

# 伊豆半島南部海域におけるカサゴ放流魚の成長と放流効果

高木康次\*1・山田博一\*2

伊豆半島南部海域に放流したカサゴ種苗の成長と放流効果について検討した。2007年8月に下田市須崎地先に平均全長71mmのカサゴ稚魚13,000尾を放流した。伊豆半島南部海域の漁獲物が水揚げされる下田市魚市場での市場調査では、2歳から標識魚が発見されはじめ、2019年2月までの発見尾数は201尾であった。再捕場所は放流場所付近を中心に妻良沖から河津沖であった。放流の前後で水揚げ量、体長組成には変化は見られなかった。再捕時の年齢と全長より求めたvon Bertalanffy成長式から計算した全長は、3歳で233mm、5歳で259mm、10歳で266mmであり、他海域と比較して成長が速い傾向が見られた。2~9歳の平均混入率は1.8%、11歳までの回収尾数、回収率はそれぞれ534尾、4.11%であった。また、費用対効果が1を満たす回収率は20.7%と試算された。今回の回収率は、西日本の放流効果よりは概ね低めの値であり、経済効果は低いと考えられた。

キーワード：カサゴ, *Sebastes marmoratus*, 標識放流, 成長式, 放流効果, 回収率

カサゴ*Sebastes marmoratus*は、北海道南部から九州にかけての岩礁域に棲息し、定着性が強いと考えられているため沿岸漁業者から資源の増大を望まれている。また遊漁対象種としての人気も高いことから漁村の活性化にとって有用な魚種と期待されており、2016年には千葉県以南の21県で283万尾の種苗が放流されている<sup>1)</sup>。

西日本沿岸では、古くからカサゴ放流技術についての研究<sup>2)</sup>が行なわれており、放流効果<sup>3, 4)</sup>や成長<sup>5-7)</sup>について知見が得られている。一方、本県の周辺海域では種苗放流が行われているものの、駿河湾での生態等の研究<sup>8)</sup>は見られるが、放流効果について検討した例はない。

2003~2005年に水産技術研究所伊豆分場が行なった放流技術開発研究では、カサゴ種苗の放流適地は底質が転石で、時化の影響を受けにくい静穏域であることを明らかにした<sup>9)</sup>。その後、伊豆半島南部海域の放流適地に試験放流を行い、長期間にわたる再捕が得られた。本報告では、そこから得られた成長と放流効果について報告する。

## 方 法

### 種苗の放流

放流魚は、2007年6月に民間機関から平均全長44mmの種苗を購入し、伊豆分場の屋外水槽で中間育成を行なった。中間育成中に標識として右側の腹鰭を抜き、2007年8月31日に下田市須崎地先の水深8~13mの小湾に、平均全長71mmの稚魚13,000尾を放流した(図1)。

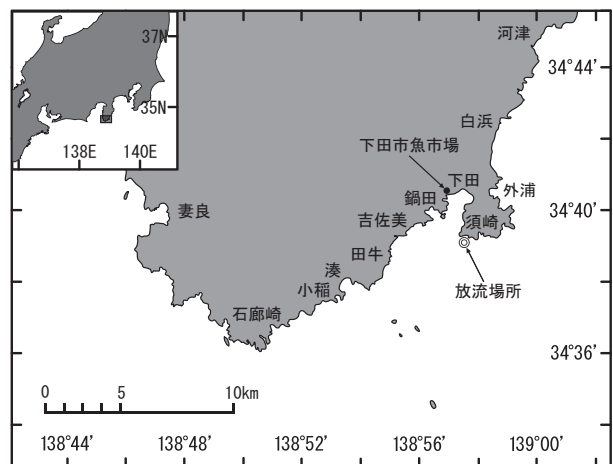


図1 調査海域図

2019年2月27日受理

静岡県水産技術研究所伊豆分場研究報告第175号

\*1静岡県水産技術研究所伊豆分場

\*2静岡県水産技術研究所伊豆分場, 現所属 静岡県水産技術研究所深層水科

放流直前に抜去した腹鰭の再生状況を確認したところ、調査した787尾のうち311尾は腹鰭が再生して標識として判別できず、放流魚の標識装着率は60.5%であった。

### 放流魚の再捕調査

伊豆分場では、2000年から主に伊豆半島南部海域(河津町～南伊豆町)の漁獲物が水揚げされる下田市魚市場で、カサゴの全長、体重、水揚げ量等を調査し、漁獲実態を把握してきた。放流後の2007年9月からは従来の調査に標識の確認を加え、1週間に1回以上を目標として放流魚の再捕状況を調査した。標識魚は腹鰭の有無および形状により判別した。また、標識魚の再捕場所を水揚げ船の所属する地区から推定した。

