

ダム湖上流に造成した人工産卵場の造成効果と湖内でのアユの成長について

近藤正美・泉川晃一・本多卓志*¹・大槻清人*²About a Creation Effect of Artificial Spawning Ground that Prepared Land in the Lake Style Dam Deside and Groth of a Sand Bar Ayu *Plecoglossus altivelis* in the Lake

Masayoshi KONDO, Koichi IZUMIKAWA, Takushi HONDA and Kiyoto OHTSUKI

キーワード：平成19年度，奥津湖，陸封アユ，人工産卵場造成，流下仔魚調査，プランクトン調査

岡山県と国土交通省苫田ダム管理所（以下「苫田ダム管理所」という。）との共同調査で，2007年1月に奥津湖内でアユ *Plecoglossus altivelis* が再生産していることを確認した¹⁾が，春期の調査結果²⁾から，その資源量は少ないものと考えられる。この原因として，奥津湖上流の吉井川にアユの産卵に適した場所がないこと，及び，アユに対する漁獲圧が高いため産卵期の親魚が少ないことが指摘されている³⁾。このため，産卵場の確保及び産着卵の保護を目的として人工産卵場を造成し，その造成効果を検証した。また，流下仔魚の成育状況については，奥津湖において採捕調査を実施し，現況を把握した。なお，産卵親魚の確保を目的とした漁獲圧の軽減については，久田川漁業協同組合に対し人工産卵場周辺における禁漁期間の見直しを提案している。

材料と方法

奥津湖の概要 調査対象とした奥津湖の概要は，既報¹⁾のとおりである。

吉井川及び奥津湖の水温 図1に水温測定場所を示した。吉井川の杉橋及びダムサイトの水温は苫田ダム管理所から観測データの提供を受け，箱岩橋の水温及び船着場の水温は Onset 社製の水温自動観測装置（データ・ロガー）を用いた。なお，杉橋及び船着場では1時間毎，箱岩橋では2時間毎，ダムサイトでは6時，14時，22時の計測データを用いた。

奥津湖内のプランクトン調査 図2に調査場所を示した。プランクトン採取は，'07年10月，12月，'08年2月の

3回，苫田大橋，船着場地先，ダムサイトの3カ所において目合い0.33 μ mの北原式ネットを用いて湖底上約1

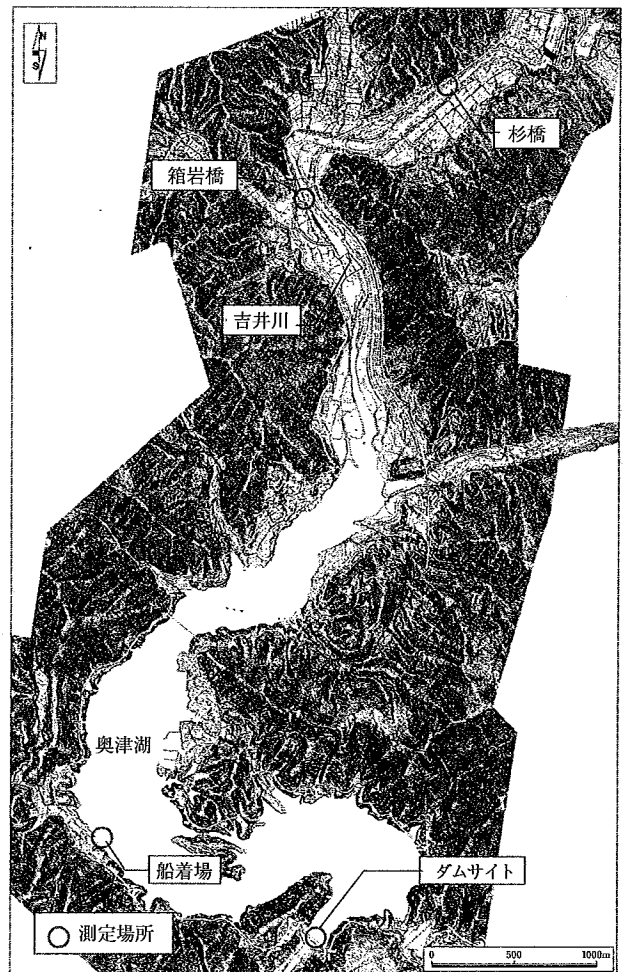


図1 水温測定位置図

*¹前国土交通省苫田ダム管理所*²国土交通省苫田ダム管理所

mから水面までの垂直曳きを実施した。採取回数は各地点1回とした。

成熟状況調査 図3に調査範囲を示した。アユの分布、サイズ、婚姻色の有無について、9月25日、10月16日の2回潜水目視調査を実施した。

人工産卵場造成調査 図4に人工産卵場造成場所を示した。人工産卵場は、9月14日に奥津湖から吉井川上流約600mの場所に造成した。小型重機を用いて川の流れて沿って縦20m、横13mの範囲の川底の大小様々な石砂利を周囲に移動し、新たに代表粒径3～5cmの砂利を敷設した。砂利を敷設した後、小型重機及び熊手を用いて川底の泥分を流下させ、表面の凹凸を均し、砂利の厚さが20cmとなるようにした。造成後、潜水により砂利の維持状況及び浮泥の沈着状況を目視観察した。また、潜水目視により、人工産卵場でのアユの産卵箇所を記録し、産卵面積を把握した。産卵の有無は、河床の色及びくぼみを観察し、実際に礫を動かして確認した。

産卵及び産着卵調査 産卵行動等は、流下仔魚調査の前に潜水目視観察を行い把握した。産着卵調査は、産卵

場造成1か月後の10月16日に実施した。人工産卵場の上流部、中央部、下流部の3か所に25cm×25cmの方形枠を設置し、その中の砂利を持ち帰り、それぞれの産着卵数を計数した。また、潜水目視により、人工産卵場での産卵箇所を記録し、産卵面積を把握した。産卵の有無は、河床の色及びくぼみを観察し、実際に礫を動かして確認した。

