

水槽におけるマツカワ人工種苗の被捕食

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-04-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 渡辺, 研一, 中川, 亨, 今村, 茂生 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014446

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



水槽におけるマツカワ人工種苗の被捕食

渡辺 研一^{*1}・中川 亨^{*1}・今村 茂生^{*1}

Predation by Fishes on Cultured Juveniles Barfin Flounder *Verasper moseri* in a Tank

Ken-ichi WATANABE, Tohru NAKAGAWA,
and Shigeo IMAMURA

1995年6月30日受理

マツカワは本邦では茨城県以北の太平洋と若狭湾以北の日本海に分布する大型のカレイ科魚類で、近年漁獲量が激減し幻の魚となりつつある。

日本栽培漁業協会厚岸事業場では、1981年の開所当初から本種を栽培漁業の重要対象種として位置づけて、親魚養成、種苗生産および資源添加技術の開発を進めてきた。1985年に初めて受精卵を得ることに成功し、1986年には種苗生産に成功するとともに、生産した種苗を利用した放流試験も併せて開始した。種苗の放流量は年々増加し、1990年からは北海道厚岸湾を放流海域として毎年約2万尾の種苗を放流するようになってきた。その結果、放流魚は放流直後または初秋から冬期にかけて厚岸湾外に移動し、翌年の春湾内や厚岸湖内に戻り、2歳魚までは深浅移動をするが、3歳魚では厚岸湾に戻る傾向がなくなることで、および放流翌年に全長25 cm、2年後に35 cm、3年後に40 cmに成長することが明らかになってきた。しかしながら、さらに放流効果を向上させるには放流魚の減耗要因を明らかにし、減耗を防止する技術開発を行う必要がある。

現在、海産魚類の放流後の減耗要因は漁獲によるものを除くと被捕食、飢餓および逸散によるものと考えられているが、一般的に逸散を除くと飢餓よりは被捕食によるものが最も多いとされている¹⁾。

日本における最も重要な栽培漁業対象種の一つであるヒラメ *Paralichthys olivaceus* では、放流初期の減耗要因としての重要性から SEIKAI *et al.*²⁾ が、実験室において

エビジャコ *Crangon affinis* による着底直後の稚魚の捕食実験を行い、標準体長25 mm以下の個体が捕食されることを報告している。また、山下ら³⁾ は天然において全長10 cm以下の放流した種苗がアイナメ *Hexagrammos otakii* および大型のヒラメにより捕食されていること、および実験室においてアイナメと大型ヒラメによる被捕食実験を行い、全長12 cm以下の個体が捕食されることを報告している。さらに、NOICHI *et al.*⁴⁾ は天然海域の着底場では標準体長13 mm以下の稚魚が捕食されやすいことについて報告している。また、カレイ目魚類全般に関して南⁵⁾ が日本海産のものについて、幼稚仔魚がその成育場において捕食されていること、最大で体長19 cmのソウハチ *Cleisthenes pinetorum herzensteini* が捕食されていることを報告している。

また、厚岸湾で放流したマツカワの再捕率は厚岸湾周辺海域でその9割以上を占めることから、逸散による減耗は考えにくいこと、および放流3日後に再捕されたマツカワがすでにアミ類を摂餌していたことが確認されていることから、飢餓による減耗も考えにくい。

以上のことから、ヒラメと同様に本種においても放流した種苗が被捕食により減耗していることが容易に推察できる。また、現在放流を行っている厚岸湾において、アイナメかご網による漁獲試験を行ったところ、放流魚と同時にカジカ類、アイナメ類が混獲された。このことからそれらの魚類による捕食の可能性が示唆されている⁶⁾ が、今のところ捕食の事実は確認されていない。

^{*1} 日本栽培漁業協会厚岸事業場 〒088-11 北海道厚岸郡厚岸町筑紫恋 2-1 (Japan Sea-Farming Association Akkeshi Station, Tsukushikoi, Akkeshi, Hokkaido 088-11, Japan)

したがって、厚岸湾に本種を捕食する魚類が生息しているのか、また、捕食魚と被捕食魚の大きさが捕食にどのように関係しているのかを把握することを目的として、1993年8月18日から11月11日に捕食試験を実施した。その結果、若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

