

釧路湿原に生息するイトウ *Hucho perryi* の初期生活史について

針生 勤*・山田 晋***・長谷 泰昌***

A Study on the Early Life History of Japanese Huchen, *Hucho perryi*
in the Kushiro Mire, Eastern Hokkaido

Tsutomu HARIU*・Shin YAMADA***・Yasumasa HASEGAWA***

Abstract

In 2001 and 2002, we studied on the early life history of Japanese huchen, *Hucho perryi*, in a small stream of the Kushiro mire, eastern Hokkaido. We observed 9 redds in the stream of about 3km-length in 2001 and 11 redds in 2002, and 3 redds in these ones were constructed at same sites during two years. These sizes were between 1.3 to 4.2m in length and between 0.8 to 2.7m in width. We confirmed that the fish spawned on April 7 or 8 and April 10 or 11 in 2002. During the spawning period we actually observed three males and three females from about 50cm to 70cm in length. Eggs spawned 5.6-6.2mm in diameter and are vivid red orange. From observations of egg and larval development, we presumed that the stage of occurrence of eyes on an embryo was from the beginning of May to the end of May, hatching from the end of May to the beginning of June, floating out of redds from the end of June to the middle of July, and drifting down and scattering from middle of July. Larval sizes of immediately after hatching, immediately after floating out of redds, and drifting down and scattering were 16.0~17.0mm, 21.6~22.7mm and 29.4~33.2mm in total length, respectively. Spawning was took place during the period when stream discharge dropped from 0.35m³/sec to 0.13m³/sec and in the water temperature between 2.2 to 6.9°C. In April, the velocity of current in the surface at the front and rear points of an egg pocket was 27.5~49.8(average 34.9)cm/sec and 36.1~88.9(average 52.8)cm/sec, respectively. And also from May to August, the water temperature was measured from 7.8 to 13.7°C, while the air temperature varying between 11.0 to 24.2°C.

1. はじめに

イトウ *Hucho perryi* は、体長 1 m を超す大型のサケ科魚類である。我が国では本種はかつて東北北部にも生息していたが（青柳、1979；松坂、1996）、現在、北海道内のみに生息している。環境省（旧環境庁）のレッドデータブック（環境庁自然保護局野生生物課編、1991、1999）では絶滅危惧IBにランクアップされ、また北海道が発表したレッドデータブック（北海道環境生活部環境室自然環境課編、2001）では国の基準よりさらに厳しい絶滅危機種（環境省の絶滅危惧IAに相当）としてランク付けされたことでも分かるように、その生息数は減少し絶滅に瀕していると考えられる。

このような現状の中で、比較的的生息数の多い道央の石狩川水系や道北の猿払川水系では本種の産卵及び繁殖生態についてよく研究されている（北海道立水産孵化場、1983、1984、1985、1986、1987、1988、1995、1996、1997；Fukushima、1994、2001；福島、2001；森ほか、1997）。しかしながら、釧路湿原におけるイトウの生息状況は道内全体からみてさらに厳しく、生息数はかなり減少し危機的状況にあるものと考えられる（針生、1996、

1998；北海道立水産孵化場、2001）。2002年1月に釧路川中流で全長90cmのイトウが釣り上げられたとの新聞報道があったが、このことは、釧路川水系に繁殖可能な個体がまだ生息していることを示す貴重な情報であった。しかし、これまで釧路湿原においては、イトウの年令と成長や人工孵化について山代（1965・1975）の報告はあるものの、繁殖生態に関する知見はほとんどない。わずかにいくつかの河川で稚魚が確認されているにすぎなかった（針生、1996；北海道立水産孵化場、2001）。

以上のような背景から、釧路湿原に流入する河川において、果たしてイトウの再生産が行われているのかどうか、その指標として産卵床の存在を調査することとした。また、産卵床が確認されれば、産卵床における環境条件を調査し、イトウの繁殖生態を明らかにすることを目的とした。2001年と2002年の2ヵ年にわたり当該河川において調査してきた結果、おおよその初期生活史が明らかになったので報告する。

尚、本研究は環境省主宰の「湿原生態系及び生物多様性保全のための湿原環境の管理及び評価システムの開発に関する研究」の一環として実施したものである。また、本研究の端緒となった産卵床の情報を提供していただい

* 釧路市立博物館（Kushiro City Museum, Kushiro, Hokkaido 085-0822）

*** 北海道教育大学教育学部釧路校（Kushiro College, Hokkaido University of Education, Kushiro, Hokkaido 085-8580）

た、北海道立水産孵化場主任研究員の川村洋司氏に深く感謝する。

2. 調査方法

(1) 2001年度調査

2001年4月～12月の期間、釧路湿原上流域の河川において、イトウの産卵床調査を実施した。4月16日及び21日に直線距離にして約3kmの区間において目視による産卵床の確認調査を行った。確認した産卵床の地点を設定し、またその規模及び底質を観察、記録した(表1、図1)。このうち3ヶ所について定点観測地点(St.1-6、St.1-7及びSt.1-9)とし、環境条件(水温、pH、水深、流速、底質)の継続調査を実施した。水深は産室付近より上流側の深みの部分(A)と産室付近より下流部(B)を測定した(図2)。流速についても、水深の測定箇所と同様の場所を測定した。また、3地点の定点観測地点における卵の発生と仔魚・稚魚の発育過程及び稚魚の浮上時期と分散期を調査した。さらに、産卵床付近の魚類相の調査を実施した。

(2) 2002年度調査

2002年3～8月の期間、当該河川において、イトウの繁殖生態調査を実施した。前年に実施できなかった産卵

遡上親魚の確認及び産卵行動の観察のため、3月23日より同河川において巡視を開始し、流量及び水温を測定しながら4月15日まで巡視を継続した。流量を測定した地点は下記に述べる産卵床St.2-11の100m程下流部である。その間4月14日には産卵行動の一部を目視により観察し、デジタルビデオに記録した。また、4月28日及び5月14日に、目視による産卵床の確認調査を行った。2001年と同様、確認した産卵床に地点を設定し、それらの規

