

渓流域管理体制構築事業

イワナ放流魚が天然魚に及ぼす生態的影響調査（平成15年度～）

誌名	栃木県水産試験場研究報告
ISSN	13408585
著者名	土居,隆秀
発行元	栃木県水産試験場
巻/号	48号
巻号補足	
掲載ページ	p. 140-146
発行年月	2005年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



また、各月ごとの個体数推定を行うために、毎月1日目に採捕した個体には、脂ビレ、腹ビレ等の標識カットを入れ、翌日採捕された同一個体の確認を行った。

これらの情報を基に、毎月採捕されたイワナ稚魚の個体識別と体長・体重の計測を行い、未標識魚は新たな蛍光タグの打ち込みを行った後、採捕した場所へ再放流した。

今回は、月別の採捕尾数の状況、体長・体重による各月ごとの成長比較、個体識別が可能となった個体間の天然魚と養殖魚及び競合区間による成長の差について比較検討を行った。また、調査期間の降下状況を補足的なデータとして取り上げた。

堰堤上流域は、聞き取りにより過去にイワナの生息していた可能性はあったものの、その後の調査では、イワナの生息がまったく確認されなかったところである。

結果および考察

卵埋設・ふ化状況 平成14年12月に、水産試験場内で採卵した鬼怒川蜂ヶ沢系統のニコウイワナ発眼卵(1,250粒)をビベールボックスに入れて、キリズシ沢の堰堤から上流40~60mの区間に埋設放流した。埋設状況は、各ビベールボックスに200粒を5つのボックスに、残りの250粒を1つのボックスに収容し、6箇所に分けて河床へ埋設した。

その後、平成15年3月にビベールボックスを掘り返し、その中の死卵数を確認してその時点のふ化率を算

定した。死卵数から計算すると約96.1%のふ化率となった。この確認作業中に、さい嚢を持った多くのふ化仔魚を確認した(図2)。



図2 ふ化した仔魚

稚魚除去作業 平成15年6月、キリズシ沢堰堤上流及び下流区間で網等による採捕を試み、稚魚の捕獲作業とその区間に生息する天然魚のサイズの確認を行った(図3)。

図3は、6月に採捕した個体群の魚体計測結果を示しているが、堰堤上流では36尾の水試発眼卵由来ニコウイワナ稚魚(天然魚)が、下流では53尾の系統不明イワナ稚魚(天然魚)が採捕された。サイズ的には、上・下流ともに体長36~40mm、体重0.6~1.0g内に平均があり、ほぼ同じような成長を示していることが分かった。このことから、これまでにイワナの確認がな

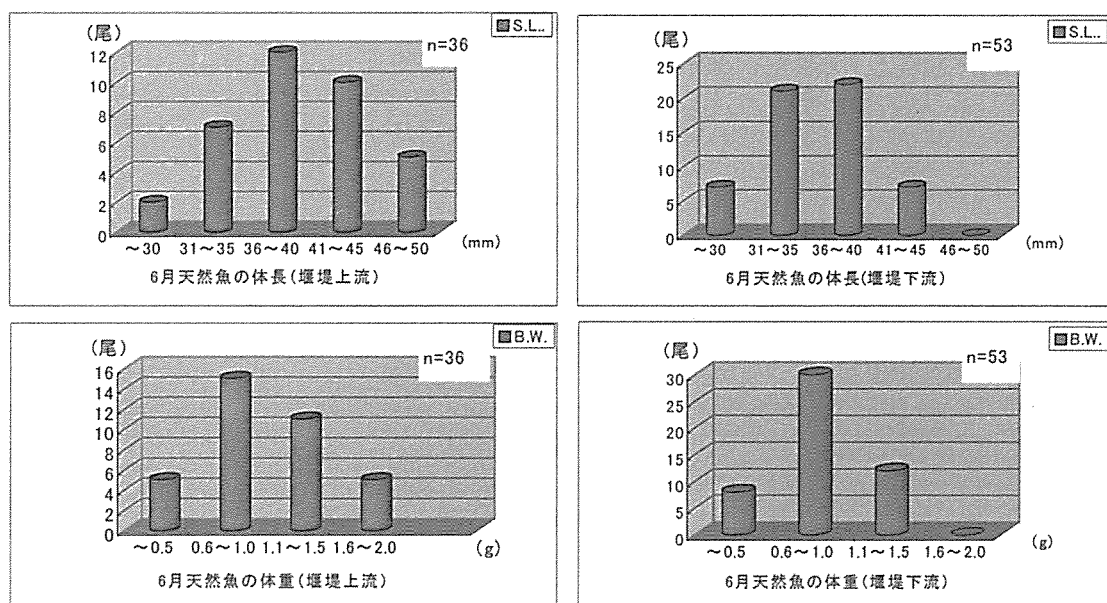


図3 6月に採捕した個体群の魚体計測結果

表1 各月の採捕状況(尾)