流下仔魚調査 9月12日から11月27日にかけて原則として毎週1回、流下が多いとされる日没から21時⁴⁾まで流下仔魚の採集を行った。採集には網口50×25cm、長さ110cm、網目0.494mm (GG38) のプランクトンネットを使用した。流下仔魚の採集は1時間毎に10分間、人工産卵場直下と人工産卵場の影響を受けない対岸において実施した。採集した仔魚は、現場において75%エタノールで固定して持ち帰り、翌日尾数を計数した後、99.5%エタノールで保存した。調査時の水温、DOは堀場製作所のpH/DO METER D-55、pHは堀場製作所のpH METER D-51、流速はケネック社製のポータブル電磁流速計 LP-201で計測した。

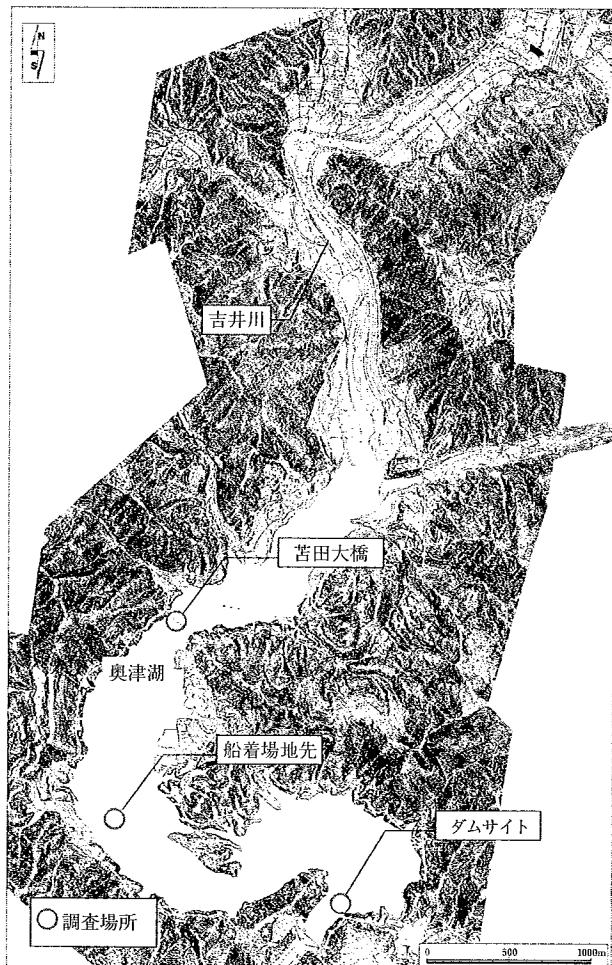


図2 プランクトン調査位置図

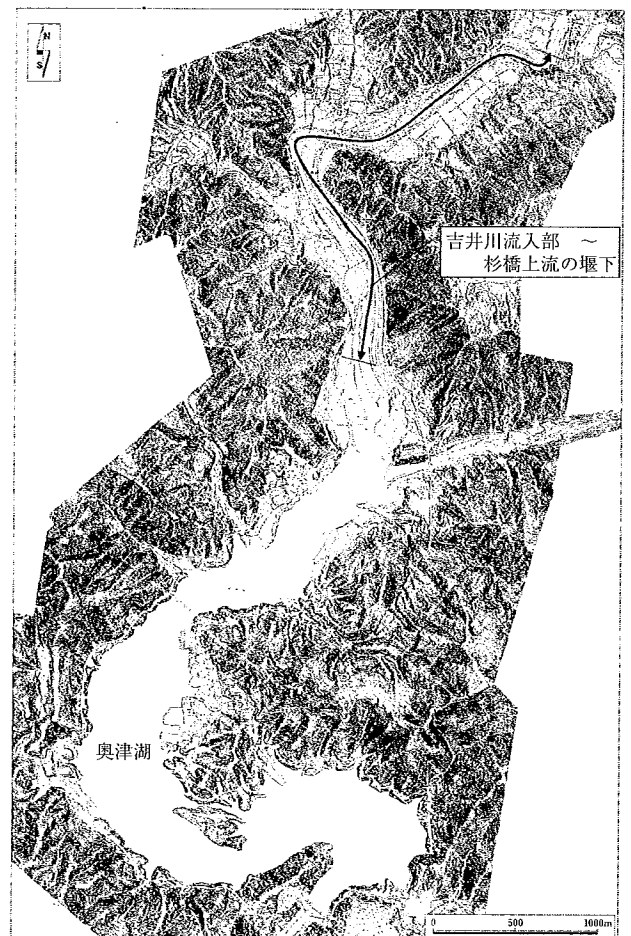


図3 成熟調査場所

奥津湖内の仔稚魚採捕調査 図5に仔稚魚採捕場所を示した。集魚灯としてハンディライト (National NN13000) 1基を使用し、蝟集した仔魚をタモ網で採捕した。稚魚は、夜間水際に定位していたものをタモ網で採捕した。仔稚魚は原則としてその場で全長を測定した後、99.5%エタノールで固定して持ち帰り、後日、体重を測定した。採捕魚の一部は、耳石の輪紋数と胃内内容を分析した。ふ化日は採捕日と耳石の輪紋数から推定し、産卵日は杉橋の平均水温を基にふ化までの積算水温を250℃⁵⁾として求めた。

結果と考察

吉井川及び奥津湖の水温 杉橋の水温を表1に、箱岩橋の水温を表2に、ダムサイトにおける月別・水深別平均水温を付表1に、ダムサイトの6時における水深別水温の推移を図6に、稚魚を採捕した2月8日以降の船着場の水温を図7に示した。表1、2に示すように、杉橋と箱岩橋との水温の差は小さく、苫田ダム管理所が測定している杉橋の水温をふ化日の推定に使用しても問題が

ないことが分かった。また、図6に示すように水温の垂直分布は、3月～12月までは水深が深くなるに従い水温が低下する整列成層を示し、1月から2月は水深による水温差はほとんど見られなかった。アユの陸封化条件として、古田は最低水温が4℃以上必要である⁹⁾としている。'07年度は降雪が多かったが、水温条件を満たしていたことから、今後もアユが再生産する可能性は高いと考えられた。船着場の2月8日～3月31日までの水温は、最低水温が4℃を下回ることは少なく、ダムサイトの水温を上回っている時間帯が多いことから、稚魚がより高い水温を求めて移動していることが考えられた。

