

真国川における海産アユの適正放流密度

宇野悦央・辻村明夫・明楽公男

前年度は真国川に海産アユを 10,151 尾放流したところ、降下アユや不明尾数が多く十分な結果が得られなかった¹⁾ので、本年度も同様の尾数を放流し、成長、採捕率、生息密度、附着藻類量等から適正放流密度について検討した。なお、本調査は全国湖沼河川養殖研究会アユ放流研究部会の連絡試験として実施した。

調 査 方 法

試験河川の概要 試験河川は前年度と同じ紀ノ川支流貴志川水系の真国川（図1）で、延長約

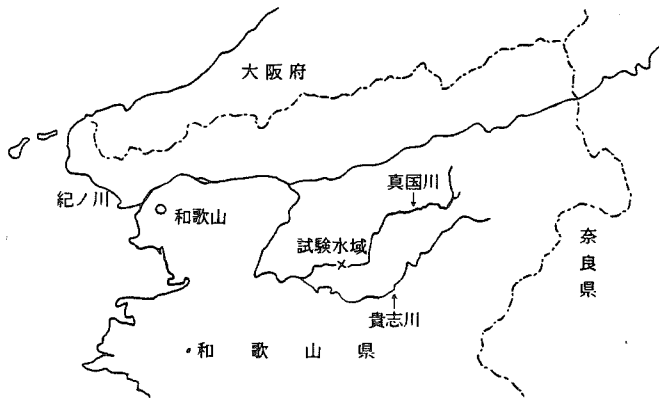


図1. 試験河川の水系図

表1. 試験区の概要

河川名	真国川
水系	貴志川水系
河川所在地	和歌山県海草郡美里町
流程	約 1.7km
標高差	5 m (97~102m)
河川勾配	2.9/1,000
平均川幅	約 13m
総水面積	約 22,000m ²
平水時の水量	約 0.6m ³ /sec
河川型	Aa - Bb 移行型

本年は4, 5月に降雨が少く、5月の平均水位が低かった。3ヶ年の平均流量は1.3m³/secであった。

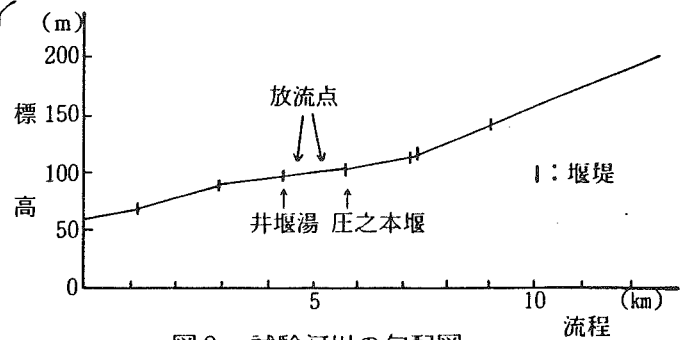


図2. 試験河川の勾配図

34kmの小河川である。河川勾配図を図2、試験区の概要の表1、試験区を図3、試験区の水面積を表2にそれぞれ示した。生息魚種はオイカワ、カワムツ、カマツカ、シマドジョウ等で、湖産及び海産アユを貴志川漁協が毎年放流している。特別解禁日は6月17日、一般解禁日は6月24日で、その後8月26日の網漁日まで友釣が行われた。

