

資料

2004 年～ 2013 年のマダイ・ヒラメの放流効果調査結果

向井哲也¹・沖野 晃¹・小草正道²・白藤 拓²

Report of stocking effectiveness of hatchery-reared red sea bream *Pagrus major*
and Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* from 2004 to 2013

Tetsuya MUKAI, Akira OKINO, Masamichi OGUSA, Taku SHIRAFUJI

キーワード：マダイ，ヒラメ，種苗放流，放流効果

はじめに

島根県では、マダイについては昭和 51 年から、ヒラメについては昭和 57 年からそれぞれ種苗生産と放流が開始され、平成 25 年現在まで継続的に種苗放流が実施されてきた。その種苗放流の効果調査については平成 7 年度以降、県の行政、試験研究機関、県栽培漁業協会（現島根県水産振興協会）により全県的な調査が継続的に実施されている。また昭和 59 年には県の第 1 次栽培漁業基本計画が策定され、現在は第 7 次栽培漁業基本計画（平成 27～33 年度）として栽培漁業の事業が継続されている。このたび、水産技術センターでは第 7 次栽培漁業基本計画の策定作業に伴い、2004 年～2013 年におけるマダイ・ヒラメの放流効果調査のデータについて結果のとりまとめと解析を行った。

方法

市場調査 使用したデータは、島根県と（社）島根県水産振興協会が 2004 年～2013 年に実施した市場調査データである。調査では水揚げされたマダイ・ヒラメの大きさの計測（マダイは尾又長、ヒラメは全長）と放流魚の指標となるマダイは鼻孔連結、ヒラメでは無眼側の黒化の観察を行った。マダイについては調査対象は漁業協同組合 JF しまね（以下 JF しまねとする）浦郷支所の定置網、釣り、刺網の漁獲物と JF しまね大田支所（和江港所属船）の小型底びき 1 種の漁獲物が主体である。ヒラメについて

は JF しまね大田支所（和江港所属船）の小型底びき 1 種の漁獲物が主体で、出雲部の一部の市場でも調査を実施した。市場調査における調査尾数および鼻孔連結魚、黒化魚の尾数は表 1 のとおりである。データ解析 データの解析は平成 15 年度マダイ・ヒラメ放流効果調査報告書¹⁾に準じて行った。具体的には下記のとおりである。

データは、隠岐海域と出雲・石見海域に分け、①～⑥の手順で行い、最後に 2 海域の結果を合計し、県全体の放流魚の尾数や重量を推定した。なお、沖合底びき網 2 そうびきは操業海域が島根県近海ではないため、除外して計算した。

- ① 測定された魚の体長度数分布表の作成：市場調査で体長を測定したマダイ、ヒラメの正常魚および鼻孔連結魚、黒化魚の大きさを基に、体長度数分布表を階級幅 1 cm で、年別に作成した。
- ② 測定された魚の重量の推定：①の体長度数分布表とそれぞれの体長－体重関係式から、市場調査で体長の測定を行った魚について漁獲物重量を年別に推定した。体長－体重関係式は下記を使用した。

マダイ²⁾

$$W = 0.0389 \times L^{2.822} \text{ (尾又長 } 9 \sim 20\text{cm 未満)}$$

$$W = 0.0382 \times L^{2.825} \text{ (尾又長 } 20\text{cm 以上)}$$

ヒラメ³⁾

$$W = 0.0053 \times L^{3.169}$$

(L：全長 cm, W：体重 g)

- ③ 調査対象種の海域別の体長度数分布表の作成：

¹ 漁業生産部 Fishery Productivity Division

² 公益社団法人島根水産振興協会 Fisheries Promotion Public Interest Incorporated Association Shimane