		7月	8月	9月	10月	
上流区間 (60m)	天然魚	1日目	87	51	56	25
		2日目	100	50	41	26
		計	187	101	97	51
下流区間 (60m)	天然魚	1日目		13	18	6
		2日目	(内90尾を下流へ 放流)	13	8	16
		計		26	26	22
	養殖魚	1日目		12	13	10
		2日目	(90尾を放流)	9	17	4
	計		21	30	14	
	合計	1日目		25	31	16
2日目			22	25	20	
計			47	56	36	

表2 各月ごとの採捕尾数の割合(%)

		7月	8月	9月	10月
上流(天)	279尾*	67.0	36.2	34.8	18.3
下流(天)	90尾		28.9	28.9	24.4
下流(養)	90尾		23.3	33.3	15.6
下流(合)	180尾		26.1	31.1	20.0

※個体数推定値

されなかった堰堤上流域においても、イワナの成長に必要な餌料生物(水生昆虫類)等が十分にあるものと考えられた。

稚魚標識放流 6月の事前調査で発眼卵由来の稚魚がエレクトリックショッカーで採捕できるサイズにまで成長したと見なし、7月からショッカーでの3パスによる個体数推定法(ショッカーで採捕を3回以上連続して行い、採捕数の減少と個体数の逆算から初期生息個体数をPetersen法にあてはめて推定)を用いて、その調査水域(堰堤上流)にいる生息尾数を割り出した(7月時点の推定尾数は約270尾程度)。

その後、同系統、同サイズの稚魚を一尾ずつ計測後に蛍光タグを挿入(天然Red, 養殖Greenなど)し、推定された発眼卵由来の稚魚(90尾)と同数の水試養成養殖魚(90尾)を、堰堤下流域の試験区間に放流した。

堰堤上流区間での採捕サイズは、体長、体重が $51.0 \pm 9.4\text{mm}$ (平均 $\pm$ S.D)、 $2.3 \pm 1.2\text{g}$ であったのに対し、堰堤下流区間では上流区間から降ろした天然魚が $50.1 \pm 8.5\text{mm}$ 、 $2.1 \pm 1.0\text{g}$ であるのに合わせて、養殖魚は $53.5 \pm 6.1\text{mm}$ 、 $2.4 \pm 0.9\text{g}$ となるように尾数をそろえて放流した。

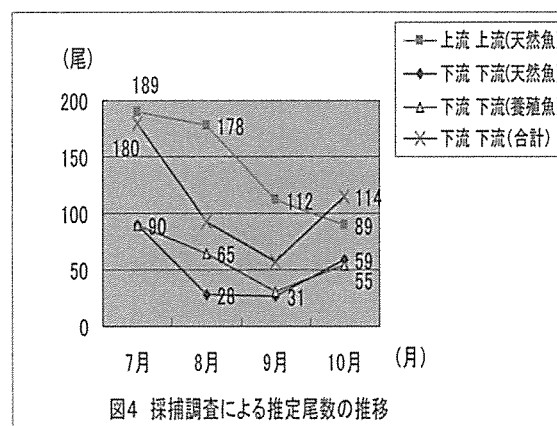
稚魚採捕調査 翌8月から堰堤上・下流域においてエレクトリックショッカーを使用してサンプリングを

行った。各月のサンプリング状況を正確に押さえるために、天然魚及び放流魚の採捕魚は、確認による洩れを少なくするための脂ビレ等の切除を行い再放流した。

ショッカーによる採捕調査は、1日3～4名で2日間に渡り、一日目に採捕した個体が二日目に何尾採集されたかなど、毎月ショッカーの3パス調査を行い、個体識別と生残、成長のデータ等について追跡調査を行った。

その結果、表1に示すように8月から10月に掛けて、多くの個体をサンプリングした。しかし、採捕できた個体は、発見した全ての魚ではなく、2～3割程度は取り逃がしたものと考えられた。