奥津湖内のプランクトン調査 図8に'07年度に実施した調査結果を示した。プランクトン量は10月調査時には苫田大橋で最も多く、ダムサイトでは、その25.6%と少なかった。12月調査時には3地点とも10月調査時より減少し、船着場地先と苫田大橋でほぼ同数となったが、ダムサイトは苫田大橋の42.9%と少なかった。2月調査時には、船着場地先と苫田大橋で12月調査時より減少したが、ダムサイトは逆に増加した。ダムサイトのプラン

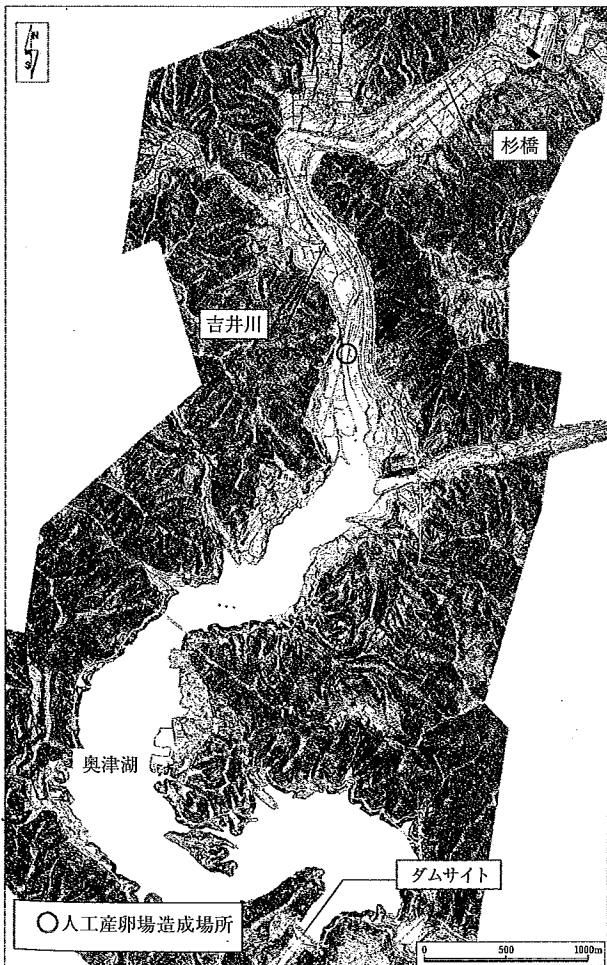


図4 人工産卵場造成位置図

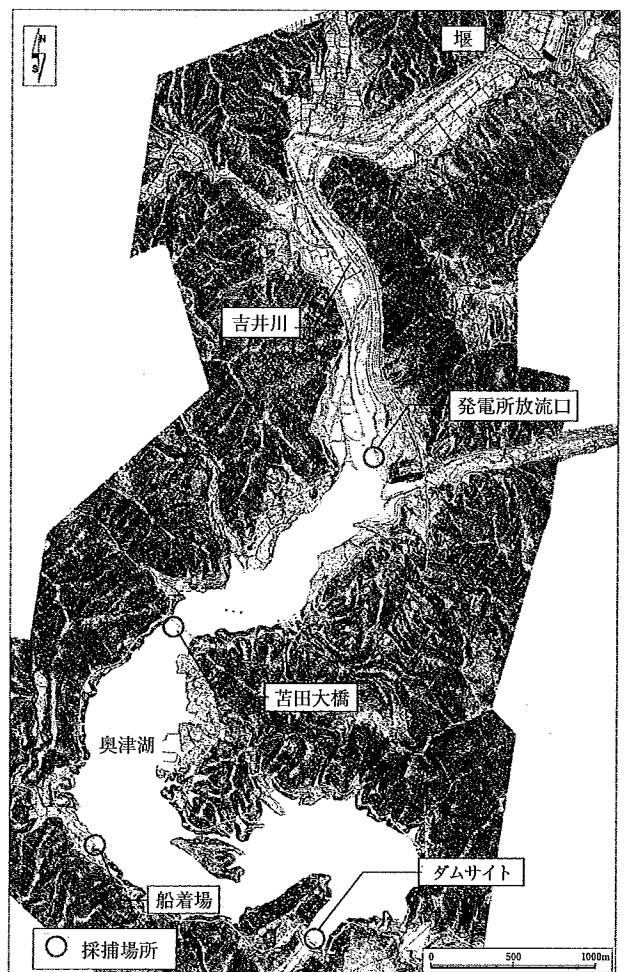


図5 アユ採捕位置図

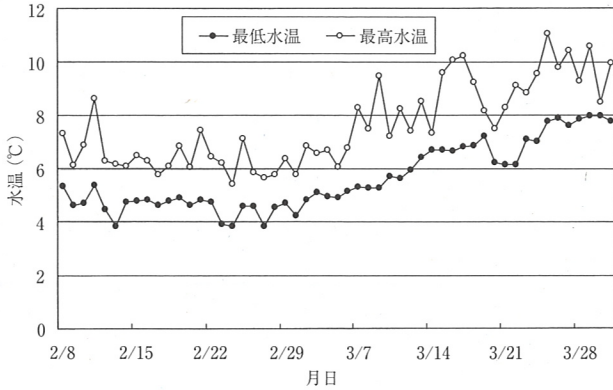


図7 船着場における水温の推移

クトン量は、苦田大橋の371.4%であった。プランクトンの種別では、10月調査時にはネコゼミジンコ属 *Ceriodaphnia* sp. が多いが、12月以降は減少した。12月調査時には、苦田大橋と船着場地先でゾウミジンコ *Bosmina longirostris* が多く、ダムサイトでは少ないことが示された。

図9に試験湛水中の'04年度と'07年度の調査結果を示した。'04年度に比べ'07年度の動物プランクトン量は、大きく減少していた。ダム湖においては、完成後底泥からの栄養塩溶出によりプランクトン量が急増し、底泥からの栄養塩の溶出が停止すると急減することが知られており⁷⁾、栄養塩の今後の動向に注意する必要があると考えられる。

成熟状況調査 図10に潜水目視調査結果を示した。9月25日には上流から下流まで広範囲に未成熟なアユが分布していたが、10月16日には比較的大きな個体が下流域に多く、その多くには婚姻色が現れていた。このことから、9月下旬に比べ10月中旬が産卵盛期に近いこと、産卵時期が近づいた個体は奥津湖流入部に降下することが明らかになった。

