

**魚種（海域）：ホッケ（道央日本海～オホーツク海海域）**

担当：中央水産試験場（板谷和彦），稚内水産試験場（鈴木祐太郎），  
網走水産試験場（秦 安史）

**要約**

評価年度：2019年度（2019年1月～2019年12月）

2019年度の漁獲量：29,323トン（前年比1.08）

資源量の指標	資源水準	資源動向
0歳以上の資源重量	低水準	増加

2019年の漁獲量は前年よりも2千トン増加し2.9万トンとなった。近年の漁獲量の増加は豊度の高い2017，2019年級の加入による。沖合底びき網漁業（以下，沖底漁業）では自主規制の徹底により2015年以降の漁獲量は1万トン前後に保たれ，2019年は前年より5千トン減少して7.7千トンと1985年以降で3番目に少なくなった。一方，沿岸漁業では2015年に7.2千トンとなってからは増加傾向となり，2019年は前年より7千トン増加して2.2万トンとなった。このうち，オホーツク，利礼，後志の海域では，自主規制を始めた2012年以降で漁獲量が最も多くなった。産卵親魚量は2017年（2018年級の親）には1万トン程度にまで低下したが，自主規制の取り組みと2017年級の加入により，直近は3万トン程度まで回復している。しかしながら，ある程度の安定した加入量を維持するには，現状以上の親魚量の確保が必要で，そのためには，初回産卵までの漁獲圧の低減の継続が必要である。両漁業ともに若齢魚依存の漁獲体制から脱却しつつあるが，初回産卵までの1歳下半期までには漁獲圧の低減の余地はある。

**1. 資源の分布・生態的特徴****(1) 分布・回遊**

幼魚は，春には日本海の中央域から間宮海峡，夏には日本海に加えてオホーツク海の網走湾から北緯55度以南の表層に分布する。秋には日本海北部やオホーツク海南西域の大陸棚上に着底し，翌春には北見沿岸，利尻・礼文島周辺，武蔵堆などに分布する。その後，オホーツク海に分布した群の大部分は宗谷海峡を経て日本海に移動する。日本海では大陸棚の縁辺域に分布する。

(2) 年齢・成長（加齢の基準日：1月1日）（1月時点，高嶋ら<sup>1)</sup>より）

満年齢		1歳	2歳	3歳	4歳
体長(mm)	雄	206	251	275	285
	雌	205	254	282	296
体重(g)	雄	107	220	304	347
	雌	105	223	323	381

## (3) 成熟年齢・成熟体長

雌は0歳では成熟せず，1歳では体長に依存して大型個体から成熟し，2歳以上ではほぼ全て成熟する<sup>2)</sup>。

## (4) 産卵期・産卵場

- ・産卵期：産卵盛期は10～12月頃で，北で早く，南で遅い。
- ・産卵場：利尻・礼文島，武蔵堆，積丹半島や寿都湾周辺など，主に日本海沿岸の岩礁地帯。

## (5) その他

成長にともなって表層に分布する幼魚である通称「アオボッケ」から，底層に分布する通称「ロウソクボッケ」へ移行する。さらに，その後の生態変化によって「ハルボッケ，マキボッケ，ネボッケ」などと呼ばれる。ロウソクボッケは水温3～11℃，ハルボッケは5～12℃で漁獲される<sup>3,4)</sup>。主産卵期の水温は12～14℃<sup>5)</sup>。

## 2. 漁業の概要

## (1) 操業実勢

漁業	主な漁法	主漁期	主漁場	主な漁獲対象年齢	備考
沖合底びき網漁業 (沖底漁業)	かけまわし	周年	石狩湾以北日本海	0歳以上	小海区「利礼周辺」以南の日本海は6月16日～9月15日が休漁。 各港の隻数は表1参照。
			オホーツク海	0～1歳	
沿岸漁業	底建網	3～5月	後志南部沖	1歳以上	春漁と秋漁に分かれる。
		10～11月	オホーツク海	0～1歳	
	刺し網	6～10月	利尻・礼文島沖 積丹半島沖	1歳以上	
	まき網	5～6月	利尻・礼文島沖	1歳以上	2019年の操業は4隻
えびこぎ網		3～5月	留萌沖	0歳以上	春漁と秋漁に分かれる。
		9～11月			

いくつかの漁法で漁期が春漁と秋漁に分かれるため（図1, 2）、以下の漁獲統計は年別および半年別（1～6月を上半期、7～12月を下半期）に集計解析した。

## (2) 資源管理に関する取り組み

- ・当海域のホッケ資源の回復を目的として、2012年7月～2015年6月の3年間、主要漁業の漁獲圧もしくは漁獲量を2008～2010年の平均から3割削減することを目標とする自主規制が行われた。しかし、資源が回復しなかったため、2018年6月まで延長し、さらに、2018年下半期以降も自主規制の継続が行なわれている。また、近年では比較的豊度が高いと考えられた2017年級や2019年級に対する緊急的な保護対策も実施されている。
- ・利尻・礼文島海域においては、上の取り組みの前から産卵親魚保護のため、漁期の早期切り上げが行われていた。
- ・2008～2012年度および2013～2017年度に実施された資源管理手法開発試験調査において、若齢魚を保護することにより産卵親魚量を増大させることを基本方針とする高度資源管理指針が策定された。

## 3. 漁獲量および漁獲努力量の推移

### (1) 漁獲量

海域全体の漁獲量は、1985年の3.4万トンから増加を続け、1998年には20.5万トンに達した（表2, 図3）。翌年の1999年には13.3万トンに減少したが、2008年まではおよそ10万～15万トンの範囲で推移した。2009年には10万トンを下回り、2015年にかけて大きく減少、2015～2017年は2万トン以下となった。2018年には1万トンほど増加して2.7万トン、2019年は2.9万トンとなった。

沖底漁業の漁獲量は、海域全体の漁獲量と同調してきた（表2, 図4）。1985年から1998年までは増加傾向で、1999年に10.4万トンに減少してから2008年までは概ね8万～13万トンの範囲で推移した。しかし、2010年に5万トンを下回った後も減少傾向が続き、2015年以降は1万トン以下で推移し、2017年には1985年以降で最も少ない4.8千トンとなった。2018年に1万トンを上回ったが、2019年は7.7千トンと前年よりも減少した。

沿岸漁業の漁獲量は、1987年までは2万トン以下だったが、その後増加傾向となり1995～2008年までは3万トン前後で推移し、最高値は2003年の4.3万トンである（表2, 図5）。2009年以降は減少傾向となり、2014～2016年にはオホーツク管内での漁獲が低調で1万トンを下まわるようになり、最低値は2015年の7.2千トンである。それ以降やや増加傾向となり、2019年には2.2万トンと2012年以降では2番目の漁獲量となった。

### (2) 漁獲努力量

2008年以降の沖底漁業と沿岸漁業の主要な地区および漁法の操業実績をまとめた漁獲努力量指数を図6に示した。上、下半期ともに漁獲努力量指数は2008～2011年に低下傾向、2011～2014年に横ばい傾向で推移した。その後、2016年にかけて低下し、2017年下半期か

ら若干増加したが 2014 年以前の水準までは高くはなっていない。自主規制が開始された 2012 年の下半期以降の漁獲努力量指数は、自主規制の基準年である 2008～2010 年の 7 割以下に削減され、2015 年以降は 5 割以下で推移している。このように漁獲努力量が低下してきたのは、沖底漁業の努力量削減の効果が大きいと考えられる。

#### 4. 資源状態

##### (1) 現在までの資源動向

###### ・漁獲尾数

ホッケの年齢別漁獲尾数の推移をみると（図 7）、下半期は 0 歳、上半期は 1 歳といったように若齢魚が漁獲の主体となっており、加入に応じて各期の漁獲量が増減してきた。近年では、2010 年級、2014～2016 年級の漁獲尾数が極端に少なく、漁獲量も減少している。2017 年の下半期には 2017 年級の加入により漁獲量が増加に転じて、2019 年の下半期には 2019 年級が 2017 年級を上回る漁獲尾数となっている。

漁獲尾数を年級別にみると（図 8）、これまでは 2003、2011 年級のように漁獲尾数が加齢にともなって大きく減少する特徴があったが、自主規制以降の 2014 年級や 2017 年級ではその減少割合は小さくなった。直近の 2018 年級では、1.0（3 歳）および 1.5 歳（4 歳）では漁獲尾数が逆に増加している。このことから、自主規制により、近年では 0 歳下半期や 1 歳上半期といった若齢での漁獲圧が低下してきたことがうかがえる。

###### ・加入尾数の指標

**稚魚の発生状況** 4 月に日本海およびオホーツク海において、試験調査船北洋丸の定期海洋観測調査時の夜間にマル稚ネットを用いた稚魚採集調査を実施した（図 9）。調査は 2012 年から実施しており、低豊度年級の 2016 年では採集量が少ない、近年では高豊度の 2017 年は採集量が海域全体を通じて多く高密度で採集される点がみられるといった特徴がある。2019 年は 2017 年ほど高密度の点はないが道央～道北およびオホーツク海の広い範囲で採集されるなど、発生量が多い年と考えられる。ちなみに、2020 年級の発生量は、2017、2019 年級には及ばないが、2014～2016 年級のように少ない発生量ではないと考えられる。

**ノース場魚探調査** 11 月に 0 歳のホッケの主な着底場である宗谷海峡西方<sup>5)</sup>（沖底漁業の小海区「稚内ノース場」）において試験調査船北洋丸を用いて計量魚群探知機およびトロールによる調査を実施した。計量魚群探知機で 0 歳のホッケとして観察された魚群数と加入尾数には正の相関関係があり、2019 年の魚群数は 66 個と調査を始めた 2013 年以降で最も多くなった（図 10）。この関係から新規加入尾数を予測すると 3.8 億尾となる。

上記のトロール調査で採集された 0 歳のホッケの平均体長は、加入尾数と負の相関関係がみられる（図 11）。2019 年の平均体長は 188mm（±10mm）と調査を始めた 2006 年以降で最も小さくなった。ここで、近年をみると 2012、2014、2017 年級のように体長が小さくても加入尾数が多い年がみられるようになっている。これは魚体長に影響する要因として、これまでの密度効果に加えて別の事象が若魚期に起こっているためかもしれない。そこで、新規加入尾数を 2012 年級以降の関係から予測すると 4.1 億尾となる。

**ノース場沖底 CPUE** 10～12月の稚内ノース場における沖底漁業（かけまわし）による0歳のホッケ専獲のCPUEは加入量の有力な指標とされてきた（図12）。しかしながら、2015年頃から稚内ノース場漁場では、0歳魚に対する漁獲回避が強まり、2018年頃からは同じ小海区内でマダラ狙いの網数が増えていること、ホッケ0歳魚を効率的に漁獲できる夜間の操業自粛により、このCPUEによる指標は以前より過少と考えられる。なお、2019年は30尾/網と2005年以降で最も低く、2018年の値の1%にも満たない非常に低い値となった。今後、沖底による0歳魚の専獲は考えがたく、沖底のCPUEは加入量指標として適切ではない。

**オホーツク海底建網漁獲状況** 9～12月のオホーツク振興局管内における定置・底建網類によるホッケの漁獲量は、加入尾数と正の相関関係が見られてきた。しかし、近年では自主規制による漁獲の抑制、沖底漁業ではホッケ専獲が大きく抑えられており、これらのことが定置・底建網類の漁獲へ大きく影響していると考えられる（図13）。そこで、自主規制のはじまった2012年以降で関係をみると、漁獲量と加入尾数には正の相関は見られるが、今のところ、この指標から適切な予測値の算出には年数が少なく難しい。2019年の定置・底建網類の漁獲量は2012年以降では最も多い5.7千トンとなり、この関係からみれば2019年級は、2017年級よりも高い豊度と考えられる。

上記の様々な指標から、後者2指標は、漁業情報なので自主規制の影響を受けるため予測への使用は難しい。前者の試験調査船による指標をみると2019年級の加入量は2017年級を上回る可能性が高いことがわかる。

#### ・資源尾数および資源重量

VPAにより推定した資源尾数を図14に示した（下半期はじめ7/1時点、推定方法は評価方法とデータの項を参照）。資源尾数は1990年代にかけて増加し、1997年には約22億尾に達した。その後、2008年までは0歳の加入（0歳下半期の7月1日の資源尾数）が6億尾以上を維持したことで資源尾数は12億～22億尾の範囲で推移した。2010年には、加入（0.8億尾）が大きく低下して資源尾数は3.2億尾まで急減、翌年に2011年級の加入（7億尾）により一時的に回復したが、2012年以降の年級は加入が2.5億尾以下に低迷し、特に2016年は0.2億尾と極端に少なく、2016年の資源尾数は1億尾まで減少した。その後、2017年級の加入（3億尾）や、2019年級の加入により2019年の資源尾数は5.3億尾となっている。

