

令和3（2021）年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価

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
水産技術研究所 環境・応用部門

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、海洋生物環境研究所

要 約

本系群の資源量について、コホート解析により計算した。資源量は、2003年以降増加傾向を示し、2015年には14.3万トンまで増加したが2020年は4.9万トンとなった。

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します。

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	91	61	39	1.13	43
2018	73	52	31	1.01	43
2019	63	50	35	1.63	56
2020	49	22	20	1.25	40

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	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 主要港水揚げ量(新潟～鹿児島(14)県) 大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 月別体長組成調査(水研・京都～鹿児島(8)県)
資源量指数 ・資源量指標値 ・産卵量	魚群分布調査「計量魚探を用いた浮魚類魚群量調査」(8～9月、水研) ・計量魚群探知機、中層トロール 卵稚仔調査(周年、水研、青森～鹿児島(17)府県) ・ノルパックネット
自然死亡係数(M)	年あたりM=0.7を仮定(大下 2003、2009)

1. まえがき

我が国周辺に分布するウルメイワシは対馬暖流系群と太平洋系群から構成される。ウルメイワシ対馬暖流系群は、マイワシやカタクチイワシに比べてやや暖かい海域に分布し、その漁獲量の変動幅はマイワシに比べて小さい。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本種は日本の沿岸域を中心に分布し、特に本州中部以南に多い(落合・田中 1986)。ウルメイワシ対馬暖流系群の漁場は、主に九州西方から山陰の沿岸に沿って帯状に形成される。一部は夏季に日本海へ、冬季に九州西岸へ回遊すると考えられる(図1)。

(2) 年齢・成長

対馬暖流域におけるウルメイワシの成長式は次の通り(大下ほか 2011、図2)。

$$BL_m = 244.77(1 - \exp(-0.10(m - 0.55)))$$

ただし、 BL_m はふ化後月数 m における被鱗体長 (mm) である。寿命は3年程度である。

(3) 成熟・産卵

卵・稚魚の出現状況から、本系群の産卵は九州周辺水域ではほぼ周年にわたり行われると考えられる。北方の海域ほど産卵期間は短く、青森県以南の日本海北部では春から夏にかけて産卵する(内田・道津 1958)。ウルメイワシは1歳で成熟する(図3、大下ほか 2011)。

(4) 被捕食関係

ウルメイワシはカイアシ類、十脚類幼生、端脚類などを捕食し(Tanaka et al. 2006)、大型魚類、ほ乳類、海鳥類、頭足類などに捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主にまき網、定置網、棒受網などで漁獲される。

(2) 漁獲量の推移

本評価における漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報の青森県～鹿児島県の合計値に、漁獲成績報告書より日本海区および東シナ海区以外に所属する漁船による当該海域（東シナ海区）における漁獲量を加えた（図4、表1）。これら漁船による漁獲量については1994年まで遡って計上した。

1976年から1998年まで毎年2.0万トンを越える漁獲があった。特に1980年代後半から1990年代前半までは4.0万トンを上回る年が多くみられた。しかし、1990年代後半から2000年にかけて1.0万トンまで減少した。2001年以降は増加傾向にあり、2013年と2016年には5.0万トンを超える漁獲量となった。その後漁獲量は減少し、2017年以降は3.1万トン～3.9万トンの間で変動したが、2020年は2.0万トンと大きく減少した。東シナ海区と日本海西区における漁獲量が多い。

対馬暖流域では日本の他に韓国もウルメイワシを漁獲しており、韓国の漁獲量は、1976年から1986年には1.4万トンを記録したが、1990年以降、報告されていない（水産統計（韓国海洋水産部）、<http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp>、2021年3月）。中国によるウルメイワシ漁獲量は不明である。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1976年以降の月別漁獲量と体長測定資料から推定した年齢別漁獲尾数を用いたコホート解析により資源量を推定した（補足資料1、2、3）。ウルメイワシの分布は主に沿岸に限定され、また韓国、中国の漁獲データが得られていないため、日本の漁獲データに基づき資源評価を行った。

(2) 資源量指標値の推移

日本海（1979年以降）および九州西岸（1997年以降）において実施された卵稚仔調査の結果に基づいて産卵量を算出した（図5）。日本海の産卵量は、1980年代後半から1990年代前半にかけて一度大きなピークを示したが、その後減少し、1990年代後半には低い水準となった。その後、変動しながら緩やかな増加傾向を示した。九州西岸の産卵量も近年増加傾向にあったが、2018年以降は落ち込んだのち、2019、2020年と増加したものの日本海側と比較すると低い水準に留まっている。

夏季の九州西岸域から対馬海峡において実施された計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査により求められたウルメイワシの現存量指標値（Ohshimo 2004、ただし2012年以降は再計算をおこなった）と同時に実施された中層トロール調査によるCPUE（kg/網）の推移を図6に示した。2020年の中層トロールのCPUE（25.3 kg/網）は、2019年（1.34 kg/網）より増加した（なお、2019年のCPUEについては集計に誤りが見つかったことから、昨年度報告書から修正した）。CPUEと現存量指標値は一部の年を除いてほぼ同じ傾向を示して

いる。

(3) 漁獲物の年齢（体長）組成

月別の年齢-体長キーにより年齢別漁獲尾数を求めた。漁獲は 0~1 歳魚が主体であった（図 7）。なお、2019 年の漁獲量に変更はなかったが、年齢別漁獲尾数および年齢別体重については体長組成データの追加により昨年度評価から変更された。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により得られた結果を表 1 に、資源量と漁獲割合の推移を図 8 に示す（補足資料 3）。自然死亡係数（ M ）は 0.7 を仮定した（大下 2003、2009）。資源量は、1970 年代後半から 1980 年代半ばにかけて減少し、1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて増加した。その後、2000 年代前半まで再び減少したが、2003 年以降、増加し、2015 年には 14 万トンを超えた。その後、減少し、2020 年の資源量は、前年 4.9 万トンと推定された。

漁獲割合は、2015 年には 34%だったが、その後増加し、40%を超えている。2020 年は 40%であった（図 8）。漁獲割合は、資源量減少期にやや高くなる傾向がある。 M を 0.5 から 0.8 の間で 0.1 刻みに変えたときの 2020 年の資源量、親魚量、加入量の推定値を図 9 に示した。 $M=0.5$ を仮定した際の資源量は、 $M=0.7$ を仮定した際の 82%となった。 $M=0.8$ を仮定すると、111%となった。

(5) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

年齢別選択率を 2020 年と同じにして F を変化させた場合の YPR と $\%SPR$ を図 10 に示す。 $F_{current}$ （2017~2019 年）の推定値（1.25）は、 F_{max} （1.14）や $F_{40\%SPR}$ （1.13）を上回り、 $F_{30\%SPR}$ （1.64）を下回った。

5. 資源評価のまとめ

資源量は 1976 年から 1984 年にかけて減少したのち、1990 年代初めまで増加に転じた。1995 年には資源量は 10 万トンを超えたが、その後再び減少し、2003 年の 2.5 万トンとなった。2003 年以降は変動しながら増加し、2015 年には 14.3 万トンに達したが、その後、減少して 2020 年 4.9 万トンとなった。

6. その他

本種は寿命が短く、漁獲物の大半は 0~1 歳魚である。親魚量と加入量には正の相関が見られるので、資源を安定して利用するためには、親魚量を一定以上に保つことが有効である。そのため、加入が少ないと判断された場合には、0 歳魚を獲り控えるなどの方策が効果的だと考えられる。

7. 引用文献

落合 明・田中 克 (1986) 「新版魚類学 (下)」. 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.

