

魚種（海域）：スケトウダラ（日本海海域）

担当：稚内水産試験場（美坂 正），中央水産試験場（本間 隆之），函館水産試験場（渡野 雅道）

要約

評価年度：2015 年度（2015 年 4 月～2016 年 3 月）

2015 年度の漁獲量：5,237 トン（前年比 0.76）

| 資源量の指標 | 資源水準 | 資源動向 |
|--------|------|------|
| 産卵親魚量 | 低水準 | 増加 |

1990 年度前後の漁獲量は 12 万トンを超えていたが、その後減少傾向が続き、2013 年度以降は 1 万トンを下回っている。2015 年度の漁獲量は TAC が大幅削減されたこともあり 5,237 トンとなった。資源量の指標とした産卵親魚量は 1990 年度の約 29 万トンから 2009 年度の約 2.9 万トンまで減少が続いた。2010～2011 年度は比較的高豊度な 2006 年級の加入により若干増加したが、再び減少した。資源水準は 2004 年度以降、低水準である。2006 年級群に次いで高豊度な 2012 年級の成熟により、2016 年度の産卵親魚量は増加し、2017 年度も増加する見込みである。今後の漁獲強度を 2015 年度と同程度の水準に維持すれば、資源は回復に向かう可能性が高い。

1. 資源の分布・生態的特徴**(1) 分布・回遊**

石川県以北からサハリン西岸および北部沿海州にかけて分布する¹⁻⁴⁾。北海道周辺海域の産卵場で産出された卵，仔稚魚は表層域に分布し，海流によって北海道北部沿岸域に輸送される⁵⁻¹⁰⁾。孵化した年の夏～秋期にかけて浮遊期の主分布域とほぼ重なる北海道側沿岸の海底付近に分布域を移し（着底），3 歳くらいまでの未成魚期を雄冬から利尻礼文島までの北海道側大陸棚斜面域と武蔵堆周辺海域の中底層で過ごす¹¹⁾。成熟魚は産卵期に産卵場周辺に回遊し，産卵後再び索餌回遊する^{1-4, 12-17)}。

(2) 年齢・成長（加齢の基準日：4 月 1 日）

| 満年齢 | 1 歳 | 2 歳 | 3 歳 | 4 歳 | 5 歳 | 6 歳 | 7 歳 | 8 歳 | 9 歳 | 10 歳以上 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 尾叉長 (cm) | 13 | 25 | 31 | 36 | 39 | 41 | 43 | 43 | 44 | 46 |
| 体長 (cm) | 9 | 21 | 27 | 32 | 35 | 38 | 39 | 40 | 41 | 43 |
| 体重 (g) | 15 | 113 | 178 | 290 | 377 | 465 | 518 | 538 | 581 | 640 |

1995～2002 年 3～5 月の漁獲物測定資料を用いた。ただし，1 歳は 2005 年 3 月における試験調査船おやしお丸の標本測定資料を用いた。体長は尾叉長から推定した値である。

(3) 成熟年齢・成熟体長（年齢は11～1月時点を示す）

| 満年齢 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5歳 | 6歳以上 |
|----------|----|----|----|----|-----|------|
| 成熟率：雄（%） | 0 | 18 | 65 | 90 | 100 | 100 |
| 成熟率：雌（%） | 0 | 0 | 31 | 89 | 99 | 100 |

2歳から成熟する個体がみられ、5歳でほとんどの個体が成熟する¹⁸⁾。

(4) 産卵期・産卵場

- ・産卵期：12月～3月，産卵の盛期は南で早く，北で遅い傾向がある。
- ・産卵場：檜山沿岸，岩内湾，石狩湾，雄冬沖，武蔵堆，利尻島・礼文島周辺にあるとされる。資源が大きく減少した現在，主要な産卵場は，檜山沿岸，岩内湾，石狩湾で，雄冬以北の産卵場は小規模と考えられる。

2. 漁業の概要**(1) 操業実勢**

| 漁業 | 漁期 | 漁場 | 着業隻数（2015年度） |
|-----------|---------------------|------------------|-------------------|
| 沖合底びき網 | 周年， 6/16～9/15 禁漁 | 積丹半島以北の沖底 | 稚内 6 隻 |
| | | 禁止ラインより沖合 | 小樽 4 隻 |
| すけとうだらはえ縄 | 11～1月 | 後志海域（岩内） 檜山海域 | 後志 3 隻 檜山 25 隻 |
| すけとうだら刺し網 | 周年，主漁期は | 沿岸各地，主漁場は | 後志 27 隻 |
| 各種刺し網（混獲） | 11～3月 | 後志海域 | 檜山 4 隻（試験操業） |

最近の漁業別漁獲量割合を図1に，主要漁業における操業隻数の推移を表1に示す。

(2) 資源管理に関する取り組み

- ア) 1997年よりTAC対象種に指定されている（表2）。2014年度まで我が国周辺水域の漁業資源評価¹⁹⁾（以下，我が国評価と表す）のABCを上回るTACが設定されていたが，2015年度からはABCに対応したTACが設定されている。
- イ) 未成魚保護のための資源管理協定に基づく体長制限（体長30cm又は全長34cm未満）。体長30cm又は全長34cm未満の漁獲は20%を超えてはならず，20%を超える場合は漁場移動等の措置を講ずることとなっている。
- ウ) 檜山海域では産卵直前から産卵期に現れる透明卵（水子）の出現状態に応じて漁を切り上げて，親魚の保護と産卵の助長を図っている。また産卵場に禁漁区が設けられている。
- エ) 国は，漁業経営を維持継続しつつ実施可能な最大限の漁獲抑制措置をとることによ

り、資源の減少に歯止めをかけることを目標とした「スケトウダラ日本海北部系群資源回復計画」を2007年3月に策定し、下記の取り組みを実施した。

- ・北海道沖合底びき網漁業：スケトウダラを目的とした操業を一部削減する（2003～2005年の操業隻日実績平均数の1割削減）。小型魚の漁獲割合や総水揚量が一定量を超えた場合には、操業を自粛する。資源の良好な加入が確認された場合には、期間を定めた休漁等を検討実施する。
- ・北海道沿岸漁業（すけとうだら固定式刺し網漁業，すけとうだらはえ縄漁業）：産卵親魚の保護等，従来から行っている資源管理措置を充実させる。
- ・本州日本海北部漁業：現状の操業を維持し，漁獲努力量が高まるような操業は行わないよう努める。

オ) 上記エ) に基づき，当計画の円滑な推進を図り，本資源の維持・回復を図るため，スケトウダラ日本海北部系群資源回復計画漁業者協議会（沿岸・沖底・道・国）が設置され，沖底漁業者から下記のさらなる自主的な取り組みが提案され，2008～2011年の事業実施期間後も取り組みを継続することが合意された。

- ・上記エ) におけるスケトウダラ目的の操業隻日数1割削減を2割削減とする。
- ・一揚網当たり，体長30 cm未満又は全長34 cm未満のスケトウダラの漁獲量が，当該揚網におけるスケトウダラ総漁獲量の20%を超えた場合には，漁場移動を速やかに行うが，移動後の揚網においても同様の場合には，当該航海の残りの操業はスケトウダラを目的とする操業を自粛する。
- ・20%を超えた場合の漁場移動については「他の漁区（農林漁区番号）」へ移動する。この場合，曳網日時，緯度経度，操業していた漁区番号，漁場移動した漁区番号，スケトウダラの漁獲量及び体長30 cm未満又は全長34 cm未満のスケトウダラの漁獲量を回復計画に参加している関係機関に報告する。
- ・北海道沖合の日本海での沖底の1日当たりのスケトウダラ総水揚量が一定量（当面1千トンを目安）を超えた場合，翌操業日には沖底各船はスケトウダラ目的の操業を自粛することになっているが，自主的に一定量を800トンまで引き下げる。

カ) スケトウダラを採捕する「その他漁業」について，関係漁業協同組合および関係地区・管内漁業協同組合長会の合意により，2010年度から，相当量のスケトウダラの来遊がある場合に備え，スケトウダラの漁獲が一定量程度に収まるよう，関係漁協等において，次の①～③による取り組みを行うこととした（2015年度一部改正）。

- ①道が算定した地域別若干見合量を基に関係総合振興局又は振興局から示された漁協別若干見合量を目安として，採捕量抑制に向けた取組みを行う。
- ②今後の取り組みに係る参考データとするため，関係漁協は「その他漁業」のスケトウダラの採捕状況を常時把握するとともに，漁協別若干見合量の70%に達した場合は，関係総合振興局又は振興局へ旬毎に速やかに報告する。
- ③日本海北部系群の資源回復の必要性を踏まえ，関係漁協は，資源管理協定に準じた小型

魚保護の取り組みについて、漁業者を指導する。

キ) 2011 年度から資源管理・漁業所得補償対策により、後志振興局管内島牧漁協のすけとうだら固定式刺し網漁業、檜山振興局管内ひやま漁協のすけとうだらはえ縄漁業について、強度資源管理タイプの総操業日数の上限設定を実施し、漁獲努力量削減の取り組みを行っている。

3. 漁獲量および漁獲努力量の推移

(1) 漁獲量

・TACの推移

北海道日本海海域における TAC は、制度が始まった 1997 年度から 2004 年度まで 63,000～73,000 トンであったが、2005 年度以降資源の悪化に伴って減少し、2011～2014 年度は 12,500 トンとなった。2015, 2016 年度は ABC に対応した TAC が設定され、それぞれ 7,000 トン, 7,900 トンとなった (表 2)。

・漁獲量の推移

北海道日本海海域における漁獲量は 1990 年度前後には 12 万トンを超えていたが、その後は減少傾向が続き、2008 年度以降は TAC の減少により TAC 割当に近い漁獲量となった。2013 年度は 1 万トンを下回る 9,553 トン、2014 年度は 6,851 トン、TAC が ABC 相当に削減された 2015 年度は 5,237 トンとなった (表 3, 図 2)。

沖底漁業の漁獲量は、1992 年度まで 4～10 万トンの間で変動しながら推移したが、1993 年度以降は減少傾向が続き、2015 年度は 2,814 トンであった。韓国トロール漁船は 1987～1998 年度に沖底漁業と重複する海域で操業し、1992 年度には 1.9 万トンを漁獲したが、1999 年度以降は操業していない。

沿岸漁業の漁獲量は、1979 年度の 5.7 万トンを最高に減少傾向となり、2005 年度に 1 万トンを下回った。2015 年度は前年度を大きく下回る 2,423 トンであった。沿岸漁業の主要海域について見ると、後志海域では 1980 年代以降減少傾向で推移し、2015 年度は後志北部 (石狩湾およびその周辺) で 771 トン、後志南部 (岩内湾およびその周辺) で 867 トンであった。檜山海域では 1988～2002 年度まで概ね 1 万トンを超える漁獲があったが、その後は減少傾向が続き、2015 年度は 2 年連続で 1 千トンを下回る 612 トンであった。

