

平成 2 7 年 3 月

平成 26 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価
(魚種別系群別資源評価・TAC 種以外)

第 3 分冊

正 誤 表

ヤナギムシガレイ太平洋北部

p.1626 13 行目

誤	正
(表 4、補足表 1、2)	(表 4)

p.1628 5 行目

誤	正
(補足表 <u>3、4</u>)。重み付けした稼働率は 2013 年では 41.9%、2013 年では 50.5%であった。	(補足表 <u>1、3</u>)。重み付けした稼働率は 2013 年では 41.9% (補足表 2)、2014 年では 50.5%であった <u>(補足表 4)</u> 。

p.1628～1629 補足表の番号

誤	正
補足表 <u>3</u> . 2013 年におけるヤナギムシガレイの漁獲比率と操業稼働率	補足表 <u>1</u> . 2013 年におけるヤナギムシガレイの漁獲比率と操業稼働率
補足表 <u>4</u> . 2013 年の全体の漁獲に占める漁法別の比率と稼働率	補足表 <u>2</u> . 2013 年の全体の漁獲に占める漁法別の比率と稼働率
補足表 <u>5</u> . 2014 年におけるヤナギムシガレイの漁獲比率と操業稼働率	補足表 <u>3</u> . 2014 年におけるヤナギムシガレイの漁獲比率と操業稼働率
補足表 <u>6</u> . 2014 年の全体の漁獲に占める漁法別の比率と稼働率	補足表 <u>4</u> . 2014 年の全体の漁獲に占める漁法別の比率と稼働率

平成 26（2014）年度ヤナギムシガレイ太平洋北部の資源評価

責任担当水研： 東北区水産研究所（成松庸二、伊藤正木、服部 努、柴田泰宙）

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、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

太平洋北部のヤナギムシガレイの漁獲量は周期的に変動している。近年では 1995 年から増加がみられ、1998、1999 年には過去最高の漁獲量を記録した。その後増減を繰り返していたが、震災以降には減少している。主漁場である福島沖の漁獲制限などにより、2013 年の漁獲量は 80 トンであった。近年は加入が少なかったこともあり、VPA による資源量推定値および沖底の CPUE から、資源の水準は中位、動向は減少と判断した。2003 年以降の資源状態はそれ以前に比べると比較的安定しており、漁獲圧もあまり高くない。これらのことから、震災以前の漁獲圧を維持することを資源の管理目標とした。ABC 算定のための基本規則 1-3)-(3)に基づき、 $F_{current}$ を基準値とし、 $F_{limit} = F_{current} \times \beta_2$ としたときの漁獲量を ABC_{limit} とした (β_2 は 0.8)。また、 $F_{target} = F_{limit} \times 0.8$ とし、この時の漁獲量を ABC_{target} とした。

	2015 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	192 トン	0.8F ₂₀₀₆₋₂₀₁₀	0.36	25%
ABC _{target}	171 トン	0.8・0.8F ₂₀₀₆₋₂₀₁₀	0.29	22%

F 値は各年齢の平均値。

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合
2012	655	69	0.17	11%
2013	673	80	0.17	12%
2014	721	—	—	—

年は暦年で、2013 年の漁獲量は暫定値である。

水準：中位 動向：減少

本件資源評価に使用するデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関連調査等
年齢別・年別漁獲量、 漁獲尾数	県別漁獲統計（農林水産省） 太平洋北区 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 体長-年齢測定データ（水研、福島県、茨城県） ・市場買い付け ・カレイ類分布調査（着底トロール） 漁獲量調査（青森～茨城（5）県） ・市場データ
資源量指数	小型底びき網漁業漁獲成績報告書（水研、青森～茨城（5）県） 太平洋北区 沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料（水研セ）
成熟年齢・体長	月別精密測定調査（水研、福島県、茨城県） ・市場買い付け ・カレイ類分布調査（着底トロール）
自然死亡計数(M)	年当たり M=0.25を仮定（田中1960より）

1. まえがき

ヤナギムシガレイは体長 40cm ほどに達する中型の異体類で、北海道南部以南の日本各地から黄海、渤海および東シナ海の水深 400m 以浅の砂泥域に分布している。本種の産業的価値は高く、特に抱卵している雌を天日で干したものは「子持ちヤナギ」とよばれ最高級の干物魚として利用されている。本種は太平洋北部では主に大陸棚上で底びき網によって漁獲されている。本海域における沖合底びき網漁業の漁獲量は長期的に大きく変動しており、資源の変動も大きいと考えられる。本海域のヤナギムシガレイは平成 13 年度より資源回復計画の対象魚種に指定され、平成 15 年度から保護区および保護期間の設定により漁獲圧を削減し、資源を回復する措置が図られている。さらにこれまでの措置は引き続き資源管理指針および計画の下で継続して取り組まれている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本種は日本各地に広く分布しているものの、太平洋岸の分布は青森県尻屋崎以南であり（橋本 1955）、太平洋北部は分布の北限域にあたる（図 1）。そのため漁獲も茨城県や福島県を中心に行われており、青森県や岩手県では少ない（表 1）。福島県の標本船調査による漁獲量、CPUE の月別変化を見ると、水深 50～200m が主漁場で、CPUE は 4～11 月には水深 120～140m で高く、12～3 月には水深 80～100m で高い。また、漁場も冬季の方が南北に広がっていることから、季節によって若干の移動をすると考えられる（島村・五十嵐 2000）。

(2) 年齢・成長

成長に関する情報は、東シナ海・黄海（西海区水産研究所 1957）、山口県沖合（中原 1969）、若狭湾（Yabuki 1989）および福島県沿岸（橋本 1955、島村・五十嵐 2000）から報告されている。水域間で成長パターンは異なるが、いずれの水域でも 5 歳前後までは急速に成長する。

雌の方が雄より成長が早く、寿命も長い。福島県沿岸では、1955 年以前と 1998～99 年に採集された個体について年齢と体長との関係が示されており（橋本 1955、島村・五十嵐 2000）、雌雄ともに 1955 年以前よりも 1998～99 年の方が成長は早い。また、寿命は雄では 6 歳、雌では 20 歳と報告されているが（島村・五十嵐 2000）、10 歳以上まで生きる雌は稀である。

なお、近年の成長式と体長体重関係は以下のとおりである（図 2）。

$$\text{雄： } SL = 305.1(1 - \exp(-0.220(t + 0.948)))$$

$$BW = 5.4 \times 10^{-6} SL^{3.167}$$

$$\text{雌： } SL = 337.7(1 - \exp(-0.300(t + 0.042)))$$

$$BW = 2.6 \times 10^{-6} SL^{3.318}$$

ここで、SL は標準体長(mm)、t は年齢（起算日は 1 月 1 日）、BW は体重(g)である。

(3) 成熟・産卵生態

産卵期は 10～7 月とされているが、海域によって異なる（坂本 1984）。福島県の沿岸では、1～3 月をピークに 6 月まで続く（Narimatsu et al. 2007）。産卵場は特定されていないが、成熟個体が通常の分布水深よりもやや浅海域の南北に広い範囲で漁獲されていることから、水深 100m 前後の広い範囲で集団繁殖場を作らずに産卵していると考えられる。成熟体長は雄で体長 120mm 以上、雌で 150mm 以上である。雄では満 2 歳で多くの個体が成熟し、雌では満 2 歳の一部と 3 歳魚以上のほとんどが成熟しているが、年齢別の成熟率は年代によって異なることが明らかになっている（島村・五十嵐 2000、Narimatsu et al. 2007、図 3）。

