

アユの資源増殖に効果的な放流及び資源保護手法の開発 【環境収容力推定手法開発事業】（抄録）

石川 徹・稲葉太郎・中城 岳・隅川 和

1 目的

近年、わが国のアユ漁獲量は著しく減少しており、アユ資源の増殖活動が必要不可欠となっている。本県においても、各内水面漁協が種苗放流や産卵場の保全等により資源増殖に努めているが、漁獲量が過去の水準に回復するまでには至っていない。このため、今後はより効果的な手法を確立し、増殖活動を進める必要があるが、それに資する知見はまだ十分でない。

そこで本課題では、種苗放流や資源保護を効果的に実施するための知見収集を目的として、「種苗性や河川環境に合った放流方法の開発」及び「次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護」の2項目について調査した。

2 材料と方法

(1) 種苗性や河川環境に合った放流方法の開発

土居川は調査区間の川幅が約 30m の大規模支川で 3 次支川の安居川を有する。また、仁淀川本流との合流点から 4km 上流に堤高約 10m の堰堤（魚道あり）がある。調査区間はこの堰堤から上流域の延べ 2.8km 程度（土居川：1.7km、安居川：1.1km）とし、放流は区間の中間にあたる安居川との合流地点で行った（図 1）。物部川は調査区間の川幅が約 12m の中規模河川で、河口から 13.9km に位置する杉田ダムの上流域には、魚道のない複数のダムが設置されており、天然海産アユは遡上できない水域となっている。調査区間は、陸封アユ個体群の影響も排除するため本流側の最上流部に位置する、川口発電所取水えん堤の上流域の延べ 2km 程度とし、放流は区間のほぼ中間にあたる地点で行った（図 2）。

試験に使用した種苗は、高知県内水面種苗センターで生産された奈半利川・安田川海産系 F2 の平均体重 6.9g のもので、放流直前に脂鰭切除標識を施し、土居川で 10,745 尾を、物部川で 7,485 尾を 4 月 2 日に放流した（表 1）。また、仁淀川では 4 月 20～27 日の期間に平均体重 9.1g の非標識人工アユを 19,900 尾、物部川では 4 月 16 日に平均体重 10g の非標識人工アユを 9,090 尾、試験区間周辺に追加放流しており、調査区間の人工アユ（非標識魚含む）の推定放流密度は、土居川で 0.49 尾/m²（調査区間：推定 62 千 m²）、物部川で 0.72 尾/m²（調査区間：推定 23 千 m²）となった。

