

# 人工種苗「土佐のあゆ」の種苗性評価事業

## 1 目的

近年、県内のアユ漁獲量は河川環境の悪化などによって減少している。このため各河川では、内水面漁業協同組合が中心となって、アユ資源の保全・回復を目的とした種苗放流が行われている。その放流種苗には、天然アユ資源に大きなダメージを与える冷水病やエドワジエラ・イクタルリ感染症の原因菌を持たないことや、遺伝的多様性を攪乱しないよう天然アユと同等の遺伝的多様性を持つことが求められる。

このため本県では、高知県内水面漁業協同組合連合会（以下、「内漁連」という。）と連携し、県内河川に遡上した天然魚を親魚とする、安全性（病原菌を持たない）および遺伝的多様性の高い県産人工種苗「土佐のあゆ」の生産・放流に取り組んでいる。

本事業では、県産人工種苗の安定的な生産・放流体制の確立を目的として、天然親魚の採捕と養成、人工種苗の疾病に対する安全性の検査、人工種苗の遺伝的多様性の評価を行った。加えて、種苗性の向上と放流技術の改善の一助とするため、人工種苗の河川への定着状況を調査した。

## 2 調査項目

- (1) 放流用人工種苗の生産に用いる親魚の採捕、養成および保菌検査
- (2) 放流用人工種苗の遺伝的多様性の評価
- (3) 放流用人工種苗の保菌検査
- (4) 人工種苗の放流効果の把握

## 3 担当者

チーフ	石川 徹
主任研究員	占部 敦史

## 1 放流用人工種苗の生産に用いる親魚の採捕、養成および保菌検査

石川 徹

### (1) 目的

遺伝的多様性の高い県産人工種苗「土佐のあゆ」の生産・放流に取り組むため、県内河川に遡上した天然魚を採捕し、採卵用親魚として養成した。また、安全性の高い人工種苗の生産・放流を行うため、種苗生産に供した親魚について病原細菌の保菌検査を実施した。

### (2) 材料と方法

平成 31 年 3 月 7 日～8 日に安田川焼山堰、平成 31 年 3 月 27 日に奈半利川田野井堰、平成 31 年 4 月 8 日に奈半利川支流において、のぼりうえ、すくい網及び電撃ショッカー（スミスルート社製）を用い、親魚候補となる天然遡上アユを採捕した。採捕したアユは、活魚車で高知県内水面漁業センター（以下「当センター」という。）へ輸送し、屋外の 50 トン水槽に収容して、約半年間養成した。

養成した天然親魚（令和元年 F0 群）は、令和元年 10 月に活魚車で当センターから種苗生産施設である高知県内水面種苗センター（以下「種苗センター」という。）へ輸送し、内水面種苗センターで養成した人工親魚（H30 年 F1 群）と併せて人工種苗生産の採卵用親魚とした。

採卵用親魚は、雄 10 尾程度、雌 15～20 程度の組み合わせを 1 ロットとし、乾導法を用いて受精させ、採卵マット（120cm×80cm 程度）の両面に受精卵を付着させた後、卵管理水槽に収容し、ふ化直前まで卵管理を行った。

また、採卵後の全ての親魚について、1 尾

当たり数十 mg の腎臓片を採取し、採卵ロット毎にプールしたものを検体として、冷水病およびエドワジエラ・イクタルリ感染症の保菌検査を実施した。なお、検査方法については、アユ疾病に関する防疫指針（アユ疾病対策協議会、平成 23 年 12 月）に従った。

### (3) 結果と考察

#### 1) 採捕

前出の採捕方法により、安田川で 1,501 尾、奈半利川で 1,682 尾の天然遡上アユを採捕した。本年度は遡上量が少なく、河口堰での滞留が少なかったため、小河川において初めて電撃ショッカーを用いた採捕を実施した（4 月 8 日、奈半利川支流）。電撃ショッカーによる採捕水域は川幅 5m、水深 0.1m、流速 0.1m/sec 程度の 3 面張りコンクリート護岸であり、動きの速いアユ遡上魚をすくい網のみで採捕するのは難しい状況であった。電撃ショッカーの出力は、骨折を防ぐため低め（電圧 300～400V、デューティサイクル 12%、周波数 30Hz）に設定した。採捕水域の水深が 0.1m と浅かったこともありアノードポールとカソードワイヤーの間及びその周辺 0.5m 程度の範囲内を通過するアユ遡上魚は、ほとんどが数秒間麻痺状態となり、容易にすくい網で掬うことができた。採捕魚 1,615 尾のうち、127 尾が採捕直後に斃死したが、へい死魚のほとんどが網ズレや踏みつけによる外傷を伴っており、死因は外傷によるものと考えられた。すくい網を用いた採捕でも通常、同様の外傷により同等かそれ以上のへい死が発

