

# 輸出向けマアジ養殖の手引き



令和4年3月31日

長崎県総合水産試験場 養殖技術科

## はじめに

長崎県は、天然マアジの漁獲量が全国第1位（令和2年時点で約4.8万トン・全国の約48%）であり、種苗を入手しやすいという利点を活かして、平成26年頃から県北および五島地域で養殖されたマアジ *Trachurus japonicus* を、佐世保魚市場株式会社が主体となって米国（ロサンゼルス、ハワイ）へ輸出しています。

米国では、国内向けよりも大型で粗脂肪含量の高いものが好まれることから、佐世保魚市場株式会社では体重250g以上かつ粗脂肪含量20%以上のマアジを「花<sup>はな</sup>美<sup>み</sup>鱈<sup>あじ</sup>」というブランド魚として出荷しており、現地では寿司や刺身等の生食で提供されています。

主産地である五島市奈留地区では、平成29年に奈留地区マアジ養殖産地協議会を設立し、養殖産地育成計画のもと、米国の需要に応えられる計画的な生産体制を構築して輸出量の増大および米国西海岸以外の地域への販路拡大を目指しています。

しかし、大型にするためには養殖期間が長期化し、経費が加算されることから、収益性の向上が課題となっています。また、現場で使用されている配合飼料は、安価であるものの、十分な餌付けが難

しく、種苗導入後に2～3割程度が餓死した事例があることから、効率的な餌付け技術の開発が求められていました。

総合水産試験場では、平成29年度から令和3年度にかけて「養殖魚の安定生産技術開発事業」の中で、輸出向けマアジの養殖技術開発に取り組んできました。配合飼料への餌付け技術の向上や飼料コストの削減等を目的に飼育試験を行い、いくつかの知見が得られましたので、今回、ここに「輸出向けマアジ養殖の手引き」として、取りまとめました。養殖マアジの輸出に参入を検討されている方々等にとって、有益な一資料になれば幸いです。

# 目次

1. 分類・生態	4
2. 種苗	5
3. 水温と成長	7
4. 飼育管理	9
4-1. 飼育密度と溶存酸素	
4-2. 飼料	
4-3. 配合飼料への餌付け	
4-4. 適正な給餌頻度	
5. マアジの疾病等	26
6. 引用・参考文献	30

## 1. 分類・生態

マアジ (*Trachurus japonicus*) は、スズキ目アジ科マアジ属に属し、東シナ海から日本沿岸に広く分布する暖海性の回遊魚である。一般的に、沖合を回遊する個体は体色が黒いことからクロアジ、広範囲の回遊をしない瀬付きの個体は体色が黄色いことからキアジと呼ばれている。養殖には、餌付けのしやすさ、成長の早さ、味の良さからキアジが用いられている。食性は、オキアミ類やカタクチイワシの仔魚等、プランクトン性のものを主食としている。成長は、満 1 歳で体長 10~18 cm、満 2 歳で 16~23 cm、満 3 歳で 20~27 cmになると推測されている。産卵は水温が 16~17°C で活発になり、盛期は東シナ海で 1~3 月、九州沿岸で 4~5 月、日本海北部で 6~7 月といわれている。成熟は満 2 歳前後から始まるとされるが、人工種苗では満 1 歳時点でほぼ成熟するとの報告がある。

## 2. 種苗

- ◇導入時期は春（4～5月）・秋（10～11月）の年2回
- ◇50～80 g程度のサイズを導入し、飼育期間を短縮する

主に春と秋に定置網やまき網で漁獲された天然魚が用いられる。種苗の入手方法は、魚市場を通してまき網業者等に採捕を依頼するほか、自己採捕する場合もある。春種苗は、導入後すぐに夏場を迎えるため、疾病等の発生に注意する必要があるが、小型ながら数量がまとまり、安定した導入ができる。秋種苗は、安定確保が難しく、水温の下降期であるために成長が遅いとされるが、魚体が大きいという利点がある。

種苗は、一度にまとまって採捕された大きさの揃ったものが望ましい。少しずつ採捕されたものを集めた種苗は、餌付きにバラつきがあり、歩留まりが悪くなる傾向がある。

種苗導入に際しては、可能であれば大きいサイズ（50～80 g程度）を入れて飼育期間を短縮する。また、配合飼料への餌付け後に選別をする場合（後述）は、高水温（25℃以上）となる7月頃までに選別を終える必要があるため、春種苗の導入は4～5月中の早い時期がよ

い。秋種苗は、水温が高い時期に導入するとスレにより大量に死亡することがある一方で、導入が遅いとすぐに低水温期を迎えてしまい、摂餌活性が下がって成長が遅くなる。そのため、水温に注意して10～11月の早めに導入することが望ましい。



図1 まき網で採捕されたマアジ種苗（60 g 程度）

### 3. 水温と成長

- ◇水温が 18～26℃の範囲で高成長
- ◇水温 25℃以上でへい死が増えやすい

マアジの生息水温は、未成魚では 15～26℃、成魚では 13～25℃とされている。水温が 18℃以上になるとよく成長し、最適水温の 20～23℃では摂餌活性が高まる。飼育環境等によるが、23℃以上になると水温の上昇と共にビブリオ病やレンサ球菌症の発生するリスクが高くなる。25℃以上では高水温によるストレスが高まり、28℃を超えると生理障害による死亡の増加や、成長の停滞がみられることもある。一方、水温が 15℃付近になると摂餌活性が低下し、成長が遅くなる。

総合水産試験場でドライペレット（以下、DP とする）を給餌して飼育したマアジの成長を図 2 に示した。水温が 18～26℃の時期（9～12 月、5～6 月頃）は成長が早く、18℃以下となる時期（1～3 月頃）は成長が遅くなった。ただし、水温が 15℃を下回る日が連続しなければ、大きな成長停滞はないようである。

