

## 平成 28（2016）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、鈴木勇人、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評価している。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量の低下などにより漁獲量は減少し、2015 年は 162 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、資源の水準は高位、動向は増加と判断した。現在の資源状態は幅広い年齢層から構成されており、比較的安定している。一定量の親魚量を確保できれば資源が急激に減少することはないと考えられることから、親魚量確保を資源の管理目標とし、F30%SPR を管理基準とした。ABC 算定のための基本規則 1-3)-(1)に基づき、基準値を Flimit、Ftarget=Flimit×0.8 とし、2017 年 ABC を算出した。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (トン)	Blimit=
					親魚量 5 年後 (トン)
F30%SPR	Target	0.35	23	259	—
	Limit	0.44	27	312	—

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。

F 値は各年齢の平均値である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2012	529	—	69	0.22	13
2013	549	—	77	0.22	14
2014	880	—	108	0.23	12
2015	986	—	162	0.29	16
2016	1,159	—	—	—	—

年は暦年、2015 年の漁獲量は暫定値である。

F 値は各年齢の平均値。

水準：高位 動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下の通り

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲量、漁獲尾数	県別漁獲統計（農林水産省・各県水試調べ） 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、6月） 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）
成熟年齢	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、6月）
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.250$ を仮定（田中 1960）

## 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 が主漁場となっており、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い水準で推移した (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たが徐々に増加しており、2015年は98トンであった。

全ての漁業種類の漁獲量データは1997年から揃っており、1997～2000年には288～386トン記録していた。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トン前後に増加した。震災以降は減少したが回復傾向にあり、2015年には162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った。2010年は高い水準となり、主漁場である常磐海域では18千網を超えたが、2011～2015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（2015年は暫定で13千網）。

## 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年および2014年にはやや低くなっていた。しかし2015年には極めて高い値となっている（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、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震災以前に比べると低下し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。2015年上半期には全長15～19cmの個体が非常に多く漁獲され、下半期には19～22cmの個体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年、2010年には0.55、0.58とやや高くなった。2012年以降は0.22～0.29と低下している。資源量は1998年の1,198トンから減少し、2001～2013年は529～720トンで推移していたが、2014年は880トン、2015年は986トンと増加の傾向が認められている(図13、表5)。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、2015年には16%になっている(図13)。また、1998～2015年の加入量(1歳魚)は33～399トンで推移しており、1998～2013年には35～135トンで推移していたが、2014年には399トンと非常に高い値になっている(図14、表5)。これは2013年級が非常に多かったことに加えて、主漁場である常磐海域の漁獲圧が極めて低いため、2歳までの生き残りがよかったためと考えられる。

#### (5) 資源の水準・動向

沖底の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9)。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ともに1990年代後半に準ずる水準にまで回復した。その後も高い状態が続き、2015年のCPUEは過去最高を記録している。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年にはやや低くなった。2014年に急増し、2015年にもそれ以上の水準となっている(図14、表5)。過去38年間(1973～2010年)の沖底のCPUEおよび過去18年間(1998～2015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。その結果、CPUEおよび資源量はともに高位と中位の境界の上にあることから、資源水準は高位と判断した。また、最近5年間のCPUEおよび資源量はともに増加していたことから、動向は増加と判断した。

#### (6) 資源と漁獲の関係

1998～2015年の漁獲係数F値は0.22～0.55で推移しており(図12)、沖底のCPUEの変化(図9)とF値の変化傾向は震災以前には類似していた。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。2011～2015年の漁獲圧の平均値(F<sub>2011-2015</sub>)はF<sub>30%SPR</sub>よりも低く(36.4%SPR)、F<sub>0.1</sub>とほぼ同じ

であった。

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. 2017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。その後の資源は2003～2009年に安定した加入があったこともあり、比較的堅調に推移した。震災以降、資源量はやや減少したが、2013年級が多かったこともあり、回復している。2015年の沖底のCPUEは過去最高レベルにあり、また資源量も高い水準にあることから、資源水準は高位、動向は増加と判断した。現在の資源は幅広い年齢層で構成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、漁獲圧を高すぎないように抑え、次世代の加入を阻害しないように親魚量を確保することが重要である。

### (2) ABCの算定

2017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( $\lambda$ )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。

2016年以降の年齢別のFの比率(選択率)は2011～2014年の平均値と同じと仮定した。震災以降には漁獲圧が経年的に変化していたことから、2016年のFの値は2011～2015年の平均稼働率を2016年の稼働率で除し、その値を2011～2015年のFに乗じたものとした。なお、2011～2016年の震災による漁獲圧への影響を年別、漁業種別に求めた(補足資料4)。

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。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(3,272千尾)。

この条件の漁獲が2016年末まで続くと仮定すると、2017年初期資源量は1,141トンとなる。現在の資源は比較的多くの年齢の個体が残されており、近年には大きな加入もあった。そのため、一定量の親魚量を維持できれば、資源が急激に減少することはないと考えられる。このため、親魚量を一定水準確保することを管理目標とし、F30%SPRを基準値とした。水準と動向は高位、増加と判断されるので、ABC算定のための規則1-3)-(1)に基づきFlimit=基準値でABCを算定した。

先述のように基準値をF30%SPRとし、不確実性を考慮して安全率 $\alpha$ を標準値の0.8とした。その値をFlimitに乗じたものをFtargetとし、このときの漁獲量をABCtargetとした。その結果、ABClimit=312トン、ABCtarget=259トンと算出された。

