

# マダイの資源管理手法と高鮮度処理技術の開発

## 資源管理手法

小谷健二

### 目 的

本県沿岸漁業者の漁業経営の底支えとなる、安定した漁獲収入源の創出を図るため、青森県産マダイを対象に、資源管理手法（小型魚・産卵親魚の保護）の開発、また、資源管理の効果をシミュレーションする手法の開発、さらに、一般成分分析、破断強度分析や色調分析によるエビデンスを付加した高鮮度処理技術と、活魚出荷のための長期蓄養技術を開発することを目的に実施した。本研究所では、その内、資源管理手法、資源管理の効果をシミュレーションする手法、活魚出荷のための長期蓄養技術の開発を行った。

### 材料と方法

#### 1. 漁獲データの収集・整理

青森県海面漁業に関する調査結果書(以下、県統計と称す)を用いて、青森県沿岸の各漁業協同組合における1981年～2020年の「たい」の漁獲量を集計し、年別、海域別の漁獲動向を調べた。

日本海及び陸奥湾におけるマダイ水揚げの主要港である新深浦町漁業協同組合及び横浜町漁業協同組合を対象に、2000年～2020年のマダイ漁獲量を集計し、銘柄別の漁獲動向を調べた。

#### 2. 漁獲物の銘柄別魚体測定

マダイは、2020年4月～2021年2月に日本海の3漁業協同組合(深浦、新深浦町、鱒ヶ沢町)、2020年6月と10月に陸奥湾の横浜町漁業協同組合から銘柄毎に毎月1個体～50個体購入した。得られた日本海468個体及び陸奥湾81個体の計549個体に加え、2020年5月～6月に試験船青鵬丸のオッターロール調査にて陸奥湾で採取された16個体について尾叉長、全重量、生殖腺重量の測定を行った。生殖腺熟度指数(以下、GSIと称す)を、次式 $GSI = \frac{\text{生殖腺重量}}{\text{全重量} - \text{生殖腺重量}} \times 10^3$ から求め、目視観察により生殖腺から性別を判別し、雌の卵巣について、小嶋<sup>1)</sup>の成熟度区分に従い、卵巣の成熟度をA型：卵粒が卵巣表面からまだ認められないもの、B型：卵粒が卵巣表面から認められるもの、C型：卵粒中に成熟卵である透明卵が混在し、卵巣表面からそれが認められるもの、D型：透明卵が卵巣腔に排出されている、もしくは卵巣の萎縮程度が進行し、明確に産卵進行中であると認められるものとして4つに区分し、その内、C型及びD型を成熟と判断した。また、マダイの産卵と生息域の水温の間に関係性がある<sup>3)</sup>ことから、日本海の深浦町沖に設置された水温自動観測ブイ(以下、大戸瀬ブイと称す)の水深10m及び20mの日平均水温と、陸奥湾内に設置された3基の海況自動観測ブイ(平館ブイ、青森ブイ、東湾ブイ。以下、各ブイをまとめてブイロボと称す)の水深15m、30m、45mの日平均水温を各水深で平均した値の推移を調べた。

得られたデータに前々年度及び前年度のデータ<sup>2, 3)</sup>を加え、それらを基に日本海及び陸奥湾におけるマダイの成熟時期、産卵時期を推定するとともに年齢起算日を仮定し、GSIを用いた成熟個体の判断基準の検証、尾叉長と全重量の関係について関係式の推定を行った。

また、前述のデータの内、推定した成熟時期に含まれる日本海の雌436個体と雄406個体、陸奥湾の雌72個体と雄48個体のデータを基に、尾叉長と成熟率の関係について雌雄別に関係式の推定を行った。関係式は、尾叉長を5mm毎に階級区分し、階級毎に各個体を当てはめた後、3個体以上の階級を対象に各階級の成熟率を求めて階級の中央値に対して散布図を描き、この関係にMicrosoft Excelのソルバー機能を用いて最小二乗法によりパラメータを探索し、ロジスティック曲線を仮定して求めた。

### 3. 年齢査定技術の実用化

材料は、前述の県内の4漁業協同組合から購入したマダイ549個体及び、2020年4月～6月に試験船青鵬丸のオッタートロール調査にて採取された72個体を用いた。年齢査定は、出刃包丁もしくは電動鋸により頭蓋骨を切除して耳石を採取し、耳石を硬組織切断機(ライカ社製 ゼーゲミクロトーム SP1600)を用いて耳石の核を通るように横軸方向に厚さ250 $\mu\text{m}$ の薄片を作成した後、実体顕微鏡下で耳石内の輪紋数を計数することとして行った。

前述で仮定した年齢起算日を基に、得られた尾叉長と年齢査定のデータに前々年度及び前年度のデータ<sup>2,3)</sup>を加え、年齢と尾叉長の関係式を推定した。関係式は、標本の入手年月毎に輪紋数別に年齢起算日を加算した年齢と尾叉長の中央値を求めて散布図を描き、その関係にMicrosoft Excelのソルバー機能を用いて最小二乗法によりパラメータを探索し、ベルタランフィの成長曲線を求めた。なお、福原<sup>4)</sup>が室内飼育におけるマダイの孵化仔魚の大きさが全長約2mmと報告していることから、この点を通る制約条件でパラメータを探索した。

前述の尾叉長と成熟率の関係と同様のデータ及び手法を用いて、雌雄別に年齢と成熟率の関係式を推定した。なお、年齢は、成熟時期に満年齢に達したものと仮定した。

後述の年齢別漁獲尾数を推定するため、前述の年齢起算日を基にした年齢査定データを用いて、日本海の①新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業、②鯡ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業、③沖合底曳網漁業のAge-銘柄Key(銘柄別年齢比率)を推定した。なお、鯡ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業の2P～笹銘柄(11尾以上/箱)については標本が得られなかったため、2019年～2020年の沖合底曳網漁業以外の漁業の左記銘柄のデータを代用した。

### 4. 年齢別漁獲尾数の推定

青森県内の41漁業協同組合等及び八戸市場における2000年～2020年のマダイ漁獲量の集計データと、前述の3つのAge-銘柄Keyを用いて、新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業及び鯡ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業及び沖合底曳網漁業の年齢別漁獲尾数を推定した。なお、新深浦町漁業協同組合及び鯡ヶ沢町漁業協同組合では、それぞれマダイの半2銘柄～3P銘柄(0.7kg未満)及び2P銘柄(34尾以上/箱)にチダイがしばしば混入されているため、2018年～2020年にかけて左記銘柄の盛漁期である5～6月、11月～12月に各漁協にて銘柄毎に2箱(新深浦町漁協:1箱3kg入り、鯡ヶ沢町漁協:1箱4kg入り)を購入し、チダイの混入率を調べ、3ヵ年の平均値を用いて各年齢別漁獲尾数推定時に当該銘柄におけるチダイの混入尾数を算出し、マダイの尾数から減算した。

これらの3つの年齢別漁獲尾数の内、新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業及び鯡ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業の年齢別漁獲尾数を合算し、それを基に日本海の沖合底曳網漁業以外の漁業における年齢別漁獲尾数を推定し、残りの鯡ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業の年齢別漁獲尾数を基に、日本海の沖合底曳網漁業における年齢別漁獲尾数を推定した。さらに、推定した日本海の2つの年齢別漁獲尾数を基に青森県全域の沖合底曳網漁業以外の漁業及び日本海の沖合底曳網漁業における年齢別漁獲尾数に引き伸ばした後に両漁獲尾数を加算し、青森県全域の年齢別漁獲尾数を推定した。

### 5. マダイ資源量の推定

前述の2000年～2020年の青森県全域の年齢別漁獲尾数を用いて、VPA(Virtual Population Analysis)<sup>5)</sup>によりマダイの資源尾数を推定した。25歳以上については漁獲が少ないことから、25歳以上をプラスグループとしてまとめて扱った。自然死亡係数は、2018年～2020年の日本海のマダイの年齢査定において、最高齢かつ、複数個体が確認された29歳を寿命とし、田中の式<sup>6)</sup>より0.086とした。漁獲係数については、24歳と25歳以上は同じとし、最近年の漁獲係数を過去3ヵ年における同一年齢の漁獲係数の平均値と仮定し、この仮定を達成する最近年における24歳の漁獲係数をMicrosoft Excelのソルバー機能を用いて

探索的に求めた。資源量については、前述の尾叉長と全重量の関係式及び年齢と尾叉長の関係式を基に各年齢時の全重量を導き出し、全重量を尾数に乗じて求めた。

## 6. 産卵場調査

青森県周辺海域におけるマダイの産卵場の有無について検証するため、既往の文献情報を調査し、前述の漁獲物の銘柄別魚体測定から得られた生殖巣の成熟度データを確認した。また、後述の幼稚仔魚分布調査にて採取された魚卵のサンプルの内、卵径と形態的特徴からマダイ型の卵と推定された卵について(株)KANSO テクノスに委託し、モノクローナル抗体染色法によりマダイ卵とその他魚種の卵の判別を行い、それぞれの卵数を計数した。

## 7. 幼稚魚分布調査

2020年6月～7月に日本海から津軽海峡西部海域の8調査地点、同年6月～8月に陸奥湾内の6調査地点において、それぞれ毎月1回、前者では試験船・青鵬丸、後者では試験船・なつどまりにより口径1,300mm、円筒円錐全長5,500mm、網目幅450 $\mu$ m、網地NMG42の新稚魚ネット(株式会社離合社製)を用いて海面直下の水平曳を10分間行った(図1)。また、各調査地点でメモリー式CTD(青鵬丸：シーバードSBE-19、なつどまり：RINKO-Profiler ASTD102)により鉛直水温・塩分分布及び海象を観測した。

採集した生物は5%ホルマリン海水で固定後に、北海道大学大学院水産科学研究院にソーティングを委託し、サンプル中の魚卵、幼稚幼魚について種ごとに計数した。

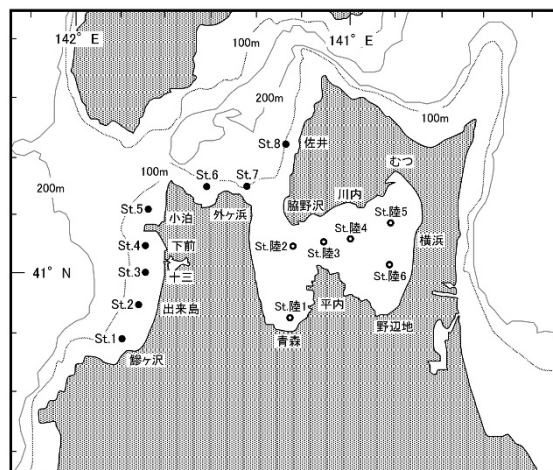


図1. 幼稚魚分布調査の調査地点

## 結果と考察

### 1. 漁獲データの収集・整理

県統計に基づいた「たい」の海域別漁獲量の推移を図2、付表1に示した。1981年以降の青森県における「たい」の漁獲量は、1981年の334トンから減少し、1986年～1988年にかけて43トン～60トンと100トン未満まで低迷した。その後、1989年から増加に転じ、2012年に626トンと過去最高を記録した後、2013年以降は360トン～479トンと400トン程度で推移しており、2020年の漁獲量は379トンであった。各海域の漁獲量は、いずれの海域も県全体の漁獲量と概ね同様に推移し、日本海の漁獲量が30トン～409トンと最も多く、県全体の44%～88%を占めていた(図2)。

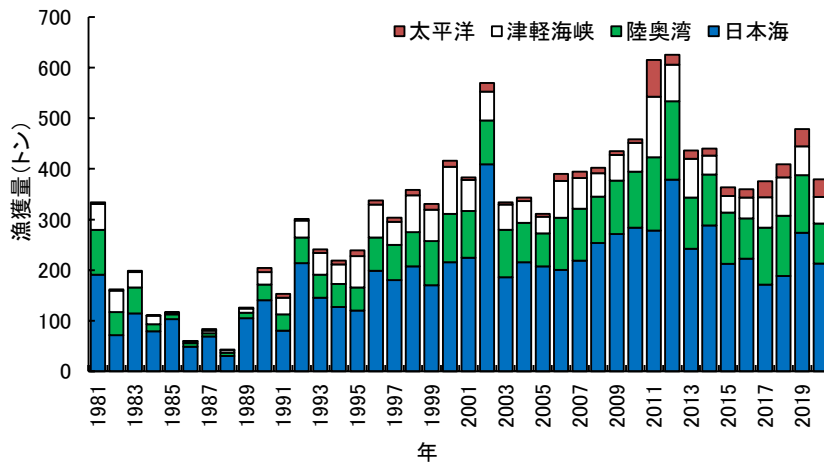


図 2. 「たい」の海域別漁獲量

日本海の新深浦町漁業協同組合と陸奥湾の横浜町漁業協同組合におけるマダイの銘柄別漁獲量の割合の推移を図 3、4、付表 2、3、各銘柄と規格重量を表 1、2 に示した。銘柄別漁獲量は、新深浦町漁業協同組合では 2015 年を除き、3P～小銘柄(0.4 kg 未満)の漁獲量が全体の 41 %～82 %を占めていたのに対し、横浜町漁業協同組合ではいずれも中～特大銘柄(1.5 kg 以上)の漁獲量が全体の 44 %～96 %を占めていた。

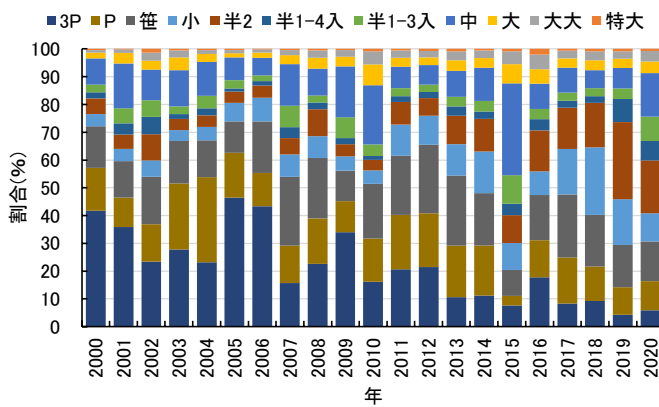


図 3. 新深浦町漁業協同組合の銘柄別漁獲量の割合の推移

表 1. 新深浦町漁業協同組合のマダイの銘柄と規格重量

銘柄	規格重量
特大	6kg以上
大大	4kg以上6kg未満
大	3kg以上4kg未満
中	1.5kg以上3kg未満
半1-3入	1kg以上1.5kg未満
半1-4入	0.7kg以上1kg未満
半2	0.4kg以上0.7kg未満
小	0.3kg以上0.4kg未満
笹	0.2kg以上0.3kg未満
P	0.1kg以上0.2kg未満
3P	0.1kg未満

