

別寒辺牛川水系及び厚岸湖・厚岸湾に生息する  
イトウ (*Hucho perryi*) 成魚の行動生態の解明

2010 年調査報告

北海道大学

# 別寒辺牛川水系及び厚岸湖・厚岸湾に生息するイトウ

## (*Hucho perryi*) 成魚の行動生態の解明

鍵和田 玄\*・高橋 伸幸\*・大坪 澄生\*\*・宮下 和士\*\*\*

\* 北海道大学大学院環境科学院 \*\* 北海道大学水産学部 \*\*\* 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター

### はじめに

イトウ (*Hucho perryi*) はサケ科イトウ属の魚であり、近年の急激な個体数の減少を受け、国際自然保護連合 (IUCN) が発行するレッドリストにおいて、2006 年以降「絶滅危惧種 IA 類 (CR)」に指定されている (IUCN 2009)。そのため、本種の保全計画の策定が急がれている。

本種成魚の生態に関する研究は、北海道東部別寒辺牛川水系において 2007 年 (本多ほか 2009; 本多 2010) 以降毎年行われている。これまでの結果から、イトウ成魚は、産卵期に利用する河川上流域から汽水域である別寒辺牛川河口域や厚岸湖に至るまで、水系全体を生息域として利用することが明らかになっており、季節や時間帯、生息する流域に応じて移動パターンが異なることが示されている。特に本水系のイトウでは、中上流域に滞留するタイプと、下流・河口域を回遊するタイプに大きく分かれることが示されており、季節に応じて、個体毎にこの 2 タイプを選択していると考えられている。

また、本水系における過去の研究結果から、本種は夏季・下流域の 20 °C 付近の高水温を避けるために中上流域へ移動し、河川の平均水温が低い時期には河川全域に分布する可能性が高いことが明らかになっている (本多ほか 2009; 本多 2010)。この傾向は過去の知見からも確認されており、イトウは他のサケ科魚類に比べて高水温に弱く、養殖場のイトウでは飼育水の温度が 20 °C を超えると斃死する個体が急激に増えることが報告されている (福田ほか 1992)。

しかしながら、これらの傾向が本種の経年的な移動パターンとして捉えられるかどうかは不明であり、それを説明できるだけの情報は今までのところ得られていない。イトウ成魚の生態を正確に理解するためには、経年的な行動観察を行うことが不可欠である。そこで、本研究では前年までに引き続き、超音波テレメトリー手法を用いて道東別寒辺牛川水系に生息する本種成魚の移動パターンを観察した。同時に、河川水質の季節変化とイトウの移動パターンの関係を明らかにするため、調査流域の数地点において河川の水質計測を行った。

## 材料と手法

### 調査水域

調査は、北海道厚岸郡厚岸町および川上郡標茶町に跨って流れる別寒辺牛川水系(流域面積 738.8 km<sup>2</sup>)で行った(図 1)。本水系のうち、厚岸湖に注ぐ別寒辺牛川以外の 4 河川(トキタイ川, 東梅川, イクラ牛川, 奔渡川)並びに別寒辺牛川に流入する支流の大別川を除いた, 別寒辺牛川の本流・支流を調査水域に設定した。調査期間はイトウの産卵後から河川が凍結する前までとし, 2010 年 4 月 8 日から 12 月 2 日に実施した。

本報告書では, イトウ保護の観点から魚の捕獲場所並びに受信機の設置場所は明記せず, 河口からの距離と本流・支流の区別のみを記した。そして, 本多ほか(2009)に基づいて, 本水系を 7 つのエリアに区分し(図 1), このエリアによって標識個体の移動・滞在を説明することとした。

### 使用機器

本研究では, イトウの行動追跡に超音波発信器(V13-1L, VEMCO 社製 以下, 発信器)および設置型超音波受信機(VR2, VR2W; VEMCO 社製 以下, 受信機)を用いた。発信器の直径, 長さ, 水中重量はそれぞれ 13 mm, 36 mm, 6 g である。発信器は, 6 回のパルス(周波数 69 kHz)を 1 組とし, それを設定した発信間隔によりランダム発信する。そして, 信号を受けた受信機が個体 ID と受信時刻を内部メモリに記録する(図 2)。発信器は, 発信間隔が 40–90 秒で電池寿命が約 600 日のものを用いた。受信機の受信範囲は, 水域や天候, 設置深度などにより大きく変動するが(Finstad et al. 2005; Mitamura et al. 2005), 河川で使用した場合, 流れ・水温・水質・蛇行・障害物などの影響を受けて減少すると考えられる。本多ほか(2009)は同水系において, 設置した各受信機の受信範囲の確認を行っており, 川幅に対して十分な受信範囲があることを確認している。また, 河川水温を計測するため, 水温ロガー(StowAway TidbiT Vr.1, Vr.2; HOBO Pendant; HOBO U20 Water Level Logger; Onset Computer 社製)を用いた。水温ロガーは受信機とともに係留し, 30 分間隔で水温(精度: ±0.1 °C)を記録した。

