

平成 30 (2018) 年度ウルメイワシ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（入路光雄、高須賀明典、宇田川美穂、亘真吾、渡井幹雄）
 参画機関：三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、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、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

要 約

本系群の資源状態について、卵稚仔調査に基づく産卵量と、半年単位のコホート解析により計算した資源量から、水準と動向を判断した。漁獲の大部分を占める宮崎県～三重県の漁獲量は増減を繰り返しながらも全体としては増加傾向にあり、2011～2017 年は高い水準を維持している。1978 年以降の卵稚仔調査に基づいて求めた日向灘～潮岬（海区 III）の年間産卵量の推移より、2017 年の産卵量（88 兆粒）は高位水準であった 2016 年（134 兆粒）から減少して、資源水準は中位と判断された。最近 5 年間（2014～2018 年）の資源量は 78 千～149 千トンの範囲にあり、その推移から、資源動向は減少と判断した。コホート解析では、半期（1～6 月、7～12 月）単位で寿命 24 月齢までの 4 期とし、0～5 月齢（0 歳）を 1 期、6～11 月齢（0 歳）を 2 期、12～17 月齢（1 歳）を 3 期、18～23 月齢（1 歳）を 4 期とした。産卵量は長期的には増加傾向にあり、2003 年以降は中位～高位水準を保っている。さらに、2007 年以降の資源量、親魚量、加入量は、増減を繰り返しながらも全体としては緩やかに増加している。これは、長期的には再生産が順調に行われていることを示唆している。しかし、直近では資源は減少傾向にあることから、親魚量を増加に転じさせる管理方策で、 $F_{current}$ の削減率 β_2 を乗じた $0.9F_{current}$ を管理基準として、 ABC_{limit} を算出した。 $0.9F_{current}$ を F_{limit} として、ABC 算定のための基本規則 1-3)-(3) に基づき 2019 年 ABC を算定した。

管理基準	Target / Limit	2019 年 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
0.9 $F_{current}$	Target	24	14	0.22 (-43%)
	Limit	28	17	0.27 (-29%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。 $F_{current}$ は 2008～2017 年の 1～4 期の F の平均値、漁獲割合は 2019 年の 1 期および 3 期の漁獲量/資源量と 2 期および 4 期の漁獲量/資源量の平均値、F 値は 1～4 期の平均値、親魚量は 3 期の資源量である。2018 年の親魚量は 60 千トン。