生しているため、へい死原因は電撃ショッカーの使用に起因するものではないと推測される。また、採捕後の親魚養成においても期間を通じて、確認された変形魚は短軀個体 1 尾のみであり、電撃による影響は些少とみられ、電撃ショッカーを用いた採捕は有効な手法と考えられた。

## 2) 養成

安田川系および奈半利川系の天然親魚の養成結果を表 1 に示した。

安田川系の親魚群は、3 月 7 日～10 月 7 日までの養成の結果、1,457 尾を取り上げ、生残率は 97.1%であった。期間を通じて 44 尾がへい死したが、そのほとんどが池入れ直後のものであり、疾病に起因する大量へい死はみられなかった。6 月 10 日のへい死個体 1 尾から、冷水病菌が検出されたため、6 月 20 日～26 日の期間にスルフィソゾールナトリウムを有効成分とする抗菌剤（商品名イスランソーダ）を投与した。また、期間を通じて 12 日間の塩水浴（1～1.5%）を実施したが、7 月以降の高水温期には止水下の塩水浴中に水温が 28℃を上回り、このことも冷水病の防除に有効であったと考えられた。その結果、養成終了時の検査では冷水病菌は検出されなかった。

奈半利川系の親魚群では 3 月 27 日～10 月 7 日までの養成の結果、1,507 尾を取り上げ、生残率は 89.6%であった。期間を通じて 175 尾がへい死し、特に、冷水病によるへい死個体が目立った。4 月 3 日のへい死を皮切りに、下顎の欠損や貧血といった冷水病に典型的な症状を呈したへい死個体が散見され、魚体からは冷水病菌が検出された。冷水病の発生期間中、フロルフエニコールを有効成分とする抗菌剤（商品名アクアフェン）の 5 日間連続投与を 4 回、スルフィソゾールナトリウムを有効成分とす

る抗菌剤（商品名イスランソーダ）の 7 日間連続投与を 2 回実施したが、冷水病が発生しやすい水温帯（14～19℃）の時期においては、投薬後、一時的に症状がおさまり、へい死も止まるものの 1～2 週間経過すると再発するという状況が続き、最終的に飼育水温が 20℃を越える 7 月下旬（梅雨明け）に終息した。また、期間を通じて 26 日間の塩水浴（1～1.5%）を実施し、上記の投薬と併せて冷水病対策とし、その結果、養成終了時の検査では冷水病菌は検出されなかった。

成熟の調整については、10 月中旬の採卵を企図して 5 月 29 日～8 月 11 日の期間に、明期 18 時間、暗期 6 時間のサイクルで長日処理を行った。養成終盤（10 月 1 日時点）における GSI は、安田川系親魚群で雄 11.6、雌 23.0、奈半利川系親魚群で雄 11.5、雌 21.3 親魚と十分な成熟が認められ、10 月 7 日に種苗センターへ移送した後、10 月 11 日～12 日に採卵に供した。

成長については、養成終盤（10 月 1 日）における平均体重で、安田川系親魚群で 39.5g、奈半利川系親魚群で 24.2g となった。奈半利川系親魚群の平均体重が小さいのは、梅雨明けまでの冷水病対策による給餌機会の減少が原因と考えられる。飼料効率については、安田川系親魚群で 0.73、奈半利川系親魚群で 0.80 となり、例年と同程度であった。

### 3) 親魚の保菌検査

人工種苗（令和2年放流）の生産に供した親魚の全数について、採卵後の魚体で冷水病およびエドワジエラ・イクタルリ感染症の保菌検査を実施したところ、冷水病菌については全てのロットで検出されなかったが、エドワジエラ・イクタルリ感染症原因菌が安田川系の1ロットで検出された。このため、種苗センターでは該当ロットの受精卵を廃棄した。

表1 天然親魚の採捕および養成

採捕河川 池番号	安田川 501	奈半利川 502
開始時の尾数	1,501	1,682
開始時の平均魚体重 (g)	1.2	1.5
終了時の尾数	1,457	1,507
生残率	97.1%	89.6%
終了時の魚体重 (g)	39.5	24.2
飼料効率	0.73	0.80
終了時のGSI		
オス	11.6	11.5
メス	23.0	21.3
排卵・放卵済み個体割合	0/10	0/13



## 2 放流用人工種苗の遺伝的多様性の評価

占部敦史, 隅川 和

### (1) 目的

放流種苗には、遺伝的攪乱を生じさせないように、天然アユと同等の遺伝的多様性を持つことが求められる。そこで、県産人工種苗「土佐のあゆ」の遺伝的多様性の評価を実施した。