(4) 被捕食関係

餌生物は多毛類と甲殻類が主で、若齢期には甲殻類を主食とするが、成長にともない多毛類が主食になる（五十嵐 1980、五十嵐・島村 2000）。なお、被食に関する情報は報告されていない。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

太平洋北部海域において、ヤナギムシガレイのほとんどは沖合底びき網漁業（以下、沖底）もしくは小型底びき網漁業（小底）で漁獲されており、2001 年以降の漁獲量は増加傾向にある。寒流系の種ではないため、沖底では本海域の南側に位置する福島県と茨城県での漁獲が多く、北側の青森県や岩手県では少ない（図 4、図 5）。

(2) 漁獲量の推移

沖合底びき網漁業漁獲成績報告書の集計値によると、漁獲量は 1970 年代前半には 210 トン以上を記録していたが、その後徐々に減少し、1980 年代後半から 1990 年代前半にかけては 18～30 トン前後と非常に低水準で推移した（図 4）。1990 年代中盤から急激に増加し始め、1998～1999 年には 240 トン以上となり過去最高の漁獲を記録した。しかしながらその後減少に転じ、2001 年には 100 トンを割り込んだ。その後は 76～108 トンと若干増加傾向で推移していた。2009 年は 144 トン、2010 年には 152 トンとなり、1990 年代後半に準ずる水準となっている。沖底と各漁業種合計の漁獲量は似た傾向を示している（表 1）。全ての漁業種類の漁獲量データは 1997 年以降から揃っている。その漁獲量は 1997～2000 年に 288～386 トンを記録していた。2001～2008 年には 133～179 トンでピークの半分以下で推移していたが、2009、2010 年には 220 トン前後となっている。東日本大震災以降は 2012 年に 69 トン、2013 年に 80 トンとなっている（表 1）。

(3) 漁獲努力量

沖底の有漁網数は 1990 年代後半にかけて急増した（図 6）。その後は増減を繰り返しながらも減少しているが、1990 年代前半以前と比較すると高い水準にある。2010 年は高い水準となり、主漁場である常磐海域では 18,000 網となったが、2011～2013 年は東日本大震災の影響で大きく減少し、回復は緩やかである。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1998～2013 年に茨城県もしくは福島県で漁獲されたヤナギムシガレイについて、年別前後期別（1～6 月と 9～12 月）雌雄別の age-length key を作成した。それと漁獲尾数をもとに年齢別漁獲尾数を求め（表 2）、1～7 歳以上の 7 年齢群についてコホート解析を行い、年別年齢別資源尾数および漁獲死亡係数 F を推定した（表 3、4）。なお、ヤナギムシガレイの寿命や成長には雌雄差があるため、資源量は以下のように求めた。6 歳以下については、それぞれの年齢における雌雄の平均体重の平均値を年齢別体重とし、7 歳以上では雌の体重を年齢別の体重とした。先に求めた年齢別資源尾数に年齢別の体重を乗じたものを年齢別の資源量とした（補足資料 2）。

(2) 資源量指標値の推移

主要な漁場である金華山、常磐および房総海区の沖底の CPUE を図 7 および図 8 に、小底の CPUE を図 9 に示した。1973 年以降、CPUE の増減は漁獲量の増減（図 4）と類似して

おり、漁獲が少ない年には低い傾向が認められた。各海区の沖底の CPUE は 2009～2012 年に比較的高かったが 2013 年にはやや低くなっている（図 7）。金華山から房総海区において本種の重要性は高く、本種を主要な対象とした操業も行われている（島村・五十嵐 2000）。そのため、この海区の CPUE は資源状態を表す指標として有効であると考えられる。ただし、東日本大震災以降には漁獲の中心である常磐海区での漁業活動が極めて限定的であるため、現在の指標としての精度はやや低いと考えられる。

（3）漁獲物の体長組成の推移

漁獲物の全長組成の経年変化を図 10 に示した。1998 年の後期には全長 15～19cm と 20～25cm に 2 つのモードが認められる。ヤナギムシガレイは 1 歳の後期頃から漁獲加入しており、2 歳の途中で全長 20cm 台前半に達することから、この 2 つのモードは 2 年続けての卓越年級群の発生を示していると考えられる。2003～2005 年の 3 年間は後期に 15～19cm のモードが認められており、比較的安定した加入があった。2006 年には漁獲物に小型魚のモードが認められなかった一方で、2007 年には小さいながらも小型魚のモードが認められ、2008～2010 年にも比較的大きいモードが認められた。また、2001 年以前と比べて 2002 年以降は全長 30cm 以上の個体が若干増加しており、大型個体の個体数が増加していることが示唆されている。

（4）資源量と漁獲割合の推移

コホート解析の結果、2013 年の資源量は 673 トンと推定された。この値は資源量推定値のある 1998 年以降で 6 番目に高い数字である。また、2000 年以降、F の値や漁獲割合は減少する傾向にある。2012 年および 2013 年の漁獲割合は東日本大震災の影響もあり、11～12% と低くなっている（図 11、12）。

（5）資源の水準・動向

過去 40 年にわたる沖底の漁獲量ならびに CPUE の変化から、資源は 1997～1999 年にかけて高い水準にあったと考えられるが、その後大幅に減少した（図 4、図 7）。漁獲量は 2001 年から再度増加し始め、CPUE も 2003、2004 年ごろから増加に転じている。2009 年には沖底の漁獲量、CPUE とともに 1990 年代後半に準ずる水準にまで回復した。その後、2012 年まで高い状態が続いていたが、2013 年には低下している。また、VPA で求めた資源量も 2009 および 2010 年には高かったが、2011～2013 年には 2001～2008 年よりも若干高い程度に落ち着いている（表 5、図 13）。CPUE、資源量の最大値と 0 の範囲を 3 等分し、水準の判断基準とした。CPUE は高位と中位の境界にあり、資源量は中位と判断される位置にあること

から、資源水準は中位であると考えられる。また、最近 5 年間の沖底 CPUE および資源量はいずれも若干減っていることから、動向は減少と判断される。

(6) 資源と漁獲の関係

1998～2012 年の漁獲係数 F 値は 0.28～0.51 で推移しており（図 11）、トロールの CPUE の変化（図 8）と F 値の変化傾向は最近年を除いて比較的類似している。また、2000 年以降の漁獲割合は減少傾向にある（図 12）。

震災以前の直近 5 年間の漁獲パターンにもとづく YPR 曲線と SPR 曲線を図 14 に示した。1 歳の途中から漁獲され始める漁業実態をふまえ、漁獲開始年齢は 1 歳とした。震災以前の 2006～2010 年の漁獲圧の平均値（ $F_{2006-2010}$ ）は $F_{30\%}$ よりもやや高く（27.7%SPR）、 F_{max} よりも低かった。

1998 年以降の再生産関係を求めたところ、あまり明瞭な相関関係は認められなかった（図 15）。再生産関係が明瞭ではないことに加えて、1997 年以前に連続して発生した卓越年級は非常に少ない親から発生したと考えられること、卓越年級を発生させることができる最低親魚量が不明瞭であるため、再生産関係を将来の加入量予測には用いていない。

