

平成29（2017）年度ホッケ道北系群の資源評価

責任担当水研：北海道区水産研究所（森田晶子、山下夕帆、濱津友紀、山下紀生）

参画機関：北海道立総合研究機構稚内水産試験場、北海道立総合研究機構中央水産試験場、北海道立総合研究機構網走水産試験場

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した。本系群の資源量は 1985～1995 年に 100 千～470 千トンと増加傾向を示したのち、2008 年まで 260 千～450 千トンで推移した。その後は減少傾向が続き、2010 年以降は 130 千トンを下回り、2016 年は 25 千トンに減少した。親魚量は 1998～2005 年は 100 千トン前後で推移したが、その後減少し、2016 年は 9 千トンと過去最低になった。近年の急激な資源量の減少は、2010 年に最低の加入量となって以降、親魚量がさらに減少したことが影響していると考えられる。資源の回復措置をとる閾値である B_{limit} は再生産関係から親魚量 64 千トンとした。2016 年の親魚量は 9 千トンと B_{limit} を大幅に下回っており、水準は低位と判断した。資源動向は過去 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から減少と判断した。

本系群は、これまで関係者によって資源回復に向けた取り組みが行われているものの、依然として資源状況は悪く、回復には至っていない。近年の資源状況の悪化には漁獲だけでなく、産卵および加入に対する環境要因の影響も関係していると考えられる。現状の漁獲圧を継続した場合、さらなる資源量の減少が予想されるため、10 年間で B_{limit} に回復させる F 値を F_{limit} とし、平成 29 年度 ABC 算定のための基本規則 1-1)-(2)に従い 2018 年 ABC を算定した。2016 年の資源量（25 千トン）は過去の資源量の中央値の 10%以下と非常に低い水準である。現状の資源状態を踏まえ、資源の確実な回復に向けてより効果的な資源管理に早急に着手すべきである。

管理基準	Target / Limit	2018年ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
Frec10yr	Target	0	0	0 (－100%)
	Limit	3	24	0.33 (－71%)

$Limit$ は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。 $Target$ は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の回復が期待される漁獲量である。平成 29 年度 ABC 算定規則に則り $F_{target} = \alpha F_{limit}$ として ABC_{target} を算定した（ α は資源の状況や特性などに応じて決定する安全率）。本系群の資源は著しく減少しており、国際機関等で適用されている基準に照らしても、禁漁レベルを大きく下回る水準と判断され（補足資料 3）たことから、より安定的・効果的な資源回復を図るため α を 0 とした。親魚量を 10 年後に B_{limit} の 64 千トンに回復する $Frec10yr$ を管理基準とした。2016 年親魚量は 9 千トン。漁獲割合は、2018 年の漁獲量÷資源量であ

る。F 値は各年齢の平均である。F_{current} は 2014～2016 年の F の平均値 1.03 である。

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2013	88	26	46	1.27	53
2014	52	19	26	0.92	50
2015	35	13	16	0.99	44
2016	25	9	16	1.17	63
2017	13	6	5	1.03	40
2018	11	2	—	—	—

2017、2018 年の値は将来予測に基づいた推定値である。F は各年齢の平均値。

水準：低位 動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別漁獲尾数	月別体長組成調査（水研、北海道） 年別・年齢別漁獲尾数（北海道）
漁獲量	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 主要港漁業種類別水揚げ量（北海道） 北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）
資源量指標値	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）*
自然死亡係数（M）	年あたり 0.295 を仮定（入江 1983）
漁獲努力量	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 主要港漁業種類別水揚げ量（北海道）

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

1. まえがき

本系群は、北海道北部海域における沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）の主要漁獲対象資源の一つであるとともに、刺し網漁業（以下、「刺し網」という）、底建網漁業（以下、「底建網」という）、定置網漁業（以下、「定置網」という）などの沿岸漁業によっても漁獲される。

2. 生態

(1) 分布・回遊

主分布域は、積丹半島付近より北側の北海道日本海側、サハリン南西岸、およびオホーツク海沿岸である（図 1、ホッケ研究グループ 1983）。稚魚・幼魚期に、日本海中央水域からサハリン沿岸や、オホーツク海の表層で生活したのち、生後満 1 歳となる秋には底生

生活に移る。着底後のホッケの大部分は日本海に移動するが、一部はオホーツク海に残って、さらに1～2年間生活する。越冬終了後の魚は、“春ボッケ”として一部の経産卵魚とともに密集して浮上し、活発に索餌する。

(2) 年齢・成長

本系群の2007年、2008年の漁獲物および試験調査船採集物から得られた年齢-体長および体長-体重の関係式を示す（高嶋ほか 2013）。

$$\begin{aligned} \text{雄: } L_t &= 292.2 / \{1 + 1.086 \times \exp(-0.955 \times t)\} \\ W &= 0.469 \times L^{3.612} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{雌: } L_t &= 307.0 / \{1 + 1.191 \times \exp(-0.876 \times t)\} \\ W &= 0.884 \times L^{3.493} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

ここで、L:体長（mm）、W:体重（g）、t:満年齢である。この式を用いて推定した満年齢における体長と体重を図2に示す。年齢の起算日については、産卵の翌年の1月1日を便宜的に誕生日とし、その後毎年1月1日に加齢した。寿命は8～9歳である。成熟までの成長は比較的早い、成熟後（3歳以降）の成長は頭打ちとなり、年齢による体長の違いを検出することが困難となる。

(3) 成熟・産卵

成熟した魚は、産卵場の近辺を生活の領域とする“根ボッケ”となって、広い範囲の移動・回遊を行わなくなる。1歳の終わりに一部成熟する個体が出現し、2歳の終わりではほぼすべての個体が成熟する（高嶋・三橋 2009）。産卵期は9月中旬～11月上旬で緯度が高いほど早く、利尻・礼文島沿岸および武蔵堆の最浅部などで産卵する。産卵回数は1産卵期当たり2～4回で、1回に2,800～4,500粒を産卵する。

(4) 被捕食関係

仔魚期には主にカイアシ類を、未成魚期にはヨコエビ類を多く捕食する。岩礁周辺に定着するようになると、魚類、魚卵、イカ類、エビ類、ヨコエビ類、オキアミ類などさまざまな種類の動物を食べる（夏目 2003）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群のホッケは、沖底、刺し網、底建網、定置網などによって漁獲される。各漁業の主漁期、主漁場、および主漁獲対象年齢は、以下の表のように整理される。現在、沖底による漁獲は、かけまわし船（以下、かけまわし）、オッタートロール船（以下、オッタートロール）によるものである。総漁獲量の6割程度を日本海における沖底の漁獲が占めて

おり、日本海における沿岸漁業の漁獲量が1～3割、オホーツク海における沖底の漁獲量が1割程度を占める。オホーツク海における沿岸漁業の漁獲量は1割に満たない。2013年以降、オホーツクの沖底の割合は減少し、沿岸、沖底ともに1割未満となっている。

漁業種類	海域	漁場	主漁場	漁期	漁獲対象
沖底	日本海	積丹沖～稚内ノース場、利礼周辺	稚内ノース場、利礼周辺		
	オホーツク海	稚内ノース場、網走湾、北見大和堆周辺	紋別、稚内ノース場	ほぼ周年	0歳以上
刺し網	日本海	利礼～島牧	利礼周辺、武蔵堆周辺	3月～12月	1歳以上
	オホーツク海	雄武～斜里	網走～斜里	4月～12月	1歳以上
底建網	日本海	利礼～島牧	寿都～島牧	1月～12月	1歳以上
	オホーツク海	雄武～斜里	紋別～湧別	5月～12月	0歳以上
さけ 定置網	日本海	利礼～島牧	神恵内～島牧	9月～11月	0歳以上
	オホーツク海	雄武～斜里	網走～斜里		

(2) 漁獲量の推移

本系群の総漁獲量は、1980年代前半に100千トンから30千トンに減少したが、その後増加し、1990年代前半には100千トン台まで回復した。その後も増加傾向が続き、1998年に200千トンを超えた。2000～2008年は99千～151千トンで推移したが、2009年以降激減し、2016年は前年と同様16千トンとなった（図3、表1）。本系群の漁獲量は1998年以降減少して1980年以降で最低となっているが、1980年以前の漁獲状況を推し量るものとして1956年以降のホッケの長期的な漁獲量の推移を参考として示す（表2）。北海道および全国におけるホッケの漁獲量は、1960年代には100千～200千トンで推移し、1970年代後半に200千トンを超えたが、1980年代前半に北海道で40千トン台、全国で50千トン台に減少した。その後は1998年に再び200千トンを超えたが以後減少した。2016年は17千トンに減少しており、長期的な動向の中でも近年は非常に少ない漁獲量で推移している。

沖底の漁獲量は、1980年代は17千～56千トンだったが、1990年代に入って増加し、1998年には168千トンとなった。2000～2007年は100千トン前後で推移していたが、2008年以降減少し、2016年は前年より若干減少して6千トンであった。海域別に2015年と2016年を比較すると、日本海の漁獲量は8千トンから6千トン、オホーツク海では0.2千トンから0.1千トンに減少した（図3、表1）。

沿岸漁業による漁獲量は、1985年以降増加し、1990年代から2000年代前半は17千～43千トンで推移した後、2011年に17千トンまで減少した。2012年には再び増加して25千トンとなったのちふたたび減少したが、2016年は前年からおよそ30%増加して9千トンとなった。海域別に2015年と2016年を比較すると、日本海の漁獲量は7千トンから9千トンへ増加、オホーツク海では0.4千トンから0.2千トンへ減少した（図3、表1）。

沿岸漁業による漁獲の5～6割を占める定置・底建網の漁獲量を振興局別に見ると、オホ

ーツク総合振興局（オホーツク）および後志総合振興局（後志）で多い（図4、表3）。両振興局の漁獲量とも、1990年代に増加し、2000年代前半にかけて10千～15千トン程度の高い値で推移した。2008年以降は減少傾向が見られ、2016年にはオホーツクで0.2千トン、後志で2千トンとなった。刺し網の漁獲量は、宗谷総合振興局（宗谷）において最も多く、1990年代から2000年代前半には7千トンを超える年もみられたが、2013年までは5千トン前後で推移した。2014～2015年は減少して3千トンとなったが、2016年は4千トンと若干増加した。後志では、1998年まで1.9千～6.5千トンで推移していたがその後減少し、2004年には1千トン未満となった。2011年には3千トンを超える漁獲となったが、それ以降は2千トン前後で推移している（図4、表3）。

（3）漁獲努力量

沖底の漁獲努力量として、長期的な傾向を示すため、1985年以降のオッタートロールおよびかけまわしによるホッケを対象とした漁獲の有漁曳網回数（以下、有漁網数）の月別集計を用いた（表4）。沿岸漁業の漁獲努力量のうち、底建網については、第2種共同漁業権に含まれるかれい・ひらめ・ほっけ底建網の行使者数を、小定置網は、北海道農林水産統計に記載されている漁労体数を、さけ定置網は北海道農林水産統計の漁労体数（統）およびさけ定置網漁業免許統数を用いた（表5）。

日本海のかけまわしによる有漁網数は、1980年代後半から1990年代後半まで13千～22千網、2001～2009年は10千網前後、2010年以降は7千網程度で推移した（図5、表4）。2014年は前年並みの8千網であったが、2016年は3千網に減少した。オッタートロールの漁獲努力量はおおよそ1千網前後で推移していたが、2015年は0.3千網であった。オホーツク海におけるかけまわしの有漁網数は、日本海と同様1980年代後半から1990年代後半まで9千～31千網で推移し、2000年以降は10千網前後で推移している。2012年には8千網と減少したが、2013年はホッケ以外にスルメイカなどへの操業が増加し、10千網となった。2016年は前年より減少して6千網であった。オッタートロールの漁獲努力量は、おおよそ2千～5千網で推移したが、2016年は前年より減少して0.4千網となった。

定置網の漁労体数は、小定置網では1980年代前半に高く、1980年代後半に減少したが、1990年代以降、振興局別の集計が行われていた2006年までは大きな変化はみられていない（表5）。さけ定置網では、1980年代前半から1990年代半ばにかけて増加したが、2000年代以降は大きな変化は見られていない（表5）。底建網の漁労体数は、振興局によって差が見られるが、1990年代後半と比較して2000年代は概ね減少していた。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

北海道立総合研究機構（以下、道総研）により提供された年齢別漁獲尾数（図6）に基づいて、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数Fを計算した（補足資料2および3、図7、9、表6）。コホート解析では、2005～2016年の100トン以上の沖底かけまわし船の標準化CPUEを用い、チューニングを行った（補足資料1、補足資料2）。なお、年齢別漁獲尾数は、我が国周辺水域資源調査・評価等推進委託事業以外の予算も含まれるため、データの作成および提供者である道総研の申し入れにより、今年度については

数値表を掲載しないこととした。

(2) 資源量指標値の推移

当該海域における沖底の有漁 CPUE（月別集計）を海域、漁法別に見ると、日本海のかけまわしの CPUE は 2008 年に 7.6 トン/網となったが、2011 年に 3.0 トン/網に減少し、2015 年以降はさらに減少して 1.5 トン/網で推移している（表 4）。日本海のオッタートロールの CPUE は 2010 年に 5.3 トン/網と高い値を示したが、その後減少して 2016 年は 1.1 トン/網となった。オホーツク海においては近年かけまわしの CPUE がオッタートロールよりも高い傾向が続いている。オホーツク海のかけまわしの CPUE は、2004 年に 3 トン/網を超えたが、それ以降減少し、2009 年以降は 1 トン/網を下回っている。2015 年以降はさらに減少して過去最低の 0.02 トン/網となった。オホーツク海のオッタートロールは、1998 年以外は 1 トン/網以下で推移しており、2013 年以降は特に低く、ほぼ 0 トン/網であった。