管理基準	Target/Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (トン)
F30%SPR	Target	0.35	23	259
	Limit	0.44	27	312

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。

F 値は各年齢の平均値である。

### (3) ABC の評価

参考資料として、2016 年以降の管理基準として F0.1、F2011-2015、0.8F30%SPR、F30%SPR、F2006-2010、Fmax などについて検討した。F30%SPR を基準値とすることにより、2017 年以降の漁獲量、資源量は 2017 年が最も高くその後減少する。これは、本資源は卓越年級の発生によって増える傾向があり、近年では 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。

また、どの管理基準を用いても、漁獲量、資源量のピークは 2017 年で、その後は減少する (図 17)。F0.1 や F2011-2015 となる漁獲圧まで下げると、2021 年の資源量は 805~818 トンになるが、2017 年の漁獲量は共に 240 トン前後に抑えられる。震災以前の 2006~2010 年の平均的な漁獲圧 (F2006-2010) で漁獲すると、2017 年の漁獲量は 349 トンと高くなるが、2021 年の漁獲量は 174 トンとなる。上述のように加入量が一定であることから、資源量、漁獲量は 2023 年には一定になる。

F	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.27	F0.1	162	240	237	232	228	207	177
0.33	F2011-2015	162	240	243	236	230	208	178
0.35	0.8 F30%SPR	162	240	259	246	235	209	178
0.44	F30%SPR	162	240	312	278	248	210	176
0.48	F2006-2010	162	240	349	276	257	213	174
0.71	Fmax	162	240	453	322	240	184	157
F	管理基準	資源量 (トン)						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.27	F0.1	986	1,159	1,141	1,080	974	912	818
0.33	F2011-2015	986	1,159	1,141	1,073	963	898	805
0.35	0.8 F30%SPR	986	1,159	1,141	1,054	933	860	768
0.44	F30%SPR	986	1,159	1,141	995	842	749	666
0.48	F2006-2010	986	1,159	1,141	942	782	671	577
0.71	Fmax	986	1,159	1,141	822	617	518	469

Limit は、各管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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、各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 F 値による漁獲量である。Ftarget=αFlimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(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
2014 年漁獲量確定値 2015 年漁獲量 2015 年年齢別・年別漁獲尾数 過去に遡及した年別・年別漁獲尾数の見直し	2014 年漁獲量の確定 2015 年漁獲量の暫定値 2015 年までの年別資源尾数、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)
2015 年 (当初)	0.8F2006-2010	0.36	773	192	160	
2015 年 (2015 年再 評価)	0.8F2006-2010	0.36	853	208	171	
2015 年 (2016 年再 評価)	0.8F2006-2010	0.36	986	235	194	162
2016 年 (当初)	0.8F2006-2010	0.38	931	249	206	
2016 年 (2016 年再 評価)	0.8F2006-2010	0.38	1159	304	252	

F 値は各年齢の平均値。漁獲量は暫定値。

2015 年の資源量は 2016 年再評価で 2015 年再評価よりも若干増加した。これに伴い、ABC の値も増加した。また、2016 年の資源量、ABC は当初よりも増加した。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)。この資源は長期的に見れば卓越年級の発生によって増加すると考えられるが、近年は加入量が極端に少ない年級群は見られない一方で、ある程度加入量の多い年級群が時折見られることから、世代交代は比較的円滑に行われていると言える。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おり、このような状態になることを避けるためにも、加入状況を早期、かつ的確に把握するとともに、加入状況が悪いと認められた場合に若齢魚の漁獲を控え、親魚に成長するまで保護する等の努力が必要となるだろう。

