

平成 20 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：青森県水産総合研究センター、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大きく変動している。近年では 1995 年から増加がみられ、1998、1999 年に過去最高を記録した。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。その後は 2007 年まで安定して推移している。

資源水準はコホート解析による資源量推定値、沖底の CPUE から水準は中位、動向は横ばいと判断される。しかし、1990 年代後半と比べると漁獲量、資源量ともに少なく、2006、2007 年の加入量も多くない。そこで、親魚量のある程度維持しつつ、資源水準を回復させることを資源の管理目標とした。F30%SPR を基準値とし、Flimit= F30%SPR としたときの漁獲量を ABC limit とした。また、Ftarget=Flimit ×0.8 とし、この時の漁獲量を ABCtarget とした。

	2009年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	88トン	F30%SPR	0.34	23%
ABC target	73トン	0.8F30%SPR	0.28	19%

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
2006	581	157	0.36	27%
2007	461	166	0.59	36%
2008	383			

年は暦年、F値は各年齢の平均である。

水準： 中位 動向： 横ばい

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。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た。2003 年から保護区の設定により漁獲圧を削減して資源を回復する試みが行われており、それとともに資源の把握や管理が求められている。

表 1. 本件資源評価に使用するデータセット

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場別漁獲統計資料（水研セ） 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）

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 2）。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 歳前後までは急速に成長する。

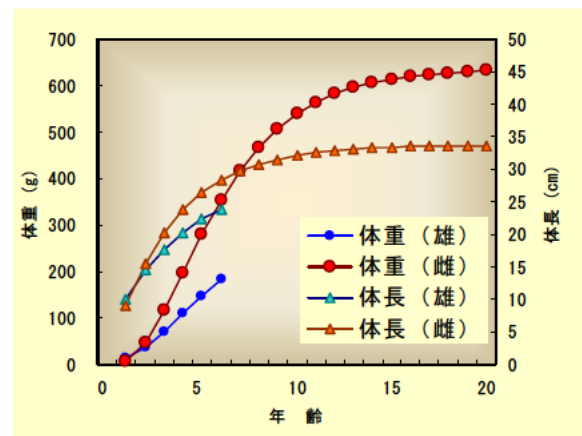


図 2. 太平洋北部におけるヤナギムシガレイの成長

雌の方が雄より成長が早く、寿命も長い。福島県沿岸では、1998～99 年および 2003～2004 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： $SL=305.1(1-\exp(-0.220(t+0.948)))$

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

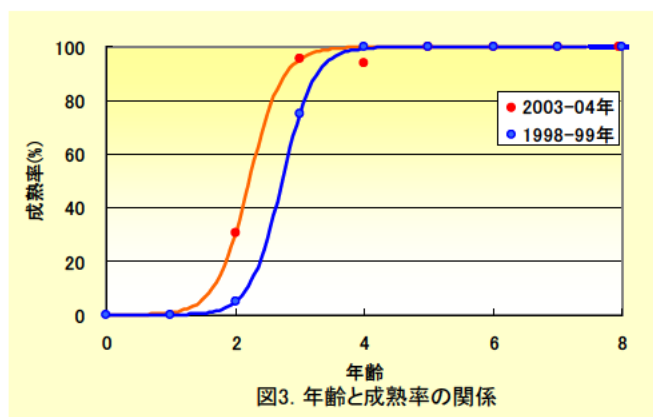
雌： $SL=337.7(1-\exp(-0.300(t+0.042)))$

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

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。

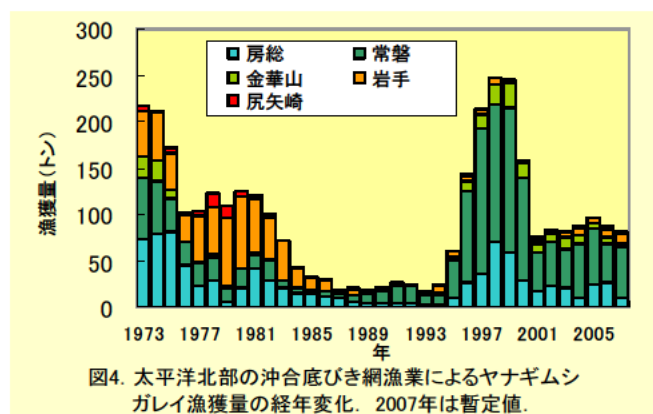
(3) 成熟・産卵生態

繁殖期は 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。近年の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、近年の漁獲量はほぼ横ばいである。沖底では宮城県以南に漁獲量の多い海域が認められている（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

