

## 令和元（2019）年度サメガレイ太平洋北部の資源評価

担当水研：東北区水産研究所

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産資源研究所、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場

## 要 約

サメガレイ太平洋北部は主に沖合底びき網漁業により漁獲され、その漁獲量は 1978 年には 6,329 トンであったが、その後減少し、1994 年以降は 100～350 トンと低い水準で推移している。標準化 CPUE も 1990 年代以降は低い水準で推移しているが、近年では若干の増加がみられている。直近 5 年間の標準化 CPUE の推移から資源水準は低位、動向は横ばいと判断した。資源が低位水準にあるため、漁獲を抑えて資源を増加させることを管理目標とし、ABC 算定のための基本規則 2-1) に基づいて 2020 年の ABC を算定した。

管理基準	Target/ Limit	2020 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
0.7・Cave3-yr・1.02	Target	140	—	— (—)
	Limit	180	—	— (—)

Limit は管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、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増大が期待される漁獲量である。ABCtarget=α×ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC 算定のための基本規則 2-1) により、ABClimit=δ<sub>1</sub>・Ct・γ<sub>1</sub> で計算した。δ<sub>1</sub> は Cave を用いる場合の低位水準の推奨値である 0.7 とした。γ<sub>1</sub> は、γ<sub>1</sub>=1+k(b/I) で計算し、k は係数 (標準値の 1.0)、b=0.0148 と I=0.782 はそれぞれ金華山海区以南の沖底の標準化 CPUE を平均値で除して得られる指標値の傾きと平均値 (直近 3 年間 (2016～2018 年)) である。Cave3-yr は 2016～2018 年の漁獲量の平均、ABC は 10 トン未満を四捨五入した値である。

年	資源量	親魚量	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2014	—	—	205	—	—
2015	—	—	191	—	—
2016	—	—	261	—	—
2017	—	—	247	—	—
2018	—	—	242	—	—

年は暦年、2018 年の漁獲量は暫定値である。

水準：低位 動向：横ばい

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
漁獲量	沖底漁業漁獲成績報告書（水産庁、沖底） 主要港水揚げ量（青森～茨城（5）県、沖底以外）
努力量、CPUE	沖底漁獲成績報告書（水産庁、沖底）
漁獲物の全長組成	生物情報収集調査（宮城県）

## 1. まえがき

サメガレイは、主にオホーツク海、北海道および東北地方の太平洋岸沖に分布している。太平洋北部（沖合底びき網漁業の太平洋北区に相当し、北海道太平洋側を含まない東北地方太平洋岸沖の海域を指す）における漁獲量は1978年に6千トン以上に達したが、その後、減少傾向を示し、長期的にみて1990年代以降の漁獲量は極めて低い水準にある。資源量指標値も低い値で推移しており、資源状態が悪いと考えられる。

太平洋北部のサメガレイは、水産庁により平成13（2001）年度から実施された「資源回復計画」の対象魚種となり、平成15（2003）年から保護区の設定により資源回復が図られてきた。資源回復計画は平成23（2011）年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成24（2012）年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。

当海域では、本資源の大部分が宮城県沖以南の沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）により漁獲されているが、沖底以外の漁獲統計は十分には整備されていない。沖底の漁獲成績報告書を分析した結果、2003～2005年頃にはサメガレイは産卵期から産卵期後の2～4月に茨城県沖の水深500～1,000 mにおいて集群しているところを集中的に漁獲されていたことが明らかとなった（服部ほか 2008）。サメガレイ資源の回復を促すためには、このように集群する時期、海域における親魚の漁獲を減らす必要がある。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

サメガレイは日本各地の水深150～1,000 mの砂泥底に生息し（坂本 1984）、特に北日本で分布密度が高い。太平洋北部では、漁場は海域全体に広がっているが（図1）、金華山・常磐・房総海区（宮城県～茨城県沖合）での漁獲量が大部分を占める（図2）。大規模な回遊は知られていないが、成長に伴い1,000 m以深の深場に移動し（佐伯 2001）、産卵期には500～1,000 mの産卵場に集群すると考えられている（服部ほか 2008）。

### (2) 年齢・成長

稲川ほか（2012）は耳石を用いて年齢査定を行い、下記の成長式を報告している。

$$\text{雄} : TL = 39.5(1 - e^{-0.474(t+0.172)}), \text{雌} : TL = 52.6(1 - e^{-0.366(t-0.003)})$$

ここで、TLは全長（cm）、年齢（t）の起算日は2月1日である。

年齢と全長の関係を見ると、2歳までの雌雄差は小さいが、3歳以上では雄よりも雌の成長が速い（図3、表1）。耳石輪紋の観察結果によると、最高年齢は雄15歳、雌22歳と

推定され（稲川ほか 2012）、カレイ類の中でも寿命が長い種といえる。寿命は雄よりも雌の方が長く、全長 45 cm を超える個体の大部分は雌で占められている。

### (3) 成熟・産卵

成熟サイズは雄で全長 25 cm 以上（満 2 歳で一部が成熟、満 3 歳でほとんどが成熟）、雌で全長 40 cm 以上（満 3 歳で一部が成熟、満 4 歳でほとんどが成熟）、産卵盛期は 1～2 月である（佐伯 2001）。産卵場の水深は 600～900 m とされ（坂本 1984）、親魚は産卵期に集群する（服部ほか 2008）。

### (4) 被捕食関係

サマガレイは主にクモヒトデ類を摂餌しており、クモヒトデ類以外の餌生物は胃内容物中にほとんど認められない（東北区水産研究所八戸支所 1951、三河 1953、佐伯 2001）。産卵後の 4～7 月が索餌盛期で、成熟開始から産卵までの 9～3 月までの摂餌は少ない（笠原 1955、佐伯 2001）。被食についての情報はなく、サマガレイを捕食している魚種等は報告されていない。

## 3. 漁業の状況

### (1) 漁業の概要

本資源は、主に沖底により漁獲される。小型底びき網や刺網等でも漁獲されるが、これらの漁獲量は極めて少ない。1973～1975 年には漁場は金華山海区が中心であり、尻屋崎・岩手海区でも比較的漁獲量が多かった（図 4、表 2）。1970 年代後半には漁場が常磐海区、1980 年代には房総海区に南下し、尻屋崎・岩手海区での漁獲量は減少していった。1990 年代以降は全体的に漁獲量が少なくなっているものの、金華山海区以南（金華山・常磐・房総海区）で漁獲される割合が多い状態は続いている。その後 2009 年、2010 年と房総海区の漁獲量が減少して 2011 年以降は常磐海域での漁獲も大きく減少し、現在は金華山海区での漁獲が多くなっている。金華山海区では 2～6 月の産卵～索餌期に水揚げが集中していることから、親魚が集群して産卵し、産卵を終えて深場に拡散するまでの間に漁獲される状況となっている（佐伯 2001）。

