

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・堀江康浩・明楽公男

本県の各河川では毎年アユを放流しているが放流効果を調査した事例はなく、採捕アユの成長に関する報告^{1) 2)}が若干ある程度である。そこで、本年度は従来の河川漁協が実施してきた海産稚アユを短期間養成後河川水温の上昇を待って放流する方法で放流し、附着藻類量、生息密度、成長、採捕率等から適正放流密度を検討した。なお、本調査は全国湖沼河川養殖研究会河川放流研究部会・アユ分科会の連絡試験として実施した。

調査方法

試験河川の概要 試験河川は図1に示した紀ノ川支流貴志川水系の真国川で、延長約34kmの小河川である。試験河川の概略を表1、勾配図を図2、試験区を図3、試験区の水面積を表2にそれぞれ

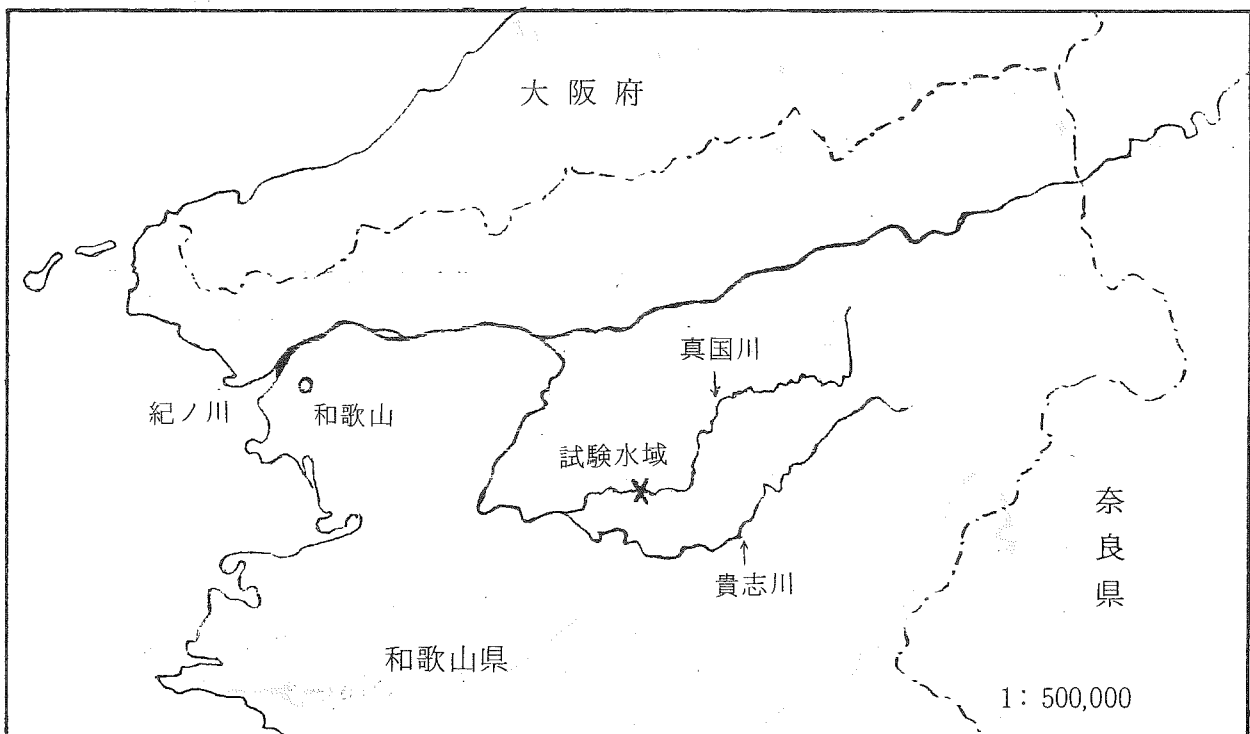


図1. 試験河川の水系図

表1. 試験河川の概略

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
試験区の流程	約1.7 km
標高差	5 m (97~102 m)
河川勾配	2.9 / 1000
平均川幅	約12 m
総水面積	約21,000 m ²
平水時の水量	約1.5 m ³ /sec
河川型	Aa - Bb 移行型
河川の構造物	堰堤7ヶ所 (高さ1.5~3.0 m)