・漁獲金額および単価の推移

沿岸漁業における 1975 年度以降の漁獲金額は、1981 年度の 83 億円を最高に漁獲量とともに減少傾向となり、2015 年度は 3.3 億円であった。1977～2010 年度の単価は 100～224 円/kg の範囲で変動しており、このうち 2000～2008 年度は比較的高い 161～211 円/kg で推移した。2011 年度以降は低めに推移しており、2013 年度は 92 円/kg に低下した。2015 年度の単価は 2011 年度以降では最高の 139 円/kg であった。

(2) 漁獲努力量

沖底漁業の着業隻数は漁場の縮小や資源の悪化に伴い 1981 年度以降大幅に減少してきた。1985 年度までは計 79 隻、1987 年度には 35 隻、2001 年度には 19 隻となり、その後も数年おきに減少し、2015 年度は 10 隻であった（表 1）。かけまわし船によるスケトウダラを対象とした曳網回数は、減船と TAC による漁獲制限を反映して、1996 年度の約 7 千回から減少傾向で、2008 年度以降は 1 千回を下回っている（図 3a）。全曳網に占めるスケトウダラ対象曳網の割合は 1997～2006 年度には概ね 15 %以上で推移していたが、2007 年度以降は 10 %前後に低下している。

沿岸漁業の操業隻数は、後志北部古平地区の刺し網船では 1988 年度の 59 隻から 2006 年度の 7 隻まで減少した後、休漁した 2014 年度を除き 8～15 隻で推移した（表 1）。また、後志南部岩内地区のはえ縄船では 1986 年度の 85 隻から 2013～2015 年度の 3 隻まで大幅に減少した。檜山海域のはえ縄漁業における延べ出漁隻数は 1997 年度の 6,661 日・隻から減少が続き、2015 年度は 344 日・隻となった（図 3b）。檜山海域の乙部町豊浜地区における延べ使用縄数も同様に減少傾向にあり、2015 年度は 1998 年度の 1 割未満（1.1 万鉢）であった。

4. 資源状態

(1) 現在までの資源動向

・漁獲尾数

1981～1987 年度の漁獲尾数は 1.8～3.0 億尾であったが、1988～1992 年度には 4.0～5.9 億尾に増加した（図 4a）。1993 年度以降は 3.0 億尾未満で減少が続いたが、1998 年級が加入した 2001、2002 年度、2006 年級が加入した 2008、2009 年度は一時的に増加した。2011 年度以降は 2,900 万尾未満で推移しており、2015 年度は 1,606 万尾であった。2015 年度の年齢構成は、尾数では 3 歳の 2012 年級が 44 %、5 歳の 2010 年級が 13 %、9 歳の 2006 年級が 15 %であったが（図 5a）、重量では 3 歳の 2012 年級が 23 %、5 歳の 2010 年級が 18 %、9 歳の 2006 年級が 26 %であった。

・資源重量（2 歳以上）

1980 年代後半の資源重量は高豊度な 1984～1988 年級の連続加入により増加し、1987～1992 年度の資源重量は 50 万トンを超えたが、1990 年代以降は減少傾向が続き、2007 年度は 6.9 万トンとなった（図 4b, 4c）。2006 年級の加入により 2008 年度に一時的回復したものの、再び減少が続き、2013 年度には過去最低の 6.6 万トンとなった。2014 年度からは 2012 年級の加入により増加しており、2015 年度の資源重量は 8.7 万トンとなった（図 5b, 5c）。

・加入量の動向

4 月の仔稚魚分布調査により推定された 0 歳魚の現存尾数は、394 億尾の 2006 年級と 267 億尾の 2012 年級が多く、2010、2015 年級は中程度、2011、2013、2014 年級はそれよ

り少ない（表 4，図 6a）。2007～2009 年級はさらに少なく，15～40 億尾であった。2016 年 4 月に実施した調査の結果から，2016 年級の現存尾数（暫定値）は 2006 年級と同程度か上回ると見られる。また，8 月の未成魚分布調査により推定された 1 歳魚の現存尾数は，2006 年級が 4,182 万尾，2012 年級が 2,717 万尾と多く，次に 2010，2005，2011 年級が続き，その他の年級は少なかった（表 4，図 6b）。これらの調査による年級豊度の順位は概ね一致している。

2 歳時の資源尾数を見ると，1981 年級以降では 1988 年級の 17 億尾が最高である。その後は 2 歳時に 10 億尾を超える高豊度年級は見られず，加入量は徐々に減少した。2002 年級以降は 1 億尾に満たない低豊度年級が多くなっているが，1998，2006 年級のように約 3～4 億尾の比較的高豊度な年級も発生している。2015 年度に 3 歳となった 2012 年級は比較的高豊度と見られるが，2006 年級を下回る 2.5 億尾と推定されている。

・産卵親魚量の動向

10 月の産卵群漁期前分布調査により推定された産卵親魚現存量は，1999 年度の 25 万トンピークに減少傾向を示し，2008 年度には 4.7 万トンとなった（表 4，図 6c）。2010 年度には 8.9 万トンまで回復したが，再び減少した後，低位で推移している。2015 年度は 4.1 万トンと推定された。檜山海域の 12 月漁期中調査により推定された産卵親魚現存量も日本海全体と同様に近年は低位で推移している（表 4，図 6d）。

資源解析により求めた産卵親魚量（我が国評価¹⁹）に合わせて， $y-1$ 年度の冬に産卵し， y 年級を生み出した親魚量を y 年度の親魚量とした）は，1990 年度の 29 万トンピークに 2003 年度まで 10 万トン以上を維持していたが，加入量の低迷により減少を続け，2008，2009 年度は最低水準の 2.9 万トンとなった（図 7）。2010～2015 年度の親魚量は 3.5～5.9 万トンで推移した。比較的高豊度な 2012 年級の成熟により，2016 年度は 5.2 万トンに増加し，2017 年度も増加する見込みである。

資源減少のきっかけとなった加入量の減少は，初期減耗の影響が強い要因とされ，海洋環境との関係が指摘されている²⁰⁻²²。ただし，本資源は加入量が親魚量に依存する関係が見られること²³ から，親魚量を極度に減らしたことが近年の加入量を少なくしたと考えられる。特に 2007～2009 年度の産卵親魚量は 4 万トンを下回っており，それらが生み出した 2007～2009 年級はこれまでになく低豊度であったことに注目すべきである。

(2) 2015 年度の資源水準：低水準

過去 20 年間（1990～2009 年度）における産卵親魚量の平均値を 100 とし， 100 ± 40 の範囲を中水準，その上と下を高水準と低水準とした（図 8）。2015 年度の資源水準指数は 26 となり低水準と判断した。

なお，沿岸漁業の主な漁獲対象は 4 歳以上の産卵親魚であり，沖底漁業でも資源管理協定による全長 34 cm 未満（日本海では概ね 4 歳未満）の未成魚保護策が実施されていること，我が国評価¹⁹における Blimit（資源回復措置をとる閾値）および Bban（禁漁ある

いはそれに準じた措置を提言する閾値)は親魚量水準で設定されていることから、資源水準の指標としては、従来の2歳以上資源重量より産卵親魚量が適当と判断した。

(3) 今後の資源動向：増加

2016年度の産卵親魚量5.2万トンを2015年度の4.1万トンと比較することによって資源動向を判断した。2015年度から2016年度の増減率0.27が1990～2009年の平均増減率0.16を上回るため、資源動向は増加とした。

5. 資源の利用状況

(1) 漁獲割合

重量ベースで計算した2歳以上の漁獲割合は1981年度から2012年度まで13.6～28.7%の範囲で推移したが、2014年度は8.2%、2015年度は6.0%であったことから、最近2年の漁獲率は大きく低下していると考えられる(図9)。

(2) 加入量あたりの漁獲量

再生産関係図およびYPR・SPR解析の結果を用いて、 F_{cur} (現状の F 、2011～2015年度の年齢別 F 平均値の最大値)および F_{2015} (2015年度の年齢別 F の最大値)を、資源を維持する漁獲係数である F_{med} および F_{sus} と比較した(設定は表5に示した)。 F_{cur} は0.35で、 $F_{sus} = 0.31$ 、 $F_{med} = 0.28$ よりも高かったが、ABCに対応したTACが設定された2015年度の F は0.18に低下しており、 F_{sus} 、 F_{med} よりも低かった(図10a)。つまり、過去の再生産関係が今後も続く場合、2015年度の F で漁獲を続けると資源は増加する。また、 F_{cur} での%SPRは50%であったが、 F_{2015} での%SPRは67%となり、 F_{sus} と F_{med} での%SPRより高かった(図10b)。

(3) 将来予測

予測シミュレーションにより、① F_{cur} 、② F_{med} 、③ $F_{2015} \rightarrow F_{med}$ (10年間 F_{2015} 、その後 F_{med})の3パターンで漁獲を続けた場合の資源動向を検討した(設定は表6に示した)。北海道資源管理指針において資源管理目標は「当該資源の回復」とされていること、2015年度と2016年度のTACは我が国評価¹⁹⁾の漁獲シナリオ「30年で B_{limit} へ回復」のABCに基づき設定されたことから、シミュレーション結果は親魚量が今後30年間に B_{limit} 以上へ回復する確率で評価した。なお、我が国評価¹⁹⁾における B_{limit} は「1989年以降の再生産関係の中で大きく加入が減少することのない最低の親魚量水準(2000年度親魚量)」とされているため、ここで用いる B_{limit} は「評価方法とデータ」に記載した方法で計算した2000年度親魚量14.6万トンとした。

予測シミュレーションによる親魚量と漁獲量の推移を図11に、親魚量が B_{limit} である14.6万トンを上回る確率と B_{ban} ¹⁹⁾(禁漁あるいはそれに準じた措置を提言する閾値)で

ある3万トンを下回る確率を表7に示した。ここでは、直近10年のRPS設定を用いた親魚量の推移について検討する。近年のなかでは高豊度と推定される2012, 2015, 2016年級の加入により、どの漁獲パターンにおいても2016年度から数年間は親魚量が増加傾向となった。しかし、 F_{cur} で漁獲を続けた場合、2023年度に減少に転じた後、横ばい傾向となるため B_{limit} を上回る確率は低かった(10年後7%, 20年後21%, 30年後33%)。 F_{med} で漁獲を続けた場合は変動しつつも増加傾向が継続し、 B_{limit} を上回る確率は高くなった(10年後17%, 20年後45%, 30年後62%)。また、 F_{2015} を10年間継続した後 F_{med} に切り替えた場合、 B_{limit} を上回る確率はさらに高くなった(10年後35%, 20年後61%, 30年後75%)。なお、いずれの漁獲パターンでも親魚量が $B_{ban}^{19)}$ を下回る確率は極めて低かった。

以上のことから、今後の漁獲強度を F_{med} 程度もしくはさらに低い水準に維持すれば、資源は回復する可能性が高い。ただし、「N年で B_{limit} へ回復」等のシナリオによるTAC設定を継続すると、資源は回復しないまま推移する可能性がある。このため、今後は資源を維持する漁獲係数である F_{med} や F_{sus} の漁獲強度を上回らないシナリオによるTACを設定していくことが望ましい。

