

平成 27（2015）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、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

ヤナギムシガレイ太平洋北部の資源状態は VPA による資源量推定により算定している。漁獲量は周期的に変動しており、近年では 1995 年から増加して 1998 年には過去最高の 386 トンを記録した。2001 年には 133 トンまで急減したが、徐々に増加し、2009、2010 年には 200 トンを超えた。東日本大震災以降は、主漁場である福島沖の漁獲圧の低下などにより漁獲量は減少し、2014 年は 97 トンであった。近年は加入がやや少なかったが 2013 年級は多く、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、動向は横ばいと判断した。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いることから、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)-(2)に基づき、震災以前の F の平均値 (F2006-2010) に β_1 乗じたものを Flimit (β_1 は 0.8)、Ftarget=Flimit $\times$ 0.8 とし、2016 年 ABC を算出した。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016 年 ABC (トン)
0.8F2006-2010	Limit	0.38	27	249
	Target	0.31	22	206

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増大または維持が期待される漁獲量である。

F2006-2010 は 2006～2010 年の F の平均値である。

F 値は各年齢の平均値である。

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合
2013	596	77	0.22	13%
2014	696	97	0.20	14%
2015	853	—	—	—

年は暦年で、2014 年の漁獲量は暫定値である。

F 値は各年齢の平均値。

水準：中位 動向：横ばい

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（2001）年度より資源回復計画の対象魚種に指定され、平成 15（2003）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されると考えられる（島村・五十嵐 2000）。

(2) 年齢・成長

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）において成長に関する情報が報告されている。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」という）もしくは小型底びき網漁業（以下、「小底」という）で漁獲されている。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、図 6）。

(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、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。2001 年以降は徐々に増加し、2009 年は 144 トン、2010 年は 152 トンとなった。2011 年以降は震災の影響で大きく減少し、2014 年は 65 トンであった。

全ての漁業種類の漁獲量データは 1997 年以降から揃っており、1997～2000 年には 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上で推移していたが、2009、2010 年には 220 トン前後に増加した。東日本大震災以降は減少し、2014 年には 97 トンとなっている（図 5、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 7）。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 網を超えたが、2011～2014 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（2014 年は 2,188 網）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1998 年から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、前後期別（1 ～6 月と 9～12 月）雌雄別の age-length key を毎年作成している。漁獲物の体長組成と age-length key 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 VPA 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 8 および図 9 に、小底の CPUE を図 10 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る。各海区の沖底の CPUE は 2009～2012 年に比較的高かったが 2013 および 2014 年にはやや低くなっている（図 8）。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低くなっていると考えられる。

（3）漁獲物の体長組成

漁獲物の全長組成の経年変化を図 11 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。2014 年には全長 20cm 以下の小型魚が多く漁獲されている。

（4）資源量と漁獲割合の推移

VPA により求めた F 値の推移を図 12 に示した。2001～2008 年には 0.29～0.41 で安定していたが、2009、2010 年には 0.55、0.58 とやや高くなった。震災以降は 0.20～0.22 と低下している。資源量は 1998 年の 1,198 トンから減少し、2001 年以降は 570～780 トンで推移している。2014 年は 696 トンであった（図 13）。漁獲割合は 2001～2010 年には 22～32%で推移していたが、2011 年以降には震災の影響で減少し、2014 年には 14%になっている（図 13）。また、1998～2014 年の加入量（1 歳魚）は 34～144 トンで推移しており、震災以降は比較的低い水準で推移していたが、2014 年は 144 トンで過去最高となっている（図 14）。

（5）資源の水準・動向

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（図 4、図 8）。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、2014 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 年とほぼ同レベルで推移しており、2014 年には 2009 および 2010 年と同水準となっている（図 14、表 5）。過去 42 年間（1973～2014 年）の沖底の CPUE および過去 17 年間（1998～2014 年）の資源量の最大値と 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、資源水準は中位と判断した。また、最近 5 年間の沖底 CPUE はやや減少しているが、資源量は横ばいであった。前述のように震災以降主漁場での漁獲がごくわずかであり、CPUE の資源の指標としての精度は低くなっていることから、VPA による資源量推定値を重視し、動向は横ばいと判断した。

(6) 資源と漁獲の関係

1998～2014 年の漁獲係数 F 値は 0.20～0.58 で推移しており（図 12）、トロールの CPUE の変化（図 9）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、漁獲割合は 2001～2008 年に安定しており、2009、2010 年に増加したが、震災以降には低い値で推移している（図 13）。

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 15 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（26.8%SPR）、 F_{max} よりも若干低かった。前述のように震災以降漁獲圧は低下している。

1998 年以降の再生産関係を求めたところ、明瞭な相関関係は認められなかった（図 16）。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（試算は補足資料 4）。

5. 2016 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

VPA による解析では、ヤナギムシガレイの資源量は 1990 年代後半に多かったが、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。震災以降、資源量やや減少したが、2013 年級が多かったこともあり、回復しつつある。沖底の CPUE は中位と高位の境界にあり、減少傾向を示していたが、主要魚場である常磐海区の漁業がほとんど復旧していないことから VPA による解析結果を重視し、資源水準は中位、動向は横ばいと判断した。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、比較的安定している。そのため、震災以前（2006～2010 年）の漁獲圧以上に漁獲圧を高めないことが重要である。

(2) ABC の算定

2016 年の ABC 算定は以下のように行った。

2003 年以降毎年行っている年齢査定の結果、10 歳以上の個体は非常に少なかったことから、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/ λ =0.25 とした。

VPA 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 (F2006-2010) とし、2015 年以降の年齢別の F の比率（選択率）も 2006～2010 年の平均値と同じと仮定した。また、2014 年および 2015 年の東日本大震災による漁獲圧への影響を年齢、漁業種別に求めた（補足資料 4）。この値を 2006～2010 年の F に乗じて補正したものを 2014 年および 2015 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。また、これまでの漁獲物の体長組成や年齢査定結果から漁獲は 1 歳から始まるとし、2015 年以降の加入量は 2001～2010 年の満 1 歳魚の加入尾数の平均値とした（3,333 千尾）。