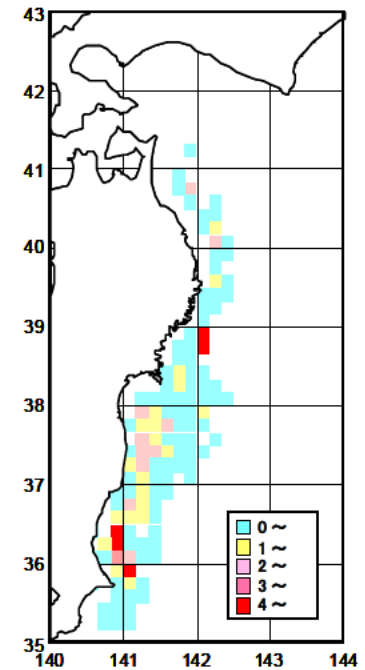


図 5. 2006 年の沖底の漁獲量分布図(トン)

表2. 各県各漁業種類別のヤナギムシガレイの漁獲量(トン). 2007年は暫定値

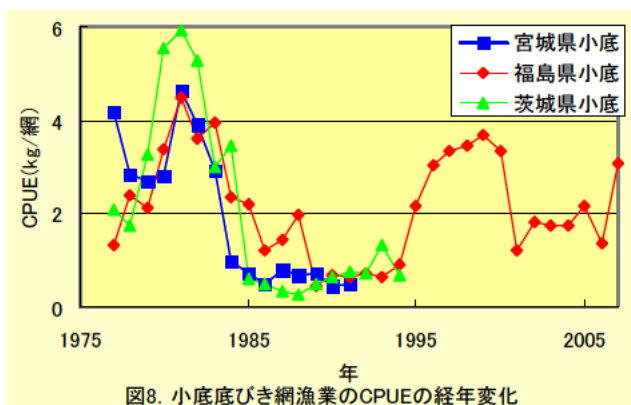
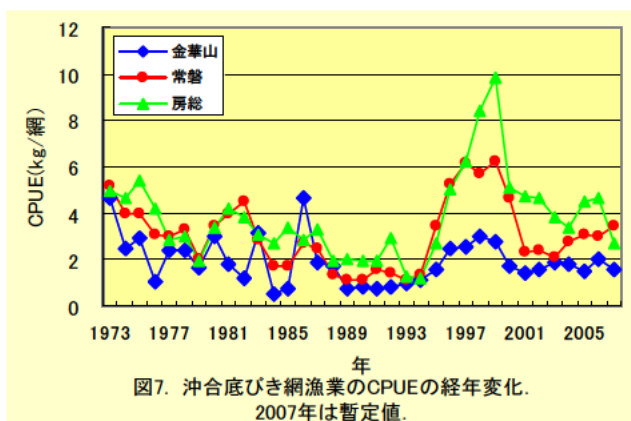
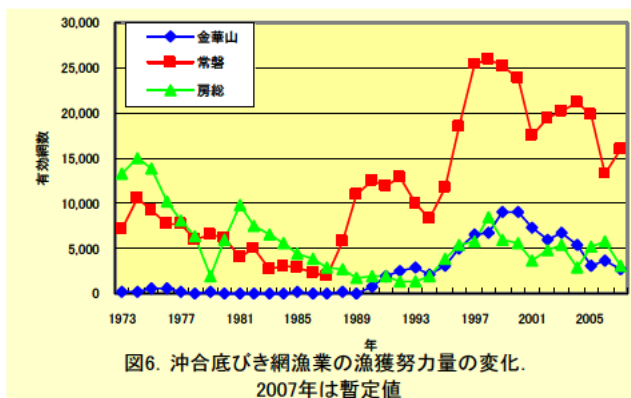
県名	漁業種	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
青森	沖底	-	-	-	-	-	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	4.0	1.4	0.6	1.5	1.5	2.2	0.1
	小底	-	-	-	-	-	0.5	0.3	0.5	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1	0.5	0.5	0	0.1
	刺網	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	延縄	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	定置	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0	0.2	0
	その他	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0
岩手	沖底	-	-	-	-	-	4.1	7.6	3.9	4.3	3.9	2.4	6.2	7.7	5.4	9.1	15.7	-
	小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	刺網	-	-	-	-	-	0.6	0.6	0.5	0.5	1.1	1.4	0.3	0.8	1.0	3.4	1.7	-
	延縄	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
	定置	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.9	0.7	0.3	0.4	1.0	0.4	0.6	0.6	0.3	-
宮城	沖底	-	-	-	-	4.9	12.2	16.5	20.5	25.0	15.3	10.4	9.4	20.6	9.5	4.5	7.4	2.0
	小底	-	-	-	-	3.8	12.8	15.2	19.9	18.5	13.6	8.9	9.3	17.0	15.8	10.4	10.5	10.9
	刺網	-	-	-	-	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	1.2	0.8	3.0	1.2	1.7	2.3	19.9	15.1
	延縄	-	-	-	-	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
	その他	-	-	-	-	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	2.5	0.7	1.6	0	1.5	0	0
福島	沖底	-	-	-	-	40.1	96.9	155.8	148.9	156.7	110.8	41.0	47.0	42.5	57.9	61.8	40.1	70.3
	小底	-	-	-	-	9.1	14.5	26.8	29.7	22.2	36.0	13.0	21.3	15.8	16.3	16.7	13.9	25.8
	刺網	-	-	-	-	0.6	0.4	1.9	8.8	3.1	31.5	5.9	9.8	1.2	2.3	2.4	0.7	1.8
	延縄	-	-	-	-	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
	その他	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
茨城	沖底	-	-	-	-	10.2	27.3	35.9	70.4	58.9	28.2	16.9	22.6	11.9	9.7	23.7	27.1	7.0
	小底	-	-	-	-	31.0	52.0	77.0	78.0	69.0	45.0	24.0	31.0	28.5	26.8	30.6	23.6	12.5
	刺網	-	-	-	-	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
	定置	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他	-	-	-	-	0	1.0	1.0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0
小計	沖底	26.6	25.3	17.6	23.7	59.8	143.7	212.7	247.5	244.5	158.6	76.2	82.7	81.7	86.3	96.9	85.9	95.1
	小底	-	-	-	-	-	-	119.3	128.1	109.9	94.9	46.3	61.7	61.4	59.4	58.2	48.0	49.3
	刺網	-	-	-	-	-	-	2.8	9.8	4.0	33.2	7.8	14.2	2.7	4.0	4.7	20.6	16.9
	延縄	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0
	定置	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0	0.2	0.0
	その他	-	-	-	-	-	-	1.2	0.4	1.3	1.2	2.8	1.1	2.7	0.6	1.6	2.6	3.6
計		-	-	-	-	-	-	336	386	360	288	133	160	149	151	161	157	166