人工産卵場調査 表3に人工産卵場における流量調査結果を示した。9月21日の流量は1.68m³/sで、敷設した砂利は流失していなかったものの、砂利に浮泥がうっすら堆積していた。このため、上流の礫を再配置し、人工産卵場を流れる流量を大きくした。また、9月25日から人工産卵場上流での水力発電に伴う取水の休止により、人工産卵場での流量が増加し、9月28日及び10月16日の流量は4 m³/s以上となった。これらの要因が重なって、砂利上の浮泥は見られなくなった。また、砂利の流失も確認できなかったことから、粒径3~5 cmの砂利を付着基質として使用した場合、流量は4 m³/s前後あれば砂利の流失が無く、浮泥の沈着もないことが明らかになった。

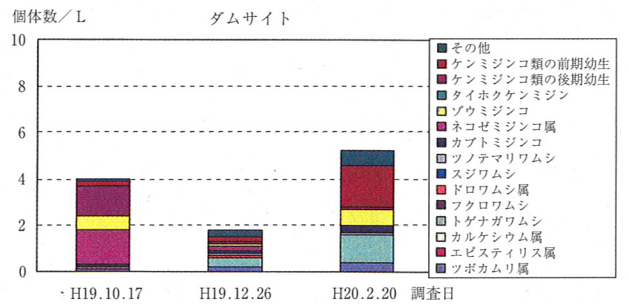
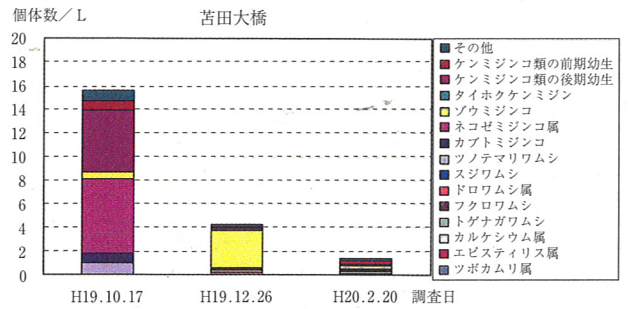
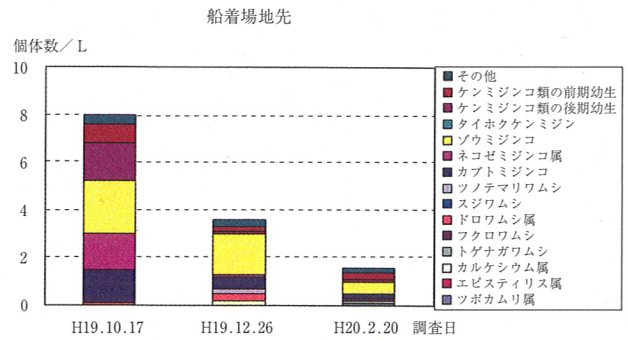


図8 プランクトン調査結果

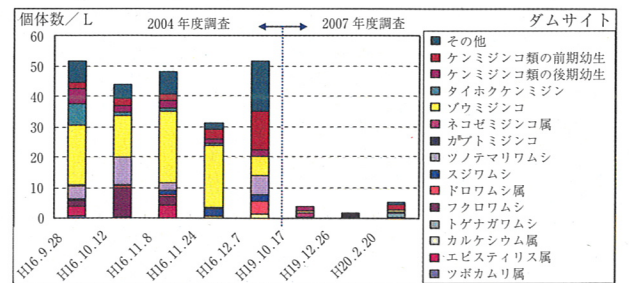
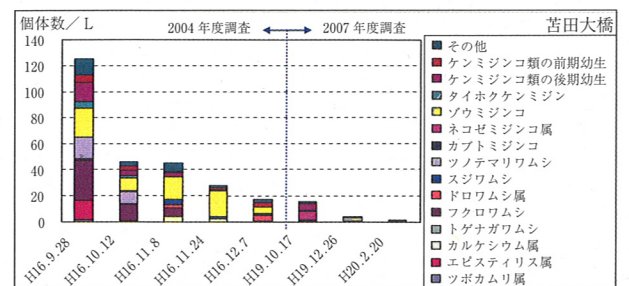


図9 奥津湖におけるプランクトンの推移

この人工産卵場は造成1か月後でも産卵場としての機能を有していたが、今後は、浮石状態の目安となる貫入深度について調査を行い、造成場が産卵場として機能する

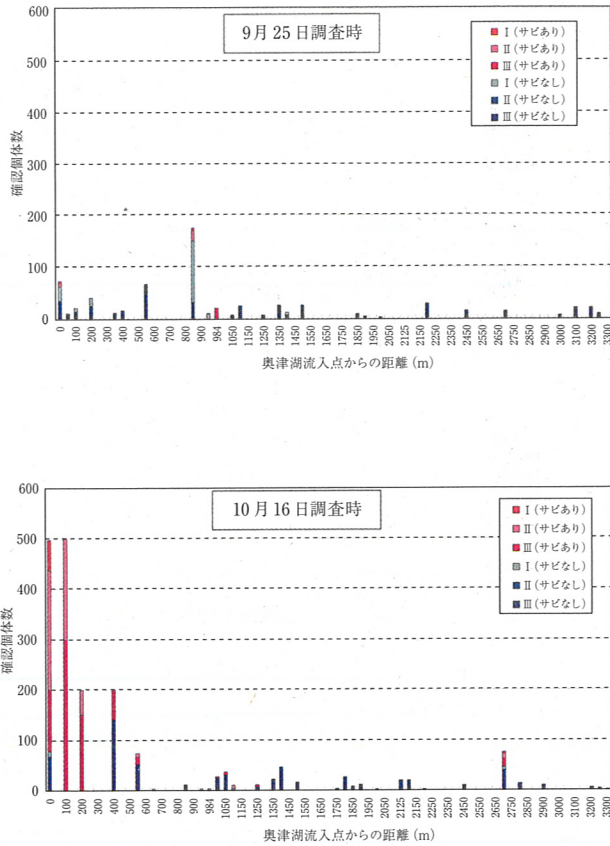


図10 潜水目視調査結果

期間を把握し、産卵場造成時期及び造成数を決定する必要がある。

産卵及び産着卵調査 潜水目視観察の結果、最初に人工産卵場で産卵行動及び産着卵を確認したのは、9月18日であった。その後、人工産卵場内の親魚数は増加し、産着卵も増加したが、10月30日以降は親魚数が急減した。

