

令和 4（2022）年度カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：和歌山県水産試験場、大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県農林水産総合センター水産研究所、広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、山口県水産研究センター内海研究部、福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所、香川県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課

要 約

本系群のカタクチイワシ（3 月齢以降の個体）の資源量をコホート解析により計算した。資源量は 1982 年に 40.4 万トンとなった後、1997 年に 9.1 万トンまで減少した。その後、増加傾向を示し、2020 年に過去最大の 47.1 万トンとなり、2021 年は 31.9 万トンであった。親魚量については、1983 年の 9.3 万トンから概ね減少傾向を示した後、1992 年以降、増加傾向を示し、2021 年は 8.9 万トンであった。

将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述する。

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	223	75	41	0.32	18
2018	216	39	35	0.45	16
2019	205	36	26	0.26	13
2020	471	43	39	0.18	8
2021	319	89	34	0.30	11

年は暦年である。いずれもカタクチイワシ（3 月齢以降の個体）に関する値であり、漁獲量は、漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の漁獲量からシラス（1・2 月齢魚）分を除いた漁獲量、2021 年の漁獲量は暫定値である。F 値は 0 歳の値である。

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	瀬戸内海地域の漁業（中国四国農政局統計部） 瀬戸内海地域における漁業動向（中国四国農政局統計部） 瀬戸内海区、および太平洋南区における漁業動向（中国四国農政局統計部） 漁業・養殖業生産統計（農林水産省統計部）

	生物情報収集調査－主要漁協・標本船の水揚量、共販量から推定した水揚量(和歌山～大分(10)府県) 生物情報収集調査－体長組成、精密測定、シラス混獲率(水研、和歌山～大分(10)府県) ・市場測定
資源量指数 ・産卵量	卵稚仔調査(和歌山～大分(11)府県)* ・改良型ノルパックネット、丸特 B ネット
自然死亡係数(以下、M とする)	0・1 歳魚は 2.1、2+歳魚は 2.0 を仮定(補足資料 2、補注 4 を参照)

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

1. まえがき

本報告ではカエリ以降(3月齢以降)の個体をカタクチイワシ、それより前(1・2月齢)の個体をシラスと表記する。

瀬戸内海ではシラス～成魚までが漁獲の対象となる。その中で、後述するように、本報告ではカタクチイワシのみを資源量推定の対象とした。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、太平洋系群の一部である太平洋南区春季発生群と瀬戸内海で発生する群との混合資源である(高尾 1990)。太平洋南区春季発生群は3～5月に薩南海域から紀伊水道外域で生まれ、黒潮によって輸送される(高尾 1990)。その際にその一部が瀬戸内海に來遊する(図 1)。春から秋に瀬戸内海で成長し、外海へ出て越冬する。内海発生群は春から秋に瀬戸内海の各海域で生まれ、瀬戸内海で成長する。大部分は外海へ出て越冬するが、一部は瀬戸内海に残ると考えられている(高尾 1990)。翌春、瀬戸内海に來遊して産卵する。

(2) 年齢・成長

孵化後、半年で 8 cm(被鱗体長)、1年で 11 cm に成長する(横田・古川 1952、土井ほか 1978、図 2)。寿命は 2 年程度と考えられる。

(3) 成熟・産卵

産卵は、ほぼ周年みられるが、主産卵期は 5～10 月である(河野・銭谷 2008)。太平洋系群の一部も併せると、瀬戸内海全域に加え、薩南海域から紀伊水道外域にかけての海域で産卵する(図 1、服部 1982、落合・田中 1986、高尾 1990)。

標準体長と成熟率の関係(Funamoto et al. 2004)から 5 月齢で約 55%、6 月齢で約 80%、7 月齢で約 95%、8 月齢以上で 100%の個体が成熟すると考えられている。しかし、このような早熟群はごく沿岸や内湾、内海に出現すると考えられるとともに(船越 1990)、主産卵期初期の 5 月に生まれた個体が産卵を開始するのは早くても 10 月であり、親魚全体の産卵量に寄与する 0 歳魚の割合は小さいと考えられる。そこで、本報告では 1 歳魚から産

卵するとして資源評価を行った（図 3）。

（4）被捕食関係

カイアシ類などの小型甲殻類を主な餌とする。サワラ、スズキ、サバ類、およびタチウオなどの魚食性魚類に捕食される（Kishida 1986、落合・田中 1986）。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

本系群は主に船びき網や中・小型まき網によって漁獲される。漁場は紀伊水道から伊予灘までの各海域に形成される（図 1）。操業期間は外海に近い海域ではほぼ周年、瀬戸内海中央部では春から秋である。海域によっては加工に不向きな脂イワシの出現（山本・本田 2008）や不漁のため休漁する場合がある。なお、瀬戸内海で発生した本種が冬季に外海で漁獲される可能性があるが、その漁獲量は少なく、本系群に与える影響は小さいと考えられることから、本報告の解析には、その漁獲を含めない。

（2）漁獲量の推移

カタクチイワシの漁獲量（漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の漁獲量からシラス（1・2 月齢魚）分を除いた漁獲量）を図 4 と表 1 に示す。1985 年に 9.3 万トンで最大となった後、減少し、1990 年代後半は 1.5 万～2.2 万トンの間で推移した。その後、2000 年に増加し、それ以降は 2.6 万～4.2 万トンの間で推移し、2021 年（暫定値）は 3.4 万トンであった。

（3）漁獲努力量

カタクチイワシを漁獲対象とする漁業の努力量は把握できていない。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

瀬戸内海ではカタクチイワシとともにシラスも漁獲対象資源として重要であるため、本系群の令和 3 年度までの資源評価では、シラスを含めた資源量を月齢別・月別に推定していた。しかし、シラスは環境の影響などによって自然死亡率が大きく変動する初期減耗期の成長段階にあると考えられる。再生産関係から推定される最大持続生産量（MSY）ベースの資源評価を行う上で、シラスを含めた加入変動を予測できるような再生産関係を構築することは現時点では困難であり、資源評価の精度を低下させる恐れがある。また、月齢・月を単位として将来予測を行う場合、12 個の月別の再生産関係式を用いて MSY や MSY を実現するための漁獲圧を算定する必要があり、その複雑性からも不確実性が高くなる可能性がある。これらのことなどから、カタクチイワシについての MSY ベースの資源評価を行う上ではシラスを含めず、かつ年単位で資源量推定を行うこととした。

1981～2021 年の年齢別・年別漁獲尾数データを用いたコホート解析（以下、年 VPA とする）によりカタクチイワシの年齢別・年別漁獲係数、資源尾数、および資源量を推定した（表 2、補足資料 1、補足資料 2-1、補足資料 3）。コホート解析では産卵量を親魚量の指

標値としたチューニングを行った（補足資料 2-1）。なお、年齢別・年別漁獲尾数については、漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の漁獲量からシラス（1・2 月齢魚）分を除いた漁獲量（表 1）に基づいている。

（2）資源量指標値の推移

瀬戸内海における 1980～2021 年の各年の産卵量は 185 兆～1,542 兆粒（平均 727 兆粒）で推移している（図 5、表 2、補足資料 2-2）。年ごとの変動は激しいが、1980 年代後半以降は増加傾向にあり、2021 年は 1,542 兆粒と過去最多であった。

（3）漁獲物の年齢組成

令和 3 年度資源評価以前に用いていた算出方法により、月齢別・月別漁獲尾数を推定し、それを年齢別・年別に集計した（補足資料 2-1 補注 1）。カタクチイワシの漁獲量および漁獲尾数の年齢組成をそれぞれ図 6、7 に示す。年齢別漁獲量と年齢別漁獲尾数については、2000 年代後半以降、1 歳魚以上の割合が高くなった。

（4）資源量と漁獲割合の推移

コホート解析によって 1981～2021 年のカタクチイワシの資源量を推定した（図 8、表 2、補足資料 3）。資源量は 1982 年に 40.4 万トンとなった後、1997 年に 9.1 万トンまで減少した。その後、増加傾向を示し、2013 年に 40.7 万トンとなった。2019 年には再び 20.5 万トンに減少したが、2020 年には過去最大の 47.1 万トンとなり、2021 年は 31.9 万トンであった。漁獲割合（漁獲量/資源量）は 8～28%の間で変動し、特に 1980 年代から 1990 年代前半にかけて高かった。その後、減少傾向にあり、2021 年は 11%であった。

各年齢における漁獲係数 F を図 9 と補足資料 3 に示した。0 歳魚の F は 1980 年代から 1990 年代前半にかけて高く、その後減少傾向を示した。1 歳魚と 2+歳魚の F も 1980 年代から 1990 年代前半にかけて高く、その後減少傾向を示した。2021 年の 1 歳魚と 2+歳魚の F は 0.53 と小さいが、これはチューニング VPA により、産卵量にあうように親魚量が推定された結果を反映している。2012・2013 年に 9 以上の高い値となったが、その後は再び減少傾向にある。なお、1987 年、2012 年および 2013 年における 1 歳魚と 2+歳魚の高い F については、「これらの年の翌年にも 2 歳魚以上の個体は漁獲されたが、標本中には観察されなかった」と判断し、後述するように 2 歳魚以上の漁獲尾数として便宜的に微小な値を仮定したことによるものである（補足資料 2-1 補注 2）。

親魚量は 1983 年の 9.3 万トンから概ね減少傾向を示した後、1992 年以降は増加傾向を示した（図 10、表 2、補足資料 3）。2010～2020 年は 3.6～7.5 万トンの間で推移し、2021 年は 8.9 万トンであった。

加入量（0 歳魚資源尾数）は 1987 年に急減し、その後 1999 年まで減少傾向を示した（図 11）。2000 年に急増し、その後は概ね増加傾向を示し、2021 年は 710 億尾であった。

仮定した M を 0.8 倍した場合と 1.2 倍した場合について、感度解析を行った（図 12）。 M を小さく設定すると資源量と親魚量及び加入量の推定値はいずれも小さくなり、 M を大きく設定するとこれらの推定値はいずれも大きくなった。

(5) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

0 歳魚の F と加入量当たり親魚量 SPR 、および加入量当たり漁獲量 YPR の関係を図 13 に示した（補足資料 2-3、補足資料 2-4）。 $F_{current}$ （最近年を除く 5 年間 2016～2020 年の平均値）は 0.30 であり、経験的に推奨される資源管理基準値である $F_{30\%SPR}$ (0.97) を下回った。

5. 資源評価のまとめ

カタクチイワシの資源量と親魚量は 1980 年代前半に多く、その後減少傾向を示したが、2000 年代以降は増加傾向にある。0 歳魚の F は 1990 年代から減少傾向にあり、1 歳魚以上の F も近年、減少傾向にある。

6. その他

本報告の資源評価（資源量推定）については、漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄からシラス（1・2 月齢魚）分を除いた漁獲量に基づいて行っていることに留意が必要である（シラスに関する情報については補足資料 4 に記載）。

瀬戸内海中央部に位置する燧灘では、2005 年度に資源回復計画の対象魚種に指定され、漁業調整規則等や漁業者間の自主的な取組により、船びき網の漁期の短縮、定期休漁日の設定、網目制限等が行われた。資源回復計画は平成 23（2011）年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24（2012）年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。例えば、大羽（親魚）の解禁日を遅らせる方策（外間 1995）が実施されている。この方策では加入のもととなる産卵量をできる限り底上げするとともに、放卵後に漁獲することにより放卵前より良質の煮干し製品になることも期待されている。また、シラスの解禁日を遅らせる方策では、魚体重の増加を待つて漁獲することにより、漁獲量を増加させることが期待できる。燧灘では努力量削減のために操業期間中に週 1 日以上 of 定期休漁日を設定するとともに、資源動向に即した休漁日を検討することになっている。瀬戸内海では海域によって漁獲対象サイズが異なっており、各海域の実情にあった方策を引き続き推進していくことが重要である。

7. 引用文献

- 土井長之・高尾亀次・石岡清英・林 凱夫・吉田俊一 (1978) 6.浮魚類資源解析調査. 昭和 52 年度関西国際空港漁業環境影響調査報告 第三分冊 漁業生物編, 日本水産資源保護協会, 176-198.
- 船越茂雄 (1990) 遠州灘, 伊勢・三河湾およびその周辺海域におけるカタクチイワシの再生産機構に関する研究. 愛知水試研究業績 B 集, **10**, 1-208.
- Funamoto, T., I. Aoki, and Y. Wada (2004) Reproductive characteristics of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. Fish. Res, **70**, 71-81.
- 外間源治 (1995) 瀬戸内海のいわし漁業と機船船びき網経営. 漁業経済論集, **36** (1), 31-44.
- 服部茂昌 (1982) 3. 瀬戸内海におけるカタクチイワシ卵の分布. 水産海洋研究会誌, **41**, 39-44.
- 堀木信男 (1971) シラス漁況 (春シラス) と海況との関係について. 昭和 45 年度和歌山県

- 水産試験場事業報告, 159-163.
- 木下順二・上村泰洋・安田十也 (2021) 令和 2 (2020) 年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価. 令和 2 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-45. <http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202024.pdf>
- Kishida, T. (1986) Feeding habits of Japanese Spanish mackerel in the central and western waters of the Seto Inland Sea. Bull. Nansei Reg. Fish. (20), 73-89.
- 河野悌昌・銭谷 弘 (2008) 1980～2005 年の瀬戸内海におけるカタクチイワシの産卵量分布. 日水誌, **74**, 636-644.
- 落合 明・田中 克 (1986) 「新版 魚類学 (下)」. 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.
- 高尾亀次 (1990) 瀬戸内海におけるカタクチイワシの回遊・産卵. 水産技術と経営, **3**, 9-17.
- 山本昌幸・本田恵二 (2008) 瀬戸内海燧灘東部におけるカタクチイワシ成魚の粗脂肪含量と脂肪酸組成. 香川県水試研報, **9**, 5-9.
- 横田滝雄・古川一郎 (1952) 日向灘イワシ類資源の研究 第Ⅲ報 カタクチイワシの脊椎骨の変異と生長について. 日水誌, **17**, 60-64.

