

# マダイ



〈マダイ種苗〉

## 1 生 態

### (1) 分 布

マダイは北海道南部以南から琉球列島周辺を除く日本全域、朝鮮半島・中国沿岸、東南アジアの一部まで広い範囲に分布している。日本周辺での分布状況は日本海南部や瀬戸内海に多く、太平洋側ではやや少ない。

生息する水深は 30～200m とされるが、本県日本海側では 100～150m の水温が常時 10℃ 以下にあるため、このあたりが生息限界と思われる。

底質に対しては適応性が広く、主に岩礁域やその周辺の砂泥底を好んで生息している。

### (2) 生活史

産卵は 4～6 月に沿岸の浅海域で行われる。ふ化間もない浮遊生活期は、主に動物プランクトンを摂餌する。潮流によって沿岸域に移送されたマダイ仔魚は、全長 15mm 前後から底生生活に移り、成長に伴い大型の甲殻類・多毛類・クモヒトデ・小魚など、様々な生物を食べるようになる。稚魚は水深 30m 以浅の砂質域に生息するが、10m 以浅で分布密度が高く、またアマモ場周辺に分布密度が高い。

成熟するまでは季節的に深浅を移動しているが、成熟後は広範囲に回遊するようになり、生息水深も最大で 200m くらいになる。

### (3) 成長と寿命

成長は 1 年で全長 15cm 前後、体重は 70g 前後、2 年で 20～25 cm、150～250g、3 年で 25～35cm、250～600g、4 年で 30～40 cm、500g～1kg になる。全長 30～33 cm の 3 年魚の一部から成熟が始まり、4 年魚以上になると全てが成熟する。

寿命は 15 年から 20 年と言われている。

### (4) 移動と回遊

4～6 月に浅海域でふ化した稚魚は、秋には全長 10 cm に達して深場への移動を始めて深場で越冬する。翌春には再び沿岸の浅場へ移動する。この季節的深浅移動は成熟する 3 歳くらいまで繰り返し、生息水深は成長に伴って徐々に深くなっていく。

成熟後、広範囲に南北回遊する群れと沿岸の地先に滞留しほとんど回遊しない群れがあると言われているが、山口県日本海側のマダイについては実態が不明である。

### (5) 産卵と成熟

産卵期は春から夏にかけての水温が 15～20℃ になる頃で、沿岸の浅海域で産卵する。産卵は夕方から夜間にかけてマダイが上層に浮上し、1 尾の雌を数尾の雄が

追尾して行われる。

抱卵数は全長 40～45 cm で 30 万～40 万粒、60～70 cm で 100 万粒前後で、1 回当たりの産卵数は 15 万～25 万粒。1 産卵期に 5～10 回程度産卵する。

## (6) 食性

ふ化後間もない頃は微少な動物プランクトンなどを摂餌し、成長に伴い小型の甲殻類から大型の甲殻類に捕食対象を変えていく。全長 3cm から 8cm くらいまではヨコエビ類が重要な餌生物で、ヨコエビ類の分布が多い海域にマダイ幼魚の分布が密になっている。全長 16cm くらいまではヨコエビ類に加え、アミ類や多毛類・クモヒトデ類などを、1 歳魚以上になると、エビ類・カニ類・シャコ類などの甲殻類を中心に、ヒトデ類・魚類なども捕食するようになる。

## (7) 害敵生物

マダイ幼魚は同じ海域に生息している大型の魚食性魚類に捕食されやすい。今までに食害の報告がある魚種は、アナゴ類・コチ類・ハゼ類・エソ類・カサゴやメバル・アイナメ・ハオコゼ・ヒラメ・マアジ等多種にわたる。

## (8) 生物特性

水温が 8～10℃に低下すると、摂餌量が減少し死に至る。水温が 30℃を超えるると生理異常が起き、マダイ稚魚は斃死すると言われている。

# 2 種苗生産

## (1) 親魚

親魚は、天然魚から養成した 4 年物以上で、周年海上小割網で配合飼料を主体に与えて飼育している。

3 月下旬に陸上の 50 トン産卵用水槽に移して早期採卵を行うため、20℃の加温水を産卵用水槽に入れて水温が 17℃となるよう加温すると、4 月中旬には産卵が始まる。雌雄比はほぼ 1 : 1 で合計 80 尾程度を使用する。