産着卵調査結果を表4に示した。上流部から中流部、

表3 人工産卵場における流量調査結果

調査日	流量 (m ³ /s)	備考
9/12	1.47	造成2日前
9/14	1.57	造成直後(造成日)
9/21	1.68	造成1週間後、上流端の礫を再配置
9/28	4.72	造成2週間後、9月25日から流量増加
10/16	4.03	造成1か月後

表4 産着卵調査結果

調査場所	計測数	換算数
	(粒/625cm ²)	(粒/m ²)
上流部	9,000	144,000
中流部	12,400	198,400
下流部	25,000	400,000
平均数	15,500	248,000

下流部になるに従い産着卵数は多かった。産卵面積は、人工産卵場260m²に対して約50m²の範囲で、主にアユの産卵が行われたことが確認された。平均産着卵数と産卵面積から推定した10月16日時点の総産着卵数は、12,400千粒であった。アユの産卵期間は長期間にわたる⁸⁾ため、産着卵数の約2倍の仔魚が流下する⁹⁾とされることから、産着卵数から推定した流下仔魚数は24,800千尾であった。

流下仔魚調査 表5に流下仔魚及び流下卵調査結果を示した。最初に流下仔魚を確認したのは9月25日で、採捕数は4尾であった。10月9日以降採捕数が増加し、最も多かったのは10月23日の963尾であった。10月30日以降は、採捕数が減少した。人工産卵場の影響を受けない対岸では、10月23日、10月30日、11月6日の3回、計7尾

表5 流下仔魚及び流下卵調査結果

調査 回次	調査 月日	水温 (°C)	産卵場直下		産卵場対岸(対象区)		流速 (cm/s)	備考
			流下仔魚	流下卵	流下仔魚	流下卵		
1	9/12	24.1	0	-	0	-	55.0-57.8	
2	9/18	24.9	0	-	0	-	9.6-10.1	産卵行動、着卵確認
3	9/21	25.4	0	-	0	-	16.9-26.8	
4	9/25	22.9	4	-	0	-	21.2-24.1	
5	10/2	20.6	0	-	0	-	26.9-34.7	
6	10/9	18.4	48	-	0	-	68.9-81.7	流下卵多数確認
7	10/16	16.5	231	388	0	-	70.3-83.0	
8	10/23	15.8	963	498	4	-	74.3-88.5	
9	10/30	16.0	20	208	2	-	41.3-59.6	
10	11/6	13.8	27	64	1	-	41.8-58.0	
11	11/13	13.0	6	10	0	-	15.9-19.5	
12	11/27	10.4	19	0	0	-	28.6-29.2	

流下仔魚：尾
流下卵：粒

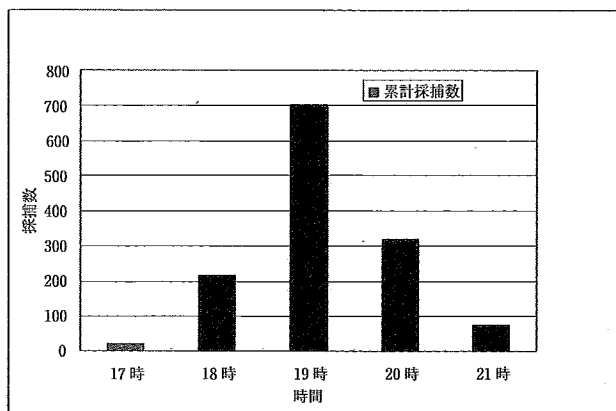


図11 時間帯別流下仔魚累計採捕数

の流下仔魚を採捕し、少ないながら自然産卵があることも確認した。図11に時間帯別流下仔魚累計採捕数を示した。累計採捕数が最も多いのは19時で、次いで20時、18時の順であった。人工産卵場の影響を受けない対岸での流下仔魚の採捕が極めて少なかったこと、及び、アユのふ化時間は17時から21時⁹⁾とされることから、採捕した仔魚は人工産卵場でふ化したものと考えられた。流下卵は、産卵行動に伴い生じる⁹⁾とされる。人工産卵場での産卵盛期は、流下卵が多く確認された10月であったと考えられ、10月の杉橋平均水温は18.5~13.1℃であった。日別、1時間当たりの推定流下仔魚数を次式によって求めた。

$$N = (v \times k) \times 6n / w$$

ア) 1時間あたりの流下仔魚の採捕数 = 6n

イ) v = 調査時の流量

ウ) 濾水量 (w) = 仔魚ネットの口径 × ネット設置時の流速

エ) 流量比 (k) = 人工産卵場の断面積 / 河道断面積
調査時間毎の推定流下仔魚数の和を1日の流下仔魚数とし、これを調査期間全体に引き延ばすために7倍した。流下仔魚調査の結果から算出した推定流下仔魚数は909千尾となり、産着卵数からの推定流下仔魚数24,800千尾と大きく異なった。流下仔魚調査を終日実施していないことも差が生じた原因の一つと考えられるが、週1回の流下仔魚調査では、流下量を把握することは困難であることも示唆される。

奥津湖内の仔稚魚採捕調査 表6に奥津湖内における稚魚採捕調査結果を示した。吉井川流入部に近い発電所放流口では3回の調査により21尾、苦田大橋では2回の調査により34尾、船着場では7回の調査により102尾、計157尾を採捕した。発電所放流口ではふ化後間もない仔魚を多数観察できたが、吉井川流入部から最も距離のある

表6 奥津湖内における仔稚魚採捕調査結果

調査 回数	月日	水温 (℃)	調査場所			全長範囲	備考
			船着場	中電発電所放流口	苦田大橋		
1	10/16	-	-	5	-	14.0-26.7	固定後測定
2	10/23	-	-	10	-	15.1-32.2	
3	10/30	17.4	-	-	34	9.4-35.6	ダムサイト、船着場でも確認
4	11/6	-	5	6	-	18.7-34.4	
5	11/13	-	36	-	0	8.4-42.8	
6	11/27	12.2	20	-	-	24.6-42.9	
7	12/12	9.9	6	-	-	24.5-39.8	
8	12/26	9.1	21	-	-	11.5-34.2	
9	2/5	5.3	10	-	-	34.2-66.0	
10	2/19	5.2	4	-	-	34.9-71.3	
計			102	21	34		