各月ごとの採捕尾数の割合を表2に示した。各月の採捕率は、堰堤上流試験区間において18.3～36.2%の範囲内となり、月の経過とともに減少する傾向が見られた。一方、堰堤下流域に放した天然魚は、24.4～28.9%と安定した採捕がなされた。これに対し、放流した養殖魚では、15.6～33.3%とややバラツキが見られており、10月には14尾(15.6%)と採捕割合は低い値を示した。



生息尾数の推定 各月の採捕調査結果から、各調査区域に生息するイワナ稚魚の生息尾数を推定した（図4）。この図から、堰堤を境とした上流域と下流域に分けた場合、上流域の天然魚は月の経過とともに徐々に減少する傾向が見られ、10月には推定値で89尾、調査開始当初を100%として計算してみると3ヶ月間での歩留まりが計算上は47.1%となった。

一方、下流域の天然魚と養殖魚は、放流した翌月に20尾、65尾と差が大きく表れたが、その後はほぼ同数で推移したことから、歩留まりはほぼ同程度であると考えられた。3ヶ月間の歩留まりを計算すると天然魚は65.6%となり、養殖魚は61.1%という計算値となり、下流域の合計値は63.3%となった。この原因の一つには、採捕尾数が徐々に少なくなっていたため、採捕尾数に対する標識魚数の割合が小さくなったことに起因するものと考えられた。

表3 推定生残割合（%）

区分	stage	実施月(月)	推定尾数	比率(%)
天然魚 (上流)	卵埋設(粒)	03.12	1,160*	100
	ふ化仔魚(尾)	04.3	1,115	97.5
		7	189	16.3
		8	178	15.3
		9	112	9.7
		10	89	7.7
天然魚 (下流)	放流尾数(尾)	7	90	100
		8	28	31.1
	推定尾数(尾)	9	26	28.9
		10	59	65.6
	放流尾数(尾)	7	90	100
養殖魚 (下流)		8	65	72.2
	推定尾数(尾)	9	31	34.4
		10	55	61.1
	放流尾数(尾)	7	90	100

* 7月に下流へ降ろした90尾を卵当初から差し引いて計上

稚魚の生残状況 堰堤上・下流水域の天然魚と下流水域の養殖魚をそれぞれ卵埋設からの生残状況と放流してからの生残状況について調べた（表3、図5）。

各stageでのふ化尾数および推定尾数を記載し、上流および下流域の天然魚および養殖魚について、その生残状況を卵埋設時からと放流時からでそれぞれ求めた。

その結果、上流域の天然魚については、埋設卵に対し、仔魚のふ化率が97.5%となり、7月から10月までの間は、16.3～7.7%の範囲で生息していたものと推測され、徐々に減少することが示された。

また、下流域の天然魚については、7月の放流時点に対し、8、9月の2ヶ月間は低い値を示したものの

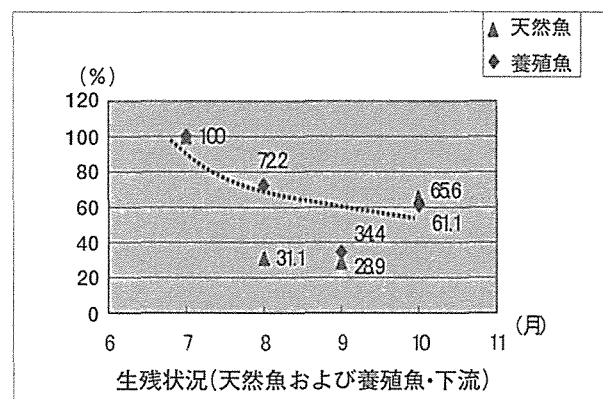
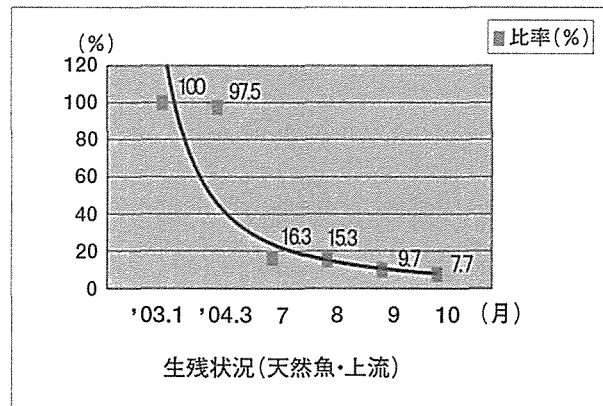


