

平成19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）

参画機関：北海道立稚内水産試験場、北海道立中央水産試験場、北海道立網走水産試験場

要 約

ホッケ道北系群の漁獲量は、1980年代前半に一度減少したものの、その後増加に転じ、1998年には20万トンに達した。その後は10万トン前半で推移していたが、2006年には9万7千トンと10万トンを割り込んだ。漁獲量の大半を占める道北日本海側の沖合底びき網漁業（以下沖底）のCPUEは1990年代より増加傾向が続き、近年は6トン／網程度と高い水準で推移しているが、同海域における主漁獲物であったスケトウダラの漁獲量低下に伴ってホッケに漁獲の主体が移行したと考えられるため、実質のCPUEはそれほど高くない可能性がある。前年度まで本系群の水準および動向判断には、沖底CPUEを用いたプロダクションモデルにより算出された推定資源量の情報を用いていたが、上記の理由から沖底CPUEを用いて資源量を推定すると資源量を過大評価する恐れがあるため、本年度は沖底CPUEを用いて資源量推定を行わなかった。過去27年間の漁獲量と体長の推移から資源水準は中位、過去5年間の漁獲量の動向、底建網CPUE、定置網のCPUEおよび漁獲物から得られた体長変異から、資源動向は横ばいと判断した。2005年以降漁獲量の減少傾向が続いていることから、現行の漁獲圧が資源に与える影響を考慮し、平成19年度ABC算定のための基本規則2-2)-(2)に従い、係数 β_2 に0.9を与え、 $ABClimit$ を過去5年間の平均漁獲量 $\times 0.9 = 114$ 千トン、 $ABCtarget = ABClimit \times 0.8 = 91$ 千トンとした。

	2008 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
$ABClimit$	114 千トン	0.9Cave5-yr	-	-
$ABCtarget$	91 千トン	$0.8 \cdot 0.9Cave5-yr$	-	-

水準：中位 動向：横ばい

1. まえがき

ホッケ道北系群は、北海道北部海域における漁業、特に沖合底びき網漁業の主要漁獲対象資源の一つである。

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、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、一部のものはオホーツク海に

残って、さらに1～2年間生活する。越冬した1歳魚は、“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

ホッケ道北系群における平均的な成長は、以下の成長式によって示される（入江 1983）：

$$L_t = 452[1 - \exp\{-0.272(t + 1.295)\}]$$

$$W = 0.80 \times L^{3.126} \times 10^{-5}$$

L:体長(mm)、W:体重(g)、t:年齢

この式を用いて、満年齢における計算体長と計算体重を求め、図2に示した。年齢の起算日については、生まれた翌年の1月1日を便宜的に誕生日とし、その後毎年1月1日に加齢させる。寿命は8～9歳。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（満2歳）に一部（3割）成熟するものがあり、2歳の終わり（満3歳）には大部分が成熟する。産卵期は9月中旬～11月上旬で、利尻・礼文島沿岸および武蔵堆の最浅部で産卵する。産卵回数は1産卵期当たり2～4回。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

道北系のホッケは、沖合底びき網（沖底、以下同じ）、刺し網、底建網、まき網などによって漁獲される。各漁業の主漁期、主漁場、および主漁獲対象は、表のように整理される：

漁業種類	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	ほぼ周年	0歳魚以上
	オホーツク海	稚内イース場～網走湾、大和堆周辺		
刺し網	日本海	利礼周辺～島牧	3～12月	1歳魚以上
	オホーツク海	雄武～斜里	4～12月	
底建網	日本海	利礼周辺～島牧	1～12月	1歳魚以上
	オホーツク海	雄武～斜里	5～12月	0歳魚以上

(2) 漁獲量の推移

ホッケ道北系群の漁獲量は、1980年代前半に10万トンから3万トンに減少したが、その後増加に転じ1990年代前半には再び10万トン台に回復した。それ以降も増加傾向が続き、1998年には20万トンを超えたが減少に転じ、2000年代は12～15万トンで推移していた。2006年の漁獲量は、オホーツク海および道北日本海の沖底が減少したため、前年度に引き続き減少となり、9万7千トンとなった（表1、図3）。

総漁獲量の6割程度を道北日本海における沖底が占めており、道北日本海の沿岸漁獲量およびオホーツク海における沖底が、それぞれ1～2割を占める。オホーツク海における沿岸漁獲量は1割に満たない。2006年の沖底の漁獲量はいずれの海域でも減少傾向が見られ、CPUEも漁獲量と同様に減少傾向が見られた（表1）。一方、沿岸漁業による漁獲量は、2004～2005年は例年と比べて低い値となったが、2006年の漁獲量は前年と比べて30%程度増加した。道北日本海では2003年から2004年にかけて漁獲量が半減し、1万5千トンを下回ったものの、2006年は前年よりも5千トン増加し、オホーツク海についても前年より2千トン増加した（表1、図3）。

(3) 漁獲努力量

沿岸漁業については、努力量の算出可能な定置網漁業および底建網漁業についてCPUEを算出した。沿岸漁獲量に占めるそれぞれの割合は、定置網が15～20%、底建網が50～60%である。定置網漁業については漁労体数が北海道農林水産統計年報に記載されているため、漁労体あたりの漁獲量をCPUEとして算出した（表2）。また、底建網の漁獲努力量は網走・宗谷・留萌・石狩・後志の各支庁より第2種共同漁業権に含まれるカレイ・ヒラメ・ホッケ底建網の行使者数を収集し、底建網の努力量としてCPUEを算出した。これらのCPUEの動向は、資源動向の判断の参考とした。なお、定置網および底建網の漁獲量は、北海道現勢より集計した。沖底については操業網数を漁獲努力量として用いた。

定置網漁業の漁労体数は、1970年代後半と比較して、小定置で減少し、サケ定置で増加したが、近年では大きな変化は見られていない。一方、サケ定置の漁獲量およびCPUEは近年急激に増加している（図4）。底建網漁業の漁獲量は、網走および後志で1990年代後半

から増加した。一方、CPUEは、網走で他の海域よりも高い水準で推移しており、2003年に最も高い値となった。後志のCPUEも90年代後半から2000年代前半にかけて増加したものの、両海域のCPUEは、ここ2年で減少した（図5）。沖底の漁獲努力量は海域によって差があるものの、両海域ともに1980年代の2～3万網から減少し、近年では1万網台前半で推移しており、大きな変化は見られていない（表1, 図6）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本系群は、沖底の漁獲量が系群全体の漁獲量の7～8割を占め、漁獲努力量も算出されていることから、前年度までは沖底によるCPUEを当該資源の動向を代表する指標と考え、非平衡プロダクションモデルを用いて、資源量などの推定を行っていた。しかしながら、1990年代半ばから漁具能率が向上したという情報が得られたことに加え、道北日本海において、主漁獲物であったスケトウダラの漁獲量低下に伴ってホッケに漁獲の主体が移行したと考えられるため（図7）、沖底CPUEを用いた資源量推定は適切で無いと判断し、近年の漁獲量の変化から資源動向を判断した。その際、底建網および定置網のCPUEについては算出が可能であるため、資源動向の判断の参考とした。加えて、沖底漁業、定置網漁業による漁獲物の体長の変化も資源動向の判断の参考とした。なお、漁獲物の体長および体重の頻度分布により年齢を0歳、1歳、2歳魚以上の3つに区分し、定置網漁業、沖底漁業、および定置網漁業の銘柄「バラ」について、2歳魚以上の平均体長および最大体長（95%体長）の傾向を調べた。

