

中津川における養殖ニジマスの放流実験 - I

鈴木規夫・安部直哉

ここ数年来、全国湖沼河川養殖研究会養鱒部会において、マス類の河川放流効果について討議されているが、成長、再捕率等に影響する要因についての正確な調査研究はほとんど報告されていない。

アメリカにおいては、日本におけるように漁業権を所有する漁業協同組合が存在せず、河川湖沼の魚類の放流移殖、入漁許可証の取扱い等は州が管理しているという事情も一部の理由なのであろうが、マス類の放流移殖に関する多くの調査研究が報告されている。

1928年のEMBOLDYの放流規準から1950年代初期までの調査研究の結果はROUNSEFELL and EVERHART¹⁾によって述べられている。1946年に33州を対象に行ったEICHER²⁾の1949年の報告によっても、当時すでに、fryの河川放流は結果が悪く、大型魚の放流は結果が良いことが示されている。さらに、同じ年にNEEDHAM³⁾もアメリカにおけるふ化場養殖マスの河川放流における大きな減耗、不適当な水域への放流等が行われていて莫大な金が浪費されていることを批判している。

ROUNSEFELL and EVERHART¹⁾によると1950年当時、2つの放流方式が問題になっている。その第1は大型魚を放流してすぐ漁獲する方式である。再捕率の良いこの方式は多くの州で行ったが、釣人にスポーツを提供し、早春の河川利用という利点はあるが、アメリカでは州が河川を管理している関係上、この方式は大型魚までの飼育経費が高く不経済である。第2は放流後長期間たって漁獲する方式である。秋期に大型魚を放流し次の春に漁獲する場合と小型魚を成長、生残の良い水体に放流する場合とであるが、後者の場合はこれまでの研究により問題にされていない。

降雪地帯の山間溪流におけるマス類の冬期の生活についてはMACIOLEK and NEEDHAM⁴⁾、REIMERS⁵⁾が報告している。MILLER⁸⁾は1958年の報告で、ふ化場養殖マスの河川放流後の死亡について、養殖方法、輸送方法、放流後短期間に起こる死亡(delayed mortality)、先住の野性マスとの間の競争に関する研究を簡単に総説している。そして、彼の先住の野性マスの存在する水体へのふ化場養殖マスの放流にみられた高い死亡と、長期間にわたる体重の減少についての報告^{6) 7)}に続く研究にBLACK^{9) - 12)}の魚類の強制運動後の血中乳酸量の増加と致死の研究を導入して、放流後の魚の血中乳酸量の測定から、ふ化場養殖のマスの死亡原因として先住の野性マスとの間の競争を強調している。

NEEDHAM¹³⁾はさらに、アメリカにおけるマス類放流と遊魚の現状を報告している。

一方、日本においてはマス類の放流は漁業権を所有する組合管理下の河川において行われており、調査研究に自由に使用できる水体を研究機関は所有していない。これまでの報告をみると調査研究の方法、結果を正確に示したものはきわめて少なく、資料は再現性を欠いているものが多い。

黒沼・水島¹⁴⁾は栃木県における1951-1957年の研究を報告している。淡水区水産研究所・神奈川県水産指導所^{15) - 18)}は、神奈川県中津川支流の山間の小溪流における春期から晩秋までの3年間のfryの放流実験によって、出水による稚魚の流下分散の多いこと、屢々の出水の影響下でその年の環境に応じて河川の保有出来る魚の重量に限界のあること、生残率は数%であったと報告している。檜山等^{19) 20)}は同じ実験区において、放射性同位元素を追跡子として最初の出水前の大きな減耗の大部分はカ

ワネズミ、カワガラス、マス類等の捕食者によることを明らかにした。長野県水産指導所²¹⁾は10年間の仕事をもとにニジマス放流事業の問題点を述べている。しかし、この論説の基礎調査研究資料はほとんど発表されていない。現在、各地で養殖マス類の河川放流事業が行われているが、河川の自然条件、遊魚者の性格、増減の状態等によりこの事業に関する問題点は各地で相違するものであろう。神奈川県においては一方では他産業による水量の減少、工場排水、砂利採取等による水質の汚濁、一方では年々遊魚者人口は増加の傾向にある。養殖ニジマスの河川放流は秋期のマス類禁漁期の中型魚の放流と春期解禁日前の大型魚の放流、すなわち、「入れて取る」「河川釣堀」方式(put and take fishing)の両方が行われている。

この研究の目的は(1)秋期放流の中型魚について、河川環境、放流密度、成長、生残率、再捕率の基礎資料を得ること、(2)放流前の飼育条件、健康度の相違が放流後の成長、生残率、再捕率等に及ぼす影響を血液学的に調査すること、(3)、(1)、(2)の資料をもとに、河川の同一場所でアユ釣とマス釣とを両立させて、河川の高度利用をはかるために冬期の養殖ニジマスの放流効果を高めることである。

1963年11月から1964年3月、1964年11月から1965年3月の2期に行われた実験のうち第1期の結果について報告する。

本文に先だち、文献の閲覧、複写に特別のご配慮をいただいた東京水産大学高木和徳博士、石渡直典博士、佐野徳夫博士、また、実験区域の禁漁期間の管理、定期調査等にご協力下さった中津川漁業協同組合鶴沼保治氏、大貫平造氏をはじめ組合員の方々、水温の観測資料を提供下さった横須市半原取水場の各位に深謝の意を表します。