なお、直近の加入尾数（2019年級）については、各加入指標から2017年級を超える可能性が高い（表3）。また、2019年級の下半期のFを2017年級の0歳のFと等しい（ $F=0.236$ ）として加入尾数を求めると3.8億尾となる。今漁期の沖底漁業では、これまでの漁獲主体の道北地区で皆無、オホーツク海でもわずかとなっており、2019年級の下半期のFは2017年より低いと考えられ、加入尾数が3.8億尾を超えると考えられる。一方で、2019年級の産卵期水温は高い年なのでRPSは高くはないと想定される（後述）ことから、2011年級のように7億尾を超えることも考えがたい。そこで、本評価では2019年の加入尾数を4億尾と仮定した。

資源重量（7/1時点）は1992～2003年には30万トン前後、2004～2008年は20万トン前後で推移した（図15）。しかし、2009年以降は資源尾数とほぼ同じ傾向で減少しており、

2016年には2.5万トンまで減少した。その後は2017、2019年級の加入により増加傾向となり、2019年は7.9万トンと自主規制を始めた2012年以降では最も多くなった。

#### ・産卵親魚量、加入尾数および再生産成功率（RPS）

各年級の加入尾数とその親魚量および再生産成功率（RPS：加入尾数÷親魚量）の推移を図16に示した。親魚量は1987年級の親までは3万トン以下だったが、1995年級にかけて増加し、2001年級までは9万トン前後で推移した。その後、2004年級に7万トン、2009年級に約3万トン、2018年級には0.9万トンまで減少した。2019年級は2017年級の産卵加入により2.8万トンまで回復した。なお、2020年級は、前進計算値で2.4万トンと試算される。

加入尾数は1996年級までは10億尾以下で推移し、1997年級から2008年級までは数年おきに10億尾を超えた。しかしながら、2010年に0.8億尾と非常に低くなり、その後も2016年級までは低い加入が続いた。2017年級は3億尾と比較的高くなり、この年級を主体に構成された親魚量から産み出された2019年級も高い加入が見込まれている。

1985～1988年級のRPSは20尾/kg以上と高くその後の資源を増加させた。1990～1996年級のRPSは3～12尾/kgと低く推移したが、1997～2009年級は8～26尾/kgの範囲で比較的高い値で推移し、特に、2005～2008年級は親魚量が7万トン以下と少ないながらも10億尾前後を産み出す高いRPS（12.3～26.0尾/kg）が続いたことがわかる。しかし、2010年級のRPSは1.6尾/kgと極端に低下し、これをきっかけに親魚量は急減した。2013年級以降は2016年までRPSが9尾/kg以下の非常に低い年が連続した。2017、2018年級のRPSは5年ぶりに10尾/kgを超える比較的高い値となっている。また、2019年級の加入尾数を4億尾としたときのRPSは14.1尾/kgとなり（図17）、ふ化時期の水温は高めの年だったがRPSは現段階ではこのように高い値となっている。

RPSは秋～冬の道北-道央日本海の表面水温との関連が報告されており<sup>5)</sup>、資源生態学的な因果関係を研究中である。例えば、12月の道北日本海沖合における表面水温が高いほどRPSが低い傾向が見られる（図17）。このように、RPSの低下は初冬の高水温による影響が示唆され、2010年級については夏の高水温の関与も指摘されている<sup>6)</sup>。また、親魚量と産卵期の水温環境から期待できる加入豊度を分類するモデルによれば<sup>7)</sup>、親魚量が約3万トン以下の場合、産卵期の高水温による影響を特に強く受けることがわかってきた（図18）。日本海北部の水温は近年にかけて昇温傾向とみえるので（図17）、安定した加入量を得るためには親魚量を3万トン以上の水準を維持することが重要である。

#### (2) 2019年度の資源水準：低水準

2019年度の資源水準を資源重量（7/1時点）の推移に基づいて判断した。1995～2014年の資源重量の平均を100として標準化し、水準指数が100±40の範囲を中水準その上下をそれぞれ高水準および低水準とした（図19）。2019年は資源水準指数が40となり「低水準」と判断した。

### (3) 今後の資源動向：増加

2020年の予測資源重量について、1歳以上をVPAの前進計算で得られる資源尾数に最近3年（2017～2019年）平均の年齢別体重を乗じて計算した。2020年上半期の1歳以上の資源重量は、2019年級が1歳、2017年級が3歳として資源を構成するため、2019年の1.5倍に増加すると計算された。2020年の0歳の加入については、4月の稚魚の発生状況から、2014年以降では2017、2019年級について多く加入する可能性がある。

## 5. 資源の利用状況

### (1) 漁獲係数 $F$ および 漁獲割合

全年齢への漁獲割合（漁獲尾数÷資源尾数）および漁獲係数  $F$  の推移を図 20 に示した。通年の漁獲割合と  $F$  は同様に变化しており、1985年以降では1992年にかけて低い値となったが、2003年までは概ね漁獲割合で0.4、 $F$  で0.6以下の範囲で推移した。2004年以降は  $F$  が0.6よりも高くなる年が多くなり、2004、2010、2012年には  $F$  が0.8を超える非常に高い状況となった。2004年以降に10万トン前後の高い漁獲量を維持できたのは、高い再生産成功率が支えていたからであり、一方では加入依存の漁獲となることで親魚量は大きく減少していった。自主規制が行われた2012年以降の  $F$  を基準年（2008～2010年）の平均との比率で示すと、2012年1.01、2013年0.95、2014年0.75、2015年0.45、2016年0.70、2017年0.36、2018年が0.43となり、2015年以降は漁獲強度の顕著な低下がうかがえる。

さらに、 $F$  の推移を年齢別に見ると、下半期の0歳では2014年から、上半期の1歳では2015年からそれぞれ低下しており、最近の全年齢の  $F$  が低下しているのは、若齢に対する漁獲圧の削減によるところが大きい（図 21）。一方で、初回産卵前の下半期の1歳にかかる  $F$  は、2015年以降では2016年級を除いて0.4前後とそれ以前と比べて下がっておらず高い値で推移している。

### (2) 再生産関係と加入量あたりの漁獲量（YPR）および加入量あたりの親魚量（%SPR）

再生産関係を図 22 に、SPR 曲線および YPR 曲線を図 23 に示した。現状の  $F$  ( $F_{cur}$ ) を最近3年（2017～2019年）平均とし、全年齢の値で表すと0.32であった。この値は、1985年以降のデータから求めた  $F_{med1985-}$  (0.56)、資源状態が悪化した2009年～2016年のデータから求めた  $F_{med2009-2016}$  (0.43) よりも小さかった。このことから、現状の漁獲強度は、資源を維持できる値と考えられる。ただし、2010年級以降、RPSが平均値(13.6)よりも低い年が多く、2016年級のように平均値の1/10以下といった低RPSの年級も出現しており、今後、極度に低いRPSの年が出れば資源の維持はすぐに困難となる。

$F_{cur}$  は  $F_{max}$  (0.28) よりも大きいことから（図 23）、 $F$  を  $F_{max}$  まで下げることで加入量あたりの漁獲量（YPR）を増やすことができ、%SPRも2.4ポイント上昇させる余地がある。したがって、現在の漁獲強度は資源の有効利用および資源回復の両方の観点からやや過大と判断される。

小型若齢魚の3齢期（0歳、1歳上半期、1歳下半期）の  $F$  を現状の  $F$  から変化させた場

合の YPR と %SPR の変化を調べた (図 24)。このうち、YPR と %SPR がともに効果的に上昇したのは、1 歳上半期の  $F$  を下げる場合である。0 歳の  $F$  を下げる場合では、YPR と %SPR がともに上昇するが 1 歳上半期と比べるとその度合いは小さい。1 歳下半期の  $F$  を下げる場合では、%SPR は上昇するが YPR はそれほど上昇しない。1 歳下半期は 1 歳秋の初回産卵前あたり、魚体重は十分に成長しているため大幅な YPR の上昇は期待できないが、%SPR の上昇は期待できる。また、2015 年以降もこの齢の  $F$  は下がっていないことから、さらなる親魚量の回復には、初回産卵前の 1 歳の管理が効果的と考えられる。

大型高齢魚の  $F$  を現状の  $F$  から変化させることを想定し、2 歳上半期のみおよび 2 歳下半期のみを下げると、%SPR は緩やかに増加するものの、YPR は横ばいもしくは緩やかに減少した (図 25)。

### (3) 結論

2015 年から主に若齢魚に対する漁獲強度の低下がみえてきており、現状の漁獲強度は自主規制当初に想定した水準まで低下している。しかしながら、2013～2016 年には加入量や再生産成功率の低い年級が頻発、2016 年には親魚量が過去最低水準にまで低下したことから、親魚量の回復のために具体的で継続的な管理措置が必要である。

加入豊度については、親魚量が 3 万トン以下では産卵期の水温が高いと加入豊度が低くなることが示されている。2019 年級は水温が高く生残環境としては良くなかったが、親魚量が約 3 万トンと最近の中では多かったことで、2017 年級を超える加入量が得られたのかもしれない。近年、産卵期の水温環境は温暖傾向にあるので、再生産成功率の低い年が続くことを想定して親魚量を確保する管理方策が必要である。

親魚量の確保・回復には、高豊度年級に対し早い段階から若齢魚の漁獲圧をより一層下げる (2017 年や 2019 年級緊急取組み) ことが効果的で、これには調査船調査による稚魚発生状況や加入直前の豊度情報、評価翌年上半期 (1～6 月) の漁獲尾数を使った 1 年進めた資源量推定結果の活用が有効である。

## 評価方法とデータ

### (1) 資源評価に用いた漁獲統計

沿岸漁業の漁獲量	・ 漁業生産高報告（ただし 2019 年は水試集計速報値） 後志～オホーツク振興局
沿岸漁業の漁獲努力量	・ 代表地区における刺し網および底建網の延べ出漁隻数, 出漁日数, 使用反数など（水試および北海道水産林務部漁業管理課調べ） 後志～オホーツク振興局
沖底漁業の漁獲量および漁獲努力量	・ 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） 中海区「北海道日本海」ならびに「オコック沿岸」

漁獲統計は年別および半年別（1～6月を上半期，7～12月を下半期）に集計した。

沖底漁業の漁獲努力量は，1997年以降のかけまわし船による専獲曳網回数（以下，専獲網数）を集計した。便宜的に，専獲網数はホッケの漁獲量が50%以上を占める日の曳網回数とした。

沿岸漁業の漁獲努力量と沖底漁業のかけまわし船による専獲網数を用いて，(1)式により漁獲努力量指数を計算した。

$$E'_y = \sum \frac{E_{iy}}{\bar{E}_i} \cdot \frac{C_i}{\bar{C}} \quad (1)$$

ここで， $E'_y$ は $y$ 年の漁獲努力量指数， $E_{iy}$ は $i$ 海域漁業区分 $y$ 年の漁獲努力量， $\bar{E}_i$ は $i$ 海域漁業区分の漁獲努力量の2008～2019年の平均， $C_i$ は $i$ 海域漁業区分の漁獲尾数の2008～2019年の平均， $\bar{C}$ は全漁獲尾数の2008～2019年の平均である。

### (2) 加齢の基準と年齢別漁獲尾数の推定方法

半年ステップでVPAを行うために，1月1日に加算される満年齢とは別に，1月1日および7月1日の半年ごとに1齢ずつ加算される齢期を設定した（表4）。最若齢の1齢を下半期の0歳，最高齢の9+齢を下半期の4歳以上とした。

漁獲物の生物測定および漁獲統計調査によって得られた年齢，体重，銘柄別漁獲量などを用い，上半期は2，4，6，8+齢，下半期は1，3，5，7，9+齢の齢期別に年齢別漁獲尾数を推定した。年齢査定方法は，日本海では，2004年以降は耳石観察<sup>1)</sup>，それ以前は耳石の年齢査定によって得られた体長と年齢の関係から海域別，漁法別，半年別のAge-Length Keyを作成し，体長組成を年齢組成に変換する方法<sup>8,9)</sup>を用いた。ただし，2004年以降でも，体長が小さく1齢と判断される個体の耳石観察は省いた。オホーツク海では，2011および2012年は耳石観察，2010年以前と2013～2017年は基本的に銘柄別漁獲量を年齢組成に変換し，2018年以降は耳石観察により年齢査定した。

**(3)資源量の計算方法**

Pope<sup>10)</sup>の近似式を用いたVPAにより齢期別資源尾数を算出し、下半期初め(7月1日)の資源尾数を年別資源尾数とした。年別資源尾数に、下半期初めの齢期別平均体重(表6)を乗じて年別資源重量を算出した。2004年下半期以降の齢期別平均体重は、年別に生物測定と年齢査定の結果から計算した。2004年上半期以前の齢期別平均体重は、上半期は2005～2010年、下半期は2004～2010年の平均で一定とした。解析に用いたパラメータを表4に、具体的方法を以下に示す。

上半期の2, 4, 6, 8+齢の資源尾数は(2)式を用いて下半期から求めた。下半期の1, 3, 5齢の資源尾数は(3)式で上半期から求めた。下半期の7齢と9+齢はそれぞれ(4)式と(5)式で求めた<sup>11)</sup>。ただし、最近年の下半期の資源尾数については、3, 5, 7, 9+齢は(6)式により求めた。最近年の1齢(2019年級)の資源尾数は、自主制限により漁獲が少なくなる傾向にあり、(6)式から求めることは困難である。そこで、いくつかの加入指標および0歳のFを2017年と等しいとして計算した結果など(表5)を参考にして、加入尾数を4億尾と仮定した。