### (2) 材料と方法

令和元年（平成 31 年）に放流した F1 種苗（平成 30 年度に養成した天然親魚から生産した種苗。以下、R1F1 とする。）と F2 種苗（平成 30 年度に生産した F1 種苗から生産した種苗。以下、R1F2 とする。）の 2 集団 96 個体（各 48 個体）を用いて、Takagi et al. (1999) の 7 遺伝子座 (Pal 1~7) および Hara et al. (2006) の 2 遺伝子座 (Palayu194 および 199) の計 9 遺伝子座について、マイクロサテライト DNA 多型解析を行った。また、対照群として、平成 28 年に松田川 ( $n = 48$ )、新莊川 ( $n = 48$ )、仁淀川 ( $n = 48$ )、鏡川 ( $n = 48$ )、物部川 ( $n = 48$ ) および奈半利川 ( $n = 48$ )、平成 30 年に伊尾木川 ( $n = 47$ )、令和元年（平成 31 年）に安田川 ( $n = 48$ ) で採捕した天然遡上魚 8 集団についても同様の解析を行った。さらに、平成 30 年、29 年および 28 年に放流した F1 種苗および F2 種苗、他県の人工種苗 (HM1 種苗および HM2 種苗) も比較対象にした。

得られたデータをもとに、各集団の各座におけるアレルリッチネス ( $A_r$ )、ヘテロ接合体率の観察値 ( $H_o$ ) と期待値 ( $H_e$ ) ならびに Hardy-Weinberg 平衡からの逸脱の有無を FSTAT (Goudet 2001) および ARLEQUIN (Excoffier et al. 2007) で算出し、R1F1 および R1F2 の遺伝的多様性について評価した。

### (3) 結果と考察

各集団の遺伝的多様性を表 1 に示す。遺伝的多様性の指標となるアレルリッチネスの各遺伝子座の平均は、R1F1 および R1F2 がそれぞれ 12.0 および 11.0、過去に放流した人工種苗の F1 種苗および F2 種苗がそれぞれ 11.1~12.4 および 10.2~11.2、他県産種苗 2 集団が 4.9~6.1、天然遡上魚 8 集団が 11.5~12.5 であった。Hardy-Weinberg 平衡から有意に逸脱した遺伝子座数は、R1F1 および R1F2 が 2 座、過去に放流した人工種苗の F1 種苗および F2 種苗がそれぞれ 0~3 座および 0~1 座、他県産種苗 2 集団が 0~1 座、天然遡上魚 8 集団が 0~1 座であった。人工種苗の遺伝的多様性の減少は、限られた親のみが生産に関与することによるボトルネック効果が大きな原因になると考えられている (Allendorf and Phelps 1980)。令和元年（平成 31 年）に放流した人工種苗のアレルリッチネスは、天然遡上魚と同等であり、県産人工種苗の遺伝的多様性は保持されていた。以上より、県産人工種苗は遺伝的多様性が高く、近親交配も進んでいないと判断された。

## 文献

- Allendorf, F. W. and Phelps, S. R. (1980) Loss of genetic variation in hatchery stock of cutthroat trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 109, 537-543.
- Excoffier, L., Laval, G. and Schneider, S. (2005) AREQUIN (version3.0) : An integrated software package for population genetics data analysis1. *Evol. Bioi. Online*, 1, 47-50.
- Goudet, J. (1995) FSTAT ( Version 1.2) : A computer program to calculate F-statistics. *J. Hered.*, 86, 485-486.
- Takagi, M., Shoji, E. and Taniguchi, N. ( 1999 ) Microsatellite DNA polymorphism to reveal genetic divergence in ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fish. Sci.*, 65 (4) , 507-512.
- Hara, M., Sakamoto, T., Sekino, M., Ohara, K., Matsuda, H., Kobayashi, M. and Taniguchi, N. (2006) Characterization of novel microsatellite DNA markers in ayu *Plecoglossus altivelis*. *Fish. Sci.*, 72, 208-210.

