

平成 22 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）

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

太平洋北部における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 年にはそれまでで最高の漁獲量を記録した。その後急激に減少し、2001 年にはピークの 1/3 程度に落ち込んだ。2002 年以降は漸増傾向にあり、2009 年の漁獲量は 1990 年代後半に準ずるレベルになっている。コホート解析による資源量推定値および沖底の漁獲量、CPUE から、資源の水準は高位、動向は増加と判断した。2003 年以降の資源状態は安定しており、漁獲圧もさほど高くはない。そこで、現状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)-(1)に基づき、 $F_{current}$ を基準値とし、 $F_{limit} = F_{current}$ としたときの漁獲量を ABC_{limit} とした。また、 $F_{target} = F_{limit} \times 0.8$ とし、この時の漁獲量を ABC_{target} とした。

	2011年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	223トン	$F_{current}$	0.25	21%
ABC_{target}	183トン	$0.8F_{current}$	0.20	18%

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
2008	900	148	0.19	16%
2009	1,078	225	0.25	21%
2010	905			

年は暦年、F値は各年齢の平均である。2009年の漁獲量は暫定値。

水準：高位 動向：増加

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なっている。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 2001 年より資源回復計画の対象魚種に指定され、2003 年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。2009 年からはポスト資源回復計画移行調査事業が行われ、効率的な漁獲などに関する調査が行われている。

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）。



図 1. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの分布

(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

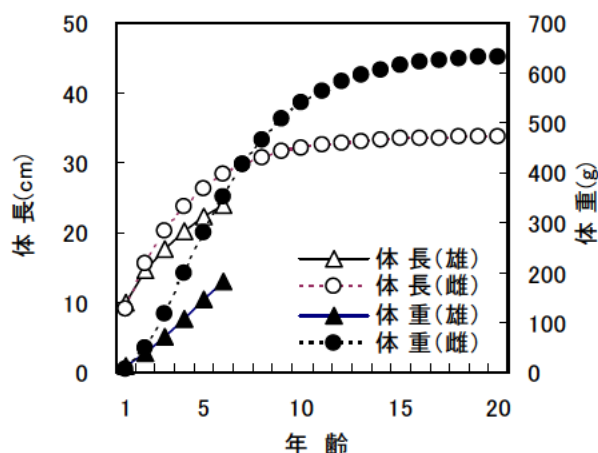


図 2. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの成長

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。この違いが生じた要因については不明である。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）、雄では5歳以上、雌では10歳以上まで生きる個体は稀である。

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）。

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

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

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1～6月で、1～3月にピークがある（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.

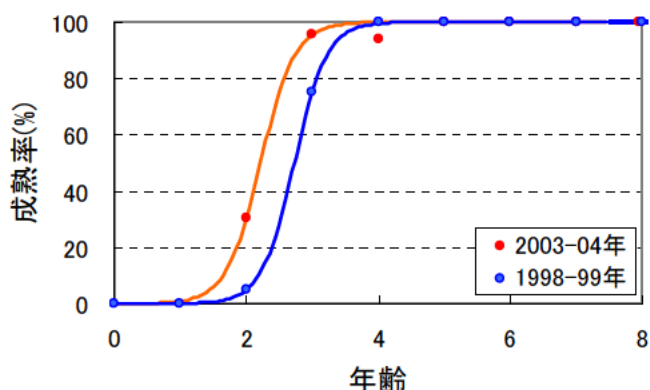


図3. 年齢と成熟率の関係

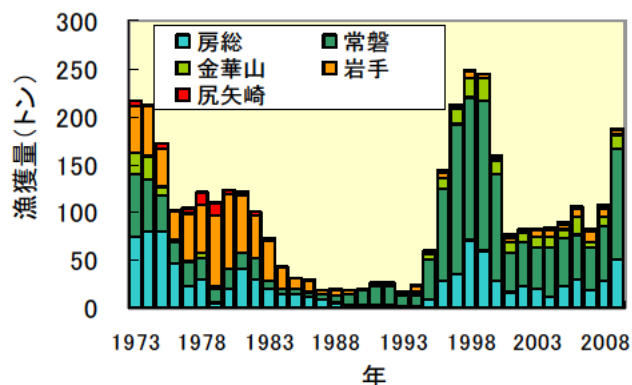


図4. 太平洋北部の沖合底びき網漁業によるヤナギムシガレイの漁獲量の経年変化
2009年は暫定値。

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と茨城での漁獲が多く、北側の青森や岩手では少な

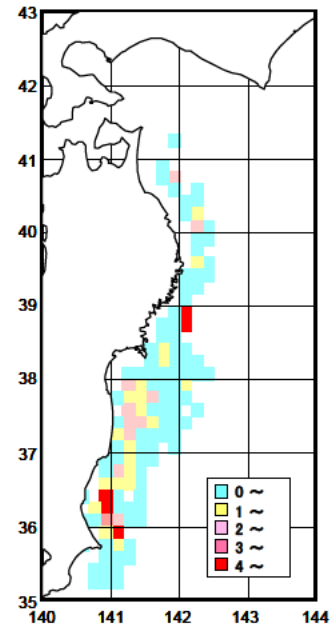


図 5. 2008 年の沖底の漁獲量分布図(トン)