表1 2001年4～12月の期間に実施した釧路湿原上流域の河川におけるイトウの繁殖生態調査

調査月日	調査地点	調査時刻	天候	気温 (℃)	水温 (℃)	pH	水深 (cm)	
							産室前部	産室付近
4月16日	St.1-1	12:00～12:45	晴	14.5	8.0	7.48	32	16
	St.1-2	12:00～12:45	晴	14.5	8.0	7.48		
	St.1-3	12:49～13:02	晴	17.8	9.0	7.48	22	9
	St.1-4	12:05～13:15	晴	19.0	9.2	7.50	19	10
	St.1-5	13:31～13:36	晴	18.1	9.5	7.21	18	11
	St.1-6	13:38～13:54	晴	16.5	9.6		32	7
	St.1-7	14:06～14:12	晴					
	St.1-8	14:21～14:31	晴	18.3	9.8		25	10
4月21日	St.1-6	13:38～13:54	晴					
	St.1-9	10:50～11:42	晴	9.0	5.0	7.53	27	7
4月29日	St.1-1	10:29～10:35	曇	7.0	5.7	7.70	30	15
	St.1-2	10:29～10:35	曇	7.0	5.7	7.70	30	16
	St.1-3	10:40～10:43	曇					
	St.1-4	10:48～10:52	曇					
	St.1-6	11:02～11:28	曇	8.0	6.0	7.50	28	8
	St.1-8	11:45～11:51	曇					
	St.1-9	12:50～13:00	曇	9.0	6.0	7.60	24	6
	St.1-6	9:43～9:53	晴	24.2	9.1			12
5月13日	St.1-7	10:10～10:32	晴	24.0	10.0		44	5
	St.1-9	10:42～10:48	晴	23.0	11.0		22	6
	St.1-6	11:23～12:23	晴	18.0	11.1		31	10
5月27日	St.1-7	13:00～14:45	晴	19.8	12.8	7.76	42	5
	St.1-9	10:04～11:10	晴	13.4	10.0	7.77	22	10
	St.1-6	10:30～10:35	曇	20.2	10.5	7.46	32	12
6月2日	St.1-7	10:42～10:51	曇	19.0	10.7	7.52	44	9
	St.1-9	9:55～10:07	曇	17.0	10.8	7.64	19	9
	St.1-6	10:24～10:27	雨	11.0	8.3	7.54	28	10
6月10日	St.1-7	10:30～10:40	雨	18.3	10.7	7.64	38	7
	St.1-9	9:45～10:02	曇	10.8	8.9	7.65	17	8
	St.1-6	11:50～12:05	晴	23.1	12.0	7.07	28	15
6月24日	St.1-7	12:18～12:27	晴	23.1	12.1	7.59	39	8
	St.1-9	10:24～11:10	晴	23.0	10.1	7.59	19	
	St.1-6	11:05～11:30	晴	18.0	11.8			
7月7日	St.1-7	11:35～12:20	晴	22.3	12.0			
	St.1-9	9:46～10:50	晴	17.3	10.6			
	St.1-6	12:00～12:25	晴	22.3	12.2	7.63	28	9
7月14日	St.1-7	12:30～13:30	晴	25.1	12.7	7.63	37	12
	St.1-9	9:40～11:30	曇	20.2	12.0	7.86	17	6
	St.1-1下流	10:50～13:20	晴	22.2	12.5			
8月21日	St.1-7	13:25～13:30	晴	22.3	12.5			
	St.1-9	10:00～10:40	晴	19.6	12.0			
	St.1-6	10:48～10:52	曇	16.0	11.1		34	12
9月17日	St.1-7	10:41～10:46	曇	16.2	11.1		37	16
	St.1-9	9:50～12:20	曇	16.6	11.5		16	34
	St.1-6	12:37～12:48	晴	16.1	6.7		30	20
10月20日	St.1-7	12:50～13:00	晴	16.1	6.7		36	29
	St.1-9	12:15～12:25	晴	12.0	6.1		29	33
	St.1-6	15:25～15:30	晴	4.8	3.8		30	20
11月17日	St.1-7	15:33～15:43	晴	4.8	3.9		36	25
	St.1-9	15:05～15:15	晴	5.8	3.0		20	32
	St.1-6	11:05～11:10	晴	-1.2	0.8		29	19
12月17日	St.1-7	11:15～11:20	晴	-1.2	0.8		34	24
	St.1-9	10:35～10:35	晴	-1.6	0.0		24	31

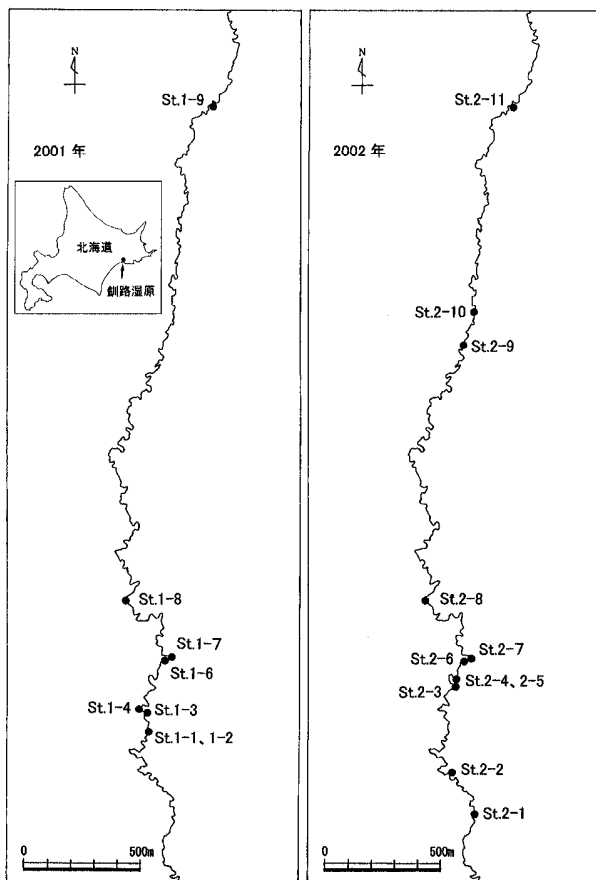


図1 2001年及び2002年に釧路湿原上流域の一河川で確認された産卵床の位置

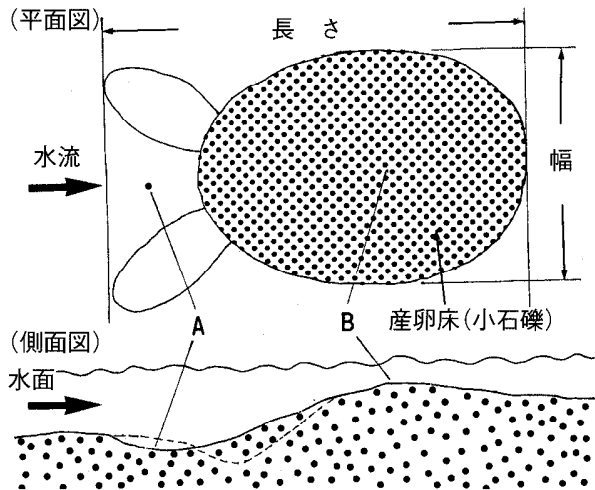


図2 産卵床の形状及び測定箇所。産室前部 (A) と産室付近 (B) において水深及び流速を測定した。

模及び底質を観察、記録した (表2、図1)。このうち2ヶ所について、定点観測地点 (St.2-6及びSt.2-11) とし、環境条件 (水温、水深、流速、底質) の継続調査を実施した。水深及び流速の測定箇所は図2に示すとおりである。また、2地点の定点観測地点における卵の発生と仔魚・稚魚の発育過程及び稚魚の浮上時期と分散期を調査した。卵の発眼時期や孵化時期を特定するため、注意深く産卵床の小石礫を掘り起こし、卵や孵化仔魚を目視によって確認し、その後直ちに埋め戻した。産卵床から浮上した仔魚及び稚魚を確認するために、目視による観察及びたも網による採集調査を実施した。

(3)測定及び採集機材

産卵床の位置はエンベックス気象計株式会社のポケットナビゲーター (GPS38J) を使用し、特定した。流速は東京計測株式会社の流速計カウンター (型名: SA-1111) を用い、測定した。魚類の捕獲には電撃捕魚機、三角網 (網口は半円形) 及びたも網を使用した。前者はケー・エンジニアリング株式会社・モデル12シリーズのエレクトロ・フィッシャーで、これは電気刺激によって魚を麻痺させて採集する機材である。また、三角網は網口の最大幅が125cm、最大の高さが60cm、長さ130cm及び目合が0.8cmである。たも網は網口の最大幅が32.5cm、最大の高さが29.5cm、長さが32cm及び目合が3mmである。

3. 結果

(1)2002年度調査による産卵日の特定

2002年の3月下旬から河川の巡回を実施したところ、4月8日にSt.2-7でオスとメスの1組を目視により確認した。オスは全長が約60cm程度で、魚体が赤色の婚姻色を呈していた。メスはオスよりやや小形で約50cm程度であった。この1組は岸边にある奥行40cmほどのえぐれ部に隠れ、時折、河川中央部に姿を見せた。また、同日にSt.2-6において産卵床を確認した。正式な記録にはないが、前日の4月7日の午前中に巡回していた際には、こ