### (2) 漁獲量の推移

沖底の漁獲量の推移をみると（図 4、表 2）、漁獲量は 1978 年の 6,329 トンをピークに減少し、1984～1985 年に若干の回復がみられたが減少は止まらず、1998 年には過去最低の 108 トンとなった。その後、漁獲量はやや増加し、2002～2010 年は 219～335 トンで推移した。2011 年に東日本大震災の影響で漁獲量は 118 トンに減少したが、2012 年には金華山海区での増加により 200 トンまで回復した。その後、2016 年以降は 220 トン以上の漁獲を維持しており、2018 年の漁獲量は 224 トン（暫定値）であった。

1997 年以降、各県水試による主要港水揚量の集計から、漁業種類別の漁獲量が把握できている（表 3）。それによると、2018 年の沖底以外の漁獲量は 17.3 トンであり、全漁業種類合計の漁獲量は 242 トン（暫定値）である。

### (3) 漁獲努力量

図 5 に漁獲の大半を占める金華山海区以南（金華山・常磐・房総海区）の沖底によるサメガレイの有漁網数（漁船毎のサメガレイが漁獲された日の網数の合計）の推移を示す。これをみると、有漁網数は 1972 年の 18 千網をピークに増減を繰り返しながら減少し、1996 年には 5.6 千網となった。その後は一度増加し 1998～2010 年には 9 千～16 千網の間で推移していた。しかし震災の影響で再び減少し、2011～2017 年は 5.5 千～8.2 千網と低い水準で推移していた。2018 年にはさらに減少し、過去最低の 4,639 網であった。

## 4. 資源の状態

### (1) 資源評価の方法

太平洋北部では水産機構東北水研が毎年秋季に行っている底魚類資源量調査により底魚類の資源量を推定しているが、本調査でのサメガレイの採集個体数は少なく、十分な精度の資源量推定値を得ることは困難である。沖底の主要な漁場である金華山海区以南では単一の漁法（トロール）で操業が行われているため、金華山海区以南の CPUE（＝漁獲量／有漁網数）を用いて資源状態を判断した（補足資料 1）。この際、操業月や操業海域など CPUE に含まれる資源の年変動以外の要因の影響を取り除くために CPUE の標準化を行った（補足資料 2）。CPUE の標準化によって抽出した年トレンドをその平均値で除すことで平均を 1 とする資源量指標値に変換し、その資源量指標値に基づいて資源状態を評価した。

### (2) 資源量指標値の推移

標準化した CPUE から得た資源量指標値は、1972～1989 年には指標値が 1 以上で推移しており、1980 年には 2.93 で最高値を記録している（図 6、表 4）。しかし 1990 年以降は急激に減少し、1998 年には 0.20 と過去最低となった。その後は若干回復して 2000～2013 年は 0.40～0.65 で推移していたが、2014 年には 0.76 で前年の 1.7 倍とやや大きく増加した。その後 2017 年までは 0.73～0.79 と安定して推移しており、2018 年は少し増加して 0.82 であった。

### (3) 漁獲物の全長組成

主要な水揚げ港である宮城県石巻港の漁獲物の全長組成をみると、2009 年には漁獲物の大部分は 30～55 cm の大型魚であり、その組成は 39 cm と 49 cm にピークを持つ二峰型であった（図 7）。太平洋北部では産卵のために集群してきた親魚を集中的に漁獲していることが報告されており（佐伯 2001、服部ほか 2008）、大型の峰は雌、小型の峰は雄と推定されている（稲川ほか 2012）。このような親魚中心の全長組成は 2008 年以前にも観察されている（服部 2009）。一方、2010～2012 年には、35 cm 以上の個体の組成は 2009 年と類似していたが、35 cm 未満の個体も多くみられた。その後 2013 年まで全長 35 cm 以下の個体が多く漁獲されたが、2014 年以降は漁獲物の大部分は再び全長 30～55 cm の大型魚となった。2008 年級前後はサメガレイの加入が比較的良好であったことが確認されており（服部ほか 2011）、全長組成の推移はそれらの年級群の成長を示していると考えられる。豊度の高い年級群が資源に加入したことによって、資源量指標値が 2014 年以降にやや高く

なっていると考えられる。

#### (4) 資源の水準・動向

資源水準は1972～2018年の資源量指標値（標準化 CPUE）の最大値と最小値の間を3等分することで基準とし、1.11未満を低位、1.11～2.02を中位、2.02以上を高位とした（図6）。2018年の指標値は0.82であることから、現状の資源水準は低位と判断した。また、資源動向は直近5年間（2014～2018年）の標準化 CPUE の推移より横ばいと判断した。

### 5. 2020年ABCの算定

#### (1) 資源評価のまとめ

再生産関係は把握できておらず、加入量と海洋環境との関係も不明である。漁獲量および資源量指標値の長期的な推移から、資源状態には若干の回復がみられるものの、現在の資源水準は低位、資源動向は横ばいと判断した。長く低位水準にある本資源の回復を促すためには、局所的に集群する産卵期～索餌期の漁獲を抑えて親魚量を確保する必要がある。

#### (2) ABCの算定

資源が低位水準にあるため、漁獲を抑えて資源を増加させることを管理目標とした。漁獲量と資源量指標値が使用できることから、令和元年度ABC算定のための基本規則2-1)によってABCを算定した。

$$\begin{aligned} \text{ABClimit} &= \delta_1 \times C_t \times \gamma_1 \\ \gamma_1 &= (1 + k \times (b/I)) \\ \text{ABCtarget} &= \text{ABClimit} \times \alpha \end{aligned}$$

ここで、 $C_t$ はt年の漁獲量である。 $\delta_1$ は資源水準で決まる係数、 $k$ は係数、 $b$ と $I$ はそれぞれ資源量指標値の傾きと平均値であり、 $\gamma_1$ は資源量指標値の変動から算定する。なお、 $\alpha$ は不確実性を考慮した安全率である。

本資源の漁獲の大部分を占める金華山海区以南の沖底 CPUE を標準化することで得た資源量指標値を用いて、基本規則で標準とされている直近3年間（2016～2018年）の動向から  $b=0.0148$  と  $I=0.782$  を定めた。 $k$  を標準値の1.0とすると、 $\gamma_1$  は1.02となる。 $\delta_1$  は、資源量指標値が長期的に減少し、低い水準で推移していることを考慮して、Caveを用いる場合の低位水準の推奨値である0.7とした。なお、 $C_t$ には直近3年（2016～2018年）の平均値 Cave3-yr を用いた。さらに、不確実性を考慮して  $\alpha$  は標準値の0.8とした。