供試魚 試験に供したマツカワは、当场で養成していた親魚から人工授精により得られた卵をふ化させて生産された平均全長 40 mm (27.6 mm～51.9 mm), 55 mm (33.9 mm～69.3 mm), 80 mm (44 mm～105 mm) および 110 mm (77 mm～123 mm) サイズの 4 群である。これらのうち 40 mm, 55 mm サイズは 4 月 25 日にふ化した仔魚を用いて種苗生産し、0.5 m³ 水槽で配合飼料を給餌して飼育していたマツカワの中から、捕食試験実施時に大型魚と小型魚を選別して試験に供した。また、80 mm, 110 mm サイズは 4 月 22 日にふ化した仔魚を用いて種苗生産し、4 m³ 水槽で配合飼料を給餌して飼育していたマツカワの平均全長が、それぞれのサイズに達した段階で試験に供した。

試験に供した捕食魚は、厚岸湾に生息し、放流調査より捕食の可能性があると考えられるエゾアイナメ *Hexagrammos stelleri*, スジアイナメ *H. octogrammos*, シモフリカジカ *Myoxocephalus brandti*, オクカジカ *M. jaok*, ナガガジ *Zoarces elongatus* およびムロランギンボ *Opisthocentrus dybowskii* である。なお、試験に供した捕食魚はアイナメかご網による漁獲試験により採集し、当场の水槽で 2 週間以上冷凍のオキアミまたはキュウリウオを給餌して飼育し、陸上水槽において摂餌が確認された個体とした。なお、捕食試験に供する際には、2 日前から給餌を行わなかった。また、捕食試験に使用した捕食魚は試験終了後に胃内容物を調査したため、同一の個体を複数回使用することはなかった。

方法 放流時の厚岸湾の水温である 15°C の水温設定を行ったウォーターバス (8.8×7.0×0.5 m) を用意し、バス内にコンクリートブロックを積み上げてビニールシートを張った水槽 (1.85×1.85×0.4 m: 底面積 3.4 m²) 2 面を設置した。水槽内には事業場地先から入手した細砂を 5 cm の厚さに敷きつめた。また、試験期間中はろ過海水を使用し、3 回転/日の流水で飼育した。なお、バスの上面と周囲は遮光率 95% の寒冷紗で覆い、直射日光の照射を避けた。

それぞれの大きさのマツカワを、肉眼で有眼側の体色が正常な個体と異常な個体に分け、それぞれ 50 尾ずつ合計 100 尾の全長を測定 (40 mm, 55 mm サイズでは実施しなかった) し、1 水槽に収容 (収容密度 29.2 尾/m²) した。なお、体色が異常な個体は、いわゆる白化部分が有眼側全体の半分以上をしめる個体がほとんどであった。また、捕食の可能性があると考えられるエゾアイナ

メ、スジアイナメ、シモフリカジカ、オクカジカ、ナガガジおよびムロランギンボのうち、4～6 尾を 1 水槽に収容 (収容密度 1.2～1.8 尾/m²) し、設定水温のまま 1～3 日飼育した。なお、試験期間が短期間であったためマツカワに対する給餌は行わなかった。試験は全長 40 mm, 55 mm サイズでそれぞれ 2 回、80 mm サイズで 13 回および 110 mm サイズで 4 回実施した。

試験終了時に捕食魚とすべてのマツカワを取り揚げ、捕食魚については全長、体重、上顎長を測定し、胃内容物については重量の測定 (全長 40 mm および 55 mm サイズでは行わなかった) と胃内容物の観察を行い、平均捕食数を (捕食されたマツカワ数) ÷ (捕食試験に供試した捕食魚数) で、胃内容物重量指数を (胃内容物重量) ÷ (捕食魚の胃内容物重量を減じた体重) × 100 で算出した。マツカワについては、取り揚げた全個体の全長を測定した。また、マツカワの被捕食率を (収容尾数 - 取り揚げ尾数) ÷ (収容尾数) ÷ (マツカワを捕食した捕食魚の尾数) ÷ (飼育日数) × 100 で算出した。

天然海域における捕食の状況 放流後の追跡調査の一環として、9 月 9 日に行った曳き網調査と捕食試験に供する魚を採集するためのアイナメかご網 (冷凍の南極オキアミおよびコマイを餌料とした) により、8 月 31 日から 9 月 13 日までに採集した捕食魚と考えられる魚類の一部について、採集後実験室に持ち帰り、全長、体重を測定した後解剖し、胃内容物重量の測定と胃内容物の観察を行い、胃内容物重量指数を (胃内容物重量) ÷ (胃内容物重量を減じた体重) × 100 で算出した。