表2 2002年3～8月の期間に実施した釧路湿原上流域の河川におけるイトウの繁殖生態調査

調査月日	調査地点	調査時刻	天候	気温 (°C)	水温 (°C)	水深 (cm)	
						産室前部	産室付近
3月23日	St.2-11下流	10:00～10:10	曇	6.9	1.7		
4月1日	St.2-11下流	9:50～10:00	晴	8.4	1.3		
4月8日	St.2-7	11:30～15:00	曇	4.9	3.6		
	St.2-11下流	10:40～10:50	曇	2.4	2.2		
4月10日	St.2-4・2-5	13:30～13:40	晴				
	St.2-7	11:00～15:00	晴	16.2	6.4		
	St.2-11下流	10:00～10:10	晴	10.1	4.6		
4月11日	St.2-7	14:15～15:00	晴	16.9	6.9		
	St.2-11	13:50～14:00	晴				
4月13日	St.2-7	13:30～15:15	曇	10.7	6.2		
	St.2-11	9:25～9:38	曇	5.4	3.4		
4月14日	St.2-7	11:05～15:00	曇	13.1	6.9		
	St.2-11	9:55～10:00	曇	7.5	4.2		
4月15日	St.2-6	10:00～10:30	曇	9.9	4.8		
	St.2-7	11:40～12:20	曇	12.2	5.5		
4月22日	St.2-6	10:35～10:40	晴	16.2	8.2	34	15
	St.2-11	10:10～10:17	晴	15.1	7.4	23	11
	St.2-11下流	9:53～10:06	晴	14.8	7.2		
4月28日	St.2-1	12:35～12:45	晴	18.6	10.9	47	10
	St.2-2	11:50～12:00	晴	21.8	10.1	41	8
	St.2-3	11:20～11:30	晴	20.0	9.2	29	10
	St.2-4	11:20～11:30	晴	20.0	9.2	29	10
	St.2-5	11:05～11:15	晴	18.3	8.9	26	17
	St.2-6	10:50～11:00	晴	18.3	8.5	33	6
	St.2-7	10:30～10:45	晴	18.4	8.2	48	9
	St.2-11	10:00～10:15	晴	14.8	6.8	23	12
	St.2-11下流	9:45～10:55	晴	17.8	6.5		
5月7日	St.2-6	10:30～10:55	晴	20.4	9.8	33	11
	St.2-11	9:45～10:10	晴	16.8	8.0	18	8
	St.2-11下流	9:25～9:38	晴	19.3	7.8		
5月14日	St.2-6	9:47～9:55	晴	16.1	9.5	33	12
	St.2-8	13:35～13:50	晴	13.7	11.0	38	13
	St.2-9	12:00～12:20	晴	16.5	10.7	38	7
	St.2-10	11:30～11:50	晴	13.0	10.3	32	12
	St.2-11	10:15～10:25	晴	14.0	9.5	17	8
5月27日	St.2-6	12:15～13:00	晴	18.5	13.7	32	13
	St.2-11	10:25～11:45	晴	16.4	11.6	19	7
6月3日	St.2-6	10:40～11:35	晴	18.1	11.2	34	15
	St.2-11	10:10～10:20	晴	14.8	10.6	20	9
6月24日	St.2-6	10:40～11:20	曇	9.7	9.2	36	10
	St.2-11	9:50～10:10	曇	8.6	8.5	22	7
7月1日	St.2-6	11:50～12:10	晴	18.2	11.8	33	12
	St.2-11	10:25～11:10	晴	17.0	11.3	15	6
7月22日	St.2-6	12:15～13:00	曇	18.2	12.6	33	14
	St.2-11	10:40～11:50	曇	17.6	13.4	11	20
8月4日	St.2-6	12:00～12:20	曇	16.6	10.9		
	St.2-11	11:15～11:45	曇	15.9	11.5		
8月18日	St.2-1	12:00～12:20	曇	17.5	11.6		
	St.2-6	11:30～11:50	曇	17.6	11.2	32	14
	St.2-11	10:45～11:15	曇	17.5	12.4	9	23

の産卵床は認められなかったので、7日午後から8日にかけて産卵床がつくられたのは確実である。

4月10日に、8日と同一の場所であるSt.2-7で、全長約60cmのオスを確認した。場所や大きさ等から8日のオスと同一と考えられた。また、St.2-6から約100m下流部において、オスとメスの1組を確認した。全長は共に50cm程度で、オスの方はやはり鮮やかな赤色の婚姻色を呈していた。約1時間程度、観察したが、産卵床を掘る行動が全く見られなかったため、位置確認に留めた。

4月11日にも、St.2-7においてやはり全長約60cmのオスを確認した。前日のオスと同一と考えられた。また、St.2-6から約200m程度下流部で、ペアになっているオスとメスを発見した。さらに、St.2-11において産卵床を確認した。この産卵床は前日10日の午前中の巡回では認められなかったので、10日午後から11日にかけてつくられたものであることに間違いない。

4月13日に、11日と全く同一の場所であるSt.2-7で、ペアになっているオスとメスを確認した。8日に観察された1組と考えられ、全長はオスが約60cm、メスがやや小さく約50cm程度であった。流れの比較的速い河川の中央部にしばらく定位し、そこを中心に上下流10mの範囲を数回ほど周回し、時折えぐれ部に隠れたりする行動を見せた。しかし、産卵床の掘り行動にまで至らず、オスが下流に移動したままSt.2-7には戻らなかった。

4月14日に、St.2-7においてペアになっているオスとメスを確認した。しかし、前日の1組とは明らかに異なり、メスの全長はオスよりも大形で、約70cm程度と見積もられた。オスの方は約60cmほどであり、これまでのオスの大きさと変わらなかった。河川中央部でこの1組が定位し、メスが盛んに産卵床を掘る行動を見せた。掘り行動を観察してから4時間ほど経過した頃、全長約60cmほどの別のオスが上流部から移動してきて、オス同士の争いになった。その直後に1個体のオスが下流に移動し、再びペアに戻ったが、しばらくしてメスは掘り行動を中止し、両個体共に下流に移動していき、この場所には戻らなかった。従って、この期間に確認したイトウの成魚は、大きさ及び同一日の場所の違いを考慮すると、全長約50～70cmで、オスとメスそれぞれ3個体の計6個体であった。

以上のように、産卵床St.2-6では4月7日午後ないし8日、また産卵床St.2-11では4月10日午後ないし11日が産卵日として特定できた。

(2)産卵床の位置及び規模

①2001年度調査

2001年には釧路湿原上流域の一河川において直線距離にして約3kmの間に9ヶ所の産卵床を確認し、下流部に8ヶ所が集中していた(図1)。ただし、産卵床St.1-5についてはGPSによる位置確認の不手際があり、位置を特定することができなかった。川幅は3.5mから5.5mの範囲にあり、平均4.3m程度であった。産卵床の規模は表3に示すように、大きなもので長さが2.6m、小さなもので1.3mであり、9地点の中で2mを超えるものが4ヶ所あった。一方、幅は大きなもので1.5m、小さなもので0.8mであったが、大部分は1m前後の規模であった。このように、規模においては様々な形状をしており、一定ではなかった。底質は砂や礫であるが、いずれの産卵床においても径2～4mmの細礫と径4～64mmの中礫が観察された。

②2002年度調査

2002年には当該河川において11ヶ所の産卵床を確認した。前年と同様下流部に8ヶ所が集中し、St.2-4とSt.2-5は隣接して観察された(図1)。産卵床の規模は表4に示すように、11地点の中で長さが4mを超える規模のものが2ヶ所あり、一つは長さが4.2m、幅が2.7mで、もう一つは長さが4m、幅が2.4mであった。一方、長さ2m以下の小形のものは2ヶ所あり、一つは長さが1.9m、幅が1.4mで、もう一つは長さが1.5m、幅が1.4mであった。また、長さが3m規模のものは3ヶ所で、2m規模のものは4ヶ所であった。このように規模においてはやはり様々な形状をしていた。底質は砂や礫であるが、いずれの産卵床においても径1/16～2mmの砂、径2～4mmの細礫及び径4～64mmの中礫が観察された。また、径64～256mmの大礫が認められた産卵床も6ヶ所あった。