表1 2004年以降のマダイ、ヒラメの市場調査における測定尾数
(— は調査実績なし)

| マダイ 年 | 隠岐海域 | | | 出雲・石見海域 | | |
|----------|-------|------|-------|---------|------|-------|
| | 正常 | 鼻孔連結 | 合計 | 正常 | 鼻孔連結 | 合計 |
| 2004 | 850 | 65 | 915 | 2,518 | 61 | 2,578 |
| 2005 | 766 | 91 | 857 | 687 | 7 | 694 |
| 2006 | 573 | 78 | 651 | 1,315 | 4 | 1,319 |
| 2007 | 522 | 70 | 592 | 532 | 6 | 538 |
| 2008 | 743 | 55 | 798 | — | — | — |
| 2009 | 130 | 12 | 142 | 1,476 | 65 | 1,541 |
| 2010 | 1,476 | 65 | 1,541 | 244 | 1 | 245 |
| 2011 | 238 | 8 | 246 | 418 | 0 | 418 |
| 2012 | 231 | 11 | 242 | — | — | — |
| 2013 | 1,849 | 91 | 1,940 | — | — | — |

| ヒラメ 年 | 隠岐海域 | | | 出雲・石見海域 | | |
|----------|------|-------|----|---------|-------|-------|
| | 正常 | 無眼側黒化 | 合計 | 正常 | 無眼側黒化 | 合計 |
| 2004 | — | — | — | 792 | 16 | 808 |
| 2005 | — | — | — | 698 | 13 | 711 |
| 2006 | — | — | — | 1,052 | 8 | 1,060 |
| 2007 | — | — | — | 1,500 | 58 | 1,558 |
| 2008 | — | — | — | 590 | 31 | 621 |
| 2009 | — | — | — | 593 | 20 | 613 |
| 2010 | — | — | — | 1,029 | 33 | 1,062 |
| 2011 | — | — | — | 1,116 | 27 | 1,143 |
| 2012 | — | — | — | 2,572 | 39 | 2,611 |
| 2013 | — | — | — | 1,662 | 45 | 1,707 |

それぞれの魚種の海域別の漁獲量と、②で推定された漁獲物重量から、両者の重量比を乗数として計算し、調査対象種の海域別の体長度数分布表を作成した（階級幅1cm）。マダイ・ヒラメの海域別漁獲量は島根県漁獲管理情報処理システムの値を用いた。

- ④ 年齢組成の推定：③で求めた体長度数分布表を集計し、島根県全体の年別の体長度数分布表を作成した。マダイについては2008年～2013年の島根県全体の漁獲物の体長組成（5年間の平均値）をハッセルブラッドの方法⁴⁾で年齢組成に分解し、Age-length Keyを作成した。ヒラメについては安達のAge-length Key⁵⁾を使用した。
- ⑤ 放流魚の年齢別漁獲尾数の推定：④の年齢組成より算出されたAge-length-Keyを基に、鼻孔連結魚・無眼側黒化魚の年齢別漁獲尾数を推定した。これを各年級別に種苗生産時の鼻腔連結、無眼側黒化の発生率で除して、放流魚の漁獲尾数を推定した。種苗生産時の鼻孔連結・黒化の発生率は島根県栽培漁業センターおよび（公）島根県水産振興協会の測定資料を用いた。
- ⑥ 放流魚の年齢別漁獲重量の推定：⑤の年齢別漁獲尾数と体長-体重関係式から放流魚の漁獲重量を推定した。また、島根県漁獲管理情報処理システムよりヒラメ・マダイの平均単価を算出し、漁獲重量と単価から放流魚の漁獲金額を推

