をタモ網（目合 5mm）によってすくいとった。採捕された魚は、現場で魚種を同定し、体長計測の後に採捕区間に放流した。

その他 8 地点については補足調査地点とし、河川水温が最高に達すると予想される 9 月上旬付近の晴天時の日中にその時点の水温をデジタル水温計（標準温度計による補正済み SK-250WP、佐藤計量器株式会社製）で測定し、さらにタモ網を用いて魚類の捕獲確認調査を実施した。

### 3. 結果と考察

期間中に最高-最低水温計によって測定された水温範囲は 11.8 ~ 22.4℃であった（附表 1）。調査を行った 7 地点のうち、期間前半（8/13 ~ 8/26）に最高水温が記録されていた場所が 5 地点、後半（8/26 ~ 10/6）に最高水温が記録された場所が 2 地点であった。本州中部の小渓流の温度変化を連続的に観測した事例<sup>6),7)</sup>では最高気温は 8 月に観測されるのに対し、水温の最高値はやや遅れて 9 月初旬~中旬にかけて観測されることが知られており、調査河川においても 8 月下旬から 9 月初旬に最高水温に達したものと推測される。

最高-最低水温計を設置した 7 地点についてみると最高水温は標高とともに有意に低下しており（ $n=7, r=-0.892, P<0.05$ ）、次式（1）で表すことができた（図 2）。

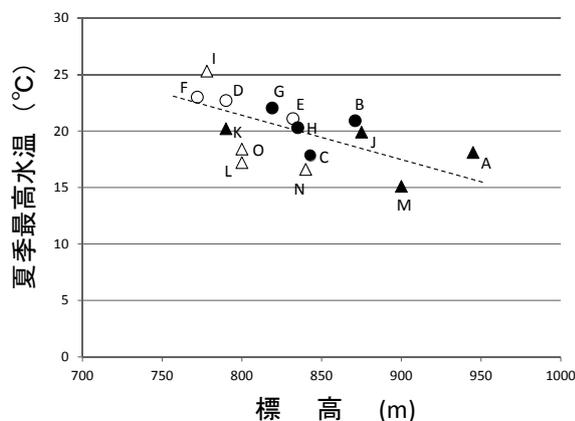


図 2. 各調査地点 (A ~ O) の標高、最高水温との関係。●重点調査によるイワナ確認地点、○重点調査によるイワナ未確認地点、▲補足調査によるイワナ確認地点、△補足調査によるイワナ未確認地点。破線は重点調査地点の標高と最高水温との回帰直線を示す。

$$\text{最高水温 (°C)} = -0.0359 \times \text{標高 (m)} + 50.7 \cdot (1)$$

最高-最低水温計を設置した 7 地点では最高水温は 9 月初旬の日中の瞬間測定値より平均 0.81℃高いだけであった。標高の高い小河川における水温の日較差は比較的小さいので<sup>6),7)</sup>、最高-最低水温計を設置しなかった 8 地点についても 9 月初旬の日中における瞬間計測値が夏季最高水温に近似できるものとして併せて図 2 にプロットした。これらを併せて調査地全体の 15 地点について標高、最高水温との魚類生息との関係をみた。

今回確認できた魚類は、イワナ、ヤマメ、カジカ、アブラハヤ、ウグイ、ギンブナ、ドジョウの 7 種であった。これら魚種のうち最も冷水性の顕著なイワナが確認できた場所は標高 790m ~ 945m の範囲で、地点 G の 22.0℃が最高水温であった。イワナ飼育実験によるとイワナの採餌活動は 22℃を超えると低下することが報告されており<sup>9)</sup>、今回得られた夏季最高水温の 22℃とよく一致していた。また渓流性のヤマメやカジカも高水温によって分布が制限されると考えられるが、ヤマメの最高水温は 23.0℃（出現範囲：標高 772 ~ 900m）、カジカで 22.7℃（出現範囲：標高 790 ~ 945m）であった。このように冷水魚類の分布は夏季最高水温により強く影響されたと考えられたが、例えばイワナ生息確認 8 地点とイワナ非確認 7 地点で比較すると前者の標高は有意に高かったものの（859m vs. 802m,  $t=2.86, P=0.02$ ）、最高水温は低いとはいえなかった（19.4℃ vs. 20.6℃,  $t=0.79, P>0.05$ ）。これは水温が当該魚種の生理的耐性範囲であっても様々な要因により生息不適になっている事例が含まれたことが原因と思われる。最高水温 22℃以下のイワナ未確認 4 地点のうち 2 地点については低 pH の酸性河川<sup>9),10)</sup>、他の 2 地点については護岸が人工コンクリート等、これらローカルな物理的環境要因（附表 1 を参照）によってイワナの生息適否が影響を受けた可能性が残される。