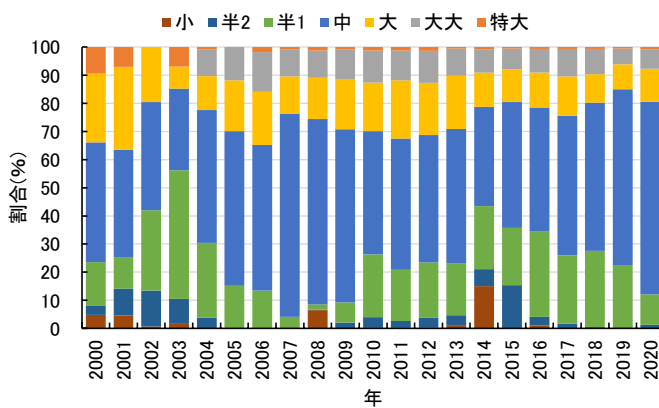


図 4. 横浜町漁業協同組合の銘柄別漁獲量の割合の推移

表 2. 横浜町漁業協同組合のマダイの銘柄と規格重量

銘柄	規格重量
特大	6kg以上
大大	4kg以上6kg未満
大	3kg以上4kg未満
中	1.5kg以上3kg未満
半1	0.8kg以上1.5kg未満
半2	0.6kg以上0.9kg未満
小	0.6kg未満

## 2. 漁獲物の銘柄別魚体測定

日本海及び陸奥湾におけるマダイ雌個体の卵巣の成熟度の推移をそれぞれ図 5、6、大戸瀬ブイの 10 m 及び 20 m の日平均水温の 5 月～9 月の推移を図 7、ブイロボの 15 m、30 m、45 m の日平均水温を各水深で平均した値の 5 月～9 月の推移を図 8、日本海及び陸奥湾における雌雄別の GSI の推移をそれぞれ図 9、

10 に示した。卵巣内に透明卵を有する個体は、日本海では雌 963 個体の内、尾叉長 255 mm~658 mm の 36 個体、陸奥湾では雌 140 個体の内、尾叉長 361 mm~690 mm の雌 56 個体で確認され、日本海では 5 月~7 月、陸奥湾では 5 月~8 月にかけて採集した個体であった。日本海の卵巣の成熟度は、1 月~3 月では A 型のみで構成され、4 月では A 型に加え B 型が出現し、5 月~7 月にかけて成熟段階である C 型及び D 型を含む全ての成熟度が出現し、標本を採集できなかった 9 月を除く 8 月~12 月では再び A 型のみで構成された(図 5)。陸奥湾の成熟度は、標本を採集した 4 月~10 月において、4 月では A 型のみで構成され、5 月では A 型に加え B 型及び C 型が出現し、6 月、7 月では A 型が消失し、B 型及び C 型が出現し、8 月になると B 型と C 型が消失し、A 型及び D 型が出現し、9 月、10 月ではいずれも A 型のみで構成された(図 6)。C 型もしくは D 型が出現した時期を成熟時期と判断し、青森県産マダイの成熟時期は、日本海では 5 月~7 月、陸奥湾では 5 月~8 月と推定された。

マダイの産卵は、産卵期間中に成熟個体が毎日産卵を行う<sup>7,8)</sup>こと、生息域の水温が 14 °C~15 °C に上昇すると産卵を開始し、21 °C~23 °C になると終了する<sup>7)</sup>ことが知られている。前述の C 型もしくは D 型が出現した時期を産卵時期と仮定すると、産卵時期は、日本海では 5 月~7 月、陸奥湾では 5 月~8 月であると推定された。また、大戸瀬ブイの 10 m 及び 20 m の日平均水温について 2007 年~2020 年の平均値を、ブイロボの 15 m、30 m、45 m の日平均水温を各水深で平均した値について 2000 年~2020 年の平均値を求め、成熟時期を含む 5 月~9 月における推移を調べたところ、大戸瀬ブイは、5 月 26 日に 10 m、5 月 29 日に 20 m の水温が 14°C に達し、7 月 21 日に 10 m、7 月 22 日に 20 m の水温が 23°C に到達した(図 7)。ブイロボは、6 月 9 日に 15 m、6 月 28 日に 30 m、7 月 18 日に 45 m の水温が 14°C に達し、8 月 26 日に 15 m、9 月 9 日に 30 m の水温が 23°C に到達したが、45 m では水温が期間中 23°C まで上昇しなかった(図 8)。このことから、水温を基にした産卵時期は、日本海では 5 月下旬~7 月下旬、陸奥湾では 6 月上旬~9 月上旬と推定された。以上のことから、青森県産マダイの産卵時期は、日本海では 5 月下旬~7 月、陸奥湾では 6 月上旬~8 月であるものの、両海域で採捕したマダイが誕生した海域を判別できないため、年齢起算日を 6 月 1 日と仮定した。

日本海の GSI は、1 月~3 月では雌雄ともに 20 未満で推移し、4 月では 20 を超える個体が出現し始め、5 月~6 月にかけて 20 を超える個体が多く出現した後、7 月では 20 を超える個体がやや減少し、8 月以降では再び 20 未満で推移した(図 8)。陸奥湾の GSI は、雌雄ともに 4 月では 20 未満で構成され、5 月~7 月にかけて 20 を超える個体が多く出現し、8 月以降では 8 月に雌の 1 個体が 20 を超えていたものの、概ね 20 未満で推移した(図 9)。また、雌の卵巣の成熟度と GSI の関係を見ると、日本海では A 型の GSI が 2 個体で 20 を超えていたものの、概ね 20 未満、B 型が 2.6~69.7、C 型が 16.0~133.2、D 型が卵巣に透明卵を有しているものの、卵巣が縮小し、産卵が終了した直後と考えられる 1 個体(GSI 8.4)を除き、39.2~130.4、陸奥湾では A 型の GSI が 20 未満、B 型が 27.7~78.6、C 型が 41.9~171.8、D 型が 44.4 と、成熟段階である C 型もしくは D 型の GSI は日本海では 16 以上、陸奥湾では 40 以上であった(図 9、10)。GSI を用いた成熟個体の基準は、島本ら<sup>9)</sup>が雌雄ともに GSI が 15 以上、田代<sup>10)</sup>が雌では 35 以上、雄では 20 以上の個体をそれぞれ成熟個体としており、本研究の結果から GSI を基にした成熟個体の基準は、日本海、陸奥湾いずれも GSI が 16 以上の個体とすることが適当であると考えられた。

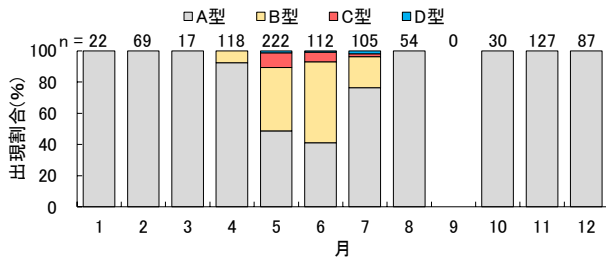


図 5. 日本海におけるマダイ 卵巣の成熟度の推移

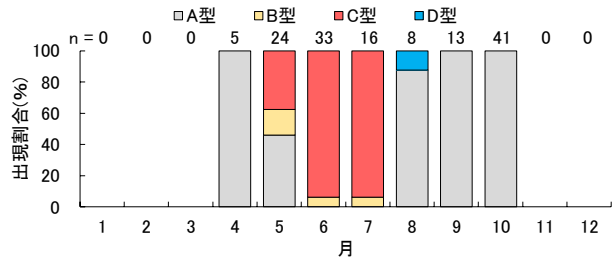


図 6. 陸奥湾におけるマダイ 卵巣の成熟度の推移

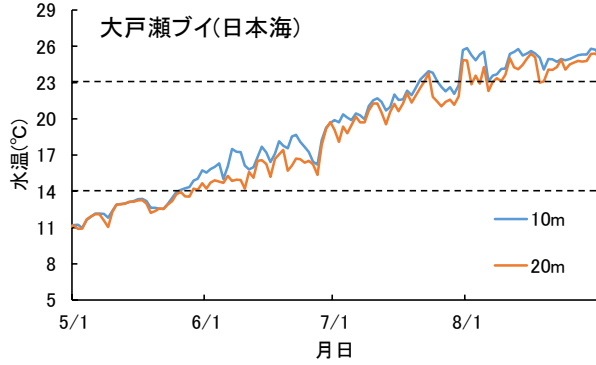


図 7. 大戸瀬ブイにおける 10 m 及び 20 m の水温 (2007 年~2020 年の平均値) の推移

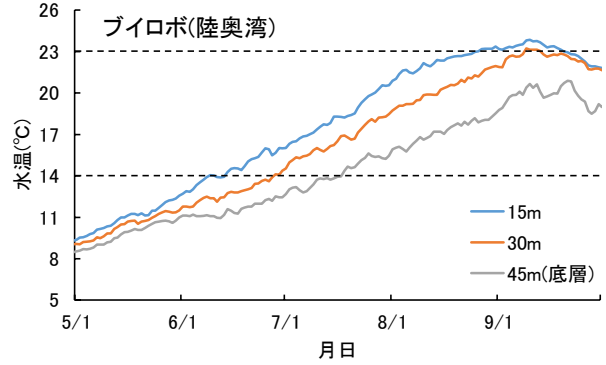


図 8. ブイロボにおける 15 m、30 m、45 m の水温 (2000 年~2020 年の平均値) の推移

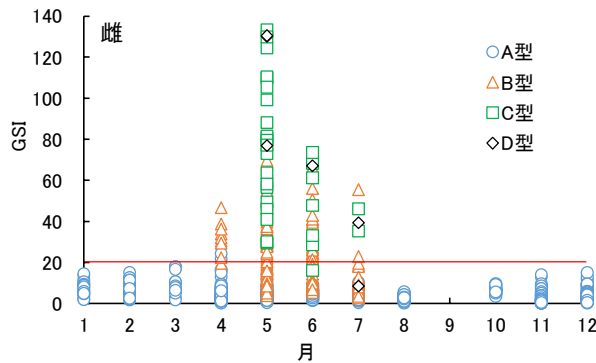


図 9. 日本海におけるマダイ GSI の推移 (雌のグラフの凡例は成熟度を示す)

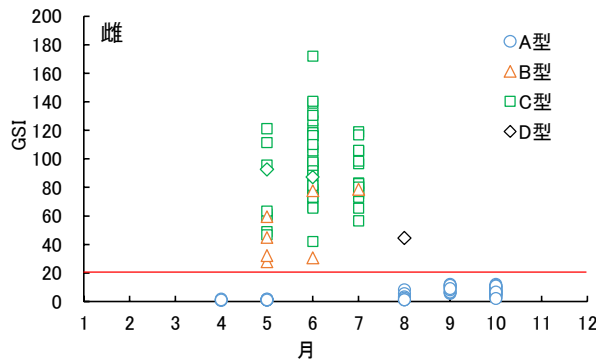
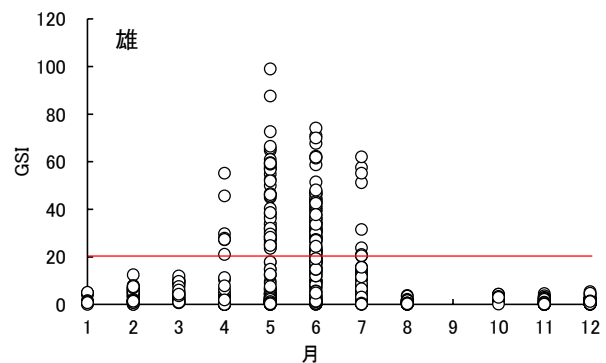
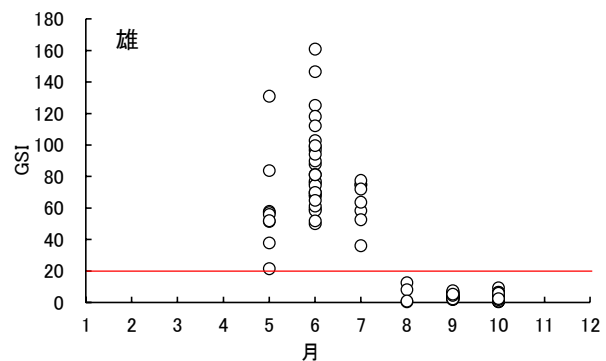


図 10. 陸奥湾におけるマダイ GSI の推移 (雌のグラフの凡例は成熟度を示す)



日本海及び陸奥湾におけるマダイの尾叉長と全重量の関係を図 11、12 に示した。尾叉長(X)と全重量(Y)の関係について雌雄別の関係式を推定したところ、日本海では雌が  $Y = 5.4 \times 10^{-5} \times X^{2.835}$  ( $R^2 = 0.987$ )、雄が  $Y = 3.7 \times 10^{-5} \times X^{2.893}$  ( $R^2 = 0.983$ )、陸奥湾では雌が  $Y = 4.4 \times 10^{-5} \times X^{2.870}$  ( $R^2 = 0.993$ )、雄が  $Y = 6.3 \times 10^{-5} \times X^{2.811}$  ( $R^2 = 0.948$ )の式がそれぞれ得られた。得られた関係式について海域毎に雌雄間で差が見ら

れるか F 検定を行った結果、日本海、陸奥湾ともに有意な差( $p < 0.01$ )は認められなかった。従って、各海域で雌雄を区別せずに関係式を推定したところ、日本海が  $Y = 2.6 \times 10^{-5} \times X^{2.949}$  ( $R^2 = 0.986$ )、陸奥湾が  $Y = 3.6 \times 10^{-5} \times X^{2.900}$  ( $R^2 = 0.956$ )の式が得られた (図 11、12)。

また、日本海のデータに陸奥湾のデータを含め、青森県におけるマダイの尾叉長と全重量の関係式を推定したところ、 $Y = 3.4 \times 10^{-5} \times X^{2.909}$  ( $R^2 = 0.988$ )の式が得られた(図 13)。