各県水試調べ。2007年を除く沖底の小計は漁場別漁獲統計資料

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 年以降には 100 トンを割り込んだ。その後は 76 トン～97 トンと比較的安定して推移し、2007 年もほぼ同レベルの 95 トンであった（表 2）。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、2001～2006 年には 133～161 トンでピークの半分以下で推移していた。2007 年には暫定値ながら 166 トンになった。

(3) 漁獲努力量

長期的に見て、沖底の有効網数(漁獲努力量)は増加傾向にある（図 6）。各海区ともに 1990 年後半に漁獲努力量が最大になった。その後減少しているが、1990 年代前半以前と比較すると高い水準にあることから、漁獲圧は依然高い状態にあると考えられる。



4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁獲の中心である福島県の漁獲情報を元に、年齢別漁獲尾数を求め、コホート解析により各年の年齢別資源尾数と F 値を求めた。ヤナギムシガレイでは明瞭な再生産関係は認められていないため、加入量を過去 5 年間の平均値と仮定し、さまざまな管理手法で漁獲したときの資源量と漁獲量の変化をシミュレートし、ABC を求めた。

(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。近年の沖底の CPUE はほぼ横ばい傾向にあり（図 7）、福島県の小底の CPUE はやや増加傾向にある（図 8）。特に常磐海区の沖底において、本種の重要性は非常に高く、本種を主要な対象とした操業が行われているため（島村・五十嵐 2000）、CPUE 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 つの山が認められる。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、

