

魚種（海域）：ソウハチ（日本海～オホーツク海海域）

担当：中央水産試験場（三原栄次），稚内水産試験場（後藤陽子）

要約

評価年度：2016年度（2016年8月～2017年7月）

2016年度の漁獲量：2,779トン（前年比1.90）

資源量の指標	資源水準	資源動向
2歳以上雌の資源重量	中水準	減少

2016年度の漁獲量は2,779トンで前年比1.90倍に急増した。沖底漁業では2015年度以降ソウハチ狙いの操業が増えたことで2～3歳の若齢魚や雄を中心に漁獲圧が増したと考えられる。VPAによって推定された2歳以上雌の資源重量は2009年度以降横ばいまたは漸減傾向であり、2016年度の資源水準は中水準であった。2017年度の資源量を漁獲量や加入状況を基に算出すると、2016年度から減少すると予測された。現状では、当資源は中水準を維持しており、新たな資源管理措置の必要はないと考えられるものの、資源管理協定を遵守し、若齢魚に偏った漁獲にならないよう注意が必要である。

1. 資源の分布・生態的特徴**(1) 分布・回遊**

本資源は、日本海で生まれてそのまま日本海の各地先や沖合域で生活する群と、日本海で生まれて卵や仔魚の時期にオホーツク海に移送され、未成魚期をオホーツク海で生活し、再び産卵のために日本海に戻る群があると考えられている。

(2) 年齢・成長（加齢の基準日：8月1日）

(8月時点)

満年齢		1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳
全長(cm)	雄	9	15	19	22	23	24	25
	雌	9	15	20	23	26	28	29
体重(g)	雄	6	29	60	87	108	123	133
	雌	6	31	70	116	161	201	235

(板谷・藤岡¹⁾より)**(3) 成熟年齢・成熟体長（年齢は3～5月時点を示す）**

- ・雄：全長11cm，1歳から成熟個体がみられ，全長17cm以上で半分以上が成熟する²⁾。
- ・雌：全長16cm，2歳から成熟個体がみられ，全長22cm以上で半分以上が成熟する²⁾。

(4)産卵期・産卵場

- ・ 産卵期：5～8月と長期にわたるが中心は7月と考えられる³⁾。
- ・ 産卵場：美国から古平沖の水深60～80m，増毛から留萌沖の水深50～60mである。

2. 漁業の概要**(1)操業実勢**

漁業	主漁期	主漁場	主要な漁具	着業隻数(2016年度)
沖底漁業	9～4月	余市沖，雄冬沖， 島周辺(小海区)	かけまわし	小樽・稚内：10隻 枝幸・紋別・網走：8隻
沿岸漁業	4～7月	後志管内沿岸	刺し網類(かれい刺し網) 建網類(底建網) えびこぎ網	不明 不明 留萌管内：9隻

(2)資源管理に関する取り組み

- ・ 沖底と沿岸の資源管理協定に基づく体長又は全長制限(体長15cm又は全長18cm未満)が取り組まれている(1991年3月締結)。体長15cm又は全長18cm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している。
- ・ 日本海側の各漁協では，1993年以降の共同漁業権行使規則の中で，かれい刺し網の目合いを3.5寸以上に制限している。
- ・ 平成17～19(2005～2007)年度に実施した「水産資源管理総合対策事業」において，オホーツク海～日本海の連携した資源管理計画を策定し，北海道水産資源管理マニュアルの別冊『日本海～オホーツク海海域，マガレイ・ソウハチ・クロガシラガレイ資源の維持・増大に向けて』⁴⁾を発行し，漁業者へ現在の資源状態と管理の考え方を広報した。

3. 漁獲量および漁獲努力量の推移**(1)漁獲量**

1985年度以降の漁獲量は2007年度まで2千トン以上で推移したが，2008～2013年度には2千トンを割り込み1,500～1,800トン台で推移した(表1，図1)。2014年度には1985年度以降で最低の726トンを記録した後，2015年度から増加に転じ，2016年度には2,779トン(前年比1.90)まで回復した。

漁獲量の漁業種別比率をみると，過去20年平均値(1995～2014年度)では沖底漁業と沿岸漁業の比率はほぼ半々であったが，2016年度の沖底漁業の比率は93%と高くなった(図2)。

沖底漁業 1985年度以降の漁獲量は概ね1,000トン以上を維持していたが，2008年度以降1,000トン未満の年もみられるようになり，2014年度には1985年度以降で最低の504トンとなった(表1，図1)。しかし，その後漁獲量は急増し，2016年度の漁獲量は1985年度以降で最高の2,574トンとなった。

月別の漁獲量をみると、過去 20 年平均値（1995～2014 年度）では 9, 10, 1 月が多かったが、2016 年度では 11～翌 3 月（特に 1, 3, 11 月）が多かった（図 3 上）。

小海区別の漁獲量をみると、過去 20 年平均値（1995～2014 年度）、2016 年度ともに、「島周辺」、「雄冬沖」、「余市沖」で全体の 8 割以上と大半を占めたが、2016 年度はその傾向が顕著であった（図 4）。

沖底漁業の主要漁協における漁獲物の年平均単価は、毎年の変動はあるものの 1992 年以降、総じて低下傾向を示しており、1990 年代前半まで概ね 400 円/kg 前後であったが、2009 年に 200 円/kg を下回り、2016, 2017 年はさらに 100 円/kg を下回った（図 6）。

沿岸漁業 1985 年度以降の漁獲量は 1991 年度までは増加傾向であったが、その後は増減しつつも概ね減少傾向で推移しており、2016 年度には 1985 年度以降で最低の 205 トンとなった（表 1, 図 1）。

刺し網類の月別の漁獲量をみると、沿岸に集群する産卵期にあたる 4～7 月に多く、特に主産卵期前の 5, 6 月頃が最も多くなるが、2016 年度では 4 月が多かった（図 3 下）。

振興局別の漁獲量をみると、過去 20 年平均値（1995～2014 年度）では後志振興局が大部分を占めており、その他の地域では少ない（図 5）。2016 年度の漁獲量は、全ての振興局で過去 20 年平均値を下回った。