表1. 各県各漁業種類別のヤナギムシガレイの漁獲量(トン) 2009年は暫定値。

県名	漁業種	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
青森	沖底	-	-	-	-	-	13	04	00	00	00	40	14	06	15	15	22	14	38	01
	小底	-	-	-	-	-	05	03	05	02	03	04	01	01	05	05	00	01	07	03
	刺網	-	-	-	-	-	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
	定置	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	01	03	0	02	0	0	0
	その他	-	-	-	-	-	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	174	
	小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	刺網	-	-	-	-	-	06	06	05	05	11	14	03	08	10	34	17	26	37	
	延縄	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01	0	0
	定置	-	-	-	-	-	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	
宮城	沖底	-	-	-	-	49	122	165	205	250	153	104	94	121	113	105	188	61	99	27
	小底	-	-	-	-	38	128	152	199	185	136	89	93	170	158	104	105	109	117	131
	刺網	-	-	-	-	03	02	03	04	04	12	08	30	12	17	23	199	151	12	137
	延縄	-	-	-	-	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
	その他	-	-	-	-	03	01	01	02	04	04	25	07	16	0	15	0	0	0	0
福島	沖底	-	-	-	-	401	969	1558	1489	1567	1108	410	470	425	528	495	470	433	570	1173
	小底	-	-	-	-	91	145	268	297	222	360	130	213	158	163	167	139	258	219	212
	刺網	-	-	-	-	06	04	19	88	31	315	59	98	12	23	24	07	18	03	09
	延縄	-	-	-	-	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
	その他	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
茨城	沖底	-	-	-	-	102	273	359	704	589	282	169	226	206	106	229	290	196	288	157
	小底	-	-	-	-	310	520	770	780	690	450	240	310	285	268	306	236	125	196	221
	刺網	-	-	-	-	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
	定置	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	-	-	-	-	0	10	10	0	0	0	0	0	01	02	0	0	0	03	0
小計	沖底	266	253	176	237	598	1437	2127	2475	2445	1586	762	827	819	839	897	1061	810	1083	1532
	小底	-	-	-	-	-	-	1193	1281	1099	949	463	617	614	594	582	480	493	539	567
	刺網	-	-	-	-	-	-	28	98	40	332	78	142	27	40	47	206	169	15	146
	延縄	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	01	03	00	02	00	00	00
	その他	-	-	-	-	-	-	12	04	13	12	28	11	27	02	15	00	00	03	00
計		-	-	-	-	-	-	336	386	360	288	133	160	149	148	154	175	147	164	225

各県水試調べ。沖底の小計は2009年を除き(2009年は水試調べ)漁場別漁獲統計資料。
2008年以前の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)。

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）。各県調査による漁業種類別漁獲量の合計値によると、沖底の漁獲量は 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 トン～106 トンと若干増加傾向で推移していた。2009 年は暫定値ながら 153 トンを記録し、2000 年に準ずる水準となっている（表 1）。沖底が最も主要な漁業種であるため、各漁業種を合わせた漁獲量も沖底の漁獲と似た傾向を示している。資料のある 1997 年以降では、漁獲量は 2000 年までは 288～386 トンを記録していたが、2001～2008 年には 133～175 トンでピークの半分以下で推移していた。2009 年には暫定値ながら 225 トンになった（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。2009 年は暫定値