$\text{ABClimit} = \delta_1 \times C_t \times \gamma_1 = 0.7 \times \text{Cave3-yr} \times 1.02$ 、 $\text{Cave3-yr} = 250$  トンであることから、 $\text{ABClimit} = 178.4$  トンと算定された。 $\text{ABCtarget} = \text{ABClimit} \times 0.8$  とした結果、 $\text{ABCtarget} = 142.7$  トンと算定された。

管理基準	Target/ Limit	2020年ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値(現状のF値からの増減%)
0.7・Cave3-yr・1.02	Target	140	—	— (—)
	Limit	180	—	— (—)

Limitは管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、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増大が期待される漁獲量である。ABCtarget=α×ABClimitとし、係数αには標準値0.8を用いた。ABC算定のための基本規則2-1)により、ABClimit=δ<sub>1</sub>・Ct・γ<sub>1</sub>で計算した。δ<sub>1</sub>はCaveを用いる場合の低位水準の推奨値である0.7とした。γ<sub>1</sub>は、γ<sub>1</sub>=1+k(b/I)で計算し、kは係数(標準値の1.0)、b=0.0148とI=0.782は金華山海区以南の沖底CPUEの標準化で得た指標値の傾きと平均値(直近3年間(2016~2018年))である。Cave3-yrは2016~2018年の漁獲量の平均、ABCは10トン未満を四捨五入した値である。

### (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
2017年沖底漁獲量確定値	2017年沖底漁獲量の確定
2017年沖底CPUE確定値	2017年沖底CPUEの確定
2018年沖底漁獲量暫定値	2018年沖底漁獲量暫定値の追加
2018年沖底CPUE暫定値	2018年沖底CPUE暫定値の追加

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (実際のF値)
2018年(当初)	0.7・Cave3-yr・ 1.31	—	—	200	160	
2018年(2018年再 評価)	0.7・Cave3-yr・ 1.31	—	—	200	160	
2018年(2019年再 評価)	0.7・Cave3-yr・ 1.02	—	—	160	130	242 (—)
2019年(当初)	0.7・Cave3-yr・ 1.25	—	—	200	160	
2019年(2019年再 評価)	0.7・Cave3-yr・ 0.98	—	—	160	130	

2018の漁獲量は暫定値、量の単位はトン、ABCは10トン未満を四捨五入した値。

2018年(2018年再評価)では2016年の漁獲量およびCPUEが確定値となり、2019年(2019年再評価)では2017年の漁獲量およびCPUEが確定値となったが、これに伴う数値の修正はなかった。2019年(2019年再評価)では標準化CPUEを用いてABCの再評価を行っ

たため、 $\gamma_1$  の値が 2018 年では 1.31 から 1.02 に、2019 年では 1.25 から 0.98 に変化した。これに伴い、2018 年と 2019 年ともに ABClimit が 200 トンから 160 トンに、ABCtarget が 160 トンから 130 トンに変化した。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

過去と比較すると現在の資源水準は非常に低く、漁獲を控えて資源状態を回復させることが望まれる。2014 年にはやや増加がみられたものの、近年は小型魚の加入が少ない状況が続いており、大型魚が中心の組成となっている（図 7）。加入が少ない状況でこれまでと同じレベルの漁獲が続けば、資源は再び減少する懸念がある。したがって、資源が増加した際に親魚を獲りすぎない努力が必要である。現在はサメガレイが局所的に集群している 3～6 月の産卵期～索餌期に集中的に漁獲しているため、このような漁獲を抑え、従来以上に親魚を残すことが資源管理において有効な方策であると考えられる。

## 7. 引用文献

- 服部 努・上田祐司・成松庸二・伊藤正木 (2008) 東北海域におけるサメガレイ分布域の長期変化. 水産海洋研究, **72**, 14-21.
- 服部 努・伊藤正木・成松庸二・奥田武弘 (2009) 平成21年度サメガレイ太平洋北部の資源評価. 平成21年度我が国周辺水域の漁業資源評価第3分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1392-1401.
- 服部 努・稲川 亮・成松庸二・伊藤正木 (2011) 東北海域におけるサメガレイ 2008 年級群の加入. 東北底魚研究, **31**, 79-84.
- 稲川 亮・服部 努・渡邊一仁・成松庸二・伊藤正木 (2012) 東北地方太平洋沖におけるサメガレイの成長様式および漁獲物の年齢構成. 日水誌, **78**, 1118-1126.
- 笠原康平 (1955) サメガレイの生態学的研究. 第 1 報肥満度・生殖腺重量の季節的変化に就いて. 東北水研研報, **4**, 165-172.
- 三河正男 (1953) 東北海区における底魚類の消化系と食性に就いて. 第 2 報サメガレイ・ババガレイ. 東北水研研報, **2**, 26-36.
- 佐伯光広 (2001) 三陸・常磐沖合で漁獲されたサメガレイの生態と資源管理について. 宮城水産研報, **1**, 93-102.
- 坂本一男 (1984) サメガレイ. 「日本産魚類大図鑑一解説」益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫編, 東海大学出版会, 東京, 339.
- 東北区水産研究所八戸支所 (1951) サメガレイ. 東北区水産研究所海洋資源年報, 第 4 底魚資源編, 26-32.

(執筆: 鈴木勇人、成松庸二、柴田泰宙、森川英祐、時岡 駿、永尾次郎)



