

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

2008 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

本多 健太郎*・水越 麻仁*・鍵和田 玄**・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、ロシア沿海州、サハリン、千島列島、北海道に分布が確認されている(木村 1966; グリツェンコほか 1974)。本種は、イトウ属の中で唯一降海性を有し、成長すると全長 1.5 m 以上に達する日本最大の淡水魚である(グリツェンコほか 1974; Holicik et al. 1988)。本種の産卵は一生の間に複数回(成熟後 2-3 年に 1 度)行われ(福島 1998)、北海道の河川では主に雪解け後の 4 月中旬から 5 月中旬に河川上流の浅瀬で行われる(Fukushima 1994, 2001; Edo et al. 2000)。成熟には長い年月を要し(雄: 4-6 年, 雌: 6-7 年)、成長と共に分布域を河川上流から下流、さらには海洋の沿岸域にまで拡大する(木村 1966; 川村ほか 1983; 佐川ほか 2002; Edo et al. 2005)。

本種は、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 2008)。個体数減少の背景には、近年の河川改修など、人為的影響による生息環境の悪化が挙げられている(江戸 2002; 佐川ほか 2002; 森・野本 2005)。従って、本種の保全計画策定は急務であり、同時に本種の生活史についての知見や環境の変化に伴う本種の分布域の変動に関する知見が求められている。

本種の主な生息河川は、一般に泥炭地帯を流れ、茶褐色の濁水の影響により透明度が低いため、上流部を除いて魚の行動を目視で追うことは不可能に近い。そのため、過去の知見では初期および繁殖期の生活史に関する研究が多く、その他の期間

においても、沿岸域で捕獲されたイトウや、夏季の生息場所利用に関する断片的な情報があるのみである(木村 1966;川村ほか 1983;Fukushima 1994;Edo et al. 2000, 2005 ;江戸 2002 ;佐川ほか 2002, 2003 ; Arai et al. 2004)。とりわけ、本種成魚の行動生態に関する知見は現在までに得られていない。

そこで、本研究では2007年(本多ほか 査読中)に引き続き、北海道道東別寒辺牛川水系において音響テレメトリー手法によりイトウ成魚の季節的・日周的な移動パターンを明らかにすることを目的とした調査を行った。

材料と方法

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（流路延長 43.8 km, 流域面積 738.8 km²）で行った（図 1）。本水系のうち、本流の別寒辺牛川および尾幌川を除く 6 つの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、2007 年 4 月 18 日から 11 月 28 日に実施した。

本論文では、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、受信機設置場所については河口からの距離と本流・支流の区別のみを記した。また、Rosgen (1994) による河川分類法に基づき、本水系を勾配・河川形態により分類した。さらに、河川形態だけではなく、下流部の潮汐によって流速に変化が生じる範囲、塩分に変化が生じる範囲および中流部の河川合流点を考慮した分割を行った。図 1 に示す通り、上流域をエリア 1, 中上流域をエリア 2, 中流域（合流点の上流側）をエリア 3, 中流域（合流点下流側）をエリア 4, 潮汐により流速に変化が生じる下流域をエリア 5, 塩分に変化が生じる（塩分 < 30 psu）河口域をエリア 6 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, VEMCO 社製 以下、受信機）を用いた。発信器の電池寿命は約 1 年であり、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 20-60 秒の間に一度ランダムに発信し、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）。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。そのため、設置した各受信機の受信範囲の確認を行った。その結果、川

幅約 5 m・平均水深約 1 m の上流部では受信半径約 10-20 m, 川幅約 100 m・平均水深約 2 m の下流部では受信半径約 100-200 m (最大で > 400 m) であり, 川幅に対して十分な受信範囲があることを確認した。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) 13 台を用いた。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。

発信器装着魚の捕獲

2008 年 4 月 26 日から 5 月 3 日にイトウの産卵場内である (野本 未発表データ) 河川支流上流域に網を設置し, 雄 9 個体, 雌 3 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, 川で捕獲・放流した尾叉長 66.1cm のメスでは F661R)。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。

雌 : 腹部を軽く絞ると産卵に使われなかった卵が数粒排出される。

雄 : 1. 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), 背鰭から尾鰭にかけての鱗が欠損, もしくは体に目立った傷がみられる。

2. 雌より婚姻色が強く出る (川村ほか 1995)。

捕獲したイトウ成魚 12 個体に麻酔 (2-phenoxyethanol 0.04%, 河川水で希釈) を施した後, 手術台に乗せて腹部を医療用メスで約 1 cm 切開し, 腹腔内に発信器を挿入した。切開部の縫合には生体分解性の糸を用いた。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 1 時間以上の馴致を行った。麻酔の影響から十分に回復したことを確認した後, 網のすぐ下流で放流した。なお, 麻酔槽から引き上げてから再び籠に戻すまでの作業には 2 分程度を要した。本多ほか (査読中) は発信器装着の影響により,

本種成魚が死亡する可能性が小さいことを報告している。

また、5月7日および5月9日に厚岸湖内にて定置網漁業によって水揚げされた3個体（雌1個体，不明2個体）の生きたイトウ成魚を厚岸漁業協同組合館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，2008年4月18日から4月25日にかけて24箇所のステーションに，また，5月15日に1箇所のステーションに，併せて25台の受信機を土嚢，ロープ，係留ブイを用いて設置した（表2，図2）。内13台の受信機には水温ロガーを係留した。なお，ステーション番号は上流から順にSt. 1-25とした。

設置型受信機で得られるデータからは，受信した個体の正確な方角・距離は把握できない。つまり，受信機を1台のみ設置しても，イトウが河川の上・下流のどちらへ移動したのかは判別できない。そこで，受信機の非設置区間を補うため，また，リアルタイムでイトウの追跡を可能にするために，受信機をカヌーに取り付けて河川内を移動しながら曳航した。受信機曳航中は，GPS受信機（etrex LEGEND，GERMIN社製）により位置を記録し，受信のあった位置を発信器装着魚が存在する位置とした。なお，カヌーによる追跡で得られる魚の位置情報は，中・下流域の流路にして約10-500 mの範囲であり，受信された範囲の中心点を魚が存在した位置と定義した。受信機の曳航は，エリア2の一部からエリア6において5月から11月まで毎月1回以上適時実施した。