参考として、非平衡プロダクションモデルを用いて資源量、MSY水準ならびにMSYを与える漁獲係数、漁獲努力量などの推定を行い、結果は補足資料に掲載した。プロダクションモデルに沖底のCPUEを用いる際、道北日本海のホッケの漁獲量が占める割合が年代によって大きく変化していることから（図7）、補正した値を使用した。手法の詳細については補足資料に掲載した。

(2) 漁獲物の年齢組成

ホッケ道北系群の体長組成から複合正規分布の分解法（相澤・滝口 1999）により各年齢に分解した漁獲尾数を図8a,b,cに示す。道北系全体の年齢別漁獲尾数は、1980年代後半まではほぼ0歳と1歳で占められていた。1990年代に入って2歳魚の割合が増加したが、全体的に見ると、2歳魚の占める割合は2割程度である。1歳魚は数年に一度の割合で大量に漁獲されており、0歳、1歳の漁獲量は年によって変動が大きい傾向が見られた。2004年から2005年にかけて、1歳魚の漁獲量が急減し、0歳魚の漁獲量は増加していた。

海域別に年齢別漁獲尾数を見ると、道北日本海では、1998、2000、2004年に1歳魚が急激に増加しているが、いずれも次の年の2歳魚の漁獲量には反映されていなかった。道北日本海では、0歳、1歳の漁獲量は年によって変化が大きいものの2歳魚の漁獲量には大きな変化は見られなかった。オホーツク海では、2歳魚以上はほとんど漁獲されておらず、0、1歳魚で大半が占められている。日本海側で1歳魚が急増した1998年、2000年、2004年には、オホーツク海においても1歳魚の漁獲量が増加していたため、道北海域全体の傾向であったと考えられる。

海域全体における漁獲尾数は、近年大きな変化は見られていないが（図8a）、年齢別漁獲尾数では、オホーツク海、日本海共に2005年に1歳魚で急減している（図8b,c）。2006年の利尻島周辺におけるホッケ分布量は少なく、1歳魚の分布量も非常に少なかったことから（水試調べ）、今後の動向に注意を要する。

(3) 資源の水準・動向

前年度までの資源評価では、沖底のCPUEを用いたプロダクションモデルにより推定した資源量から、水準は高位と判断された。道北日本海における沖底のCPUEが90年代半ばから急増し、近年高い値を維持していたため、それに基づいた資源量推定では、近年の資源量は高水準で推移していると判断されてきたと考えられる。しかしながら、沖底のCPUEの動向が沿岸の漁獲実態と合致しないことや、沖底の主漁獲物であったスケトウダラの漁獲量低下に伴ってホッケに漁獲の主体が移行したと考えられることから（図7）、沖底CPUEを用いた資源量推定は適切で無いと判断し、本系群の漁獲実態に即した資源評価を行うため、本年度の資源評価では漁獲量の変化から資源水準を、定置網と底建網のCPUEおよび沖底と定置網の体長の変化から動向を判断した。

当該海域における過去27年間（1980～2006年）の漁獲量から資源水準を判断し、過去5年間（2002～2006年）のCPUEの傾向から資源動向を判断した。なお、2歳魚以上の平均体長および最大体長の動向も資源動向の判断の参考とした。資源水準は、過去27年間の漁獲量の平均値を50とし、35未満を低位、35以上65未満を中位、65以上を高位と設定した。2006年の漁獲量は9万7千トンで47となり、資源水準は中位と判断した（表1, 図9）。また、2歳以上の体長の推移からも中位水準であることが示唆される（図10）。漁獲量の推移は、1998年の21万トンをピークに1999～2005年まで12～15万トンで推移したが、2006年には9万7千トンと減少しており、過去5年間の漁獲量は減少する傾向が見られた。一方、定置網および底建網のCPUEでは、過去5年間で増加または減少傾向は見られなかったことから、資源動向は横ばいと判断した。加えて、沖底および定置網における2歳魚以上の平均体長および最大体長においても過去5年間で横ばいであったことから、資源状態に大きな変化があるとは言えず、動向が横ばいであることの判断材料になると考えられる（図10）。なお、個体群の平均体長が増加し、最大体長およびCPUEが減少傾向の場合は資源の悪化を示唆すると考えられており（Shin et al., 2005）、限られた情報しか得られない現状においては、体長変化についても注視する必要がある。

5. 資源管理の方策

漁獲量の変動が資源動向を反映すると仮定し、過去27年間の漁獲量の平均値から資源水準を判断した場合、1980年代が低位水準、90年代前半が中位水準、90年代後半から2004年までの大半が高位水準であると考えられる（図9）。80年代の低位水準から90年代後半の高位水準へ増加した要因として、漁獲量の大半を占める沖底漁業の漁獲量が90年代後半にかけての増加が一因であると考えられる。また、2005年以降、高位水準から中位水準へ低下した原因は、沖底漁業の漁獲量が減少したためと考えられる（表1）。過去5年間の定置網および底建網のCPUEの変動や、沖底および定置網漁業の体長変動からは近年の資源量が著し

く低下している可能性は低いと考えられるが、沖底漁業の漁獲量の減少が続いていることから、注意深く見守る必要がある。

6. 2008年ABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

ホッケ道北系群の資源水準は中位、動向は横ばいである。

(2) ABCの算定

本系群において漁獲量の情報を用いて資源評価を行った。ABC算定にあたっては平成19年ABC算定のための基本規則に従い、以下のようにABCを算定する：

資源水準が中位、資源動向が横ばいの場合に適用されるABC算定のための基本規則2-2)-(2)は以下の式で示される：

$$ABClimit = \text{平均漁獲量}Cave \times \beta 2$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

このとき、 $\beta 2$ は1未満の係数。また α は安全率（標準値：0.8）

前述の通り、本系群の資源水準は中位で動向は横ばいと判断された。ここ2年、沖底漁業の漁獲量低下に伴って、道北系群全体の漁獲量も低下しているため、係数 $\beta 2$ に0.9を与えることとし、安全率 α には標準値の0.8を与えることとする：

$$ABClimit = \text{過去5年間 (2002-2006年) の平均漁獲量} \times 0.9 = 114 \text{千トン}$$

$$ABCtarget = ABClimit \times 0.8 = 91 \text{千トン}$$

	2008年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	114千トン	0.9Cave5-yr	-	-
ABCtarget	91千トン	0.8・0.9Cave5-yr	-	-

(3) ABCの再評価

評価対象年	管理基準	資源 量	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン)
(当初)					
2006 年 (当初)	Fmsy	304	209	168	-
2006 年 (2006 年再評価)	Fmsy	226	189	152	-
2006 年 (2007 年再評価)	0.9Cave5-yr ^{*1}	-	122	98	97
2007 年 (当初)	0.8Fmsy	268	175	140	-
2007 年 (2007 年再評価)	0.9Cave5-yr ^{*2}	-	120	96	-

^{*1} 2000-2004年の漁獲量を使用

^{*2} 2001-2005年の漁獲量を使用

7. ABC以外の管理方策の提言

ホッケ道北系群の漁獲量は、2000年代に入って12~15万トンで安定的に推移していたが、2005年以降漁獲量が減少している。本系群における漁獲量やCPUEの変動傾向は漁法および海域によって大きく異なっており、漁獲量動向には注意が必要である。特に、道北日本海の沿岸漁獲量は2004年に急減した後2006年にはやや回復したものの、沖底漁業の漁獲量は2004年以降減少傾向にある。今後数年、このような傾向が継続して見られる場合には、当該資源の漁獲のあり方を検討する必要がある。

8. 引用文献

相澤康・滝口直之(1999) MS-Excelを用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討, 水産海洋研究, 63: 205-214.

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(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.

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.