大下誠二 (2003) 平成 14 年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価, 我が国周辺水域の漁業資源評価 (平成 14 年度), 水産庁・水産総合研究センター, 789-802.

- Ohshimo, S. (2004) Spatial distribution and biomass of pelagic fish in the East China Sea in summer, based on acoustic surveys from 1997 to 2001. *Fish. Sci.*, **70**, 389-400.
- 大下誠二 (2009) 平成 20 年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価, 我が国周辺水域の漁業資源評価 (平成 20 年度), 水産庁・水産総合研究センター, 659-674.
- 大下誠二・後藤常夫・大塚 徹・槐島光次郎 (2011) 東シナ海におけるウルメイワシの年齢・成長と成熟特性. *日水誌*, **77**, 15-22.
- Tanaka, H., I. Aoki and S. Ohshimo (2006) Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. *J. Fish Biol.*, **68**, 1041-1061.
- 内田恵太郎・道津善衛 (1958) 第 1 篇 対馬暖流域の表層に現れる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書, 第 2 輯, 水産庁, 3-65.
- 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報告 A, 1, 368 pp.

(執筆者：依田真里、黒田啓行、向草世香、佐々千由紀)



図1. ウルメイワシ対馬暖流系群の分布図

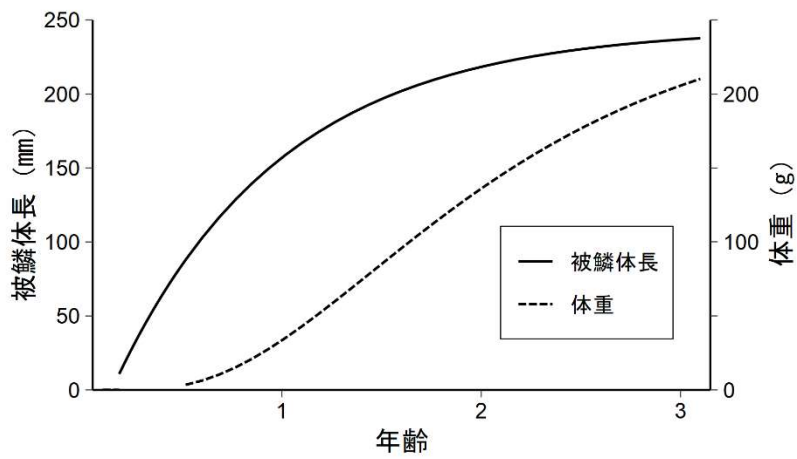


図2. 年齢と成長

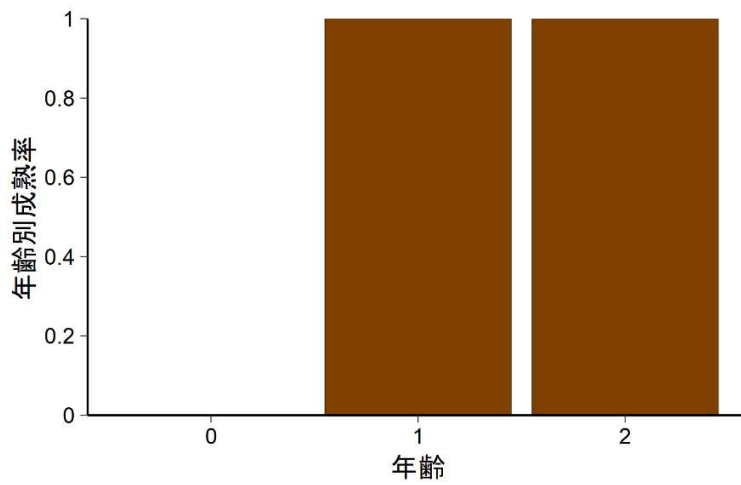


図3. 年齢別成熟率

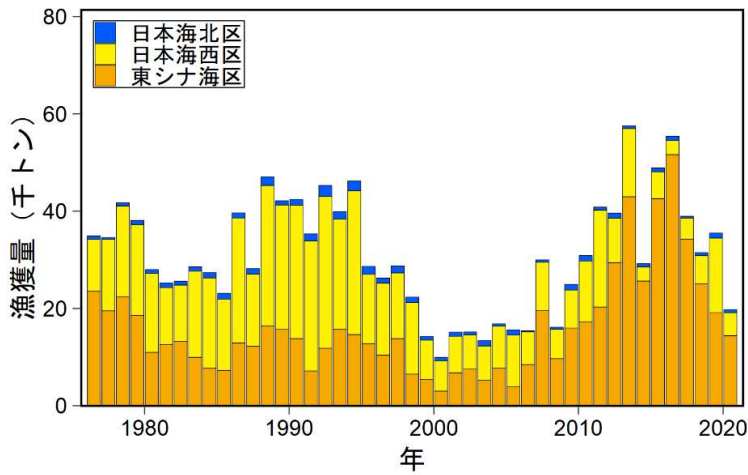


図4. ウルメイワシの漁獲量

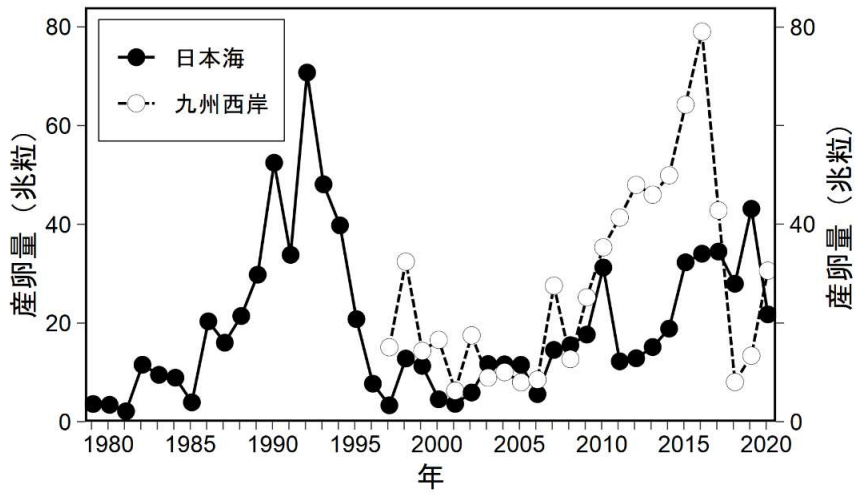


図5. 産卵量の経年変化

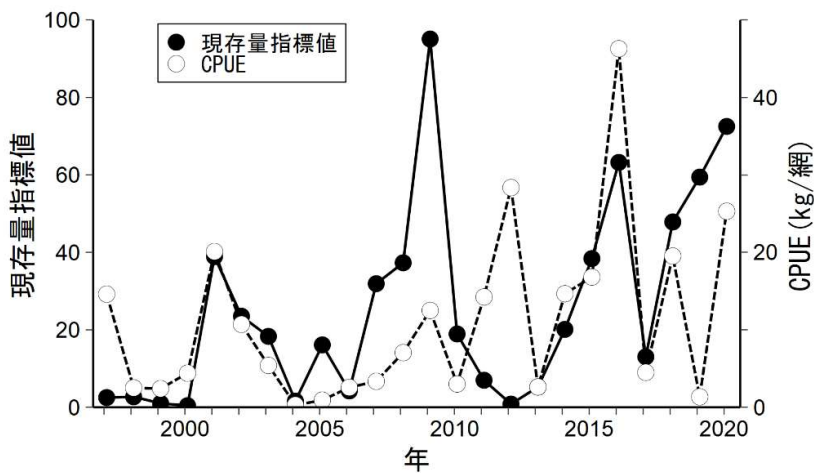


図6. 計量魚探・中層トロール調査結果

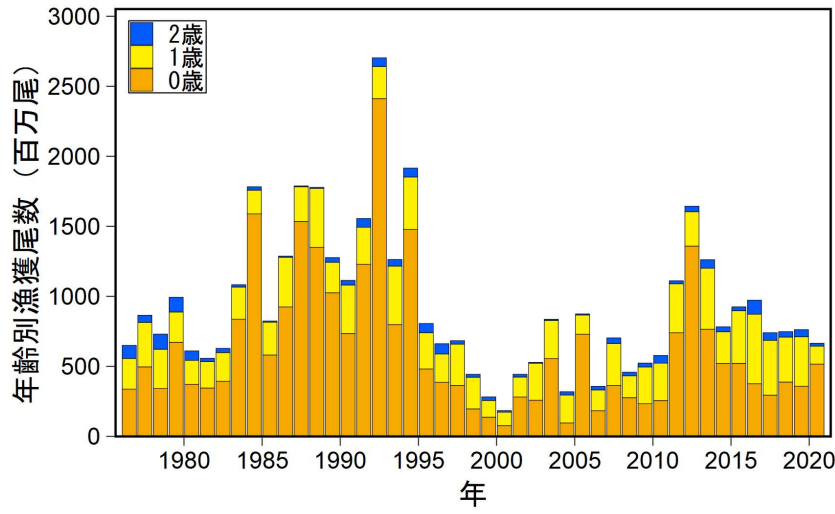


図7. 年齢別漁獲尾数

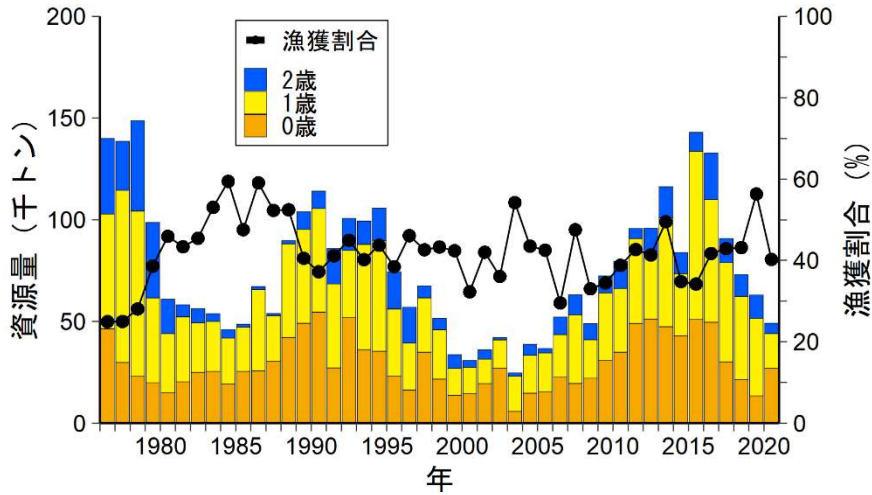


図8. 推定された資源量と漁獲割合