漁業は震災後に大きく変化し、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

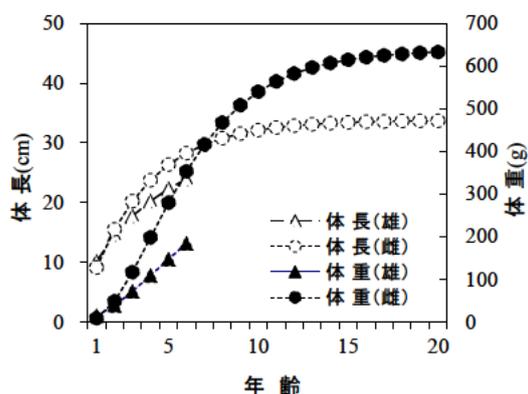


図2. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの成長

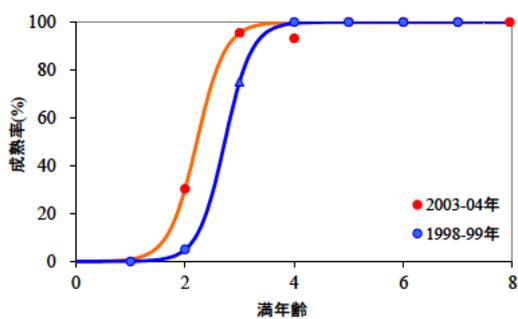


図3. 年齢と成熟率の関係

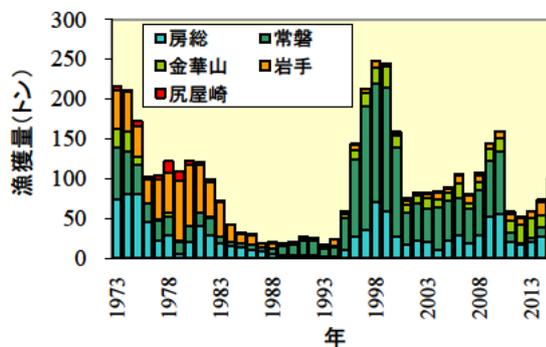


図4. 太平洋北部の沖合底びき網漁業による漁獲量の推移  
2015年は暫定値。

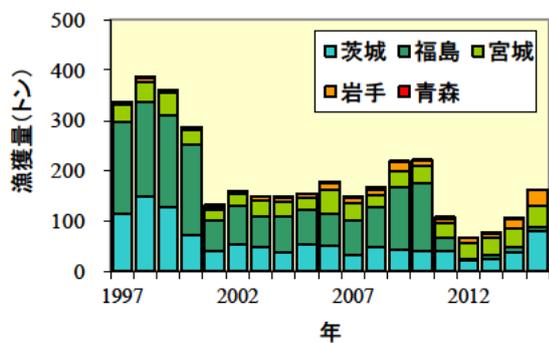


図5. 全漁業種による漁獲量の推移  
2015年は暫定値。

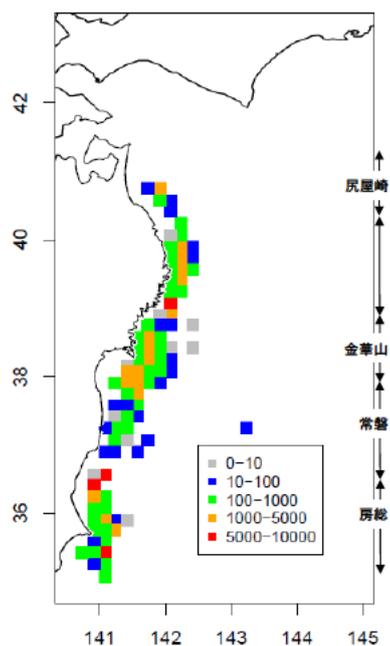


図6. 2014年の沖底の漁獲量分布図 (トン)