(3)2002年度調査による産卵床の掘り行動の観察

①産卵床の掘り行動とその回数

イトウの産卵床は上流側がVの字の形状になることが知られているので(福島, 1990; 北海道立水産孵化場, 1996; 川村ほか1996)、どのような掘り行動によってV字型形状になるのか目視により観察した。既に述べたように、St.2-7において産卵床の掘り行動を観察したのは、4月14日であった。現場に到着したのが午前11時頃で、この時には全長約60cmのオスと全長約70cmのメスが既にペアになり、河川中央部で定位していた。観察を開始してすぐメスの掘り行動が始まった。川の水深や川底の砂礫の状態から、掘り行動が開始されたばかりと考えられた。産卵床を掘るのはもっぱらメスの役割で、産室付近と考えられる場所を中心にメスが2、3m上流に移動しながら尾びれで川底の砂礫を掘り上げる行動をとった。

表3 2001年に確認されたイトウの産卵床の規模及び底質

調査地点	川幅(m)	規 模		底 質
		長さ(m)	幅(m)	
St.1-1	4.0	2.0	1.2	砂・細礫・中礫
St.1-2	4.0	1.3	0.8	砂・細礫・中礫
St.1-3	3.5	1.5	1.2	砂・細礫・中礫
St.1-4	4.5	1.4	1.0	細礫・中礫
St.1-5	5.5	1.4	1.0	砂・細礫
St.1-6	4.5	2.0	1.5	砂・細礫・中礫・大礫
St.1-7	3.7	2.6	1.0	砂泥・砂・細礫・中礫
St.1-8	4.0	1.8	1.2	細礫・中礫・大礫
St.1-9	5.2	2.0	1.1	砂・細礫・中礫

表4 2002年に確認されたイトウの産卵床の規模及び底質

調査地点	川幅(m)	規 模		底 質
		長さ(m)	幅(m)	
St.2-1	4.0	4.2	2.7	砂・細礫・中礫・大礫
St.2-2	4.0	2.5	1.2	砂・細礫・中礫
St.2-3	4.5	2.9	1.4	砂・細礫・中礫
St.2-4	5.5	1.9	1.4	砂・細礫・中礫
St.2-5	5.5	1.5	1.4	砂・細礫・中礫
St.2-6	4.5	3.3	1.8	砂・細礫・中礫・大礫
St.2-7	5.0	4.0	2.4	砂・細礫・中礫・大礫
St.2-8	4.2	2.8	1.6	砂・細礫・中礫・大礫
St.2-9	4.1	3.5	1.6	砂・細礫・中礫・大礫
St.2-10	4.4	3.0	1.5	砂・細礫・中礫・大礫
St.2-11	5.2	2.2	1.3	砂・細礫・中礫

その時、右岸側に腹部を見せながら体を弓なりになって横になる場合と、反対に左岸側に腹部を見せながら体が横になる場合があった。産室になるであろう付近を中心に、右岸側と左岸側の掘り行動がほぼ同じ場所で繰り返されることからV字型になることが分かった。

右岸側と左岸側の掘り行動の回数に規則性があるかどうか調べたのが図3である。図から分かるように片側だけを一方的に掘るのではなく、右岸側と左岸側の掘り行動が比較的交互に繰り返された。この約3時間の時間帯をとおしてみると、右岸側の掘り行動は計27回で、左岸側は30回であり、それぞれの側で掘っている回数はほぼ同数であることが分かる。

②産卵床掘り行動の時間間隔

既に述べたように、St.2-7では上流から別のオスの侵入があり、元々いたペアによる実際の産卵を観察することはできなかった。しかし、産卵間際と考えられる頃に掘り行動の時間間隔が長くなる傾向にあったので、合計57回に及ぶ掘り行動の時間を分析した。図4に示すように、全体の前三分の二の間隔が比較的短く、長くても5分で、大部分はそれ以内であった。しかし、43~44回日以降では6分前後が比較的多くなり、場合によっては10分を超えた。この頃には産卵床も充分深く掘られ、産卵が近いものと推測された。

(4)卵の発生及び仔魚・稚魚の発育過程の観察

①2001年度調査

St.1-6、St.1-7及びSt.1-9において、卵の発生及び仔魚の発育過程を追跡調査した。2001年4月21日にSt.1-6とSt.1-9の産室付近の深さ約20cmにおいて直径5.6~6.0mm

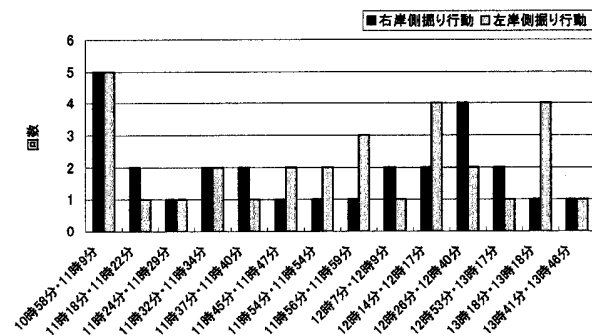


図3 2002年4月14日に観察された産卵床の掘り行動の回数

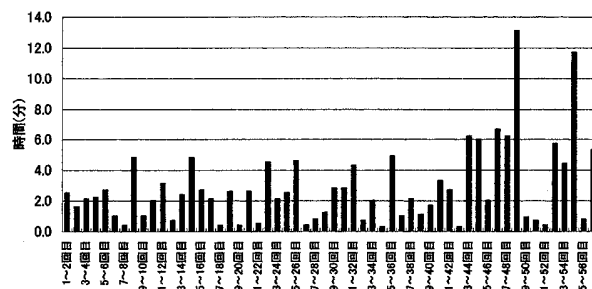


図4 2002年4月14日に観察された産卵床の掘り行動の時間間隔

の卵を確認した(表5)。5月13日にはSt.1-7で発眼卵を確認し、2週間後の5月27日も同地点の卵は発眼卵のままであった。その後、6月10日にSt.1-7において小石礫を注意深く掘り上げ、孵化後間もない仔魚5個体を産室付近で確認した。このうちの仔魚3個体の全長は1個体が18.6mm、他の2個体が19.0mmであった。約1ヵ月後の7月14日にはSt.1-7において三角網による採集を行ったところ、全長29.7mm(体長25.4mm)の浮上直後の仔魚1個体を捕獲した。また、St.1-9において、産卵床近くの下流部に形成された縦2.7m、幅1.6m、水深が約2~7cmほどのワンドで浮上後間もない仔魚3個体を発見し

表5 2001年に観察されたイトウの卵の発生及び仔魚・稚魚の発育の経過

調査月日	卵の発生及び仔魚・稚魚の発育状況
4月16日	産卵床を確認。
4月21日	St.1-6及びSt.1-9で卵(3個の直径5.6~6.0mm)を確認。
4月29日	St.1-6で卵を確認。
5月13日	St.1-7で発眼卵を確認。
5月27日	St.1-7で発眼卵を確認。
6月10日	St.1-7で孵化直後の仔魚5個体(3個体の全長18.6~19.0mm)を確認。
7月14日	St.1-7及びSt.1-9で浮上直後の仔魚4個体(3個体の全長28.0~29.7mm、体長24.2~25.4mm)を確認。
8月21日	St.1-6付近で稚魚2個体(全長30.5~31.0mm、体長25.3~26.2mm)を確認。