結 果

供試魚の捕食試験水槽における行動 供試したマツカワは、全長 40 mm および 55 mm サイズでは一部の個体が水面をふらふらと泳ぐことが観察されたが、ほとんどの個体は直ちに潜砂した。また、全長 80 mm および 110 mm サイズではすべての個体が直ちに潜砂した。

捕食魚はシモフリカジカとオクカジカの一部で潜砂する個体が確認されたが、ほとんどの個体と他の魚種ではコンクリートブロックに身を寄せる行動が観察された。

また、観察を行った日没までの間に捕食行動は確認されなかった。

捕食魚の確認 表 1 に捕食魚ごとの捕食状況の概要を示した。捕食されたマツカワ数は体色正常魚と異常魚の値を加算して示した。全長 40 mm サイズでは 2 回の試験を行い、供したすべてのエゾアイナメ、シモフリカジカで捕食が確認され、1 尾あたりの平均捕食数は、それぞれ 8.0 尾、4.8 尾であった。しかし、ナガガジ、ムロランギンボでは捕食が確認されなかった。全長 55 mm サイズでも 2 回の試験を行い、供したすべてのエゾアイナメ、シモフリカジカで捕食が確認された。1 尾あたりの平均捕食数は、それぞれ 4.5 尾、7.0 尾であった。しかし、

表 1. マツカワ被捕食試験における捕食魚ごとの捕食状況

マツカワの全長	試験回数	捕食魚の種類	供試尾数	供試魚の全長 (mm)	捕食確認尾数	捕食割合* ¹ (%)	捕食されたマツカワ数	平均捕食数* ² (範囲)	平均胃内容物重量指数* ³ (範囲)
40 mm	2	エゾアイナメ	2	242-262	2	100.0	16	8.0 (6-10)	—
		シモフリカジカ	4	229-258	4	100.0	19	4.8 (1-14)	—
		ナガガジ	1	346	0	0.0	0	0.0	—
		ムロランギンボ	1	433	0	0.0	0	0.0	—
55 mm	2	エゾアイナメ	2	233-284	2	100.0	9	4.5 (4-5)	—
		シモフリカジカ	5	218-267	5	100.0	35	7.0 (1-19)	—
		ムロランギンボ	1	288	0	0.0	0	0.0	—
80 mm	13	エゾアイナメ	6	253-332	0	0.0	0	0.0	0.00
		シモフリカジカ	38	162-259	22	57.9	39	1.0 (0-3)	3.48 (0-13.24)
		ナガガジ	2	325-356	0	0.0	0	0.0	0.00
		スジアイナメ	2	242-271	1	50.0	1	0.5 (0-1)	0.56 (0-0.94)
		オクカジカ	1	186	0	0.0	0	0.0	0.00
110 mm	4	シモフリカジカ	20	217-292	13	65.0	20	1.0 (0-3)	6.00 (0-20.56)
全 体	21	エゾアイナメ	10	233-332	4	40.0	25	2.5	—
		シモフリカジカ	67	162-292	45	67.2	118	1.8	—
		ナガガジ	3	325-356	0	0.0	0	0.0	—
		ムロランギンボ	2	288-433	0	0.0	0	0.0	—
		スジアイナメ	2	242-271	1	0.5	1	0.5	—
		オクカジカ	1	186	0	0.0	0	0.0	—

*¹ 捕食確認尾数÷供試尾数×100 で示す。*² 捕食されたマツカワ数÷供試尾数で示す。*³ 胃内容物重量÷体重×100 で示す。

ムロランギンボでは捕食が確認されなかった。

全長 80 mm サイズでは 13 回の試験を行い、スジアイナメは 2 尾のうち 1 尾が、シモフリカジカでは 38 尾のうち 22 尾での捕食が確認され、1 尾あたりの平均捕食数はそれぞれ 0.5 尾 (0~1), 1.0 尾 (0~3) であった。また、平均胃内容物重量指数はそれぞれ 0.56 (0~0.94), 3.48 (0~13.24) であった。しかし、エゾアイナメ、ナガガジでは捕食が確認されなかった。

全長 110 mm サイズではシモフリカジカのみを供して 4 回の試験を行い、20 尾のうち 13 尾での捕食が確認された。また、1 尾あたりの平均捕食数は 1.0 尾であった。また、平均胃内容物重量指数は 6.00 (0~20.56) であった。