また, 定期的に流域河川の数箇所において水温, pH, 溶存酸素量(DO)を計測すると共に, パックテスト(共立理化学研究所社製)を用いて化学的酸素要求量(COD)並びに栄養塩物質(NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>)を計測, 全炭素量(TOC)計測のために各地点で河川水 1ℓ を採集した。

### 発信器装着魚の捕獲

2010 年 4 月 27 日から 5 月 19 日にイトウの産卵場内である河川支流上流域(河口から > 50 km 上流)に網を設置し, 雄 8 個体, 雌 4 個体の計 12 個体のイトウ親魚を捕獲した(表 1)。個体 ID は雌雄・尾叉長・捕獲場所を基に記載した(例えば, メスで尾叉長 61.6 cm の川で捕獲・放流した個体では, F618R10)。網は, 地曳網(縦 × 横 1.0 m × 28.1 m, 網目 40 mm)を小型定置網状に改良して用い, 遡上する魚が通過できるように川岸に魚道を設けた。また, 網口を上流側に一箇所設けることで, 上流側から下流方向に移動するイトウのみを捕獲対象とした。なお, 雌雄の判別は, 以下の外見的特

徴を基に行った。雄は、産卵期になると雌を獲得するために互いに激しく争いをするため（江戸 2002; Esteve et al. 2009）、背鰭から尾鰭にかけて鱗の欠損、もしくは、体に目立った傷がみられ、雌より婚姻色が強く出るなどの特徴を有する（川村ほか 1996）。一方雌は、顔つきや鱗が剥がれずに残っていることなどから判別が可能である。

本多ほか(2009)が用いた手法と同様に、捕獲したイトウ成魚 12 個体に麻酔を施し、腹腔内に発信器を挿入した。発信器の装着を終えた個体は、体長・尾叉長・全長・体重を測り、その後直ちに籠（60 cm × 60 cm × 100 cm）内に移して 30 分以上の馴致を行い、網のすぐ下流で放流した。

また、5 月 17 日から 5 月 19 日に厚岸湖内の定置網漁業によって水揚げされた計 3 個体（全て雌雄不明）のイトウ成魚も材料として使用した（表 1）。これらの個体は厚岸漁業協同組合市場内の生簀で数時間馴致した後、河川上流で捕獲したイトウと同様の方法により発信器を装着した。発信器を装着した個体は、回復を確認した後最寄りの湖岸へ運び、放流した。

### 発信器装着魚の追跡方法

エリア 1-7 において併せて 23 台の受信機を土嚢、ロープ、係留ブイを用いて設置した（図 2）。内 7 台の受信機には水温ロガーを係留した。その後、全ての受信機は 12 月 3 日に回収するまで継続して設置した。

同時に、一台の受信機をカヌーに取り付けて河川内を曳航し、標識個体の居場所を特定した。受信機曳航中は、GPS（GPSMAP60CSx, GERMIN 社製）により位置を記録した。カヌーによる受信機の曳航は、エリア 2 の一部からエリア 6 までにおいて 4 月下旬から 11 月まで毎月各月の中旬を目途に 1 回以上実施した。

### データの解析方法

カシミール 3D（DAN 杉本作）を用いて受信機間の河道距離および各位置の河口からの河道距離を計測した。それを基に河川内における標識個体の降下・遡上時の移動距離を求めた。なお、産卵場からの降下の終了は、24 時間以上ステーション間の移動がみられなくなるまでと定義した。

また、本研究では、河川流域における標識個体の生息位置の季節的な変化を記述するために、7 つのエリアのそれぞれにおける「エリア滞在率」を定義した。エリア滞在率は、各個体が一日の間に各エリアに滞在した時間の割合として計算される。受信数が 0 の期間は、最後の受信が記録されたエリアと再び受信が記録された隣接するエリアの間に滞在していたとみなせることから、2 つのエリア内での滞在時間をそれぞれのエリアに 50%ずつ割り振った。さらに、全標識個体のデータをプールすることによって、各エリアにおける「月平均エリア滞在率」を計算した。なお季節については、4-6 月を春季、7-9 月を夏季、10-11 月を秋季とした。

さらに、各個体が一日に滞在したエリア 1-7 のエリア番号にエリア利用率を乗算して足し合わせたものを滞在エリア指数と定義して、日毎・月毎の値を求めた。本指数は、1 に近ければ上流側に、7 に近ければ厚岸湖側に滞在していたことを示す。