データの解析方法

カシミール3D（SUGIMOTO Tomohiko 作成）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，河川内における降下・遡上時の移動距離を求めた。移動速度は，受信のあった2つの受信機間の河道距離と受信終了時刻から次の受信開始時刻までにかかった時間を基に求めた。

移動頻度を見積もるために、受信データの標準化を行った。各受信機において、受信開始時刻および受信終了時刻にはイトウが動いていたとし、全受信データから連続受信の最初と最後のデータを抽出し、これを移動数と定義した。また、受信が途絶えた後 180 秒間同受信機で受信がなかった場合、その個体は受信範囲外に移動したと判断し、180 秒以内の受信を連続受信と定義した。これは、発信器の最大発信間隔である 60 秒で、3 回連続して受信ミスが起こる可能性が限りなく小さいことによる。

本研究では、追跡個体が生息した場所の特徴を示すために、区分された 6 つのエリアを基に「エリア利用率」を用いた。エリア利用率とは、各個体が一日の間に生息したエリアを、合計が 100%になるように、利用したエリア毎の頻度を基準に分割した百分率のことである。例えば、ある日にある個体がエリア 3 からエリア 4 に移動し、その後エリア 3 に戻った場合は、その日のエリア利用率はエリア 3 で 66.7%、エリア 4 で 33.3%となるが、これは受信数や移動数には依らず、エリアを跨いだ移動のみをカウントする。また、受信数が 0 の期間では、前日以前最後の受信が記録されたエリアと翌日以降最初に受信が記録されたエリアから、その中間値を補間した。

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 に近ければ上流に、7 に近ければ厚岸湖に滞在していたことを示す。

また、受信結果を水温ロガーによって得られた水温データと重ね合わせ、その関係について調べた。特に、高水温条件下でのイトウの行動を観察するため、夏季の水温に着目した。

なお、季節については、5・6 月を春季、7・8 月を夏季、9・10・11 月を秋季と便宜的に定義した。

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	尾叉長(cm)	体重(kg)	捕獲・放流場所	放流日時	受信の有無
M699R	4726	雄	69.9	3.5	支流上流域	2008/4/26 6:08	○
M520R	4652	雄	52.0	2.0	支流上流域	2008/4/26 6:09	×
M566R	4722	雄	56.6	2.1	支流上流域	2008/4/26 6:37	○
M839R	11753	雄	83.9	6.0	支流上流域	2008/4/26 7:27	○
F815R	11756	雌	81.5	6.0	支流上流域	2008/4/26 7:29	○
M595R	4723	雄	59.5	2.3	支流上流域	2008/4/26 7:53	×
F560R	11754	雌	56.0	1.8	支流上流域	2008/4/26 7:54	○
M605R	4725	雄	60.5	2.5	支流上流域	2008/4/26 8:09	○
M476R	11757	雄	47.6	1.4	支流上流域	2008/4/26 8:15	○
M563R	11755	雄	56.3	2.0	支流上流域	2008/4/27 5:29	○
F661R	4724	雌	66.1	2.6	支流上流域	2008/4/29 5:53	○
M529R	95	雄	52.9	1.7	支流上流域	2008/5/3 5:31	×
U705L	96	不明	70.5	4.5	厚岸湖	2008/5/7 13:54	○
F741L	94	雌	74.1	5.0	厚岸湖	2008/5/9 14:26	○
U800L	98	不明	80.0	6.3	厚岸湖	2008/5/9 14:27	○

表 2. 各ステーションにおける受信機および水温ロガーの設置期間・エリアおよび位置情報。

ステーションNo.	受信機ID	受信機設置日	受信機回収日	水温ロガー	エリアNo.	河口からの距離(m)	流域
1	7879	2008/4/21	2008/11/27	○	1	30,607	支流
2	101196	2008/4/21	2008/11/27	○	2	22,264	支流
3	7222	2008/4/21	2008/11/27	○	2	22,224	本流
4	101197	2008/4/20	2008/11/27		3	18,131	支流
5	2077	2008/5/15	2008/11/20		3	17,876	本流
6	7215	2008/4/20	2008/11/26	○	3	14,729	支流
7	7880	2008/4/20	2008/11/26	○	3	14,441	本流
8	5921	2008/4/20	2008/11/26		4	13,901	本流
9	5920	2008/4/20	2008/11/26	○	3	13,612	支流
10	7216	2008/4/20	2008/11/26	○	4	12,958	本流
11	7221	2008/4/18	2008/11/24		4	11,235	本流
12	7212	2008/4/18	2008/11/24	○	4	9,128	本流
13	7219	2008/4/19	2008/11/23	○	4	8,285	支流
14	7214	2008/4/18	2008/11/24		5	7,553	本流
15	7217	2008/4/19	2008/11/23		5	6,744	支流
16	7218	2008/4/18	2008/11/24		5	6,484	本流
17	7220	2008/4/18	2008/11/24	○	5	5,618	本流
18	7886	2008/4/18	2008/11/24		5	4,590	本流
19	7224	2008/4/19	2008/11/23		5	4,494	支流
20	7213	2008/4/19	2008/11/23	○	6	3,895	本流
21	4680	2008/4/19	2008/11/23		6	2,542	本流
22	7223	2008/4/19	2008/11/23		6	1,744	本流
23	7210	2008/4/19	2008/11/23	○	6	1,022	本流
24	7211	2008/4/23	2008/11/25		7	-2,754	厚岸湖
25	6710	2008/4/21	2008/11/25	○	7	-3,471	厚岸湖