放流から再捕までの経過

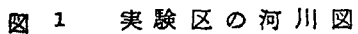
調査は1963年11月下旬から1964年3月上旬の間に行った。1963年11月27日に放流魚の魚体測定と標識づけを行ない、翌28日に実験河川区に放流した。再捕の調査は1964年3月1日の開禁から2日間に一般的人により漁獲された魚をびく調査し、総再捕数を推計した。放流から再捕までの間に実験区の河川図の作成、河川環境、成長、食性及び血液性状を調査した。また実験期間内の1964年2月26日に実験区間内に大型魚の放流が行われたので、これについても再捕の調査を行った。

河 川 環 境

実験河川の位置と形態

実験河川は相模川支流中津川の一部で実験区間は山間溪流の末端に位置し、典型的な山間溪流である。実験区間から下流は中流河川への移行型を示している。川岸の大部分は岩磐及び巨大な岩で占められ、その間に砂礫の河原が散在している(図1)。

実験区間は上限に高さ約15mの堰堤があり、下限に長さ85m、最大流れ巾26m、最深部6mの大きな淵がある。初めの計画ではより下流までを実験区に予定していたが、再捕調査等の結果、この淵より下流には放流魚は全く分布していなかったため、実験区の下限をこの淵までとした。この間の流程は470mで、区間内の淵と瀬の割合は表1に、河川平面図は図1に示す。実験区間の流程は470m、流れ巾は



河川内の数字は水深を示す(水位標水位75)単位:m

表 1 実験区内の淵と瀬の面積

淵と瀬の型※	数	面積 (㎡)	割合 (%)	面積 (㎡)	割合 (%)
落ち 淵	9	2774.5	46.6	} 4052.7	68.1
流れ 淵	6	1278.2	21.5		
早 瀬	6	806.2	13.5	} 1902.0	31.9
平 瀬	5	1095.8	18.4		
計	26	5954.7		5954.7	

※ 脚注参照

2.5~2.6 mで、平均流れ巾は1.27 mである。実験区間の全水面積は5954.7 ㎡で、この内淵は68%、瀬は32%である。大部分の淵の最大水深は2 m以下である(流量2.5 ㎡/sec, 水位標75 cmの状態、以下同じ)。

実験区附近の利用状況と生息魚類

実験区附近は遊漁者により非常によく利用されている地域である。3月のマス類開禁からマス釣が行われ、前年の秋期と2月に放流されるニジマスはその年の6月のアユ解禁までにほとんど漁獲される。4~5月には相模湾産稚アユとびわ湖産稚アユが放流され、6月以後のアユ漁期には溪流の好釣場となり、11月にマス類禁漁期に入り養殖中型ニジマスの放流、翌年2月に大型ニジマスの放流を行ない、3月に解禁される。

生息魚類としては、ヤマメ *Oncorhynchus masou* とアマゴ *O. rhodorus* がごく稀にみられる。この両種は実験区内の先住野性マスとして養殖放流マスとの間の競争が問題となる程は生息していない。他にウグイ *Tribolodon hakonensis*、カジカ *Cottus pollux*、ヨシノボリ *Rhinogobius brunneus* が生息し、実験区のすぐ下流にはアブラハヤ *Moroco steindachneri* も生息している。

流量と水深

流量は図1に示した定点で測定し、表2のとおりである。放流時の流量に対して60日以後の測定時には約1/2に減じているが、実験期間には異常な出水、減水はみられなかった。

水温は実験区下流約1 Kmにある横須賀市水道取水口での観測によれば表3のように実験期間の12時30分観測の旬平均水温の最高は11月下旬の10.0℃で、以後低下し最低5.0℃、

表 2 流量測定値

年 月 日	流量 (㎡/sec)
1963. 11. 28	4.67
1964. 1. 28	2.38
1964. 2. 24	2.48

※ 山間溪流の淵を「落ち淵」と「流れ淵」にわけた。

落ち淵：淵頭は急な早瀬の落ちこみで深みをなし、淵尻にかけて徐々に浅くなる淵。

流れ淵：落ち淵にみられる淵頭の早瀬の落ちこみはなく、深い平瀬状の淵。

表3 実験期間の水温

年 月 旬	水 温(℃)
1963年 11月 上旬	11.8
中旬	10.2
下旬	10.0
12月 上旬	8.1
中旬	6.8
下旬	6.1
1964年 1月 上旬	5.5
中旬	5.8
下旬	5.0
2月 上旬	5.2
中旬	5.1
下旬	5.3
3月 上旬	6.3
中旬	6.5
下旬	7.4