この条件の漁獲が 2015 年まで続くと仮定すると、2016 年初期資源量は 931 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く、安定していた。そのため、2006～2010 年の漁獲圧の平均値（F2006-2010）を基準値とした。水準と動向は中位、横ばいと判断されるので、ABC 算定のための規則 1-3)-(2)に基づき $F_{limit} = \text{基準値} \times \beta_1$ で ABC を算定した。

震災以降資源は若干減少し、2013 年級が多かったことから 2014 年の資源は 2013 年に比べてやや回復したが、2～4 歳が比較的少ない。そのため、 β_1 には 0.8 を適用した。先述のように基準値を震災以前の F の平均値（F2006-2010）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、 $ABC_{limit} = 249$ トン、 $ABC_{target} = 206$ トンと算出された。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016 年 ABC (トン)
0.8F2006-2010	Limit	0.38	27	249
	Target	0.31	22	206

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増大または維持が期待される漁獲量である。

F2006-2010 は 2006～2010 年の F の平均値である。

F 値は各年齢の平均値である。

(3) ABC の評価

2016 年以降の漁獲シナリオとして $F=M$ 、 $F_{0.1}$ 、 F_{max} 、 $F_{30\%SPR}$ 、F2006-2010、0.8F2006-2010、F2011-2014 などについて検討した。F2006-2010 を基準値とし、 β_1 を 0.8 に設定することにより、2016 年以降の漁獲量、資源量は 2016 年が最も高くその後減少する。これは 2014

年の加入量（1歳魚）が多かった一方で、2015年以降にはそれよりもやや少ない過去10年の平均の加入量を与えているためである。

その結果、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（図17）。 $F=M$ や $F_{2011-2014}$ となる漁獲圧まで下げると、2020年の資源量は890～960トンまで増加するが、2016年の漁獲量は共に190トン未満に抑えられる。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、2016年の漁獲量は249トンと高くなり、その後の資源量、漁獲量も減少はするものの、2020年の資源量は732トンとなり、2014年よりも高い状態となる。

F	管理基準	漁獲量（トン）						資源量（トン）					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0.00	禁漁	136	0	0	0	0	0	853	931	1,149	1,315	1,462	1,619
0.28	$F_{2011-2014}$	136	167	170	166	177	178	853	931	956	951	953	955
0.27	$F=M$	136	184	181	171	178	177	853	931	932	908	899	896
0.27	$F_{0.1}$	136	187	183	173	179	178	853	931	928	902	891	887
0.31	$0.64F_{2006-2010}$	136	206	197	182	186	183	853	931	906	866	847	836
0.34	$0.8F_{30\%SPR}$	136	223	208	190	191	186	853	931	885	834	808	792
0.38	$0.8F_{2006-2010}$	136	249	223	198	196	189	853	931	855	788	753	732
0.42	$F_{30\%SPR}$	136	269	234	204	199	190	853	931	832	753	712	689
0.48	$F_{2006-2010}$	136	298	247	210	201	190	853	931	798	703	657	630
0.48	F_{max}	136	299	248	210	201	190	853	931	796	701	654	627

F の選択率は $F_{2011-2014}$ のみ2011-2014年の平均値で、その他の基準値では2006-2010年の平均値。

(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
2013年漁獲量確定値	2013年漁獲量の確定
2014年漁獲量	2014年漁獲量の暫定値
2014年年齢別・年別漁獲尾数	2014年までの年齢別資源尾数、漁獲係数
過去に遡及した年齢別・年別漁獲尾数の見直し	

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)
2014年（当初）	$F_{2006-2010}$	0.40	1,188	307	273	
2014年 (2014年再評価)	$F_{2006-2010}$	0.45	721	217	181	
2014年 (2015年再評価)	$F_{2006-2010}$	0.50	696	200	167	97
2015年（当初）	$0.8F_{2006-2010}$	0.36	773	192	160	
2015年 (2015年再評価)	$0.8F_{2006-2010}$	0.40	853	225	186	

F 値は各年齢の平均値。漁獲量は暫定値。

2014年の資源量は2015年再評価で2014年再評価から微減であった。これに伴い、ABCの値も若干減少した。また、2015年の資源量、ABCは当初と2015年再評価で若干増加した。これは2013年級が想定よりも多く見られたためである。

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 年級は少なかった。2013 年級は漁獲物に多く見られ、資源量が多いと考えられる（図 11、図 14）。極端に少ない年級がなく、ときどき加入量の多い年が見られることから、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。

漁業には震災後に大きな変化があり、主要な産地であった福島県における水揚げが非常に少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と考えられる。