チューニング指数として用いた沖底の面積重み付け標準化 CPUE 指標値（図 8、表 4、詳細は補足資料 6）は、2008 年に 2.0 まで増加後急減し、2010 年には 0.5 となった。2012 年に 0.8 と若干増加したものの、2015 年以降は 0.1 と過去最低の値で推移している。

(3) 漁獲物の年齢組成

道総研により算出されたホッケ道北系群の海域全体の年齢別漁獲尾数は 1980 年代後半までは殆どが 0 歳魚と 1 歳魚で占められていた。1990 年代に入って 2 歳魚が増加したが、全体的にみると、2 歳魚の占める割合は 1～2 割である。0 歳魚は 1997～2009 年には 2 億～6 億尾が漁獲されたが、2010 年に 0.2 億尾まで減少した。2011 年には 2 億尾まで増加したが、2012 年以降は低い水準が続く、2016 年には過去最低となった。1 歳魚の漁獲尾数は 0 歳魚と連動しており、さらなる資源状況の悪化が懸念される（図 6、中央水産試験場 2018）。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は、1985 年以降増加して 1995 年に 466 千トンに達した。1996 年以降は増減を伴いながら減少し、2001 年には 308 千トンとなった。2003 年に 382 千トンまで増加したが再び減少し、2004～2008 年は 260 千～290 千トン程度で推移した。2009 年以降は 200 千トンを下回って減少傾向が続く、2010 年には 121 千トンに減少した。それ以降も減少傾向は続く、2016 年は 25 千トンと過去最低になった（図 7、表 6）。

親魚量は、1985 年から増加傾向が続く、1995 年に 239 千トンに達した後減少して 1998～2005 年は 100 千トン前後で推移した。その後減少し、2009 年には 36 千トンとなった。2010 年には 58 千トンに増加したが、再び減少して 2016 年は 9 千トンと過去最低になった（図 7、表 6）。

漁獲割合は、1985 年の 36%から 1992 年には 19%まで減少し、1996 年までは 40%を下回って推移した。それ以降は増減しながら増加して 2010 年には 55%と高い値を示した。2011 年には 42%に減少したが、2015 年以降は増加して 2016 年は 63%と過去最高値となった（図 7、表 6）。各年齢を単純平均した漁獲係数 F は、1985～2015 年は 0.30～1.62 で推移している（図 9）。 F 値は最も低かった 1992 年から増加傾向が見られ、2008 年に高くなった。その後、2009 年に減少したが、2013 年にかけて増加した。2012 年下半年以降、漁獲量また

は漁獲努力量を 2008～2010 年を基準年として 3 割削減することを目標とした自主的な規制が行われているが（中央水産試験場 2018）、すべての漁法を込みにして各年齢の値を単純平均した F は依然として高い状態である。一方、漁獲の大半を占める沖底では 1 歳に対する F は増減を繰り返しているが、0 歳に対する F は、2012 年以前と比べて 2014 年以降は低い値で推移しており、基準年と比較すると 5 割以上減少している。

加入量は、1985 年の 5 億尾から 1989 年の 11 億尾に増加した後、1996 年まで 7 億～13 億尾で増減しながら推移した。1997 年に 20 億尾と最高値を記録した後は 2007 年まで 7 億～19 億尾で大きく増減しつつ推移した。2008 年以降急激に減少して 2010 年には 1 億尾を下回った。2011 年に再び 8 億尾に増加したが、それ以降は減少傾向が続き、2016 年は 7 百万尾と過去最低となった。2010 年の親魚量は、過去と比較しても少なくはなかったが、2010 年の加入量が大きく落ち込み、さらなる資源低下をもたらしたと考えられる（図 10、表 6）。資源量 200 千トン未満で見ると、資源量と漁獲係数 F の間には、資源量が少ない年には F が高い傾向が見られる（図 11）。

（5）再生産関係

親魚量と加入尾数の関係を図 12a に示す。親魚量と加入尾数の間には正の関係が見られる。同じ親魚量であっても加入尾数に差が見られるが、持続的な資源利用のために親魚量を一定以上に維持することは有効と考えられる。加入尾数が大きく落ち込んだ 2010 年以降、親魚量、加入尾数ともに減少し、2016 年は原点近い値にまで落ち込んでいる。

（6）Blimit の設定

資源の回復措置の閾値（Blimit）は、高い RPS があった時に高い加入量が期待できるよう、RPS の上位 10% に相当する線（RPS high）と加入尾数の上位 10%（R high）の交点から、親魚量 64 千トンとした（図 12b）。2016 年の親魚量は 9 千トンと Blimit を下回り、低い水準であった。

（7）Bban の設定について

本系群では、資源量および親魚量が過去最低を更新する中で、2016 年の加入尾数と RPS が急激に低下した。2016 年の資源量（25 千トン）は過去（1985 年～2016 年）の資源量の中央値の 10% 以下となっている。この状況を評価するため、本系群の資源状態を国際機関等で使用されている基準に照らし合わせたところ、全面禁漁とする閾値を大きく下回る水準と判断され、資源崩壊の閾値も下回る可能性がある（補足資料 3）。ホッケ道北系群について、禁漁あるいはそれに準じた措置を提言する閾値である Bban の設定が必要であると判断されるため、来年度の Bban 導入に向けた具体的な数値などの検討を参画機関と進めている（補足資料 3）。

（8）資源の水準・動向

資源水準の低位と中位の境は、Blimit と同値の 64 千トンとし、中位と高位の境は、1985～2016 年の親魚量の平均値 84 千トンの +15% の値である 110 千トンとした（図 7）。2016 年の親魚量は 9 千トンで Blimit を下回っていることから資源水準は低位と判断した。動向

は過去 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から減少と判断した。

(9) 今後の加入量の見積もり

親魚量と産卵量に比例関係があるとするれば、再生産成功率 RPS（加入量/親魚量）は発生初期の生残率の指標になると考えられる。RPS は 1986 年の 29.6 尾/kg から 1996 年の 3.7 尾/kg まで減少した後、1997～2006 年は 9.2～20.1 尾/kg で増減しながら推移した。2007 年に 31.6 尾/kg に増加したのち、2010 年には 1.6 尾/kg とそれまでの最低値になった。2011～2012 年は増加して 20 尾/kg を超えたが、2013 年以降は 5.0 尾/kg～8.4 尾/kg で推移し、2016 年は過去最低の 0.8 尾/kg となった。特に 2014 年以降は親魚量が非常に少なくなった中で低い RPS であり、今後の加入状況への影響が大きいことが推察される（図 10、表 6）。

親魚量と加入量との間に正の相関がみられるが、直近年（2016 年）の加入量の推定値は特に不確実性が大きいため、ABC の算定等において、2017 年以降の再生産成功率は直近年を除き、資源状態が悪化した以降の 2009～2015 年の RPS の中央値である 8.4 尾/kg とした。

(10) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

年齢別選択率を一定として F を変化させた場合の加入量当りの漁獲量（YPR）と親魚量（SPR）を図 13 に示した。F_{current} は F_{med}、F_{max} より高く、現状の漁獲圧は高い状態であると考えられた。

5. 2018 年 ABC の設定

(1) 資源評価のまとめ

コホート解析結果から、2016 年の資源量は 25 千トン、親魚量は 9 千トンで、再生産関係から求めた Blimit の 64 千トンを下回っている。また、過去 5 年間（2012～2016 年）の資源量は減少傾向が続いているため、本系群の資源水準は低位、動向は減少と判断した。

(2) ABC の算定

本系群では資源量および再生産関係を利用することができ、2016 年の親魚量が Blimit を下回っているため、平成 29 年度 ABC 算定のための基本規則 1-1)-(2)に従い、2018 年 ABC を算出した。ABC を算定する式は以下のとおりである。

$$Flimit = Frec$$

$$Ftarget = Flimit \times \alpha$$

Flimit は Frec とし、10 年後（2028 年）に親魚量を Blimit 以上に回復させることを管理目標とした場合の ABC を算出した。また、平成 29 年度 ABC 算定規則では、「資源量（または親魚量）が禁漁水準 Bban を下回るか、Blimit 及び過去最低値を著しく下回った場合には、他の資源学的要素や環境要因も考慮したうえで禁漁または禁漁的措施を提案する。」とある。資源状態を国際機関等で使用されている基準に照らし合わせて評価したところ、禁漁の閾値を大きく下回る水準と判断されたことから（補足資料 3）、本系群の資源の現

状を踏まえ、資源回復をより確かにするため α は 0 とした。2017 年の F は $F_{current}$ (2014～2016 年の漁獲係数の平均) とした。2017 年以降の再生産成功率は、親魚量が 1995 年以降の最低値となり資源状態が悪化した 2009 年以降 (2009～2015 年) の中央値である 8.4 尾/kg で推移すると仮定した。算出した ABC は以下のとおりである。

管理基準	Target / Limit	2018年ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
Frec10yr	Target	0	0	0 (－100%)
	Limit	3	24	0.33 (－71%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の回復が期待される漁獲量である。平成 29 年度 ABC 算定規則に則り $F_{target} = \alpha F_{limit}$ として ABC_{target} を算定した (α は資源の状況や特性などに応じて決定する安全率)。本系群の資源は著しく減少しており、国際機関等で適用されている基準に照らしても、禁漁レベルを大きく下回る水準と判断され (補足資料 3) たことから、より安定的・効果的な資源回復を図るため α を 0 とした。親魚量を 10 年後に B_{limit} の 64 千トンに回復する Frec10yr を管理基準とした。2016 年親魚量は 9 千トン。漁獲割合は、2018 年の漁獲量÷資源量である。F 値は各年齢の平均である。Fcurrent は 2014～2016 年の F の平均値 1.03 である。

(3) ABC の評価

図 14、下表および補足資料 5 に 2018 年以降の F を $F_{current}$ (2014 年～2016 年の漁獲係数の平均)、 $F_{30\%SPR}$ 、 F_{med} (RPS の 2009～2015 年の中央値に対応する F 値)、 $F=0$ (Target) および Frec10yr (Limit) とした場合の漁獲量、資源量、親魚量について示した。2017 年以降の再生産成功率は 2009～2015 年の中央値で推移すると仮定した。 F_{med} と $F_{30\%SPR}$ の値は $F_{current}$ にそれぞれ 0.67 と 0.31 を乗じた値に相当し、Frec10yr の Limit は $F_{current}$ に 0.32 を乗じた値に相当する。 $F_{current}$ および F_{med} で漁獲した場合は、漁獲量、資源量、親魚量ともに減少し、5 年後には現状を下回ることが予想される。Frec10yr (Limit) で漁獲した場合、5 年後の資源量は現状より増加するが、親魚量は B_{limit} (64 千トン) を下回ると予想されるが 10 年後には B_{limit} に達する。 $F_{30\%SPR}$ で漁獲した場合は、資源量、親魚量ともに 10 年後には増加が見込まれるが、5 年後の親魚量は B_{limit} を下回ることが予想される。 $F=0$ (Target) として 5 年間禁漁とすると、2023 年には親魚量が B_{limit} を上回ることが予想される。

前述のとおり、本系群の 2016 年の資源量は国際的な基準では全面禁漁の閾値を下回るほどに悪化していると考えられる。この点に留意し、資源の確実な回復に向けた取り組みに速やかに着手すべきである。

管理基準	F 値	漁獲量(千トン)							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fcurrent	1.03	16	5	6	4	3	2	2	1
Fmed	0.69	16	5	5	4	4	4	4	4
F30%SPR	0.32	16	5	3	3	4	5	7	10
F= 0 (target)	0.00	16	5	0	0	0	0	0	0
Frec10yr (Limit)	0.33	16	5	3	3	4	5	7	10
		資源量(千トン)							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fcurrent	1.03	25	13	11	8	6	5	4	3
Fmed	0.69	25	13	11	10	11	11	11	11
F30%SPR	0.32	25	13	11	15	20	27	37	49
F= 0 (target)	0.00	25	13	11	21	36	63	110	192
Frec10yr (Limit)	0.33	25	13	11	15	20	26	35	47
		親魚量(千トン)							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fcurrent	1.03	9	6	2	2	2	1	1	1
Fmed	0.69	9	6	2	4	3	3	3	3
F30%SPR	0.32	9	6	2	6	6	9	12	16
F= 0 (target)	0.00	9	6	2	9	12	23	39	68
Frec10yr (Limit)	0.33	9	6	2	6	6	9	12	15

(3) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
1956年以降の漁獲量	1956年以降の漁業種別・魚種別漁獲量（農林水産省）
2014年漁獲量確定値	2014年漁獲量の確定
2015年漁獲量速報値	2015年漁獲量の算定
2015年沖底有漁網数・CPUE	2015年のかけまわし・オッタートロール有漁網数・CPUE
年齢別漁獲尾数	1985～2015年の年齢別漁獲尾数