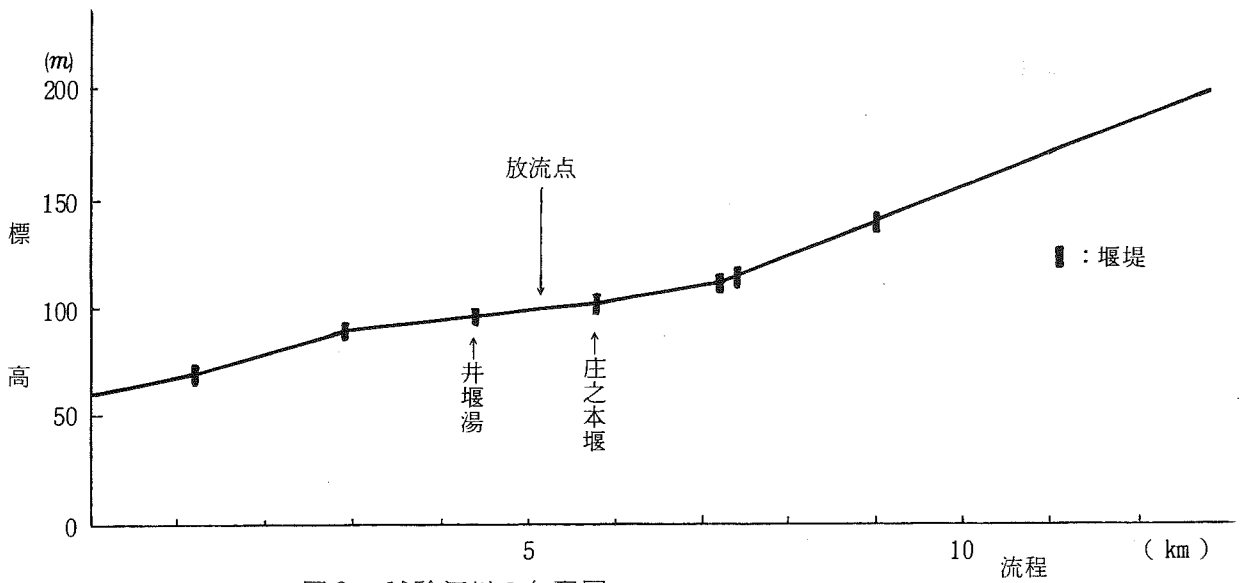


図2. 試験河川の勾配図

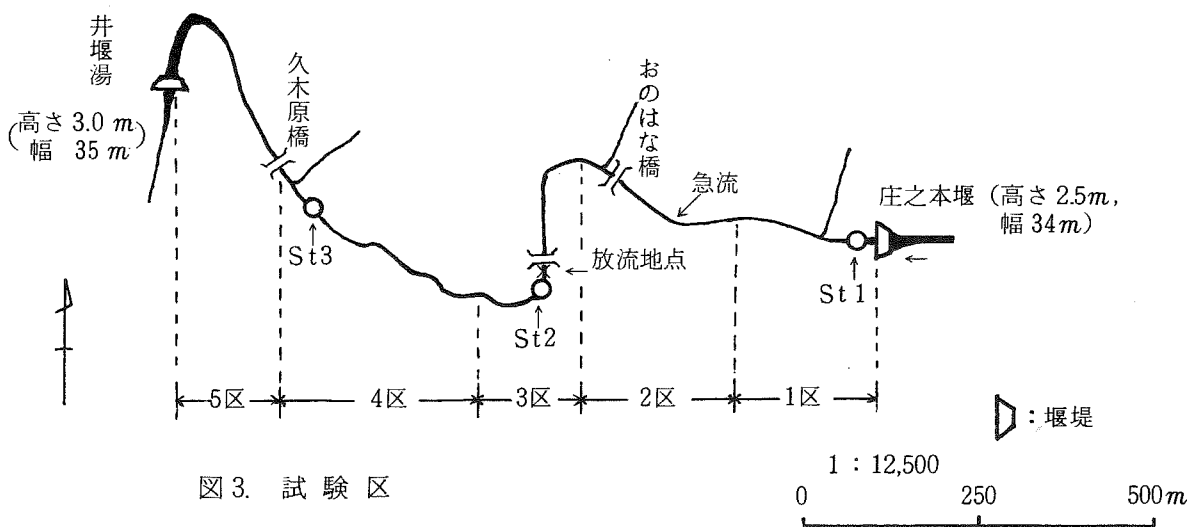


図3. 試験区

表2. 試験区の水面積

区	総水面積 (m ²)	早瀬	平瀬	淵	利用可能 総水面積	早瀬	平瀬	淵
1	2,710	963	1,033	710	2,110	820	990	290
2	2,550	784	377	1,393	1,370	650	300	430
3	4,040	782	1,579	1,678	1,880	520	940	420
4	3,500	1,393	125	2,030	1,730	1,230	120	380
5	8,350	0	0	8,349	430	0	0	430
計 (%)	21,150	3,920 (19)	3,110 (15)	14,160 (67)	7,510	3,220 (43)	2,350 (31)	1,940 (26)

れ示した。試験区は勾配が小さいうえに堰があるため淵の占める割合が高く、オイカワ、カワムツ、カマツカ、カワヨシノボリ等が生息しており、アユは湖産及び海産種苗を貴志川漁協が毎年放流している。

特別解禁日は6月13日、一般解禁日は6月27日で、その後9月5日の網漁解禁日まで友づりが行われた。網漁は刺網が主に用いられ、川幅が狭いため1日でほとんどのアユが漁獲される。