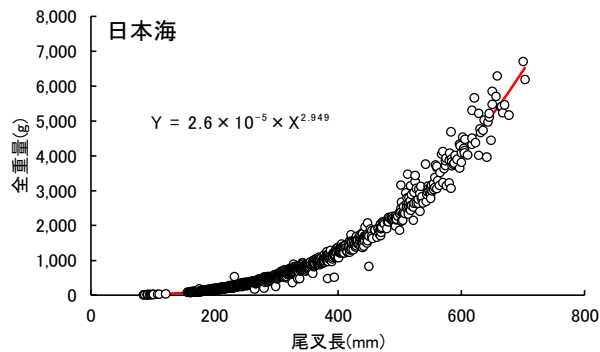


図 11. 日本海における尾叉長と全重量の関係 (赤線は得られた関係式の曲線)

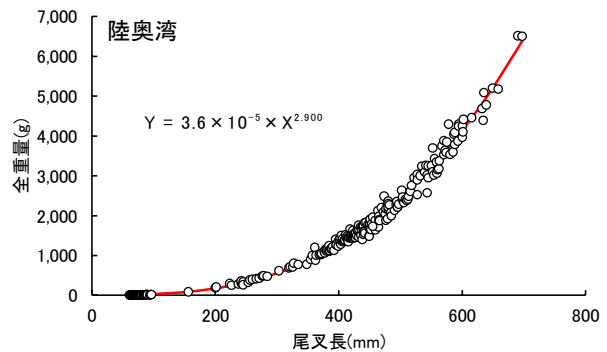


図 12. 陸奥湾における尾叉長と全重量の関係 (赤線は得られた関係式の曲線)

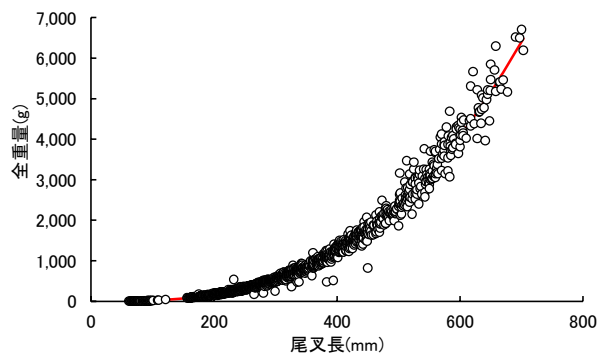


図 13. 青森県における尾叉長と全重量の関係 (赤線は得られた関係式の曲線)

日本海におけるマダイの雌雄毎の尾叉長と成熟率の関係を図 14 に示した。GSI が 16 以上の個体を成熟と判断し、尾叉長(X)と成熟率(Y)の関係について雌雄別の関係式を推定したところ、雌では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.032 \times (X - 309.129)\}]$ 、雄では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.019 \times (X - 339.893)\}]$ の式が得られた。また、得られた関係式から 50%成熟尾叉長を求めたところ、雌が尾叉長 309 mm、雄が 339 mm と推定され、雌は尾叉長 475 mm 以上、雄は 613 mm 以上で全個体が成熟すると推定された。一方、陸奥湾については成熟率が 100 %のデータのみしか得られず、関係式を推定できなかった。50 %成熟尾叉長については、田代<sup>10)</sup>、長野ら<sup>11)</sup>がいずれも宮崎県日向灘のマダイを用いて推定し、前者では雌が尾叉長 280 mm、雄が 230 mm、後者では性別を区別せずに尾叉長 368 mm としており、本研究の結果は、雌が概ね類似していたものの、雄がやや大きかった。

また、日本海のデータに陸奥湾のデータを含め、青森県におけるマダイの雌雄別の尾叉長と成熟率の関係式を推定したところ、雌では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.036 \times (X - 308.227)\}]$ 、雄では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.022 \times (X - 336.206)\}]$ の式が得られた(図 15)。また、得られた関係式から 50%成熟尾叉長を求めたところ、雌が尾叉長 308 mm、雄が 336 mm と推定され、雌は尾叉長 458 mm 以上、雄は 577 mm 以上で全個体が成熟すると推定された。

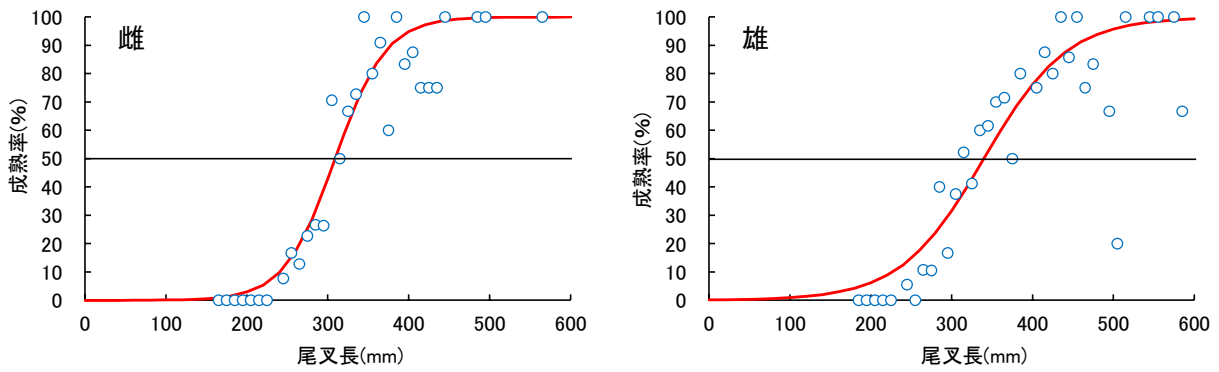


図 14. 日本海における尾叉長と成熟度の関係(赤線は得られた関係式の曲線)

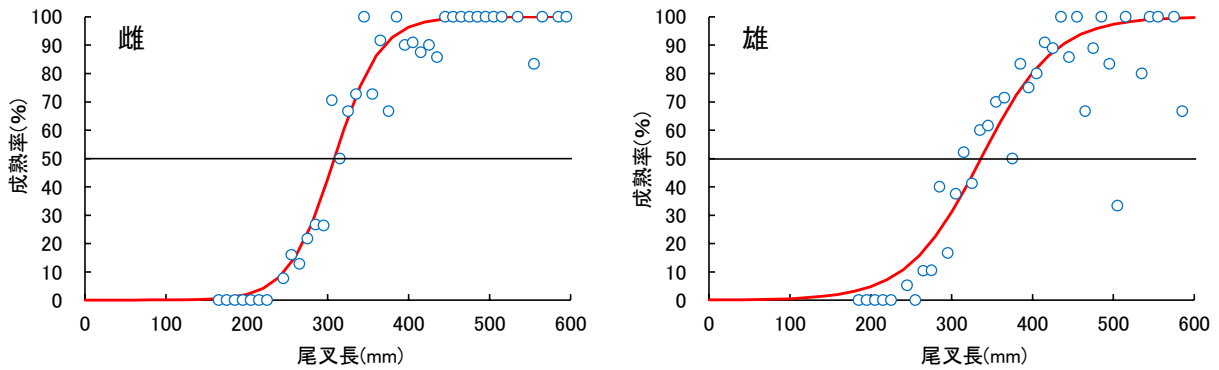


図 15. 青森県における尾叉長と成熟度の関係(赤線は得られた関係式の曲線)

### 3. 年齢査定技術の実用化

日本海及び陸奥湾におけるマダイの年齢と尾叉長の関係を図 16、17 に示した。なお、前述のとおり両海域において成長に対する雌雄差は認められなかったため、雌雄を区別せずに推定した。前述において年齢起算日と仮定した 6 月 1 日を基に、年齢(t)と尾叉長(Y)の関係式(以下、成長式と称す)を推定したところ、日本海が  $Y = 605.9 \times [1 - \exp\{-0.139 \times (t + 0.024)\}]$  ( $R^2 = 0.926$ )、陸奥湾が  $Y = 627.9 \times [1 - \exp\{-0.147 \times (t + 0.022)\}]$  ( $R^2 = 0.959$ )の式がそれぞれ得られた(図 16、17)。また、得られた成長式について海域間で差が見られるか F 検定を行った結果、日本海、陸奥湾の間で有意な差( $p < 0.01$ )が認められた。一方、陸奥湾では 5 歳未満の若齢魚のデータ数が日本海よりも少なく、海域間の差が適正に反映されていない可能性があること、また、マダイは生息水温が 12℃を下回るとほぼ摂餌しなくなる<sup>12)</sup>ものの、1 月～4 月の水温が 10℃を下回る(図 18)こと、陸奥湾の月別のマダイ漁獲データ及び陸奥湾の定置網漁業・底建網漁業の漁業者からの聞き取りから、1 月～3 月の冬季においてマダイがほとんど漁獲されない(附表 4)ことから、陸奥湾のマダイは、冬季に陸奥湾外へ移動し、日本海のマダイと交流している可能性が示唆された。これらのことから、両海域のデータを区別せず、青森県におけるマダイの成長式を推定したところ、 $Y = 612.3 \times [1 - \exp\{-0.140 \times (t + 0.024)\}]$  ( $R^2 = 0.927$ )の式が得られた(図 19)。

青森県と他県・他海域における各成長式を表 3、成長式から得られた成長曲線を図 20 に示した。青森県の成長式を既往の研究の成長式(表 3)と比較したところ、本県の過去の成長式<sup>13)</sup>及び、日本海側の島根県、石川県の成長式<sup>14)</sup>と比較的類似していた(図 20)。



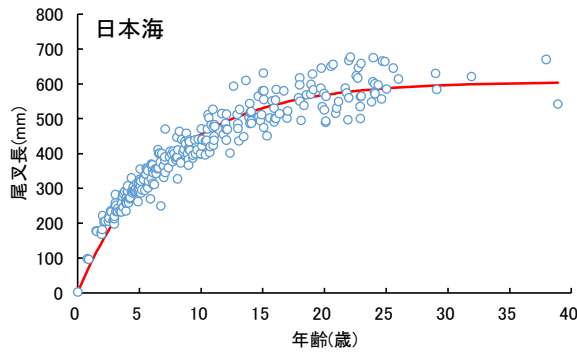


図 16. 日本海における年齢と尾叉長の関係  
(赤線は得られた関係式の曲線)

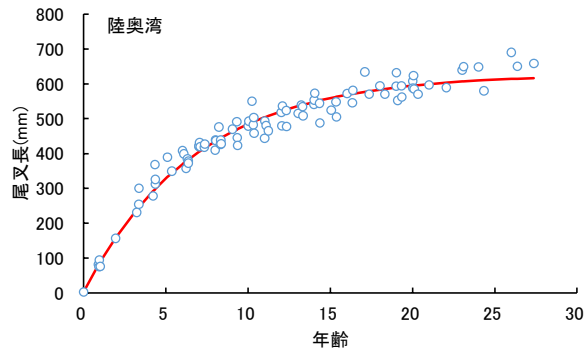


図 17. 陸奥湾における年齢と尾叉長の関係  
(赤線は得られた関係式の曲線)

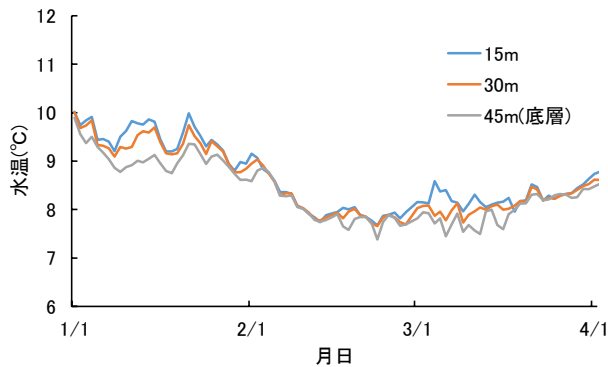


図 18. ブイロボにおける1月～3月の15 m、30 m、45 mの水温(2000年～2020年の平均値)の推移

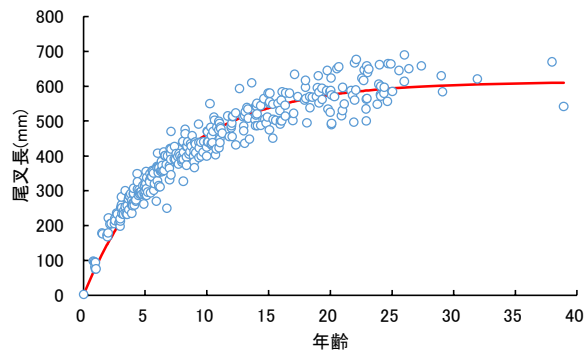


図 19. 青森県における年齢と尾叉長の関係  
(赤線は得られた関係式の曲線)

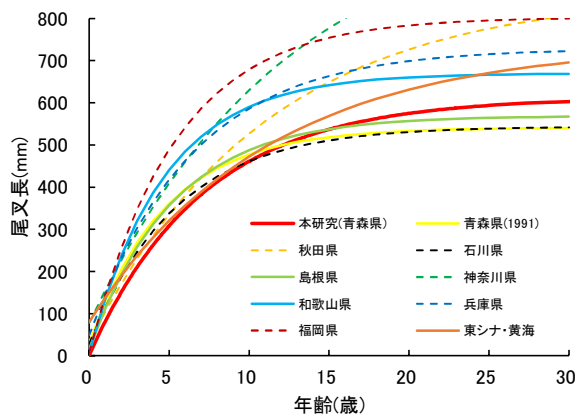


図 20. 青森県と他県・他海域における成長曲線

表 3. 青森県と他県・他海域における成長式

県・海域	成長式
本研究(青森県)	$Y = 612.3 \times [1 - \exp\{-0.140 \times (t+0.024)\}]$
青森県(1991) <sup>13)</sup>	$Y = 541.02 \times [1 - \exp\{-0.2081 \times (t+0.293)\}]$
秋田県 <sup>14)</sup>	$Y = 862 \times [1 - \exp\{-0.09068 \times (t+0.4255)\}]$
石川県 <sup>14)</sup>	$Y = 544 \times [1 - \exp\{-0.183 \times (t+0.297)\}]$
島根県 <sup>14)</sup>	$Y = 569 \times [1 - \exp\{-0.1912 \times (t+0.1648)\}]$
神奈川県 <sup>14)</sup>	$Y = 1072 \times [1 - \exp\{-0.0811 \times (t+0.9263)\}]$
和歌山県 <sup>14)</sup>	$Y = 670 \times [1 - \exp\{-0.211 \times (t+0.079)\}]$
兵庫県 <sup>14)</sup>	$Y = 729 \times [1 - \exp\{-0.1563 \times (t+0.4412)\}]$
福岡県 <sup>14)</sup>	$Y = 803 \times [1 - \exp\{-0.186 \times (t+0.055)\}]$
東シナ海・黄海 <sup>14)</sup>	$Y = 740 \times [1 - \exp\{-0.09 \times (t+1.3)\}]$