図1. 太平洋北部におけるサメガレイの漁場

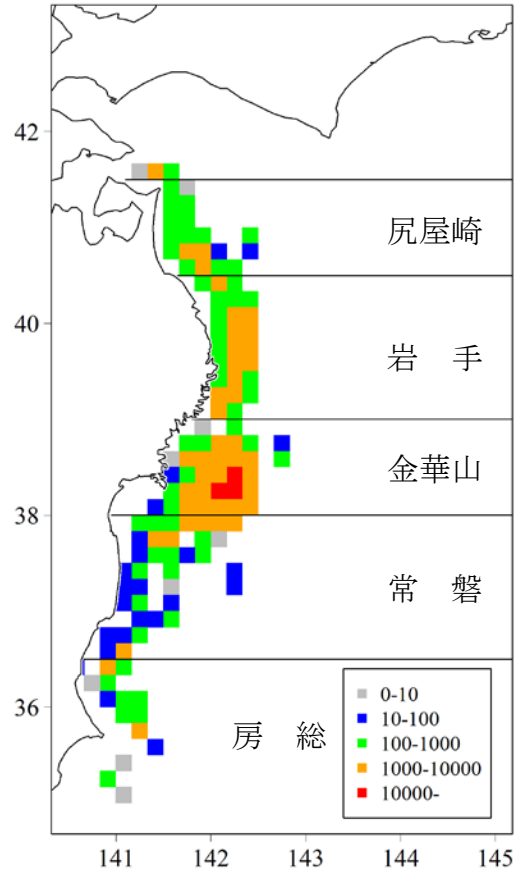


図2. 2017年の沖底の漁獲量分布  
単位はkg。

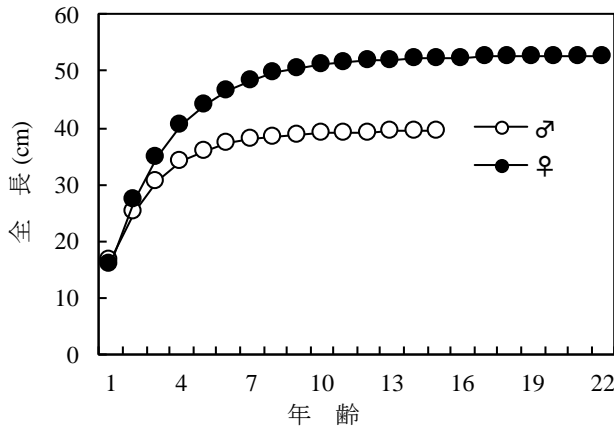


図3. サメガレイの成長曲線

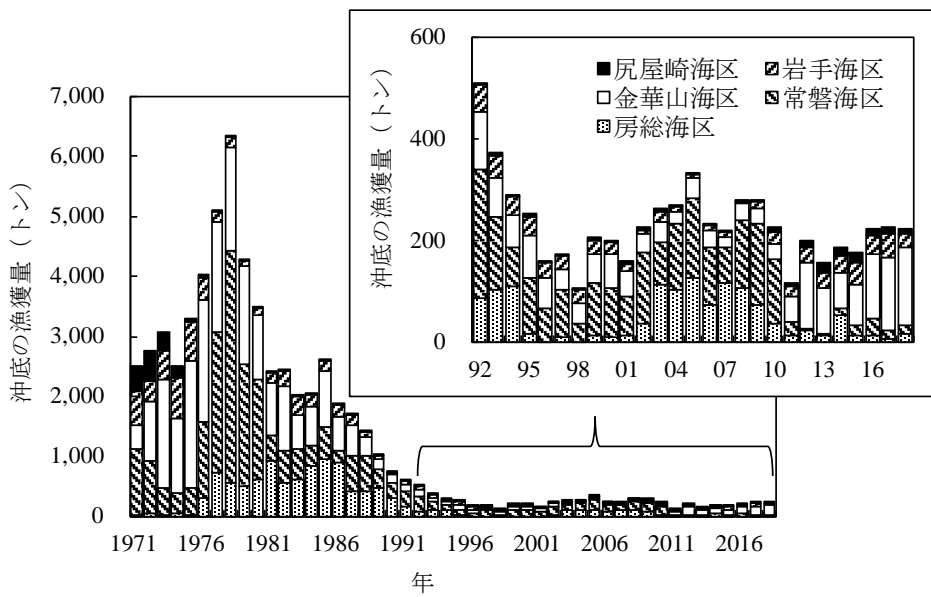


図4. 沖底によるサメガレイ漁獲量の推移 2018年の値は暫定値。



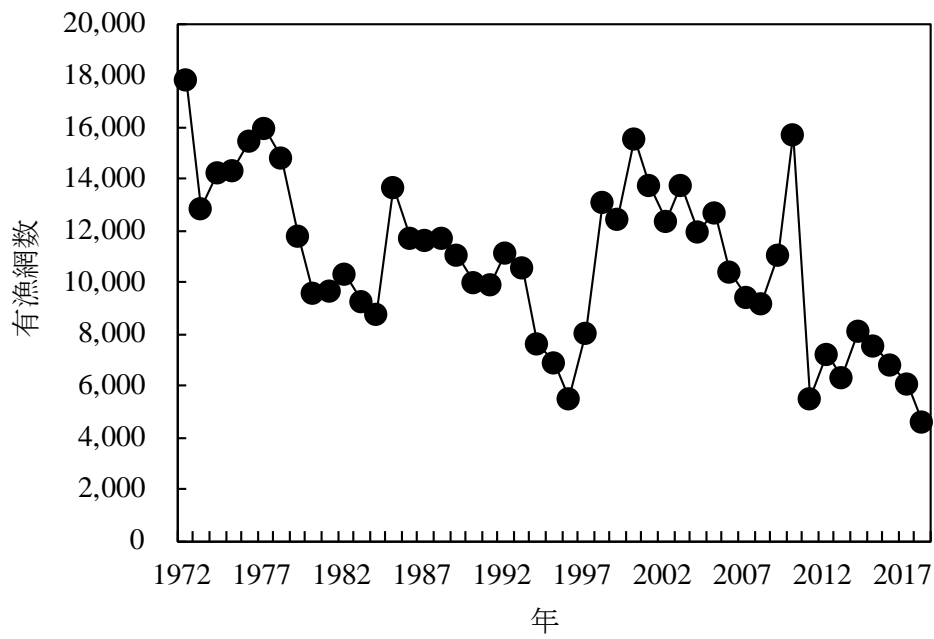


図5. 金華山海区以南の沖底による有漁網数  
2018年の値は暫定値。

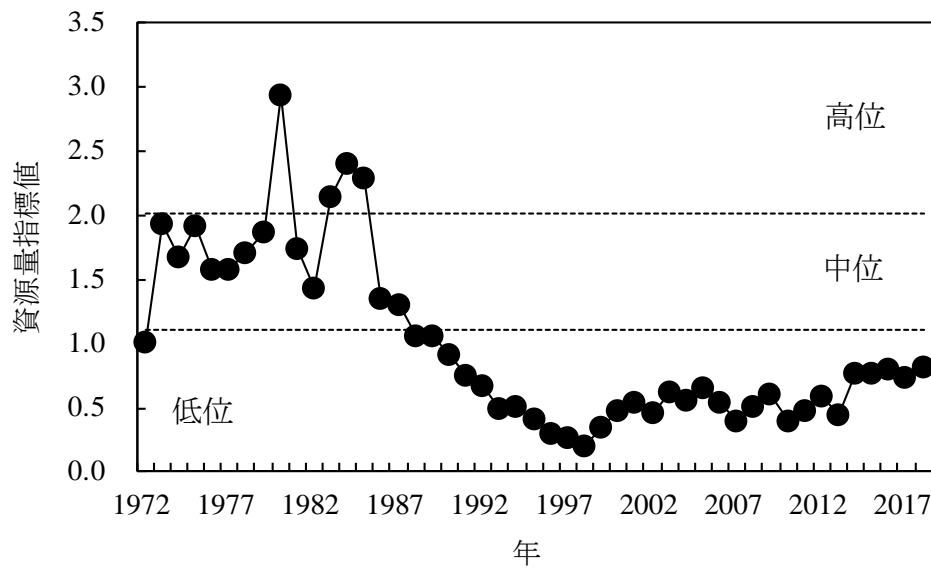


図6. 金華山海区以南の沖底CPUEの標準化によって得られた資源量指標値  
2018年の値は暫定値。破線は水準の境界を示す。

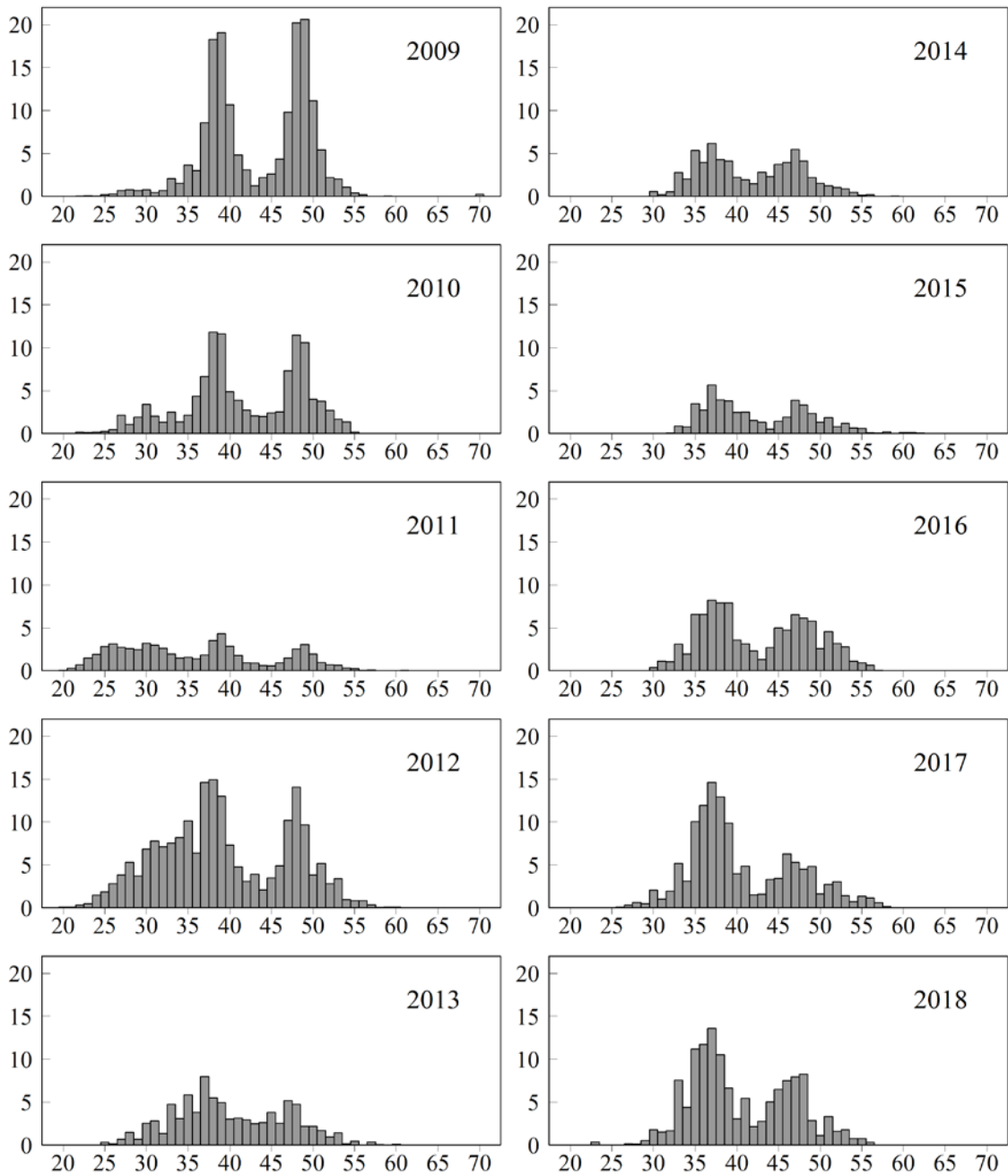


図7. 石巻港に水揚げされたサメガレイの全長組成  
 (横軸：全長 (cm)、縦軸：水揚げ尾数 (千尾))  
 宮城水技セ調べによる。

表 1. 太平洋北部におけるサメガレイの年齢と成長

	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳
雄	16.8	25.4	30.7	34.0	36.0	37.3	38.1	38.6	38.9	39.1	39.3
雌	16.1	27.3	35.0	40.4	44.1	46.7	48.5	49.8	50.6	51.2	51.6
	12歳	13歳	14歳	15歳	16歳	17歳	18歳	19歳	20歳	21歳	22歳
雄	39.3	39.4	39.4	39.4	—	—	—	—	—	—	—
雌	51.9	52.1	52.3	52.4	52.4	52.5	52.5	52.5	52.6	52.6	52.6

稲川ほか (2012) の成長式による。全長 (cm) で示す。

表 2. 沖底による海区別のサメガレイ漁獲量 (トン)

小海区	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
尻屋崎海区	419	521	312	204	41	37	5	8	8	16	13	42
岩手海区	563	350	457	662	668	388	194	178	69	101	149	244
金華山海区	393	984	1,803	1,240	2,098	2,028	1,833	1,719	1,650	1,065	884	1,080