供試魚 昭和57年2月2日に本県田辺市地先海面で採捕された海産稚アユを用いた。2月5日に当場のビニールハウス内コンクリート池(5×10m, 水深0.6m)2面に約70,000尾(平均体重0.75g)を收容し、淡水馴致後市販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た。流速は0~40cm/sec, 水温は11~15℃(平均14℃), 最高照度は15,000luxであった。淡水馴致中に約30%へい死したがその後は良好で、40日目頃からハミ行動がみられ、飼育密度は淡水馴致終了時で約500尾/m²であった。3月24日に平均体重3.4gに成長した約47,000尾を選別し、平均体重3.5gの中型魚約20,000尾を屋外八角形コンクリート池(10×10m, 水深0.7m)に收容した。400Wスクリーレーターにより曝気し、流速は20~60cm/sec, 水温は11~16℃(平均14℃), 飼育密度は約200尾/m²であった。收容後5日目頃からビブリオ病が発生したが、オキシリン酸の投与により完治した。4月13日に標識として脂鱭を切除した8,699尾(44.8%)と無標識の10,737尾(55.2%)計19,436尾(平均体重4.0g, 範囲1.9~9.2g, 総重量77.1kg)の供試魚をSt2附近に放流した。なお、放流魚は外観的に特に異常はみられず、健全であると思われた。

物理化学環境 水面積は距離計と巻尺で実測し、平瀬と早瀬の石面積は3区の代表的な河床に鉄のチェーンを沿わせて求めた。水温と水位は週1~3回14時にSt2で、流速と照度は月1~2回各Stで発電水力用流速計と光電池照度計により測定した。また、水質は11月25日にSt2で、pH:比色法, DO:ウインクラーアジ化ナトリウム変法, NH₄-N:ネスラー法, NO₂-N:G.R法, NO₃-N:Zn還元法, COD:過マンガン酸カリウム酸性法, Cl⁻:硝酸第2水銀滴定法, 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 主として放流前、解禁直前及び終漁期に、現存量は7回、生産速度は5回調査した。現存量は各Stの早瀬で、表面が平らで藻類量の平均的な石4個から各25cm³計100cm³当りの藻類を採取し、5%ホルマリンで固定後、沈澱量:24時間放置, 湿重量:ろ紙(5

C) によるろ過，乾重量：105℃4時間乾燥を測定した。生産速度はSt2の早瀬で湿重量約1gの藻類を採取し，14時から2時間明暗ビン法により求めた。また，これらサンプルについて附着藻類の組成と優占種を求めた。

分散及び生息密度 初期の分散調査は放流後8日目（4月13～20日）まで2名の職員が目視により行い，生息アユの概数を記録した。また，網漁解禁日（9月5日）に試験水域外の漁獲量を調査し，標識アユの分散状況を調べた。

生息密度は1，3，4区の代表的な瀬で，投網と目視により調査した。投網は5分目の網を用い，6月8日に1区当たり8～20回漁獲した。目視は6月11日に陸上から尾数を数え，単位水面積当りの尾数を求めた。

成長 1，3区を重点に月1～2回友づり又は投網により試験採捕を行い，10%ホルマリンで固定後体重を測定し，また網漁解禁時に各区の漁獲尾数と重量を測った。

漁獲量 ピク調査は土，日曜日を重点に，週1～2回実施した。調査時刻は13時～14時30分の範囲とし，尾数と平均的な全長を測った。チェック調査は4回（6月13日，7月13日，8月13，25日）行い，入漁者数と漁獲尾数の日変化を調べ，また地元の釣人に漁獲日誌を配布し，日別漁獲尾数の記入依頼をした。

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3月下旬から4月上旬まで10～12℃で，5月上旬に15℃以上になり，その後は急に上昇し大雨の頃を除けば20～26℃の範囲で推移した。平水時の水位は30～35cmで，放流後5月中旬までは平水時の水位より高かったが，その後6月初めにかなりの降雨がみられたものの7月初めまで渇水状態が続いた。7月下旬から8月上旬にかけてはかなりの降雨が続

