

資源管理基礎調査

マダラ

三浦太智

目 的

青森県資源管理指針に基づく資源管理措置を検証するため、青森県資源管理基礎調査業務において、陸奥湾のマダラ資源に関するデータを整備する。

材料と方法

1. 漁獲統計調査

陸奥湾（外ヶ浜漁協から佐井村漁協）で漁獲されるマダラの漁獲量について、次のとおり暦年ごとに整理した。1901年-1944年及び1949年-1958年は青森県海面漁業に関する調査結果書の前身に相当する青森県統計書を、1945年-1948年は川村ら¹⁾の漁獲資料、1959年以降は青森県海面漁業に関する調査結果書を用いた。1917年-1920年、1926年、1936年-1944年、1949年及び1951年-1958年はデータ欠測期間である。なお、1901年-1953年の青森市の漁獲量には陸奥湾以外の底びき網漁業等による漁獲物が含まれており、これらを区別することが出来ないため除外して集計した。

1981年以降は月別の漁獲量データが集計可能であったため、当年9月から翌年8月までの期間を1漁期年とし、漁期年別の漁獲量を求めた。

2. 年齢別漁獲個体数及び資源量推定

脇野沢村漁業協同組合に委託し、漁獲されたマダラの性別、漁獲個体数及び全長（単位：50 mm）を測定し、全長組成を求めた。また、陸奥湾全体の漁獲量を、脇野沢村漁協の水揚げ伝票から求めた1個体あたりの平均体重で除して漁獲個体数を算出し、全長組成に当てはめて陸奥湾全体の全長別漁獲個体数を求めた。

2009年漁期-2018年漁期に脇野沢村漁協で漁獲された計1,394個体のマダラについて、桜井ら²⁾の方法に従って耳石を用いて年齢査定を行い、漁期年別のAge-length key（単位：全長50 mm）を作成した。2008年漁期以前は2009年漁期-2018年漁期の年齢査定結果の合算Age-length Keyを用いた。年齢起算日を9月1日とし、漁期年別Age-length Keyを各漁期年の全長別漁獲個体数に当てはめて漁期年別年齢別漁獲個体数を推定した。

推定した漁期年別年齢別漁獲個体数を用い、VPA（Virtual Population Analysis）³⁾によって陸奥湾におけるマダラの漁期年別年齢別資源個体数を推定し、年齢別平均体重を乗じて年齢別資源量とした。8歳以上をプラスグループとし、自然死亡係数は、寿命を9歳として田内・田中の式⁴⁾から0.278と求めた。なお、寿命とした9歳は本報告で年齢査定した全個体の最高齢である。漁獲係数について、7歳と8歳以上は同じで、最近年の漁獲係数を過去10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7歳の漁獲係数をMicrosoft Excelのソルバーを用いて探索的に求めた。マダラの成熟は年変動することが報告されている⁵⁾こと、陸奥湾のマダラの成熟に関する調査は行われていないことから、本報告では成熟率を3歳魚および4歳魚で50%、5歳魚以上で100%と仮定し、親魚量を求めた。再生産成功率（RPS）は、親魚1トンあたりの3歳魚加入個体数から求め、VPAの不確実性を考慮して直近2漁期の3歳魚加入個体数推定結果は解析から除外した。

3. 漁場水温及び産卵期水温調査

2018年12月5日-2019年2月26日の間、脇野沢村漁業協同組合の底建網2ヶ統のアンカーに自記式水

温計を取付け、漁場底層の水温を1分間ごとに測定した。水温計が設置された水深は65m(水温計①)および63m(水温計②)であった。また、産卵期の水温データとして青森県海況気象情報総合提供システム(<https://www.aomori-itc.or.jp/uminavi/>)に示された平館ブイの底層水温から、2002年以降について、水温10℃以下を抜粋して整理した。

4. 標識放流調査

陸奥湾に産卵回遊するマダラの移動や成長を把握するために、前年⁶⁾までと同様に、佐井村漁業協同組合牛滝支所及び脇野沢村漁業協同組合において、産卵後親魚を対象として、ディスクタグによる標識放流を実施した。2019年2月2日-3月29日に佐井村漁業協同組合牛滝支所では79個体、脇野沢村漁業協同組合では100個体を対象とし、漁獲後直ちに船上で全長を測定し、個体識別番号を刻印したディスクタグをマダラの第一背鰭基部にビニールチューブで装着して放流した(表1)。再捕結果は、関係道県の水産関連機関から寄せられた再捕報告により収集し、再捕時期及び再捕海域別にとりまとめた。

表1. マダラ標識放流結果

| 放流年 | 放流海域 | 放流時期 | 放流時全長 (mm) | 放流時体重 (kg) | 放流個体数 | | | 計 |
|------|------|-----------|---------------|---------------|-------|-------|--------|-------|
| | | | | | ディスク | ロガー※1 | 2重標識※2 | |
| 2008 | 脇野沢 | 2/6-3/14 | 450-810 | 1.95-5.00 | 33 | | | 33 |
| 2009 | 佐井 | 1/29-3/23 | 600-900 | — | 7 | | | 7 |
| | 脇野沢 | | 570-850 | 1.85-5.30 | 80 | 4 | | 84 |
| 2010 | 佐井 | 2/8-3/9 | 400-720 | — | 40 | | | 40 |
| | 脇野沢 | | 610-810 | 2.10-4.70 | 37 | 12 | | 49 |
| 2011 | 佐井 | 2/9-3/22 | 400-780 | — | 50 | | | 50 |
| | 脇野沢 | | 520-850 | 1.00-1.80 | 13 | 25 | | 38 |
| 2012 | 佐井 | 1/30-3/17 | 450-750 | — | 70 | | | 70 |
| | 脇野沢 | | 460-890 | 0.95~6.80 | 36 | | 9 | 45 |
| 2013 | 佐井 | 2/15-4/3 | 350-670 | — | 100 | | | 100 |
| | 脇野沢 | | 430-900 | 0.95-6.65 | 30 | | 27 | 57 |
| 2014 | 佐井 | 2/27-3/12 | 400-750 | — | 88 | | | 88 |
| | 脇野沢 | | 570-870 | 1.40-5.80 | 77 | | | 77 |
| 2015 | 佐井 | 1/26-3/18 | 430-900 | — | 100 | | | 100 |
| | 脇野沢 | | 460-880 | 0.75-7.00 | 54 | | | 54 |
| 2016 | 佐井 | 2/8-3/15 | 380-800 | — | 100 | | | 100 |
| | 脇野沢 | | 600-850 | 2.60-5.00 | 100 | 3 | | 103 |
| 2017 | 佐井 | 2/16-2/27 | 430-900 | — | 100 | | | 100 |
| | 脇野沢 | | 580-800 | — | 29 | | | 29 |
| 2018 | 佐井 | 2/2-2/28 | 350-880 | — | 100 | | | 100 |
| | 脇野沢 | | 300-1100 | — | 99 | | | 99 |
| 2019 | 佐井 | 2/2-3/29 | 490-850 | 1.6-4.2 | 79 | | | 79 |
| | 脇野沢 | | 400-1000 | — | 100 | | | 100 |
| 計 | | | | | 1,522 | 28 | 52 | 1,602 |