漁場環境や飼育密度等にもよるが、60 g 程度の種苗であれば 1 年



程度で出荷サイズ（250 g 以上）に達する。

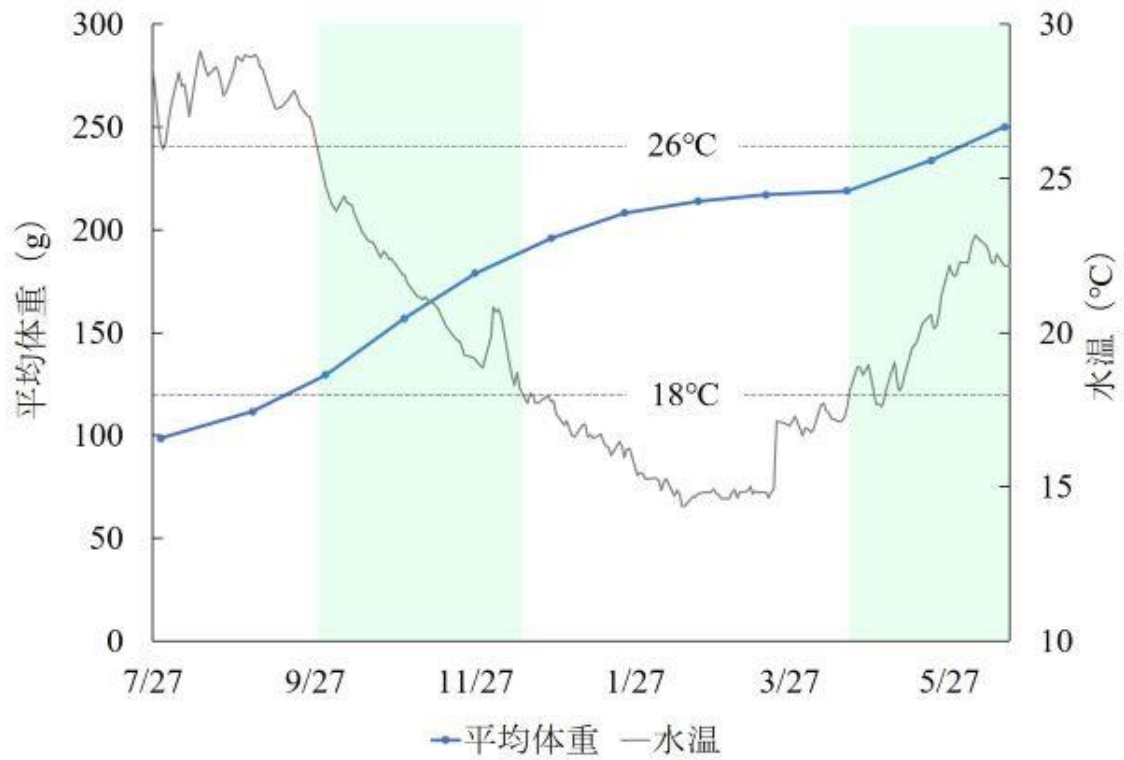


図2 DP を給餌したマアジの平均体重と水温の推移(緑枠は水温 18 ~26°Cの範囲)

## 4. 飼育管理

### 4-1. 飼育密度と溶存酸素について

漁場環境にもよるが、最大収容密度は約 10.8 kg/m<sup>3</sup>といわれている。しかし、飼育密度が高いと高水温期に魚病が発生しやすくなるので注意が必要である。なお、奈留地区では、10×10×6 m 生簀に 6,000～10,000 尾程度を収容しており、最大収容密度の半分以下である。

マアジ養殖に望ましい溶存酸素量は調べられていないが、ブリ養殖では、酸素飽和度で 70%以上、または絶対値で 5.7 mg/L（水温 25℃）以上が提案されているので、マアジ養殖においてもこの基準値が望ましいと考えられる。