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

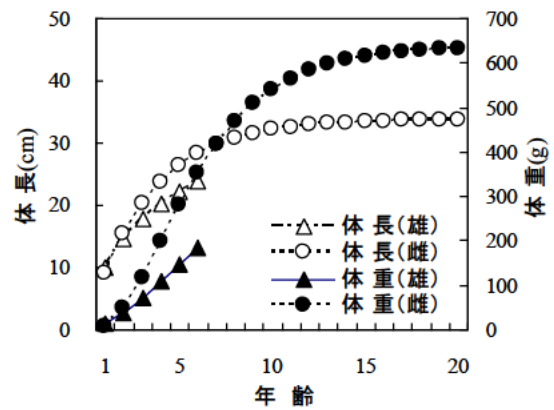


図2. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの成長

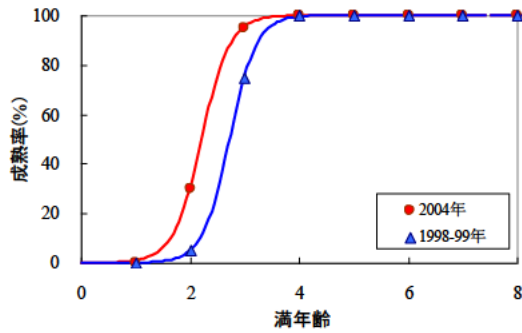


図3. 年齢と成熟率の関係

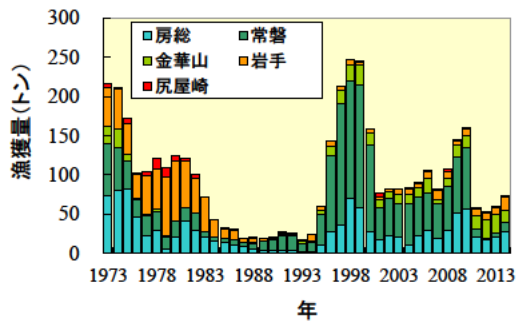


図4. 太平洋北部の沖合底びき網漁業による漁獲量の経年変化 2014年は暫定値。

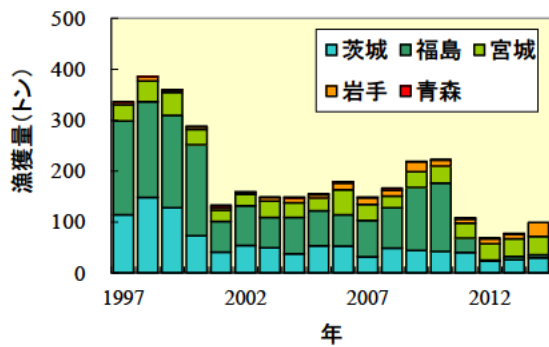


図5. 全漁業種による漁獲量の経年変化 2014年は暫定値。

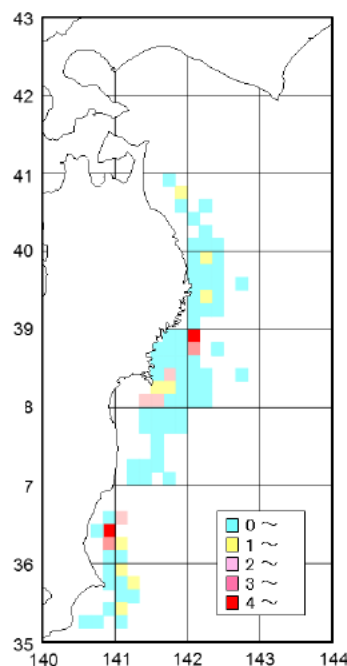


図6. 2013年の
沖底の漁獲量
分布図 (トン)