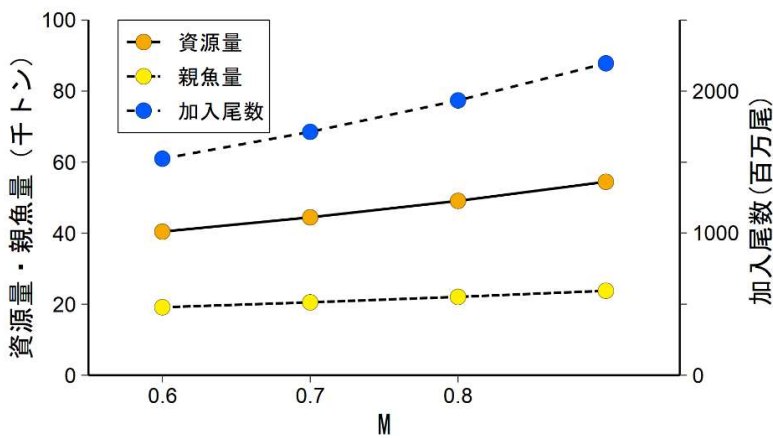


図9. Mを変えたときの資源量、親魚量、加入尾数

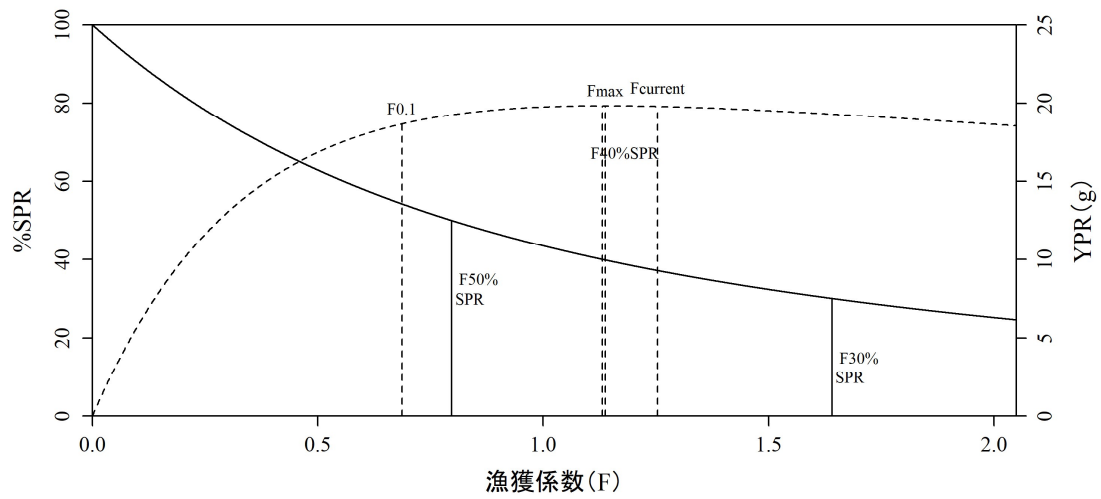


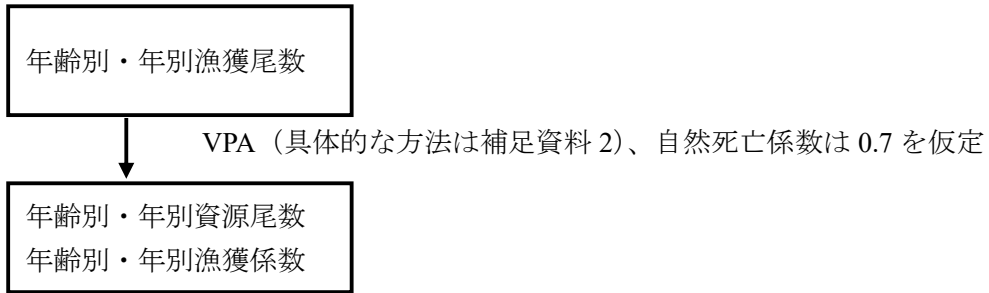
図 10. 漁獲係数 (F) と%SPR (実線) および YPR (破線) の関係

表 1. ウルメイワシ対馬暖流系群の漁獲量 (トン)

年	東シナ海区	日本海西区	日本海北区	合計	韓国
1976	23,586	10,614	718	34,918	2,869
1977	19,516	14,671	428	34,615	6,227
1978	22,369	18,693	675	41,737	9,607
1979	18,586	18,671	828	38,085	4,212
1980	10,975	16,235	782	27,992	5,102
1981	12,585	11,698	949	25,232	4,244
1982	13,268	11,535	802	25,605	5,625
1983	9,949	17,699	910	28,558	10,606
1984	7,745	18,551	1,088	27,384	10,829
1985	7,244	14,684	1,186	23,114	8,994
1986	12,897	25,713	1,042	39,652	14,033
1987	12,244	14,826	1,115	28,185	10,300
1988	16,421	28,863	1,794	47,078	10,693
1989	15,789	25,488	854	42,131	7,280
1990	13,798	27,431	1,211	42,440	4,205
1991	7,152	26,755	1,420	35,327	4,463
1992	11,816	31,200	2,266	45,282	3,597
1993	15,709	22,671	1,548	39,928	24,383
1994	14,640	29,546	2,045	46,231	23,974
1995	12,770	14,222	1,668	28,660	18,345
1996	10,401	14,803	1,052	26,256	10,663
1997	13,799	13,518	1,421	28,738	5,593
1998	6,505	14,710	1,125	22,340	1,974
1999	5,416	8,068	780	14,264	6,674
2000	3,006	6,244	700	9,950	4,603
2001	6,769	7,520	863	15,152	766
2002	7,535	7,063	580	15,178	788
2003	5,232	7,064	1,101	13,397	885
2004	7,740	8,621	487	16,848	755