※1_水温・水深を記録する自記式ロガー (Lotec社、LAT1100)

※2_ディスクタグおよびロガーの2重標識

5. 稚魚分布調査

2018年5月15日、16日に、図1に示す8地点において、試験船青鵬丸(65トン)により、袖網長7.5m、身網長11.8m、網口幅2m、コットエンド長2.6mのオッターロール網を船速2ノット-3ノットで20分程度曳網した。曳網中には漁網監視装置により袖網間隔、曳網水深、網口の高さを測定し、袖網間隔に北川ら⁷⁾の方法により求めた曳網距離を乗じて曳網面積を求めた。マダラ漁獲物は1地点あたり最大200個体の体長を1mm単位で測定して体長組成を求め、残りは漁獲個体数を計数し、面積密度法により密度を地点別に算出した。

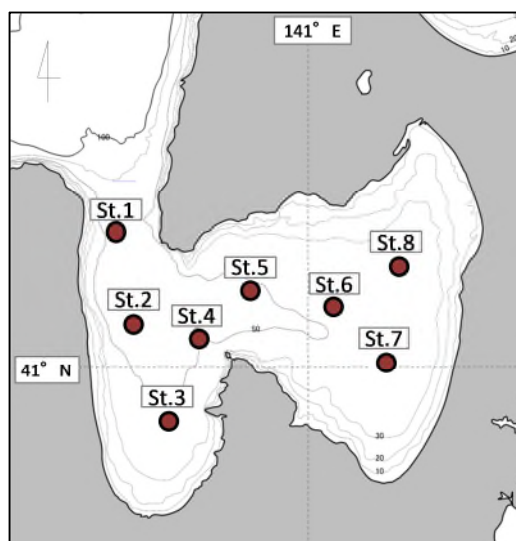


図1. 稚魚分布調査実施地点

結果と考察

1. 漁獲統計調査

陸奥湾におけるマダラの年別漁獲量を図2及び付表1に、1980年漁期以降の漁期年別漁獲量を図3に、月別漁獲量を付表2に示した。陸奥湾におけるマダラの年間漁獲量は、1930年代に約10,000トン、1980年-1990年代前半には約2,000トンをピークとする漁獲が見られた。1990年代中頃からは低迷したが、2009年に186トンと10年ぶりに100トンを超える漁獲が見られて以降は増加傾向で、2018年は1,386トンと好調が維持された(図2)。

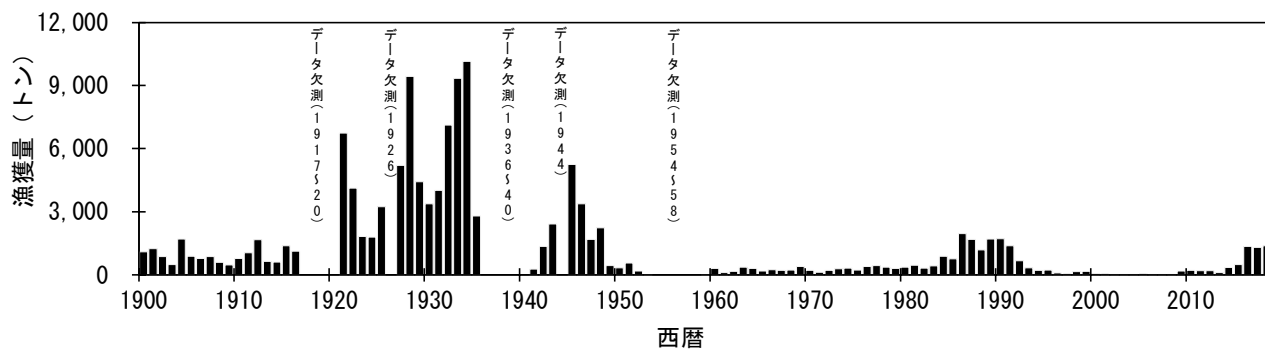


図2. 陸奥湾のマダラ漁獲量の年推移

漁期年別の漁獲量は、1992年漁期から減少し、2000年漁期以降に100トン未満と低迷したが、2009年漁期以降にやや増加傾向となり、2016年漁期には1,425トン、2017年漁期には1,619トン、2018年漁期には1,414トンと3漁期続けて1,000トンを超える好調な漁獲となった(図3)。