(執筆者：河野悌昌、高橋正知、安田十也、渡邊千夏子、
渡井幹雄、井元順一、木下順二、西嶋翔太)

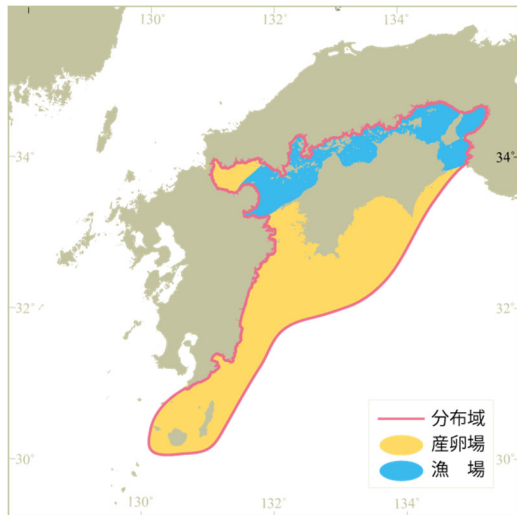


図 1. カタクチイワシ瀬戸内海系群の分布域、産卵場、および漁場

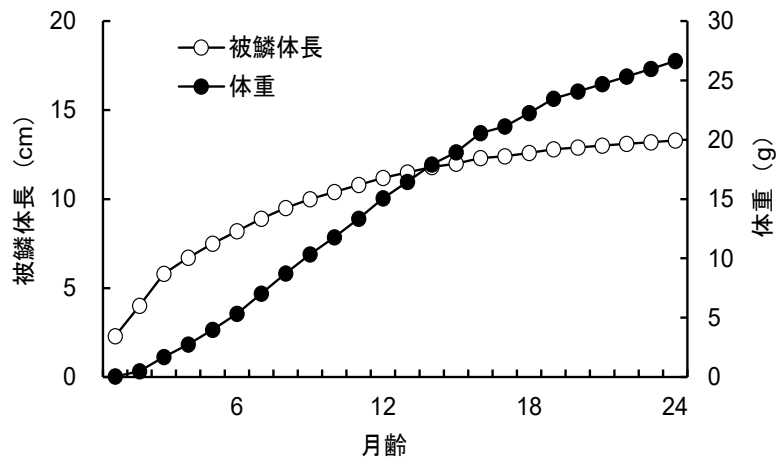


図 2. 月齢と成長

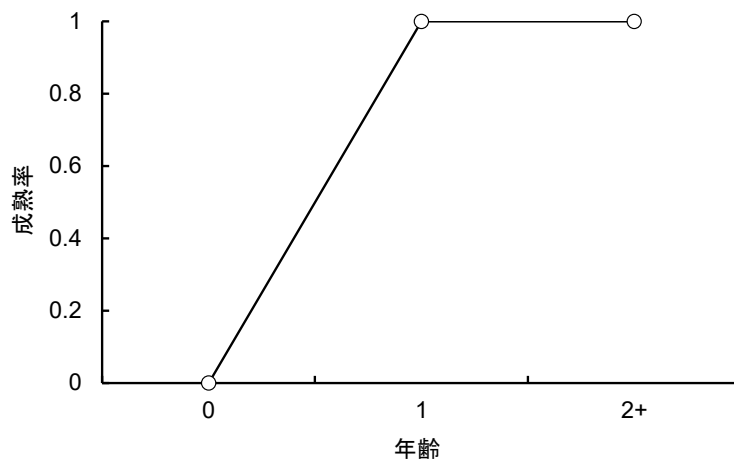


図 3. 年齢と成熟率

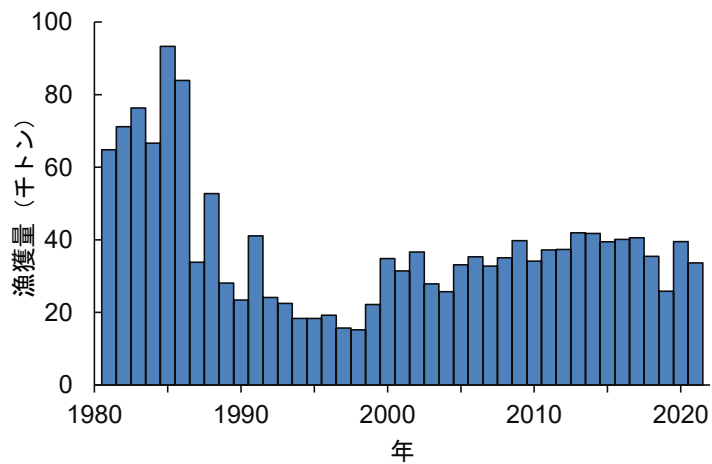


図4. カタクチイワシの漁獲量の推移

漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄からシラス（1・2月齢魚）分を除いた漁獲量である。

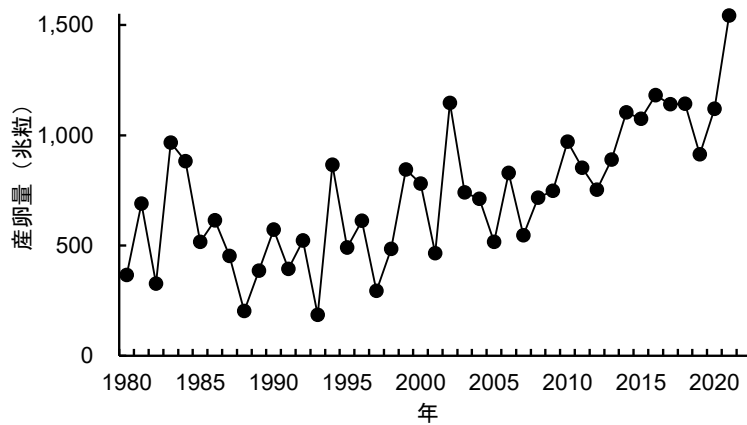


図5. 産卵量の推移

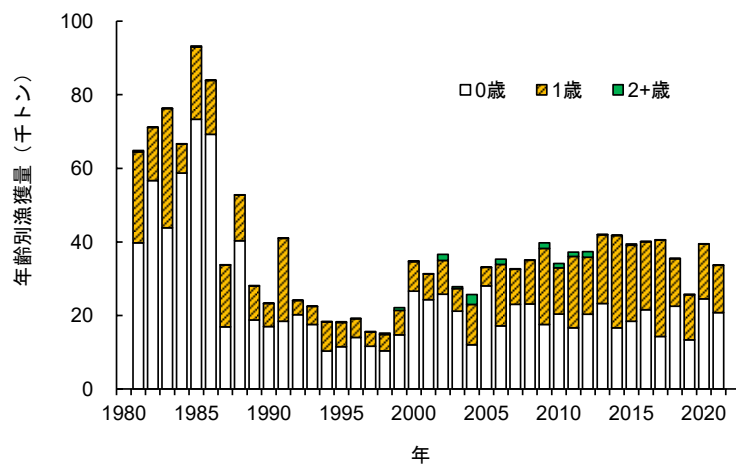


図6. カタクチイワシの年齢別漁獲量の推移

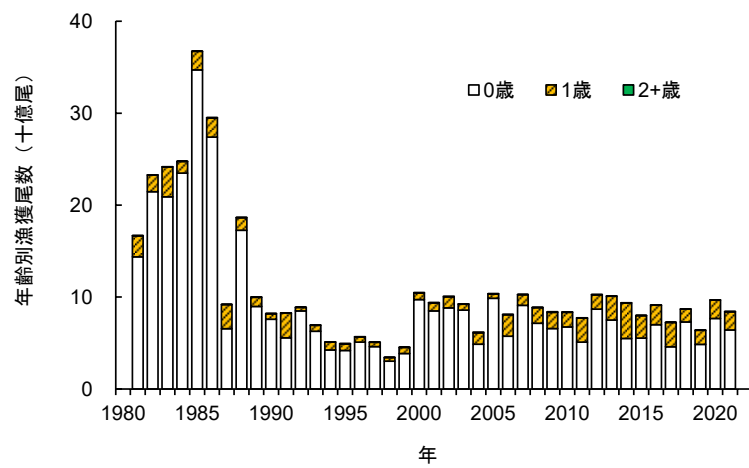


図 7. カタクチイワシの年齢別漁獲尾数の推移

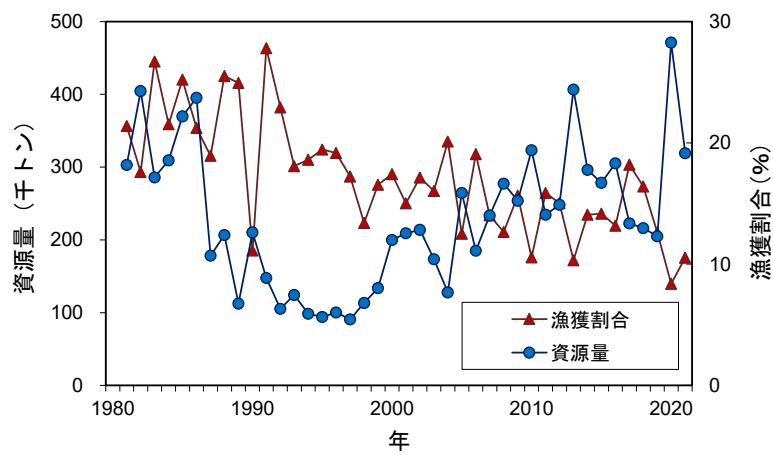


図 8. コホート解析で推定されたカタクチイワシの資源量と漁獲割合の推移

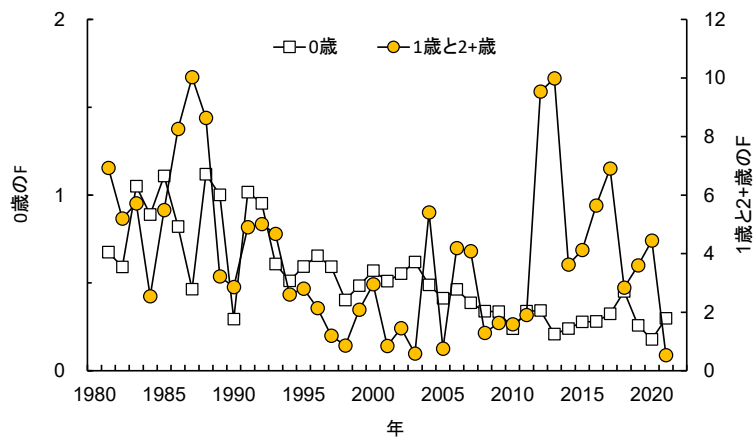


図 9. カタクチイワシの F の推移

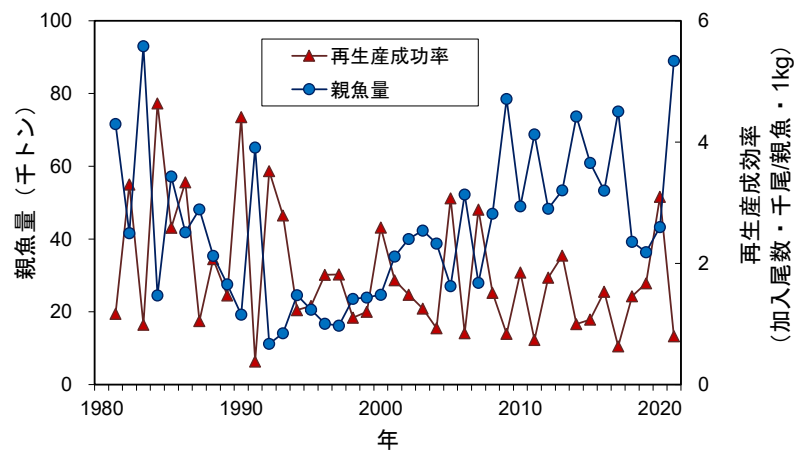


図 10. カタクチイワシの親魚量と再生産成功率の推移

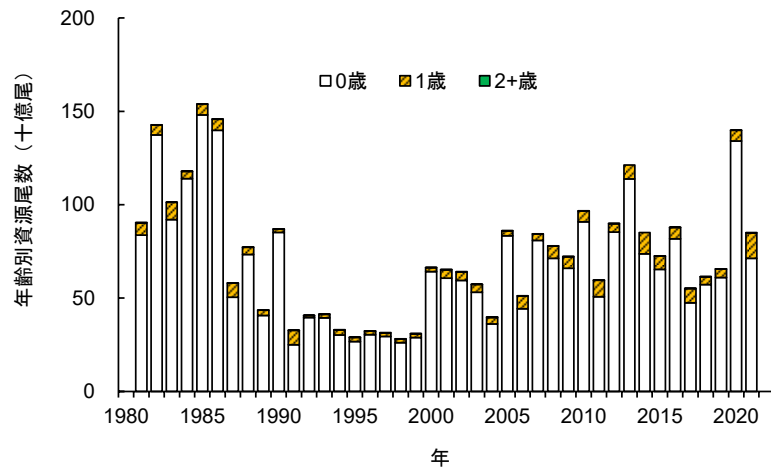


図 11. コホート解析で推定されたカタクチイワシの年齢別資源尾数の推移

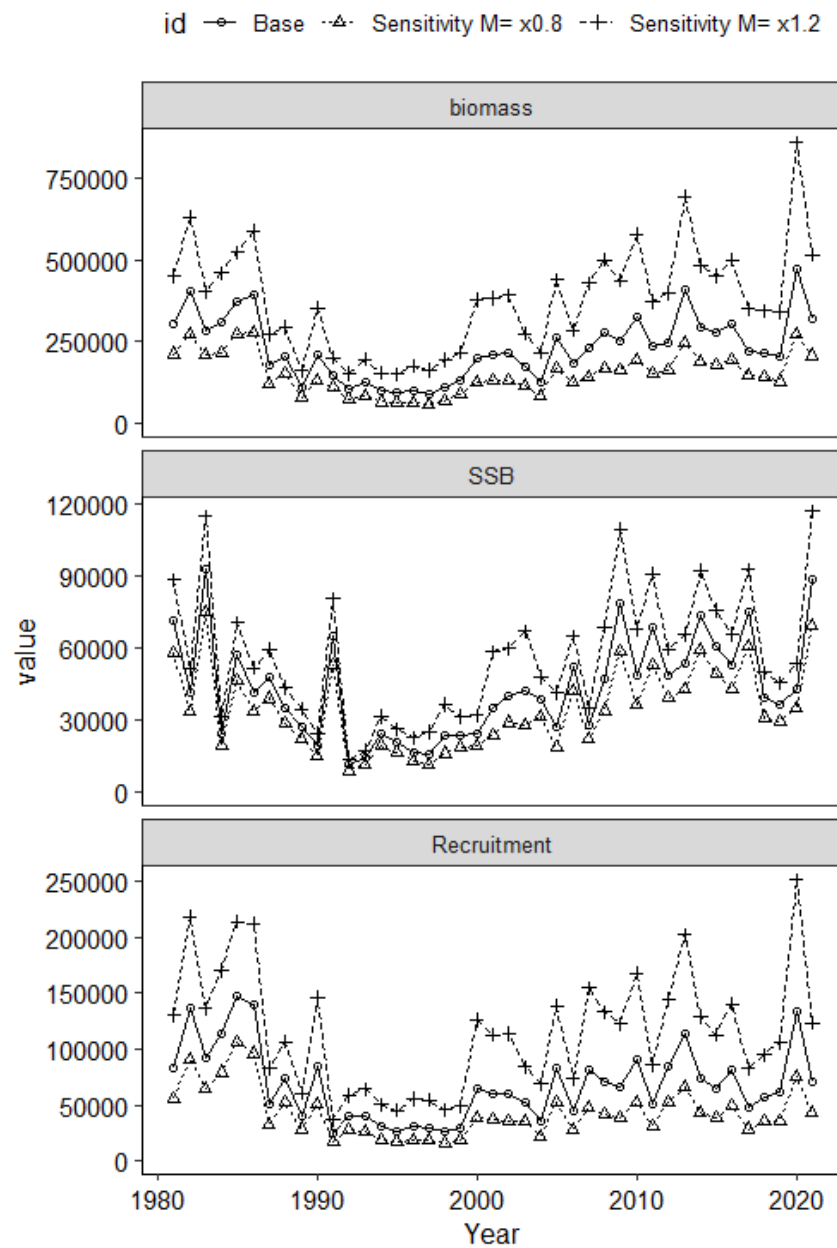


図 12. M の感度解析結果

上段は資源量（トン）、中段は親魚量（トン）、下段は加入量（百万尾）である。

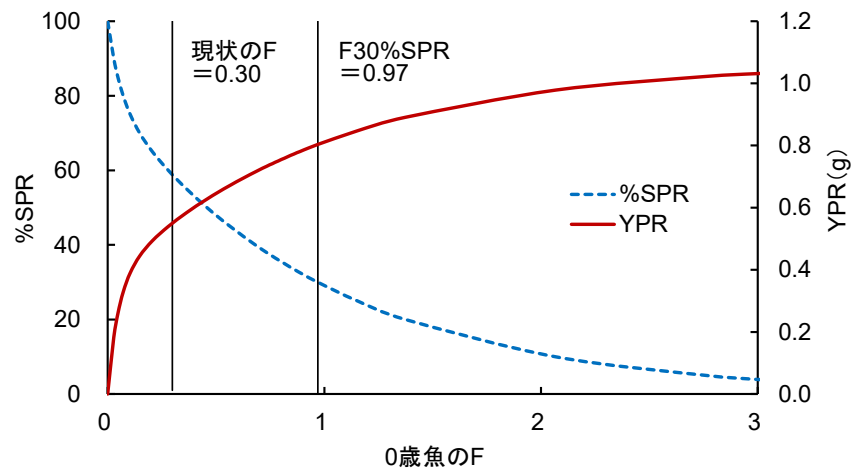


図 13. カタクチイワシの F と %SPR、YPR との関係

表 1. カタクチイワシの漁獲量（トン）の経年変化

年	漁業・養殖業生産統計に おける「かたくちいわし」 銘柄の漁獲量	本資源評価で 扱った漁獲量※
1981	67,532	64,815
1982	76,088	71,150
1983	80,945	76,297
1984	75,012	66,617
1985	99,729	93,295
1986	92,887	83,932
1987	36,004	33,762
1988	57,595	52,729
1989	40,279	28,085
1990	31,548	23,400
1991	42,281	41,084
1992	27,287	24,125
1993	24,929	22,474
1994	20,511	18,331
1995	22,648	18,283
1996	19,802	19,246
1997	20,042	15,625
1998	16,480	15,176
1999	22,696	22,139
2000	36,523	34,831
2001	35,790	31,388
2002	43,066	36,634
2003	33,827	27,823
2004	32,917	25,705
2005	35,895	33,099
2006	41,883	35,298
2007	36,555	32,707
2008	39,316	35,059
2009	44,667	39,749
2010	36,678	34,116
2011	37,993	37,221
2012	39,956	37,336
2013	43,564	41,974
2014	43,740	41,736
2015	41,217	39,450
2016	42,727	40,162
2017	41,210	40,557
2018	37,963	35,476
2019	31,501	25,821
2020	40,760	39,491
2021	36,776	33,647

※漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の漁獲量からシラス（1・2 月齢魚）分を除いた漁獲量。

2021 年は暫定値。

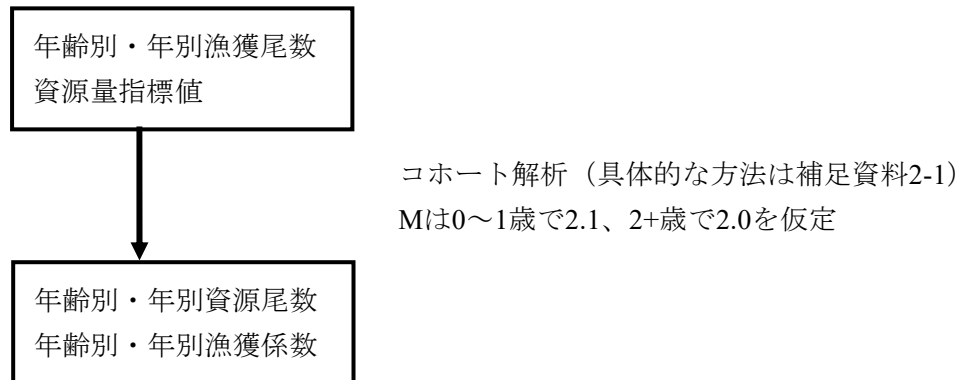
表 2. カタクチイワシの資源解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (十億尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (千尾/kg)	産卵量 (兆粒)
1980							367
1981	65	303	72	84	21	1.2	690
1982	71	404	42	137	18	3.3	328
1983	76	286	93	92	27	1.0	966
1984	67	309	25	114	22	4.6	883
1985	93	370	57	148	25	2.6	516
1986	84	395	42	140	21	3.3	614
1987	34	178	48	51	19	1.0	453
1988	53	207	35	73	26	2.1	203
1989	28	113	28	41	25	1.5	386
1990	23	210	19	85	11	4.4	572
1991	41	148	65	25	28	0.4	394
1992	24	105	11	40	23	3.5	523
1993	22	124	14	39	18	2.8	185
1994	18	99	25	30	19	1.2	866
1995	18	94	21	27	19	1.3	491
1996	19	100	17	30	19	1.8	612
1997	16	91	16	29	17	1.8	294
1998	15	113	24	26	13	1.1	485
1999	22	134	24	29	17	1.2	845
2000	35	200	25	64	17	2.6	780
2001	31	209	35	61	15	1.7	465
2002	37	214	40	59	17	1.5	1,146
2003	28	173	42	53	16	1.3	741
2004	26	128	39	36	20	0.9	711
2005	33	264	27	83	13	3.1	516
2006	35	185	52	44	19	0.8	829
2007	33	233	28	81	14	2.9	546
2008	35	277	47	71	13	1.5	717
2009	40	254	79	66	16	0.8	748
2010	34	323	49	91	11	1.9	970
2011	37	235	69	51	16	0.7	853
2012	37	248	48	85	15	1.8	753
2013	42	407	53	114	10	2.1	889
2014	42	296	74	74	14	1.0	1,103
2015	39	278	61	65	14	1.1	1,075
2016	40	305	53	82	13	1.5	1,182
2017	41	223	75	48	18	0.6	1,140
2018	35	216	39	57	16	1.5	1,142
2019	26	205	36	61	13	1.7	913
2020	39	471	43	134	8	3.1	1,119
2021	34	319	89	71	11	0.8	1,542

