

日高川における藻類生産力

中西 一, 辻村明夫, 松本全弘, 杉村允三

和歌山県内水面漁業センターでは、昭和57～59年度に海産アユの適性放流基準の検討を行い、昭和62年度より河川の生産力に重点をおいた調査を開始した。今年度も昨年度に引続いて、生産力に関することを中心に調査を実施したので、その結果を報告する。

なお、この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。

調査河川の概要

調査を実施した日高川は、図1に示したように和歌山、奈良両県の県境付近を水源とし、県の中央部を西流したのち、御坊市で紀伊水道に注ぐ流程約115kmの2級河川である。

調査区間の河川状況を、表1に示した。調査区間内2ヶ所に発電取水用堰堤があり、それより取水している発電所が2ヶ所ある。アユはこれら2つの堰堤を越えて移動する。また、試験区間の上流端より約1km上流には椿山ダム（堤高56.5m、コンクリート重力式、昭和63年3月完成）がある。海からのそ上アユおよび椿山ダム下流へ放流されたアユは、このダムに行動を制限され、ダムより上流へはそ上できない。

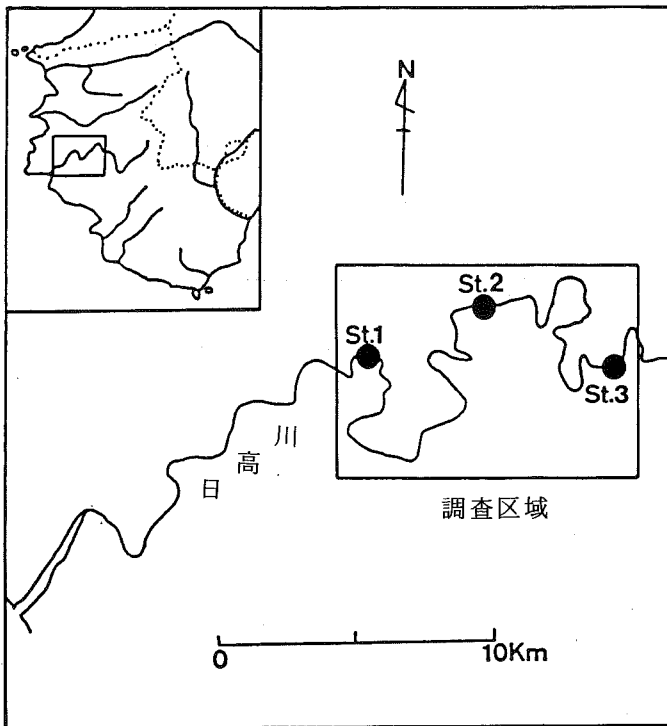


図1 調査河川

表1 調査区間の河川状況

河川名	日高川 水系 日高川	
所在地	和歌山県日高郡中津村、美山村	
調査区間	延長	32.4 km
	標高差	102m (45m～147m)
	河川勾配	3.1m/km
	河川型	Bb型(1944可児)

調 査 研 究 方 法

調査地点は、図1に示したように調査区間の下流（St. 1, 中津村高津尾地先）、中流（St. 2, 中津村原日浦地先）、上流（St. 3, 美山村笠松地先）に各1地点ずつ設定した。

調査期間は、昭和63年4月1日から10月5日までである。

調査項目と調査および分析方法は以下のとおりである。

環境条件 水温：水銀棒状温度計により測定。

水深：各地点の早瀬、平瀬の石採取個所でものさしにより測定。

流速：水深と同じ個所で、プライス流速計により測定。

照度：水面照度を光電池式照度計により測定。

付着藻類現存量 現存量調査は、各調査地点の早瀬、平瀬で、4月27日から10月5日まで7回実施した。表面が平らな石を原則として6個選び、10×10cmのコードラートを用いて試料を採取し、ホルマリン5%で固定し、分析に供した。