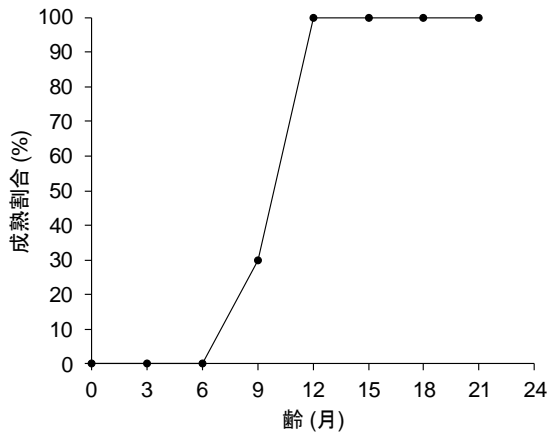


図 4. 年齢（月齢）と成熟率

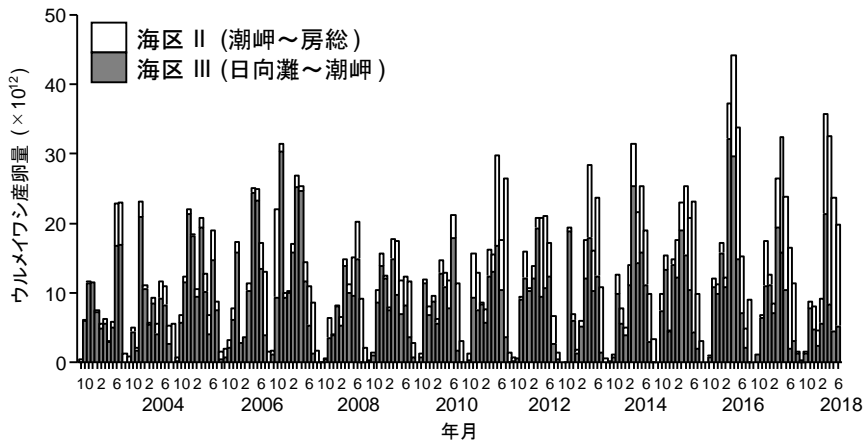


図 5. 月別産卵量の推移 海区 III は日向灘～潮岬、海区 II は潮岬～房総に相当する。海区 III の産卵量を資源量指標値として採用した。

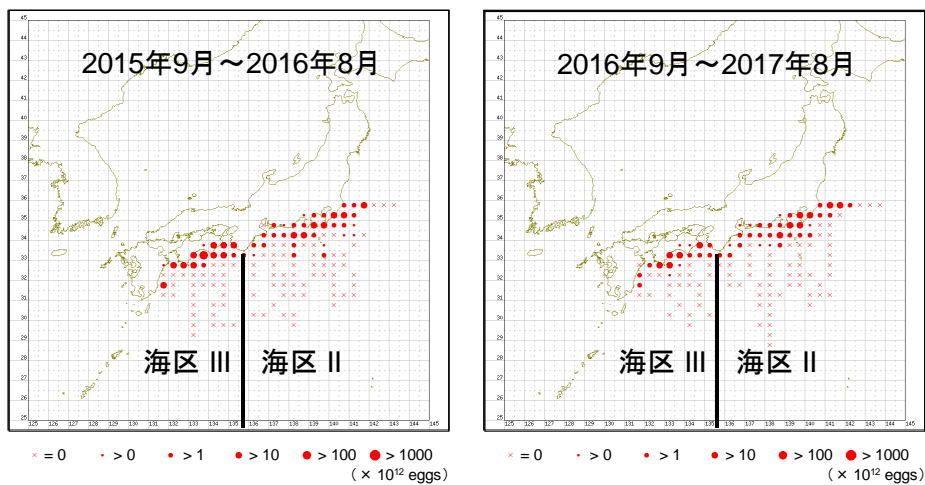


図 6. 最近年の年間産卵量分布 海区 III（日向灘～潮岬）および海区 II（潮岬～房総）における緯経度 30 分昇目の集計値を示す。海区 III の産卵量を資源量指標値として採用した。

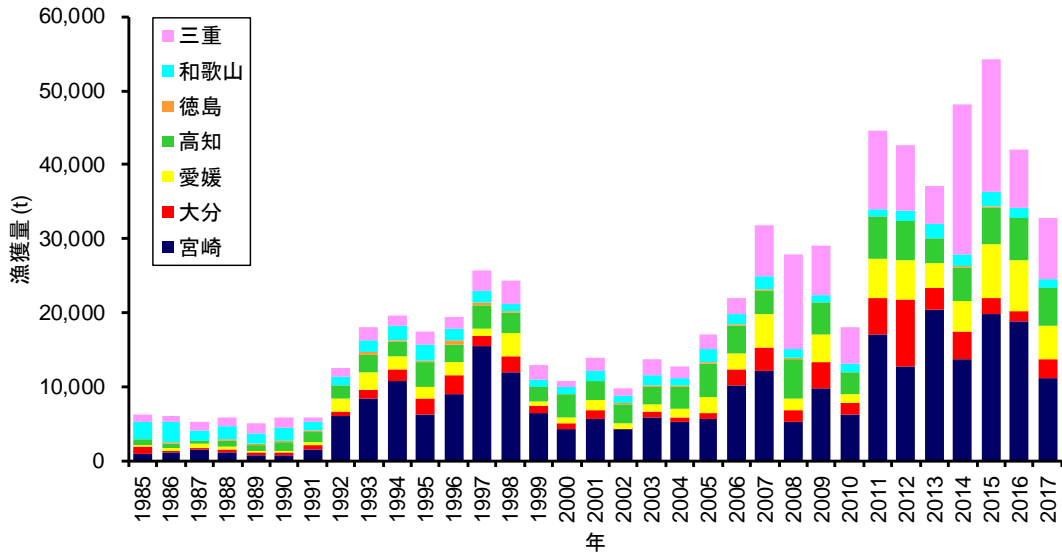


図 7. 漁獲量（宮崎県～三重県）の推移 漁業・養殖業生産統計による。

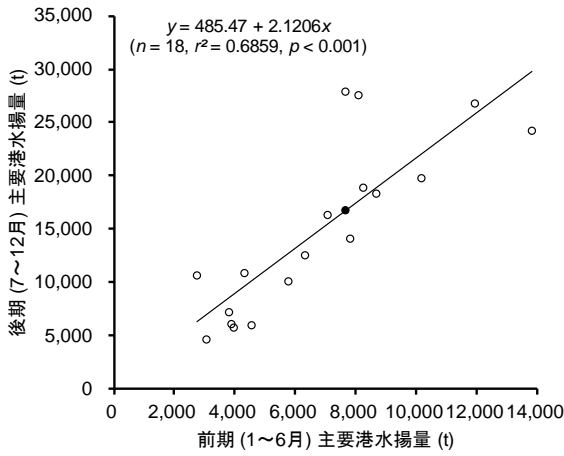


図 8. 2000～2017 年の宮崎県～三重県の主要港における前期（1～6 月）水揚量と後期（7～12 月）水揚量の関係 この関係を用いて 2018 年前期水揚量から予測される後期水揚量を黒丸で示す。

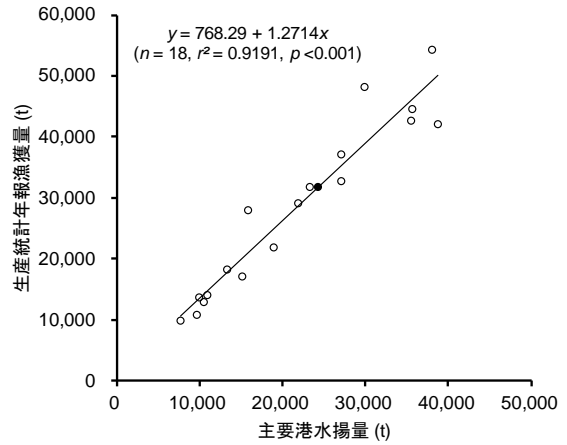


図 9. 2000～2017 年の宮崎県～三重県の主要港における主要港水揚量と生産統計年報からの漁獲量の関係 この関係を用いて 2018 年主要港水揚量から予測される漁獲量を黒丸で示す。