日本海におけるマダイの雌雄毎の年齢と成熟率の関係を図 21 に示した。年齢(t)と成熟率(Y)の関係について雌雄別の関係式を推定したところ、雌では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.676 \times (t-5.546)\}]$ 、雄では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.498 \times (t-6.089)\}]$  の式が得られた。得られた関係式から 50 % 成熟年齢を求めたところ、雌が満年齢 5 歳～6 歳で成熟率が 41 %～58 %、雄が満年齢 6 歳～7 歳で成熟率が 49 %～61 % と推定された。また、雌が満年齢 14 歳以上、雄が満年齢 17 歳以上で全個体が成熟すると推定された。一方、陸奥湾については成熟率が 100 % のデータのみしか得られず、関係式を推定できなかった。50 % 成熟年齢については、田代<sup>10)</sup>が宮崎県日向灘のマダイを用いて雌雄ともに 2 歳と推定しており、本研究の結果はそれよりも高齢であった。一方、マダイの成熟は、年齢よりも体サイズが密接に関係していること<sup>8, 11, 15)</sup>、同年齢に対する体サイズは、水温の低い海域ほど小さい<sup>7, 14)</sup>こと、生物学的最小形の年齢は、水温の低い海域ほど高い<sup>7, 8, 14)</sup>ことが報告されている。これらのことから、本研究の結果は、水温の低い海域による成熟の高齢化であり、青森県産マダイの 50 % 成熟年齢として妥当であると考えられたものの、今後もデータを蓄積し、検証し

ていく必要がある。

なお、日本海のデータに陸奥湾のデータを含め、青森県産マダイの年齢と成熟率の関係について雌雄別の関係式を推定したところ、雌では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-1.151 \times (t - 5.171)\}]$ 、雄では  $Y = 100 / [1 + \exp\{-0.748 \times (t - 5.701)\}]$  の式が得られた(図 22)。得られた関係式から 50 % 成熟年齢を求めたところ、雌雄いずれも満年齢 5 歳～6 歳で成熟率がそれぞれ 46 %～71 % 及び 37 %～56 % と推定され、雌が満年齢 11 歳以上、雄が 13 歳以上で全個体が成熟すると推定された。

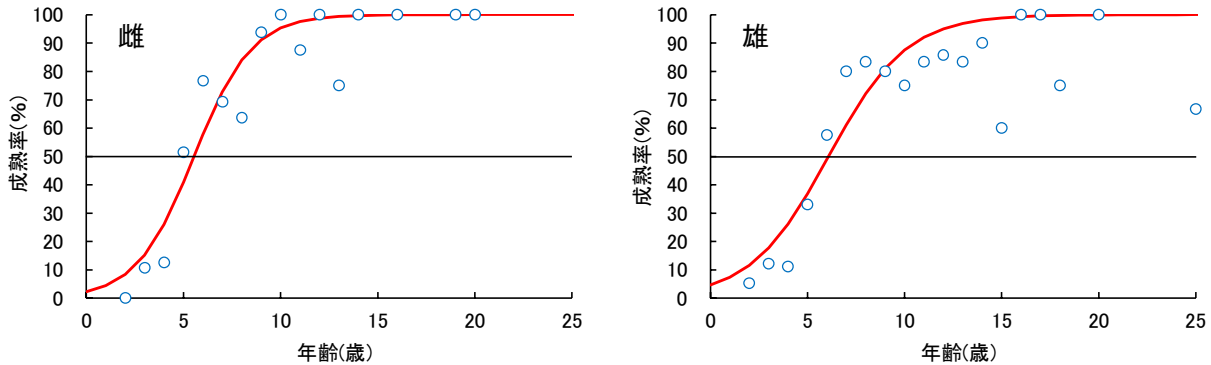


図 21. 日本海における年齢と成熟度の関係(赤線は得られた関係式の曲線)

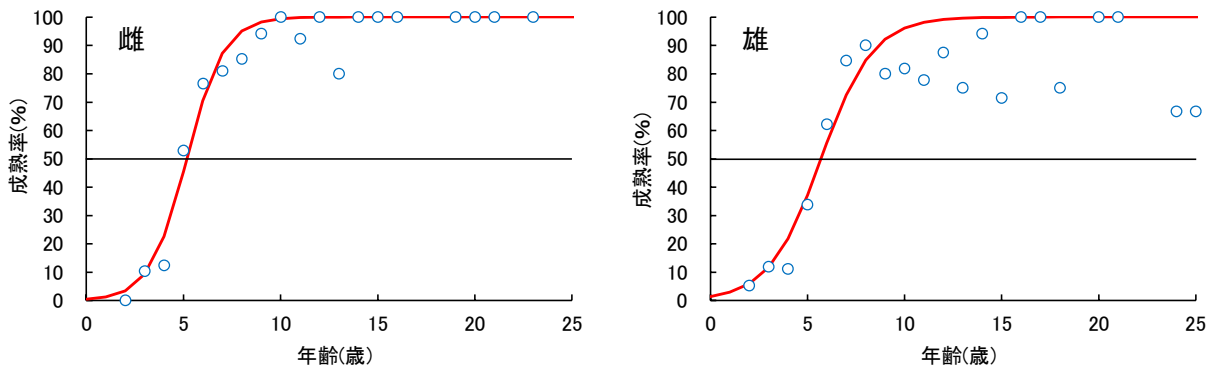


図 22. 青森県における年齢と成熟度の関係(赤線は得られた関係式の曲線)

日本海の新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業における Age-銘柄 Key を図 23、付表 5、同海域の鱒ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業における Age-銘柄 Key を図 24、付表 6、鱒ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業における Age-銘柄 Key を図 25、付表 7 に示した。なお、前述の産卵時期の推定から年齢起算日を 6 月 1 日と仮定したが、漁獲量を暦年単位で集計しているため、以降では年齢起算日を 1 月 1 日として年齢査定を行った。新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業の銘柄別年齢組成は、1 歳魚～25 歳以上で構成されており、3P～小銘柄(0.4 kg 未満)が概ね 1 歳魚～4 歳魚の未成魚で構成され、中～大大銘柄(1.5 kg 以上～6 kg 未満)が非常に幅広い年齢で構成され(中銘柄：5 歳魚～23 歳魚、大銘柄：6 歳魚～23 歳魚、大大銘柄：12 歳魚～25 歳魚以上)、特大銘柄(6 kg 以上)が 20 歳以上の高齢魚のみで構成されていた(図 23)。

鱒ヶ沢町漁協の沖合底曳網漁業以外の漁業の銘柄別年齢組成は、2 歳魚～25 歳以上で構成され、2P～笹銘柄(0.3 kg 未満)が 2 歳魚～4 歳魚の未成魚で構成され、半 1～大銘柄(0.5 kg 以上～4 kg 未満)が非常に幅広い年齢で構成され(半 1 銘柄：5 歳魚～15 歳魚、中銘柄：7 歳魚～20 歳魚、大銘柄：16 歳魚～25 歳魚以上)、大大～特大銘柄(4 kg 以上)が 20 歳以上の高齢魚のみで構成されていた(図 24)。

鱒ヶ沢町漁協の沖合底曳網漁業の銘柄別年齢組成は、沖合底曳網漁業以外の漁業のデータを代用した 2P～笹銘柄(0.3kg 未満)を除き、3 歳魚～25 歳以上で構成され、中～大大銘柄(1.5 kg 以上～6 kg 未満)が非常に幅広い年齢で構成され(中銘柄：9 歳魚～23 歳魚、大銘柄：13 歳魚～25 歳魚以上、大大銘柄：14 歳魚～25 歳

魚以上)、特大銘柄(6 kg 以上)が 20 歳以上の高齢魚のみで構成されていた(図 25)。

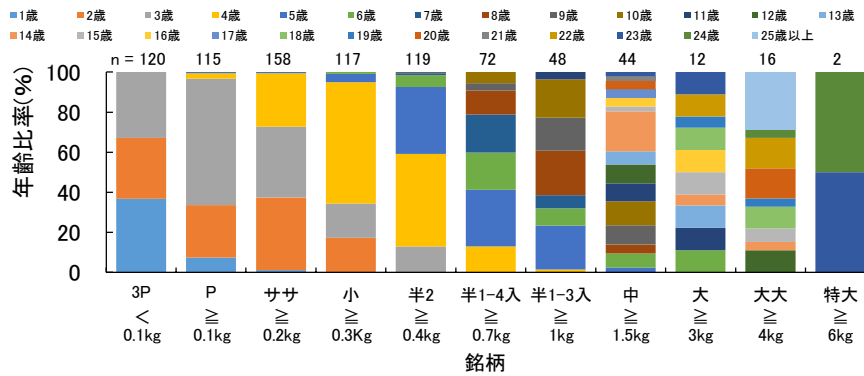


図 23. 新深浦町漁協の定置網漁業・底建網漁業における Age-銘柄 Key

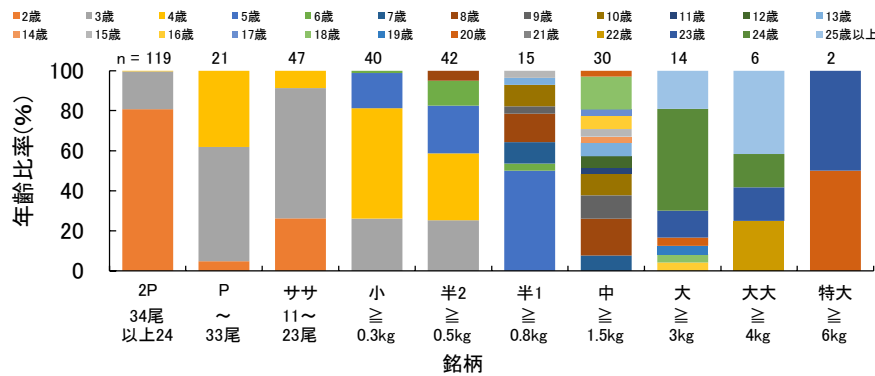


図 24. 鰯ヶ沢町漁協の沖合底曳網漁業以外の漁業における Age-銘柄 Key

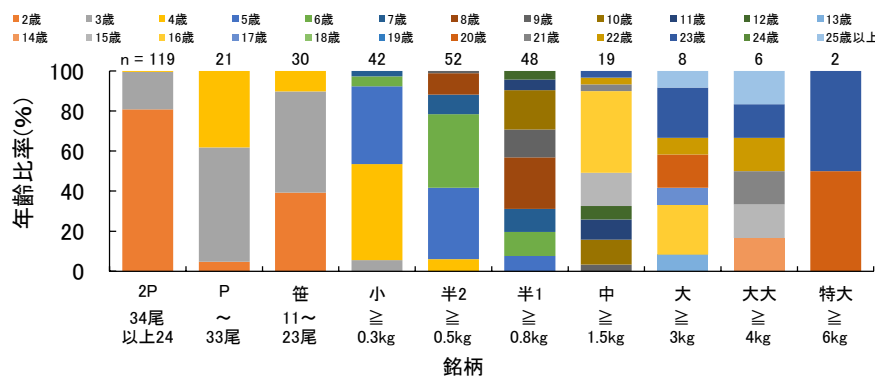


図 25. 鰯ヶ沢町漁協の沖合底曳網漁業における Age-銘柄 Key  
(2P~笹銘柄については、沖合底曳網漁業以外の漁業のデータを代用)

#### 4. 年齢別漁獲尾数の推定

新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業における銘柄別漁獲量を付表 8、鰯ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業における銘柄別漁獲量を付表 9、鰯ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業における銘柄別漁獲量を付表 10、新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業における銘柄別の平均全重量を付表 11、鰯ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業における銘柄別の平均全重量を付表 12、鰯ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業における銘柄別の平均全重量を付表 13、新深浦町漁業協同組合のマダイ 3P~半 2 銘柄(0.7kg 未満)における銘柄別のチダイ混入率の平均値を付表 14、鰯ヶ沢町漁業協同組合のマダイ 2P 銘柄(34 尾以上/箱)におけるチダイ混入率の平均値を付表 15、新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業における年齢別漁獲尾数を付表 16、鰯ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業における年齢別漁獲尾数を付表 17、鰯ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業における年齢別漁獲尾数を付表 18、日本海の沖合底曳網漁業以外の漁業におけるマダイの年齢別漁獲尾数の推移を図 26、付表

19、日本海の底曳網漁業におけるマダイの年齢別漁獲尾数の推移を図 27、付表 20、青森県全域におけるマダイの年齢別漁獲尾数の推移を図 28、付表 21 に示した。日本海の沖合底曳網漁業以外の漁業におけるマダイの年齢別漁獲尾数は、2000 年～2014 年にかけて 2002 年及び 2012 年を除き、概ね 81.9 万尾程度で推移していたが、2015 年以降やや減少し、47.4 万尾程度で推移しており、直近の 2020 年では 34.0 万尾であった(図 26)。各年の年齢組成は、いずれの年も 1 歳魚～4 歳魚が全体の 26 %～65 % を占めており、若齢魚が比較的多く漁獲されていた。

日本海の沖合底曳網漁業におけるマダイの年齢別漁獲尾数は、2000 年～2003 年にかけて 0.7 万尾程度で推移していた後、2004 年～2006 年では 2.4 万尾～4.8 万尾と増加したが、2007 年～2010 年にかけて減少傾向となり、2011 年以降に再び増加し、2017 年を除き、概ね 4.5 万尾程度で推移しており、直近の 2020 年では 5.0 万尾であった(図 27)。各年の漁獲年齢組成は、いずれの年も 1 歳魚～4 歳魚が全体の 1 %～44 % と、沖合底曳網漁業以外の漁業よりも低いのにに対し、5 歳魚～10 歳魚が全体の 49 %～77 % と高く、より高齢のマダイが多く漁獲されていた。

青森県全域におけるマダイの年齢別漁獲尾数は、2000 年～2010 年にかけて 144.9 万尾程度で推移していた後、2011 年～2012 年には 221.7 万尾～251.9 万尾に増加したが、2013 年に減少し、それ以降は 104.3 万尾程度で推移しており、直近の 2020 年では 67.7 万尾と、2000 年～2019 年の平均値(141.7 万尾)を下回った(図 28)。各年の漁獲年齢組成は、いずれの年も 1 歳魚～4 歳魚が全体の 68 %～94 % と、高い割合を示した。