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
2016 年 (当初)	$0.7 \cdot Ct^{*1} \cdot 0.59$	—	—	11	9	
2016 年 (2016 年再評価)	$0.7 \cdot Ct^{*1} \cdot 0.59$	—	—	11	9	
2016 年 (2017 年再評価)	$0.7 \cdot Ct^{*1} \cdot 0.59$	—	—	11	9	16
2017 年 (当初)	Frec10yr	0.47	20	6	5	
2017 年 (2017 年再評価)	Frec10yr	0.35	13	2	2	

*¹ Ct は 2015 年の漁獲量の平均値

2016 年（2017 年再評価）は、平成 27 年度資源評価報告書で採用した管理基準に基づき計算した。2017 年（2017 年再評価）は、平成 28 年度資源評価報告書で採用した管理基準に基づき計算した。2017 年（2017 年再評価）では、2017 年級群の資源量および 2015 年級群の資源量が上方修正されたが、2016 年級群の資源量が大幅に下方修正されたため、2017 年の総資源量が減少した。また、将来予測に用いる RPS が下方修正されたため、2017 年 ABC の再評価値が大きく減少した。

6. ABC 以外の管理方策の提言

ホッケ道北系群の漁獲量は、2000～2003 年は 122 千～145 千トンで安定していたが、2004 年から増減を繰り返しながら推移し、2009 年以降激減した。資源水準が過去最低水準に落ち込んでいる現状を受けて、2012 年下半年より沿岸漁業と沖合底びき網漁業の漁業者間で資源回復に向けた漁獲量または漁獲努力量の 3 割減を目標とした自主管理が継続されている（中央水産試験場 2018）。沖底を対象としたアンケート結果では、2017 年も引き続き一部を除いて漁獲状況が悪いことから（補足資料 7）、資源状態は回復していないと考えられる。本系群の資源量は国際機関等が採用している基準では、禁漁の閾値より低い水準にあると考えられるため、これを踏まえた実効ある管理施策を早急に実施すべきである。

一方、北海道南部海域における水温上昇が産卵場への来遊盛期の遅れや相対的に水温の低い海域への魚群の偏りをもたらす可能性が指摘されているほか（星野ほか 2009）、加入量は水温によって影響を受ける可能性あるため（森田ほか 2015、森田 2017）、海洋環境についても注意を払う必要がある。今後は、本系群について産卵や加入への環境要因の影響などを踏まえた解析についても検討する必要がある。

7. 引用文献

- ホッケ研究グループ(1983) 北海道周辺海域のホッケの分布、回遊、最近のホッケの調査研究. 北海道立中央水産試験場, 余市, 44-59.
- 入江隆彦(1982) 解説. 北海道沖合底びき網漁業漁獲統計による魚種別・海区別の資源量指数経年表, 北海道区水産研究所, 釧路.
- 入江隆彦(1983) 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, 91-103.
- 高嶋孝寛・三橋正基(2009) 1.1.2 ホッケ 平成 19 年度中央水産試験場事業報告書, 北海道立中央水産試験場, 余市, 21-27.
- 高嶋孝寛・星野 昇・板谷和彦・前田圭司・宮下和士(2013) 耳石断面観察によるホッケ道北系群の年齢査定法と年齢 - サイズ関係. 日水誌, 79 : 383-393.
- 夏目雅史(2003) ホッケ. 漁業生物図鑑 新北のさかなたち(水島敏博, 鳥澤雅(監修)), 北海道新聞社, 196-201.
- 星野 昇・高嶋孝寛・渡野邊雅道・藤岡 崇(2009) 北海道南部沿岸域におけるホッケ資源の年齢構造及び漁獲動向. 北水試研報, 76 : 1-11.
- 中央水産試験場 (2018) ホッケ (道央日本海～オホーツク海海域) . 2017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,

<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>.

森田晶子・黒田 寛・坂口健司・鈴木祐太郎(2015) 近年のホッケ漁獲動向と海洋環境との
かかわり, 水産海洋, 79 : 333-351

森田晶子 (2017) 北海道周辺のホッケの資源の現状. 月刊海洋, 49 : 481-485.