沈澱量：沈澱管に48時間静置後測定。

湿重量：ポリフロン濾紙（保留粒子6.0 μm）により吸引濾過後、藻類重量測定。

乾重量：湿重量測定後、80℃、4時間乾燥後測定。

強熱減量：乾重量測定後、マッフル炉で800℃、4時間加熱後測定。

クロロフィルa量：ホルマリン固定前の藻類試料の一部をとり、炭酸マグネシウム懸濁液1ml添加後、保冷して持ち帰り、上水道試験法、1985年版に従い測定。

付着藻類増殖量 増殖量調査は、7月27日から10月4日まで4回、St. 2の早瀬で、アユ放流研究部会連絡試験実施要領の方法（以下、直接法とする）と、透析用セルロースチューブ（ユニオンカーバイド社製、孔径24 Å）を用いた半透膜による方法により実施した。直接法では、藻類が付着基盤に均一に分布していない場合誤差が大きくなる危険性がある。これをなくすため、半透膜を用いた方法では、1日目の現存量測定試料の一部をそのままセルロースチューブに封入する方法（以下、半透膜法とする）と、それを2倍に希釈したものを封入する方法（以下、半透膜2倍法とする）で実施した。直接法、半透膜法共に河床に設置した網カゴの中に24時間放置後回収し分析に供した。分析項目、方法は共に現存量と同一である。