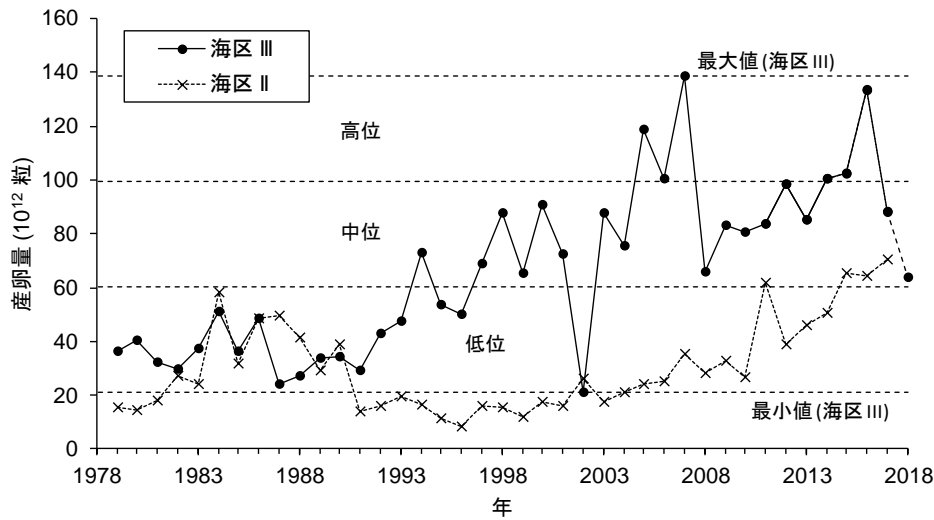


図 10. 年間産卵量の推移 年間産卵量は前年 9 月～当年 8 月の月別産卵量の合計値。海区 III は日向灘～潮岬、海区 II は潮岬～房総に相当する。海区 III の産卵量を資源量指標値として用いた。2018 年は 6 月までの産卵量から予測される年間産卵量。点線は産卵量（海区 III）の最大値と最小値の間の 3 等分を示す。2017 年の海区 III の産卵量から水準を判断した。

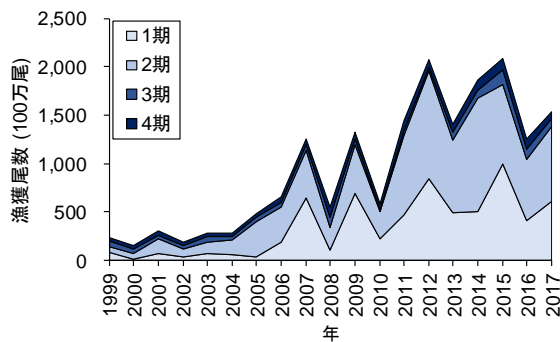


図 11. 年齢別（期別）漁獲尾数の推移 半年単位コホート解析による。2018 年 1 期と 3 期の漁獲尾数はそれぞれ 605（百万尾）と 89（百万尾）。1～4 期は以下のように定義した。1 期：0～5 月齢（0 歳）；2 期：6～11 月齢（0 歳）；3 期：12～17 月齢（1 歳）；4 期：18～23 月齢（1 歳）。

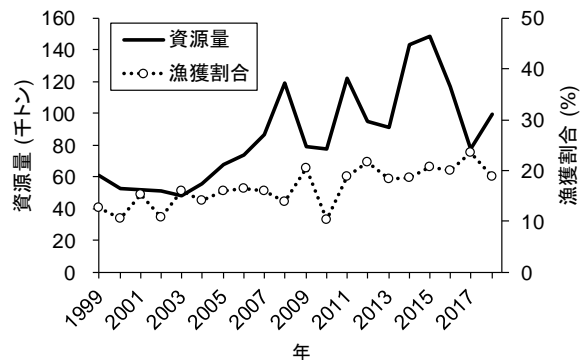


図 12. 資源量と漁獲割合の推移 資源量は 1～6 月における資源量として 1 期と 3 期の資源量の合計値、漁獲割合は 1～6 月と 7～12 月の平均値とした。ただし、2018 年の 2 期と 4 期は将来予測に基づく。1～4 期の定義は図 11 同様。