表 1 発信器装着魚の性別，体サイズおよび放流日時など。

個体ID	発信器ID	雌雄	FL	BW	捕獲場所	放流日時
F618R10	3077	F	61.8	2.63	河川支流上流域	2010/4/27
M705R10	3078	M	70.5	4.19	河川支流上流域	2010/4/26
M514R10	3083	M	51.4	1.91	河川支流上流域	2010/4/27
M510R10	3084	M	51	1.83	河川支流上流域	2010/4/29
M460R10	3085	M	46	1.46	河川支流上流域	2010/4/29
M625R10	3086	M	62.5	2.78	河川支流上流域	2010/4/30
M462R10	3087	M	46.2	1.63	河川支流上流域	2010/4/30
M570R10	3094	M	57	2.3	河川支流上流域	2010/5/1
M733R10	3095	M	73.3	4.47	河川支流上流域	2010/5/3
F638R10	3096	F	63.8	3.05	河川支流上流域	2010/5/3
F708R10	3097	F	70.8	3.61	河川支流上流域	2010/5/2
F632R10	3098	F	63.2	2.94	河川支流上流域	2010/5/3
U725L10	3090	Unknown	72.5	4.51	厚岸湖	2010/5/16
U650L10	3091	Unknown	65	3.78	厚岸湖	2010/5/16
U668L10	3092	Unknown	66.8	3.25	厚岸湖	2010/5/16