評価方法とデータ

(1) 資源評価に用いた漁獲統計

| | |
|-------|--|
| 沖底漁獲量 | ・ 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報（北水研・水産庁）の 中海区「北海道日本海」 |
| 沿岸漁獲量 | ・ 漁業生産高報告（1980～2014 年度，ただし，2015 年 1～3 月は水 試集計速報値），集計範囲は宗谷管内稚内市～渡島管内福島町 ・ TAC 報告集計による暫定値（2015 年度） |

(2) 漁獲努力量

沖底漁業の努力量を示す指標として，1996 年度以降のスケトウダラ対象（漁獲量の 50 %以上を占める）の曳網回数を集計した。なお，2015 年度から稚内・小樽地区とも，もうかる漁業創設支援事業（経営多角化支援事業）を活用した操業合理化や付加価値向上等への取り組みが実施されており，すべての操業が試験操業区分となったため，曳網回数は試験操業を加えて再集計した。

また，檜山海域すけとうだらはえ縄漁業の努力量を示す指標として，延べ出漁隻数と乙部町豊浜地区の延べ使用縄数を集計した。

(3) 調査船調査

加入量および親魚量の調査（新規加入量調査）を次のとおり実施している。

- ア) 仔稚魚分布調査^{10, 24)}：0 歳魚を対象とした音響資源調査およびフレームトロール (FMT) 調査を 2005～2016 年度の 4 月に石狩湾以北の日本海海域で北洋丸・おやしお丸により実施。後述のチューニングVPAでは 2006～2013 年級の 0 歳魚現存尾数推定値を指標値 I_0 として用いた。
- イ) 未成魚分布調査：0～2 歳魚を対象とした音響資源調査およびトロール調査を 2005～2015 年度の 8 月に武蔵堆周辺海域で北洋丸により実施。後述のチューニングVPAでは 2006～2013 年級の 1 歳魚現存尾数推定値を指標値 I_1 として用いた。
- ウ) 産卵群漁期前分布調査^{20, 25)}：産卵親魚を対象とした音響資源調査およびトロール調査を 1998～2015 年度の 10 月に北海道日本海全域で北洋丸・おやしお丸・金星丸により実施。後述のチューニングVPAでは 1998 年度以降の産卵親魚現存量推定値を指標値 I_5 として用いた。ただし，荒天により調査範囲が充分ではなかった 2002, 2012 年度の値は使用しなかった。
- エ) 檜山海域漁期中調査²⁶⁾：産卵親魚を対象とした音響資源調査およびトロール調査を 2002～2015 年度の 12 月に檜山海域で金星丸により実施。

(4) 年齢別漁獲尾数

年齢別漁獲尾数は，沖底漁業（稚内港と小樽港），はえ縄漁業（後志・檜山海域），

刺し網漁業（後志・檜山海域）の漁獲物標本測定結果と、地区別漁業別漁獲量を使用して推定した。沖底漁業の漁獲物標本にはまれに1歳魚が混入するが、本稿の資源解析では1歳魚の漁獲尾数を0尾とした。上記以外の漁業の年齢別漁獲尾数は、漁獲物の組成が類似していると考えられる漁業の測定データを用いて推定した。

(5) 資源尾数、資源重量および産卵親魚量

解析に用いたパラメータおよび方法を表8に示す。年齢別資源尾数はPopeの近似式²⁷⁾を用い、チューニングVPA²⁸⁾により算出した。年齢別資源重量は年齢別資源尾数に年齢別平均体重を乗じて算出した。1歳と2歳の自然死亡係数 M は、我が国評価¹⁹⁾に準じて0.3とし、3歳以上は田内・田中の方法²⁹⁾による0.25とした。

9歳以下の資源尾数は(1)式から、最高齢(10歳以上のプラスグループ)と最近年の資源尾数は(2)式から計算し、漁獲係数 F は(3)式から求めた。10歳の資源尾数は(4)式で算出し9歳以下の計算に用いた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^{M_a} + C_{a,y} \cdot e^{M_a/2} \quad (1)$$

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}} \cdot e^{M_a/2} \quad (2)$$

$$F_{a,y} = \ln\left(\frac{N_{a,y}}{N_{a+1,y+1}}\right) - M_a \quad (3)$$

$$N_{10,y} = \frac{1 - e^{-(F_{10^+,y} + M_{10^+})}}{1 - e^{-F_{10^+,y}}} \cdot C_{10^+,y} \cdot e^{M_{10^+}/2} \quad (4)$$

ここで、 a は年齢階級、 y は年度、 $N_{a,y}$ は資源尾数、 $C_{a,y}$ は漁獲尾数、 M_a は自然死亡係数、 $F_{a,y}$ は漁獲係数である。

最近年の $F_{a,2015}$ は2段階の最適化により推定した。チューニング指標値には、調査船調査による親魚量指標値 I_S 、0歳魚資源尾数指標値 I_0 、1歳魚資源尾数指標値 I_1 を用いた。第1段階の最適化では、最高齢10+歳の F と9歳の F は等しいと仮定、2~8歳の $F_{a,2015}$ は(5)式で計算し、親魚量指標値 I_S を用いた(6)式のSSQ_Sを最小化する $F_{10^+,2015}$ を推定した。 y 年度親魚量 S_y (y 年級を生み出した親魚量)は産卵期が漁期の終盤にあることから(7)式のとおり y 年度漁期はじめ資源重量と前年度時点の成熟率から算出した。

$$F_{a,2015} = \frac{\sum_{y=2010}^{2014} F_{a,y}}{\sum_{y=2010}^{2014} F_{10^+,y}} \cdot F_{10^+,2015} \quad (5)$$

$$SSQ_S = \sum_{y=1998}^{2015} [\ln(I_{S,y}) - \ln(q_S \cdot S_{y+1})]^2 \quad (6)$$

$$S_y = \sum_{a=2}^{10^+} N_{a,y} \cdot w_a \cdot m_{a-1} \quad (7)$$

ここで、 q_s は I_{S_y}/S_y の幾何平均、 w_a は a 歳の平均体重、 m_a は a 歳の成熟率である。

第2段階の最適化では、第1段階と同様に最高齢10+歳の F と9歳の F は等しいと仮定、第1段階で推定した $F_{a,2015}$ の最大値を固定し、 $F_{a,2015}$ の大きさ順を変えない制約のもとで(8)式のSSQを最小化する2~9歳の $F_{a,2015}$ を推定した。(6)式のSSQ_sは重量指標による値、(9)式のSSQ₀と(10)式のSSQ₁は尾数指標による値であるため、SSQ_sとSSQ₀+SSQ₁の桁を合わせるため、SSQ₀とSSQ₁の重みは1/10とした。

$$SSQ = SSQ_s + (SSQ_0 + SSQ_1) / 10 \quad (8)$$

$$SSQ_0 = \sum_{y=2007}^{2014} [\ln(I_{0,y-1}) - \ln(q_0 \cdot N_{1,y})]^2 \quad (9)$$

$$SSQ_1 = \sum_{y=2007}^{2014} [\ln(I_{1,y}) - \ln(q_1 \cdot N_{1,y})]^2 \quad (10)$$

ここで、 q_0 、 q_1 はそれぞれ $I_{0,y-1}/N_{1,y}$ 、 $I_{1,y}/N_{1,y}$ の幾何平均である。

文献

- 1) 田中富重: 北部日本海海域におけるスケトウダラの漁業生物学的研究 1 集団行動と構造についての一考察. 北水試研報, 12, 1-11 (1970)
- 2) 辻敏: 北海道周辺のスケトウダラの系統群について. 北水試月報, 35, 1-57 (1978)
- 3) Tsuji, S.: Alaska pollack population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters, I: Japanese fisheries and population studies. Mar. Behav. Physiol., 15, 147-205 (1989)
- 4) 前田辰昭, 高木省吾, 亀井佳彦, 梶原善之, 目黒敏美, 中谷敏邦: スケトウダラ調査研究の歴史と問題点. 北水試研報, 42, 1-14 (1993)
- 5) 金丸信一: 北海道周辺海域のスケトウダラ稚仔魚の分布特性. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報, 18, 12-23 (1985)
- 6) 前田辰昭, 高橋豊美, 中谷敏邦: 北海道桧山沖合におけるスケトウダラ成魚群の分布回遊と産卵場について. 北大水産彙報, 39, 216-229 (1988)
- 7) 夏目雅史, 佐々木正義: 北海道北部日本海のスケトウダラ稚仔魚の生態-I 水平分布と孵化時期. 北水試研報, 42, 135-142 (1993)
- 8) 夏目雅史, 佐々木正義: 北海道北部海域のスケトウダラ稚仔魚の分布. 北水試研報, 47, 33-40 (1995)
- 9) 三宅博哉, 板谷和彦, 浅見大樹, 嶋田宏, 渡野邊雅道, 武藤卓志, 中谷敏邦: 卵分布からみた北海道西部日本海におけるスケトウダラ産卵場形成の現状. 水産海洋研究,

- 72, 265-272 (2008)
- 10) 板谷和彦: 北海道日本海・オホーツク海沿岸域におけるスケトウダラ仔稚魚の分布. 水産海洋研究, 73, 80-89 (2009)
 - 11) 佐々木正義, 夏目雅史: 武蔵堆およびその周辺水域におけるスケトウダラ若年魚の分布. 日水誌, 56, 1063-1068 (1990)
 - 12) 石垣富夫: 産卵後のスケトウダラは何処へ (予報). 北水試月報, 17, 13-25 (1960)
 - 13) 田中富重: 北部日本海におけるスケトウダラ産卵群の生活 1 移動回遊についての知見. 北水試月報, 25, 2-11 (1968)
 - 14) 辻敏: 檜山支庁沿岸のスケトウダラ調査. 北水試月報, 32, 1-20 (1975)
 - 15) 田中富重, 及川久一: 昭和 45 年度岩内漁場のスケトウダラ調査について 産卵群の分布様式. 北水試月報, 28, 2-8 (1968)
 - 16) Tsuji, S.: Alaska pollack population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters, II: Reproductive ecology and problems in population studies. Mar. Behav. Physiol., 15, 147-205 (1989)
 - 17) 前田辰昭, 中谷敏邦, 高橋豊美, 高木省吾, 梶原善之, 目黒敏美: 北海道南西部の日本海岸におけるスケトウダラの回遊について. 水産海洋研究, 53, 38-43 (1989)
 - 18) 美坂正, 鈴木祐太郎: スケトウダラ. 平成 26 年度北海道立総合研究機構稚内水産試験場事業報告書, 22-26 (2015)
 - 19) 千村昌之, 山下夕帆, 田中寛繁, 船本鉄一郎: 平成 27 年度スケトウダラ日本海北部系群の資源評価, 平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊. 東京, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産研究センター, 337-393 (2016)
 - 20) 三宅博哉: 音響学的手法を用いたスケトウダラ北部日本海系群の資源動態評価と産卵場形成に関する研究. 北海道大学博士論文, 136 p. (2008)
 - 21) Funamoto, T.: Temperature-dependent stock-recruitment model for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. Fish. Oceanogr. 16, 515-525 (2007)
 - 22) Funamoto, T., Yamamura, O., Shida, O., Itaya, K., Mori, K., Hiyama, Y., Sakurai, Y.: Comparison of factors affecting recruitment variability of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Pacific Ocean and the Sea of Japan off northern Japan. Fish. Sci., 80, 117-126 (2014)
 - 23) Funamoto, T.: Causes of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) recruitment decline in the northern Sea of Japan: implications for stock management. Fish. Oceanogr., 20, 95-103 (2011)
 - 24) 板谷和彦, 三宅博哉, 貞安一廣, 宮下和士: 計量魚群探知機により観察された北海道日本海におけるスケトウダラ仔稚魚の日周鉛直移動と昼夜間の音響的特徴. 水産海洋研究, 78, 97-103 (2014)
 - 25) 志田修, 三原行雄, 山口幹人, 鈴内孝行: スケトウダラ. 平成 21 年度北海道立中央水