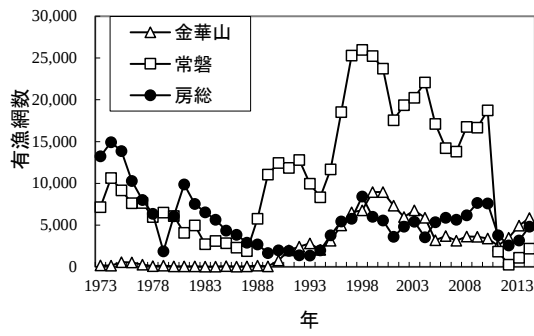


図7. 沖合底びき網漁業の漁業努力の経年変化 2014年は暫定値。

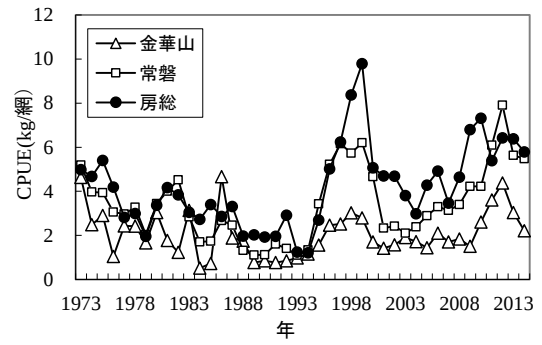


図8. 沖合底びき網漁業の海区別CPUE

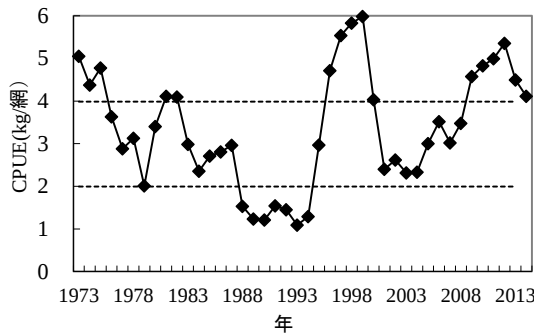


図9. 金華山～房総海区の沖底のCPUEの経年変化 破線は水準の境界を示す。

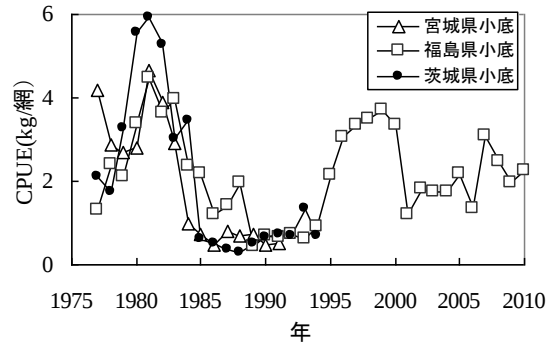


図10. 小型底びき網漁業のCPUEの経年変化

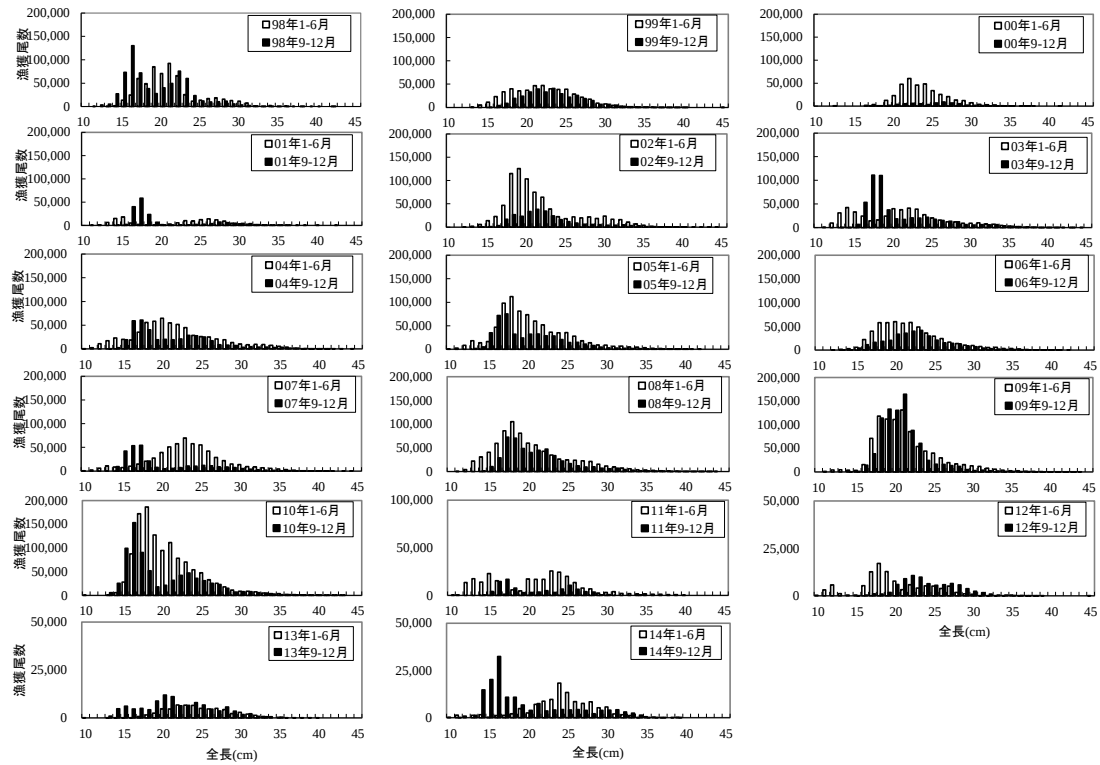


図11. ヤナギムシガレイ漁獲物の年別前後期別の全長組成
1998～2001、2011～2014年は茨城県水揚げ分で、2002～2010年は福島県水揚げ分。

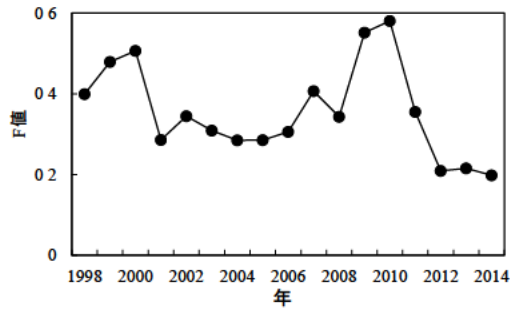


図12. F値（各年齢平均）の経年変化

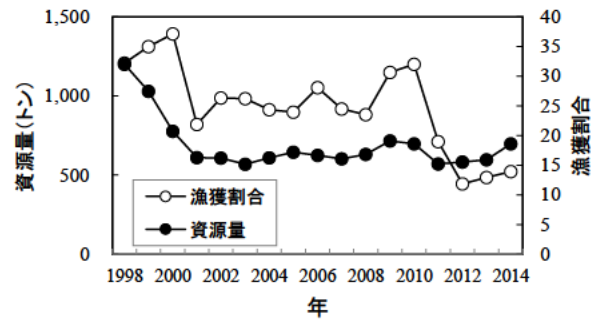


図13. 資源量と漁獲割合の経年変化

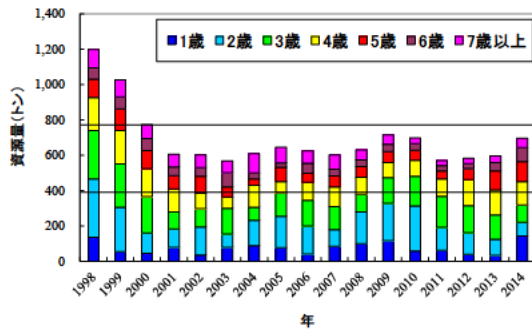


図14. 年齢別資源量の経年変化
横線は中高位、中低位の境界を示す。

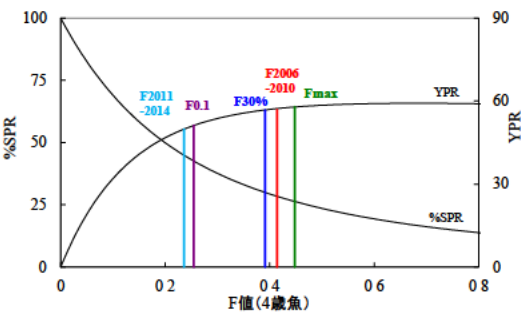


図15. 漁獲係数(F)と%SPRおよびYPR

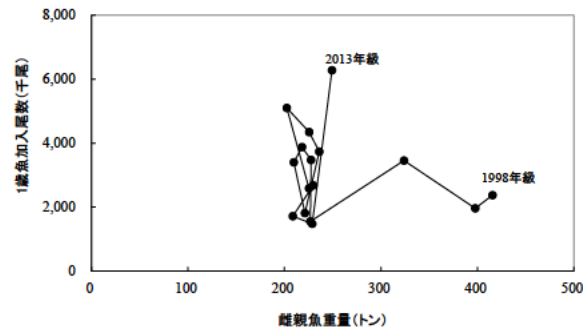


図16. 再生産関係

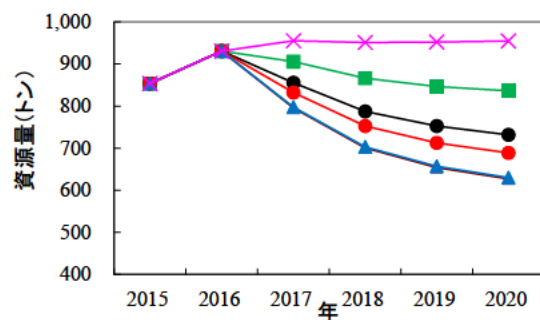
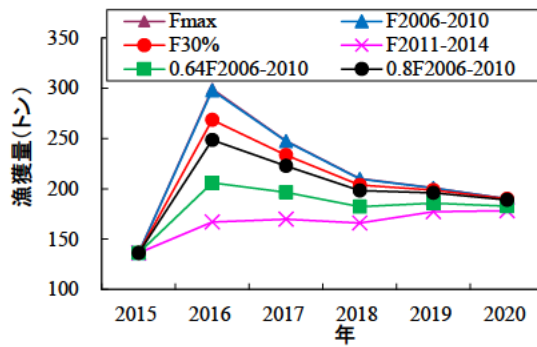