12時30分観測

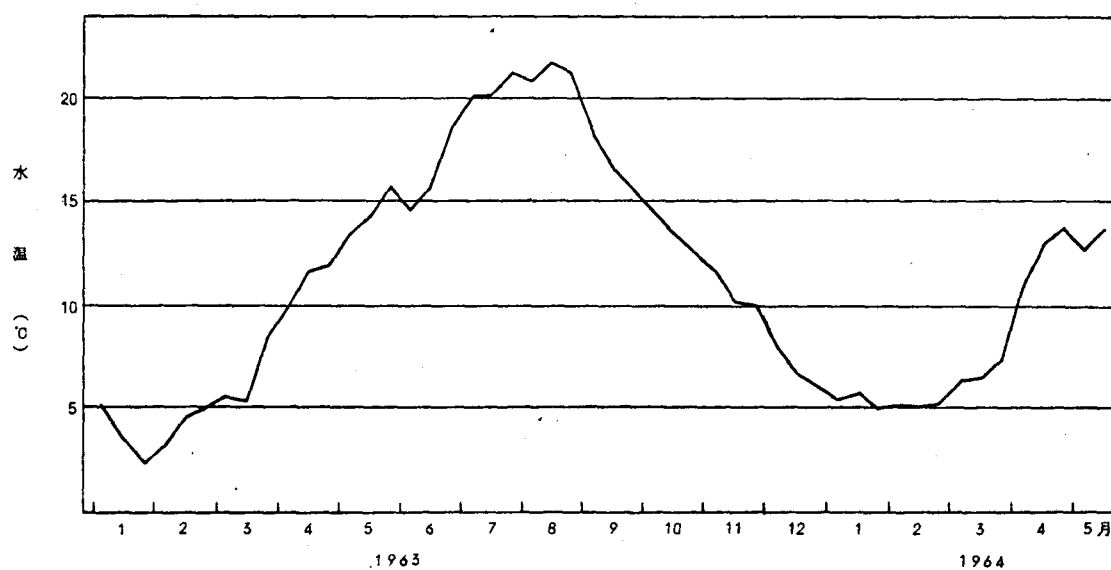


図2 実験河川の水温の旬変化

観測時間 12時30分

実験期間の旬平均水温の平均値は 6.3°C であった。実験期間の最低水温は 1963 年 1 月 11 日の 3.5°C であり、日間の水温変化は小さかった。年間の水温の変化を図 2 に示す。

水生昆虫の種類と現存量

水生昆虫の調査は図 1 に示す定点で $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ の SUBER net sampler で定量採集した。採集地点は淵尻の流れ出しの早瀬である。水生昆虫の種類と現存量は表 4、5 に示す。^{*} 山間溪流のこのような地点としては普通の値であろう。

表 4 水生昆虫の種類と現存量(1)

単位 湿重量: g/m^2 個体数 $1/\text{m}^2$

目 \ 調査年月日		1963.11.28	1964.1.28	1964.2.24
Ephemeroptera	湿重量	—	1.94	4.28
	種数	5	6	9
	個体数	556	1134	1562
Plecoptera	湿重量	—	1.56	0.83
	種数	3	4	6
	個体数	67	167	334
Tricoptera	湿重量	—	3.50	1.11
	種数	2	6	5
	個体数	200	384	245
Coleoptera	湿重量	—	0	0
	種数	1	1	2
	個体数	33	11	22
Diptera	湿重量	—	1.00	0.44
	種数	6	5	7
	個体数	977	545	384
計	湿重量	5.55	8.00	6.66
	種数	17	22	29
	個体数	1843	2241	3547

^{*} 表 4 以外の資料として 1963 年 11 月 28 日調査のものがあり、平瀬で $3.6 \text{ g}/\text{m}^2$ 、淵尻の流れ出しの緩水部で $2.9 \text{ g}/\text{m}^2$ であった。

表 5 実験区の水生昆虫の種類と現存量 (2)

採 集 年 月 日	1963.11.28		1964.1.28		1964.2.24	
種 類	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量
Ephemerella basalis	40		69	0.26	28	0.46
E. trispina					20	
E. rufa	1		2	—	6	—
E. sp. Ec			1	—	1	—
E. sp. nay	2					
Baetis sp.	7		27	0.07	93	0.24
Baetiella sp.			91		110	
Epeorus latifolium					3	—
Rhithrogena japonica	1		13	0.02	17	0.07
Paraleptophlebia sp. PA					3	—
Paregnetia tinctipennis					1	0.01
Kamimuria quadrata	1		4	0.28	3	0.14
Perlodidae			1			
Perlidae	3		1		10	
Chloroperlidae	2		21		9	
Plecoptera					36	
"					1	
Rhyacophila transquilla	1		3	0.01		
R. brevicephala					1	—
R. sp. RH					1	—
R. sp. RE			1	—	1	—
R. niwae ?						
Mystrophora inops			6	0.02	7	0.02
Stenopsyche griseipennis			2	0.03		
Hydropsyche ulmeri	17		56	0.57	33	0.18
Trichoptera			1	—		
Elmidae	3		2	—	2	—
Elmis sp. EE ?					2	—
Antocha sp. AA	9		51	0.18	21	0.04
Eriocera sp. EB	1		2		1	0.03
Spaniotoma sp. A	34		4		13	0.01
S. sp. B	34		7		24	
S. sp. E	2		34		3	
Pentaneura sp.					4	
Chironomidae sp.	8				3	
計	166	0.50	399	1.44	457	1.191