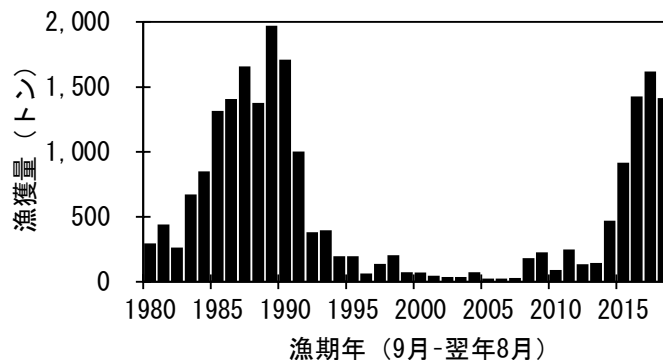


図3. 陸奥湾のマダラ漁獲量の漁期年推移

2. 年齢別漁獲個体数及び資源量推定

脇野沢村漁協における漁期年別全長別漁獲個体数を付表3に、作成したAge-length Keyを付表4に、推定した漁期年別年齢別漁獲個体数を付表5に示した。

漁獲物はいずれの漁期年も全長600mm-800mmを主体とし、年齢別に見ると、漁獲個体数全体の59%-97%を4歳魚-6歳魚が占めた。2018年漁期までの漁獲個体数を発生年別に見ると、2011年級群が最も多く357.7千尾、次いで2012年級群が263.9千尾であった(付表5)。

VPAによって推定した陸奥湾の3歳魚以上のマダラ漁期年別年齢別資源個体数を付表6に、年齢別平均体重を乗じて求めた4歳魚以上の漁期年別年齢別資源量を図4に示した。資源量は2004年漁期-2012年漁期まで151トン-737トンで横ばいであったが、2013年漁期に2,173トンと急激に増加し、2016年漁期まで増加傾向を示した。2018年漁期の資源量は3,750トンと前年漁期を下回った。

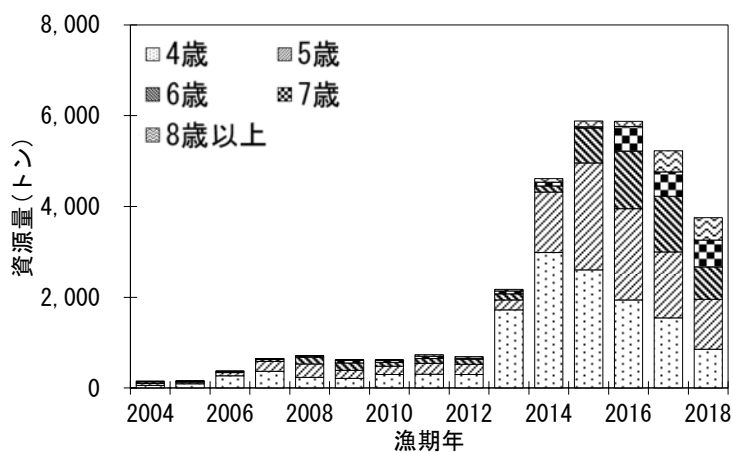


図4. 陸奥湾のマダラ漁期年別資源量

RPSは2008年漁期-2011年漁期に高かった(図5)。親魚量と加入量は有意に回帰しなかったものの、親魚量が300トン以上と推定された各漁期の加入個体数は、300トン未満の各漁期における加入個体数よりも明らかに多く、一定の再生産関係があると思われる、今後もデータを蓄積して慎重に検討していく必要がある(図6)。

漁期年別の3歳魚の資源個体数を発生年別の年級豊度とすると、2011年級群(2013年漁期の3歳魚)が1,063千個体と最も高く、次いで2012年級群の927千個体であった(付表6)。また、2010年級群以降では2015年級群が306千個体と最も少なかったものの、2009年級群以前の平均である93千個体を大きく上回っていることから、近年においては良好な加入が続いていると考えられた。なお、VPAでは最近年ほど不確実性が高くなる特性があるため、今後も引き続きデータを蓄積、更新して資源評価する必要がある。

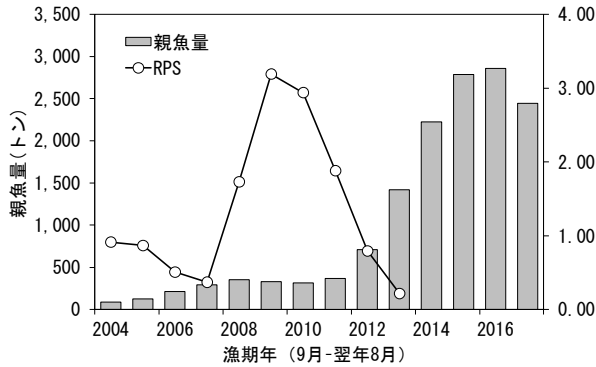


図5. 漁期年別の親魚量とRPSの動向

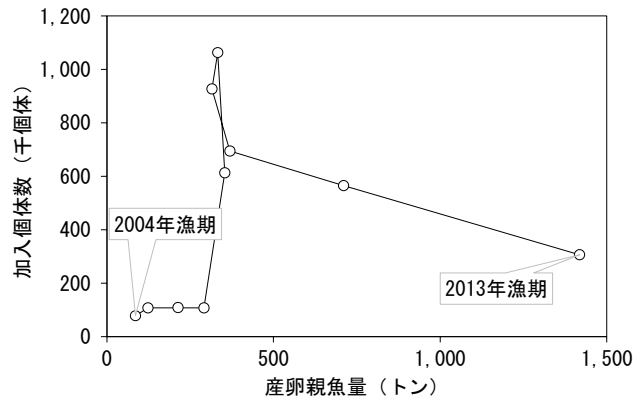


図6. 親魚量と加入量の関係

3. 漁場水温及び産卵期水温調査

図7に、脇野沢村漁協における漁場底層水温と日別漁獲量の推移を示した。また、平館ブイの底層水温のうち、10℃以下を抜粋して図8に示した。1日あたり20トン以上の漁獲が記録された日が含まれる期間を盛漁期とすると、2018年漁期の盛漁期は12月9日-1月23日の46日間と、2017年漁期の50日間に及ばなかったものの比較的長く、この間の漁場水温は7.1℃-11.4℃であった(図7)。

漁場として利用される海域は、陸奥湾湾奥にあると考えられる産卵場への出入口となっている平館海峡に位置し、産卵のため陸奥湾に来遊したマダラと、産卵を終えて湾外へと移出していくマダラの両方が漁獲される。2018年漁期の漁場底層水温は、前年漁期⁶⁾よりもやや高めで推移し、水温計①(設置水深65m)では1月8日、②(同63m)では1月20日にマダラの産卵、卵稚仔の生存に適した水温である8℃以下⁸⁾となり、以後、適水温が維持されたと考えられた(図7)。