2005	3,876	10,638	1,083	15,597	—
2006	8,453	6,739	229	15,421	—
2007	19,544	9,952	499	29,995	—
2008	9,685	6,036	441	16,162	—
2009	15,980	7,813	1,146	24,939	—
2010	17,278	12,486	1,114	30,878	—
2011	20,290	19,914	631	40,835	0
2012	29,401	9,174	1,030	39,605	—
2013	42,973	14,007	540	57,520	—
2014	25,641	2,887	670	29,198	—
2015	42,558	5,551	774	48,883	—
2016	51,631	2,865	917	55,413	—
2017	34,254	4,339	367	38,960	—
2018	25,082	5,782	615	31,479	—
2019	19,151	15,320	1,028	35,499	—
2020	14,388	4,745	616	19,749	—

2020年の日本の漁獲量は暫定値。

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します。

補足資料 2 資源計算

(1) コホート計算

年齢別漁獲尾数をもとにコホート解析を行なった。なお、ウルメイワシの寿命は3年として計算した。計算方法は次のとおりである。

式1により2019年以前の0、1歳魚の年齢別年別資源尾数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \times \exp(M) + C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (\text{式1})$$

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 a 歳魚の漁獲尾数、 M は自然死亡係数(0.7)である。ただし、最高齢(2歳)および最近年(2020年)の各年齢の資源尾数については次式により計算した。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{\left\{1 - \exp\left(-F_{a,y}\right)\right\}} \quad (\text{式2})$$

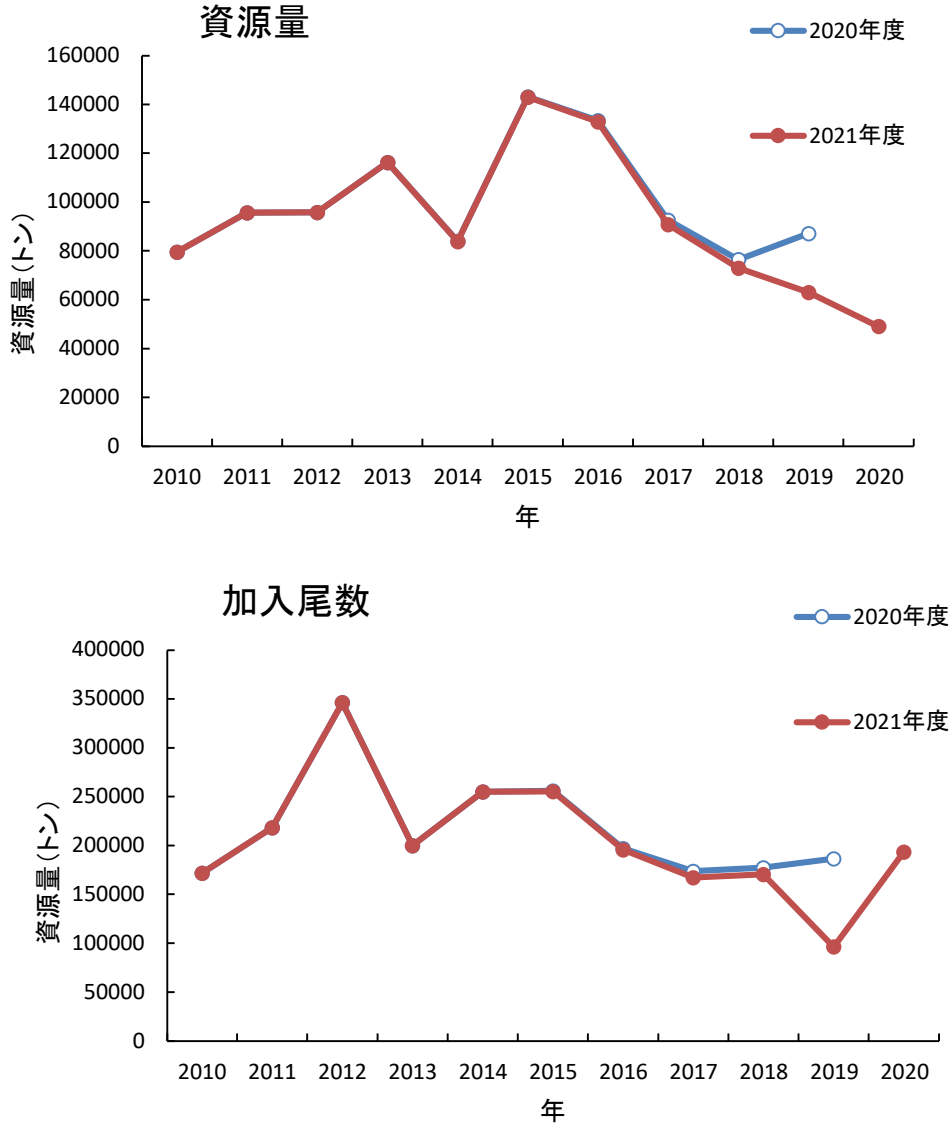
F は漁獲係数であり、最高齢および最近年以外は以下の式で計算される。

$$F_{a,y} = -\ln\left\{1 - \frac{C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right\} \quad (\text{式3})$$

