

クロダイ種苗の放流サイズと食害

山元 宣征・岩佐 秀一・立石 賢・池田 義弘・森 勇

Relation between Reared Fry Size of Black Sea Bream, *Mylio macrocephalus*,
and Mortality by Predation after Stocking in Ohmura Bay

Nobuyuki YAMAMOTO, Hideichi IWASA, Masaru TATEISHI,

Yoshihiro IKEDA and Isamu MORI

魚類の放流種苗サイズの決定には、放流場所、放流密度、輸送方法などの問題もあるが、放流後の成長や生残りを直接左右する摂餌能力や害敵生物からの逃避能力など、放流種苗そのものの資質も重要である。とくに逃避能力は、減耗要因の一つである食害と密接に関連し、その能力は、遊泳力の発達した大型種苗ほど大きいと考えられる。一方、小型サイズでの放流は、生産費や輸送費が安価で、そのうえ小型個体ほど天然への適応能力の高いことがマダイ種苗で知られている^{1,2)}。これらのことから、放流種苗は、食害をうけにくい大きさの範囲でより小型のものが望ましいと考えられ、そのサイズの検討については、放流種苗の大きさと食害の関係を明らかにすることが重要と思われる。

そこで、著者らは長崎県のほぼ中央部に位置する大村湾で、尾又長 10.6 ~ 49.5 mm のクロダイ人工種苗 17,500 尾を 4 段階の大きさに分けて放流し、放流当日の地曳網操業で得られた漁獲物のクロダイ捕食状況から、放流種苗サイズと食害の関係について検討したので、その結果を報告する。

材料と方法

実験水域の概要を図 1 に、放流の概要を表 1 に示した。1981 年 6 ~ 7 月に、村松湾のアマモ場水域 (ST.A) および貧海藻水域 (ST.B) の 2 ケ所へ、平均尾又長 13.2, 19.4, 25.0, 37.8 mm の 4 段階の大きさに分けたクロダイ人工種苗計 17,500 尾を放流した。放流種苗は、長崎県栽培漁業センターで生産されたものである。

地曳網操業の実施状況を表 2 に示した。操業は、捕食魚の逸散や被食クロダイの消化時間および夜行性捕食魚の活動時刻を考慮して、放流から 1.5

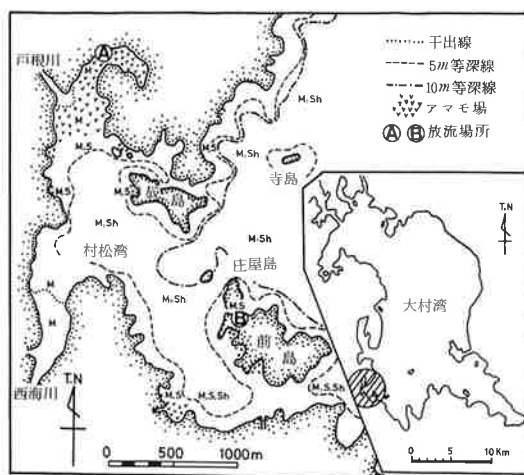


図 1 実験場所と地形

表1 放流尾数と放流サイズ

調査 回次	月日	放流尾数(尾)		平均尾 叉長(mm)	備 考
		ST.A	ST.B		
1	6.18	2,500	2,500	13.2	輸送当日放流
2	26	2,500	2,500	19.4	〃
3	7.8	2,500	2,500	25.0	輸送翌日放流
4	17	0	2,500	37.8	輸送当日放流
計		7,500	10,000		トラック輸送 2~2.5時間

時間経過後と日没後に、地曳網(浮子網長22.5m、袖丈2.3m、身網目合30節)を用いて行った。また夜間のウナギの採捕には、補助的にアナゴ籠も使用した。

得られた漁獲物は、現場で直ちに10%ホルマリン海水で固定し、実験室へ持ち帰った後、胃内容物を調べて食害の有無を判定した。被食クロダイの全長(TL)から尾又長(FL)への変換は、別に求めた人口採苗魚のTL-FL関係式^{*1}によった。