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

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \cdot e^M + C_{a,y} \cdot e^{M/2} \quad (3)$$

$$N_{7,y} = \frac{C_{7,y}}{C_{7,y} + C_{9+,y}} \cdot N_{8+,y+1} \cdot e^M + C_{7,y} \cdot e^{M/2} \quad (4)$$

$$N_{9+,y} = \frac{C_{9+,y}}{C_{7,y} + C_{9+,y}} \cdot N_{8+,y+1} \cdot e^M + C_{9+,y} \cdot e^{M/2} \quad (5)$$

$$N_{a,2019} = \frac{C_{a,2019}}{1 - e^{-F_{a,2019}}} \cdot e^{M/2} \quad (6)$$

ここで、 $N$ は資源尾数、 $C$ は漁獲尾数、 $M$ と $F$ はそれぞれ半年あたりの自然死亡係数<sup>12)</sup>および漁獲係数、添え字の $a$ と $y$ はそれぞれ齢期と年を表す。

1～8+齢の $F$ は(7)式から求め、9+齢の $F$ は7齢と等しいとした<sup>13)</sup>。

$$F_{a,y} = -\ln \left( 1 - \frac{C_{a,y} \cdot e^{M/2}}{N_{a,y}} \right) \quad (7)$$

最近年下半期の $F$ については、1齢については資源尾数(表5)を(7)式に代入して求めた。最近年の3, 5, 7, 9+齢については、漁獲努力量は低下してきており2015年以降では

低い値で安定していることから、過去3年（2016～2018年）の平均とした。

VPAで求まる齢期別半年あたりの $F$ とは別に、全年齢の通年の $F$ を(8)式により、齢期ごとの資源尾数により加重平均して求めた。

$$F_y = -\ln \left( 1 - \frac{c_y \cdot e^M}{N_{1,y} + N_{2,y} + N_{4,y} + N_{6,y} + N_{8+,y}} \right) \quad (8)$$

上半期および下半期の漁獲割合は、漁獲尾数を資源尾数で除して求めた。通年の漁獲割合は、全年齢の漁獲尾数を、上半期の2, 4, 6, 8+齢および下半期の1齢の資源尾数の合計で除して求めた。

本種の産卵期は下半期の終盤であることから、産卵親魚量は翌年上半期初めの資源尾数などを用いて(9)式で推定した。実際に $y$ 年級が産卵されるのは $y-1$ 年であるが、年をそろえるため、便宜的に、 $y$ 年級の親魚量を $S_y$ とした。

$$S_y = N_{4,y} \cdot w_3 \cdot m_3 + N_{6,y} \cdot w_5 \cdot m_5 + N_{8,y} \cdot w_7 \cdot m_7 + N_{10+,y} \cdot w_{9+} \cdot m_{9+} \quad (9)$$

ここで、 $w$ は産卵期の平均体重、 $m$ は加入尾数によって変化する成熟率<sup>14)</sup>を表す。2005年級以降の平均体重は資源量減少にともなう体サイズの変化がみられることから<sup>14)</sup>、年別に生物測定と年齢査定の結果から計算し、2004年級以前の体重は2005～2010年の平均で一定とした(表6)。 $N_{8,y}$ はVPAの前進計算である(10)式で求めた。ただし、VPAの最初の年である $N_{8+,1985}$ のみ(11)式で求めた。 $N_{10+,y}$ は $N_{8+,y}$ から $N_{8,y}$ を差し引いて求めた。

$$N_{8,y} = N_{7,y-1} \cdot e^{-F_{7,y-1}-M} \quad (10)$$

$$N_{8,1985} = N_{8+,1985} \cdot (1 - e^{-F_{8+,1985}-F_{9+,1985}-2M}) \quad (11)$$

## 文 献

- 1) 高嶋孝寛, 星野 昇, 板谷和彦, 前田圭司, 宮下和士. 耳石断面観察によるホッケ道北群の年齢査定法と年齢-サイズ関係. 日水誌 2013; 79: 383-393.
- 2) Takahiro Takashima, Nozomi Okada, Hiroki Asami, Noboru Hoshino, Osamu Shida, and Kazushi Miyashita. Maturation process and reproductive biology of female Arabesque greenling *Pleurogrammus azonus* in the Sea of Japan, off the west coast of Hokkaido. *Fish. Sci.* 2016; 82: 225-240.
- 3) 星野昇, 坂口健司, 鈴木祐太郎. ホッケの生態に応じたサイズ選択漁獲の可能性と問題点. 月刊海洋 2017; Vol. 49 No. 9: 497-503.
- 4) 石垣富夫, 中道克夫. ホッケの研究(VI)行動, 食性および棲息条件. 北水誌月報 1957;

- 15(1): 4-13.
- 5) 前田圭司, 板谷和彦, 後藤陽子, 鈴木祐太郎, 高嶋孝寛, 浅見大樹, 品田晃良, 田中伸幸, 室岡瑞恵, 城幹昌, 藤岡崇, 岡田のぞみ. ホッケ (道央日本海～オホーツク海海域・道南日本海～道南太平洋海域). 「受託研究 漁業生物の資源・生態調査及び資源管理手法開発試験調査業務 資源管理手法開発試験調査報告書」 地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部, 余市. 2013; 1-77.
  - 6) 高嶋孝寛. ホッケ道北群資源の衰退と今後の展望. 北水試だより 2012; 85: 1-6.
  - 7) 品田晃良, 坂口健司, 鈴木祐太郎. ホッケ (道央日本海～オホーツク海海域・道南日本海～道南太平洋海域). 「受託研究 漁業生物の資源・生態調査及び資源管理手法開発試験調査業務 資源管理手法開発試験調査報告書-9章再生産モデルの構築」 地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部, 余市. 2018; 42-43
  - 8) 高嶋孝寛. ホッケ道北群資源の評価手法構築に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 2016.
  - 9) 星野 昇. 北海道日本海産マダラにおける漁獲物年齢組成の推定方法. 北水試研報 2010; 77: 35-44.
  - 10) Pope, J. G. An Investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis. *Res. Bull. int. Comm. Northw. Atlant. Fish.* 1972; 9: 65-74.
  - 11) 平松一彦. VPAの入門と実際. 水産資源管理談話会報 1999; 20: 9-28.
  - 12) 入江隆彦. 7. ホッケ道北群でのコホート解析. 「水産学シリーズ46 水産資源の解析と評価 その手法と適用例」 石井丈夫 (編), 恒星社厚生閣, 東京. 1983 ; 91-103.
  - 13) 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-」 日本水産資源保護協会, 東京. 2001; 104-128.
  - 14) 坂口健司, 鈴木祐太郎, 秦 安史, 浅見大樹, 高嶋孝寛. 北海道北部海域に分布するホッケの資源量減少にともなう体サイズの変化とその親魚量への影響. 北水試研報 2018; 93: 51-57.

表1 道央日本海～オホーツク海における沖底漁船の隻数

年	網走港		紋別港		枝幸港		稚内港		留萌港		小樽港		計	
	か	オ	か	オ	か	オ	か	オ	か	オ	か	オ	か	オ
1997	8	7	2	3	7	12	3	9	14	37				
1998	8	7	2	3	7	11	3	9	14	36				
1999	3	3	2	2	7	9	3	9	10	28				
2000	3	3	2	1	6	8	3	9	9	26				
2001	3	3	2	1	6	6		9	9	21				
2002	3	3	2	1	4	6		9	7	21				
2003	3	3	2	1	4	6		9	7	21				
2004	3	3	2	1	4	6		9	7	21				
2005	3	2	2	1	2	6		9	4	21				
2006	3	2	2	1	2	6		9	4	21				
2007	3	2	2	1	2	6		9	4	21				
2008	3	2	2	1	2	6		9	4	21				
2009	3	2	2	1	2	6		6	4	18				
2010	3	2	2	1	2	6		6	4	18				
2011	3	2	2	1	1	6		6	3	18				
2012	3	2	2	1	1	6		6→4*	3	18→16*				
2013	3	2	2	1	1	6		4	3	16				
2014	3	2	2	1	1	6→5**		4	3	16→15**				
2015	3	2	2	1	1	5		4	3	15				
2016	3	2	2	1	1	5		4	3	15				
2017	3	2	2	1	1	5		4	3	15				
2018	3	2	2	1	1	5		4	3	15				
2019	3	2	2	1	1	5		4	3	15				

か:かけまわし船, オ:オッターロール船  
 \*:2012年9月から2隻減船, \*\*:2014年11月から1隻減船

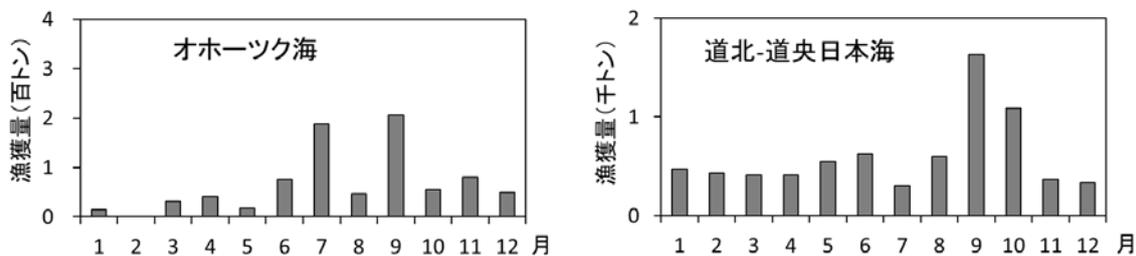


図1 道央日本海～オホーツク海における沖底漁業によるホッケの月別漁獲量 (2015～2019年の平均)

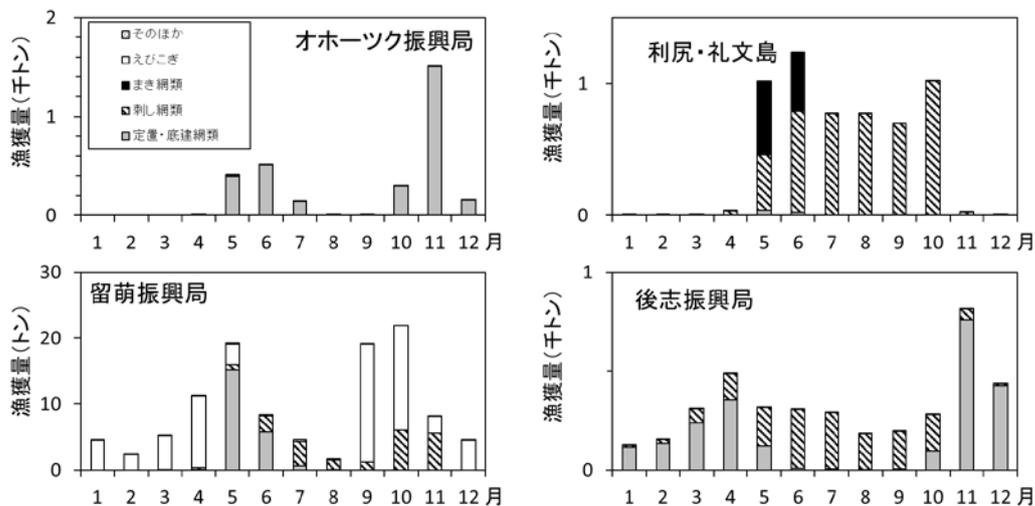


図2 道央日本海～オホーツク海の沿岸漁業によるホッケの月別漁業種類別の漁獲量 (2015～2019年の平均)

表2 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの漁獲量(トン)