## (2) 卵

卵は直径約 1.2mm の浮上卵であるが、採卵した卵は沈下する不良卵も含まれているため、200L のアルテミアふ化器等に入れて分離し、浮上卵のみを種苗生産に使用する。卵数は 1g 当たり 1,800 粒である。

## (3) 飼育

卵は、15℃で 2.5 日、17～18℃では 2 日でふ化する。ふ化率は 80%程度であり、ふ化仔魚の全長は 2.5mm である。

餌料系列は、一般的な方法でワムシ、アルテミア、配合飼料を順次与えるが、近

年、ほっとけ飼育（※）も行うようになった。

飼育水内のワムシの飢餓防止ため、飼育水にナンノクロロプシス、栄養強化淡水クロレラ(300~900ml/日)を添加する。

日令7日頃から鰾を形成させるため、1日に1~1.5時間程度エアレーションを止めるか、微通気で飼育する。開鰾率がほぼ100%に達した時点で終了する。

飼育事例として、外海栽培漁業センターでは、50トン八角水槽3水槽を使用し、再浮上卵400万粒/槽を入れ、ふ化仔魚320万尾(2.13万尾/トン)が得られ、30mm種苗160万尾(生残率50%)を生産する。

マダイの種苗生産モデルを図1、種苗の全長と体重の関係を表1に示す。

※ほっとけ飼育；参考資料（種苗生産）参照

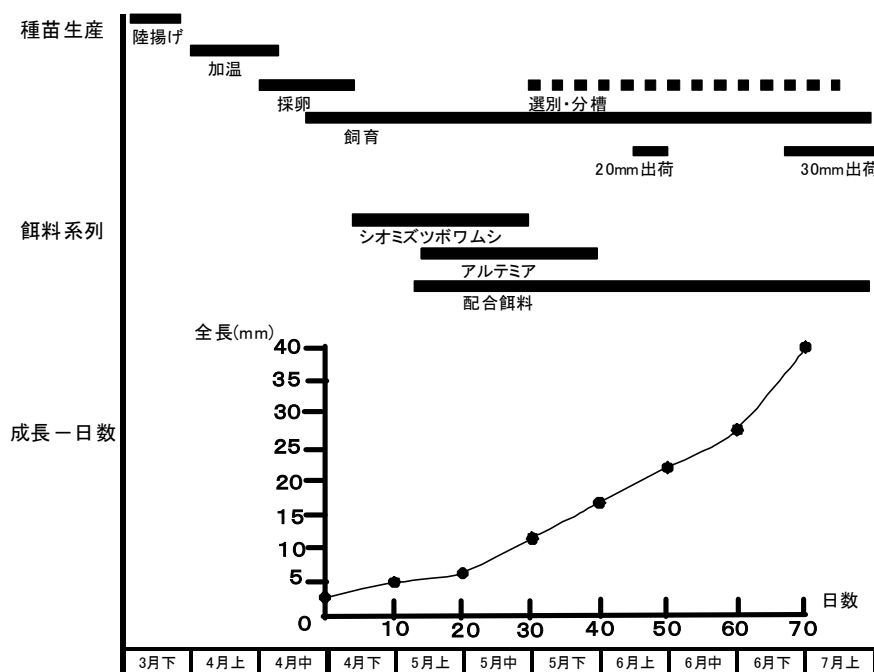


図1 マダイの種苗生産モデル

表1 マダイの全長と体重の関係

全長(mm)	体重(g)
30	0.48
40	1.1
50	2.13
60	3.62

マダイの体重と全長の関係式

$$\log W = -4.626 + 2.916 \log L$$

#### (4) 管理技術

ふ化後 7 日目頃から油膜除去装置を 1 水槽に 2 台設置し、集められた油膜を適宜柄杓で汲み出す。

底の残餌、死骸等は、ふ化後 15 日目頃から自動底掃除機を当初は 3 日に 1 度とし、最終的には毎日使用して除去する。この排水を網で受けて、へい死の状況などから稚魚の疾病や生存数等を判断する。