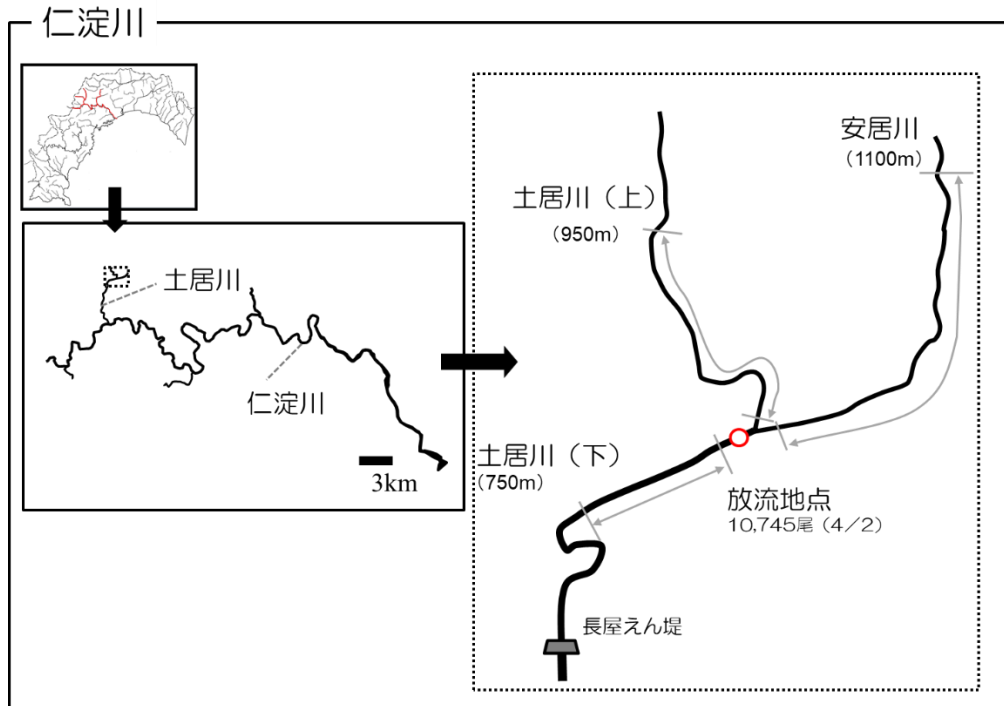


図1 仁淀川水系土居川での放流地点及び調査区間

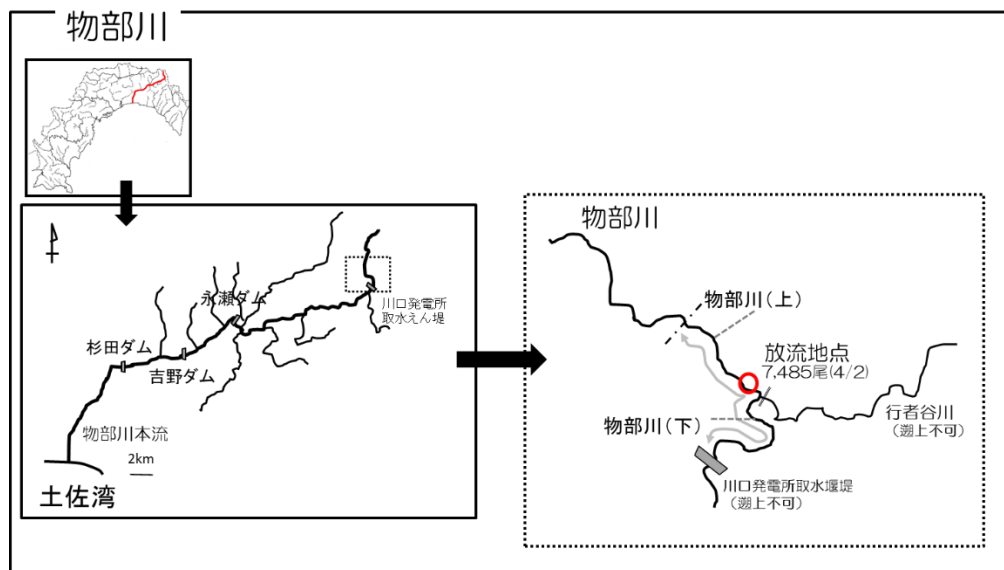


図2 物部川水系物部川での放流地点及び調査区間

表1 河川別アユ試験放流の概要

調査河川	川幅		標識放流				同地点の 全放流尾数	標識放流以外 の放流日	標識率	
	(m)	放流日	水温 (°C)	標識方法	種苗の 系統	平均体重 (g)				標識魚の 放流尾数
仁淀川水系土居川	30	2020/4/2	12.4	脂鱗カット	奈半利川・ 安田川系F2	6.9	10,745	30,645	4/20, 4/24, 4/27	35%
物部川水系物部川	12	2020/4/2	11.4	脂鱗カット	奈半利川・ 安田川系F2	6.9	7,485	16,575	4/16	45%

(2) 次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護

物部川は、河口から 13.9km 上流に魚道の設置されていない杉田ダムがあり、天然アユの遡上はそれより下流の水域に限定されている。さらに、河口から 8km 上流にある物部川統合堰は、魚道の流速が早く、一定サイズ以上のアユしか遡上することができないため、例年 5 月頃まで天然アユはその下流に滞留する。したがって、5 月頃まで当該水域においては、天然アユの河川への進入時期と遡上距離が概ね関連する傾斜的な分布になることが想定される。今回、物部川漁業協同組合（以下、物部川漁協）が実施する 4 月期のアユ生息状況調査に併せ、それぞれの調査区間でアユ遡上魚のサンプリングを実施し、サンプリング個体の日齢査定を行うことで物部川に遡上するアユの資源全体の孵化日組成を明らかにすることを試みた（図 3）。

また、昨年（2020 年）に引き続き、物部川で 5 月中に晩期孵化群と判断される遡上魚を採捕後標識し放流した。標識放流後は物部川漁協の協力のもと、遊漁者に標識アユの再捕に係る情報提供を依頼し、漁期中の釣獲等で減耗した標識アユの個体数を推定した。