### 放流効果の把握

#### 1. 水揚げ量、体長組成の変化

下田市魚市場の統計からカサゴ水揚げ量及び価格を調査するとともに、市場調査で得られた体長組成から放流前後の変化を把握した。

#### 2. 放流魚の成長

放流魚の誕生日を2007年3月1日として再捕時点の年齢を求め、von Bertalanffyの成長式を求めた<sup>10)</sup>。なお、市場調査からは雌雄の情報は得られないために雌雄込みの成長式とした。

#### 3. 放流効果

下田市魚市場の水揚げ量、体長組成及び標識魚発見尾数から、月別に以下の手順により放流種苗から一世代で得られる効果として回収尾数と回収率を求めた。まず、体長組成と体長-体重関係式( $BW = 0.00002108TL^{2.977}$ ただしBWは体重(g)、TLは全長(mm)<sup>11)</sup>)から求めた平均体重で水揚げ量を除して水揚げ尾数を求めた。次に放流魚の回収尾数を、標識魚発見尾数を調査率(調査尾数/水揚げ尾数)と標識装着率(60.5%)で除すことで求めた。混入率は回収尾数を水揚げ尾数で除すことで求めた。回収率は、月別の回収尾数を合計したものを放流尾数(13,000尾)で除すことで求めた。

## 結 果

### 下田市魚市場のカサゴ水揚げ状況

下田市魚市場におけるカサゴ水揚げ量と価格の推移を図2に示した。水揚げ量は1992年には7.1tであったが、その後は減少傾向で推移した。1999年、2006年、2014～2015年には一時的な増加が見られるが、2007年以降は概ね1t前後で推移し、2014～2018年の平均水揚げ量は1.2tであった。平均単価は低下傾向であり、1998年ま

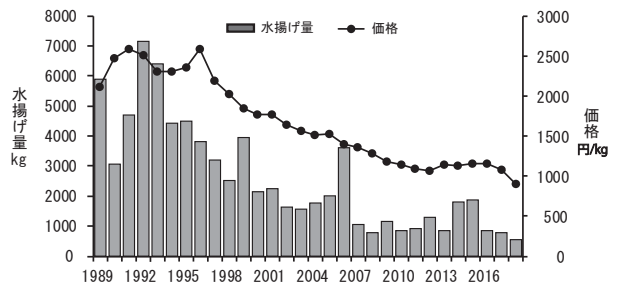


図2 下田市魚市場のカサゴ水揚げ量と価格の推移

では2,000円/kg以上であったが、近年では1,100円/kg程度で推移している。

下田市魚市場における体長組成を図3に示した。2000～2018年に測定した全長の範囲は140～380mm、モードは250mmであり、220～300mmが84%を占めた。各年の体長組成の推移を箱ひげ図として図4に示した。組成の中央値は240～270mmであり、年による傾向は見られなかった。また、種苗を放流した2007年以前とそれ以降についても、体長組成には明瞭な変化は認められなかった。

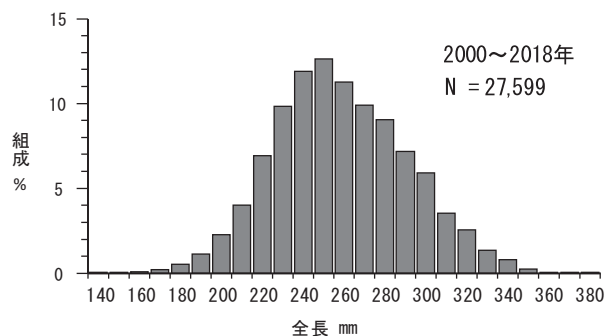


図3 下田市魚市場のカサゴ体長組成

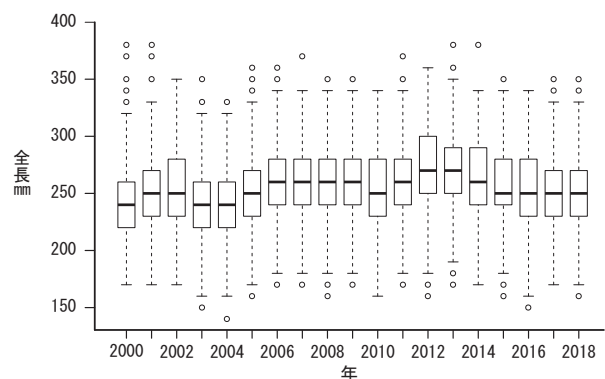


図4 下田市魚市場のカサゴ体長組成の推移  
箱中の太横線は中央値、箱の下端は第1四分位(25%)、箱の上端は第3四分位(75%)、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外の小丸(○)は外れ値を表す。