表2 放流時刻と操業時刻

St	調査 回次	使用 漁 具		放 流 時 刻	地 曳 網 操 業 時 刻		備 考
		地曳網	アナゴ籠		昼	夜	
A	1	○		13.40-13.50	15.20-15.30	20.20-20.30	アナゴ籠は夜に5個使用
	2	○		13.25-13.30	15.00-15.10	20.45-20.55	
	3	○	○	12.10-12.20	14.00-14.10	21.10-21.20	
	4	-	-				
B	1	○		14.25-14.30	16.00-16.40	21.10-21.20	各回次とも昼は2回操業 アナゴ籠は夜に5個使用
	2	○		14.10-14.15	15.40-16.25	20.00-20.10	
	3	○	○	13.10-13.15	14.50-15.35	20.30-20.40	
	4	○		12.10-12.20	13.50-14.20		

注) 調査日の日の入りは19時31分~19時33分

結果と考察

捕食魚種 地曳網操業によって得られた調査場所の出現魚類を表3に示した。出現魚類は22科36種で、個体数において小型種が優勢であった。これら魚種のうちクロダイ捕食種は、ダイナンギンポ、スジハゼ、ウロハゼ、メバル、タケノコメバル、クジメ、アイナメ、アサヒアナハゼの5科8種であった。

捕食種の胃内容物組成を表4に示した。これらの魚種は、その胃内容物から推測して、通常は稚

エビ、端脚類、等脚類、アミ類、橈脚類などの小型甲殻類を主餌料としているものと思われる。しかしながら、クジメ以外の魚種でその8~50%が魚類を摂餌していたことや、6月16日の予備調査で、全長64mmのアサヒアナハゼが全長16mmのクロダイ稚魚1尾を捕食していた事例がみられたことから、天然においてもクロダイ稚魚と前記捕食種との間で、Prey-predator関係が成立していることが推察される。

これまでにクロダイが捕食された記載例はみあたらないが、クロダイと発育段階の過程が比較的に類似したマダイの捕食種については、林・山口³⁾

*1 $TL=1.080FL-0.456$ ($r=0.999$), $11.0 \leq TL \leq 53.0$

によるマエソ、横田⁴⁾によるホシエソ、松宮ら⁵⁾によるマエソ・クロアナゴ・マアナゴ・カサゴ・トカゲゴチ・アナハゼ、尾形ら⁶⁾によるマトウダイ・アイナメ・オニオコゼ・アナハゼ・アサヒアナハゼなどの報告がある。村松湾での1979年⁷⁾、1980年^{*2)}の調査および本調査では、これらマダイ捕食種のうち先にふれたアイナメ、アサヒアナハゼのほかは出現しなかったが、マアナゴは隣接水域で漁獲されており、前述のマダイの知見に照らして、クロダイ放流種苗の食害種となる可能性は否定できない。そのほか、ウナギ、スズキ、マハゼ成魚も魚食性を有することから食害種とみなされる。

捕食尾数と捕食率 魚種別の捕食クロダイ数を表5に示した。1個体当りの最多捕食尾数は、アサヒアナハゼ23尾、タケノコメバル15尾、アイナメ5尾、スジハゼ4尾、ダイナンギンポ・ウロハゼ・メバル・クジメ各1尾で、アサヒアナハゼとタケノコメバルの場合が顕著であった。