注水は当初止水から徐々に量を増し、全長 10 mm で 2 回転/日、全長 20 mm で 4 回転/日、全長 30 mm で 5 回転/日とする。

魚止めの網の目合いは、当初 0.2 mm から使用し、順次種苗の成長に合わせて、0.5mm、0.7mm、1.0mm と大きいものに交換する。

マダイは、全長 12mm 以上になると共食いが激しくなり、選別しないと瞬く間に数が減少する。選別網の目合いと種苗の大きさとの関係を表 2 に示す。主な減耗は、選別の時期と選別網の目合いのミスマッチによることに起因する。

海外栽培漁業センターでは疾病対策として、UV 装置 (UV 管 24 本) は換水 3 回転/日で 50 トン水槽 7 面をカバーすることができる。

表2 マダイの大きさと選別網の目合いの関係

全長(mm)	網の目合い
10	240径
20	120径
30	90径

#### (5) 疾病

海上小割飼育をしていた平成 13 年度までは、滑走細菌症やビブリオ病、ベコ病が見られたが、沖出しを止めて陸上水槽飼育のみにした現在ではほとんど見られない。

#### (6) 運搬

運搬は、酸素と空気を併用させ、酸素は 0.5～1.0L/分の微通気とし、空気はブローアーにより適量通気する。

1 トン水槽に収容できるマダイ種苗は総重量 15～25kg であるが、輸送時間、水温、天候、種苗の状態等により加減する。夏期は冷却海水 (20℃) を使用する。

### 3 中間育成

#### (1) 収容密度

受け入れは、予め栽培漁業センター担当者から種苗の平均全長だけでなく、モードも聞いて小割網の目合を決定する。

小割網飼育のマダイの全長と収容密度、小割網の目合を表 3 に示した。小割網

飼育の場合、最も労力を費やすのが網替えであり、網替えのタイミングを逃すと網の汚れで網替えが重作業となるだけでなく、種苗の酸素欠乏や疾病発生の原因となるので注意が必要である。

網替えの要領はここでは記述しないが、経験者に現地で指導を受けながら作業をした方が良い。

表3 マダイ種苗の全長と小割網の收容密度、目合いの関係

全長(mm)	收容密度(尾/m <sup>3</sup> )	小割網の目合い(径)
20～30	200	120
30～40	180	90
40～50	160	60

## (2) 給 餌

受け入れ当日は給餌しなくても良いが、受け入れが昼までに終了すれば、夕方、少量与えて様子を見るのも良い。翌日、事前に生産した栽培漁業センターでの配合飼料の種類、サイズ、投餌量、水温等の情報を得て、投餌量を加減しながら与える。

給餌回数は、栽培漁業センターで6回/日を基準に与えているが、成長や状況に応じて回数を減らしても良い。

1万尾の飼育例における配合飼料の粒径、給餌率、給餌量と全長、体重の関係を表4に示す。

餌の切り替えは数日間新旧の配合飼料を混合して与える。全長、体重に比較して粒径の大きな配合飼料を与えるより、なるべく多くの種苗に配合飼料を行き渡らせるという観点からすると、むしろ同量で粒径の小さな配合飼料を与えた方が良い。

特にマダイは、夜明けと日没の頃が最も摂餌が旺盛なので、なるべく早朝に行うのが良く、共食いによる減耗を抑えることができる。

表4 マダイ種苗の全長、体重と餌の粒径、給餌率、給餌量の関係

全長(mm)	体重(g)	餌の粒径(mm)	(1万尾当たり)	
			給餌率(%)	給餌量(g)
20	0.147	0.36～0.62	3.0	44.1
30	0.48	0.62～0.92	3.0	144
40	1.11	0.92～1.41	2.5	278
50	2.13	0.92～1.41	2.5	533
60	3.62	1.2～2.0	2.0	724
70	5.68	1.2～2.0	2.0	1,136