図5 上・下流における魚の生残状況

調査終了時の10月には61.1%の生残率を示した。

同様に下流域の養殖魚では、9月に30%台を示したものの、10月には65.6%と下流域の天然魚と同程度の推定生息尾数を示した。

以上のことから、他の魚種や大型の個体が生息していなかった今回のキリズシ沢の条件では、発眼卵由来の天然魚は埋設から約10ヶ月後に7.7%前後の生残になることが分った。また、稚魚を放流した場合の天然魚と養殖魚については、3ヶ月間に40%弱の自然減耗はみられたもののその減少割合は少ないことが分った。

これに対し、自然条件の中で成育した天然魚では、稚魚調査を開始した7月からの歩留まりが、3ヶ月後には47.1%と下流の放流魚よりも低い値を示していた。この原因については、今後特定していく必要があると考えている。

これら天然魚の自然減耗は、死亡、下流域への流下、他動物による捕食などが考えられるが、今回の試験設定では同種、異種間の魚種による捕食は減耗要因とし

表4 各月ごとの採捕魚の成長（体長：cm・体重：g）

計測 項目	調査 区間	7月			8月			9月			10月		
		n	average	±S.D	n	average	±S.D	n	average	±S.D	n	average	±S.D
体長 (cm)	上流 天然魚	70	51.0	9.4	85	54.0	10.6	72	59.1	12.0	42	63.3	12.4
	天然魚	93	50.1	8.5	18	51.0	10.5	25	55.9	13.5	19	60.9	14.2
	下流 養殖魚	90	53.5	6.1	19	59.6	4.7	18	64.8	8.6	12	72.3	8.9
	合計	183	52.2	7.3	37	55.4	9.1	43	59.6	12.4	31	65.0	13.4
体重 (g)	上流 天然魚	70	2.3	1.2	85	2.8	1.7	72	3.7	2.4	42	4.5	2.9
	天然魚	93	2.1	1.0	18	2.4	1.5	25	3.3	2.6	19	4.2	3.3
	下流 養殖魚	90	2.4	0.9	19	3.4	0.8	18	4.5	2.1	12	6.4	3.1
	合計	183	2.3	0.9	37	2.9	1.3	43	3.8	2.5	31	5.0	3.3

て含まれておらず、通常の天然水域では、この点の検討をさらに押し進めるべきものと考えられた。

稚魚の成長比較 堰堤上・下流で採捕された各月ごとの稚魚の成長を表4に示した。表4では、体長・体重の平均値とその標準偏差について比較した。この表から、養殖魚は各月とも上・下流の天然魚よりも平均値で高くなっており、最も成長の良かったことを示していた。

この表をさらに簡単に表記したものが、図6の体長と体重の平均値の変化を示したものである。このグラフから分かることは、キリズシ沢は生息空間が堰堤を

挟み完全に分かれているため、体重・体長ともに上流（天然魚）と下流（合計：天然魚と養殖魚を合わせた値）の成長度合い（線の傾き）が重なっていることから、ほぼ同様な成長を示したものと考えられた。

成長度合いが同じであることから、餌の量がほぼ同じと仮定し、上流域の天然魚と下流域の天然魚を比較すると、上流域の天然魚の方が成長は良いことが分かった。

このことから考えられることは、7月の調査を開始する時点で両者の魚体サイズは同じであったことから、その後の成長の違いは、放流魚（養殖魚）の存在が影響したのではないかと考えられた。もし、このように言えるとする下流の天然魚の成長が劣っているのは養殖魚との競合による結果であると結論づけられる。

天然魚と養殖魚間の成長比較 10月の最終調査時に個体識別が可能となった個体間で、堰堤下流の天然魚と養殖魚について、試験開始時と終了時の成長比較を行った。その結果、図7に示すように養殖魚では、開始当初の体長と体重の関係が、そのまま平行移動するように全ての個体が同じような関係を示したのに対し、天然魚では成長の良い個体と成長の僅かに悪かった個体の2つの群に分かれるような傾向を示した。このことから、天然魚の方が、稚魚期間の体長、体重の関係を示す分散傾向から、養殖魚に比べて大きくなる可能性のあることが示された。

天然魚間の成長比較 堰堤を挟んだ上・下流の天然魚間において、同様に成長比較を行った（図8）。

その結果、両者の成長は、天然魚と養殖魚間と同じような体長と体重の関係を示しており、堰堤上流の方が若干傾きは大きかったことから、下流区間よりも成長が良かったものと考えられる。