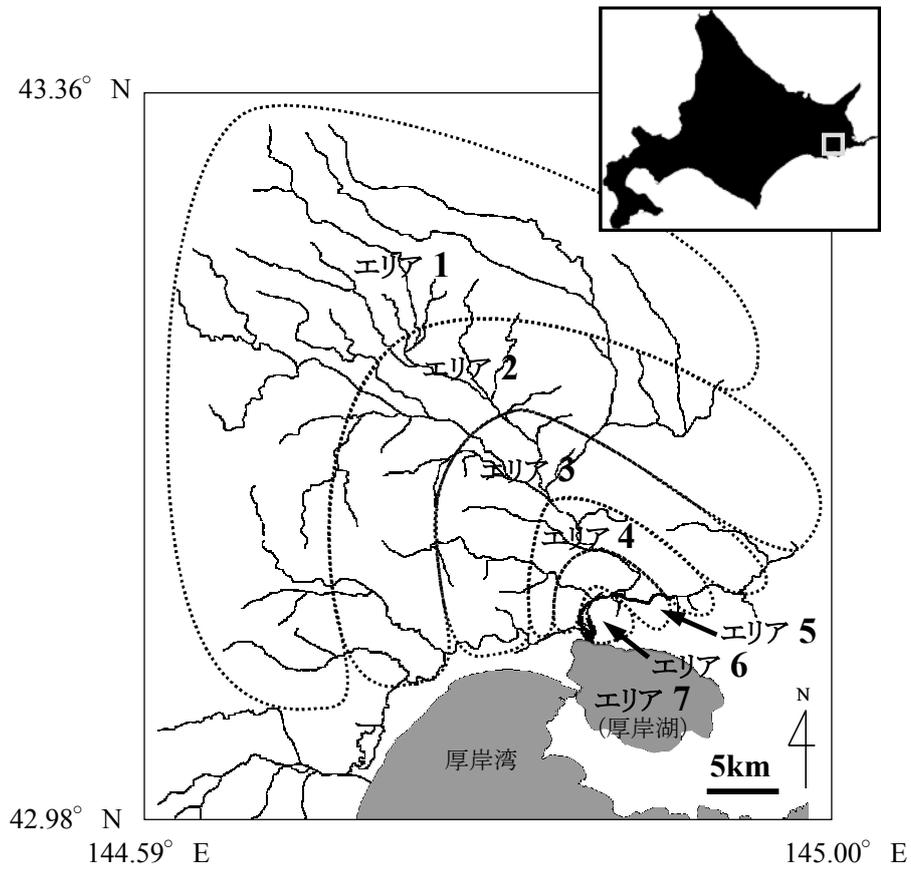


図1 道東別寒辺牛川水系と河川エリアの分割。

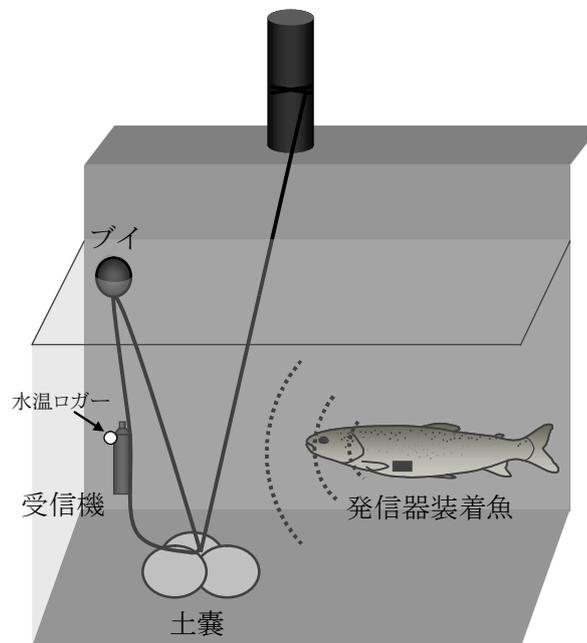


図2 受信機・水温ロガーの係留方法および発信器装着魚が付近に現れた際に受信される様の模式図。

結果

産卵場からの降下行動

回収した受信機からデータを読み出した結果、15 個体中 12 個体の受信が確認され、設置した受信機の総受信回数は 152397 回であった。

における、産卵場から降下が終了するまでの定義は、24 時間以上受信機間での移動が見られなくなるまでとした。

上流域で放流した後受信が確認された 9 個体は、放流後から降下が終了するまでに 1-5 日を要し、その平均時間は 66.5 ± 33.4 (以下全て Mean \pm SD.) であった。降下距離は、最短個体 (ID. M566R) でエリア 2 までの 20.5 km, 最長個体 (ID. M839R) ではエリア 5 までの 46.3 km であり、平均では、 36.5 ± 6.6 km であった。9 個体の平均降下速度は 0.74 ± 0.43 km/h, 0.34 ± 0.16 BL/s (体長/秒) であった。また、中流域に位置する河川合流点周辺域 (St. 6-10) において、ID. F661R, M605R, M699R, F560R の 4 個体が降下行動を終え、4 個体ともに、降ってきた支流とは別の支流に遡上して降下行動を終えた。ID. M839R は支流に 100 m 以上遡上した後、再び降下行動を継続した。

さらに、各個体が移動を行っていた時間帯は日出・日没時、夜間に多い傾向がみられ、ピークは 0-1 時であった (図 3)。

降下後の季節移動

本解析では、受信された 12 個体の受信データを使用した。また、産卵場からの降下が終了した時点から受信機を回収するまでに記録した、設置型受信機およびカメラで曳航した受信機双方から得られたデータを用いた。

図 4 に産卵場からの降下が終了した後の、厚岸湖で放流した 3 個体についてはその後の各月の平均エリア利用率を示した。結果、全ての月においてエリア 3 とエリア 4 で併せて 60%以上の滞在が確認されたが、春季および秋季にはエリア 5 とエリア 6 に滞在する個体が多くみられた。毎日の平均滞在エリア指数は 3.57 ± 0.37 であり、月毎では 9 月の平均値 (3.49 ± 0.11) が最も低く、11 月 (3.94 ± 0.14) が