沿岸漁業の主要漁協における漁獲物の年平均単価は、沖底同様、総じて低下傾向を示しており、2017 年は 1985 年以降で最低の 140 円/kg となった（図 6）。

(2) 漁獲努力量

沖底漁業 漁獲の大部分を占める中海区「北海道日本海」の「かけまわし」における漁獲努力量を集計した。

1996 年度以降のかけまわしの操業隻数は段階的に減少しており、現在は 9 隻（稚内 5 隻、小樽 4 隻）である（図 7 上）。かけまわしの総曳網回数は隻数に比例して減少しており、2016 年度には 4,897 網であった。このうち、ソウハチ有漁網数は 2000 年代以降では総曳網回数とほぼ同じ傾向で推移しており、2016 年度では総曳網回数の 72% に当たる 3,545 網であった。ソウハチは、沖底の主要漁獲物であるスケトウダラ、ホッケ、マダラなどと比べて総漁獲量に占める割合が少ないため、各操業におけるソウハチ漁獲量の比率からソウハチを狙った操業が行われたかどうかを判断することは難しい。そこで、狙い操業の参考値として、1 操業あたりの漁獲量が 1 トンを超えた場合の網数を集計した（図 7 下）。1 操業 1 トン以上の網数は、総曳網回数や有漁網数と同様に減少傾向が続いていたが、2015 年度には、それらと逆に増加に転じ、2016 年度も引き続き増加して 1,456 網（前年比 1.41）で 2011 年度並みとなった。

漁業者への聞き取り調査では、近年は魚価安のためソウハチを狙った操業は過去に比べて少なくなっていたが、2015 年度頃からはホッケなど主要魚種の漁獲不振のためソウハチ狙いの操業が多くなったとのことであった。また、2015 年度には総曳網回数やソウハチ有

漁網数は減少したのに対し、1操業1トン以上の網数は逆に増加し、2016年度も引き続き増加した。これらのことから、近年（2014年度まで）はソウハチの魚価安のためソウハチ狙いの操業は少なかったが、2015年度以降、ソウハチ狙いの操業が増加していると考えられる。

沿岸漁業 漁獲努力量として、ソウハチを漁獲する主要な漁協における出漁隻数を集計した（図8）。用いたデータからソウハチを主対象とした操業かどうかを判別することは困難であるため、日別にソウハチ水揚げのあった全ての船数を累計して、総出漁隻数とした。総出漁隻数は2006～2012年度に減少傾向であったが、その後横ばいで推移し、2016年度は767隻であった。

主要水揚げ漁協での聞き取り調査では、沖底漁業と同様、魚価安からソウハチを狙ったかかれい刺し網操業は、近年顕著に少なくなっている状況が確認された。そのため、現在はソウハチ以外のカレイ類を主対象としたかかれい刺し網等での混獲が漁獲の主体となっている。

4. 資源状態

(1) 現在までの資源動向

雌雄別年齢別漁獲尾数の推移

雄の漁獲尾数（2歳以上）は1994年度から急激に減少し、近年は2014年度までほとんど漁獲対象となっていなかった（図9上）。これは1991年以降の漁獲物全長制限、1993年以降の刺し網の目合い制限によって雌より成長の遅い雄が漁獲されにくくなり漁獲物が大型化したためと思われるが、大型個体の単価が小型個体に比べて高かったことも漁獲物の大型化を進めたと考えられる⁵⁾。しかし、雄の漁獲尾数は2015年度から急増し、2016年度には1985年度以降で最高の2,224万尾となった。これは2015年度以降、沖底漁業において、それまで自主規制によりほとんど水揚げのなかった全長23cm以下の小型個体を新たにできた銘柄「バラ」として多く漁獲するようになったことによる。

雌の漁獲尾数（2歳以上）は、2歳魚が1992年度以降減少し、近年では2014年度までほとんど漁獲がなかった（図9下）。2005年度以降の雌の漁獲尾数は減少傾向にあったが、2015年度から2年連続して増加し、2016年度には1,574万尾となった。2015、2016年度の漁獲尾数では、若齢魚、特に2歳魚の増加が顕著であった。これも雄と同様に、小型個体の漁獲増に起因するものである。

未成魚分布調査による1歳の資源尾数指数の推移

未成魚分布調査における1歳魚の資源尾数指数を基に年級群豊度を比較した（図10）。1996～2014年級群の資源尾数指数の平均値を基に、平均値の0.6～1.4倍の範囲を中水準、それより上下を高水準、低水準とした。1996～2005年級群では高水準の年級が多く発生していたが、2006年級以降は出現しておらず、2012年級以降では中水準と低水準の境界前後と低めの値であった。

雌の資源量の推移

VPA で推定された 2 歳以上雌の資源尾数と資源重量を図 11 に示した。資源尾数は 2003 年度をピークにその後変動しながら漸減傾向で推移しており、2016 年度は 3,936 万尾（前年比 0.97）であった。資源重量は 2008 年度に減少して以降、横ばいまたは漸減傾向で推移しており、2016 年度は前年比 0.89 の 3,416 トンであった。年齢組成では、近年は 5 歳および 6 歳以上の高齢魚の割合が高くなった。

(2) 2016 年度の資源水準：中水準

2 歳以上雌の資源重量を用いて資源水準を判断した。評価基準年（1995～2014 年度）における資源重量の平均値を 100 として各年度の資源重量を標準化し、 100 ± 40 の範囲を中水準、それより上下を高水準、低水準とした。2016 年度の資源水準指数は 93 であり、中水準と判断された（図 12）。

(3) 今後の資源動向：減少

2017 年度の 2 歳以上の雌の資源重量は 2,709 トンと計算され、2016 年度の 3,416 トンから 21%減少することから、2016 年度から 2017 年度にかけての資源動向を減少と判断した（図 11）。

5. 資源の利用状況

漁獲圧を示す指標として 2 歳以上雌の漁獲死亡係数 F の加重平均値を図 13 に示した。1987～1992 年度の F は 0.5 以上の高い値であったが、その後、資源管理措置や魚価の低下などの影響により減少傾向で推移し、2008 年度以降の F は 0.33 以下であったが、2016 年度には 0.62 に増加した。