- 産試験場事業報告書, 6-14 (2010)
- 26) 渡野邊雅道, 本間隆之: スケトウダラ. 平成 21 年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 22-26 (2010)
- 27) Pope, J.G.: An Investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis, Res. Bull. int. Comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74 (1972)
- 28) 平松一彦: 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-. 東京, 日本水産資源保護協会, 104-128 (2001)
- 29) 田中昌一: 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200 (1960)

表1 主要なスケトウダラ漁業における操業隻数の推移

| 年度 | 沖合底びき網漁業 | | | | 刺し網漁業 | | はえ縄漁業 | | |
|------|----------|-------|----|---------|-------|----|-------|----|-------|
| | 小樽 | 稚内 | 留萌 | 合計 | 古平 | 積丹 | 岩内 | 檜山 | |
| 1981 | 22 | 51 | 6 | 79 | - | - | - | - | [270] |
| 1982 | 22 | 51 | 6 | 79 | - | - | - | - | [265] |
| 1983 | 22 | 51 | 6 | 79 | - | - | - | - | [264] |
| 1984 | 22 | 51 | 6 | 79 | - | - | 95 | - | [241] |
| 1985 | 22 | 51 | 6 | 79 | - | - | - | - | [233] |
| 1986 | 10 | 24 | 3 | 37 | 55 | 19 | 85 | - | [228] |
| 1987 | 10 | 22 | 3 | 35 | 54 | 19 | 63 | - | [227] |
| 1988 | 10 | 22 | 3 | 35 | 59 | 19 | 52 | - | [224] |
| 1989 | 10 | 22 | 3 | 35 | - | - | 49 | - | [217] |
| 1990 | 10 | 22 | 3 | 35 | 25 | 11 | 37 | - | [213] |
| 1991 | 10 | 22 | 3 | 35 | 27 | 12 | 33 | - | [210] |
| 1992 | 10 | 22 | 3 | 35 | 27 | 10 | 33 | - | [213] |
| 1993 | 10 | 22 | 3 | 35 | 28 | 8 | 22 | - | [188] |
| 1994 | 10 | 22 | 3 | 35 | 29 | 7 | 7 | - | [178] |
| 1995 | 10 | 22 | 3 | 35 | 24 | 7 | 6 | - | [170] |
| 1996 | 10 | 22 | 3 | 35 | 27 | 6 | 6 | - | [159] |
| 1997 | 9 | 18 | 3 | 30 | - | - | 6 | - | [156] |
| 1998 | 9 | 18 | 3 | 30 | 25 | 5 | 5 | - | [153] |
| 1999 | 9 | 15 | 3 | 27 | 28 | 4 | 5 | - | [144] |
| 2000 | 8 | 15 | 0 | 23 | 17 | 6 | 6 | - | [138] |
| 2001 | 8 | 11 | 0 | 19 | 15 | 4 | 6 | - | [104] |
| 2002 | 9 | 10 | 0 | 19 | 19 | 4 | 6 | - | [105] |
| 2003 | 9 | 10 | 0 | 19 | 20 | 4 | 6 | - | [120] |
| 2004 | 9 | 8 | 0 | 17 | 11 | 8 | 6 | - | [116] |
| 2005 | 9 | 8 | 0 | 17 | 9 | 5 | 6 | 95 | [113] |
| 2006 | 9 | 8 | 0 | 17 | 7 | 5 | 6 | 89 | [95] |
| 2007 | 9 | 8 | 0 | 17 | 8 | 5 | 6 | 86 | [93] |
| 2008 | 6 | 8 | 0 | 14 | 9 | 3 | 6 | 82 | [88] |
| 2009 | 6 | 8 | 0 | 14 | 9 | 2 | 6 | 79 | [83] |
| 2010 | 6 | 8 (7) | 0 | 14 (13) | 9 | 2 | 6 | 75 | [81] |
| 2011 | 6 | 7 | 0 | 13 | 8 | 1 | 4 | 71 | [78] |
| 2012 | 6 (4) | 7 | 0 | 13 (11) | 10 | 2 | 4 | 56 | [67] |
| 2013 | 4 | 7 | 0 | 11 | 11 | 4 | 3 | 49 | [60] |
| 2014 | 4 | 7 (6) | 0 | 11 (10) | 0 | 0 | 3 | 36 | [60] |
| 2015 | 4 | 6 | 0 | 10 | 15 | 2 | 3 | 25 | [35] |

資料：水産試験場調べ、()内は漁期中に変更された値、[]内は許可隻数、「-」は資料なし。

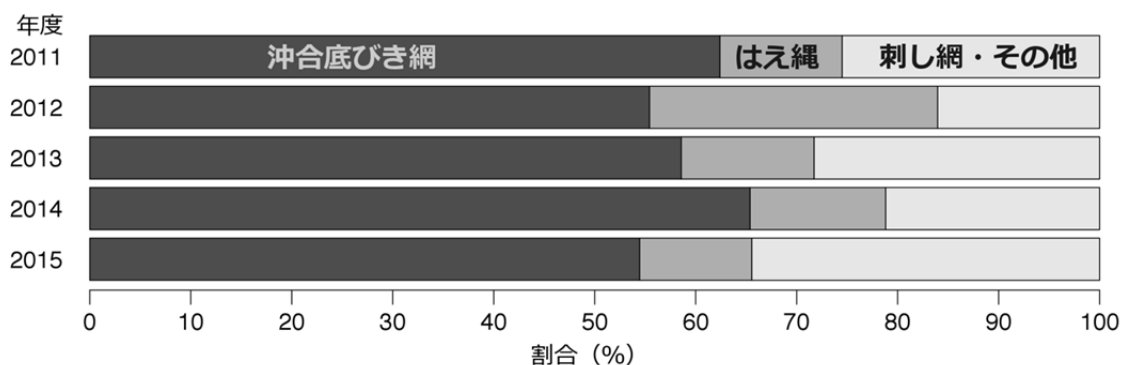


図1 北海道日本海海域におけるスケトウダラの漁業別漁獲割合 (2011～2015 年度)

表2 北海道日本海海域におけるスケトウダラ TAC の推移 (単位: トン)

| 漁期年度 | 大臣管理分 沖合底びき 網 | 北海道知事管理分 | | | 計 | 集計期間 |
|----------|---------------------|----------|------------------|-------|--------|------|
| | | 海域計 | すけとうだら固定式刺し 網 | その他漁業 | | |
| 1997 H9 | 50,000 | 22,000 | 20,700 | 若干 | 72,000 | 暦年 |
| 1998 H10 | 50,000 | 22,000 | 20,400 | 若干 | 72,000 | 暦年 |
| 1999 H11 | 50,000 | 22,000 | 20,400 | 若干 | 72,000 | 暦年 |
| 2000 H12 | 50,000 | 23,000 | 21,400 | 若干 | 73,000 | 暦年 |
| 2001 H13 | 43,000 | 20,000 | 18,700 | 若干 | 63,000 | 年度 |
| 2002 H14 | 43,000 | 20,000 | 18,800 | 若干 | 63,000 | 年度 |
| 2003 H15 | 40,000 | 23,000 | 21,200 | 若干 | 63,000 | 年度 |
| 2004 H16 | 40,000 | 23,000 | 21,200 | 若干 | 63,000 | 年度 |
| 2005 H17 | 36,000 | 20,000 | 18,800 | 若干 | 56,000 | 年度 |
| 2006 H18 | 21,000 | 16,000 | 12,000 | 若干 | 37,000 | 年度 |
| 2007 H19 | 14,000 | 12,000 | 8,300 | 若干 | 26,000 | 年度 |
| 2008 H20 | 11,000 | 8,000 | 6,600 | 若干 | 19,000 | 年度 |
| 2009 H21 | 8,000 | 7,000 | 5,500 | 若干 | 15,000 | 年度 |
| 2010 H22 | 8,000 | 7,000 | 5,500 | 若干 | 15,000 | 年度 |
| 2011 H23 | 6,600 | 5,900 | 4,490 | 若干 | 12,500 | 年度 |
| 2012 H24 | 6,600 | 5,900 | 4,490 | 若干 | 12,500 | 年度 |
| 2013 H25 | 6,600 | 5,900 | 4,490 | 若干 | 12,500 | 年度 |
| 2014 H26 | 6,600 | 5,900 | 4,490 | 若干 | 12,500 | 年度 |
| 2015 H27 | 3,700 | 3,300 | 2,990 | 若干 | 7,000 | 年度 |
| 2016 H28 | 4,200 | 3,700 | 2,990 | 若干 | 7,900 | 年度 |