最も高い値を示した。

個体別の平均エリア利用率を図 5 に示した。結果、先述の通りエリア 3-4 を主な生息域としている個体が多くみられたが、各個体の利用エリアに共通した特徴はみられなかった。また、エリア 1-2 の上流域を主な生息域として利用している個体がい一方、エリア 5-6 のみに滞在する個体は確認されなかった。個体別の平均滞在エリア指数においても、最小値 (1.38, ID. M566R) と最大値 (4.48, ID. M839R) に大きな開きがみられた。

次に、各月の各エリアにおける平均移動距離、および各個体のひと月の平均移動距離を、それぞれ図 6, 7 に示した。結果、平均移動距離は春季の下流域から河口域で高い値を示し、エリア 3 より上流域では、特にエリア 3 では多くの滞在がみられたにも関わらず、移動距離は僅かであった。個体別では、ひと月に 20 km 以上移動した個体が 6 個体確認された一方で、ある滞在場所からほとんど移動しない個体の存在も明らかになった。20 km 以上移動した個体はいずれもエリア 5 より下流域において長距離の移動がみられた。

また、季節別の移動数頻度を時間帯別に、潮汐の影響により流れが逆流することがあるエリアとそうでないエリアに分けて、図 8 にまとめて示した。結果、潮汐の影響のないエリアでは、移動のピークが日出・日没時付近にあり、日中よりも夜間に移動が多くみられた。また、潮汐の影響を受けるエリアでは、春から夏にかけては夜間よりも日中に移動が多くみられ、秋では特徴はみられなかった。

河川環境とイトウの分布・移動

エリア 1 の St. 1, エリア 4 の St. 10, エリア 6 の St. 23 における毎日の平均水温を時系列で図 9 に示した。どの季節においても水温は下流域ほど高く、一日の最高水温が 20 °C を超えた日は St. 1, St. 10 では一日も記録されなかった一方で、St. 23 では 42 日を記録した。

また、4 月 26 日から 11 月 28 日までの 7 日毎の水温ロガーを設置した 12 ステーションの平均水温と、同じく 7 日毎の平均滞在エリア指数を比較したところ、両者の間に相関が認められた (図 10, $\rho = -0.57, n = 31, P < 0.01$)。

ここで、高水温が記録された8月の潮汐の影響を受ける水域における水温ヒストグラムおよびそのときのイトウの移動数のヒストグラムを併せて図11に示した。結果、周囲の水温が20℃を超えるとイトウはほとんど移動をしなくなる事が明らかになった。

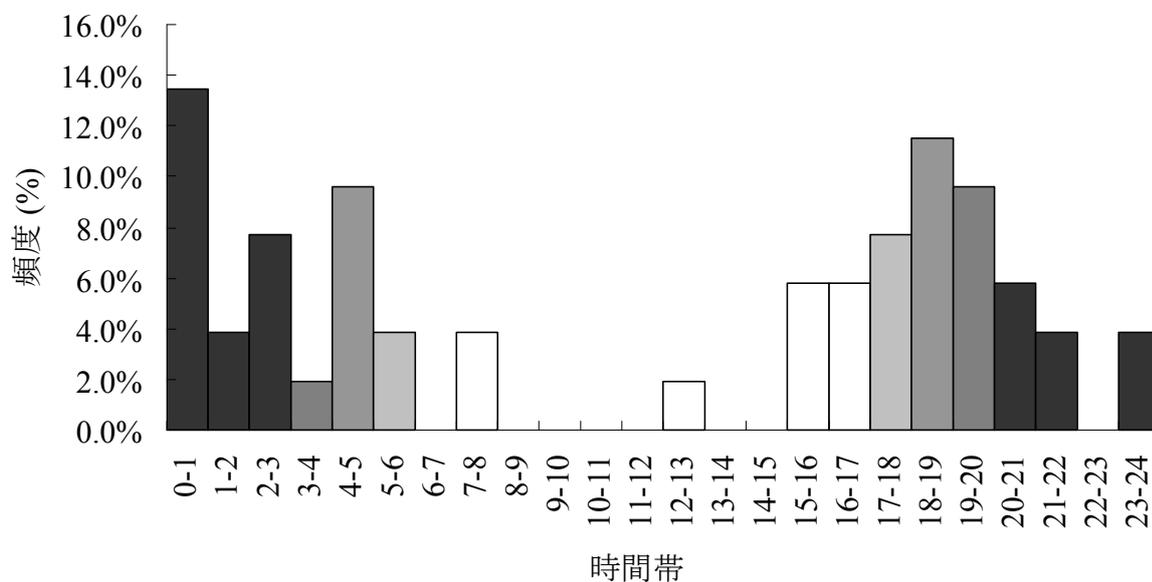


図3 産卵場からの降下時に各個体が各受信機を通過した回数の時間帯別の頻度(9個体, n=52)。白は日中, 黒は夜間を示し, 3種の灰色枠の内, 真中の枠中にこの時期の日出・日没時があることを示す。