表 1. 令和元年（平成 31 年）に放流した人工種苗 2 集団（R1F1, R1F2）を含むアユ 18 集団の遺伝的多様性

遺伝子座	人工種苗										
	R1F1	R1F2	H30F1	H30F2	H29F1	H29F2	H28F1	H28F2	HM1	HM2	
Pal1	Ar	16.7	15.6	17.5	15.6	15.9	14.7	17.3	15.0	6.0	10.9
	HW	0.92	0.01*	0.00*	0.17	0.43	0.79	0.04*	0.64	0.05	0.01*
Pal2	Ar	18.7	14.6	14.8	14.8	14.0	13.8	16.9	15.0	6.0	6.8
	HW	0.10	0.00*	0.00*	0.00*	0.16	0.58	0.03*	0.16	0.19	0.85
Pal3	Ar	16.7	16.7	16.7	13.8	16.7	17.9	18.7	14.8	8.0	8.8
	HW	0.31	0.17	0.57	0.54	0.14	0.01*	0.28	0.61	0.55	0.54
Pal4	Ar	24.2	20.6	22.7	15.7	19.6	19.8	22.2	19.8	8.0	9.0
	HW	0.03*	0.47	0.65	0.73	0.21	0.22	0.15	0.68	0.06	0.07
Pal5	Ar	2.9	3.0	3.0	2.9	2.0	2.0	2.8	2.0	2.0	2.0
	HW	1.00	0.95	0.70	0.76	1.00	0.70	0.90	1.00	1.00	0.76
Pal6	Ar	6.0	6.8	7.0	5.9	7.9	6.9	7.6	7.0	3.0	3.0
	HW	0.18	0.28	0.66	0.37	0.61	0.93	0.51	0.28	0.52	0.06
Pal7	Ar	7.8	5.9	7.9	4.9	6.8	6.0	7.7	6.9	4.0	4.0
	HW	0.05	0.34	0.01*	0.49	0.05	0.33	0.74	0.60	0.62	0.47
Palayu194	Ar	12.4	11.8	11.6	12.6	12.7	14.7	12.6	9.7	5.0	6.8
	HW	0.91	0.41	0.53	0.27	0.96	0.25	0.91	0.09	0.06	0.55
Palayu199	Ar	3.0	4.0	4.0	5.8	3.9	5.0	6.1	6.0	2.0	3.9
	HW	0.04*	0.35	0.24	0.77	0.40	0.08	0.13	0.51	0.07	0.59
平均	Ar	12.0	11.0	11.7	10.2	11.1	11.2	12.4	10.7	4.9	6.1
	Ho	0.69	0.70	0.69	0.69	0.70	0.71	0.73	0.71	0.58	0.60
	He	0.74	0.76	0.74	0.72	0.73	0.73	0.74	0.73	0.60	0.60

遺伝子座	天然遡上魚								
	松田川	新莊川	仁淀川	鏡川	物部川	伊尾木川	安田川	奈半利川	
Pal1	Ar	16.8	14.8	14.7	14.9	14.8	15.8	18.5	19.7
	HW	0.44	0.21	0.42	0.80	0.66	0.74	0.06	0.96
Pal2	Ar	15.8	15.9	14.0	18.6	17.6	16.7	14.8	16.7
	HW	0.00*	0.85	0.04*	0.78	0.33	0.61	0.01*	0.29
Pal3	Ar	17.8	20.0	18.0	19.6	18.6	17.9	17.7	17.9
	HW	0.65	0.01*	0.11	0.50	0.61	0.56	0.33	0.64
Pal4	Ar	18.8	25.2	20.9	21.6	22.6	26.3	25.1	22.8
	HW	0.46	0.07	0.59	0.43	0.56	0.13	0.31	0.14
Pal5	Ar	3.0	2.9	2.9	2.0	2.9	3.0	3.0	3.8
	HW	0.10	1.00	0.53	0.42	0.43	0.38	0.80	0.02*
Pal6	Ar	7.9	7.0	8.9	7.8	8.9	8.9	7.8	7.0
	HW	0.42	0.13	0.48	0.85	0.82	0.22	0.34	0.20
Pal7	Ar	6.9	6.0	5.9	6.8	7.7	7.0	6.9	6.8
	HW	0.53	0.94	0.52	0.41	0.70	0.86	0.45	0.35
Palayu194	Ar	11.4	11.5	11.8	11.5	11.5	10.8	11.5	8.8
	HW	0.74	0.24	0.66	0.72	0.19	0.03*	0.16	1.00
Palayu199	Ar	4.9	5.8	5.9	5.8	4.9	6.0	5.9	4.9
	HW	0.28	0.55	0.62	0.03*	0.49	0.16	0.10	0.62
平均	Ar	11.5	12.1	11.5	12.1	12.2	12.5	12.4	12.1
	Ho	0.70	0.68	0.70	0.72	0.72	0.71	0.72	0.73
	He	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.75	0.72

Ar, アリルリッチネス;  $H_o$ , ヘテロ接合体率の観察値;  $H_e$ , ヘテロ接合体率の期待値;  
 HW, Hardy-Weinberg平衡の $p$ 値; \*, 有意水準 ( $p < 0.05$ ) で有意と判定されたもの