表3 調査場所の出現魚類

魚種	St.		A			B			
	回次	昼夜	1	2	3	1	2	3	4
	昼夜	昼夜	昼夜	昼夜	昼夜	昼夜	昼夜	昼夜	昼
コノシロ					○ ○				
サッパ				○ ○					○
カタクチワシ					●				
カワムツ				○					
フナ				○ ○					
ゴンズイ					○			○	
ウナギ					○			○	
ダツ							○		○
サヨリ		○	○ ○		○				
ヨウジウオ	○		○ ○			○			
タツノオトシゴ			○ ○		○ ○				○
トウゴロウイワシ	● ●		○ ○			○ ●	● ●		●
ボラ			○						
セスジボラ	○ ○		○						○
スズキ					○ ○				
キス	○		○ ○		○ ○		○	○ ○	○
クロダイ(1年魚)			○ ○		○ ○		○		
ネズミゴチ	○ ○		○ ○		○ ○	○ ○			○ ○
*ダイナンギンポ					○	○ ○	○ ○	○ ○	
ギンポ							○		
ムスジガジ					○				
*スジハゼ	○ ●	● ●	● ●		○ ●	● ●	● ●	● ●	●
ヒメハゼ	○ ○	○ ●			○	○ ○	○ ○	○ ○	●
マハゼ	● ●	● ●	○ ●		○ ●	○ ○	○ ○	○ ●	○
*ウロハゼ	○ ○	○ ○			○		○ ○	○ ○	○
ニクハゼ	● ●	● ●	● ●		● ●	● ●	● ●	● ●	●
アゴハゼ	○ ○	● ○			○ ○			○ ○	○
アミメハギ	● ○	○ ○	● ○		○ ●	○ ○		○ ○	●
クサフグ			● ○		○ ○	○ ○	○ ●	● ●	○
マフグ					○				
ヒガンフグ	○ ○		○ ○		○ ●	○ ○		○ ○	○
*メバル	○ ●	○ ●	○ ●		○ ●	● ●	● ●	● ○	○
*タケノコメバル	○		● ○		○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○
*クジメ						○	○	○	
*アイナメ	○ ○	○ ○	○ ○		○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○
*アサヒアナハゼ	● ●	○ ○	● ○		○ ●	● ●	○ ○	● ●	●

注) *: クロダイ捕食魚種 ●: 出現個体数の上位5種

*2 長崎県水試：未発表

表4 クロダイ捕食魚種の胃内容物

(単位：%)

魚種	ダイナン ギンポ	スジ ハゼ	ウロ ハゼ	メバル	タケノコ メバル	クジメ	アイ ナメ	アサヒ アナハゼ
摂餌個体数尾	8	12	8	140	21	12	45	137
空胃個体数尾	7	3	5	61	12	0	0	1
魚類	38	8	50	16	43		29	29
(十脚類)								
長尾類	13		50	11	14	8	13	20
異尾類							20	
短尾類	25				5		4	
(端脚類)								
ヨコエビ	38	33		49	67	100	91	51
ワレカラ				6	10	58	29	50
等脚類	38			5	10	50	29	4
タナイス類							2	1
クマ類				3			2	
アミ類				24	33	8	44	46
橈脚類		50		41			9	5
介形類	13			7		25	9	1
枝角類				29				
(貝類)								
巻貝		25		1		17	7	
二枚貝	13							
多毛類				8		25	4	1
魚卵						33	20	2
その他の卵				1		8	2	
海藻片	13					17	11	6
不明消化物	13	50		16	5	42	18	11

捕食種の全長範囲とクロダイ

イ捕食率(捕食個体数×100/出現個体数)を表7に示した。捕食率は、アサヒアナハゼが29.3%で最も高く、他はタケノコメバル13.9%、ダイナンギンポ・ウロハゼ・クジメ・アイナメ4.8~8.3%、スジハゼ・メバル1%以下であった。これらクロダイ捕食率と表4に示した魚類捕食率との傾向は必ずしも一致せず、魚種間での差の原因は明らかでなかった。また、クロダイ種苗の放流時にすでに活発な捕食行為が観察されたアサヒアナハゼの捕食率は、予備調査での天然状態における捕食率1.1%の約30倍であった。種苗放流後に捕食率が高くなったことは、放流によって限られた水域に天然以上の高密

注) 試料には、クロダイ捕食個体を除いた事前調査および第1次~第2次調査の採捕魚を用いた。

胃内容物は、摂餌個体数に対する各餌料種類の出現頻度で表わした。

夜間操業で採捕された魚食性魚種の個体数とクロダイ捕食状況を表6に示した。夜間活動性とみなされる魚種の採捕は少なく、漁獲されたウナギ10尾もクロダイを捕食していなかった。また、ウロハゼ、メバル、タケノコメバル、アサヒアナハゼの捕食魚4種は、採捕時刻と被食クロダイの消化の程度から推測して、そのほとんどが夜間に捕食したとは考え難かった。ちなみに被食クロダイの消化の程度は、松宮ら⁵⁾の分類の消化度Ⅲに相当する頭部または腹部の一部が消化した個体が多かった。