5. 2015 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

ヤナギムシガレイは 1990 年代後半に大幅に増大したが、2000～2001 年にかけて急減した。2003～2009 年に安定した加入があったこと、2001 年以降 F が減少したこともあり、資源は堅調に推移した。しかし、2010 年以降の加入がやや少なく、沖底の CPUE も比較的高い水準にあるもののやや減少傾向にあることから、資源は中位、減少と判断される。現在の資源は各年齢の個体がまんべんなく残されているのが特徴となっており、1 歳魚に対する漁獲圧はさほど高くない。また、震災以降の漁獲圧は下がっている。そのため、近年の加入水準が続くという仮定の下ではあるが、震災前の数年と同じ漁獲を続けても資源をある程度水準で保つことができるため、近年（2006～2010 年）の漁獲圧を維持することを目標とした。

(2) ABC の算定

2015 年の ABC 算定は以下のように行った。

- ・ 10 歳以上の個体は非常に少ない。そこで通常の寿命 (λ) を 10 歳とし、自然死亡係数 M を田内・田中の式（田中 1960）より $2.5/\lambda=0.25$ とした。
- ・ コホート解析から得られた年齢別の F 値のうち、震災以前の最近 5 年の平均値を現状の

F とした。

- ・ 2014 年以降の年齢別の F の比率（選択率）は 2006～2010 年の平均値と同じと仮定した。
- ・ 2013 年および 2014 年の東日本大震災による漁獲圧への影響を年別、漁業種別に求めた（別添資料参照）。この値を 2006～2010 年の F に乗じて補正したものを 2013 年および 2014 年の年齢別 F とした。
- ・ 体重は年別年齢別雌雄別に 5～6 月に採集した個体の平均値を用いた。雌では満 2 歳で約 3 割、満 3 歳以上ではほとんど成熟しているため、成熟割合は 2 歳魚で 0.3、3 歳魚以上で 1 とした。
- ・ 2014 年以降の加入量は 2001～2010 年の平均値とした（満 1 歳魚の加入尾数 3,365 千尾）。
- ・ 漁獲は満 1 歳から始まるとした。

この条件の漁獲が 2014 年まで続くと仮定すると、2015 年初期資源量は 773 トンとなる。震災以前の漁獲圧の下で資源が大きく変化することがなかったこと、この漁獲圧でも親魚は多く取り残されること、東日本大震災の影響により 2011～2013 年の漁獲圧はかなり低めに抑えられることもあり、2006～2010 年の漁獲圧の平均値（F2006-2010）を基準値として ABC の算定を行った。水準と動向は中位、減少と判断されるので、ABC 算定のための基本規則の 1-3)-(3)に基づき、 $F_{limit} = \text{基準値} \times \beta_2$ によって ABC を算定した。 β_2 は 0.8 とした。先述のように基準値を $F_{current}$ とし、不確実性を考慮して安全率を 0.8 とした。その値を F_{limit} に乗じたものを F_{target} とし、このときの漁獲量を ABC_{target} とした。その結果、 $ABCLimit=192$ トン、 $ABC_{target}=171$ トンと算出された。

	2015 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABCLimit	192 トン	0.8F2006-2010	0.36	25%
ABCtarget	171 トン	0.8・0.8F2006-2010	0.29	22%

F 値は各年齢の平均値。

(3) ABCLimit の評価

F2006-2010 を基準値とし、 β_2 を 0.8 に設定することにより、2015 年以降の漁獲量、資源量はやや減少した後に微増に転じる。これは 2010 年以降の加入量が比較的少なかったのに対し、2014 年以降にはそれよりもやや多い過去 10 年の平均の加入量を与えているためである。その結果、2019 年の資源量は 728 トンと推定され、2014 年とほぼ同等の資源が維持される。

2015 年以降の漁獲シナリオとして $F=M$ 、 $F_{0.1}$ 、 F_{max} 、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{2006-2010}$ （2006～2010 年の平均の F）、 $0.8F_{2006-2010}$ 、 $F_{2011-2013}$ などについて検討した。その結果、シナリオによって漁獲量、資源量は増加するものと減少するものに分かれる（表 6、図 16）。 $F=M$ や

F2011-2013 となる漁獲圧まで下げると、2019 年の資源量は 840～920 トン前後で維持されるが、2015 年の漁獲量はそれぞれ 166 トン、144 トンに抑えられる。震災以前の 2006～2010 年の平均的な漁獲圧に 0.8 を乗じた F で漁獲すると、2015 年の漁獲量は 192 トンと高くなり、その後の資源量、漁獲量も安定する。

(4) 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
2012 年漁獲量確定値 2013 年漁獲量 2013 年年齢別・年別漁獲尾数 過去に遡及した年齢別・年別漁獲尾数の見直し	2012 年漁獲量の確定 2013 年漁獲量の暫定値 2013 年までの年齢別資源尾数、漁獲係数

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2013 年 (当初)	Fcurrent	0.35	1,446	347	300	
2013 年 (2013 年再評価)	Fcurrent	0.35	1,148	277	228	
2013 年 (2014 年再評価)	Fcurrent	0.35	673	163	134	80
2014 年 (当初)	Fcurrent	0.40	1,188	307	273	
2014 年 (2014 年再評価)	Fcurrent	0.40	721	195	162	

ABClimit に対する資源管理基準とそれに相当する F 値 (年当たり)

漁獲量は暫定値

2013 年の資源量および ABC は 2014 年再評価でやや減少した。これは 2012 年に比べて 2013 年には漁船の稼働率が向上したにもかかわらず漁獲量があまり増えず、近年の若齢魚が想定よりも少なくなったためである。漁獲の半数以上を占めていた福島県の漁獲がほぼなくなり、稼働率によって F 値を補正しているのも減少幅が大きくなる要因となった。また、2014 年の資源量が 2013 年当初よりも少なくなったのも同様に若齢個体の資源量が少なかったことと補正による影響である。ABC に比べて漁獲量が著しく少ないのは、震災による漁獲圧の低下によるものである。

6. ABC 以外の管理方策への提言

2003 年以降は比較的加入が安定しており、2007 および 2008 年級の加入は多かった。2009 年級以降の年級は若干少なめで、東日本大震災以降の 2011 および 2012 年級はかなり少なめである (図 13)。それでも極端に少ない年級がなく、低レベルの加入が複数年続いていないことから、世代交代は比較的うまくいっていると言える。ただし、本資源は 1980 年代後半から 1990 年代前半に非常に低い水準の資源状態を経験している。そのような状況になるこ

とを避けるためにも、加入状況を早めに把握し、加入が悪いと認められたときには若齢魚の漁獲を制限し、親魚になるまで保護する努力が必要となるだろう。

震災の影響によって主要な産地であった福島県における水揚げがない状態が続いている。そのため、震災以降には2番目に漁獲の多い茨城県のデータを使って資源量の推定を行っているが、漁獲量や漁獲努力量が大きく減少しているため、資源量推定の精度は震災以前に比べて落ちていることが予測される。

7. 引用文献

- 五十嵐敏 (1980) ヤナギムシガレイの胃中にみられる底生動物について (短報). 福島水試研報, 6, 91-92.
- 五十嵐敏・島村信也 (2000) 福島県海域におけるヤナギムシガレイの食性. 福島水試研報, 9, 53-58.
- 橋本良平 (1955) ヤナギムシガレイの年令に関する基礎的研究. 東北水研研報, 4, 156-164.
- 中原民男 (1969) 山口県沖合大陸棚に分布する重要底魚類の漁業生物特性. 山口外海水試研報, 11, 1-70.
- Narimatsu, Y., A. Yamanobe and M. Takahashi (2007) Reproductive cycle, age and body size at maturity and fecundity of female willow flounder (*Tanakius kitaharai*). Fish. Sci. 73, 55-62.
- 坂本一男(1984) ヤナギムシガレイ. 日本産魚類大図鑑 (解説), 339pp, 東海大学出版, 東京.
- 西海区水産研究所 (1957) 東海・黄海における底魚資源の研究. 4, 50-55.
- 島村信也・五十嵐敏 (2000) 福島県沿岸で漁獲されたヤナギムシガレイについて. 福島水試研報, 9, 29-52.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200.
- Yabuki, K. (1989) Age determination of yanagimushigarei *Tanakius kitaharai* (Pleuronectidae) from otoliths in the sea of Japan off Kyoto Prefecture. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 55, 1331-1338.