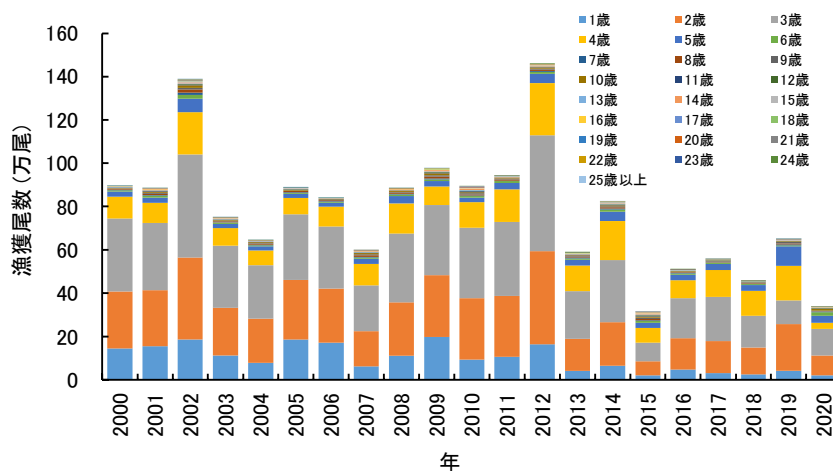


図 26. 日本海の沖合底曳網漁業以外の漁業における年齢別漁獲尾数の推移

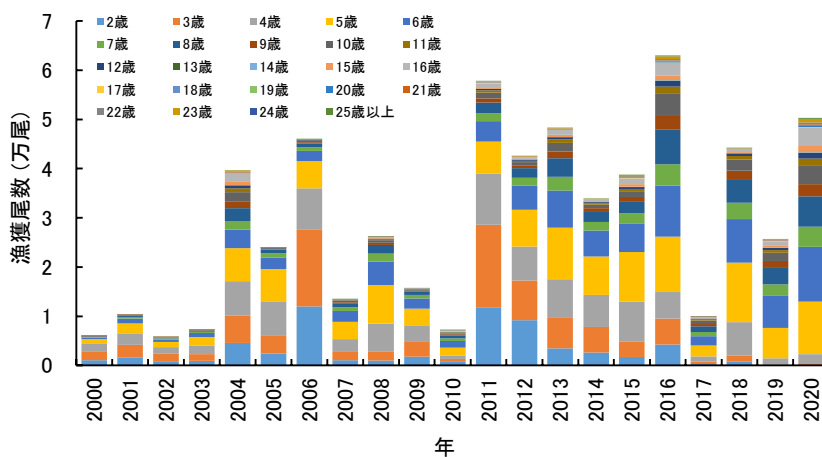


図 27. 日本海の底曳網漁業における年齢別漁獲尾数の推移

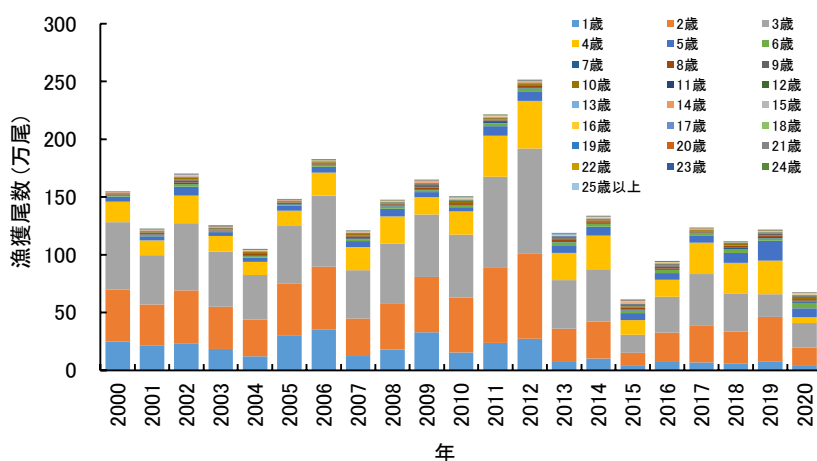


図 28. 青森県全域における年齢別漁獲尾数の推移

### 5. マダイ資源量の推定

青森県のマダイ資源尾数の推移を図 29、付表 22、青森県のマダイ資源量の推移を図 30、付表 23 に示した。マダイの資源尾数は、341.6 万尾～828.7 万尾と推定され、2000 年～2016 年にかけて概ね 624 万尾で横ばいに推移していたが、それ以降は減少傾向を示し、直近の 2020 年では 341.6 万尾と最も少なかった(図 29)。各年の年齢組成は、2000 年～2018 年までは 1 歳魚～3 歳魚が全体の 53 %～81 %を占めていたが、2019 年及び直近の 2020 年では 43 %及び 42 %と、1 歳魚～3 歳魚の割合が減少した。

マダイの資源量は、1,611 トン～2,087 トンと推定され、2000 年～2015 年にかけて概ね横ばいに推移し、2016 年以降では増加傾向となり、直近の 2020 年では 2,016 トンと、2000 年～2019 年の平均値(1,779 トン)を上回った(図 30)。資源水準は、資源量の最大値を 3 等分し、上から高位、中位、低位と定義すると、直近の 2020 年では高位であり、2000 年以降、高位水準で推移し、資源動向は、直近 5 年の資源量の推移から、増加傾向であると考えられた。

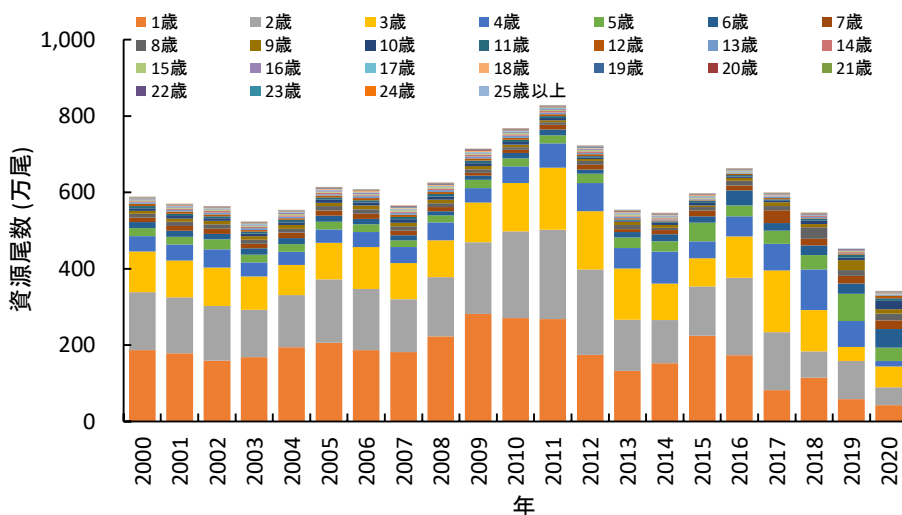


図 29. 青森県のマダイ資源尾数の推移

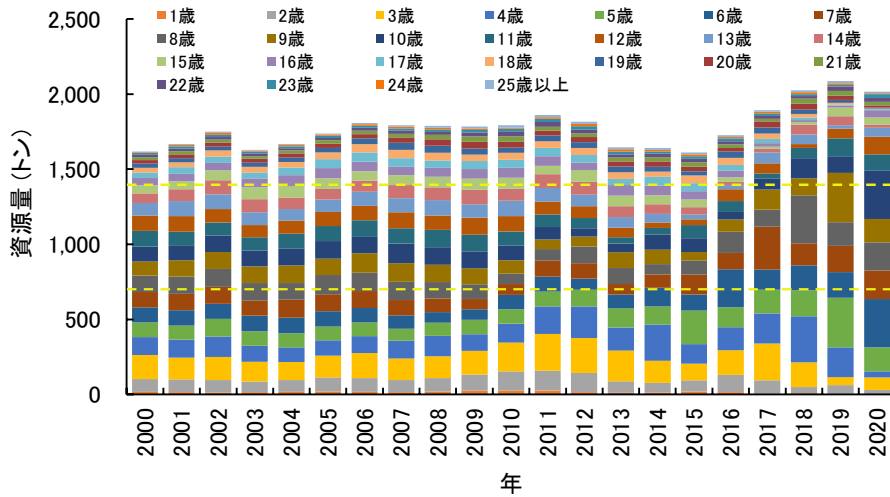


図 30. 青森県のマダイ資源量の推移  
(黄色の破線は、上線が資源水準高位と中位の境界、下線が資源水準中位と低位の境界を示す)

## 6. 産卵場調査

既往の文献情報を調べたところ、マダイは、水深が概ね 20 m～100 m<sup>7, 14)</sup>、海底に瀬、礁、砂堆などの起伏のある場所や離島周辺<sup>7, 10, 14, 16)</sup>、潮流が速く、複雑な潮が発生する<sup>7)</sup>場所で産卵を行っていた。漁獲物の銘柄別魚体測定で得られた日本海・陸奥湾東部海域のマダイ生殖巣を観察した結果、いずれの海域においても産卵期間中の個体の中に卵巢腔内に成熟卵が放出された雌の成熟個体(D型)及び精巣内に精子が放出された雄の成熟個体が確認された。また、後述の幼稚魚分布調査において調査期間中、マダイ卵が全調査地点で確認された(図 31)。これらのことから、本県周辺海域にマダイの産卵場が存在し、産卵を行っていると考えられた。

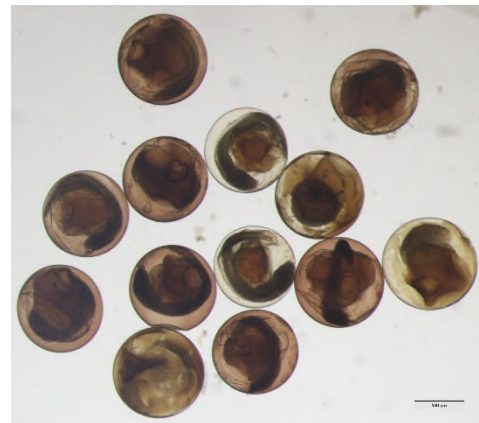


図 31. 稚仔魚分布調査にて採取されたマダイ卵(モノクローナル抗体染色後。  
※スケールバーは 500 μm)

## 7. 幼稚魚分布調査

各調査地点の調査結果を付表 24、25 に示した。マダイ仔稚魚は、日本海から津軽海峡の 8 調査地点(図 1)において、6 月が 0 個体/100 m<sup>3</sup>～1.11 個/100 m<sup>3</sup>、7 月が 0 個体/100 m<sup>3</sup>～1.11 個/100 m<sup>3</sup>、陸奥湾の 6 調査地点において、6 月が 0 個体/100 m<sup>3</sup>～1.11 個/100 m<sup>3</sup>、7 月が 0 個体/100 m<sup>3</sup>～1.11 個/100 m<sup>3</sup>、7 月が 0 個体/100 m<sup>3</sup>～1.11 個/100 m<sup>3</sup>採取され、調査期間中、全調査地点で仔稚魚が確認された(図 32、33)。また、2020 年 7 月、8 月につがる市沖(日本海)で実施したヒラメ新規加入量調査において、マダイ幼魚が 1 個体～23 個体確認された<sup>17)</sup>(図 34)ほか、陸奥湾のホタテガイ養殖業者の聞き取りから、概ね 9 月～10 月頃にマダイ幼魚がホタテガイ養殖籠内に入っている地区があることが明らかとなった。これらのことから、マダイ親魚が産卵した卵から孵化した仔稚幼魚は、本県周辺海域に分布し、成長していると考えられた。

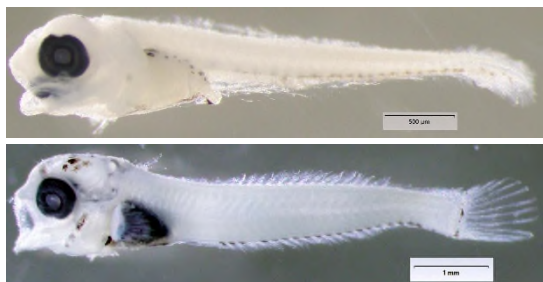


図 32. 幼稚魚分布調査にて採取されたマダイ仔魚 (上：全長 3.8mm、下：全長 7.1 mm)



図 33. 幼稚魚分布調査にて採取されたマダイ稚魚 (標準体長 13.7 mm)



図 34. ヒラメ新規加入量調査にて採取されたマダイ幼魚 (標準体長 45.7 mm)

## 文 献

- 1) 小嶋喜久雄 (1981) 宍岐及び見島近海におけるマダイの産卵について, 西海区水産研究所研究報告, 56, 71-87.
- 2) 小谷健二 (2020) マダイの資源管理手法と高鮮度処理技術の開発, 平成 30 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 1-12.
- 3) 小谷健二 (2021) マダイの資源管理手法と高鮮度処理技術の開発, 2019 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 1-12.
- 4) 福原修 (1984) マダイ稚仔魚の形態学的特徴-IV.幼期の外部形態と特徴, 南西海区水産研究所研究報告, 16, 85-94.
- 5) 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis), 「平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書-資源解析手法教科書-」 社団法人日本水産資源保護協会, 東京, 104-128.
- 6) 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理, 東海区水産研究所研究報告, 28, 1-200.
- 7) 島本信夫 (2004) マダイの生物学 (9)成長と成熟, 海洋と生物, 26, 557-568.
- 8) 北島力 (1978) マダイの採卵と稚魚の量産に関する研究, 長崎県水産試験場論文集, 5, 1-92.
- 9) 島本信夫・堀知寛 (1985) 明石海峡周辺海域におけるマダイの成長と成熟, 兵庫県水産試験場研究報告, 23, 1-12.
- 10) 田代一洋 (1991) 日向灘北部海域におけるマダイの産卵, 水産増殖, 39, 151-159.
- 11) 長野昌子・片山知史 (2015) 日向灘におけるマダイ *Pagrus major* の生活史特性と肥満度の経年変化, 日本水産学会誌, 81, 219-226.
- 12) 落合明・田中克 (1998) 魚類学 (下) 改訂版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 1139.
- 13) 青森県 (1991) 平成 2 年度広域資源培養管理推進事業報告書, 51pp.
- 14) 秋田県栽培漁業センター・新潟県栽培漁業センター・石川県増殖試験場・福井県栽培漁業センター・京都府立海洋センター・京都府栽培漁業センター (1985) 回遊性魚類共同放流実験調査事業総括報告

書 日本海中部マダイ班, pp. 54.