Shin, Y.-J., Rochet, M.-J., Jennings, S., Field, J. G., and Gislason, H. (2005) Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing, ICES Journal of Marine Science, 62, 384-396.

表1. ホッケ道北系群の漁業種別漁獲量の推移

年	北海道西部					オホーツク海					海域計	
	沖底					沖底					沿岸漁獲量 (海域分けず)	漁獲量
	漁獲量	努力量	CPUE	資源量指数	沿岸 漁獲量	漁獲量	努力量	CPUE	資源量指数	沿岸 漁獲量		
1980	28,567	26,602	1.1	70.357		14,033	41,969	0.3	21.337		48,826	91,426
1981	22,043	21,964	1.0	99,348		34,453	32,223	1.1	41,786		52,271	108,767
1982	23,673	29,852	0.8	73,396		15,703	29,719	0.5	19,015		6,995	46,371
1983	12,969	29,647	0.4	49,696		4,212	24,151	0.2	5,833		15,897	33,078
1984	14,166	24,705	0.6	44,849		6,280	12,485	0.5	26,495		17,471	37,918
1985	7,545	23,587	0.3	33,950	12,322	10,640	17,916	0.6	24,417	3,454		33,962
1986	12,054	27,266	0.4	34,645	8,270	17,434	14,659	1.2	44,191	7,813		45,571
1987	20,397	22,019	0.9	70,431	11,571	20,457	21,328	1.0	39,403	7,041		59,466
1988	23,185	26,121	0.9	50,620	17,031	17,908	17,832	1.0	36,684	7,424		65,548
1989	25,105	21,108	1.2	83,019	13,326	24,869	26,123	1.0	33,995	5,344		68,644
1990	52,699	30,182	1.7	126,811	11,586	22,734	25,332	0.9	51,091	5,646		92,665
1991	48,445	30,577	1.6	115,861	19,523	18,846	20,717	0.9	41,722	3,885		90,698
1992	35,041	30,119	1.2	101,681	21,206	4,749	12,962	0.4	19,116	5,476		66,472
1993	52,199	21,953	2.4	142,609	18,546	23,389	16,040	1.5	71,401	7,693		101,826
1994	77,369	22,364	3.5	253,284	19,000	16,862	18,067	0.9	35,070	5,654		118,886
1995	108,000	25,348	4.3	352,493	21,141	10,478	18,804	0.6	64,363	9,176		148,796
1996	81,310	21,781	3.7	282,105	25,191	25,391	17,428	1.5	47,862	12,571		144,464
1997	106,621	21,594	4.9	446,212	27,386	23,657	17,999	1.3	51,435	12,201		169,864
1998	124,626	21,165	5.9	421,250	24,450	42,930	18,711	2.3	178,566	13,079		205,086
1999	88,431	20,460	4.3	272,378	18,624	15,788	11,634	1.4	64,123	10,546		133,389
2000	86,252	17,456	4.9	416,383	17,251	22,979	12,102	1.9	129,178	10,123		136,604
2001	84,316	13,906	6.1	508,394	24,788	14,249	11,432	1.2	52,491	5,704		129,057
2002	67,324	11,118	6.0	384,658	22,839	17,771	12,780	1.4	76,413	13,941		121,876
2003	73,981	11,840	6.0	430,698	30,401	23,492	12,646	1.9	75,803	12,616		140,491
2004	84,398	12,393	6.7	361,097	14,530	41,205	14,009	2.9	172,340	11,049		151,182
2005	79,775	12,555	6.4	371,935	14,586	18,688	14,575	1.3	48,014	8,745		121,794
2006	53,772	11,032	4.9	288,618	19,744	12,557	13,858	0.9	54,446	10,758		96,832

単位：トン、努力量：網数、CPUEおよび資源量指数：トン/網

北海道西部（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）

北海道西部（沿岸）：北海道水産現勢（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年よりオホーツク沿岸（日本海））

オホーツク海（沿岸）：北海道水産現勢（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（海城計）：北海道水産現勢（後志、石狩、留萌、宗谷、網走支庁管内の漁獲量から、同海城における沖底漁獲量を減算）

表2. ホッケ道北系群の定置網漁業による漁獲量、漁労体数、および漁労体あたりの漁獲量

	漁獲量			漁労体数				漁労体あたりの漁獲量		
	定置網全体	小定置	サケ定置	定置網全体	小定置	サケ定置	その他定置	定置網全体	小定置	サケ定置
1975	1156	1118	2	2072	1901	153	18	0.56	0.59	0.02
1976	2710	2316	5	1869	1663	190	16	1.45	1.39	0.02
1977	3194	2441	506	2046	1841	192	13	1.56	1.33	2.63
1978	4675	2225	2281	2019	1806	196	17	2.32	1.23	11.64
1979	2031	1809	1	2264	2027	212	25	0.90	0.89	0.00
1980	1810	1660	0	2154	1919	212	23	0.84	0.87	0.00
1981	896	754	1	2278	2023	235	20	0.39	0.37	0.00
1982	978	813	0	2501	2253	228	20	0.39	0.36	0.00
1983	1152	1021	2	2308	2070	223	15	0.50	0.49	0.01
1984	1175	1089	2	2081	1851	213	17	0.56	0.59	0.01
1985	1330	1085	19	2042	1806	215	21	0.65	0.60	0.09
1986	5150	4873	52	2065	1833	214	18	2.49	2.66	0.24
1987	4130	3809	50	2061	1835	209	17	2.00	2.08	0.24
1988	3952	3489	199	1950	1728	209	13	2.03	2.02	0.95
1989	3681	3321	132	1983	1668	303	12	1.86	1.99	0.44
1990	3268	2886	43	2121	1804	300	17	1.54	1.60	0.14
1991	1276	848	13	2098	1777	300	21	0.61	0.48	0.04
1992	3314	2340	241	1940	1626	297	17	1.71	1.44	0.81
1993	3104	2107	264	2050	1729	305	16	1.51	1.22	0.87
1994	3687	1742	67	1903	1493	400	10	1.94	1.17	0.17
1995	2143	1087	96	2285	1786	488	11	0.94	0.61	0.20
1996	3360	1246	306	2210	1797	401	12	1.52	0.69	0.76
1997	3576	1797	631	2037	1645	383	9	1.76	1.09	1.65
1998	3156	1341	395	2175	1787	379	9	1.45	0.75	1.04
1999	2233	889	843	2111	1716	391	4	1.06	0.52	2.16
2000	2351	901	854	2047	1741	297	9	1.15	0.52	2.88
2001	4651	1094	2928	2034	1666	359	9	2.29	0.66	8.16
2002	5928	557	4347	1979	1597	372	10	3.00	0.35	11.69
2003	9542	934	8108	1886	1518	358	10	5.06	0.62	22.65
2004	3942	578	2588	2011	1632	369	10	1.96	0.35	7.01
2005	3994	1373	2284	2018	1639	368	11	1.98	0.84	6.21
2006	5957	1418	4240	2018	1639	368	11	2.95	0.87	11.52