## (3) 換 水

水槽飼育では全長30mmで水槽内に満たした容量の5回転/日、全長50mm以上では10回転/日以上を基準とするが、水温、水槽の形状、注水方法、ポンプの容

量等によって決定する。

#### (4) 底掃除

残餌が底面残る停滞域ができないような工夫が必要であるが、毎日1回程度底掃除を行うことが望ましい。底掃除の方法についてはヒラメの中間育成を参考にされたい。

#### (5) 取り上げ、運搬

取り上げ当日は餌止めし、海上での作業のため、人数をなるべく多くする方が良く、作業中のケガに十分注意する。また、スレに注意し速やかに終了させるよう、関係者への連絡、器具類の準備等を万全にする。

運搬は、小割網飼育では漁船、運搬船がほとんどであり、3トンの漁船の生け間を全て使用するのであれば全長50mmで1万尾以下が適当と思われるが、ブローアの使用や注水などで酸素欠乏の防止対策を図る方が良い。漁船の速力を上げすぎると生け間の水量が減り酸素欠乏が起こるので注意が必要である。

トラックでは、全長50mmで10.7kg/トン以下とし、高水温期となるため、水温、運搬時間、水槽の形状等を考慮して少なめに設定する方が無難である。酸素欠乏を防ぐため、ブローアや酸素ポンベの使用は不可欠である。

#### (7) 中間育成時の疾病

へい死が多くなったり、餌食いが落ちたり、元気がなく遊泳状態がおかしいときは対策が必要である。水産業普及指導員を通じて水産研究センターで診断を受け、適切な処置をする。

[発生しやすい疾病]

病名	症状	発生時期	原因	対策
滑走細菌症	口吻部のただれ(口ぐされ) 背鰭や尾鰭の欠損(鰭ぐされ、尾ぐされ)	6月～8月 沖出し後に発生することが多い。	滑走細菌(テナシバキユラム・マリチマム)	病魚を取り除く。 オキシテトラサイクリンを経口投与する。
ビブリオ病	滑走細菌症と併発することが多いため、上記の症状に加えて、体表の出血など。	6月～8月 滑走細菌症が発生した後に発生することが多い。	3種のビブリオ属の細菌によるが、稚魚期に発生するのは主に、ビブリオ・アングイラルム	塩酸オキシテトラサイクリンなどの抗菌剤を経口投与する。
べこ病	体表の一部が膨れる 筋肉内に白いかたまり	沖出し後に発生する。	微孢子虫(ミクロスポリジウム)の一種のシストが筋肉中に形成される。	マダイの成長とともに胞子は体外に出て自然に治癒する。

白点病	運動が不活発。 体表白濁。体表や鱗に小さな白点(0.3~0.5mm)がみられる	7月~9月 水温 25℃~30℃	海産白点虫(クリプトカリオン・イリタンス)が、体表や鰓に寄生する。	陸上水槽:発生した場合は、水槽を3日ごとに2、3回交換。 海面小割り:生け簀を潮通しの良い場所に移動。 塩化リゾチームの経口投与。
-----	--	---------------------	-----------------------------------	---

## 4 放流

### (1) サイズ、場所

今までの再捕結果から、放流サイズは全長 5 cm以上あれば効果があると考えられる。

全長 5 cmサイズの天然稚魚は水深 10m 以浅に多く生息しており、放流種苗は水深 10m より浅い網生け簀などで中間育成していることから、全長 5 cmサイズの種苗を放流する場合はなるべく浅いところで放流し、徐々に深い場所に慣れさせていくのがよいと考えられる。また、害敵が存在しない網生け簀で人工餌料により飼育されているため、まずは害敵や天然餌料に慣れる必要がある。

したがって、放流場所は、藻場や消波ブロック周辺、あるいは漁港内等、潮流が緩やかで隠れ場や餌場があり、害敵生物が少なく、定置網や中層曳網など小型魚を混獲する可能性のある漁業の漁場の近くでないところで、成長に伴う生息適地(砂底域・魚礁等)が周辺や沖へ連続しているような海域が好ましい。

一般に、放流直後の主な減耗要因は害敵生物による食害と考えられるので、これによる減耗を極力抑えるためには、放流適地への集中放流が望ましいと考えられる。

### (2) 放流時の注意点

稚魚は大変弱く傷つき易いので取り上げや運搬、放流作業には細心の注意を怠らないようにすることが肝要である。

小割網生け簀からの取り上げ時は、稚魚同士が背鱗の棘で目などを傷付け合わないよう、小割網を絞り過ぎないようにし、タモ網の使用は極力避けて、必ずバケツで海水ごとすくうこと。