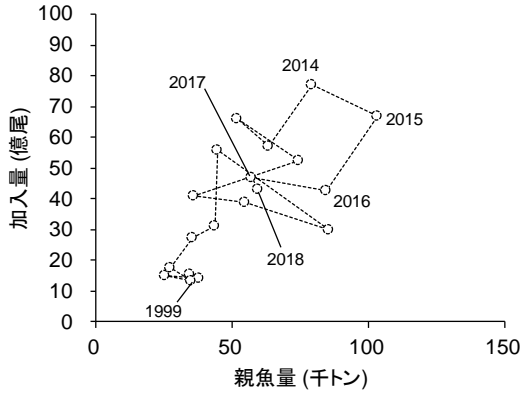


図 13. 親魚量と加入量の関係 親魚量は 3 期の資源量、加入量は 1 期の資源尾数とした。1~4 期の定義は図 11 同様。

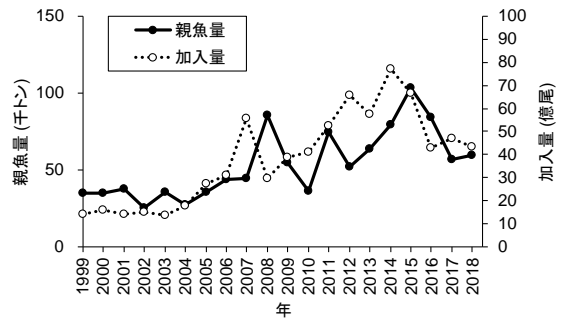


図 14. 親魚量と加入量の推移 親魚量は 3 期の資源量、加入量は 1 期の資源尾数とした。1~4 期の定義は図 11 同様。

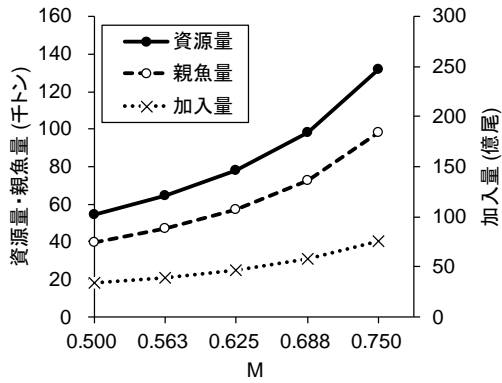


図 15. M と資源量、親魚量、加入量の関係 異なる M 値の下での資源量、親魚量、加入量の値を示す (2017 年の例)。資源量は 1~6 月における資源量として 1 期と 3 期の資源量の合計値、親魚量は 3 期の資源量、加入量は 1 期の資源尾数とした。1~4 期の定義は図 11 同様。

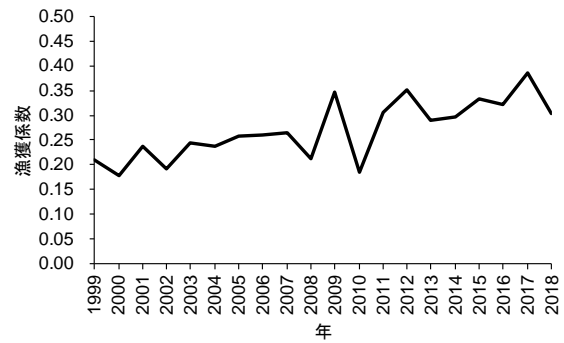


図 16. 漁獲係数 (F) の推移 F は 1~4 期の平均値とした。ただし、2018 年の 2 期と 4 期は将来予測に基づく。1~4 期の定義は図 11 同様。

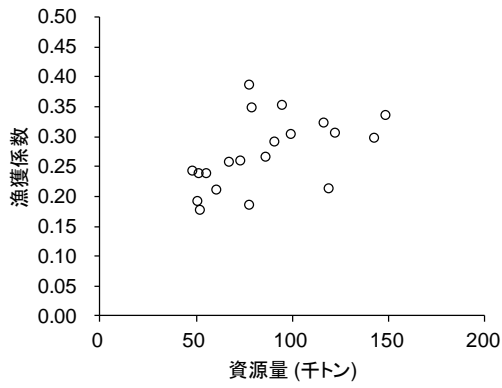


図 17. 資源量と漁獲係数 (F) の関係 資源量は 1～6 月における資源量として 1 期と 3 期の資源量の合計値、F は 1～4 期の平均値とした。2018 年の F は将来予測に基づく。1～4 期の定義は図 11 同様。



図 18. 再生産成功率の推移 再生産成功率は親魚量に対する加入量の割合とし、親魚量は 3 期の資源量、加入量は 1 期の資源尾数とした。1～4 期の定義は図 11 同様。