常磐海区	1,110	876	458	344	442	1,264	2,330	3,860	2,019	1,653	423	530
房総海区	21	46	34	64	44	305	731	565	513	636	932	560
計	2,506	2,777	3,064	2,514	3,293	4,021	5,093	6,329	4,258	3,471	2,400	2,455
小海区	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
尻屋崎海区	14	10	10	25	7	2	2	1	1	4	7	3
岩手海区	301	193	173	197	149	101	65	50	34	54	41	37
金華山海区	574	663	924	566	507	301	147	122	122	113	78	65
常磐海区	502	333	531	185	602	589	309	248	263	251	144	76
房総海区	630	850	960	913	426	425	491	326	162	89	103	110
計	2,020	2,049	2,598	1,886	1,691	1,418	1,014	746	581	510	373	290
小海区	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
尻屋崎海区	5	4	3	4	5	3	5	5	5	4	4	3
岩手海区	39	29	26	27	28	22	15	7	22	9	7	11
金華山海区	82	61	40	39	56	69	48	39	40	25	41	34
常磐海区	109	65	96	36	103	95	78	137	84	128	156	111
房総海区	19	2	10	2	14	12	14	39	113	106	127	75
計	253	161	174	108	207	201	160	226	265	272	335	234
小海区	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
尻屋崎海区	1	1	3	10	8	12	21	18	17	14	12	10
岩手海区	12	5	12	23	17	29	29	33	44	37	49	27
金華山海区	17	31	30	31	52	129	88	70	80	126	142	152
常磐海区	72	135	160	126	28	6	5	12	22	34	18	18
房総海区	117	107	76	37	13	24	14	55	13	14	7	18
計	219	279	281	227	118	200	157	189	176	225	228	224