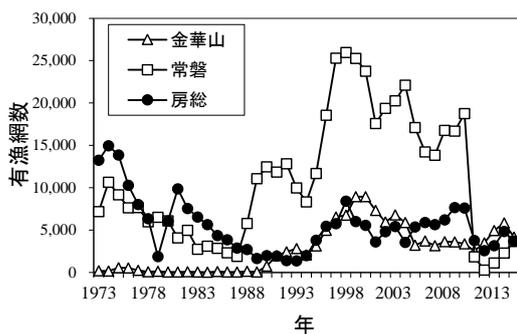


図7. 沖合底びき網漁業の漁業努力量の推移 2015年は暫定値。

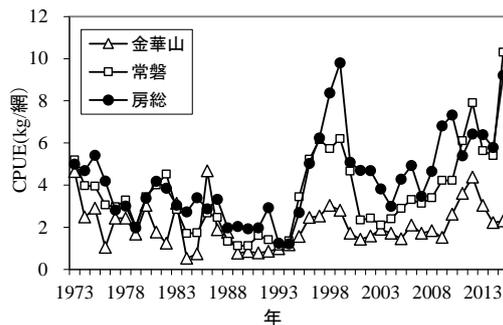


図8. 沖合底びき網漁業の海区別CPUE

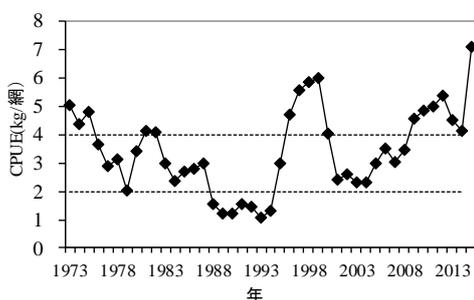


図9. 金華山～房総海区の沖底のCPUEの推移 破線は水準の境界を示す。

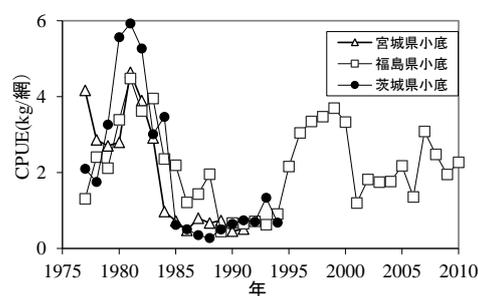


図10. 小型底びき網漁業のCPUEの推移

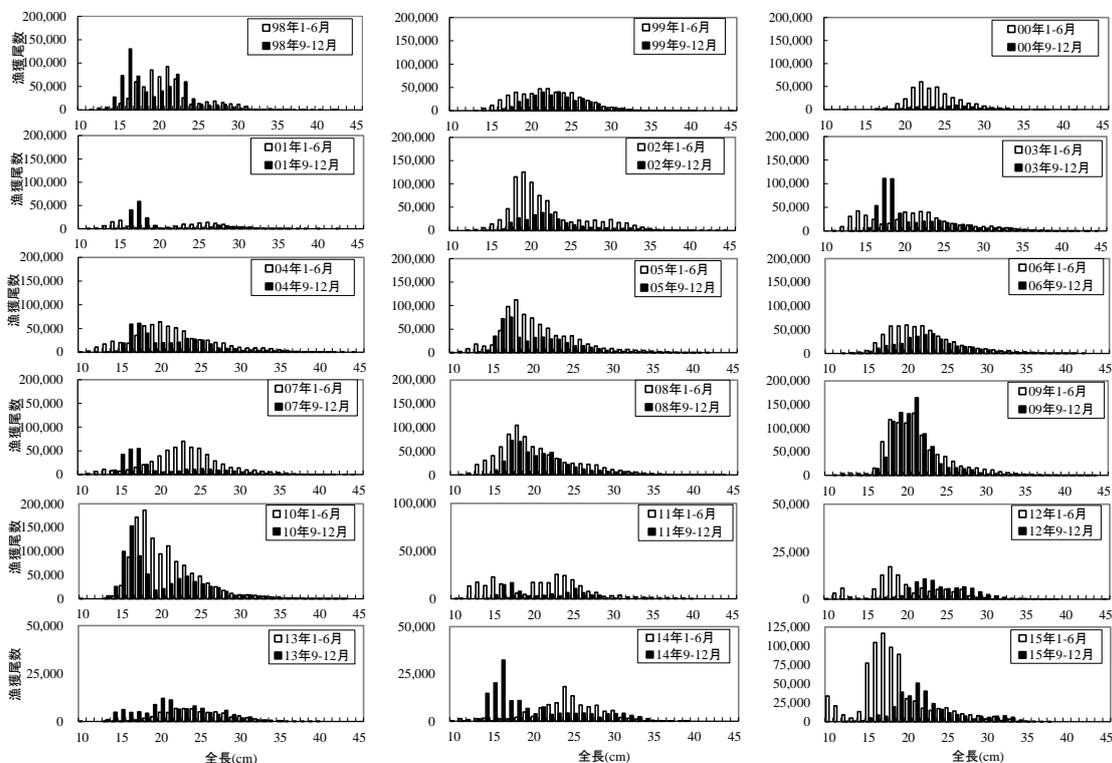


図11. ヤナギムシガレイ漁獲物の年別前後期別の全長組成 1998～2001、2011～2015年は茨城県水揚げ分で、2002～2010年は福島県水揚げ分。

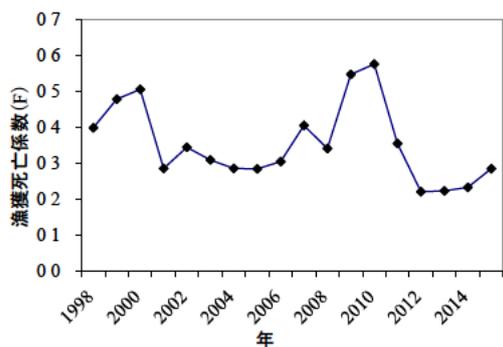


図12. F値（各年齢平均）の推移

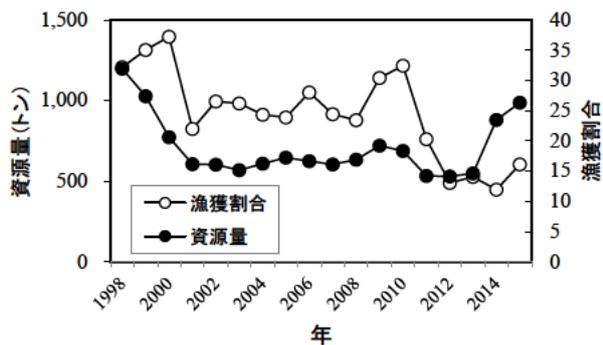


図13. 資源量と漁獲割合の推移

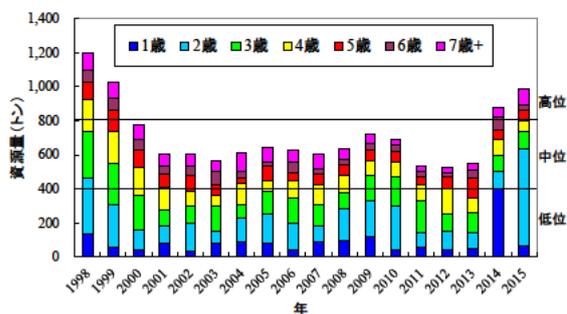


図14. 年齢別資源量の推移  
横線は水準の境界を示す。

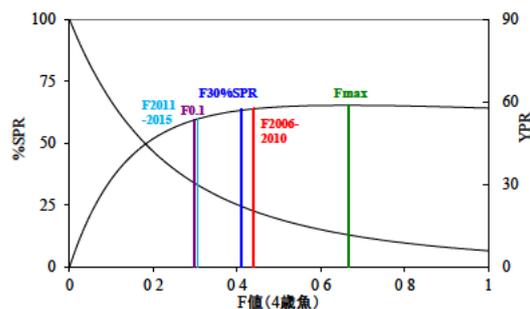


図15. 漁獲係数(F)と%SPRおよびYPR

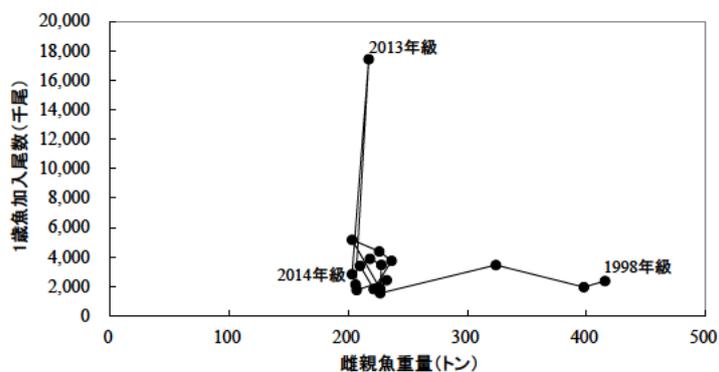


図16. 再生産関係

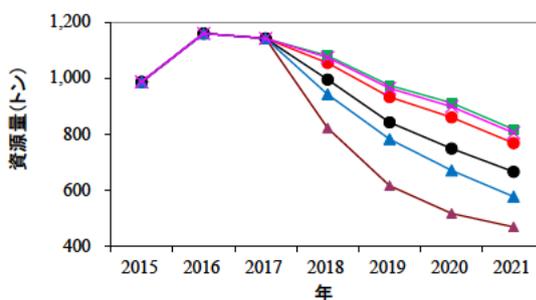
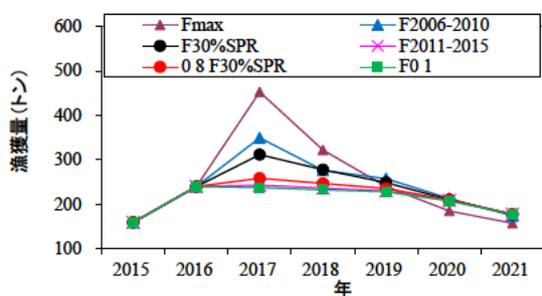


図17. さまざまな管理基準に基づく漁獲量（左図）と資源量（右図）の予測

表1. 県別漁業種類別のヤナギムシガレイの漁獲量（トン） 2015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	2015	
青森	沖底	13	04	0	0	0	40	14	06	15	15	22	14	38	05	05	28	18	18	23	01	
	小底	05	03	05	02	03	04	01	01	05	05	0	01	07	03	04	02	01	01	0	0	
	刺網	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
	定置	0	0	0	0	0	0	0	01	03	0	02	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
岩手	沖底	-	41	76	39	43	39	24	62	77	54	91	107	88	159	89	74	86	81	169	266	
	小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	刺網	-	06	06	05	05	11	14	03	08	10	34	17	26	37	29	07	10	08	15	32	
	延縄	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01	0	0	0	0	0	01	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	02	09	07	03	04	10	04	06	06	03	01	01	0	0	0	0	0	04	02
宮城	沖底	122	165	205	25	153	104	94	121	113	105	188	61	99	46	97	166	239	238	141	114	
	小底	128	152	199	185	136	89	93	170	158	104	105	109	117	131	91	60	54	64	205	271	
	刺網	02	03	04	04	12	08	3	12	17	23	199	151	12	137	148	64	32	4	04	07	
	延縄	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	
	その他	01	01	02	04	04	25	07	16	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	31
福島	沖底	969	1558	1489	1567	1108	41	47	425	528	495	47	433	570	1009	1104	112	21	62	12	10	
	小底	145	268	297	222	36	13	213	158	163	167	139	258	219	212	227	11	0	0	0	0	
	刺網	04	19	88	31	315	59	98	12	23	24	07	18	03	09	13	64	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	