定した。

なお、2004年以降はそれ以前に比べ調査頻度がかなり減少したため、データの集計や引き延ばし方法について2003年以前の解析方法¹⁾から下記の点を変更した。

- ・2003年までの調査では隠岐、出雲、石見の3海域に区分してそれぞれ解析を行っていたが、2004年以降はマダイ・ヒラメ共に出雲部での調査データが少ないため、隠岐海域と出雲・石見海域の2海域に区分して解析した。
- ・マダイについては、2008年、2012年、2013年は出雲・石見海域で調査を行っていないため、放流魚の年齢別尾数等は同じ年の隠岐海域のデータを尾数比率（出雲・石見海域の値/隠岐海域の値、直近3年の平均値）で乗じた値をもって代用した。
- ・ヒラメについては、2004年以降、隠岐海域では調査を行っていないため、出雲・石見海域のみについて解析を行った。
- ・2003年まではその年の前期（1-6月）と後期（7-12月）に分けてAge-length keyの作成や漁獲重量の算出を行っていたが、2004年以降は調査頻度が減少したためAge-length keyの作成や漁獲重量の算出は年単位（1-12月）で行った。
- ・隠岐海域のマダイのデータは、主にJFしまね浦郷支所における定置網、釣り、刺し網の測定データを全漁業種類に引き延ばした。またマダイの出

雲・石見海域のデータは主にJFしまね大田支所(和江港所属船)における小型底びき網1種のデータを全漁業種類に引き延ばした。

結果と考察

マダイの調査結果 市場調査結果と漁獲統計資料から推定したマダイ放流魚の漁獲量・漁獲金額を推定した結果を表2に示す。2004～2013年の放流魚の漁獲量は年平均29.7トン、漁獲金額は年平均1,946万円であった。次にマダイ放流魚の推定漁獲

量と全漁獲量に占める放流魚の割合の推移を図1に示す。全漁獲量に占める放流魚の割合は6.3%(2004～2013年平均)であったが、漁獲量に占める放流魚の割合は2006年以降減少傾向となった。また、各年の放流尾数から各年放流群の回収率を推定した(表3)。マダイ放流魚の回収率は1999年放流群～2006年放流群の平均で2.9%であった。回収率は1999年放流群～2006年放流群の傾向で見ると横這いとなっていた。

調査結果を過去と比較すると、2003年の調査報告¹⁾では放流マダイの漁獲量と漁獲金額の年平均は

表2 マダイ放流魚の年齢別漁獲尾数と漁獲重量・漁獲金額

| 調査年 | マダイ全漁獲量 トン | 放流魚の漁獲量 kg | 放流魚の漁獲金額 千円 | 年齢別漁獲尾数 | | | | | | | 合計 |
|------|------------|------------|-------------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| | | | | 1才 | 2才 | 3才 | 4才 | 5才 | 6才 | 7才以上 | |
| 2004 | 331 | 29,133 | 22,832 | 4,466 | 15,306 | 9,639 | 2,214 | 1,752 | 3,325 | 2,402 | 39,105 |
| 2005 | 296 | 27,904 | 18,567 | 223 | 7,752 | 8,949 | 3,230 | 1,872 | 4,038 | 2,113 | 28,175 |
| 2006 | 636 | 78,792 | 55,072 | 11 | 12,147 | 14,492 | 8,133 | 2,824 | 1,139 | 14,181 | 52,925 |
| 2007 | 511 | 27,029 | 21,528 | 144 | 12,648 | 12,948 | 2,621 | 2,133 | 2,633 | 972 | 34,099 |
| 2008 | 544 | 21,114 | 12,738 | 0 | 3,909 | 10,443 | 3,403 | 1,231 | 849 | 2,394 | 22,718 |
| 2009 | 579 | 61,208 | 34,864 | 189 | 4,088 | 23,021 | 16,105 | 3,368 | 2,004 | 7,984 | 56,760 |
| 2010 | 663 | 20,991 | 10,652 | 14 | 3,820 | 987 | 2,538 | 5,354 | 2,012 | 1,568 | 16,292 |
| 2011 | 481 | 4,464 | 2,287 | 0 | 34 | 552 | 1 | 1,586 | 207 | 473 | 2,852 |
| 2012 | 421 | 20,117 | 11,661 | 0 | 0 | 398 | 590 | 1,629 | 2,954 | 3,147 | 11,132 |
| 2013 | 289 | 6,362 | 4,441 | 1 | 241 | 612 | 708 | 875 | 802 | 671 | 4,629 |
| 平均 | 475 | 29,711 | 19,464 | 505 | 5,994 | 8,204 | 3,954 | 2,262 | 1,996 | 3,590 | 26,869 |