表5 魚種別の捕食クロダイ数

魚種	捕食 個体数(尾)	被食クロ ダイ数(尾)	1個体当り捕 食クロダイ数(尾)	
			範囲	平均
ダイナンギンポ	1	1	1	1
スジハゼ	2	5	1-4	2.5
ウロハゼ	1	1	1	1
メバル	1	1	1	1
タケノコメバル	10	32	1-15	3.2
クジメ	1	1	1	1
アイナメ	5	14	1-5	2.8
アサヒアナハゼ	90	231	1-23	2.6

表6 夜間操業で採捕された魚食性魚種のクロダイ捕食率

魚種	出現個体数(尾)	捕食個体数(尾)	捕食率(%)
ウナギ	10	0	0
スズキ	1	0	0
ダイナンギンポ	5	0	0
スジハゼ	848	0	0
マハゼ	83	0	0
ウロハゼ	14	1	7.1
メバル	231	1	0.4
タケノコメバル	22	3	13.6
クジメ	1	0	0
アイナメ	23	0	0
アサヒアナハゼ	51	13	25.5

表7 クロダイ捕食魚種の体長および捕食率

魚種	出現個体		捕食個体		捕食率(%)
	個体数(尾)	全長範囲(mm)	個体数(尾)	全長範囲(mm)	
ダイナンギンポ	21	251-86	1	151	4.8
スジハゼ	1,082	73-13	2	61-60	0.2
ウロハゼ	21	210-106	1	142	4.8
メバル	857	147-47	1	134	0.1
タケノコメバル	72	183-49	10	170-61	13.9
クジメ	12	178-84	1	95	8.3
アイナメ	78	151-91	5	126-108	6.4
アサヒアナハゼ	307	93-45	90	90-51	29.3

度の分布域が形成されて、捕食をうけやすい状態が作り出された結果と考えられる。このことは、被食種の生息密度に比例して、捕食の機会が増大することを示唆しているものと思われる。松宮ら⁵⁾も天然マダイの調査のなかで、マダイ稚魚の生息量が多い年、場所、および季節には、多くの

の個体が捕食されていたことを報告している。

藻場と非藻場の比較 第1次調査から第3次調査までの昼間操業で得られた試料による、アマモ場水域(St.A)と貧海藻水域(St.B)との被食状況の比較を表8に示した。後者において捕食種数、捕食個体数、被食クロダイ数ともに多く、アマモ場水域の2.5倍、5.0倍および5.2倍であった。捕食率についても貧海藻水域の方が高く、アサヒアナハゼの例では、アマモ場水域で32%、貧海藻水域で51%であった。

大島⁸⁾は藻場の存在意義の一つに、魚類にとって害敵からの逃避場所となることをあげており、本調査の結果は同様のことを示唆していると思われる。このことから、アマモ場がクロダイ放流種苗にとっても、食害種からの逃避場所として機能していることがうかがえる。

種苗サイズと被食 捕食種のなかで捕食率が最も高く、比較的採捕尾数が多かったアサヒアナハゼの全長と被食クロダイの全長との関係を図2に示した。アサヒアナハゼの全長に対応する被食クロダイの全長の上限は、捕食種の大きさが70mm前後まで増加したがそれ以上では増加しなかった。一般に被食種の大きさは捕食魚の大きさに伴って

表8 放流場所の違いによる捕食状況の比較

魚種	アマモ場水域(St.A)				貧海藻水域(St.B)			
	出現個体数(尾)	捕食個体数(尾)	捕食率(%)	被食クロダイ数(尾)	出現個体数(尾)	捕食個体数(尾)	捕食率(%)	被食クロダイ数(尾)
スジハゼ	12	0	0	0	83	2	2.4	5
タケノコメバル	22	1	4.5	1	18	5	27.8	27
クジメ	0	—	—	—	4	1	25.0	1
アイナメ	6	0	0	0	23	3	13.0	9
アサヒアナハゼ	37	12	32.4	32	106	55	51.9	130
計	77	13	16.9	33	234	66	28.2	172