### 3 放流用人工種苗の保菌検査

石川 徹

#### (1) 目的

アユの放流用人工種苗には、天然アユ資源に大きなダメージを与える疾病の原因菌を持たないことが求められる。本項では、県産人工種苗「土佐のあゆ」の安全性確保のために実施した、冷水病およびエドワジェラ・イクタルリ感染症の保菌検査の結果について報告する。

#### (2) 材料と方法

令和元年放流分の人工種苗（放流時期：平成31年3月～令和元年5月）の全生産群12池（分槽先の池は同系統群として除く）について、冷水病およびエドワジェラ・イクタルリ感染症の保菌検査を実施した。1池あたり60尾を無作為に抽出し、供試魚とした（10尾ずつを1検査ロット（以下「ロット」という。）として、1池6ロット、合計12池72ロット）。これらの保菌検査は、アユ疾病に関する防疫指針（アユ疾病対策協議会、平成23年12月）に従って実施した。

#### (3) 結果と考察

保菌検査を実施した12池72ロットのうち、冷水病菌が1池1ロット（No.15池-1）で、エドワジェラ・イクタルリ感染症原因菌が2池3ロット（No.14池-5, No.20池-3, No.20池-4）で検出された。

病原菌が検出された3池の生産群について、コンタミネーション等の可能性を払拭するため、検査工程ごとの明確なゾーニングや機器の洗浄消毒を行った後、供試魚を増やして（60尾→120尾）再検査を行った。

その結果、冷水病菌は検出されなかったがエドワジェラ・イクタルリ感染症の原因菌が1池1ロット（No.20池-3）で再び検出された。また、1回目の検査で病原菌が検出された生産群の全ての分槽先の池（5池30ロット）についても追加の検査を行ったところ、全てのロットで病原菌は検出されなかった。

対策として、冷水病菌が検出されたNo.15池、エドワジェラ・イクタルリ感染症原因菌が検出されたNo.14池、No.20池の生産群について、フロルフェニコール（10mg/魚体kg/日）を5日間連続投与した。その後、それらの生産群について再度検査を行ったところ、全てのロットで病原菌は検出されなかった。

#### 引用文献

アユ疾病に関する防疫指針．アユ疾病対策協議会 2011  
魚病診断マニュアル．養殖研究所魚病診断・研修センター 2008

## 4 人工種苗の放流効果の把握

占部敦史, 隅川 和

### (1) 目的

放流効果の高い人工種苗の生産および放流技術の開発に向けては、放流後の河川への定着状況の把握が不可欠である。そこで、人工種苗が河川でどのように成長し、漁獲に貢献しているのか調査した。

### (2) 材料と方法

県産人工アユ種苗（以下「人工アユ」という。）の放流後の定着状況を把握するため、鏡川の鏡ダム上流域および奈半利川の平鍋ダム下流域で調査を実施した。調査は、2019年6～9月に鏡川の4地点（下弘瀬、弘瀬、桑尾、土佐山庁舎前；図1）および奈半利川の3地点（田野、柏木、小島；図1）で友釣りにより採捕したアユについて、由来判別を行い人工アユの混獲率を調べるとともに、体重を測定して成長を把握した。

鏡川の鏡ダム上流域では陸封された天然アユと放流された人工アユが、奈半利川の平鍋ダム下流では海から遡上してきた天然アユと放流された人工アユが生息している。天然アユと人工アユの判別は側線上方横列鱗数の計数（占部ら 2018）により行い、人工アユの混獲率を把握した。側線上方横列鱗数による判別においては、背鰭第5基条から側線までの鱗数を計数し、15枚以下は人工アユ、17枚以上は天然アユとした。なお、2019年に放流された人工アユの側線上方横列鱗数は12～16枚の範囲にあることを確認しており（図2）、また、天然アユは16枚以上のものが多いことが既報（占部ら 2018）で報告されている。このため、16枚のアユはいずれかに判別することができないため不明とし、判別対象から除外した。