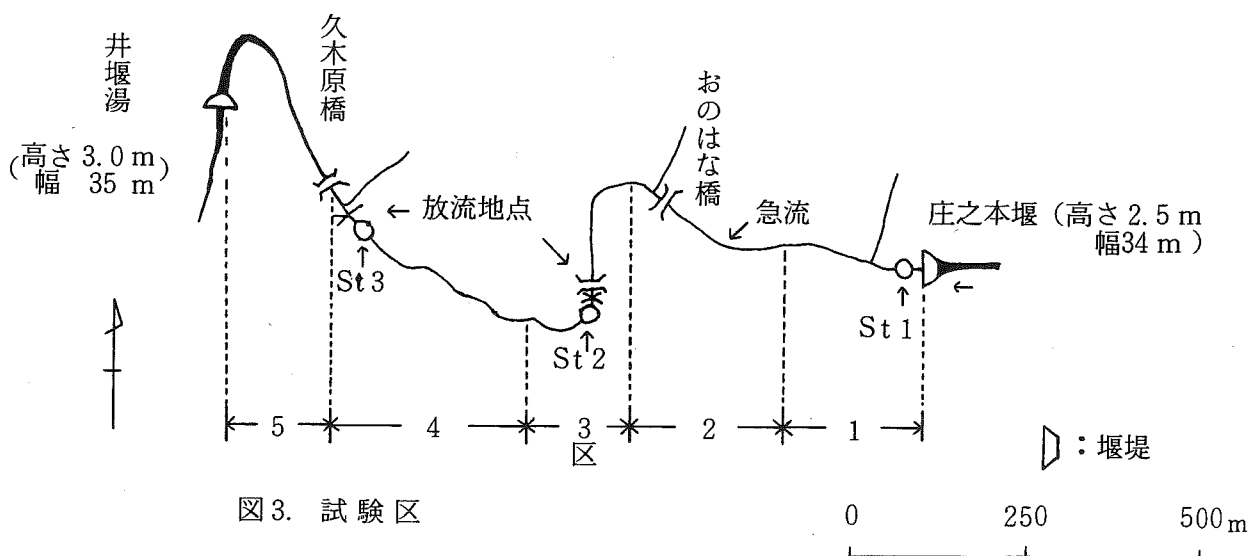


図3. 試験区

表2. 試験区の水面積 (m²)

区	早瀬	平瀬	淵	ト口	計
1	795	1,256	936	398	3,385
2	742	303	1,204	148	2,397
3	887	1,392	868	1,124	4,271
4	1,146	174	1,670	1,121	4,111
5	0	287	1,299	6,234	7,820
1~4 (%)	3,570 (25)	3,125 (22)	4,678 (33)	2,791 (20)	14,164
1~5 (%)	3,570 (16)	3,412 (16)	5,977 (27)	9,025 (41)	21,984

供試魚 昭和59年2月19日に日高郡南部町堺地先海面で採捕された海産稚アユを用いた。2月22日にガラス張りハウス内のコンクリート池(5×10m,水深0.6m)1面に26,000尾(体重0.72±0.45g,体長4.55±0.60cm)を収容し,淡水馴致後市販のアユ用配合飼料で養成した。用水は河川伏流水で,水中ポンプにより曝気し,流速は10~30cm/sec,水温は12~14℃(平均13℃),最高照度は80,000 luxであった。3月31日に中型魚の脂鱗を切除して標識魚とし,4月6日に体重4.23±1.79g,体長6.69±0.77cm,肥満度13.3±1.1のアユをSt2付近に4,130尾(17.5kg),St3付近に6,130尾(26.0kg),計10,260尾(43.5kg)放流した。放流時の河川水温は11.7℃であった。

物理化学環境 水面積は距離計及び巻尺で実測し、早瀬と平瀬の石表面積は3区の代表的な河床に鉄のチェーンを沿わせその長さから求めた。淵及びトロのうち石のあるところの水面積率は、主に陸上からの目測（潜水も併用）により求めた。水温、水位は週1～3回14時頃にSt2で測定した。水質は8月2日にSt2で、pH：比色法、SS：GFP法、濁度：吸光光度法、DO：ウインクラーアジ化ナトリウム変法、BOD：JIS法、COD：過マンガン酸カリウム酸性法、NH₄-N：ネスラー法、NO₂-N：GR法、NO₃-N：Zn還元法、T-N：総和法、PO₄-P：モリブデン青法、T-P：過硫酸分解法、SiO₂：モリブデン黄法、アルカリ度：MOアルカリ度を測定した。