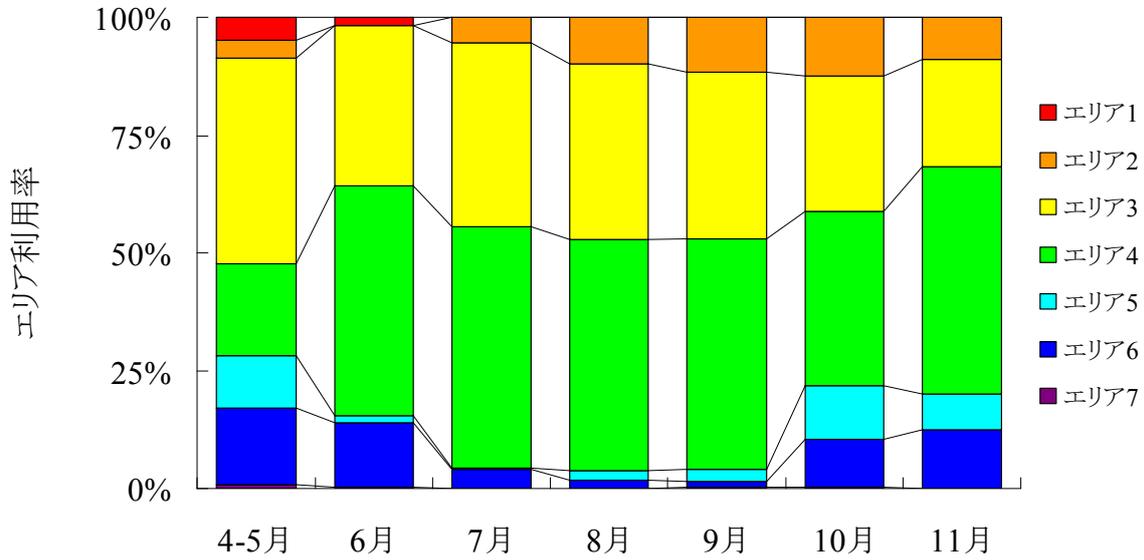


図4 月毎の平均エリア利用率の推移。

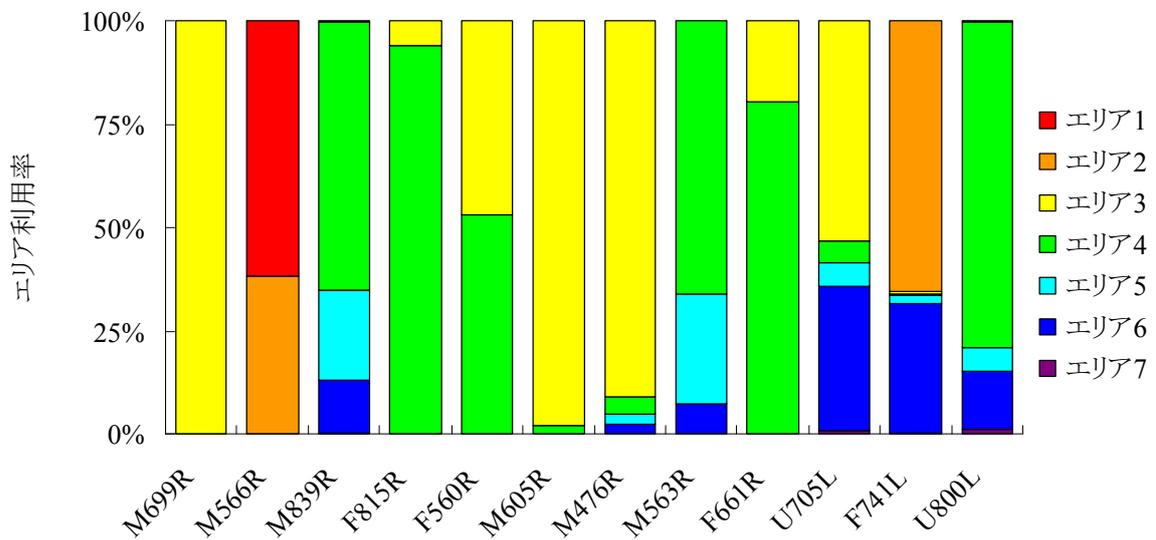


図5 個体別平均エリア利用率。ただし、M566R, M839R, M476R, U800L はそれぞれ6月, 10月, 6月, 10月以降受信が確認されなかったため、前の月までのデータを用いた。