放流魚の再捕経過

下田市魚市場で発見した標識魚の経過を図5に示した。放流後1年間は標識魚が発見されなかったが、18ヶ月後の2009年3月に193mmの個体を発見した。3年目までの年間発見尾数は10尾以下であったが、4年目には41尾と増加した。その後、5年目は27尾、6年目は21尾と減少し、7年目は66尾に増加したが、8年目は16尾となり9年目以降は5尾以下となった。2019年2月までの発見尾数は201尾であった。

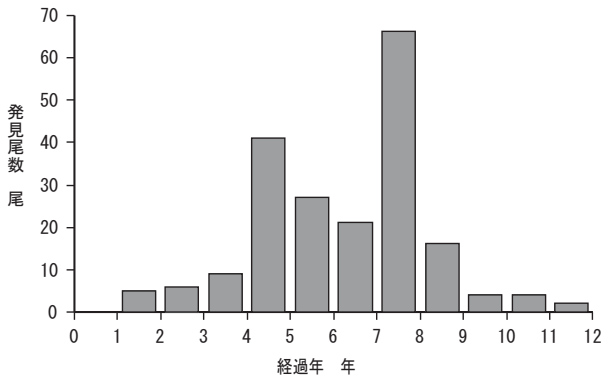


図5 標識魚の再捕経過

標識魚の再捕場所別発見尾数を表1に示した。なお船名が不明なもの3尾を除いた。放流後3年目までは、概ね放流場所周辺の須崎から鍋田で再捕されていたが、4年目には放流場所から西方向の吉佐美や湊での再捕の他に、石廊崎を越えた妻良での再捕が見られた。また、東方向では外浦や白浜での再捕が増えた。5年目以降は放流場所の須崎を中心として、小稲～河津の範囲で再捕された。

表1 再捕場所別発見尾数の推移

経過年	妻良	小稲	湊	田牛	吉佐美	鍋田	下田	須崎	外浦	白浜	河津
1～2							4	1			
2～3						1		4		1	
3～4						1		8			
4～5	1		2		9		4	20	1	4	
5～6				2	1		5	18			
6～7		1			2		6	9		1	1
7～8					2		28	29	3	3	
8～9				2	1		3	9	1		
9～10							1	3			
10～11								4			
11～12					1			1			

成長式の推定

発見した標識魚の年齢別全長等を表2に示した。平均全長は2歳では204mm、5歳では255mm、8歳では263mmと成長が認められた。しかし各年齢の最小および最大全長は、4歳ではそれぞれ225、310mm、6歳では220、315mm、8歳では220、310mmであり、同じ年齢でも約90mmの差が見られ、成長にばらつきが大きかった。

表2 発見したカサゴの全長の推移

年齢	発見数 (尾)	平均全長 (mm)	最小 (mm)	最大 (mm)	全長差 (mm)
2	8	204	178	231	53
3	6	250	230	262	32
4	32	262	225	310	85
5	22	255	210	300	90
6	30	268	220	315	95
7	25	267	225	320	95
8	61	263	220	310	90
9	9	275	240	335	95
10	2	258	253	263	10
11	6	260	238	280	42

再捕時の年齢と全長から求めたvon Bertalanffyの成長式は、 $L(t)=266.6[1-\exp\{-0.721(t-0.140)\}]$ (ただしtは年齢、L(t)はt歳の全長)で(図6)、推定したパラメータの95%信頼区間は表3のとおりである。成長式から求めた各年齢の全長は、3歳で233mm、4歳で250mm、5歳で259mm、6歳で263mm、10歳で266mmとなった。

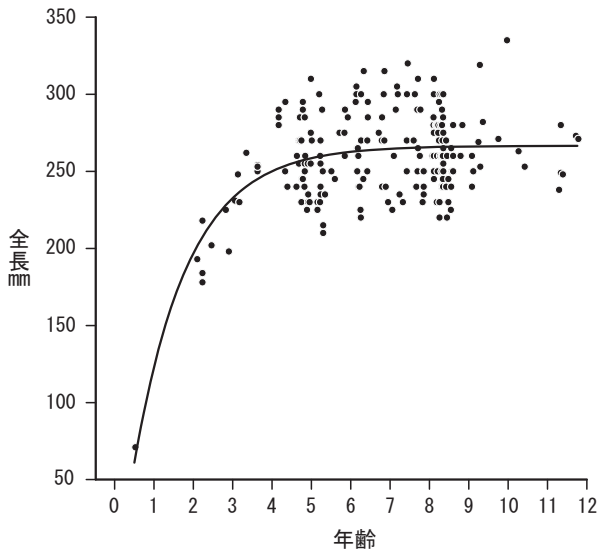


図6 推定した成長式

表3 推定した成長パラメータと95%信頼区間

パラメータ	推定値	95%信頼区間
$L_{\infty}$	266.6	[ 261.9 271.4 ]
K	0.721	[ 0.545 0.896 ]
$t_0$	0.140	[ -0.232 0.513 ]