附着藻類の現存量及び生産速度 主に放流前、解禁直前、終漁期に、現存量は5回、クロロフィルa量と生産速度は3回調査し、藻類採取場所の流速（発電水力用流速計による）及び水面照度（光電池照度計による）を測定した。現存量は各Stの早瀬と平瀬において、表面が平らで藻類量の平均的な石4個から各25cm²計100cm²当りの藻類を採取し、5%ホルマリンで固定後、沈殿量：48時間静置、湿重量：ポリフロンろ紙（保留粒子径10 μ ）による吸引ろ過、乾重量：80℃で4時間乾燥、強熱減量：ガスバーナーで3時間加熱を測定した。クロロフィルa量はホルマリン固定前の現存量サンプルから $\frac{1}{7}$ ～ $\frac{1}{2}$ 量を取り、アセトン抽出、吸光法²⁾により測定した。また、これらサンプルについて附着藻類の分類群による組成及び優占種を求めた。

分散及び成長 初期分散調査は放流後20日目（4月6日～25日）まで行った。分散状況は主に陸上目視で行い、ハミアト観察を併用した。成長調査は主に3、4区で月2～3回友釣により行い、10%ホルマリンで固定後体重、体長を測定した。

生息尾数 生息尾数は6月15日と8月3日に潜水観察で求めた。潜水は各区の代表的な河床型を横断して尾数を数え、観察幅は各河床型について測り、観察幅と潜水後の移動距離から観察面積を求めて全体を推定した。生息尾数の推定には発見率として前年度の38.4%を用いた。

結 果 及 び 考 察

物理化学環境 水温と水位の変化を図4に、水質を表3に示した。水温は4月に上昇が遅く、4月の水温は10.5～14.0℃（平均12.2℃）と低かった。水位は5月から6月上旬まで低く、増水は6月に2回あった。水質はSSが5.2ppmでやや高かった。