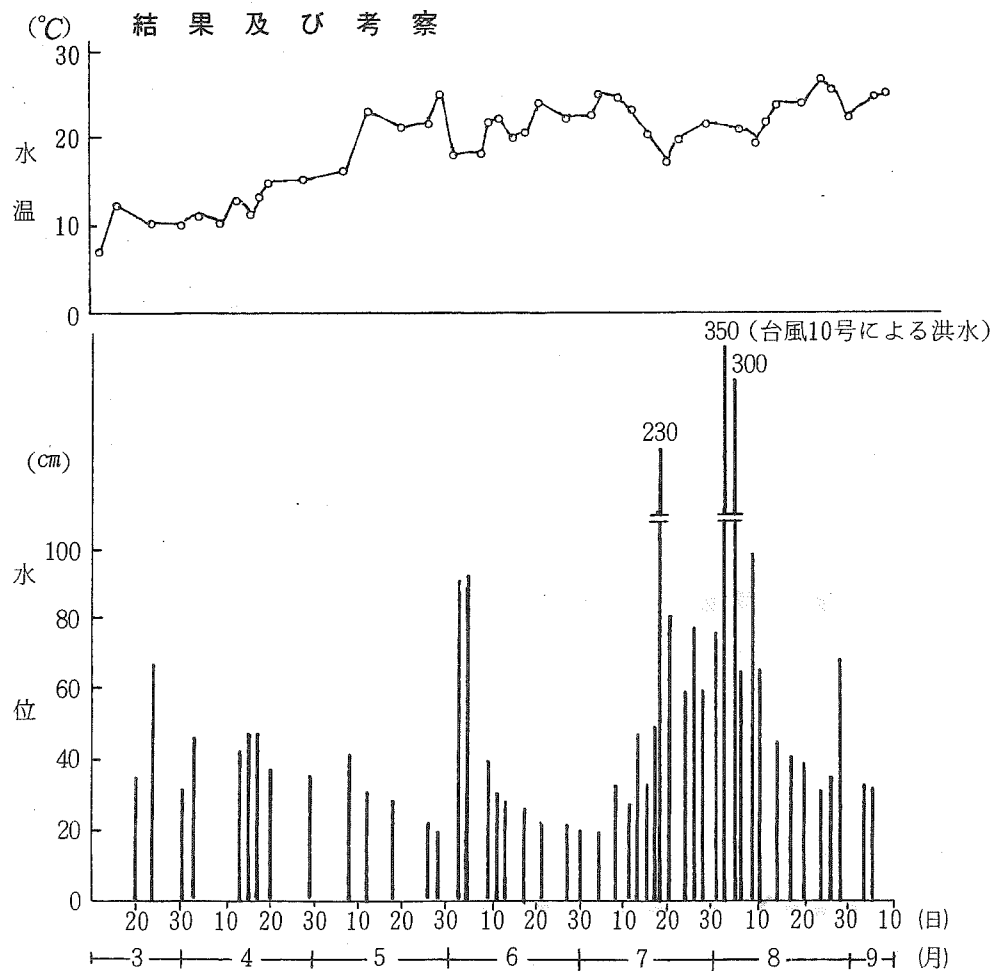


図4. St2の水温及び水位の変化

表 3. St 2 における水質

調 査 日	昭和57年11月25日
水 温 (°C)	10.4
pH	7.6
DO (ppm)	12.36
DO飽和度 (%)	114.2
NH ₄ -N (ppm)	tr
NO ₂ -N (")	tr
NO ₃ -N (")	0.624
COD (")	1.27
Cl ⁻ (")	7.1
アルカリ度 (meq/l)	0.692
流 速 (cm/sec)	75
水 深 (cm)	20

き, 3回洪水にみまわれたが, 8月中旬以降は良好な水位を保った。水質はpH, CODがやや高い値を示した。

附着藻類の現存量及び生産速度 各 St の現存量を表 4 に示した。現存量は4月上旬は少く水温

表 4. 附着藻類の現存量

月・日	St	水 温 (°C)	流 速 (cm/sec)	照 度 (lux)	沈 澱 量 (mg/100cm ²)	湿 重 量 (g/100cm ²)	乾 重 量 (mg/100cm ²)
4・1	1	10.1	180	46,000	1.0	0.15	36
	2	10.9	80	50,000	0.5	0.10	38
	3	9.6	130	5,000	0.5	0.12	48
4・9	1	10.3	170	2,000	1.5	0.28	66
	2	10.5	100	5,000	1.8	0.27	64
	3	10.6	120	11,000	1.3	0.18	44
4・28	1	16.1	180	35,000	9.0	1.17	300
	2	15.7	100	21,000	7.0	0.45	86
	3	15.2	80	16,000	8.0	0.70	193
6・11	1	21.3	150	100,000	4.5	0.31	68
	2	22.6	60	60,000	5.0	0.31	76
	3	20.6	65	43,000	5.5	0.28	65
6・21	1	22.5	120	90,000	2.5	0.21	72
	2	23.6	60	40,000	8.5	0.36	94
	3	22.7	60	97,000	7.0	0.31	72
8・24	1	25.4	90	17,000	19.0	0.45	108
	2	25.7	60	21,000	17.0	0.43	97
	3	25.4	50	15,000	15.5	0.36	80
9・30	1	18.8	90	29,000	47.0	0.77	61
	2	18.9	100	8,000	25.0	0.75	156
	3	18.9	40	11,000	32.0	0.58	124

が上昇した下旬に多くなったが、6月中旬は少かった。踏査によると藻類は5月下旬から7月初めの渇水期及び7月下旬から8月上旬の大雨の頃が特に少く、終漁期に近づいた8月中旬以降には回復した。総生産速度は表5に示したとおりで、6月上旬までは低くその後は高い傾向がみられた。

表5. 附着藻類の生産速度

月・日 (時刻)	4・1 14:00~ 16:00	4・9 14:10~ 16:10	6・11 13:40~ 15:40	6・21 13:30~ 15:30	8・24 13:20~ 15:20
天候	晴	雨	晴	晴のち曇	晴時々曇
照度 (lux)	8,000~ 50,000	800~ 5,000	18,000~ 60,000	22,000~ 40,000	5,500~ 21,000
水温 (°C)	11.4	10.1~10.5	22.6~22.9	23.6~23.9	25.7~25.8
純生産速度 (O ₂ mg ^{*1} /h)	0.68	0.26	1.26	1.97	3.09
呼吸速度 (")	2.13	1.60	1.14	1.95	2.64
総生産速度 (")	2.80	1.86	2.40	3.92	5.73
純生産速度 (O ₂ mg/m ^{*2} /h)	2.58	1.65	9.59	18.56	29.92
呼吸速度 (")	8.08	10.23	8.62	18.37	25.56
総生産速度 (")	10.65	11.88	18.21	36.92	55.48