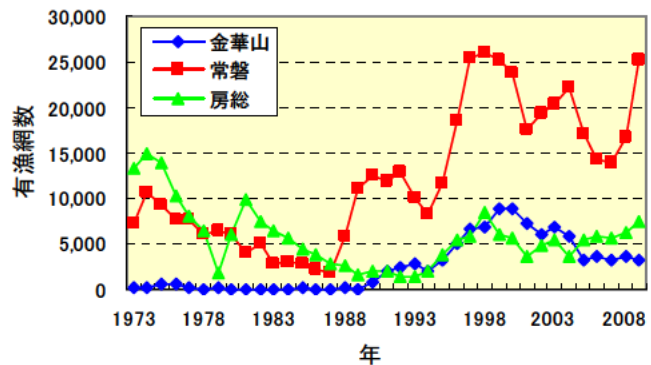


図 6. 沖合底びき網漁業の漁業努力の変化
2009 年は暫定値。

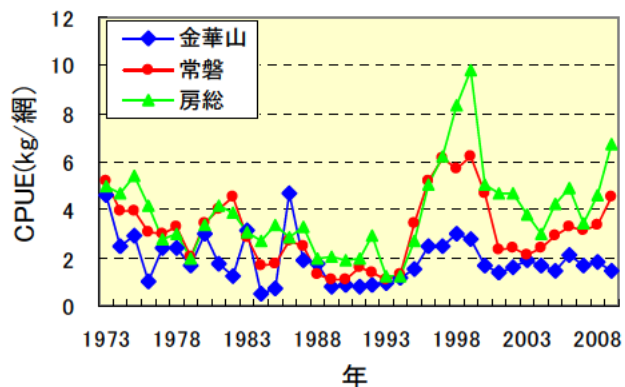


図 7. 沖合底びき網漁業の CPUE の経年変化
2009 年は暫定値。

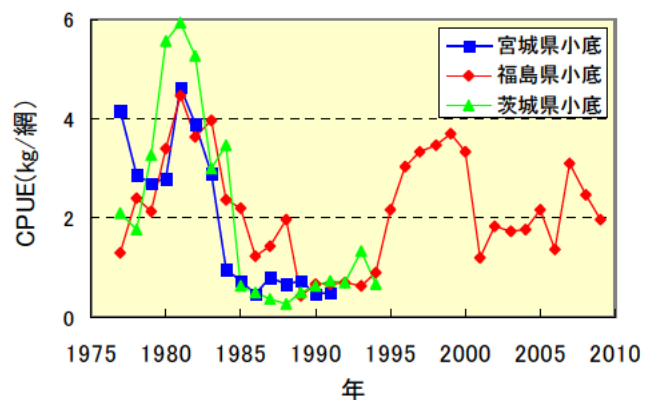


図 8. 小型底びき網漁業の CPUE の経年変化
2009 年は暫定値。

ながら高い水準となり、主漁場である常磐海域では 25,000 網を超す水準となっている。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1998～2009 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、1～5 歳以上の 5 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。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、資源重量は以下のように求めた。4 歳以下については、それぞれの年齢の雌雄の平均体重の和の半分を年齢別体重とし、5 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重量とした（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 に、小底の CPUE を図 8 に示した。図 4 との比較から、漁獲量が多い時期には CPUE は高く、漁獲が少ない時期には低い傾向が認められた。2000 年の沖底の CPUE は若干増加傾向にあり（図 7）、福島県の小底の CPUE も似た傾向にある（図 8）。特に常磐海区の沖底において、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ため（島村・五十嵐 2000）、CPUE