1963年11月28日のものは $30 \times 30 \text{ cm} = 0.09 \text{ m}^2$ 当りの値1964年1月28日, 2月24日のものは $2 \times (30 \times 30) \text{ cm} = 0.18 \text{ m}^2$ 当りの値

湿重量の単位はmg

放 流 と 再 捕

放 流

放流魚は当场で市販配合餌料で飼育したふ化後約11ヶ月の0年魚を用いた。1963年11月27日に脂鰭切除による標識をし、翌28日まで蓄養し、肉眼的に正常な魚を放流魚とした。小型トラックによる約1時間の輸送後に放流を行ったが、衰弱した魚はなかった。

放流魚は実験区下限の測P a-9に全尾数の約1/4を、実験区上流部の測P b-1から中央部の測P a-6にかけて残りの3/4を放流した。放流魚の尾数、重量、大きさは表6に示すように、平均体重34.18g/尾の魚を2,000尾、計68.4Kgを放流した。

表 6 放流魚の尾数、重量、体形

年 月 日	※ 放流尾数	放流重量(Kg)	※※ 全 長 (cm)		※※ 体 重 (g)	
			平 均 値	標 準 偏 差	平 均 値	標 準 偏 差
1963.11.28	2,000	68.4	14.52	1.251	34.18	8.379

※ 全数計数

※※ 測定尾数50尾

放流時の生息密度は全区間で0.34尾/ m^2 11.49 g/ m^2 、放流魚の主なる生息の場である測のみの面積についてみると0.49尾/ m^2 、16.88 g/ m^2 となる(表7)。

表 7 放流及び再捕時の実験魚の生息密度

放流と再捕年月日	尾 数	重 量 (Kg)	平均体重 (g/尾)	全 区 間		測	
				尾/ m^2	g/ m^2	尾/ m^2	g/ m^2
放流1963.11.28	2,000	68.4	34.18	0.34	11.49	0.49	16.88
再捕1964.3.1	1,752	81.9	46.72	0.29	13.75	0.43	20.21

総再捕尾数の推計方法と推定値

放流後94日目の1964年3月1日のマス類解禁から2日までに出漁した一般釣人のびく調査を行った。実験区間の流程は470mであり、釣人の実験区えの出入場所は数ヶ所あり、道路は左岸に沿って1本あるだけであるので、この道路で釣り終りの釣人を終日ランダムに抽出してびく調査したので、釣人の抽出については偏りのないものと考えられる。全釣人数、抽出率等を表8に示す。

表 8 びく調査の概要

調 査 月 日	3月1日	3月2日
総 釣 人 数 (人)	463	38
びく調査数(人)	114	13
抽 出 率 (%)	24.6	34.2
被調査者の総採捕尾数	427	6
採 捕 尾 数/人	3.75	0.46

2日間の総釣人数501人に対し127人をびく調査し、抽出率は3月1日24.6%, 3月2日34.2%であった。

表8により推計した総再捕尾数及びその95%信頼区間は表9のとおりである。成長、胃内容物、血液性状等の調査魚のうち再放流しなかった63尾を初期放流尾数から減じて再捕率を算出すると90.4%である(表9)。

表9 総再捕尾数の推定値と再捕率

放 流 尾 数 ※		1937		
総再捕尾数の推定値 ($\hat{N}$)	再捕月日	N_L ※※	$\hat{N}$	N_U ※※
	3月1日	1375	1734	2093
	3月2日	4	18	32
	計	1379	1752	2125
再 捕 率 (%)		71.2	90.4	109.7

※ 初期放流尾数2,000尾から調査用魚のうち再放流しなかった63尾を減じた値

※※ 95%信頼区間の上下限值

表10 大型魚の放流と再捕

マス類開禁の3日前の1964年2月26日に実験区内に大型ニジマスが放流された。この大型魚は当場で飼育した1年魚であり、小型トラックによる約1時間の輸送後に死亡魚及び衰弱魚はなく放流された。

3月1日の開禁日から実験魚と同時にびく調査を行った。その結果は表10に示した。開禁3日前の肉眼的に健康な大型魚の放流では2日間の強度の漁獲によりほとんど全尾数が再捕されている。

放 流 年 月 日	1964. 2. 26
再 捕 年 月 日	1964. 3. 1, 2
放 流 尾 数	573
平均体重(g/尾)	208
放 流 重 量 (Kg)	119
総再捕尾数の推定値	699
再 捕 率 (%)	122

成

長

個体の成長と群の増重率

放流時、放流後62日目、開禁前(88日目)に実験区の測Pa-4, Pa-6で竿釣により試験採捕をした実験魚の魚体測定値を表11, 図3に示す。放流後88日目の魚体測定値と前述の総再捕尾数の推定値から総再捕重量を算出すると81.9Kgとなる。全実験期間94日間の個体増重率は137%, 放流重量※に対する再捕重量の増重率は124%である。実験終了時の生息密度は全区間で0.29尾/m², 13.75 g/m²であり、測のみでは0.43尾/m², 20.21 g/m²である(表7)。