*1 附着藻類乾重量

*2 石表面積

分類群からみた藻類組成を表6に示した。4~9月を通じて藍藻類が優占し、4月上旬はXenococcus, 下旬以降はHomoeothrixが優占種であった。

表6. 附着藻類の組成

月・日	St	藍藻類	珪藻類	緑藻類	優占種
4・1	1	CC~CCC*+~C	rr	-	Xenococcus (CC)
	2	CC~CCC+~C	-	-	Xenococcus (CC)
	3	CCC	r	-	Xenococcus (CC)
4・9	1	CC~CCC	+	rr	Xenococcus (C~CC)
	2	CCC	+	rr	Xenococcus (C)
	3	CC	+~C	-	Xenococcus (C)
4・28	1	CC~CCC	+	-	Homoeothrix (CC)
	2	CCC	+	rr	Homoeothrix (CC)
	3	CC	+~C	-	Homoeothrix (C)
6・11	1	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)
	2	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)
	3	CCC	r	-	Homoeothrix (CC~CCC)
6・21	1	CC~CCC+~C	-	-	Homoeothrix (CC~CCC)
	2	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)
	3	CCC	+	-	Homoeothrix (CC~CCC)
8・24	1	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)
	2	CCC	r	rr	Homoeothrix (CCC)
	3	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)
9・30	1	CCC	r	rr	Homoeothrix (CCC)
	2	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)
	3	CCC	r	-	Homoeothrix (CCC)