### 4-2. 飼料について

◇輸出向けマアジ養殖には粗脂肪含量が高いマダイ用 DP が適している

国内向けのマアジ養殖では、アジ用ドライペレット、またはそれを粉砕したクランブル（以下、アジ用 DP とする）が普及している

が、輸出向けマアジ養殖では、粗脂肪含量が高く安価なマダイ用 DP が使用されている。

総合水産試験場では、輸出向けマアジに適した飼料を検討するために、アジ用 DP（図 3）とマダイ用 DP（図 4）を給餌したマアジの成長等を比較する試験を行った。

アジ用 DP とマダイ用 DP を給餌したマアジの平均体重の推移を図 5、生残率と水温の推移を図 6、両飼料の特徴を表 1 に示した。



図 3 アジ用 DP



図 4 マダイ用 DP

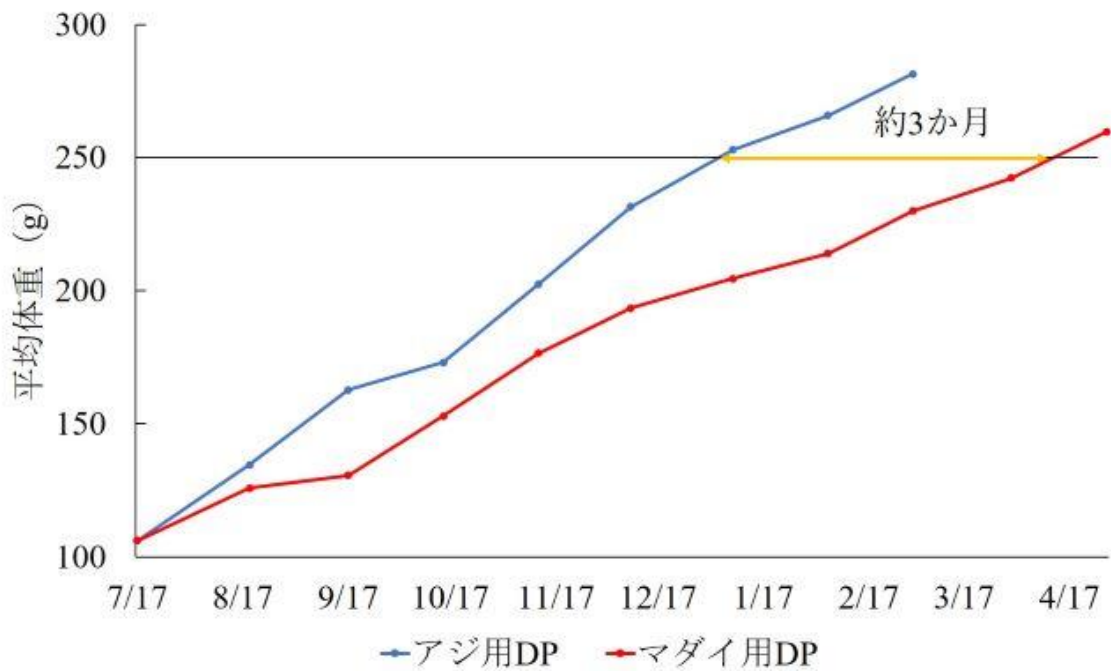


図5 アジ用 DP とマダイ用 DP を給餌したマアジの平均体重の推移

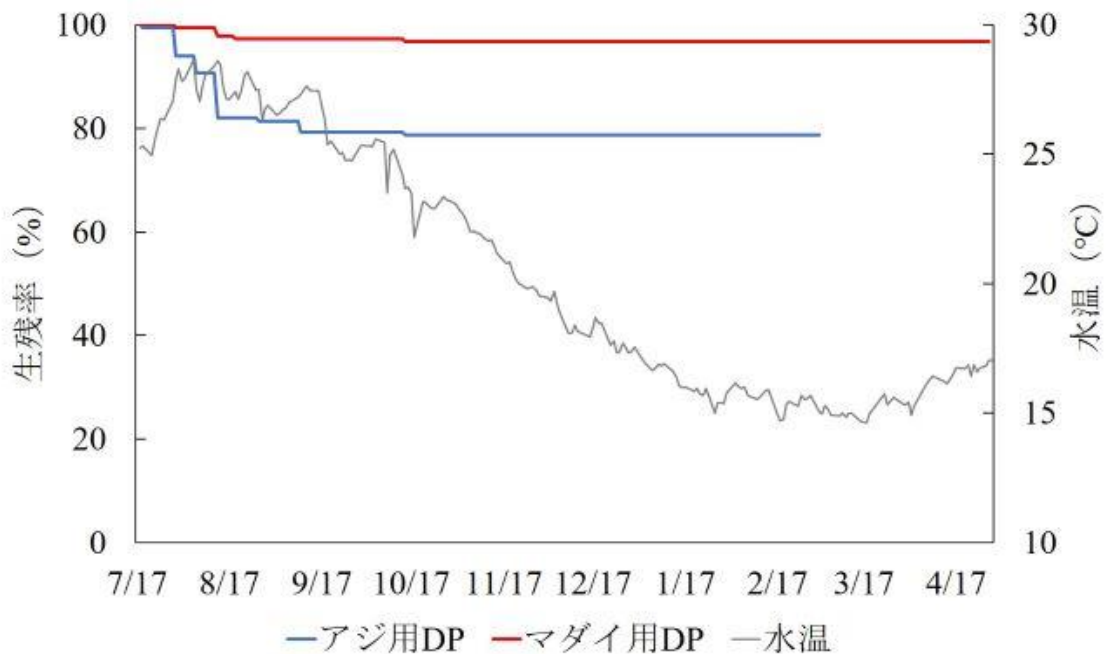


図6 アジ用 DP とマダイ用 DP を給餌したマアジの生残率と水温の推移

表1 アジ用 DP とマダイ用 DP の特徴

	アジ用DP	マダイ用DP
粗脂肪含量 (%)	6.5	13.4
脂乗り	△	○
餌付け	○	△
増肉コスト	100	92

この試験では、週5日、1日1回、飽食給餌した。アジ用 DP を給餌した方が成長が早く、マダイ用 DP よりも3ヵ月程度早く輸出基準（250 g 以上）に達した。生残率は、マダイ用 DP（97%）が、アジ用 DP（79%）より高かった。これは、アジ用 DP への餌付きが良く、その結果、肥満度が高くなったため、高水温（28℃程度）時の測定によるダメージが大きく出たものと考えられた。また、魚を1 kg増重させるのに必要な餌代（増肉コスト）は、アジ用 DP の値を100 とするとマダイ用 DP は92 と低く、マダイ用 DP の方が低コストであることがわかった。

表2 に奈留地区でマダイ用 DP 給餌をした養殖マアジの測定データを示した。体重は250 g 以上と大型であり（平均315 g）、粗脂肪

含量は、ほとんどの個体で 20%を超えており（平均 24%）、輸出基準であることが確認できた。

以上のことから、マダイ用 DP はアジ用 DP よりも成長がやや遅れるものの、脂乗りが良く、低コストであるため、輸出向けマアジ養殖の飼料として適していると判断された。マダイ用 DP には餌付けにくいという課題があるが、後述する方法により改善することが可能である。

表 2 奈留地区における養殖マアジの測定データ

No.	体重 (g)	全長 (cm)	尾叉長 (cm)	肥満度	粗脂肪含量 (%)
1	<b>284</b>	28.9	25.6	16.9	<b>22.6</b>
2	<b>349</b>	30.3	27.4	17.0	<b>26.6</b>
3	<b>309</b>	29.5	26.1	17.4	<b>29.8</b>
4	<b>328</b>	31.2	27.9	15.1	<b>19.2</b>
5	<b>306</b>	30.2	27.3	15.0	<b>22.6</b>
平均	<b>315</b>	30.0	26.9	16.3	<b>24.2</b>
標準偏差	<b>25</b>	0.9	1.0	1.1	<b>4.1</b>

## 4-3. 配合飼料への餌付けについて

### (1) 効率的な餌付け方法

◇マダイ用 DP、アジ用 DP、アミエビを海水で混合した餌料で餌付ける

輸出向けマアジの養殖現場では、種苗導入後にマダイ用 DP にうまく餌付かず、2~3割の個体が餓死した事例がある。そのため、総合水産試験場では、餓死する個体を少なくし、歩留まりの向上を図るための餌付け方法を検討した。