前述のとおり沿岸漁業では漁獲努力量は低く維持されているが、沖底漁業ではソウハチ狙いの操業が増えたことで漁獲圧が増していると考えられる。特に、2～3 歳の漁獲尾数が急増しており、これら若齢魚への漁獲圧が急増している。現状では、当資源は中水準を維持しており、新たな資源管理措置の必要はないと考えられるものの、資源管理協定を遵守し、若齢魚に偏った漁獲にならないよう注意が必要である。

資源管理措置による漁業の変化や、魚価の変動などによる漁家経営・漁業状況の変化があり、長期間定量・定性的な解析ができるようなデータ収集は難しいという側面があり、資源評価は相応の誤差が含まれた情報に基づいて行わざるを得ない。また、VPA では最近年の推定結果は不確実性が高く、特に 2014 年度以降、漁獲努力量や漁業状況が大きく変化した状況を充分反映できていない可能性がある。そのため、今後も漁業の現場情報を詳細に把握し、総合的な見地から資源状況を判断することが必要である。

評価方法とデータ

(1) 資源評価に用いた漁獲統計

沿岸 漁業	漁獲量・金額	漁業生産高報告（2016年度は水試集計速報値）の檜山～オホーツク振興局
	努力量	主要漁協の荷受伝票の水試調べ
沖底 漁業	漁獲量・努力量	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」と「オホーツク海」
	漁獲金額	漁業生産高報告（2016年度は水試集計速報値）の檜山～オホーツク振興局

(2) 評価年の基準

産卵盛期が6～7月であることから8月1日を基準日（年齢起算日）として、8月1日～翌年7月31日を漁期年度とした。

(3) 未成魚分布調査と1歳の資源尾数指数

毎年5月に石狩湾で試験調査船によりカレイ類の未成魚分布調査を実施した⁶⁾。調査では、そりネットを用いて水深20～70m台で水深帯別（10m間隔）にソウハチを採集した。採集したソウハチのうち1歳について、水深帯別のCPUE（採集個体数/m²）を算出し、CPUEに水深帯別の海域面積を乗じて1歳の資源尾数指数とした。

(4) 年齢別漁獲尾数

主要漁業・漁期・産地における漁獲物モニタリング調査で測定した標本の年齢組成を用い、各漁業・漁期・産地の漁獲量で引き延ばし、合算することで、評価対象海域の年齢別漁獲尾数とした。

1985～1991年度の年齢組成については、age-length key（1992～2004年度のデータ）から求め、1992年度以降の年齢組成は各年の年齢査定結果から求めた。ただし、1992～1997年度は沿岸漁業の標本測定による年齢組成のみを用いた。2014年度では沿岸漁業の標本が得られなかったため、沿岸漁業の年齢別漁獲尾数を以下の手順で算出した。2006～2010年度の沿岸漁業の標本測定データから銘柄別全長組成を作成し、これを2014年度の銘柄別漁獲量で引き延ばし、さらにage-length key（2005～2014年度のデータ）から年齢に変換して年齢別漁獲尾数とした。

また、2015、2016年度の沖底漁業では、それ以前は水揚げのなかった「バラ」銘柄が漁獲物の大半を占めるようになったが、「バラ」銘柄の標本を得られなかった。そのため、未成魚分布調査の結果（図10）を基に、近年（2012年級以降）の年級豊度の変動は小さいと仮定し、2017年度（11月）の「バラ」銘柄の測定結果で代用した。「バラ」以外の銘柄については、各年度の測定結果を用いた。

(5) 資源尾数と資源重量

Pope の近似式⁷⁾を用いた VPA により雌の 2 歳以上の年齢別資源尾数を推定し、年齢別に平均体重を乗じて年齢別資源重量とした。ただし、2015、2016 年度の 2 歳および 2016 年度の 3 歳の資源尾数については、未成魚分布調査の結果を用いて下田らの混合法⁸⁾により推定した。以下に具体的方法を示す。また、解析に用いたパラメータを表 2 に示す。

5 歳以下の資源尾数を (1) 式から、最高齢 (6 歳以上のプラスグループ) と最近年の資源尾数を (2) 式から計算し、漁獲死亡係数を (3) 式から求めた。6 歳の資源尾数を 6+歳の漁獲尾数から (4) 式で算出し 5 歳以下の計算に用いた。

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

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

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \cdot e^{M/2}}{N_{a,y}} \right) \quad (3)$$

$$N_{6,y} = \frac{1 - e^{-(F_{6+,y}+M)}}{1 - e^{-F_{6+,y}}} \cdot C_{6+,y} \cdot e^{M/2} \quad (4)$$

ここで、 a は年齢階級、 y は年度をあらわす。 $N_{a,y}$ は資源尾数、 $C_{a,y}$ は漁獲尾数、 M は自然死亡係数、 $F_{a,y}$ は漁獲死亡係数をあらわす。最近年の 4~5 歳の F については、近年の漁獲状況の変動が大きく直近 5 年の平均値と仮定できないため、日本海のかげまわしにおける 1 操業 1 トン以上の網数が 2016 年度と同程度であった 2008~2012 年度の F の平均値とした。なお、最近年の 2~3 歳の F については (3) 式から求めた。最高齢 (6+歳) と 5 歳の漁獲死亡係数 $F_{a,y}$ は等しいと仮定し、最近年の最高齢 (6+歳) の $F_{a,y}$ については、MS-EXCEL のソルバー機能を用いて 5 歳との比が 1 になるようにして求めた。

2015、2016 年度の 2 歳の資源尾数については、未成魚分布調査で得た 1 歳の資源尾数指数と VPA による 2 歳の資源尾数との回帰式 (図 14、1996~2012 年級群) から算出した。また、2016 年度の 3 歳の資源尾数は、上で求めた 2015 年度の 2 歳の資源尾数から漁獲尾数と自然死亡を差し引いて求めた。