さらに、産卵期においては物部川の産卵場（河口より約 1.2km 上流左岸側）で、2021 年 11 月 18 日から 12 月 14 日の間に、投網による親魚（生魚）の採捕及び潜水器具を用いた死魚の回収を行い、採捕又は回収した標識個体の全長、体重及び GSI 等を測定し、再捕率等を算定した。

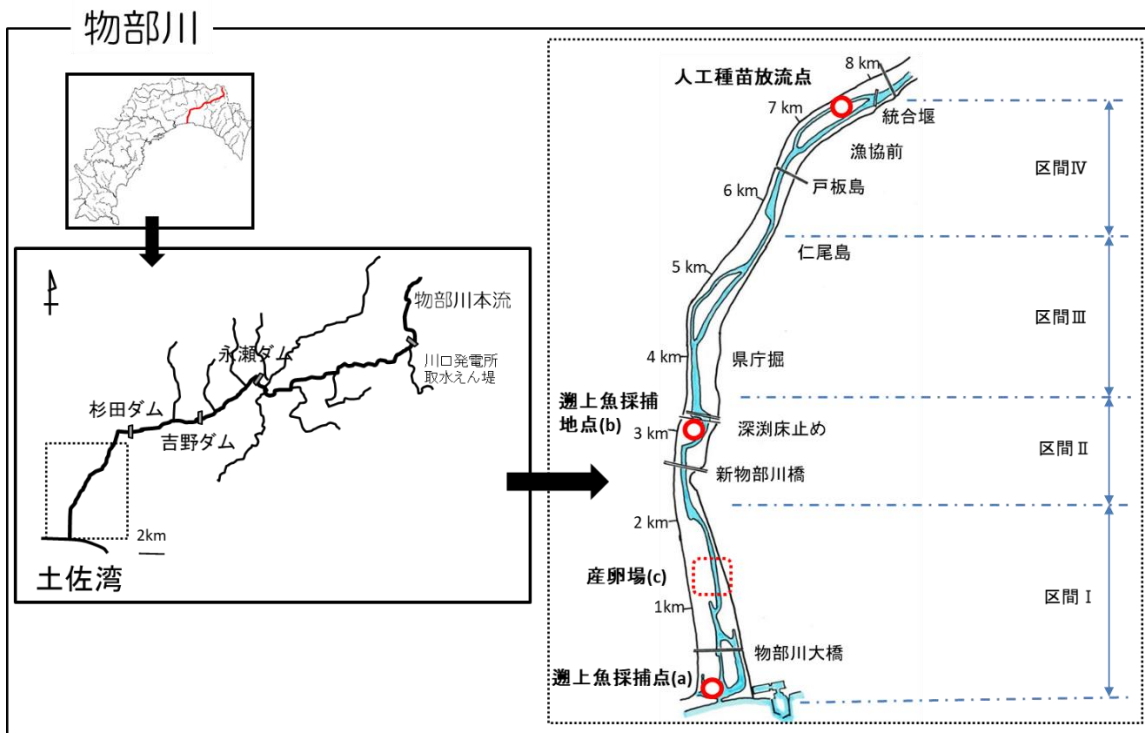


図 3 物部川の標識放流地点及び産卵場

3 結果及び考察

(1) 種苗性や河川環境に合った放流方法の開発

1) 放流後の釣獲調査

①成長

標識人工アユの平均体重は、土居川が放流後 53 日目に 35.4g、物部川が放流後 66 日目で 31.2g、放流後 83 日目で 41.9g であり、いずれの河川においても放流後の成長を確認することができた（表 2）。日間成長率は土居川で 3.09%（4/2～5/25）、物部川で 2.29%（4/2～6/7）と、土居川で高くなった。この要因の一つとして水温が高いことが上げられ、4 月 2 日～5 月 24 日までの日平均水温の積算値が、土居川で 710.7℃、物部川で 616.5℃と、土居川で高くなっていた。

表 2 アユ試験放流における釣獲調査結果

調査河川	釣獲調査日	放流後 日数	全採捕 尾数	CPUE (尾/時間/人)	人工（標識魚）			人工（非標識魚）			天然				
					n	混入率	平均体重 (g)	日間成長率 (%)	n	混入率	平均体重 (g)	日間増重量 (g/日)	n	混入率	平均体重 (g)
仁淀川水系土居川	2021/5/25	53	118	11.5	64	54%	35.4±6.8	3.09	26	22%	30.7±9.9	3.48	28	24%	44.2±9.4
	2021/6/7	66	85	8.9	62	73%	31.2±6.8	2.29	23	27%	17.3±7.3	2.17	0	0%	-
物部川水系物部川	2021/6/24	83	64	7.0	44	69%	41.9±9.7	1.90	20	31%	39.4±14.3	1.99	0	0%	-