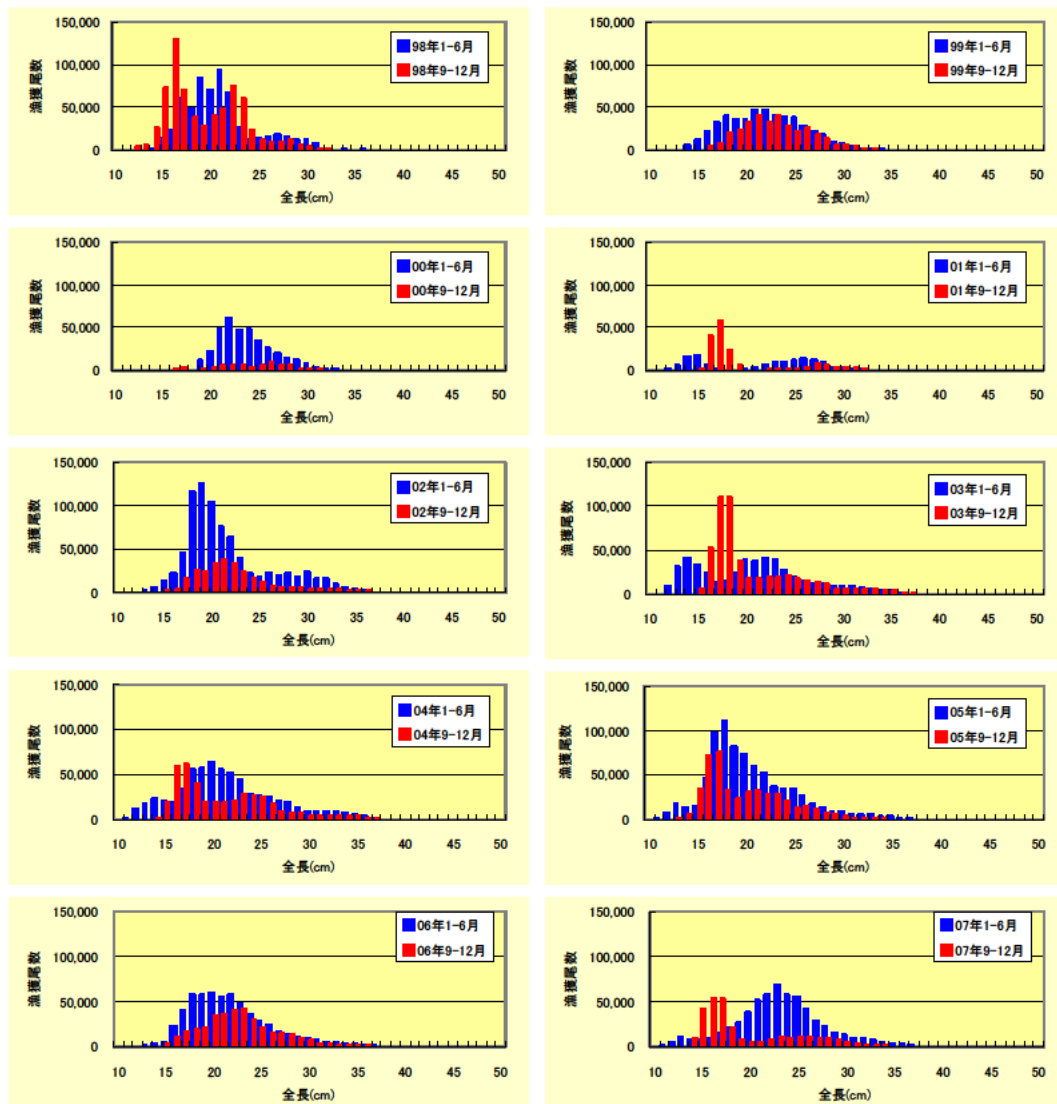


図 9. ヤナギムシガレイ漁獲物の年別前後期別の全長組成。1998～2001 年は茨城県水揚げ分で、2002～2007 年は福島県水揚げ分。

2+で全長 20cm 台前半に達することから、この 2 つの山は 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 の山が認められており、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いことから、加入は多くなかったと考えられるが、2007 年には小さいながらも小型魚のモードが認められる。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

福島県における漁獲物をベースに、東北北部のヤナギムシガレイの年別、年齢別漁獲尾数を求めた。次にその年別、年齢別漁獲尾数を元にコホート解析によって年齢別資源尾数および漁獲死亡係数を算出した（詳細は補足資料 2 参照）。寿命や年齢別の体重に雌雄差が

表3. 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
1	1,445	246	32	715	447	683	739	628	149	397
2	2,612	1,625	186	215	960	225	675	1,113	1,245	196
3	543	1,060	1,484	59	479	515	191	459	654	375
4	187	199	423	364	144	260	352	170	313	263
5以上	16	41	57	152	171	289	133	138	299	295
合計	4,802	3,171	2,182	1,505	2,202	1,972	2,091	2,508	2,660	1,526