なお、雄は雌に比べ成長が遅く魚体が小さいため、資源管理協定による体長制限、魚価安、他の漁獲対象種の資源変動などの影響により、漁獲状況が大きく変動するため、雄の資源量を推定することは現実的ではない。そこで資源状態や動向については、雌の資源量を用いて判断した。

(6) 2017 年度の資源量の予測

2016 年度の雌の 2 歳以上の資源尾数から漁獲尾数と自然死亡を差し引いて 2017 年度の 3

歳以上の資源尾数を算出し、さらに未成魚分布調査における1歳の資源尾数指数と2歳雌の資源尾数との回帰式(図14)から2017年度の2歳雌の資源尾数を算出した。これらを合計して2017年度の2歳以上の雌の資源尾数とし、年齢別に平均体重を乗じて資源重量とした。

(7) 漁獲死亡係数 F

各年度の F については、VPAにより推定された2歳以上の雌の年齢別 F を各年齢の資源尾数で加重平均した値とした。

文献

- 1) 板谷和彦, 藤岡崇: 石狩湾におけるソウハチの成長. 北水試研報, 70, 89-94(2006)
- 2) 板谷和彦, 藤岡崇: 石狩湾におけるソウハチの成熟全長と年齢. 北水試研報, 70, 81-87(2006)
- 3) 富永修, 渡辺安廣, 土門和子: I-1.1 ソウハチ. 平成4年度北海道立中央水産試験場事業報告書, 9-15(1993)
- 4) 北海道水産林務部漁業管理課: 別冊 北海道水産資源管理マニュアル, 日本海～オホーツク海海域マガレイ・ソウハチ・クロガシラガレイ資源の維持・増大にむけて. 札幌, 北海道, 7p. (2008)
- 5) 中央水産試験場(田中伸幸)・稚内水産試験場(鈴木祐太郎): ソウハチ(日本海～オホーツク海海域). 2016年度水産資源管理会議評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部. 2016. (オンライン), 入手先 <<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/index.html>>
- 6) 板谷和彦: 石狩湾におけるカレイ類未成魚分布調査. 北水試だより, 68, 9-11(2005)
- 7) 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)
- 8) 下田和孝, 室岡瑞恵, 板谷和彦, 星野昇: VPAで求めた北海道北部産マガレイの資源尾数推定値の評価. 日水誌, 72 (5), 850-859(2006)
- 9) 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 日本海～オホーツク海海域におけるソウハチ漁獲量の推移

漁期 年度	沿岸漁業		沿岸 小計	沖合底びき網漁業		沖底 小計	合計
	オホーツク海	日本海		オコック沿岸	北海道 日本海		
	1985	17		1,271	1,287		
1986	21	1,243	1,264	44	930	974	2,238
1987	22	1,523	1,545	36	1,293	1,329	2,874
1988	13	1,506	1,519	21	1,192	1,213	2,732
1989	35	1,446	1,481	199	1,219	1,419	2,900
1990	26	1,448	1,475	153	1,044	1,197	2,671
1991	36	1,824	1,860	74	1,057	1,130	2,990
1992	38	1,727	1,766	197	1,398	1,595	3,361
1993	40	1,185	1,224	39	1,522	1,561	2,785
1994	48	1,179	1,227	51	1,348	1,398	2,626
1995	115	954	1,069	119	1,021	1,140	2,209
1996	122	1,054	1,176	121	1,083	1,204	2,380
1997	66	1,109	1,175	105	1,556	1,661	2,836
1998	51	923	975	96	1,090	1,185	2,160
1999	69	949	1,018	174	1,344	1,518	2,536
2000	72	985	1,056	95	903	998	2,055
2001	69	1,299	1,367	87	1,111	1,198	2,566
2002	59	1,298	1,358	75	1,021	1,096	2,454
2003	91	1,048	1,139	108	1,362	1,470	2,609
2004	65	907	972	185	1,294	1,479	2,451
2005	45	917	962	143	952	1,095	2,058
2006	62	1,006	1,068	84	930	1,014	2,082
2007	81	1,175	1,256	134	1,487	1,621	2,877
2008	58	888	945	107	684	791	1,736
2009	45	752	797	45	985	1,030	1,827
2010	73	860	933	49	844	893	1,826
2011	57	694	751	47	708	756	1,506
2012	53	641	694	40	1,068	1,108	1,802
2013	43	502	545	40	1,251	1,291	1,836
2014	35	188	222	35	469	504	726
2015	49	212	261	70	1,133	1,203	1,464
2016	42	163	205	41	2,534	2,574	2,779