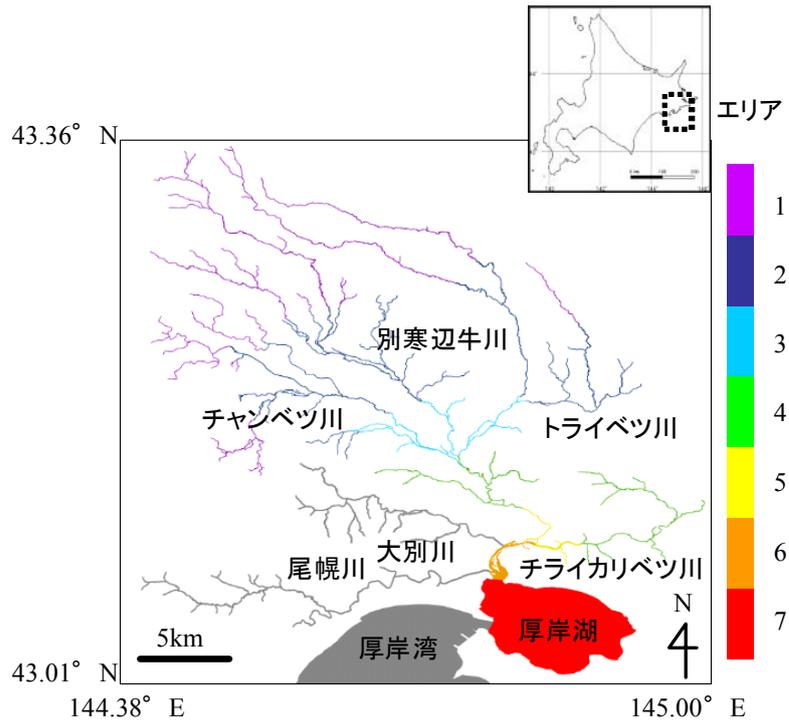


図1 道東別寒辺牛川水系と河川エリアの分割。

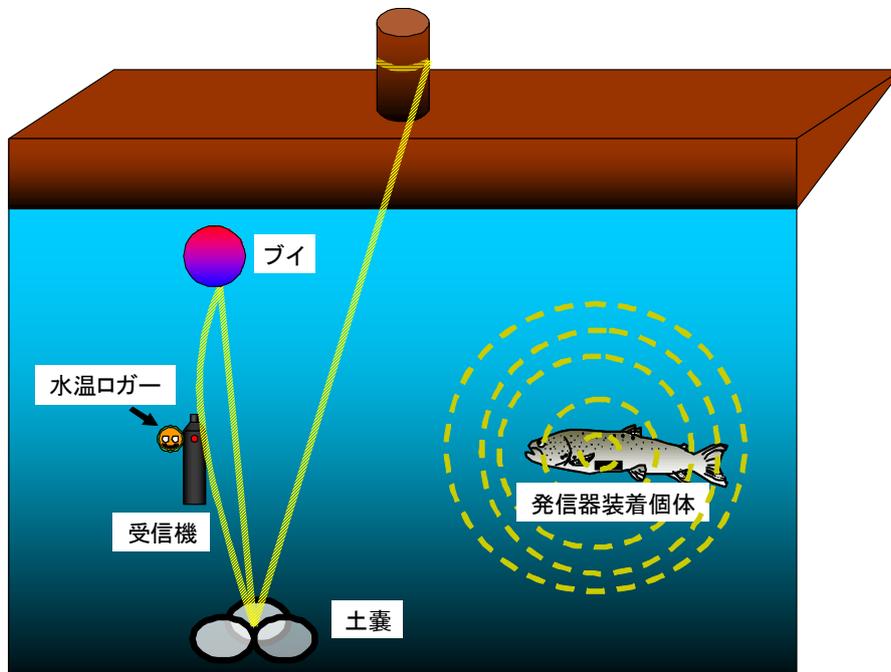


図2 受信機・水温ロガーの係留方法および発信器装着魚が受信される様の模式図。

## 結果

### 季節的・日周的な移動パターン

設置型受信機およびカヌーで曳航した受信機双方からデータを読み出した結果、放流した 15 個体全ての受信が確認された。また、2009 年に捕獲・放流した個体内、F585R09, F685R09, F691R09, M605R09, M606R09, M663R09, U557L09, U627L09, U645L09 の 9 個体が受信された。本解析では、これら 24 個体の受信データを使用した。

図 3 における全ての受信機（曳航式含む）による受信結果を踏まえた各標識個体の位置を河口からの河道距離として時系列で示し、図 4 には各月の平均エリア利用率を示した。イトウ成魚は上流域から厚岸湖までの水系全体を生息域として利用していたが、夏季においては中・上流域に多く分布する傾向を示した。調査期間中に最も多く利用されたエリアは、エリア 4 で全体の 25.0%であり、最小はエリア 7 で 0.0%であった。

次に、個体別の滞在エリア指数を図 5 に示した。上流・中流・下流の各々の流域に滞在し続けた個体が確認された一方で、上流から下流までを広く利用する個体も確認された。個体別の平均滞在エリア指数では、最小値 ( $1.0 \pm 0.0$ , F618R10) と最大値 ( $5.0 \pm 1.3$ , M733R10) に大きな開きがみられた（1 年を通して滞在エリアを特定できた個体と比較）。また、2009 年度放流個体の多くは、生息域を季節的に大きく変化させることはせず、同じ流域に滞在し続ける傾向を示した。

### 河川水温の推移

調査水域で記録した河川水温の日平均水温を時系列で図 6 に示した。年間で最高値を記録したのは 8 月 7 日の  $20.4^{\circ}\text{C}$  で、最低値は 12 月 2 日の  $1.3^{\circ}\text{C}$  であった。また、河川の場所毎の水温分布は下流域ほど高水温で推移した。

### 河川水質の季節推移

調査水域の各地点においてパックテストを用いた水質分析を行った結果、季節による値の推移はほぼ確認出来なかった。年間の平均値を以下に示すと、COD は  $7.67 \pm 0.83$  (mg/L),  $\text{NO}_2$  は  $0.005 \pm 0.00$  (mg/L),  $\text{NO}_3$  は  $0.21 \pm 0.06$  (mg/L),  $\text{NH}_3$  は  $0.2 \pm 0.00$  (mg/L),  $\text{PO}_4$  は  $0.02 \pm 0.00$  (mg/L) であった。また、地点毎に計測した pH, DO, TOC の季節変化を図 7, 図 8, 図 9 に示した。