体色とサイズに対する捕食率 表 2 にマツカワの被捕食状況の概要を示した。全長 40 mm サイズでは、マツカワの被捕食率は体色正常個体で 0.7~1.0%, 異常個体では 4.9~7.5% で、2 回の試験では正常個体も異常個体も捕食されていることが確認された。全長 55 mm サイズでも合計 2 回の試験を行い、マツカワの被捕食率は体色正常個体で 1.4~3.5%, 異常個体では 3.1~5.2% で、全長 40 mm サイズと同様に 2 回の試験では正常個体も異常個体も捕食されていることが確認された。

全長 80 mm サイズでは合計 13 回の試験を行い、各試験におけるマツカワの被捕食率は体色正常個体で 0~1.5%, 異常個体で 0~2.5% で、まったく捕食されなかった試験事例は正常個体で 3 回、異常個体で 4 回確認された。全長 110 mm サイズでは合計 4 回の試験を行い、マツカワの被捕食率は体色正常個体で 0~2.0%, 異

常個体で 0~1.7% で、まったく捕食されなかった試験事例は正常個体で 2 回、異常個体で 1 回確認された。

表 2 に各サイズにおける体色の違いによる被捕食率とその差の検定結果を示した。全長 40 mm サイズ ($p < 0.005$) および 55 mm サイズ ($0.005 \leq p < 0.010$) では統計的に体色異常個体の方が捕食され易いと判断されるが、80 mm サイズ ($0.500 \leq p < 0.750$) および 110 mm サイズ ($0.500 \leq p < 0.750$) では有意差は認められず、体色正常個体でも異常個体でも捕食され易さに違いはないと判断される。

表 3 に試験に供したマツカワのサイズの違いによる被捕食率の差の検定結果を示した。全長 40 mm と 55 mm サイズの間 ($0.500 \leq p < 0.750$) では、被捕食率に統計的な有意差が認められず、全長 55 mm 以下では捕食され易さに違いは認められないことを示している。その他のサイズ間では、統計的に有意な差が認められ (すべてのサイズ間で $p < 0.005$)、表 3 に示したように全長 80 mm サイズで最も捕食されにくく、次いで 110 mm サイズ、40 mm および 55 mm サイズの順であった。

また、収容時と取り揚げ時に全長を測定した全長 80 mm および 110 mm サイズでは、どの事例においても収容時と取り揚げ時の平均全長の分散比 ($\sigma_1^2/\sigma_2^2 = F$) に統計的な有意差は認められなかった。したがって、試験に供した個体は大きさに規定されず、偏りなく捕食されたものと推定され、試験開始前に想定した群の中の小型個体が、選択的に捕食されるという現象はないものと考えられる。

捕食魚と被捕食魚の大きさの関係 図 1 にマツカワの捕

表 2. マツカワ被捕食試験におけるマツカワの正常個体と異常個体の被捕食状況

サイズ	体色	試験回数	延べ日数	延べ捕食 尾数	収 容		取 り 揚 げ		被捕食率* ¹	χ^2 検定結果* ²
					尾数	平均全長 (mm)	尾数	平均全長 (mm)		
40 mm	正常	2	5	6	100	—	91	34.5–42.6	0.300	有意差あり $p < 0.005$
	異常	2	5	6	100	—	11	38.1–41.8	2.967	
	全体	2	5	6	200	—	102	34.9–42.5	3.267	
55 mm	正常	2	5	7	100	—	68	50.4–55.9	0.914	有意差あり $0.005 \leq p < 0.010$
	異常	2	5	7	100	—	43	46.2–55.5	1.629	
	全体	2	5	7	200	—	111	48.7–55.7	2.543	
80 mm	正常	13	19	23	650	75.9–85.5	632	77.0–86.5	0.041	有意差なし $0.500 \leq p < 0.750$
	異常	13	19	23	650	70.8–82.6	628	72.1–84.1	0.050	
	全体	13	19	23	1300	73.4–84.0	1260	74.6–85.1	0.092	
110 mm	正常	4	4	13	200	109.0–111.4	190	109.2–112.6	0.192	有意差なし $0.500 \leq p < 0.750$
	異常	4	4	13	200	107.0–108.0	188	108.4–110.5	0.231	
	全体	4	4	13	400	108.0–109.6	378	109.9–111.4	0.423	