*2006年の漁労体数は、前年と同様と仮定してCPUEを算出

*漁獲量は北海道現勢から抜粋

*漁労体数は、北海道農林水産統計年報から抜粋

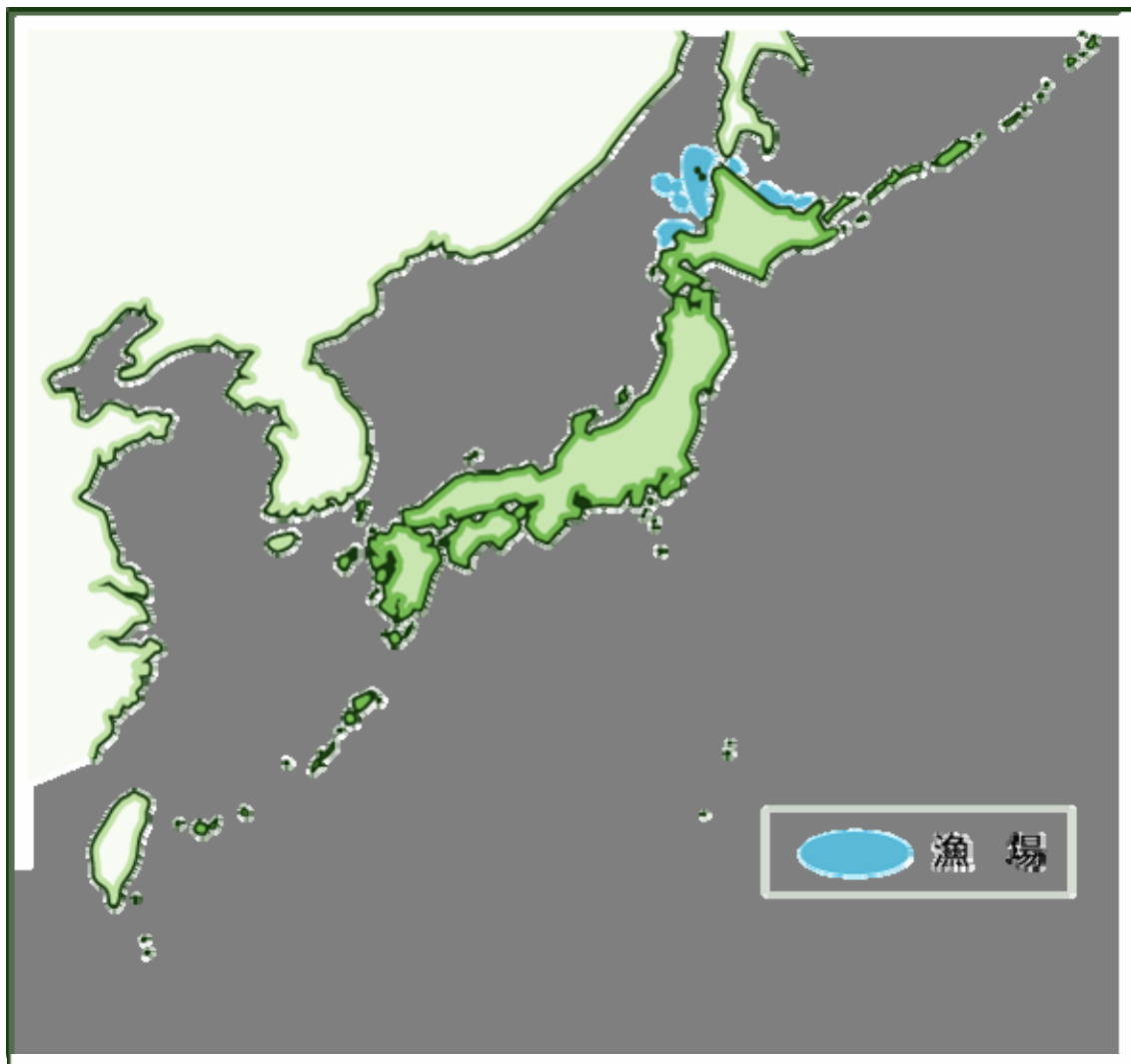


図1. ホッケ道北系群の漁場位置（〔ホッケ研究グループ(1983)〕を改変）

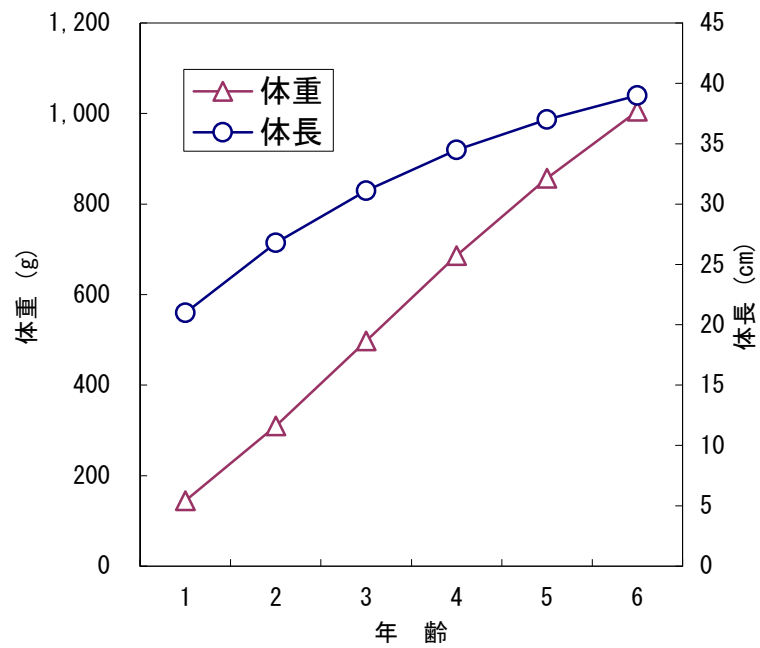


図2. ホッケ道北系群における年齢と平均体長・体重の関係（入江 1983）

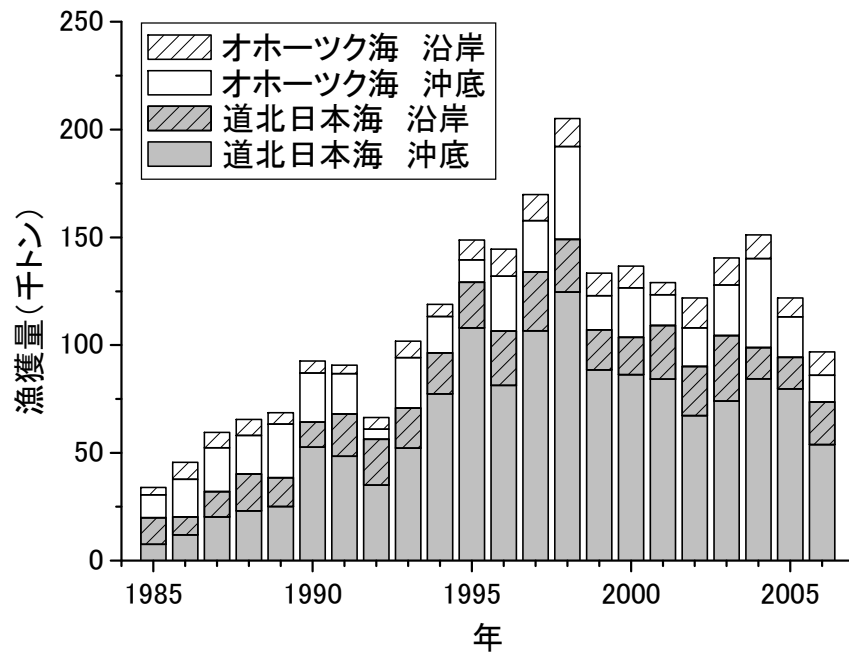


図3. ホッケ道北系群の海域別漁業種別漁獲量の推移

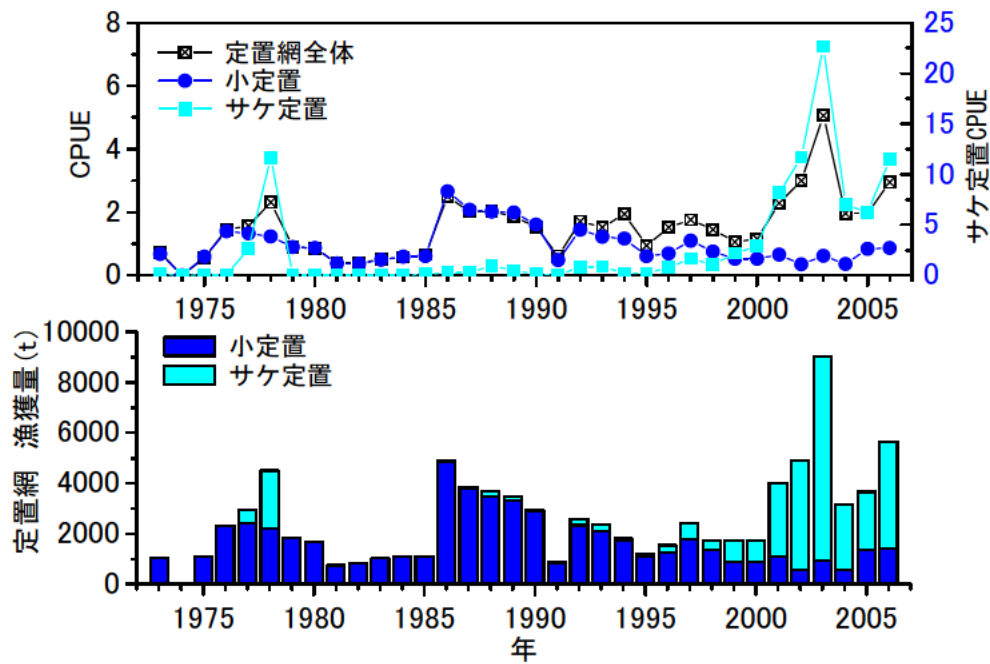


図4. ホッケ道北系群の定置網漁獲量およびCPUE

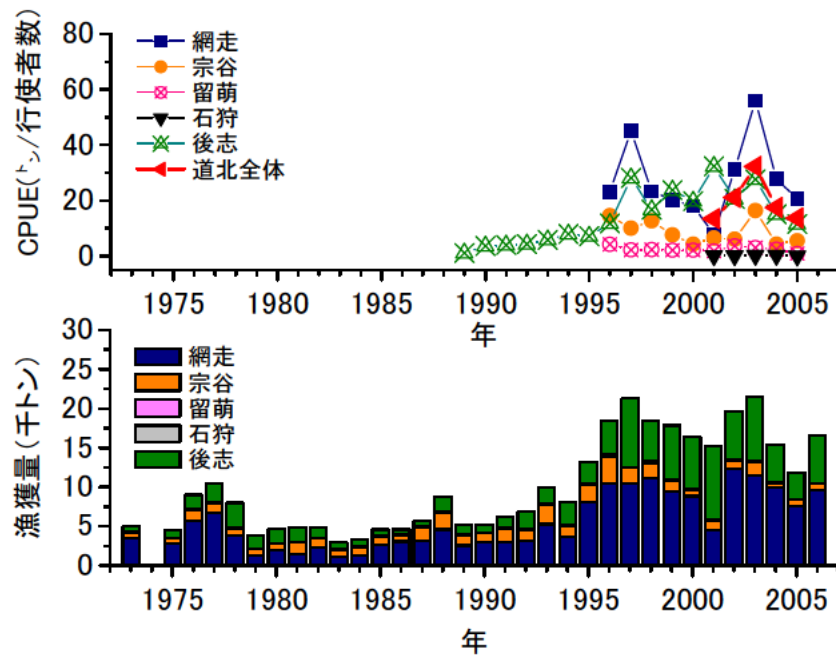


図5. ホッケ道北系群の底建網漁獲量およびCPUE

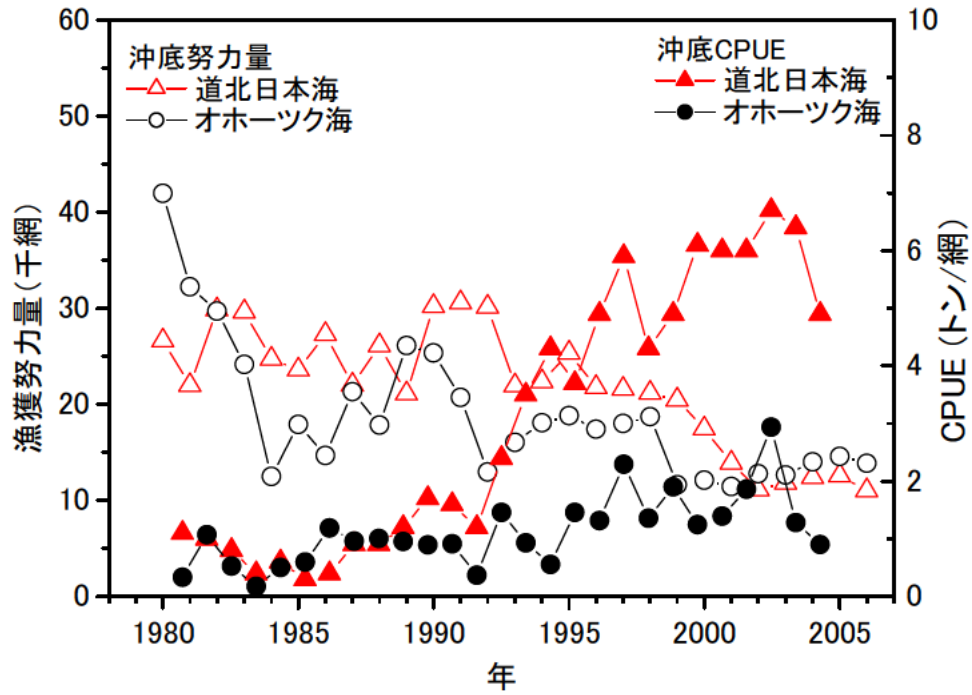


図6. ホッケ道北系群に対する沖底の漁獲努力量およびCPUEの推移

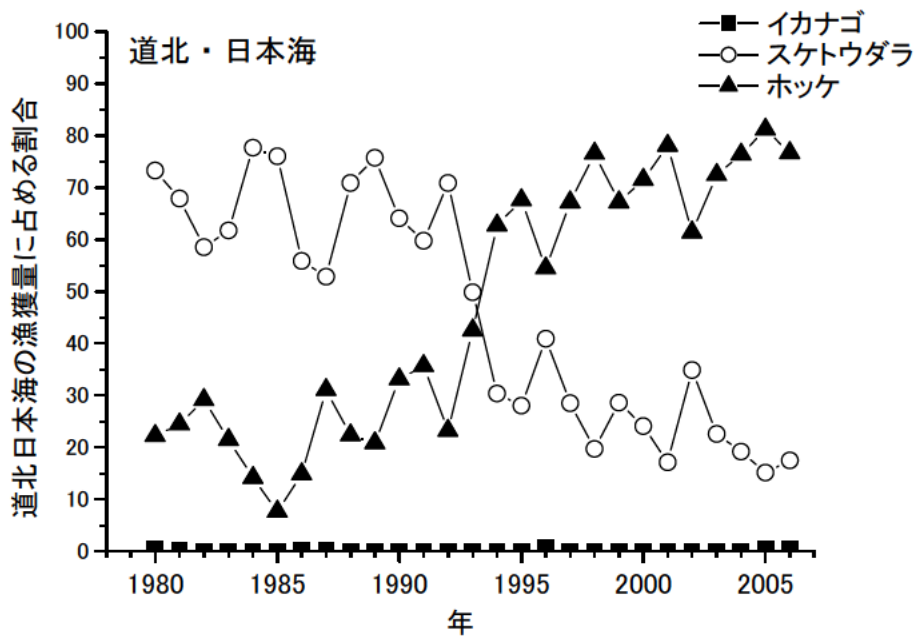


図7. 道北日本海における魚種別漁獲割合の推移

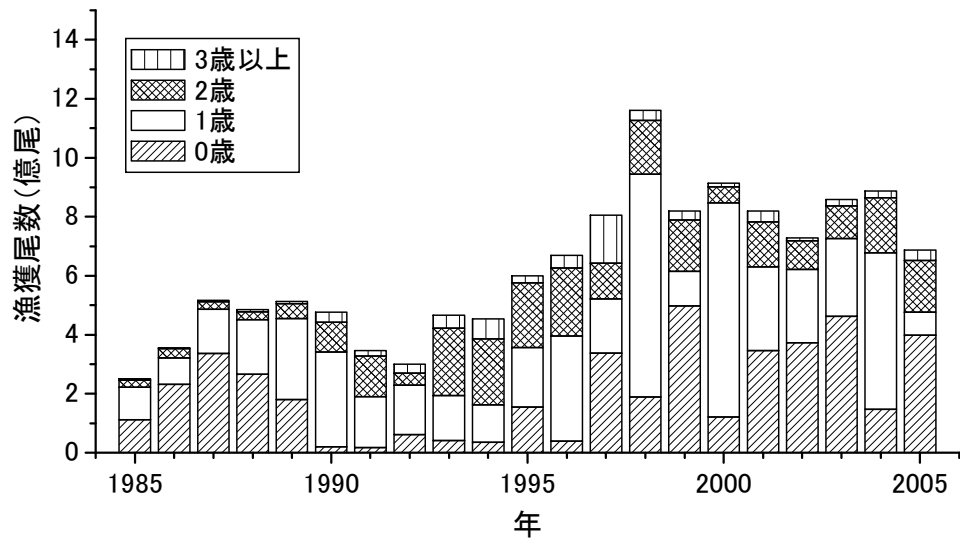


図8a. ホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移（全海域計）