漁期年度：8/1～7/31

沿岸漁業：日本海・・・松山振興局～稚内市 オホーツク海・・・猿払村～オホーツク総合振興局

2016年度は水試集計速報値

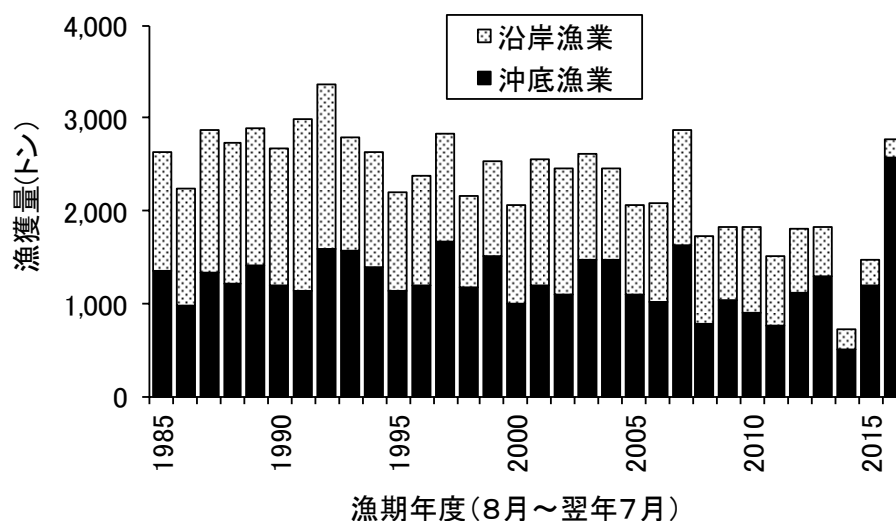


図1 日本海～オホーツク海海域におけるソウハチ漁業別漁獲量の推移

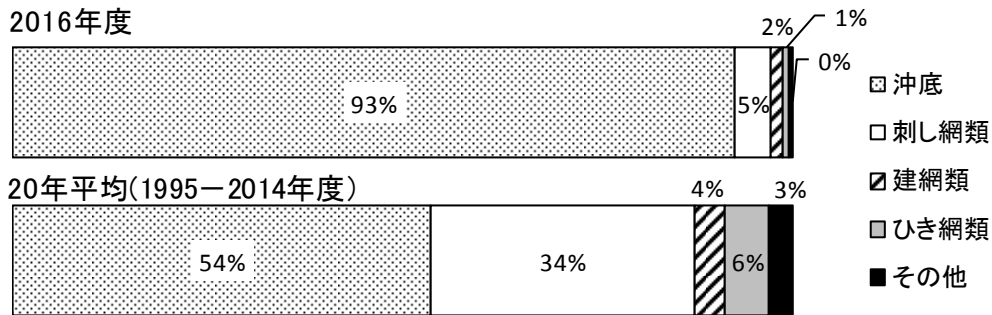


図2 日本海～オホーツク海海域におけるソウハチ漁獲量の漁業種別比率

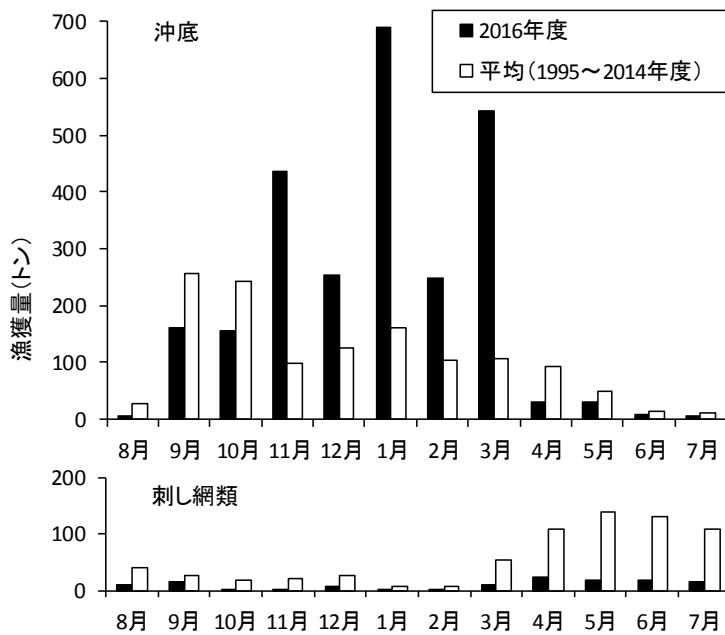


図3 日本海～オホーツク海海域におけるソウハチの漁業別月別漁獲量

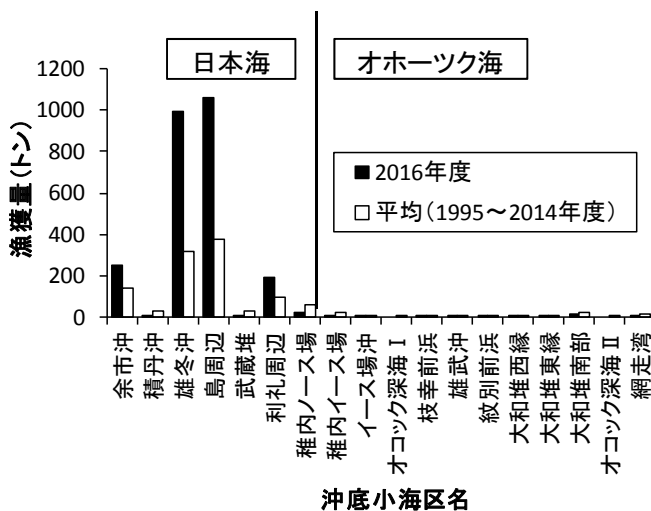