*¹ %/日/尾で示す。*² 危険率 5% で検定し、有意差の有無と確率を示す。表 3. 各サイズ間の被捕食率*¹ の χ^2 検定*² 結果

サイズ	有意差の有無	差の無い確率
40 mm– 55 mm	有り	$0.500 \leq p < 0.750$
40 mm– 80 mm	無し	$p < 0.005$
40 mm–110 mm	無し	$p < 0.005$
55 mm– 80 mm	無し	$p < 0.005$
55 mm–110 mm	無し	$p < 0.005$
80 mm–110 mm	無し	$p < 0.005$

*¹ %/日/尾で示す。*² 危険率 5% で検定した。

食が確認された魚種の全長と捕食されたマツカワの平均全長の関係を捕食した個体としない個体に分けて示した。エゾアイナメは全長 233 mm 以上で平均全長 34.5～55.9 mm のマツカワを捕食し、全長比は最小で 4.8 であった。しかしながら、全長 80 mm サイズのマツカワに対しては、捕食は確認されなかった。また、捕食されたマツカワと捕食したエゾアイナメの全長の間に明瞭な関係は認められなかった。

シモフリカジカは全長 186 mm 以上で平均全長 34.5～112.6 mm のマツカワを捕食し、全長比は最小で 2.0 で、その比はエゾアイナメより小さい。また、捕食されたマツカワと捕食したシモフリカジカの全長の間に明瞭な関係は認められなかった。さらに、全長 80 mm 以上のマツカワに対して、シモフリカジカの全長の違いによる被捕食率の違いも認められなかった。

図 2 にマツカワの捕食が確認された魚種の上顎長と捕食されたマツカワの平均全長の関係を捕食した個体としない個体に分けて示した。エゾアイナメは上顎長 18.3 mm 以上で平均全長 34.5～55.9 mm のマツカワを捕食し、その比は最小で 0.39 であった。シモフリカジカは上顎長 28.9 mm 以上で平均全長 34.5～112.6 mm のマツカワを捕食し、その比は最小で 0.29 であり、エゾアイナメ

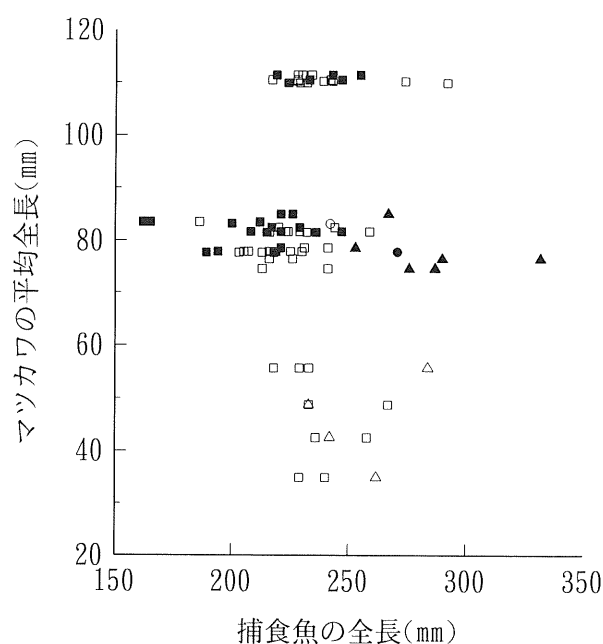


図 1. 捕食魚とマツカワの全長の関係

より短い上顎長で同サイズのマツカワを捕食していた。
天然海域における捕食の状況 表 4 に曳き網調査とアイナメかご網により 8 月 31 日から 9 月 13 日までに採集したムロランギンボ 4 尾、シモフリカジカ 32 尾、エゾアイナメ 3 尾およびナガガジ 14 尾のうちカレイ科魚類の稚魚を摂餌していた個体の摂餌状況を示す。ムロランギンボおよびナガガジではすべての個体で、シモフリカジカ

表 4. 厚岸湾における試験操業により採集した魚類の摂餌状況（抜粋）

魚 種	月日	採集方法	全長 (cm)	体重 (g)	胃内容物 重量 (g)	胃内容物 重量指数*	胃 内 容 物
シモフリカジカ	9.9	曳き網	21.6	169	4.89	2.98	エビ, シオムシ, アミ, クロガレイ 2
エゾアイナメ	9.9	曳き網	28.1	320	11.71	3.87	クロガレイ, マツカワ, ホッカイベ