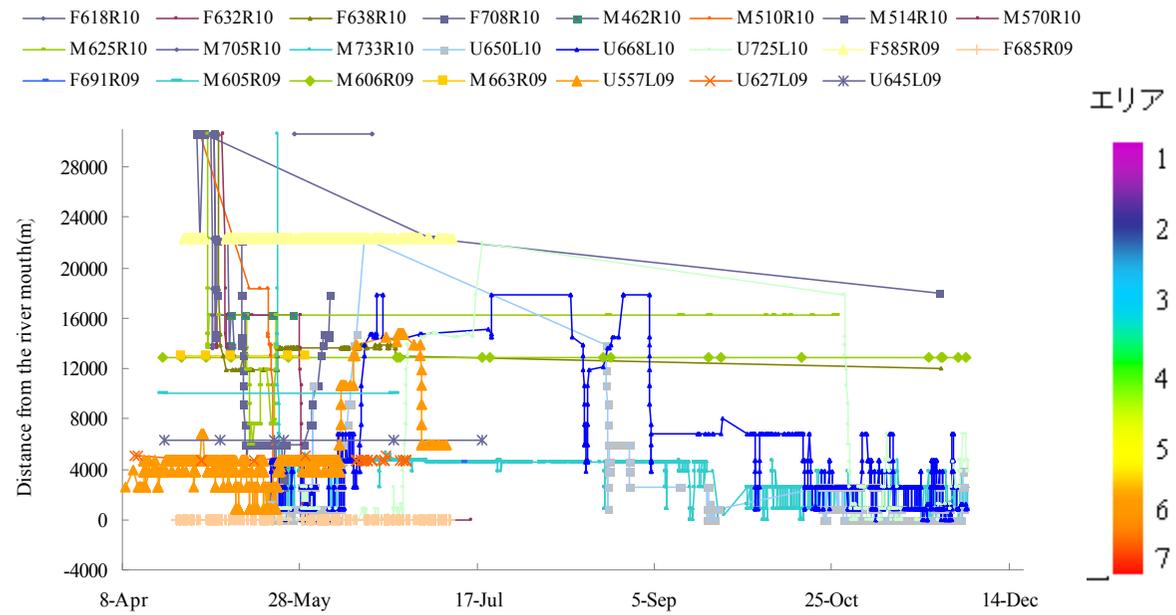


図3 河口からの河道距離を位置とした各標識個体の時系列図。

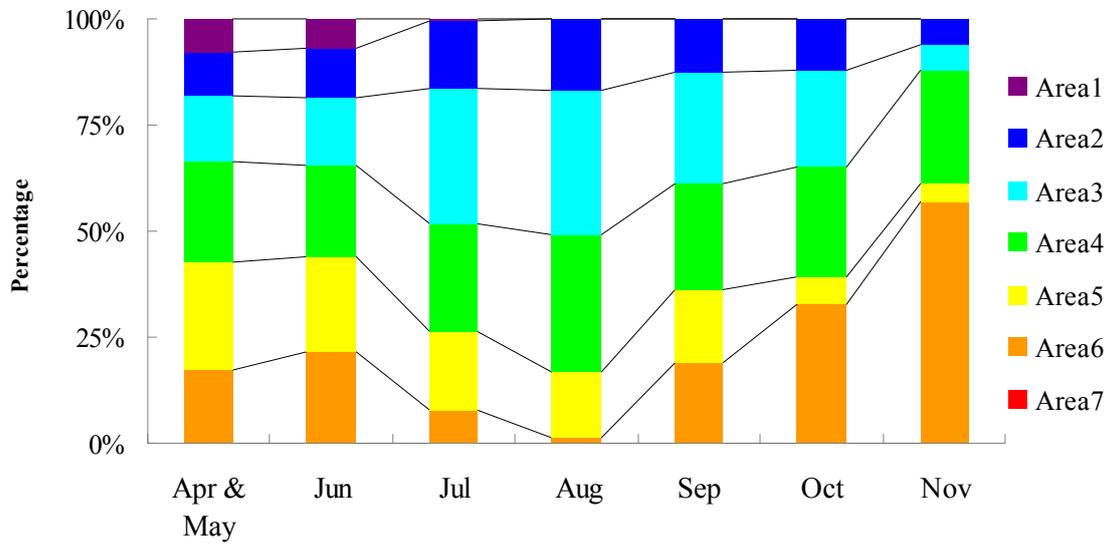


図4 月毎の平均エリア利用率の推移。

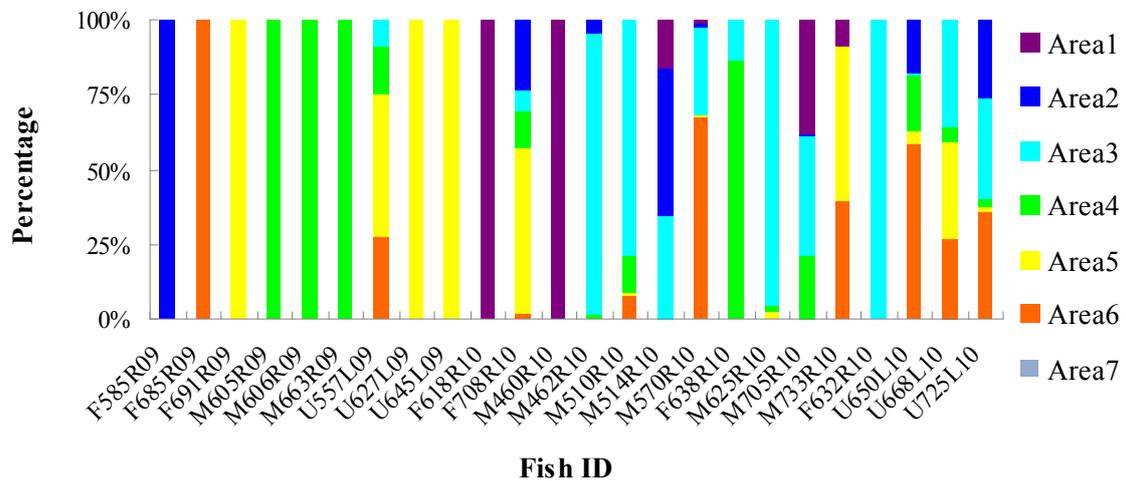


図5 個体別平均エリア利用率。ただし、途中で受信が確認されなくなった個体については、前の月までのデータを用いた。

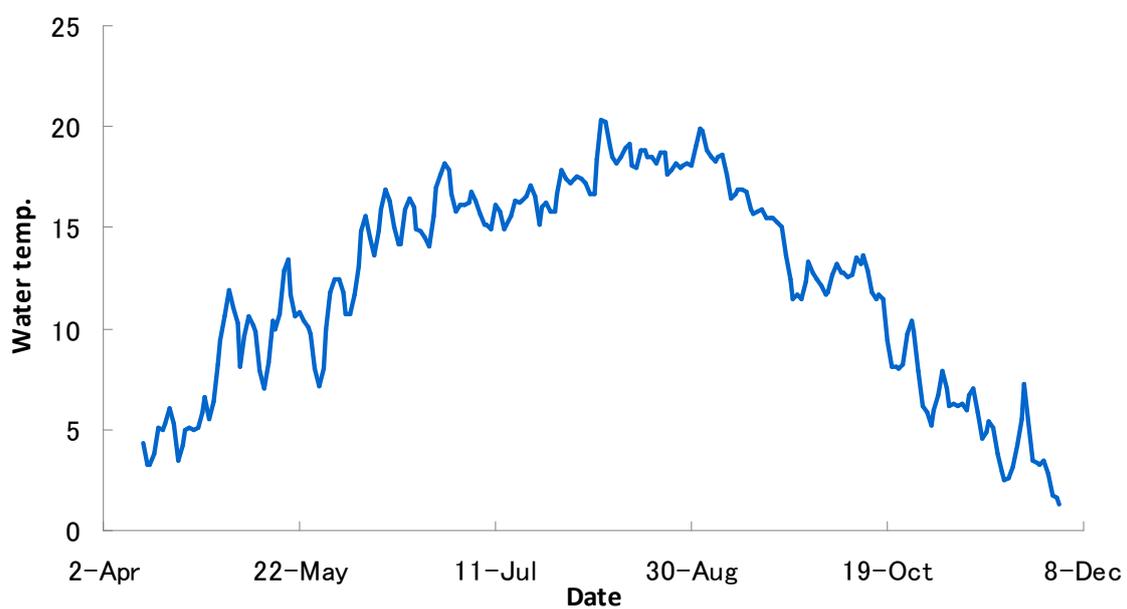


図6 調査水域における日平均水温の時系列。水温ロガーによって30分間隔で得られた水温データを基に日平均水温を算出した。

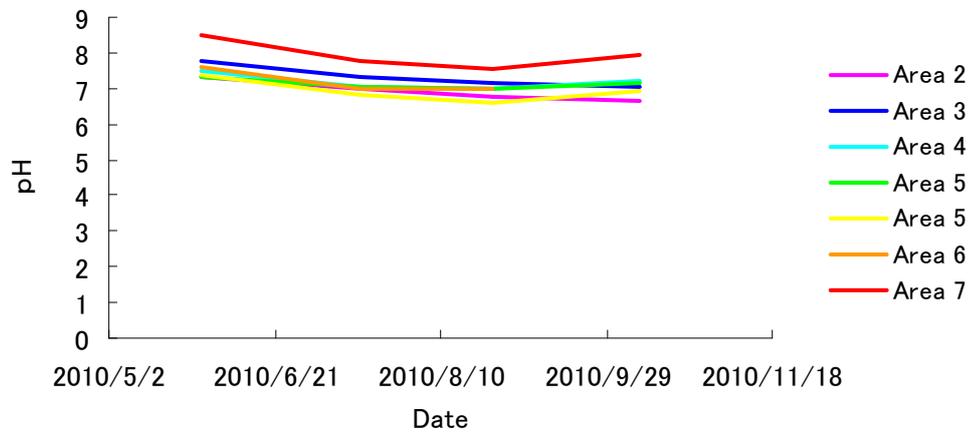


図 7 調査水域における pH の季節変化。

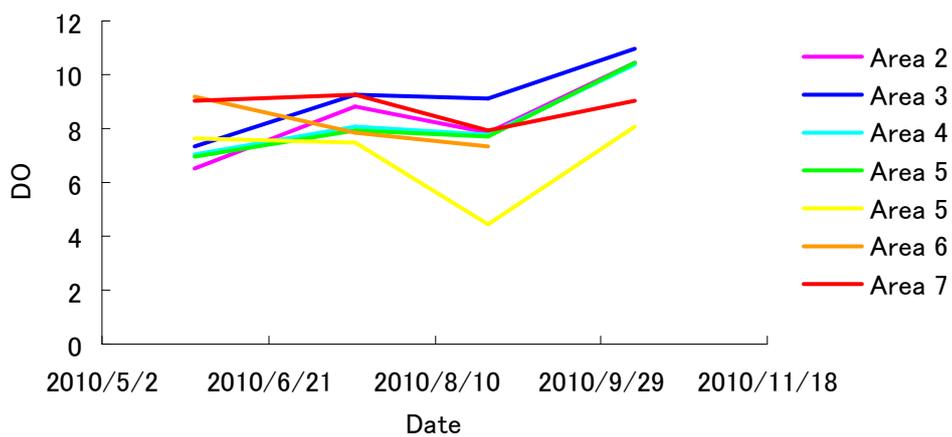