餌付け餌料には、マダイ用 DP、アジ用 DP、アミエビを混ぜ合わせたものを用いることで効率よく餌付けることができる。餌付け餌料の作製手順を図7に示した。まず、マダイ用 DP とアミエビと混合し、次に海水を加える。餌付け初期のマアジは、固い状態のマダイ用 DP を吐き出すことが多いため、これを防ぐために海水を吸わせて飼料を柔らかくする。アジ用 DP は水でふやけると崩れやすいことから、散逸ロスを減らすために最後に混合する。

種苗導入から1か月程度は餌付け餌料を給餌する。餌料の比率はマダイ用 DP : アジ用 DP : アミエビ = 2 : 1 : 1 程度から給餌し、

段階的にマダイ用 DP の比率を上げていく。また、飼料の物性に慣れさせるために、湿らせている餌付け餌料から無吸水のマダイ用 DP への切替えも徐々に行う必要がある（混ぜる海水の量を徐々に減らす）。餌付け期間の後半には、餌付け餌料給餌後に自動給餌機で無吸水のマダイ用 DP も給餌するとよい。



図7 餌付け餌料の作製手順



## (2) それでも餌付かない場合は

◇初回の餌付け後の選別と再餌付けにより肥満度が向上、生残率 UP に繋がる

(1) で述べた方法により餌付け効率の向上を図ることが可能だが、それでもなお餌付かない個体（以下、餌付け不良個体。おおよそ肥満度 13 未満）がみられた。そこで、総合水産試験場では、これらを餌付ける方法を検討するために、餌付け不良個体の選別および再餌付けを試行した。まず、種苗導入から 4 週間かけて初回の餌付けを行い、その後 8 週間はマダイ用 DP のみを飽食給餌した。続いて、餌付け不良個体を目視により選別し、初回の餌付けと同じ方法で再餌付けを行った後に、1 か月間マダイ用 DP のみを飽食給餌した。その結果、餌付け不良個体の約 7 割が肥満度 13 以上となったことから（図 8）、選別および再餌付けは有効と考えられた。

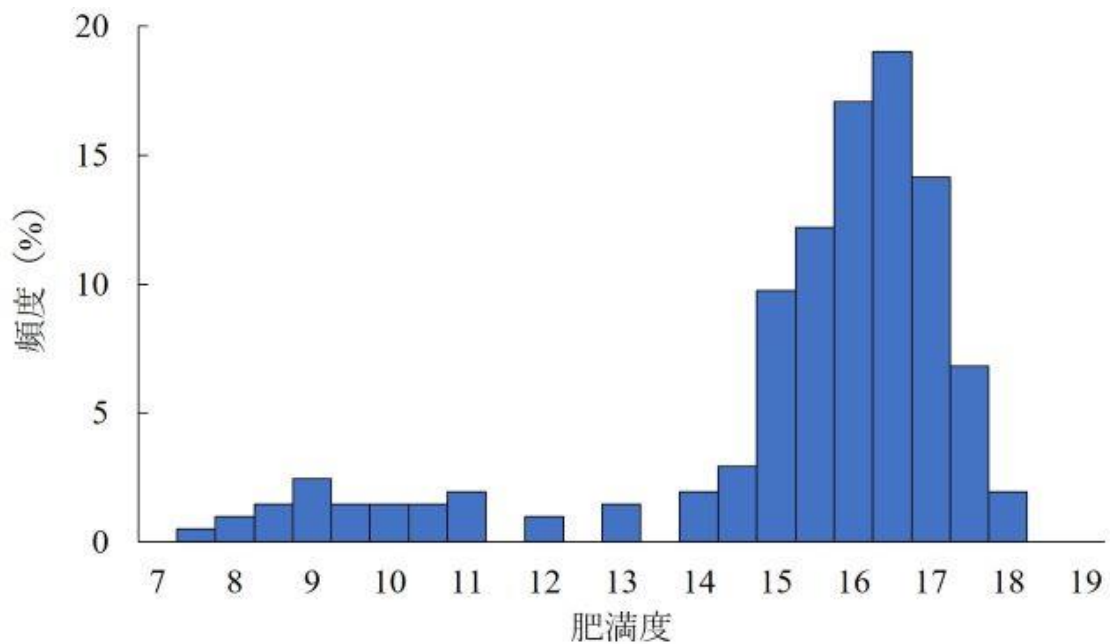


図8 再餌付けを実施した餌付け不良個体の肥満度

そこで、選別および再餌付けの最適なタイミングを検討するため、種苗導入から4週間かけて初回の餌付けを行った後に、12週間の試験を行った。餌付け不良個体の選別・再餌付けは、初回の餌付け終了から2週間後に行う区（以下、2週間選別区）と4週間後に行う区（以下、4週間選別区）を設け、生残率や肥満度を比較した。なお、餌付け期間以外は、マダイ用DPのみを飽食給餌した。選別後の餌付け不良個体の生残率と水温の推移を図9に示した。生残率は、2週間選別区（97.2%）が4週間選別区（91.7%）より高かった。4週間

選別区は選別直後に非常に痩せた個体が多くへい死しており(図 10)、高水温(25.8°C)時の選別による影響が出たものと考えられた。また、試験終了時の肥満度(平均値)は2週間選別区(13.5)が4週間選別区(13.1)より高く、約6割が再餌付けに成功した。以上のことから、選別・再餌付けは、初回の餌付け終了から2週間後を目安とし、高水温(25°C以上)を避けることが重要である。