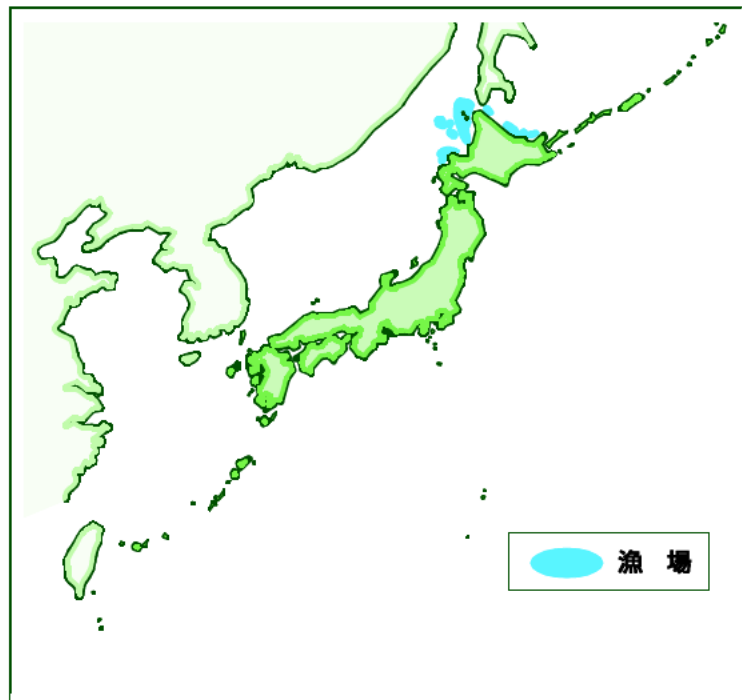


図1. ホッケ道北系群の漁場（ホッケ研究グループ（1983）を改変）

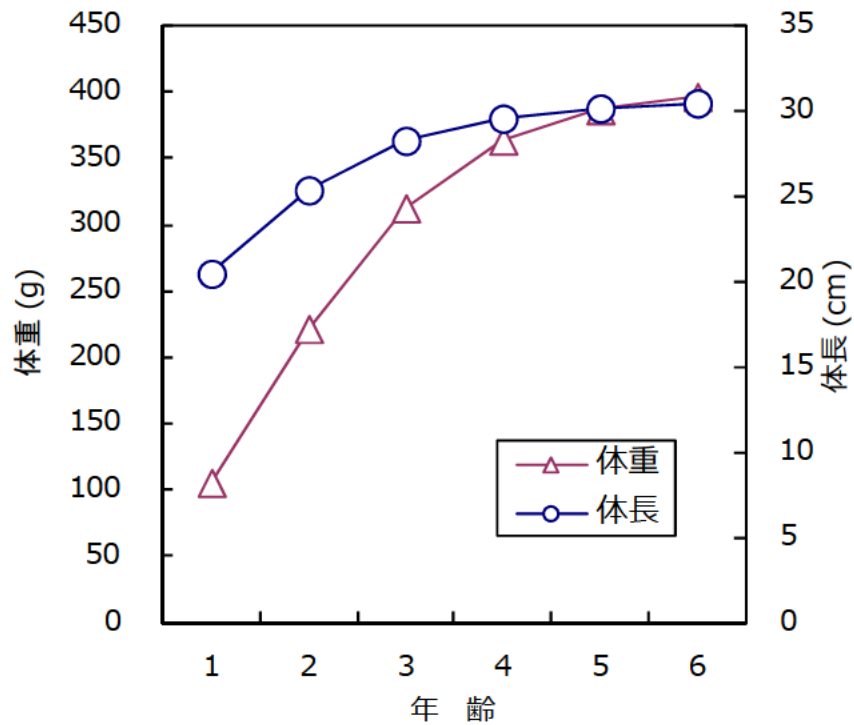


図2. ホッケ道北系群における年齢と平均体長・体重の関係（雌雄の平均値）（高嶋ほか2013）

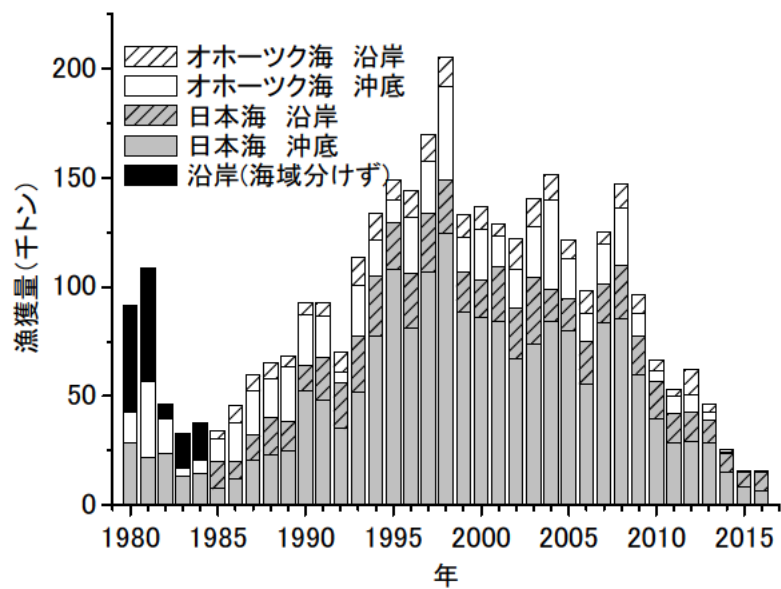


図3. ホッケ道北系群の海域別沖合底びき網漁業・沿岸漁業の漁獲量の推移

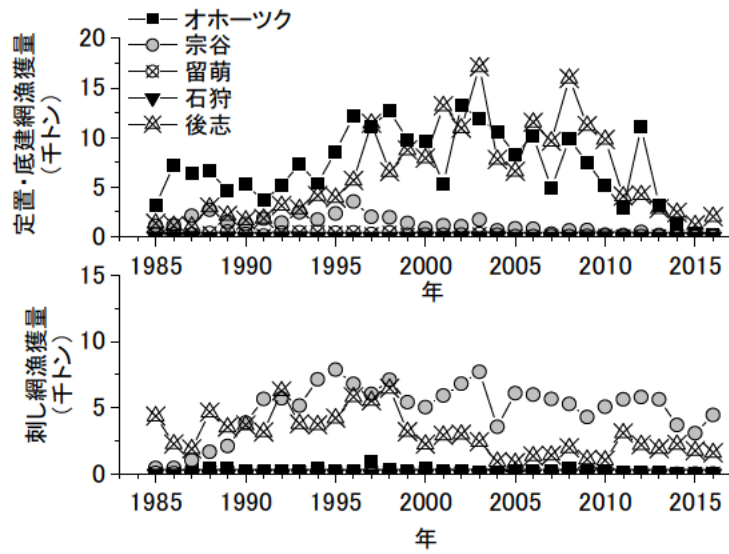


図 4. 振興局別の定置・底建網および刺し網漁業の漁獲量の推移

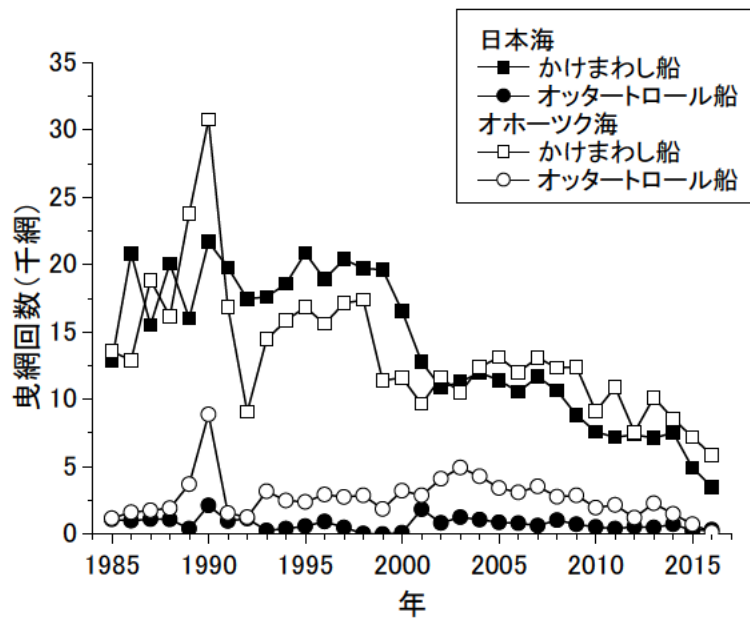


図 5. ホッケ道北系群に対する沖合底びき網漁業の有漁曳網回数の推移

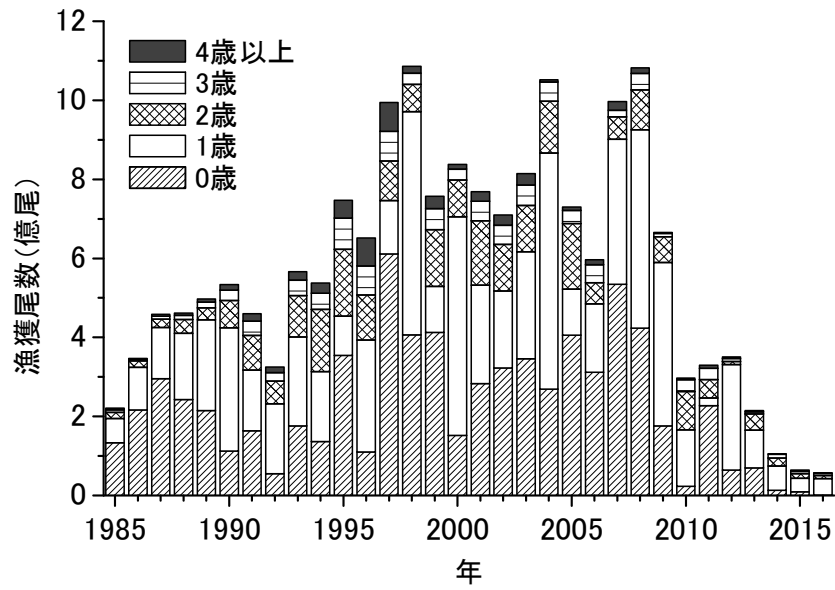


図 6. ホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移

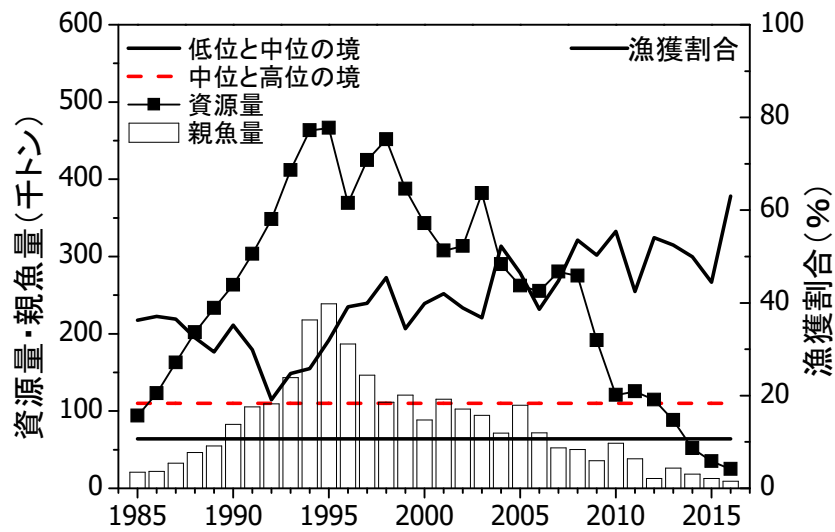


図 7. ホッケ道北系群の資源量、親魚量、漁獲割合の経年変化および親魚量を指標とする水準判断の境界

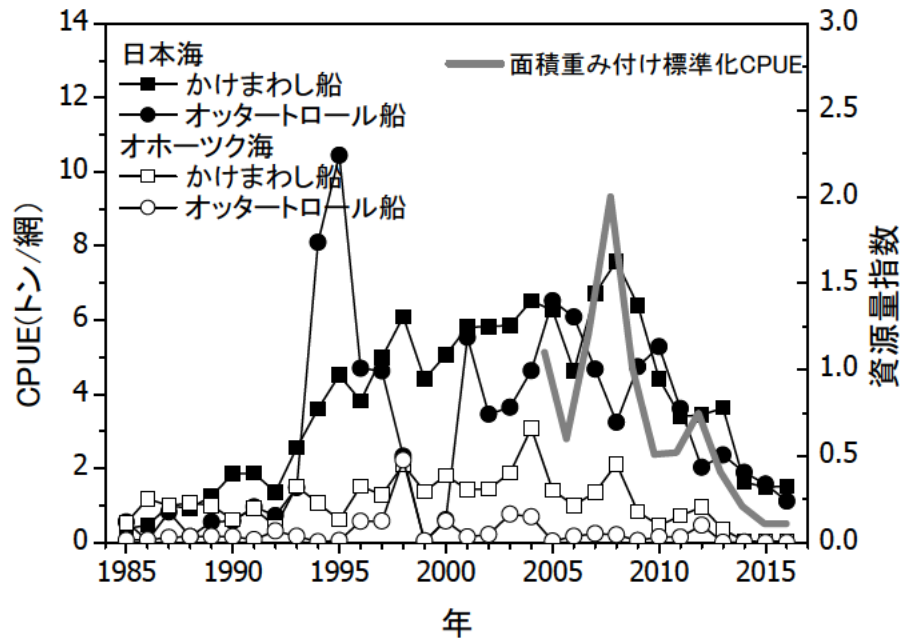


図 8. ホッケ道北系群に対する沖合底びき網漁業の有漁 CPUE（左軸）および資源量指標値としてチューニングに用いた面積重み付け標準化 CPUE（右軸）の推移

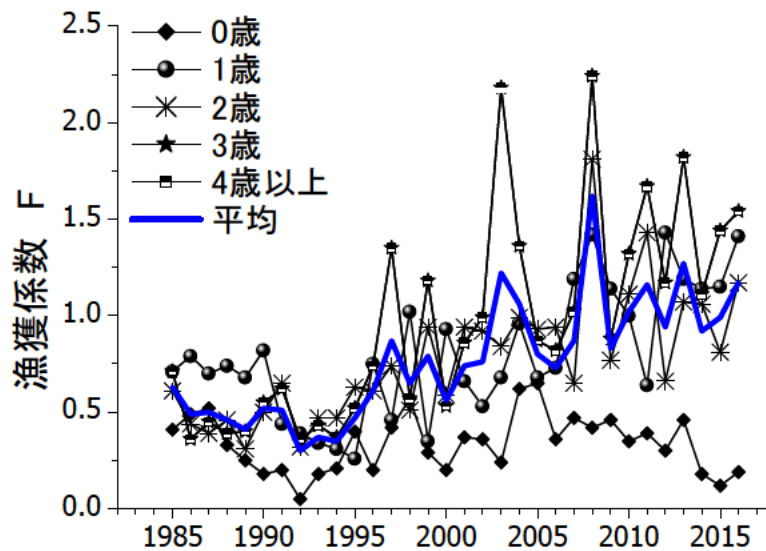


図 9. ホッケ道北系群の年齢別漁獲係数 (F) と各年齢の単純平均値

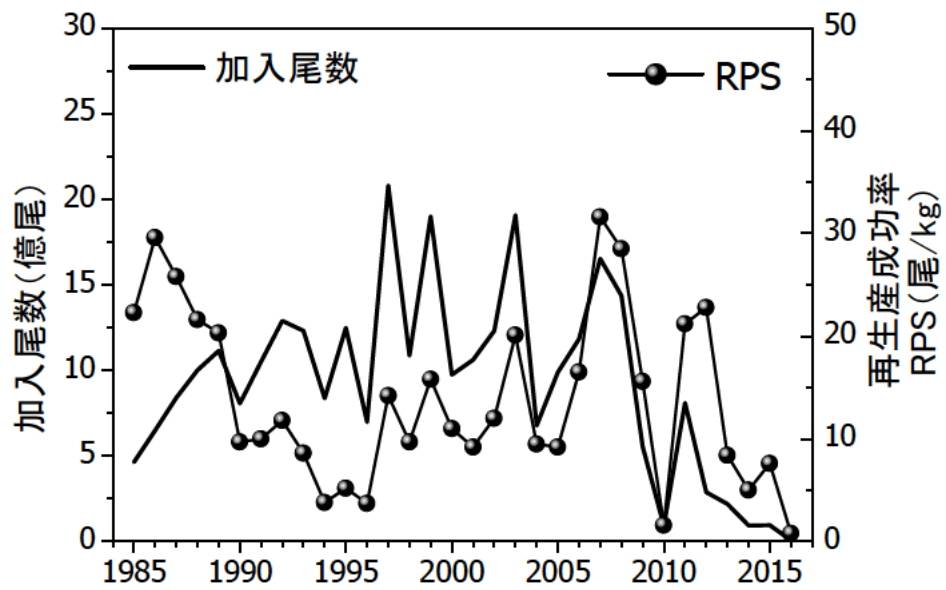


図 10. ホッケ道北系群の加入尾数と再生産成功率（RPS）の推移

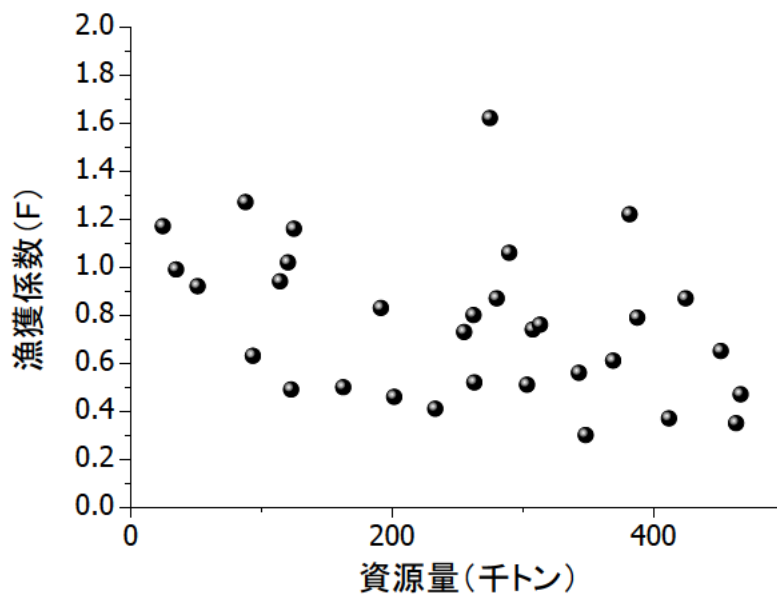


図 11. ホッケ道北系群の資源量と漁獲係数（F）の関係

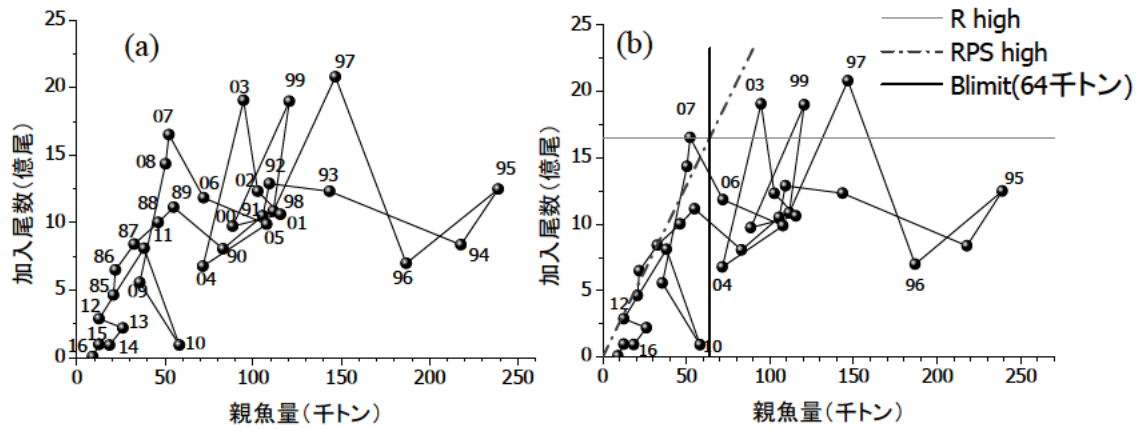


図 12. ホッケ道北系群の親魚量と加入量の関係（再生産関係）および Blimit

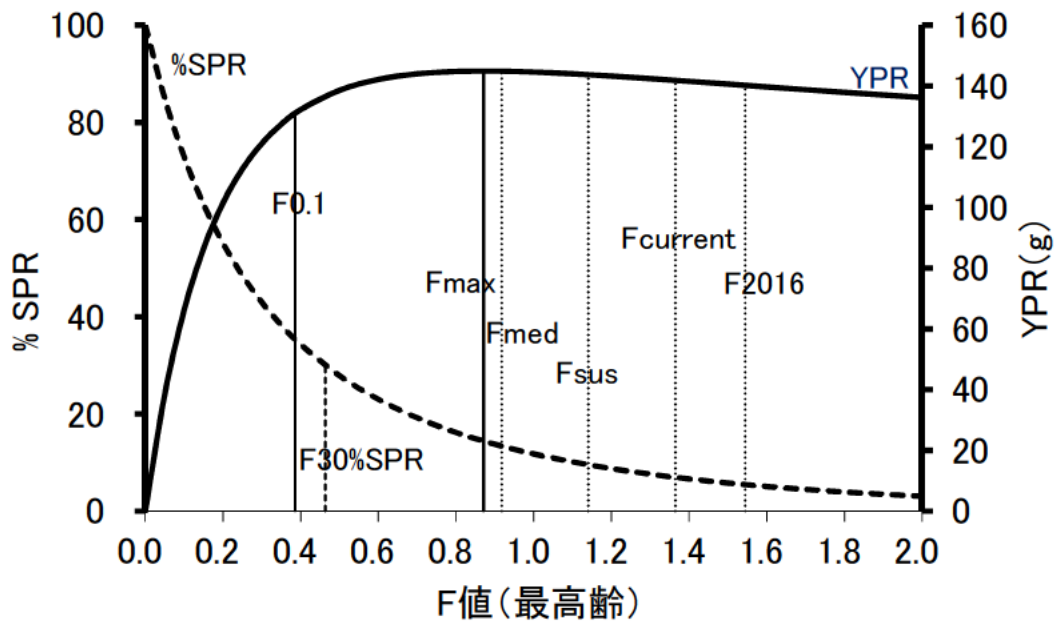


図13. YPR、SPRと漁獲係数（F）との関係

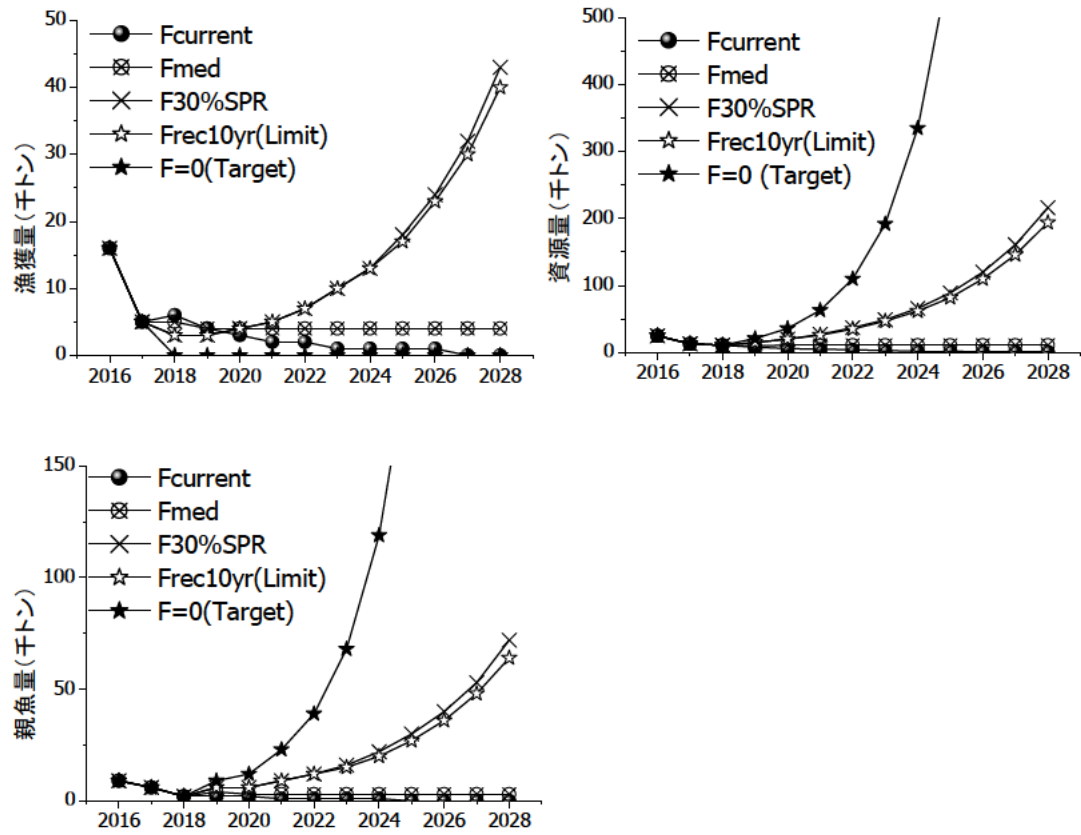


図 14. 異なる漁獲係数 (F) に対する漁獲量、資源量および親魚量の推移

表 1. ホッケ道北系群の漁業種別漁獲量

年	日本海		オホーツク海		沿岸漁獲量	海域計
	沖底 漁獲量	沿岸 漁獲量	沖底 漁獲量	沿岸 漁獲量		漁獲量
1980	28,567		14,033		48,826	91,426
1981	22,043		34,453		52,271	108,767
1982	23,673		15,703		6,995	46,371
1983	12,969		4,212		15,897	33,078
1984	14,166		6,280		17,471	37,918
1985	7,545	12,322	10,640	3,454		33,962
1986	12,054	8,270	17,434	7,813		45,571
1987	20,397	11,571	20,457	7,041		59,466
1988	23,185	17,031	17,908	7,424		65,548
1989	25,105	13,326	24,869	5,344		68,644
1990	52,699	11,586	22,734	5,646		92,665
1991	48,445	19,523	18,846	3,885		90,698
1992	35,041	21,206	4,749	5,476		66,472
1993	52,199	18,546	23,389	7,693		101,827
1994	77,369	19,439	16,862	5,810		119,481
1995	108,187	21,141	10,478	9,176		148,983
1996	81,310	25,191	25,391	12,571		144,464
1997	106,621	26,984	23,657	12,201		169,462
1998	124,626	24,450	42,930	13,079		205,086
1999	88,431	18,624	15,788	10,546		133,389
2000	86,252	17,251	22,979	10,123		136,604
2001	84,316	24,788	14,249	5,704		129,057
2002	67,324	22,839	17,771	13,941		121,876
2003	73,981	30,401	23,492	12,616		140,491
2004	84,405	14,566	41,205	11,049		151,225
2005	79,775	14,586	18,688	8,745		121,794
2006	55,560	19,744	12,557	10,758		98,619
2007	83,530	17,811	18,657	5,252		125,250
2008	85,689	23,999	26,803	10,755		147,246
2009	60,094	17,607	10,532	8,083		96,316
2010	39,439	17,533	4,515	5,311		66,798
2011	28,281	13,592	8,171	3,038		53,082
2012	29,391	13,266	7,859	11,452		61,968
2013	28,413	10,861	3,664	3,357		46,295
2014	15,317	8,705	504	1,263		25,788
2015	8,212	6,769	160	437		15,578
2016	6,364	9,004	85	247		15,701

漁獲量（単位：トン）については試験操業を含む。

日本海（沖底）：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料（中海区：道西、2004年より北海道日本海

日本海（沿岸）：漁業生産高報告（北海道水産林務部）（檜山と渡島を除く日本海）。

オホーツク海（沖底）：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料（中海区：オホーツク、2004年よりオコック沿岸（日本海））。

オホーツク海（沿岸）：漁業生産高報告（北海道水産林務部）（根室海峡を除くオホーツク海の沖底漁獲量を除いたもの）。

沿岸漁獲量（海域計）：漁業生産高報告(北海道水産林務部)（後志、石狩、留萌、宗谷、オホーツク振興局管内の漁獲量から沖底漁獲量を除いたもの）。

2016年の沿岸漁獲量は北海道水試集計速報値、沖底については確定値。

表 2. 全国および北海道におけるホッケの漁獲量

年	北海道	全国	年	北海道	全国
1956	120,349	121,162	1986	74,718	89,039
1957	104,944	105,562	1987	88,001	99,377
1958	47,642	47,933	1988	93,751	104,160
1959	100,185	100,300	1989	103,325	114,945
1960	115,798	115,978	1990	121,482	133,605
1961	184,898	185,248	1991	112,104	130,385
1962	120,425	122,218	1992	88,405	97,564
1963	150,089	150,393	1993	126,509	135,529
1964	202,900	204,888	1994	145,581	152,503
1965	106,031	107,288	1995	168,276	176,603
1966	105,026	106,016	1996	173,834	181,513
1967	81,395	81,912	1997	199,777	206,763
1968	84,641	86,855	1998	233,231	240,971
1969	98,096	102,581	1999	163,011	169,481
1970	142,643	146,516	2000	160,085	165,118
1971	145,693	147,209	2001	157,453	161,160
1972	178,219	180,552	2002	147,328	154,736
1973	112,928	114,986	2003	160,137	167,989
1974	138,534	143,500	2004	167,010	175,544
1975	110,635	114,706	2005	135,457	140,450
1976	223,074	229,194	2006	112,658	116,391
1977	219,492	234,812	2007	134,830	139,154
1978	123,889	134,763	2008	164,646	169,807
1979	107,422	118,888	2009	116,341	119,325
1980	102,864	117,351	2010	82,362	84,497
1981	104,483	122,839	2011	61,180	62,583
1982	85,791	102,884	2012	67,935	68,762
1983	43,660	55,531	2013	52,009	52,690
1984	55,468	65,650	2014	28,194	28,438
1985	52,767	66,384	2015	17,026	17,195
			2016	17,199	17,393

単位:トン

海面漁業生産統計調査 漁業種類別・魚種別漁獲量(農林水産省)、2016年は暫定値

表 3. オホーツク・宗谷・留萌・石狩・後志振興局における定置・底建網および刺し網漁業の漁獲量

定置網および底建網							刺し網						