表4. 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
1	8,221	1,413	2,061	4,321	2,107	4,134	4,721	4,117	923	2,338
2	5,844	5,127	883	1,577	2,734	1,246	2,617	3,024	2,652	587
3	1,055	2,247	2,559	524	1,039	1,282	771	1,442	1,373	966
4	295	342	814	683	356	386	544	433	718	492
5以上	25	70	109	296	299	328	151	156	339	552
合計	15,440	9,200	6,428	7,402	6,535	7,376	8,805	9,172	6,004	4,936

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漁獲死亡係数

年齢	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	0.22	0.22	0.02	0.21	0.28	0.21	0.20	0.19	0.20	0.21
2	0.71	0.44	0.27	0.17	0.51	0.23	0.35	0.54	0.76	0.48
3	0.88	0.76	1.07	0.14	0.74	0.61	0.33	0.45	0.78	0.58
4	1.27	1.08	0.89	0.92	0.61	1.44	1.32	0.59	0.68	0.93
5以上	1.27	1.08	0.89	0.92	0.61	1.44	1.32	0.59	0.68	0.93
平均	0.87	0.72	0.63	0.47	0.55	0.78	0.70	0.47	0.62	0.63

注)コホート解析による推定値

表6. 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
1	178	31	45	94	46	89	102	89	20	51
2	365	320	55	98	171	78	163	189	165	37
3	124	265	302	62	122	151	91	170	162	114
4	53	61	145	122	63	69	97	77	128	88
5以上	8	22	34	92	93	102	47	49	105	172
合計	727	698	581	468	495	489	501	574	581	461

注)資源尾数に各年齢の平均体重(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

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（表 6）。

その結果、2007 年の資源量は 475 トンと推定された。この値は 2005 年や 2006 年よりも 100 トン以上少なく、2001～2003 年と同レベルであった。一方、1998 年以降、 F の値や漁獲割合は若干減少傾向にあったが、2007 年にはやや増加していた（図 10、11）

(5) 資源の水準・動向

沖底の漁獲量と CPUE の変化から資源量は 1996～2000 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。沖底の漁獲量から長期的に見て資源は大きく変動してきたと考えられるが、近年の資源量は低位水準である 1980 年代後半から 1990 年代前半よりも高い水準を維持しているため、資源水準は中位であると考えられる。また、2003～2005 年の加入（1 歳魚）は比較的良好であったが 2006 年の加入は悪かったこと、コホート解析で求めた資源重量は 2003 年と同水準になっていること（表 5）、各小海区の沖底の CPUE はほぼ横ばいであることから（図 7）、動向は横ばい傾向にあると考えられる。

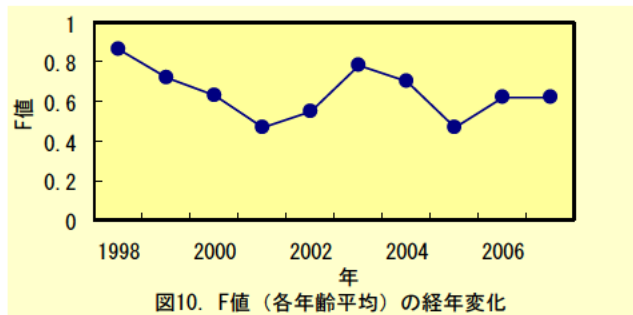


図10. F 値（各年齢平均）の経年変化

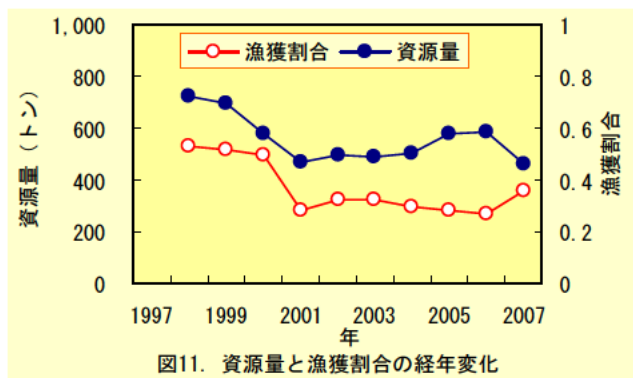


図11. 資源量と漁獲割合の経年変化

(6) 資源と漁獲の関係

各年齢平均の漁獲係数 F 値の経年変化を図 10 に示した。 F は 1998 年以降、0.47～0.87 で推移しており、漁獲の中心である常磐海区の努力量の変化傾向と F 値の変化傾向は類似していた（図 6、10）。また、資源の増加とともに、漁獲割合も増加する傾向にある（図 11）。