※ 調査用魚のうち再放流しなかった63尾の体重を放流初期重量から減じてある。

表 11 実験魚の魚体測定値

調査年月日	放流後日数	測定尾数	全 長 (cm)		体 重 (g)		増重率(%)
			平 均 値	標準偏差	平 均 値	標準偏差	
1963.11.27	0	50	14.52	1.251	34.18	837.9	100
1964. 1. 29	62	50	15.91	1.074	44.47	112.02	131
1964. 2. 24	88	50	16.55	1.263	46.72	108.21	137

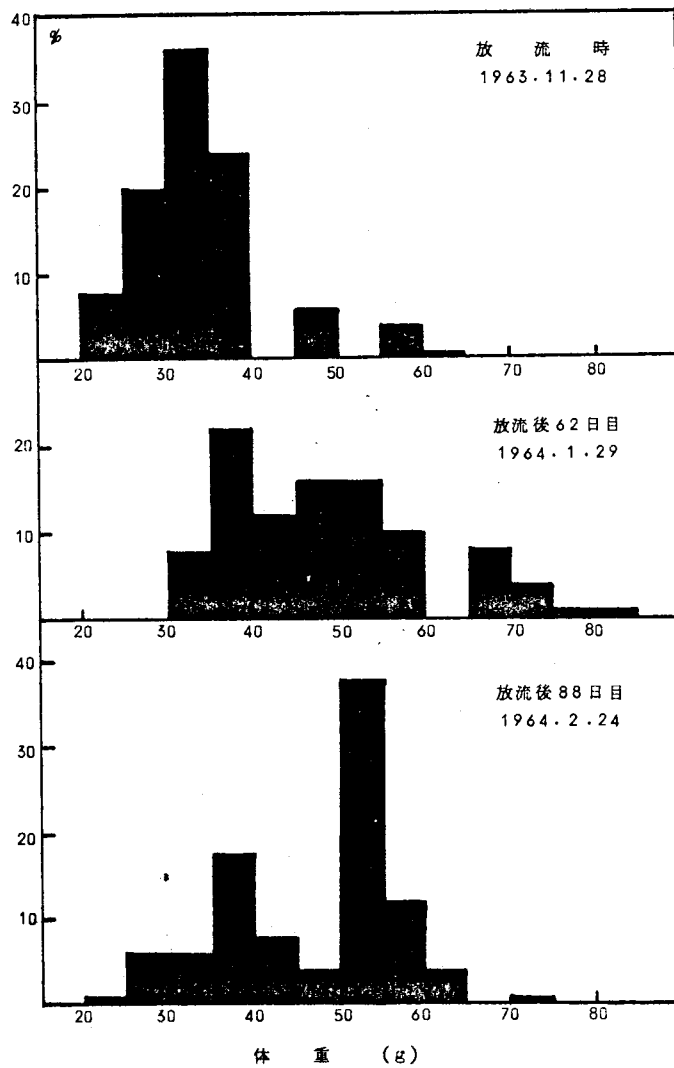


図3 放流ニジマスの体重組成

成長と摂餌の関係

ある個体群の成長とその個体群を形成する個体の成長については不明ことが多いが、いま全実験期間の成長曲線を直線と仮定して、開始時と88日目の測定値を結ぶと次の式になる(図4)。

$$W = 0.14t + 34.2 \dots\dots\dots (1)$$

W : 体重 (g/尾) t : 放流後日数 (日)

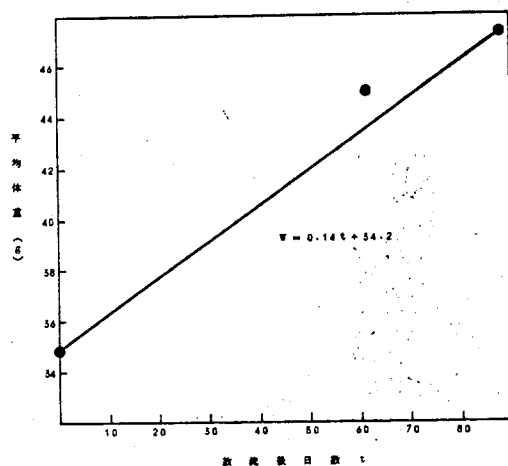


図4 ニジマスの成長

全期間の日成長率 (g/日) = 0.14 このような成長をするために必要な摂餌量は餌料を水生昆虫幼虫として、その水分80%※、乾物餌料効率※70%とすると湿重量で1.0 g/日となる。

一方、胃内容物(表12)※※と魚体重の関係は図5に示す。図5は1964年1月29日、2月2日、2月24日の11時から13時まで、それぞれ20尾を調査したものうち釣餌等の混入していない45尾の測定値による。実験期間の魚の1日当り総摂餌量、消化速度等の測定は行わなかったため、上記の11時から13時までに採集した魚の胃内容物量を瞬間胃内容物湿重量と称して、魚体重との関係をみると次の式となる(図5)。

$$C = 0.019W - 0.239 \dots\dots\dots (2)$$

C : 瞬間胃内容物湿重量 (g)

W : 体 重 (g)

※ 次の水分測定値から80%とした。すなわち、Baetis sp. 825% Hydropsyche ulmeri 71.9% Stenopsyche griseipennis 77.0%
水生昆虫幼虫の餌料効率は不明である。PENTLOW(1939)によると水温4.4-10.0℃、ブラウンマスでGammarusの湿重量効率は20%である。