表3 マダイ放流魚の推定回収尾数

単位:尾

| | 年齢 | | | | | | | 合計(尾) | 放流尾数(千尾) | 回収率 |
|----------------------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|------|
| | 1才 | 2才 | 3才 | 4才 | 5才 | 6才 | 7才以上 | | | |
| 1998年放流群 | | 4,183 | 8,823 | 3,342 | 3,504 | 3,325 | 2,113 | 25,290 | 1,208 | 2.1% |
| 1999年放流群 | 625 | 11,170 | 7,091 | 6,618 | 1,752 | 4,038 | 14,181 | 45,475 | 1,362 | 3.3% |
| 2000年放流群 | 4,148 | 2,755 | 2,361 | 2,214 | 1,872 | 1,139 | 972 | 15,461 | 1,233 | 1.3% |
| 2001年放流群 | 1,300 | 3,700 | 9,639 | 3,230 | 2,824 | 2,633 | 2,394 | 25,719 | 1,039 | 2.5% |
| 2002年放流群 | 118 | 15,306 | 8,949 | 8,133 | 2,133 | 849 | 7,984 | 43,471 | 1,309 | 3.3% |
| 2003年放流群 | 4,466 | 7,752 | 14,492 | 2,621 | 1,231 | 2,004 | 1,568 | 34,133 | 1,207 | 2.8% |
| 2004年放流群 | 223 | 12,147 | 12,948 | 3,403 | 3,368 | 2,012 | 473 | 34,573 | 1,328 | 2.6% |
| 2005年放流群 | 11 | 12,648 | 10,443 | 16,105 | 5,354 | 207 | 3,147 | 47,915 | 1,224 | 3.9% |
| 2006年放流群 | 144 | 3,909 | 23,021 | 2,538 | 1,586 | 2,954 | 671 | 34,824 | 971 | 3.6% |
| 2007年放流群 | 0 | 4,088 | 987 | 1 | 1,629 | 802 | | 7,507 | 1,238 | 0.6% |
| 2008年放流群 | 189 | 3,820 | 552 | 590 | 875 | | | 6,026 | 1,178 | 0.5% |
| 2009年放流群 | 14 | 34 | 398 | 708 | | | | 1,154 | 1,143 | 0.1% |
| 2010年放流群 | 0 | 0 | 612 | | | | | 612 | 1,014 | 0.1% |
| 2011年放流群 | 0 | 241 | | | | | | 241 | 934 | 0.0% |
| 1999年放流群～2006年放流群の平均 | | | | | | | | | | |
| 2.9% | | | | | | | | | | |

平成15年度マダイ・ヒラメ放流効果報告書より

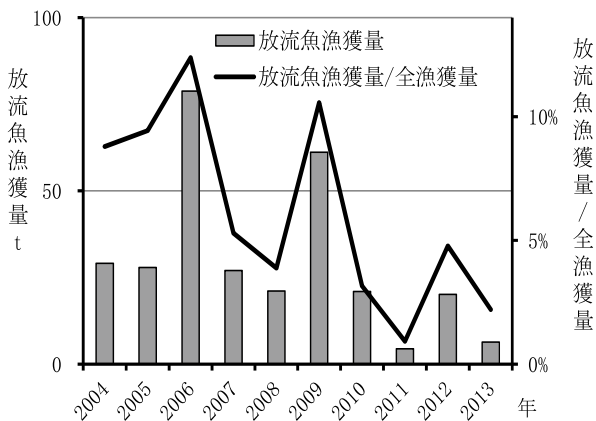


図1. マダイ放流魚の推定漁獲量と全漁獲量に占める放流魚の割合

21.6 トン, 2,071 万円 (2000 年～2003 年平均) となっており, 漁獲量は当時より増えたものの, マダイの単価下落のため漁獲金額は当時とほとんど変わらないという結果となった。