②標識魚等の割合

土居川では標識放流後 53 日、物部川では標識放流後 66 日及び 83 日に友釣りによる釣獲調査を行った。釣獲調査で再捕されたアユに占める標識人工アユ、非標識人工アユ及び天然アユの割合は、土居川では放流後 53 日目に 54%、22%及び 24%、物部川では放流後 66 日目に 73%、27%及び 0%、放流後 83 日目に 69%、31%及び 0%であった（表 2）。全放流量に占める標識人工アユの割合を放流時と釣獲時で比較すると、土居川（Pearson's Chi-squared test $P=0.0001$ ）、物部川（Pearson's Chi-squared test $P=0.0311$ ）いずれの河川でも、釣獲調査時には放流時の構成比率に反して標識人工アユの比率が有意に高く、過年度にも見られた先住効果の影響によるものと考えられた。平均体重で 3g 程度小さい種苗を 2 週間前に放流した事例でも先住効果が現れており、小型種苗の早期放流が有効であることを支持する結果となった。また、土居川では昨年度と同様に天然アユが釣獲されたが、その比率は低く標識人工アユを越えることはなかった。釣獲された天然アユの孵化日組成をみると、両年度（2020、2021）とも 10～11 月生まれの早期遡上群であった（図 4）。昨年度と同様に、今年度も放流時には天然アユが当該調査区間に加入していたと考えられるが、その数が少なく、かつ調査区間の下流側に多く分布していたために人工アユを放流しても定着する余地があったと推測された。

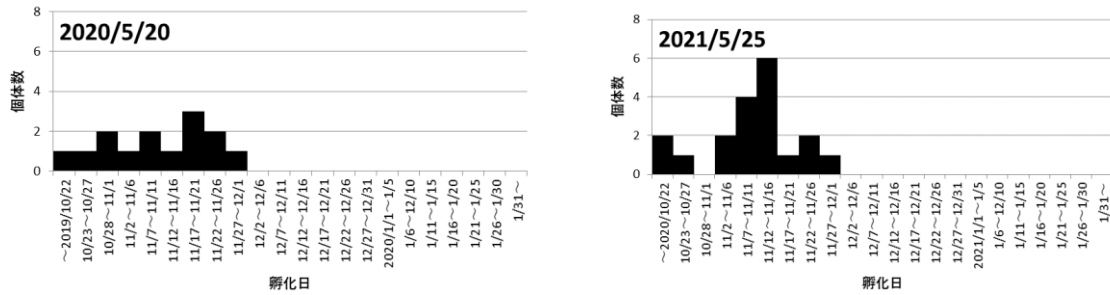


図4 釣獲された天然アユの孵化日組成（左：2020年、右：2021年）

③CPUE

釣獲時のCPUEは、土居川では放流後53日目に平均11.5尾/時間/人、物部川では放流後66日目で平均8.9尾/時間/人、放流後83日目で平均7.0尾/時間/人であり、全般的に高い傾向であった。また、釣獲魚に天然魚も含まれた土居川が高くなった（表2）。

④分布（定着状況）

地点ごとの釣獲尾数がアユの分布状況を反映しているものとして、放流地点を境として上下に区分し（仁淀川水系：安居川、土居川（上）、土居川（下））、（物部川水系：物部川（上）、物部川（下））、区域ごとのCPUEからアユの定着状況を推測した（表3）。

仁淀川水系では、標識人工アユのCPUEが安居川で10.8尾/時間/人と高く、放流地点から上流の安居川に人工アユが多く定着していたと推測される。一方、土居川（下）では、天然アユのCPUEが5.6尾/時間/人と高く、下流側には他の区域よりも多く天然アユが定着していたと推測された。人工アユが安居川に多く定着した要因は、放流時の水温差等も認められず、現在のところ不明である。天然アユが土居川の下流に多く定着した要因は、遡上の過程で調査区間下流側のなわばり形勢に有利な箇所を自由に選択できたためではないかと考えられた。