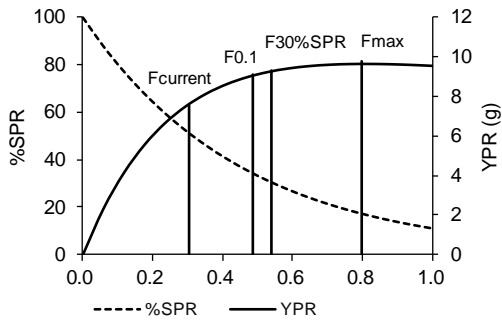


図 19. 漁獲係数 (F) と %SPR、YPR の関係 F は 1～4 期の平均値とした。1～4 期の定義は図 11 同様。

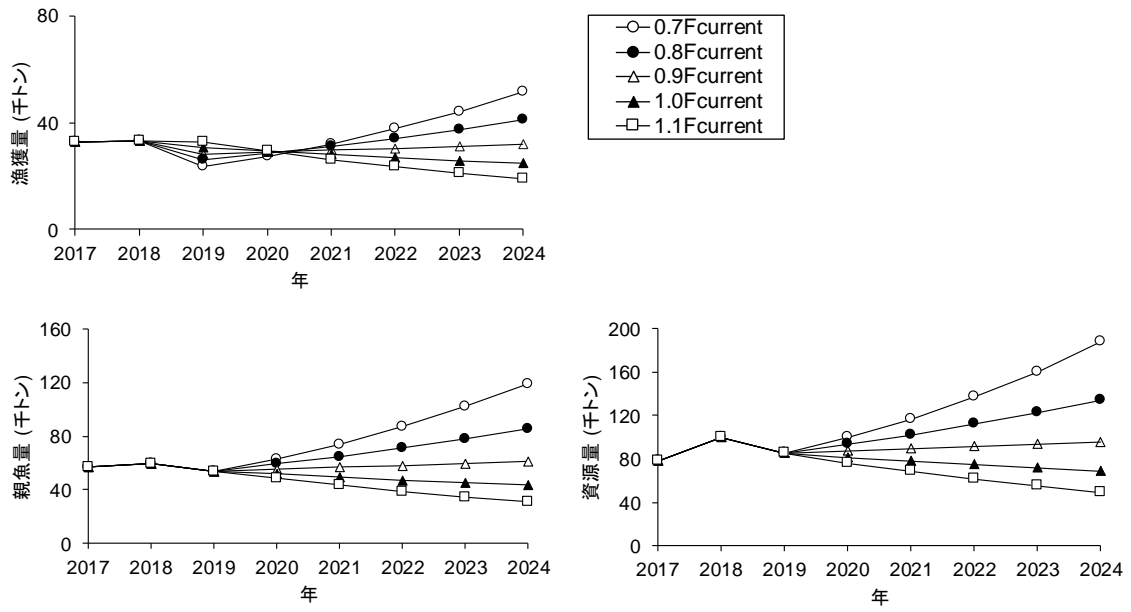


図 20. 漁獲係数 (F) の変化による漁獲量、資源量、親魚量の推移 資源量は 1~6 月における資源量として 1 期と 3 期の資源量の合計値、親魚量は 3 期の資源量、加入量は 1 期の資源尾数とした。1~4 期の定義は図 11 同様。

表 1. ウルメイワシ太平洋系群の漁獲量（宮崎県～三重県） 漁業・養殖業生産統計（農林水産省）による県別漁獲量（トン）と各県の主要港水揚量（トン）合計値を記した。ただし、2018年の漁獲量合計値および主要港水揚量は前期（1～6月）の値（漁獲量は予測値）である。

年	宮崎	大分	愛媛	高知	徳島	和歌山	三重	合計	主要港
1985	876	1,130	171	677	120	2,199	1,092	6,265	－
1986	1,133	293	222	709	125	2,834	690	6,006	－
1987	1,464	359	434	488	50	1,332	1,225	5,352	－
1988	1,181	286	460	877	22	1,877	1,225	5,928	－
1989	737	471	196	788	66	1,527	1,215	5,000	－
1990	693	401	255	1,189	111	1,785	1,403	5,837	－
1991	1,479	657	419	1,312	153	1,320	468	5,808	－
1992	6,050	586	1,732	1,723	116	1,099	1,245	12,551	－
1993	8,421	1,171	2,393	2,357	309	1,733	1,770	18,154	－
1994	10,852	1,447	1,726	1,998	213	1,922	1,435	19,593	－
1995	6,314	2,182	1,533	3,259	252	2,061	1,920	17,521	－
1996	8,960	2,596	1,725	2,485	514	1,607	1,463	19,350	－
1997	15,572	1,360	929	3,137	378	1,533	2,809	25,718	－
1998	11,918	2,214	3,188	2,697	186	977	3,185	24,365	－
1999	6,512	900	593	1,925	75	1,015	1,902	12,922	6,219
2000	4,251	878	751	3,063	60	1,056	758	10,817	9,707
2001	5,650	1,186	1,384	2,576	66	1,281	1,827	13,970	10,937
2002	4,244	95	678	2,683	55	1,080	992	9,827	7,701
2003	5,792	770	1,152	2,355	81	1,320	2,202	13,672	9,980
2004	5,306	615	1,151	2,982	74	1,114	1,547	12,789	10,499
2005	5,743	711	2,082	4,605	267	1,661	2,104	17,173	15,209
2006	10,250	2,104	2,239	3,627	147	1,472	2,099	21,938	18,891
2007	12,079	3,168	4,506	3,227	133	1,922	6,710	31,745	23,354
2008	5,351	1,394	1,694	5,329	100	1,143	12,951	27,962	15,802
2009	9,865	3,406	3,836	4,276	90	1,007	6,564	29,044	21,938
2010	6,255	1,489	1,299	2,894	36	1,178	4,982	18,133	13,325
2011	17,101	4,874	5,257	5,757	29	971	10,601	44,590	35,677
2012	12,792	9,023	5,305	5,338	51	1,307	8,913	42,729	35,501
2013	20,383	2,933	3,472	3,284	25	1,966	4,998	37,061	27,057
2014	13,808	3,644	4,104	4,605	221	1,568	20,307	48,257	29,937
2015	19,913	2,059	7,310	4,974	44	2,103	17,864	54,267	38,058
2016	18,757	1,530	6,871	5,699	42	1,337	7,873	42,109	38,743
2017	11,227	2,585	4,493	5,057	27	1,238	8,128	32,755	27,030
2018	－	－	－	－	－	－	－	(9,691)	(7,433)