図17. さまざまな管理基準に基づく漁獲量（左図）と資源量（右図）の変化
加入量が一定のため、どの基準でも2023年以降は横ばいになる。

表1. 県別漁業種類別のヤナギムシガレイの漁獲量（トン） 2014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	2014
青森	沖底	13	04	00	00	00	40	14	06	15	15	22	14	38	05	05	28	18	18	0
	小底	05	03	05	02	03	04	01	01	05	05	00	01	07	03	04	02	01	01	0
	刺網	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
	定置	0	0	0	0	0	0	0	01	03	0	02	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
岩手	沖底	-	41	76	39	43	39	24	62	77	54	91	107	88	159	89	74	86	81	255
	小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	刺網	-	06	06	05	05	11	14	03	08	10	34	17	26	37	29	07	10	08	15
	延縄	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01	0	0	0	0	0	0	01	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	02	09	07	03	04	10	04	06	06	03	01	01	0	0	0	0	04
宮城	沖底	122	165	205	250	153	104	94	121	113	105	188	61	99	46	97	166	239	238	134
	小底	128	152	199	185	136	89	93	170	158	104	105	109	117	131	91	60	54	64	205
	刺網	02	03	04	04	12	08	30	12	17	23	199	151	12	137	148	64	32	4	04
	延縄	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
	その他	01	01	02	04	04	25	07	16	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	21
福島	沖底	969	1558	1489	1567	1108	410	470	425	528	495	470	433	570	1009	1104	112	21	62	6
	小底	145	268	297	222	360	130	213	158	163	167	139	258	219	212	227	110	0	0	0
	刺網	04	19	88	31	315	59	98	12	23	24	07	18	03	09	13	64	0	0	0
	延縄	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
	その他	0	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	202	196
	小底	520	770	780	690	450	240	310	285	268	306	236	125	196	221	195	193	63	59	97
	刺網	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
	定置	0	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	0
小計	沖底	1437	2127	2475	2445	1586	762	827	819	839	897	1061	810	1083	1442	1520	584	529	601	645
	小底	-	1193	1281	1099	949	463	617	614	594	582	480	493	539	567	517	365	118	124	302
	刺網	-	28	98	40	332	78	142	27	48	57	240	186	41	183	190	135	42	48	19
	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	01	03	0	02	0	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	0
計		-	336	386	360	288	133	160	149	149	156	179	149	167	219	223	108	69	77	97

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年の岩手、宮城はデータ消失のため、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－14－

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	2014
1	1,117	220	34	468	153	736	534	443	84	368	418	366	170	374	34	70	272
2	1,724	1,138	494	294	547	201	488	785	691	181	827	984	1,446	114	166	159	138
3	824	798	688	140	349	275	137	320	361	348	174	505	633	350	211	164	138
4	287	419	426	134	145	146	197	48	187	243	151	136	223	164	172	96	125
5	149	235	223	105	52	85	37	90	43	108	80	105	109	64	48	101	91
6	83	117	118	63	68	61	37	25	62	64	50	97	77	53	33	58	79
7以上	101	125	105	68	76	38	86	66	56	102	60	94	50	37	25	34	40
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	683	883

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	2014
1	5,909	2,373	1,963	3,462	1,555	3,484	3,896	3,399	1,813	3,736	4,348	5,100	2,586	2,680	1,714	1,478	6,276
2	4,732	3,616	1,654	1,499	2,283	1,076	2,063	2,546	2,256	1,337	2,584	3,018	3,648	1,864	1,757	1,305	1,090
3	2,416	2,164	1,812	852	908	1,295	661	1,169	1,290	1,148	882	1,283	1,482	1,565	1,351	1,222	876
4	1,150	1,154	981	804	540	399	766	391	628	686	587	533	554	595	910	866	807
5	545	643	529	388	507	292	181	420	262	324	319	323	295	234	319	557	590
6	276	293	293	215	210	350	152	108	247	167	157	178	160	134	126	206	344
7以上	337	315	260	234	234	219	356	286	226	265	189	171	104	93	97	122	173
合計	15,365	10,558	7,492	7,454	6,238	7,114	8,077	8,318	6,722	7,661	9,066	10,606	8,829	7,166	6,273	5,756	10,157

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	2014
1	0.24	0.11	0.02	0.17	0.12	0.27	0.17	0.16	0.05	0.12	0.12	0.08	0.08	0.17	0.02	0.05	0.05
2	0.53	0.44	0.41	0.25	0.32	0.24	0.31	0.43	0.43	0.17	0.45	0.46	0.60	0.07	0.11	0.15	0.15
3	0.49	0.54	0.56	0.21	0.57	0.28	0.27	0.37	0.38	0.42	0.25	0.59	0.66	0.29	0.19	0.16	0.20
4	0.33	0.53	0.68	0.21	0.36	0.54	0.34	0.15	0.41	0.51	0.35	0.34	0.61	0.37	0.24	0.13	0.19
5	0.37	0.53	0.65	0.37	0.12	0.40	0.27	0.28	0.20	0.47	0.34	0.46	0.54	0.37	0.19	0.23	0.19
6	0.42	0.60	0.61	0.40	0.46	0.22	0.32	0.30	0.33	0.58	0.45	0.96	0.79	0.60	0.35	0.39	0.30
7以上	0.42	0.60	0.61	0.40	0.46	0.22	0.32	0.30	0.33	0.58	0.45	0.96	0.79	0.60	0.35	0.39	0.30
平均	0.40	0.48	0.51	0.29	0.34	0.31	0.29	0.29	0.31	0.41	0.34	0.55	0.58	0.36	0.21	0.22	0.20