放流魚の回収

年齢別の混入率と回収尾数の推移を図7に示した。放流魚は2歳から漁獲されはじめ、9歳までの混入率は1.0~2.6%、平均1.8%であったが、10歳には0.2%に低下した。9歳までの回収尾数は、発見数が増加した8歳は123尾であったが、それ以外の年齢では42~71尾であり、10歳以降は20尾以下に減少した。11歳までの回収尾数は534尾、回収率は4.11%であった。

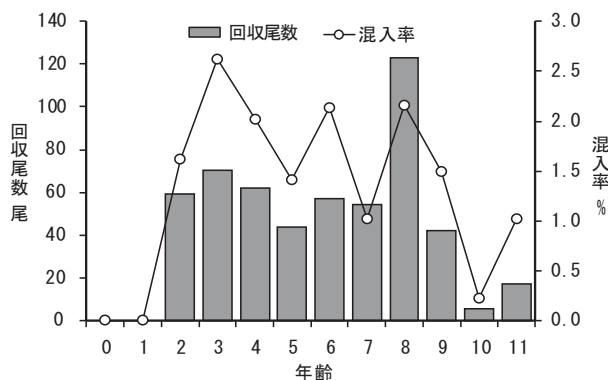


図7 混入率と回収尾数

考 察

他海域との成長比較

他海域との成長の比較を図8に示した。豊前海は本研究と同じ標識再捕による雌雄あわせた成長であり、それ以外は耳石による年齢査定から求めた雌雄別の成長である。雌雄別の成長には雄の成長が速い傾向があり、駿河湾では5歳の全長に61mmの差がある。今回の再捕魚に各年齢で大きな全長差が見られたのは、雌雄による成長差が影響していると考えられた。また、伊豆南部海域の成長は、他海域と比較して速い傾向が見られた。駿河湾の成長も雌雄ともに他海域よりも速い傾向が見られることから、本県沿岸域は西日本沿岸と比較して成長が速いと考えられた。カサゴの成長は海域による差が大きいことが知られているが<sup>5), 6)</sup>、その原因は水温や餌生物量等の環境要因や遺伝的な要因を指摘するに留まっており明らかではない。

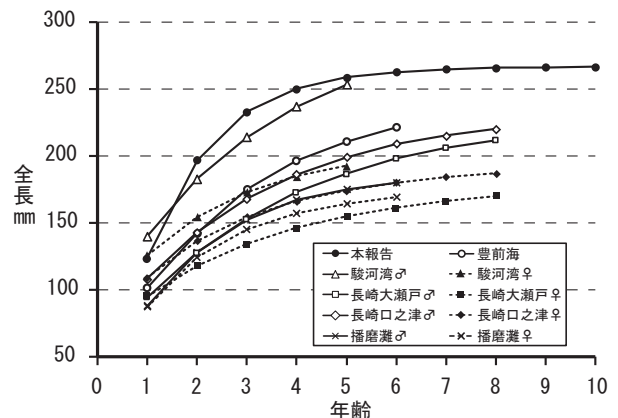


図8 他海域との成長の比較

放流効果の評価

今回の回収率4.11%の費用対効果を検討した。費用対効果を水揚げ金額/放流経費とし、放流魚の水揚げ金額を放流尾数×回収率/100×1尾あたり平均価格、放流経費は種苗代のみとして放流尾数×種苗単価とすると、費用対効果は下式ようになる。

$$\text{費用対効果} = \frac{\text{回収率}}{100} \times \frac{\text{1尾あたり平均価格}}{\text{種苗単価}} = \frac{\text{回収率}}{100} \times \text{価格比}$$

ただし価格比=1尾あたり平均価格/種苗単価である。ここから費用対効果を1とする回収率は、1/価格比×100で得られる。

1尾あたり平均価格は、下田市魚市場の2009~2017年平均価格1,125円と回収魚の平均体重339gから381円とした。また、今回の放流サイズである71mmの種苗単価は、