漁獲量は、漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の漁獲量からシラス（1・2 月齢魚）分を除いた漁獲量。

補足資料 1 資源評価の流れ

将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述する



補足資料 2

1. 資源計算方法

(1) コホート解析 (VPA)

年齢構成を 0 歳、1 歳、および 2+歳（プラスグループ）とした年齢別・年別漁獲尾数を算出し（補注 1）、VPA によって年齢別・年別資源尾数を推定した（補足資料 3）。資源計算に用いた年齢別の成熟率と M（補注 4）を補足表 2-1 に示した。年齢別・年別体重（補足資料 3）は、年齢別・年別漁獲量を年齢別・年別漁獲尾数で除して求めた。年齢別・年別漁獲量については、月齢別・月別漁獲尾数と月齢別平均体重から求めた（補注 1）。

補足表 2-1. 資源計算に用いた年齢別の成熟率と M

年齢	成熟率	M
0歳	0.0	2.1
1歳	1.0	2.1
2+歳	1.0	2.0

年齢別・年別資源尾数の計算には以下の Pope（1972）の近似式を用いた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^{M_a} + C_{a,y}e^{\frac{M_a}{2}}$$

ここで $N_{a,y}$ は a 歳魚（a=0 歳）の y 年の資源尾数、 $C_{a,y}$ は a 歳魚（a=0 歳）の y 年の漁獲尾数、 M_a は a 歳魚（a=0 歳）の自然死亡係数である。最高齢グループの計算については平松（1999）の方法を用い、1 歳魚と 2+歳魚にかかる漁獲係数は同じであると仮定した。1 歳魚 y 年の資源尾数 $N_{1,y}$ と 2+月齢魚 y 年の資源尾数 $N_{2+,y}$ については以下の式により計算した（平松 2000）。

$$N_{1,y} = \frac{C_{1,y}}{C_{2+,y} + C_{1,y}} N_{2+,y+1} e^{M_1} + C_{1,y} e^{\frac{M_1}{2}}$$

$$N_{2+,y} = \frac{C_{2+,y}}{C_{2+,y} + C_{1,y}} N_{2+,y+1} e^{M_{2+}} + C_{2+,y} e^{\frac{M_{2+}}{2}}$$

a 歳魚（0～2+歳）の y 年の漁獲係数である $F_{a,y}$ は以下の式により計算した。

$$F_{a,y} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{a,y} e^{\frac{M_a}{2}}}{N_{a,y}} \right\}$$

最近年（t 年）の a 歳魚（0～2+）の資源尾数 $N_{a,t}$ については以下の式により計算した。

$$N_{a,t} = C_{a,t} e^{\frac{M_a}{2}} \frac{1}{1 - e^{-F_{a,t}}}$$

ここで $C_{a,t}$ は a 歳魚（0～2+歳）の最近年の漁獲尾数である。 $F_{a,t}$ は a 歳魚（0～2+歳）の最近年の漁獲係数であり、 $F_{a,t}$ を推定することによって、過去に遡って年齢別・年別資源尾数を計算できる。

(2) チューニング VPA による $F_{a,t}$ の推定

チューニング VPA により $F_{a,t}$ を推定した。瀬戸内海全域における年間の産卵量（図 8、表 2）を親魚量の指標値とし、残差平方和（RSS）は下式により計算した。

$$\sum \{ \ln S - \ln(q \times B) \}^2$$

ここで S は産卵量、 q は比例定数、 B は親魚量である。 q については n をデータ年数として、以下の式により求めた。

$$q = \exp \left\{ \frac{\sum (\ln S - \ln B)}{n} \right\}$$

産卵量については、利用可能な最近年から過去 41 年間（1981～2021 年）のデータを用いた。本系群では 1 歳魚以上が成熟すると仮定していることから、0 歳魚の $F_{0,t}$ については産卵量によるチューニングに含めず、最近年を除いた過去の平均値とした。 $F_{0,t}$ の平均をとる期間については以下の 4 通りの場合を検討した。

- ・最近年を除いた過去 3 年間：2018～2020 年
- ・最近年を除いた過去 5 年間：2016～2020 年
- ・最近年を除いた過去 7 年間：2014～2020 年
- ・最近年を除いた過去 10 年間：2011～2020 年

以上 4 通りの試行によって求めた推定結果に対してレトロスペクティブ解析を行い、レトロスペクティブバイアス（Mohn 1999：Mohn's rho によって評価される、以下、Mohn's rho を ρ とする）が最小となる $F_{0,t}$ の平均期間を選択した。レトロスペクティブ解析の期間については 10 年間とした。

また最近年の F を安定させるためにリッジ VPA を適用した（Okamura et al., 2017）。リッジ VPA は、RSS にペナルティ項を加えた関数を最小化することでターミナル F を求める手法である。本資源評価でのチューニングにおいては、 λ ($0 \leq \lambda \leq 1$) を任意に変化させつつ、以下を最小化する最近年の 1 歳魚の F である $F_{1,t}$ ($=F_{2+,t}$) を探索的に求めた。

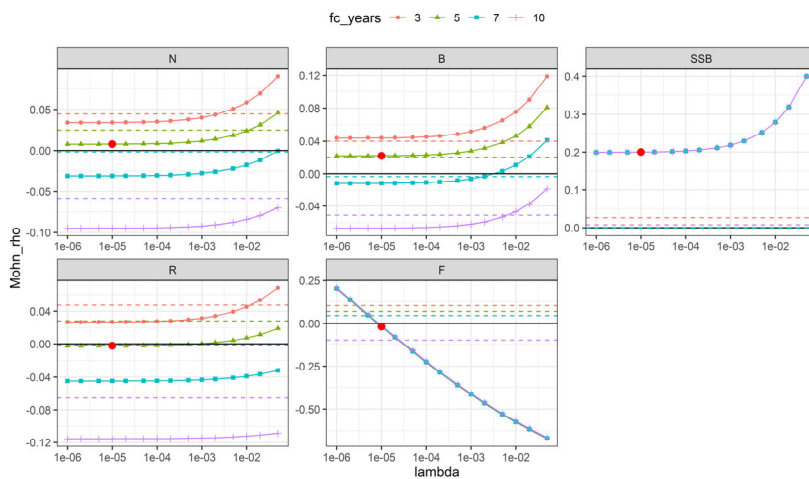
$$(1 - \lambda) \times RSS + \lambda \times (F_{1,t})^2$$

ここで λ はリッジ回帰におけるペナルティの大きさを表す。

レトロスペクティブ解析の結果を補足図 2-1 に示した。 $F_{0,t}$ の平均をとる期間は親魚量と漁獲係数の ρ には影響しないが、加入量を通して資源尾数や資源量の ρ には影響を及ぼす。その中で、直接影響を及ぼす加入量の ρ については、推定された λ (0.00001) の下、平均期間を 5 年とした場合に、最も 0 に近かったことから、 $F_{0,t}$ の平均期間は 5 年とすることとした。

今回の結果では λ の推定値が極めて小さいため、VPA の推定値はリッジ VPA を適用しないチューニング VPA とほぼ同じ値となった。しかしながら、リッジ VPA を適用した場合の漁獲係数の ρ は適用しない場合と比較して小さくなった（補足図 2-1）。このため、今年度の資源評価における最近年の推定値に対してリッジ VPA を適用した効果はほとんどないものの、今後データが蓄積されていく中で、年によっては F が不安定な値となる可能性を考慮し、本年度の資源評価においてリッジ VPA を導入することとした。

なお、リッジ VPA のレトロスペクティブ解析の結果において、近年の親魚量には過大評価の傾向が認められることなどについては留意が必要である。



tuned VPA with ridge penalty



tuned VPA without ridge penalty



補足図 2-1. レトロスペクティブ解析の結果

上段： $F_{0,t}$ の平均をとる期間別（3年、5年、7年および10年）の λ と ρ の関係
 N は資源尾数、 B は資源量、 SSB は親魚量、 R は加入量、 F は1歳魚の漁獲係数（ $=2+$ 歳魚の漁獲係数）、赤丸は推定された λ （0.00001）、点線はチューニングをしない場合の ρ である。なおチューニングをしない場合、最近年の2+歳魚の漁獲係数 $F_{2+,t}$ と $F_{1,t}$ が等しくなる値を探索的に求めて資源量推定を行った。