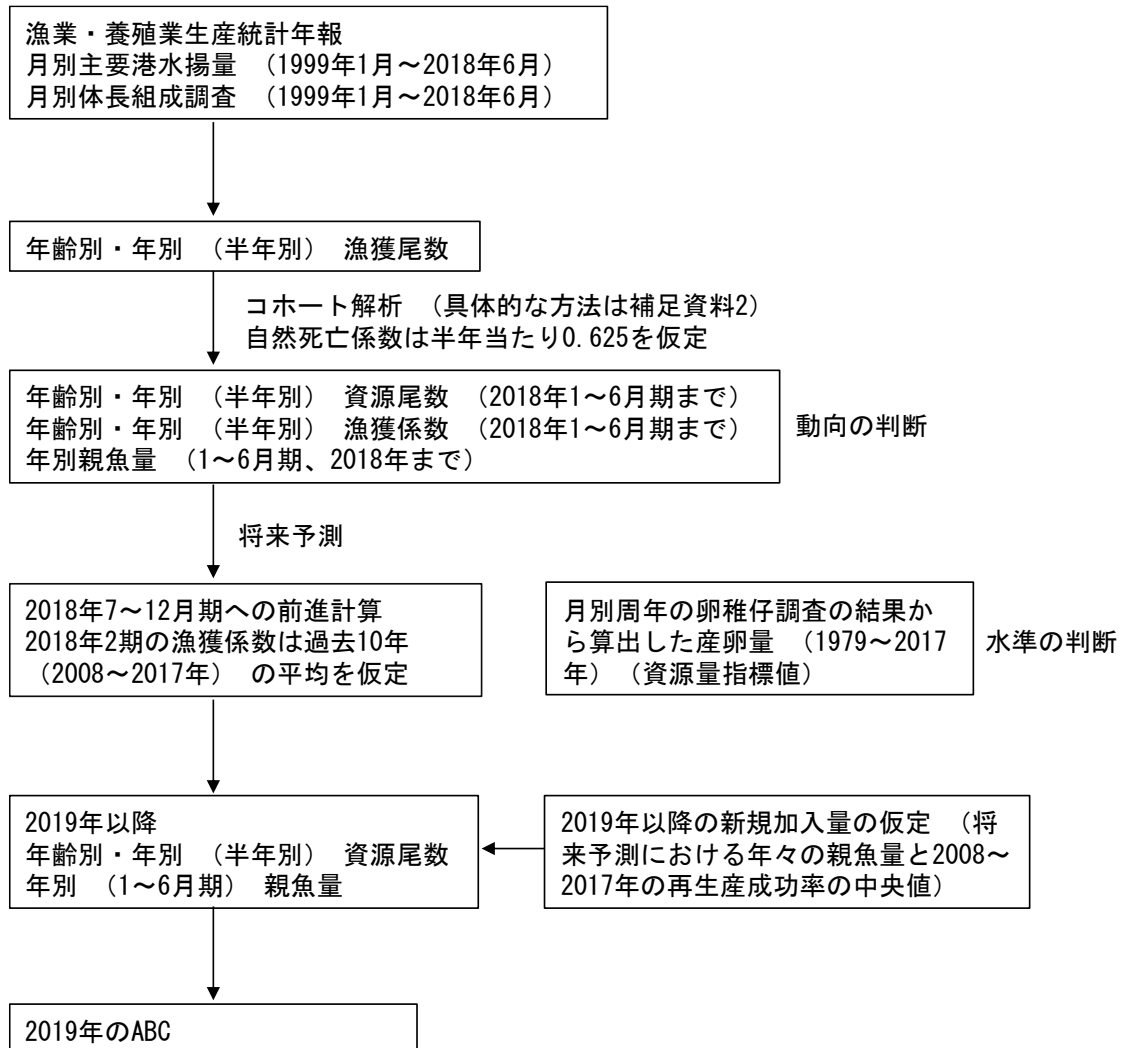
表 2. ウルメイワシ太平洋系群の資源解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	0歳加入尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1999	13	61	35	1,405	13	40
2000	11	52	35	1,569	10	45
2001	14	52	38	1,412	15	37
2002	10	51	25	1,499	11	59
2003	14	48	35	1,352	16	38
2004	13	56	27	1,769	14	65
2005	17	67	35	2,725	16	77
2006	22	74	44	3,113	16	71
2007	32	86	45	5,575	16	125
2008	28	119	86	2,979	14	35
2009	29	79	55	3,868	20	70
2010	18	78	36	4,112	10	114
2011	45	122	75	5,234	19	70
2012	43	95	52	6,586	22	127
2013	37	91	64	5,735	18	90
2014	48	143	79	7,696	19	97
2015	54	149	103	6,670	21	64
2016	42	117	84	4,283	20	51
2017	33	78	57	4,690	23	82
2018	-	100	60	4,312	-	72

表 3. ウルメイワシ太平洋系群の年間（前年 9 月～当年 8 月）産卵量 日向灘～潮岬（海区 III）に相当する海域の産卵量を採用した。2018 年の産卵量は 6 月までの産卵量を基にした予測値である。

年	産卵量 (兆粒)	年	産卵量 (兆粒)
1979	36.5	1999	65.3
1980	40.6	2000	90.7
1981	32.1	2001	72.3
1982	29.9	2002	20.9
1983	37.6	2003	88.0
1984	51.1	2004	75.4
1985	36.4	2005	118.9
1986	48.5	2006	100.5
1987	24.4	2007	138.6
1988	27.3	2008	65.9
1989	33.8	2009	83.5
1990	34.4	2010	80.9
1991	29.3	2011	83.6
1992	42.9	2012	98.4
1993	47.7	2013	85.3
1994	73.1	2014	100.7
1995	53.5	2015	102.5
1996	50.2	2016	133.6
1997	68.8	2017	88.4
1998	87.9	2018	(63.7)