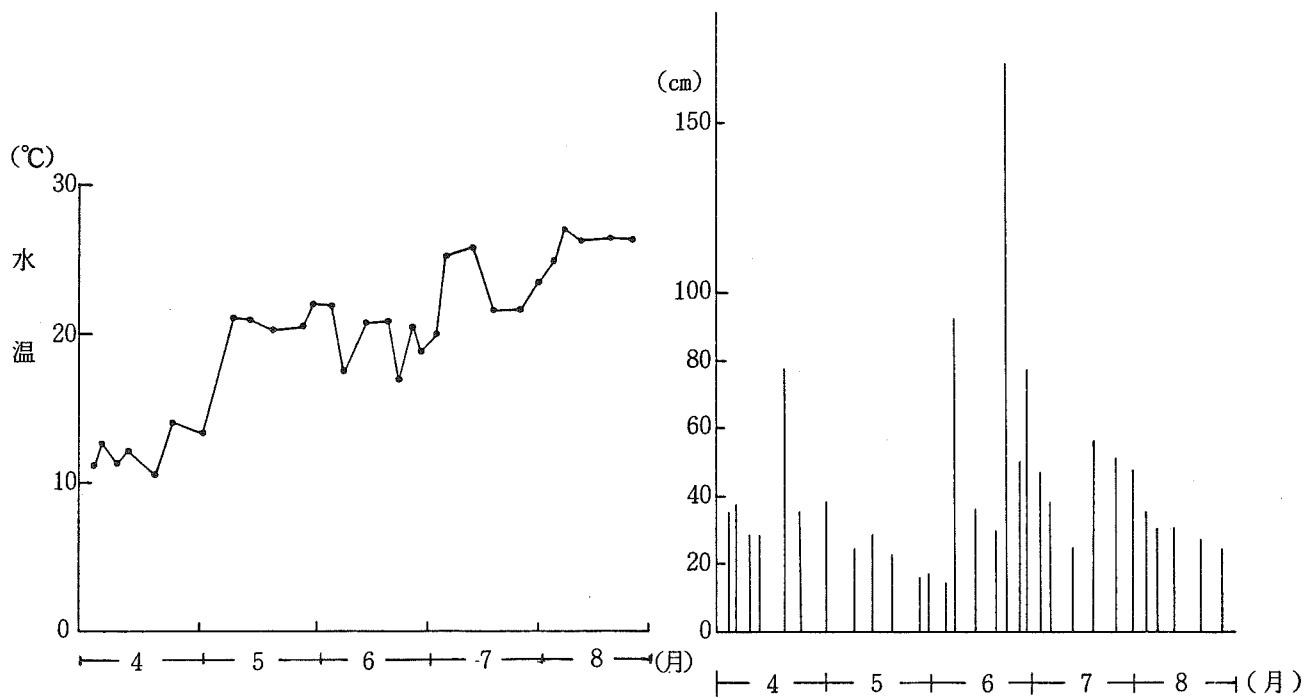


図4. St 2 の水温及び水位の変化

表3. St 2 における水質

調査年月日	59年8月2日
水温 (°C)	22.6
pH	7.3
SS (ppm)	5.2
濁度 (〃)	3.1
DO (〃)	8.72
BOD (〃)	1.77
COD (〃)	0.98
NH ₄ -N (〃)	0.028
NO ₂ -N (〃)	tr
NO ₃ -N (〃)	0.34
T-N (〃)	0.396
PO ₄ -P (〃)	0.003
T-P (〃)	0.021
SiO ₂ (〃)	14.4
Mアルカリ度 (meq/l)	0.56

表4. 附着藻類の現存量

月・日	St	水温 (°C)	照度 (lux)	流速 (cm/sec)	沈澱量 (ml/100cm ²)	湿重量 (g/100cm ²)	乾重量 (mg/100cm ²)	強熱減量 (mg/100cm ²)	クロロフィルa量 (mg/m ²)
				S* H	S H	S H	S H	S H	S H
4・12	1	11.4	65,000	70 60	1.5 1.5	0.12 0.12	38 44	23 21	— —
	2	12.6	70,000	90 50	1.4 1.8	0.10 0.15	29 45	18 24	10.9 —
	3	11.2	100,000	100 —	1.7 —	0.10 —	30 —	15 —	— —
5・9	1	21.8	55,000	90 50	3.0 10.5	0.28 0.60	91 231	42 104	— —
	2	20.9	70,000	110 60	1.0 7.5	0.04 0.40	10 117	4 71	— —
	3	20.0	100,000	110 —	5.5 —	0.25 —	76 —	42 —	— —
6・6	1	23.1	115,000	— 20	— 9.5	— 0.41	— 106	— 80	— —
	2	22.7	55,000	70 20	4.0 11.0	0.34 0.45	89 110	63 85	53.9 46.5
	3	21.8	85,000	80 —	8.5 —	0.45 —	103 —	79 —	— —
7・12	1	26.3	20,000	130 40	11.5 22.5	0.53 0.67	139 151	81 102	— —
	2	25.8	30,000	90 50	12.0 18.0	0.51 0.57	126 147	78 90	— —
	3	25.4	105,000	110 50	21.0 12.0	0.76 0.44	190 102	97 67	— —
8・20	1	25.1	115,000	140 40	18.5 27.0	0.53 0.55	127 136	84 81	— —
	2	26.4	95,000	130 60	24.0 28.0	0.65 0.63	158 146	89 93	87.8 67.7
	3	25.0	125,000	140 60	14.5 24.0	0.73 0.47	203 110	88 65	— —