図4 日本海～オホーツク海海域における沖合底びき網漁業によるソウハチの小海区別漁獲量

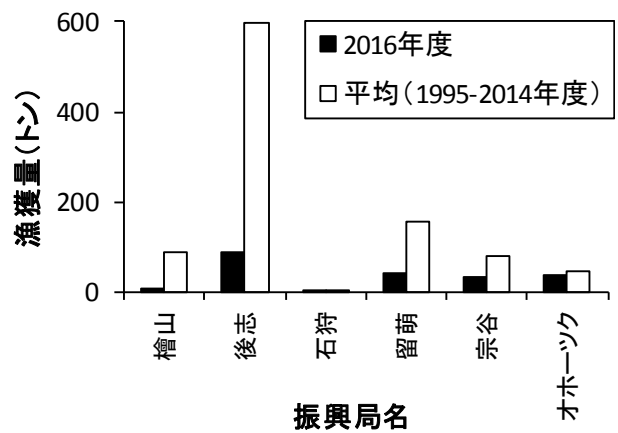


図5 日本海～オホーツク海海域における沿岸漁業によるソウハチの振興局別漁獲量

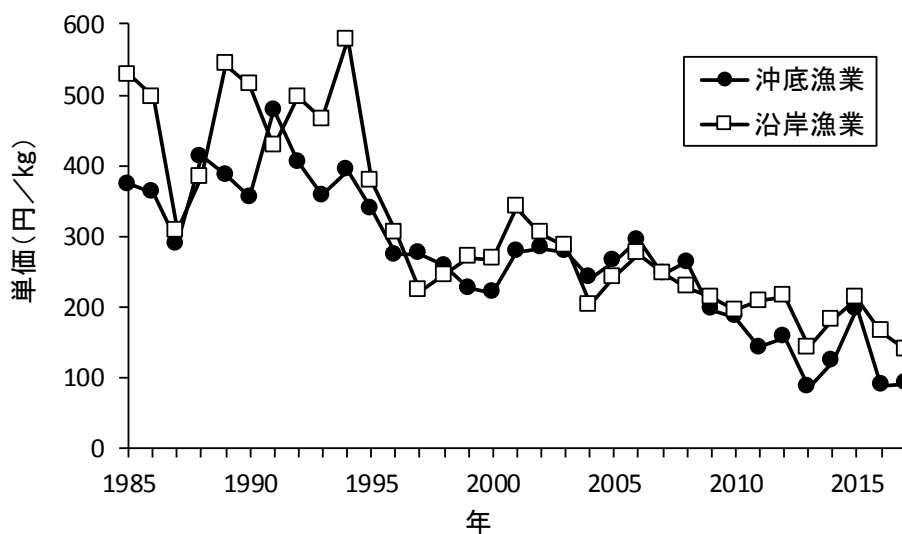


図6 ソウハチの漁業別年平均単価(円/kg)の推移

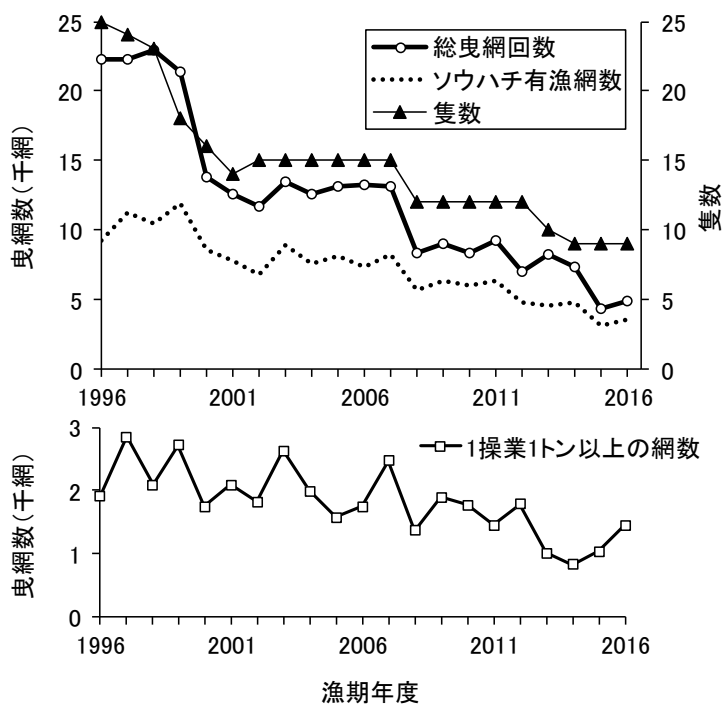


図7 日本海におけるかけまわし漁獲努力量の推移

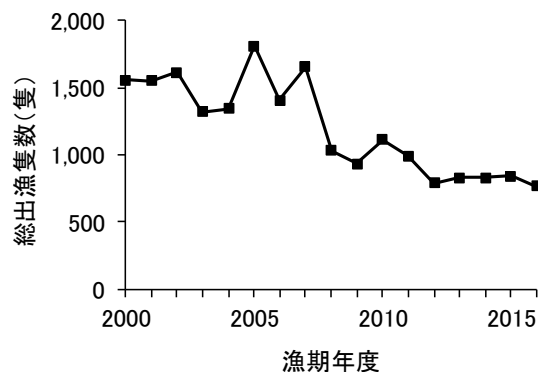


図8 沿岸主要漁協におけるソウハチを漁獲した船の年間総出漁隻数の推移

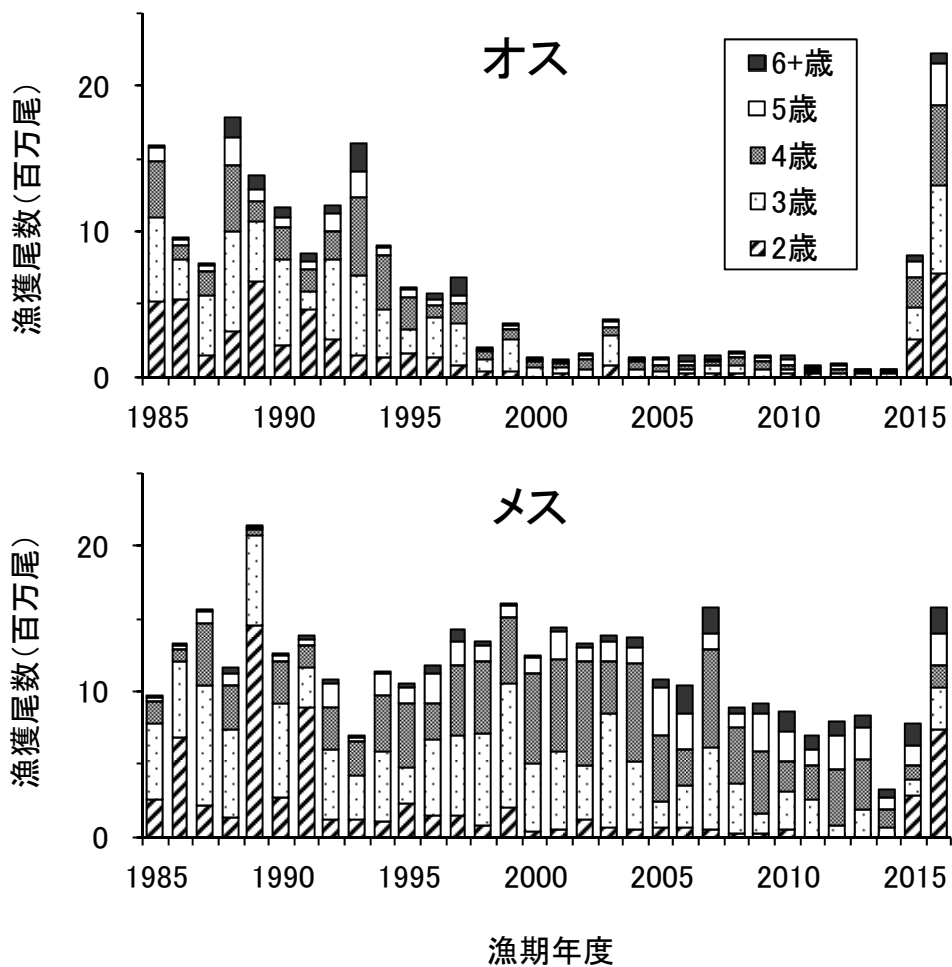