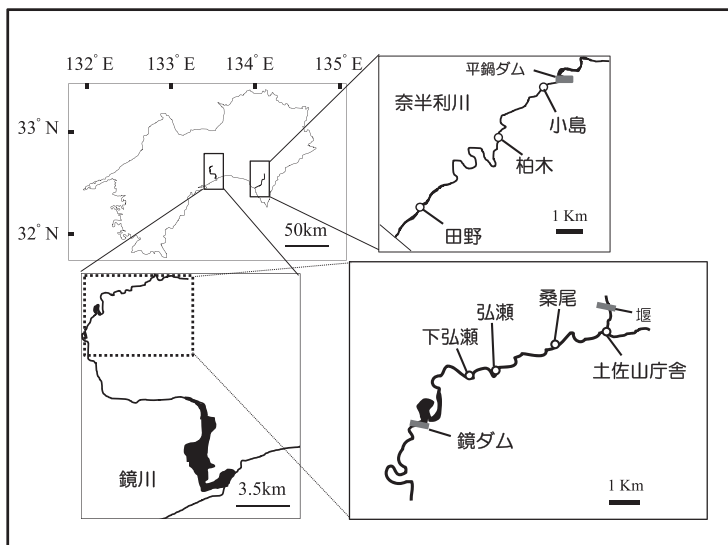


図1. 鏡川および奈半利川の調査地点

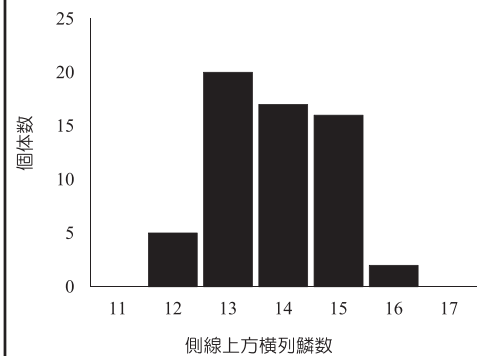


図2. 2019年に放流された人工アユの側線上方横列鱗数（第5基条）

### (3) 結果と考察

鏡川における 2019 年の各月、各地点の人工アユの混獲率を図 3 に示した。各地点の混獲率は下弘瀬で 10.0~29.4%，弘瀬で 4.8~25.0%，桑尾で 11.1~40.0%，土佐山庁舎前で 58.8~80.0% であり（図 3），最上流の土佐山庁舎前が他地点と比べて高かった。各地点別に月別の混獲率を比較したところ，有意な差はみられなかったが（ $\chi^2$  検定，下弘瀬： $\chi^2 = 2.91$ ， $P = 0.41$ ，弘瀬： $\chi^2 = 5.91$ ， $P = 0.12$ ，桑尾： $\chi^2 = 4.08$ ， $P = 0.25$ ，土佐山庁舎： $\chi^2 = 2.49$ ， $P = 0.48$ ），地点間の比較では全ての月で有意な差が確認された（ $\chi^2$  検定，6 月： $\chi^2 = 31.80$ ， $P < 0.01$ ，7 月： $\chi^2 = 14.24$ ， $P < 0.01$ ，8 月： $\chi^2 = 19.34$ ， $P < 0.01$ ，9 月： $\chi^2 = 13.41$ ， $P < 0.01$ ）。また，全地点を合計した混獲率は 28.2~36.6%（6 月：36.6%，7 月：34.5%，8 月：28.2%，9 月：28.8%）であり（図 4），月によって有意な差はみられなかった（ $\chi^2$  検定， $\chi^2 = 1.90$ ， $P = 0.60$ ）。