また、7月27日に人工基物（素焼き植木鉢、φ30cm）を設置し、8月10日以降これからも試料を採取した。

増殖量の調査フローを図2に示した。

付着藻類種類組成 採取した藻類の一部をホルマリン5%で固定後、分類群レベルでの組成および優占種を求めた。

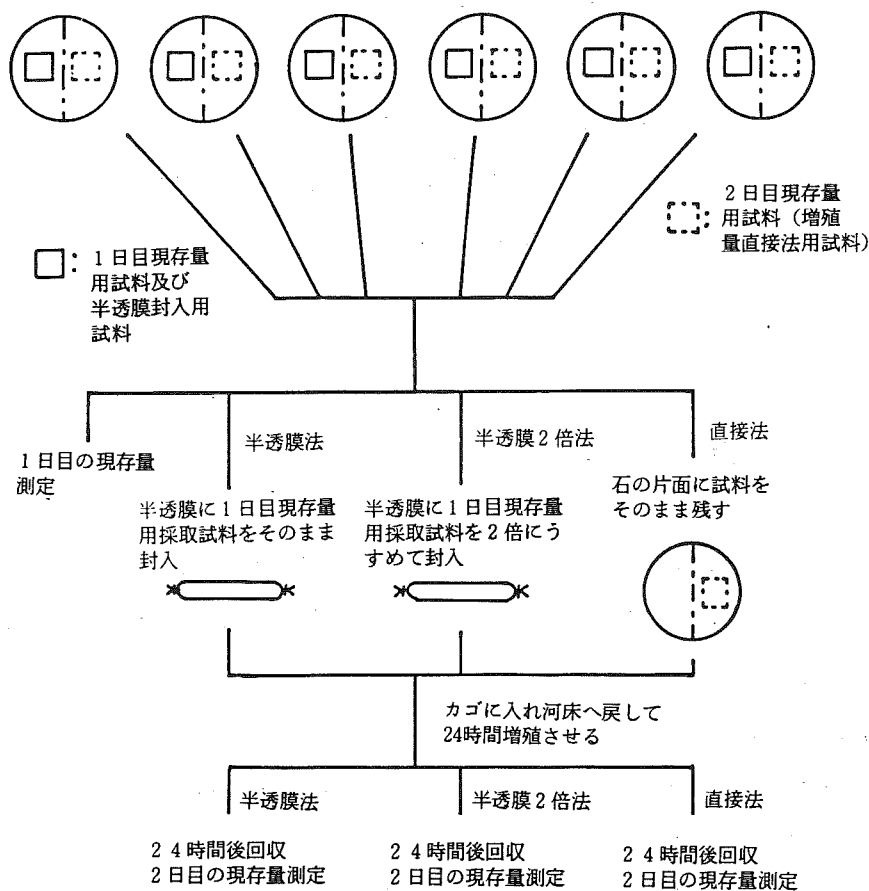


図2 増殖量調査フロー

水質調査 5月13日と10月4～5日に、各地点で実施した。試水は採取後保冷して持ち帰り分析に供した。分析項目および方法は以下のとおりである。

濁度: 濁度吸光光度法。

SS: GFP法。

SiO₂: モリブデン黄法。

NH₄-N: ネスラー法。

NO₂-N: GR法。

NO₃-N: Zn還元法。

PO₄-P: nブチルアルコール抽出吸光光度法。

COD: 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量。

DO: ウィンクラージ化ナトリウム変法。

アユの放流、追跡調査 湖産アユ 6,837尾 (BL 75.1±6.2 mm, BW 5.8±1.5 g, 肥満度 1.3.7) を日高川漁業協同組合、同アユ種苗センターの協力を得て、5月20日に脂ビレ切除標識を行い、St. 2に放流した。

また、調査区間内には、海からそ上したアユが存在した。追跡、再捕調査は、漁業協同組合員に協力を依頼すると共に、8月31日に友釣り調査を実施した。なお、解禁は昭和63年5月26日で、調査期間中は主に友釣りで漁獲された。

結果および考察

気象条件 4月から9月末までの日照時間、降水量¹⁾を図3、図4に示した。日照時間は御坊、降水量は御坊が調査区間の下流に位置し、調査区間内の流況に影響を及ぼさないで調査区間上流の龍神の値を示した。