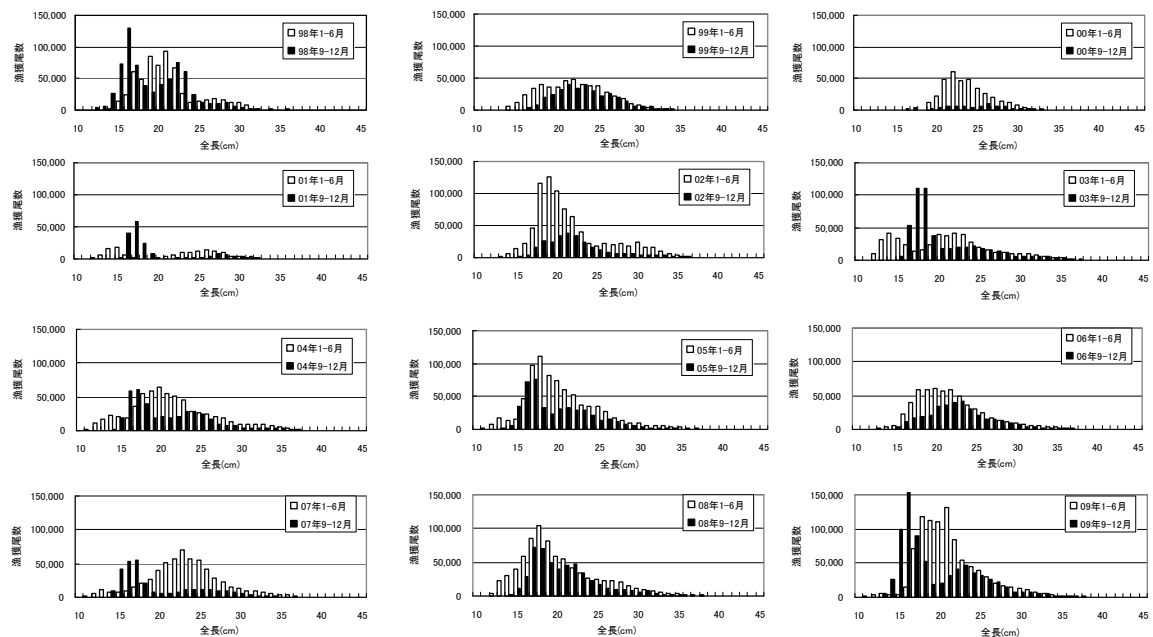


図 9. ヤナギムシガレイ漁獲物の年別前後期別の全長組成

1998～2001 年は茨城県水揚げ分で、2002～2009 年は福島県水揚げ分。

は資源状態を表す指標として使うことができると考えられる。

(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 9 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 年続けて卓越年級が発生したためであると考えられる。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 年および 2009 年にも比較的大きいモードが認められており、最近 3 年は比較的加入は良いと考えられる。また、2001 年以前には全長 30cm 以上の大型個体はごくわずかだったが、2002 年以降には少数ながらも認められており、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。

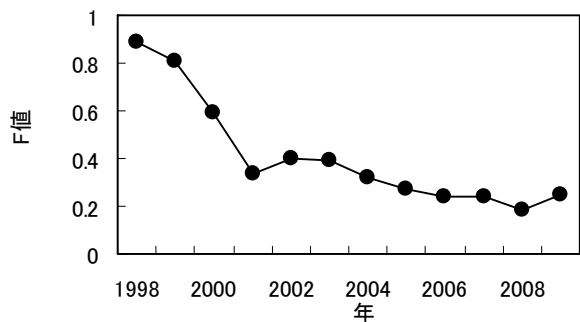


図 10. F 値（各年齢平均）の経年変化

(4) 資源量と漁獲割合の推移

コホート解析の結果、2009 年の資源量は 1,078 トンと推定された。この値は資源量推定値のある 1998 年以降で最も高い数字である。また、1998 年以降、F の値や漁獲割合は減少する傾向があったが、2009 年は 2008 年よりは高く、2007 年とほぼ同じであった（図 10、11）。

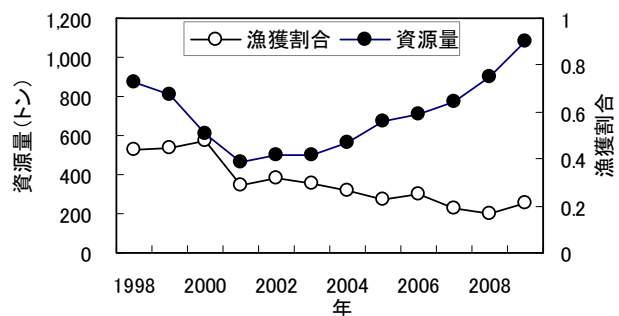


図 11. 資源量と漁獲割合の経年変化

(5) 資源の水準・動向

沖底の漁獲量ならびに CPUE の変化から、資源量は 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 年代後半に準ずるレベルにまで回復した。また、コホート解析で求めた 2009 年の資源尾数、重量も 1998 年以降で最も多かったこと（表 3、5）から、資源水準は高位であると考えられる。さらに、最近 5 年間の沖底漁獲量、CPUE および資源量は

いずれも増えていることから、動向は増加傾向にあると考えられる。

水準：高位 動向：増加

(6) 資源と漁獲の関係

漁獲係数 F 値は 1998 年以降、0.32～0.89 で推移しており、漁獲の中心である常磐・房総海区の CPUE の変化傾向と F 値の変化傾向は比較的類似している（図 7、10）。また、2000 年以降

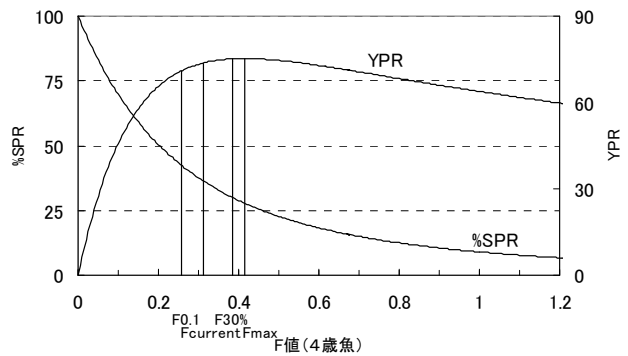


図 12. 漁獲係数(F)と%SPR および YPR

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
1	1,782	313	33	610	140	412	544	436	71	311	356	337
2	3,221	2,068	190	183	500	136	497	772	596	154	706	904
3	670	1,348	1,522	51	319	310	140	318	313	294	149	463
4	230	253	433	310	133	157	259	118	150	206	152	125
5以上	19	52	58	130	179	175	98	95	143	231	141	271
合計	5,921	4,035	2,237	1,283	1,270	1,189	1,538	1,739	1,274	1,195	1,503	2,100