ダムサイトにおいてふ化後間もない仔魚は観察できなかった。一方、10月30日の調査時に船着場及びダムサイトにおいて、成長した仔魚を確認できたことから、仔魚は奥津湖へ流下した後、成長とともに奥津湖全域に拡散するものと推測された。集魚灯に蝟集する仔魚の数は12月末までは比較的多かったが、'07年度調査¹⁾同様、2月には蝟集する仔魚の数が大きく減少した。全長40mm以上の仔魚が光に蝟集していることから、成長に伴う走光性の変化が原因とは考えにくく、水温の低下等他の要因が影響しているものと考えられる。

表7に仔稚魚調査で採捕したアユの耳石分析結果を示した。輪紋数は2~107で、推定ふ化日は9月11日~12月21日であった。この間の杉橋の水温範囲は4.9~24.4℃であり、10~20℃⁸⁾とされる発生適水温の範囲を一部期間が超えていた。また、推定産卵日は8月30日~11月17日で、この間の杉橋の水温範囲は9.1~25.9℃であった。アユの産卵場は河川の下流域に形成されるため、水量の少ない上流域に比べ水温の日変動は小さい¹⁰⁾。一方、人工産卵場は吉井川の上流部に位置し、水量も少ないことから天候の影響を強く受け、水温の日変動が大きい。このため、アユの産卵は最低水温の影響を受け、卵の発生については最高水温の影響をより強く受けている可能性がある。

図12に推定ふ化日別個体数と流下仔魚の採捕日別個体数を示した。流下仔魚調査の結果10月中旬が流下の盛期と考えられたが、耳石分析の結果からは10月に生まれた

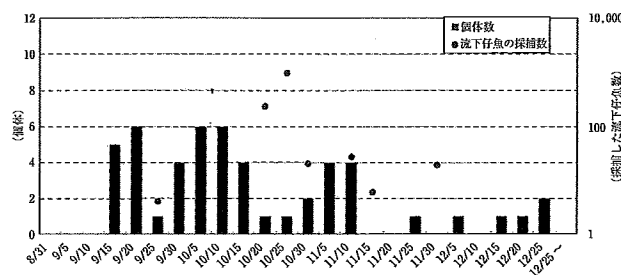


図12 推定ふ化日と流下仔魚調査結果

表7 奥津湖内で採捕したアユの耳石分析結果

番号	採捕日	全長 (mm)		体重 (mg)	耳石分析結果			採捕場所
		固定前	固定後		日齢	ふ化日	産卵日	
1	10/16	-	(26.7)	19	35	9/11	8/31	中電放流口
2	10/16	-	(18.1)	4	28	9/18	9/ 6	中電放流口
3	10/16	-	(22.0)	7	28	9/18	9/ 6	中電放流口
4	10/16	-	(15.5)	3	14	10/ 2	9/19	中電放流口
5	10/16	-	(14.0)	2	18	9/28	9/16	中電放流口
6	10/23	16.4	(-)	2	18	10/ 5	9/22	中電放流口
7	10/23	29.2	(-)	37	38	9/15	9/ 3	中電放流口
8	10/23	15.1	(-)	2	17	10/ 6	9/22	中電放流口
9	10/23	32.2	(-)	43	40	9/13	9/ 1	中電放流口
10	10/23	21.6	(-)	12	27	9/26	9/14	中電放流口
11	10/30	35.6	(-)	74	46	9/14	9/ 2	苫田大橋
12	10/30	21.0	(-)	9	29	10/ 1	9/18	苫田大橋
13	10/30	33.1	(-)	18	43	9/17	9/ 5	苫田大橋
14	10/30	13.0	(-)	0	14	10/16	10/ 1	苫田大橋
15	10/30	9.4	(-)	0	3	10/27	10/ 9	苫田大橋
16	11/ 6	20.3	(-)	13	28	10/ 9	9/25	中電放流口
17	11/ 6	33.2	(-)	55	47	9/20	9/ 8	中電放流口
18	11/ 6	26.6	(-)	27	42	9/25	9/13	中電放流口
19	11/ 6	18.7	(-)	6	28	10/ 9	9/25	船着場
20	11/ 6	20.3	(-)	11	34	10/ 3	9/20	船着場
21	11/ 6	25.6	(-)	16	33	10/ 4	9/21	船着場
22	11/ 6	27.0	(-)	25	36	10/ 1	9/18	船着場
23	11/ 6	24.5	(-)	16	39	9/28	9/16	船着場
24	11/13	42.8	(-)	148	63	9/11	8/30	船着場
25	11/13	32.1	(-)	44	45	9/29	9/17	船着場
26	11/13	20.8	(-)	11	36	10/ 8	9/24	船着場
27	11/13	9.6	(-)	0	2	11/11	10/22	船着場
28	11/13	8.4	(-)	0	3	11/10	10/21	船着場
29	11/27	42.9	(-)	141	71	9/17	9/ 5	船着場
30	11/27	40.7	(-)	115	68	9/20	9/ 8	船着場
31	11/27	31.5	(-)	51	52	10/ 6	9/22	船着場
32	11/27	24.9	(-)	13	47	10/11	9/27	船着場
33	11/27	25.3	(-)	18	50	10/ 8	9/24	船着場
34	12/26	12.9	(-)	0	12	12/14	11/13	船着場
35	12/26	31.8	(-)	39	73	10/14	9/29	船着場
36	12/26	12.5	(-)	0	5	12/21	11/17	船着場
37	12/26	28.4	(-)	22	57	10/30	10/11	船着場
38	12/26	33.6	(-)	52	75	10/12	9/27	船着場
39	12/26	12.9	(-)	0	7	12/19	11/16	船着場
40	12/26	34.2	(-)	50	74	10/13	9/28	船着場
41	12/26	25.4	(-)	18	49	11/ 7	10/18	船着場
42	12/26	24.4	(-)	10	51	11/ 5	10/17	船着場
43	12/26	11.5	(-)	0	5	12/21	11/17	船着場
44	2/ 5	34.2	(-)	49	72	11/25	11/ 1	船着場
45	2/ 5	40.3	(-)	85	87	11/10	10/21	船着場
46	2/ 5	44.3	(-)	132	97	10/31	10/12	船着場
47	2/ 5	34.7	(-)	52	66	12/ 1	11/ 5	船着場
48	2/ 5	65.0	(-)	632	95	11/ 2	10/14	船着場
49	2/ 5	66.0	(-)	784	106	10/22	10/ 5	船着場
50	2/19	71.3	(-)	1,630	107	11/ 4	10/16	船着場
51	2/19	69.5	(-)	1,270	102	11/ 9	10/20	船着場
52	2/19	68.5	(-)	1,200	103	11/ 8	10/19	船着場