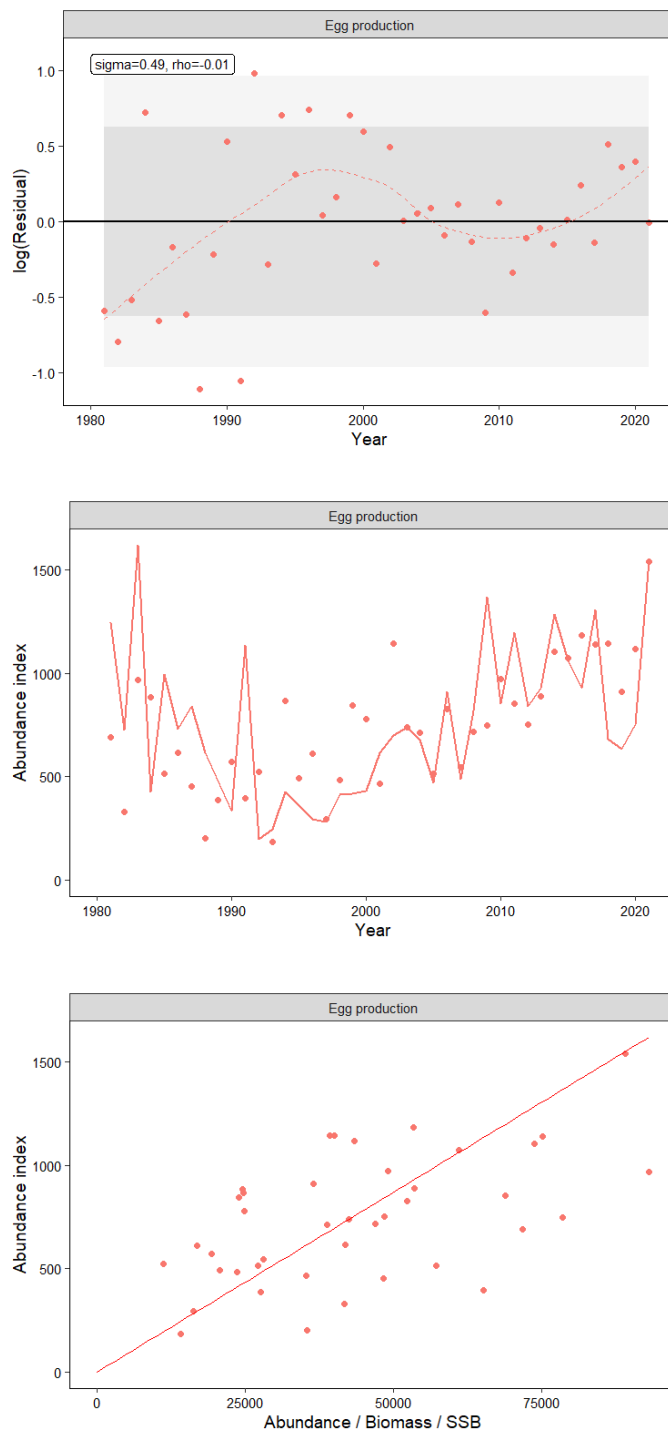
中段：リッジVPAを適用した場合（ $\lambda=0.00001$ 、かつ $F_{0,t}$ の平均期間5年）

下段：リッジVPAを適用しなかった場合（ $F_{0,t}$ の平均期間5年）

(3) モデル診断

本報告では、最近年から過去 41 年間（1981～2021 年）の産卵量を親魚量の指標としたチューニング VPA を行った。チューニングの適用の妥当性を検討するため、「資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針（令和 4 年度）FRA-SA2022-ABCWG02-03」に従い、モデル診断を行った。

指標値の観測値と予測値との関係を補足図 2-2 に示した。残差プロットをみると、1980 年代から 1990 年代前半にかけて残差が大きいが、2000 年代以降は残差が小さくなる傾向がみられた。また 1988 年と 1991 年に観測値の 95% 区間（ 1.96σ ）から外れる値が観察されるとともに、1980 年代には負の残差傾向、1990 年代には正の残差傾向が観察された。しかしながら 1 次の自己相関係数 ρ は小さく、かつ有意でなかった。したがって個々の残差はある程度独立し、またばらつきが等しく、残差の独立と等分散の仮定が満たされていると判断した。



補足図 2-2. 資源量指標値と予測値の関係

上段：資源量指標値と予測値の対数残差の時系列プロット

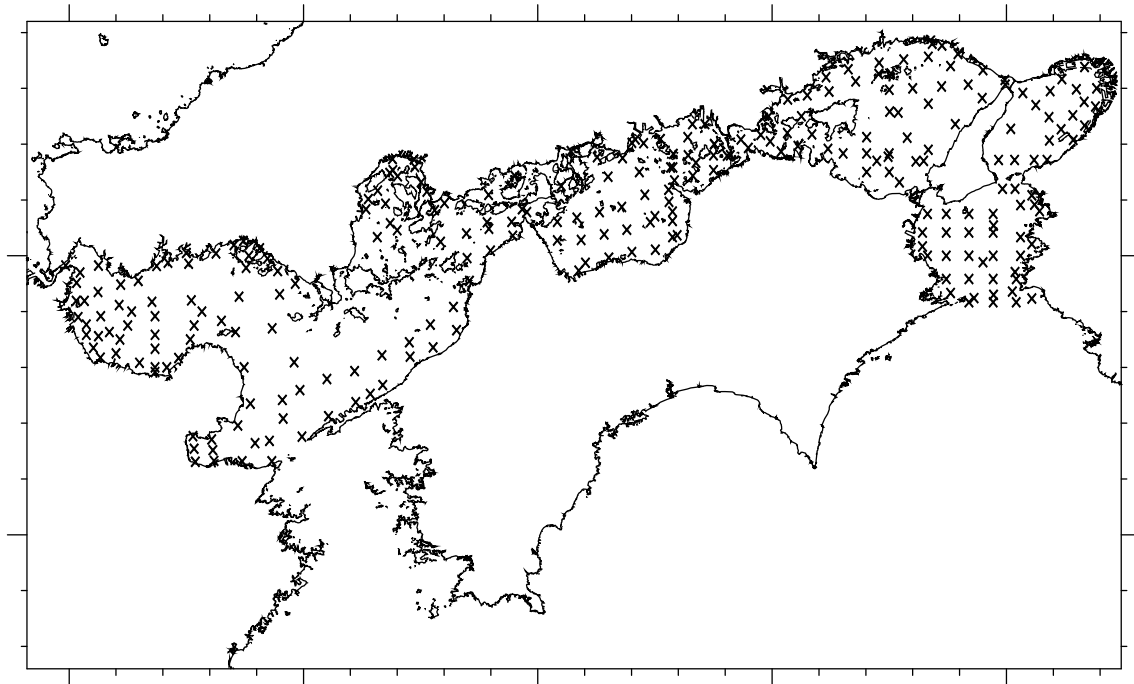
中段：指標値の観測値（点）と予測値（線）の時系列プロット

下段：資源量指標値と予測値の関係

上段の σ は観測誤差、 ρ は残差の 1 次の自己相関係数、濃い灰色の範囲は観測値の 80% 区間 (1.28σ)、薄い灰色の範囲は 95% 区間 (1.96σ)。

2. 産卵量

各府県水産試験研究機関（和歌山県～大分県の 11 府県）により実施されている丸特 B ネット、および改良型 NORPAC ネットの鉛直曳きによる卵稚仔調査は産卵期をほぼ網羅するように計画されている。1980 年以降に紀伊水道から周防灘で行われた本調査の結果を用い、河野・銭谷（2008）に基づいて月別産卵量を算出し、各年 1～12 月の値を合計して各年の産卵量を推定した。平均孵化日数については服部（1983）の式に従った。卵期の平均生存率については銭谷ほか（1995）の報告中の渡部（未発表）の値 0.6 を用いた。調査点の配置図を以下に示す（補足図 2-3）。期間中の曳網回数は平均 2,462 回／年であり、1,940～2,909 回／年の範囲であった。



補足図 2-3. 瀬戸内海の卵稚仔調査における調査点（×）の配置図

3. SPR

SPR の計算には次式を用いた。

$$SPR = \sum_{a=0}^{2+} fr_a \times N_a \times W_a \times \frac{1}{N_0}$$

ここで fr_a は a 歳齢魚の成熟率、 N_a は a 歳齢魚の資源尾数、 W_a は a 歳齢魚の平均体重 (g) である（補足表 2-2）。

補足表 2-2. SPR と YPR の計算に用いた年齢別の体重

年齢	体重 (g)
0歳	3.0
1歳	8.7
2+歳	18.8

最近年を除く直近 5 年間 (2016～2020 年) の平均値。

4. YPR

YPR の計算には次式を用いた。

$$YPR = \sum_{a=0}^{2+} N_a \times e^{-\frac{M_a}{2}} \times (1 - e^{-F_a}) \times W_a \times \frac{1}{N_0}$$

引用文献

- Chen, S. and S. Watanabe (1989) Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 205-208.
- 土井長之・高尾亀次・石岡清英・林 凱夫・吉田俊一 (1978) 6.浮魚類資源解析調査. 昭和 52 年度関西国際空港漁業環境影響調査報告 第三分冊 漁業生物編, 日本水産資源保護協会, 176-198.
- Fukuhara, O. and K. Takao (1988) Growth and larval behaviour of *Engraulis japonica* in captivity. *J. Appl. Ichthyol.*, **4**, 158-167.
- 服部茂昌 (1983) カタクチイワシ卵の発育速度と温度との関係. 第 15 回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 59-64.
- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 20, 9-28.
- 平松一彦 (2000) VPA. 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書—資源評価教科書—, 104-127.
- 河野悌昌・高橋正知 (2022) 令和 3 (2021) 年度カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-127. <http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202125.pdf>
- 河野悌昌・銭谷 弘 (2008) 1980～2005 年の瀬戸内海におけるカタクチイワシの産卵量分布. 日水誌, **74**, 636-644.
- Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 473-488.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. *ICES J. Mar. Sci.*, **74**, 2427-2436.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Alt. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.

田中昌一 (1985)「水産資源学総論」．恒星社厚生閣，東京，381 pp.

銭谷 弘・石田 実・小西芳信・後藤常夫・渡邊良朗・木村 量 (編)(1995) 日本周辺水域におけるマイワシ，カタクチイワシ，サバ類，ウルメイワシ，およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況：1991 年 1 月～1993 年 12 月．水産庁研究所資源管理研究報告シリーズ A-1, 368 pp.

補注 1. 月齢別・月別漁獲尾数については、令和 3 年度までの本系群の資源評価で使用していた方法を基本とした（河野・高橋 2022）。漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の漁獲量、瀬戸内海の海域別漁獲量、各海域の主要漁協における月別漁獲量、月別体長組成と体長－体重関係式から求めた。各海域の月齢別・月別漁獲尾数を合計し、瀬戸内海全体における本種の月齢別・月別漁獲尾数とした。各海域については瀬戸内海東部、燧灘、安芸灘、伊予灘、周防灘の 5 つに分けて集計した。

月齢別・月別漁獲尾数を推定する際のパラメータとして、成長式については以下の式（土井ほか 1978）を用いた。ただし 2 月齢以下の体長については Fukuhara and Takao（1988）から値を読み取った。

$$La = 140.1 - 117.8e^{-0.1189a}$$

ここで a は月齢、 La は a 月齢魚の体長（mm）である。平均的な全長－体重関係式については以下を用いた。

$$\begin{aligned} BW &= 5.811 \times 10^{-7} TL^{3.523} \quad (TL \text{ 40 mm 未満; } R^2=0.908, N=496) \\ BW &= 1.013 \times 10^{-6} TL^{3.396} \quad (TL \text{ 40 mm 以上; } R^2=0.977, N=31,902) \end{aligned} \quad (1)$$

ここで BW は体重（g）、 TL は全長（mm）である。なお（1）式を体長 L （mm）で表すと以下のとおりとなる。

$$BW = 2.379 \times 10^{-6} L^{3.319} \quad (R^2 = 0.977, N = 31,902)$$

成長式と読み取り値から求めた各月齢の体長範囲、平均体重を補足表 2-3 に示した。また、体長組成から月齢組成への変換は切断法（田中 1985）によった。さらに、参考までに月齢別成熟率と Chen and Watanabe（1989）の方法により計算した月齢別の M についても補足表 2-3 に示した。

カタクチイワシの年齢別・年別漁獲尾数は、推定した月齢別・月別漁獲尾数からシラス（1・2 月齢魚）を取り除いた後に、年齢別・年別に集計して求めた（補足表 2-4）。年齢別・年別漁獲尾数への集計では、1 月 1 日を起点とし、0 歳、1 歳、および 2+歳の年齢構成とした。また年齢別・年別漁獲量については、月齢別・月別漁獲尾数に月齢別平均体重（補足表 2-3）を乗じて月齢別・月別漁獲量を求め、年齢別・年別漁獲尾数と同様の方法で年齢別・年別に集計して求めた。なお年齢起算日を 1 月 1 日とした理由については、生活史と漁獲の季節性による。すなわち、ほぼ周年にわたって産卵、加入、漁獲が行われるものの、冬季にはそれらの量が少なく、年周期の区切りとして考えやすいこと、および漁獲統計の集計が 1～12 月区切りであり、計算上でも都合がよいこと、また今後の管理を考える上では、他の系群とあわせることが望ましいことによるものである。

補足表 2-3. 各月齢の被鱗（標準）体長、平均体重、成熟率と M

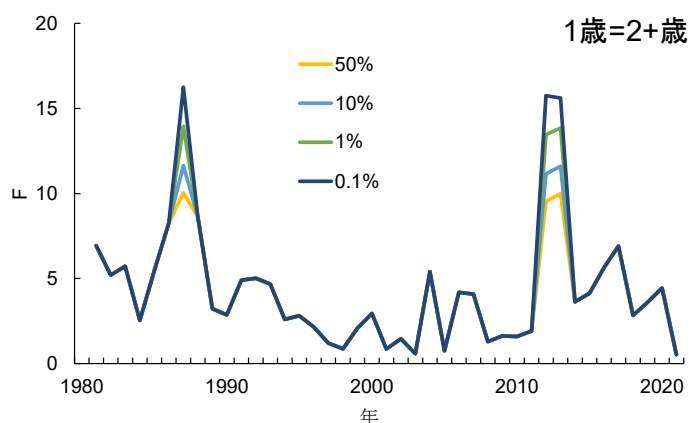
月 齢	標準体長 もしくは 被鱗体長 (cm)	平均体重 (g)	成熟率	M
1	1.3 — 2.9	0.064	0.00	0.469
2	3.0 — 4.4	0.494	0.00	0.353
3	4.5 — 6.1	1.696	0.00	0.289
4	6.2 — 7.0	2.737	0.00	0.249
5	7.1 — 7.8	3.979	0.55	0.222
6	7.9 — 8.5	5.351	0.80	0.202
7	8.6 — 9.1	7.023	0.95	0.187
8	9.2 — 9.6	8.721	1.00	0.176
9	9.7 — 10.1	10.339	1.00	0.167
10	10.2 — 10.5	11.776	1.00	0.167
11	10.6 — 10.9	13.348	1.00	0.167
12	11.0 — 11.2	15.060	1.00	0.167
13	11.3 — 11.5	16.441	1.00	0.167
14	11.6 — 11.8	17.908	1.00	0.167
15	11.9 — 12.0	18.936	1.00	0.167
16	12.1 — 12.3	20.553	1.00	0.167
17	12.4 — 12.4	21.113	1.00	0.167
18	12.5 — 12.6	22.264	1.00	0.167
19	12.7 — 12.8	23.459	1.00	0.167
20	12.9 — 12.9	24.073	1.00	0.167
21	13.0 — 13.0	24.698	1.00	0.167
22	13.1 — 13.1	25.334	1.00	0.167
23	13.2 — 13.2	25.982	1.00	0.167
24	13.3 — 13.3	26.641	1.00	0.167
25	13.4 —	27.311	1.00	0.167