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

漁獲量の大部分を占める宮崎県～三重県を対象として、主要港水揚量および月別体長組成のデータを用いて、月別漁獲尾数の体長組成を求めた。具体的には、主要港水揚量に対する体長測定標本の抽出率により、月別体長組成から主要港水揚量に対する月別漁獲尾数の体長組成を求め、さらに、これを漁業・養殖業生産統計年報による全漁獲量に相当する漁獲尾数に換算した。計算過程での体長 (BL) と体重 (BW) の関係には、過去の測定データから得られた式 ($BW = 0.08 BL^{3.181}$) を用いた。さらに、過去研究 (大下ほか 2011、真田ほか 1994、山田 1994) にある 4 つの成長式のうち、上で求めた漁獲尾数の体長組成に最も当てはまりが良かった山田 (1994) の成長式 ($L(t) = 22.70 (1 - e^{-0.1368(t + 0.6868)})$) を採用して、半年ごとの年齢別漁獲尾数を求めた。

半年単位のコホート解析により年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数を推定した (補足表 2-1)。ウルメイワシの生活史に基づき 1 月を起点、寿命を 2 歳 (24 月齢) とし、0～5 月齢 (1 期)、6～11 月齢 (2 期)、12～17 月齢 (3 期)、18～23 月齢 (4 期) とし、各期の資源尾数、漁獲係数を推定した。資源計算は Pope (1972) の近似式を用い、4 期が寿命でプラスグループは設定しなかった。自然死亡係数は、田内・田中の式 (田中 1960) に従い $M = 2.5/\text{寿命}$ (寿命 2 歳) より 0.625 (半年当たり) とした。各年 y (1999～2017 年) 各期 a (1 期～4 期) の資源尾数、漁獲尾数は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2) \quad (a = 1, 3, y = 1999, \dots, 2017)$$

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2) \quad (a = 2, y = 1999, \dots, 2017)$$

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - \exp(-F_{a,y})} \exp(M/2) \quad (a = 4, y = 1999, \dots, 2017; a = 1, 3, y = 2018)$$

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(M/2)}{N_{a,y}} \right) \quad (a = 1, 2, 3, y = 1999, \dots, 2017)$$

ターミナル F は 1999～2017 年までの 4 期と 2018 年の 1 期と 3 期である。1 期と 3 期の平均体長の差は約 13 cm であるが、2 期と 4 期の平均体長の差は約 6 cm と小さい。そこで 2 期と 4 期の漁獲係数に差はないと仮定し、1999～2017 年の 4 期の漁獲係数は 2 期の漁獲係数の平均 (1999～2017 年) に等しい、2018 年の 1 期と 3 期の漁獲係数は過去 10 年の平均 (2008～2017 年) に等しいと仮定した。なお、 $F_{4,y}$ は探索的に推定した。

$$F_{a,2018} = \frac{1}{10} \sum_{y=2008}^{2017} F_{a,y} \quad (a = 1, 3)$$

$$F_{4,y} = \frac{1}{19} \sum_{y=1999}^{2017} F_{2,y} \quad (y = 1999, \dots, 2017)$$

引用文献

- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.
- 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. *日本水産学会誌*, **77**, 15-22.
- 真田康広・藤田正夫・石田実 (1994) 太平洋南部におけるウルメイワシの耳石日周輪に基づく年齢と成長. *南西外海の資源・海洋研究*, **10**, 55.
- 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.
- 山田浩且 (1994) 熊野灘におけるウルメイワシの資源生態. *水産海洋研究*, **58**, 286-292.

補足表 2-1. コホート解析結果の詳細 (1999~2008 年)

期別漁獲尾数 (100万尾)

期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1期	78	14	72	33	74	54	39	184	643	102
2期	67	57	148	90	118	153	362	366	492	243
3期	53	42	38	30	50	43	45	53	65	101
4期	38	35	45	29	37	28	40	55	60	110
計	236	147	303	182	279	278	487	659	1,260	556

期別漁獲量 (トン)

期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1期	1,447	158	722	558	703	872	457	1,764	4,810	1,140
2期	2,768	2,489	5,457	3,653	4,284	4,826	8,630	10,692	16,808	8,478
3期	4,922	4,311	3,736	2,994	5,044	4,613	4,563	5,176	6,169	8,461
4期	3,786	3,859	4,054	2,622	3,642	2,477	3,524	4,305	3,958	9,883
計	12,922	10,817	13,970	9,827	13,672	12,789	17,173	21,938	31,745	27,962

期別漁獲係数

期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1期	0.08	0.01	0.07	0.03	0.08	0.04	0.02	0.08	0.17	0.05
2期	0.14	0.10	0.34	0.17	0.28	0.26	0.42	0.40	0.31	0.25
3期	0.22	0.19	0.14	0.16	0.22	0.24	0.18	0.16	0.18	0.15
4期	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
平均	0.21	0.18	0.24	0.19	0.24	0.24	0.26	0.26	0.27	0.21

期別資源尾数 (100万尾)

期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1期	1,405	1,569	1,412	1,499	1,352	1,769	2,725	3,113	5,575	2,979
2期	695	829	703	778	670	907	1,430	1,532	2,514	1,520
3期	367	323	402	268	351	272	374	501	552	986
4期	158	142	188	122	151	114	167	229	248	453

期別資源量 (トン)