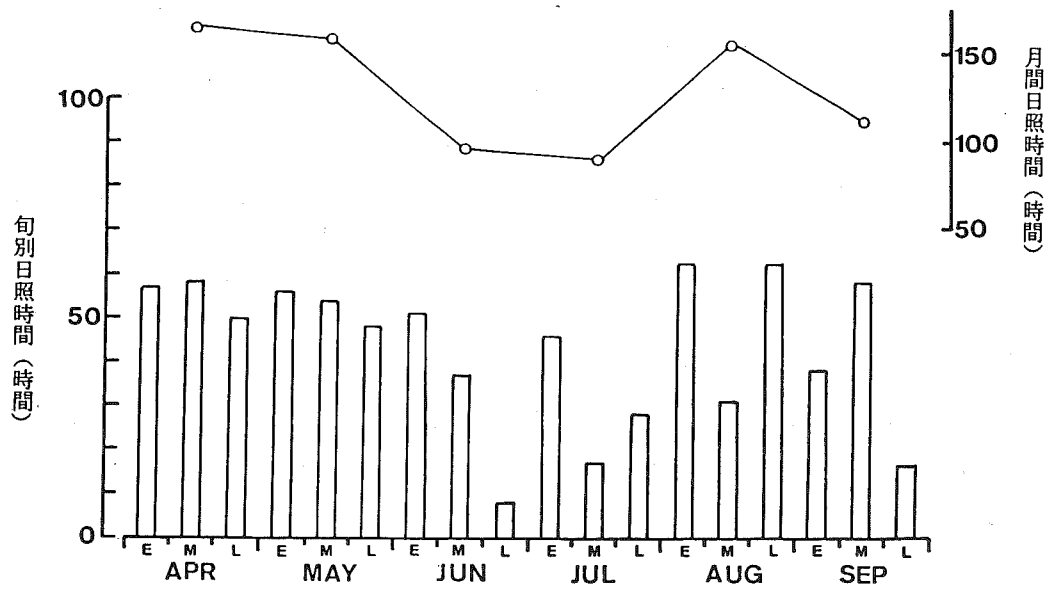


図3 日照時間

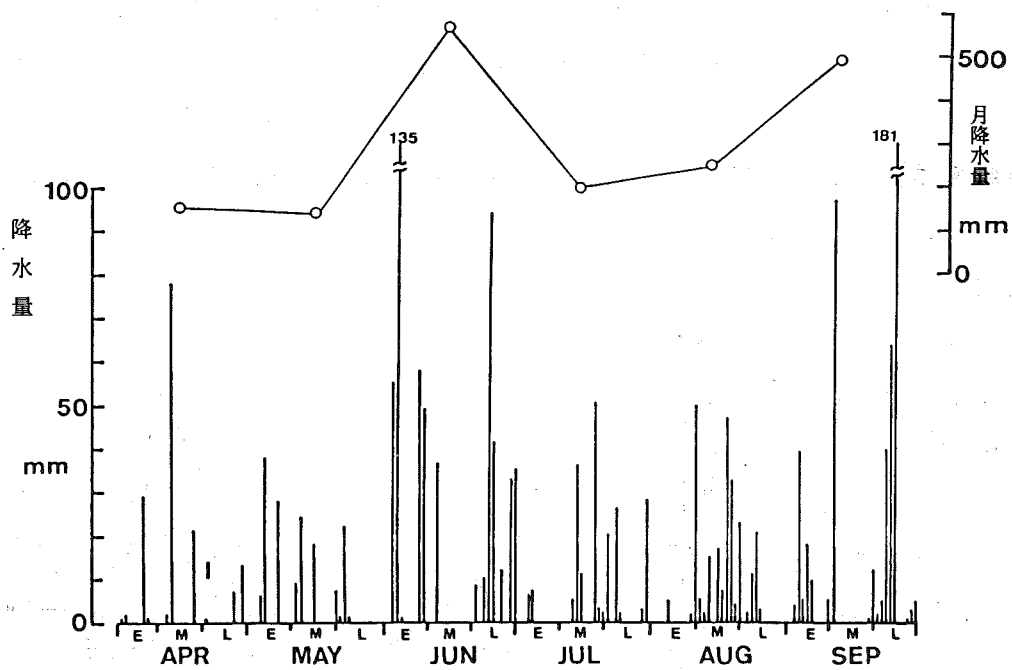


図4 降水量

旬別日照時間は、6月下旬の8.1時間から8月上、下旬の62.4時間、平均43.3時間であった。月間日照時間は7月の90.3時間から4月の165.2時間、平均129.8時間で、4月から9月までの総日照時間は778.5時間であった。昨年同期の総日照時間は942.0時間であり、今年の値は昨年の82.6%であった。

月降水量は、4月155mm、5月154mm、6月568mm、7月200mm、8月247mm、9月491mmで、それぞれ平年値の62.5%、56.4%、134.0%、48.1%、77.2%、138.3%と6月、9月を除いて平年値より低かった。昨年の同期間に比べると、5月、7月が昨年の30%台以外は昨年より多くの降水があり、特に8月、9月は昨年の値の330~420%の降水量となった。

梅雨入りは6月8日、梅雨明けは7月8日であったが、その後戻り梅現象がおこり、実質的な梅雨明けは7月31日であった。

今年のアユ漁期の気象条件の特徴は、戻り梅雨現象とも相まって、梅雨が例年に比べかなり長期間にわたったことや、盛夏となる8月も天気は安定せず、中旬から下旬にかけてはわか雨のふる日が多く、比較的涼しい夏であったことである。このため日照時間も少なくなったものと思われる。

河川環境 調査実施時の水温は、St. 1で12.8~24.8℃、平均20.6℃、St. 2で12.5~25.4℃、平均20.7℃、St. 3で11.5~25.1℃、平均19.7℃で各地点共に夏期の水温が昨年に比べ低かった。これは、夏期の降水が昨年に比べ多かったことや、椿山ダムの湛水開始による河川環境条件変化の影響等によるものと考えられる。