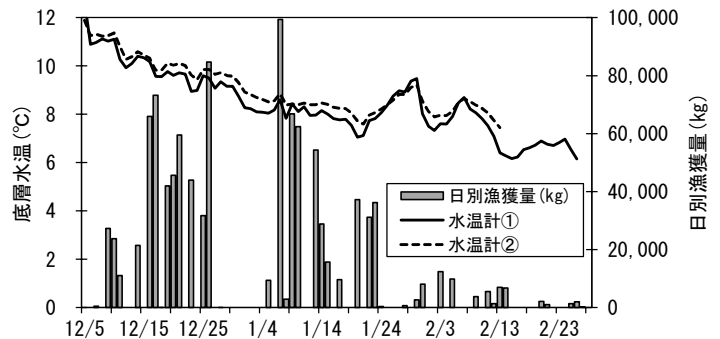


図7. 脇野沢村漁協における漁場底層水温と日別漁獲量の推移(2017年漁期)

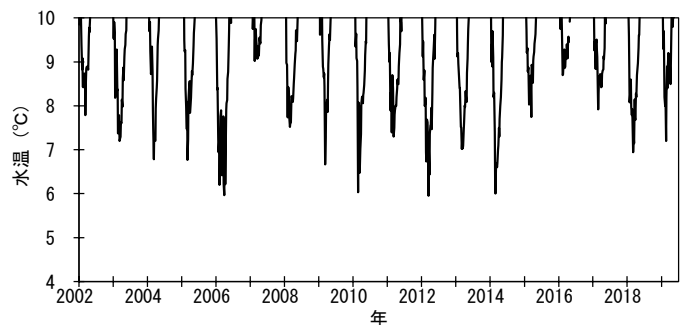


図8. 平館ブイの底層水温(4℃-10℃抜粋)

平館ブイの底層水温のうち、冬季の最低水温は2004年-2006年に7.0℃以下、2008年-2015年、2017年-2019年には8.0℃以下と、ともに前述の産卵、卵稚仔の生存の適水温の範囲内で推移したが、2007年は9.0℃、2016年には8.7℃と、ともに高いまま推移し、卵稚仔の生残には厳しい水温環境であったと考えられた（図8）。

4. 標識放流調査

2019年8月31日現在までの標識放流魚の再捕結果を、放流年の8月まで（放流-翌漁期前まで）及び9月以降（翌漁期以降）に分けて再捕海域別に表2に示した。

2008年-2019年に佐井村牛滝沖及びむつ市脇野沢沖から1,602個体を標識放流し、そのうち51個体が放流翌漁期以降に再捕された。このうち陸奥湾内-湾口で再捕されたのは42個体、津軽海峡内で2個体、北海道日本海側で2個体、北海道太平洋側で3個体、青森県太平洋側で1個体、同日本海側で1個体であった（表2）。

1979年-2001年に行われた標識放流調査では、合計2,002個体を放流した結果、陸奥湾外で再捕された109個体のうち、北海道太平洋側が79個体、北海道日本海側が18個体と全体の72%は北海道太平洋側で再捕された⁹⁾。2008年-2019年の調査において陸奥湾外で再捕されたマダラは、北海道太平洋側で19個体、北海道日本海側で10個体、本州太平洋側で4個体であり、依然として北海道太平洋側での再捕個体数が多いものの、北海道日本海側でも比較的多く再捕されており、2001年以前と2008年以降では陸奥湾で産卵したマダラの回遊経路に変化が生じたと考えられる。今後も調査を継続してデータ数を増やし、各海域への回遊状況を明らかにしていく必要がある。

表2. 2008年-2019年の再捕海域別標識放流魚再捕個体数

単位：個体

| 放流年 | 放流海域 | 放流～翌漁期前までの再捕 | | | | | | 翌漁期以降の再捕 | | | | | |
|------|------|---------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 湾内 ～ 湾口 | 津軽海峡 | 北海道 日本海側 | 北海道 太平洋側 | 青森県 日本海側 | 青森県 太平洋側 | 湾内 ～ 湾口 | 津軽海峡 | 北海道 日本海側 | 北海道 太平洋側 | 青森県 日本海側 | 青森県 太平洋側 |
| 2008 | 脇野沢 | 1 | | | | 1 | | 2 | | | | | |
| 2009 | 佐井 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 2009 | 脇野沢 | 11 | 1 | | | | | 7 | | | | 1 | |
| 2010 | 佐井 | 11 | | | | | | | | | | | |
| 2010 | 脇野沢 | 4 | | | | | 1 | 3 | | 1 | | | |
| 2011 | 佐井 | 16 | | | 1 | | | 2 | | | | | |
| 2011 | 脇野沢 | 4 | 2 | | 3 | 1 | | 2 | | | | | |
| 2012 | 佐井 | 11 | | | | | | | | | | | |
| 2012 | 脇野沢 | 3 | | | 1 | | | 1 | | | | | |
| 2013 | 佐井 | 10 | | | | 2 | | 2 | | | | | |
| 2013 | 脇野沢 | 4 | | | | 2 | | 1 | | | | | |
| 2014 | 佐井 | 8 | 2 | | | | | 1 | | | | 1 | |
| 2014 | 脇野沢 | 2 | 1 | | 1 | | | 1 | 3 | 1 | | | |
| 2015 | 佐井 | 7 | | | | 1 | | 2 | | | | | |
| 2015 | 脇野沢 | 1 | | | | 2 | | | | | | | |
| 2016 | 佐井 | 5 | 1 | | | | | | | | 1 | | |
| 2016 | 脇野沢 | 1 | | | | 1 | | 6 | 1 | | | | |
| 2017 | 佐井 | 5 | 2 | | | 1 | | 2 | | | | | |
| 2017 | 脇野沢 | 2 | | | | 1 | | 1 | | | | | |
| 2018 | 佐井 | 6 | | | 3 | 1 | | 5 | | | 1 | 1 | 1 |
| 2018 | 脇野沢 | 5 | | | | 1 | | 2 | | | | | |
| 2019 | 佐井 | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| 2019 | 脇野沢 | 5 | | | | | | | | | | | |
| 計 | | 124 | 9 | 8 | 16 | 1 | 3 | 42 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |

5. 稚魚分布調査

地点別体長別の漁獲個体数を付表 7 に、分布密度および体長組成を図 9 に示した。分布密度は陸奥湾湾口部の St.1 で 525 個体/1,000 m² と最も高く、次いで St.2 で 58 個体/1,000 m² であった。St.3、7、8 では分布が確認されなかった。体長組成は地点によって異なり、モードが見られた体長は St.1 で 56 mm と最も大きく、St.4 で 42 mm と最も小さかった (図 9)。

マダラ稚魚は概ね 6 月頃まで陸奥湾で生育し、湾内の水温上昇に応じて湾外へと移動すると考えられる。陸奥湾では 4 月-6 月は水温が大きく上昇し、かつ、そのタイミングが年変動することから、稚魚の湾外への移出時期も年変動する可能性が高い。本調査は北海道大学が行う稚魚豊度調査¹⁰⁾と同地点で、調査時期を約 2 週間ずらして実施しており、両者を合わせて稚魚豊度の推定を行うことで、稚魚の湾外への移出時期の年変動に対応する、より精度の高い稚魚豊度推定が可能になると期待されることから、今後も調査を継続してデータを蓄積していく。また、合わせて VPA で推定した産卵親魚量との関係を検証していく。

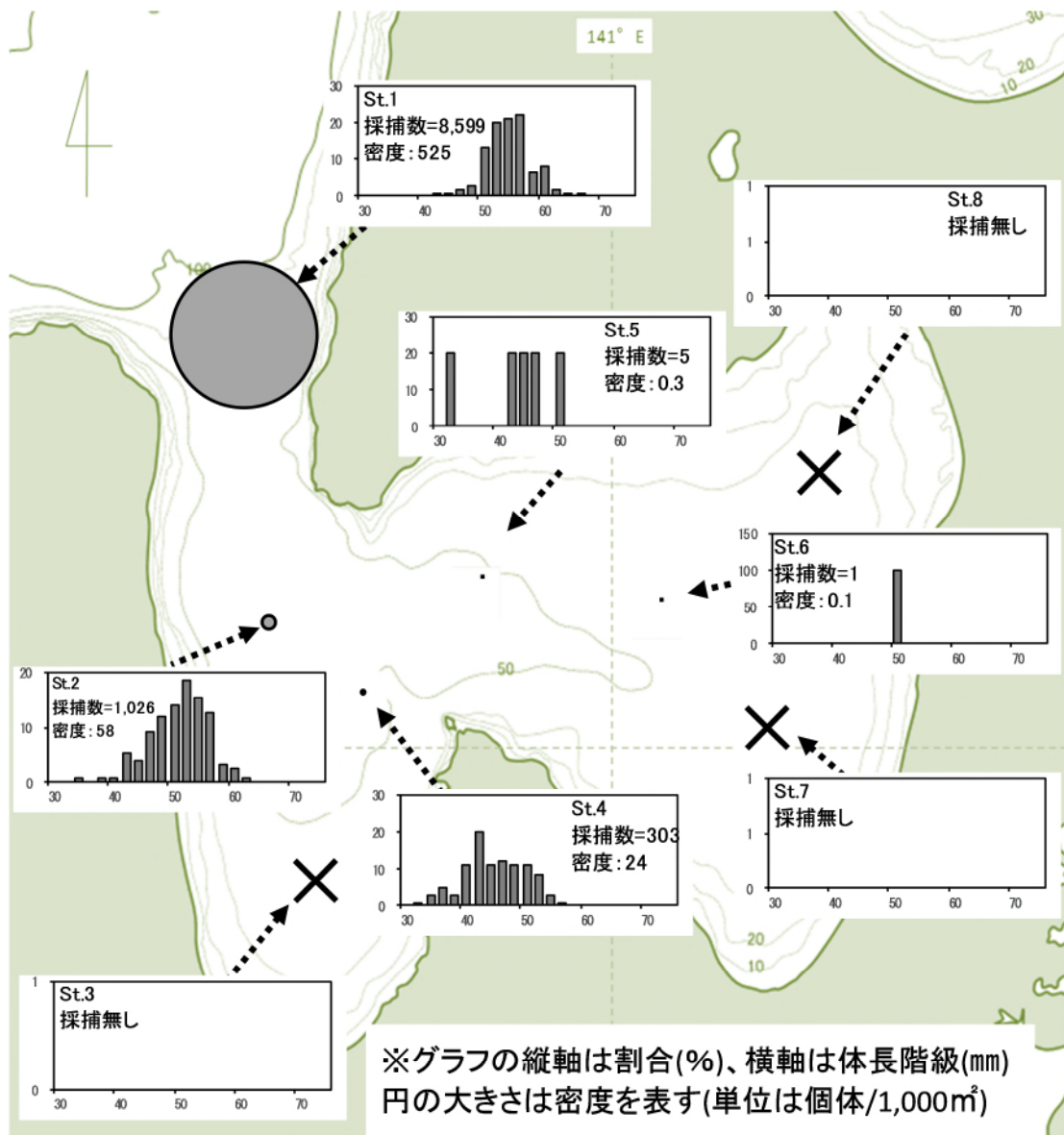


図 9. 2018 年 5 月のマダラ分布密度マップ (試験船青鵬丸のオッターロール)

文 献

- 1) 川村輝良・小久保清二（1950）陸奥湾産鱈について．青森県水産資源調査報告，第1号，1，186-191.
- 2) 桜井泰憲・福田慎作(1984)陸奥湾に来遊するマダラの年齢と成長．青森県水産増殖センター研究報告，3，9-14.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 成松庸二（2006）マダラの生活史と繁殖生態－繁殖特性の年変化を中心に－．水産総合研究センター研究報告（別冊），4，137-146.
- 6) 三浦太智(2018) 資源管理基礎調査（マダラ）．平成29年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，102-113.
- 7) 北川大二・服部 努・斉藤憲治・今村 央・野澤清志（1997）1996年の底魚資源量調査結果．東北底魚研究，17，79-96.
- 8) 桜井泰憲・山本 潤（2009）レジームシフトに応答する魚類とイカ類資源の変動-プロセス研究の重要性-．月刊海洋，41，33-42.
- 9) 山田嘉暢(2003) 津軽海峡周辺のマダラ成魚の移動－標識放流からみた移動と回遊について．平成14年度東北ブロック水産業関係試験研究推進会議海区水産業部会・分科会報告書，47-53.
- 10) 高津哲也（2018）平成29年度マダラ稚魚分布調査報告．青森県陸奥湾における底層トロールによる底生魚類資源研究にかかわる報告書．