オホーツク海側で漁獲された2歳魚以上の漁獲尾数は、ここでは全て2歳魚に含めて集計している

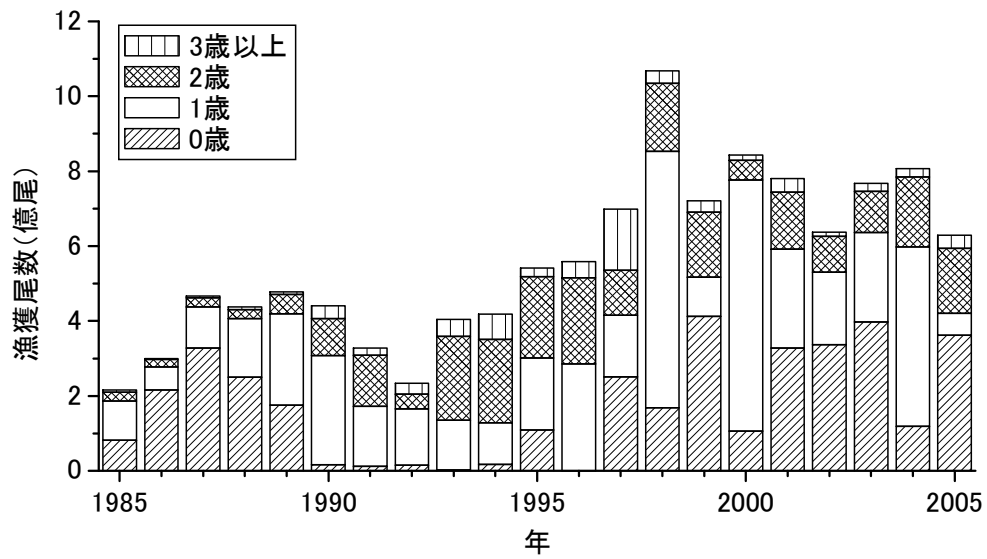


図8b. 日本海側海域におけるホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移

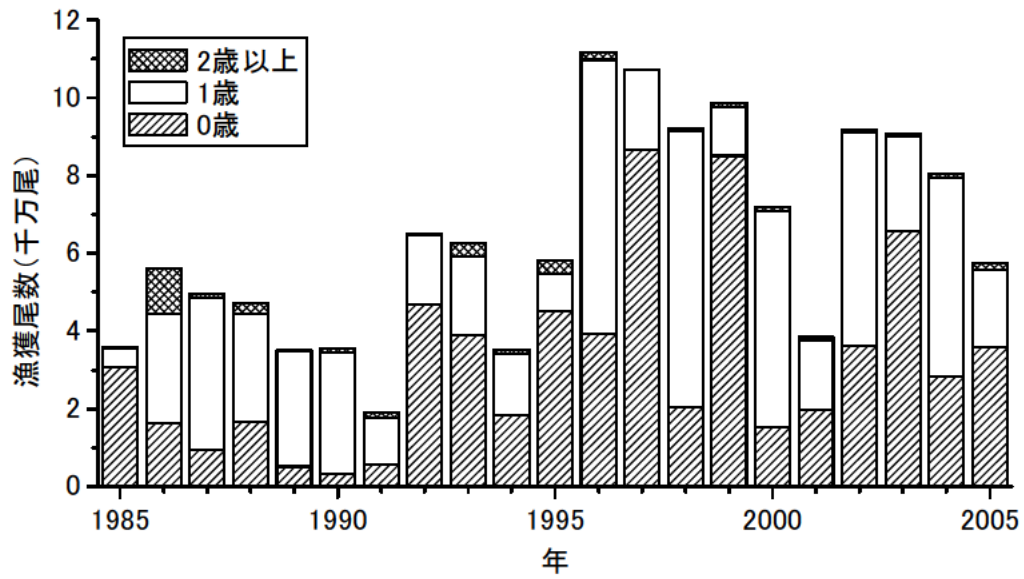


図8c. オホーツク海側海域におけるホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移

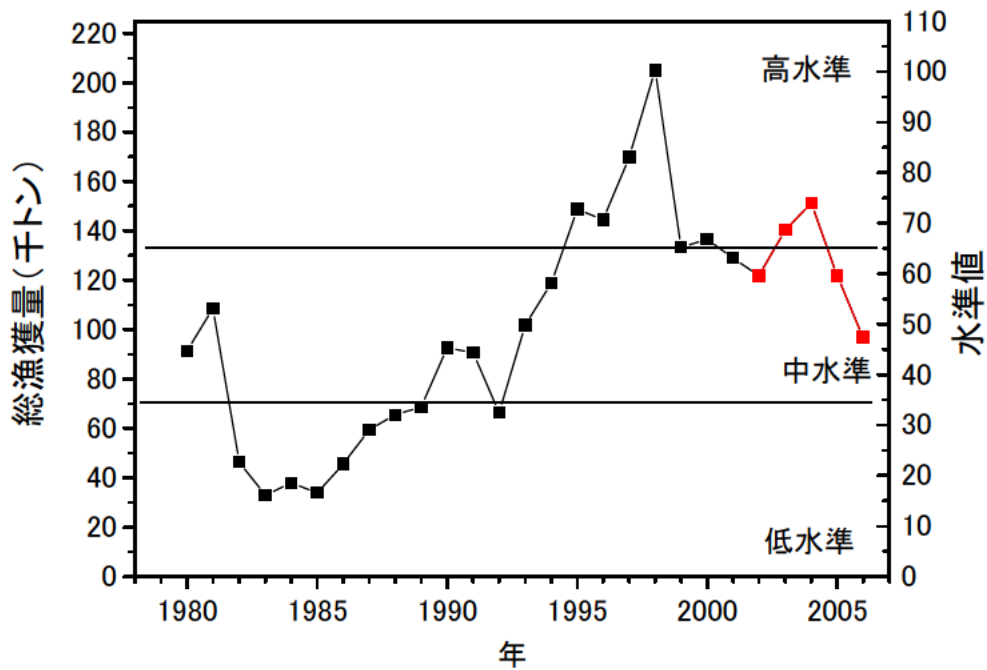


図9. ホッケ道北系群の総漁獲量および資源水準

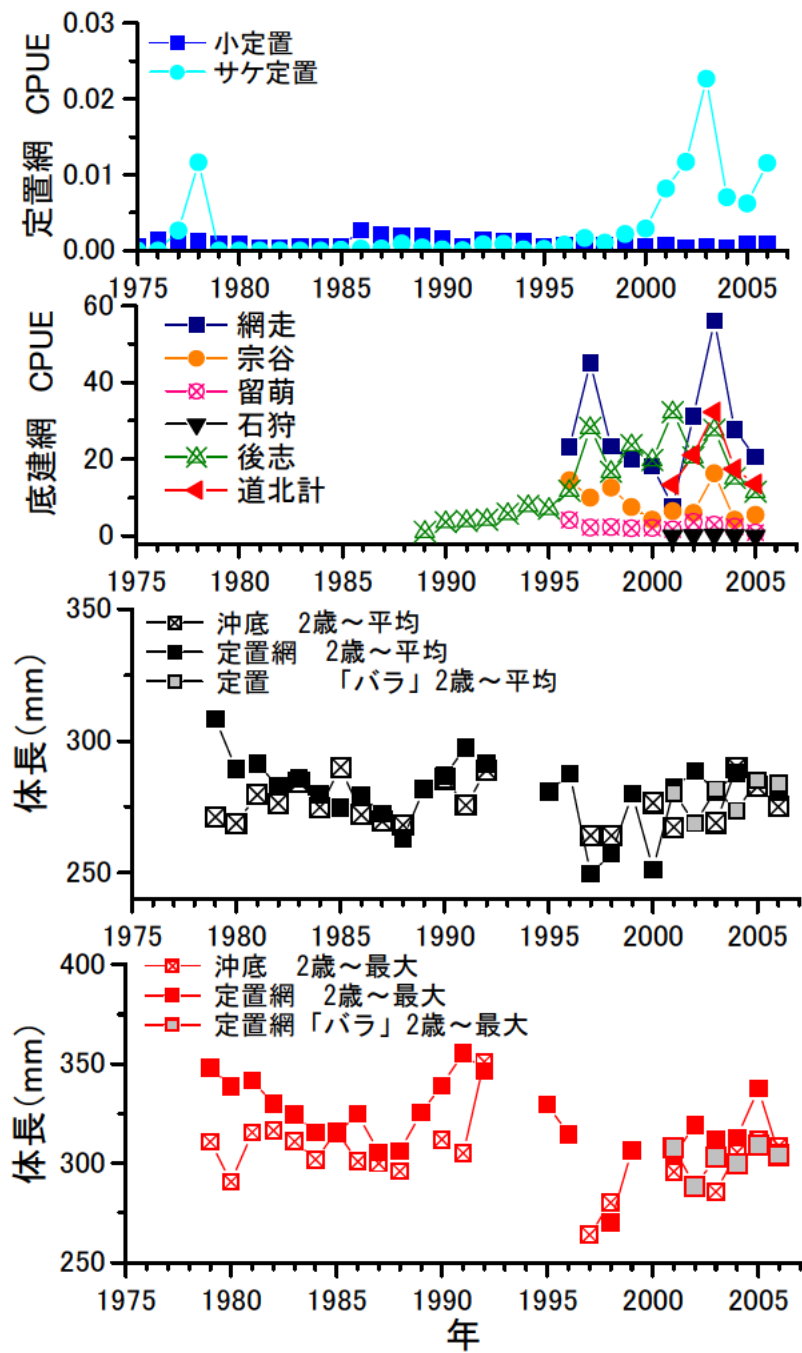


図10. ホッケ道北系群の定置網漁業および底建網漁業のCPUEと沖底および定置網で漁獲された2歳魚以上の平均・最大体長

補足資料

沖底の漁獲量は系群全体の漁獲量の8割を占めており、1990年代前半から2004年にかけて増加傾向が続いた。しかしながら、1990年代中ごろから漁船の改良および漁具能率の向上があり、また、道北日本海においてスケトウダラからホッケに漁獲の中心が移行した可能性があることから（図7）、沖底のCPUE変動が資源量変動と一致していない可能性がある。

そこで、仮に対象種の漁獲割合の変化を考慮して以下のように沖底のCPUEを算出し、プロダクションモデルによる試算を行った（付表1 付図2）。