年/振興局	オホーツク	宗谷	留萌	石狩	後志	計	年/振興局	オホーツク	宗谷	留萌	石狩	後志	計
1985	3,210	1,119	240	2	1,362	5,933	1985	138	437	51	0	4,378	5,004
1986	7,222	1,159	232	0	1,142	9,756	1986	153	454	35	0	2,267	2,909
1987	6,372	2,112	233	5	1,062	9,783	1987	324	1,038	36	0	1,902	3,299
1988	6,592	2,705	360	8	2,988	12,653	1988	423	1,657	96	0	4,680	6,856
1989	4,687	1,491	511	17	2,166	8,872	1989	390	2,103	61	1	3,551	6,106
1990	5,251	1,299	247	4	1,688	8,489	1990	247	3,868	61	5	3,698	7,878
1991	3,635	1,840	99	5	1,863	7,442	1991	200	5,665	62	1	3,187	9,115
1992	5,199	1,408	376	34	3,154	10,172	1992	194	5,720	148	6	6,283	12,352
1993	7,350	2,465	448	13	2,811	13,087	1993	224	5,149	75	4	3,806	9,258
1994	5,363	1,736	456	3	4,171	11,730	1994	388	7,143	50	1	3,715	11,298
1995	8,598	2,361	375	1	3,945	15,280	1995	236	7,888	45	1	4,222	12,392
1996	12,132	3,531	418	10	5,689	21,781	1996	247	6,809	55	0	5,835	12,946
1997	11,122	2,024	252	4	11,444	24,846	1997	884	6,054	51	1	5,534	12,524
1998	12,703	1,958	415	0	6,568	21,644	1998	317	7,118	48	2	6,469	13,954
1999	9,758	1,390	187	5	8,747	20,088	1999	275	5,430	25	2	3,188	8,919
2000	9,653	858	213	22	7,932	18,678	2000	378	5,038	40	3	2,243	7,702
2001	5,357	1,163	176	7	13,193	19,895	2001	243	5,930	16	10	2,922	9,123
2002	13,254	1,048	219	21	10,948	25,489	2002	225	6,822	24	7	3,002	10,081
2003	11,891	1,731	259	18	17,135	31,034	2003	139	7,707	17	12	2,448	10,323
2004	10,625	637	179	14	7,808	19,264	2004	160	3,557	15	3	944	4,678
2005	8,323	856	43	8	6,614	15,845	2005	240	6,105	11	1	853	7,210
2006	10,173	792	47	6	11,556	22,574	2006	233	5,992	11	0	1,357	7,593
2007	4,896	319	82	3	9,630	14,930	2007	229	5,660	15	1	1,420	7,326
2008	9,869	651	57	5	15,982	26,564	2008	403	5,291	7	1	1,977	7,678
2009	7,480	674	72	22	11,207	19,454	2009	188	4,309	6	0	1,105	5,608
2010	5,117	211	107	26	9,818	15,278	2010	131	5,075	6	0	1,037	6,249
2011	2,863	171	55	19	4,109	7,217	2011	100	5,643	11	0	3,102	8,856
2012	11,024	492	52	3	4,242	15,813	2012	80	5,815	18	0	2,212	8,125
2013	3,216	168	40	2	2,847	6,272	2013	79	5,647	7	0	1,919	7,653
2014	1,226	9	8	1	2,450	3,694	2014	33	3,693	6	0	2,219	5,951
2015	387	29	5	0	1,220	1,640	2015	49	3,076	20	0	1,762	4,908
2016	223	70	9	0	2,047	2,349	2016	19	4,456	20	0	1,602	6,097

単位:トン

表 4. ホッケ道北系群の沖底漁業の有漁網数、漁獲量および CPUE

年	日本海						オホーツク海				面津城	
	有漁網数*1 (月別)		漁獲量 (トン)		CPUE (トン/網)		有漁網数*1 (月別)		漁獲量 (トン)		CPUE (トン/網)	
	かけまわし*2	試験操業	かけまわし*2	オッター	かけまわし*3	オッター	かけまわし*2	オッター	試験操業	かけまわし*2	オッター	試験操業
1985	12,835	1,083	4,852	601	0.38	0.55	13,546	1,164	74	7,250	0.54	0
1986	20,834	985	9,807	52	0.47	0.05	12,906	1,617	113	15,246	1.18	0
1987	15,117	1,115	18,612	920	0.99	0.83	18,865	1,757	244	18,709	0.99	0
1988	20,078	1,095	18,612	181	0.93	0.17	16,158	1,927	317	17,202	1.06	0
1989	16,028	399	20,108	221	1.25	0.55	23,787	3,712	634	23,918	1.01	0
1990	21,686	2,133	40,211	1,248	1.85	0.59	30,754	8,890	1,445	18,802	0.61	0
1991	19,790	968	36,957	931	1.87	0.96	16,852	1,558	127	15,446	0.92	0
1992	17,451	1,155	23,709	846	1.36	0.73	9,057	1,263	398	3,932	0.43	0
1993	17,610	259	44,971	383	2.55	1.48	14,435	3,177	547	21,966	1.52	0
1994	18,581	403	66,999	3,265	3.61	8.10	15,843	2,480	68	16,783	1.06	0
1995	20,861	577	94,196	6,027	4.52	10.45	16,851	2,384	134	10,344	0.61	0
1996	18,913	932	72,427	4,381	3.83	4.70	15,599	2,930	1,689	23,702	1.52	0
1997	20,387	482	101,852	2,232	5.00	4.63	17,137	2,752	1,605	22,052	1.29	0
1998	19,735	50	120,274	117	6.09	2.33	17,374	2,881	6,403	36,527	2.10	0
1999	19,618	3	86,471	0	4.41	0.01	11,399	1,859	88	15,700	1.38	0
2000	16,574	107	83,969	65	5.07	0.61	11,621	3,214	1,883	21,103	1.82	0
2001	12,756	1,846	74,102	10,214	5.81	5.53	9,648	2,863	445	13,804	1.43	0
2002	10,887	829	63,397	2,869	5.82	3.46	11,633	4,115	903	16,869	1.45	0
2003	11,292	1,254	66,152	4,574	5.86	3.65	10,492	4,927	3,790	19,702	1.88	0
2004	11,990	1,067	78,183	4,947	6.52	4.64	12,390	4,288	2,981	38,198	3.08	0
2005	11,402	865	71,396	5,640	6.26	6.52	13,131	3,412	129	18,559	1.41	0
2006	10,552	806	48,865	1,788	4.63	6.09	12,012	3,098	537	12,020	1.00	0
2007	11,668	624	78,455	2,917	6.72	4.67	13,098	3,545	850	17,807	1.36	0
2008	10,645	1,025	80,773	3,330	7.59	3.25	12,346	2,772	585	26,218	2.12	0
2009	8,833	725	56,549	3,439	6.40	4.74	12,400	2,869	170	10,361	0.84	0
2010	7,578	518	33,492	2,736	4.42	5.28	9,099	1,971	304	4,211	0.46	0
2011	7,184	395	24,450	1,427	3.40	3.61	10,900	2,155	309	7,862	0.72	0
2012	7,379	556	25,353	1,130	3.44	2.03	7,560	1,207	569	7,290	0.96	0
2013	7,124	488	25,888	1,152	3.63	2.36	10,128	2,290	31	3,633	0.36	0
2014	7,530	734	12,288	1,385	1.63	1.89	8,560	1,494	31	460	0.05	0
2015	4,910	267	7,350	423	1.50	1.58	7,196	737	2	157	0.02	0
2016	3,264	325	4,964	363	1.52	1.12	5,921	367	2	147	0.02	0