* CCC:80%以上, CC:60%, C:40%
+ :20%, r:10%, rr:2%

分散及び生息密度 1) 初期分散 放流後8日間の分散状況を図5に示した。放流後2日目まで

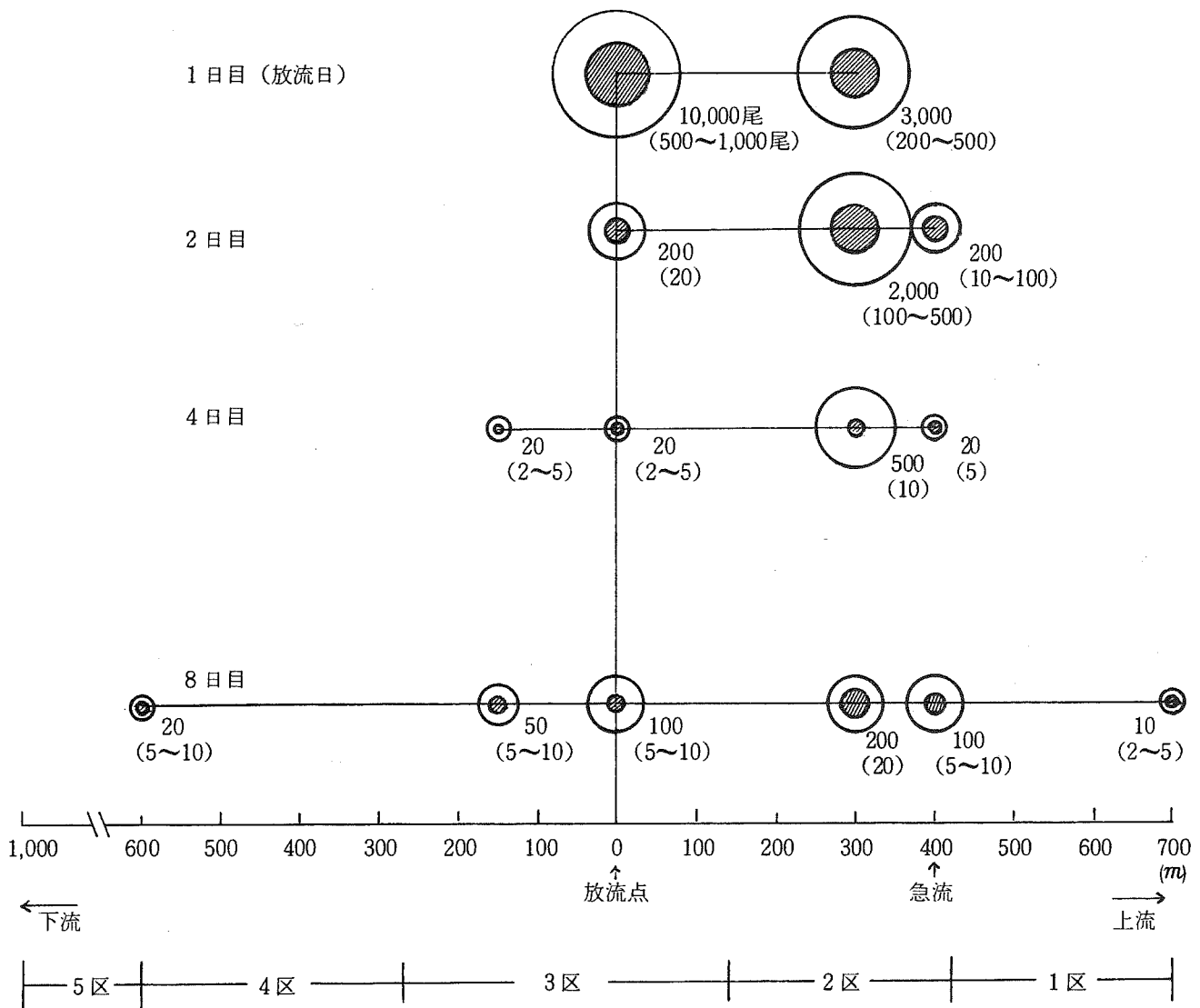


図5. 放流後8日間の分散

○：総尾数 ●：群れの単位尾数

はほとんどそ上し、そ上性は極めて強かった。群れの単位尾数は2日目までは10~1,000尾と多かったが、4日目以降は分散が上下流へ拡大し単位尾数も2~20尾と少なくなった。8日目には全域に分散したが2, 3区に多く、1, 4区では少なかった。2区の上流部に急流があり、そのためにそ上が阻まれたものと思われる。

2) 試験区外への分散 表7に示したように、放流アユの分散は庄之本堰上流1,650 m地点、井堰湯下流400 m地点にまで認められ、分散範囲は上流域の方が広く、混合率は下流域の方が高かった。なお、そ上は大雨後の高水位時にみられ、降下は7月下旬から8月上旬の洪水によるものが大きいと思われる。

表7. 網漁解禁時の放流アユの分散

	標 識	無標識	混合率 (%) ^{*1}
庄之本堰上流 1,650 m地点まで	15 (59) ^{*2}	386 (57)	8
試 験 水 域 内	532 (46)	850 (46)	86
井堰湯下流 400 m地点まで	12 (54)	97 (41)	25

*1 標識魚の漁獲割合及び放流時の標識率 (44.8%) より算出

*2 尾数 (平均体重, g)

3) 生息密度 投網による結果を表8に、目視による結果を表9に示した。密度は投網、目視共に3区が高く、1、4区は低い値を示した。1区の尾数が5月下旬の踏査では多く密度調査時に低かったのは、6月初めに試験区外へそ上したためと思われる。なわばりア

表8. 投網による生息密度

区	採捕尾数	投網回数	1回当りの採捕尾数(尾/回)
1	6	10	0.6
3	17	20	0.85
4	3	8	0.4

表9. 目視による生息尾数の推定

区	利用可能 水面積(m ²)	尾 数			生息密度 (尾/m ²)			推定生息尾数
		なわばり	群れ	計	なわばり	群れ	計	
1	75	18	30	48	0.24	0.40	0.64	1,510
2	-	-	-	-	-	-	0.86 ^{*1}	1,350
3	36	25	14	39	0.69	0.39	1.08	2,200
4	29	11	7	18	0.38	0.24	0.62	1,310
5	-	-	-	-	-	-	0.62 ^{*2}	240

*1 1,3区の平均値,

*2 4区の値を適用

ユの密度は3区では高いが1、4区では中程度であり³⁾、1区では試験区外への分散があったことから、特に4区の密度には余裕があると考えられる。生息密度より試験区の生息尾数を求めると、精度が低いことを考慮しなければいけないが、約6,600尾 (生残率34%) と推定される。食害魚としてはウナギ、ナマズが生息している程度で、放流後へい死がみられなかったことから、その他の減耗要因としては鳥害が考えられる。

成長及び漁獲量 採捕アユの体重、日間成長率を表10に、体重の推移を図6に示した。放流後75~81日目までの日間成長率は4区で3.28%、3区で3.19%、1区で2.62%を示し、昭和50~53年の岐阜県門和佐川における日間成長率3.91~6.33%⁴⁾に比べ劣った。最も成長が良かったのは4区で、次いで3、1区の順となり、2区はビク調査時の全長からみて1区に近い成長を示した。1、2区は5月末まで尾数が多く、また前述の濁水による藻類不足からも成長が遅れたものと思われる。投網と友づりでは体重は友づりによる方が投網の約2倍を示し、採捕方法によって魚の大きさにかなりの差がみられた。また、表7からも試験区外の標識アユは水域内よりも10g程度大きく、試験区