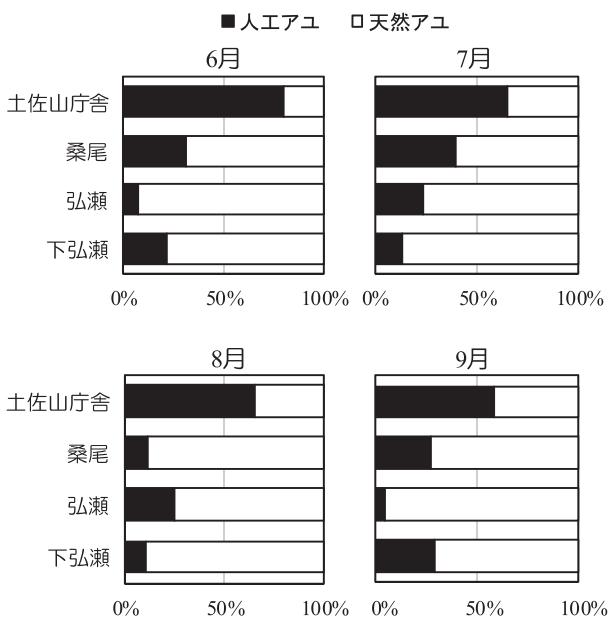


図 3. 鏡川の各月・各地点における人工アユの混獲率

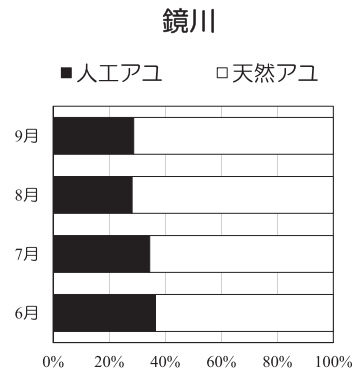


図 4. 鏡川における全地点合計の人工アユの混獲率

各月に採捕したアユの平均体重は，下弘瀬で 35.6~45.8g，弘瀬で 35.6~46.5g，桑尾で 41.5~49.1g，土佐山庁舎で 39.8~50.4g であり（図 5），8 月に地点間での有意差がみられ（ANOVA， $F_{3,74} = 5.36$ ， $P < 0.01$ ），より上流の桑尾と土佐山庁舎前が他の 2 地点より体重が大きかった（Tukey， $P < 0.05$ ）。また，由来別の平均体重は，天然アユで 39.4~46.5g，人工アユで 40.0~46.7g であった（図 6）。人工アユの体重は，6 月，7 月および 9 月は天然アユと有意な差がなく（ $t$  検定， $P > 0.05$ ），8 月は天然アユより有意に大きかった（ $t$  検定， $P = 0.03$ ）。これは，鏡ダム上流に放流された人工アユの成長が天然アユと遜色なかったことを示している。

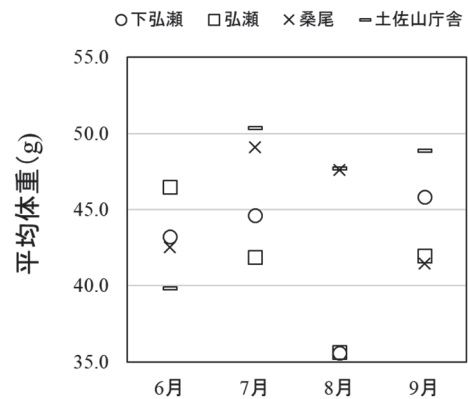


図 5. 鏡川の各地点における平均体重

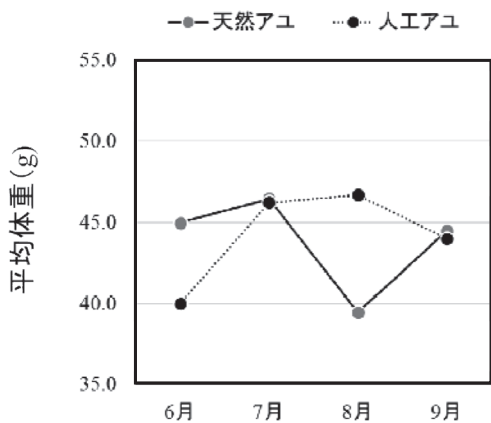


図 6. 鏡川における由来別の平均体重

奈半利川における 2019 年の各月、各地点の人工アユの混獲率を図 7 に示した。各地点の混獲率は、田野で 6.7~15.4%、柏木で 6.7~28.6%、小島で 7.1~42.9%であった。

地点ごとに月別の混獲率を比較したところ、田野および柏木では有意な変化はみられなかったが、最上流の小島で 8 月以降に有意に高くなった ( $\chi^2$  検定, 田野:  $\chi^2 = 0.87$ ,  $P = 0.83$ , 柏木:  $\chi^2 = 2.74$ ,  $P = 0.43$ , 小島:  $\chi^2 = 8.72$ ,  $P < 0.01$ )。一方、月ごとに地点間を比較したところ、全ての月で有意な差はみられなかった ( $\chi^2$  検定, 6 月:  $\chi^2 = 0.75$ ,  $P = 0.69$ , 7 月:  $\chi^2 = 0.56$ ,  $P = 0.76$ , 8 月:  $\chi^2 = 4.08$ ,  $P = 0.13$ , 9 月:  $\chi^2 = 4.34$ ,  $P = 0.11$ )。また、全地点を合計した混獲率は 9.5~26.2% (6 月: 9.5%, 7 月: 9.5%, 8 月: 26.2%, 9 月: 23.1%) で (図 8), 月別の混獲率に有意差はなかったが ( $\chi^2$  検定,  $\chi^2 = 6.87$ ,  $P = 0.08$ ), 8 月以降にやや高くなる傾向がみられた。