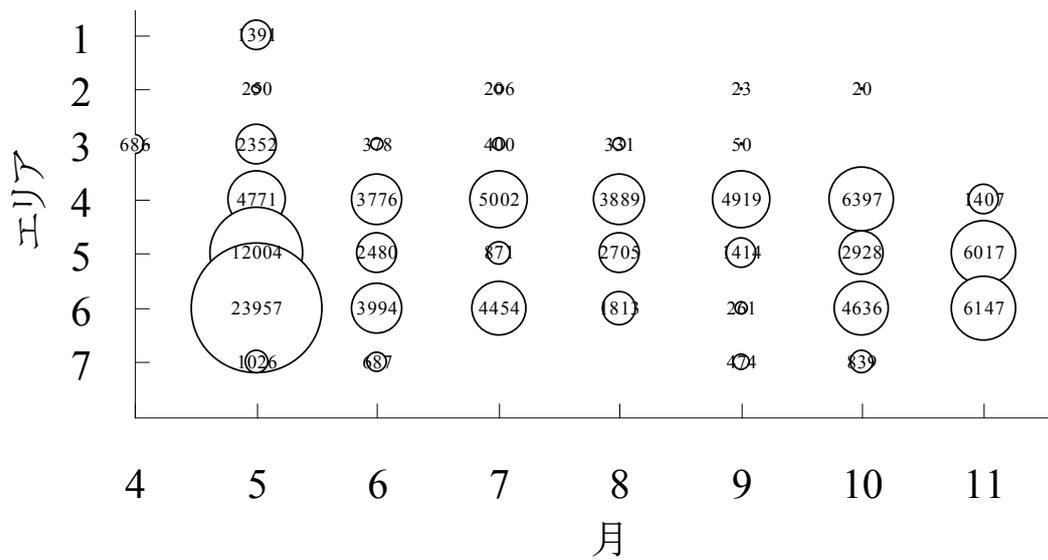


図 6 各月，各エリアにおける平均移動距離 (m)。○のサイズは距離の大小を示し，その距離を○内に示した。

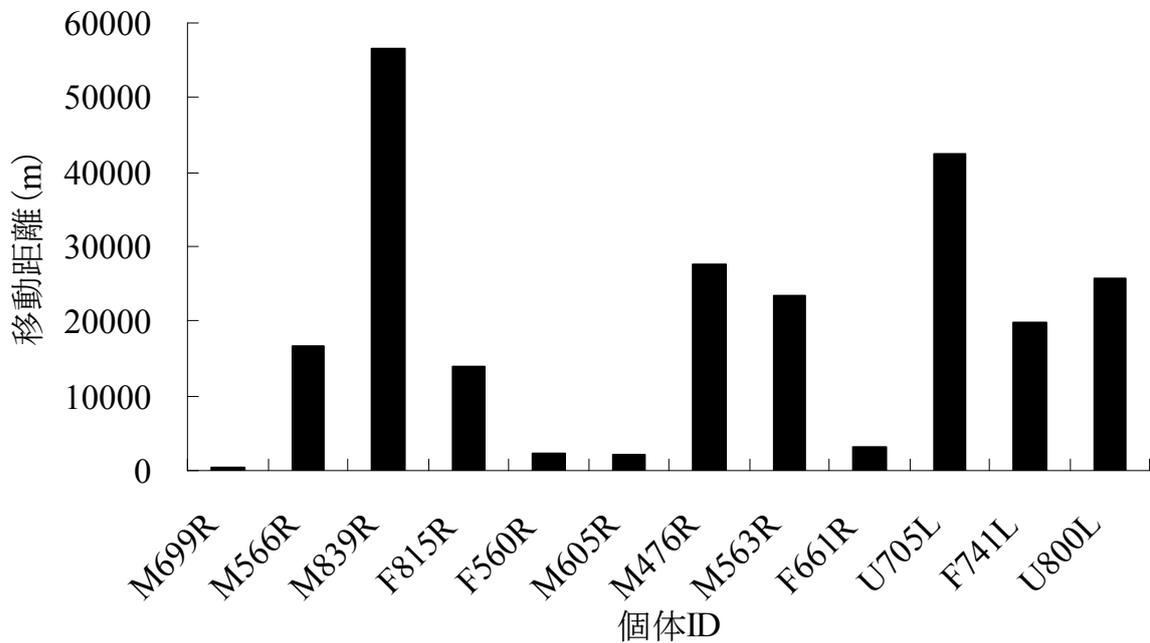


図 7 個体別ひと月の平均移動距離。ただし，M566R，M839R，M476R，U800L はそれぞれ 6 月，10 月，6 月，10 月以降受信が確認されなかったため，前の月までのデータを用いた。

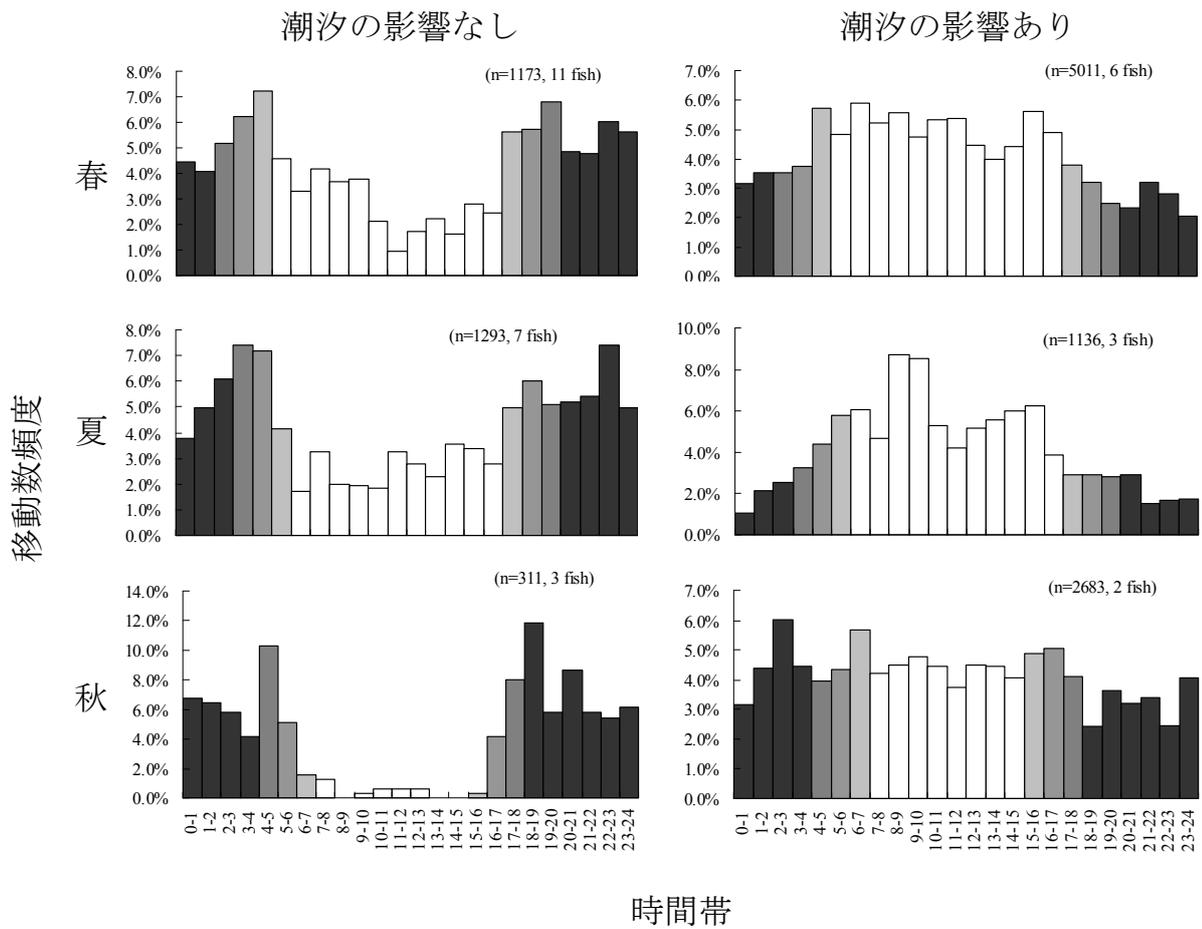


図 8 各季節，潮汐の影響を受ける・受けないエリアにおける時間帯別の移動数頻度。白は日中，黒は夜間を示し，3種の灰色枠の内，真中の枠中にこの時期の日出・日没時があることを示す。