表10. 採捕アユの体重及び日間成長率

区	月・日 (放流後日数)	平均値±標準偏差(g) (測定尾数)	日間成長率*1 (%)
	放流日	4.0*2	—
1	6・13 (61)	26.7±7.4 (23)	3.12
	6・27 (75)	28.4±8.5 (12)	2.62
	7・14 (92)	45.7±11.8 (9)	2.66
	9・5 (145)	44.0*4 (173)	—
2	9・5 (145)	40.5*4 (106)	—
3	5・7 (24)	16.1±5.6 (8)	5.82
	〃	8.3±2.7*3 (31)	3.06
	6・7 (55)	34.7±8.5 (37)	3.94
	6・8 (56)	15.3±8.1*3 (26)	2.41
	6・28 (76)	44.9±8.2 (7)	3.19
	8・20 (129)	37.8±12.0 (28)	—
4	7・3 (81)	56.8±12.4 (8)	3.28
	9・5 (145)	48.7*4 (272)	—

*1
$$\frac{\ln \text{採捕時の平均体重}(g) - \ln \text{放流時の平均体重}(g)}{\text{放流後日数}} \times 100$$

*2 総重量と総尾数より算出

投網 (*3), 刺網 (*4), 友づり (無印) で採捕

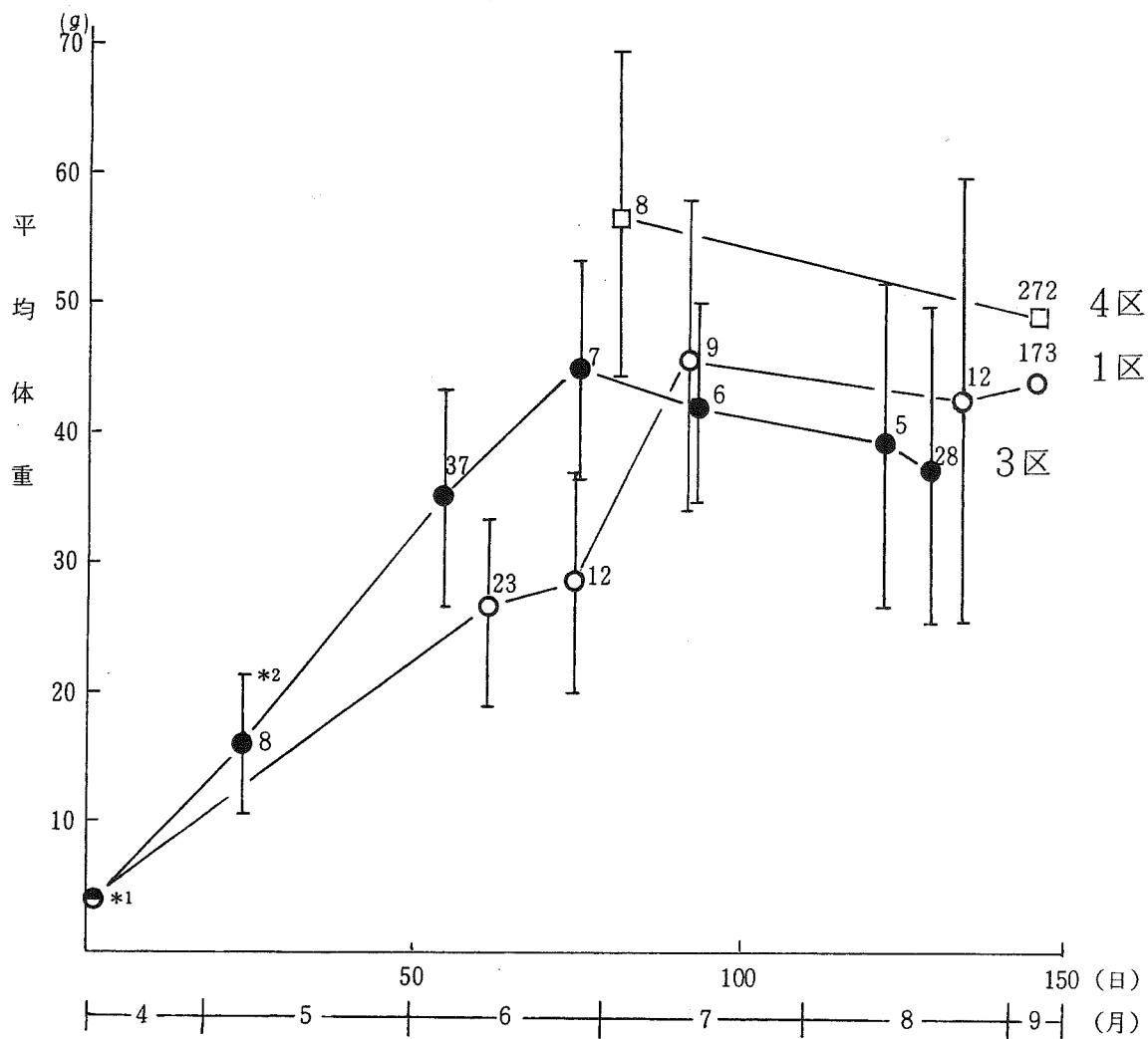


図 6. 採捕アユの体重の推移

- *1 総重量と総尾数より算出
- *2 平均値±標準偏差, 測定尾数

内の魚が均一に試験区外へ移動したとすれば、試験区外の方が生息密度、藻類量等の環境が良かったものと推察される。

ピク調査結果を表11に示した。単位努力当りの漁獲尾数は4区が最も低く、これからもこの区で

表11. ピク調査による漁獲量

月	6	7	8	9	計
漁期日数	5	31	31	4	71
漁獲可能日数	5	22	24	4	55
調査日数	3	7	4	1	15
漁獲努力数(人)	30	28	25	7	90
漁獲確認尾数	185	76	144	30	435
単位努力当りの漁獲尾数	6.2	2.7	5.8	4.3	4.8*
1区の単位努力当りの漁獲尾数	4.0	3.2	10.5	5.0	5.9*
2	6.4	2.9	7.4	1.0	5.3*
3	9.2	3.8	2.9	7.0	5.9*
4	1.0	1.0	4.0	6.0	2.0*