物部川では、放流地点の上流で標識人工アユが6.3尾/時間/人、放流地点の下流で6.1尾/時間/人といずれも高く、偏りなく広範囲に定着し、調査区域の全域が効果的に活用されているものと考えられた（表3）。

表3 アユ試験放流における釣獲調査結果

		川幅 (m)	区域長 (m)	面積 (m ²)	区域ごとのCPUE (尾/時間/人)			
					標識	非標識	天然	合計
仁淀川水系	安居川	17	1,100	18,700	10.8	3.2	1.5	15.5
	土居川（上）	22	950	20,900	1.8	1.5	3.0	6.3
	土居川（下）	30	750	22,500	3.6	3.6	5.6	12.8
物部川水系	上	12	800	9,200	6.3	3.7	-	10.0
	下	12	1,200	13,800	6.1	1.7	-	7.9

(2) 次世代に寄与する天然アユ親魚の特定と保護

1) 晩期孵化群の資源量の推定

4月11日に、物部川漁協が河口から統合堰までの28地点の潜水調査を実施し、遡上阻害のある箇所等を考慮して4つの区間に区分し、それぞれの区間におけるアユの生息尾数を算出した。当センターは、同日当該4区間において投網(30節)を用いてアユを採捕し、採捕した161個体の天然アユの耳石日周輪解析を実施した(図4)。

潜水調査の結果、河口から平松(河口から2km)までの区間Ⅰで18.9万尾、平松から深淵床止め(河口から3.5km)までの区間Ⅱで10.9万尾、深淵床止めから戸板島橋(河口から5.5km)の区間Ⅲで10.9万尾、戸板島橋から統合堰(河口から8km)までの区間Ⅳで1.3万尾の天然アユが生息していると推定された。なお、このとき統合堰上流の水域ではアユは観察されておらず、天然アユが統合堰上流に遡上していないことが確認された。

また、それぞれの区間で採捕した天然アユの孵化日は、2020年9月29日から12月28日の範囲にあり、中央値は12月9日であった。この孵化日組成を1週間単位の階級として振り分け、それぞれの階級の構成比率を算出したところ、比率の高かった階級は、12月第3週(12月15日～21日)で、全体に占める比率が30.0%、次いで12月第4週(12月22日～28日)で比率24.1%、12月第2週(12月8日～14日)で比率19.3%がこれに続いた。また、それぞれの区間ごとに孵化日組成を見ると、上流の区間ほど孵化日の早い個体の比率が高くなる傾向が見られた。この階級ごとの構成比率に各区間の生息尾数を乗じて孵化日階級ごとの尾数を推定した(表4)。その結果、2021年度遡上群の孵化日組成は12月以降に集中しており、12月1日以降に孵化した晩期孵化群は38万尾、調査時点(4月11日)で物部川に遡上している天然アユの約9割であると推定され、晩期孵化群が本年度の物部川における天然アユ資源の重要な位置を占めていることが確認できた。

表4 2021年4月11日の物部川における区間ごとの生息尾数と孵化日組成

孵化日	区間Ⅰ (河口～平松)		区間Ⅱ (平松～深淵床止)		区間Ⅲ (深淵床止～戸板島橋)		区間Ⅳ (戸板島橋～統合堰)		合計	
	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率	生息尾数 (尾)	構成 比率
～2020/10/27	0	0.0%	0	0.0%	1,761	1.6%	840	6.7%	2,601	0.6%
11/3～11/9	0	0.0%	0	0.0%	1,761	1.6%	840	6.7%	2,601	0.6%
11/10～11/16	0	0.0%	0	0.0%	1,761	1.6%	1,680	13.3%	3,441	0.8%
11/17～11/23	4,295	2.3%	0	0.0%	12,329	11.3%	840	6.7%	17,464	4.2%
11/24～11/30	0	0.0%	5,460	5.0%	7,045	6.5%	840	6.7%	13,345	3.2%
12/1～12/7	12,886	6.8%	19,110	17.5%	14,090	12.9%	1,680	13.3%	47,767	11.4%
12/8～12/14	30,068	15.9%	24,570	22.5%	24,658	22.6%	1,680	13.3%	80,976	19.3%
12/15～12/21	68,727	36.4%	27,300	25.0%	28,181	25.8%	1,680	13.3%	125,888	30.0%
12/22～12/28	60,136	31.8%	24,570	22.5%	14,090	12.9%	2,520	20.0%	101,317	24.1%
12/29～	12,886	6.8%	8,190	7.5%	3,523	3.2%	0	0.0%	24,599	5.9%
合計	189,000	100.0%	109,200	100.0%	109,200	100.0%	12,600	100.0%	420,000	100.0%
うち晩期遡上群の合計	184,705	97.7%	103,740	95.0%	84,542	77.4%	7,560	60.0%	380,546	90.6%