年	沖合底びき網漁業			沿岸漁業						合計	
	オホーツク海	道北-道央 日本海	小計	オホーツク	利尻・ 礼文島	その他 宗谷	留萌	石狩	後志		小計
1985	10,814	7,571	18,384	3,349	6,212	126	307	2	5,780	15,777	34,161
1986	17,563	12,090	29,654	7,376	4,352	559	335	0	3,462	16,083	45,737
1987	20,457	20,452	40,909	6,695	8,098	416	372	5	3,025	18,612	59,521
1988	17,909	23,366	41,275	7,034	8,607	484	608	8	7,715	24,455	65,730
1989	24,887	25,105	49,992	5,080	6,635	307	798	18	5,832	18,670	68,661
1990	22,734	52,984	75,719	5,499	9,049	201	528	10	5,564	20,850	96,569
1991	18,846	48,505	67,351	3,840	14,055	75	312	6	5,120	23,408	90,758
1992	4,749	35,041	39,790	5,399	10,929	100	729	40	9,485	26,682	66,472
1993	23,389	52,199	75,588	7,574	11,049	187	742	17	6,670	26,238	101,827
1994	16,865	77,369	94,234	5,751	10,784	80	727	4	7,902	25,249	119,483
1995	10,478	108,187	118,665	8,837	12,050	351	902	1	8,177	30,318	148,983
1996	25,391	81,310	106,701	12,380	12,975	215	648	10	11,533	37,763	144,464
1997	23,657	106,621	130,277	12,006	9,883	202	511	4	16,980	39,587	169,864
1998	42,930	124,626	167,556	13,020	10,773	66	616	3	13,051	37,530	205,086
1999	15,788	88,431	104,219	10,034	6,310	512	327	6	11,982	29,171	133,390
2000	22,985	86,252	109,237	10,033	6,638	93	397	25	10,189	27,374	136,611
2001	14,249	84,316	98,565	5,601	8,287	107	333	17	16,147	30,492	129,057
2002	17,771	67,281	85,053	13,480	8,533	465	304	28	13,969	36,780	121,833
2003	23,492	73,981	97,473	12,032	10,416	590	347	29	19,602	43,017	140,491
2004	41,205	84,405	125,610	10,787	5,447	263	343	17	8,757	25,614	151,225
2005	18,688	79,775	98,463	8,565	6,886	182	212	9	7,477	23,330	121,794
2006	12,557	55,560	68,117	10,407	6,550	355	261	6	12,923	30,502	98,620
2007	18,657	83,530	102,187	5,125	6,509	135	234	4	11,055	23,063	125,250
2008	26,803	85,689	112,492	10,272	5,683	488	340	6	17,966	34,754	147,246
2009	10,532	60,094	70,626	7,669	4,913	415	354	22	12,318	25,690	96,316
2010	4,515	39,717	44,231	5,249	6,173	64	471	26	10,861	22,844	67,075
2011	8,171	28,281	36,452	2,964	5,853	77	497	19	7,221	16,631	53,083
2012	7,859	29,391	37,250	11,105	6,360	352	435	3	6,463	24,717	61,967
2013	3,664	28,413	32,077	3,294	5,886	66	199	2	4,771	14,219	46,296
2014	504	15,317	15,820	1,259	3,806	4	223	1	4,675	9,968	25,789
2015	160	8,252	8,411	436	3,717	2	54	1	2,998	7,207	15,618
2016	149	6,364	6,513	230	5,281	5	64	0	3,657	9,238	15,752
2017	760	4,047	4,806	4,202	5,096	502	72	0	2,096	11,969	16,775
2018	2,288	10,467	12,755	3,713	6,296	7	131	0	4,169	14,316	27,071
2019	661	7,043	7,704	6,569	7,466	794	234	1	6,554	21,619	29,323

資料A:「北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報」(北水研):試験操業含む

資料B:「漁業生産高報告」(北海道水産林務部)

オホーツク海:資料A,オホーツク沿岸(旧:オホーツク)の計

道北-道央日本海:資料A,北海道日本海(旧:道西)の計

オホーツク:資料B,沖合底びき網漁業と遠洋底びき網漁業を除くオホーツク振興局管内

利尻・礼文:資料B,利尻島および礼文島

その他宗谷:資料B,沖合底びき網漁業と利尻島および礼文島を除く宗谷振興局管内

留萌:資料B,沖合底びき網漁業を除く留萌振興局管内

石狩:資料B,沖合底びき網漁業を除く石狩振興局管内

後志:資料B,沖合底びき網漁業を除く後志振興局管内(北緯43度40分以北での操業を含む)

注)2019年の沿岸漁業は水試集計速報値

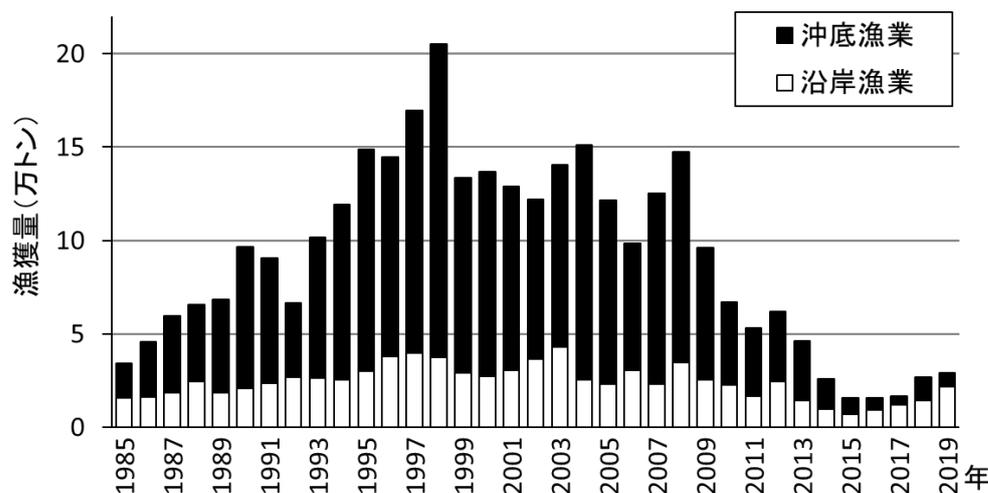


図3 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの漁獲量

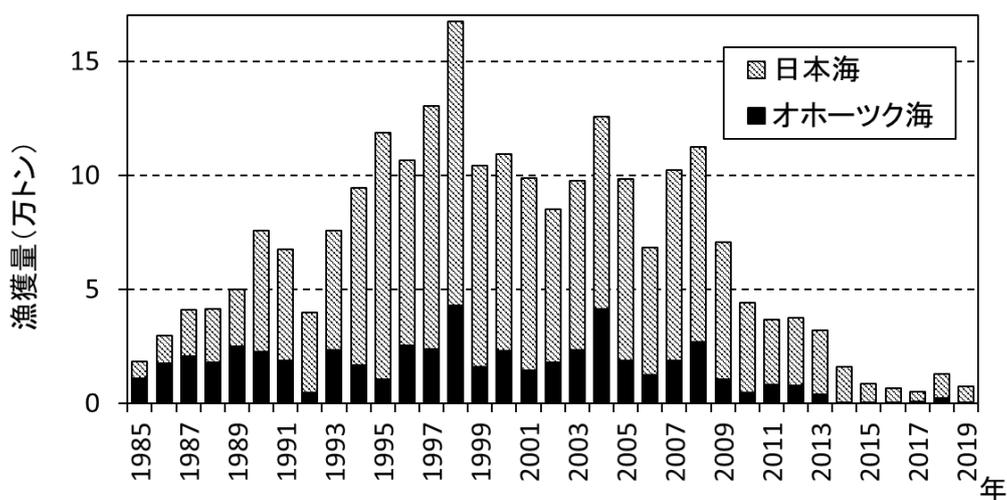


図4 道央日本海～オホーツク海における沖底漁業によるホッケの漁獲量

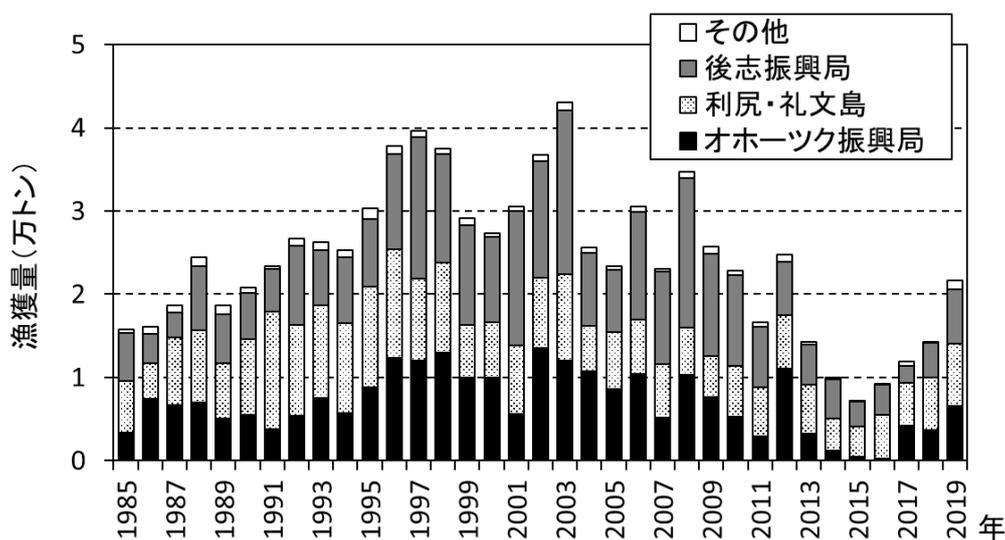


図5 道央日本海～オホーツク海における沿岸漁業によるホッケの漁獲量

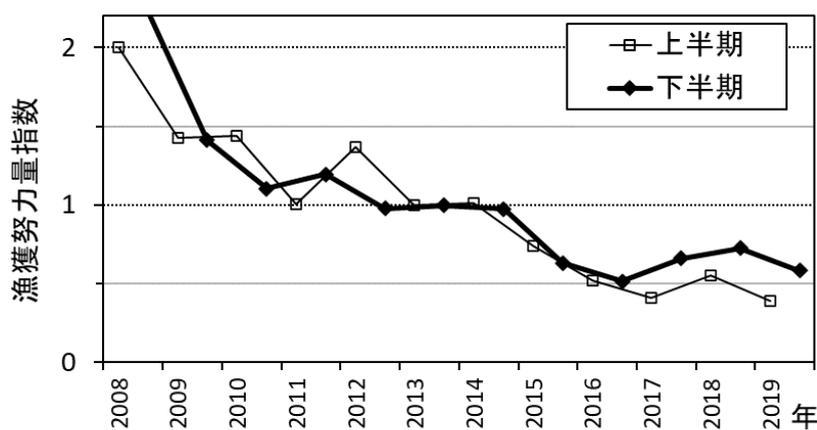


図6 道央日本海～オホーツク海におけるホッケを対象とした漁獲努力量指数

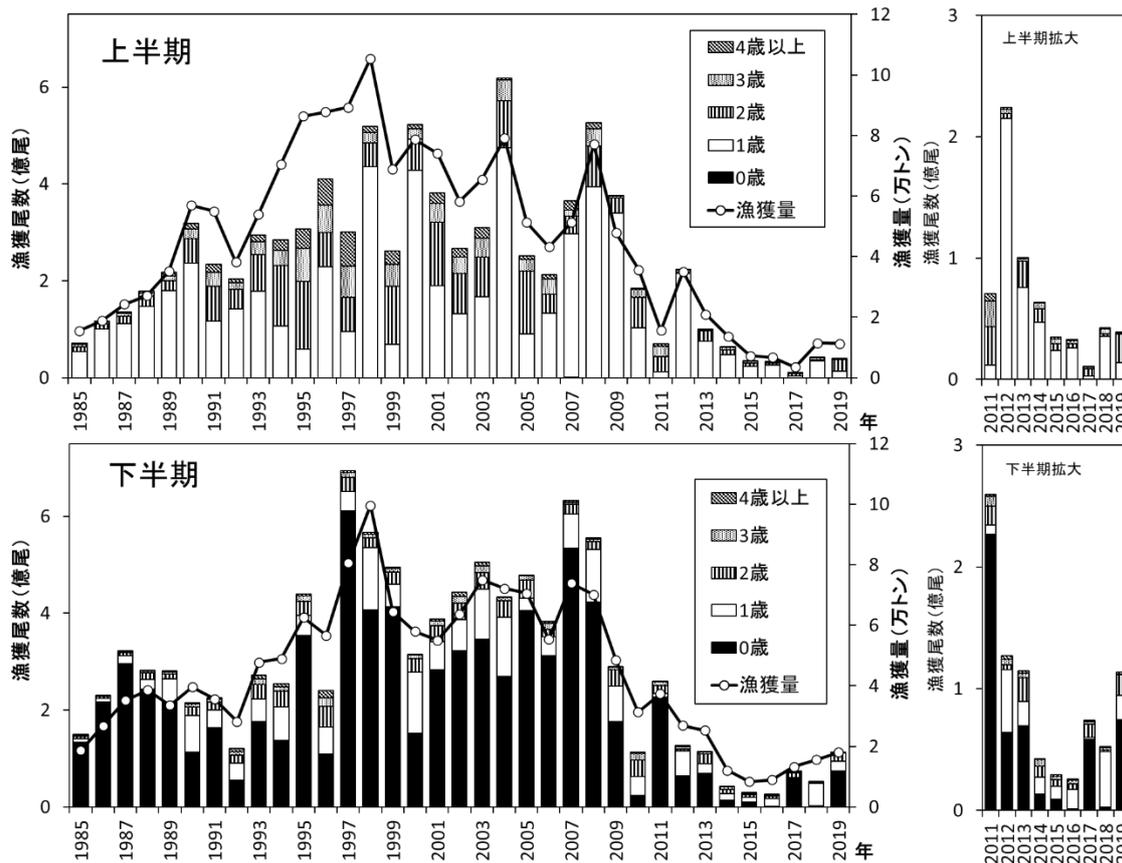


図7 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの年齢別漁獲尾数（上半期:1～6月, 下半期:7～12月）  
（右図は2011年以降の拡大表示）