注）コホート解析による推定値。

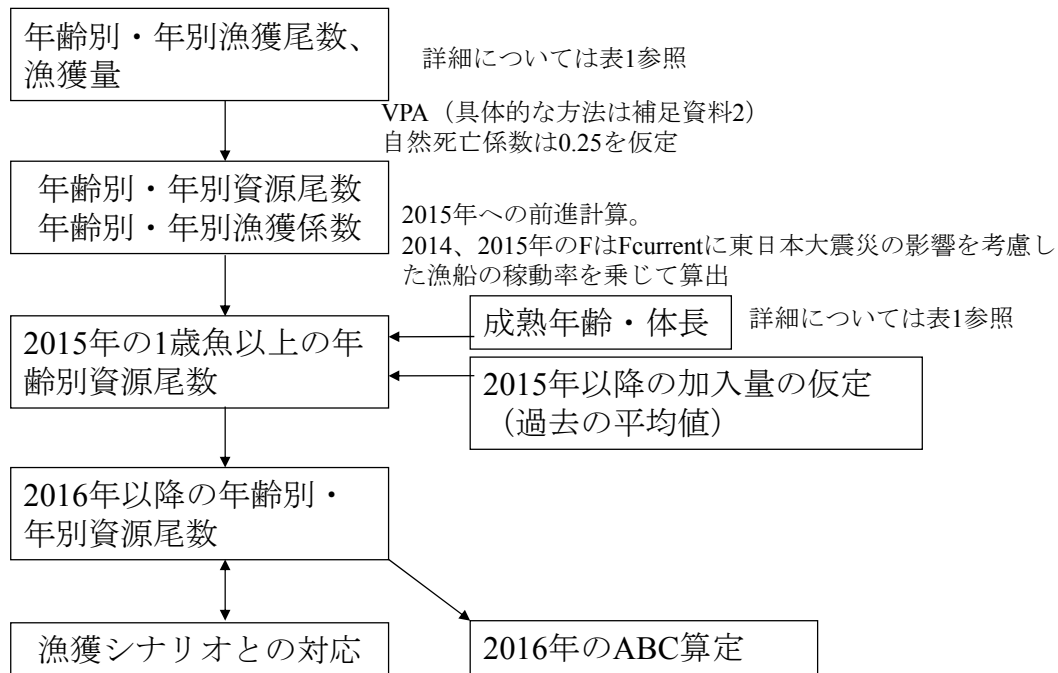
表5. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの資源重量（トン）

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	135	54	45	79	36	80	89	78	41	85	99	117	59	61	39	34	144
2	331	253	116	105	160	75	144	178	158	94	181	211	255	130	123	91	76
3	273	245	205	96	103	147	75	132	146	130	100	145	168	177	153	138	99
4	187	187	159	130	88	65	124	63	102	111	95	86	90	97	148	141	131
5	105	124	102	75	98	56	35	81	51	62	62	62	57	45	61	107	114
6	64	68	68	50	48	81	35	25	57	38	36	41	37	31	29	48	80
7以上	103	97	80	72	72	67	109	88	69	81	58	53	32	29	30	37	53
合計	1,198	1,027	774	607	604	570	612	650	633	618	662	776	697	570	583	596	696

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。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

2002～2010 年は福島県、2011～2014 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。

得られた年別年齢別漁獲尾数を用いて、以下に示す VPA により年別年齢別資源尾数を推定した。

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（2014 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。

$$N_{a,2014}=C_{a,2014} \exp(M/2)/(1-\exp(-F_{a,2014}))$$

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

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

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 歳魚の F と等しくなるように探索的に求め、2012 年の Ft 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）。

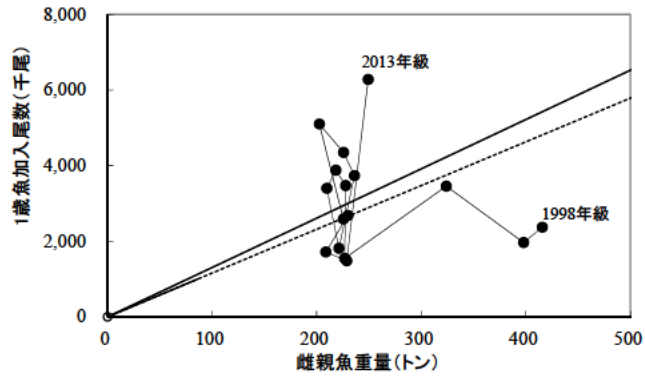
ヤナギムシガレイは 20 年以上生きることも報告されているが、2002～2008 年に漁獲、年齢査定された約 11,266 個体のうち、11 歳以上の個体は 47 個体と少なかった。そこで寿命を 10 年と仮定し、田内・田中の式（田中 1960）より自然死亡係数は $2.5/10=0.25$ で一定とした。

引用文献

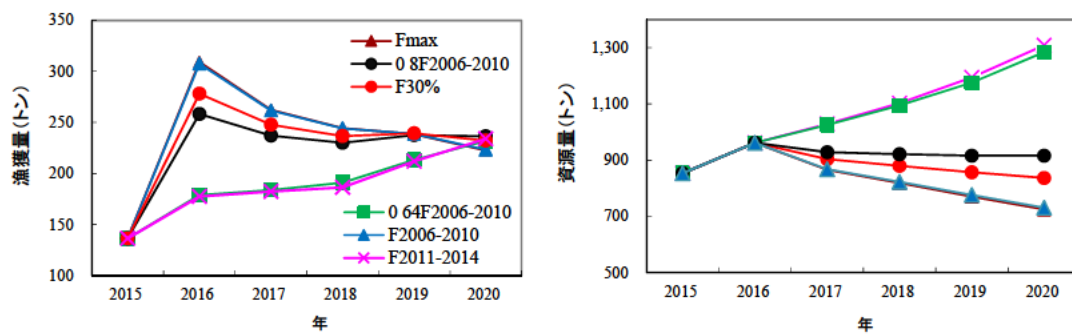
Pope, J. G (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

補足資料 3 再生産関係

1998 年級から 2013 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 3-1）。その結果、RPS の平均値は 13.1 尾/kg、RPS のメジアンは 11.6 尾/kg と算定された。また、これをもとに $RPS \times SPR=1$ となる F (Fmed) を求めたところ、4 歳魚の F は 0.302（各年齢平均で 0.325）と算出された。この値は 37.4%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 2015 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 3-2）。現在の漁獲圧で漁獲すると資源は増加するが、F30%や F2006-2010 で漁獲すると資源は若干減少する。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、卓越年級を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 3-1. 1998～2013 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。



補足図 3-2. 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）

補足資料 4 2011～2015 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。2011 年 3 月に被災して 2015 年 8 月までに復旧していない船については 2015 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、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網数が大きく減少していた年もあるため、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 2011～2014 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 4-1、4-2）。重み付けした稼働率は 2014 年では 44.3%（補足表 4-3）、2015 年では 45.7%であった（補足表 4-4）。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4-1. 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	1.000	0.250
岩手	0.094	1.000	0.094				0.415	0.888	0.369
宮城	0.094	0.961	0.091	0.213	0.609	0.130	0.292	0.650	0.190
福島	0.562	0.029	0.016	0.374	0.029	0.011	0.022	0.000	0.000
茨城	0.231	0.733	0.170	0.407	0.733	0.299	0.021	0.733	0.016
合計	1.000		0.389	1.000		0.445	1.000		0.824