図1. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの分布

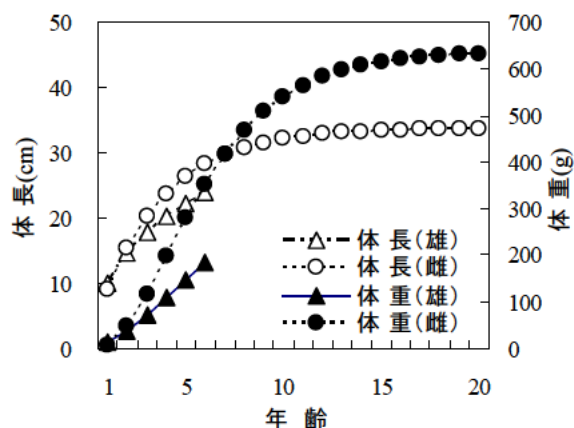


図2. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの成長

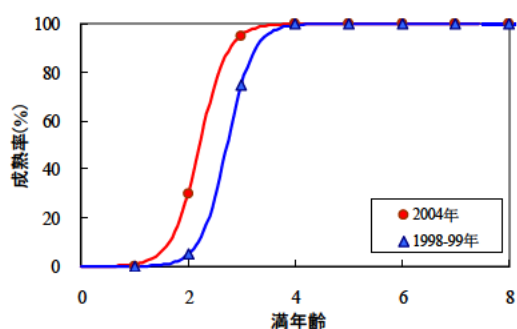


図3. 年齢と成熟率の関係

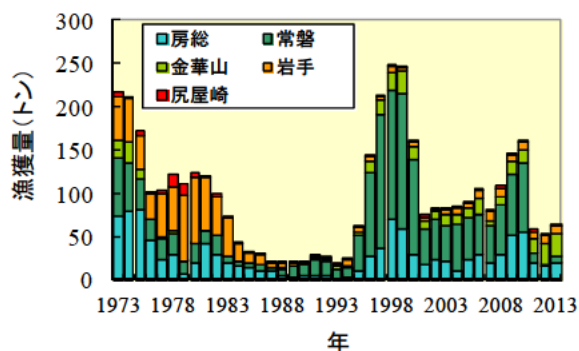


図4. 太平洋北部の沖合底びき網漁業によるヤナギムシガレイの漁獲量の経年変化

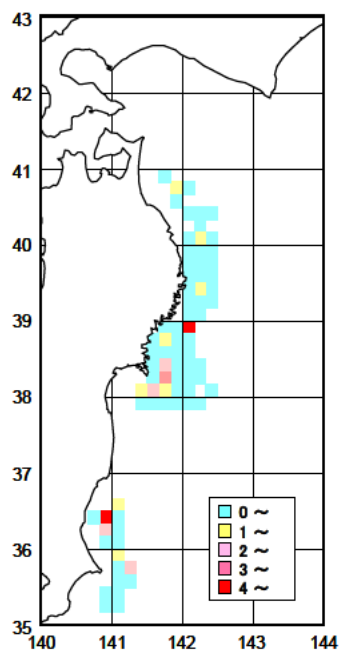


図5. 2012年の沖底の漁獲量分布図 (トン)