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
1	9,559	1,501	1,649	3,623	1,946	3,331	3,933	3,893	1,703	5,209	5,839	4,036
2	7,043	5,872	893	1,255	2,283	1,392	2,231	2,583	2,648	1,263	3,783	4,233
3	1,288	2,643	2,749	527	816	1,337	964	1,299	1,330	1,536	848	2,323
4	361	412	868	798	366	354	767	627	730	760	937	529
5以上	30	84	117	333	493	394	290	509	696	853	870	1,149
合計	18,281	10,513	6,275	6,536	5,904	6,808	8,185	8,911	7,107	9,620	12,277	12,270

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
1	0.24	0.27	0.02	0.21	0.08	0.15	0.17	0.14	0.05	0.07	0.07	0.10
2	0.73	0.51	0.28	0.18	0.29	0.12	0.29	0.41	0.29	0.15	0.24	0.28
3	0.89	0.86	0.99	0.12	0.59	0.31	0.18	0.33	0.31	0.24	0.22	0.26
4	1.28	1.20	0.83	0.58	0.53	0.70	0.48	0.24	0.27	0.37	0.20	0.31
5以上	1.28	1.20	0.83	0.58	0.53	0.70	0.48	0.24	0.27	0.37	0.20	0.31
平均	0.89	0.81	0.59	0.33	0.40	0.39	0.32	0.27	0.24	0.24	0.19	0.25

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
1	207	33	36	78	42	72	85	84	37	113	126	87
2	440	366	56	78	142	87	139	161	165	79	236	264
3	152	312	324	62	96	158	114	153	157	181	100	274
4	64	73	155	142	65	63	137	112	130	136	167	94
5以上	9	26	36	104	153	123	90	158	217	265	271	358
合計	872	810	607	465	500	502	565	669	706	773	900	1078

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、5歳魚以上の個体はすべて雌とした。

の漁獲割合は減少傾向にある（図 11）。

最近 5 年間の漁獲パターンにもとづく YPR 曲線と SPR 曲線を図 12 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。現状の漁獲圧は F_{max} と $F_{30\%}$ の間に位置し、36%SPR に相当していた。

1998 年以降の再生産関係を図 13 に示した。ここでは緩やかな正の相関が認められた。ただし、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から、再生産関係を将来の加入量予測には用いていない。

5. 2011 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 年にかけて急速に減少した。2003 年以降、安定した加入があったこともあり、資源は順調に増加し、2009 年には漁獲量、資源量共に 1990 年代後半に匹敵するレベルに達した。これらのことから資源は高位増加傾向にあると判断される。現在の資源は高齢魚も比較的多く残されているのが特徴となっており、若齢魚に対する漁獲圧はさほど高くない。そのため、現状の加入水準が続くという仮定の下ではあるが、現状の漁獲を続けても資源を高い水準で保つことができるため、これ以上漁獲圧をあげないことを目標とした。

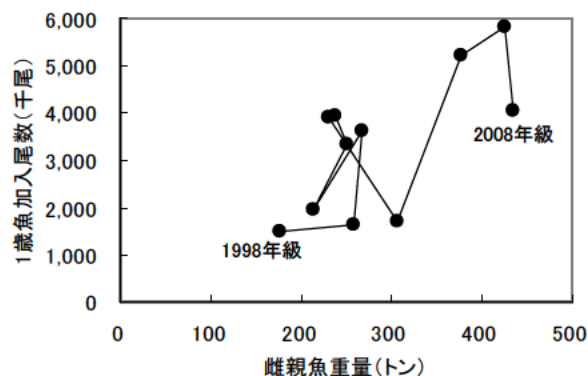


図 13. 再生産関係

(2) ABC の算定

2011 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。そこで通常寿命を 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、最近 5 年の平均値を現状の F とした。
- ・ 2010 年以降の年齢別の F の比率（選択率）は最近 5 年の平均値と同じと仮定する。
- ・ 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。

- ・ 2010年以降の加入量は最近5年間の平均値とした（満1歳魚の加入尾数4,115千尾）。
- ・ 漁獲は満1歳から始まるとした。

この条件のもとで現状の漁獲が2010年まで続くと仮定すると、2011年初期資源量は1,042トンとなる。2011年以降の漁獲シナリオとして $F=M$ 、 F_{max} 、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{current}$ （過去5年間の平均の F ）および $1.2F_{current}$ などについて検討した。その結果、 $F_{30\%SPR}$ や $1.2F_{current}$ では、資源は2011年に増加した後、減少に転じる。（表6、図14）。 $F=M$ となる漁獲圧まで下げると、2015年の資源量は1,200トン以上になるが、2011年の漁獲量は184トンに抑えられる。現状の漁獲圧を維持すると、2011年の漁獲量は223トンとなり、2009年の漁獲量とほぼ同じ水準になる。また、2011年以降の資源量も2011および2012年に増加した後横ばいとなり、2009年とほぼ同水準（高位水準）の1,100トン前後で維持される。これらのことから、 $F_{current}$ を基準値としてABCの算定を行った。水準と動向は高位、増加と判断されるので、平成22年度ABC算定のための基本規則の1-3) - (1)に基づき、 F_{limit} =基準値によってABCを算定した。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、 $ABC_{limit}=223$ トン、 $ABC_{target}=183$