日本海（沖底）：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料（中海区：道西、2004年より北海道日本海）。

オホーツク海（沖底）：北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料（中海区：オホーツク、2004年よりオホーツク沿岸（日本海））。

*1 1985年以降の北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計資料を月別・船別・漁区別に集計したもの。

*2 100トン以上のかけまわし。

*3 チューニングVPAに用いた資源量指標値。

表 5. オホーツク・宗谷・留萌・石狩・後志振興局における底建網、定置網および小定置網の漁獲努力量

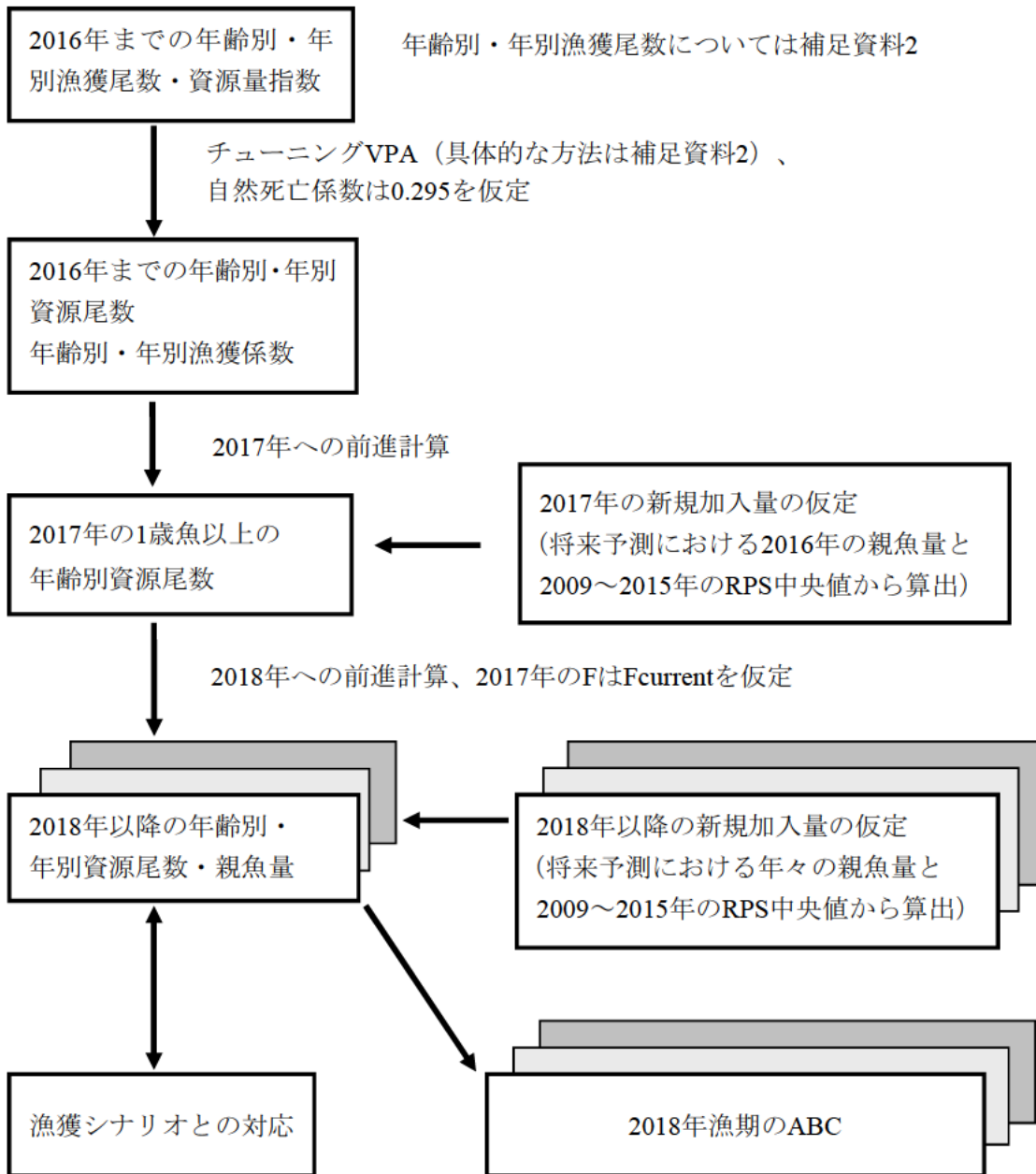
底建網 ¹⁾ (行使者数)						さけ定置 ²⁾ (統)						小定置 ²⁾ (統)								
年/振興局	オホーツク	宗谷	留萌	石狩	後志	計	年/振興局	オホーツク	宗谷	留萌	石狩	後志	計	年/振興局	オホーツク	宗谷	留萌	石狩	後志	計
1973							1973	105	26	8	8	4	151	1973	466	533	57	63	435	1,554
1974							1974	104	30	9	9	6	158	1974	523	600	97	60	498	1,778
1975							1975	104	26	9	10	4	153	1975	521	632	146	67	535	1,901
1976							1976	104	61	12	8	5	190	1976	508	559	115	70	411	1,663
1977							1977	106	61	10	10	5	192	1977	526	584	172	73	486	1,841
1978							1978	106	64	9	12	5	196	1978	573	546	158	29	500	1,806
1979							1979	102	73	15	17	5	212	1979	540	517	220	58	692	2,027
1980							1980	102	74	15	16	5	212	1980	555	443	175	43	703	1,919
1981							1981	102	92	19	17	5	235	1981	595	428	153	82	765	2,023
1982							1982	102	88	16	17	5	228	1982	648	447	126	116	916	2,253
1983							1983	102	88	11	17	5	223	1983	586	344	114	132	894	2,070
1984							1984	89	79	23	18	4	213	1984	518	380	83	55	815	1,851
1985							1985	90	80	23	18	4	215	1985	525	418	86	69	708	1,806
1986							1986	89	80	23	18	4	214	1986	514	398	126	96	699	1,833
1987							1987	84	79	23	18	5	209	1987	526	386	136	58	729	1,835
1988							1988	84	80	22	18	5	209	1988	569	400	107	47	605	1,728
1989					291		1989	77	67	25	18	116	303	1989	426	454	91	55	642	1,668
1990					307		1990	77	67	25	18	113	300	1990	536	429	112	53	674	1,804
1991					349		1991	73	67	27	18	115	300	1991	567	416	145	34	615	1,777
1992					531		1992	76	67	25	18	111	297	1992	496	385	101	38	606	1,626
1993					369		1993	79	67	25	18	116	305	1993	590	389	103	32	615	1,729
1994					362		1994	67	65	23	19	226	400	1994	480	293	120	33	567	1,493
1995					369		1995	147	64	22	18	237	488	1995	683	337	154	22	590	1,786
1996	451	238	55		369		1996	74	63	21	16	227	401	1996	718	414	98	21	546	1,797
1997	231	200	50		311		1997	74	59	19	16	215	383	1997	658	409	60	20	498	1,645
1998	479	153	75		315		1998	71	60	19	16	213	379	1998	746	380	100	25	536	1,787
1999	471	185	71		290		1999	71	56	18	18	228	391	1999	713	345	88	31	531	1,716
2000	491	187	56		333		2000	71	56	-	17	224	368	2000	673	338	144	40	546	1,741
2001	584	179	66	23	293	1,145	2001	71	56	-	16	216	359	2001	646	294	125	36	565	1,666
2002	396	174	40	24	295	929	2002	72	53	19	16	212	372	2002	647	284	103	31	532	1,597
2003	206	103	48	16	295	668	2003	72	50	19	16	201	358	2003	611	283	98	33	493	1,518
2004	357	150	43	18	91	659	2004	75	52	18	15	209	369	2004	688	291	97	44	512	1,632
2005	370	150	45	16	111	692	2005	73	52	18	16	209	368	2005	714	291	93	35	506	1,639
2006	361	152	41	16	302	872	2006	74	51	21	16	205	367	2006	658	277	95	37	464	1,531
2007	349	138	28	16	298	829	2007	74	51	21	(16)	234	396	2007	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2008	120	137	36	16	303	612	2008	78	51	21	(16)	224	389	2008	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2009	119	135	37	12	76	379	2009	78	52	20	(16)	224	390	2009	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2010	119	128	35	13	86	381	2010	78	52	20	(16)	224	390	2010	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2011	179	127	39	12	75	432	2011	78	52	20	(16)	224	390	2011	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2012	125	125	33	(12)	83	378	2012	78	52	20	(16)	224	390	2012	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2013	142	125	36	(12)	76	391	2013	82	52	19	(16)	209	389	2013	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2014	123	131	35	(12)	73	374	2014	82	51	18	(16)	(209)	377	2014	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2015	(123)	(131)	(35)	(12)	(73)	374	2015	(82)	(51)	(18)	(16)	(209)	376	2015	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531
2016	(123)	(131)	(35)	(12)	(73)	374	2016	(82)	(51)	(18)	(16)	(209)	376	2016	(658)	(277)	(95)	(37)	(464)	1,531

¹⁾底建網の漁獲努力量は、第2種共同漁業権に含まれるかえい・ひらめ・ほっけ底建て網行使者数(各振興局より)。オホーツク・宗谷・後志・留萌は2014年、石狩は2011年が最新の値。
²⁾さけ定置・小定置の漁獲努力量(統)は、北海道農林水産統計年報(さけ定置網、小型定置網)から抜粋、小定置の漁獲努力量は2007年以降の値が得られていないため、2007・2016年の漁獲努力量は2006年と同様とした。
2007年以降のさけ定置はさけ定置網漁業免許統数(石狩振興局を除く各振興局)

表 6. ホッケ道北系群の漁獲量と資源計算結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功 率(尾/kg)	F単純平均
1985	34	94	21	463	36	22.3	0.63
1986	46	123	22	649	37	29.6	0.49
1987	59	163	33	841	37	25.8	0.50
1988	66	202	46	1001	32	21.6	0.46
1989	69	233	55	1115	29	20.3	0.41
1990	93	263	83	806	35	9.7	0.52
1991	91	303	105	1051	30	10.0	0.51
1992	66	348	109	1289	19	11.8	0.30
1993	102	412	143	1232	25	8.6	0.37
1994	119	463	218	836	26	3.8	0.35
1995	149	466	239	1249	32	5.2	0.47
1996	144	369	187	699	39	3.7	0.61
1997	169	425	147	2080	40	14.2	0.87
1998	205	451	112	1086	45	9.7	0.65
1999	133	387	121	1899	34	15.8	0.79
2000	137	343	88	974	40	11.0	0.56
2001	129	308	116	1062	42	9.2	0.74
2002	122	313	103	1232	39	12.0	0.76
2003	140	382	95	1906	37	20.1	1.22
2004	151	290	72	677	52	9.5	1.06
2005	122	262	108	989	46	9.2	0.80
2006	99	255	72	1184	39	16.5	0.73
2007	125	280	52	1652	45	31.6	0.87
2008	147	275	50	1436	54	28.5	1.62
2009	96	192	36	556	50	15.6	0.83
2010	67	121	58	92	55	1.6	1.02
2011	53	125	38	810	42	21.2	1.16
2012	62	115	13	288	54	22.8	0.94
2013	46	88	26	219	53	8.4	1.27
2014	26	52	19	93	50	5.0	0.92
2015	16	35	13	96	44	7.6	0.99
2016	16	25	9	7	63	0.8	1.17