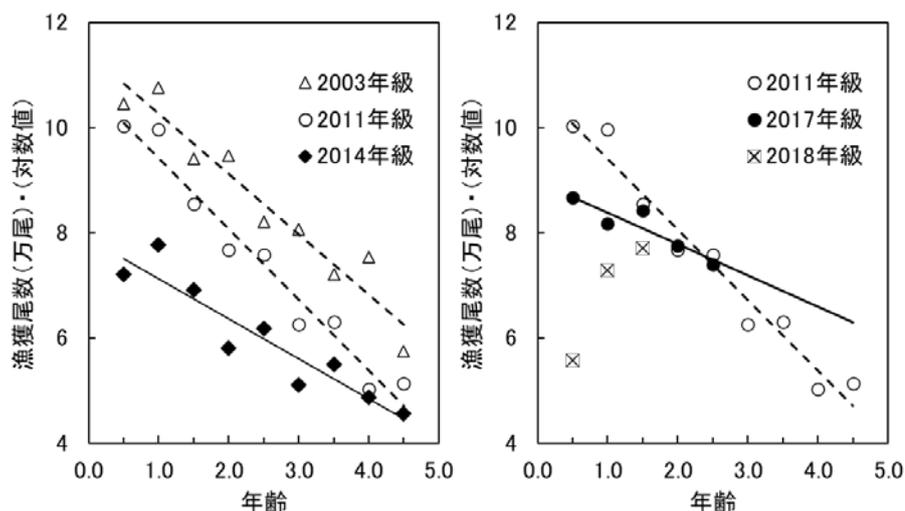


図8 年級別の漁獲尾数の推移  
左:2003, 2011年級と2014年級との比較  
右:2011年級と直近の2017, 2018年級との比較

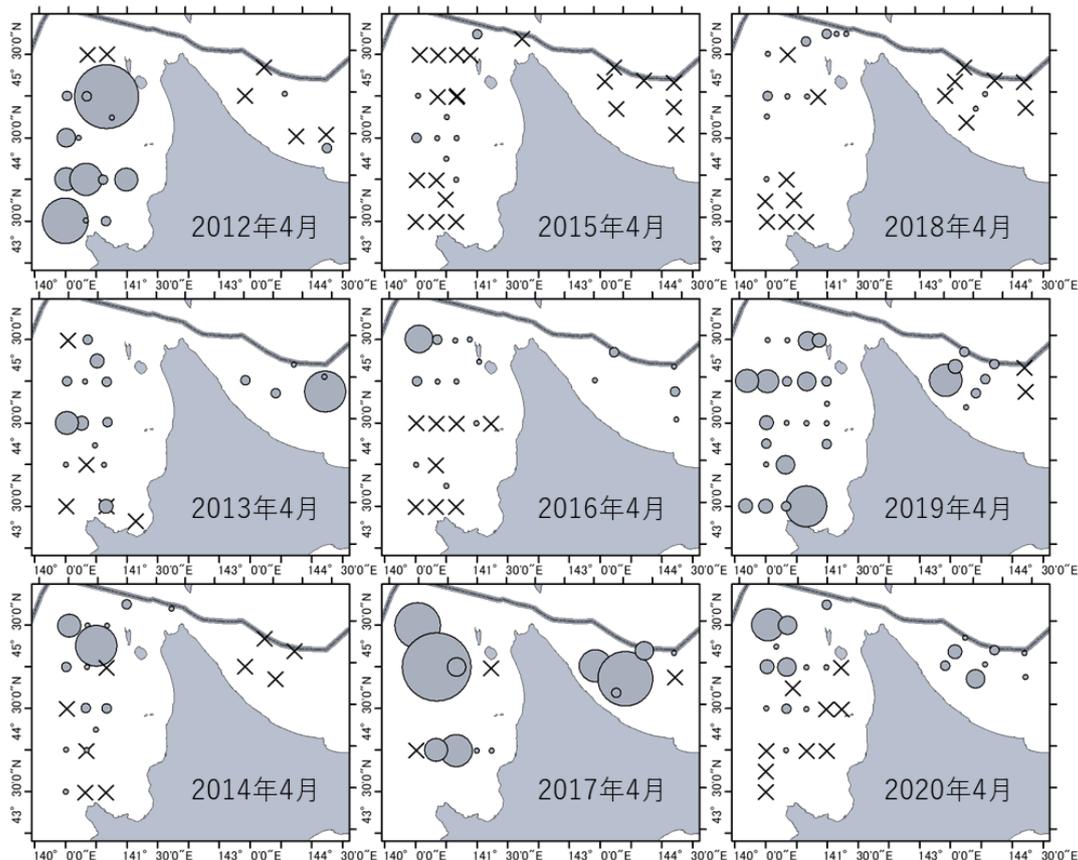


図9 4月の日本海～オホーツク海で試験調査船北洋丸のマル稚ネットによるホッケ稚魚の採集結果

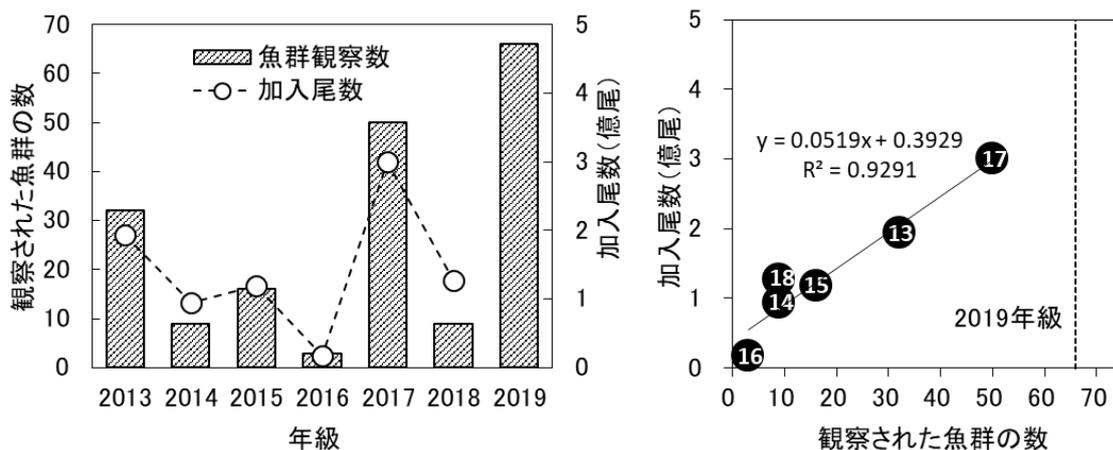


図10 11月の宗谷海峡西の稚内ノース場で調査船北洋丸の計量魚探調査により観察された0歳のホッケ魚群の数と加入尾数の関係(右図の関係式から、2019年級の加入尾数は3.8億尾と予測される)

※右図の白抜き数字は年級の下2桁、点線は2019年の魚群数(66個)を示す

計量魚探調査の詳細は下記参照

<http://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/wakkanai/section/zoushoku/f1hig4000000h4n.html>

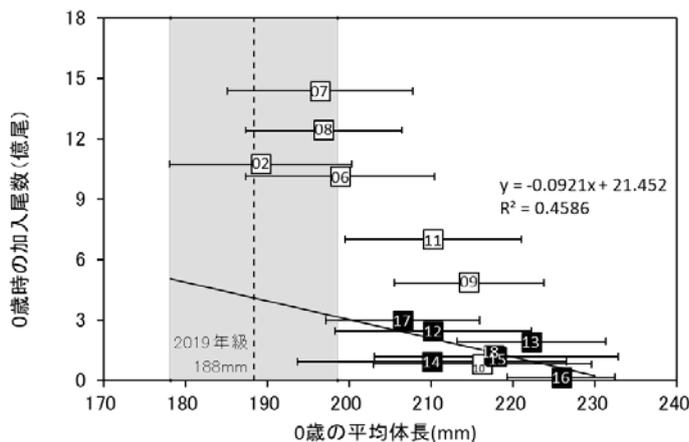


図 11 図 10 と同じ調査においてトロールで採集された 0 歳のホッケの平均体長と加入尾数の関係 (2012 年以降の関係式から、2019 年級の加入尾数は 4.1 億尾と予測される)  
 ※数字は年級の下 2 桁、点線は 2019 年の平均体長(188mm)を示す  
 ※※2012 年級以降を白抜き数字とした

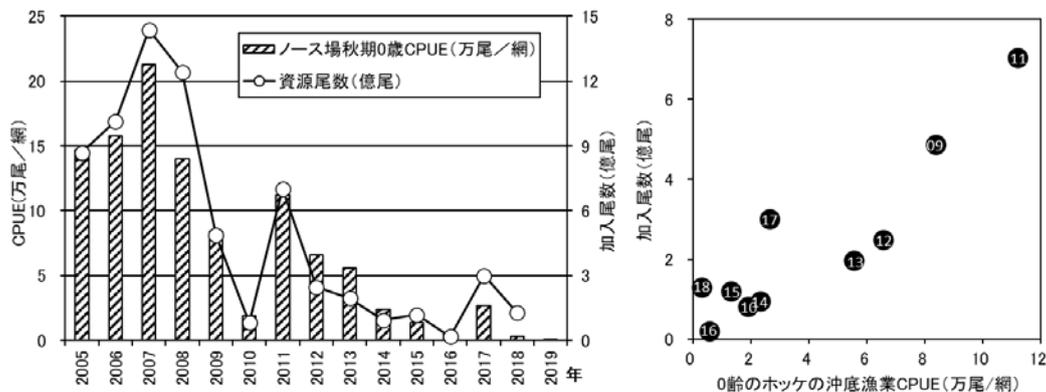


図 12 稚内ノース場における沖底漁業(かけまわし)によるホッケ 0 歳の専獲 CPUE と加入尾数の関係  
 ※右図の白抜き数字は年級の下 2 桁(2009 年以降を表示), 2019 年の CPUE は 0.003 万尾/網

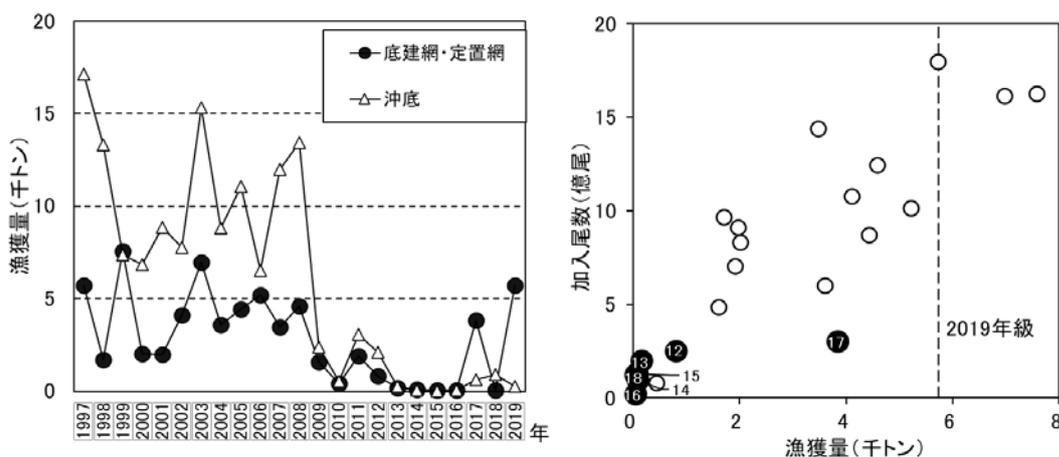


図 13 秋季(9～12 月)のオホーツク海における沖底漁業と底建網の漁獲量の推移(左図)および底建網による漁獲量と加入尾数との関係(右図)  
 ※右図の白抜き数字は年級の下 2 桁(2012 年以降), 点線は 2019 年の漁獲量(5,738 トン)を示す

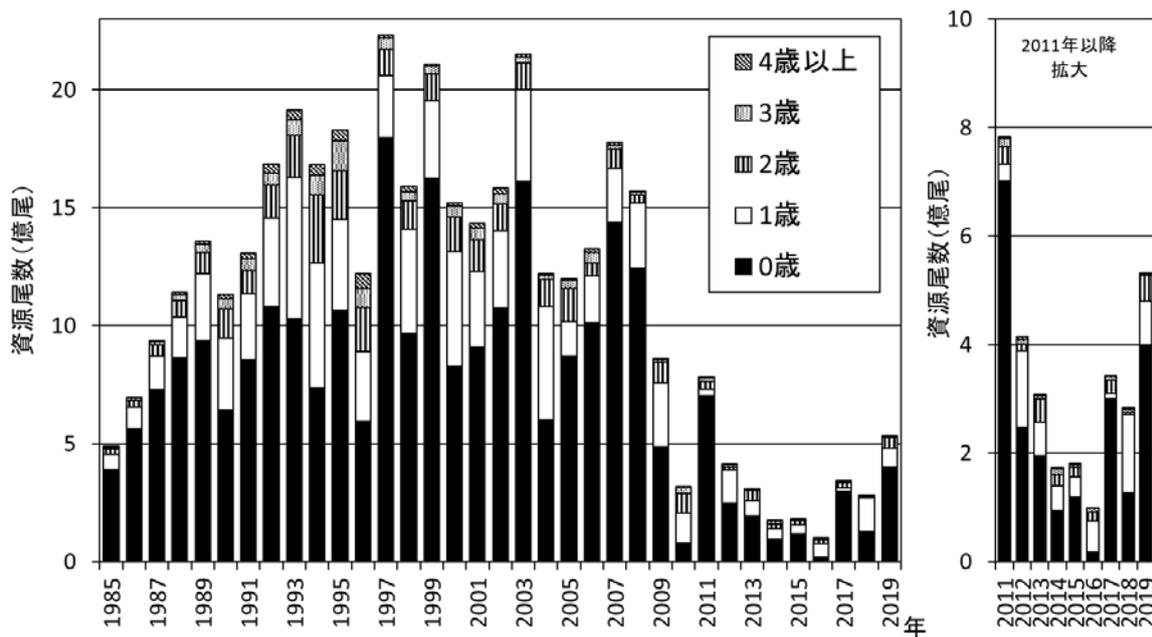


図 14 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの資源尾数(下半期初め:7月初め)  
(右図は 2011 年以降の拡大表示)