表6 2002年に観察されたイトウの卵の発生及び仔魚・稚魚の発育経過

調査月日	調査地点	卵の発生及び仔魚・稚魚の発育状況
4月8日	St.2-6	産卵床確認。
	St.2-7	オス(全長60cm)・メス(全長50cm)のペア確認。
4月10日	St.2-7	オス1個体確認。100m下流でペア確認。
4月11日	St.2-7	オス1個体確認。200m下流でペア確認。
	St.2-11	産卵床確認。
4月13日	St.2-7	ペア確認。
	St.2-11	卵2個(直径6.1~6.2mm)確認。
4月14日	St.2-7	オス(全長約60cm)・メス(全長約70cm)のペア確認。産卵床の掘り行動は認められたものの産卵まで至らず。
4月15日	St.2-6	卵3個(直径6.0、6.0、6.2mm)確認。
	St.2-7	死亡卵2個(その内1個7.1mm)確認。
4月28日	下流域	産卵床調査において、8ヶ所の産卵床を確認。
5月7日	St.2-6	発眼卵1個確認。
	St.2-11	発眼卵1個確認。
5月14日	上流域	産卵床調査において、3ヶ所の産卵床を確認。
5月27日	St.2-6	発眼卵2個(直径5.7、6.0mm)確認。
	St.2-11	孵化直後の仔魚3個体を確認(付近に卵膜を確認したので、孵化直後は確実)。
6月3日	St.2-6	孵化後の仔魚8個体(その内の3個体の全長は21.6、22.1、22.7mm)確認。
6月24日	St.2-6	浮上仔魚確認できず。
	St.2-11	浮上仔魚確認できず。
7月1日	St.2-6	浮上仔魚2個体(その内の1個体は全長30.4、体長27.6mm)確認。
	St.2-11	浮上仔魚6個体(その内2個体の体長は全長30.4、体長27.4;全長30.5、体長27.7mm)確認。
7月22日	St.2-6	仔魚8個体(この内4個体の体長は全長29.4、体長24.9;全長31.0、体長26.5;33.2、体長28.1;全長33.2、体長29.1mm)確認。
	St.2-11	仔魚8個体(この内3個体の体長は全長30.0、体長24.3;全長31.2、体長26.1;全長31.0、体長26.4mm)確認。
8月11日	St.2-6	稚魚確認できず。
	St.2-11	稚魚2個体確認。
8月18日	St.2-6	稚魚確認できず。
	St.2-11	稚魚確認できず。

た。流速はほとんどなく、3.8~4.5cm/sec程度であった。このうち2個体をたも網で採集し、大きさを測定したところ全長がそれぞれ28.0mmと29.7mm、体長がそれぞれ24.2mmと25.0mmであった。さらに、8月21日にはSt.1-6に近い下流域において、たも網により浮上後の仔魚2個体を採集した。それらの大きさはそれぞれ全長30.5mm（体長25.3mm）と全長31.0mm（体長26.2mm）であった。

浮上直後及び浮上後の仔魚はいずれも流れが緩い場所に生息しているのが観察された。また、8月21日に採集した浮上後の仔魚を測定後に放流したところ、川中にいる調査員のそばをなかなか離れず、調査員によって流れが遮られ、流れが極端に遅くなっている場所に長時間定位していたのが注目される。

②2002年度調査

卵の発眼時期、孵化時期あるいは仔魚の浮上時期を調べるために、2002年4月15日に直径6.1~6.2mmの卵2個を確認したSt.2-6、及び4月11日に直径6.0~6.2mmの卵3個を確認したSt.2-11の2ヶ所の産卵床について、前年と同様卵の発生及び仔魚・稚魚の発育過程を追跡調査した。

その結果、St.2-6及びSt.2-11の両地点において5月7日に最初の発眼卵を確認した（表6）。その後5月27日には、St.2-6において発眼卵（直径5.7~6.0mm）のままであったものの、St.2-11ではすでに卵が孵化し、全長16.0~17.0mmの仔魚3個体を確認した。仔魚の周辺には卵膜が残存しており、孵化直後の個体であった。また、St.2-6では6月3日に全長21.6~22.7mmの孵化仔魚を確認した。その後、6月24日に産卵床からの浮上仔魚の目視及び採集調査をしたが、両地点で共に確認できなかった。しかし、7月1日に両地点で産卵床付近に出現している仔魚を発見した。St.2-6では浮上仔魚2個体を目視によって確認し、そのうち1個体を採集して大きさを計測したところ全長30.4mm（体長27.6mm）であった。また、St.2-11では浮上仔魚6個体を確認し、そのうちの2個体の大きさは全長30.4mm（体長27.4mm）及び全長30.5mm（体長27.7mm）であった。さらに、7月22日にも両方の産卵床付近で、目視及び採集調査により共に8個体の仔魚を確認した。St.2-6で採集した4個体の大きさは全長29.4mm（体長24.9mm）、全長31.0mm（体長26.5mm）、全長33.2mm（体長28.1mm）及び全長33.2mm（体長29.1mm）であった。St.2-11で採集した仔魚3個体は全長31.0mm（体長26.4mm）、全長30.0mm（体長24.3mm）及び全長31.2mm（体長26.1mm）であり、St.2-6の個体とはほぼ同様の大きさであった。8月に入り、11日及び18日に産卵床付近での稚魚の採集調査を行ったが、全く確認できなかった。

(5)産卵期における流量の変化

他の地域で春先の雪解け水の増水と産卵期に関連がみられることから、2002年の3月下旬から4月下旬にかけての流量を測定した。その結果を図5に示した。3月23日に0.16 m³/secであったものが、4月1日には

0.35 m³/secと急激に増大した。その後4月8日には0.17 m³/secと急激に減少し、4月10日に僅かに増大したもの、時間の進展に伴い、減少していった。4月28日には0.13 m³/secを測定した。このように、3月下旬あるいは4月上旬に水量は最大になり、その後時間の経過に従い、徐々に減少の傾向にあった。前述したように産卵日は4月7~8日あるいは10~11日であることから、やはり流量の減少期に産卵が行われた。

(6)産卵期及び繁殖期における水温の変化

①産卵期の水温の変化

2001年には産卵期の水温を記録することができなかったが、2002年には産卵期がある程度特定できたので、この期間の産卵床St.2-11とその付近における水温と気温の変化を図6に示した。3月下旬から4月上旬にかけて1℃台あるいは2℃台であったが、徐々に上昇し4月中旬には3℃あるいは4℃台を記録した。また、4月下旬になると、気温の急激な上昇もあり、水温は6℃あるいは7℃台にまで上昇した。さらに、5月上旬から中旬にかけて8℃あるいは9℃台に上昇し、5月14日には9.5℃を記録した。このように、4月だけをみても水温は上旬に1℃台であったものが、下旬には7℃台まで比

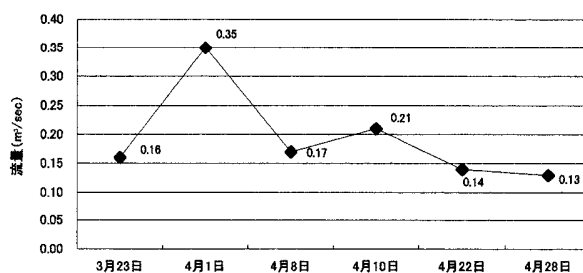


図5 2002年の産卵期における流量変化

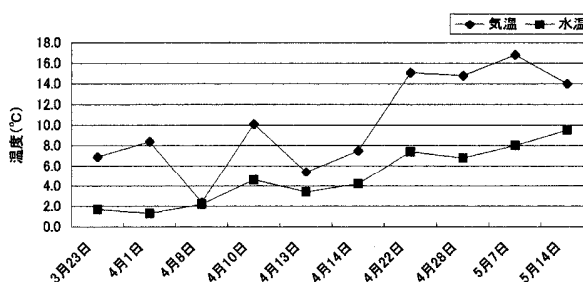


図6 2002年に確認された産卵床St.2-11における水温と気温の変化

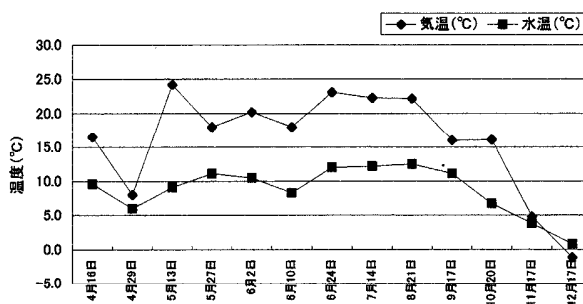


図7 2001年に確認された産卵床St.1-6における気温と水温の変化

較的短期間で上昇した。この期間における気温の変化をみると、その変異は大きいものの、気温も急激に上昇していることが分かる。ただし、数値は午前9時から10時台の時間帯の1回のみの測定値である。