※※ ニジマスに栄養的価値の少ないdebrisも含む。

表 12 胃 内 容 物 組 成

調 査 年 月 日	1964.1.29		1964.2.24		計	
生 物 名	食われていた 個体数	食っていた魚の 個体数	食われていた 個体数	食っていた魚の 個体数	食われていた 個体数	食っていた魚の 個体数
Ephemerella basalis			4	4	4	4
Ephemerella	9	6			9	6
E. sp. nax ?	1	1			1	1
E. sp. nF ?	1	1			1	1
Baetis sp.	31	13	27	11	58	24
Baetiella sp.	9	6	32	11	41	17
Epeorus uenoi			1	1	1	1
Epeorus	2	1	4	2	6	3
Ecdyonuridae	2	1			2	1
Rhithrogena japonica			5	4	5	4
Ephemeroptera	1	1			1	1
Perlidae	4	4			4	4
Perlodidae	3	2			3	2
Plecoptera	5	4	12	9	17	13
Rhyacophila yamanakaensis	2	1	1	1	3	2
Rhyacophila	1	1			1	1
Hydropsyche ulmeri	7	5	11	8	18	13
Mystrophora inops	1	1	1	1	2	2
Lepidostomatidaeの巢			3	3	3	3
Uenoa tokunagaiの巢			1	1	1	1
Tricoptera	1	1			1	1
Parablepharocera esakii	2	2			2	2
Blepharoceridae			2	2	2	2
Antocha	13	11	13	6	26	17
Eriocera	3	3			3	3
Chironomidae	18	11	5	5	23	16
Simuliidae			1	1	1	1
ウグイ Tribolodon hakonensis	1	1			1	1
巻貝の類	7	1			7	1

1964年1月29日, 2月24日ともに調査尾数 20尾

属, 科, 目名のみのものは, 体がこわれて, それ以下の分類の不確実のもの。

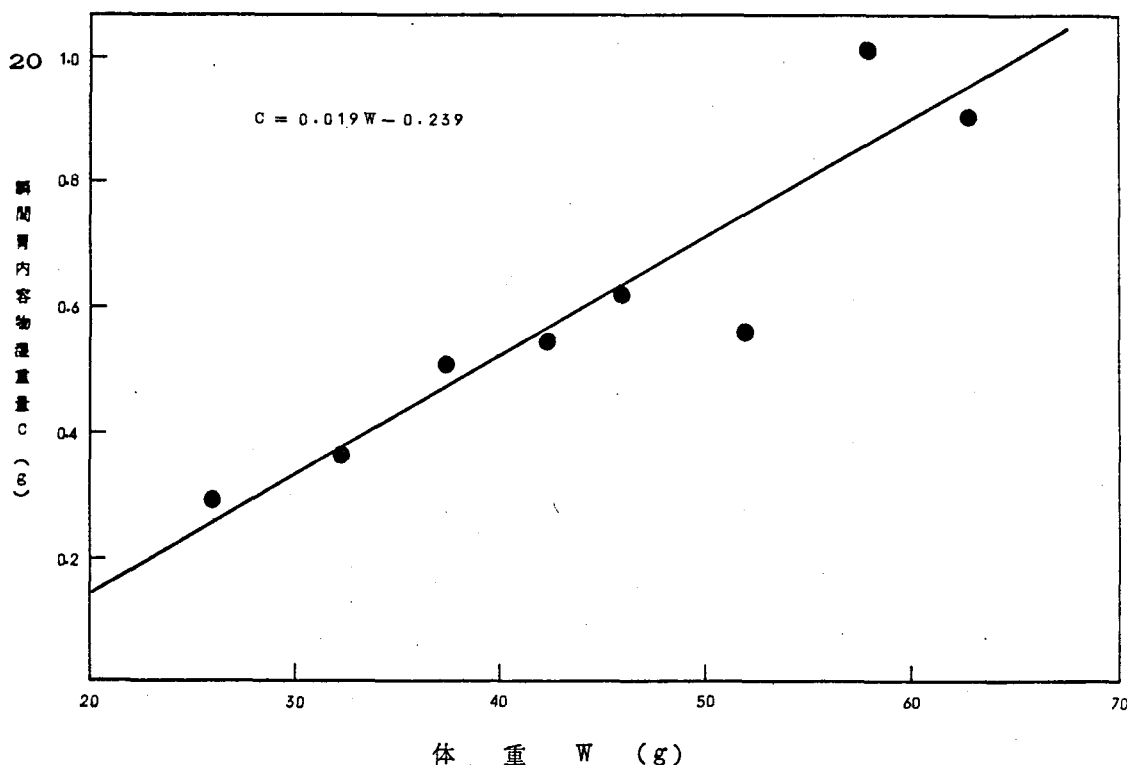


図 5 放流ニジマス瞬間胃内容物湿重量と体重の関係

式2)により各体重(g/尾)30, 40, 50, 60, 70に対しC(g)はそれぞれ0.33, 0.52, 0.71, 0.90, 1.10となる。式1)により必要な1日摂餌量は1.0g/日であるから、この調査時刻11時から13時まででは、それぞれ必要量の33, 52, 71, 90, 110%の摂餌をしていることになる。すなわち体重の大なる魚ほど早く必要量の餌を食っていると考えられる。