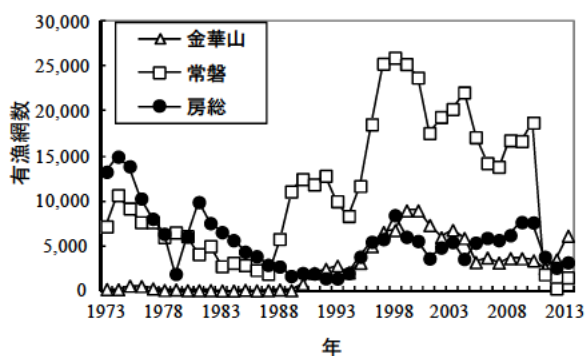


図6. 沖合底びき網漁業の漁業努力の経年変化 2013年は暫定値。

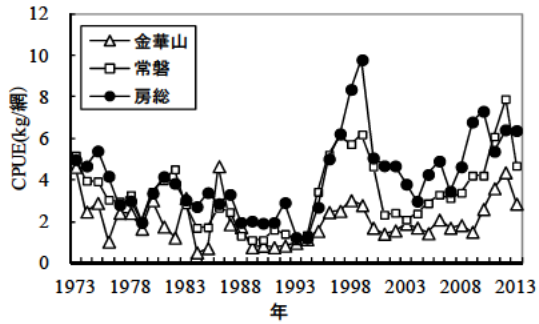


図7. 沖合底びき網漁業の海区域別CPUE

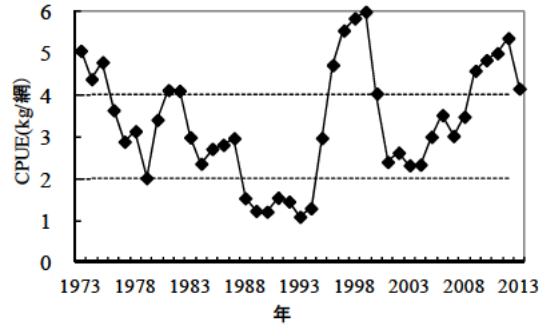


図8. 金華山～房総海区の沖底のCPUEの経年変化 破線は水準の境界を示す。

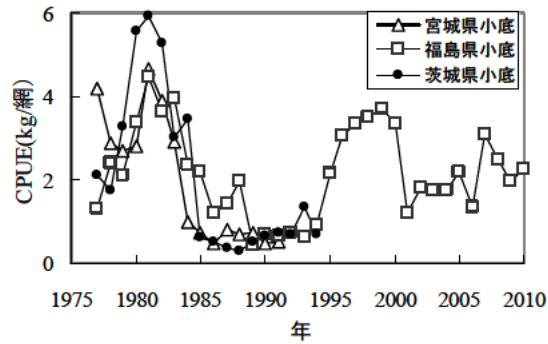


図9. 小型底びき網漁業のCPUEの経年変化

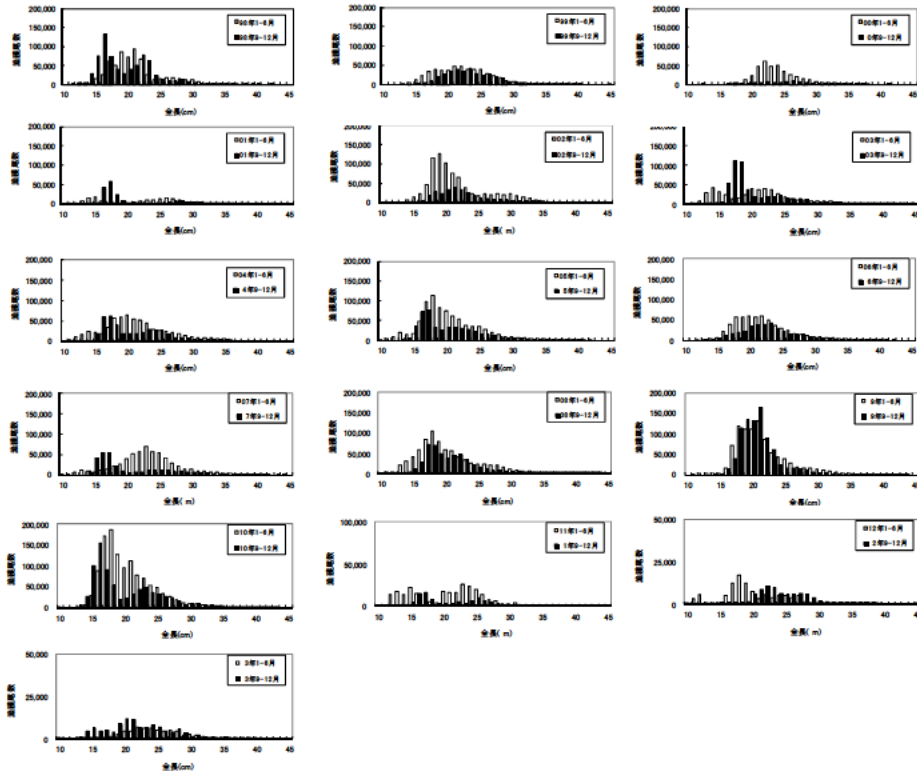


図10. ヤナギムシガレイ漁獲物の年別前後期別の全長組成
1998～2001、2011～2013年は茨城県水揚げ分で、2002～2010年は福島県水揚げ分。

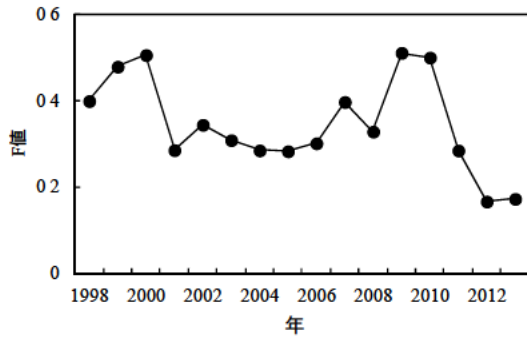


図11. F値（各年齢平均）の経年変化

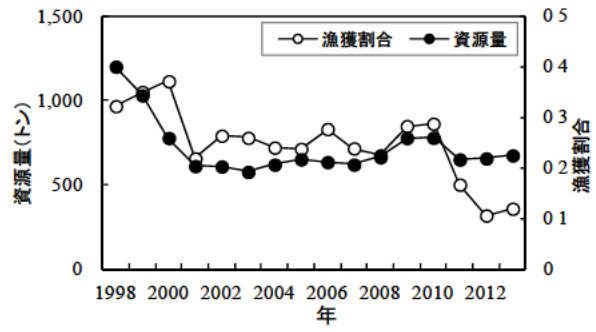


図12. 資源量と漁獲割合の経年変化

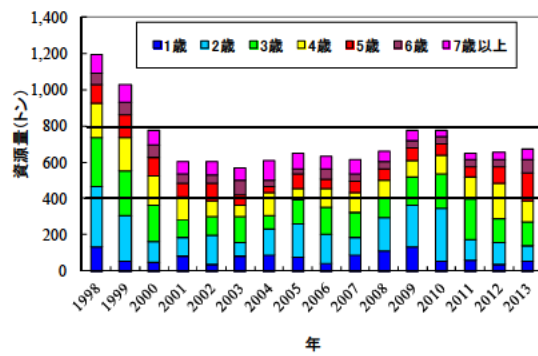


図13. 年齢別資源量の時系列変化
横線は中高位、中低位の境界を示す。

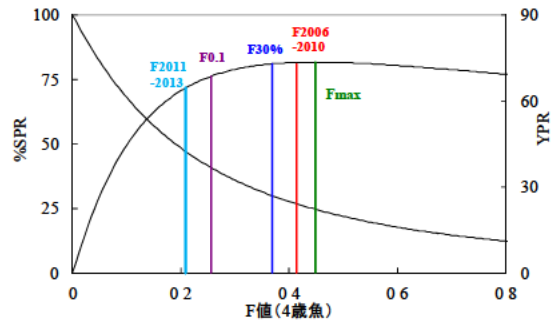


図14. 漁獲係数(F)と%SPRおよびYPR

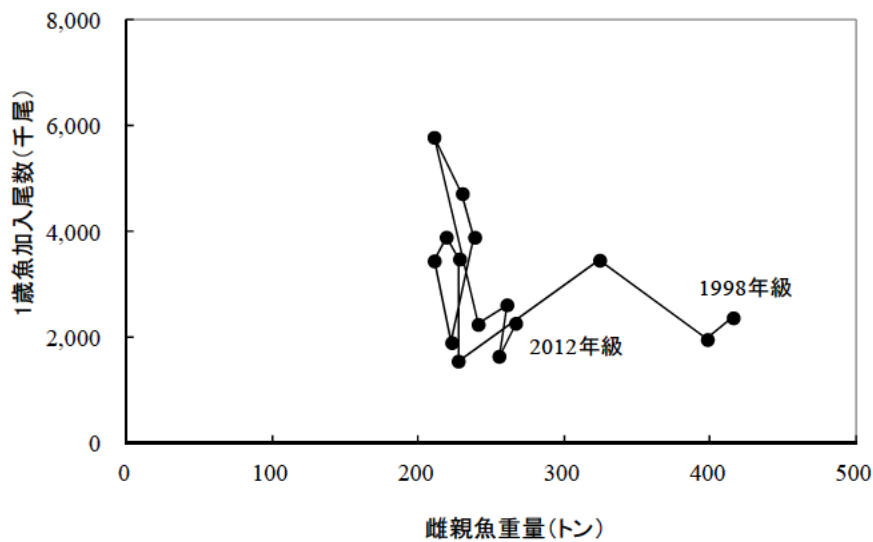


図15. 再生産関係

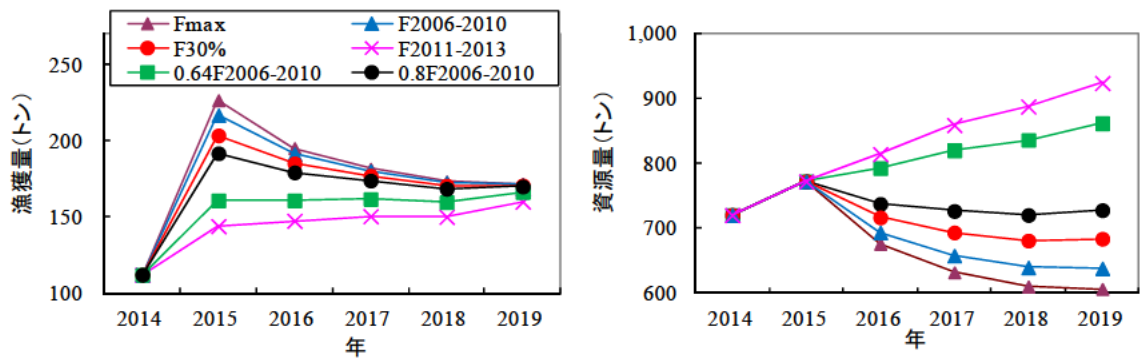


図16. さまざまな管理基準に基づく漁獲量（左図）と資源量（右図）の変化

表1. 県別漁業種類別のヤナギムシガレイの漁獲量（トン） 2013年は暫定値。

県名	漁業種	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
青森	沖底	13	04	00	00	00	40	14	06	15	15	22	14	38	05	05	28	18	01
	小底	05	03	05	02	03	04	01	01	05	05	00	01	07	03	04	02	01	01
	刺網	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
	定置	0	0	0	0	0	0	0	01	03	0	02	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
岩手	沖底	-	41	76	39	43	39	24	62	77	54	91	107	88	159	89	74	86	245
	小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	刺網	-	06	06	05	05	11	14	03	08	10	34	17	26	37	29	07	10	08
	延縄	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01	0	0	0	0	0	01
	定置	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	-	01	02	09	07	03	04	10	04	06	06	03	01	01	0	0	0	0
宮城	沖底	122	165	205	250	153	104	94	121	113	105	188	61	99	46	97	166	239	149
	小底	128	152	199	185	136	89	93	170	158	104	105	109	117	131	91	60	54	64
	刺網	02	03	04	04	12	08	30	12	17	23	199	151	12	137	148	64	32	4
	延縄	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
	その他	01	01	02	04	04	25	07	16	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
福島	沖底	969	1558	1489	1567	1108	410	470	425	528	495	470	433	570	1009	1104	112	21	69
	小底	145	268	297	222	360	130	213	158	163	167	139	258	219	212	227	110	0	0
	刺網	04	19	88	31	315	59	98	12	23	24	07	18	03	09	13	64	0	0
	延縄	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
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
茨城	沖底	273	359	704	589	282	169	226	206	106	229	290	196	288	223	225	204	165	16
	小底	520	770	780	690	450	240	310	285	268	306	236	125	196	221	195	193	63	59
	刺網	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
	定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	10	10	0	0	0	0	0	01	02	0	0	0	03	0	0	0	0	0
小計	沖底	1437	2127	2475	2445	1586	762	827	819	839	897	1061	810	1083	1442	1520	584	529	624
	小底	-	1193	1281	1099	949	463	617	614	594	582	480	493	539	567	517	365	118	124
	刺網	-	28	98	40	332	78	142	27	48	57	240	186	41	183	190	135	42	48
	延縄	-	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	01	03	0	02	0	0	0	0	0	0	0
	その他	-	12	04	13	12	28	11	27	06	21	06	03	04	01	0	0	0	0
計		-	336	386	360	288	133	160	149	149	156	179	149	167	219	223	108	69	80