2016年に全国で放流された種苗の70mmサイズの平均単価79円<sup>1)</sup>で代用した。ここから価格比は381円/79円=4.82となり、費用対効果は0.196となる。また、費用対効果が1になる回収率は20.7%と計算される。これは今回の回収率4.11%を大きく上回っており、現状ではカサゴ種苗放流による経済効果は低いと考えられる。

放流したカサゴの回収率を求めた例は少ないが、宮崎県では2000～2005年放流魚の回収率は3.2～15.2%<sup>3)</sup>と報告されており、今回の回収率はこの範囲内であるが低めといえる。また、佐賀県では回収率は求めていないが、2003、2004年放流群の市場調査での混入率は3.0～4.9%<sup>4)</sup>と報告されており、今回の2～9歳の平均混入率1.8%よりも高い。このように、今回得られた放流効果は西日本よりも概ね低いといえる。

今回、放流適地に放流した場合の放流効果について知見が得られたが、その効果は他海域と比較して低く、費用対効果が見込めないという結果となった。今後、放流効果を向上させるためには、適正な放流サイズや放流時期、種苗性を明らかにする放流技術の開発が必要である。また、価格比が大きいほど費用対効果を満たす回収率が小さくなるため、カサゴの市場価格を上げる取り組みや、種苗価格の低減等も必要と考えられる。

## 文 献

- 1) 平成28年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)～資料編～(2018)：国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
- 2) カサゴ放流技術開発研究会(1975)：カサゴ放流技術開発調査研究報告書，社団法人瀬戸内海栽培漁業協会，1～114。
- 3) 清水博(2016)：カサゴの放流技術開発実証事業，平成26年度宮崎県水産試験場事業報告書，48～52。
- 4) 藤崎博・古川泰久・荒巻裕・金丸彦一郎(2017)：佐賀県唐津湾西部海域におけるカサゴ種苗の放流効果，佐賀県玄海水産振興センター研究報告，8，1～5。
- 5) 横川浩治・井口政紀・山賀賢一(1992)：播磨灘南部沿岸海域におけるカサゴの年齢，成長，および肥満度，水産増殖，40(2)，227～234。
- 6) 渡邊庄一(2002)：長崎県大瀬戸地先および口之津地先におけるカサゴの年齢と成長について，長崎県水産試験場研究報告，28，1～7。
- 7) 尾田成幸・江藤拓也・中川浩一・石谷誠(2010)：豊前海におけるメバル，カサゴの移動と成長，福岡県水産海洋技術センター研究報告，20，11～16。
- 8) 矢富洋道・宮川友則・秋葉正史(2005)：静岡県清水港に棲息するカサゴ*Sebastes marmoratus*の生態的特性と遺伝的特性，東海大学紀要海洋学部，3(2)，21～38。
- 9) 山田博一・伊藤円・飯田益生・霜村胤日人・田中直也・村尾秀治・上嶋慎一・山田照義(2006)：カサゴ栽培生態研究，平成16年度静岡県水産技術研究所事業報告，91～95。
- 10) Kimura D.(1980)：Likelihood method for the Bertalanffy growth curve. *Fishery bulletin*. 77(4)，765～776。
- 11) 高木康次(2016)：伊豆半島南部沿岸におけるカサゴの体長－体重関係，伊豆分場だより，346，16～19。



## Growth and stocking effectiveness of marbled rockfish

### *Sebastes marmoratus* released in the southern area of Izu peninsula

Koji Takagi and Hirokazu Yamada

**Abstract** The aim of the present study was to examine the growth and stocking effectiveness of marbled rockfish released in the waters around the southern area of the Izu peninsula. In August 2007, 13,000 hatchery-reared marbled rockfish, with a mean total length of 71 mm, were released in the Suzaki area of Shimoda City. In the market research at the Shimoda Fish market where the fishery in the southern part of the Izu Peninsula is landed, marked fish began to be discovered after they were two years old. Furthermore, a total of 201 marked fish had been observed by February 2019. The recapture site was off the coast of Kawazu from Mera, mainly around the release site. There was no change in the amount of landing or body length composition before or after release. The von Bertalanffy growth formula was estimated from the age and length at recapture. The total length of three-, five-, and ten-year-old fish were 233, 259, and 266 mm, respectively. The growth rate of the fish was faster than what has been reported in other seas. The average mixing rate of two- to nine-years-old fish was 1.8%. The number of recaptured fish was 534 and the recapture rate until 11 years old was 4.11%. In addition, the recapture rate at which cost-effectiveness = 1 was calculated as 20.7%. The recapture rate the present study was generally lower than that of West Japan area, and the economic effect was relatively low.

**Key words:** marbled rockfish, *Sebastes marmoratus*, tagging experiment, von Bertalanffy growth function, stocking effectiveness, recapture rate