調査期間中の河川水の濁りは、昨年に比べやや少なかったものと思われるが、ダム建設前に比べるとかなり長期化した。また、発電放水量の増減により、St. 2, 3では1日の間に20cm程度の水位変動が見られることがあった。

付着藻類現存量 強熱減量、クロロフィルa量の調査結果を、図5、図6に示した。

強熱減量は、地点、時期により変動しており、全試料の平均値は 5.37 ± 4.35 g/m²で昨年の値より0.73 g/m²低かった。

クロロフィルa量も、地点、時期により変動しており、全試料の平均値は 19.09 ± 15.89 mg/m²で昨年の値よりも 12.93 mg/m²低かった。

強熱減量、クロロフィルa量共にその変動の傾向は似ており、10月4~5日調査時の低い値は、9月末の

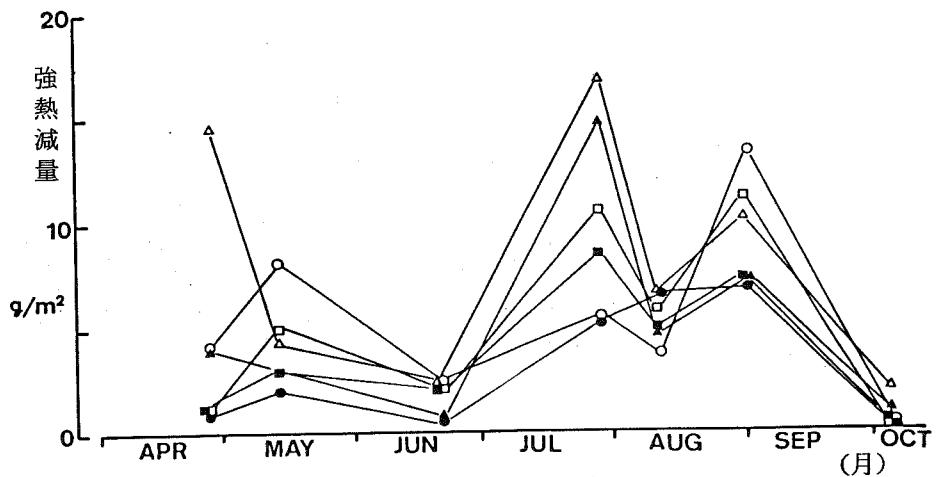


図5 強熱減量調査結果

○: St.1 早瀬 □: St.2 早瀬 △: St.3 早瀬
●: 平瀬 ■: 平瀬 ▲: 平瀬

大雨による出水の影響で、まだ石にほとんど付着藻類が繁殖していなかったためと考えられる。

沈澱量、乾重量、灰分量、強熱減量、クロロフィルa量各項目間の相関係数を、表2に示した。最も相関係数が高かったのは、沈澱量—クロロフィルa量0.919

2で、以下沈澱量—強熱減量

0.8255、乾重量—強熱減量0.7994、乾重量—灰分量0.7500、強熱減量—クロロフィルa量0.7491の順となった。信頼限界99%以上で相関がみられたのは上記項目以外に沈澱量—乾重量、乾重量—クロロフィルa量で、相関がなかったのは沈澱量—灰分量、強熱減量—灰分量、灰分量—クロロフィルa量であった。