今回得られた標高-夏季最高水温の関係式（式 1）によると、夏季最高水温が 22℃になるのは標高 799m の地点ということになり、この標高が現時点の千曲川上流域におけるイワナ分布限界（下限）の目安となるであろう。さらに、この関係式を利用して地球温暖化等により夏季水温が上昇した場合のイワナの生息域縮小を試算すると、夏季最高水温が 2℃上昇した場合には標高 855m が分布下限に、4℃

上昇した場合には標高910mが分布下限になると予測された。今回イワナが確認された調査地点に即して考えると2℃上昇で8地点中4地点(50%)が、4℃上昇で7地点(88%)が消失することになる。これまでに日本列島スケールの温度モデル(緯度, 標高, 年平均地下水温等)を利用した千曲川上流域でのイワナ生息地消失予測<sup>4)</sup>では, 約4℃の水温上昇で7%程度の消失とされていたので, その予測に比べると温度上昇の影響はより大きく見積もられることになる。

今回の調査では冷水魚の分布を直接的に決める最高水温に着目した。しかし, 河川水温は標高のみならず, 気温, 流域面積, 流量, 河川勾配, 日射量, 土地利用や植生といった数多くのローカル要因に影響を受けると考えられる<sup>11),12)</sup>。また, 魚類の生息情報についても十分に整備されているとはいえないうえ, 前述したように生物種の生息/非生息には様々な要因が複雑に関与している。当研究所の研究課題「信州クールアース推進調査研究事業(H22-H26)」では, 温暖化影響の実態を長野県全県にわたり詳細に予測することを目標にしており, 引き続き河川環境, 生物分布の両面のデータを蓄積することが望まれる。

### 謝 辞

本研究の一部は, 環境省研究総合推進費(S-8)の支援により実施された。調査地点の選定にあたり長野県水産試験場佐久支場の羽毛田則生研究技監, 河野成実主任研究員, 小関右介博士, 佐久漁業協同組合の中澤重和組合長には魚類の生息状況や現地の河川環境について情報をいただいた。深く感謝申し上げます。

### 引用文献

- 1) 長野県(2004)長野県レッドデータブック動物編, 319pp. 長野。
- 2) 中村一雄(監修)(1980)長野県魚貝図鑑, 284pp. 信濃毎日新聞社。長野。
- 3) Nakano, S., Kitano, F., Maekawa, K. (1996) Potential fragmentation and loss of thermal habitat for two charr species in the Japanese Archipelago due to global warming. *Freshwater Biology* 36: 711-722.
- 4) 北野 聡(2001)温暖化によって千曲川上流

域のイワナ生息地点はどうか。長野県自然保護研究所紀要4, 別冊1:335-342.

- 5) 北野文明・中野繁・前川光司・小野有五(1995)河川型オショロコマの流程分布に対する水温の影響および地球温暖化による生息域の縮小予測。野生生物保護1:1-11.
- 6) 北野聡・浜田崇・尾関雅章(2002)飯綱高原の小溪流における気温と水温の季節変化。長野県自然保護研究所紀要5:51-55.
- 7) 浜田崇・北野聡・富樫均(2005)2002年~2004年の飯綱高原における気象観測結果。長野県環境保全研究報告1:57-61.
- 8) Takami, T., Kitano, F., Nakano, S. (1996) High water temperature influences on foraging responses and thermal deaths of Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *S. leucomaenis* in a laboratory. *Fisheries Science* 63: 6-8.
- 9) 佐久市志編纂委員会(1988)佐久市志自然編, 1136p, 信毎書籍, 長野。
- 10) 白田町誌編纂委員会(2004)白田町誌第一巻自然編, 471p, 白田町誌刊行会, 白田。
- 11) 山本聡・川之辺素一(2006)千曲川上流域における河畔植生別の水温実態。長野県水産試験場研究報告8:7-10.
- 12) 谷 誠(1982)山地小溪流における流出水の水温の形成に関する研究(1)。水温の研究26:5687-5706.