※生息尾数は物部川漁協より提供されたデータを使用

2) 標識魚の放流

仁尾島（河口から6km）から下流で5月10日から5月14日の間に投網を用い採捕した。採捕したアユは、早期遡上群の残留個体を除く意図で全長70mm以上の個体を除去し、速やかにハサミを用いて脂鱗を切除した後放流した。5月14日までに565尾を標識放流した。4月11日に物部川漁協と共同で行った物部川下流部におけるアユ資源量調査では、天然アユの遡上可能な水域における資源量はおよそ47万尾（人工アユ約5万尾を含む）と推測され、これに対しての標識率は0.12%となった。

3) 漁期中の追跡調査

物部川漁協の協力のもと、漁期中に漁獲された標識天然アユについての情報提供を遊漁者に依頼し、漁期中に減耗した標識天然アユの個体数を推定した。標本遊漁者が、漁期中74日の友釣り釣行で2,460尾のアユを釣獲し、うち3尾が標識天然アユであった。今回調査対象としている杉田ダムより下流の物部川では、漁協の記録によると、漁期を通じて延べ4,045人がアユ釣り（友釣り、毛ばり）を行っていたことから、全体に引き伸ばすと134,469尾のアユが釣獲され、うち164尾の標識天然アユが含まれていたと推定された。釣獲された標識天然アユの体重は、8月27日で36.4g及び85.8g、9月1日で67.7gに成長しており、昨年に引き続き晩期遡上群が釣獲対象となりうることを確認された（表5）。

表5 2021年に物部川で再捕された標識個体

漁獲日	TL	BW	GSI	性別	釣獲場所	漁法
	(mm)	(g)				
2021/8/27	215.8	85.8	0.0	♀	仁尾島	友釣り
2021/8/27	171.6	36.4	0.0	♀	仁尾島	友釣り
2021/9/1	199.4	67.7	0.0	♀	漁協前	友釣り
2021/11/25	174.6	35.2	6.0	♂	産卵場	死魚回収
2021/11/25	194.2	44.8	4.9	♂	産卵場	死魚回収

4) 産卵場における追跡調査

採捕または回収した571尾（生魚：19尾、死魚：552尾）のうち、標識天然アユは2尾（死魚：2尾）であった（表6）（写真1）。標識天然アユが回収されたのは11月25日であり、今期の物部川における産卵ピーク時期（11月中下旬）であった。回収された標識天然アユは雌雄各1尾で、GSIは雄4.5、雌6.0であり（表5）、その外観から産卵後に斃死したものと判断された。これらのことから当該標識天然アユが11月中旬から下旬の間に産卵に関与したと考えられた。

物部川漁協が11月中旬に実施した産卵期のアユ生息状況調査では、アユ親魚の現存量を約19.6万尾と推定しているが、渇水の影響で深淵床止めから上流にこの半数以上が取り残されていたことを報告している。一方、11月末には物部川上流で200mmを超える降雨があり、それによる出水で大量の親アユと産卵場に産み付けられた受精卵が流された。この出水による濁りが消えた12

月中旬に調査を再開したが、この時には産卵は終盤でアユ親魚は数百尾程度を確認するのみと激減していた。このように、2021年の物部川におけるアユ産卵状況は特殊な事例となったため、標識アユの混入率から晩期遡上群の資源量を推定することはできなかったが、晩期遡上群が産卵に関与していることは確認できた。

表6 2021年に物部川で採捕もしくは回収されたアユ

	非標識魚（個体数）					標識魚（個体数）				合計
	生魚		死魚			生魚		死魚		
	♂	♀	♂	♀	性別不明	♂	♀	♂	♀	
2021/11/18	0	0	32	16	5	0	0	0	0	53
2021/11/25	11	8	278	139	0	0	0	1	1	438
2021/12/14	0	0	38	40	2	0	0	0	0	80
合計	11	8	348	195	7	0	0	1	1	571

写真1 産卵期に再捕された標識個体数（上：雌、下：雄）