この実験期間の総増重量は15.7Kgであった。前述の条件ではこの増重量に対して水生昆虫幼虫は湿重量で28Kg必要である。川床形態別にみて現存量の一番多い早瀬における水生昆虫幼虫の現存量は5.55-8.00g/m²であった(表4)。実験区の総面積、水生昆虫幼虫の成長速度などから考えて※、この実験における養殖ニジマスの成長に流下生物の量がいかに重量かが推察される。

forage ratio - ある種の餌料生物の個体数について魚の胃内容物中での割合と魚の生息水域での割合の比 - を1964年1月29日, 2月24日の資料について計算すると表13, 14のようになる。単位を目とするとforage ratioからは早瀬の相に対して選択性はないようにみえる(表13)。しかし、単位を摂餌されている主要な種としてみると早瀬の相とは異なっている。さらに、胃内容物組成(表12)や観察から本実験のニジマスは淵を主な生活の場として、淵の流下生物、淵の底生生物、淵の底生生物を食っている。水生昆虫幼虫の川床からの剝離、時間的な数量、相の変化等流下の機構は不明な点が多いが、表14は流下生物が餌料に関係していることを暗示している。

実験期間の旬平均水温は6.3℃であった。この低水温での池中養殖の場合の成長を考えてみる。たとえば、給餌率1.0% 乾物餌料効率70%で放流魚と同じ体型、重量の魚を同日間飼育し生存率100%と

※ 全実験区の水面積に早瀬の現存量を乗じても40Kgにしかない。水生昆虫の成長速度は不明である。

表 13 目単位でみた forage ratio

目 名	胃内容物中の割合(%)	早瀬での割合 (%)	forage ratio
Ephemeloptera	55.8	56.5	0.99
Plecoptera	9.6	10.2	0.94
Trichoptera	11.6	13.1	0.89
Coleoptera	0	0.7	0
Diptera	22.9	19.5	1.17

表 14 種単位でみた forage ratio

生 物 名	胃内容物中の割合(%)	早瀬での割合 (%)	forage ratio
Ephemerella basalis	1.6	11.3	0.14
Baetis sp.	23.3	14.0	1.66
Baetiella sp.	16.5	23.5	0.70
Rhithrogena japonica	1.6	3.5	0.46
Hydropsyche ulmeri	7.2	10.4	0.69
Antocha	10.4	8.4	1.24
Chironomidae	9.2	10.7	0.86

すると飼育終了時重量は12.9Kgとなり、生残率を90%とすると11.6Kg※となる。実験魚の総再捕重量はこの値の71%に相当する。実験終了時の総再捕重量の算出に用いた2月24日(88日目)の個体測定値の体重組成は図3に示すようであり、前2回の測定結果からみてこの平均値は過少に推定されたと考えられる。もし、そうであるとすれば、実際の増重量はより大きいものとなる。

再捕率に影響する要因

この放流効果実験の再捕率は90.4%という高い値であったが、この高い再捕率を生じた要因として次のことが考えられる。

- (1) 河川型態が溪流型であり、マス類の主要な生活の場である淵が多く、全実験区の68%を占めていたこと。
- (2) 実験期間内に異常な渇水、出水がなく、河川が安定していたこと。
- (3) 実験区内に放流魚と同じ生活の場を要求する先住の競争種(ヤマメ、アマゴ、ニジマス)がほとん

※ 単に $12.9 \times 0.9 = 11.6$ と計算した。

ど生息せず、種間競争がなかったこと。

(4) 放流前に実験魚の体型をそろえて魚体の大小による種内競争を少なくしたこと及び中型魚であるので捕食者の食害による減耗が少なかったこと。

再捕状態の観察によると、実験区内の再捕数の分布は放流時の分布とよく一致していた。1964年2月26日の大型魚の放流の際には、大型魚の放流と同時にその淵から中型の実験魚が出入したり、下流に下るのがよく観察された。これは魚体差の大小による種内競争の1つの現象である。そして淵から泳ぎ出した中型の実験魚は3日後の再捕日には淵以外の岩かげ等の小さな淀みで再捕されたものが多かった。

野性のマス類の性質が非常に少なくなった養殖ニジマスは放流後に先住者の存在しない淵を養魚池のように利用して大した種内競争もなく、前述のように餌量にみあった成長をして生活していたのであろう。

以上のような見地から、養殖マス類の放流後の生残率を低くしている放流後短期間に起る死亡 — これは放流魚の輸送方法、先住マス類との種間競争、放流魚の養殖状態による健康度の優劣等が影響するのであろう — を少なくすれば、この実験区のように遊漁者の強度の漁獲により空いている水体での養殖魚の放流効果は良い結果が期待出来るであろう。