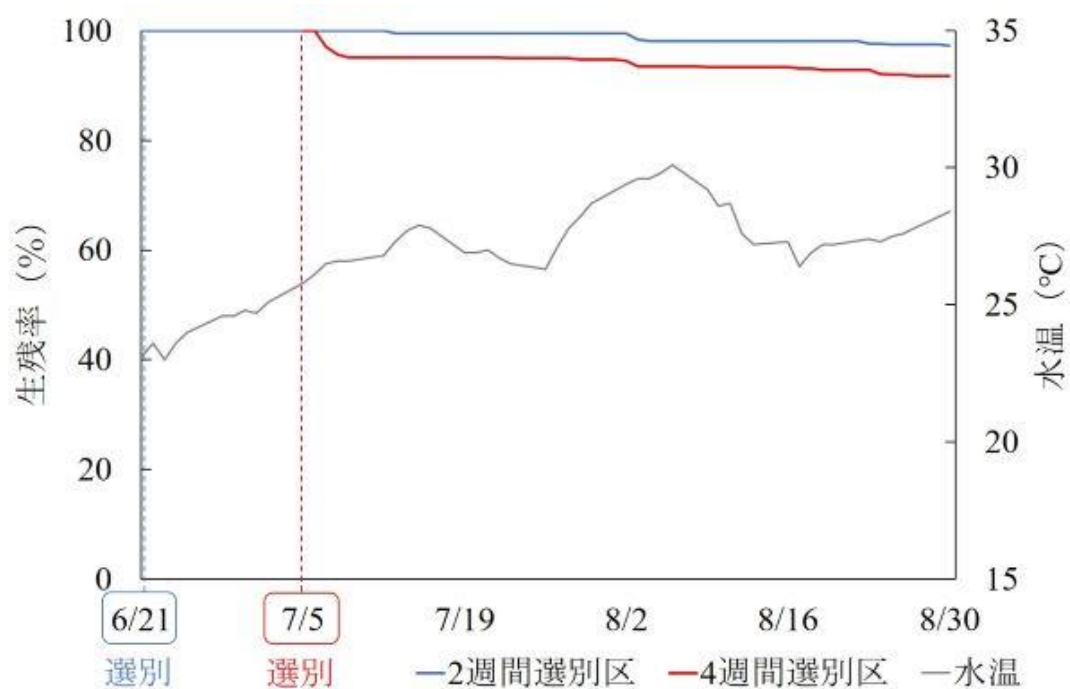


図9 選別後の餌付け不良個体の生残率と水温の推移

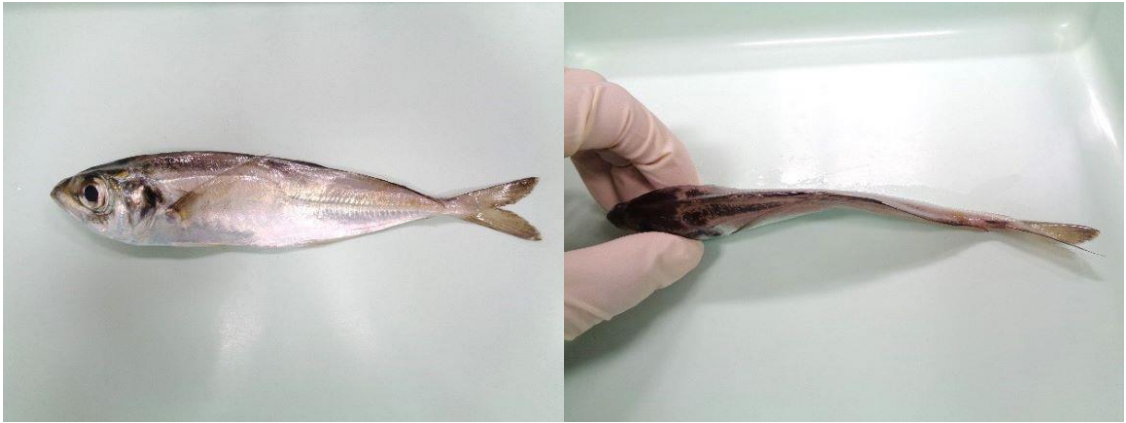


図10 非常に痩せたへい死魚

・参考：餌付け不良個体の選別方法について

総合水産試験場では、マアジを一尾ずつ網で掬い、目視またはおおよその肥満度を目安に餌付け不良個体の選別を行ったが、この方法は労力と魚への負担が大きい。大分県では、まき網で漁獲したマアジをサイズ別に選別するために選別器を用いる場合がある。1尾ずつ網で掬って選別するよりも精度がやや低くなるが、魚への負担や作業時間等を軽減できる。また、奈留地区においても、選別器を用いた選別の検証が行われている（図 11）。



図 11 選別器 約 1.0×3.5 m スリット間隔約 20 mm

#### 4-4. 適正な給餌頻度について

- ◇高水温期 (25°C以上) : 週 6 日給餌で高成長、ハンドリングと過剰給餌に注意
- ◇水温下降期 (25~20°C) : 週 5 日給餌で高成長
- ◇水温下降~低水温期 (20°C以下) : 週 3、4 日給餌が効率的

時期毎の適正な給餌頻度を把握するために、マダイ用 DP の給餌頻度試験 (週 6 日、週 5 日、週 4 日、週 3 日) を行った。給餌は、1 日 1 回、ほぼ飽食給餌とした。

平均体重と水温の推移を図 12 に、生残率と水温の推移を図 13 に示した。平均体重は給餌頻度が高いほど増加し、週 6 日給餌では 7 月の 130 g から 11 月には 250 g へ成長した。ただし、給餌頻度が高いほど高水温期の測定後にへい死することが多かった。これは、給餌頻度が高いほど肥満度も高くなり、測定時のハンドリングによるダメージが大きかったためと考えられる。したがって、高水温期の選別等は可能な限り避けるとともに、給餌量を多くしすぎないのが望ましい。マアジは、ブリ等よりもダラダラと摂餌するために飽食状態がわかりにくく、給餌を止めるタイミングが難しいことから、摂餌活性が高くなる高水温期に飽食給餌を行うと給餌過多にな