道北日本海におけるホッケの漁獲割合は、80-93年：22%、94-99年：66%（44ポイント増）、00-06年：74%（52ポイント増）であったため、94年以降の日本海における漁獲量に係数を掛けて修正した後（94-99年の漁獲量×0.56、00-06年の漁獲量×0.48）、海域全体のCPUEを算出した。CPUEの計算方法は以下に示す。なお、道北オホーツク海においては、スケトウダラの漁獲割合は減少しているものの、明瞭なホッケへの移行は見られなかったため、漁獲量の修正は行わなかった。

修正CPUE = （修正された道北日本海の漁獲量+道北オホーツク海の漁獲量）÷（道北日本海の漁獲努力量+オホーツク海の漁獲努力量）

修正CPUEを用いて非平衡プロダクションモデルにより資源量、MSY水準ならびにMSYを与える漁獲係数、漁獲努力量などの推定を行った。モデルは以下に示す式を用いた：

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{K}\right) - C_t \quad (\text{Haddon 2001})$$

$$\text{estCPUE}_t = B_t \times q$$

また目的関数には、対数尤度：

$$LL = -\frac{n}{2} \left(\ln(2\pi) + 2\ln(\hat{\sigma}) + 1 \right) \quad (\text{Haddon 2001})$$

を考え、誤差を対数正規分布と仮定して、最尤法によりパラメタの推定を行った。

また、

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_t \frac{(\ln(\text{obsCPUE}_t) - \ln(\text{estCPUE}_t))^2}{n}$$