図 8 調査水域における DO の季節変化。

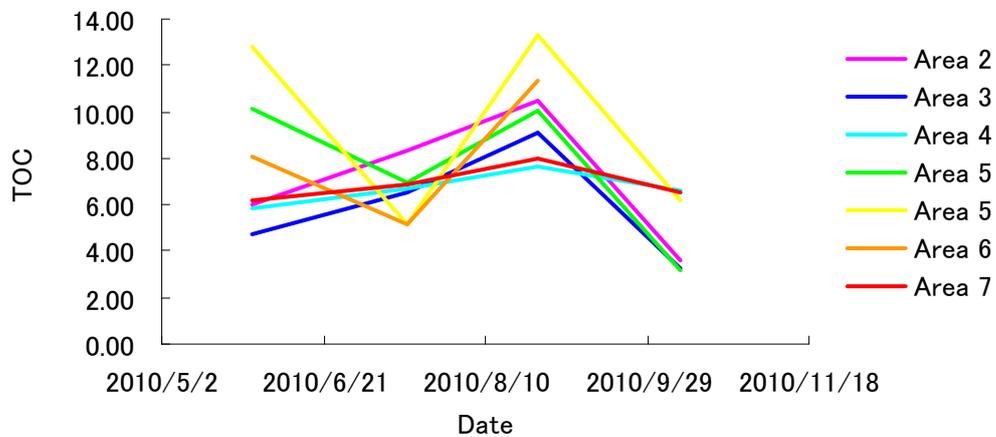


図 9 調査水域における TOC の季節変化。

## おわりに ～過去に行った調査結果との比較～

本研究結果（2010年）と過去に行った調査（2009年，2008年）の結果を比較すると，2010年では夏季において河川中・上流域（エリア2-4）を利用する個体が多く見られ，2008年においても河川中流域（エリア3-4）を利用する個体が多く確認された。一方，2009年では季節を問わず河川全域を広く利用していた。

本種の生息域の決定には，先述の通り20℃付近の高水温が関与していると考えられている。ここで，夏季の本水系下流域（エリア5-7）における水温の経年変化を比較すると（付録1），2010年の水温が最も高く，ついで2008年，2009年の順である。2010年には最高水温が20℃を超えた日が46日記録され，平均水温は $19.8 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$ であった。この値は2009年（13日， $16.8 \pm 1.6^{\circ}\text{C}$ ），2008年（45日， $18.0 \pm 1.8$ ）のどちらと比較しても高いことがわかる。したがって，2009年の夏季では，下流域の水温分布がイトウの生息に不適な状態ではなかったと考えられ，水温の低い上流側へ避難する必要がなかったのに対し，2008年は下流域の高水温を避けるために中流域に多く分布しており，2008年以上に高水温を記録した2010年はさらに河川上流へと分布したと推測される。

また，河川水質からは本種の分布を決定するような傾向が見られず，総じて生物が生息するのに良好な水質であることが明らかとなった。つまり，本種の分布を決定する要因として，水温の重要性がより強調される結果となった。

以上に示したように，年毎のイトウ成魚の移動パターンには大きな違いが確認された。今後は，継続中のデータ解析を進め，このような違いが生じた理由についてさらに詳しく検討していく。