図9 ソウハチの雌雄別年齢別漁獲尾数

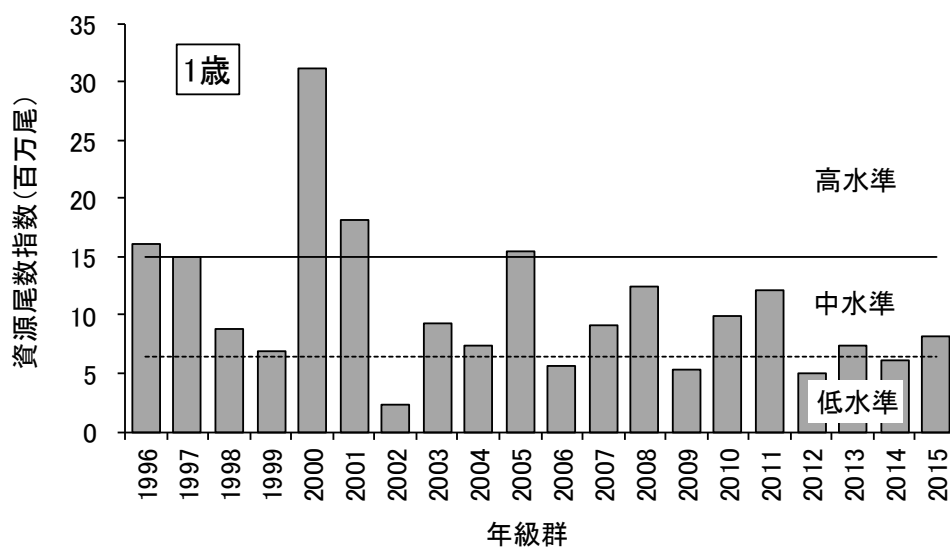


図10 未成魚分布調査(石狩湾5月)によるソウハチ1歳魚の資源尾数指数の推移

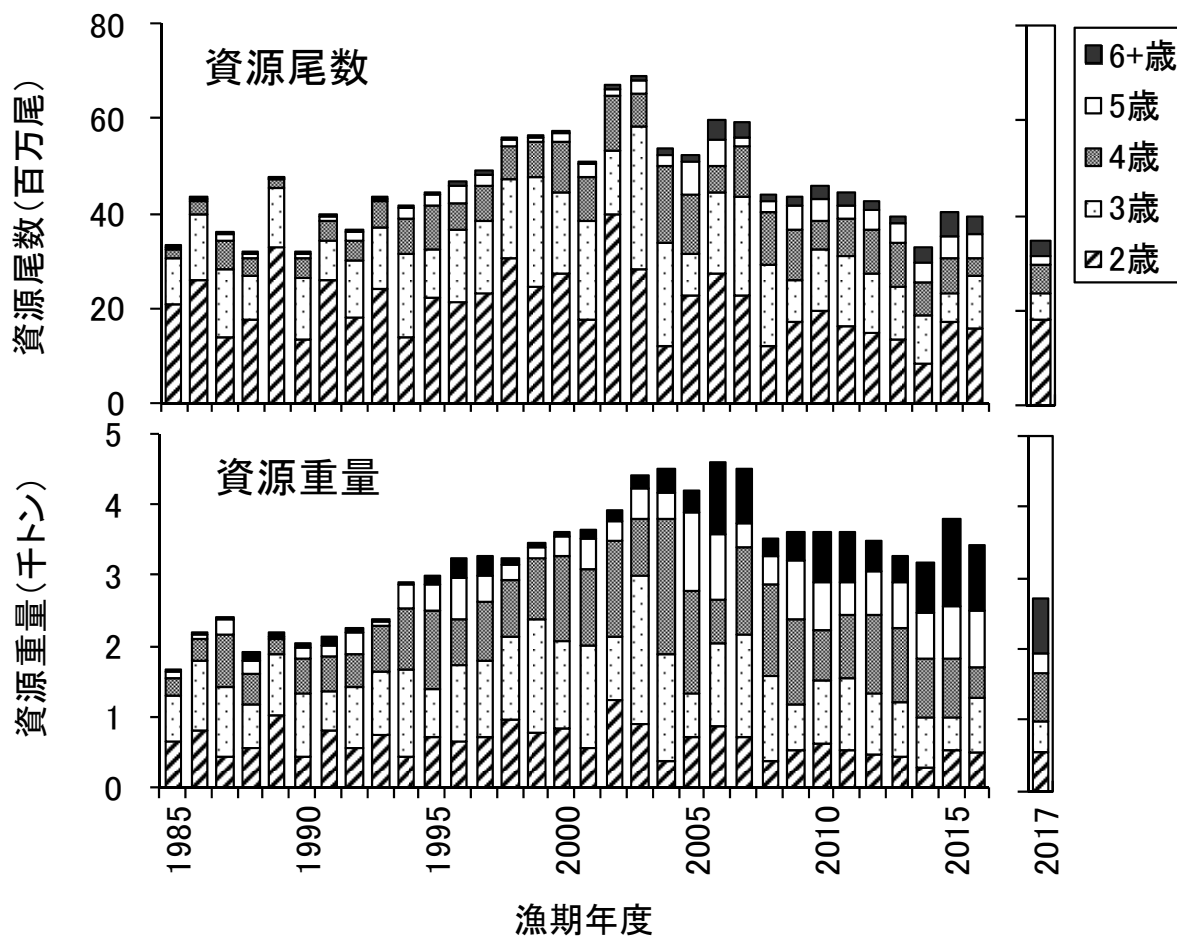


図11 ソウハチ雌の資源尾数(上)および資源重量(下)の推移

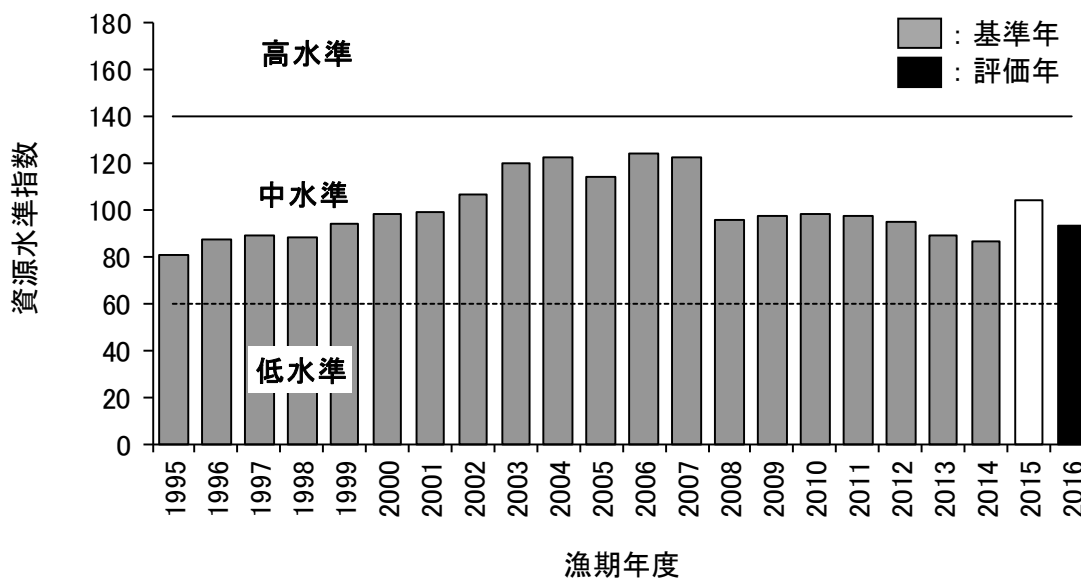


図12 日本海～オホーツク海海域におけるソウハチの資源水準
(資源状態を示す指標:2歳以上雌の資源重量)

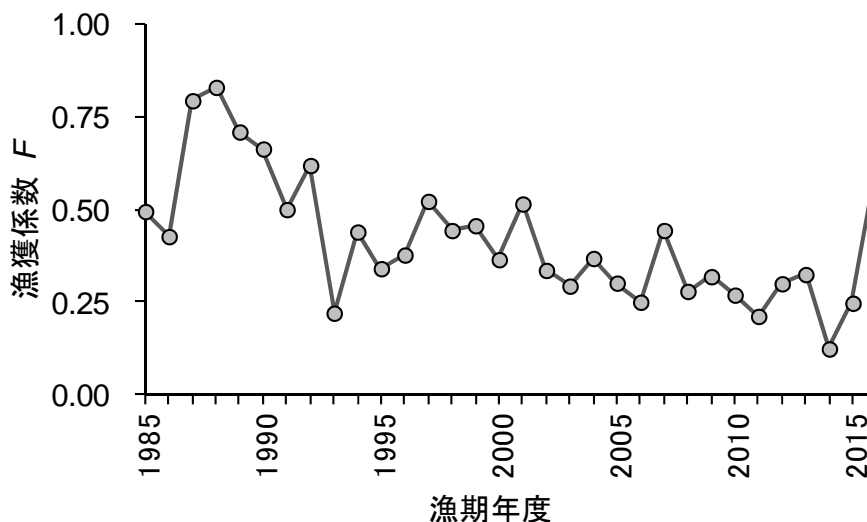


図13 ソウハチ雌の漁獲係数(2歳以上のFの加重平均)の推移

表2 解析に使用したパラメータ