集計期間の暦年は1～12月、年度は4～翌年3月。

表3 北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量の推移（単位：トン）

| 年度 | 合計 | 沖合底びき網漁業 | 沿岸漁業 | 沿岸漁業の海域別漁獲量 | | | | | | | 韓国漁船 |
|------|---------|----------|--------|-------------|-----|----|--------|--------|--------|-------|--------|
| | | | | 宗谷 | 留萌 | 石狩 | 後志北 | 後志南 | 檜山 | 渡島 | |
| 1976 | 94,373 | 69,914 | 24,458 | 646 | 295 | 0 | 11,094 | 10,229 | 2,194 | 0 | - |
| 1977 | 102,191 | 51,789 | 50,402 | 6,337 | 340 | 0 | 18,090 | 18,844 | 6,764 | 28 | - |
| 1978 | 149,058 | 93,058 | 56,001 | 7,732 | 174 | 0 | 20,545 | 15,494 | 12,031 | 26 | - |
| 1979 | 159,831 | 102,903 | 56,928 | 2,944 | 372 | 0 | 20,710 | 18,277 | 14,602 | 23 | - |
| 1980 | 134,741 | 82,928 | 51,813 | 1,908 | 467 | 0 | 18,187 | 19,202 | 12,035 | 15 | - |
| 1981 | 110,266 | 54,341 | 55,925 | 1,629 | 103 | 0 | 19,178 | 18,543 | 16,444 | 28 | - |
| 1982 | 91,092 | 41,969 | 49,123 | 1,540 | 158 | 0 | 15,576 | 18,904 | 12,820 | 125 | - |
| 1983 | 86,614 | 43,278 | 43,335 | 1,215 | 132 | 0 | 14,147 | 17,778 | 9,961 | 102 | - |
| 1984 | 114,229 | 71,997 | 42,232 | 888 | 200 | 0 | 16,004 | 16,511 | 7,908 | 720 | - |
| 1985 | 110,676 | 68,874 | 41,802 | 632 | 196 | 1 | 15,641 | 16,355 | 8,615 | 362 | - |
| 1986 | 76,363 | 43,140 | 33,224 | 550 | 88 | 4 | 13,688 | 11,817 | 6,534 | 543 | - |
| 1987 | 88,058 | 51,936 | 25,318 | 521 | 144 | 1 | 6,946 | 7,641 | 9,765 | 301 | 10,804 |
| 1988 | 126,032 | 80,777 | 33,069 | 307 | 224 | 0 | 8,349 | 10,073 | 13,730 | 386 | 12,186 |
| 1989 | 134,493 | 94,019 | 28,838 | 1,346 | 143 | 0 | 5,304 | 8,020 | 13,838 | 187 | 11,635 |
| 1990 | 125,439 | 90,429 | 30,333 | 919 | 232 | 0 | 6,163 | 5,919 | 16,820 | 280 | 4,677 |
| 1991 | 137,056 | 90,502 | 30,103 | 1,643 | 206 | 0 | 6,266 | 4,179 | 17,179 | 630 | 16,451 |
| 1992 | 139,229 | 97,459 | 22,984 | 382 | 648 | 0 | 3,616 | 2,385 | 15,482 | 471 | 18,786 |
| 1993 | 85,498 | 47,386 | 23,102 | 231 | 288 | 0 | 3,329 | 1,338 | 17,770 | 146 | 15,011 |
| 1994 | 66,819 | 41,018 | 20,027 | 401 | 212 | 1 | 4,490 | 1,106 | 13,686 | 130 | 5,774 |
| 1995 | 66,573 | 41,116 | 19,917 | 888 | 89 | 1 | 3,102 | 863 | 14,910 | 65 | 5,540 |
| 1996 | 86,559 | 58,693 | 18,482 | 229 | 183 | 0 | 5,086 | 1,207 | 11,578 | 199 | 9,384 |
| 1997 | 72,122 | 43,158 | 24,107 | 858 | 195 | 0 | 4,418 | 1,537 | 16,754 | 344 | 4,857 |
| 1998 | 55,076 | 36,430 | 16,527 | 747 | 35 | 0 | 3,372 | 1,282 | 10,808 | 283 | 2,119 |
| 1999 | 48,535 | 32,482 | 16,053 | 335 | 101 | 0 | 2,333 | 1,593 | 11,374 | 317 | - |
| 2000 | 39,157 | 25,952 | 13,204 | 173 | 28 | 0 | 1,613 | 975 | 9,934 | 481 | - |
| 2001 | 42,603 | 24,646 | 17,957 | 230 | 65 | 0 | 901 | 1,864 | 13,707 | 1,190 | - |
| 2002 | 57,309 | 39,733 | 17,576 | 446 | 105 | 0 | 1,239 | 2,523 | 11,587 | 1,676 | - |
| 2003 | 31,267 | 15,209 | 16,058 | 378 | 85 | 0 | 2,056 | 2,327 | 9,838 | 1,374 | - |
| 2004 | 32,266 | 20,717 | 11,549 | 109 | 42 | 0 | 1,349 | 1,519 | 8,129 | 400 | - |
| 2005 | 24,624 | 15,134 | 9,490 | 70 | 68 | 0 | 612 | 1,392 | 7,310 | 38 | - |
| 2006 | 19,883 | 12,605 | 7,278 | 50 | 169 | 0 | 356 | 1,434 | 5,267 | 1 | - |
| 2007 | 16,870 | 8,506 | 8,364 | 160 | 87 | 0 | 501 | 2,686 | 4,928 | 2 | - |
| 2008 | 17,550 | 10,383 | 7,167 | 295 | 174 | 0 | 832 | 2,557 | 3,306 | 3 | - |
| 2009 | 13,970 | 7,894 | 6,075 | 269 | 436 | 0 | 704 | 1,432 | 3,230 | 5 | - |
| 2010 | 14,662 | 7,768 | 6,894 | 353 | 763 | 0 | 617 | 1,963 | 3,189 | 8 | - |
| 2011 | 10,248 | 6,395 | 3,853 | 223 | 186 | 0 | 1,137 | 1,246 | 1,058 | 2 | - |
| 2012 | 11,524 | 6,375 | 5,150 | 176 | 167 | 0 | 765 | 1,013 | 3,018 | 11 | - |
| 2013 | 9,553 | 5,595 | 3,957 | 93 | 149 | 0 | 1,235 | 1,363 | 1,114 | 3 | - |
| 2014 | 6,858 | 4,484 | 2,374 | 131 | 134 | 0 | 132 | 1,239 | 720 | 18 | - |
| 2015 | 5,237 | 2,814 | 2,423 | 99 | 74 | 0 | 771 | 867 | 612 | 1 | - |

資料：沖合底びき網は北海道沖合底曳網漁業漁獲統計年報の中海区「北海道日本海」、沿岸漁業は漁業生産高報告（2015年1月～2015年3月は水試集計速報値、2015年4月～2016年3月はTAC報告集計値）、集計期間は4月～翌年3月。

沿岸漁業の海域区分：[宗谷] 宗谷管内稚内市以西（1985年1月以降は宗谷漁協地区を除く）、[留萌] 留萌管内、[石狩] 石狩管内、[後志北] 後志管内小樽市～積丹町、[後志南] 後志管内神恵内村～島牧村、[檜山] 檜山管内、渡島管内八雲町熊石地区、[渡島] 渡島管内松前町、福島町。

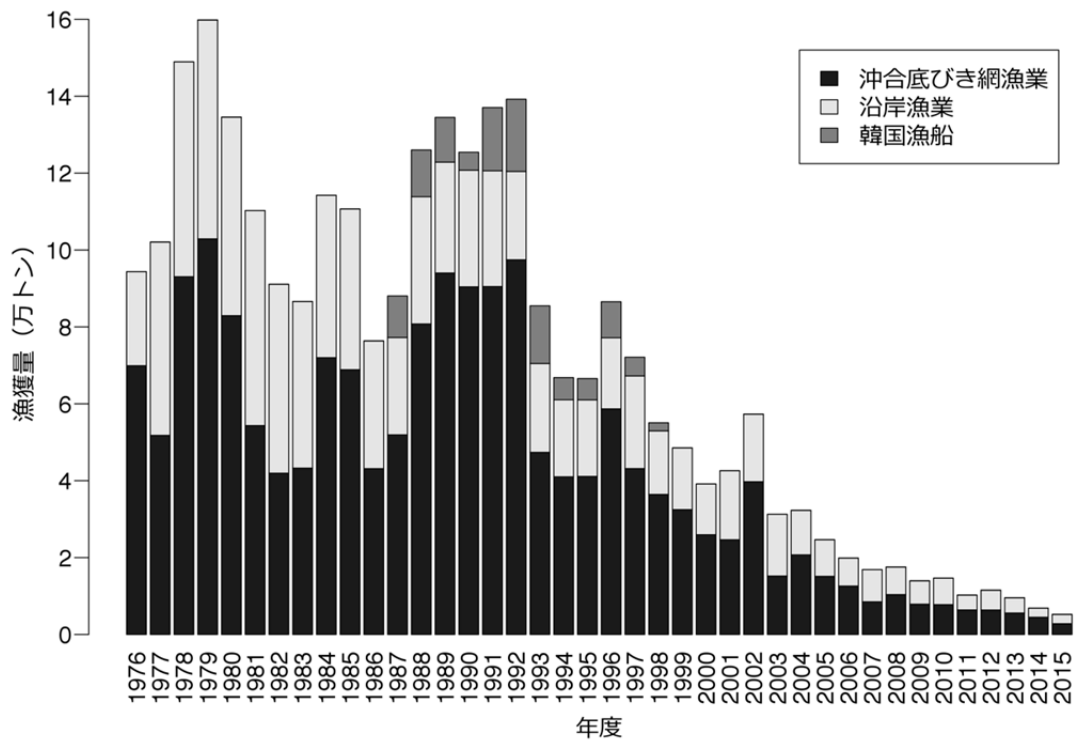


図2 北海道日本海海域におけるスケトウダラ漁獲量の推移

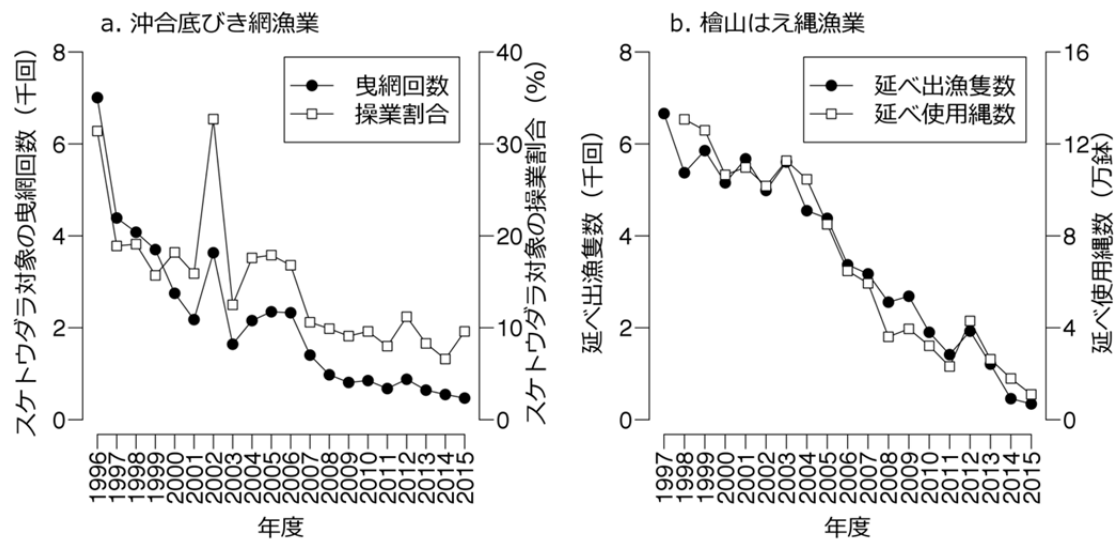


図3 北海道日本海海域のスケトウダラ漁業における漁獲努力量の推移 a. 沖合底びき網漁業（かけまわし）におけるスケトウダラ対象（漁獲量の50%以上を占める）の曳網回数と全曳網回数に占める割合 b. 檜山海域すけとうだらはえ縄漁業における延べ出漁隻数と乙部町豊浜地区における延べ使用縄数（資料：水産試験場調べ）