注) 集計には第1次～第3次調査の昼間操業(St. B 2回目曳網を除く)で採捕された個体を用いた。

ある一定値まで大きくなることが知られており、⁹⁾¹⁰⁾
 図2に示した被食クロダイの全長の上限は、アサヒアナハゼが捕食できるクロダイのほぼ最大個体を表わしていると考えられる。アサヒアナハゼのクロダイ種苗に対するsize preferenceの上限を知るために、横田ら⁹⁾の用いた捕食魚と被食種の大きさの相対値 α_{max} を求め、アサヒアナハゼの全長階級幅5mmごとの最大値を図3に示した。 α_{max} の値は34.5~40.5%の間にあり、全長70-75mmで最大を示したが、これ以上の階級値では捕食魚の全長の増加に伴って減少傾向がみられた。これらのことから全長90mm以下のアサヒアナハゼで

は、捕食できるクロダイの最大全長がほぼ30mm前後であることが推察される。

全長の計測が可能であった被食クロダイ142尾と放流クロダイの尾叉長組成を図4に示した。被食クロダイの尾叉長組成は10-14mm 42%, 15-19mm 30%, 20-24mm 20%, 25-29mm 8%, 30以上0%であった。このことは、St. Bの昼間操業で採捕されたアサヒアナハゼの捕食率が、放流種苗の平均尾叉長の増加に伴って第1次調査から第4次調査まで81.3%, 55.6%, 41.3%, 11.1%と順次減少したことも一致しており、放流種苗が小型個体ほど捕食されやすい傾向を示している。

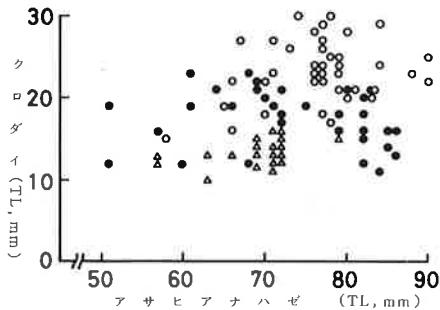


図2 捕食アサヒアナハゼの全長と被食クロダイの全長との関係

△：第1次調査 ●：第2次調査
○：第3次調査

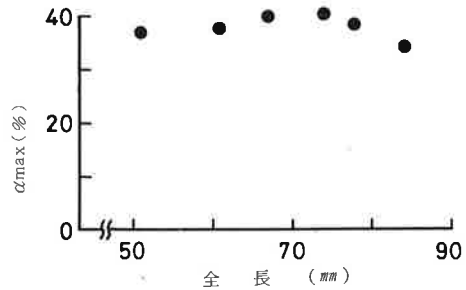


図3 捕食アサヒアナハゼの全長と α_{max} との関係

$\alpha_{max} = PL \times 100 / TL$: PL, 被食クロダイの最大全長; TL, 捕食アサヒアナハゼの全長

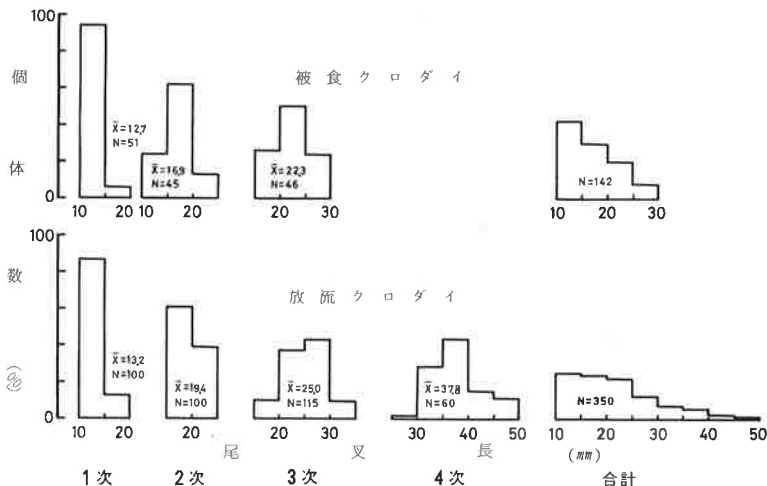


図4 放流群と被食群の体長組成の比較

\bar{x} = 平均尾叉長(mm), N = 試料数(尾)