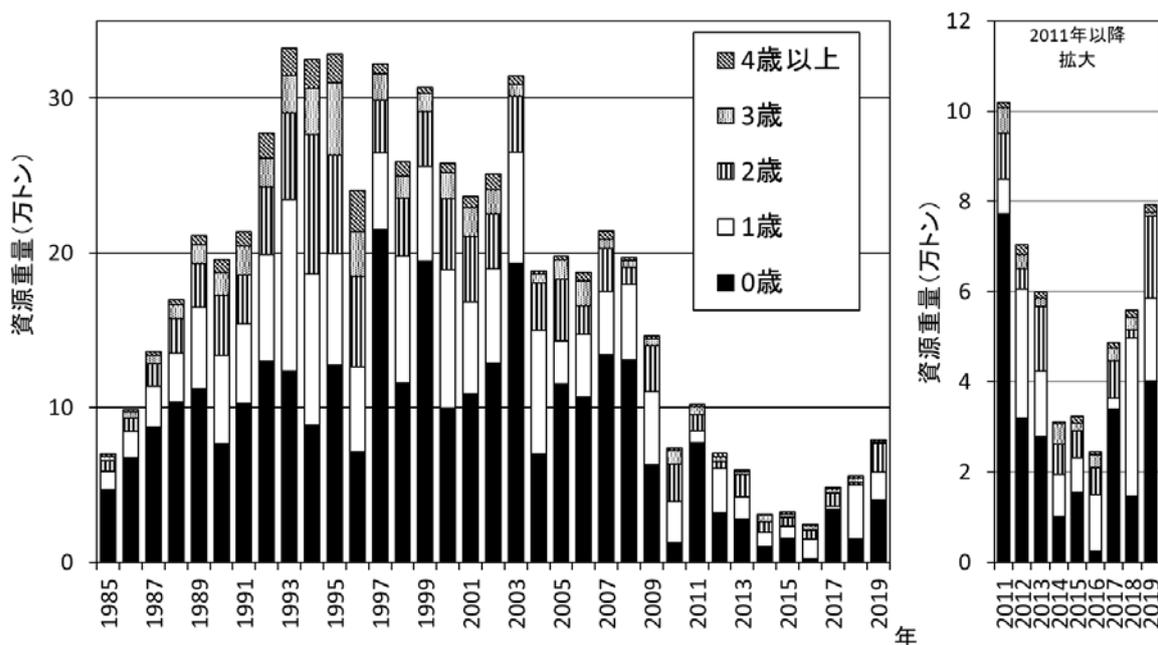


図 15 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの資源重量(下半期初め:7月初め)  
(右図は 2011 年以降の拡大表示)

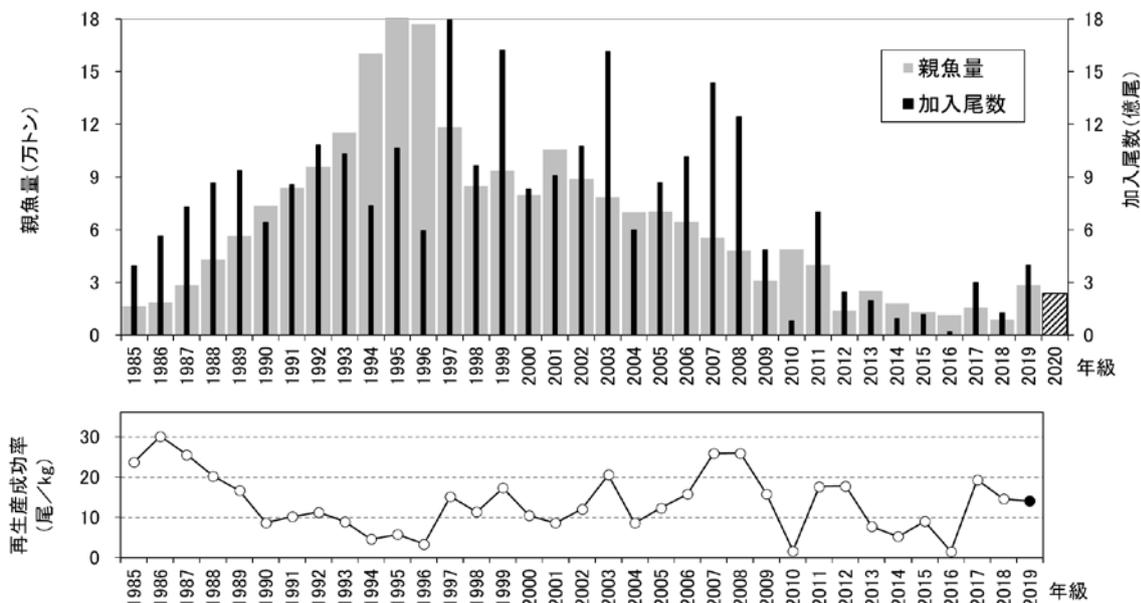


図 16 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの親魚量と加入尾数(上)および再生産成功率(RPS, 下)の経年変化(親魚量は各年級を産んだ親の重量, 加入尾数は 0 歳の資源尾数, 再生産成功率(RPS)は「加入尾数÷親魚量とした」)。2020 年は VPA 前進計算値。

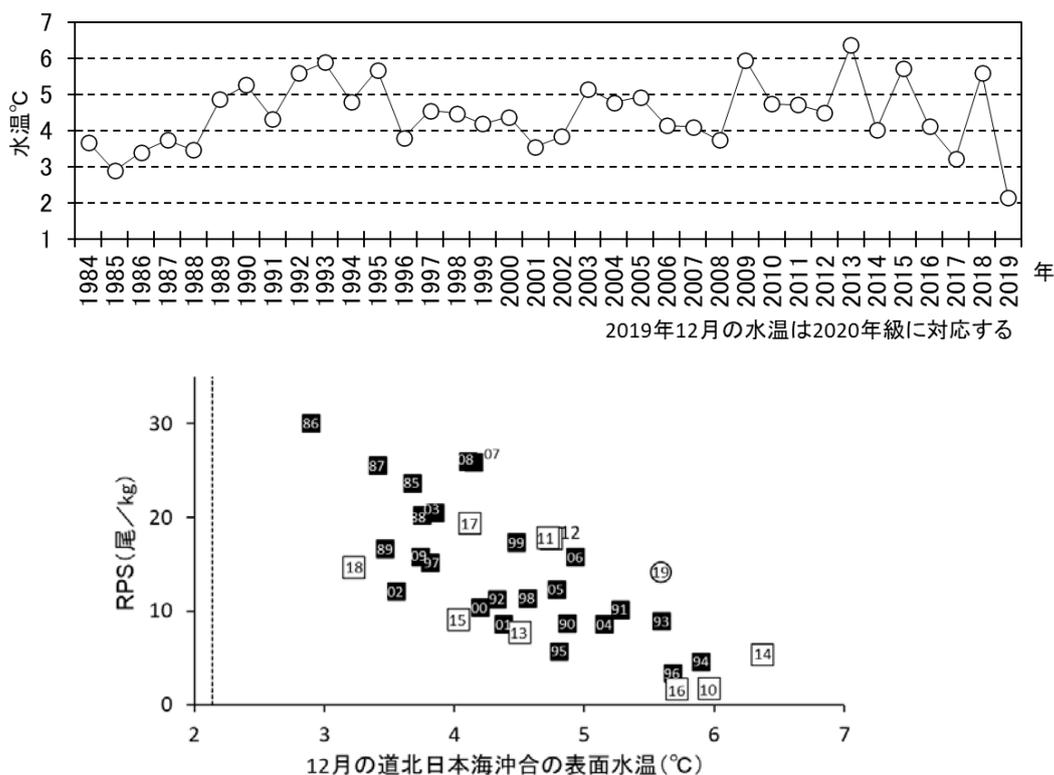


図 17 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの産卵期にあたる 12 月の表面水温の推移(上), および水温と RPS との関係(下)

※全世界海洋情報サービスシステムから入手した北緯 44-45°, 東経 137-138° の 12 月の表面水温  
 下図の数字は RPS の年級の下 2 桁, 点線は 2020 年級の RPS に対応する 2019 年の水温(2.14°C)を示す  
 凡例は 2009 年級まで■, 2010 年級以降を□とした。加入量を仮定値とした 2019 年級は①とした

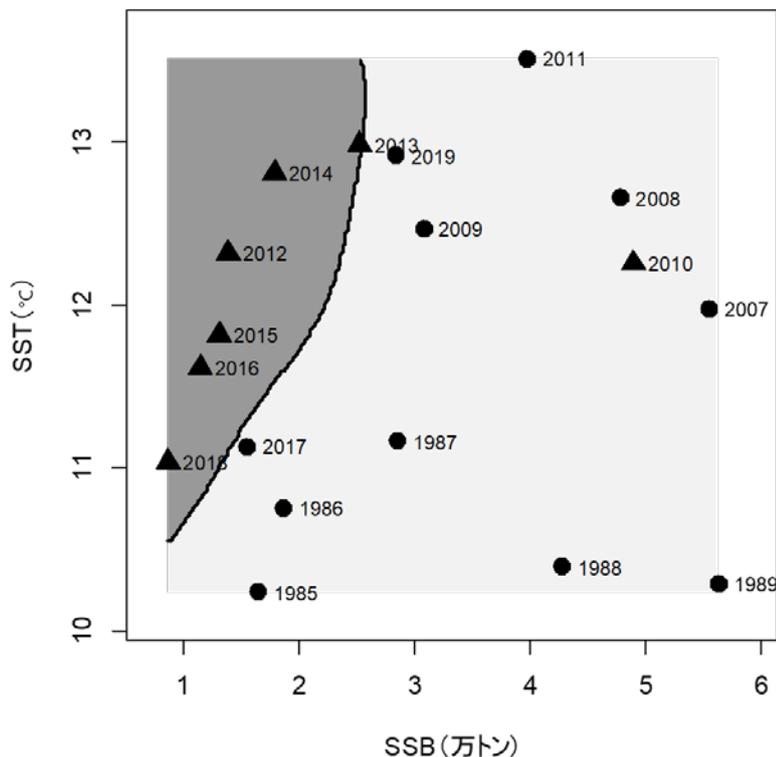


図 18 サポートベクターマシンによる「加入量が少ない年級」を推定する分類器によるホッケの産卵親魚量(万トン)と表面水温(°C)から分類した結果(加入量は2.5億尾を基準に年級を区別した)  
 濃いグレーで示した範囲は加入量が少なくなる範囲, ▲加入量が少ない年級, ●加入量が少なくない年級(品田ら, 2018<sup>8)</sup>について2019年級までのデータを用いて改変, 2020年級は親魚量2.4万トン, 水温11.5°C)  
 ※表面水温は, 気象庁HPの日別沿岸表面水温データから宗谷, 留萌北部, 南部の10~12月を用いた

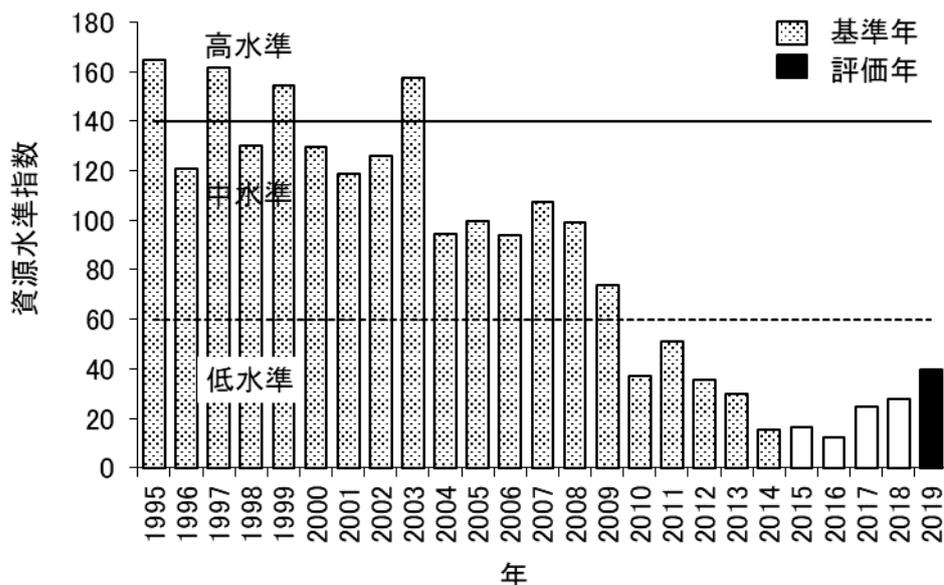


図 19 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの資源水準指数 (資源状態を示す指標: 資源重量)