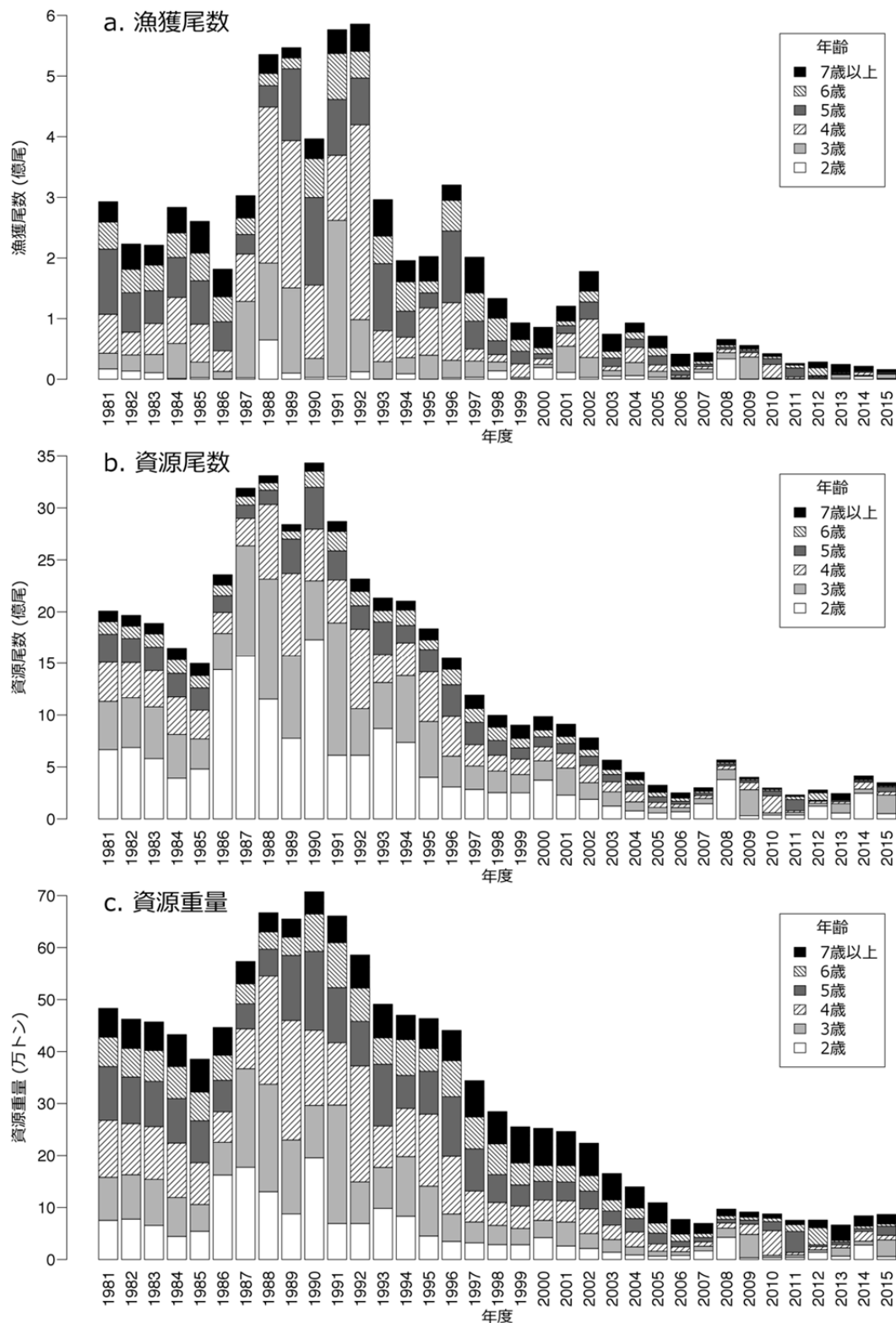


図4 北海道日本海海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数(a), 年齢別資源尾数(b), 年齢別資源重量(c)の推移(1981~2015年度)

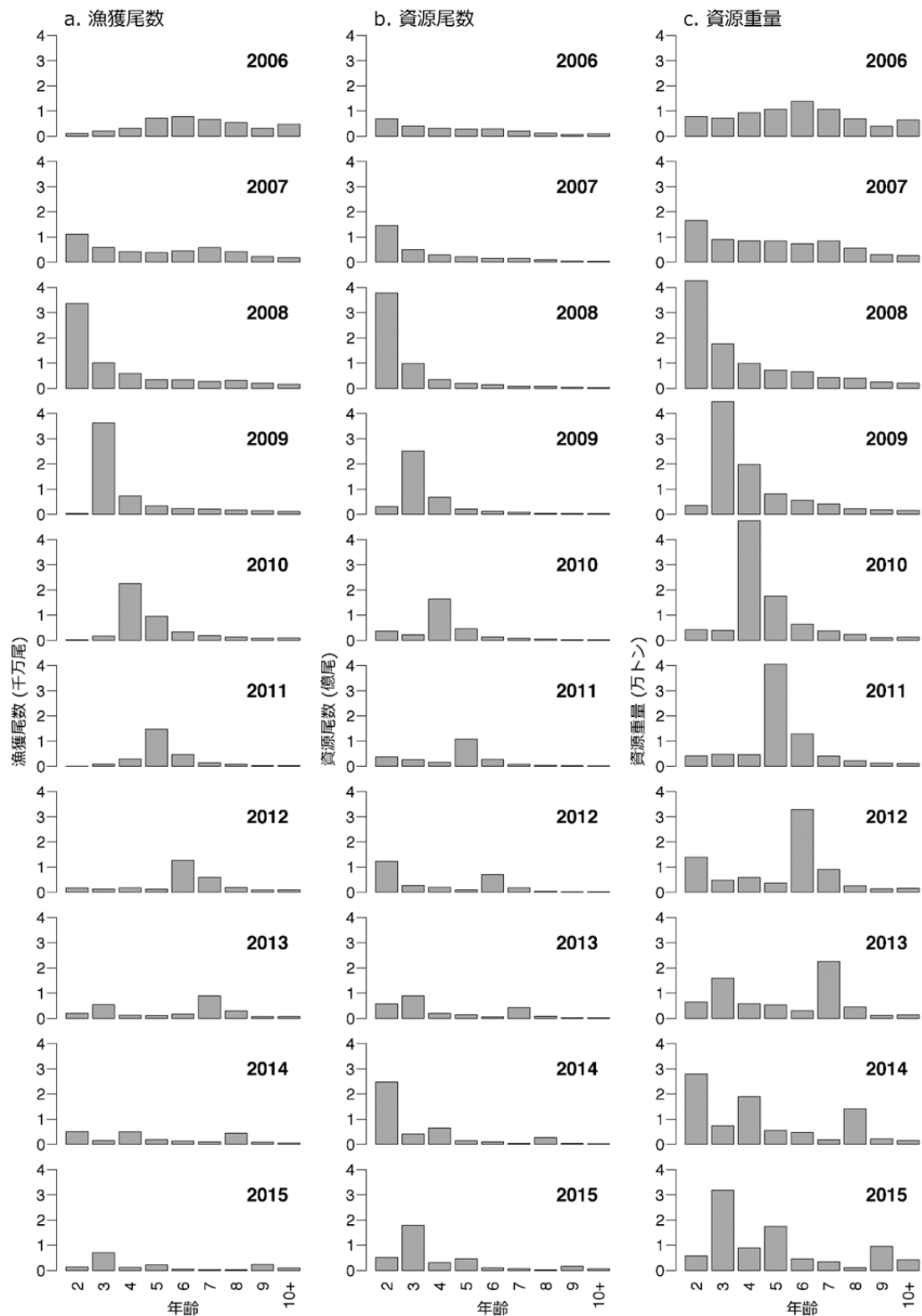


図5 北海道日本海海域におけるスケトウダラの年齢別漁獲尾数(a), 年齢別資源尾数(b), 年齢別資源重量(c)の推移(2006~2015年度)

表 4 試験調査船によるスケトウダラ調査の結果（2016年4月は暫定値）

| 調査年度 | 4月仔稚魚分布調査 | 8月未成魚分布調査 | | | 10月親魚分布調査 | 12月檜山漁期中調査 |
|------|-----------|-----------|--------|--------|-----------|------------|
| | 現存尾数(百万尾) | 現存尾数(千尾) | | | 現存量(トン) | 現存量(トン) |
| | 0歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | (未成魚除く) | |
| 1998 | | | | | 243,745 | |
| 1999 | | | | | 254,470 | |
| 2000 | | | | | 239,238 | |
| 2001 | | | | | 137,923 | |
| 2002 | | | | | 95,823 | 29,804 |
| 2003 | | | | | 163,874 | 27,055 |
| 2004 | | | | | 144,515 | 17,407 |
| 2005 | 6,016 | 33,411 | 1,315 | 16,980 | 131,948 | 14,176 |
| 2006 | 39,441 | 70,840 | 15,446 | 4,876 | 85,818 | 13,426 |
| 2007 | 1,532 | 30 | 41,820 | 21,645 | 76,630 | 22,406 |
| 2008 | 3,148 | 12,630 | 1,489 | 88,579 | 47,037 | 11,899 |
| 2009 | 3,968 | 12,870 | 7,998 | 1,150 | 67,840 | |
| 2010 | 12,193 | 30,850 | 4,548 | 2,642 | 88,916 | 6,177 |
| 2011 | 7,329 | 23,799 | 18,169 | 1,787 | 77,264 | 4,928 |
| 2012 | 26,706 | 163,015 | 11,386 | 17,147 | 53,971 | 2,949 |
| 2013 | 6,174 | 10,441 | 27,168 | 2,327 | 60,748 | 3,669 |
| 2014 | 6,574 | 7,934 | 5,092 | 23,291 | 62,091 | 3,599 |
| 2015 | 17,235 | 165,682 | 9,279 | 11,739 | 59,183 | 4,731 |
| 2016 | 40,151 | | | | | |