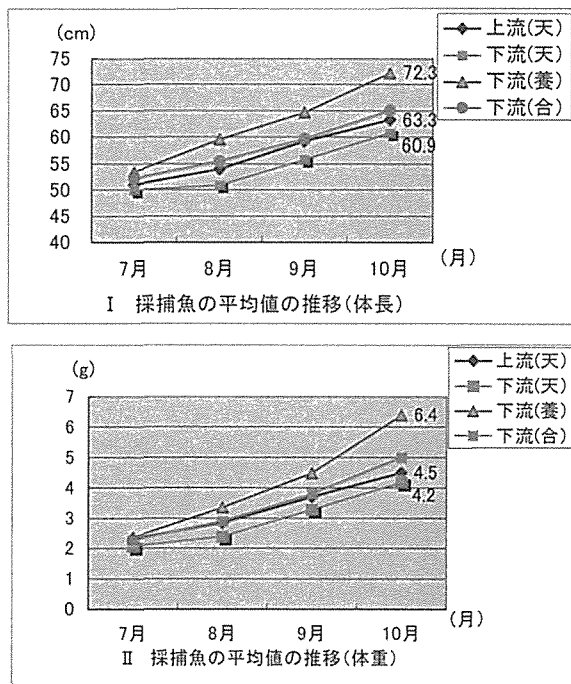
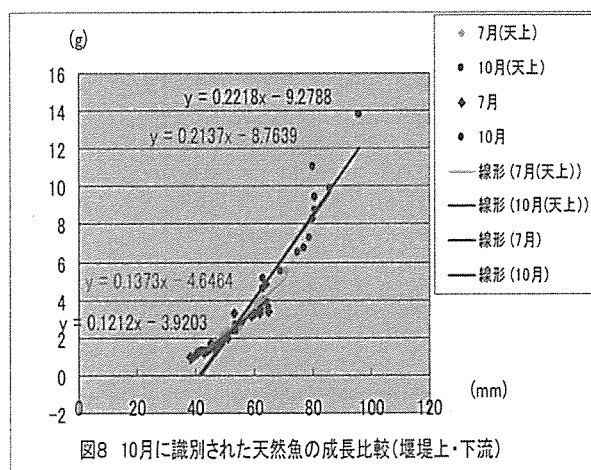
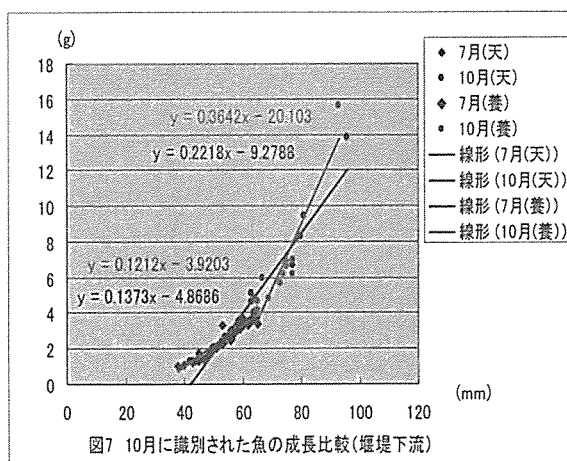


図6 採捕魚の成長比較（Ⅰ体長、Ⅱ体重）



ただし、この傾きの違いが養殖魚との競合による影響を受けた結果として、差が生じているものかどうかは、今後更なる検討を進める必要がある。

稚魚の降下状況 稚魚の採集調査時期に上流から下流へ落下する個体が、数個体確認された。このため、稚魚期にどの程度の個体が移動するかについて調べた。

その結果として表5に無標識魚を含めた降下個体数、表6に推定尾数を180尾にした時の降下率を算定した。表4で無標識魚を含めたが、堰堤下流水域のため元から生息していた天然魚のいた可能性も否定できない。これまでの調査で堰堤直下から20m地点にある3mの落ち込み(滝)が産卵遡上親魚を完全に阻止していると想定して、堰堤直下で確認された無標識魚は上からの落下魚と見なした。

10月調査最終月のみは、堰堤下流区間でイワナ稚魚の採集を行ったが、それ以前の降下状況については把握できなかった。

その結果、調査期間の稚魚の降下率は、堰堤上流区

間で15.5%程度、堰堤下流区間では、6.1%程度が降下したのと考えられた。ただし、その他で残っている個体全てを確認している訳ではないため、これよりも高い率で降下しているのと考えられた。