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）					
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0.00		187	0	0	0	0	0	905	1,042	1,403	1,709	2,002	2,234
0.20	$0.8F_{current}$	187	183	205	213	219	222	905	1,042	1,156	1,198	1,229	1,243
	ほぼ F_{target} に相当												
0.20	$F=M$	187	184	206	214	220	222	905	1,042	1,155	1,196	1,227	1,240
0.25	$0.8F_{30\%SPR}$	187	221	236	236	236	234	905	1,042	1,105	1,106	1,106	1,100
0.25	$F_{current}$	187	223	237	237	236	235	905	1,042	1,103	1,101	1,100	1,093
	ほぼ F_{limit} に相当												
0.30	$1.2F_{current}$	187	261	264	253	246	240	905	1,042	1,052	1,014	988	967
0.31	$F_{30\%SPR}$	187	267	268	256	247	241	905	1,042	1,043	999	969	947
0.33	F_{max}	187	284	278	261	249	241	905	1,042	1,020	962	923	897

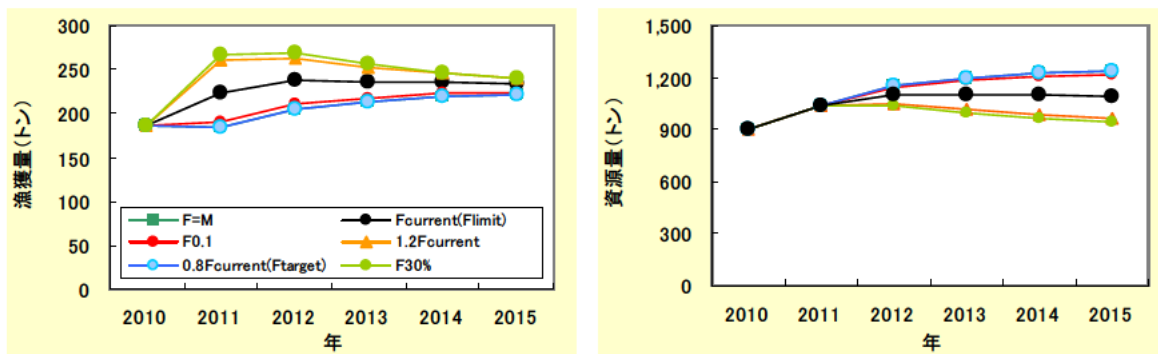


図14. さまざまな管理基準に基づく漁獲量（左図）と資源量（右図）の変化

トンと算出された。

	2011年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	223トン	Fcurrent	0.25	21%
ABCtarget	183トン	0.8Fcurrent	0.20	18%

F値は各年齢の平均値。

(3) ABClimit の評価

Fcurrent を基準値とすることにより、2011 年以降の漁獲量は 223～237 トン、資源量は 1,042～1,103 トンで安定する。また、若齢魚の漁獲圧が低く、高齢魚に対する漁獲圧も高くない。現状の漁獲圧で漁獲しても資源は減少せず、5 年後の資源量も高位水準と判断できる 1,000 トン以上となることから、この基準値を用いた。

図 6 に示されているように、2009 年の有漁網数は 2004～2008 年に比べて高くなっている。これは漁獲圧の増加を示唆しているが、コホート解析では 2009 年の各年齢の F 値を最近 5 年間の平均にしているため、漁獲圧の過小評価、資源尾数の過大評価となっている可能性もある。

(4) ABC の再評価

2009 年および 2010 年の ABC はそれぞれ再々評価および再評価で大きく増加した。これは 2009 年の漁獲が良かったこと、コホート解析の基準データである年齢別漁獲尾数ならびに年齢別雌雄別体重を実測値に変更したことによる。一昨年までは福島県の年齢別漁獲尾数を求め、それに東北海域全体の漁獲重量を福島県の漁獲重量で除したものを乗じて東北海域の年齢別漁獲尾数を求めている。また、年齢別雌雄別の体重には過去の計算式から求めた平均値を用いていた。しかし、そのように求めた年齢別漁獲尾数に平均体重を乗じても、東北全体の漁獲重量とは必ずしも一致しなかった。そこで、2002～2009 年のサンプルについて、毎年福島県で 5～6 月（1 歳魚は 10～11 月）に採集された個体の年齢別雌雄別体重を求めた。この体重に各年の年齢別の漁獲比率を乗じ、さらに、その合計が各年の実際の漁獲量と一致するように係数を乗じて年齢別漁獲尾数を求めた。その結果、2009 年再々評価の ABClimit は実際の漁獲量を上回る値となった。これは、2009 年に 5 歳以上の高齢魚が多かったためである。2010 年の再評価では ABClimit は 231 トンと 2009 年の漁獲量をわずかに上回る水準となっている。