* S：早瀬， H：平瀬

表5. 附着藻類の生産速度

月・日 (時刻)	4・12 (13:25~15:25)	6・6 (12:55~14:55)	8・20 (13:00~15:00)
天候	晴時々曇	晴	晴
照度 (lux)	(15,000~88,000)	(68,000~128,000)	(29,000~58,000)
水温 (°C)	(12.4~13.2)	(22.7~23.4)	(26.1~26.9)
純生産速度 (O ₂ mg/g*/h)	5.31	7.37	6.28
呼吸 " (")	4.39	2.64	2.70
総生産 " (")	9.70	10.01	8.98
純生産 " (O ₂ mg/m ² *2/h)	15.22	65.77	98.84
呼吸 " (")	12.58	23.58	42.53
総生産 " (")	27.80	89.35	141.37

* 藻類乾重量, * 2 石表面積

附着藻類の現存量及び生産速度 現存量は表4のように4月に少なかったが、5月以降は多く

8月に最高値を示した。生産速度は表5のように、乾重量当りではあまり差がなかったが、単位面積当りでは終漁期が近づくと高くなった。附着藻類測定項目間の相関係数を表6に示した。沈澱量は他の項目と相関がやや低かったが、その他の項目間では強熱減量とクロロフィルa

表6. 附着藻類測定項目間の相関係数

項 目	沈 澱 量 ($\text{m}\ell/100\text{cm}^2$)	湿 重 量 ($\text{g}/100\text{cm}^2$)	乾 重 量 ($\text{mg}/100\text{cm}^2$)	強熱減量 ($\text{mg}/100\text{cm}^2$)	クロロフィルの量 (mg/m^2)	総生産速度 ($\text{O}_2\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)
沈 澱 量	—	0.837	0.696	0.770	0.810	0.893
湿 重 量	0.837	—	0.945	0.958	0.939	0.992
乾 重 量	0.696	0.945	—	0.922	0.957	0.996
強 熱 減 量	0.770	0.958	0.922	—	0.871	0.994
クロロフィル量	0.810	0.939	0.957	0.871	—	0.999
総生産速度	0.893	0.992	0.996	0.994	0.999	—

量間を除けば相関が強かった。分類群からみた藻類組成は表7に示したように藍藻類が優占し、4月はXenococcus, その後は Homoeothrix が優占種であった。

表7. 附着藻類の組成

月・日 St	早 瀬				平 瀬				
	藍藻	珪藻	緑藻	優 占 種	藍藻	珪藻	緑藻	優 占 種	
4・12	1	c~cc*	+~C	rr	Xenococcus	ccc	+	rr	Xenococcus
	2	ccc	+	"	"	cc	+~c	—	Homoeothrix
	3	cc~ccc	+~C	"	"	—	—	—	
5・9	1	"	"	"	Homoeothrix	cc~ccc	+~c	rr	Homoeothrix
	2	cc	c	—	Xenococcus	ccc	+	—	"
	3	ccc	+	—	Homoeothrix	—	—	—	—
6・6	1	—	—	—	—	ccc	r	rr	Homoeothrix
	2	ccc	r	rr	Homoeothrix	"	"	"	"
	3	"	"	"	"	—	—	—	—
7・12	1	"	"	"	"	ccc	r	rr	Homoeothrix
	2	"	"	"	"	"	r~+	"	"
	3	"	+	"	"	"	"	"	"
8・20	1	"	r~+	"	"	"	"	"	"
	2	"	r	"	"	"	r	"	"
	3	"	r	—	"	"	"	"	"

*ccc: 80%以上, cc: 60%, c: 40%, +: 20%, r: 10%, rrr: 2%以下

分散及び成長 放流後20日間の分散状況を図5に示した。放流アユはそ上性が弱く、下流域に放流したアユが放流後5日目まで放流地点で群れを形成し、全域に分散するのが遅かった。放流後、生息魚類に異常がみられ、5日目に下流域放流点の200 m下流地点で体表に水カビが着生したカマツカ、カワムツ、ウナギの