漁場別漁獲統計資料による。

2018 年は暫定値。

表 3. 太平洋北部における県別のサメガレイ漁獲量の推移（トン）

県名	漁業種	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
青森	沖底	7	13	15	10	8	17	14	7	6	5	3	2	5	19	21	24	32	24	24	21	15	11
	小底	4	8	11	7	4	2	8	10	5	2	2	1	3	18	21	7	7	9	5	6	5	4
	刺網	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	延縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
岩手	沖底	31	31	33	26	16	7	24	10	7	12	11	5	13	26	24	30	32	33	47	46	53	33
	小底	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	刺網	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	9	5	4	4	4	4	7	3
	延縄	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	2	2	3	2
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	2	4	6	9	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宮城	沖底	58	89	161	152	120	222	228	256	299	207	147	243	234	172	83	152	99	73	70	146	166	161
	小底	44	2	0	0	1	9	1	1	1	0	0	1	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	刺網	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	2	2	0	0	0	0	0
	延縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	2	5	10	15	13	0	8	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
福島	沖底	12	23	45	28	28	26	38	34	50	30	18	18	39	67	14	0	0	17	21	23	8	6
	小底	0	0	0	3	7	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	13	1	0
	刺網	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
茨城	沖底	0	1	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	5	3	3	5	19
	小底	1	0	0	0	1	0	0	2	3	1	1	0	1	1	2	1	2	2	3	4	3	6
	刺網	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	沖底*	174	108	207	201	160	226	265	272	335	234	219	279	281	227	118	200	157	189	176	225	228	224
	小底	49	9	12	11	13	15	9	13	10	4	3	2	9	25	25	8	9	11	8	23	9	10
	刺網	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	4	9	13	7	6	4	5	7	4	2
	延縄	0	0	0	0	1	0	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	2	2	3	2
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	5	10	16	24	20	7	8	1	22	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	4	4	3
総計		229	127	235	237	194	249	285	289	368	239	223	282	297	263	157	216	174	205	191	261	247	242

各県の漁業種類別漁獲量は各県水試調べ（主要港）、2018年の沖底小計は暫定値（漁場別漁獲統計資料）。

沖底の小計は漁場別別漁獲統計資料によるため、各県水試調べの合計と一致しない。

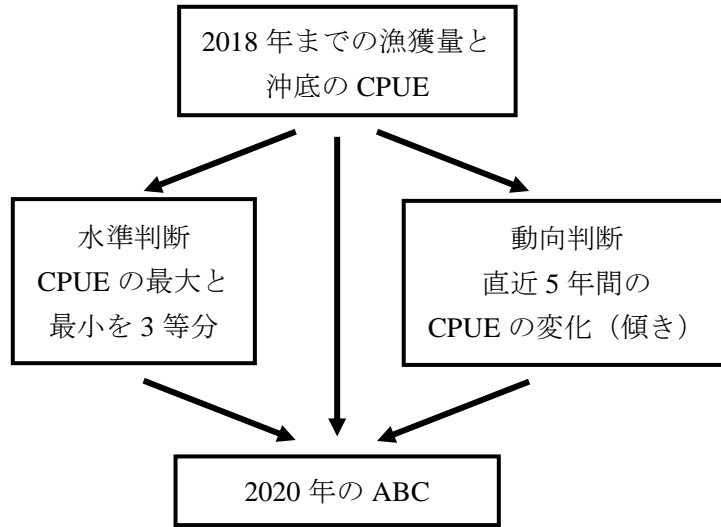
表 4. 金華山海区以南の沖底による漁獲量、有漁網数および CPUE

年	漁獲量 (トン)	有漁網数	CPUE (kg/網)	CPUE (平均=1)	標準化CPUE (平均=1)
1971	1,524	-	-	-	-
1972	1,889	17,894	105.6	1.15	1.01
1973	2,294	12,879	178.1	1.95	1.94
1974	1,434	14,263	100.6	1.10	1.68
1975	2,579	14,349	179.8	1.96	1.92
1976	3,536	15,475	228.5	2.50	1.57
1977	4,821	15,994	301.4	3.29	1.58
1978	4,890	14,832	329.7	3.60	1.70
1979	4,163	11,799	352.8	3.86	1.87
1980	3,354	9,578	350.2	3.83	2.93
1981	2,075	9,690	214.2	2.34	1.75
1982	2,152	10,329	208.3	2.28	1.44
1983	1,959	9,257	211.7	2.31	2.15
1984	1,700	8,803	193.1	2.11	2.41
1985	2,363	13,661	173.0	1.89	2.29
1986	1,664	11,780	141.2	1.54	1.34
1987	1,535	11,662	131.6	1.44	1.30
1988	1,314	11,761	111.8	1.22	1.06
1989	947	11,046	85.8	0.94	1.05
1990	657	10,017	65.6	0.72	0.91
1991	547	9,942	55.0	0.60	0.76
1992	453	11,138	40.7	0.44	0.67
1993	325	10,594	30.6	0.33	0.49
1994	251	7,677	32.7	0.36	0.50
1995	210	6,883	30.5	0.33	0.42
1996	129	5,550	23.2	0.25	0.30
1997	145	8,037	18.1	0.20	0.26
1998	75	13,159	5.7	0.06	0.20
1999	172	12,467	13.8	0.15	0.35
2000	175	15,558	11.2	0.12	0.48
2001	139	13,814	10.1	0.11	0.54
2002	214	12,412	17.2	0.19	0.46
2003	237	13,747	17.2	0.19	0.62
2004	258	11,961	21.6	0.24	0.56
2005	323	12,736	25.4	0.28	0.65
2006	218	10,468	20.8	0.23	0.55
2007	193	9,464	20.4	0.22	0.40
2008	272	9,177	29.7	0.32	0.50
2009	264	11,115	23.8	0.26	0.61
2010	191	15,715	12.1	0.13	0.40
2011	87	5,524	15.7	0.17	0.48
2012	153	7,266	21.1	0.23	0.59
2013	103	6,302	16.4	0.18	0.45
2014	137	8,180	16.8	0.18	0.76
2015	115	7,544	15.2	0.17	0.77
2016	173	6,839	25.3	0.28	0.79
2017	167	6,079	27.4	0.30	0.73
2018	188	4,639	40.5	0.44	0.82