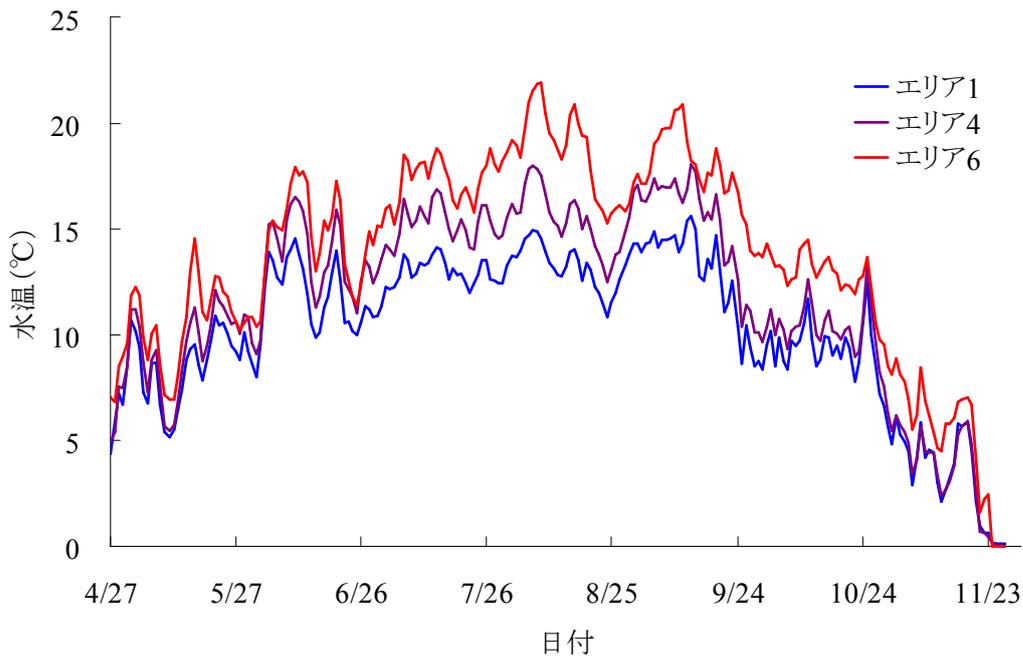


図9 エリア1 (St. 1), 4 (St. 10), 6 (St. 23) における毎日の平均水温の時系列。

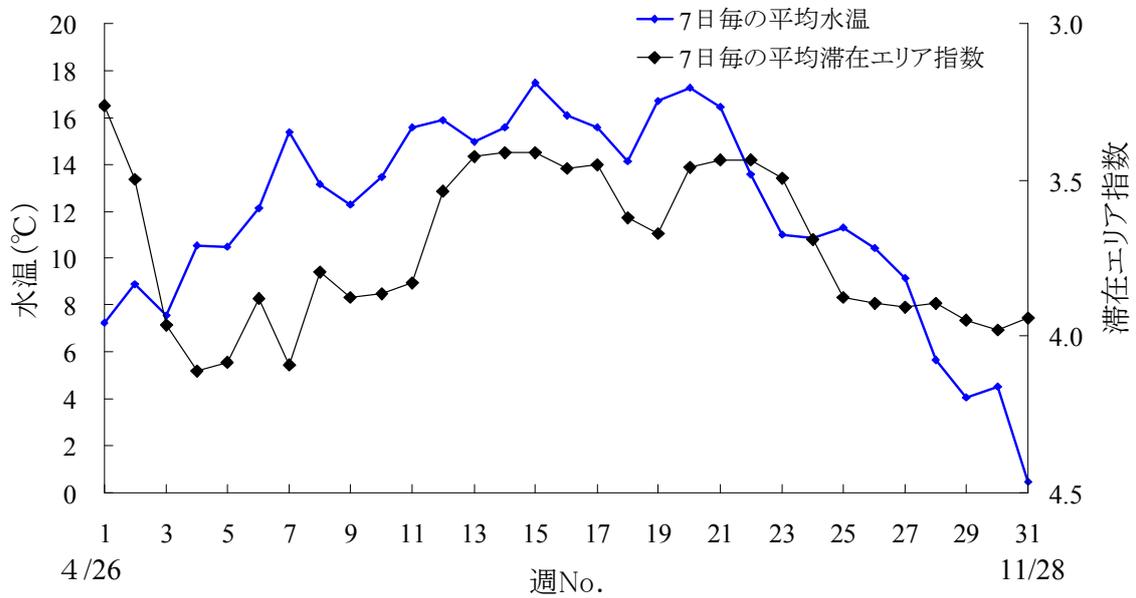


図10 2008年4月26日から11月28日までにおける、7日毎の水温ロガーを設置した全12ステーションの平均水温と、同じく7日毎の平均滞在エリア指数の時系列図。