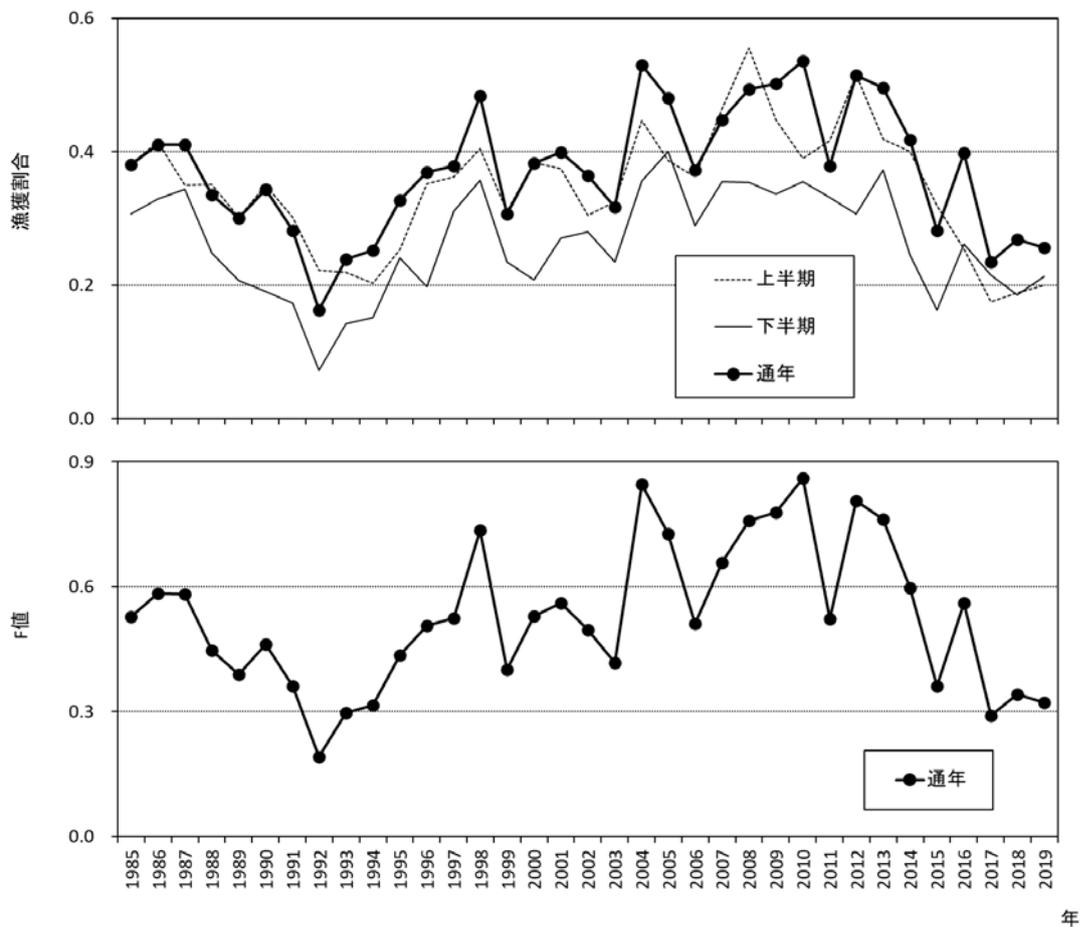


図 20 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの漁獲割合(漁獲尾数÷資源尾数, 上) および全年齢の通年の漁獲係数  $F_t$  (下)の経年変化 ( $F_t$ は資源尾数による加重平均値)

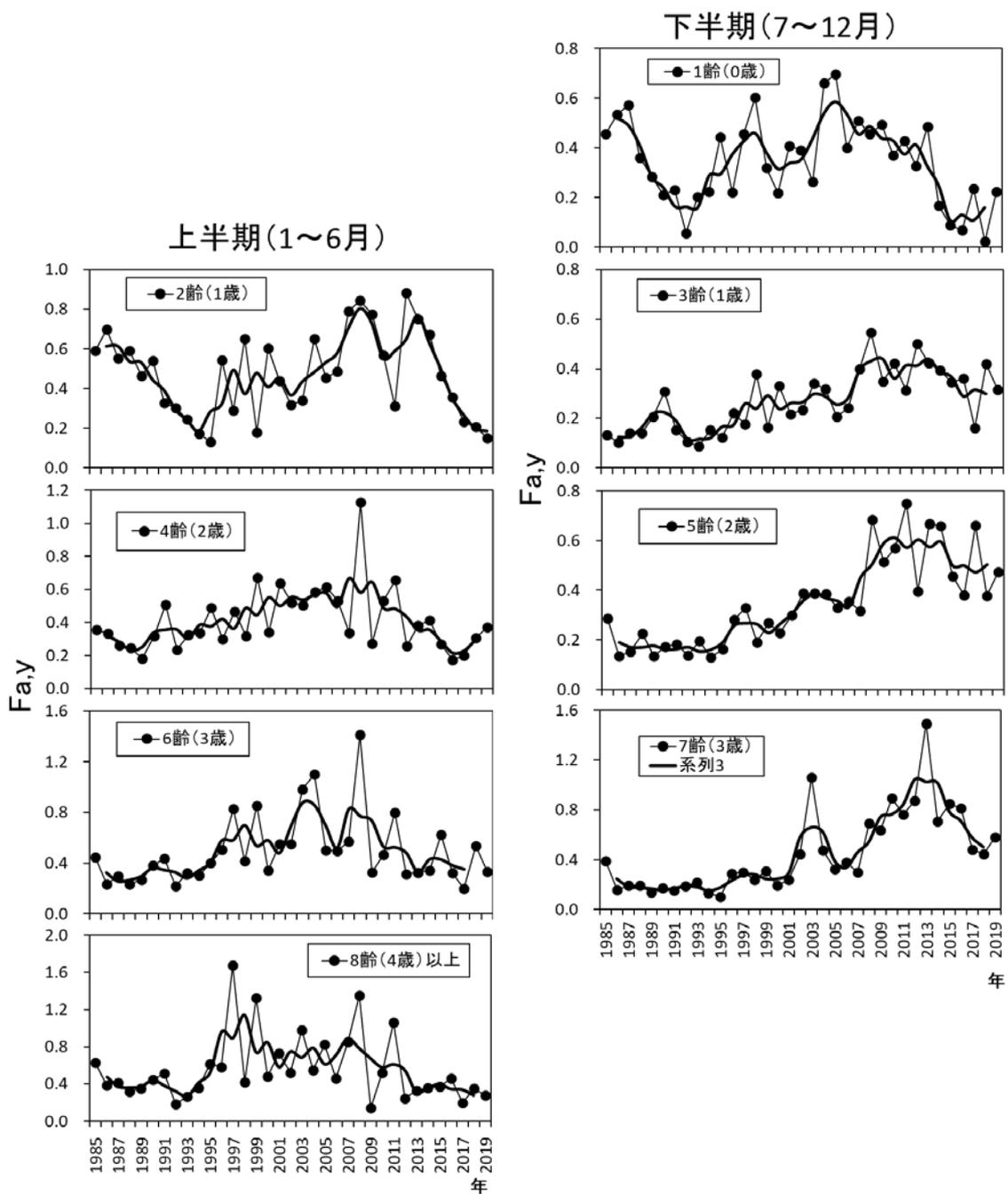


図 21 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの年齢別半期別の漁獲係数 ( $F_{a,y}$ )  
 (2019 年の下半期の 0 歳は資源尾数 4 億尾としたときの値, 1～3 歳は過去 3 年の平均値)