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 資源量の計算について

1. コホート計算

ホッケ道北系群の1985～2016年の0～4+歳（4歳以上をまとめて4+（プラスグループ）と表記する）の資源尾数、漁獲係数、資源量、をコホート解析により推定した。コホート解析には、道総研により求められたホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数、年齢別体重（補足表2-1）、年齢別成熟率（補足表2-2）を用いた。なお、ホッケは1歳の終わりに80%程度が産卵するため、成熟割合は計算上2歳で80%とした。自然死亡係数Mは0.295と仮定した（入江 1983）。年齢別資源尾数の計算には、Pope（1972）の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については、平松（1999）の方法を用いた。沖底から得られた面積重み付け標準化CPUE（表3、補足資料6）を用いてチューニングを行った。

(1) 式により年齢別資源尾数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \times \exp(M) + C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、 y は年、 a は年齢とし、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 M は一年あたりの自然死亡係数である。

ただし、最近年、最高齢-1歳（添え字 $p-1$ ）、最高齢（プラスグループ、添え字 p ）、は(2)～(4)式により計算した。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,y}))} \quad (2)$$

$$N_{p-1,y} = \frac{C_{p-1,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \times \exp(M) + C_{p-1,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{p,y} = \frac{C_{p,y}}{C_{p-1,y}} N_{p-1,y} = \frac{C_{p,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \times \exp(M) + C_{p,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (4)$$

漁獲係数Fは、最近年（ターミナルF）以外は(5)式で計算した。

$$F_{a,y} = -\ln \left[1 - \frac{C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}} \right] \quad (5)$$

$F_{a,y}$: y 年における a 歳魚の漁獲係数

ここで得られた年齢別Fから年齢別選択率を求めた。

最近年（2016年）のFは資源量の変動傾向と面積重み付けCPUEの変動傾向が最も合う

ように求めた。チューニング期間は、漁船数などの操業形態が現状に近く、漁獲効率が同じとみなせる 2005～2016 年とし、(6) 式を最小とする $F_{4+,2016}$ を探索的に求めた。

$$SSQ = \sum (\ln(I_y) - \ln(qB_y))^2 \quad (6)$$

ここで、 I_y は y 年の資源量指数、 B_y は y 年の 0～2 歳の資源量である。 q は比例係数であり、(7) 式によって計算した。

$$q = \exp\left(\frac{\sum \ln\left(\frac{I_y}{B_y}\right)}{Y}\right) \quad (7)$$

ここで、 Y はチューニング期間の年数である。

最近年（2016 年）の年齢別漁獲係数は、各年齢への選択率が過去 2 年の平均と等しいという仮定のもとで (8)、(9) 式により推定した。

0～3 歳：

$$F_{a,2016} = \frac{1}{2} \sum_{2014}^{2015} \frac{F_{a,y}}{F_{4+,y}} \times F_{4+,2016} \quad (8)$$

4+歳：

$$F_{4+,2016} = F_{3,2016} \quad (9)$$

2. ABC 算定方法

$F_{current}$ は過去 3 年（2014～2016 年）の F の平均値とし、2017 年の F は $F_{current}$ とした。2017 年以降の漁獲量と資源量を計算する際には漁獲物の年齢別体重の 2016 年の値を用いた。また将来予測における選択率には $F_{current}$ （2014～2016 年平均）の選択率を用いた。資源尾数の将来予測にはコホート解析の前進法を用いた（(10) 式）。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (10)$$

プラスグループについては、前年の 3 歳と 4 歳以上の和から前進させた。

将来予測における加入量は RPS と親魚量の積とし、 RPS は資源状態が悪化した以降の 2009～2015 年の RPS の中央値 8.4 尾/kg を仮定した。2017 年以降の漁獲尾数については (11) 式により求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp(-M/2) \quad (11)$$

すべての計算は、MS-Excel および統計言語 R のパッケージ RVPA（市野川・岡村 2014）

を用いて行った。

引用文献

- 入江隆彦(1983) 「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), 東京, 恒星社厚生閣, 91-103.
- 市野川桃子・岡村 寛(2014) VPA を用いた我が国水産資源評価の統計言語 R によると統一的検討. 水産海洋研究, 78, 1-10.
- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 20, 9-28.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

補足表 2-1. ホッケ道北系群の年齢別体重

年	年齢別体重 (g)				
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
1985	95	192	320	402	443
1986	88	178	297	374	412
1987	87	177	295	370	408
1988	85	173	288	362	398
1989	78	158	263	330	364
1990	80	162	271	340	375
1991	89	181	302	380	418
1992	87	176	293	369	406
1993	81	165	275	345	380
1994	90	183	305	384	423
1995	89	181	301	378	417
1996	84	171	285	358	395
1997	90	182	304	382	421
1998	103	209	349	438	483
1999	89	180	300	376	415
2000	78	157	262	330	363
2001	78	157	262	330	363
2002	84	171	286	359	395
2003	85	173	289	363	400
2004	70	142	237	298	328
2005	88	178	298	374	412
2006	90	183	304	383	421
2007	76	155	258	324	357
2008	73	147	246	309	340
2009	75	152	254	319	351
2010	85	172	286	360	396
2011	91	184	307	386	426
2012	90	184	306	385	424
2013	105	213	355	446	491
2014	101	206	343	431	475
2015	98	199	332	417	459
2016	110	222	370	465	513

補足表 2-2. ホッケ道北系群の年齢別成熟率

年齢	0	1	2	3	4+
成熟割合 (%)	0	0	80	100	100

補足資料 3 国際機関等で適用されている基準に照らし合わせたホッケの資源状態および Bban の検討について

ホッケ道北系群は、2007 年以降親魚量が B_{limit} (64 千トン) を下回り、資源量、親魚量ともに過去最低を更新している。漁獲量の減少に伴い、2012 年下半期から漁獲量や努力量を抑える自主管理措置が継続して行われているが、資源の回復には至っていない。2008 年まで見られた大きな加入は近年見られず、卓越年級の発生は必ずしも期待できない状況である。さらに、2016 年の加入尾数や RPS は、近年の最低値であった 2010 年級群と比較して、より低いものになると推定されたことから (図 10、補足資料 4)、今後さらに資源状態が悪化する可能性がある。

平成 29 年度 ABC 算定規則では、「資源量 (または親魚量) が禁漁水準 B_{ban} を下回るか、B_{limit} 及び過去最低値を著しく下回った場合には、他の資源学的要素や環境要因も考慮したうえで禁漁または禁漁的措置を提案する。その他の規則においても、相当の理由をもって禁漁または禁漁的措置が必要と判断した場合に提案する。」とある (水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構 2017)。国際機関で示され、多くの国が受け入れているハーベストコントロールの基準では、全面禁漁となる B_{ban} の基準として MSY を達成可能な資源量 (B_{msy}) や初期資源量 (B₀) を用いた 0.5B_{msy} (ICES)、0.2B₀ (NAFO)、0.1B₀ (PFMC) 等があげられる (Caddy 1998、Punt and Ralson 2007)。米国の底魚資源では 0.05B_{msy} が B_{ban} の基準として示されているが (NPFMC 2012)、同じ米国でも、ベーリング海のスケトウダラについては 0.5B_{msy} が採用されている (Kvamsdal et al. 2016)。このほか多くの魚種で資源崩壊の閾値として、B_{msy20%} (Pinsky et al. 2011)、average population biomass の 15～25% (Essington et al. 2015)、baseline abundance の 10% (Worm et al. 2006) など、平均的な資源量の 10～25%や B_{msy} の 20%程度が用いられている。

我が国周辺水域資源調査・評価等推進委託事業では、加入を著しく損なわない資源 (親魚) 量 B_{limit} が設定され、B_{limit} を下回らないことを目指した管理ルールによって ABC 算定が行われている魚種が多い。国際的な漁業管理機関や欧米の漁業管理では、MSY 管理基準値が資源状態の評価で用いられている。我が国周辺水域の資源評価が行われている魚種についても、資源量推定が可能な魚種について、ホッケースティック型の再生産関係を仮定し、多くの資源で現実的な MSY 管理基準値が計算されている (Ichinokawa et al. 2017)。

Ichinokawa et al. (2017) の方法と 2016 年の資源評価結果を用いて試算されたホッケ道北系群の MSY は、B_{msy} が 51 万トン、SSB_{msy} が 20 万トンとなる。現状の資源量 (25 千トン) および親魚量 (9 千トン) はそれぞれ B_{msy} と SSB_{msy} の 5%以下であり、国際機関等で適用されている全面禁漁水準 (0.1～0.5B_{msy}) を大きく下回り、米国の底魚資源の基準である 0.05B_{msy} も下回っている。加えて、2016 年の資源量 25 千トンは過去 (1985 年～2016 年) の中央値の 10%以下になることから、国際的な漁業管理機関などで用いられている全面禁漁水準 (0.05～0.5B_{msy}) を下回り、多くの魚種で用いられている資源崩壊の閾値 (平均的な資源量の 10～25%、B_{msy} の 20%程度) も下回っている可能性がある。

本系群の資源状態を国際機関等で適用されている基準に照らし合わせて評価したところ、全面禁漁を検討すべき閾値を大きく下回ると判断されたため、禁漁等の実効ある管理施策を実施するとともに、禁漁あるいはそれに準じた措置を提言する閾値である B_{ban} の設定が急務であると判断される。

本評価の参画機関との間においても資源水準が非常に低いものであることは共通の見解である。しかし、本資源においては漁業者による自主的な管理が行われており、本年度の評価においては、この自主管理措置に与える影響への懸念が示されたことから、参画機関との協議を継続することとして Bban の設定を見送った。次年度評価に向けて Bban の設定を前提とし、具体的な数値等の検討を進める。

本系群では親魚量と加入量に正の関係が見られ、一定量以上の親魚量を確保することで迅速な資源回復が期待できると考えられることから、1985 年～2016 年の親魚量の中央値（72 千トン）を基準とし、その 10%にあたる 7 千トンが Bban の候補として挙げられる。中央値をとることにより、資源評価の改訂や再生産関係の仮定の変更などによる影響を受けにくく、頑健な値となる事が期待される。また、親魚量 7 千トンから禁漁を行った場合、予測に用いる RPS の期間の設定などにより確率は変動するが、10 年で Blimit に回復する確率は概ね 6 割～9 割である。このほか国際機関等で適用されている基準を採用する場合、米国の底魚資源の Bban 基準である 0.05Bmsy（親魚量 1 万トン）も候補である。

引用文献

- 水産庁増殖推進部, 国立研究開発法人水産研究・教育機構(2017) 平成 29 年(2017)年度 ABC 算定のための基本規則
- Caddy, J. (1998) A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO Fisheries technical paper 379.
- Ichinokawa M, Okamura H, and Kurota H. 2017. The status of Japanese fisheries relative to fisheries around the world. ICES Journal of Marine Science. 74, 1277–12.
- IUCN. (2001) IUCN レッドリストカテゴリーと基準 3.1 版
- Essington, T., Moriarty, P.E., Froehlich, H.E., Hodgson, E.E., Koehn, L.E., Oken, K.L., Siple, M.C., and C.C. Stawitz (2015) Fishing amplifies forage fish population collapses. PANS, 112, 6648-6652.
- Kvamsdal, S.F., Eide, A., Ekerhovd, N.A., Enberg, K., Gudmundsdottir, A., Hoel, A., Mills, K.E., Mueter, F.J., Ravn-Jensen, L., Sandal, L.K., Stiansen, J.E. and N. Vestergaard (2016) Harvest control rules in modern fisheries management. Elementa: Science of the Anthropocene, 4:000114
- North Pacific Fishery Management Council (2012) Fishery management plan for groundfish of the Bering Sea and Aleutian Islands management area.
- Pinsky, M.L., Jensen, O.P., Ricard, D. and S.R. Palumbi (2011) Unexpected patterns of fisheries collapse in the world's oceans. PNAS, 108, 8317-8322.
- Punt, A.E. and S. Ralston (2007) A management strategy evaluation of rebuilding revision rules for overfished rockfish stocks. Biology, assessment and management of North Pacific rockfishes Alaska Sea Grant College Program AK-SG-07-01, 329-351.
- Worm, B., Barcier, E. B., Beaumont, N., Duffy, E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J. B. C., Lotze, H. K., Micheli, F., Palumbi, S. R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J. and R. Watson (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science, 314, 787-790.