	定置	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	
茨城	沖底	273	359	704	589	282	169	226	206	106	229	29	196	288	223	225	204	165	202	28	503	
	小底	52	77	78	69	45	24	31	29	268	306	236	125	196	221	195	193	63	59	97	292	
	刺網	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	
	定置	0	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	0	01
小計	沖底	1437	2127	2475	2445	1586	762	827	819	839	897	1061	81	1083	1442	1520	584	529	601	733	984	
	小底	-	1193	1281	1099	949	463	617	614	594	582	48	493	539	567	517	365	118	124	302	563	
	刺網	-	28	98	4	332	78	142	27	48	57	24	186	41	183	190	135	42	48	19	39	
	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	01	03	0	02	0	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	25	34
計	-	336	386	360	288	133	160	149	149	156	179	149	167	219	223	108	69	77	108	162		

各県水試調べ。2014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	2014	2015
1	1,117	220	34	468	153	736	534	443	84	368	418	366	170	374	34	70	295	180
2	1,724	1,138	494	294	547	201	488	785	691	181	827	984	1,446	114	166	159	149	1483
3	824	798	688	140	349	275	137	320	361	348	174	505	633	350	211	164	149	235
4	287	419	426	134	145	146	197	48	187	243	151	136	223	164	172	96	136	131
5	149	235	223	105	52	85	37	90	43	108	80	105	109	64	48	101	99	103
6	83	117	118	63	68	61	37	25	62	64	50	97	77	53	33	58	85	52
7以上	101	125	105	68	76	38	86	66	56	102	60	94	50	37	25	34	43	99
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	956	2,283

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	2015
1	5,905	2,371	1,961	3,455	1,549	3,473	3,877	3,402	1,819	3,747	4,375	5,166	1,858	2,432	1,762	2,137	17,418	2,830
2	4,731	3,613	1,652	1,497	2,278	1,071	2,055	2,548	2,259	1,343	2,593	3,039	3,700	1,296	1,563	1,342	1,603	13,305
3	2,415	2,163	1,809	851	907	1,291	657	1,170	1,291	1,150	886	1,290	1,498	1,605	909	1,071	905	1,117
4	1,150	1,153	981	802	539	398	763	391	629	687	589	536	559	608	941	522	690	573
5	545	642	528	387	506	291	181	420	263	324	320	325	298	238	329	581	322	417
6	276	293	293	214	209	348	152	108	247	167	157	178	161	136	129	214	363	163
7以上	337	315	260	234	234	218	354	286	226	265	189	172	104	95	99	126	183	312
合計	15,359	10,550	7,484	7,440	6,221	7,090	8,038	8,324	6,734	7,682	9,109	10,706	8,178	6,410	5,733	5,994	21,484	18,718