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新されたデータセット
2008年漁獲量確定値	2008年漁獲量の確定
2009年漁獲量	2009年漁獲量の暫定値
2009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	2009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)
2009年 (当初)	F30%SPR	0.34	383	88	73	
2009年 (2009年再評価)	F30%SPR	0.33	716	179	155	
2009年 (2010年再評価)	F30%SPR	0.34	1,078	289	240	225
2010年 (当初)	F30%SPR	0.33	734	192	159	
2010年 (2010年再評価)	F30%SPR	0.33	905	231	191	

1:ABClimitに対する資源管理基準(略号)とそれに相当するF値(年あたり)。

資源量、漁獲量、ABCの単位:トン、漁獲量は暫定値。

6. ABC 以外の管理方策への提言

近年の漁獲死亡係数の変化を見ると、1998～2003年には相対的に高齢魚には高い漁獲圧がかかっており、若齢魚に対しては低かった。ところが2004年以降は高齢魚、若齢魚共に漁獲圧は比較的低くなり、資源は多様な年齢から構成されるようになった。そのため、漁獲圧が現状の状態であれば、資源は高い水準で横ばいになると考えられる。ただし、現状では加入量を予測することができないため、これは近年と同レベルの加入が続くと仮定したときの予測である。2003年以降の加入は、比較的少なかった2006年を除くと安定しており、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年代前半に超低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。

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.
- 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.
- Narimatsu, Y., A. Yamanobe and M. Takahashi (2007) Reproductive cycle, age and body size at maturity and fecundity of female willowy 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), 東海大学出版, 東京,

339pp.

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.

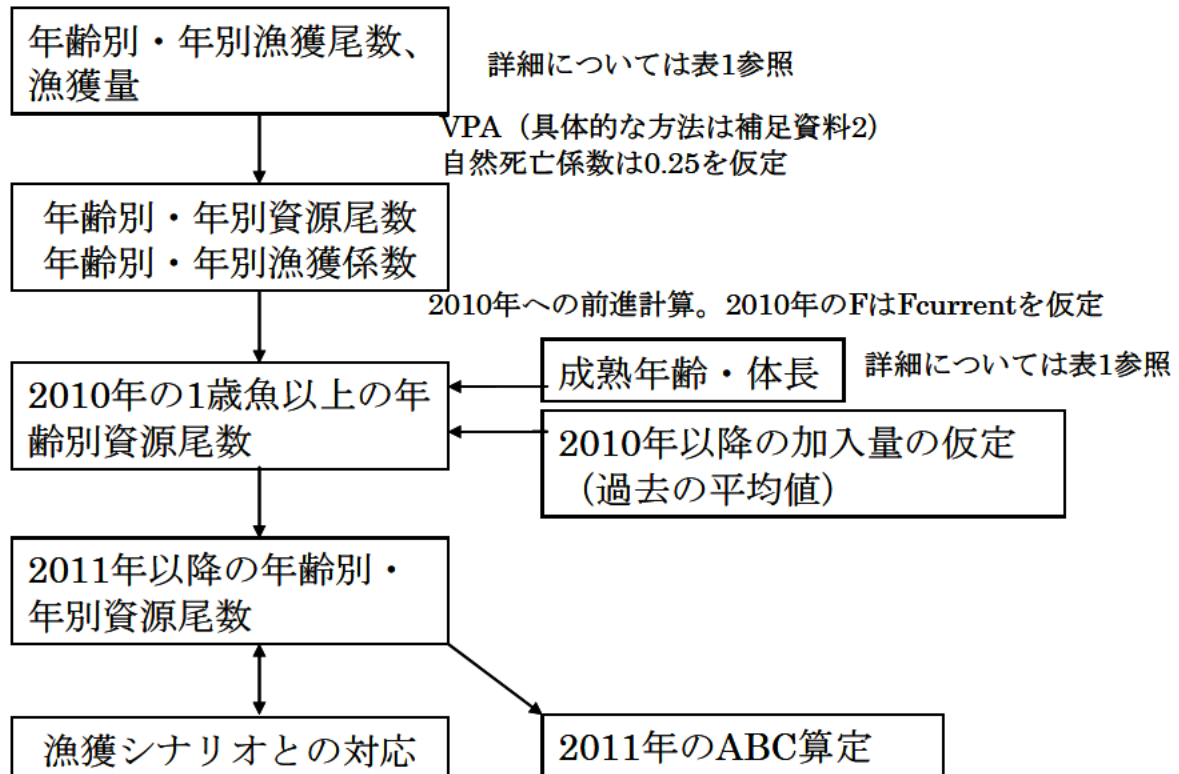
島村信也・五十嵐敏(2000) 福島県沿岸で漁獲されたヤナギムシガレイについて. 福島水試研報, 9, 29-52.