近年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

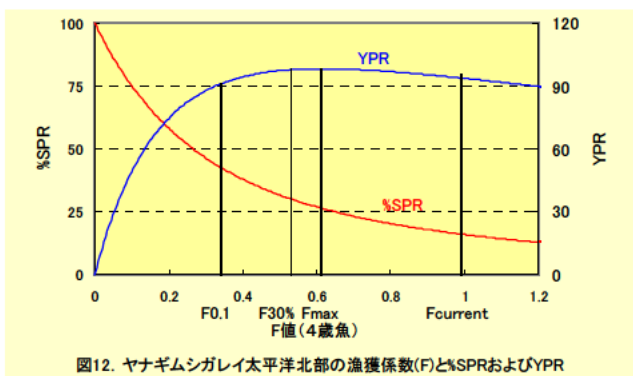
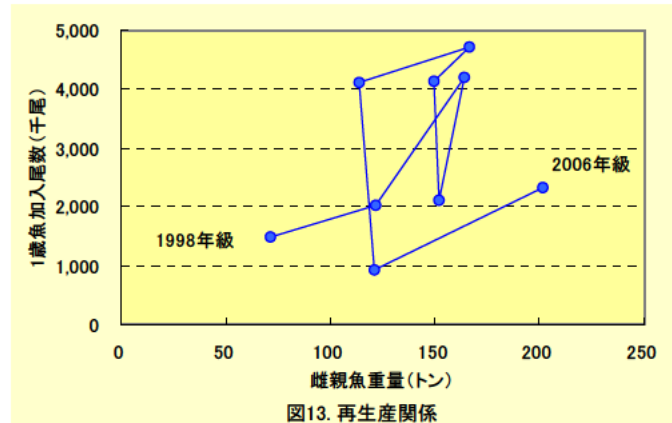


図12. ヤナギムシガレイ太平洋北部の漁獲係数(F)と%SPRおよびYPR

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} より高く、16.1%SPRに相当することが明らかになった。

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、この関係が有意ではないこと、1997年に以



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、再生産関係を用いた将来予測は行っていない。漁獲量の変動パターンから、資源は卓越年級の発生によって急激に増加していると考えられるが、1980年代後半から1990年代前半のように長期間発生しないときもあり、そのときの漁獲量は非常に低い水準になっている。このようなことを繰り返さないためにも、卓越年級が発生しなくとも産卵親魚量を一定水準に維持し、次世代の加入を促すことが求められる。また、前述のように本種の抱卵個体は市場価値が極めて高いことから、親魚になるまで取り残した方が漁業経営的にも有益であると考えられる。そこで親魚までの生残を高め、資源を回復させることを管理目標とした。

5. 2009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、その後減少した。1980年代半ばから1990年代前半にかけて極めて漁獲量が少ない時期を経験したことから、相対的に資源は中水準にあると判断される。しかしながら2006年の1歳魚の加入はかなり悪く、2007年の1歳魚も2003～2005年よりも少ないと考えられることから、過去の超低水準期を再び迎えないためにも、親魚を残すことで次世代の加入を促すように努めることが必要である。

(2) ABCの算定

2009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。そこで通常的使用寿命を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。

- ・ 2008 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。
- ・ 年齢別の体重は図 2 のとおりである。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。
- ・ 加入量は最近 5 年間（2003～2007 年）の平均値とし、この加入が 2008 年以降も続くと仮定した（満 1 歳魚の加入尾数 3,247 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 2008 年まで続くと仮定すると 2009 年初期資源量は 383 トンとなる。2009 年以降の漁獲圧として $F=M$ 、 F_{max} 、 F_{sus} 、 $F_{current}$ （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、現状の漁獲圧が続くと資源は微増となる（図 14、表 7）。 $F=M$ まで下げると、2013 年の資源量は 1,000 トン以上になるが、2009 年の漁獲量は 50 トン以下に抑えられる。 $1.2F_{current}$ にすると 2009 年の漁獲量は 161 トンになり、2007 年とほぼ同じ水準となるが、その後の資源は増加せず、横ばいになる。 $F_{30\%SPR}$ にすると 2008 年の漁獲量はやや低くなるが、確実に親魚を残すことになり、さらに 2013 年の資源量も 710 トンと近年最も漁獲が多かった 1998 年と同じレベルに達する。水準と動向は中位横ばいと判断されるので、ABC 算定のための基本規則（平成