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	2015
1	0.24	0.11	0.02	0.17	0.12	0.27	0.17	0.16	0.05	0.12	0.11	0.08	0.11	0.19	0.02	0.04	0.02	0.07
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	0.59	0.11	0.13	0.14	0.11	0.13
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	0.65	0.28	0.30	0.19	0.21	0.27
4	0.33	0.53	0.68	0.21	0.36	0.54	0.35	0.15	0.41	0.51	0.34	0.34	0.60	0.37	0.23	0.23	0.25	0.30
5	0.37	0.53	0.65	0.37	0.12	0.40	0.27	0.28	0.20	0.47	0.34	0.45	0.54	0.36	0.18	0.22	0.43	0.33
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	0.78	0.59	0.34	0.37	0.31	0.45
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	0.78	0.59	0.34	0.37	0.31	0.45
平均	0.40	0.48	0.51	0.29	0.35	0.31	0.29	0.29	0.31	0.41	0.34	0.55	0.58	0.36	0.22	0.22	0.23	0.29

注) コホート解析による推定値。

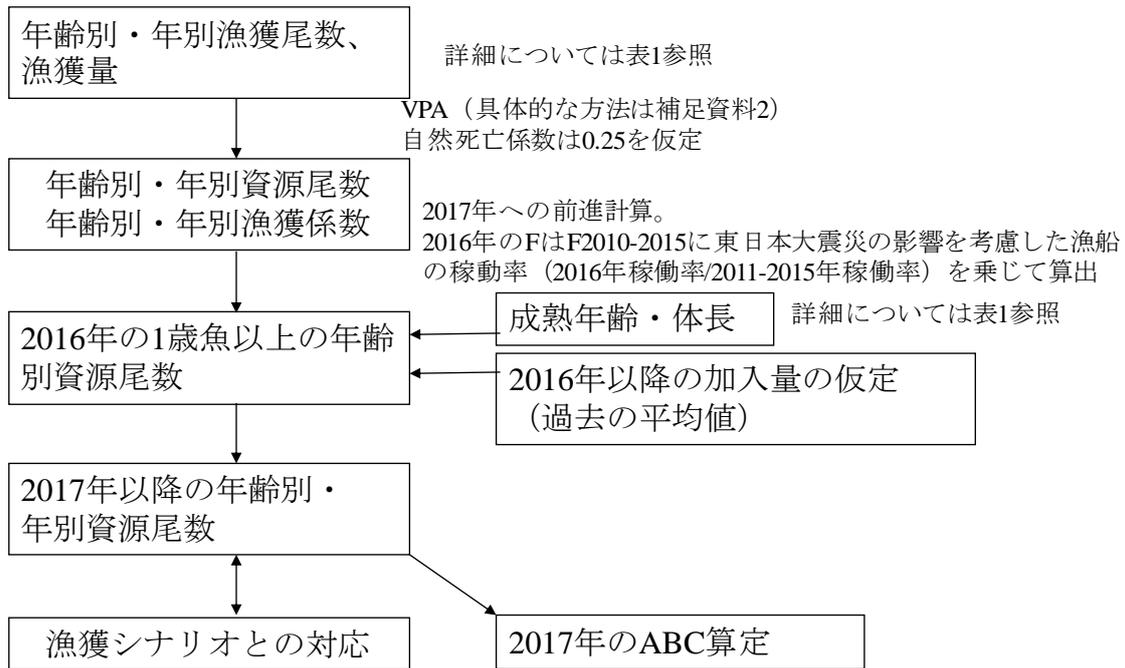
表5 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの資源重量(トン)

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	135	54	45	79	35	79	89	78	42	86	100	118	43	56	40	49	399	65
2	331	253	116	105	159	75	144	178	158	94	181	212	259	91	109	94	107	574
3	273	245	205	96	103	146	74	132	146	130	100	146	170	182	103	121	93	99
4	186	187	159	130	87	64	124	63	102	111	95	87	91	99	153	85	90	65
5	105	124	102	75	98	56	35	81	51	62	62	63	57	46	63	112	57	60
6	64	68	68	50	48	81	35	25	57	39	36	41	37	31	30	49	81	31
7以上	103	97	80	72	72	67	109	88	69	81	58	53	32	29	31	39	53	92
合計	1,198	1,027	773	606	602	568	609	645	625	603	633	720	688	533	529	549	880	986

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、2011～2015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（2015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。

$$N_{a,2015} = C_{a,2015} \exp(M/2) / (1 - \exp(-F_{a,2015}))$$

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

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

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求め、最近年、最高齢の F は最高齢-1 歳と等しくなるように探索的に求めた (表 4)。また、2015 年の F は 2011-2014 年の F の平均値に 2015 年稼働率/2011-2014 年平均稼働率を乗じたものとした。

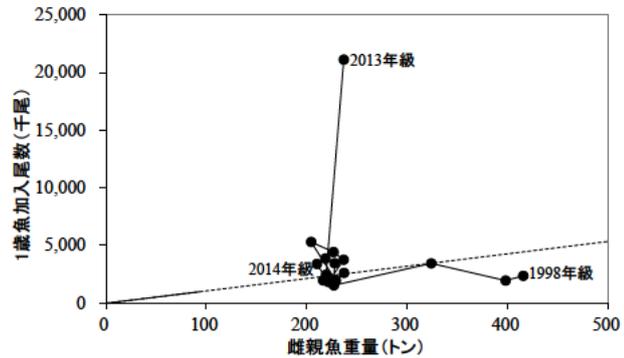
ヤナギムシガレイは 20 年以上生きることも報告されているが、2002~2008 年に漁獲、年齢査定された約 11,266 個体のうち、11 歳以上の個体は 47 個体と少なかった。そこで寿命を 10 年と仮定し、田内・田中の式 (田中 1960) より自然死亡係数は 2.5/10=0.25 で一定とした。