* 胃内容物重量÷体重×100 で示す。

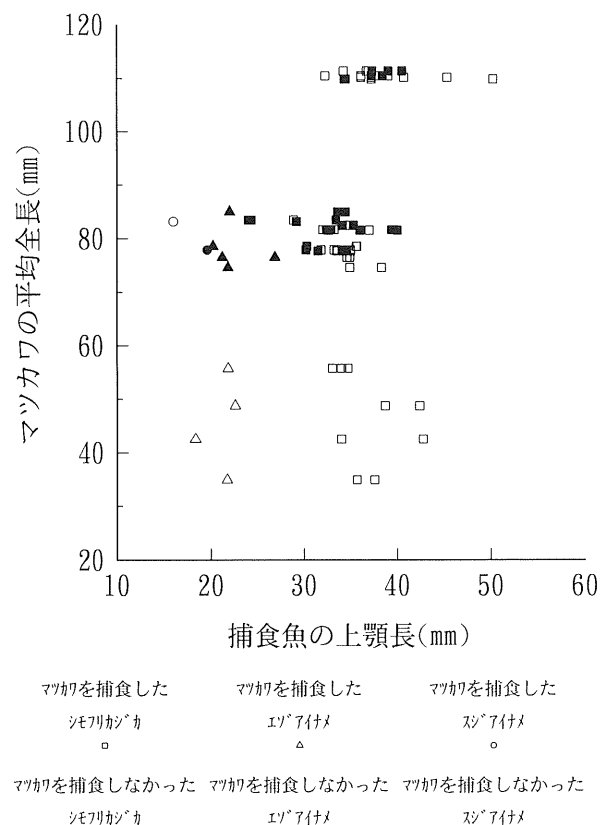


図 2. 捕食魚の上顎長とマツカワの全長の関係

とエゾアイナメでは1尾を除いて胃内容物としてカレイ科魚類の稚魚はみられなかったが、表4に示すとおり、シモフリカジカにはクロガレイ *Pleuronectes obscurus* の稚魚が、エゾアイナメには放流したマツカワとクロガレイの稚魚が捕食されていた。このことは、この2種が天然海域においてもマツカワを捕食する主要な捕食魚であることを示唆している。

考 察

マツカワの捕食が確認された魚種のうち、エゾアイナメは全長40mmサイズのマツカワを最大で10尾捕食した個体が確認されるとともに、天然海域においても放流したマツカワを捕食していることが確認された。また、エゾアイナメは岩手県沿岸におけるヒラメ放流種苗の主要な捕食魚と考えられているアイナメ³⁾と同属の魚種であるため、放流効果に影響を与える主要な捕食魚である可能性が高い。しかし、捕食試験では全長80mmサイズ

のマツカワを捕食している個体は観察されていない。このことは、エゾアイナメが9月上旬から産卵期に入り、試験を行ったのが9月下旬であったため、試験に供したすべての個体の卵巣が増大し、このため卵巣が胃を圧迫して、摂餌がしにくい状態になっていたものと考えられる。

スジアイナメは全長80mmサイズのマツカワを捕食したが、今回実施したアイナメかごでは採集されたものの曳き網調査では1尾も採集されなかったことから、放流試験を実施している厚岸湾海域では、本種の生息数はそれほど多くないものと考えられ、捕食魚ではあるもののエゾアイナメほど主要な捕食魚にはなりにくいものと推察される。

シモフリカジカは全長40mm, 55mm, 80mm および110mmサイズのマツカワを捕食することが確認されるとともに、全長55mmサイズのマツカワを1尾当たり19尾を捕食している個体も確認された。また、シモフリカジカは厚岸湾や厚岸湖にごく普通に見られ、資源量が極めて多いと考えられる魚種であることや、天然海域においてもマツカワ放流種苗とほぼ同サイズのクロガレイ稚魚を捕食していることが確認されたことから、放流効果に影響を与える主要な捕食魚である可能性が高い。オクカジカについては、捕食魚であることは確認できなかったものの、シモフリカジカと同属の魚類であり捕食魚の可能性はある。しかし、スジアイナメと同様に曳き網調査では採集されず、生息数がそれほど多くないものと考えられることから、主要な捕食魚とは考えにくい。

ナガガジについては、マツカワの捕食が確認されなかった。また、ナガガジは卵胎性魚であり年周期的な生殖生態を持つことが報告⁷⁾されていることから、8~9月に交尾した後、9月に排卵されて卵発生を開始するとともに、生殖腺重量指数が急激に増加し胃を圧迫することから、摂餌ができにくい状態となることが考えられる。このことから、マツカワの放流初期の減耗に与える影響は少ないものと推察される。