る可能性がある。したがって、高水温期には飽食させない定量給餌が望ましいと考えられた。

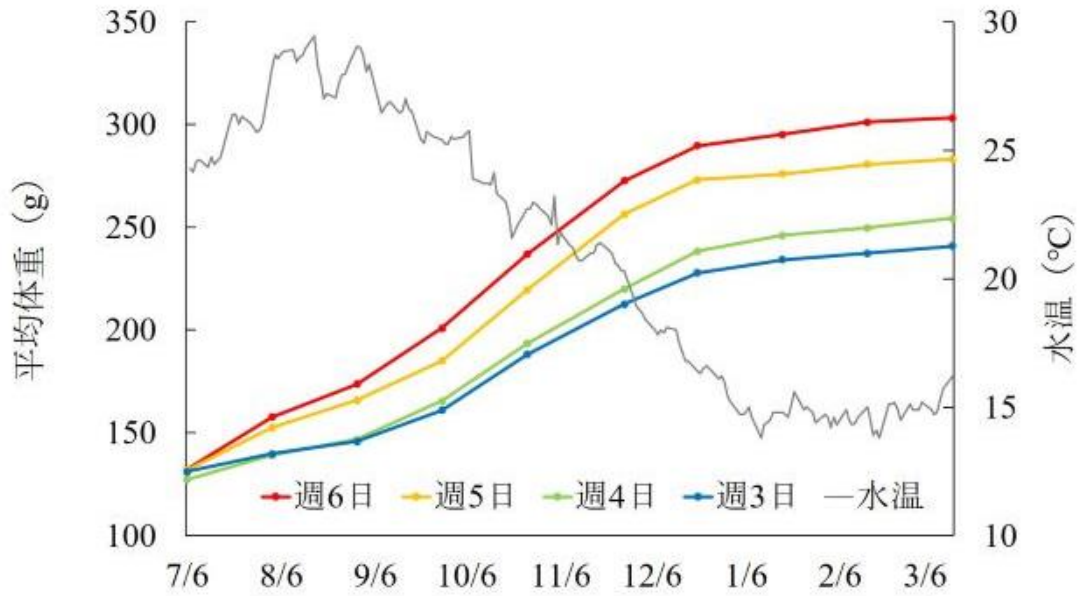


図 12 平均体重と水温の推移

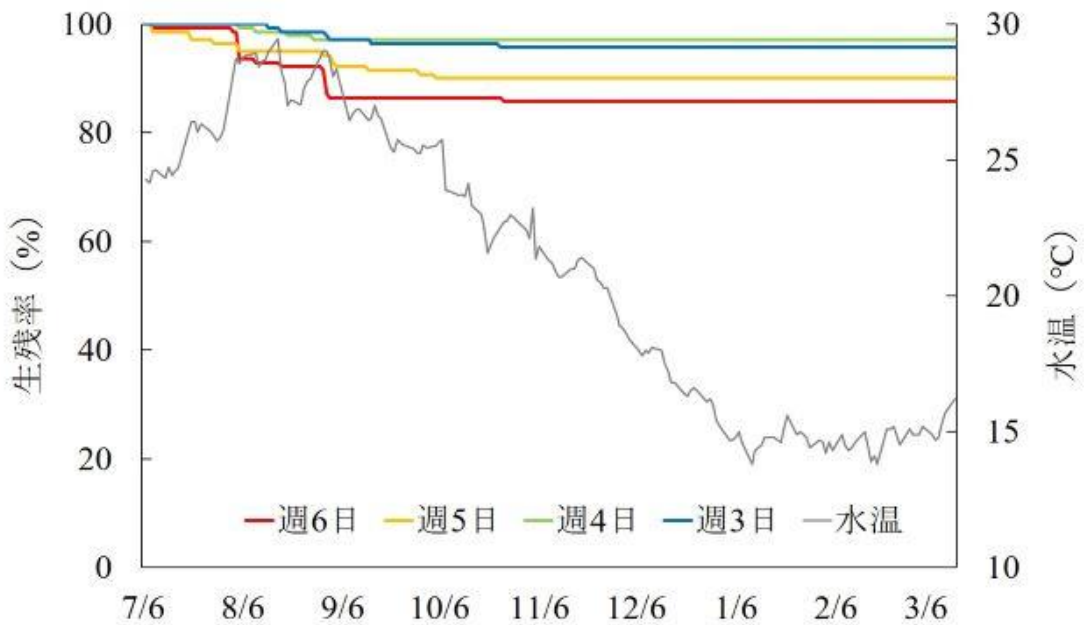


図 13 生残率と水温の推移

給餌頻度試験における飼育期間毎の日間給餌率、飼料効率および日間増重率を図 14～16 に示した。

日間給餌率は、水温の低下に伴い低下し、水温 15°C 付近では 1% 以下となった。また、試験区間の日間給餌率の差は、低水温期が高水温期より小さかった。

飼料効率と日間増重率は、高水温期である 4～12 週目（水温 25.3～28.3°C）では週 6 日給餌区、水温下降期である 16・20 週目（水温 23.8～16.8°C）では週 5 日給餌区、水温下降期終盤から低水温期となる 24～36 週目（水温 13.8～15.7°C）では週 3、4 日給餌区が概ね高く推移した。

以上のことから、マアジを効率よく成長させるためには、高水温期から低水温期にかけて給餌頻度を低くしていくことが重要と考えられた。ただし、前述のとおり、高水温期の給餌過多には注意する必要がある。