以上の結果から、食害の立場でみたクロダイ種苗の放流サイズは、当調査水域のような閉鎖性内湾域では、尾叉長30 mm程度が妥当であろうと結論された。しかしながら、放流水域の違いによって、捕食魚の生息量や捕食率にかなりの差がみられた

ことから、捕食魚の分布生態・摂餌生態や藻場の分布状況など、水域の生物環境特性にみあった放流方法がとられれば、放流種苗サイズは、30 mmよりさらに小型化できる可能性も残されている。

要 約

1981年6～7月に、大村湾南西部の村松湾で、尾叉長10.6～49.5 mmのクロダイ人工種苗合計17,500尾を4段階の大きさに分けて放流し、各回ごとに放流直後の食害状況を調査して、次の結果を得た。

- 1) 捕食種は、ダイナンギンポ、スジハゼ、ウロハゼ、メバル、タケノコメバル、クジメ、アイナメ、アサヒアナハゼの8種であった。
- 2) 魚種別には、アサヒアナハゼの食害が最も大きく、捕食率は29.3%、1個体の最多捕食尾数は23尾で、捕食個体90尾による被食クロダイ

数は、全被食クロダイ数286尾の8割強に当たる231尾であった。

- 3) アマモ場と貧海藻水域との比較では、後者が捕食種数で2.5倍、捕食個体数で5.0倍、被食クロダイ数で5.2倍を示し、アマモ場が害敵からの逃避場所となっていることが推察された。
- 4) 被食クロダイの尾叉長組成は、10—14 mm 42%、15—19 mm 30%、20—24 mm 20%、25—29 mm 8%、30 mm以上 0%で、小型個体ほど捕食されやすい傾向を示した。
- 5) 食害の立場から検討したクロダイ種苗の放流サイズは、大型捕食魚の少ない閉鎖性内湾域では、尾叉長30 mm程度が妥当と考えられた。

文 献

- 1) 矢野 実, 1974: 瀬戸内海のマダイ放流について, ミチューリン生物学研究, **10**(2), 123—128.
- 2) 立石 賢, 1976: マダイの種苗放流, 種苗の放流効果(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 102—114.
- 3) 林 知夫・山口義明, 1962: 魚食性底魚類の食性に関する研究, 内海区水研研報, **15**, 1—113.
- 4) 横田滝雄, 1956: 食性より見たる魚類の群聚について, 南海区水研研報, **3**, 73—83.
- 5) 松宮義晴・木下 泉・岡 正雄, 1980: 志々伎湾における魚食性魚類の胃内容物調査, 西海区水研研報, **54**, 333—342.
- 6) 尾形哲男・伊東 弘・加藤史彦, 1980: 能登海域におけるマダイ資源の補給機構一着底期, 資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究(特別研究成果シリーズ, 129), 農林水産技術会議事務局, 36—40.
- 7) 山元宣征・立石 賢・池田義弘・与賀田稔久・森 勇, 1981: 栽培漁業推進総合調査(クロ

- 14, 1-234.
- 10) 最首光三・最首とみ子・中島国重・中島純子, 1965: 東シナ海・黄海産ホウボウ*Chelidomichthys spinousus* (McCLELLAND)の食性, 西海区水研研報, **33**, 47-59.
- ダイ), 昭和54年度長崎県水試事報, 19-36.
- 8) 大島泰雄, 1954: 藻場と稚魚の繁殖保護について, 水産学の概観(日本水産学会編), 日本学術振興会, 128-181.
- 9) 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二, 1961: 魚類の食性の研究, 南海区水研研報,