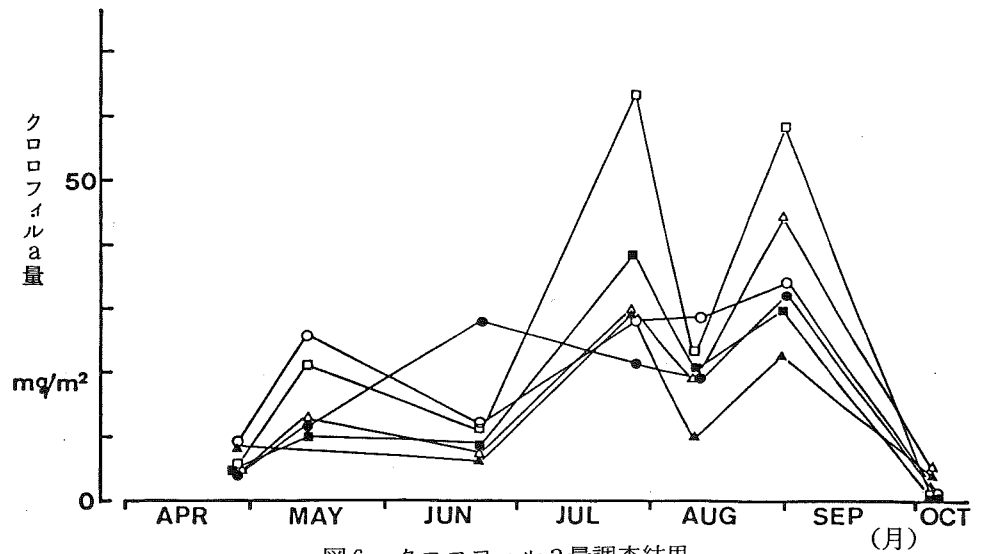


図6 クロロフィルa量調査結果

○: St.1 早瀬 □: St.2 早瀬 △: St.3 早瀬
●: 平瀬 ■: 平瀬 ▲: 平瀬

表2 現存量相関

項 目	沈 澱 量	乾 重 量	強 熱 減 量	灰 分 量	ク ロ ロ フ ィ ル a 量
沈 澱 量	—	0.5534	0.8255	-0.0068	0.9192
乾 重 量	0.5534	—	0.7994	0.7500	0.4819
強 熱 減 量	0.8255	0.7994	—	0.2022	0.7491
灰 分 量	-0.0068	0.7500	0.2022	—	-0.0385
ク ロ ロ フ ィ ル a 量	0.9192	0.4819	0.7491	-0.0385	—

表3に、雨量、日照時間と強熱減量、クロロフィルa量との相関係数を示した。調査7日前積算雨量および日照時間と強熱減量、クロロフィルa量では正の相関となった他は、14日前、21日前、28日前の各積算雨量および日照時間とでは、強熱減量、クロロフィルa量共に負の相関であった。信頼限界99%以上で相関がみられたのは、7日前積算雨量と強熱減量、クロロフィルa量との間であった。

付着藻類増殖量 1日当りの増殖率を図7に示した。8月10~11日のBは河床の石から採取した試料、Cは7月27日に設置した人工基物より採取した試料を示す。

人工基物での例を除いた4回の試料の増殖率は直接法では、強熱減量 $4.25 \pm 2.10\%$ 、クロロフ

表3 気象要因と現存量相関

	強熱減量	クロロフィルa量
7日前積算雨量	0.4046	0.4946
14日前積算雨量	-0.2943	-0.2499
21日前積算雨量	-0.3553	-0.1797
28日前積算雨量	-0.3552	-0.2166
7日前積算日照時間	0.0498	0.0090
14日前積算日照時間	-0.0580	-0.1259
21日前積算日照時間	-0.3269	-0.4759
28日前積算日照時間	-0.2610	-0.3161

イルa量 $4.2.8 \pm 5.6.2\%$ 、半透膜法

では、強熱減量 $17.3 \pm 33.8\%$ 、

クロロフィルa量 $-30.5 \pm 25.$

5%、半透膜2倍法では、強熱減

量 $28.5 \pm 70.6\%$ 、クロロフィル

a量 $-34.4 \pm 20.1\%$ であった。

直接法では強熱減量、クロロフ

ィルa量共に数例を除いてほぼ妥

当な値であった。

8月10~11日にかけての人工基

物での調査例では、直接法の強熱

減量が330%と非常に大きい値を示した。これは、設置後あまり日数が経過しておらず藻類が均一に付着していなかったためと考えられる。また、10月4~5日にかけても高い値となったが、これは9月末の出水により付着藻類が剥離流失してしまい、まだ付着藻類が充分増殖していなかつたためと考えられる。