エレクトリックショッカー使用時の死亡率 今回の調査は、エレクトリックショッカーを使用した稚魚採集調査が主な作業であったことから、この調査で採捕時に即死亡した個体をエレクトリックショッカーによる死亡として取りまとめた。

その結果を表7に示したが、実施日の天候や実施者の影響などから多少なりとも変わる可能性はあるものの、堰堤上流と下流で分けて見ると0～6.90%の範囲で死亡するものと推定された。

従って、今回調査で確認された40～80mmサイズのイワナ稚魚では、死亡個体は僅かに見られたもののほとんどの個体は死亡させずに捉えられたと考えられた。

ただし、実際の採捕状況からイワナ稚魚は隠れると同時に岩の間に射してしまう傾向が強かったため、電

表5 各月の降下尾数(尾)

調査区間	対象	7月	8月	9月	10月	合計
上流区間※	天然魚	—※※※	8	13	7	28
下流区間※※	天然魚	—	—	—	4	11
	養殖魚	—	—	—	7	

※) 上流区間は、下流で確認された標識魚及び無標識魚数を足した個体数

※※) 下流区間は、試験区間外で採捕された個体数。

※※※) 採捕調査を実施していない。

表6 稚魚の降下率(%)

試験区間	推定個体数(尾)	降下尾数(尾)	降下率(%)	8月(%)	9月(%)	10月(%)
上流区間	180※	28	15.5	4.4	7.2	3.9
下流区間	180	11	6.1	—	—	6.1

※) 推定尾数を180尾とした場合

表7 エレクトリックショッカーによる死亡状況

調査区間			8月	9月	10月	合計
上流	天然魚	採捕尾数(尾)	105	99	58	262
		死亡尾数(尾)	7	2	0	9
		死亡率(%)	6.67	2.02	0	3.44
下流	天然魚	採捕尾数(尾)	34	47	29	110
		死亡尾数(尾)	0	2	2	4
		死亡率(%)	0	4.26	6.90	3.64
	養殖魚	採捕尾数(尾)	21	21	33	75
		死亡尾数(尾)	0	1	0	1
		死亡率(%)	0	1.47	0	1.33
	計	採捕尾数(尾)	55	68	62	185
		死亡尾数(尾)	0	3	2	5
		死亡率(%)	0	4.41	3.23	2.70

気をかけた時のショックで動けなくなり、岩の中から出られなかった個体もかなり多かったものと考えられた。

今回設定したショッカーの使用条件は、300V直流12A、出力周波数は45～60Hz、パルス幅は不明であった。

ま と め

以上の結果をまとめると以下のとおりになる。

- ・発眼卵埋設放流によるふ化率は、約96%になる。
- ・同種・異種等の大型個体が生息しない場合は、発眼卵埋設放流は10ヶ月後にその生残割合が約7%程度になる。
- ・サイズ50mm前後の稚魚放流では、その生残割合が3ヶ月後に約60%程度になる。
- ・調査期間の成長率は、天然魚よりも養殖魚の方が高かった。
- ・競合区間における最終推定尾数（生残割合）は、天然、養殖ともに同程度であった。
- ・40～80サイズのイワナ稚魚の場合、調査期間内に10%以上の個体が流下したのと考えられた。
- ・調査手法のエレクトリックショッカーを用いた場合、上記サイズのイワナでは、約3%程度死亡することが示された。

今年度の結果から、放流時点で放流魚の方がサイズの少しでも大きい場合は、その後の成長面で養殖魚の方が有意になることが判明した。

併せて放流魚が、天然魚と同程度に歩留まる（生残割合）とすると、摂餌の競合からしても天然魚には圧迫を受ける不利な生息条件になると考えられる。全て

の個体が生存するとは考えられないが、稚魚期の生残割合がその後の成長や成熟時期への過度な競合原因になるとすると自然繁殖等へも大きく関係してくる可能性は否定できない。

天然魚生息水域への養殖魚種苗放流は、在来個体群の保護の観点からすると現時点ではしない方が良いということになる。ただし、増殖義務が課せられていることから考え合わせると当面の間は、放流地点の見直しや保護水面、あるいは禁漁区間の設定とともに使い分けを重視したゾーニングの発想を盛り込んだ漁場管理の手法を早急に構築する必要があるものと考えられた。

(水産技術部)