補足表 2-4. 月齢別・月別漁獲物のマトリクスと年齢の関係

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1月 齢												
2月 齢												
3月 齢	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4月 齢	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5月 齢	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6月 齢	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7月 齢	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
8月 齢	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
9月 齢	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
10月 齢	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
11月 齢	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
12月 齢	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13月 齢	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14月 齢	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15月 齢	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16月 齢	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
17月 齢	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
18月 齢	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
19月 齢	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
20月 齢	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
21月 齢	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
22月 齢	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
23月 齢	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
24月 齢	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
25月 齢	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

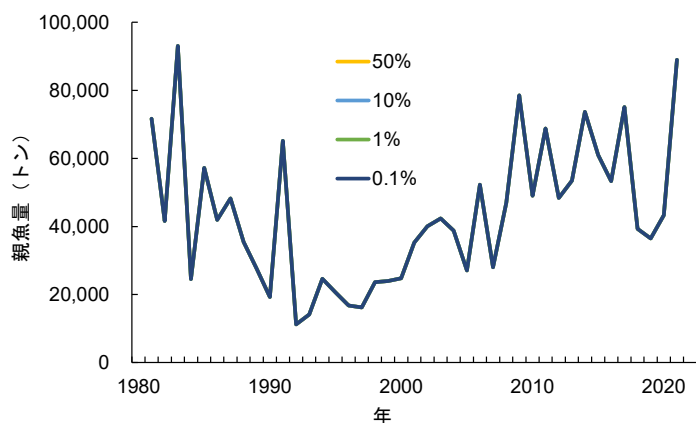
数値は年齢を表す。

補注 2. 年齢別・年別漁獲尾数を集計した結果、1988 年、2013 年および 2014 年には 2 歳魚以上の漁獲尾数が 0 となった。VPA 計算を実現させるため、これは「実際には存在し漁獲もされたものの、標本としては計測されなかった」ものとみなし、過去に最も少なかった 2+歳の漁獲尾数（1989 年 3 万尾）の 50%の値（1.5 万尾）を、これらの年の 2+歳の漁獲尾数として便宜的に使用した。ここで、仮定する年齢別・年別漁獲尾数の値の影響を検討するため、50%の値（1.5 万尾）の代わりに過去最小値の 10%（3,000 尾）、1%（300 尾）、0.1%（30 尾）を使用した場合の VPA による推定値の比較を行った。その結果、代入する 2+歳の漁獲尾数が小さいほど 1 歳魚 $F (=2+歳魚 F)$ は大きくなった（補足図 2-4）。一方、親魚量、加入量および資源尾数などの、 F 以外の推定値の変化は極めて小さかった（補足図 2-5～2-7）。例えば、親魚量に関する変化は過去最小値の 50%の値として計算した場合の最大で 0.007%、加入量や資源尾数に関する変化も最大で 0.005%であった。なお、2+歳魚の漁獲尾数が 0 であるところに値を代入したことによって漁獲量は若干増加したが、過去最小値の 50%を使用することによる漁獲量の増加は 0.0005～0.0009%（289kg～376kg）であった。

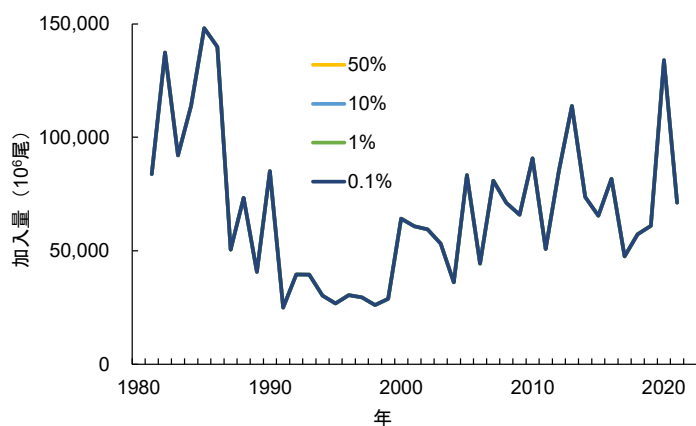


補足図 2-4. 便宜的に代入した 2+歳魚の漁獲尾数の違いによる 1 歳魚の $F (=2+歳魚の F)$ の変化

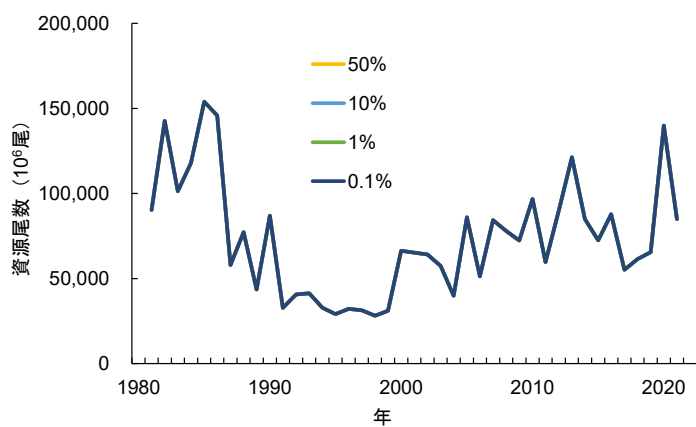
50～0.1%：過去最低の 2+歳漁獲尾数に対する代入した漁獲尾数の割合



補足図 2-5. 便宜的に代入した 2+歳魚の漁獲尾数の違いによる親魚量の変化
50～0.1%：過去最低の 2+歳漁獲尾数に対する代入した漁獲尾数の割合

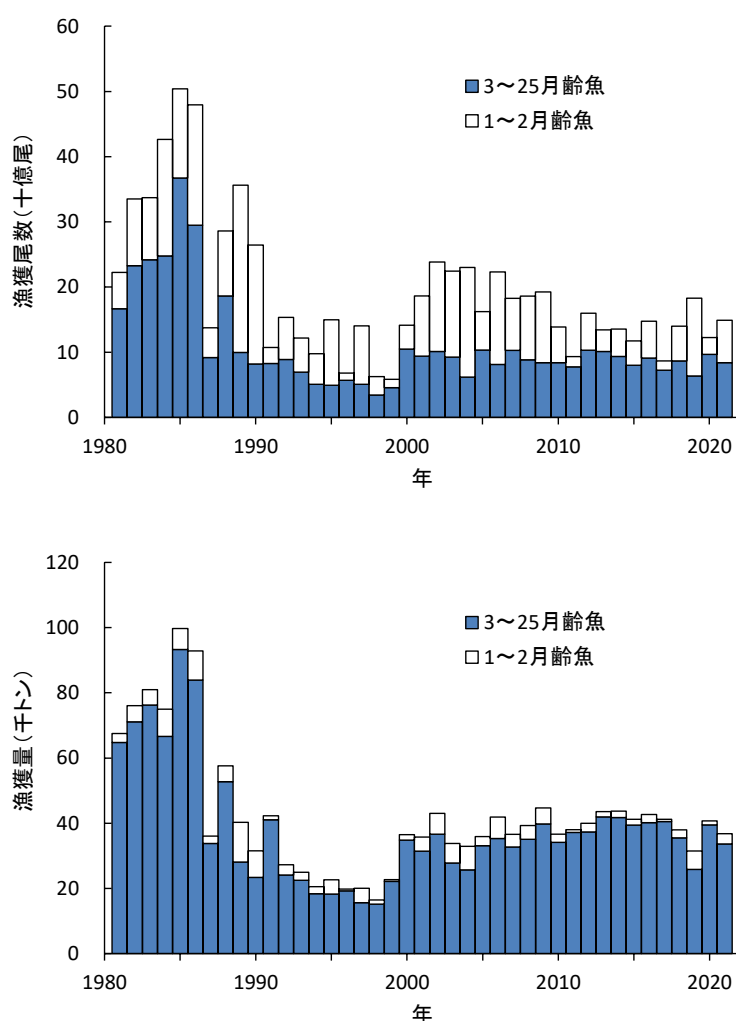


補足図 2-6. 便宜的に代入した 2+歳魚の漁獲尾数の違いによる加入量の変化
50～0.1%：過去最低の 2+歳漁獲尾数に対する代入した漁獲尾数の割合



補足図 2-7. 便宜的に代入した 2+歳魚の漁獲尾数の違いによる資源尾数の変化
50～0.1%：過去最低の 2+歳漁獲尾数に対する代入した漁獲尾数の割合

補注 3. 月齢別・月別漁獲尾数の算出に、漁業・養殖業生産統計における「しらす」銘柄の漁獲量は含めない。しかし、瀬戸内海の本種はシラスとして加入した後、成長とともに連続的に漁獲されるため、「しらす」銘柄から「かたくちいわし」銘柄にまたがるような漁獲物組成となる場合がある。このため、漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄に割り振られた標本に基づく同銘柄の月齢別・月別漁獲尾数にもシラス（1・2月齢魚）と同等の体サイズの個体が含まれた。そこで、これらについては「しらす」銘柄と同じ扱いとし、資源量推定などの本系群の資源評価には含めないこととした。参考として、資源評価において使用した漁業・養殖業生産統計における「かたくちいわし」銘柄の月齢組成と、同銘柄に占める1・2月齢魚の割合を補足図 2-8 と補足表 2-5 に示す。なお、年や海域における漁獲量と漁獲物組成の違いによって1・2月齢魚が含まれる割合が異なる。



補足図 2-8. 漁業・養殖業生産統計の「かたくちいわし」銘柄の月齢組成
上段は漁獲尾数、下段は漁獲量である。

補足表 2-5. 漁業・養殖業生産統計の「かたくちいわし」銘柄に占める1・2月齢魚の割合

年	漁獲尾数割合	漁獲量割合
1981	0.25	0.04
1982	0.31	0.06
1983	0.28	0.06
1984	0.42	0.11
1985	0.27	0.06
1986	0.38	0.10
1987	0.33	0.06
1988	0.35	0.08
1989	0.72	0.30
1990	0.69	0.26
1991	0.23	0.03
1992	0.42	0.12
1993	0.43	0.10
1994	0.48	0.11
1995	0.67	0.19
1996	0.17	0.03
1997	0.64	0.22
1998	0.45	0.08
1999	0.22	0.02
2000	0.26	0.05
2001	0.50	0.12
2002	0.58	0.15
2003	0.59	0.18
2004	0.73	0.22
2005	0.36	0.08
2006	0.64	0.16
2007	0.44	0.11
2008	0.52	0.11
2009	0.56	0.11
2010	0.40	0.07
2011	0.17	0.02
2012	0.36	0.07
2013	0.25	0.04
2014	0.31	0.05
2015	0.32	0.04
2016	0.38	0.06
2017	0.16	0.02
2018	0.38	0.07
2019	0.65	0.18
2020	0.21	0.03
2021	0.43	0.09
平均	0.41	0.10
最小	0.16	0.02
最大	0.73	0.30

補注 4. 年齢別の M については、本系群の令和 3 年度までの資源評価で用いていた月齢別の M (補足表 2-3) をもとに求めた (補足表 2-6)。月齢別・月別 M のマトリクスを以下に示す。緑色が 0 歳、水色が 1 歳、朱色は 2+歳に該当する。各月における各年齢の平均値を求め、1～12 月までの値を合計して各年齢の M とした。この方法により、0 歳の M は 2.1、1 歳の M は 2.1、2+歳の M は 2.0 とした。

補足表 2-6. 月齢別・月別 M のマトリクスと年齢別 M の計算

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1月齢												
2月齢												
3月齢	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289
4月齢	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249
5月齢	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222
6月齢	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202
7月齢	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187	0.187
8月齢	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176	0.176
9月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
10月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
11月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
12月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
13月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
14月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
15月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
16月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
17月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
18月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
19月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
20月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
21月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
22月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
23月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
24月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
25月齢	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1～12月 合計
0歳				0.289	0.269	0.253	0.241	0.230	0.221	0.213	0.207	0.203	2.1
1歳	0.199	0.196	0.194	0.184	0.177	0.172	0.169	0.168	0.167	0.167	0.167	0.167	2.1
2+歳	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	0.167	2.0

引用文献

Chen, S. and S. Watanabe (1989) Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Nip

補足資料3 コホート解析結果の詳細

漁獲量(トン)	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	39,743	56,656	43,845	58,695	73,338	69,268	16,892	40,342	18,814	17,031	18,443	20,221	17,570
	1	24,712	14,486	32,424	7,887	19,582	14,636	16,869	12,387	9,270	6,245	22,522	3,848	4,896
	2+	361	7	28	35	375	29	2	0	0	123	120	57	8
	合計	64,815	71,150	76,297	66,617	93,295	83,932	33,762	52,729	28,085	23,400	41,084	24,125	22,474
漁獲尾数(百万尾)	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	14,374	21,459	20,920	23,485	34,728	27,404	6,560	17,273	8,999	7,588	5,569	8,500	6,292
	1	2,295	1,818	3,250	1,270	1,999	2,093	2,637	1,361	985	603	2,698	384	648
	2+	16	0	1	1	14	1	0	0	0	5	5	3	0
	合計	16,685	23,277	24,172	24,756	36,741	29,497	9,197	18,634	9,984	8,196	8,272	8,887	6,940
自然死亡係数	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	2+	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
資源尾数(百万尾)	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	83,726	137,415	91,964	113,954	148,085	139,841	50,501	73,301	40,646	85,123	24,938	39,549	39,460
	1	6,564	5,223	9,318	3,941	5,736	5,981	7,535	3,889	2,932	1,828	7,769	1,105	1,868
	2+	44	1	4	4	38	3	0	0	0	14	13	7	1
	合計	90,334	142,638	101,285	117,899	153,859	145,825	58,036	77,190	43,578	86,966	32,719	40,661	41,330
漁獲係数	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	0.67	0.59	1.05	0.89	1.11	0.82	0.46	1.12	1.00	0.29	1.02	0.95	0.61
	1	6.93	5.20	5.72	2.54	5.49	8.26	10.03	8.64	3.23	2.86	4.91	5.01	4.68
	2+	6.93	5.20	5.72	2.54	5.49	8.26	10.03	8.64	3.23	2.86	4.91	5.01	4.68
平均体重(g)	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	2.8	2.6	2.1	2.5	2.1	2.5	2.6	2.3	2.1	2.2	3.3	2.4	2.8
	1	10.8	8.0	10.0	6.2	9.8	7.0	6.4	9.1	9.4	10.4	8.3	10.0	7.6
	2+	22.5	24.6	21.8	27.3	26.9	27.0	22.2	19.3	16.4	24.9	25.4	22.0	23.9
資源量(トン)	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	231,490	362,799	192,741	284,805	312,726	353,472	130,043	171,200	84,981	191,054	82,585	94,080	110,197
	1	70,687	41,625	92,961	24,465	56,191	41,834	48,207	35,403	27,588	18,929	64,839	11,070	14,123
	2+	981	20	77	102	1,025	79	4	1	1	355	328	155	22
	合計	303,157	404,444	285,778	309,373	369,942	395,385	178,254	206,603	112,570	210,338	147,751	105,304	124,341
成熟率	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2+	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
親魚量(トン)	年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	70,687	41,625	92,961	24,465	56,191	41,834	48,207	35,403	27,588	18,929	64,839	11,070	14,123
	2+	981	20	77	102	1,025	79	4	1	1	355	328	155	22
	合計	71,668	41,645	93,038	24,568	57,216	41,913	48,211	35,404	27,589	19,285	65,166	11,225	14,144