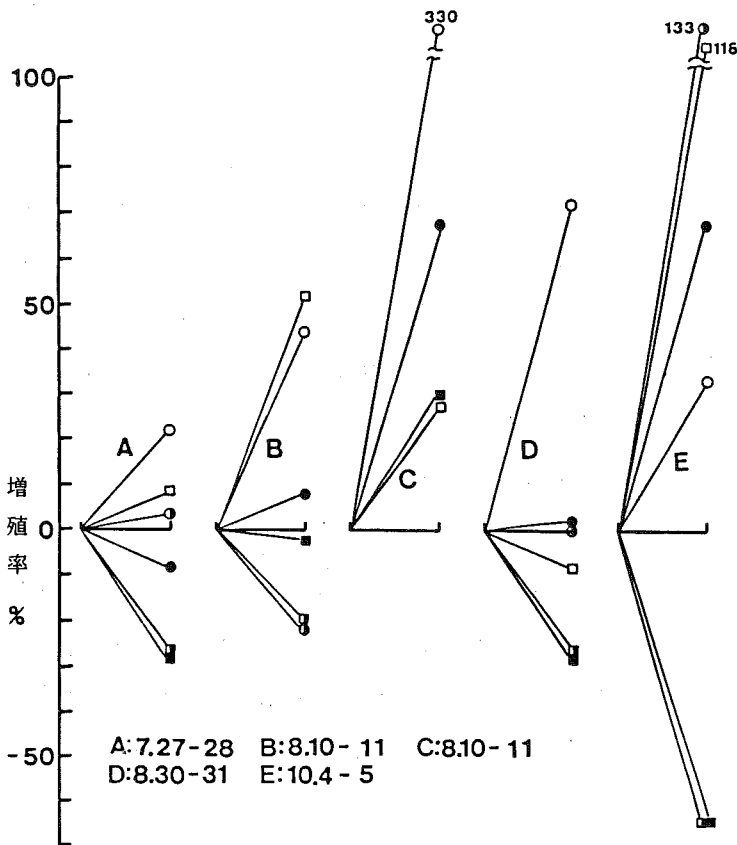


図7 増殖率

○: 強熱減量直接法 ●: 強熱減量半透膜法 ○: 強熱減量半透膜2倍法
 □: クロロフィルa量直接法 ■: クロロフィルa量半透膜法 □: クロロフィルa量半透膜2倍法

ったためと考えられる。

半透膜法は、前述のような藻類が均

一に分布していない場合や充分増殖し

ていない場合にも、充分調査できる方

法ではないと考えたが、クロロフィル

a量の増殖率が負の値となることが多

く、方法論として検討の余地があるも

のと考える。改善方法としては、田中

が^{2,3)}海で実施したように、小さな人

工基物に藻類を付着させ付着基盤も封

入してしまう方法等が考えられる。

人工基物を用いての調査は、8月11

日以降も継続する予定であったが、8

月30日の調査時には流失してしまっ

ており、測定できなかった。人工基物は、

設置後6ヶ月程度経過しないと河床の

石と同程度にならないといわれており、

出水等による流失も考えるとアユ放流

研究部会連絡試験実施要領でも指摘しているように、設置方法について充分考慮する必要がある。

付着藻類種類組成 付着藻類の分類群組成と優占種を、表4に示した。各調査回、地点共に藍藻類が多く、珪藻類がそれに次ぎ、緑藻類は少なかった。4月27日、5月13日および10月4～5日は*Chroococcus*属、6月22日から8月30～31にかけては*Homoeothrix*属が優占種であり、地点間による差はほとんど見られなかった。優占種の交代は水温による影響を示唆しているかもしれない。