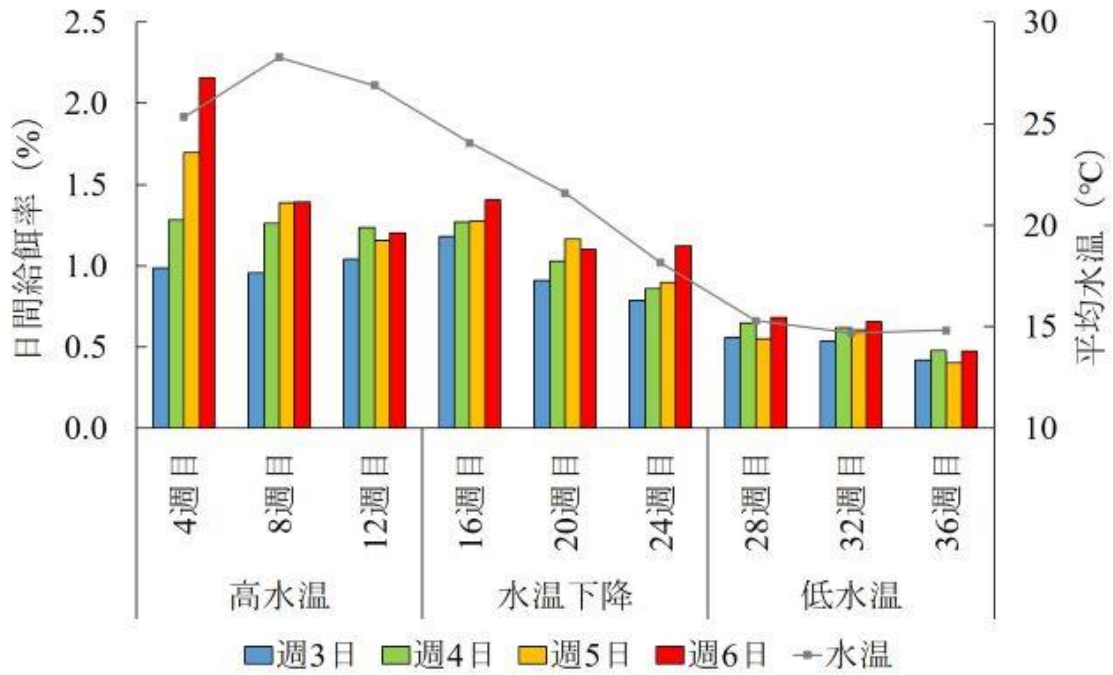


図 14 日間給餌率

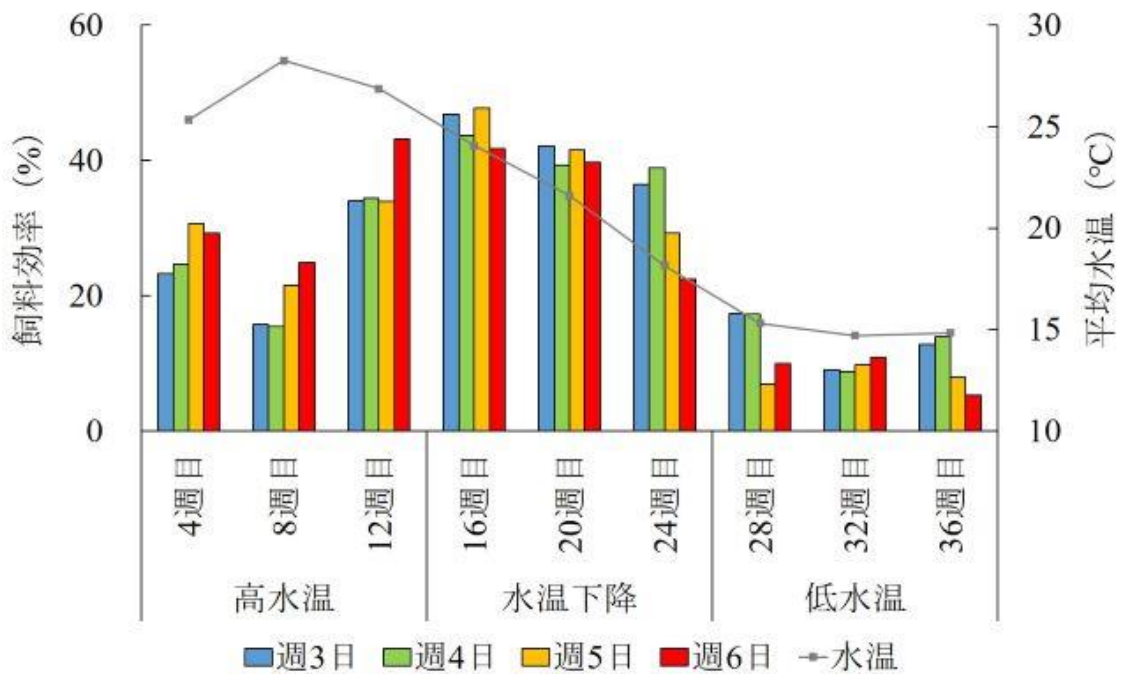


図 15 飼料効率

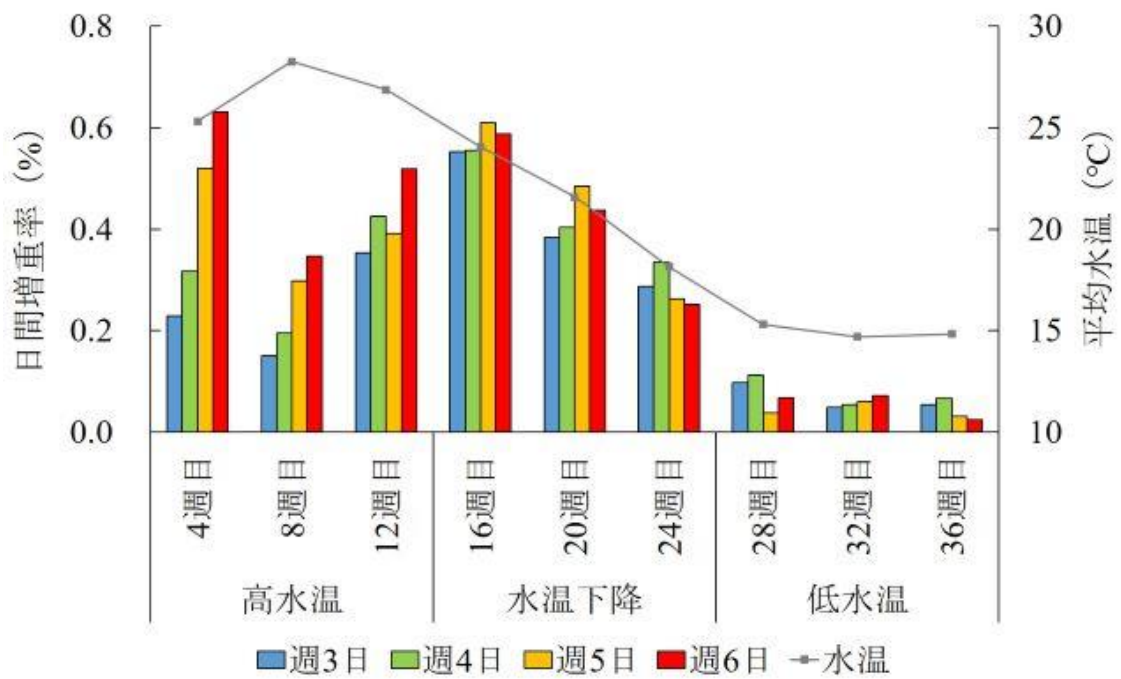


図 16 日間増重率

なお、主産地である奈留地区では、定量給餌。夏場はへい死を避けるために給餌量を抑え、秋に水温が下がりだしてから給餌量を増やしている。

## 5. マアジの疾病等

◇水温の上昇によるレンサ球菌症、ビブリオ病、高水温性障害の発生に注意

◇輸出向けには、給餌制限（餌止め）と低密度飼育が基本の対策

### ①レンサ球菌症

水温上昇期にみられることが多く、大量へい死は少ないが、影響が長引くこともある。高水温期にはビブリオ病との混合感染が起こることもある。

#### 【症状】

- ・ 頭部や鰭部の出血、眼球の白濁・突出等がみられる。
- ・ 尾柄部に膿を含む膨腫や潰瘍患部を形成することもある。

#### 【原因】

・ ブリのレンサ球菌症の病原菌と同一種のラクトコッカス・ガルビエの感染により起こる。

#### 【対策】

- ・ 低密度飼育、給餌制限（餌止め）、栄養剤添加、発症しやすい魚種とは離して飼育する。

- ・投薬可能だが、輸出先で望ましくないことがある。

## ②ビブリオ病

水温が 24℃以上の高水温期に発生することが多い。短期間に大量へい死することもある。

### **【症状】**

- ・頭部や鰓蓋、鰭部の発赤や充血。眼球の発赤、白濁。症状が進むと眼球が突出し、最後には脱落する。腸や肝臓等のうっ血もみられる。

### **【原因】**

- ・ビブリオ属細菌の感染により起こる。特定の種によるものではなく、ビブリオ・ハーベイやビブリオ・パラヘモリティカスが分離される。

### **【対策】**

- ・高水温期には低密度飼育、給餌制限。
- ・投薬可能だが、輸出先で望ましくないことがある。

## ③高水温性障害

水温が 28℃以上になると突然へい死することがある。

### 【症状】

- ・頭部の出血や、眼球の白濁がみられる。急激な場合は、無症状のままへい死する。

### 【原因】

- ・高水温による生理障害とされている。

### 【対策】

- ・作業等でストレスをかけないようにする。
- ・L-アルギニンを飼料に1%添加することで、夏場のへい死を軽減できた事例がある。

①～③については外観症状が非常に似ており、判別できないことから、菌を分離する必要がある。レンサ球菌症やビブリオ病については、スズキ目魚類で承認されているエリスロマイシンやOTCを使用可能だが、米国においては残留基準値が設けられておらず、これらの薬剤を使用したマアジを受け入れてもらえない可能性がある。また、高水温期は、魚自体が高水温で弱っているために薬効が低いといわれている。したがって、輸出向けマアジ養殖では薬剤に頼らず、適切な飼育管理による対策を行うのが望ましい。なお、奈留地区の養殖場