補足資料3 コホート解析結果の詳細（続き）

漁獲量(トン)	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		10,355	11,498	14,061	11,652	10,383	14,752	26,612	24,322	25,797	21,180	12,055	28,082	17,211
1		7,959	6,581	5,049	3,807	4,432	6,614	8,008	6,994	9,188	6,092	10,952	5,006	16,655
2+		17	205	136	166	361	773	211	73	1,649	552	2,698	11	1,432
合計		18,331	18,283	19,246	15,625	15,176	22,139	34,831	31,388	36,634	27,823	25,705	33,099	35,298

漁獲尾数(百万尾)	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		4,239	4,192	5,112	4,606	3,021	3,870	9,740	8,492	8,832	8,588	4,888	9,862	5,749
1		852	731	559	473	403	654	720	891	1,196	653	1,221	501	2,328
2+		1	8	5	7	16	35	12	3	67	23	108	0	57
合計		5,092	4,930	5,677	5,086	3,439	4,559	10,472	9,386	10,094	9,263	6,216	10,364	8,134

自然死亡係数	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
1		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2+		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

資源尾数(百万尾)	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		30,261	26,772	30,410	29,449	26,067	28,793	64,131	60,691	59,456	53,155	36,098	83,348	44,343
1		2,630	2,222	1,812	1,935	1,994	2,135	2,172	4,445	4,460	4,190	3,504	2,710	6,756
2+		2	24	17	26	72	107	34	14	233	135	295	2	157
合計		32,893	29,018	32,238	31,410	28,133	31,035	66,337	65,150	64,150	57,480	39,896	86,060	51,255

漁獲係数	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		0.51	0.59	0.65	0.59	0.40	0.48	0.57	0.51	0.55	0.62	0.49	0.41	0.46
1		2.61	2.81	2.14	1.20	0.86	2.08	2.95	0.85	1.45	0.59	5.41	0.75	4.19
2+		2.61	2.81	2.14	1.20	0.86	2.08	2.95	0.85	1.45	0.59	5.41	0.75	4.19

平均体重(g)	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		2.4	2.7	2.8	2.5	3.4	3.8	2.7	2.9	2.9	2.5	2.5	2.8	3.0
1		9.3	9.0	9.0	8.0	11.0	10.1	11.1	7.9	7.7	9.3	9.0	10.0	7.2
2+		23.5	24.8	25.0	24.0	23.0	22.2	17.6	23.9	24.8	24.3	25.0	26.5	25.2

資源量(トン)	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		73,918	73,434	83,647	74,500	89,588	109,762	175,231	173,818	173,660	131,093	89,038	237,339	132,753
1		24,559	20,016	16,358	15,574	21,951	21,583	24,146	34,909	34,271	39,102	31,438	27,057	48,327
2+		50	590	416	635	1,666	2,386	604	338	5,786	3,281	7,365	56	3,950
合計		98,528	94,041	100,421	90,708	113,205	133,731	199,980	209,065	213,716	173,477	127,841	264,451	185,030

成熟率	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2+		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

親魚量(トン)	年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		24,559	20,016	16,358	15,574	21,951	21,583	24,146	34,909	34,271	39,102	31,438	27,057	48,327
2+		50	590	416	635	1,666	2,386	604	338	5,786	3,281	7,365	56	3,950
合計		24,609	20,607	16,774	16,208	23,617	23,969	24,749	35,247	40,056	42,384	38,803	27,112	52,277

補足資料3 コホート解析結果の詳細（続き）

漁獲量(トン)	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	23,064	23,128	17,554	20,393	16,660	20,331	23,281	16,627	18,449	21,556	14,297	22,535	13,406	24,510	20,799
	1	9,528	11,886	20,669	12,605	19,421	15,520	18,693	25,108	20,663	18,502	26,244	12,936	12,210	14,864	12,816
	2+	114	46	1,526	1,118	1,140	1,485	0	0	338	104	16	5	204	117	32
	合計	32,707	35,059	39,749	34,116	37,221	37,336	41,974	41,736	39,450	40,162	40,557	35,476	25,821	39,491	33,647

漁獲尾数(百万尾)	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	9,089	7,153	6,591	6,752	5,101	8,689	7,503	5,504	5,548	6,998	4,600	7,289	4,854	7,678	6,436
	1	1,176	1,708	1,750	1,605	2,609	1,550	2,595	3,852	2,444	2,116	2,642	1,386	1,517	1,995	1,982
	2+	5	2	68	46	47	60	0	0	13	5	1	0	11	5	1
	合計	10,269	8,863	8,409	8,402	7,757	10,298	10,098	9,356	8,005	9,119	7,243	8,676	6,382	9,679	8,419

自然死亡係数	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	2+	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

資源尾数(百万尾)	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	80,898	71,194	65,886	90,803	50,741	85,396	113,794	73,697	65,397	81,717	47,516	57,233	60,991	134,076	71,216
	1	3,418	6,726	6,215	5,762	8,757	4,428	7,417	11,309	7,099	6,067	7,558	4,209	4,458	5,770	13,732
	2+	13	7	226	155	148	162	0	0	37	14	3	1	30	15	8
	合計	84,329	77,927	72,327	96,719	59,646	89,986	121,211	85,006	72,533	87,798	55,077	61,443	65,479	139,861	84,956

漁獲係数	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	0.39	0.34	0.34	0.24	0.34	0.34	0.21	0.24	0.28	0.28	0.32	0.45	0.26	0.18	0.30
	1	4.08	1.29	1.63	1.59	1.91	9.53	9.99	3.63	4.13	5.64	6.91	2.84	3.60	4.44	0.53
	2+	4.08	1.29	1.63	1.59	1.91	9.53	9.99	3.63	4.13	5.64	6.91	2.84	3.60	4.44	0.53

平均体重(g)	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	2.5	3.2	2.7	3.0	3.3	2.3	3.1	3.0	3.3	3.1	3.1	3.1	2.8	3.2	3.2
	1	8.1	7.0	11.8	7.9	7.4	10.0	7.2	6.5	8.5	8.7	9.9	9.3	8.0	7.4	6.5
	2+	24.6	23.8	22.6	24.5	24.4	24.9	25.1	25.1	25.3	20.2	16.9	16.7	18.9	21.3	25.2

資源量(トン)	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	205,293	230,195	175,474	274,248	165,714	199,824	353,100	222,626	217,491	251,712	147,681	176,946	168,442	428,000	230,152
	1	27,696	46,806	73,414	45,263	65,186	44,353	53,422	73,711	60,015	53,061	75,071	39,271	35,877	42,981	88,790
	2+	316	169	5,107	3,781	3,613	4,037	1	1	933	284	45	15	571	322	209
	合計	233,305	277,170	253,995	323,292	234,513	248,214	406,523	296,339	278,439	305,057	222,797	216,233	204,890	471,303	319,152

成熟率	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	2+	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

親魚量(トン)	年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	27,696	46,806	73,414	45,263	65,186	44,353	53,422	73,711	60,015	53,061	75,071	39,271	35,877	42,981	88,790
	2+	316	169	5,107	3,781	3,613	4,037	1	1	933	284	45	15	571	322	209
	合計	28,012	46,974	78,521	49,044	68,799	48,391	53,423	73,712	60,948	53,345	75,116	39,287	36,448	43,303	88,999

補足資料 4 シラスに関する情報

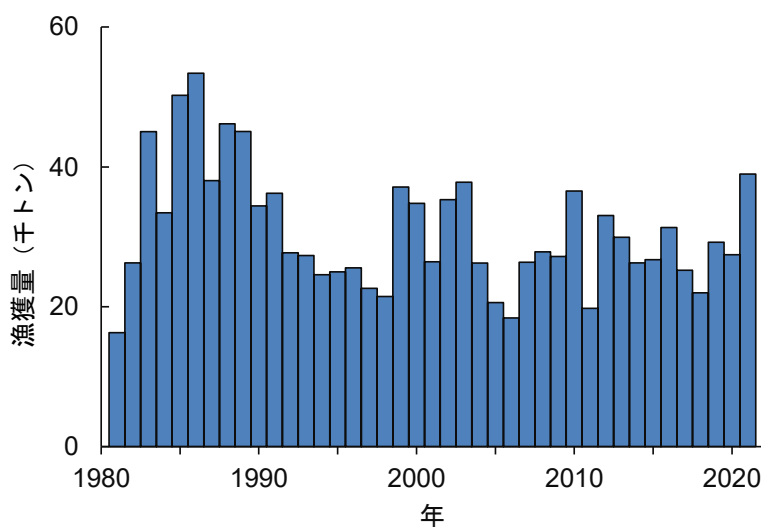
「1. まえがき」で示したように瀬戸内海では、シラスを対象とした漁業も発達しているため、以下にシラスに関する生物学的情報や漁業情報を示す。

(1) 分布・回遊

春から秋に瀬戸内海の各海域で生まれ、瀬戸内海で成長する内海発生群のほか、太平洋南区での春季発生群の一部が瀬戸内海に來遊し、漁獲対象資源に加わることから、瀬戸内海東部の春季におけるシラス漁獲量の多寡には太平洋南区春季発生群の資源水準と黒潮の離接岸が影響する（堀木 1971）。

(2) 漁獲量の推移

シラスは、ほぼ船びき網によって漁獲される。1981～2021 年におけるシラスの漁獲量（漁業・養殖業生産統計における「しらす」銘柄の漁獲量）を補足図 4-1 と補足表 4-1 に示す。シラスの漁獲量は 1986 年に 5.3 万トンで最大となった後、減少し、1998 年には 2.1 万トンとなった。1999 年に増加し、それ以降は 1.8 万～3.9 万トンの間で推移し、2021 年（暫定値）は 3.9 万トンであった。



補足図 4-1. シラスの漁獲量の推移

補足表 4-1. シラスの漁獲量（トン）の経年変化

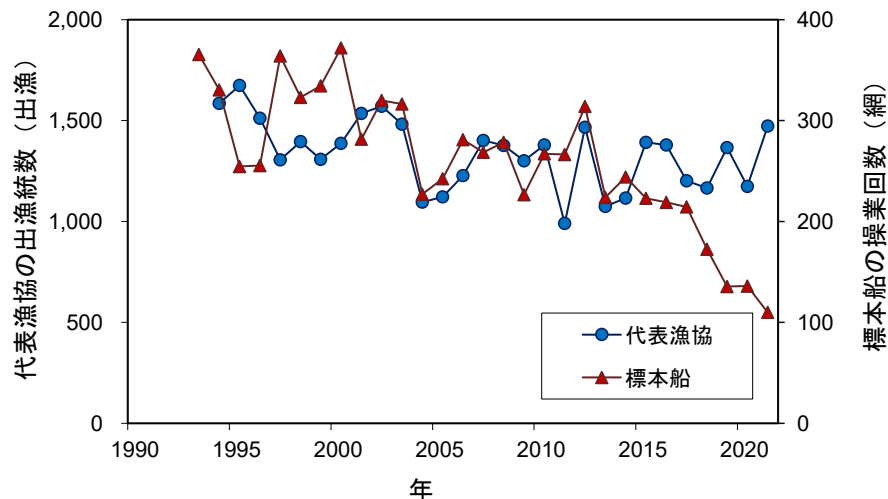
年	農林統計
1981	16,319
1982	26,264
1983	45,012
1984	33,443
1985	50,224
1986	53,385
1987	38,042
1988	46,157
1989	45,071
1990	34,426
1991	36,223
1992	27,700
1993	27,327
1994	24,577
1995	24,983
1996	25,557
1997	22,615
1998	21,446
1999	37,123
2000	34,780
2001	26,413
2002	35,299
2003	37,813
2004	26,239
2005	20,598
2006	18,410
2007	26,340
2008	27,861
2009	27,186
2010	36,555
2011	19,782
2012	33,048
2013	29,932
2014	26,291
2015	26,715
2016	31,324
2017	25,222
2018	21,975
2019	29,224
2020	27,446
2021	38,984

2021 年は暫定値。

(3) 漁獲努力量

シラスを漁獲対象とする船びき網漁業の代表漁協（和歌山県 2 漁協、大阪府 1 漁協、兵庫県 2 漁協、愛媛県 1 漁協）における年間出漁統数の平均値を示す（補足図 4-2、補足表 4-2）。本漁業の代表漁協では操業時に 2 隻で 1 統の漁具を使用するため、出漁統数で表した。出漁統数は 1990 年代以降、減少したが、2004 年以降は横ばい傾向にある。なお、各年における上記漁協におけるシラス漁獲量の合計は、瀬戸内海全体のシラス漁獲量の 11～19%（平均 16%）を占める。

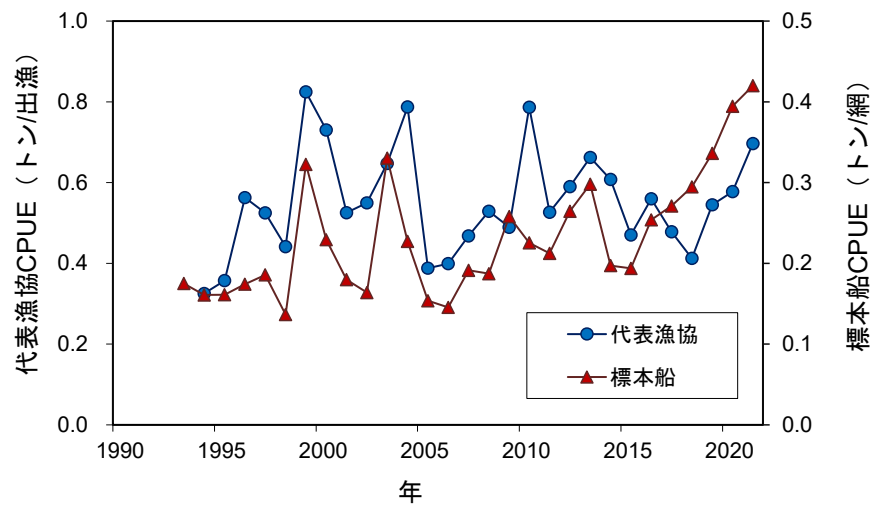
シラスを漁獲対象とする船びき網の標本船（徳島県 1 隻、広島県 1 隻）における年間操業回数の平均値を示す（補足図 4-2、補足表 4-2）。操業回数は 1990 年代以降、減少傾向にあり、特に 2017～2021 年にかけて顕著に減少している。関係者からの聞き取りによれば、近年、一部の標本船において 1 回当たりの操業時間を長くしているようであるが、実態を詳細には把握できていない。そのため、標本船の情報については参考情報にとどめることとする。



補足図 4-2. シラス漁業における努力量の推移

(4) 資源量指標値の推移

シラスを漁獲対象とする船びき網漁業の 6 つの代表漁協について、年間単位努力量当たり漁獲量（以下、「CPUE」という）の平均値（トン/出漁）を示す（補足図 4-3、補足表 4-2）。また、2 つの標本船について年間 CPUE の平均値（トン/網）を示す（補足図 4-3、補足表 4-2）。いずれも 1990 年代に低かったが、1999 年に急増した後は増減を繰り返している。その中で、標本船の CPUE は 2007 年以降、増加傾向にあり、特に 2017～2020 年にかけて顕著に増加しているが、代表漁協の CPUE は 2017～2018 年に減少した後、2019～2021 年に増加した。



補足図 4-3. シラス漁業における CPUE の推移

引用文献

堀木信男 (1971) シラス漁況 (春シラス) と海況との関係について. 昭和 45 年度和歌山県水産試験場事業報告, 159-163.