2019年以前の2歳魚の F は、1歳魚の F と同じと仮定して計算した。また、2020年の0歳魚と1歳魚の F は2017年から2019年の同歳魚の F の平均値として計算し、式1を用いて資源尾数を計算した。2020年の1歳魚と2歳魚の F が同一とした。計算結果は補足表2-1、2-2、2-3に示した。

(2) 昨年度資源評価結果との比較

2019 年年齢別漁獲尾数の修正、2020 年の年齢別漁獲尾数の追加などにより、過去にさかのぼって資源量の推定値が変化した（補足図 2-1）。これは 2020 年 1 歳魚の漁獲尾数が少なく、2019 年 0 歳魚の資源量が下方修正されたためで、全体の資源量で見ると昨年度評価時点から 27%の減少だったが、加入尾数は 48%減少と大幅に減少した。



補足図 2-1. 2010 年以降の 2020 年度資源評価時点ならびに 2021 年資源評価時点の推定資源量と加入尾数

補足表 2-1. ウルメイワシ対馬暖流系群の年齢別漁獲尾数・漁獲重量・平均体重

年齢 年\	漁獲尾数 (万尾)			漁獲重量 (トン)			平均体重 (g)		
	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳
1976	33,754	21,925	9,296	5,442	17,771	11,706	16	81	126
1977	49,638	31,779	5,095	5,632	22,557	6,427	11	71	126
1978	34,113	28,098	10,813	4,818	23,872	13,047	14	85	121
1979	67,230	21,596	10,497	8,225	15,796	14,063	12	73	134
1980	37,217	17,119	6,714	4,356	14,950	8,687	12	87	129
1981	34,541	18,933	2,296	5,884	16,320	3,028	17	86	132
1982	39,356	20,505	2,964	7,179	14,294	4,133	18	70	139
1983	83,715	22,932	1,656	12,354	14,034	2,170	15	61	131
1984	158,879	16,960	2,422	10,315	14,343	2,727	6	85	113
1985	58,123	23,448	824	7,887	14,260	967	14	61	117
1986	92,433	35,483	826	11,471	27,153	1,028	12	77	124
1987	153,413	24,884	577	12,715	14,779	691	8	59	120
1988	135,083	42,012	723	19,941	26,209	928	15	62	128
1989	102,529	21,833	3,292	16,379	21,635	4,117	16	99	125
1990	73,529	34,560	3,320	16,864	21,904	3,672	23	63	111
1991	122,892	26,498	6,201	11,900	16,475	6,951	10	62	112
1992	241,214	22,901	6,225	24,131	14,282	6,868	10	62	110
1993	79,828	41,792	4,730	10,098	24,426	5,404	13	58	114
1994	147,730	37,516	6,347	15,436	23,845	6,950	10	64	109
1995	48,137	25,912	6,556	7,770	13,425	7,466	16	52	114
1996	38,649	20,200	7,325	4,058	12,605	9,593	11	62	131
1997	36,339	29,525	2,465	9,405	15,858	3,475	26	54	141
1998	19,628	22,565	2,130	5,984	13,249	3,107	30	59	146
1999	13,711	11,927	2,565	3,159	7,349	3,755	23	62	146
2000	7,645	9,658	1,092	1,989	6,326	1,635	26	66	150
2001	28,124	14,239	1,954	4,503	7,688	2,961	16	54	152
2002	25,794	26,429	656	5,370	9,059	749	21	34	114
2003	55,461	27,331	865	2,243	10,213	942	4	37	109
2004	9,592	19,919	2,374	1,816	11,676	3,357	19	59	141
2005	72,944	13,753	752	6,465	8,193	939	9	60	125
2006	18,316	14,848	2,569	3,054	8,746	3,621	17	59	141
2007	36,278	30,068	3,975	5,876	18,673	5,445	16	62	137
2008	27,655	15,541	2,628	3,981	8,583	3,599	14	55	137
2009	23,268	26,259	2,812	5,667	15,405	3,866	24	59	137
2010	25,618	26,661	5,539	5,197	18,019	7,662	20	68	138
2011	73,980	34,930	2,210	16,619	21,671	2,545	22	62	115
2012	135,899	24,588	3,857	20,074	14,432	5,099	15	59	132
2013	76,479	43,639	6,066	18,131	30,670	8,720	24	70	144
2014	52,013	22,693	3,545	8,767	15,232	5,199	17	67	147
2015	52,159	37,604	2,751	10,409	34,576	3,898	20	92	142
2016	37,563	49,660	10,008	9,528	33,263	12,622	25	67	126
2017	29,434	39,194	5,405	5,306	27,023	6,631	18	69	123
2018	38,796	32,145	3,849	4,862	21,135	5,482	13	66	142
2019	35,834	35,280	5,101	4,992	23,469	7,037	14	67	138
2020	51,628	12,824	2,055	7,215	9,673	2,861	14	75	139