* 6～9月の平均値

は生息尾数が少なかったことがわかる。チェック調査による終漁時尾数の補正係数は2.23で、午前中の漁獲時間が午後の1.5倍あったことから、午後の方がよく釣れたことを示している。

放流アユの採捕率は表12に示したとおりで、ピク及びチェック調査から求めた友づりによる採捕

表12. 放流アユの採捕率

放流尾数	19,436
友釣による採捕尾数	3,242
網漁	1,382
試験採捕尾数	216
総採捕尾数	4,840
採捕率(%)	25

尾数は3,242尾であり、網漁と試験採捕魚を含めた総採捕尾数は4,840尾で、放流時からの採捕率は25%であった。この値は、昭和48～50年の神奈川県中津川における湖産の23～35% (平均31%)⁵⁾に比べ低い傾向にあり、海産は湖産より採捕率が低いという従来の知見⁶⁾と一致する。漁獲日誌による採捕尾数は1,014尾で、地元外の遊漁者による方が多いと推定された。成長及び漁獲量調査の結果から各区の漁獲量を表13に示した。単位河床面積

表13. 試験区の漁獲量

区	1	2	3	4	計
総漁獲尾数	1,150	1,470	1,430	800	4,840
重量(kg)	49.8	58.7	55.8	39.4	204
平均体重(g)	43	40	39	50	42
単位河床面積当りの漁獲尾数(尾/m ²)	0.49	0.93	0.70	0.38	0.60*
漁獲重量(g/m ²)	21	37	27	19	25*

* 平均値

当りの平均漁獲尾数、漁獲重量はそれぞれ0.60尾/㎡、25g/㎡で、2、3区が高く4区は最も低い値を示した。

適正放流尾数の推定 平瀬の適正生息密度を0.6尾/㎡とすると、石面積比1.31より早瀬の適正生息密度は0.79尾/㎡で、淵の利用可能水面積割合が14%であったことから淵の適正生息密度は0.08尾/㎡となる。したがって、解禁時の適正生息尾数は5,100尾(密度0.24尾/㎡)と算出される。一方、5区の河床はほとんど砂泥で被われており、この水域を除いた場合には、淵の利用可能水面積割合26%より淵の適正生息密度は0.16尾/㎡で、適正生息尾数は4,900尾(密度0.38尾/㎡)となる。今回は生残率を正確に求めることができなかったため、石田の報告⁷⁾より生残率を50%とすれば、適正放流尾数は約10,000尾、放流時の密度は0.47尾/㎡(5区を除いた場合は0.78尾/㎡)と推定される。したがって、本年度は適正放流尾数の約2倍を放流したことになり、さらに藻類の現存量、放流アユの生息密度及び成長からみても今回の放流尾数は多かったと考えられる。

要 約

1. アユの適正放流密度を調査するため、平均体重約4gの海産種苗19,436尾を紀ノ川支流貴志川水系真国川に放流した。
2. 放流後のアユはそ上性が極めて強く、放流後4日目までが特に著しかった。
3. 藻類の現存量は濁水と大雨のために少く、アユの成長に悪影響をおよぼした。放流後75~81日目までの日間成長率は2.62~3.28%で、成長は密度の低かった下流域(4区)が良く、5月末まで密度の高かった上流域の1、2区で劣った。
4. 総採捕尾数は4,840尾で、放流時からの採捕率は25%であった。
5. 石面積比から求めた適正放流尾数は約10,000尾(密度0.47尾/㎡)と推定され、本年度はその約2倍を放流したことになり、アユの生息密度及び成長からみても今回の放流密度は高かったと思われる。

文 献

- 1) 和歌山県水産試験場・三重県内水面水産試験場：新宮川(熊野川)アユ成育環境調査報告，1-42(1973)。
- 2) 牧岩男・竹原郁二・藤原優二：末松四郎教授退官記念誌，41-55(1974)。
- 3) 川那部浩哉：日本生態学会誌，20，144-151(1970)。
- 4) 臼田博：岐阜県水産試験場研究報告，26，27-38(1981)。
- 5) 淡水研・水産庁研究課：昭和47-51年度人工採苗アユの放流効果試験報告書，382-412(1978)。
- 6) 淡水研・水産庁研究課：昭和47-51年度人工採苗アユの放流効果試験報告書，1-20(1978)。
- 7) 石田力三：淡水研報，15，1-11(1965)。