灰色背景の値を VPA のチューニング指標値として使用

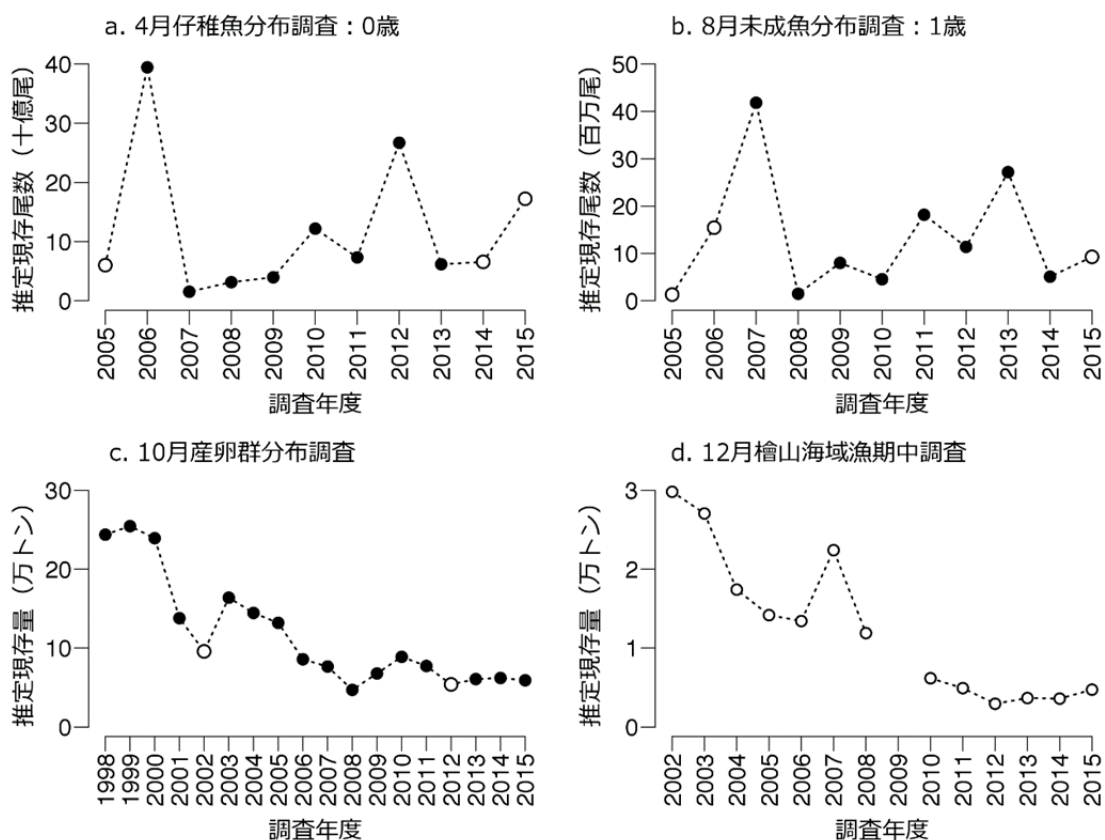


図 6 調査船調査の結果から推定したスケトウダラ現存量の推移 a. 仔稚魚分布調査による 0 歳魚の推定現存尾数, b. 未成魚分布調査による 1 歳魚の推定現存尾数, c. 産卵群漁期前分布調査による産卵親魚の推定現存量, d. 檜山海域産卵群分布調査による産卵親魚の推定現存量, 黒塗り点は VPA のチューニング指標値として使用した値

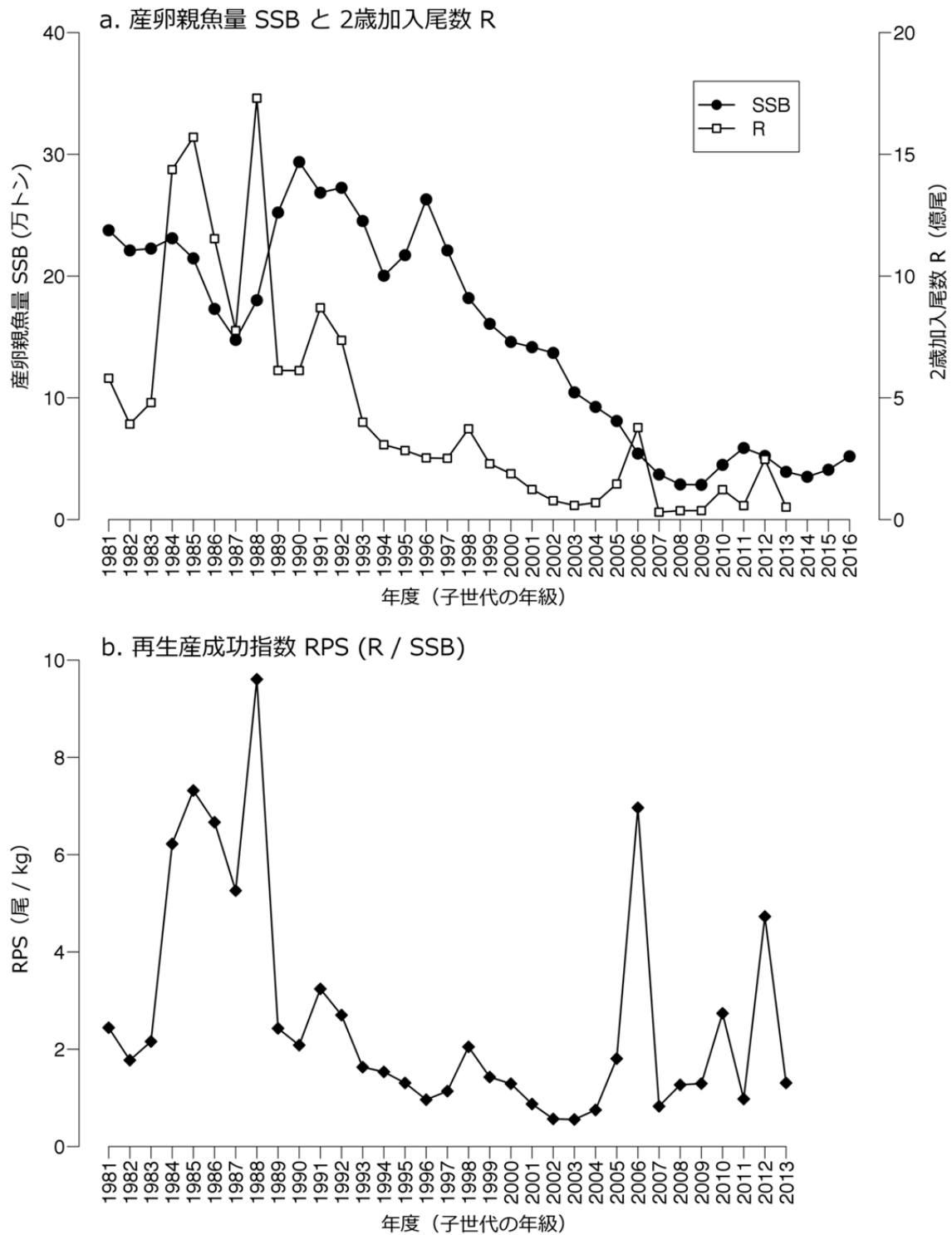


図7 北海道日本海海域におけるスケトウダラの産卵親魚量 SSB と 2歳加入尾数 R の推移 (a) および再生産成功指数 RPS (R / SSB) の推移 (b)

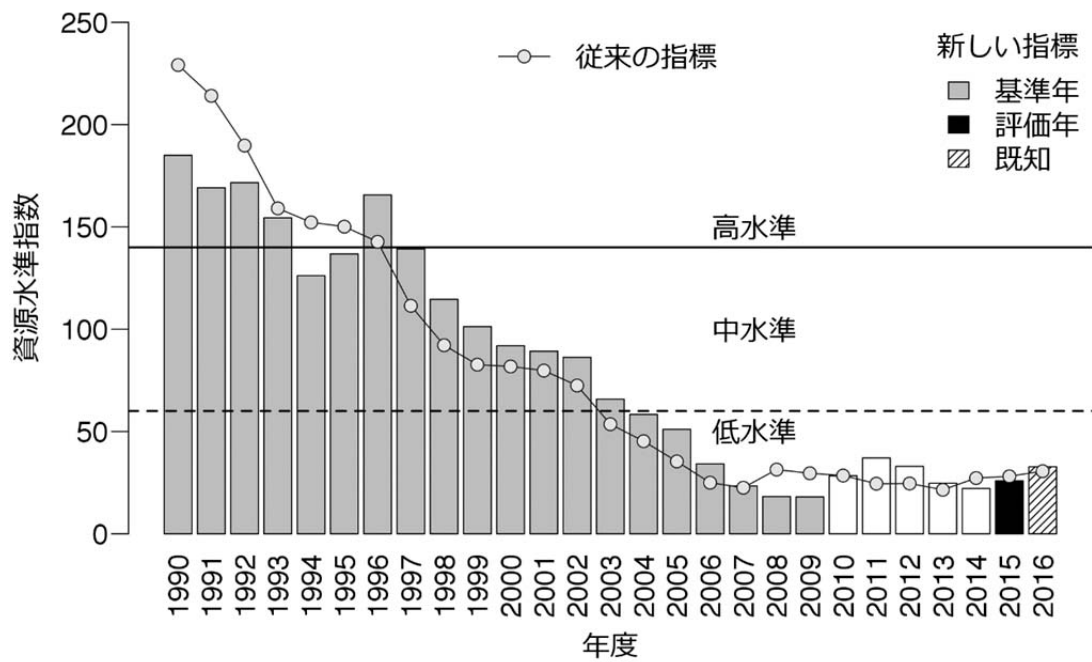


図8 日本海海域におけるスケトウダラの資源水準（資源状態を示す指標：産卵親魚量，従来の指標：2歳以上資源重量）

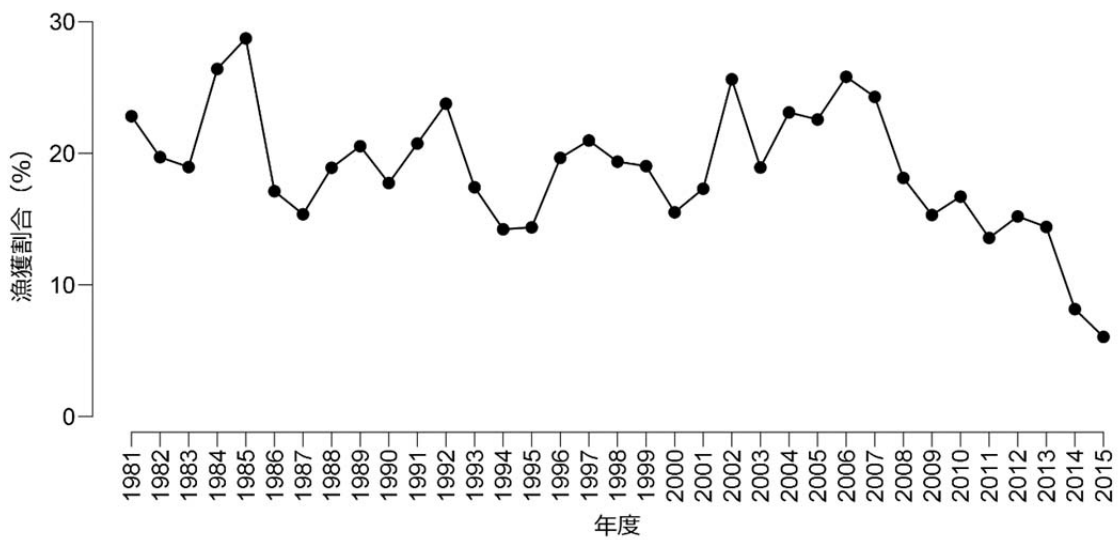


図9 北海道日本海海域におけるスケトウダラの漁獲割合（年度はじめの2歳以上資源重量に対する漁獲量の割合）

表 5 資源管理基準とした F および YPR, SPR の計算方法

| 項目 | 設定 |
|-----------|--|
| F_{cur} | 現状の F , 2011-2015 年度の F の年齢別平均 |
| F_{med} | RPS 中央値の逆数に対応する SPR を維持する F 利用可能なすべての RPS を使用 : 1981-2013 年級 |
| F_{sus} | RPS 平均値の逆数に対応する SPR を維持する F (我が国評価 ¹⁹⁾ で採用) 過去の高豊度年級を除く RPS を使用 : 1989-2013 年級 |
| YPR・SPR | VPA と同一パラメータで 2 歳から 15 歳まで計算 F_{cur} の選択率で F を年齢別に与えた |