補足表 2-2. コホート解析により推定されたウルメイワシ対馬暖流系群の年齢別漁獲係数・資源尾数・資源量

年齢 年\	漁獲係数 F			資源尾数 (万尾)			資源量 (トン)		
	0歳	1歳	2歳	0歳	1歳	2歳	0歳	1歳	2歳
1976	0.18	0.59	0.59	287,970	69,601	29,509	46,424	56,413	37,159
1977	0.31	0.48	0.48	263,044	119,215	19,112	29,844	84,619	24,109
1978	0.35	0.54	0.54	163,148	95,645	36,806	23,040	81,259	44,412
1979	0.88	0.77	0.77	162,538	56,978	27,695	19,885	41,677	37,104
1980	0.54	1.30	1.30	127,399	33,338	13,076	14,910	29,114	16,917
1981	0.53	1.29	1.29	119,384	37,038	4,492	20,337	31,928	5,923
1982	0.52	1.79	1.79	136,787	34,944	5,051	24,950	24,359	7,043
1983	1.17	1.66	1.66	172,352	40,192	2,903	25,434	24,597	3,804
1984	1.42	2.35	2.35	297,385	26,595	3,799	19,307	22,491	4,276
1985	0.58	2.68	2.68	187,439	35,717	1,255	25,434	21,721	1,473
1986	1.00	3.38	3.38	207,426	52,120	1,213	25,741	39,885	1,510
1987	0.90	2.70	2.70	366,208	37,868	878	30,350	22,491	1,052
1988	1.11	1.65	1.65	285,387	73,745	1,269	42,129	46,005	1,630
1989	0.64	1.10	1.10	307,303	46,528	7,015	49,093	46,105	8,773
1990	0.58	0.94	0.94	238,126	80,351	7,719	54,613	50,927	8,538
1991	0.97	0.83	0.83	280,458	66,435	15,547	27,158	41,306	17,428
1992	1.07	0.96	0.96	520,556	52,671	14,318	52,076	32,849	15,797
1993	0.50	1.11	1.11	285,954	88,519	10,018	36,171	51,736	11,447
1994	0.97	0.97	0.97	338,137	85,747	14,507	35,332	54,501	15,885
1995	0.65	0.86	0.86	142,875	63,810	16,144	23,061	33,058	18,385
1996	0.44	1.49	1.49	155,033	37,028	13,427	16,278	23,106	17,584
1997	0.48	1.85	1.85	134,751	49,751	4,153	34,874	26,721	5,856
1998	0.50	1.49	1.49	71,039	41,308	3,900	21,658	24,253	5,688
1999	0.40	1.56	1.56	59,428	21,446	4,612	13,694	13,215	6,753
2000	0.22	1.17	1.17	55,615	19,849	2,245	14,469	13,002	3,360
2001	0.40	2.40	2.40	121,392	22,230	3,051	19,438	12,003	4,623
2002	0.33	2.62	2.62	130,066	40,463	1,005	27,080	13,869	1,147
2003	0.80	1.81	1.81	142,696	46,412	1,469	5,770	17,343	1,599
2004	0.19	2.20	2.20	77,851	31,778	3,788	14,736	18,627	5,356
2005	0.89	0.95	0.95	175,077	31,900	1,744	15,517	19,005	2,177
2006	0.21	0.90	0.90	135,422	35,538	6,150	22,580	20,934	8,666
2007	0.56	1.54	1.54	120,506	54,342	7,184	19,519	33,748	9,840
2008	0.30	1.03	1.03	153,382	34,277	5,796	22,078	18,931	7,937
2009	0.30	1.07	1.07	126,479	56,679	6,070	30,807	33,252	8,345
2010	0.24	1.69	1.69	171,935	46,411	9,642	34,880	31,368	13,337
2011	0.66	1.33	1.33	218,210	67,328	4,260	49,018	41,772	4,905
2012	0.81	0.97	0.97	346,345	56,227	8,820	51,160	33,003	11,660
2013	0.78	1.67	1.67	200,052	76,224	10,595	47,425	53,570	15,231
2014	0.34	1.23	1.23	254,893	45,449	7,099	42,962	30,507	10,412
2015	0.34	0.90	0.90	255,433	89,923	6,578	50,976	82,682	9,322
2016	0.32	1.52	1.52	195,563	90,088	18,155	49,605	60,343	22,897
2017	0.29	1.55	1.55	167,251	70,643	9,742	30,153	48,706	11,951
2018	0.39	1.32	1.32	170,535	62,313	7,461	21,372	40,969	10,628
2019	0.75	2.06	2.06	96,286	57,346	8,291	13,413	38,149	11,439
2020	0.48	1.64	1.64	193,422	22,562	3,616	27,029	17,019	5,034

補足表 2-3. コホート解析により推定されたウルメイワシ対馬暖流系群の資源量・親魚量・加入量・再生産成功率・漁獲割合

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (万尾)	再生産成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)
1976	139,996	93,572	287,970	30.8	25
1977	138,573	108,728	263,044	24.2	25
1978	148,711	125,671	163,148	13.0	28
1979	98,666	78,781	162,538	20.6	39
1980	60,941	46,031	127,399	27.7	46
1981	58,188	37,851	119,384	31.5	43
1982	56,352	31,402	136,787	43.6	45
1983	53,834	28,400	172,352	60.7	53
1984	46,073	26,767	297,385	111.1	59
1985	48,628	23,194	187,439	80.8	48
1986	67,136	41,395	207,426	50.1	59
1987	53,893	23,543	366,208	155.6	52
1988	89,763	47,635	285,387	59.9	52
1989	103,970	54,878	307,303	56.0	41
1990	114,078	59,465	238,126	40.0	37
1991	85,892	58,734	280,458	47.8	41
1992	100,723	48,647	520,556	107.0	45
1993	99,355	63,183	285,954	45.3	40
1994	105,718	70,386	338,137	48.0	44
1995	74,504	51,443	142,875	27.8	38
1996	56,969	40,690	155,033	38.1	46
1997	67,452	32,578	134,751	41.4	43
1998	51,600	29,942	71,039	23.7	43
1999	33,661	19,967	59,428	29.8	42
2000	30,830	16,361	55,615	34.0	32
2001	36,063	16,625	121,392	73.0	42
2002	42,097	15,017	130,066	86.6	36
2003	24,713	18,942	142,696	75.3	54
2004	38,719	23,983	77,851	32.5	44
2005	36,699	21,182	175,077	82.7	42
2006	52,180	29,599	135,422	45.8	30
2007	63,107	43,588	120,506	27.6	48
2008	48,946	26,868	153,382	57.1	33
2009	72,404	41,597	126,479	30.4	34
2010	79,585	44,705	171,935	38.5	39
2011	95,695	46,677	218,210	46.7	43
2012	95,823	44,663	346,345	77.5	41
2013	116,226	68,801	200,052	29.1	49
2014	83,880	40,918	254,893	62.3	35
2015	142,980	92,004	255,433	27.8	34
2016	132,844	83,239	195,563	23.5	42
2017	90,810	60,657	167,251	27.6	43
2018	72,968	51,597	170,535	33.1	43
2019	63,001	49,588	96,286	19.4	56
2020	49,082	22,053	193,422	87.7	40