### 引用文献

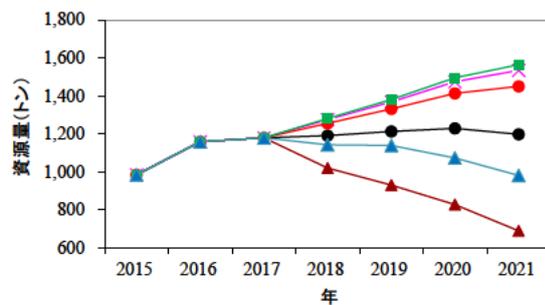
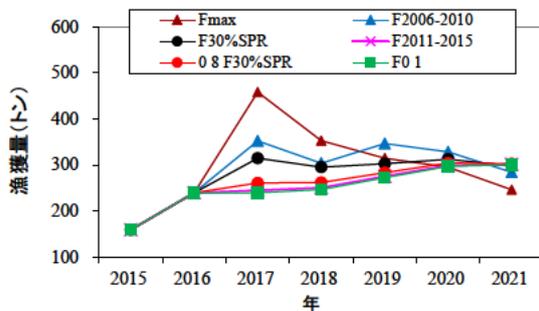
Pope, J. G (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., 9, 65-74.

### 補足資料 3 再生産関係

1998 年級~2014 年級での再生産関係に基づき、RPS の中央値を求めた (補足図 3-1)。その結果、RPS の中央値は 10.7 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 0.254 (各年齢平均で 0.272) と算出された。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



補足図 3-1. 1998~2014 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)

3-2)。F0.1、0.8F30%SPR および F2011-2015 で漁獲すると 2021 年の資源量は 2016 年よりも高くなるが、2017 年の漁獲量は 240～261 トンになる。また、F30%SPR で漁獲すると漁獲量、資源量ともに 2016 年に近い値で安定する。F2006-2010 や Fmax で漁獲すると当面の漁獲量は多くなるものの、漁獲量、資源量ともにその後は減少する。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、現在震災以前の漁獲の中心であった福島県の漁獲が非常に少ないこと、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、震災以降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 の平均値に乗じることで 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）。重み付けした稼働率は 2016 年では 46.4%であった（補足表 4-2）。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。2011～2016 年の稼働率は 28

～51%で変動しており（補足資料4-3）、2011年が高いのは震災以前の漁獲努力量を含んでいるためである。

補足表4-1. 2016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(e)	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	0.667	0.142	0.292	0.768	0.224
福島	0.562	0.062	0.035	0.374	0.052	0.019	0.022	0.003	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		0.407	1.000		0.466	1.000		0.859

補足表4-2. 2016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	0.407	0.248
小底	53	0.306	0.466	0.142
沿岸漁業	15	0.086	0.859	0.074
合計	174	1.000		0.464

補足表4-3. 2011～2016年における稼働率の推移

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
重み付けした稼働率	0.505	0.282	0.423	0.443	0.457	0.464

#### 補足資料5 チューニングVPAの試算結果

最近年（2015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2011-2014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Ft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。

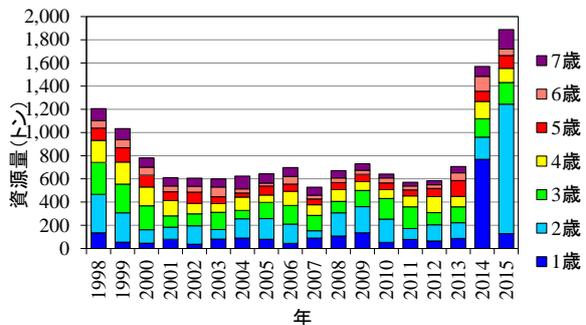
$$\hat{q} = \frac{\sum_y I_y N_y}{\sum_y N_y^2} \quad (2)$$

ここで  $N$  は資源量、 $I$  は以下の 3 つの情報を用いた (補足表 5-1)。1. 2001～2015 年の沖底常磐海区の CPUE、2. 2001～2015 年の沖底金華山～房総海区の CPUE 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 5-2～5-5) および資源量 (補足図 5-1、5-2) を比較した。

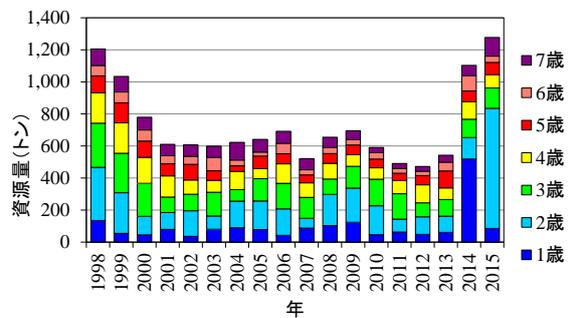
その結果、どの資源量指標値を使ってチューニングしても、震災以降の資源量は増加していることが示された。いずれの場合でも、2015 年の資源量は過去最高になっており、2 では 1998 年よりも若干多い程度であった一方で、1 では 1998 年を大幅に上回る値となっていた。ヤナギムシガレイは単価は高いものの漁獲量は少ないため、狙い操業が行われる時期は短い。さらに震災以降、全体の漁獲圧が下がっており、漁場の中心である福島沖の漁獲がほとんどない。この状況でそれぞれのチューニングの妥当性を判断することは困難であり、ここで得られた資源量の値を採択することにはリスクをとまなうことから、本年度はこの結果を ABC 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。－資源解析手法教科書－, 104-128.