付表 1. 陸奥湾におけるマダラ年別漁獲量

単位：トン

| 年(西暦) | 漁獲量 | 年(西暦) | 漁獲量 | 年(西暦) | 漁獲量 |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1901 | 1,243 | 1941 | 274 | 1981 | 463 |
| 1902 | 866 | 1942 | 1,354 | 1982 | 322 |
| 1903 | 492 | 1943 | 2,430 | 1983 | 432 |
| 1904 | 1,701 | 1944 | - | 1984 | 888 |
| 1905 | 885 | 1945 | 5,250 | 1985 | 771 |
| 1906 | 779 | 1946 | 3,375 | 1986 | 1,979 |
| 1907 | 866 | 1947 | 1,688 | 1987 | 1,692 |
| 1908 | 596 | 1948 | 2,250 | 1988 | 1,203 |
| 1909 | 468 | 1949 | 450 | 1989 | 1,709 |
| 1910 | 788 | 1950 | 340 | 1990 | 1,730 |
| 1911 | 1,054 | 1951 | 563 | 1991 | 1,391 |
| 1912 | 1,673 | 1952 | 188 | 1992 | 680 |
| 1913 | 641 | 1953 | 20 | 1993 | 336 |
| 1914 | 613 | 1954 | - | 1994 | 220 |
| 1915 | 1,387 | 1955 | - | 1995 | 239 |
| 1916 | 1,133 | 1956 | - | 1996 | 91 |
| 1917 | - | 1957 | - | 1997 | 74 |
| 1918 | - | 1958 | - | 1998 | 156 |
| 1919 | - | 1959 | 18 | 1999 | 173 |
| 1920 | - | 1960 | 302 | 2000 | 66 |
| 1921 | 6,749 | 1961 | 111 | 2001 | 75 |
| 1922 | 4,123 | 1962 | 170 | 2002 | 44 |
| 1923 | 1,834 | 1963 | 370 | 2003 | 35 |
| 1924 | 1,810 | 1964 | 305 | 2004 | 39 |
| 1925 | 3,251 | 1965 | 190 | 2005 | 70 |
| 1926 | - | 1966 | 252 | 2006 | 25 |
| 1927 | 5,206 | 1967 | 221 | 2007 | 28 |
| 1928 | 9,446 | 1968 | 232 | 2008 | 44 |
| 1929 | 4,420 | 1969 | 408 | 2009 | 186 |
| 1930 | 3,386 | 1970 | 208 | 2010 | 213 |
| 1931 | 4,016 | 1971 | 136 | 2011 | 192 |
| 1932 | 7,127 | 1972 | 212 | 2012 | 196 |
| 1933 | 9,338 | 1973 | 290 | 2013 | 105 |
| 1934 | 10,153 | 1974 | 326 | 2014 | 354 |
| 1935 | 2,798 | 1975 | 235 | 2015 | 500 |
| 1936 | - | 1976 | 389 | 2016 | 1,364 |
| 1937 | - | 1977 | 442 | 2017 | 1,312 |
| 1938 | - | 1978 | 363 | 2018 | 1,386 |
| 1939 | - | 1979 | 319 | | |
| 1940 | - | 1980 | 368 | | |

付表 2. 陸奥湾におけるマダラ月別漁獲量

単位：トン

| 年(西暦) | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 計 |
|-------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-------|-------|
| 1981 | 247 | 43 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 463 |
| 1982 | 203 | 58 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 322 |
| 1983 | 195 | 18 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 216 | 432 |
| 1984 | 414 | 40 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 431 | 888 |
| 1985 | 347 | 66 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 352 | 771 |
| 1986 | 925 | 36 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,016 | 1,979 |
| 1987 | 348 | 38 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,302 | 1,692 |
| 1988 | 304 | 46 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 847 | 1,203 |
| 1989 | 468 | 58 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,178 | 1,709 |
| 1990 | 716 | 68 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 937 | 1,730 |
| 1991 | 703 | 62 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 617 | 1,391 |
| 1992 | 363 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 294 | 680 |
| 1993 | 81 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 248 | 336 |
| 1994 | 139 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 | 220 |
| 1995 | 111 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 | 239 |
| 1996 | 60 | 21 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 91 |
| 1997 | 19 | 31 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 74 |
| 1998 | 76 | 38 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 | 156 |
| 1999 | 109 | 54 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 173 |
| 2000 | 19 | 43 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 66 |
| 2001 | 23 | 42 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 75 |
| 2002 | 22 | 17 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 44 |
| 2003 | 20 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 35 |
| 2004 | 21 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 39 |
| 2005 | 33 | 34 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 70 |
| 2006 | 10 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 25 |
| 2007 | 12 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 28 |
| 2008 | 17 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 44 |
| 2009 | 134 | 24 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 186 |
| 2010 | 122 | 69 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 213 |
| 2011 | 42 | 28 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 114 | 192 |
| 2012 | 109 | 18 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 196 |
| 2013 | 53 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 105 |
| 2014 | 94 | 8 | 3 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 238 | 354 |
| 2015 | 198 | 21 | 7 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 269 | 500 |
| 2016 | 463 | 136 | 43 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 717 | 1,364 |
| 2017 | 662 | 33 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 605 | 1,312 |
| 2018 | 704 | 241 | 62 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 371 | 1,386 |