補足資料3 産卵量を資源量指標値として用いたコホート解析の試算

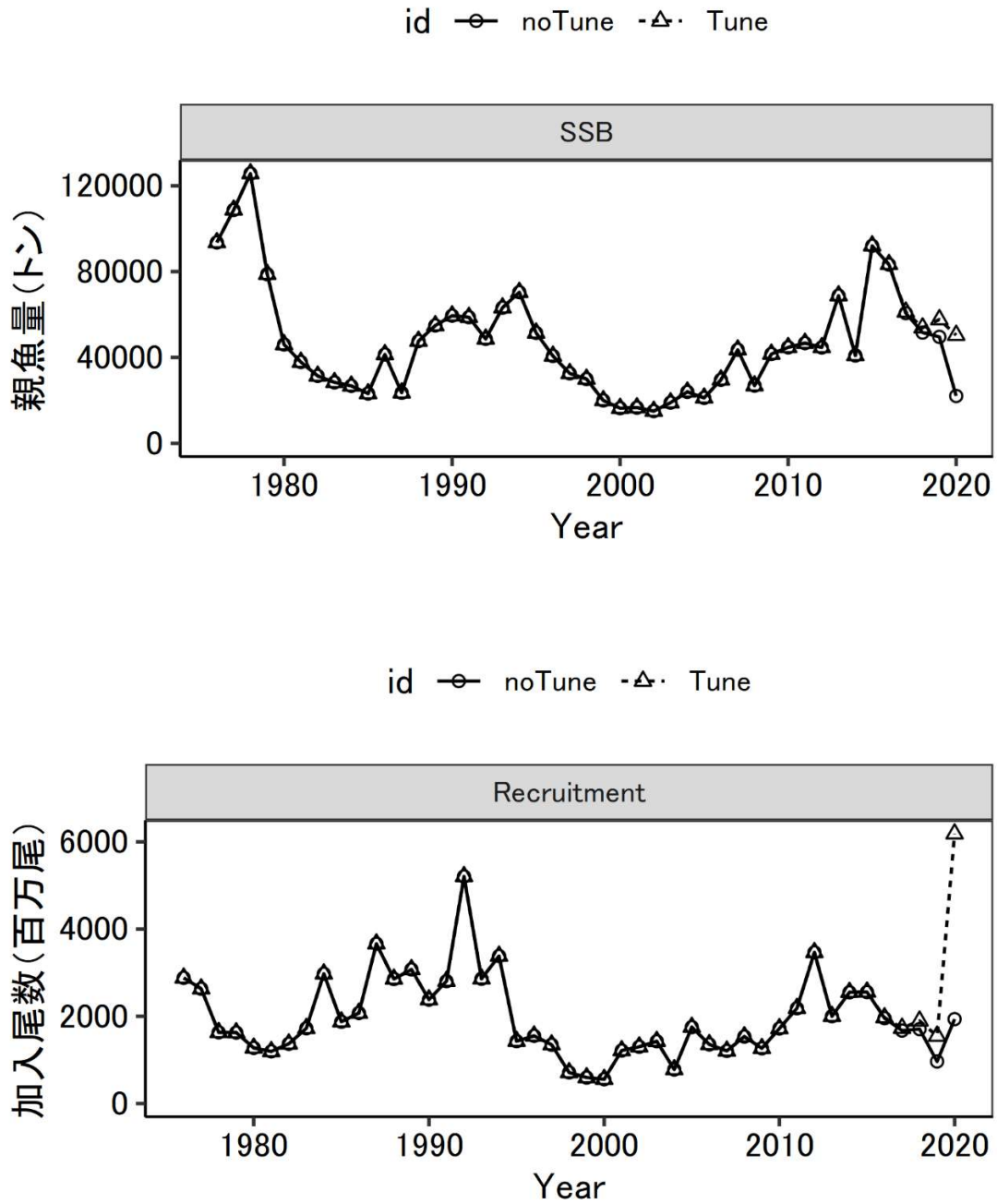
本系群を主に漁獲しているのはまき網漁業と棒受け網漁業であり、それらの漁業はウルメイワシ以外の魚種も主な漁獲対象としている。このため、ウルメイワシが主な漁獲対象になるかどうかで漁獲量をはじめとする情報は大きく変動すると考えられ、資源量推定の不確実性は大きいと考えられる。例えば、今年度の資源評価では、2020年漁獲量が前年から48%減少し、2019年の加入尾数の下方修正が大きくなった。このため、より頑健な資源評価のためには、漁業から独立した調査船調査の指標値や漁業から得られた標準化 CPUE などを用いて資源量推定を行う必要があると考えられる。

ここでは、産卵量調査で得られた情報を用いて直近年のFを調整した結果を示す。日本海および東シナ海における産卵量（補足表4-1、図5）は親魚量の増加に伴って増加する傾向があったため、産卵量を親魚量の資源量指標値として用いた。マイワシ対馬暖流系群などの資源評価（いわゆる2段階法のチューニングVPA）を参考に、まず、2020年の年齢別漁獲係数を過去3年間（2017～2019）の平均値とし、これらの漁獲係数と年齢別選択率を推定した（補足資料2と同じ）。次に、その選択率のもと、産卵量の変動に合うようにFを調整した。調整期間は、日本海および東シナ海の両方で産卵量調査が行われた1997～2020年とした。産卵量として、両海域間の相乗平均を用いた。以下の残差平方和を最小にするように最近年のFを求めた。

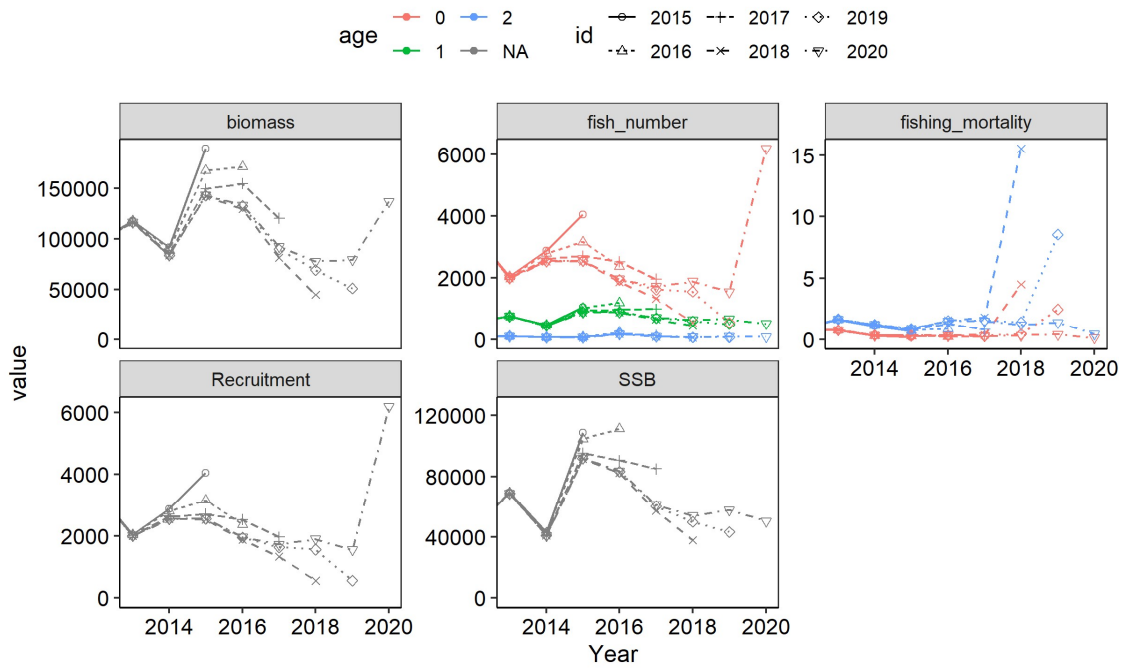
$$\text{最小} \quad \sum_{y=199}^{2020} \left[(\ln(qSSB_y) - \ln(Egg_y))^2 \right] \quad (\text{式6})$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=199}^{2020} Egg_y}{\prod_{y=1997}^{2020} SSB_y} \right)^{\frac{1}{24}} \quad (\text{式7})$$