増殖量調査時の藻類群組成も見たが、直接法、半透膜法、半透膜2倍法共に1日目と2日目の差はあまり見られなかった。

表4 藻類組成

月日	St.	早平別	藍藻類	珪藻類	緑藻類	優占類
4.27	1	早	cc	rr		<i>Chroococcus</i> spp.
		平	cc	cc		"
	2	早	cc	c		"
		平	cc	cc		"
	3	早	cc	c		"
		平	cc	c		"
5.13	1	早	cc	r		<i>Homoeothrix</i> spp.
		平	cc	cc		"
	2	早	cc	cc		<i>Chroococcus</i> spp.
		平	cc	c		"
	3	早	cc	rr		"
		平		欠	測	"
6.22	1	早	cc	rr		<i>Homoeothrix</i> spp.
		平	cc	rr		"
	2	早	cc	r		"
		平	cc	r		"
	3	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"
7.27 28	1	早	cc	+		"
		平	cc	+		"
	2	早	cc	rr		"
		平	cc	+		"
	3	早	cc	r		"
		平	cc	r		"
8.10 11	1	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"
	2	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"
	3	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"
8.30 31	1	早	cc	rr		"
		平	cc	+		"
	2	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"
	3	早	cc	+		"
		平	cc	+		"
10.4 5	1	早	cc	rr		<i>Chroococcus</i> spp.
		平	cc	rr		"
	2	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"
	3	早	cc	rr		"
		平	cc	rr		"

水質調査 水質調査結果を表5に示した。水質調査は5月13日と10月4～5日のみであり、藻類との関連を見出すにはいたらなかった。

アユの放流、追跡調査 標識放流後の再捕結果を表6に示した。再捕尾数が2尾（再捕率0.029%）であり、十分な知見が得られなかった。これは海からそ上したアユが近年まれにみる多数（約420万尾）あったことも一因と考えられる。

表5 水質調査結果

項目	DATE		5.13	5.13	5.13	10.5	10.5	10.5
	単位	St.	1	2	3	1	2	3
濁度			1.95	2.30	2.30	2.21	2.65	4.94
S	S	mg/l	9.9	9.8	9.8	10.8	14.8	14.5
SiO ₂		"	8.82	8.29	6.84	4.70	7.73	10.43
NH ₄ -N		"	tr	tr	tr	tr	tr	tr
NO ₂ -N		"	0.004	0.004	0.005	0.004	0.003	0.004
NO ₃ -N		"	0.29	0.18	0.16	0.28	0.33	0.29
PO ₄ -P		"	0.008	0.004	0.006	0.006	0.006	0.010
COD		"	0.72	0.99	0.99	0.90	0.54	1.08
DO		"	—	—	—	10.46	10.23	9.47

表6 アユの再捕結果

採捕月日	5月20日（放流時）	8月30日	8月31日	—
漁獲方法	放流群	友釣り	友釣り	友釣り
採捕場所の河川型	—	平瀬	早瀬，平瀬	平瀬
なわばり、群れの別	—	なわばり	なわばり	なわばり
由来	湖産	湖産標識	海産天然そ上	湖産標識
採捕尾数（尾）	測定 81尾	1	4	1
全長（mm±SD）	88.6±7.1	155	168.8±25.1	157
体長（mm±SD）	75.1±6.2	129	138.0±21.1	130
体重（g±SD）	5.8±1.5	—	43.9±22.1	32.2
肥満度	13.7	—	15.6	14.7
日間成長率（%）	—	—	—	—

文 献

- 1) 日本気象協会和歌山県支部：和歌山県気象月報，昭和63年4～10月（1987）。
- 2) 田中信彦：養殖研究所報告，7，83-90（1985）。
- 3) N. TANAKA: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **51**, 745-748（1985）。