体色異常による被捕食率は、平均全長40および55mmサイズにおいては、統計的に体色異常個体の方が高いが、80mmおよび110mmサイズにおいては有意差は認められず、体色正常個体でも異常個体でも捕食され易さに違いは認められない。現在の放流試験においては、全長80mmサイズで放流を実施しており、このサイズでは体色の違いによる捕食され易さに違いがなかったことから、捕食に対する種苗性の条件として体色は無関係

であることが考えられる。しかしながら、全長 40 mm および 55 mm サイズでは体色異常個体の方が捕食され易かったこと、および、首藤ら⁹⁾がヒラメにおける調査結果で、体色異常個体の減耗が正常個体より大きいことを報告していることから、放流サイズの小型化にむけて、体色正常個体を生産するための技術開発はきわめて重要である。また、捕食され易さを捕食者による発見され易さと考え、異体類の生態的特徴である潜砂行動は、発見され易さを低下させる重要な行動と考えられ、放流種苗の潜砂状況の確認や潜砂能力を付与させる技術の早急な開発が必要である。

サイズによる被捕食率は、全長 40 mm と 55 mm サイズの間では、統計的に有意差が認められず、全長 55 mm 以下の個体では捕食され易さに違いがないと判断される。その他のサイズ間では統計的に有意差が認められ、全長 80 mm サイズで最も捕食されにくく、次いで 110 mm サイズ、40 mm および 55 mm サイズの順であった。一般に大きい個体ほど捕食されにくいと考えられ、今回の試験では、それとは異なる結果となったが、これは表 1 に示したとおり 80 mm サイズに供したシモフリカジカの大きさが 110 mm サイズに供したものより小さかったこと、試験時期が 2 カ月あまり異なることによる捕食魚の活力の違い、捕食魚の種類の違い等の影響によるものと考えられる。また、110 mm サイズでも捕食されることが確認されたことから、放流サイズの大型化は放流効果の向上に必ずしも寄与しない可能性が示唆された。

図 3 に捕食魚の全長と上顎長の関係を示した。個体数の多いシモフリカジカとエゾアイナメについては、一次回帰式を求め、それぞれ $Y = -4.29 + 0.17X$ ($r = 0.90$: 有意水準 1%), $Y = 1.54 + 0.08X$ ($r = 0.68$: 有意水準 5%) であった。この二つの一次回帰式について、共分散分析により回帰係数の差を検定すると有意差は認められない(両側検定で $0.4 \leq p < 0.5$)。しかし、回帰切片の差の検定では、統計的に有意差が認められ(両側検定で $p < 0.005$)、二つの回帰直線は同一の回帰直線とはみなせない。したがって、同一全長においては上顎長はシモフリカジカで長く、エゾアイナメで短いことになる。6 魚種についての傾向はカジカ類で最も長く、続いてアイナメ類とナガガジ、最も短いのがムロランギンポであった。このことから同サイズのマツカワを物理的に捕食し易い同サイズの捕食魚はカジカ類、アイナメ類の順と考えられるが、図 1, 2 に示すとおり同サイズのマツカワを捕食したシモフリカジカとエゾアイナメでは全長範囲に重なりが見られるものの、上顎長では明らかにエゾアイナメが小さく、口の大きさのみが捕食に影響しているのではないと考えられた。

表 4 に示したように、天然海域では放流したマツカワとクロガレイ稚魚がシモフリカジカとエゾアイナメに捕食されており、この 2 種が天然海域においてもマツカワを捕食する主要な捕食魚である可能性がある。しかしな

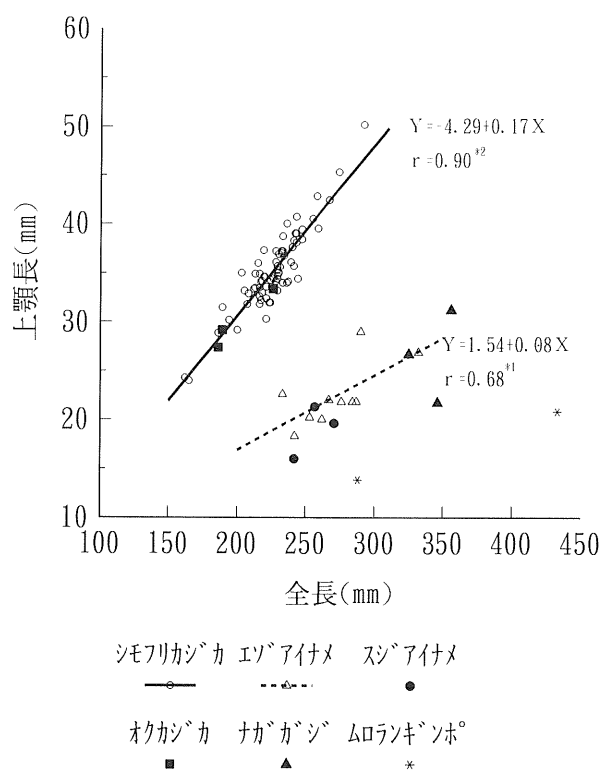


図 3. 捕食魚の全長と上顎長の関係
 *¹ 有意水準 5%, *² 有意水準 1%.