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.

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

1998～2009 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。なお、4 歳以下、全長 30cm 以下の雌雄比は 1:1 とし、5 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、5 歳以上の個体は少ないため、5 歳は 6 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、以下に示す Pope の近似式(1972)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（2009年）、最高齢（5歳、プラスグループ）および最高齢－1歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,2009}=C_{a,2009} \exp(M/2)/(1-\exp(-F_{a,2008}))$$

$$N_{5+,y}=C_{5+,y}/(C_{5+,y}+C_{4,y}) \times N_{5+,y+1} \times \exp(M)+C_{5+,y} \times \exp(M/2)$$

$$N_{4,y}=C_{4,y}/(C_{5+,y}+C_{4,y}) \times N_{5+,y+1} \times \exp(M)+C_{4,y} \times \exp(M/2)$$

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、2009 年の Ft は過去 5 年間の平均値とした（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。

補足資料 3 漁獲率と自然死亡率

下記に漁獲率（E）と自然死亡率（D）を示した。なお、それぞれの算出方法は以下の通りである。

$$E = \frac{F}{F + M} (1 - e^{-F-M})$$

$$D = \frac{M}{F + M} (1 - e^{-F-M})$$

別添表1. 年別年齢別の漁獲率（E）

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	0.19	0.21	0.02	0.17	0.07	0.12	0.14	0.11	0.04	0.06	0.06	0.08
2	0.47	0.36	0.22	0.15	0.22	0.10	0.22	0.30	0.23	0.12	0.19	0.22
3	0.53	0.52	0.57	0.10	0.40	0.23	0.15	0.25	0.24	0.19	0.18	0.20
4	0.66	0.63	0.51	0.39	0.37	0.45	0.34	0.19	0.21	0.27	0.16	0.24
5以上	0.66	0.63	0.51	0.39	0.37	0.45	0.34	0.19	0.21	0.27	0.16	0.24
合計	0.50	0.47	0.36	0.24	0.29	0.27	0.24	0.21	0.18	0.18	0.15	0.20

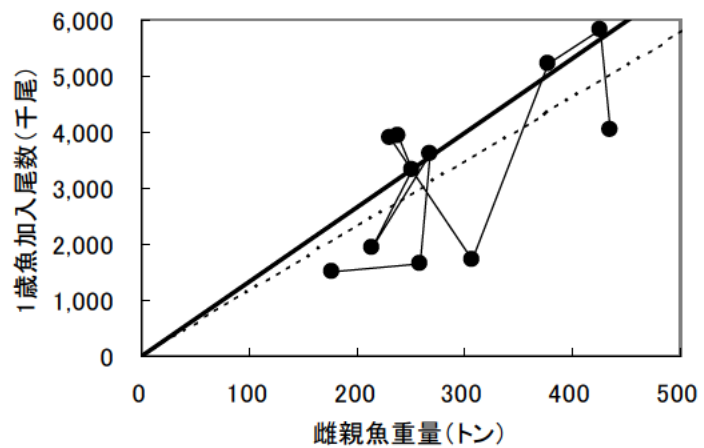
別添表2. 年別年齢別の自然死亡率(D)

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1	0.20	0.19	0.22	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21
2	0.16	0.18	0.19	0.20	0.19	0.21	0.19	0.18	0.19	0.21	0.20	0.19
3	0.15	0.15	0.14	0.21	0.17	0.19	0.20	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20
4	0.13	0.13	0.15	0.17	0.17	0.16	0.18	0.20	0.20	0.19	0.20	0.19
5以上	0.13	0.13	0.15	0.17	0.17	0.16	0.18	0.20	0.20	0.19	0.20	0.19
合計	0.15	0.16	0.17	0.19	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

補足資料 4 再生産関係

1998 年級から 2007 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。その結果、RPS の平均値は 11.5 尾/kg、RPS のメジアンは 13.3 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 0.630 (各年齢平均で 0.449) と算出された。この値は 22%SPR に相当する。

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るため、この再生産関係は大きく変化する可能性があるものと判断し、ABC 算定には用いていない。



別添図 1. 1998～2008 年級における再生産関係

実線は RPS メジアン、破線は RPS の平均値を示す。