各県水試調べ。2012年以前の沖底の小計は漁場別漁獲統計資料による。

2010年分は岩手、宮城は市場データ消失のため、沖底以外の漁業は過去5年間の他県との漁獲量比から推定。

各県の沖底漁獲量は小海区域別の漁獲量を適用（例：宮城=金華山海区、福島=常磐海区）。

ヤナギムシガレイ太平洋北部－15－

表2 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの年齢別漁獲尾数（千尾）

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	1,117	220	34	468	153	736	534	443	84	368	418	366	170	374	34	72
2	1,724	1,138	494	294	547	201	488	785	691	181	827	984	1,446	114	166	165
3	824	798	688	140	349	275	137	320	361	348	174	505	633	350	211	170
4	287	419	426	134	145	146	197	48	187	243	151	136	223	164	172	100
5	149	235	223	105	52	85	37	90	43	108	80	105	109	64	48	105
6	83	117	118	63	68	61	37	25	62	64	50	97	77	53	33	61
7以上	101	125	105	68	76	38	86	66	56	102	60	94	50	37	25	36
合計	4,286	3,052	2,089	1,272	1,391	1,542	1,516	1,777	1,484	1,415	1,762	2,286	2,709	1,158	689	709

表3 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの資源尾数（千尾）

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	5,909	2,373	1,963	3,462	1,555	3,484	3,896	3,449	1,905	3,894	4,719	5,783	2,249	2,618	1,647	2,270
2	4,732	3,616	1,654	1,499	2,283	1,076	2,063	2,563	2,295	1,410	2,708	3,307	4,180	1,601	1,709	1,252
3	2,416	2,164	1,812	852	908	1,295	661	1,176	1,303	1,178	938	1,379	1,707	1,979	1,147	1,185
4	1,150	1,154	981	804	540	399	766	394	634	696	611	577	629	771	1,233	707
5	545	643	529	388	507	292	181	423	265	328	327	342	329	293	455	808
6	276	293	293	215	210	350	152	108	249	169	161	184	174	160	171	312
7以上	337	315	260	234	234	219	356	288	228	268	193	177	113	112	132	184
合計	15,365	10,558	7,492	7,454	6,238	7,114	8,077	8,401	6,880	7,943	9,657	11,749	9,382	7,534	6,493	6,719

注) コホート解析による推定値。

表4 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの漁獲死亡係数

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	0.24	0.11	0.02	0.17	0.12	0.27	0.17	0.16	0.05	0.11	0.11	0.07	0.09	0.18	0.02	0.04
2	0.53	0.44	0.41	0.25	0.32	0.24	0.31	0.43	0.42	0.16	0.42	0.41	0.50	0.08	0.12	0.16
3	0.49	0.54	0.56	0.21	0.57	0.28	0.27	0.37	0.38	0.41	0.24	0.54	0.55	0.22	0.23	0.18
4	0.33	0.53	0.68	0.21	0.36	0.54	0.34	0.15	0.41	0.50	0.33	0.31	0.51	0.28	0.17	0.17
5	0.37	0.53	0.65	0.37	0.12	0.40	0.27	0.28	0.20	0.47	0.33	0.43	0.47	0.29	0.13	0.16
6	0.42	0.60	0.61	0.40	0.46	0.22	0.32	0.30	0.33	0.57	0.44	0.91	0.69	0.47	0.25	0.25
7以上	0.42	0.60	0.61	0.40	0.46	0.22	0.32	0.30	0.33	0.57	0.44	0.91	0.69	0.47	0.25	0.25
平均	0.40	0.48	0.51	0.29	0.34	0.31	0.29	0.28	0.30	0.40	0.33	0.51	0.50	0.28	0.17	0.17

注) コホート解析による推定値。

表5 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの資源重量（トン）

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	135	54	45	79	36	80	89	79	44	89	108	132	51	60	38	52
2	331	253	116	105	160	75	144	179	161	99	189	231	292	112	119	88
3	273	245	205	96	103	147	75	133	147	133	106	156	193	224	130	134
4	187	187	159	130	88	65	124	64	103	113	99	94	102	125	200	115
5	105	124	102	75	98	56	35	81	51	63	63	66	64	56	88	156
6	64	68	68	50	48	81	35	25	58	39	37	43	40	37	40	72
7以上	103	97	80	72	72	67	109	88	70	82	59	54	35	34	40	57
合計	1,198	1,027	774	607	604	570	612	650	633	618	662	776	777	649	655	673