右 2 列の CPUE と標準化 CPUE は平均値を 1 に変換した値。

2018 年の値は暫定値。

補足資料1 資源評価の流れ



## 補足資料 2 沖底 CPUE の標準化

サメガレイは季節的に集群および浅深移動を行うことや、成長するにつれて深い水深帯に移動することが知られており（佐伯 2001、服部 2008）、月別、操業水深別の CPUE をみると、CPUE は 12~4 月に高いが 9~11 月に低く、また水深が深いほど高くなっていることがわかる（補足図 2-1）。また、長期的に漁場位置が変化してきたことも知られており（図 4）、沖底のノミナル CPUE（=年間漁獲量/年間有漁網数）は資源の年変動以外の要因の影響も含んでいると考えられる。CPUE に含まれる月、海域、操業水深などの影響を除去して CPUE の年トレンドを抽出することを目的とし、GLM（一般化線形モデル）を用いてサメガレイの沖底 CPUE の標準化を行った。

使用するデータは本種の主要な漁場である金華山海区以南における沖底のサメガレイ有漁網データとした。モデルの誤差分布は正規分布に従うと仮定し、対数化したサメガレイの日別船別の CPUE（=漁獲量/網数）を応答変数として採用した。説明変数には、年、月、海区および水深とそれらの交互作用を用い、すべてカテゴリカル変数として扱った。ここで、本資源は産卵期前後に集群する性質が知られるが、水揚げ物の測定データから産卵期は経年的に大きく変化していないことが明らかになっている。したがって、集群する時期は長期的に変化していないと考え、年と月の交互作用および年と相関のある海域と月の交互作用は説明変数として用いないこととした。GVIF（Fox and Monette 1992）を指標として多重共線性の高い変数を除いてからフルモデルを作成し、フルモデルは BIC による変数総当たり法にて変数選択を行い、BIC が最も低くなるものを標準化モデルとして選択した。変数選択には R Ver 3.5.2 の MuMIn パッケージを用いた (<https://www.R-project.org/>、2019 年 8 月 15 日)。その結果、以下の式が標準化モデルとして選択された。

$$\text{Ln}(\text{CPUE}) = \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Year} * \text{Area} + \text{Month} + \text{Month} * \text{Depth}$$

ここでの記号は次の通りである。

Year: 操業年（1972~2018 年）

Month: 操業月（1~3、4~6、7~9、10~12 月）

Area: 小海区（金華山、常磐、房総）

Depth: 操業水深（0~200 m、200~400 m、400~600 m、600~800 m、800~1000 m、1000 m 以深）

操業月は欠損が生じないように 3 か月ごとにまとめて変数 Month とした。また、沖底漁績からは過去の操業水深が得られないため、10 分升目の操業漁区ごとに中心緯度経度の水深を当てはめ、操業漁区から推定した操業水深を 200 m ごとにまとめて変数 Depth とした。水深情報は R Ver 3.5.2 の marmap パッケージ (<https://www.R-project.org/>、2019 年 8 月 15 日) によって米国海洋大気庁 (NOAA) の提供する水深情報を取得して使用した。

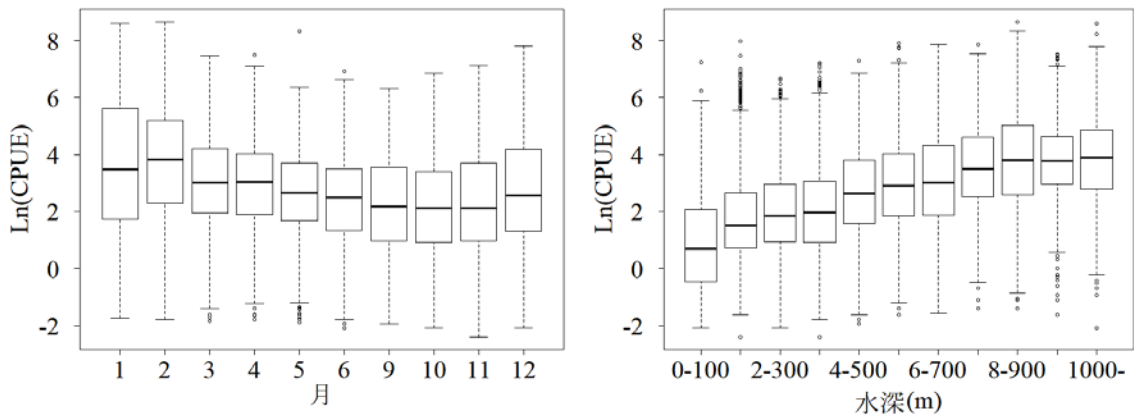
対数化 CPUE の実測値のヒストグラムはやや右に裾が長い形になっていたが、モデルの残差は概ね正規分布に従っていた（補足図 2-2、2-3、2-4）。また、年別の残差は 0 周辺に分布することが確認された（補足図 2-5）。

このモデルを用いて標準化 CPUE の年トレンドを求めたところ、標準化 CPUE は長期的に減少しており、1980 年代までは高い水準（高水準期）で、1990 年代以降は低い水準（低

水準期)で推移していた(補足図 2-6)。ノミナル CPUE も同様の傾向を示していたが、標準化 CPUE と比較すると高水準期にはより高く、低水準期にはより低い傾向がみられた。ノミナル CPUE は、高水準期には低水準期に比べてサメガレイを狙った操業が多かったことや、サメガレイの移動生態および長期的な分布変化などの影響を受けていると考えられる。昨年度までは狙い操業による影響を補正することを目的として下式(山田・田中 1999)で算出する有効努力量を用いた CPUE (=年間漁獲量/年間有効努力量)を使用していた。ここで、 $a$  は漁区、 $i$  は月を表し、 $E_{a,i}$  は月別漁区別の有漁網数、 $U_{a,i}$  は月別漁区別の CPUE

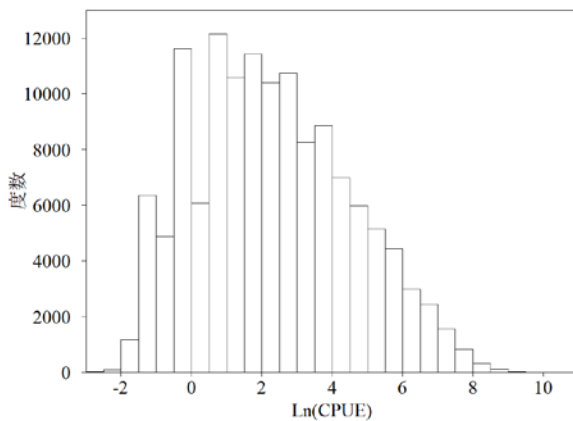
$$\hat{E} = \frac{1}{\bar{U}} \sum_{a=1}^A \sum_{i=1}^I (E_{a,i} \cdot U_{a,i})$$