補足資料 4 ホッケ道北系群の資源解析結果

年齢別漁獲量(千トン)

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	13	19	26	21	17	9	15	5	14	12	32
1歳	12	19	23	29	36	51	28	31	37	32	18
2歳	5	5	6	10	8	19	26	17	29	48	51
3歳	3	2	3	4	5	9	14	8	14	16	30
4歳以上	2	1	2	2	3	5	8	6	8	11	19
計	34	46	59	66	69	93	91	66	102	119	149

年齢別資源尾数(百万尾)

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	463	649	841	1001	1115	806	1051	1289	1232	836	1249
1歳	139	229	297	371	536	644	503	641	913	766	505
2歳	39	51	77	109	132	201	211	242	324	485	418
3歳	16	16	24	39	51	72	90	82	131	151	225
4歳以上	10	9	13	18	28	40	48	55	71	98	128
計	667	954	1252	1539	1862	1763	1903	2309	2671	2336	2524

年齢別漁獲係数

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	0.41	0.49	0.52	0.33	0.25	0.18	0.20	0.05	0.18	0.21	0.40
1歳	0.71	0.79	0.70	0.74	0.68	0.82	0.44	0.39	0.34	0.31	0.26
2歳	0.61	0.44	0.39	0.46	0.31	0.50	0.65	0.32	0.47	0.47	0.63
3歳	0.71	0.36	0.45	0.39	0.40	0.55	0.62	0.36	0.43	0.37	0.52
4歳以上	0.71	0.36	0.45	0.39	0.40	0.55	0.62	0.36	0.43	0.37	0.52
単純平均	0.63	0.49	0.50	0.46	0.41	0.52	0.51	0.30	0.37	0.35	0.47

年齢別資源量と親魚量(千トン)および再生産成功率RPS(0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	43.8	57.1	73.3	85.2	86.6	64.6	93.9	111.9	100.1	75.5	111.2
1歳	26.7	40.9	52.4	64.1	84.5	104.7	91.1	112.8	150.3	140.2	91.1
2歳	12.5	15.1	22.8	31.5	34.7	54.5	63.8	70.9	89.1	148.1	125.7
3歳	6.5	5.9	9.0	14.0	16.9	24.5	34.4	30.1	45.2	57.9	85.1
4歳以上	4.2	3.9	5.4	7.1	10.4	14.9	20.0	22.4	26.9	41.4	53.2
資源量	93.7	122.9	162.9	201.8	233.1	263.1	303.2	348.1	411.6	463.1	466.3
親魚量	20.8	21.9	32.6	46.3	55.0	82.9	105.4	109.2	143.4	217.8	238.9
RPS	22.3	29.6	25.8	21.6	20.3	9.7	10.0	11.8	8.6	3.8	5.2

補足資料 4 ホッケ道北系群の資源解析結果（つづき）

年齢別漁獲量(千トン)

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	9	55	42	37	12	22	27	30	19	36
1歳	48	25	118	21	87	39	33	47	85	21
2歳	33	30	24	43	24	43	34	34	31	50
3歳	27	29	13	20	9	16	17	19	15	13
4歳以上	28	31	8	13	4	9	10	11	2	3
計	144	169	205	133	137	129	122	140	151	122

年齢別資源尾数(百万尾)

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	699	2080	1086	1899	974	1062	1232	1906	677	989
1歳	624	425	1022	458	1057	594	546	639	1121	272
2歳	290	220	200	273	241	309	228	238	242	319
3歳	165	117	78	90	79	100	90	68	77	67
4歳以上	156	114	45	51	32	49	47	38	9	16
計	1934	2958	2431	2771	2384	2114	2142	2889	2125	1663

年齢別漁獲係数

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.20	0.42	0.57	0.29	0.20	0.37	0.36	0.24	0.62	0.65
1歳	0.75	0.46	1.02	0.35	0.93	0.66	0.53	0.68	0.96	0.68
2歳	0.61	0.74	0.51	0.94	0.59	0.94	0.92	0.84	0.99	0.93
3歳	0.74	1.35	0.57	1.18	0.53	0.86	0.99	2.18	1.36	0.87
4歳以上	0.74	1.35	0.57	1.18	0.53	0.86	0.99	2.18	1.36	0.87
単純平均	0.61	0.87	0.65	0.79	0.56	0.74	0.76	1.22	1.06	0.80

年齢別資源量と親魚量(千トン)および再生産性効率RPS(0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	58.9	187.0	112.1	168.1	75.5	82.4	104.1	162.7	47.4	87.0
1歳	106.8	77.6	213.8	82.3	166.3	93.5	93.6	110.6	159.2	48.5
2歳	82.6	67.0	69.8	81.8	63.3	81.2	65.0	68.8	57.3	95.0
3歳	59.2	44.8	34.2	33.8	26.1	32.9	32.1	24.6	22.8	25.0
4歳以上	61.4	48.1	21.5	21.3	11.7	17.7	18.5	15.0	2.9	6.7
資源量	369.0	424.5	451.4	387.3	342.9	307.6	313.3	381.7	289.6	262.2
親魚量	186.8	146.6	111.5	120.5	88.4	115.5	102.7	94.6	71.5	107.7
RPS	3.7	14.2	9.7	15.8	11.0	9.2	12.0	20.1	9.5	9.2

補足資料 4 ホッケ道北系群の資源解析結果（つづき）

年齢別漁獲量(千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	28	41	31	13	2	21	6	7	1	1	0
1歳	32	57	74	63	25	4	49	20	12	7	9
2歳	16	15	25	16	28	14	2	15	7	4	3
3歳	17	5	13	3	11	11	3	2	5	3	3
4歳以上	5	8	5	1	2	3	2	2	0	1	1
計	99	125	147	96	67	53	62	46	26	16	16

年齢別資源尾数(百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	1184	1652	1436	556	92	810	288	219	93	96	7
1歳	386	613	769	704	262	48	407	159	103	57	63
2歳	102	138	139	139	167	72	19	73	36	24	14
3歳	94	30	54	17	48	41	13	7	19	9	8
4歳以上	26	40	19	6	7	11	7	5	1	5	2
計	1793	2472	2416	1422	576	982	735	466	258	209	110

年齢別漁獲係数

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	0.36	0.47	0.42	0.46	0.35	0.39	0.30	0.46	0.18	0.12	0.19
1歳	0.73	1.19	1.42	1.14	1.00	0.64	1.43	1.19	1.14	1.15	1.41
2歳	0.94	0.65	1.81	0.77	1.11	1.43	0.66	1.07	1.06	0.81	1.17
3歳	0.82	1.02	2.24	0.88	1.32	1.67	1.17	1.82	1.11	1.44	1.54
4歳以上	0.82	1.02	2.24	0.88	1.32	1.67	1.17	1.82	1.11	1.44	1.54
単純平均	0.73	0.87	1.62	0.83	1.02	1.16	0.94	1.27	0.92	0.99	1.17

年齢別資源量と親魚量(千トン)および再生産成功率RPS(0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	106.6	125.9	104.3	41.8	7.7	73.6	26.0	23.0	9.4	9.4	0.8
1歳	70.5	94.7	113.3	107.1	45.1	8.9	74.7	33.8	21.2	11.4	14.0
2歳	31.2	35.6	34.3	35.2	47.8	22.1	5.8	25.9	12.3	8.1	5.0
3歳	36.0	9.7	16.6	5.4	17.2	15.8	4.9	3.2	8.0	3.9	3.8
4歳以上	11.0	14.1	6.3	2.0	2.8	4.7	3.1	2.3	0.7	2.3	1.3
資源量	255.2	280.1	274.9	191.6	120.6	125.1	114.6	88.2	51.6	35.1	24.9
親魚量	71.9	52.3	50.4	35.7	58.2	38.2	12.6	26.2	18.5	12.6	9.1
RPS	16.5	31.6	28.5	15.6	1.6	21.2	22.8	8.4	5.0	7.6	0.8

補足資料5 ホッケ道北系群の将来予測結果

管理基準	F値	漁獲量（千トン）												
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Fcurrent	1.03	16	5	6	4	3	2	2	1	1	1	1	0	0
Fmed	0.69	16	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F30%SPR	0.32	16	5	3	3	4	5	7	10	13	18	24	32	43
Frec10yr(target)	0.00	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frec10yr(limit)	0.33	16	5	3	3	4	5	7	10	13	17	23	30	40
		資源量（千トン）												
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Fcurrent	1.03	25	13	11	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1
Fmed	0.69	25	13	11	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11
F30%SPR	0.32	25	13	11	15	20	27	37	49	66	89	120	161	216
Frec10yr(target)	0.00	25	13	11	21	36	63	110	192	335	585	1021	1782	3111
Frec10yr(limit)	0.33	25	13	11	15	20	26	35	47	62	82	110	146	194
		親魚量（千トン）												
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Fcurrent	1.03	9	6	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0
Fmed	0.69	9	6	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F30%SPR	0.32	9	6	2	6	6	9	12	16	22	30	40	53	72
Frec10yr(target)	0.00	9	6	2	9	12	23	39	68	119	207	362	632	1103
Frec10yr(limit)	0.33	9	6	2	6	6	9	12	15	20	27	36	48	64

補足資料6 沖底CPUEの標準化について

1997～2016年の沖底統計の日別詳細データを用い、沖底100以上かけまわし船のCPUEを応答変数、年（Y）、月（M）および小海区（SA）を説明変数（カテゴリーカル変数）とし、一般線形化モデルによってCPUE標準化を行った。ただし、いくつかの小海区については操業のない年があったため、小海区2と3、16と17はそれぞれ統合して計算した。CPUEの対数値が正規分布に従うと仮定し以下のモデルから標準化CPUEを推定した。

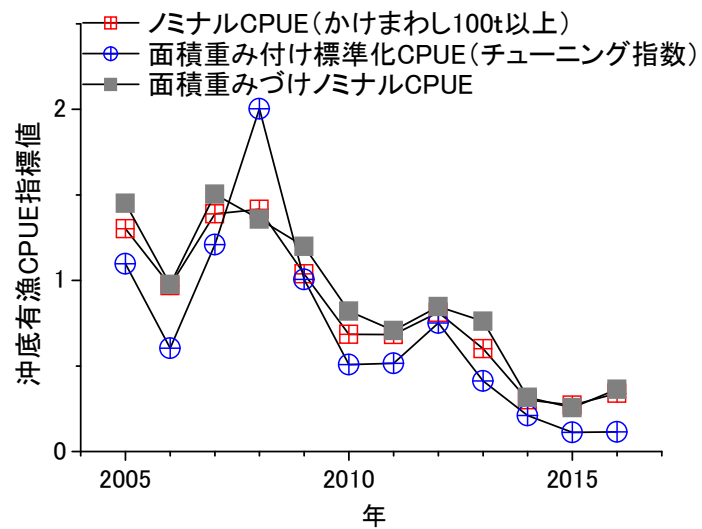
$$\log(\text{CPUE}) = Y + M + SA + Y \times M + Y \times SA$$

一方、個々の海区の大きさが異なり、なおかつ年とエリアの交互作用が認められる場合には、エリアサイズを考慮した補正が必要であり、推定されたエリアサイズを掛け合わせた資源量指数が相対資源量に対応すると考えられている（能勢ほか 1988, 山田・田中 1999, 庄野 2004）。推定されたCPUEから面積を考慮した標準化資源量指数を抽出するために、小海区の面積の差を考慮して、以下の式により面積で重み付けた標準化CPUEを計算した。

$$\log(\text{CPUE}) = Y + E(Y \times M) + E_w(Y \times SA)$$

ここで $E(Y \times M)$ はYとMの交互作用の平均値、 $E_w(Y \times SA)$ はYとSAの面積重み付き平均値である。面積は、小海区に含まれる操業で利用された漁区数であり、CPUEの対数値を平均してから指数変換したものを規格化して指標値とした。この指標値は幾何平均に対応している。

チューニングを行った2005年以降のCPUE指標値について、トン数100t以上のかけまわし有漁ノミナルCPUE（標準化されていないCPUE）および面積重みづけノミナルCPUEを比較すると、年により若干違いは見られるが、ほぼ変わらない値となっている。面積でチューニング指数として用いた面積重み付け標準化CPUEとノミナルCPUEを比較すると、2008年を除いてノミナルCPUEで高く、面積重み付け標準化CPUEで低い傾向が見られるが、変動傾向はほぼ一致している。一方、2016年にノミナルCPUEが若干増加しているのに対し、面積重みづけ標準化CPUEではその傾向が見られない要因の一つとして、幾何平均を用いていることが考えられる。



補足図6. チューニングに用いた面積重み付け標準化CPUEおよび沖底有漁CPUE指標値の推移

引用文献

- 山田作太郎・田中栄次(1999) 水産資源解析学, 東京, 成山堂書店, pp151.
 能勢幸雄・石井丈夫・清水誠(1988) 水産資源学, 東京, 東京大学出版会, pp217
 庄野 宏(2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチに関する総説. 水産海洋研究, 68, 106-120.

補足資料 7 ホッケ漁獲状況アンケート

本系群では、ホッケの漁獲状況について最新情報を収集し、資源評価報告書に反映することを目的として、沖合底びき網漁業（かけまわし、トロール）を対象として漁況状況確認アンケートを行っている。今年度は小樽機船漁業協同組合、稚内機船漁業協同組合、紋別漁業協同組合、網走漁業協同組合にアンケートの協力を依頼し、回答が得られた。設問と回答の概要は以下のとおりである。

Q. 昨年から今年にかけてのホッケの漁模様について。

A. ここ数年と比較して少ない、漁況は不調、減少など。

Q. 多く漁獲されたホッケのサイズについて。

A. 小型～中型のホッケが多い。

Q. 漁場や時期によってホッケのサイズが変わるなど傾向があるか。

A. 時期的に漁場でのホッケのサイズが変わる。

Q. ここ数年のホッケにかかる漁獲努力量・漁獲圧・探索時間などの変化について。

A. 過去数年の漁獲量の 30%減を目標に漁獲量を制限している、一日の漁獲量を制限している、価格向上のための工夫を行っているなど。

Q. ホッケの漁獲について、何かお気づきの点がありましたら教えて下さい。

A. 漁場が狭い、複雑な場所でしか獲れなくなった、ホッケの魚価は良いが漁獲量は少ないなど。

今年度実施したアンケートでは、漁獲状況は不調であるという情報が多く寄せられた。また、魚価は高いが漁獲量が少ない、来遊が遅れている、複雑な場所でしか獲れなくなった、という情報も寄せられた。場所によっては2015年級群と見られる小型～中型魚が漁獲されているという情報も寄せられているが、現在のところ局所的な情報にとどまっており、加えて資源解析結果も考慮すると、資源状況は引き続き低い水準で推移すると考えられる。