注) 資源尾数に各年各年齢の平均体重（5-6月）を乗じたもの。

性比は1:1と仮定し、7歳魚以上の個体はすべて雌とした。

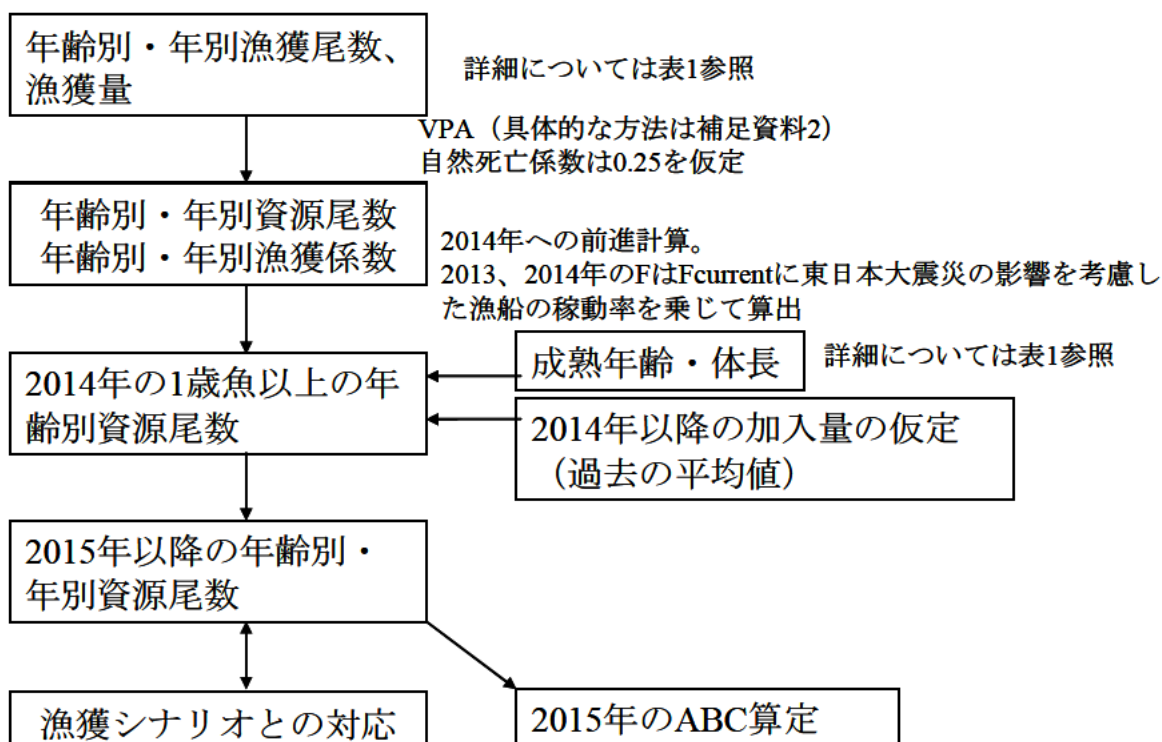
表6. F値（各年齢の平均値）の変化による資源量および漁獲量の推移

F	基準値	漁獲量（トン）				資源量（トン）			
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2014	2015
0.00	禁漁	112	0	0	0	0	0	721	773
0.23	F2011-2013	112	144	148	151	150	160	721	773
0.26	0.64F2006-2010	112	161	161	162	160	167	721	773
0.27	F=M	112	166	164	164	162	167	721	773
0.28	F0.1	112	168	165	165	162	168	721	773
0.32	0.8F30%SPR	112	181	173	170	166	169	721	773
0.36	0.8F2006-2010	112	192	180	174	169	170	721	773
0.40	F30%SPR	112	204	186	177	171	171	721	773
0.45	F2006-2010	112	217	192	180	173	172	721	773
0.49	Fmax	112	227	196	182	174	172	721	773

Fの選択率はF2011-2013のみ2011-2013年の平均値で、その他の基準値では2006-2010年の平均値。

補足資料 1

使用したデータと資源評価の関係をフローチャートとして示した。



補足資料 2 資源計算方法

2002～2010 年は福島県、2011～2013 年は茨城県で漁獲されたヤナギムシガレイの精密測定結果と耳石の年齢査定結果から age-length key を作成した。age-length key の作成は 1～6 月および 9～12 月の二期に分けて毎年行った（7、8 月は沖底、小底の休漁期）。age-length key と漁獲物全体の全長組成から年齢別漁獲尾数を求めた。ヤナギムシガレイの成長、体重および寿命には雌雄差があるため、雌雄別の age-length key を用いて年齢分解を行った。1998～2001 年については 2002～2010 年すべてのサンプルから求めた上下半期別雌雄別の age-length key をもとに漁獲物の全長組成を分解した。なお、6 歳以下、全長 30cm 以下の雌雄比は 1:1 とし、7 歳以上、全長 31cm 以上はすべて雌とした。また、年級間で成長差があるため、毎年 5～6 月に採集された個体から、年別年齢別雌雄別の体重を求めた。本種は 1 歳の途中から漁獲され始めるため、計算は 1 歳以上を対象とし、7 歳以上の個体は少ないため、7 歳は 8 歳以上を含めたプラスグループとした。

各年齢、各年における資源尾数 $N_{a,y}$ は、以下の Pope (1972) の近似式を用いて求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2)$$

ここで $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲尾数である。最近年（2013 年）、最高齢（7 歳、プラスグループ）および最高齢－1 歳魚の資源尾数

はそれぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,2013}=C_{a,2013} \exp(M/2)/(1-\exp(-F_{a,2013}))$$

$$N_{7,y}=C_{7,y}/(C_{7,y}+C_{6,y}) \times N_{7,y+1} \times \exp(M)+C_{7,y} \times \exp(M/2)$$

$$N_{6,y}=C_{6,y}/(C_{7,y}+C_{6,y}) \times N_{7,y+1} \times \exp(M)+C_{6,y} \times \exp(M/2)$$

ターミナル F を除く漁獲死亡係数

F 値の計算は以下の式で求めた。

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

最高齢の F は最高齢-1 齢魚の F と等しくなるように探索的に求め、2012 年の F_t は過去 5 年間の平均値に東日本大震災の影響を考慮した稼働率を乗じたものとした (表 4、補足表 1、2)。

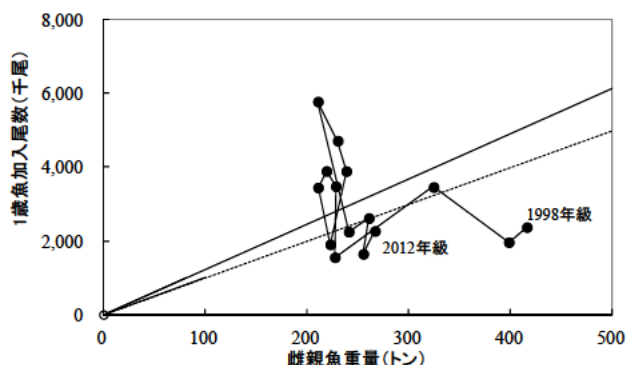
ヤナギムシガレイは 20 年以上生きることも報告されているが、2002～2008 年に漁獲、年齢査定された約 11,266 個体のうち、11 歳以上の個体は 47 個体と少なかった。そこで寿命を 10 年と仮定し、田内・田中の式 (田中 1960) より自然死亡係数は $2.5/10=0.25$ で一定とした。