Fish assemblage and summer water temperature of tributaries of upper Chikuma River

Satoshi KITANO

*Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,  
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

附表1 2010年の各調査地における採捕魚種、サイズおよび水温等の環境変量。\*アマゴとの交雑亜種の可能性もあり。

調査地点 (標高, 水系, 漁獲方法)	捕獲日時 (水 温)	魚種・数量 (全長範囲)	水温 8/13-8/26 Min~Max	水温 8/26-10/6 Min~Max	備 考
地点A (標高 945m, 矢沢上 流<抜井川, 電気漁具)	9/2 11:00 (18.1℃)	イワナ14 (6~26cm) カジカ15 (3~11cm)	データなし	データなし	川幅 2.0m, 禁漁区, 自然護岸
地点B (標高 871m, 矢沢下 流<抜井川, 電気漁具)	9/2 14:00 (20.2℃)	イワナ21 (6~33cm) ヤマメ*25 (8~21cm) カジカ7 (8~12cm) アブラハヤ 20 (8~15cm)	16.9~19.8	11.8~20.9	川幅 1.7m, 流量毎秒 74L, 側 面人工護岸
地点C (標高 843m, 霧久保 沢<抜井川, 電気漁具)	9/2 16:00 (17.5℃)	イワナ25 (6~20cm) ヤマメ*9 (9~19cm) アブラハヤ10 (8~11cm)	15.9~17.8	12.1~17.5	川幅 1.5m, 流量毎秒 84L, 側 面人工護岸
地点D (標高 790m, 余地川 下流<抜井川, 電気漁具)	9/2 17:00 (20.6℃)	カジカ1 (4cm) シマドジョウ 1 (7cm) アブラハヤ 20 (4~14cm)	18.2~22.7	13.8~20.8	川幅 2.5m, 流量毎秒 24L, 側 面人工護岸
地点E (標高 835m, 赤谷橋 付近<谷川, 電気漁具)	9/3 10:00 (19.2℃)	魚類確認できず	16.8~20.3	12.3~20.0	川幅 2.5m, 流量毎秒 44L, 側 面人工護岸, 酸性河川(文献 <sup>10)</sup> )
地点F (標高 772m, 川越付 近<雨川, 電気漁具)	9/3 11:00 (22.2℃)	ヤマメ 1 (15cm) アブラハヤ 2 (5~6cm) ウグイ 24 (6~18cm)	20.0~23.0	14.9~22.4	川幅 4.0m, 流量毎秒 202L, 側 面人工護岸
地点G (標高 819m, 南沢< 田子川, 電気漁具)	9/3 13:00 (22.0℃)	イワナ1 (18cm) カジカ 6 (3~8cm)	17.6~19.9	12.3~22.0	川幅 0.8m, 流量毎秒 8 L, 側面 人工護岸
地点H (標高 832m, 北沢< 田子川, 電気漁具)	9/3 14:00 (19.9℃)	イワナ 5 (7~17cm) カジカ 21 (3~10cm) アブラハヤ 4 (3~10cm)	12.2~21.1	12.4~19.9	川幅 4.0m, 流量毎秒 41L, 自 然護岸
地点I (標高 778m, 滑津川 中流, 電気漁具)	9/6 10:00 (26.0℃)	ウグイ 3 (5~14cm) アブラハヤ 21 (6~10cm) ギンブナ 1 (8cm)	データなし	データなし	川幅 2.0m, 自然護岸
地点J (標高 875m, 初谷沢 <滑津川, 電気漁具)	9/6 12:00 (19.9℃)	イワナ 9 (5~20cm) ヤマメ*12 (8~18cm) カジカ 55 (3~11cm) アブラハヤ 6 (6~10cm)	データなし	データなし	川幅 2.0m, 側面人工護岸
地点K (標高 790m, 上小田 切付近<大曲川, タモ網)	9/6 14:00 (20.2℃)	イワナ 1 (13cm) ドジョウ 4 (4~6cm) ギンブナ 1 (5cm) 魚類確認できず	データなし	データなし	川幅 1.0m, 側面人工護岸
地点L (標高 800m, 雁村付 近<布施川本流, タモ網)	9/6 16:00 (17.2℃)	イワナ 2 (15~18cm) ヤマメ*2 (11~16cm) カジカ 42 (3~13cm)	データなし	データなし	川幅 1.0m, 底側面人工護岸
地点M (標高 900m, 中軽井 沢<湯川本流, 電気漁具)	9/7 10:00 (15.1℃)	イワナ 2 (15~18cm) ヤマメ*2 (11~16cm) カジカ 42 (3~13cm)	データなし	データなし	川幅 4.0m, 自然護岸
地点N (標高 840m, 三ツ谷 付近<濁川, タモ網)	9/7 11:00 (16.6℃)	ドジョウ 1 (10cm)	データなし	データなし	川幅 1.5m, 側面人工護岸, 弱 酸性河川(文献 <sup>9)</sup> )
地点O (標高 800m, 馬瀬口 付近<繰矢川, タモ網)	9/7 12:00 (18.4℃)	アブラハヤ 1 (12cm) ドジョウ 5 (3~7cm)	データなし	データなし	川幅 1.0m, 側面人工護岸