である。

ここで、

B_t : t年における資源量

r : 内的自然増加率

K : 環境収容力

C_t : t年における漁獲量（ここでは、沖底及び沿岸漁業の総計値）

q : 漁具能率

n : 計算に用いたデータの年数

est CPUE_t: t 年における推定CPUE

obs CPUE_t: t 年における実測CPUE

である。

パラメタの推定に当たって、最適なパラメタ値の探索にはマイクロソフト社製エクセルのソルバー機能を用いた。計算の結果、当該資源におけるMSYは159千トン、MSYを与える資源量Bmsyは328千トンと推定された（付表2）。2006年の資源量(B2006)は306千トンでBmsyを下回り、同年の漁獲量が97千トンであったことから、重量基準での漁獲割合は32%となった。2007年の資源量(B2007)は367千トンで、Bmsyを10%程度上回った。前年度と同様、0.8Fmsyでの管理とした場合、2008年のABClimitは128千トン、ABCtarget を0.8×ABClimit と設定すると102千トンとなった。

Haddon, M. (2001) Surplus-production models. Modelling and quantitative methods in fisheries (Ed. Haddon, M), Chapman & Hall/CRC, 279-328

付表1. 沖底の漁獲量、漁獲努力量、沖底CPUEおよび、漁獲の主体がスケトウダラからホッケへ移行した割合を考慮した場合の修正CPUE.