ヒラメの調査結果 市場調査結果と漁獲統計資料から推定したヒラメ放流魚の漁獲量・漁獲金額を推定した結果を表4に示す。2003年～2013年の放流魚の漁獲量は年平均6.4トン, 漁獲金額は年平均865万円であった。放流魚の漁獲量に占める放流魚

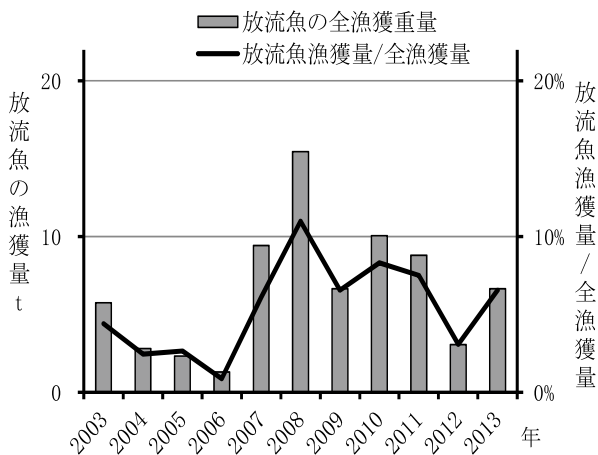


図2. ヒラメ放流魚の推定漁獲量と全漁獲量に占める放流魚の割合

の割合は平均で5.5% (2004～2013年平均) であった。漁獲量に占める放流魚の割合は2006年～2008年に急増し, その後はやや減少傾向となった。各年の放流尾数から各年放流群の回収率を推定した (表5)。ヒラメ放流魚の回収率は2001年放流群～2006年放流群の平均で0.9%であった。回収率は2001年放流群～2006年放流群の傾向で見るとやや増加傾向となった。調査結果を過去と比較すると, 2003年の調査報告¹⁾では放流ヒラメの漁獲量と漁獲金額の年平均は7.1トン, 1,126万円 (2000年～2003年平均) となっており, 漁獲量は当時とあまり変わらないが, 漁獲金額は当時より減少していた。

今回の調査結果では, マダイ, ヒラメいずれにおいても放流魚の漁獲量は増加もしくは横這いだったが, 漁獲金額は魚価の減少によって横這いもしくは減少となった。種苗放流における費用対効果を考えるにあたり, 今回の調査結果はマダイ, ヒラメ共にかなり厳しい数値となったが, 放流効果の評価については放流魚の直接的な漁獲による効果だけではなく, 放流魚の再生産による漁獲量の増大への寄与も加味する必要があると考えられる。

文献

- 1) 島根県・(社)島根県水産振興協会:平成15年度栽培漁業事業化総合推進事業 マダイ・ヒラメ放流効果調査報告書, (2005).
- 2) 島根県:平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書, (1990).
- 3) 島根県水産試験場:平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書, 32 (1990).
- 4) Hasselblad V.: Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. *Technometrics*, **8**, 431-444 (1966).
- 5) 安達二郎:島根県におけるヒラメの Age-length Key について.平成18年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書別冊, 1-11 (2007).