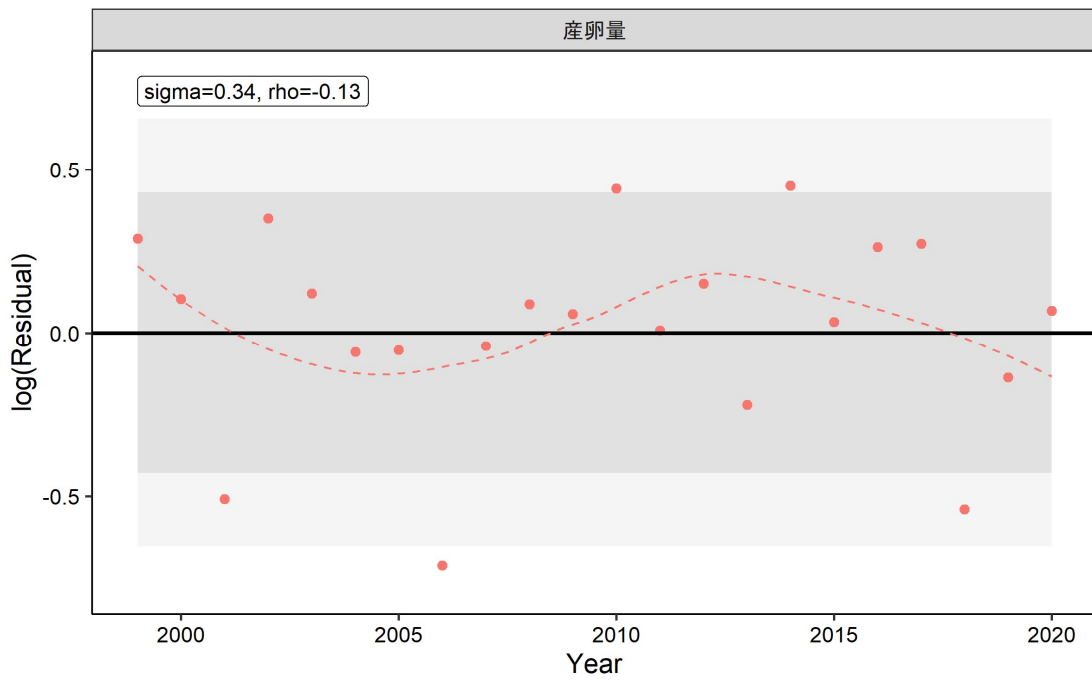
ここで、 SSB_y は y 年における親魚量、 Egg_y は y 年における産卵量である。パラメータの推定結果は、 $q=0.0005$ 、 $F_{0,2020}=0.13$ 、 $F_{1,2020}=0.44$ 、 $F_{2,2020}=0.44$ だった。産卵量を用いてFを調整した場合には、調整しない場合に比べて、2018年以降の親魚量、資源量ともに、多く推定された（補足図3-1）。一方で、レトロスペクティブバイアスはかなり大きくなり、特にFの値がかなり大きくなる年が出現した（補足図3-2）。また、直近年（2020年）加入尾数が過去最大と計算されているが、直近までの漁模様などからは、2020年が卓越年級群とみられる情報は今のところ得られていない。現状では資源評価に産卵量を反映するのは難しいと考えられる。指標値の残差プロットや当てはまりは補足図3-3、3-4に示した。



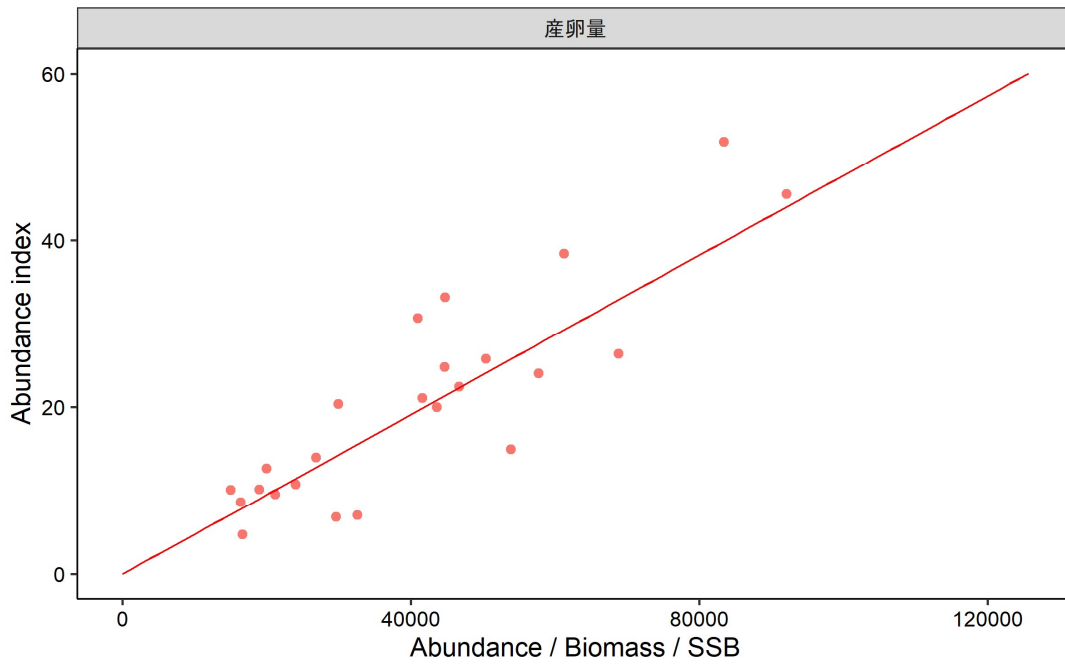
補足図 3-1. 産卵量情報の有無によるコホート解析の結果の違い 産卵量情報あり (△)、産卵量情報なし (○) 上: 親魚量、下: 加入量



補足図 3-2. レトロスペクティブ解析の結果



補足図 3-3. 残差プロット



補足図 3-4. 指標値と期待値の関係 (点は観測値、実線が期待値)

補足表 3-1. 日本海および九州西岸の推定産卵量（兆粒）およびそれらの相乗平均

年	日本海	東シナ海	平均産卵量
1997	3.3	15.1	7.1
1998	12.8	32.4	20.4
1999	11.3	14.3	12.7
2000	4.5	16.6	8.7
2001	3.6	6.3	4.8
2002	5.9	17.5	10.2
2003	11.7	8.9	10.2
2004	11.6	10.0	10.8
2005	11.5	8.0	9.6
2006	5.6	8.5	6.9
2007	14.5	27.6	20.0
2008	15.5	12.7	14.0
2009	17.7	25.2	21.1
2010	31.2	35.3	33.2
2011	12.2	41.4	22.5
2012	12.9	48.0	24.8
2013	15.1	46.0	26.4
2014	18.9	49.9	30.7
2015	32.3	64.2	45.5
2016	34.0	79.0	51.9
2017	34.5	42.8	38.4
2018	28.0	8.0	15.0
2019	43.1	13.4	24.0
2020	21.7	30.6	25.8