補足表4-2. 2015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	1.000	0.250
岩手	0.094	1.000	0.094				0.415	0.888	0.369
宮城	0.094	0.963	0.091	0.213	0.768	0.163	0.292	0.768	0.224
福島	0.562	0.029	0.016	0.374	0.029	0.011	0.022	0.000	0.000
茨城	0.231	0.733	0.170	0.407	0.733	0.299	0.021	0.733	0.016
合計	1.000		0.389	1.000		0.479	1.000		0.859

補足表4-3. 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	0.389	0.236
小底	53	0.306	0.445	0.136
沿岸漁業	15	0.086	0.824	0.071
合計	174	1.000		0.443

補足表4-4. 2015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	0.389	0.237
小底	53	0.306	0.479	0.146
沿岸漁業	15	0.086	0.859	0.074
合計	174	1.000		0.457

補足資料5 チューニング VPA の試算結果

最近年（2014 年）の 6 歳ならびに 7+歳の漁獲係数 F を以下のようにチューニングし、資源尾数および F を推定した。最近年の 1～5 歳の F の年齢別選択率には、チューニングをしない VPA から推定された 2006～2010 年の平均値を用い、最近年以前の F については補足資料2 で示したものをを用いた。平松（2001）に基づき、(1)式の右辺を最小化する最近年の F_t を探索的に求めた。

$$\sum_y (I_y - qN_y)^2 \quad (1)$$

また、 $\hat{q}$ の推定値は (2)式で解析的に求めた。

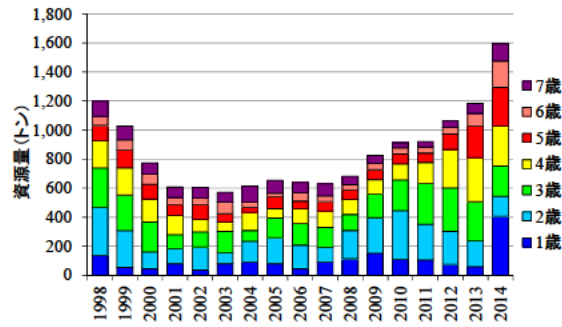
$$\hat{q} = \frac{\sum_y I_y N_y}{\sum_y N_y^2} \quad (2)$$

ここで N は資源量、 I は以下の 3 つのパラメータを用いた（補足表 5-1）。1. 2001～2014 年の沖底常磐海区の CPUE、2. 2001～2014 年の沖底金華山～房総海区の CPUE、3. 福島県水産試験場調査船調査による分布密度 (kg/km^2) である。各資源量指標値を用いた際の資源尾数、漁獲係数 F （補足表 5-2～5-7）および資源量（補足図 5-1～5-3）を比較した。

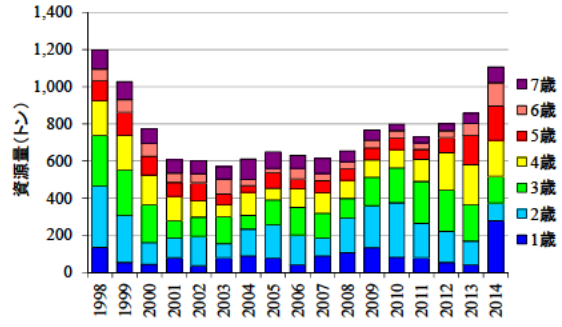
その結果、どの資源量指標値を使ってチューニングしても、震災以降の資源量は増加していることが示された。1.および 3.のパラメータを用いると、いずれも 2014 年の資源量は過去最高となり、特に 3.を用いた場合には、過去最高の 7 倍近い推定値になっていた。また、2.を用いた場合でも 2014 年の資源量は過去最高の 1,198 トン(1998 年)に次ぐ水準(1,107 トン)となった。震災以降、全体の漁獲圧が下がっており、漁場の中心である福島沖の漁獲がほとんどない。この状況でそれぞれのチューニングの妥当性を判断することは困難であり、さらに得られた高い資源量の値を採択することにはリスクをとまなうことから、本年度はこの結果を ABC 算定に用いず、参考値にとどめた。

引用文献

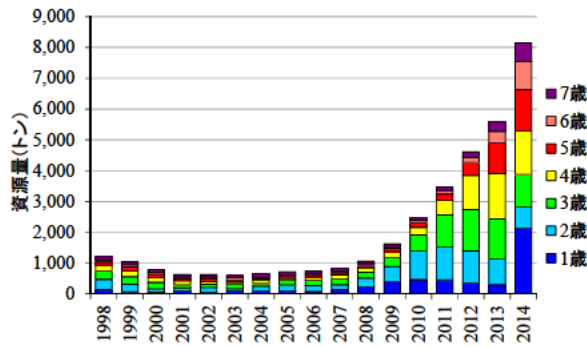
平松一彦（2001）VPA. 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書．一資源解析手法教科書一, 104-128.



補足図 5-1. 常磐海区 CPUE をチューニングに用いて推定した資源量



補足図 5-2. 金華山～房総海区 CPUE をチューニングに用いて推定した資源量



補足図 5-3. 福島県調査船調査の分布密度をチューニングに用いて推定した資源量

補足表5-1. チューニングに用いた資源量指標値

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
常磐CPUE	2 33	2 43	2 10	2 39	2 89	3 30	3 13	3 40	4 22	4 22	6 10	7 91	5 63	5 48
金華山～房総CPUE	2 40	2 62	2 32	2 33	3 00	3 51	3 02	3 48	4 58	4 83	4 99	5 35	4 50	4 11
福島県調査重量密度	5,190	10,556	12,121	12,157	9,662	10,928	13,586	11,625	7,574	17,556	30,453	45,003	69,839	90,937

補足表5-2 常磐海区CPUEをチューニングに用いて推定した年齢別資源尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1歳	5912	2375	1965	3467	1560	3492	3911	3483	1967	4001	4968	6624	4720	4600	3269	2634	17744
2歳	4733	3619	1655	1501	2287	1080	2070	2574	2322	1458	2791	3500	4835	3526	3252	2516	1990
3歳	2416	2165	1814	853	909	1298	664	1181	1312	1198	976	1443	1858	2489	2645	2386	1819
4歳	1151	1154	982	805	541	400	768	396	638	703	626	606	679	888	1630	1874	1714
5歳	545	643	529	388	509	293	182	425	267	331	332	354	352	332	547	1117	1375
6歳	276	293	294	215	210	350	153	109	251	170	163	188	184	178	202	384	781
7歳+	337	315	260	235	235	219	357	289	229	195	181	119	124	156	226	266	393