- 15) 松浦修平 (1972) マダイ卵巣卵の成熟過程と産卵数, 九州大学農学部学芸雑誌, 26, 203-215.
- 16) 島本信夫 (1984) 淡路島南東部におけるマダイの資源増殖に関する研究—I, 兵庫県水産試験場研究報告, 22, 11-25.
- 17) 和田由香・伊藤欣吾・小谷健二・田中友樹・松谷紀明・佐藤大介 (2022) 資源評価調査委託事業(ヒラメ), 2020年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 62-79.



付表 1. 青森県における「たい」の海域別漁獲量

年	単位:kg				
	日本海	陸奥湾	津軽海峡	太平洋	青森県全域
1981	191,244	88,719	51,040	2,796	333,799
1982	71,170	45,912	42,289	2,667	162,038
1983	114,675	51,410	30,239	1,943	198,267
1984	79,368	13,850	16,790	875	110,883
1985	103,117	9,425	3,714	550	116,806
1986	48,906	7,148	3,518	335	59,907
1987	68,807	6,534	4,723	3,683	83,747
1988	30,323	6,556	5,306	1,145	43,330
1989	105,036	11,165	7,916	1,348	125,465
1990	140,746	30,622	24,803	8,265	204,436
1991	79,974	32,457	33,141	7,277	152,849
1992	214,094	50,532	33,411	2,896	300,933
1993	145,825	45,392	43,172	6,447	240,836
1994	127,012	45,509	38,836	7,450	218,807
1995	120,005	45,888	61,940	11,188	239,021
1996	198,476	66,068	64,596	8,821	337,961
1997	180,475	69,729	45,260	8,573	304,037
1998	207,766	67,285	72,946	10,418	358,415
1999	170,506	86,962	62,005	11,266	330,739
2000	216,080	95,084	93,127	12,165	416,456
2001	224,725	91,718	61,958	5,336	383,737
2002	409,050	86,713	56,969	17,395	570,127
2003	185,950	93,291	49,878	5,178	334,297
2004	215,933	77,594	43,073	6,829	343,429
2005	207,586	65,019	32,374	6,051	311,030
2006	200,727	103,012	72,188	14,368	390,295
2007	219,038	102,341	60,759	12,978	395,116
2008	253,896	91,548	46,003	10,814	402,261
2009	270,964	106,051	50,261	7,675	434,951
2010	283,640	111,163	56,447	7,180	458,430
2011	278,529	144,354	119,790	72,304	614,977
2012	378,834	154,732	72,011	19,999	625,576
2013	242,051	101,123	76,567	16,189	435,930
2014	288,678	99,943	37,876	13,533	440,030
2015	212,912	101,052	32,758	16,646	363,368
2016	222,456	80,080	40,702	16,687	359,925
2017	171,537	112,276	60,264	31,746	375,823
2018	188,737	118,423	75,835	25,789	408,784
2019	273,993	113,357	57,576	33,876	478,802
2020	213,425	79,248	51,753	34,714	379,140

付表 2. 新深浦町漁業協同組合におけるマダイの銘柄別漁獲量

年	単位:kg											
	特大	大大	大	中	半1-3入	半1-4入	半2	小	笹	P	3P	計
2000	206	604	1,228	5,706	1,643	1,378	3,350	2,648	9,064	9,291	25,127	60,245
2001	146	790	2,340	10,109	3,431	2,521	3,275	2,716	8,312	6,627	22,496	62,764
2002	374	840	930	3,207	1,746	1,797	2,758	1,673	4,946	3,928	6,781	28,980
2003	158	659	1,244	3,444	768	456	1,077	1,049	4,099	6,334	7,424	26,710
2004	156	579	1,247	5,116	1,853	1,081	1,718	2,005	5,601	12,822	9,728	41,904
2005	146	444	553	3,008	1,140	435	1,478	2,487	4,156	5,963	17,238	37,046
2006	112	573	946	3,304	1,085	824	2,276	4,436	9,614	6,188	22,477	51,835
2007	163	879	1,474	6,872	3,537	1,816	2,727	3,670	11,399	6,238	7,187	45,962
2008	216	1,120	1,691	4,161	1,116	1,004	4,123	3,425	9,326	6,986	9,720	42,889
2009	247	1,420	1,983	10,654	4,425	1,253	2,560	3,023	6,407	6,504	19,822	58,297
2010	488	2,447	3,997	11,170	2,231	707	2,031	2,535	10,396	8,204	8,530	52,736
2011	305	1,468	1,787	4,265	1,599	1,145	4,507	6,288	11,794	10,855	11,447	55,460
2012	336	993	1,219	3,022	1,160	908	2,758	4,612	10,642	8,410	9,324	43,383
2013	375	1,294	1,507	3,855	1,375	1,381	4,133	4,592	10,249	7,589	4,290	40,640
2014	291	1,396	1,729	6,129	1,964	1,321	6,051	7,600	9,682	9,124	5,729	51,016
2015	235	1,351	1,962	9,509	2,951	1,173	2,907	2,779	2,679	1,006	2,168	28,720
2016	387	1,007	980	1,716	686	747	2,797	1,615	3,070	2,535	3,337	18,875
2017	244	1,041	1,252	3,377	1,069	931	5,560	6,165	8,468	6,248	3,087	37,442
2018	217	765	834	1,523	676	565	3,795	5,708	4,396	2,924	2,192	23,595
2019	337	980	1,196	2,721	1,376	3,075	10,234	6,050	5,615	3,631	1,582	36,796
2020	235	1,136	1,244	4,722	2,636	2,123	5,719	3,042	4,340	3,146	1,767	30,110

付表 3. 横浜町漁業協同組合におけるマダイの銘柄別漁獲量

年	単位:kg							
	特大	大大	大	中	半1	半2	小	計
2000	37	0	97	169	62	13	19	397
2001	76	0	318	414	120	104	49	1,081
2002	0	0	707	1,391	1,029	462	24	3,614
2003	258	0	290	1,074	1,696	331	59	3,707
2004	107	1,239	1,586	6,143	3,468	495	0	13,038
2005	0	2,951	4,458	13,615	3,739	18	0	24,780
2006	244	1,889	2,517	6,900	1,797	5	0	13,352
2007	410	4,384	6,040	33,031	1,830	20	34	45,748
2008	296	2,303	3,452	15,596	444	16	1,551	23,657
2009	226	2,911	4,916	16,916	1,957	552	20	27,498
2010	604	5,208	8,027	20,247	10,347	1,616	199	46,246
2011	773	6,846	13,221	29,883	11,616	1,348	329	64,015
2012	1,076	8,829	14,435	35,322	15,192	2,820	214	77,888
2013	187	3,068	6,031	15,226	5,906	1,141	348	31,907
2014	371	3,202	4,740	13,771	8,773	2,348	5,856	39,061
2015	362	4,252	6,629	25,730	11,694	8,754	91	57,513
2016	237	2,627	3,909	13,858	9,566	1,002	301	31,500
2017	315	4,487	6,455	22,757	11,119	789	4	45,925
2018	384	4,722	5,294	27,672	14,198	199	72	52,540
2019	291	2,651	4,215	29,706	10,392	102	116	47,473
2020	214	1,844	3,111	18,249	2,889	331	9	26,646

付表 4. 陸奥湾におけるマダイの月別漁獲量

年	単位:kg												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1999	140	30	2	5	14,444	50,755	5,879	1,960	1,338	2,263	4,607	1,662	83,085
2000	6	0	1	8	8,811	57,516	7,276	1,497	1,051	2,955	2,716	2,325	84,163
2001	9	1			10,686	28,640	6,904	1,342	865	471	2,581	1,828	53,327
2002	479		2	201	22,150	26,972	3,460	2,480	610	1,787	557	285	58,984
2003		2		18	9,027	36,394	4,943	704	881	1,329	5,522	194	59,014
2004	137	3		23	9,670	30,534	3,445	2,999	836	966	778	1,540	50,929
2005	26	1	44		2,159	38,854	3,477	2,076	2,467	2,403	5,576	4,784	61,867
2006	4	248	103	62	11,763	55,124	11,082	7,060	4,745	4,238	6,741	1,514	102,685
2007	32	720	0	126	27,323	57,308	6,720	3,430	2,487	4,427	4,733	1,285	108,592
2008	29	7	31	232	13,888	46,705	5,444	2,516	5,166	3,465	6,641	4,219	88,343
2009	261	4		6,055	25,273	43,416	11,911	4,480	4,675	5,447	3,890	2,557	107,966
2010	14	2	3		10,407	51,565	16,513	4,438	2,301	6,743	7,809	5,479	105,273
2011	28	1		5	8,291	69,336	21,523	10,371	7,538	8,280	8,793	4,108	138,275
2012	32	12	5	14	4,817	86,008	21,494	6,460	2,807	6,499	9,216	10,606	147,968
2013	36	4	4	11	15,170	34,005	13,954	6,585	6,995	9,414	6,063	2,931	95,174
2014	88	470	412	18	15,332	42,088	14,575	4,426	4,394	4,724	6,530	9,303	102,359
2015	31	3	6	208	25,512	42,426	8,768	4,934	6,304	4,327	4,564	2,217	99,300
2016	82	1	6	163	8,274	30,506	9,570	10,086	5,242	5,403	5,174	3,676	78,182
2017	57		12	45	28,456	23,335	9,446	5,909	10,084	8,789	10,123	7,492	103,748
2018	222	8	0	54	23,185	41,418	12,260	5,960	7,291	7,010	6,144	7,825	111,376
2019	236	40	12	189	27,125	26,956	18,146	6,552	5,731	6,710	9,181	6,790	107,666
2020	217	179	34	98	6,579	17,013	14,116	6,582	5,108	5,275	5,309	10,106	70,616

付表 5. 新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業におけるマダイの Age-銘柄 Key

銘柄	単位: %																									
	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳	16歳	17歳	18歳	19歳	20歳	21歳	22歳	23歳	24歳	25歳以上	
特大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.0
大大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	4.2	6.7	0.0	0.0	10.8	4.2	15.0	0.0	15.3	0.0	4.2	28.6	0.0
大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	11.1	5.6	11.1	11.1	11.1	0.0	11.1	5.6	0.0	0.0	11.1	11.1	0.0	0.0	0.0
中	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	7.1	0.0	4.5	9.5	11.9	8.9	9.5	6.5	19.9	2.4	4.5	4.2	0.0	0.0	4.2	2.4	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0
半1-3入	0.0	0.0	0.0	1.4	21.9	8.7	6.5	22.1	16.5	19.3	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
半1-4入	0.0	0.0	0.0	13.0	28.2	18.5	19.0	12.0	3.7	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
半2	0.0	0.0	13.0	46.1	33.5	5.8	1.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小	0.0	17.2	17.2	60.6	4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
笹	1.1	36.4	35.1	26.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P	7.5	26.0	63.2	2.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3P	36.8	30.3	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

付表 6. 鯉ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業におけるマダイの Age-銘柄 Key

銘柄	単位: %																									
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳	16歳	17歳	18歳	19歳	20歳	21歳	22歳	23歳	24歳	25歳以上
特大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
大大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	16.7	16.7	41.7
大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0	13.3	50.8	19.2
中	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	18.3	11.8	10.6	2.9	5.9	6.8	2.9	3.8	6.8	2.9	16.5	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
半1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	10.7	14.3	3.6	10.7	0.0	0.0	3.6	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
半2	0.0	0.0	0.0	25.2	33.4	23.9	12.5	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小	0.0	0.0	0.0	26.0	55.3	17.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
笹	0.0	0.0	26.2	65.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P	0.0	0.0	4.8	57.1	38.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2P	0.0	0.0	80.7	18.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

付表 7. 鯉ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業におけるマダイの Age-銘柄 Key

銘柄	単位: %																									
	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳	16歳	17歳	18歳	19歳	20歳	21歳	22歳	23歳	24歳	25歳以上	
特大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0
大大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	16.7	0.0	16.7	0.0
大	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	25.0	0.0	8.3	0.0	16.7	0.0	8.3	25.0	0.0	8.3	0.0
中	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	12.5	10.0	6.7	0.0	0.0	16.7	40.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	3.3	0.0	0.0	0.0
半1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	12.0	11.4	25.8	13.8	19.7	5.3	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
半2	0.0	0.0	0.0	6.1	35.6	36.7	9.8	10.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小	0.0	0.0	5.6	47.9	38.9	4.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
笹	0.0	39.3	50.4	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
P	0.0	4.8	57.1	38.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2P	0.0	80.7	18.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

※塗潰し: 標本が得られなかったため、沖合底引き網漁業の2019年~2020年の平均値を代入

付表 8. 新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業における銘柄別漁獲量

年	単位:kg											
	特大	大大	大	中	半1-3入	半1-4入	半2	小	笹	P	3P	計
2000	206	604	1,228	5,706	1,643	962	3,766	2,648	9,064	9,291	25,127	60,245
2001	146	790	2,340	10,109	3,431	2,516	3,279	2,716	8,312	6,627	22,496	62,764
2002	374	840	930	3,207	1,746	1,797	2,758	1,673	4,946	3,928	6,781	28,980
2003	158	659	1,244	3,444	768	456	1,077	1,049	4,099	6,334	7,424	26,710
2004	156	579	1,247	5,116	1,853	1,081	1,718	2,005	5,601	12,822	9,728	41,904
2005	146	444	553	3,008	1,140	435	1,478	2,487	4,156	5,963	17,238	37,046
2006	112	573	946	3,304	1,085	824	2,276	4,436	9,614	6,188	22,477	51,835
2007	163	879	1,474	6,872	3,537	1,816	2,727	3,670	11,399	6,238	7,187	45,962
2008	216	1,120	1,691	4,161	1,116	1,004	4,123	3,425	9,326	6,986	9,720	42,889
2009	247	1,420	1,983	10,654	4,425	1,253	2,560	3,023	6,407	6,504	19,822	58,297
2010	488	2,447	3,997	11,170	2,231	707	2,031	2,535	10,396	8,204	8,530	52,736
2011	305	1,468	1,787	4,265	1,599	1,145	4,507	6,288	11,794	10,855	11,447	55,460
2012	336	993	1,219	3,022	1,160	908	2,758	4,612	10,642	8,410	9,324	43,383
2013	375	1,294	1,507	3,855	1,375	1,381	4,133	4,592	10,249	7,589	4,290	40,640
2014	291	1,396	1,729	6,129	1,964	1,321	6,051	7,600	9,682	9,124	5,729	51,016
2015	235	1,351	1,962	9,509	2,951	1,173	2,907	2,779	2,679	1,006	2,168	28,720
2016	387	1,007	980	1,716	686	747	2,797	1,615	3,070	2,535	3,337	18,875
2017	244	1,041	1,252	3,377	1,069	931	5,560	6,165	8,468	6,248	3,087	37,442
2018	217	765	834	1,523	676	565	3,795	5,708	4,396	2,924	2,192	23,595
2019	337	980	1,196	2,721	1,376	3,075	10,234	6,050	5,615	3,631	1,582	36,796
2020	235	1,055	1,244	4,605	2,616	1,375	5,598	2,950	4,340	3,146	1,207	28,369