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 5-1. 常磐海区 CPUE をチューニングに用いて推定した資源量

ヤナギムシガレイ太平洋北部-21-

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	2015
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	5.41	10.33
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	7.06

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	2015
1歳	5,909	2,373	1,963	3,461	1,555	3,483	3,894	3,444	1,896	3,878	4,682	5,920	2,319	3,405	2,819	3,762	33,574	5,589
2歳	4,732	3,616	1,654	1,499	2,283	1,076	2,063	2,561	2,291	1,402	2,695	3,277	4,287	1,656	2,321	2,165	2,868	25,888
3歳	2,415	2,164	1,811	852	908	1,295	661	1,176	1,302	1,175	933	1,369	1,684	2,062	1,189	1,662	1,546	2,102
4歳	1,150	1,154	981	803	540	399	766	394	633	695	608	573	621	753	1,297	740	1,149	1,072
5歳	545	643	529	388	507	292	181	422	265	328	326	340	326	287	441	858	491	775
6歳	276	293	293	215	210	349	152	108	249	168	160	183	173	158	167	302	579	295
7歳+	337	315	260	234	234	219	355	288	228	267	192	177	112	110	128	178	292	565

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	2015
1歳	0.241	0.111	0.020	0.166	0.118	0.274	0.169	0.157	0.052	0.114	0.107	0.073	0.087	0.133	0.014	0.021	0.010	0.037
2歳	0.532	0.441	0.413	0.252	0.317	0.237	0.312	0.427	0.418	0.158	0.427	0.416	0.482	0.081	0.084	0.087	0.061	0.067
3歳	0.489	0.541	0.563	0.206	0.573	0.275	0.267	0.368	0.377	0.409	0.238	0.541	0.555	0.214	0.224	0.119	0.116	0.135
4歳	0.332	0.530	0.678	0.210	0.364	0.538	0.345	0.147	0.408	0.506	0.332	0.313	0.523	0.284	0.163	0.160	0.144	0.149
5歳	0.370	0.534	0.651	0.365	0.123	0.401	0.266	0.278	0.202	0.466	0.327	0.428	0.477	0.293	0.131	0.144	0.259	0.164
6歳	0.416	0.599	0.610	0.401	0.459	0.219	0.319	0.303	0.328	0.569	0.440	0.917	0.702	0.484	0.255	0.248	0.182	0.221
7歳+	0.416	0.599	0.610	0.401	0.459	0.219	0.319	0.303	0.328	0.569	0.440	0.917	0.702	0.484	0.255	0.248	0.182	0.222

補足表5-4 金華山～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	2015
1歳	5,906	2,371	1,961	3,457	1,551	3,476	3,882	3,416	1,844	3,789	4,474	5,409	2,006	2,745	2,103	2,661	22,636	3,721
2歳	4,731	3,614	1,652	1,498	2,279	1,073	2,057	2,552	2,269	1,362	2,626	3,116	3,889	1,412	1,808	1,607	2,011	17,369
3歳	2,415	2,163	1,810	851	907	1,292	658	1,171	1,294	1,158	901	1,315	1,558	1,752	999	1,262	1,112	1,434
4歳	1,150	1,153	981	802	539	398	764	392	630	689	595	548	579	655	1,056	592	838	734
5歳	545	642	528	388	506	292	181	421	263	325	322	330	307	254	365	670	376	533
6歳	276	293	293	214	209	349	152	108	248	167	158	180	164	143	141	242	433	206
7歳+	337	315	260	234	234	218	355	286	227	266	190	173	107	100	109	143	218	394

補足表5-5 金華山～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	2015
1歳	0.241	0.111	0.020	0.166	0.119	0.274	0.170	0.159	0.053	0.117	0.112	0.080	0.101	0.168	0.019	0.030	0.015	0.056
2歳	0.533	0.441	0.414	0.252	0.318	0.238	0.313	0.429	0.423	0.163	0.442	0.443	0.547	0.096	0.110	0.119	0.088	0.102
3歳	0.489	0.541	0.564	0.206	0.573	0.276	0.269	0.370	0.380	0.416	0.247	0.571	0.617	0.257	0.273	0.159	0.165	0.205
4歳	0.332	0.530	0.679	0.210	0.365	0.539	0.346	0.148	0.411	0.511	0.340	0.330	0.574	0.335	0.204	0.204	0.203	0.226
5歳	0.371	0.534	0.652	0.366	0.123	0.402	0.267	0.279	0.204	0.470	0.332	0.445	0.515	0.338	0.160	0.188	0.354	0.249
6歳	0.416	0.599	0.610	0.401	0.459	0.219	0.320	0.304	0.330	0.574	0.447	0.946	0.753	0.551	0.309	0.319	0.252	0.336
7歳+	0.416	0.599	0.610	0.401	0.459	0.219	0.320	0.304	0.330	0.574	0.447	0.946	0.753	0.551	0.309	0.319	0.252	0.336