表8 胃内容物分析結果

種名	採捕日	10/30	10/30	10/30	11/6	11/13	11/27	12/26	12/26	12/26	2/5	2/5	2/5	2/19	2/19	2/19
	全長 (mm)	35.6	21	9.4	24.5	8.4	42.9	34.2	24.4	11.5	34.2	44.3	65	71.3	69.5	69
	*体重 (mg)	74	9	0	16	0	141	50	10	0	49	132	-	1,630	1,270	1,200
甲殻類	<i>Daphnia galeata</i>	18						1			22	1	113	10	17	11
	<i>Daphnia</i>	18			1						5	1	104	50	28	28
	<i>Ceriodaphnia</i>	22	15		10		56	64								
	<i>Bosmina</i>		2					5				1				
	CYCLOPIDA	6					82	1	8		5	8	36	5	87	29
	CYCLOPIDA egg										125	552	228	58	230	306
	**甲殻類消化物												+	+	+	+
個体数合計		64	17	0	11	0	138	71	8	0	157	563	481	123	362	374
種類数合計		4	2	0	2	0	2	4	1	0	4	5	4	4	4	4

* : 体重は、アルコール固定後に計測。

** : ミジンコ類及びケンミジンコ目の破片を含むものは甲殻類消化物に(+)表示。

仔魚の採捕数は少なかった。また、流下仔魚が減少した11月中旬以降にふ化した仔魚の採捕も少なかった。

表8に胃内容物分析結果を示した。全長10mm前後の小型個体はすべて空胃であった。全長20mm以上の個体はネコゼミジンコ属、ケンミジンコ目 CYCLOPOIDA、ミジンコ属 *Daphnia* sp. を成長に応じて摂餌していた。陸水湖では、初期の代表的な餌料としてハネウデワムシ *Polyarthra vulgaris* が知られている¹³⁾が、今回実施したプランクトン調査ではハネウデワムシが少なかったこと、全長10mm前後の小型個体はすべて空胃であったこと、及び、産卵盛期の仔魚が採捕できていなかったことから、初期の餌料不足が奥津湖における生残に悪影響を及ぼしている可能性が考えられ、流下盛期のプランクトン調査及び初期の生残調査を実施する必要があると考えられた。

要 約

1. 苫田ダム湖である奥津湖において、国土交通省苫田ダム管理所と共同で陸封アユの調査を実施した。
2. 奥津湖のプランクトン調査を実施したところ、'04年度調査に比べ量が大きく減少していることが分かった。
3. 奥津湖に流入する吉井川において成熟状況調査を実施したところ、成熟したアユは奥津湖流入部に降下することが分かった。
4. 産卵場の確保と産着卵の保護を目的として、人工産卵場を造成したところ、1か月以上にわたり産卵場としての機能が維持され、産卵も良好であった。
5. 奥津湖に流入する仔魚数を推定したところ、産着卵調査に基づく推定値は24,800千尾となり、流下仔魚調査に基づく推定値909千尾と大きく異なり、週1回の流下仔魚調査で流下仔魚数を推定することは困難であることが示唆された。
6. 奥津湖内における仔稚魚の採捕調査を10月～2月にかけて計10回実施し、計157尾の仔稚魚を採捕した。
7. 52尾の耳石分析を実施したところ、分析魚の推定ふ

化日は9月11日～12月21日、推定産卵日は8月30日～11月17日であった。アユは、産卵については最低水温の影響を受け、卵の発生については最高水温の影響を受けている可能性がある。

8. 15尾の胃内容物分析を実施したところ、全長10mm前後の小型魚は空胃で、全長20mm以上の個体はネコゼミジンコ属、ケンミジンコ、ミジンコ属を成長に応じて摂餌していた。
9. プランクトン調査及び胃内容物分析の結果、初期の餌料不足が奥津湖における生残に悪影響を及ぼしている可能性が考えられた。

文 献

- 1) 近藤正美・水戸 鼓・本多卓志, 2007: 奥津湖における陸封アユの調査-I, 岡山県水試報, 22, 169-183.
- 2) 近藤正美・泉川晃一・本多卓志・大槻清人, 2008: 奥津湖における陸封アユの調査-II, 岡山県水試報, 23, 110-113.
- 3) 苫田ダム陸封アユ確認作業報告書, 2006: 株式会社ウエスコ, 10-12.
- 4) 滋賀県水産試験場, 1957: こあゆ資源予測調査, 滋賀県水産試験場研究報告, 8, 26-33.
- 5) 川本信之, 1978: 養殖学各論, 改訂3版, 厚生社厚生閣, 239pp.
- 6) 全国湖沼河川養殖研究会, 1968: 第9回人工湖利用部会要録, 35-36.
- 7) Kent W. Thornton, Bruce L. Kimmel, Forrest E. Payne 著, 村上哲生, 林裕美子, 奥田節夫, 西條八束訳, 2004: ダム湖の陸水学, 第1版, 生物研究社, 244pp.
- 8) 水生生物生態資料, 1981: 日本水産資源保護協会, 40-44.
- 9) 滋賀県水産試験場, 1979: 琵琶湖産アユの資源調査報告書琵琶湖へ流入する仔アユ量(1977)の推定-I, 滋賀県水産試験場研究報告, 32, 194pp.
- 10) 近藤正美・泉川晃一, 2008: 平成19年度自動観測装置による内水面の水温, 岡山県水試報, 23, 82-89.
- 11) 高橋勇夫・東 健作, 2006: ここまでわかったアユの本, 第5版, 築地書館株式会社, 265pp.

