

カタクチイワシ太平洋系群に関する検討依頼への対応について

令和 5 年 9 月 22 日に開催された第 3 回資源管理方針に関する検討会（カタクチイワシ太平洋系群）における議論に基づき、水産庁より受けたカタクチイワシ太平洋系群に関する検討依頼への対応を以下に示す。

検討依頼 A

資源評価の充実に向けた取り組みの見通しについて、示していただきたい。

1. 資源評価の現状と今後の取り組みの見通し

カタクチイワシ太平洋系群の資源評価の現状と今後の充実に向けた取り組みについて、①年齢別漁獲尾数、②資源評価モデル、③自然死亡係数、④資源量指標値、⑤シラス、⑥レジームシフトの 6 つの項目別に以下に示す。なお、資源評価の現状については、資源量を推定している 1978 年以降を対象期間としている。また、各項目の冒頭の見出しに示された（）内の機関については、各項目の担当機関（機構：水産研究・教育機構、参画機関：資源評価参画機関）を示している。

① 年齢別漁獲尾数

本系群の資源量については、年齢別漁獲尾数を用いてチューニング VPA により推定しているが、年齢別漁獲尾数の算出に必要な情報には、a) 主要港水揚量、b) 体長組成、c) 体長-体重関係、d) 体長-年齢関係、e) 成熟率が含まれるため、これらの項目についての現状と今後の取り組みについて以下に示す。

a) 主要港水揚量（水産庁・機構）

本系群の主要港水揚量については、1998 年以降、系群全体としては漁業・養殖業生産統計年報（農林統計）に基づく漁獲量の 90%程度をカバーしているが、今後 TAC 報告の対象となれば、カバー率の増加が期待される。なお、1978～1997 年における農林統計に対するカバー率は不明であり、必要に応じて整備を行う予定である。

b) 体長組成（機構・参画機関）

本系群の体長組成については、1978 年以降、各県が収集したデータに基づき月別に算出しているが、標本が無作為に抽出されているかなどについては基本的に不明である。そのため、今後は、体長組成が算出されるまでの過程を見直すとともに、標本収集に関するガイドラインなどが作成された場合には、それらに従った対応が必要と考えられる。

c) 体長-体重関係（機構）

本系群の体長-体重関係については、1978～2005 年には年別の体長-体重関係を使用していたが、2006 年以降は 1998～2007 年の標本に基づき算出した $BW=0.01 \cdot SL^3 \cdot 0.00$ をすべて

の年で使用している。しかしながら、1998～2007 年の標本についても年別の体長-体重関係を算出した場合、体長 12 cm 以上において一定の年変動が認められる。また、体長-体重関係については、沖合回遊群と沿岸回遊群で異なる可能性がある。そのため、今後は、年別・海域別（沖合回遊群が主体の千葉県以北と沿岸回遊群が主体の神奈川県以西といった区分を想定しており、以下の文章における「海域別」についても、すべて同程度の区分を意味する）の体長-体重関係の検討が必要と考えられる。

d) 体長-年齢関係（参画機関・機構）

本系群の体長-年齢関係（ALK）については、1978 年以降のすべての年で、2000～2017 年における北海道、茨城県、千葉県および高知県の年齢査定結果に基づき求めた月別の ALK（年別ではないもの）を使用している。これらの年齢査定においては、鱗を用いる手法（Hayashi and Kondo 1957、八角 2014, 2015 など）が適用されているが、本系群は産卵期が長いことなどもあり、実際の年齢査定はかなり困難な状況にある。このため、沿岸回遊群が主体の神奈川県以西については特に年齢情報が乏しく、前述の 2000～2017 年における年齢査定結果についても、神奈川県以西においては高知県の査定結果しか含まれていないとともに、標本数は非常に制限されている。また、ALK についても沖合回遊群と沿岸回遊群で異なる可能性がある。そのため、今後は、実用的な年齢査定法を、神奈川県以西に適用可能なものも含め確立するとともに、年齢情報を蓄積することにより、月別・海域別の ALK の検討が必要と考えられる。

e) 成熟率（参画機関・機構）

本系群の成熟率については、年齢情報が不足していることもあり、1978 年以降のすべての年で、過去の知見を参考に 0 歳魚で 0%、1 歳魚以上で 100%という値が便宜的に使用されている。そのため、今後は、年齢情報を蓄積することにより、実測データに基づいた年齢-成熟関係を把握するとともに、成熟率についても沖合回遊群と沿岸回遊群で異なる可能性があるため、年代別（沖合加入群が主体の高加入期と沿岸加入群が主体の通常加入期といった区分を想定）の成熟率の検討が必要と考えられる。