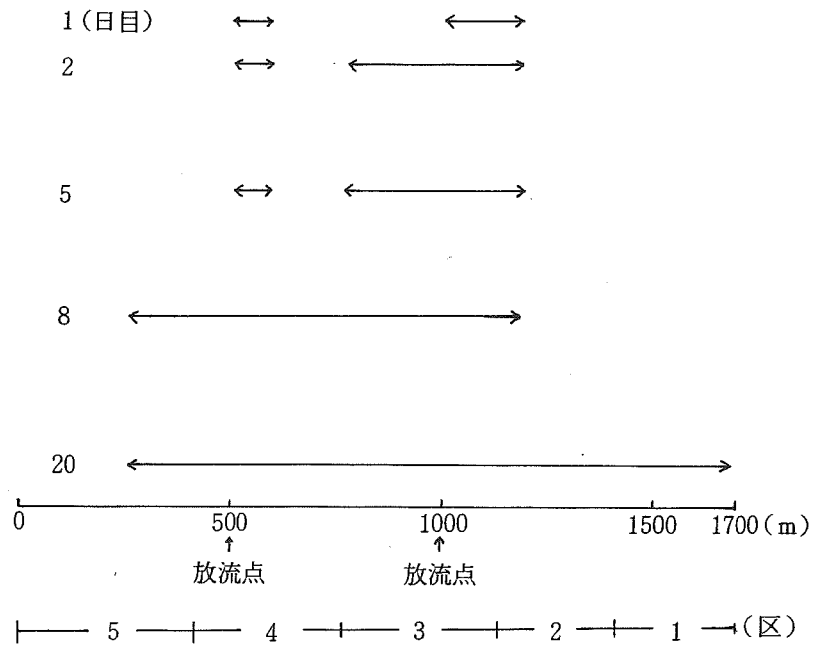


図5. 放流後20日目まで分散

へい死があり、また、アユが1尾元気なく泳いでいるのが観察され、8日目には放流アユが放流地点下流100mから350mの範囲で24尾へい死していた。へい死魚は吻部、胸鰭、尾鰭、鰓に水カビが着生しており、水カビ病によりへい死したものと思われる。放流アユのそ上性が弱かったのは水カビ病による影響、また、放流前に流速の強い屋外池で養成しなかったことが考えられる。

表8. 放流アユの成長

区	月・日	体重 (g)	体長(cm)	肥満度*	日間成長率**2
	放流日	4.2±1.8(74)*3	6.7±0.8	13.3±1.1	—
1	6.28(83)*4	69.0±(1)	16.2	16.2	3.43
	6.28 (83)	36.7±4.5(3)	13.5±0.6	14.9±0.6	2.65
3	7.18(103)	69.8±1.0(3)	16.0±0.2	17.0±0.3	2.77
	8.24(140)	104.6±23.5(6)	17.9±1.2	17.9±0.8	2.32
	6.17 (72)	46.6±12.7(14)	14.1±1.2	16.3±0.7	3.40
4	7.2 (87)	53.9±9.3(3)	14.8±1.1	16.4±0.6	2.98
	7.19(104)	50.4±11.7(15)	14.7±1.0	15.7±0.8	2.42
	8.17(133)	81.2±2.0(2)	17.3±0.4	15.8±0.6	2.25

* 体重×10³/体長³

* 2 日間成長率=(10^A-1)×10² A = $\frac{\log y_1 - \log y_0}{t_1 - t_0}$
(y₁: t₁のときの平均体重, y₀: t₀のときの平均体重)

* 3 平均値±標準偏差 (測定尾数)

* 4 放流後の日数

採捕アユの成長率を
表8に、体重の推移を
図6に示した。解禁時
までの日間成長率は3
区2.65%（平均体重36
.7g）、4区3.40%（
平均体重46.6g）で3
区ではやや成長が劣っ
たが、その後の成長は
良く8月後半には3区
で105g、4区で81gに
成長した。