	日本海		オホーツク海			
	沖底		沖底			
	漁獲量	努力量(網数)	漁獲量	努力量(網数)	元CPUE	修正CPUE
1980	28567	26602	14033	41969	0.62	0.62
1981	22043	21964	34453	32223	1.04	1.04
1982	23673	29852	15703	29719	0.66	0.66
1983	12969	29647	4212	24151	0.32	0.32
1984	14166	24705	6280	12485	0.55	0.55
1985	7545	23587	10640	17916	0.44	0.44
1986	12054	27266	17434	14659	0.70	0.70
1987	20397	22019	20457	21328	0.94	0.94
1988	23185	26121	17908	17832	0.93	0.93
1989	25105	21108	24869	26123	1.06	1.06
1990	52699	30182	22734	25332	1.36	1.36
1991	48445	30577	18846	20717	1.31	1.31
1992	35041	30119	4749	12962	0.92	0.92
1993	52199	21953	23389	16040	1.99	1.99
1994	77369	22364	16862	18067	2.33	1.49
1995	108000	25348	10478	18804	2.68	1.61
1996	81310	21781	25391	17428	2.72	1.81
1997	106621	21594	23657	17999	3.29	2.11
1998	124626	21165	42930	18711	4.20	2.83
1999	88431	20460	15788	11634	3.25	2.03
2000	86252	17456	22979	12102	3.70	2.18
2001	84316	13906	14249	11432	3.89	2.16
2002	67324	11118	17771	12780	3.56	2.10
2003	73981	11840	23492	12646	3.98	2.41
2004	84398	12393	41205	14009	4.76	3.10
2005	79775	12555	18688	14575	3.63	2.10
2006	53772	11032	12557	13858	2.66	1.54

漁獲量：トン、努力量：網、CPUE：トン/網

付表2. プロダクションモデルによるホッケ道北系群の資源量推定結果

2006 年		
総漁獲量 (トン)		96,832
沖底の努力量 (網)		24,890
推定されたパラメタ		
r		0.97
q		0.0000089
k(トン)		656,463
B0(トン)		96,313
MSY を達成する目標値		
MSY		159,001
Emsy		54,360
Bmsy		328,231
推定された資源量		
B2006		306,016
B2006/Bmsy		93.2 %
2006 年の漁獲率(重量基準, F2006)		31.6 %
Blimit (Bmsy/2, トン)		164,116
B2007 (トン)		367,457
B2007/Bmsy		112.0 %
管理目標値		
Fmsy		48.4 %
0.8Fmsy (Flimit)		38.8 %
0.64Fmsy (Ftarget)		31.0 %
Elimit		54,360
Etarget		43,488
ABClimit (トン)	0.8Fmsy	127,696
ABCTarget (トン)	0.8ABClimit	102,157

付表3a. ホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移(全海域計 図8aの元データ)

	1,985	1,986	1,987	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995
0歳	11,209	23,198	33,662	26,650	18,077	1,983	1,818	6,229	4,126	3,582	15,453
1歳	11,010	9,002	15,002	18,478	27,365	32,182	17,232	16,765	15,325	12,670	20,205
2歳	2,367	3,131	2,467	2,654	5,132	10,028	13,668	3,960	22,715	22,348	22,002
3歳以上	545	265	552	723	744	3,397	1,991	2,996	4,518	6,818	2,332
	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	
0歳	3,953	33,734	18,935	49,752	12,158	34,713	37,354	46,280	14,706	39,828	
1歳	35,593	18,474	75,465	11,772	72,533	28,285	24,771	26,356	53,067	7,846	
2歳	23,137	12,031	18,300	17,413	5,379	15,311	9,662	11,013	18,726	17,465	
3歳以上	4,307	16,338	3,344	3,044	1,378	3,566	1,129	2,205	2,199	3,523	

×万尾

付表3b. ホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移(日本海側海域 図8bの元データ)

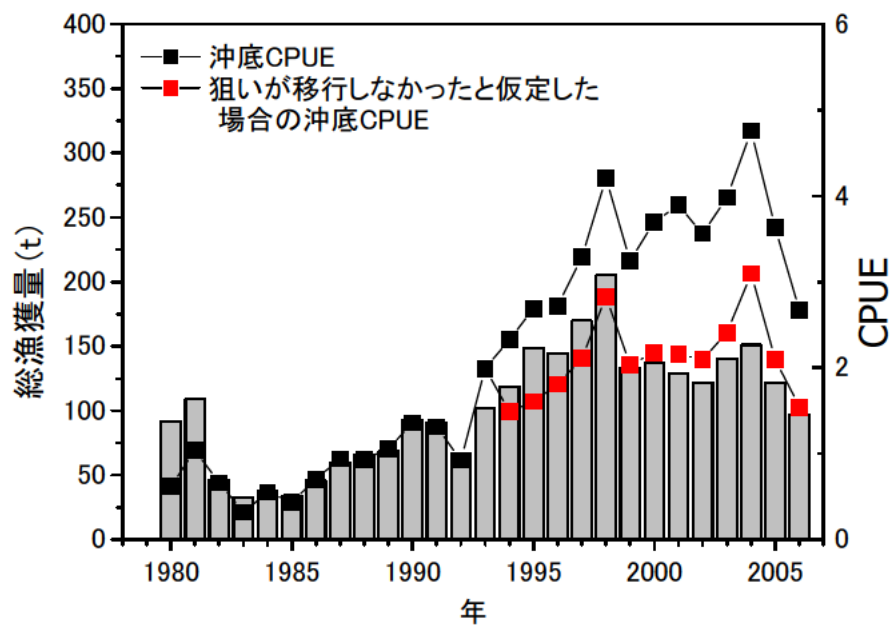
	1,985	1,986	1,987	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995
0歳	8,141	21,562	32,729	24,976	17,562	1,648	1,244	1,528	224	1,757	10,924
1歳	10,530	6,187	11,077	15,696	24,399	29,065	16,034	14,986	13,295	11,079	19,263
2歳	2,327	1,961	2,352	2,389	5,111	9,926	13,534	3,931	22,374	22,236	21,664
3歳以上	545	265	552	723	744	3,397	1,991	2,996	4,518	6,818	2,332
	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	
0歳	28	25,076	16,883	41,243	10,625	32,750	33,721	39,705	11,868	36,252	
1歳	28,535	16,420	68,382	10,512	66,981	26,489	19,303	23,934	47,962	5,847	
2歳	22,949	12,020	18,224	17,314	5,282	15,228	9,600	10,933	18,620	17,293	
3歳以上	4,307	16,338	3,344	3,044	1,378	3,566	1,129	2,205	2,199	3,523	

×万尾

付表3c. ホッケ道北系群の年齢別漁獲尾数の推移(オホーツク側海域 図8cの元データ)

	1,985	1,986	1,987	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995
0歳	3,068	1,636	933	1,674	515	335	573	4,701	3,902	1,825	4,530
1歳	480	2,815	3,925	2,782	2,966	3,117	1,198	1,779	2,030	1,591	942
2歳	39	1,169	116	266	22	102	135	29	342	112	337
3歳以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	
0歳	3,925	8,658	2,052	8,509	1,533	1,963	3,633	6,575	2,838	3,576	
1歳	7,058	2,054	7,083	1,260	5,553	1,796	5,468	2,422	5,105	1,999	
2歳	187	11	75	99	97	84	62	80	105	172	
3歳以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

×万尾



付図1. 道北系群総漁獲量、沖底CPUEおよび漁獲の主体がスケトウダラからホッケへ移行しなかったと仮定した場合の沖底CPUE