付表1 ダムサイトにおける月別・水深別平均水温

時刻 6:00		(単位:℃)																															
水深(BL. m)	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
4月	11.4	11.5	11.4	11.4	11.4	11.3	11.2	10.9	10.5	9.8	9.2	8.7	8.3	7.9	7.5	7.3	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.3	6.3	6.2	6.2	6.2	6.1	
5月	17.0	17.0	16.9	16.8	16.5	16.2	15.7	14.6	13.5	12.4	11.2	10.3	9.5	8.8	8.4	8.0	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3		
6月	22.0	22.0	21.6	21.0	20.1	19.4	18.7	18.0	17.2	16.0	14.2	12.4	11.0	10.0	9.2	8.7	8.3	7.9	7.7	7.5	7.3	7.2	7.0	6.9	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5		
7月	22.5	22.3	21.2	20.1	19.5	19.0	18.7	18.3	18.0	17.5	16.4	14.9	13.5	11.5	9.9	8.8	8.3	7.9	7.6	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5		
8月	24.5	24.4	23.8	22.9	22.4	21.9	21.4	20.8	19.8	18.6	17.5	16.5	15.2	13.8	12.0	10.3	9.2	8.6	8.1	7.7	7.5	7.3	7.2	7.1	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6		
9月	25.2	25.2	25.1	24.5	23.6	23.1	22.6	22.2	21.7	20.9	19.3	17.3	15.8	14.1	12.4	10.8	9.7	8.9	8.3	7.9	7.6	7.4	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7		
10月	20.1	20.1	20.1	20.1	20.0	19.8	19.5	19.3	18.8	18.2	17.4	16.3	14.7	12.8	11.1	9.9	9.0	8.4	8.1	7.7	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7		
11月	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.1	14.1	13.9	13.6	13.3	13.0	12.4	11.6	10.8	10.0	9.3	8.7	8.3	7.9	7.7	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9		
12月	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.5	9.4	9.3	9.2	9.0	8.9	8.7	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.1		
1月	7.1	7.0	7.1	7.1	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3		
2月	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0		
3月	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.4	6.3	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.9	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.4	5.4	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	4.9	5.0	
時刻 14:00		(単位:℃)																															
水深(BL. m)	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
4月	12.3	12.3	12.2	11.9	11.7	11.5	11.1	10.7	10.1	9.5	8.8	8.3	7.9	7.6	7.3	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.3	6.3	6.2	6.2	6.2	6.1	
5月	18.2	18.1	17.6	17.3	16.9	16.4	15.7	14.8	13.8	12.5	11.1	10.3	9.5	8.9	8.4	8.0	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3		
6月	22.9	22.6	21.9	20.9	20.0	19.2	18.5	17.9	17.1	16.1	14.4	12.6	11.3	10.3	9.5	8.9	8.5	8.1	7.8	7.6	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5		
7月	23.1	22.3	20.9	20.1	19.5	19.0	18.6	18.2	17.9	17.4	16.4	15.2	13.9	12.3	10.2	9.1	8.4	8.0	7.7	7.5	7.3	7.2	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5		
8月	25.3	24.8	23.8	23.0	22.5	22.1	21.7	21.0	19.9	19.0	17.8	16.9	15.6	13.6	11.7	10.3	9.1	8.5	8.0	7.7	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6		
9月	26.0	25.7	25.0	24.2	23.5	22.9	22.4	22.0	21.5	20.8	19.5	17.8	16.0	14.3	12.6	11.0	9.8	8.9	8.2	7.9	7.6	7.4	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9	6.9	6.8	6.8	6.7		
10月	20.6	20.5	20.4	20.3	20.2	20.1	19.8	19.6	19.1	18.7	18.2	17.4	16.1	14.6	13.0	11.4	10.0	9.1	8.5	8.1	7.8	7.6	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	7.0	6.9	6.9	6.8		
11月	14.5	14.4	14.4	14.3	14.3	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.1	14.0	13.8	13.5	13.3	13.0	12.4	11.6	10.8	10.0	9.4	8.7	8.2	7.8	7.6	7.5	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9		
12月	9.7	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.5	9.4	9.3	9.2	9.0	8.9	8.7	8.6	8.3	8.1	7.9	7.7	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1		
1月	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3		
2月	5.5	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0		
3月	7.3	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.4	5.4	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1	5.0	5.0	
時刻 22:00		(単位:℃)																															
水深(BL. m)	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
4月	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.8	11.4	10.9	10.5	10.0	9.5	9.0	8.3	7.9	7.5	7.3	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.3	6.3	6.2	6.2	6.2	6.1	
5月	17.4	17.3	17.2	17.0	16.6	16.1	15.4	14.5	13.6	12.5	11.4	10.5	9.7	9.1	8.5	8.0	7.7	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	
6月	22.5	22.4	21.7	20.7	19.9	19.2	18.6	18.0	17.2	16.0	14.3	12.4	11.1	10.2	9.4	8.9	8.4	8.1	7.8	7.6	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5	
7月	22.9	22.3	21.1	20.2	19.6	19.0	18.6	18.2	17.8	17.3	16.5	15.1	13.6	11.8	10.0	9.0	8.4	8.0	7.7	7.5	7.3	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5		
8月	24.8	24.4	23.6	23.2	22.7	22.3	21.7	21.3	20.6	19.3	17.7	16.8	15.4	13.6	11.3	9.7	8.8	8.2	7.8	7.6	7.4	7.2	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6		
9月	25.6	25.5	25.3	24.4	23.6	23.0	22.6	22.2	21.7	21.0	19.8	17.7	15.9	14.1	12.2	10.5	9.3	8.6	8.0	7.8	7.5	7.3	7.2	7.1	7.0	7.0	6.9	6.8	6.8	6.8	6.7		
10月	20.2	20.2	20.2	20.2	20.1	19.9	19.8	19.5	19.2	18.7	18.1	17.3	16.1	14.7	12.9	11.4	10.1	9.2	8.5	8.2	7.8	7.6	7.4	7.3	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9	6.9	6.9		
11月	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.1	14.0	13.9	13.7	13.5	13.3	12.9	12.4	11.6	10.8	10.2	9.4	8.8	8.3	7.9	7.7	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9	6.9		
12月	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.5	9.6	9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.3	9.2	9.1	8.9	8.8	8.6	8.5	8.3	8.0	7.8	7.7	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1		
1月	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.9	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.3		
2月	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.0	5.0		
3月	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6	6.5	6.5	6.4	6.3	6.2	6.0	6.0	5.9	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.4	5.4	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	4.9		