では給餌制限、飼育密度の低減によりへい死を抑えている。

総合水産試験場で11月にへい死したマアジの写真を図17に示した。頭部の症状が顕著で、レンサ球菌症やビブリオ病が疑われたが、特定の細菌は分離されず、原因は不明であった。マアジでは病原体がみつからないへい死が珍しくないため、顕著な症状がみられても細菌性疾病によるものとは限らない。特に眼球の異常は、ストレス等も原因とされ、高水温期の肥満度が高い魚にみられることもある。



図17 眼球の白濁・突出、頭部出血を呈したマアジ

## 6. 引用・参考文献

入路光雄, 白石哲朗, 入江奨. 水槽内で飼育したマアジの生殖腺の周年変化. 九大農学芸誌 2008; 63(2): 115-123.

落合明, 睦谷一馬, 榎田晋. 養殖1歳マアジの成長, 成熟および人工採卵について. 日本水産学会誌 1983; 49(4): 541-545.

川崎健. マアジの生態についての基礎的研究. 東北海区水産研究所研究報告 1959; 13: 95-107.

北田哲夫, 原田実, 北島力. 人工採苗マアジの養成. 長崎県総合水産試験場研究報告 1982; 8: 123-128.

鈴木基生. 第6章 マアジ「水産増殖システム1 海水魚」(熊井英水編), 恒星社厚生閣, 東京, 2005; 143-148.

農林水産省 (2022) 海面漁業生産統計調査 / 確報 令和2年漁業・養殖業生産統計

<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500216&tstat=000001015174&cycle=7&year=2020&month=0&tclass1=000001015175&tclass2=000001162470>.

畑井喜司雄, 花田博. その他海水魚 マアジ「新魚病図鑑」(畑井喜司雄, 小川和夫監修), 緑書房, 東京, 2011; 245-255.

町田益己. 第3章 海産魚類養殖の実際〈魚種別〉適地選定から出荷・販売まで マアジ「最新海産魚の養殖」(熊井英水著), 湊文社, 東京, 2000; 148-156.

水野芳嗣. 養殖マアジはこんな被害が多い—2010年度診断状況より—. 養殖 2011; 5: 34-37.

水野芳嗣. こちら養殖相談室第3回 マアジ養殖が危ない!? 月刊アクアネット 2014; 8: 68-72.

水野芳嗣. こちら養殖相談室 第14回 アミノ酸を利用したマアジの水溫ストレス軽減の試み. 月刊アクアネット 2016; 10: 52-56.

山尾哲史. まき網漁業者たちの挑戦を次世代へつなげ—アジの活魚選別の取り組み—. 全国青年・女性漁業者交流大会資料 2018.

横山寿. 海面魚類養殖漁場の環境基準—その施策と問題点—. 養殖研究所研究報告 2000; 29: 123-134.

平田八郎, 門脇秀策. II. 適正利用基準 2. 酸素収支「海面養殖と養魚場環境」(渡辺競編), 恒星社厚生閣, 東京, 1990; 28-38.