放流前の飼育条件の差違により健康度に差のある2魚群についての放流後の成長、生残率、再捕率等と放流事業の経済的效果については次報で報告する。

摘 要

- 1) 神奈川県中津川の山地渓流域に実験区を設け、中型養殖ニジマスの放流効果についての実験を行った。
- 2) 実験魚は1963年11月に放流し、越冬94日後の1964年3月に再捕を行った。
- 3) 一般釣人のびく調査による実験魚の再捕率は90.4%，その95%信頼区間は71.2%~109.7%と推定された。
- 4) 個体成長は放流時34.18g/尾から94日後に46.72g/尾になり、増重率137%，放流魚群体の重量は放流時66.2Kgから81.9Kgに成長し、増重率124%であった。
- 5) 実験区間の放流魚の生息密度は1㎡当り放流時0.34尾、11.49g、実験終了時0.29尾、13.75gであった。淵のみについては放流時0.49尾、16.88g、終了時0.43尾、20.21gであった。
- 6) 本実験にみられた高い再捕率の要因として、1) 淵の重要性 2) 河の安定性 3) 先住種との種間競争 4) 放流魚の魚体の大小による種内競争 5) 捕食者による食害等について考察し、強度の漁獲により空いている水体での養殖魚の放流効果について述べた。
- 7) なお実験区内に河川釣堀方式により放流された大型ニジマスの再捕率も併せて調査し、その再捕率は100%と推定された。

文

献

- 1) ROUNSEFELL, G. A. and EVERHART, W. H. (1953): Fishery Science, its method and applications. 1-444 John Wiley & Sons, Inc., N. Y.
- 2) EICHER, G. J., Jr. (1949): Current trends in state fishery program. Trans. Am. Fish. Soc. 76 13-22
- 3) NEEDHAM, P. R. (1949): Survival of trout in streams. Trans. Am. Fish. Soc. 77 26-31
- 4) MACIOLEK, J. A. and NEEDHAM, P. R. (1951): Ecological effects of winter conditions on trout and foods in Convict creek, California, 1951. Trans. Am. Fish. Soc. 81 202-217
- 5) REIMERS, N. (1957): Some aspects of the relation between stream foods and trout survival. Calif. Fish and Game. 43(1) 43-69
- 6) MILLER, R. B. (1952): Survival of hatchery-reared cutthroat trout in a Alberta stream. Trans. Am. Fish. Soc. 81 35-42
- 7) ————— (1954): Comparative survival of wild and hatchery-reared cutthroat trout in a stream. Trans. Am. Fish. Soc. 83 120-130
- 8) ————— (1958): The role of competition in the mortality of hatchery trout. J. Fish. Res. Br. Canada. 15(1) 27-45
- 9) BLACK, E. C. (1955): Blood levels of hemoglobin and lactic acid in some freshwater fishes following exercise. J. Fish. Res. Br. Canada. 12(6) 917-929
- 10) ————— (1957): Alterations in the blood level of lactic acid in certain Salmonoid fishes following muscular activity I. Kamloops trout, *Salmo gairdneri* Ibid. 14(2) 117-134
- 11) ————— (1957): — II. Lake trout, *salvelinus namaycush*. Ibid. 14(4) 645-649
- 12) ————— (1957): — III. Sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Ibid. 14(6) 807-814
- ※13) NEEDHAM, P. R. (1959): New horizons in stocking hatchery

trout. Trans. 24th. N. Am. Wildl. Con. 395-407

黒沼勝造訳(1961):マスの放流の問題点 淡水研資料 Aシリーズ №3 11-14 より
間接引用

- 14) 黒沼勝造・小島民雄(1957):マス放流効果試験(資料)№6 1-52 栃木県水指
- 15) 小野寺好之・児玉康雄・上野達治・田中光・渡辺博之・鈴木規夫(1958):河川における養殖
マス類の混合放流に関する研究-I 生残, 成長および環境の概要 淡水区水研 神奈川県委託研
究報告 1-24
- 16) 小野寺好之・児玉康雄・上野達治・田中光・鈴木規夫(1959):————— II. 実験第2
年の諸相について 同上 1-16
- 17) 小野寺好之・児玉康雄・田中光・鈴木規夫(1960):————— III. 流量と生体量 同上
1-35
- 18) 小野寺好之・鈴木規夫(1960):環境改良による資源包容量の増加に関する研究 同上
1-11
- 19) 檜山義夫・能勢幸雄・清水誠・松原純子・小野寺好之・児玉康雄・鈴木規夫(1960):放射性
同位元素によるニジマスの天敵の追跡 日水誌 26(9) 863-867
- 20) 檜山義夫・能勢幸雄・清水誠・松原純子(1961):Co⁶⁰ 腹腔内標識によるニジマス稚魚の
天敵の追跡 日水誌 27(4) 296-301
- 21) 長野県水産指導所(1962):にじます №17 1-50
- 22) 山本忠(1954):漁獲統計標本調査法 1-350 農林統計協会版
- ※23) HESS, A. D. and A. SWARTZ(1941):The forage ratio and its
use in determining the grade of streams. Trans. 15th. N. A.
Wildl. Con.
- ※24) PENTELow, F. T. K. (1939):The relation between growth and
food consumption in the brown trout(Salmo trutta). J. Ex.
Biol. 16 446-473
MACAN, T. T. (1963):Freshwater Ecology 1-338 Longmans.
London より間接引用

※ 原著を直接参照しなかったもの