表4 ヒラメ放流魚の年齢別漁獲尾数と漁獲重量・漁獲金額（出雲・石見海域のみ）

| 調査年 | ヒラメ全漁獲量トン | 放流魚の漁獲量 kg | 放流魚の漁獲金額 千円 | 年齢別漁獲尾数 | | | | | | | | | 合計 |
|------|-----------|------------|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|------|--------|
| | | | | 1才 | 2才 | 3才 | 4才 | 5才 | 6才 | 7才 | 8才 | 9才以上 | |
| 2003 | 131 | 3,460 | 5,256 | 55 | 583 | 815 | 545 | 302 | 155 | 52 | 8 | 0 | 2,515 |
| 2004 | 115 | 2,813 | 4,456 | 29 | 1,038 | 937 | 358 | 207 | 74 | 15 | 0 | 0 | 2,657 |
| 2005 | 87 | 2,328 | 3,640 | 0 | 284 | 716 | 300 | 228 | 109 | 23 | 2 | 0 | 1,663 |
| 2006 | 149 | 1,304 | 1,870 | 0 | 478 | 456 | 301 | 59 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1,300 |
| 2007 | 155 | 9,436 | 13,518 | 200 | 2,838 | 3,135 | 992 | 367 | 178 | 171 | 108 | 41 | 8,030 |
| 2008 | 141 | 15,460 | 22,290 | 737 | 4,811 | 4,747 | 2,245 | 579 | 99 | 0 | 0 | 236 | 13,455 |
| 2009 | 101 | 6,654 | 8,875 | 230 | 546 | 1,063 | 1,028 | 556 | 267 | 166 | 69 | 11 | 3,936 |
| 2010 | 121 | 10,057 | 11,740 | 315 | 834 | 2,236 | 1,406 | 507 | 342 | 251 | 157 | 59 | 6,108 |
| 2011 | 117 | 8,809 | 10,966 | 0 | 226 | 447 | 1,990 | 1,115 | 373 | 135 | 47 | 15 | 4,349 |
| 2012 | 99 | 3,064 | 4,041 | 0 | 379 | 762 | 315 | 434 | 114 | 33 | 16 | 4 | 2,057 |
| 2013 | 101 | 6,643 | 8,491 | 0 | 221 | 1,364 | 1,149 | 273 | 346 | 153 | 91 | 29 | 3,627 |
| 平均 | 120 | 6,366 | 8,649 | 142 | 1,113 | 1,516 | 966 | 421 | 188 | 91 | 45 | 36 | 4,518 |

表5 ヒラメ放流魚の推定回収尾数

単位:尾

| | 年齢 | | | | | | | | | 合計尾数 (尾) | 放流尾数 (千尾) | 回収率 |
|-------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|------|----------|-----------|------|
| | 1才 | 2才 | 3才 | 4才 | 5才 | 6才 | 7才 | 8才 | 9才以上 | | | |
| 1998年放流群 | | | | | 302 | 74 | 23 | 0 | 41 | 441 | 454 | 0.1% |
| 1999年放流群 | | | | 545 | 207 | 109 | 0 | 108 | 236 | 1,205 | 481 | 0.3% |
| 2000年放流群 | | | 815 | 358 | 228 | 5 | 171 | 0 | 11 | 1,587 | 608 | 0.3% |
| 2001年放流群 | | 583 | 937 | 300 | 59 | 178 | 0 | 69 | 59 | 2,186 | 537 | 0.4% |
| 2002年放流群 | 55 | 1,038 | 716 | 301 | 367 | 99 | 166 | 157 | 15 | 2,912 | 662 | 0.4% |
| 2003年放流群 | 29 | 284 | 456 | 992 | 579 | 267 | 251 | 47 | 4 | 2,910 | 639 | 0.5% |
| 2004年放流群 | 0 | 478 | 3,135 | 2,245 | 556 | 342 | 135 | 16 | 29 | 6,938 | 676 | 1.0% |
| 2005年放流群 | 0 | 2,838 | 4,747 | 1,028 | 507 | 373 | 33 | 91 | | 9,616 | 648 | 1.5% |
| 2006年放流群 | 200 | 4,811 | 1,063 | 1,406 | 1,115 | 114 | 153 | | | 8,862 | 603 | 1.5% |
| 2007年放流群 | 737 | 546 | 2,236 | 1,990 | 434 | 346 | | | | 6,290 | 635 | 1.0% |
| 2008年放流群 | 230 | 834 | 447 | 315 | 273 | | | | | 2,100 | 652 | 0.3% |
| 2009年放流群 | 315 | 226 | 762 | 1,149 | | | | | | 2,452 | 601 | 0.4% |
| 2010年放流群 | 0 | 379 | 1,364 | | | | | | | 1,743 | 578 | 0.3% |
| 2011年放流群 | 0 | 221 | | | | | | | | 221 | 424 | 0.1% |
| 2001年放流群～2006年放流群の平均回収率 | | | | | | | | | | | | 0.9% |