補足表 4-2. 瀬戸内海のシラス船びき網漁業における代表漁協と標本船の CPUE の推移

年	代表漁協		標本船	
	CPUE (トン／出漁統数)	平均出漁統数 (統)	CPUE (トン／操業回数)	平均操業回数 (回)
1993	—	—	0.17	366
1994	0.32	1,586	0.16	331
1995	0.36	1,675	0.16	255
1996	0.56	1,513	0.17	256
1997	0.53	1,306	0.19	364
1998	0.44	1,396	0.14	323
1999	0.82	1,308	0.32	335
2000	0.73	1,388	0.23	372
2001	0.53	1,536	0.18	282
2002	0.55	1,571	0.16	320
2003	0.65	1,483	0.33	317
2004	0.79	1,096	0.23	227
2005	0.39	1,123	0.15	243
2006	0.40	1,228	0.15	281
2007	0.47	1,401	0.19	269
2008	0.53	1,377	0.19	279
2009	0.49	1,301	0.26	227
2010	0.79	1,380	0.23	267
2011	0.53	990	0.21	267
2012	0.59	1,467	0.26	314
2013	0.66	1,075	0.30	224
2014	0.61	1,117	0.20	244
2015	0.47	1,392	0.19	223
2016	0.56	1,380	0.25	219
2017	0.48	1,202	0.27	215
2018	0.41	1,166	0.29	173
2019	0.54	1,367	0.34	136
2020	0.58	1,174	0.39	136
2021	0.70	1,473	0.42	110

平均出漁統数は 6 つの代表漁協における年間出漁統数の平均値。

平均操業回数は 2 つの標本船における年間操業回数の平均値。

補足資料 5 月 VPA と年 VPA の推定結果の比較

本年度の資源評価から資源量推定を月 VPA から年 VPA に変更した。そこで、月 VPA から年 VPA に変更したことによる推定値の変化を明らかにするため、月 VPA と年 VPA の結果（資源量、親魚量、加入量）を比較した。月 VPA の方法については河野・高橋（2022）に従った。月 VPA ではチューニングを行っていないため、年 VPA についてもチューニングをしない場合とした。なお、最近年の F については過去 5 年間平均とした。

年 VPA で使用した M については月 VPA の値をもとに仮定しているが、資源動態モデルの構造には月単位と年単位では違いがあり、遡り計算における資源尾数への M のかかり方も異なる。また以下の点においても年 VPA と月 VPA には違いがある。①資源量に関しては、年 VPA では 1 月 1 日の資源量としているのに対して、月 VPA では 1 月に存在していた個体、およびその年に加入した個体の 12 月までの生残個体の資源量の累積値である、②年 VPA の親魚量に関しては、年齢起算日を 1 月 1 日として 1 歳魚から成熟するとしているのに対して、月 VPA では 5 月齢魚から一部が成熟するとしている、③年 VPA では 1 月 1 日の親魚量としているのに対して、月 VPA では 1～12 月までの累積値としている、④加入量に関しては、年 VPA では 0 歳魚の 1 月 1 日の資源尾数であるのに対して、月 VPA では 3 月齢魚の 1～12 月の合計としている。これらの違いから、いずれの推定値についても絶対値は一定の違いを示すが、変動パターンの違いに注目するため、相対値で比較した結果も示した。なお、令和 3 年度以前の月単位の資源評価では、親魚量については 5～10 月の合計値、加入量については 6～11 月の合計値としているが、ここではいずれも 1～12 月の合計値とした。

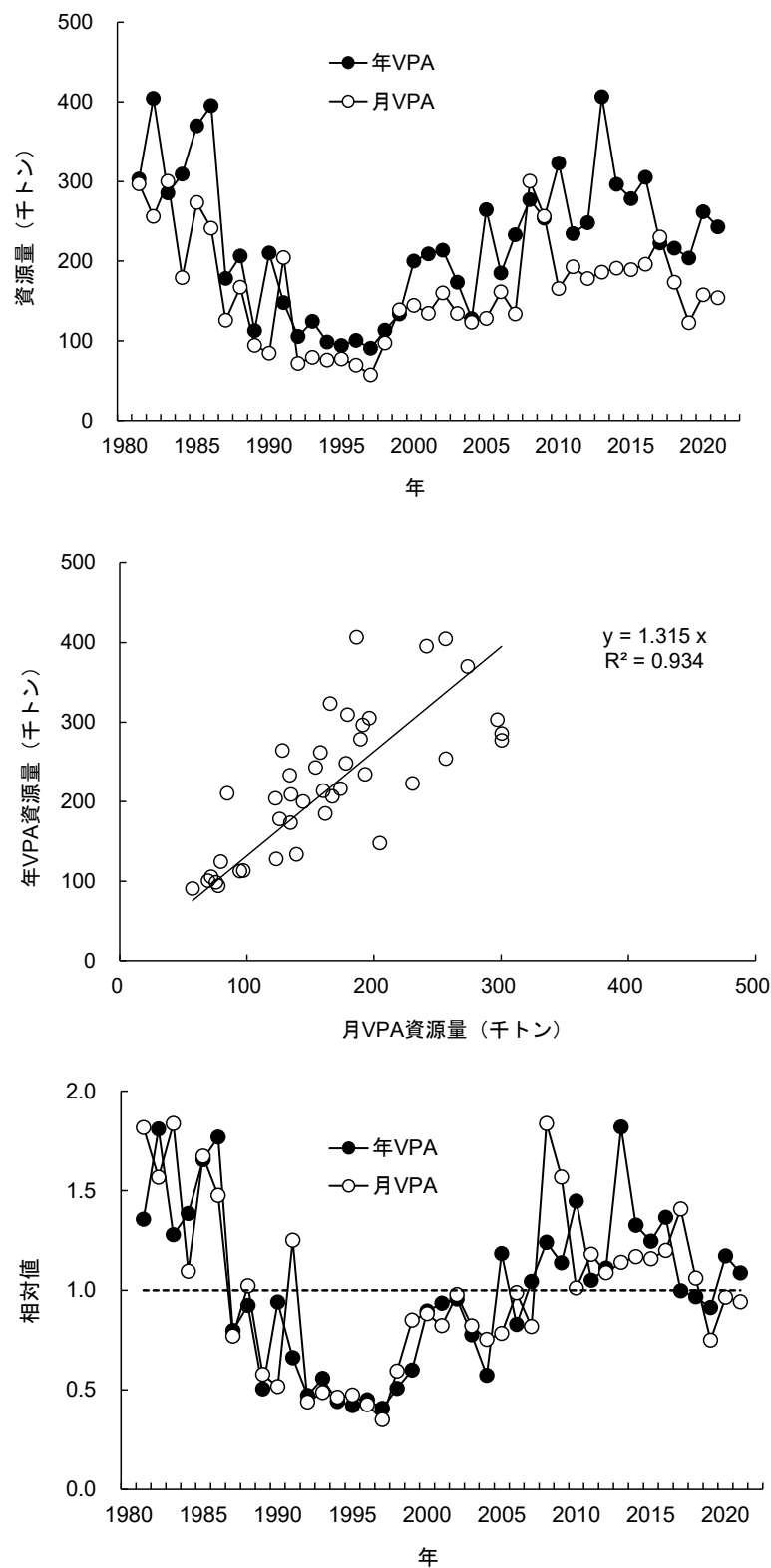
資源量では年 VPA の推定値の方がやや大きく、特に資源量が多いときにその傾向が顕著であるが、相対的な変化は比較的一致している（補足図 5-1）。

親魚量では年 VPA の推定値の方が小さいが、相対的な変化は比較的一致している（補足図 5-2）。

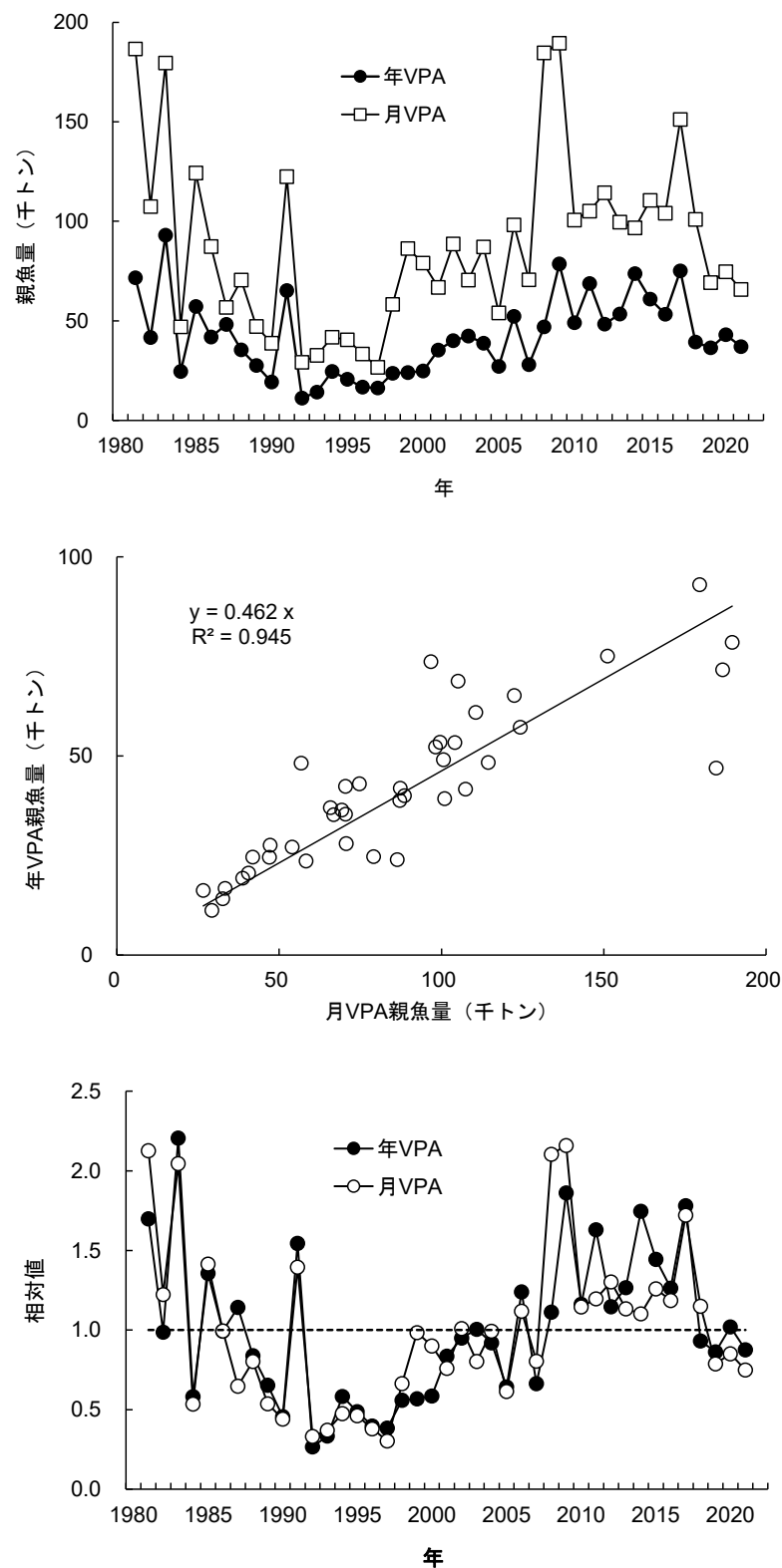
加入量では年 VPA の推定値の方が大きいが、相対的な変化は比較的一致している（補足図 5-3）。

引用文献

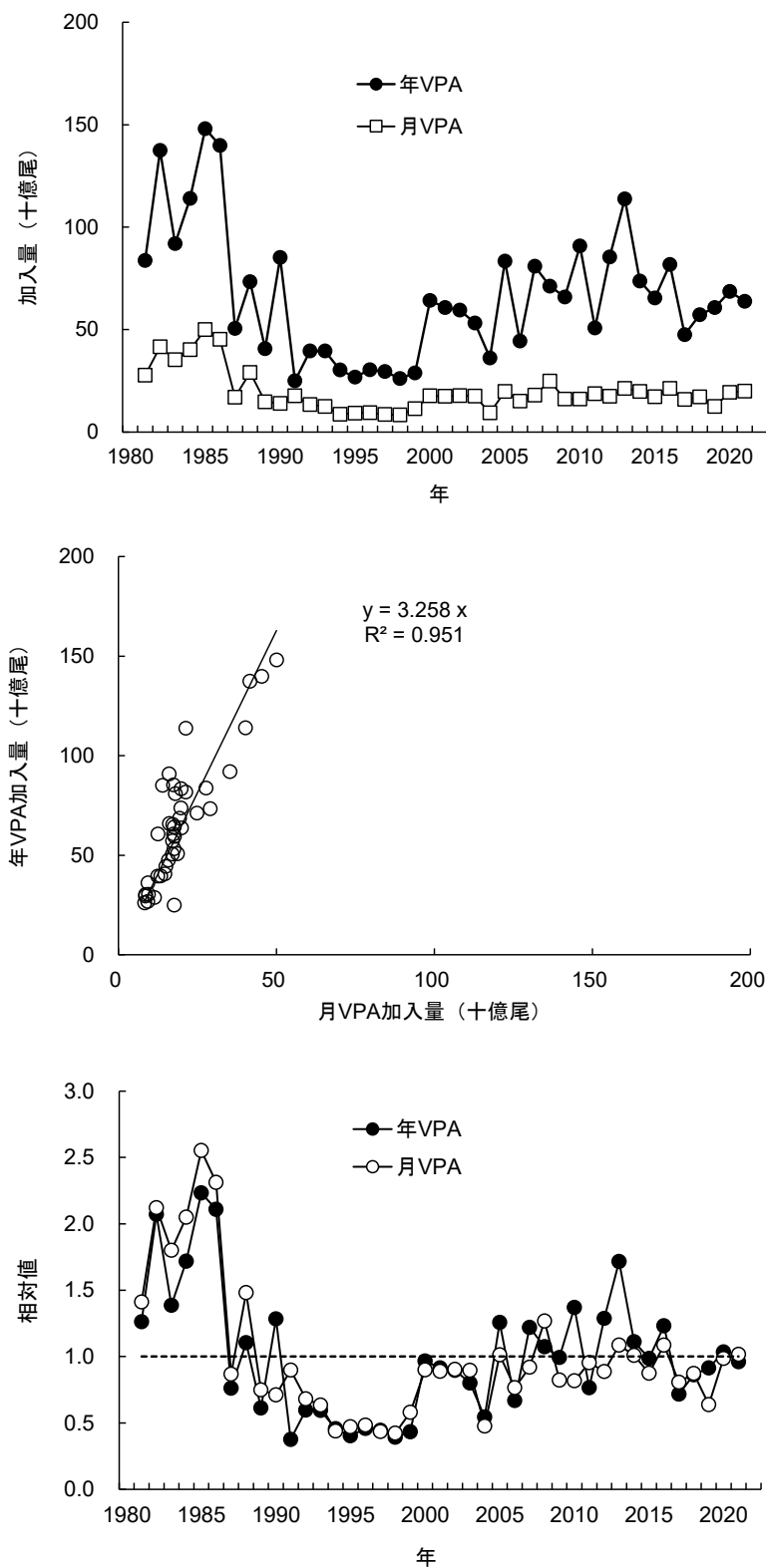
河野悌昌・高橋正知（2022）令和 3（2021）年度カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-127.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202125.pdf>