## 謝辞

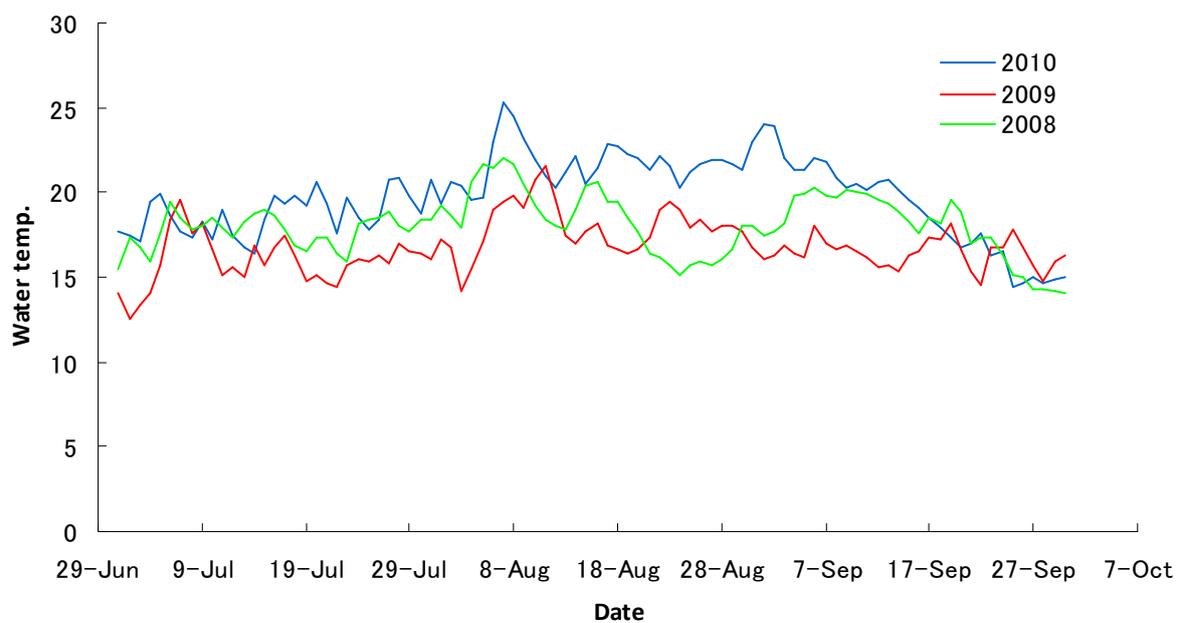
本研究を進めるにあたり、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター厚岸臨海実験所の仲谷雅裕教授をはじめとする職員の皆様並びに厚岸水鳥観察館学芸員の澁谷辰生氏をはじめとする職員の皆様には調査地の情報提供や現地でのサポートをして頂きました。また、佐藤悌二氏および栗林正志氏をはじめとする厚岸漁業協同組合の皆様並びに厚岸町カキ種苗センターの武山悟氏には、実験魚の捕獲等多大なご協力を頂きました。以上の諸氏にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

本研究は、平成 22 年度厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助制度厚環水第 21 号の補助を受けて行われました。

## 引用文献

- 江戸謙顕 (2002) 希少種保全のための調査研究 ―イトウを例として―. (多賀光彦 監修) 生物と環境. 三共出版, 東京, pp 67-117.
- Esteve M, McLennan DA, Kawahara M (2009) Spawning behaviour of Sakhalin taimen, *Parahucho perryi*, from northern Hokkaido, Japan. *Environmental Biology of Fish* 85: 265-273.
- Finstad B, Okland F, Thorstad EB, Bjorn PA, McKinley RS (2005) Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology* 66: 86-96.
- 福田 裕・松坂 洋・松田銀治・菊谷尚久 (1992) 親養殖魚生産技術開発試験. 平成 2 年度青森県内水面水産試験場事業報告書 pp 29-35.
- 本多健太郎・野田裕二・津田裕一・安間洋樹・宮下和士 (2009) 超音波テレメトリーによるイトウ (*Hucho perryi*) 成魚の季節的移動パターンの解明. 日本生態学会誌 59: 239-247.
- IUCN (2009) 2009 IUCN Red List of Threatened Species. ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)) Downloaded on 9 Sep 2009.
- 川村洋司・原 彰彦・寺西哲夫 (1996) 北海道編. (野村 稔 監修) イトウの養殖技術. 新魚種開発協会, 東京, pp 1-29.
- Mitamura H, Arai N, Mitsunaga Y, Yokota T, Takeuchi H, Tsuzaki T, Itani M (2005) Directed movements and diel burrow fidelity patterns of red tilefish *Branchiostegus japonicus* determined using ultrasonic telemetry. *Fisheries Science* 71: 491-498.
- 森 高志・野本和宏 (2005) 斜里川におけるイトウ稚魚の成長と分散 ―2002・2003 年の調査報告―. 知床博物館研究報告 26: 9-14.
- 佐川志朗・山下茂明・中村太士 (2002) 北海道天塩川水系一支流におけるイトウ成魚の夏季生息場所利用 ―イトウ生息地保全事項の提示―. 日本生態学会誌 52: 167-176.

## 付録



付録1 2008年・2009年・2010年の夏季における、下流域の最高水温の時系列。