補足表5-3 常磐海区CPUEをチューニングに用いて推定した年齢別漁獲係数F

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1歳	0.241	0.111	0.020	0.166	0.118	0.273	0.168	0.155	0.050	0.110	0.100	0.065	0.042	0.097	0.012	0.030	0.018
2歳	0.532	0.441	0.413	0.251	0.316	0.236	0.311	0.424	0.411	0.151	0.409	0.384	0.414	0.037	0.059	0.074	0.082
3歳	0.489	0.541	0.562	0.206	0.572	0.274	0.266	0.366	0.374	0.399	0.226	0.504	0.488	0.174	0.094	0.081	0.090
4歳	0.332	0.530	0.678	0.209	0.363	0.537	0.343	0.146	0.405	0.498	0.320	0.293	0.466	0.235	0.128	0.060	0.087
5歳	0.370	0.534	0.651	0.365	0.122	0.400	0.265	0.276	0.201	0.460	0.320	0.407	0.432	0.248	0.104	0.108	0.078
6歳	0.416	0.599	0.609	0.400	0.458	0.218	0.317	0.301	0.326	0.562	0.431	0.880	0.642	0.415	0.205	0.189	0.121
7歳+	0.416	0.599	0.609	0.400	0.458	0.218	0.317	0.301	0.326	0.562	0.431	0.880	0.642	0.415	0.205	0.189	0.121

補足表5-4 金華山～房総海区CPUEをチューニングに用いて推定した年齢別資源尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1歳	5908	2372	1963	3460	1554	3481	3892	3438	1885	3859	4637	5810	3579	3497	2359	1855	12155
2歳	4732	3615	1653	1499	2282	1075	2061	2559	2287	1394	2681	3242	4201	2637	2393	1807	1383
3歳	2415	2164	1811	852	908	1294	660	1175	1300	1171	926	1358	1657	1995	1953	1717	1267
4歳	1150	1154	981	803	540	399	765	393	633	694	605	567	612	732	1245	1335	1193
5歳	545	643	529	388	507	292	181	422	264	327	325	338	322	280	425	818	955
6歳	276	293	293	215	210	349	152	108	249	168	160	183	171	154	161	289	547
7歳	337	315	260	234	234	218	355	287	227	267	192	176	111	108	124	170	276

補足表5-5 金華山～房総海区CPUEをチューニングに用いて推定した年齢別漁獲係数F

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1歳	0.241	0.111	0.020	0.166	0.118	0.274	0.169	0.158	0.052	0.114	0.108	0.074	0.055	0.129	0.017	0.043	0.026
2歳	0.532	0.441	0.413	0.252	0.317	0.237	0.312	0.427	0.419	0.159	0.430	0.421	0.494	0.050	0.082	0.105	0.120
3歳	0.489	0.541	0.563	0.206	0.573	0.275	0.268	0.369	0.378	0.410	0.240	0.547	0.567	0.222	0.130	0.114	0.132
4歳	0.332	0.530	0.678	0.210	0.364	0.539	0.345	0.148	0.409	0.507	0.333	0.317	0.533	0.294	0.170	0.085	0.127
5歳	0.370	0.534	0.651	0.365	0.123	0.401	0.266	0.278	0.203	0.467	0.328	0.432	0.484	0.302	0.136	0.151	0.115
6歳	0.416	0.599	0.610	0.401	0.459	0.219	0.319	0.303	0.329	0.570	0.442	0.923	0.712	0.497	0.265	0.260	0.178
7歳	0.416	0.599	0.610	0.401	0.459	0.219	0.319	0.303	0.329	0.570	0.442	0.923	0.712	0.497	0.265	0.260	0.178

補足表5-6 福島県の調査船による分布密度をチューニングに用いて推定した年齢別資源尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1歳	5967	2405	1994	3558	1646	3636	4167	4085	3078	5903	9413	17559	20039	19413	15495	13088	92713
2歳	4749	3662	1678	1523	2358	1147	2182	2773	2791	2323	4273	6962	13352	15456	14788	12037	10131
3歳	2425	2177	1847	871	927	1354	716	1269	1467	1564	1649	2597	4554	9122	11936	11371	9235
4歳	1156	1161	992	831	555	413	812	437	706	824	911	1131	1578	2988	6795	9110	8711
5歳	547	647	534	396	529	304	193	458	298	384	427	576	761	1032	2182	5140	7010
6歳	277	295	297	219	216	366	162	117	277	194	204	261	356	496	747	1657	3914
7歳+	339	317	263	239	241	229	377	311	253	309	245	252	231	346	576	978	1971

補足表5-7 福島県の調査船による分布密度をチューニングに用いて推定した年齢別漁獲係数F

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1歳	0.238	0.110	0.019	0.161	0.111	0.261	0.157	0.131	0.031	0.073	0.052	0.024	0.010	0.022	0.003	0.006	0.003
2歳	0.530	0.434	0.406	0.247	0.305	0.221	0.292	0.387	0.329	0.092	0.248	0.175	0.131	0.008	0.013	0.015	0.016
3歳	0.487	0.536	0.549	0.201	0.557	0.262	0.244	0.336	0.327	0.290	0.127	0.249	0.171	0.044	0.020	0.016	0.017
4歳	0.330	0.526	0.668	0.202	0.352	0.513	0.322	0.132	0.358	0.408	0.209	0.146	0.175	0.064	0.029	0.012	0.016
5歳	0.369	0.529	0.642	0.356	0.117	0.382	0.248	0.253	0.178	0.382	0.240	0.230	0.177	0.073	0.025	0.023	0.015
6歳	0.414	0.594	0.601	0.391	0.442	0.207	0.298	0.276	0.290	0.471	0.328	0.546	0.280	0.130	0.051	0.041	0.023
7歳+	0.414	0.594	0.601	0.391	0.442	0.207	0.298	0.276	0.290	0.471	0.328	0.546	0.280	0.130	0.051	0.041	0.023