補足図 5-1. 月 VPA と年 VPA (チューニングなしの VPA) の推定値の比較 (資源量)
相対値では年 VPA と月 VPA のそれぞれの平均値を 1 として示した。



補足図 5-2. 月 VPA と年 VPA (チューニングなしの VPA) の推定値の比較 (親魚量)
相対値では年 VPA と月 VPA のそれぞれの平均値を 1 として示した。

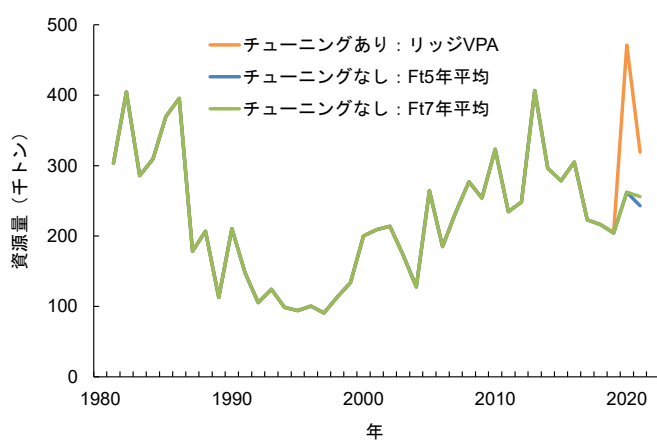


補足図 5-3. 月 VPA と年 VPA (チューニングなしの VPA) の推定値の比較 (加入量)
相対値では年 VPA と月 VPA のそれぞれの平均値を 1 として示した。

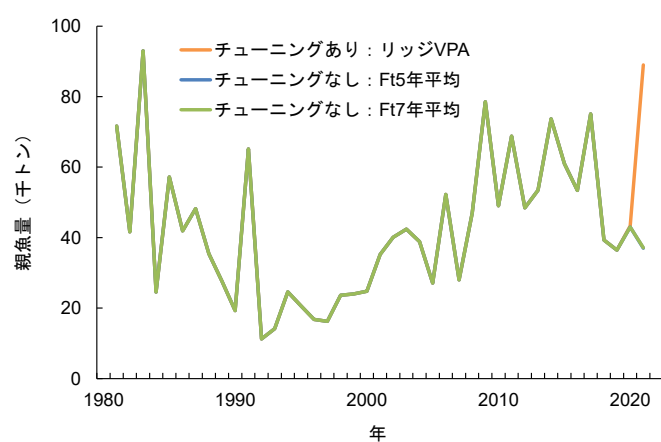
補足資料 6 チューニングを行わなかった場合の VPA 結果

本報告での VPA では、親魚量の指標とした産卵量によるチューニングを行い、その際にリッジ VPA を適用した。ここでは、チューニングを行わなかった場合の VPA 結果との比較を行った。チューニングを行わなかった場合の各年齢での最近年（2021 年）の F については 5 年間の平均、および 7 年間の平均とした。

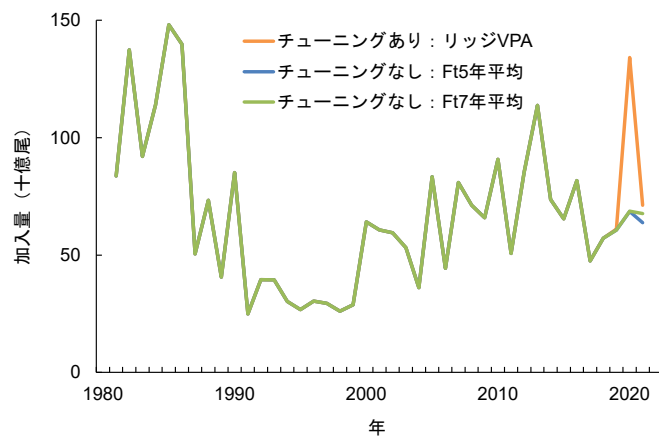
チューニングを行った場合と行わなかった場合では、最近 2 年（2020～2021 年）の推定値について大きな違いが認められた。チューニングを行わなかった場合で、最近年の F を 5 年間の平均とした結果と 7 年間の平均とした結果では最近年の推定値にはほとんど差がみられなかった。



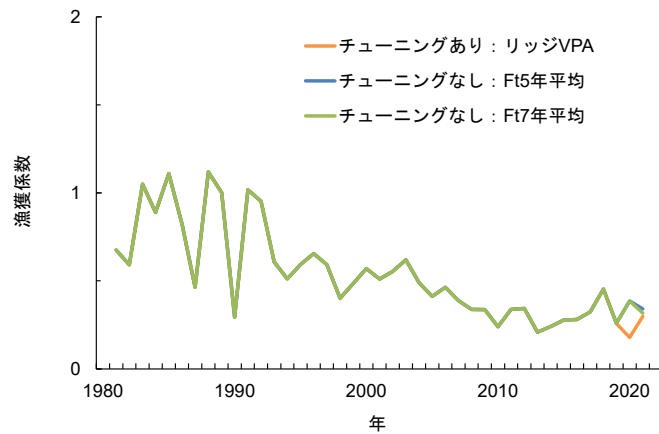
補足図 6-1. 資源量の比較



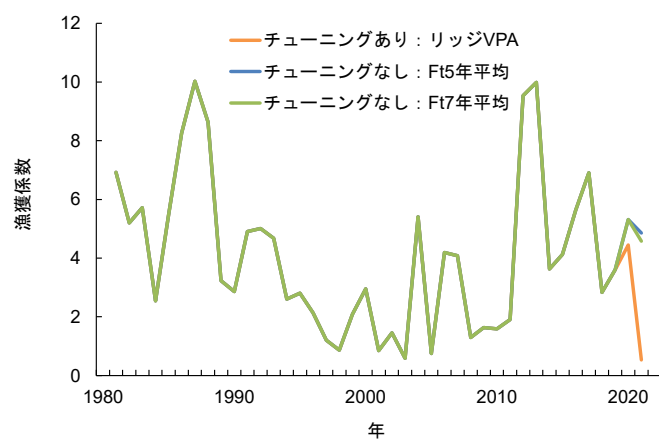
補足図 6-2. 親魚量の比較



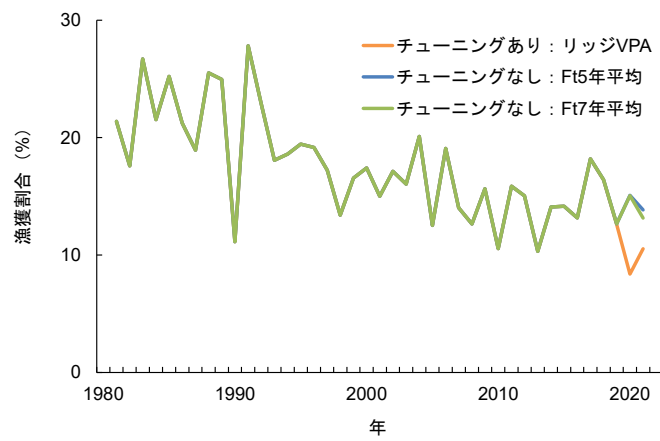
補足図 6-3. 加入量の比較



補足図 6-4. 漁獲係数 (0 歳) の比較



補足図 6-5. 漁獲係数 (1 歳=2+歳) の比較



補足図 6-6. 漁獲割合の比較

補足資料 7 カタクチイワシの他系群で仮定されている M を適用した場合の推定値の比較

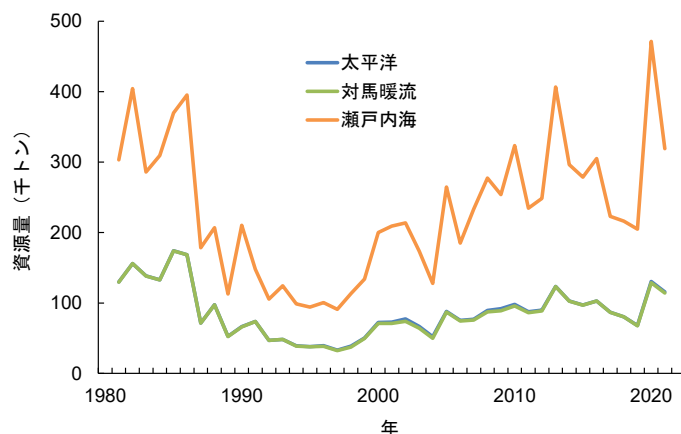
本報告の「4. 資源の状態 (4) 資源量と漁獲割合の推移」において、仮定した M の値によって、VPA の推定値が変化することが示された。我が国周辺では本系群のほか、太平洋系群と対馬暖流系群で資源量推定がなされている。そのため、それぞれの資源評価で仮定されている M (補足表 5-1) を本系群で仮定した場合について、VPA による推定結果を比較した (補足図 7-1～7-6)。なお、M 以外については、本報告と同じ方法や設定とした (補足資料 1、補足資料 2)

資源量、親魚量、加入量については、瀬戸内海系群の M を使用した場合の推定値の方が他の 2 系群の M を仮定した場合の推定値よりも大きかった。また漁獲係数 F (0 歳魚) と漁獲割合については、瀬戸内海系群の M を使用した場合の推定値の方が他の 2 系群の M を仮定した場合の推定値より小さかった。これらは瀬戸内海系群の M が他の 2 系群よりも大きな値を仮定していることによる。

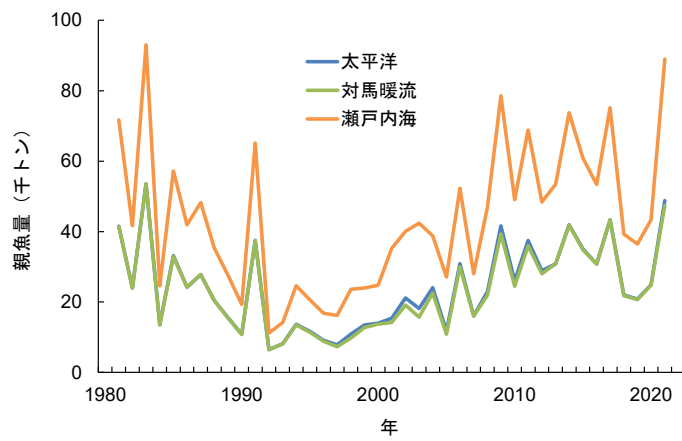
補足表 7-1. 各系群で仮定されている M

年齢	太平洋系群	対馬暖流系群	瀬戸内海系群
0歳	1.0	1.0	2.1
1歳	1.0	1.0	2.1
2+歳 *	1.6	1.0	2.0

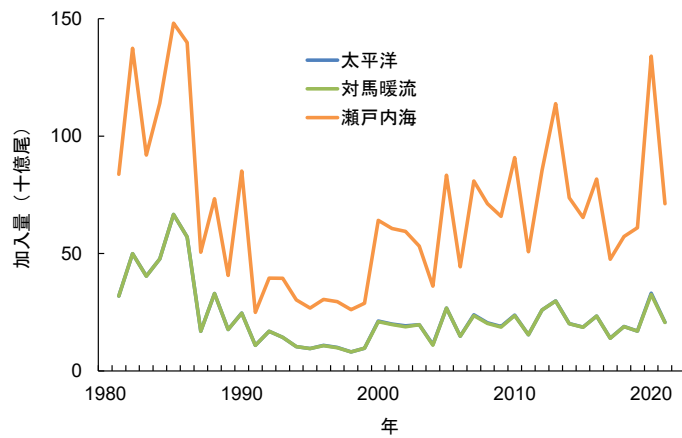
*太平洋系群と対馬暖流系群については 2 歳の値とした。



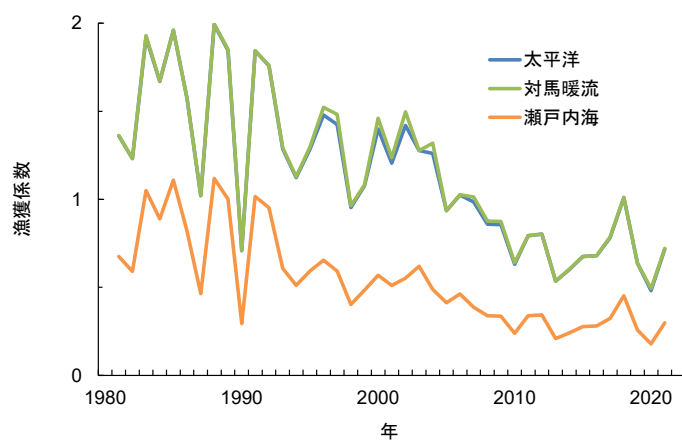
補足図 7-1. 資源量の比較



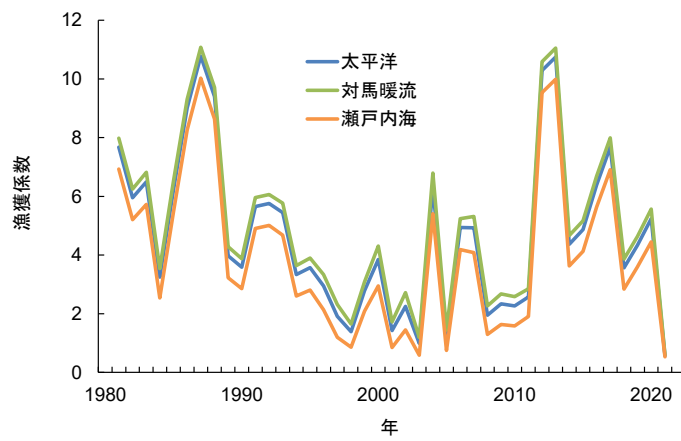
補足図 7-2. 親魚量の比較



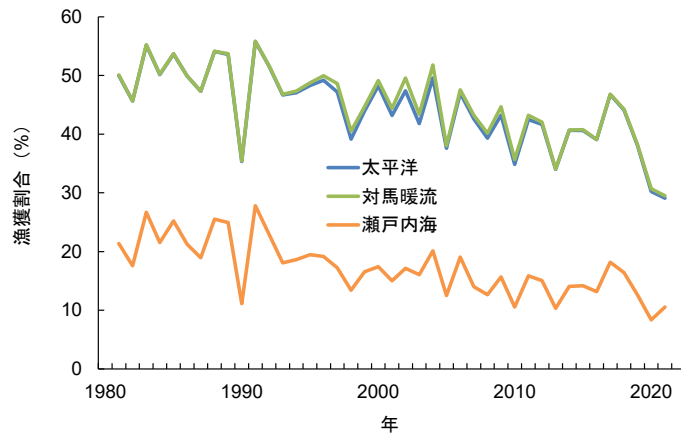
補足図 7-3. 加入量の比較



補足図 7-4. 漁獲係数（0歳）の比較



補足図 7-5. 漁獲係数（1歳=2+歳）の比較



補足図 7-6. 漁獲割合の比較