付表 3. 脇野沢村漁協における漁期年別の全長別漁獲個体数

単位：個体

| 全長階級(mm) | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 500≦～<550 | 38 | 44 | 20 | 75 | 283 | 33 | 16 | 102 | 101 | 86 | 262 | 0 | 846 | 0 | 0 |
| 550≦～<600 | 867 | 195 | 99 | 533 | 1,964 | 327 | 334 | 305 | 599 | 1,243 | 1,177 | 602 | 0 | 1,012 | 0 |
| 600≦～<650 | 2,587 | 855 | 306 | 2,581 | 8,387 | 3,090 | 2,316 | 2,016 | 2,489 | 3,868 | 7,499 | 5,656 | 11,839 | 20,249 | 3,531 |
| 650≦～<700 | 4,117 | 1,225 | 547 | 2,516 | 6,781 | 7,800 | 4,090 | 4,255 | 3,161 | 5,353 | 18,617 | 16,246 | 38,901 | 50,624 | 12,357 |
| 700≦～<750 | 3,951 | 1,219 | 1,414 | 876 | 10,030 | 13,147 | 3,287 | 16,533 | 3,447 | 12,537 | 43,208 | 58,728 | 113,320 | 104,284 | 61,787 |
| 750≦～<800 | 2,677 | 1,118 | 1,828 | 629 | 10,427 | 13,228 | 4,297 | 22,906 | 6,323 | 8,341 | 23,675 | 80,991 | 92,179 | 115,422 | 102,390 |
| 800≦～<850 | 1,160 | 641 | 489 | 403 | 3,551 | 7,129 | 2,555 | 4,887 | 6,221 | 1,692 | 6,060 | 19,014 | 31,290 | 45,561 | 68,849 |
| 850≦～<900 | 306 | 320 | 167 | 186 | 699 | 1,717 | 947 | 1,303 | 2,147 | 1,036 | 1,352 | 2,166 | 2,537 | 11,137 | 26,480 |
| 900≦～<950 | 51 | 138 | 88 | 75 | 151 | 376 | 302 | 366 | 737 | 501 | 523 | 842 | 846 | 0 | 5,296 |
| 950≦～<1,000 | 38 | 6 | 24 | 20 | 38 | 16 | 24 | 143 | 313 | 86 | 174 | 120 | 0 | 0 | 1,765 |
| 1,000≦～<1,050 | 0 | 6 | 3 | 5 | 19 | 16 | 0 | 20 | 92 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,050≦～<1,100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 計 | 15,792 | 5,768 | 4,985 | 7,900 | 42,330 | 46,896 | 18,168 | 52,836 | 25,650 | 34,745 | 102,591 | 184,367 | 291,758 | 348,290 | 282,456 |
| 測定個体数 | 1,239 | 918 | 1,467 | 1,570 | 2,241 | 2,868 | 2,283 | 2,595 | 2,783 | 2,783 | 2,353 | 1,532 | 345 | 344 | 160 |

付表 5. 陸奥湾における漁期年別年齢別漁獲個体数

単位：千個体

| 年齢 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| 3歳魚 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 1.1 | 0.0 | 0.4 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 3.2 | 12.6 | 1.2 | 0.2 |
| 4歳魚 | 4.4 | 1.4 | 1.1 | 2.4 | 11.2 | 0.0 | 3.4 | 16.6 | 5.0 | 17.0 | 16.8 | 28.0 | 33.0 | 39.1 | 14.3 |
| 5歳魚 | 5.3 | 1.9 | 1.7 | 2.5 | 14.3 | 9.2 | 6.4 | 2.6 | 9.4 | 9.2 | 58.1 | 129.2 | 67.0 | 91.0 | 62.7 |
| 6歳魚 | 4.3 | 1.7 | 1.5 | 2.0 | 11.8 | 26.3 | 5.1 | 25.6 | 7.6 | 4.8 | 22.3 | 21.4 | 140.6 | 97.0 | 90.3 |
| 7歳魚 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 3.1 | 11.3 | 1.9 | 6.5 | 1.6 | 2.5 | 3.0 | 0.6 | 33.5 | 38.6 | 71.6 |
| 8歳魚 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | 0.9 | 0.7 | 1.4 | 0.9 | 1.7 | 2.0 | 5.0 | 22.1 | 32.0 |
| 9歳魚 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 2.8 | 11.4 |

付表 6. 陸奥湾における漁期年別年齢別資源個体数

単位：千個体

| 年齢 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 3歳魚 | 32.9 | 95.9 | 132.4 | 83.0 | 78.0 | 107.3 | 108.3 | 107.3 | 612.5 | 1,062.7 | 927.0 | 694.5 | 564.8 | 306.3 | 41.7 |
| 4歳魚 | 14.9 | 24.8 | 72.6 | 100.3 | 62.8 | 58.8 | 81.2 | 82.0 | 80.9 | 463.7 | 804.6 | 701.9 | 523.3 | 416.8 | 230.6 |
| 5歳魚 | 11.9 | 9.2 | 18.1 | 54.6 | 74.8 | 42.6 | 44.5 | 60.3 | 55.4 | 56.9 | 336.4 | 594.8 | 507.3 | 367.7 | 277.9 |
| 6歳魚 | 8.9 | 4.7 | 5.6 | 12.5 | 39.0 | 45.1 | 24.3 | 28.2 | 31.0 | 33.8 | 35.0 | 204.3 | 338.1 | 326.0 | 188.9 |
| 7歳魚 | 3.0 | 1.6 | 1.7 | 2.5 | 7.1 | 15.6 | 11.4 | 12.8 | 5.9 | 16.8 | 21.5 | 7.2 | 136.2 | 133.7 | 148.3 |
| 8歳以上 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 1.6 | 0.5 | 2.1 | 6.9 | 6.2 | 6.3 | 14.6 | 22.9 | 20.5 | 85.1 | 90.0 |