がら、その可能性は他の 2 魚種を含めて調査尾数が少ないため、今後さらに調査を進めることが必要である。

また、北海道東部の沿岸には捕食魚の可能性のある大型になるウサギアイナメ *Hexagrammos lagocephalus*, ギスカジカ *Myoxocephalus stelleri*, エゾクサウオ *Liparis agassizii* およびナガツカ *Stichaeus grigorjewi* 等が生息⁹⁾しているほか、放流時期である 10 から 11 月には主にシシャモ桁曳網漁業により全長 40 cm 以上のオヒョウ *Hippoglossus stenolepis* が水揚げされていることから、これらの魚類による捕食の確認や資源量の把握等が必要である。今後は、これらの調査を進めるとともに、捕食魚の生息数が少なく、マツカワの餌料が豊富な放流適地の探索が必要である。

さらに、マツカワの放流直後を考えると飢餓による運動能力の低下やパニックによる被捕食も充分考えられることや、古田¹⁰⁾が報告したように、ヒラメでは人工稚魚と天然稚魚において餌料生物を捕食するための捕食離底時間が異なっていることから、人工種苗の持つ摂餌行動特性が被捕食の機会を増大させる要因となることも推察される。あわせて古田¹⁰⁾は、天然海域における囲い網による馴致飼育で、飼育密度を低下させることにより捕食離底時間を短くさせ得ることを報告している。したがって、本種においても同様の試験を行い、捕食されにくい放流手法の技術開発が早急に必要である。

謝 辞

本研究を行うに当たって、日本海区水産研究所底魚資源研究室南卓志室長には標本採集および標本の同定のために多大なご協力を頂いた。また、北海道大学大学院水産学研究科の武藤文人氏には標本の同定のために多大なご協力を頂いた。ここに記して深謝の意を表する。

文 献

- 1) 田中 克 (1990) 海産仔魚の摂餌と生残 IX 飢餓から被捕食へ, 海洋と生物, **70**, 385-392.
- 2) SEIKAI T., I. KINOSHITA, and M. TANAKA (1993) Predation by Crangonid Shrimp on Juvenile Japanese Flounder under Laboratory Conditions, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**, 321-326.
- 3) 山下 洋・山本和稔・長洞幸夫・五十嵐和昭・石川 豊・佐久間修・山田秀秋・中本宣典 (1993) 岩手県沿岸における放流ヒラメ種苗の被食, 水産増殖, **41**, 497-505.
- 4) NOICHI T., M. KUSANO, T. KANBARA, and T. SENTA (1993) Predation by Fishes on Larval and Juvenile Japanese Flounder at Yanagihama Beach, Nagasaki, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**, 1851-1855.
- 5) 南 卓志 (1986) 日本海産カレイ目魚類幼稚仔魚の被食事例, 日本海区水産研究所報告, **36**, 39-47.
- 6) 成生正彦 (1994) IV 資源添加技術開発の概要 K-13 マツカワ. 平成 4 年度日裁協事業年報, 277-279.
- 7) 古屋康則・尾原佐知子・池内俊貴・足立伸次・松原孝博・山内皓平 (1993) 胎性硬骨魚ナガガジ *Zoarces elongatus* Kner 雌の生殖周期, 北海道区水産研究所研究報告, **57**, 9-20.
- 8) 首藤宏幸・後藤常夫・池本麗子・富山 実・畔田正格 (1992) 志々伎湾におけるヒラメ放流種苗の減耗過程, 西海区水産研究所報告, **70**, 29-37.
- 9) 松浦啓一・矢部 衛・新井良一 (1993) 北海道東部の沿岸性魚類, 国立科学博物館専報, **26**, 125-134.
- 10) 古田晋平 (1991) 捕食離底時間からみたヒラメ放流用種苗の短期馴致効果, 栽培技研, **19**, 117-125.