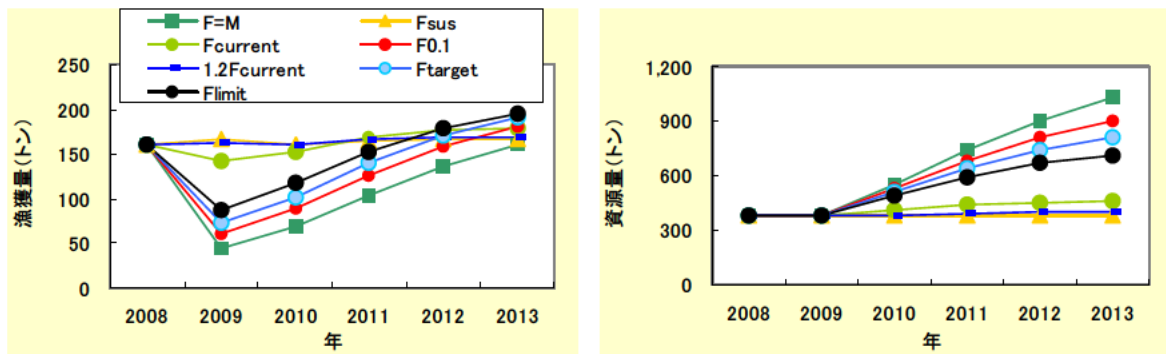


図 14. さまざまな管理基準に基づく漁獲量（左）と資源量（右）の変化

表7. 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)					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.00		161	0	0	0	0	0	383	383	618	910	1,232	1,557
0.16	0.20 F_{sus}	161	45	70	103	135	161	383	383	554	736	900	1,032
0.16	$F=M$	161	45	70	103	135	161	383	383	554	736	900	1,031
0.22	0.64 $F_{30\%SPR}$	161	60	88	125	157	181	383	383	533	685	812	906
0.28	0.8 $F_{30\%SPR}$	161	73	102	139	170	191	383	383	515	642	741	809
	ほぼ F_{target} に相当												
0.34	$F_{30\%SPR}$	161	88	117	152	179	195	383	383	493	594	666	710
	ほぼ F_{limit} に相当												
0.40	F_{max}	161	99	127	159	182	195	383	383	477	560	616	647
0.51	0.8 $F_{current}$	161	121	142	167	182	189	383	383	445	497	527	542
0.64	0.80 F_{sus}	161	143	153	169	176	179	383	383	413	440	453	458
	ほぼ $F_{current}$ に相当												
0.77	1.2 $F_{current}$	161	162	160	166	168	169	383	383	384	394	396	397
0.81	F_{sus}	161	167	161	165	166	166	383	383	377	382	383	383

20年度)の1-3) - (2)に基づき、 $F_{limit} = \text{基準値} \times \beta_1$ によってABCを算定した。基準値を $F_{30\%SPR}$ とし、 β_1 を1とした。また、安全率0.8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、 $ABC_{limit}=88$ トン、 $ABC_{target}=73$ トンと算出された。

	2009年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	88トン	$F_{30\%SPR}$	0.34	23%
ABC target	73トン	$0.8F_{30\%SPR}$	0.28	19%

F値は各年齢の平均値

(3) ABC_{limit} の評価

$F_{30\%SPR}$ を基準値とすることにより、2009年および2010年の漁獲量はやや少なくなるものの、2011年には2007年とほぼ同じレベルの漁獲量になる。また、若齢魚の漁獲圧が低いこと、5年後の資源量も過去最高レベルと十分に資源の回復が見込めることから、 β_1 には1を採用した。

(4) ABCの再評価

2007年および2008年のABCはそれぞれ再々評価および再評価で減少した。この要因には、加入尾数が近年の平均値よりも少なかった影響が大きい。また、2007年の漁獲量は暫定値ながらも、再評価、再々評価の値よりも多かった。

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	資源量 (トン)	ABC limit (トン)	ABC target (トン)	漁獲量 (トン)
2007年(当初)	$0.8F_{30\%SPR}(0.28)$	497	104	86	
2007年(2007年再評価)	$F_{30\%SPR}(0.35)$	505	151	132	
2007年(2008年再評価)	$F_{30\%SPR}(0.34)$	461	133	111	166
2008年(2007年当初)	$F_{30\%SPR}(0.35)$	449	132	113	
2008年(2008年再評価)	$F_{30\%SPR}(0.34)$	383	101	84	

1; ABC_{limit} 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、高齢魚には高い漁獲圧がかかっている反面、若齢魚に対しては比較的低い。そのため、年齢別にかかる漁獲圧が現状の状態であれば、資源は微増で推移していくものと考えられ、若干漁獲努力を減らすことにより、資源は徐々に回復していくと考えられる。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。1990年代半ばから後半に