付表 7. 青鵬丸による陸奥湾トロール操業データとマダラの体長別採捕個体数

| 操業年月日 | 2018/5/15 | 2018/5/15 | 2018/5/15 | 2018/5/15 | 2018/5/16 | 2018/5/16 | 2018/5/16 | 2018/5/16 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 調査海域・水深 | St. 1 | St. 2 | St. 4 | St. 3 | St. 7 | St. 8 | St. 6 | St. 5 |
| 網着底時緯度 | 41°11.49'N | 41°04.80'N | 41°01.74'N | 40°56.39'N | 41°00.77'N | 41°12.09'N | 41°04.37'N | 41°05.27'N |
| 経度 | 140°41.76'E | 140°44.91'E | 140°46.48'E | 140°45.44'E | 141°06.94'E | 141°10.88'E | 141°03.58'E | 140°52.93'E |
| 巻網開始時緯度 | 41°10.74'N | 41°04.49'N | 41°01.41'N | 40°55.61'N | 41°01.56'N | 41°11.93'N | 41°04.47'N | 41°05.21'N |
| 経度 | 140°41.96'E | 140°45.69'E | 140°46.54'E | 140°45.43'E | 141°06.90'E | 141°10.88'E | 141°02.76'E | 140°52.37'E |
| 網離底時緯度 | 41°10.71'N | 41°04.45'N | 41°01.41'N | 40°55.54'N | 41°01.58'N | 41°11.88'N | 41°04.49'N | 41°05.20'N |
| 経度 | 140°41.95'E | 140°45.69'E | 140°46.55'E | 140°45.42'E | 141°06.89'E | 141°10.88'E | 141°02.68'E | 140°52.33'E |
| 曳網開始時刻 | 11:20 | 12:40 | 13:55 | 15:15 | 9:50 | 12:10 | 13:40 | 15:20 |
| 曳網終了時刻 | 11:42 | 13:00 | 14:05 | 15:35 | 10:21 | 12:19 | 14:01 | 15:40 |
| 曳網速度(ノット) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 1.7 | 1.5 | 2 | 1.6 |
| ワープ長 | 250 | 230 | 180 | 150 | 380 | 180 | 280 | 400 |
| 網離底時ワープ長 | 140 | 130 | 127 | 100 | 330 | 110 | 260 | 350 |
| 網離底時水深(m) | 67 | 57 | 52 | 44 | 43 | 27 | 46 | 53 |
| ネット袖先間隔(m) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 着底～巻上げ | 1,176 | 1,303 | 1,028 | 1,173 | 1,207 | 741 | 1,025 | 1,316 |
| 巻上げ～離底 | 95 | 123 | 23 | 217 | 66 | 154 | 196 | 98 |
| 曳網距離(m) | 1,638 | 1,762 | 1,277 | 1,589 | 1,607 | 1,148 | 1,405 | 1,757 |
| 曳網面積(m ²) | 16,385 | 17,624 | 12,774 | 15,885 | 16,072 | 11,476 | 14,050 | 17,570 |
| 天候 | bc | bc | bc | c | bc | bc | bc | bc |
| 波浪 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 風向・力 | n3 | n4 | nnw4 | ne2 | ene1 | s2 | w1 | sw2 |
| 気圧 | 1011.8 | 1010.6 | 1009.8 | 1009.6 | 1009.2 | 1008.0 | 1007.4 | 1006.1 |
| 表面水温(°C) | 11.5 | 11.7 | 11.5 | 12.0 | 13.9 | 15.8 | 11.8 | 13.3 |
| 10m | 11.3 | 11.4 | 10.7 | 10.8 | 10.4 | 10.1 | 10.2 | 10.7 |
| 20m | 11.1 | 11.2 | 10.6 | 10.2 | 10.1 | 9.8 | 10.2 | 9.9 |
| 30m | 10.6 | 10.9 | 10.3 | 10.2 | 9.3 | 9.4(24m) | 9.7 | 8.5 |
| 40m | 10.3 | 10.5 | 9.5 | 9.9 | 7.1 | | 7.8 | 7.1 |
| 50m | 10.0 | 9.1 | 8.8 | 8.9(50m) | 6.8(42m) | | 7.4(45m) | 7.0(50m) |
| 60m | 8.6 | 8.8(60m) | 8.7(52m) | | | | | |
| 70m | 8.2 | | | | | | | |
| 80m | 8.2(76m) | | | | | | | |

標準体長
(mm)

| | | | | | | | | |
|----|-------|-----|----|--|--|---|--|---|
| 30 | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | 1 | | |
| 32 | | | | | | | | |
| 33 | | | 2 | | | | | |
| 34 | | | 2 | | | | | |
| 35 | | 7 | 6 | | | | | |
| 36 | | | 6 | | | | | |
| 37 | | | 8 | | | 3 | | |
| 38 | | | 6 | | | 2 | | |
| 39 | | 7 | 2 | | | 1 | | |
| 40 | | 7 | 16 | | | 6 | | |
| 41 | | | 18 | | | 5 | | |
| 42 | | 21 | 18 | | | 4 | | |
| 43 | 57 | 34 | 42 | | | 4 | | 1 |
| 44 | 29 | 21 | 16 | | | 8 | | 1 |
| 45 | | 21 | 18 | | | 7 | | |
| 46 | 86 | 55 | 22 | | | 5 | | |
| 47 | 86 | 41 | 14 | | | 8 | | 1 |
| 48 | 172 | 68 | 16 | | | 6 | | |
| 49 | 86 | 55 | 18 | | | 2 | | |
| 50 | 401 | 82 | 14 | | | 4 | | 1 |
| 51 | 745 | 62 | 20 | | | 4 | | |
| 52 | 659 | 34 | 8 | | | 3 | | |
| 53 | 1,061 | 157 | 18 | | | 1 | | |
| 54 | 946 | 96 | 6 | | | | | |
| 55 | 860 | 62 | 2 | | | | | |
| 56 | 1,204 | 89 | 2 | | | | | |
| 57 | 717 | 41 | | | | 1 | | |
| 58 | 373 | 27 | | | | | | |
| 59 | 201 | 7 | | | | | | |
| 60 | 401 | 14 | | | | | | |
| 61 | 287 | 14 | | | | | | |
| 62 | 57 | 7 | | | | | | |
| 63 | 86 | | | | | | | |
| 64 | 29 | | | | | | | |
| 65 | 29 | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | |
| 67 | 29 | | | | | | | |
| 68 | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | |

単位：個体