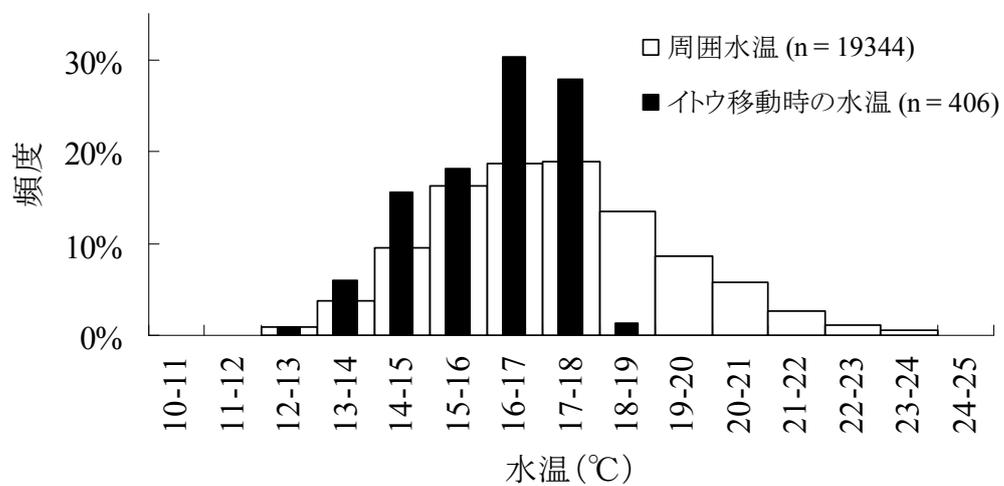


図 11 8月の潮汐の影響を受けるエリアにおける周囲水温とイトウ移動時の水温双方のヒストグラムを併せた図。

おわりに

本研究結果より、従来から研究者や釣り人に信じられてきた通り、イトウは産卵期に遡上する上流域から下流域、さらに汽水域の厚岸湖に至るまで、河川全域を生息域として、また、移動ルートとして幅広く利用することが明らかになった。また、個体単位で行動を追跡したことにより、季節毎に行動パターンが異なることや、利用する空間に個体差が生じることが明らかになった。さらに、水温変動とイトウの生息域に対応がみられ、高水温時には水温の低い中流域から上流域に生息することが確認された。しかしながら、年齢・サイズ差や雌雄差による行動パターンの違いについては明らかにできず、各個体が滞在した生息域において何をしているのかについても言及するには至らなかった。今後は、経年的にデータを蓄積していくことが求められるのみならず、イトウが好む物理的な生息環境をより詳細に明らかにすることが求められる。同時に、捕食対象生物の分布状況からイトウの生活史戦略、さらにはその多型についても議論されていくことが期待される。

謝辞

本研究を進めるに当たり、厚岸水鳥観察館学芸員の澁谷辰生氏を始めとする職員の方々並びに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間雅裕教授を始めとする職員の方々には調査地の情報提供や現地でのサポートをしていただいた。厚岸町カキ種苗センターの武山悟氏および佐藤悌二氏をはじめとする厚岸町漁業協同組合の皆様には受信機の設置並びに実験魚の捕獲において、多大なご協力をいただいた。北海道大学大学院環境科学院の野本和宏氏並びに文化庁文部科学技官の江戸謙顕博士には、調査を行うに当たり有益なご助言をいただいた。以上の諸氏に深謝の意を表す。本研究は、平成 19 年度科学研究費補助金（萌芽研究）課題番号 18651110、平成 20 年度河川整備基金特別援助金 20-1215-1 および平成 20 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 23 号の補助を受けて行われた。

引用文献

- Arai T, Kotake A, Morita K (2004) Evidence of downstream migration of Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, as revealed by Sr:Ca ratios of otolith. Ichthyol Res 51: 377-380
- 江戸謙頭 (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
- Edo K, Kawaguchi Y, Nunokawa M, Kawamura H, Higashi S (2005) Morphology, stomach contents and growth of the endangered salmonid, Sakhalin taimen *Hucho perryi*, captured in the Sea of Okhotsk, northern Japan: evidence of an anadromous form. Environ Biol Fishes 74: 1-7
- Edo K, Kawamura H, Higashi S (2000) The structure and dimensions of redds and egg pockets of the endangered salmonid, Sakhalin taimen. J Fish Biol 56: 890-904
- 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. J Fish Biol 66: 86-96
- Fukushima M (1994) Spawning migration and redd construction of Sakhalin taimen, *Hucho perryi* (Salmonidae) on northern Hokkaido Island, Japan. J Fish Biol 44 (5): 877-888
- 福島路生 (1998) イトウの生態と生息環境. (森誠一編) 魚から見た水環境-河川編-復元生態学に向けて-. 信山社サイテック, 東京, pp 120-130
- Fukushima M (2001) Salmonid habitat-geomorphology relationships in low-gradient streams. Ecology 82 (5): 1238-1246
- グリツェンコ OF・マルキン EM・チウリコフ AA (1974) (大屋善延訳, 1976) ボガタヤ川 (サハリン東岸) のサハリンイトウ *Hucho perryi* (BREVOORT). 魚と卵 143: 25-34
- Holicik J, Hensel K, Nieslanik J, Skacel L (1988) Taxonomy and Systematics. In: The Eurasian Huchen, *Hucho hucho*, Largest Salmon of the World. Dr. Junk W publishers, Dordrecht, pp 2-12

本多健太郎・野田裕二・津田裕一・安間洋樹・宮下和士. 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 (査読中)

IUCN (2008) 2008 IUCN Red List of Threatened Species. (www.iucnredlist.org)
Downloaded on 25 Dec 2008

川村洋司・原彰彦・寺西哲夫 (1995) 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

川村洋司・馬淵正裕・米川年三 (1983) 道東の汽水湖・厚岸湖で漁獲されるイトウ *Hucho perryi* (Brevoort). 北海道立水産孵化場研究報告 38: 47-55

木村清朗 (1966) イトウ *Hucho perryi* (Brevoort) の生活史について. 魚類学雑誌 14 (1/3): 17-25

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. Fish Sci 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

Rosgen DL (1994) A classification of natural rivers. Catena 22: 169-199

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

佐川志朗・山下茂明・佐藤公俊・中村太士 (2003) 北海道北部の河川支流域における秋季イトウ未成魚の生息場所と摂餌様式. 日本生態学会誌 53: 95-105