(=漁獲量/有漁網数)である。有効努力量による CPUE はノミナル CPUE と標準化 CPUE の間で推移している。有効努力量による CPUE では狙い操業の変化をある程度考慮できていたが、月や海域、水深などを説明変数として用いることで、標準化 CPUE の方がより正確に資源の年変動を抽出できたと考えられた。今年度の資源評価では、標準化 CPUE を平均値で除して平均を 1 に変換したものを資源量指標値として採用した。

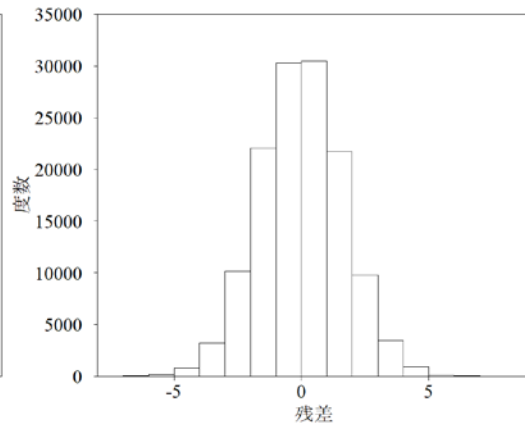


補足図 2-1. 月別(左)および水深帯別(右)の CPUE 示す箱ひげ図

箱は第一～第三四分位、箱内の黒線は中央値を表す。ひげは第一、第三四分位から箱幅の 1.5 倍の範囲にある最大または最小の値を表す。バーの外側の点は外れ値を示す。

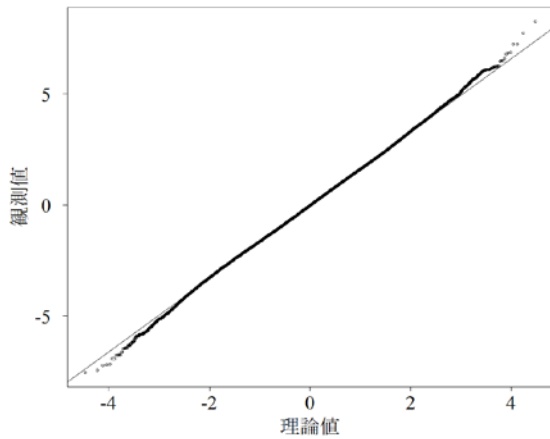


補足図 2-2. 操業毎の LogCPUE (1972～2018 年データ)

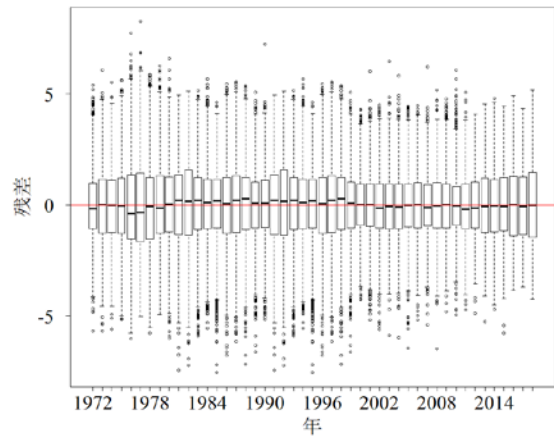


補足図 2-3. モデル予測値と実測値の残差 (1972～2018 年データ)

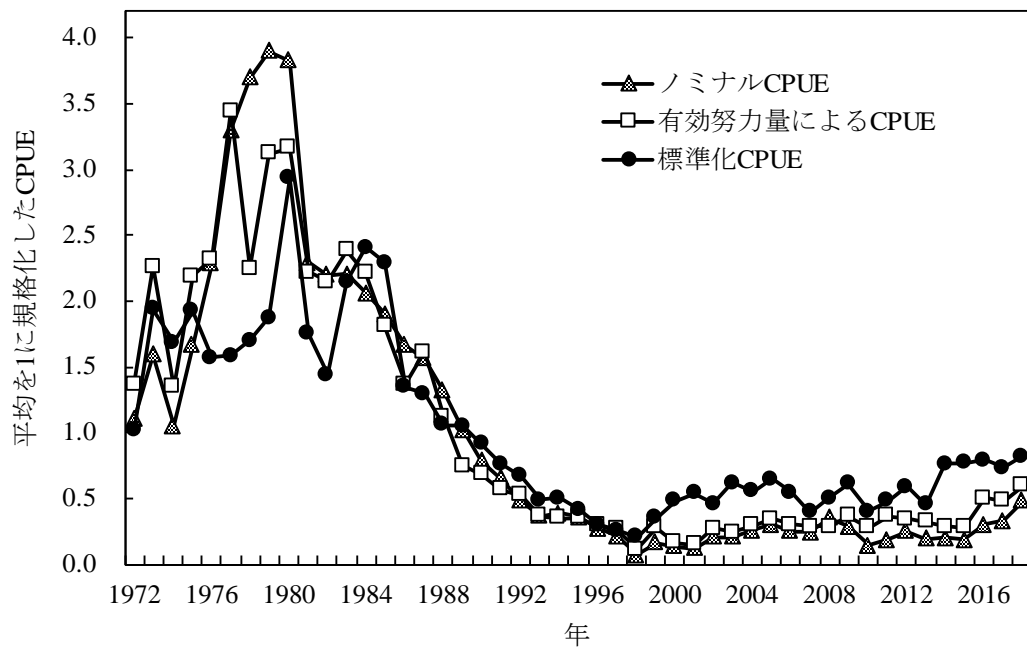




補足図 2-4. 残差のヒストグラムの正規確率図



補足図 2-5. 年毎の残差を示す箱ひげ図  
図の見方は補足図 2-1 と同じ。



補足図 2-6. ノミナル CPUE (▲) と有効努力量を用いた CPUE (□) と標準化 CPUE (●) の比較  
それぞれ平均で除すことで平均 1 に規格化した。

引用文献

Fox, J. and G. Monette (1992) Generalized Collinearity Diagnostics. J. Am. Stat. Assoc., 87, 178-183.

服部 努・上田祐司・成松庸二・伊藤正木 (2008) 東北海域におけるサメガレイ分布域の長期変化. 水産海洋研究, 72, 14-21.

佐伯光広 (2001) 三陸・常磐沖合で漁獲されたサメガレイの生態と資源管理について. 宮城水産研報, 1, 93-102.

山田作太郎・田中栄次 (1999) 「水産資源解析学」. 成山堂書店, 東京, 151 pp.