②繁殖期の水温の季節的变化

産卵床St.1-6を事例として、そこでの気温と水温の変化を図7に示した。4月から8月までの気温変化をみると、最低が8.0℃で、最高が24.2℃であり、10℃以上の変動があった。一方、4月から8月までの水温変化をみると、4月下旬に6.0℃という低温を記録し、その後6月中旬にはやや低下するものの、なだらかに上昇し、8月下旬には12.5℃を記録した。このように、いずれの地点においても5月から8月にかけて気温の変化の幅が大きいものの、それに連動せず、水温の変動幅は小さく、しかも高温でも12.0～12.8℃まで上昇するにすぎなかった。

(7)産卵床における流速の変化

①2001年度調査

9箇所の産卵床のうちSt.1-6を事例として、そこでの流速を図8に示した。図からわかるように、産室付近は瀬になっていることもあって流速は速く、一部20cm/sec及び30cm/secを測定したものの、大部分は40～50cm/secを観測した。最高は4月21日の時点の55.0cm/secであった。また、産室前部の流速は、全体的な傾向として水深が増すにつれて、遅くなった。

②2002年度調査

11箇所の産卵床のうちSt.2-6を事例として、4月下旬から6月下旬までの表層の流速を図9に示した。図をみると、深みになっている産室前部では最大が6月3日の48.4cm/sec、最小が4月28日の30.5cm/secで変異は比較的大きいものの、全体的な傾向は明瞭ではなかった。一方、瀬になっている産室付近では最大が5月27日の60.7cm/sec、最小が4月22日の46.4cm/secであり、期間をとおしてみると時期が進むにつれて、速くなる傾向にあった。

(8)産卵床付近の魚類相

2001年の調査では、産卵床付近においてヤツメウナギ科のスナヤツメ *Lethenteron reissneri*、ドジョウ科のフクドジョウ *Noemacheilus toni*、サケ科のエゾイワナ *Salvelinus leucomaenis* とヤマメ *Oncorhynchus masou*、トゲウオ科のイバラトミヨ *Pungitius pungitius* 及びカジカ科のハナカジカ *Cottus nozawae* の計6種の淡水魚が認められた。

St.1-6とSt.1-7は近接しているのので、ここでは両地点をSt.1-6～1-7として資料をまとめ、St.1-9と比較したのが図10である。St.1-6～1-7では前述の6種が採集された。最も多いのがハナカジカで、13個体、全体の33%を占めた。次いで、エゾイワナが9個体、全体の23%で、スナヤツメとヤマメが両種とも7個体、全体の18%を占めた。イバラトミヨとフクドジョウがそれぞれ2個体と1個体が認められた。一方、St.1-9では4種が採集され、フク

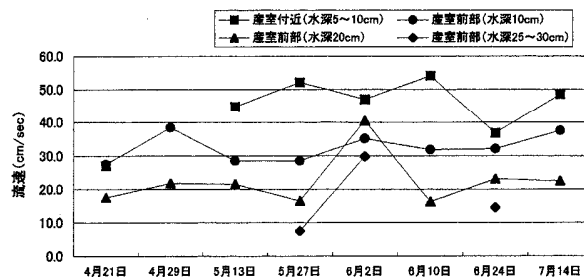


図8 2001年に確認された産卵床St.1-6における流速の変化

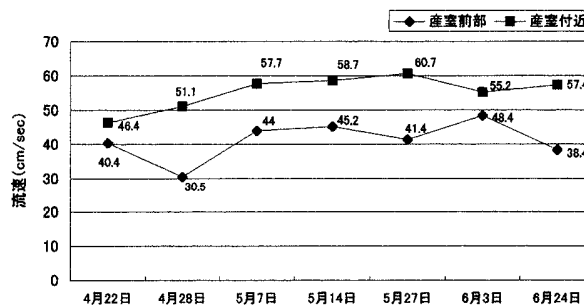


図9 2002年に確認された産卵床St.2-6における表層の流速の変化

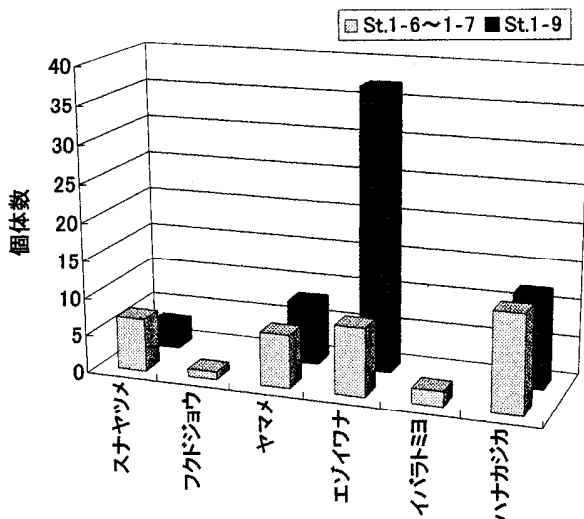


図10 2002年に産卵床St.1-6～1-7及びSt.1-9付近で捕獲された魚類

ドジョウとイバラトミヨは認められなかった。この中でエゾイワナが最も多く、37個体で全体の62%を占めたのが特徴的である。次いで、ハナカジカが11個体で、全体の20%を占めた。また、ヤマメとスナヤツメはそれぞれ8個体、全体の13%と3個体、全体の5%であった。このように、場所によって採集される魚類は異なるが、全体的にはエゾイワナとハナカジカを合わせると70%を越えた。体長をみると、エゾイワナは最小で41mm、最大で132mmであった。一方、ハナカジカは最小で64.2mm、最大で98.6mmであり、比較的大型の個体が採集された。スナヤツメとヤマメにしても、最大で前者が128.1mm、後者が74.2mmであり、やはり大型の個体が認められた。

4. 考察

釧路湿原の上流域の一河川において、まだおおよそではあるがイトウの初期生活史が今回初めて明らかになった。2002年には、遡上してきた成魚を目視により確認し、かつ産卵日をほぼ特定することができた。また産卵までには至らなかったが、メスによる産卵床の掘り行動を観察することができ、さらには卵の発生や仔魚の発育等の過程を追跡できた。これらの結果を模式的にまとめた図11をもとに、当該河川における繁殖生態について考察を加えたい。

(1)産卵時期について

2002年に特定することができた産卵日から、産卵時期は4月上旬から中旬にかけてであることが明らかになった。北海道における産卵時期は一般的に4～5月であるが(中村, 1984; 川村, 1989a; 川村ほか, 1996)、石狩川水系上流域では4月下旬から5月上旬・中旬であり(北海道立水産孵化場, 1985)、また、道北の猿払川水系では4月中旬から5月上旬にかけてである(Fukushima, 1994)。木村(1966)によると、標津川や風蓮川等の道東では3月中旬から4月下旬までに産卵することから、釧路湿原を含めた道東一帯は道央や道北の河川より早いものと推測される。ただ、北海道水産試験場(1933)によると、釧路川から屈斜路湖に入ったイトウが産卵するのは5月上旬で、その最盛期は5月中旬であるとしている。これは釧路川水系とはいえ、最上流域であり、しかも湖の氷が溶ける時期等の関係から、釧路川水系の下流域とは異なるものと推測される。上流域と下流域とで産卵期が相違するのかどうか、今後の課題である。婚姻色を呈したオスとメスのペアを確認したのは4月8日から14日にかけての6日間であるので、おそらくこの期間が産卵期間であると考えられる。川村ほか(1996)による