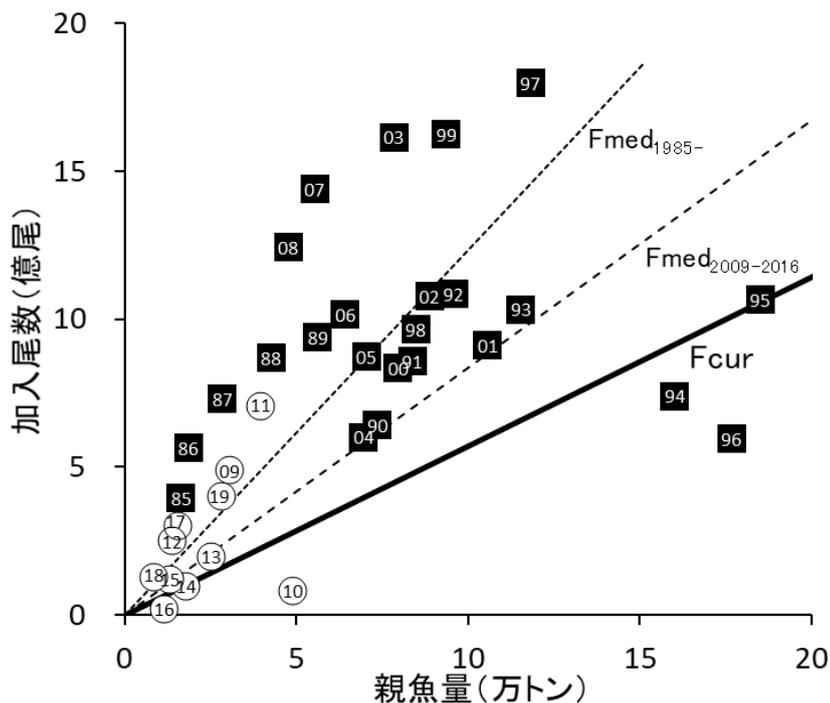


図 22 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの再生産関係

※数字は年級の下 2 桁を示す。

※ $F_{med_{1985-}}$ ,  $F_{med_{2009-2016}}$  は表 4 参照。

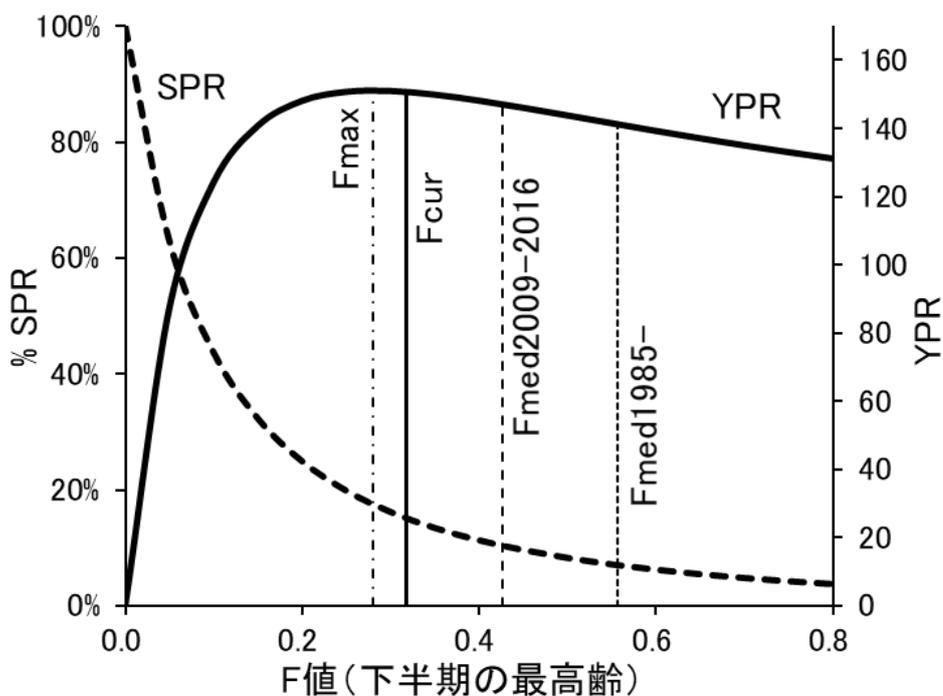


図 23 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの SPR 曲線および YPR 曲線

※ $F_{max}$  などは表 4 参照。

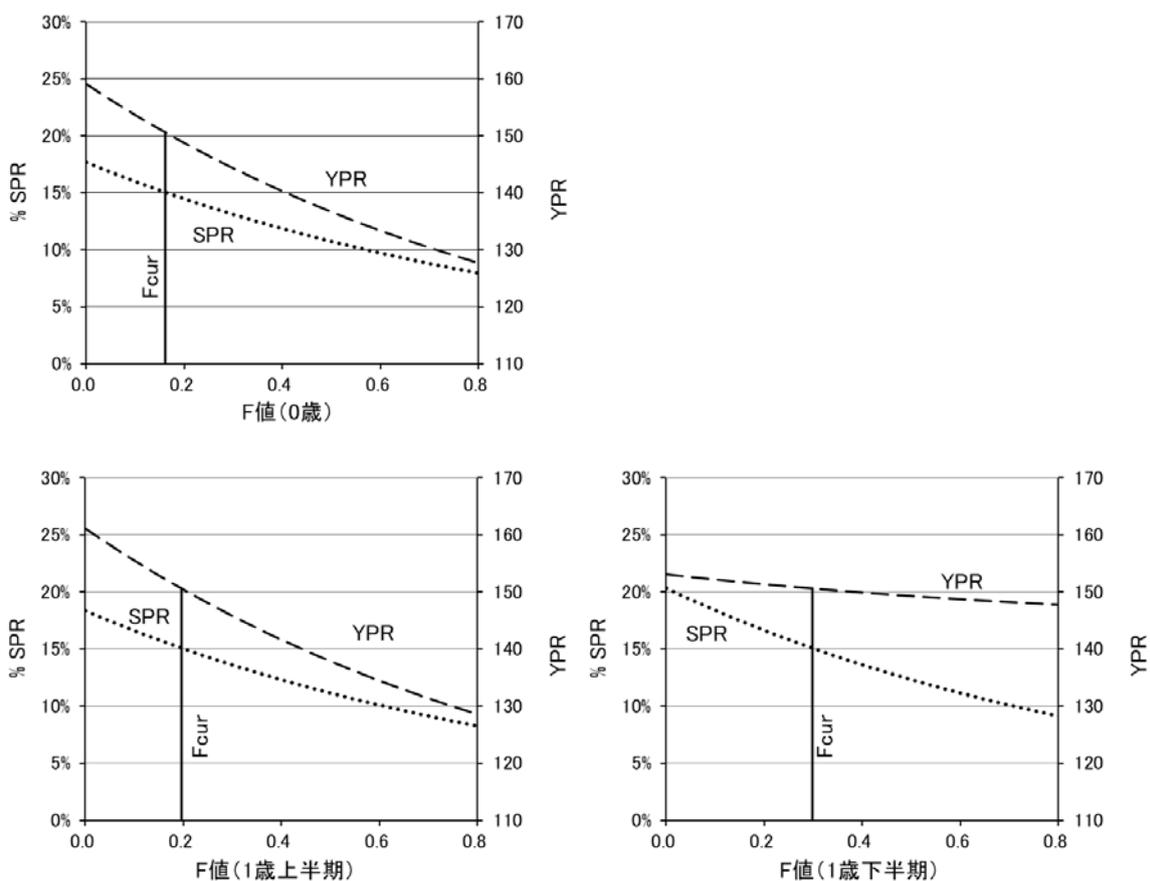


図 24 小型若齢魚の  $F$ のみを変化させたときの YPR と%SPR の変化

※上:0 歳の  $F$ のみ変化させた場合

※下:1 歳各期の  $F$ のみ変化させた場合

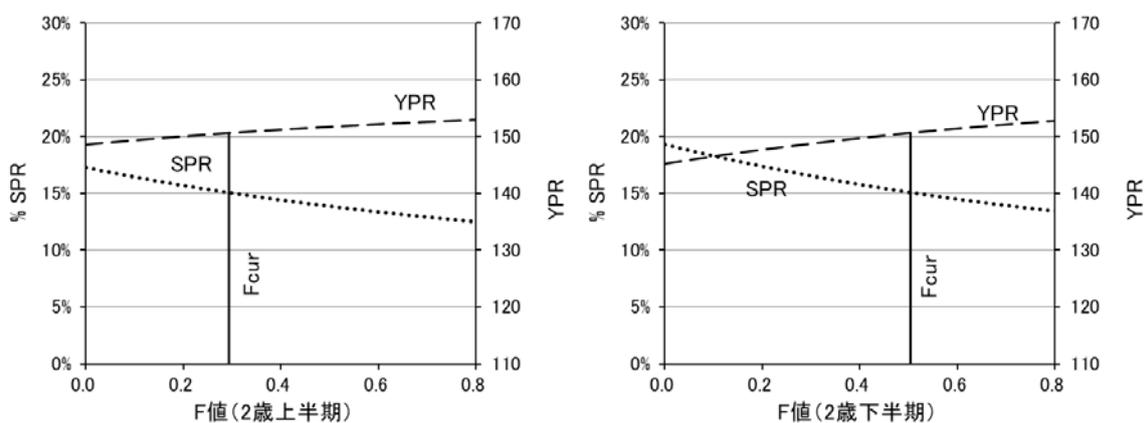


図 25 大型高齢魚の  $F$ のみを変化させたときの YPR と%SPR の変化

※左:2 歳上半期の  $F$ のみ変化させた場合, 右:2 歳下半期の  $F$ のみ変化させた場合

※変化させない  $F$ は  $F_{cur}$ に固定

表3 加入尾数の指標と各指標, 各資源計算から求めた2019年級の加入尾数

加入尾数の指標	年級ごとの指標値									各指標から求めた加入尾数(億尾)*
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
稚内ノース場魚探調査における魚群の観察数(図10)	-	-	32	9	16	3	50	9	66	3.8
稚内ノース場トロール調査における0歳魚の平均体長(図11)	210	210	222	210	218	226	207	218	188	4.1 **
稚内ノース場における沖底漁業CPUE(図12)	11.2	6.6	5.6	2.4	1.3	0.6	2.7	0.3	0.003	0.002
オホーツク管内の定置・底建網類によるホッケの漁獲量(図13)	1,916	818	178	107	62	60	3,848	81	5,738	4.2
資源計算による方法										SSBとRPSとの積、VPAから求めた加入尾数(億尾)
SSB×RPS(水温依存のRPS:7.0尾/kg)										2.0
SSB×RPS(2011, 2012, 2017平均値:18.2尾/kg)										5.2
Fを直近の3年平均 F値0.108										7.3
Fを2017年級に等しい F値0.236										3.8
Fを2017年級の F値×0.8 F値0.189										4.7
VPAによる資源尾数(加入尾数:億尾)	7.0	2.5	1.9	0.9	1.2	0.2	3.0	1.3	-	-
*各指標と加入尾数との関係から求めた値										
**2012年以降の関係から求めた値										

表4 VPAの計算における齢期の設定

満年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4+歳(4, 5, 6...歳)
齢期 上半期(1~6月)	-	2歳	4歳	6歳	8+歳(8, 10, 12...歳)
下半期(7~12月)	1歳	3歳	5歳	7歳	9+歳(9, 11, 13...歳)

表5 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの資源解析に用いた特性値

項目	説明
自然死亡係数(M)	半年あたり0.1475, 1年あたり0.295 <sup>9)</sup> の半分
漁獲係数(F)	半年あたりで示す。ただし、図20の通年のFのみ1年あたりで示す
新規加入尾数	2019年級の加入尾数は4億尾と仮定した
成熟率	0歳:0.0, 1歳:加入尾数8億尾未満の年級は0.98, 8億尾以上の年級は0.75, 2歳以上:1.0 <sup>15)</sup>
性比	全年齢で1:1
SPRおよびYPR	最近3年(2017~19年)平均の年齢別F <sub>a</sub> から求めた選択率を用いて, 1~40歳(20歳の上半期)までVPAの前進計算。体重も最近3年平均を使用
F <sub>cur</sub>	現状のF。全年齢通年のF <sub>v</sub> 値の平均値(2017~2019年)とする
F <sub>med1985-</sub>	1985~2019年級のRPS中央値の逆数に対応するSPRを維持するF
F <sub>med2009-</sub>	2009~2016年級のRPS中央値の逆数に対応するSPRを維持するF
F <sub>max</sub>	YPRを最大にするF

表6 道央日本海～オホーツク海におけるホッケの資源解析に用いた平均体重

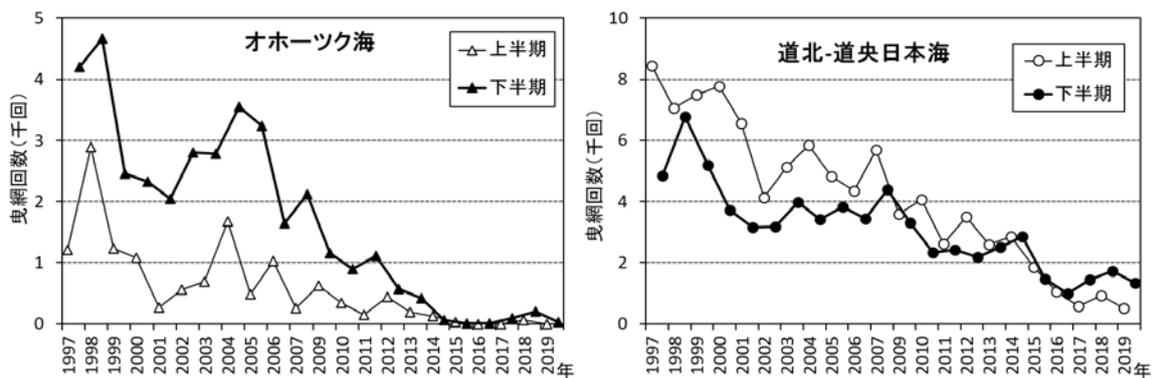
資源重量計算用体重(g)*						親魚量計算用体重(g)**				
年	1齡	3齡	5齡	7齡	9+齡	産卵した年***	3齡	5齡	7齡	9+齡
1985-2003	120	186	310	368	416	1985-2003	249	339	407	478
2004	117	166	269	300	354	2004	210	276	320	407
2005	132	190	282	372	466	2005	278	302	384	503
2006	105	204	353	354	396	2006	284	385	408	466
2007	93	178	336	395	409	2007	219	344	442	466
2008	105	175	309	402	459	2008	215	346	451	475
2009	129	176	330	411	430	2009	236	355	445	541
2010	156	214	292	344	396	2010	301	361	401	487
2011	110	256	321	356	394	2011	311	374	421	495
2012	129	202	350	397	419	2012	283	364	451	474
2013	143	231	330	411	459	2013	286	381	438	531
2014	108	207	326	389	481	2014	293	352	437	566
2015	130	208	347	390	461	2015	292	388	463	507
2016	138	220	365	458	531	2016	297	424	499	559
2017	113	228	348	417	537	2017	317	388	460	582
2018	115	244	396	475	567	2018	310	432	518	588
2019	101	229	377	470	536	2019	261	373	491	508

※1985-2003年は2004-2010年の平均とした。

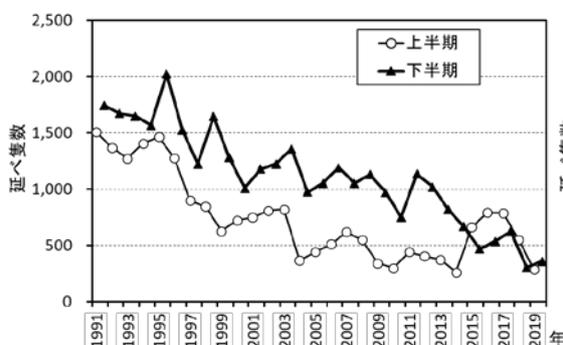
\* 1齡は7～12月，3齡以上は4～9月の平均体重。

\*\* 9～12月の平均体重。

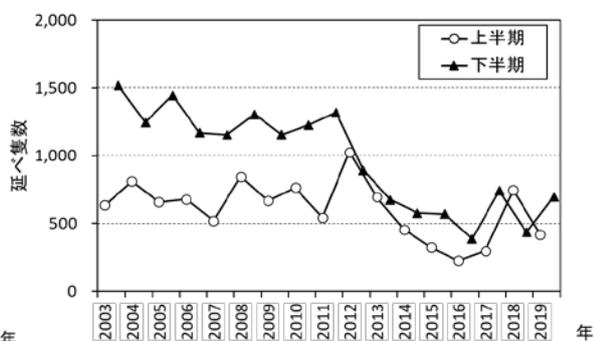
\*\*\* 産卵した年の翌年が，産まれた子の年級になる。



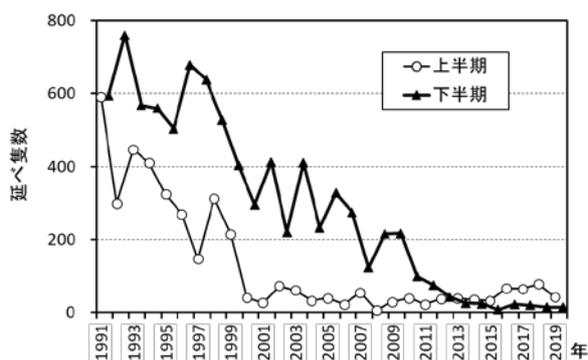
付図1 沖底漁業(かけまわし)による専獲曳網回数(左:オホーツク海, 右:道北-道央日本海)  
 ※専獲曳網回数:各船においてホッケの漁獲量が50%以上を占めた日の曳網回数。



付図2 ホッケを対象とした日本海の代表地区における刺し網の延べ出漁隻数の推移



付図3 ホッケを対象としたオホーツク海の代表地区における底建網の延べ出漁隻数



付図4 ホッケを対象とした日本海の代表地区における底建網の延べ出漁隻数の推移