項目	値または式	方法
自然死亡係数 M	0.25	田内・田中の方法 ⁹⁾ , 寿命10歳とした
最高齢のF(6+歳)	5歳魚のFに等しいと仮定	平松 ⁷⁾
最近年のF(4~5歳)	2008~2012年度のF平均値	
雌の成長式 (年齢と全長)	$TL_t = 331(1 - e^{-0.29(t-0.081)})$	板谷・藤岡 ¹⁾
" (年齢と体重)	$BW_t = 358(1 - e^{-0.29(t-0.002)})^3$ $BW_{6+}: 246g$	

TL:全長(mm), t:年齢, BW:体重(g),

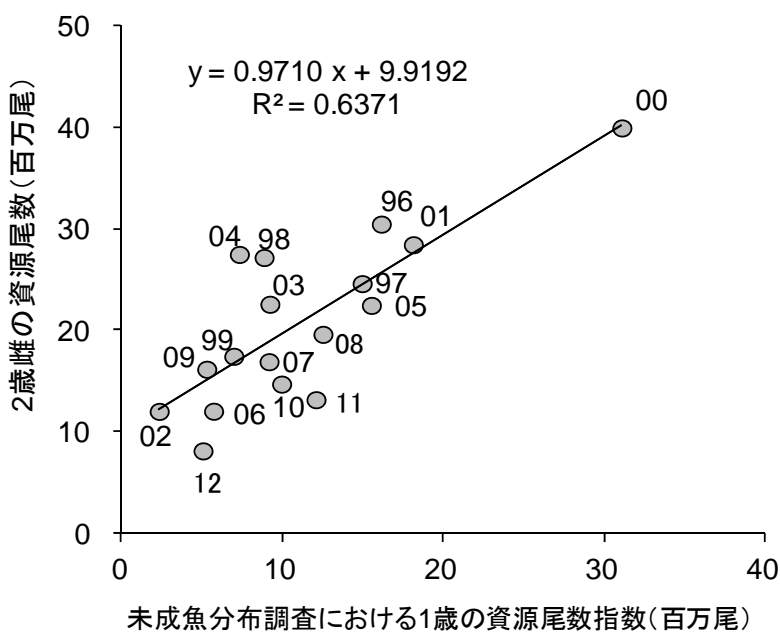


図14 未成魚分布調査における1歳の資源尾数指数とVPAによる2歳雌の資源尾数との関係
 図中の数字は年級(西暦の下二桁)を示す