と、石狩川上流域での産卵期間は全河川をとおして3週間程度の幅があるが、支流ごとにみると1週間以内であることから、釧路湿原でもこの程度であろうと推測される。

(2)卵の孵化時期及び仔魚の浮上時期について

生卵は直径5.7～6.2mmで、鮮やかな赤橙色である。St.2-6及びSt.2-11で最初に発眼卵を確認したのは5月7日である。前者の産卵日は4月7日午後ないし8日、後者のそれは4月10日午後ないし11日であることから、産卵受精から発眼までに要する日数は28～30日と推定された。この期間の水温は2.2～9.8℃(測定時刻は9:25～11:30)である。人工飼育の場合では、北海道水産試験場(1933)によると水温8℃で21日、山代(1975)によると平均水温8.7℃で26日、川村ほか(1996)によると平均水温10.6℃で21日及び平均水温8.7℃で23日であり、いずれも今回より日数が短い。これは釧路湿原の場合、4月中旬から下旬にかけて8℃以下の低温で推移することによるものと考えられる。St.2-6では5月27日の時点でも発眼卵のままであることから、釧路湿原の発眼期は5月上旬から下旬までの期間と推測された。

その後、5月27日にSt.2-11で孵化後間もない仔魚を確認した。従って、産卵受精から孵化までに要する日数は48日程度と推定された。この期間の水温は2.2～13.7℃の範囲(測定時刻は9:25～12:15)であった。人工飼育の場合、北海道水産試験場(1933)によると、水温8℃で37～40日、山代(1975)によると平均水温8.7℃で41日、川村ほか(1996)によると平均水温11℃で30日及び平均水温9.9℃で35日であることから、釧路湿原での日数は妥当な数値と考えられる。また、St.2-6で孵化仔魚が確認されたのは6月3日で、その時の全長は21.6～22.7mmと比較的大形であることから、孵化後数日を経過していると考えられる。従って、釧路湿原における孵化

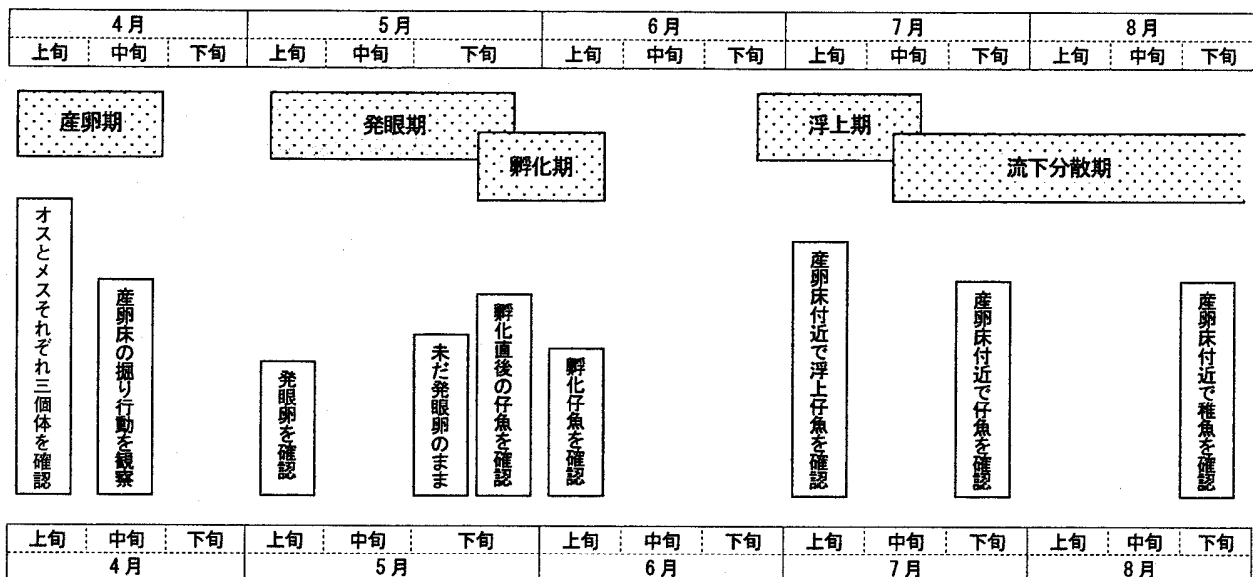


図11 釧路湿原上流域の河川におけるイトウの初期生活史

時期は5月下旬ないし6月上旬であろうと推測された。

産卵床から浮上した仔魚を確認したのはSt.2-6及びSt.2-11共に7月1日であり、6月24日には確認できなかった。従って、2001年の結果を考慮に入れると、産卵床から仔魚が浮上する時期は6月下旬から7月上・中旬にかけてであろうと推測された。これは川村（1989a）及び北海道立水産孵化場（1995）が報告している7月下旬～8月上旬とは異なり、釧路湿原の場合には浮上期はそれより1ヶ月早いものと考えられる。また、孵化から浮上までに要する日数は36日程度と推定された。この期間の水温は8.5～13.7℃（測定時刻は9：50～12：15）の範囲であった。これは、山代（1975）による人工飼育の場合でも、平均水温9.5℃で38日であることと比較しても、妥当な日数と考えられる。

その後、浮上後の稚魚は兩年のデータを合わせると、7月下旬から8月中・下旬まで確認された。しかし、稚魚の確認個体数は少なく、川村（1989b）及び北海道立水産孵化場（1995）によると、浮上直後の8月上旬に最も多く流下して、8月下旬には分散を終えて定着し、浮上後1ヶ月を経過した頃には流下がなくなる。従って、この期間に相当数が流下分散するものと考えられる。しかし、この期間の調査頻度はそれほど多くないので、今後さらに詳しい調査が必要である。

(3)産卵時期の流量、流速及び水温について

本種の産卵は水量と深く関係していることから、産卵期間における水量の変化を調べたところ、水量が最大になってそれ以降の減少期間に産卵が行われた。これはFukushima（1994）が猿払川水系において、北海道立水産孵化場（1995）及び川村ほか（1996）が石狩川上流域において観察していることと同様のことが、釧路湿原においても確かめられた。このことは春先の増水期の流量の変化を指標とすることにより、その年の産卵開始時期を予測することが可能かもしれない。また、その期間の水温は2.2～6.9℃の範囲であった。これは猿払川水系とはほぼ類似しているものの（Fukushima, 1994）、測定時間帯を考慮しても、釧路湿原の場合、石狩川上流域の平均水温6～7℃より比較的低い水温帯で産卵が行われるものと考えられる。さらに、産卵期の流速は産卵床での直接の測定記録ではないが、産卵床付近の記録によると、24.3～52.5cm/secの範囲であった。これは北海道立水産孵化場（1995）及び川村ほか（1996）が報告しているように、石狩川上流域では産卵期の流速は極めて速く、平均約70cm/secで、50cm/sec以下では産卵しないとしていることと比べると、釧路湿原の場合、他地域より産卵期の流速はそれほど速くないものと考えられる。

(4)春季から夏季にかけての低水温の維持について

2001年の調査では5月から8月にかけて気温の変動が大きいものの、産卵床における水温はそれほど変化しなかった。しかも高温でも12.0～12.8℃まで上昇しているにすぎず、低い水温を維持していたことが注目される。

これはハンノキやヤナギ類あるいはニレなど河畔林の存在が大きな役割を果たしていると考えられた。5月中・下旬頃から河畔林の葉が茂り始め、6月には川面全体を覆うほど鬱蒼と葉が繁茂し、太陽光線を遮っている状況を観察した。しかも河畔林でカバーされた河川の周囲の気温が、カバーされていない地域より低いことを体感した。今回はその相違を数値として明確に示すことはできなかったが、福島（1992）、小野（1996）、井上（1998）及び中村（1998・1999）などが指摘しているように、河畔林の存在によって太陽光線が遮断され、水温上昇が抑制されて、冷水性のサケ科魚類にとって生息可能な環境になっているものと推測された。また、河川流域の各所から湧水が流れ込んでいるのが観察され、この湧水によって夏季の水温上昇が抑制されている可能もある。これらについては今後の調査課題である。