付表 9. 鯨ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業における銘柄別漁獲量

年	単位:kg										
	特大	大大	大	中	半1	半2	小	笹	P	2P	計
2000	57	273	415	1,635	2,158	2,969	4,091	8,432	2,688	6,510	29,228
2001	65	330	575	1,323	1,026	1,596	2,071	4,482	1,664	4,865	17,997
2002	131	501	633	1,570	763	907	876	1,307	520	1,648	8,855
2003	68	318	390	941	526	1,118	858	1,116	660	1,990	7,985
2004	152	665	985	2,603	1,698	1,819	1,380	1,355	1,545	6,269	18,471
2005	81	450	653	2,188	1,387	1,045	961	398	367	3,359	10,887
2006	44	484	747	2,396	1,738	1,320	471	804	659	2,518	11,181
2007	82	547	753	2,268	1,440	581	609	1,876	802	1,328	10,287
2008	124	500	648	1,442	968	1,547	1,245	2,044	885	2,160	11,563
2009	86	534	607	1,352	568	602	754	586	205	2,844	8,139
2010	57	222	271	734	572	905	827	2,535	1,583	5,484	13,191
2011	98	439	597	1,805	1,015	1,088	1,910	2,397	1,293	4,921	15,561
2012	83	717	967	1,675	652	884	2,097	1,978	1,442	3,599	14,094
2013	159	1,142	1,585	3,742	1,168	1,558	991	2,718	1,482	1,061	15,606
2014	114	736	896	2,675	909	1,375	3,065	1,753	883	1,715	14,122
2015	126	731	764	1,918	582	1,070	1,146	1,331	255	752	8,673
2016	179	486	394	833	413	648	754	2,448	480	1,895	8,529
2017	88	675	537	1,110	543	984	950	3,477	1,066	2,255	11,686
2018	116	509	531	1,348	668	496	1,682	1,572	531	2,446	9,898
2019	85	653	710	1,420	565	860	975	854	227	593	6,942
2020	99	476	414	685	406	505	407	732	306	1,266	5,296

付表 10. 鯨ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業における銘柄別漁獲量

年	単位:kg										
	特大	大大	大	中	半1	半2	小	笹	P	2P	計
2000	7	10	7	53	78	275	545	491	97		1,563
2001	9	28	22	163	341	1,285	1,213	1,069	81		4,211
2002	37	170	128	201	254	620	557	488	125		2,581
2003		18	18	101	278	1,068	924	579	4		2,991
2004	13	168	915	11,125	9,130	4,258	3,862	1,335	726	818	32,348
2005	7	23	38	273	986	2,739	4,896	1,316	107	138	10,522
2006	12	37	101	379	881	1,347	2,360	4,624		40	9,782
2007		45	66	394	802	1,933	975	448	6		4,670
2008	19	68	189	1,170	2,265	5,687	3,227	466	20	59	13,170
2009	7	35	73	467	788	2,078	1,225	663	226	80	5,641
2010	40	417	481	724	996	1,542	227	73	41	144	4,686
2011	31	299	1,014	3,522	4,394	4,122	2,320	3,682	1,661	1,000	22,044
2012	13	210	572	1,692	2,547	5,193	2,348	1,614	533	1,353	16,073
2013	20	130	786	5,580	8,072	9,159	3,445	1,679	563	144	29,578
2014	10	89	272	1,927	2,980	5,973	2,520	1,298	429	10	15,507
2015	15	327	584	2,116	1,592	2,376	1,601	272	72	30	8,985
2016	26	808	1,600	6,702	10,082	6,201	1,001	950	135	167	27,671
2017	12	152	355	1,414	3,505	2,401	600	136	20	24	8,620
2018	18	87	168	1,520	5,051	4,784	1,773	97	15	46	13,560
2019	39	513	1,017	4,344	7,199	7,986	226	10	0	15	21,349
2020	38	979	2,092	10,395	7,921	7,898	198	27		1	29,548

※0:1kg未満、空白:漁獲なし

付表 11. 新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業における銘柄別の平均重量

年	単位:kg										
	特大	大大	大	中	半1-3入	半1-4入	半2	小	笹	P	3P
2018	6.71	4.85	3.23	2.39	1.22	0.82	0.46	0.33	0.25	0.17	0.12
2019	6.30	5.12	3.67	2.10	1.21	0.81	0.53	0.32	0.23	0.18	0.13
2020	6.50	4.71	3.53	2.00	1.16	0.78	0.49	0.35	0.24	0.18	0.12
平均	6.50	4.89	3.48	2.16	1.20	0.80	0.49	0.33	0.24	0.18	0.12

付表 12. 鱒ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業以外の漁業における銘柄別の平均重量

年	2P	P	笹	小	半2	半1	中	大	大大	特大
2018			0.26	0.44	0.67	1.24	1.92	3.65		
2019	0.14	0.20	0.27	0.33	0.49	0.71	1.99	3.80	5.28	
2020	0.19		0.29	0.41				3.86	5.11	5.65
平均	0.17	0.20	0.27	0.39	0.58	0.97	1.96	3.77	5.20	5.65

※塗潰し: 標本が得られなかった

付表 13. 鱒ヶ沢町漁業協同組合の沖合底曳網漁業における銘柄別の平均重量

年	単位:kg										
	特大	大大	大	中	半1	半2	小	笹	P	2P	
2018											
2019		4.74	3.69	2.45	1.21	0.71	0.42	0.27	0.20	0.14	
2020	5.65		3.94	3.03	1.29	0.60	0.39	0.29		0.19	
平均	5.65	4.74	3.81	2.74	1.25	0.65	0.40	0.28	0.20	0.17	

※塗潰し: 標本が得られなかった

付表 14. 新深浦町漁業協同組合のマダイ 3P 銘柄  
～半 2 銘柄におけるチダイ混入率の平均値

銘柄	単位:%			
	2018年	2019年	2020年	3年平均
半2	2.1	0.0	13.1	5.1
小	5.3	31.8	9.5	15.5
笹	21.1	11.0	7.7	13.3
P	7.8	42.7	49.9	33.4
3P	10.0	28.8	82.5	40.4

付表 15. 鱒ヶ沢町漁業協同組合のマダイ 2P 銘柄  
におけるチダイ混入率の平均値

銘柄	単位:%		
	2019年	2020年	2年平均
2P	36.7	38.6	37.7

付表 16. 新深浦町漁業協同組合の定置網漁業・底建網漁業におけるマダいの年齢別漁獲尾数

Table with columns for years (2000-2020) and age groups (1歳 to 25歳以上). Rows show the number of fish caught for each age group, with a total row at the bottom.

※3P～半2龄格の子ダイ混入尾数を減算した値

付表 17. 鯉ヶ沢町漁業協同組合の沖底曳網漁業以外の漁業におけるマダいの年齢別漁獲尾数

Table with columns for years (2000-2020) and age groups (1歳 to 25歳以上). Rows show the number of fish caught for each age group, with a total row at the bottom.

※2P龄格の子ダイ混入尾数を減算した値









付表 24-1. 日本海～津軽海峡におけるマダイ幼稚魚分布調査結果(2020年6月)

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
月日	6月9日	6月9日	6月9日	6月9日	6月9日	6月9日	6月9日	6月9日
海域	日本海	日本海	日本海	日本海	日本海	津軽海峡	津軽海峡	津軽海峡
時間	06:08	07:03	08:00	08:39	09:57	14:35	13:29	12:22
開始北緯	40° 49.1′	40° 54.0′	41° 01.1′	41° 04.1′	41° 11.5′	41° 14.5′	41° 14.9′	41° 21.7′
開始東経	140° 11.0′	140° 12.8′	140° 14.5′	140° 14.8′	140° 16.9′	140° 27.8′	140° 38.2′	140° 45.9′
終了北緯	40° 49.5′	40° 54.3′	41° 01.4′	41° 04.4′	41° 11.7′	41° 14.5′	41° 14.9′	41° 21.4′
終了東経	140° 11.0′	140° 12.9′	140° 14.6′	140° 14.9′	140° 16.8′	140° 27.6′	140° 38.2′	140° 45.6′
開始水深(m)	45.0	53.6	50.6	47.1	36.4	72.0	98.2	135.0
終了水深(m)	45.2	53.6	49.2	48.2	37.8	71.0	97.6	140.0
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC
風向	SW	SW	WNW	E	WSW	WNW	NE	NE
風力	2	1	1	1	1	4	2	1
気圧(hPa)	1019.2	1019.3	1019.2	1019.0	1018.9	1017.3	1017.8	1018.3
気温(°C)	16.0	17.1	17.2	17.3	18.4	17.8	17.1	17.2
水温(°C)/塩分	0m 18.1	18.2	18.2	18.5	17.1	15.1	15.1	14.0
	1m 18.1 / 29.6	17.8 / 31.4	17.9 / 29.5	18.3 / 30.0	17.7 / 29.3	15.3 / 31.1	15.5 / 30.1	15.4 / 30.5
	10m 16.1 / 33.6	18.1 / 33.3	18.0 / 33.3	18.1 / 33.4	16.4 / 33.7	13.3 / 34.1	13.9 / 34.1	13.9 / 34.1
	20m 14.9 / 33.9	16.0 / 33.8	15.8 / 33.7	15.7 / 33.8	14.2 / 34.1	13.1 / 34.1	13.5 / 34.1	13.3 / 34.1
	30m 14.4 / 33.9	14.1 / 33.9	14.4 / 34.2	14.4 / 34.2	13.8 / 34.2	13.0 / 34.1	13.4 / 34.1	13.2 / 34.1
	40m 13.8 / 34.0	13.7 / 34.1	14.0 / 34.2	13.7 / 34.1	13.3 / 34.2	13.0 / 34.0	13.2 / 34.1	13.0 / 34.1
	50m	13.6 / 34.2	13.4 / 34.1			12.9 / 34.1	13.0 / 34.1	12.9 / 34.1
	60m					12.9 / 34.1	12.4 / 34.1	12.8 / 34.1
	70m					12.8 / 34.1	12.3 / 34.1	12.8 / 34.1
	80m					12.0 / 34.1	12.0 / 34.1	12.7 / 34.1
	90m						11.8 / 34.1	12.7 / 34.1
	100m						11.8 / 34.1	12.5 / 34.1
	110m							12.5 / 34.1
	120m							12.5 / 34.1
	130m							12.5 / 34.1
曳網時間(分)	10	10	10	10	10	10	10	10
曳網距離(m)	739	600	609	606	311	329	94	618
平均曳網速度(knot)	2.4	1.9	2.0	2.0	1.0	1.1	0.3	2.0
曳網体積(m <sup>3</sup> )	1,962	1,592	1,616	1,608	826	873	248	1,639
卵								
マダイ	1,155	794	154	1,685	2,033	126	1,399	82
カタクチイワシ		15	2	98	541	290	957	31
未同定卵① <sup>*1</sup>	25	15						
未同定卵② <sup>*2</sup>	257	260	25	113	197	0	492	19
未同定卵③ <sup>*3</sup>	136	15	2	84	169	6	43	4
仔稚魚								
マダイ		0.06		0.12		0.11		
カタクチイワシ	0.25	0.31		0.50		0.69	1.61	
キアンコウ		0.69		0.06			0.81	0.06
セスジボラ					0.12			
ウスメバル	0.20	0.13	0.19	0.06	0.12			
エゾメバル		0.06		0.12	0.48		0.81	0.61
キツネメバル		0.06						
シマシロクラハゼ		1.88		0.25	1.09	0.23	0.81	
ミミズハゼ属sp.					0.36			

注1) 曳網体積(m<sup>3</sup>) = 曳網距離(m) × π × 0.65(半口径m)<sup>2</sup> : ろ水率100%に仮定

注2) 卵の単位: 粒/100m<sup>3</sup>, 仔稚魚の単位: 尾/100m<sup>3</sup>

\*1: 卵径0.8mm未満, \*2: 卵径0.8mm以上~1.1mm未満, \*3: 卵径1.1mm以上

付表 24-2. 日本海～津軽海峡におけるマダイ幼稚魚分布調査結果(2020年7月)