期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1期	26,004	17,585	14,188	25,426	12,893	28,575	32,113	29,919	41,714	33,382
2期	28,787	36,130	25,850	31,607	24,263	28,674	34,095	44,700	85,899	53,134
3期	35,055	34,685	37,648	25,461	35,210	27,250	35,252	43,584	44,731	85,569
4期	15,065	15,302	17,567	11,572	15,185	11,425	15,745	19,926	20,099	39,362
1期 + 3期	61,059	52,270	51,836	50,887	48,103	55,825	67,365	73,503	86,444	118,951

期別平均体重 (g)

期	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1期	19	11	10	17	10	16	12	10	7	11
2期	41	44	37	41	36	32	24	29	34	35
3期	95	107	94	95	100	100	94	87	81	87
4期	95	107	94	95	100	100	94	87	81	87

補足表 2-1. コホート解析結果の詳細 (続き) (2009~2018年6月)

期別漁獲尾数 (100万尾)										
期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1期	686	218	466	843	498	502	1,000	407	607	441
2期	509	291	824	1,113	748	1,176	814	639	773	-
3期	55	15	50	38	79	83	158	107	89	51
4期	73	58	105	86	82	102	121	101	62	-
計	1,323	582	1,445	2,079	1,406	1,863	2,092	1,255	1,531	-

期別漁獲量 (トン)										
期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1期	4,300	2,219	4,260	5,528	2,382	4,157	6,792	3,055	2,683	4,083
2期	13,747	10,299	27,164	28,213	20,903	27,805	22,373	20,019	15,687	-
3期	4,739	1,401	5,384	3,462	8,057	8,200	13,477	10,003	8,420	5,609
4期	6,258	4,213	7,782	5,526	5,719	8,095	11,624	9,032	5,965	-
計	29,044	18,133	44,590	42,729	37,061	48,257	54,267	42,109	32,755	-

期別漁獲係数										
期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1期	0.28	0.08	0.13	0.19	0.13	0.09	0.23	0.14	0.19	0.15
2期	0.59	0.22	0.61	0.74	0.47	0.56	0.50	0.58	0.72	-
3期	0.12	0.05	0.08	0.07	0.16	0.13	0.21	0.17	0.23	0.14
4期	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	-
平均	0.35	0.18	0.31	0.35	0.29	0.30	0.33	0.32	0.39	0.14

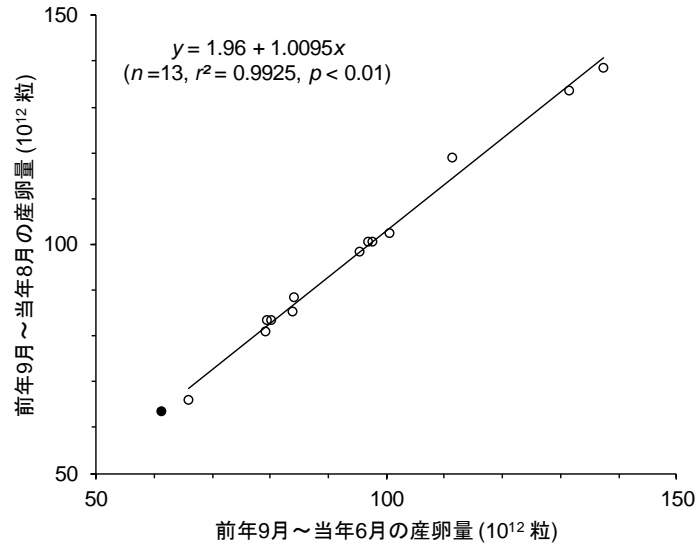
期別資源尾数 (100万尾)										
期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1期	3,868	4,112	5,234	6,586	5,735	7,696	6,670	4,283	4,690	4,312
2期	1,568	2,042	2,460	2,909	2,706	3,752	2,839	1,995	2,066	-
3期	636	467	880	714	743	901	1,148	924	600	541
4期	301	239	434	355	340	422	499	416	256	-

期別資源量 (トン)										
期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1期	24,231	41,898	47,805	43,210	27,455	63,673	45,326	32,151	20,721	39,927
2期	42,323	72,144	81,132	73,763	75,617	88,713	78,027	62,452	41,949	-
3期	54,922	35,933	74,605	51,952	63,572	79,336	103,415	84,473	56,983	59,656
4期	25,955	18,387	36,833	25,810	29,112	37,128	44,963	38,033	24,283	-
1期 + 3期	79,153	77,831	122,410	95,162	91,027	143,009	148,741	116,623	77,704	99,583

期別平均体重 (g)										
期	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1期	6	10	9	7	5	8	7	8	4	9
2期	27	35	33	25	28	24	27	31	20	29
3期	86	77	85	73	86	88	90	91	95	110
4期	86	77	85	73	86	88	90	91	95	110

補足資料3 産卵量予測

2005～2017年の産卵量においては、産卵期前年9月から当年6月までの産卵量と当年8月までの産卵量の高い相関が認められる。この関係を用いて、2017年9月から2018年6月までの産卵量から2018年の年間産卵量を予測すると、64兆粒と見込まれる。



補足図3-1. 2005～2017年の前年9月から当年6月までの産卵量と当年8月までの産卵量の関係 この関係を用いて2017年9月から2018年6月までの産卵量から予測される2018年の年間産卵量を黒丸で示す。