5. まとめ

- (1)2001年4月～12月及び2002年3月～8月の期間、釧路湿原上流域の一河川において、イトウの繁殖生態の調査を行った。
- (2)2002年の調査では4月7日午後ないし8日に、また4月10日午後ないし11日に産卵が行われた。この期間に確認したイトウの成魚は、全長約50～70cmで、オスとメスそれぞれ3個体の計6個体であった。
- (3)2001年には直線距離にして約3kmの間に9ヶ所の産卵床を確認し、2002年には11ヶ所の産卵床を確認した。これらの中で3ヶ所については、兩年共に全く同一の場所に産卵床が認められた。それらの規模は長さが1.3～4.2mの範囲で、幅が0.8～2.7mの範囲であった。
- (4)産卵床の掘り行動を観察した結果、右岸側と左岸側の掘り行動が産室付近を中心にほぼ同じ場所で交互に繰り返されることからV字型になることが分かった。また、産卵床の掘り行動の時間間隔は産卵間際に掘り行動の時間間隔が長くなることが示唆された。
- (5)生卵は直径5.6～6.2mmで、鮮やかな赤橙色である。また、発眼期間は5月上旬から下旬まで、孵化時期は5月下旬ないし6月上旬、浮上期は6月下旬から7月上・中旬、浮上後の流下分散期は7月中旬以降と推測された。孵化直後の仔魚は全長16.0～17.0mm、浮上直後の仔魚の全長は21.6～22.7mmであった。流下分散期の稚魚は全長29.4～33.2mmであった。
- (6)4月上旬に流量のピークを迎え、その減少期に産卵が行われた。
- (7)産卵期の水温は2.2～6.9℃の範囲であり、他地域より比較的低い水温帯で産卵が行われるものと考えられる。
- (8)産卵期の流速は不明であるが、4月では産室前部の深みの表層では27.5～49.8（平均34.9）cm/sec、産室付近の瀬では36.1～88.9（平均52.8）cm/secを記録した。
- (9)5月から8月にかけて気温の変動が大きいものの、産

卵床における水温はそれほど変化せず、しかも高温でも7.8~13.7℃まで上昇しているにすぎず、低い水温を維持していた。これは河畔林の存在が大きな役割を果たしていると考えられた。

(10)産卵床付近では計6種の魚類が認められ、特にエゾイワナやハナカジカが多数を占めていることから、イトウの仔稚魚に対する捕食圧の影響が考えられるが、これについては今後の課題である。

6. 引用文献

- 青柳兵司 (1979). 日本列島産淡水魚類総説 (1957年の復刻版). 財団法人淡水保護協会、大阪、272 (本文) +17 (索引) +20 (参考文献) pp.
- 福島路生 (1990). 鮭 第四章未知なる生態を探る - その種族の根を絶やさぬために必要な条件とは. RIZE、94-95.
- 福島路生 (1992). アラスカ州の河川管理について. 森と川、2: 19-21.
- Fukushima, M. (1994). Spawning migration and redd construction of Sakhalin taimen, *Hucho perryi* (Salmonidae) on northern Hokkaido Island, Japan. Journal of Fish Biology 44:877-888.
- Fukushima, M. (2001). Salmonid habitat-geomorphology relationships low-gradient streams. Ecology 82(5):1238-1246.
- 福島路生 (2001). 川が曲がって流れることの意味 - イトウ産卵床分布との関係について. 森と川、(9/10): 4-8.
- 針生 勤 (1996). 釧路湿原で採集されたイトウの稚魚の形態について. 釧路市立博物館紀要、(20): 31-34.
- 針生 勤 (1998). 釧路湿原におけるイトウの生息状況について. 釧路市立博物館紀要、(22): 27-32.
- 北海道環境生活部環境室自然環境課編 (2001). 北海道の希少野生生物 北海道レッドデータブック2001. 野生生物総合研究所、札幌、309pp.
- 北海道水産試験場 (1933). 湖沼調査 (屈斜路湖、うとない沼、頓別沼)、水産調査報告、28、1-55.
- 北海道立水産孵化場 (1983). 金山人工湖産イトウの生態に関する研究. 昭和57年度事業成績書、200-201.
- 北海道立水産孵化場 (1984). 金山人工湖産イトウの生態に関する研究. 昭和58年度事業成績書、184-185.
- 北海道立水産孵化場 (1985). 金山人工湖産イトウの生態に関する研究. 昭和59年度事業成績書、208.
- 北海道立水産孵化場 (1986). 金山人工湖産イトウの生態に関する研究. 昭和60年度事業成績書、178.
- 北海道立水産孵化場 (1987). 金山人工湖産イトウの生態に関する研究. 昭和61年度事業成績書、135-136.
- 北海道立水産孵化場 (1988). 金山人工湖産イトウの生態に関する研究. 昭和62年度事業成績書、133-134.
- 北海道立水産孵化場 (1995). 希少水生生物保存対策試験. 平成5年度事業成績書、70-76.
- 北海道立水産孵化場 (1996). 希少水生生物保存対策試験. 平成6年度事業成績書、61-70.
- 北海道立水産孵化場 (1997). 希少水生生物保存対策試験. 平成7年度事業成績書、83-90.
- 北海道立水産孵化場 (2001). 平成11年度希少水生生物保存対策事業 イトウ資源保存技術試験. 平成11年度事業成績書、134-135.
- 井上幹夫 (1998). 森と魚. pp.145-157. 森誠一編. 自然復元特集4 魚から見た水環境 - 復元生態学に向けて / 河川編一. 信山社サイテック、東京、243pp.
- 環境庁自然保護局野生生物課編 (1991). 日本の絶滅のおそれのある野生生物 - レッドデータブック (脊椎動物編). 自然環境研究センター、東京、331pp.
- 環境庁自然保護局野生生物課編 (1999). レッドリスト 魚類. pp.4-5. 自然環境研究センター、東京、15pp.
- 川村洋司 (1989a). イトウ. pp.93-96. 川那部浩哉・水野信彦編. 山溪カラー名鑑日本の淡水魚、山と溪谷社、東京、719pp.
- 川村洋司 (1989b). 気紛れな産卵生態の秘密. 水の趣味、ベースボール・マガジン社、第6号、12-19.
- 川村洋司・原 彰彦・寺西哲夫 (1996). イトウの養殖技術. 北海道編、pp.1-29. 新魚種開発協会、東京、83pp.
- 木村清明 (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.
- 松坂 洋 (1996). イトウの養殖技術. 青森県編、pp.30-81. 新魚種開発協会、東京、83pp.
- 森 由行・福島路生・小野有五・倉茂好匡 (1997). 北海道猿払川におけるイトウの産卵場所選択. 野生生物保護、3(1): 41-51.
- 中村守純 (1984). 原色淡水魚類検索図鑑. 北隆館、東京、262pp.
- 中村太士 (1998). 河川の土砂動態と水辺域の生態学的機能. pp.1-36. 日本地形学連合編、水辺環境の保全と地形学、古今書院、東京、186pp.
- 中村太士 (1999). 流域一貫. 築地書館、東京、138pp.
- 小野有五 (1996). 北海道の森と川1990-1995. 北海道の自然と生物、(10): 48-54.
- 山代昭三 (1965). 北海道東北部におけるイトウ (*Hucho perryi*) の年令と成長. 日本水産学会誌、31(1): 1-7.
- 山代昭三 (1975). 釧路湿原の魚類. pp.227-249. 釧路湿原総合調査報告書、釧路市立郷土博物館、釧路、340pp.