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
月日	7月6日	7月6日	7月6日	7月6日	7月6日	7月6日	7月6日	7月6日
海域	日本海	日本海	日本海	日本海	日本海	津軽海峡	津軽海峡	津軽海峡
時間	06:10	06:59	07:58	08:29	09:26	14:09	13:04	12:02
開始北緯	40° 49.0′	40° 53.7′	41° 01.6′	41° 04.2′	41° 11.5′	41° 14.7′	41° 15.1′	41° 21.8′
開始東経	140° 10.8′	140° 12.5′	140° 14.5′	140° 14.9′	140° 16.6′	140° 27.6′	140° 38.0′	140° 45.7′
終了北緯	40° 49.2′	40° 53.8′	41° 01.8′	41° 04.4′	41° 11.7′	41° 14.8′	41° 15.2′	41° 21.6′
終了東経	140° 10.6′	140° 12.5′	140° 14.3′	140° 14.7′	140° 16.4′	140° 27.2′	140° 37.9′	140° 45.3′
開始水深(m)	44.2	55.2	51.2	47.7	40.5	72.8	99.0	142.0
終了水深(m)	49.7	55.4	54.9	49.3	43.3	70.4	99.3	155.0
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC	BC
風向	SE	ESE	E	NE	NNE	NE	NE	NNE
風力	2	3	1	1	4	3	3	3
気圧(hPa)	1008.6	1008.9	1008.8	1008.6	1008.2	1008.0	1008.8	1008.7
気温(°C)	18.6	19.2	20.0	20.5	19.8	18.7	19.4	19.2
水温(°C)/塩分	0m 21.8	21.8	21.2	21.2	21.0	18.1	19.5	19.6
	1m 21.6 / 31.4	21.5 / 32.0	21.1 / 32.2	21.1 / 27.5	20.7 / 31.6	18.6 / 31.7	19.6 / 31.6	19.6 / 32.7
	10m 21.6 / 33.3	21.4 / 33.4	21.1 / 33.2	20.9 / 33.3	20.1 / 33.5	17.4 / 33.8	18.9 / 33.8	17.6 / 33.9
	20m 21.0 / 33.3	21.2 / 33.5	21.1 / 33.5	20.8 / 33.5	19.4 / 33.6	16.9 / 33.9	18.3 / 33.8	16.7 / 34.0
	30m 20.5 / 33.5	20.6 / 33.7	18.4 / 33.6	18.9 / 33.7	18.7 / 33.8	15.9 / 33.9	17.5 / 34.0	16.7 / 34.0
	40m 19.2 / 33.6	19.4 / 33.7	17.8 / 33.8	18.1 / 33.7	16.8 / 34.0	15.1 / 34.0	16.6 / 34.1	16.6 / 34.0
	50m	17.5 / 33.9	16.8 / 34.0			14.7 / 34.1	16.3 / 34.0	15.0 / 34.1
	60m					14.5 / 34.1	15.9 / 34.0	14.9 / 34.2
	70m					13.8 / 34.1	14.6 / 33.8	14.7 / 34.2
	80m						13.3 / 34.0	14.0 / 34.2
	90m						13.3 / 34.1	13.1 / 34.1
	100m						13.3 / 34.1	12.7 / 34.2
	110m							12.4 / 34.2
	120m							12.3 / 34.2
	130m							12.3 / 34.2
曳網時間(分)	10	10	10	10	10	10	10	10
曳網距離(m)	374	245	502	563	432	581	229	676
平均曳網速度(knot)	1.2	0.8	1.6	1.8	1.4	1.9	0.7	2.2
曳網体積(m <sup>3</sup> )	992	650	1,332	1,494	1,146	1,541	608	1,794
卵								
マダイ	7	136	187	53	297	21	122	6
カタクチイワシ	16	1			6	17	1,498	81
未同定卵① <sup>*1</sup>	0	3			18	23	31	1
未同定卵② <sup>*2</sup>	2	21	2	4	42	2	92	0
未同定卵③ <sup>*3</sup>	5	11	2	1	18	1		3
仔稚魚								
マダイ	1.11	0.62	0.08	0.33	0.17			
カタクチイワシ								0.22
サイウオ属sp.	0.10							
カナガシラ属sp.	0.10		0.08					
メジナ			0.08					
ウキゴリ属sp.					0.44			
ハゼ科sp.			0.08	0.07				
アミメハギ				0.07				
ウマツラハギ				0.07				
トラフグ属sp.								0.06
不明種						0.06		

注1) 曳網体積(m<sup>3</sup>) = 曳網距離(m) × π × 0.65(半口径m)<sup>2</sup> : ろ水率100%に仮定

注2) 卵の単位: 粒/100m<sup>3</sup>、仔稚魚の単位: 尾/100m<sup>3</sup>

\*1: 卵径0.8mm未満、\*2: 卵径0.8mm以上～1.1mm未満、\*3: 卵径1.1mm以上

付表 25-1. 陸奥湾におけるマダイ幼稚魚分布調査結果(2020年6月)

	St.陸1	St.陸2	St.陸3	St.陸4	St.陸5	St.陸6
月日	6月11日	6月11日	6月11日	6月11日	6月11日	6月11日
海域	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾
時間	07:03	08:19	09:04	09:49	10:46	12:03
開始北緯	40° 52.4′	41° 03.3′	41° 03.8′	41° 04.1′	41° 08.2′	41° 00.6′
開始東経	140° 46.5′	140° 46.9′	140° 53.5′	140° 59.9′	141° 08.4′	141° 08.0′
終了北緯	40° 52.8′	41° 03.3′	41° 03.7′	41° 04.2′	41° 08.1′	41° 00.2′
終了東経	140° 46.7′	140° 47.5′	140° 54.1′	141° 00.5′	141° 08.9′	141° 08.2′
開始水深(m)	32.1	53.9	52.8	50.8	39.5	43.6
終了水深(m)	34.2	53.4	52.4	50.4	39.2	42.9
天候	C	R	R	R	R	R
風向	S	SSE	SSE	SSE	S	S
風力	1	3	4	4	3	1
気圧(hPa)	-	-	-	-	-	-
気温(°C)	18.7	17.0	18.0	18.4	17.9	18.1
水温(°C)/塩分						
0m	18.0	17.1	18.2	18.1	18.1	17.6
1m	17.6 / 33.4	17.0 / 33.3	18.1 / 33.1	17.9 / 33.1	18.0 / 33.2	17.1 / 33.1
10m	15.1 / 33.5	15.9 / 33.3	14.9 / 33.6	15.8 / 33.4	13.2 / 33.3	16.0 / 33.3
20m	12.6 / 33.7	13.1 / 33.6	12.3 / 33.6	12.2 / 33.5	11.6 / 33.4	12.8 / 33.4
30m		11.3 / 33.7	11.7 / 33.7	11.0 / 33.6	10.7 / 33.5	11.1 / 33.4
40m		11.3 / 33.8	11.4 / 33.8	10.5 / 33.7		10.2 / 33.5
曳網時間(分)	10	10	10	10	10	10
曳網距離(m)	807	846	834	873	817	797
平均曳網速度(knot)	2.6	2.7	2.7	2.8	2.6	2.6
曳網体積(m <sup>3</sup> )	2,143	2,245	2,213	2,316	2,168	2,116
卵						
マダイ	824	34	432	306	20	79
マイワシ	84	3	22	10		4
カタクチイワシ	155	285	439	189	46	78
ネズッコ科	585	57	615	199	22	6
未同定卵①*1	36	3	84	61	0	6
未同定卵②*2	143	11	11	42		9
未同定卵③*3			11			
仔稚魚						
マダイ			0.09			0.05
カタクチイワシ	0.14	2.45	0.18	0.04		
キアンコウ		0.09				
ウスメバル	0.05					
スズメダイ属sp.				0.04		
ネズミゴチ		0.36	0.14	0.22	0.05	0.05
リュウグウハゼ				0.04		
ハゼ亜目sp.①	0.05					
ハゼ亜目sp.②				0.09		
不明種①				0.04		

注1) 曳網体積(m<sup>3</sup>)=曳網距離(m)×π×0.65(半口径m)<sup>2</sup> : ろ水率100%に仮定注2) 卵の単位:粒/100m<sup>3</sup>、仔稚魚の単位:尾/100m<sup>3</sup>注3) 卵の0値は、1粒/100m<sup>3</sup>未満を示す

\*1: 卵径0.8mm以上~1.0mm未満、\*2: 卵径1.0mm以上~1.5mm未満、\*3: 卵径1.5mm以上

付表 25-2. 陸奥湾におけるマダイ幼稚魚分布調査結果(2020年7月)

	St.陸1	St.陸2	St.陸3	St.陸4	St.陸5	St.陸6
月日	7月17日	7月17日	7月17日	7月17日	7月17日	7月17日
海域	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾
時間	07:04	08:25	09:16	10:08	11:09	12:08
開始北緯	40° 52.3′	41° 03.3′	41° 03.8′	41° 04.0′	41° 08.1′	41° 00.7′
開始東経	140° 46.5′	140° 46.8′	140° 53.3′	140° 59.6′	141° 08.2′	141° 07.9′
終了北緯	40° 51.9′	41° 03.1′	41° 04.0′	41° 04.0′	41° 07.9′	41° 00.8′
終了東経	140° 46.3′	140° 46.2′	140° 52.8′	140° 59.1′	141° 07.7′	141° 07.3′
開始水深(m)	31.0	53.3	52.3	50.6	39.6	43.8
終了水深(m)	28.1	53.2	52.3	50.5	40.2	44.5
天候	BC	BC	BC	BC	BC	BC
風向	NNW	NE	EEN	EEN	E	EES
風力	3	3	2	3	2	4
気圧(hPa)	1010.6	1011.5	1011.5	1011.5	1011.5	1011.0
気温(°C)	20.3	20.1	20.1	21.5	22.5	21.6
水温(°C)/塩分						
	0m 20.1	19.5	18.6	19.9	19.8	20.3
	1m 20.3 / 32.3	19.5 / 33.2	18.5 / 33.2	19.7 / 32.7	19.9 / 32.8	20.1 / 32.8
	10m 19.1 / 33.6	19.4 / 33.2	18.0 / 33.6	19.6 / 32.8	18.9 / 33.1	19.5 / 32.8
	20m 18.0 / 33.8	16.4 / 33.8	17.5 / 33.6	17.8 / 33.2	17.5 / 33.3	16.8 / 33.6
	30m 16.0 / 33.8	15.8 / 33.9	16.6 / 33.8	15.6 / 33.5	14.1 / 33.5	13.5 / 33.5
	40m	13.3 / 33.9	14.2 / 33.6	13.7 / 33.5		12.9 / 33.7
曳網時間(分)	10	10	10	10	10	10
曳網距離(m)	796	842	809	792	756	868
平均曳網速度(knot)	2.6	2.7	2.6	2.6	2.4	2.8
曳網体積(m <sup>3</sup> )	2,114	2,236	2,148	2,104	2,007	2,305
卵						
マダイ	132	57	312	125	154	649
マイワシ	48	11		6	3	6
カタクチイワシ	678	3,573	54	265	246	22
ネズツボ科	61		328	15	38	100
未同定卵①*1	13	23	40	15	136	62
未同定卵②*2	36	11	12	12	38	89
仔稚魚						
マダイ	0.76	0.13	0.05	0.29	0.50	0.56
カタクチイワシ	84.76	0.81	1.49	2.61	63.78	144.39
キアンコウ	0.05					
ヨウジウオ	0.19		0.05			
サンゴタツ	0.28					
カナガシラ				0.05		
ナベカ	0.05					
ネズミゴチ	0.38		0.14		0.15	0.78
ハゼ亜目sp.①	0.43	0.22	0.56	0.14	0.25	2.65
ゴマサバ	0.05					
不明種②	0.28					0.22
不明種③	0.28	0.04		0.05		0.04
不明種④	0.05					

注1) 曳網体積(m<sup>3</sup>) = 曳網距離(m) × π × 0.65(半口径m)<sup>2</sup> : ろ水率100%に仮定注2) 卵の単位: 粒/100m<sup>3</sup>、仔稚魚の単位: 尾/100m<sup>3</sup>注3) 卵の0値は、1粒/100m<sup>3</sup>未満を示す

\*1: 卵径0.8mm以上~1.0mm未満、\*2: 卵径1.0mm以上~1.5mm未満、\*3: 卵径1.5mm以上

付表 25-3. 陸奥湾におけるマダイ幼稚魚分布調査結果(2020年8月)

	St.陸1	St.陸2	St.陸3	St.陸4	St.陸5	St.陸6
月日	8月19日	8月19日	8月19日	8月19日	8月19日	8月19日
海域	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾	陸奥湾
時間	06:51	08:11	08:55	09:37	10:33	11:33
開始北緯	40° 52.5′	41° 03.4′	41° 03.8′	41° 03.9′	41° 08.2′	41° 00.6′
開始東経	140° 46.6′	140° 46.9′	140° 53.4′	140° 59.9′	141° 08.4′	141° 08.2′
終了北緯	40° 52.8′	41° 03.7′	41° 04.1′	41° 03.9′	41° 08.2′	41° 00.3′
終了東経	140° 47.0′	140° 47.2′	140° 53.9′	141° 00.6′	141° 09.1′	141° 08.8′
開始水深(m)	31.7	52.8	51.6	49.7	38.6	42.5
終了水深(m)	34.0	53.3	51.7	49.2	38.2	41.4
天候	C	BC	BC	BC	BC	BC
風向	SW	W	SW	W	W	WNW
風力	2	4	4	4	4	4
気圧(hPa)	1010.0	1009.0	1009.0	1009.0	1008.5	1017.3
気温(°C)	23.8	25.1	25.6	25.4	25.7	17.8
水温(°C)/塩分						
	0m 24.4	24.1	24.4	24.3	24.0	15.1
	1m 24.5 / 32.7	24.1 / 32.9	24.5 / 32.8	24.3 / 32.9	23.9 / 32.9	24.6 / 33.0
	10m 24.1 / 32.8	23.4 / 33.0	24.1 / 32.8	24.1 / 32.9	23.6 / 32.9	24.0 / 32.9
	20m 23.9 / 33.0	22.9 / 33.2	23.8 / 33.0	23.6 / 33.0	23.3 / 32.9	23.6 / 32.9
		22.4 / 33.2	23.4 / 33.1	22.5 / 33.0	22.5 / 33.0	22.6 / 33.0
		21.5 / 33.2	21.7 / 33.2	21.5 / 33.1		20.8 / 33.1
曳網時間(分)	10	10	10	10	10	10
曳網距離(m)	831	738	946	1,008	999	1,085
平均曳網速度(knot)	2.7	2.4	3.1	3.3	3.2	3.5
曳網体積(m <sup>3</sup> )	2,205	1,960	2,512	2,676	2,652	2,880
卵						
マダイ	1	0	3	4	1	0
マイワシ		0		0	2	0
カタクチイワシ	9	0		1	0.3	0
ネズツボ科	4		18		30	0
未同定卵①*1	4	4	3	2	5	1
未同定卵②*2		1	3	1		0
仔稚魚						
マダイ	0.05			0.07		0.03
カタクチイワシ	4.35	0.15	0.28	0.04	0.26	0.21
ヨウジウオ	0.05					
ホソトビウオ						0.03
オニオコゼ					0.04	
カナガシラ	0.32					
シイラ	0.09					0.07
マアジ						0.03
イサキ	0.86	0.05				
コトヒキ	0.54					
インダイ						0.03
ネズミゴチ	2.00	0.10	0.08	0.04		0.10
ハゼ亜目sp.①	4.94	0.10	0.12			0.03
ゴマサバ						0.03
アラメガレイ	0.05					
アミメハギ	0.91	0.05	0.04	0.04		0.14
カワハギ	0.05					0.03
ショウサイフグ	3.13	0.10				
不明種③	0.27			0.07		

注1) 曳網体積(m<sup>3</sup>) = 曳網距離(m) × π × 0.65(半口径m)<sup>2</sup> : ろ水率100%に仮定注2) 卵の単位: 粒/100m<sup>3</sup>、仔稚魚の単位: 尾/100m<sup>3</sup>注3) 卵の0値は、1粒/100m<sup>3</sup>未満を示す

\*1: 卵径0.8mm以上~1.0mm未満、\*2: 卵径1.0mm以上~1.5mm未満、\*3: 卵径1.5mm以上