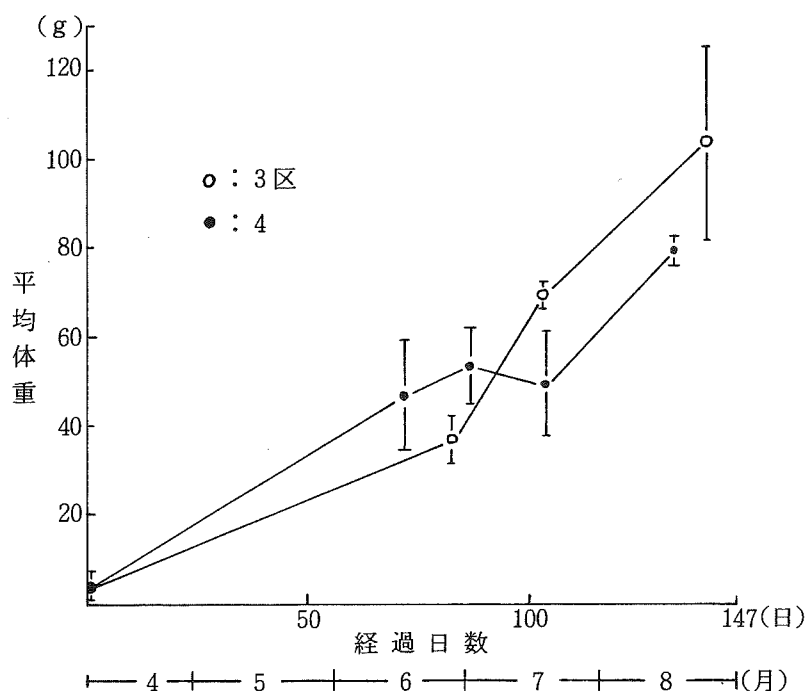


図6. 採捕アユの体重の推移

生息尾数及び採捕率
生息尾数の推移を表9
に、解禁直前の河床型

表9. 生息尾数の推移

月日	区	推定生息尾数		推定生息密度(尾/m ²)	
		標識魚	標識魚+無標識魚	標識魚	標識魚+無標識魚
6.15	1	179	813	0.05	0.24
	2	49	197	0.02	0.08
	3	617	2,285	0.14	0.54
	4	376	801	0.08	0.18
	5	0	0	0	0
	1~4	1,221	4,096	0.08	0.28
	1~5	1,221	4,096	0.05	0.18
8.3	1	—	310	—	0.09
	2	—	14	—	0.01
	3	48	111	0.01	0.03
	4	116	207	0.03	0.05
	5	—	108	—	0.01
	1~4	—	649	—	0.04
	1~5	—	750	—	0.03

別の生息密度を表10に示した。解禁直
前の標識魚の密度は中流域でやや高く、
上流域で低かった。標識魚の推定生息
尾数は約1,200尾で、推定生残率は約12
%と非常に低かった。歩減りの原因と
しては水カビ病による影響が考えられ、

表10. 河床型別の生息密度(尾/m²)

区	早瀬	平瀬	淵	ト口	計
1	0.48	0.10	0.29	0.11	0.24
2	0.07	0.12	0.08	0.06	0.08
3	0.58	0.76	0.31	0.39	0.54
4	0.39	0.07	0.17	0.05	0.18
5	—	0	0	0	0
計	0.36	0.36	0.15	0.06	0.18

また、放流後水温の上昇が遅く藻類量が少なかったことも要因と思われる。8月始めの生息尾数は無標識魚を含めても750匹と少なく、入漁者数も著しく減少した。河床型別の生息密度は早瀬と平瀬で高く、淵とトロで低かった。