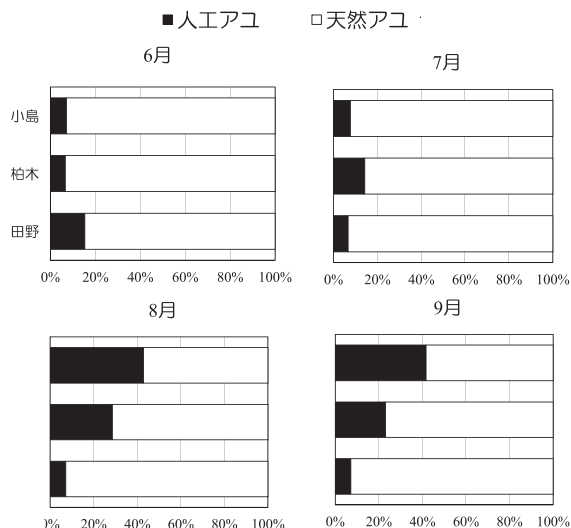


図 7. 奈半利川の各月・各地点における人工アユの混獲率

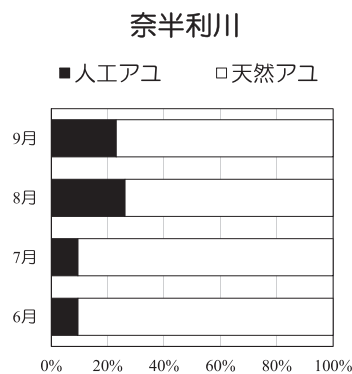


図 8. 奈半利川の全地点合計の人工アユの混獲率

このように、奈半利川の平鍋ダム下流では、最上流の小島においてのみ人工アユの混獲率が 8 月以降に有意に高くなった。また、地点間で混獲率に有意差はなかったが、8 月以降には上流ほど高く、下流ほど低くなる傾向がみられた。

採捕したアユの平均体重は、田野で 50.9~71.0g、柏木で 43.9~53.0g、小島で 41.6~58.6g であり (図 9), 月ごとの地点間の比較で 9 月に有意な差がみられ (ANOVA,  $F_{2, 36} = 14.08$ ,  $P < 0.01$ ), 最下流の田野で他の 2 地点を上回った (Tukey,  $P < 0.05$ )。また、由来別の平均体重は、天然アユが 53.1~59.5g、人工アユが 41.4~47.5g で (図 10), 6~8 月



に人工アユの体重が天然アユを有意に下回った ( $t$  検定,  $P < 0.05$ )。これは, 平鍋ダム下流に放流された人工アユの成長が, 天然アユより劣っていたことを示している。

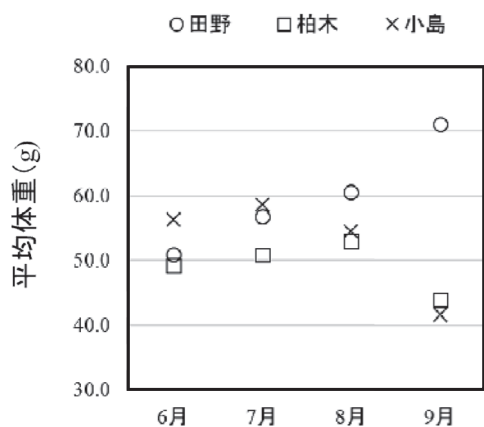


図 9. 奈半利川の各地点における平均体重

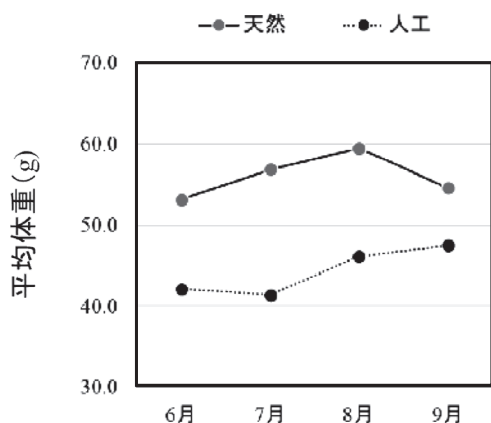


図 10. 奈半利川における由来別の平均体重

鏡川の鏡ダム上流では, 全地点を合計した混獲率が 28.2~36.6%あったのに対し, 奈半利川の平鍋ダム下流では 9.5~26.2%で, 両河川の混獲率は 6~7 月に差がみられたが, 8 月以降には同程度となった ( $\chi^2$  検定, 6 月:  $\chi^2 = 10.22$ ,  $P < 0.01$ , 7 月:  $\chi^2 = 9.05$ ,  $P < 0.01$ , 8 月:  $\chi^2 = 0.06$ ,  $P = 0.81$ , 9 月:  $\chi^2 = 0.42$ ,  $P = 0.52$ )。人工アユの混獲率は, 天然アユの資源量や人工アユの放流量や種苗性等によって大きく左右される。

本調査で把握された 2019 年放流分の人工アユの混獲率は, 河川によって異なるものの

概ね 10~40%の範囲であった。また, 放流後の成長度合も河川により差がみられたが, 鏡川では天然アユ (陸封) と遜色なかった。今後も, 放流後の定着状況 (人工アユの混獲率) 等を継続的に調査することで, 人工アユの種苗性を評価し, それを踏まえて種苗生産技術の向上や放流方法の改善を図っていくことが重要と考えられる。

## 文献

占部 敦史・海野 徹也 (2018) 人工および天然アユにおける計数形質の比較. 水産学会誌, 84, 70-80