引用文献

Pope, J. G (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

補足資料 3 再生産関係

1998 年級から 2012 年級で求めた再生産関係に基づき、RPS の平均値および RPS のメジアンを求めた (補足図 1)。その結果、RPS の平均値は 12.3 尾/kg、RPS のメジアンは 10.0 尾/kg と算定された。また、これをもとに $RPS \times SPR=1$ となる $F(F_{med})$ を求めたところ、4 歳魚の F は 0.385 (各年齢平均で 0.417) と算出された。この値は 28.8%SPR に相当する。RPS メジアンと親魚量を用いて親魚量に応じた加入量を推定し、さまざまな基準で漁獲した際の 2013 年以降の資源量と漁獲量の変動をシミュレートした (補足図 2)。いずれの基準値でも資源は増加する。ただし、先述のように 1990 年代の卓越年級は非常に少ない親魚量で発生したと考えられ、この再生産関係は大きく変化する可能性があること、卓越年級が発生されることのできる親魚量の下限や加入量の上限などが不明確なことから、ABC 算定には用いていない。

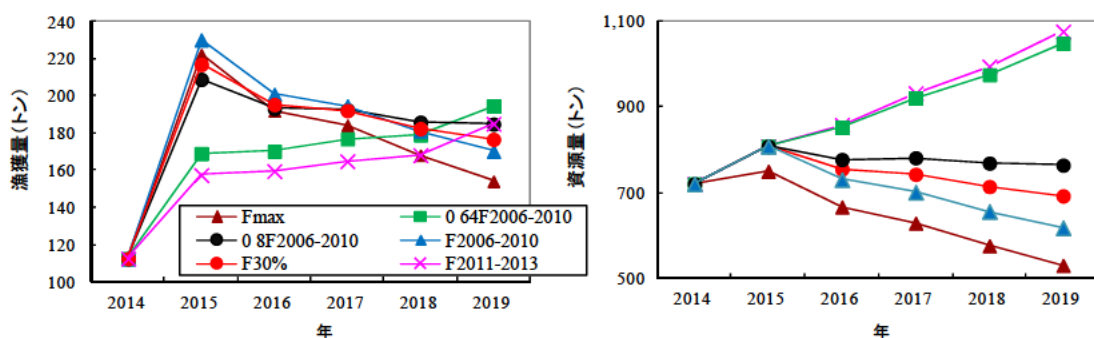


補足図 1. 1998～2012 年級における再生産関係
破線は RPS メジアン、実線は RPS の平均値を示す。

補足資料 4 2011～2014 年の漁獲状況について

2011 年 3 月 11 日に発生した巨大地震と津波により、東北地方太平洋岸の漁業は壊滅的な打撃を受けた。ヤナギムシガレイを漁獲する各漁業種の船舶も数多く被災したことから、2011～2014 年の漁獲状況は 2010 年以前とは異なる様相となっている。本資源評価では、VPA で求めた前年の資源尾数に近年の漁獲死亡係数を乗じて先送りし、翌年の資源尾数を求めてきた。これは本年の漁獲状況が前年以前と変わらないという前提の下では有効であるが、現在のように漁獲状況が大きく変わるときには適用できない。そこで、各県および各漁業種の被災および復旧に関する情報をまとめ、震災が漁獲に与えた影響を可能な限り数値化し、稼働率として示した。

- ・ ヤナギムシガレイが漁獲されている青森、岩手、宮城、福島および茨城の漁船について被災状況を調べた。
- ・ 漁業種は沖合底びき網漁業、小型底曳き網漁業および沿岸漁業（延縄、刺し網、定置網およびその他）に分けた。
- ・ 被災および復旧の状況は、組合等からの聞き取り、各県および水産庁に寄せられた情報から調べ、震災以前の漁船数については農林統計資料も用いた。
- ・ 2011 年 3 月 11 日以降の操業再開日は組合からの聞き取り、各県からの情報から調べた。
- ・ がれき撤去などに従事していた船はその期間は操業していないものとした。また、現在操業していない県、漁法については 11 月以降に操業を開始するものとした。
- ・ 2011 年 3 月に被災して 2014 年 8 月までに復旧していない船については 2013 年 12 月まで操業を再開しないものとした。
- ・ 県別、漁業種別に操業隻数と操業期間の減少から予測される努力量の減少割合を求め、2005～2009 年の平均漁獲量に占める各県、各漁業種の割合を算出した。それに上で求めた努力量の減少割合を乗じることで、漁獲の状況に応じた重み付けを行った。なお、2012 年の茨城県では、放射性セシウムなどの影響によって、稼働可能な隻数に比べて実際の



補足図 2. 再生産関係を用いて求めた、様々な管理基準における漁獲量（左）と資源量（右）

網数が大きく減少していたため、沖底の網数の比率によって稼働率を推定した。

- ・ この値を 2006～2010 年の年齢別 F の平均値に乘じることで 2011～2013 年の年齢別の F を求めた。

その結果、青森県から茨城県の操業の稼働率は、沖底で 0～100%、小底で 0～100%、沿岸漁業で 0～92%であった（補足表 3、4）。重み付けした稼働率は 2013 年では 41.9%、2013 年では 50.5%であった。ヤナギムシガレイの漁獲の多い南部海域での稼働率の減少幅が大きく、それが重み付けした稼働率低下の要因となっていた。

補足表 3. 2013年におけるヤナギムシガレイの漁獲比率と操業稼働率

県	沖底			小底			沿岸漁業（刺網、延縄、定置）		
	漁獲比率 (a)	稼働率(b)	a*b	漁獲比率 (c)	稼働率(d)	c*d	漁獲比率 (d)	稼働率(f)	e*f
青 森	0.018	1.000	0.018	0.006	1.000	0.006	0.250	0.840	0.210
岩 手	0.094	1.000	0.094				0.415	0.751	0.312
宮 城	0.094	0.940	0.089	0.213	0.473	0.101	0.292	0.367	0.107
福 島	0.562	0.036	0.020	0.374	0.036	0.013	0.022	0.036	0.001
茨 城	0.231	0.479	0.111	0.407	1.000	0.407	0.021	0.922	0.020
合 計	1.000		0.332	1.000		0.527	1.000		0.649

補足表 4. 2013年の全体の漁獲に占める漁法別の比率と稼働率

	漁獲量（トン、 直近5年平均）	漁法別の比 率(g)	稼働率(h)	比率g*比率h
沖底	106	0.608	0.332	0.202
小底	53	0.306	0.527	0.161
沿岸漁業	15	0.086	0.649	0.056
合計	174	1.000		0.419

補足表 5. 2014年におけるヤナギムシガレイの漁獲比率と操業稼働率

県	沖底			小底			沿岸漁業（刺網、延縄、定置）		
	漁獲比率 (a)	稼働率(b)	a*b	漁獲比率 (c)	稼働率(d)	c*d	漁獲比率 (d)	稼働率(f)	e*f
青 森	0.018	1.000	0.018	0.006	1.000	0.006	0.250	0.920	0.230
岩 手	0.094	1.000	0.094				0.415	0.841	0.349
宮 城	0.094	0.902	0.085	0.213	0.526	0.112	0.292	0.650	0.190
福 島	0.562	0.036	0.020	0.374	0.036	0.013	0.022	0.036	0.001
茨 城	0.231	1.000	0.231	0.407	1.000	0.407	0.021	0.922	0.020
合 計	1.000		0.449	1.000		0.539	1.000		0.789

補足表6. 2014年の全体の漁獲に占める漁法別の比率と稼働率

	漁獲量（トン、 直近5年平均）	漁法別の比 率(g)	稼働率(h)	比率g*比率h
沖底	106	0.608	0.449	0.273
小底	53	0.306	0.539	0.165
沿岸漁業	15	0.086	0.789	0.068
合計	174	1.000		0.505