再捕率を単位努力当りの試験漁獲尾数により推定した。表11に示したように、解禁日以降の単

表11. 試験漁獲匹数の推移

月	58 年			59 年		
	漁獲努力 人 数	漁獲尾数	単位努力当りの* 漁 獲 尾 数	漁獲努力 人 数	漁獲尾数	単位努力当りの 漁 獲 尾 数
6	5	49	9.8	3	18	6.0
7	6	30	5.0	3	21	7.0
8	4	11	2.8	2	8	4.0
計	15	90	6.0	8	47	5.9

* 尾/日/人

位努力当り漁獲尾数は前年度が6.0尾/日/人、本年度が5.9尾/日/人であった。両年度の単位努力当り漁獲尾数は変わらず、また、入漁者数も同程度であったので、本年度の採捕率は前年度とほぼ同じ約9%と推定される。

適正放流密度の推定 アユ放流研究部会の申し合わせにより適正生息密度を平瀬で0.6尾/m²、岩盤の側面で0.2尾/m²

とし、表12に示した河床型別の水面積、石表面積及び石のあるところの水面積率から河床型別の適正生息尾数を次式により求めた。

表12. 河床型別の水面積

	早瀬	平瀬	淵	トロ
総 水 面 積 (m ²)	3,870	3,412	5,976	9,024
側面の岩盤総面積 (〃)	—	—	324	122
単位水面積当りの石表面積 (〃)	1,407	1,073	—	—
石のあるところの水面積率 (%)	—	—	29.9	2.5

早瀬：0.6尾/m²×早瀬の総水面積m²×単位水面積当りの早瀬の石表面積m²/単位水面積当りの平瀬の石表面積m²

平瀬：0.6尾/m²×平瀬の総水面積m²

淵：0.6尾/m²×淵の総水面積m²×石のあるところの水面積率/100+0.2尾/m²×側面の岩盤総面積m²

トロ：0.6尾/m²×トロの総水面積m²×石のあるところの水面積率/100+0.2尾/m²×側面の岩盤総面積m²

前式より、適正生息尾数は早瀬3,045尾、平瀬2,047尾、淵1,137尾、トコ160尾 計6,389尾、適正生息密度は早瀬0.79尾/m²、平瀬0.60尾/m²、淵0.19尾/m²、トコ0.02尾/m²と算出され、適正生息尾数は解禁直前の生息尾数より2,293尾多かった。本年度の生残率は著しく低かったので、生残率として前年度の40%を適用すると、適正放流尾数は約16,000尾、適正放流密度は0.72尾/m²と推定され、本年度の放流密度は低かったと考えられる。

要 約

1. 海産アユの適正放流密度を検討するため、昭和59年4月6日に平均体重4.2gの海産アユ10,260尾を紀ノ川支流貴志川水系真国川の1.7kmの試験水域に2点放流した。
2. 附着藻類の現存量は4月に少なかったが、5月以降は多く8月に最高値を示した。
3. 放流アユはそ上性が弱く、群れアユを形成する日数が長く、全域に分散するのが遅かった。また、放流後8日目に水力カビ病による放流アユのへい死がみられ、生残率に悪影響を及ぼしたと考えられる。
4. 解禁時までの日間成長率は中流域で2.65% (平均体重36.7g)、下流域で3.40% (平均体重46.6g)を示し、中流域ではやや成長が劣ったがその後の成長は良く、8月後半には中流域で105g、下流域で81gに成長した。
5. 解禁直前までの推定生残率は約12%と非常に低く、8月初めの生息尾数は解禁直前の20%以下に減少した。また、採捕率も約9%と低かった。
6. 解禁日までの生残率が著しく低かったので、生残率として前年度の40%を適用すると、河床面積から求めた適正放流尾数は約16,000尾、適正放流密度は0.72尾/m²と推定され、本年度の放流密度は低かったと考えられる。

文 献

- 1) 宇野悦央・辻村明夫・明楽公男：昭和58年度和歌山県内水面漁業センター事業報告、26-38 (1984)。
- 2) 日本分析化学会北海道支部：水の分析、3, 362-367, 化学同人, 京都 (1981)。