放流場所までの運搬に漁船を使用する場合は、なるべく大きな船倉があり、可能なら酸素ボンベやブローアなど給気できる施設を装備している漁船を使用し、船倉に小割網を張ってその中に稚魚を収容する。酸欠に弱いので、収容密度は薄めの 4~6kg/トン (5 cmサイズで 1,500~2,000 尾/トン) にする。給気施設があればスカッパを閉じたままで運ぶことができるが、なければ活間のスカッパは開けて、常に海水が交換できる状態にして、放流場所まで運ぶ。その場合は運搬中に船倉の水位が下がり過ぎたり、網ズレが起きたりしないよう注意しながら航行する必要がある。



放流する時にも、タモ網の使用は極力避けて、必ずバケツで海水ごとすくい、着水のダメージを与えないようバケツは海面に直に付けて静かに放流するよう心懸ける。

活魚車で運搬する場合は、収容密度を 12~15kg/トン (5 cmサイズで 4,000~5,000 尾/トン) 以下とし、必ず酸欠防止対策として酸素ポンベ及びブローアを完備し、海水氷などを用いて水温 20℃くらいまで下げた状態で運搬する。

なお、稚魚のサイズが 6 cmになると、体重は 1.8 倍になるので収容密度は 1/2 に、7.5 cmでは 2.8 倍になるので、1/3 にする必要がある。

### (3) 標識放流

平成元年から 7 年に実施された山口県日本海広域栽培パイロット事業 (以下「パイロット事業」という) では、放流種苗を識別するため、標識方法として片方の腹鰭抜去を行った。抜去した腹鰭は再生するが、完全に再生することはほとんどないため、腹鰭抜去は天然魚と容易に識別できる方法で、マダイ以外の魚種でも広く使われている。

また、種苗生産したマダイには鼻孔異常 (鼻孔連続) がかなりの確率で出現することがわかっているため、天然魚との識別する指標として、腹鰭抜去等と併用して使われるようになっている。

## 5 その他

### (1) 放流後の管理手法

放流後の生残率を高めるためには、放流直後に曳網漁業などで一網打尽に漁獲されたり、遊漁者に釣られてしまうなどの不合理漁獲を避けなければならない。

このため、昭和 63 年から平成 4 年にかけて実施した資源培養管理対策推進事業において、マダイについては放流地点を中心に 1km の範囲内を放流後 1 ヶ月保護区域とし、全長 15 cm以下のものは全て再放流するという管理計画を策定した。パイロット事業においても、この管理計画に基づき、放流種苗の保護・育成・管理について漁業者及び遊漁者に対する啓蒙普及を図るためのポスターや容易に全長が確認できる魚スケール等を作成して、関係漁業者や漁協に配布するとともに、ブイ等の設置により保護区を明確化することなどが行われた。

資源管理の実行状況をモニターするため、主要 3 市場 (萩市場、仙崎市場、特牛市場) での全長 15 cm以下のマダイの水揚げ状況を調査した。この結果、いずれの市場もほとんど水揚げが認められなかったことから、管理計画が定着していることがわかっている。

### (2) 放流効果の事例

パイロット事業の一環として種苗放流及び資源管理の効果を実証するために仙崎市場で実施した市場調査結果から、

- ◇放流サイズとして、全長 5 cm サイズが適正であること。
  - ◇放流種苗は、放流後は天然魚とほぼ同様の成長を示し、放流後 2～3 年で全長 25～35 cm になり、主に放流海域周辺に留まること。
  - ◇仙崎市場に水揚げされたマダイのうち、放流魚は 7～10% を占めること。
  - ◇放流種苗の再捕率は放流した年や漁獲された年によりかなり変動があり、平成 5 年及び 6 年に放流した種苗の再捕率は高く 12% 及び 27% で、他の年度に放流した種苗の再捕率は 3～7% であること。
  - ◇仙崎市場における平成 7 年のマダイ放流魚の漁獲金額は約 2,100 万円であること。
- などが推定され、放流効果を実証されている。