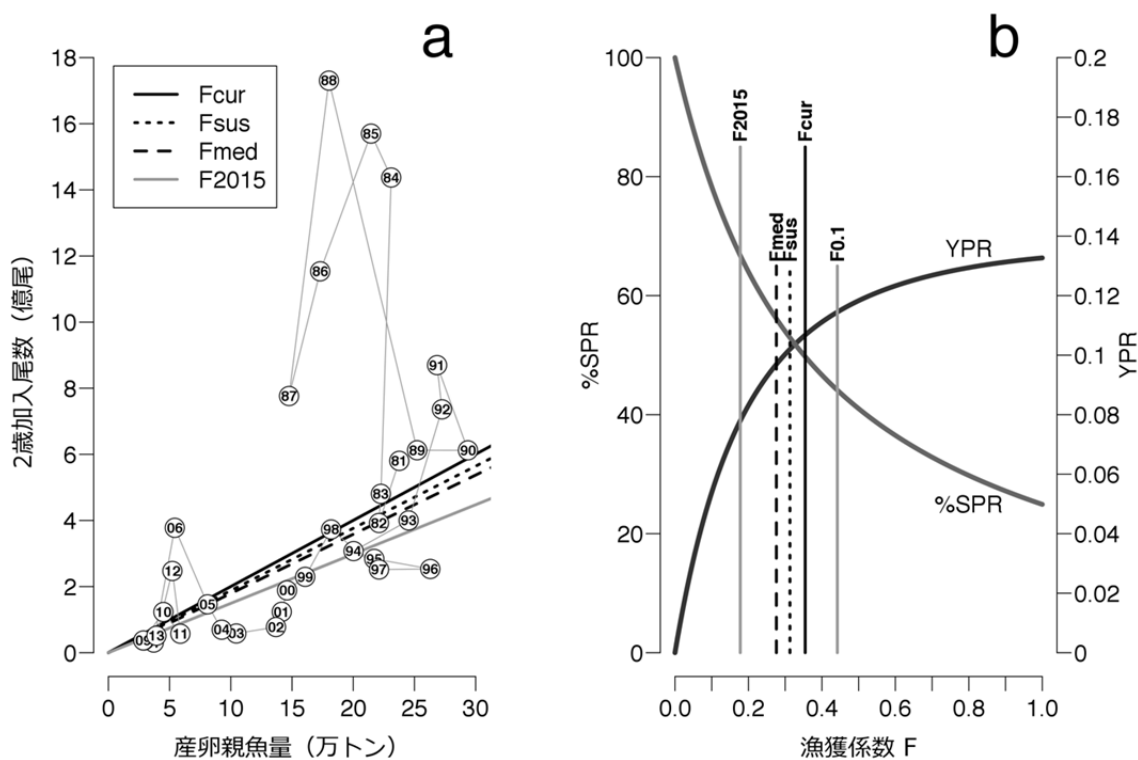


図 10 資源を維持する漁獲係数 (F_{med} , F_{sus}) と現状の漁獲係数 (F_{cur} , F_{2015}) の比較 a. 再生産関係図での比較 (プロット内の数字は西暦下二桁で表した子世代の年級), b. YPR・%SPR 関係図での比較

表 6 予測シミュレーションに使用した設定

| 項目 | 設定 |
|-------------------|---|
| 2016年度以降の選択率 | Fcur の選択率 |
| 2016年度のF | 2016年度のTAC (7,900t) 全量を漁獲した場合のF予測値 |
| 2017年度以降のF | 「Fcur」, 「Fmed」, 「F2015→Fmed (2017-2026年度はF2015, その後Fmed)」の3パターン |
| 2014, 2015年級の加入尾数 | 過去の調査指標値とVPAによるqで予測 |
| 2016年級の加入尾数 | 仔稚魚分布調査結果から2006年級と同数を仮定 |
| 2017年級以降の加入尾数 | RPS × SSBにより予測 |
| RPS | 2004-2013, 1981-2013年級の2パターンで過去のRPSから復元抽出 |
| 試行回数 | 1,000回 |

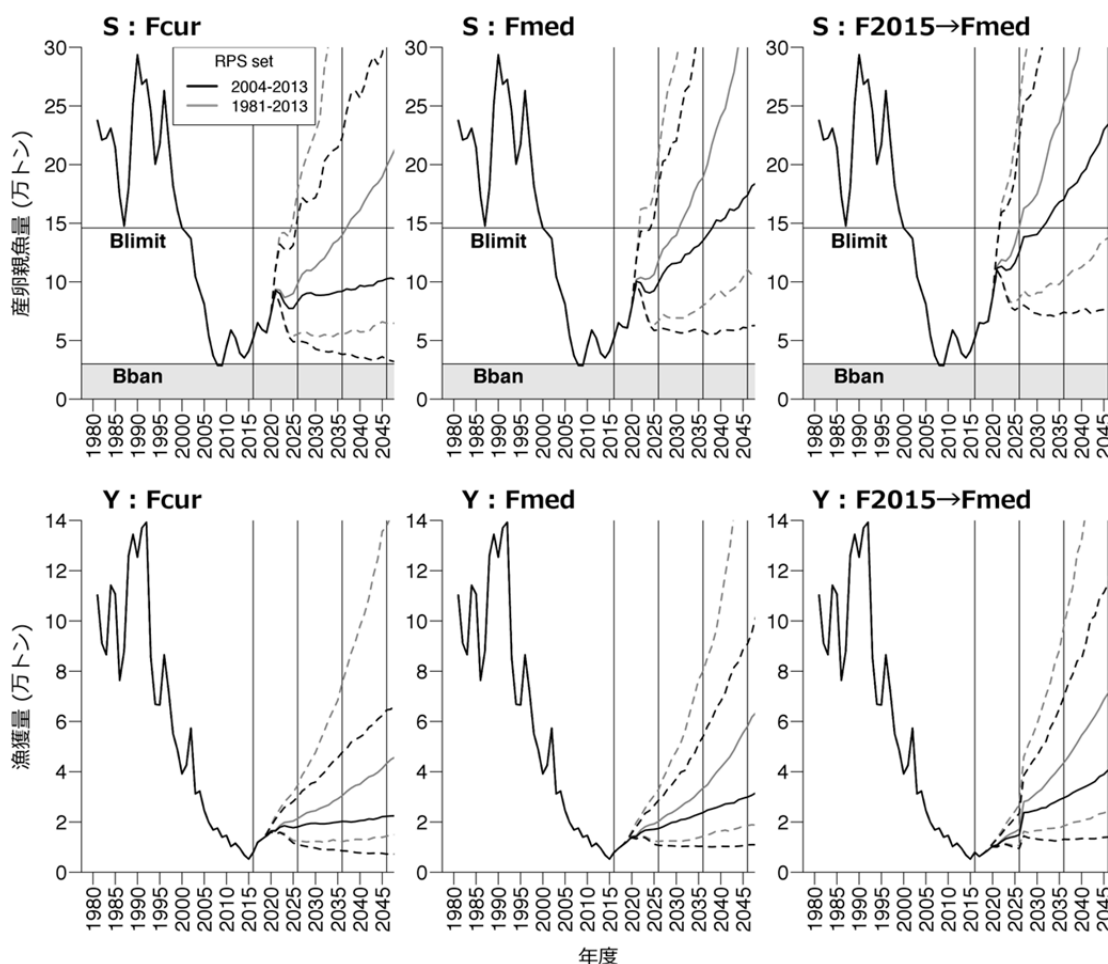


図 11 将来のFおよびRPSを仮定して予測した産卵親魚量Sと漁獲量Yの推移(産卵親魚量は子世代年級で表示, 実線は50パーセンタイル値, 点線は90パーセンタイル区間, 上段図にはBlimit親魚量14.6万トンとBban親魚量3万トンを示した)

表7 予測シミュレーションで得られた将来の親魚量が $B_{limit}^{19)}$ を上回る確率と $B_{ban}^{19)}$ を下回る確率

a. RPS 設定：最近 10 年の RPS (2004-2013 年級) から復元抽出

| F 値 | 親魚量が B_{limit} を上回る確率(%) | | | 親魚量が B_{ban} を下回る確率(%) | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| | 10 年後 | 20 年後 | 30 年後 | 10 年後 | 20 年後 | 30 年後 |
| | 2026 年度 | 2036 年度 | 2046 年度 | 2026 年度 | 2036 年度 | 2046 年度 |
| F _{cur} | 6.7 | 20.7 | 32.6 | 0.0 | 1.7 | 3.9 |
| F _{med} | 17.1 | 45.1 | 61.5 | 0.0 | 0.0 | 0.4 |
| F ₂₀₁₅ →F _{med} | 35.0 | 61.3 | 74.6 | 0.0 | 0.0 | 0.3 |

b. RPS 設定：利用可能なすべての RPS (1981-2013 年級) から復元抽出

| F 値 | 親魚量が B_{limit} を上回る確率(%) | | | 親魚量が B_{ban} を下回る確率(%) | | |
|-------------------------------------|----------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| | 10 年後 | 20 年後 | 30 年後 | 10 年後 | 20 年後 | 30 年後 |
| | 2026 年度 | 2036 年度 | 2046 年度 | 2026 年度 | 2036 年度 | 2046 年度 |
| F _{cur} | 13.6 | 47.1 | 67.0 | 0.0 | 0.2 | 0.3 |
| F _{med} | 29.1 | 70.2 | 87.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| F ₂₀₁₅ →F _{med} | 50.7 | 84.5 | 94.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表8 資源解析に使用したパラメータおよび方法

| 項目 | 値または式 | 方法・根拠 |
|----------------|---|--|
| 自然死亡係数 M | 1 歳, 2 歳 0.30 | 千村ら ¹⁹⁾ |
| | 3 歳以上 0.25 | 田内・田中の方法 ²⁹⁾ |
| 最高齢の F | 最高齢 10 歳, 10 歳以上の F と 9 歳の F は等しいと仮定 | 平松 ²⁸⁾ |
| 最近年の F | 2 歳以上の F を 2 段階の ADAPT VPA ²⁸⁾ により推定 | 詳細は本文 |
| 年齢別平均体重 (g) | 2 歳 113; 3 歳 178; 4 歳 290; 5 歳 377; 6 歳 465; 7 歳 518; 8 歳 538; 9 歳 581; 10 歳以上 640 | 漁獲物標本の測定結果 1995~2002 年 3~5 月 沖底漁業, 松前刺し網漁業 |
| 年齢別成熟割合 | 雌(産卵親魚量の計算に使用): 2 歳 0.00; 3 歳 0.31; 4 歳 0.89; 5 歳 0.99; 6 歳以上 1.00 | 漁獲物標本の測定結果 2007~2013 年度 11~1 月 |
| | 雌雄込み(VPA チューニングに使用): 2 歳 0.09; 3 歳 0.48; 4 歳 0.90; 5 歳 0.99; 6 歳以上 1.00 | 沖底漁業, えびこぎ網漁業 |