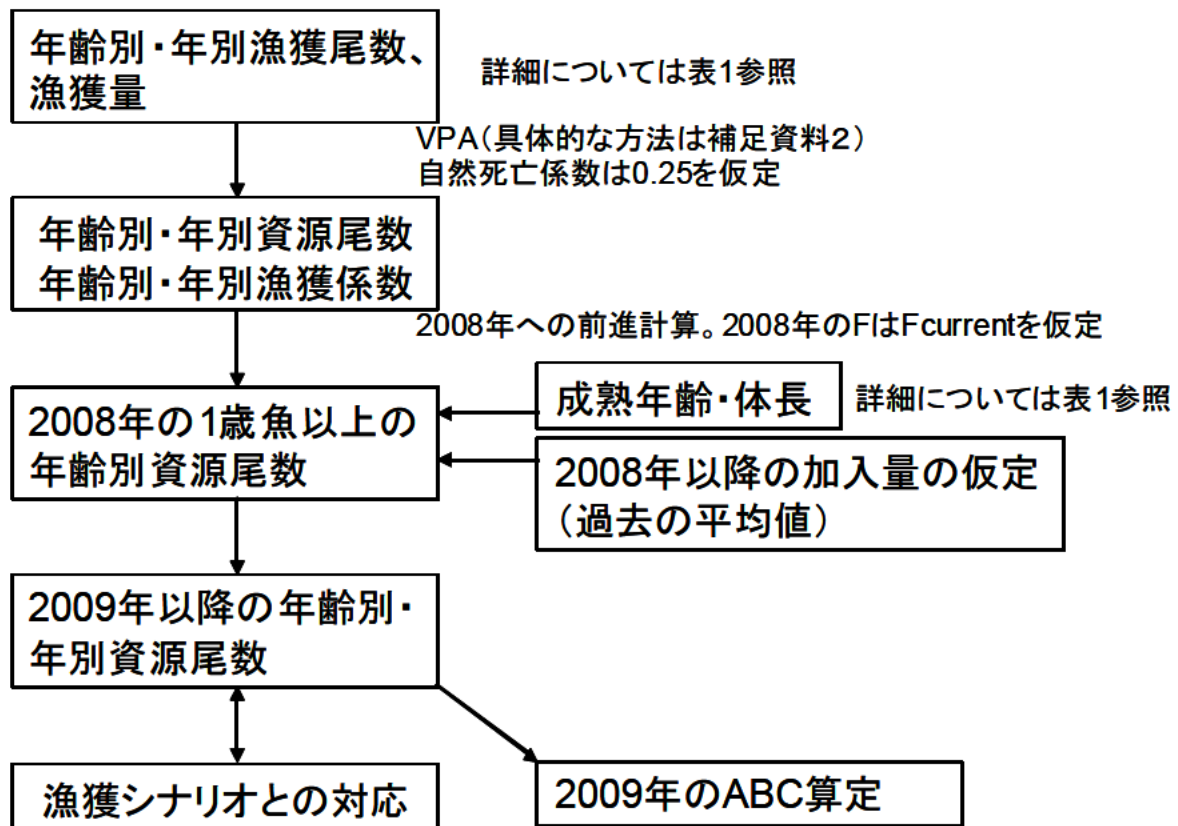
連続して発生した卓越年級も高齢となり、今後はそれらの子世代が親魚の中心となってくる。2003～2005 年には比較的大きい加入があったものの、2006 年の加入は少なく、2007 年もやや少ないと推定されており、親魚量や産卵数は今後減る可能性もある。過去の資源の変動パターンから見て太平洋北部のヤナギムシガレイ資源は卓越年級の発生によって大幅に増加している。1980 年代後半から 1990 年代前半に見られた、沖底の漁獲量が 20 トンを切るといった超低水準の資源状態になることを避けるためにも、加入状況を早めに把握し、加入が悪いときにはより一層若齢魚の漁獲を制限し、親魚になるまで保護する努力が必要となるだろう。

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 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.

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

1998～2007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。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(2007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。

$$N_{a,2007}=C_{a,2007} \exp(M/2)/(1-\exp(-F_{a,2007}))$$

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

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

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 齢魚の F と等しくなるように探索的に求め、2007 年の Ft は過去 5 年間の平均値とした (表 5)。

ヤナギムシガレイは 20 年以上生きることとも報告されているが、2002～2007 年に漁獲、年齢査定された約 7,640 個体のうち、11 歳以上の個体は 21 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。