② 資源評価モデル（機構）

本系群の資源量については、チューニング VPA により推定しているため、年齢別漁獲尾数などの不確実性については考慮できていない。そのため、今後は、様々な不確実性を考慮できる SS（Stock Synthesis）や SAM（State-space stock assessment model）などの統合型資源評価モデルの導入の検討が必要と考えられる。また、統合型資源評価モデルについては、再生産関係をモデル内で推定可能であるとともに、SS については M をモデル内で推定できる可能性があるなどの観点からも有用と考えられる。

③ 自然死亡係数（機構）

本系群の自然死亡係数（M）については、過去の知見（Quinn and Deriso 1999、Chen and Watanabe 1989 など）を参考に、1978 年以降の全年で 0 歳魚と 1 歳魚が 1.0、2 歳魚が 1.6、3 歳魚が 1.9 という値を使用しているが、我が国周辺の資源評価対象資源の中で、年

齢とともに増加する M を仮定している資源は本系群のみである。また、本系群の M については、サバ類による捕食の影響を強く受けるという指摘を受けているため、田中（2022）に基づき、 M がサバ類の資源量に比例して変動すると仮定したチューニング VPA による資源量の試算も行っているが、サバ類の胃内容物（特にカタクチイワシに対する捕食量）については断片的な報告しか存在しないことから、本系群の M がサバ類の資源量に比例するという仮定の妥当性については不明である。そのため、今後は、本系群の M の値についてレビューや感度分析を行うとともに、サバ類の胃内容物に関する情報の蓄積が必要と考えられる。また、サバ類による捕食の影響に関する新たな論文が公表された場合には、当該論文に基づく試算も必要と考えられる。

④ 資源量指標値（参画機関・機構）

本系群のチューニング VPA については、卵・稚仔、プランクトン調査により推定した産卵量と、北西太平洋北上期浮魚類資源調査のデータに基づき算出した 0 歳魚 CPUE（北上期調査 0 歳魚 CPUE）を、それぞれ親魚量と加入量のチューニング指数として使用している。しかしながら、北上期調査 0 歳魚 CPUE については、調査海域が沖合域中心に設定されていることから、基本的に沖合回遊群の資源量指標値になっていると考えられる。そのため、今後は、沿岸回遊群の加入量指標値についての探索も必要と考えられる。

⑤ シラス（参画機関・機構）

本系群の資源評価においてはシラスを対象としていないため、シラスに関する資源量指標値は存在しないが、静岡県や愛知県などにおいてはシラスの漁獲量、努力量および体長組成に関する情報が存在する。また、シラス漁場は本系群の産卵場や分布域全体から見ればごく一部の海域であることから、基本的にはシラス漁業が本系群のカエリ以降の資源に与える影響は限定的であると考えられるが、一方で近年は沖合域における本系群の分布量は低調であることから、シラス漁場が存在する沿岸域の成育場および産卵場の重要度が高まっているとも考えられる。そのため、今後は、シラスに関する CPUE を算出するとともに、長期的にはシラスを資源評価に含めるための手法の検討も必要と考えられる。

⑥ レジームシフト（機構）

本系群の再生産関係については、レジームシフトに関する知見（Kawasaki 1992、Chavez et al. 2003 など）に基づき、通常加入期と高加入期に分割している。その中で、近年は加入量が低く推移していることから、通常加入期に位置付けているが、道東～三陸沖の調査における本種の採集数が増加するなど、資源増加の兆候も観察されている。そのため、今後は、通常加入期と高加入期を判断するための基準の検討が必要と考えられる。

2. まとめ

本系群の資源評価の充実に向けた今後の主要な取り組みについて、対応期間の見通しも併せて表 A-1 に示す。短期は 1～5 年程度、中期は 5～10 年程度、長期は 10 年以上を想

定しているが、データの蓄積が必要な取り組みや継続的な検討が必要な取り組みなどについては時間を要することから、短期で一定の成果が期待できるものとしては、体長組成の算出過程の見直し、年別・海域別の体長-体重関係の検討、実用的な年齢査定法の確立、M のレビュー・感度解析が考えられる。一方、仔魚期であるシラスについては、M が環境に応じて大きく変化すると考えられるなど、資源評価に組み込むためには難易度の高い課題を解決しないといけないため、シラスを含めた資源評価の実施に向けては、少なくとも長期的な検討が必要と考えられる。なお、資源評価については、更なる改善に向けて常に試行錯誤を繰り返すものであることから、今回示した今後の課題や対応期間については適宜変更される可能性があることに留意が必要である。

3. 引用文献

- Chavez, F.P., J. Ryan, S.E. Lluch-Cota, C.M. Niquen (2003) From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science*, **299**, 217-221.
- Chen, S. and S. Watanabe (1989) Age dependence of natural mortality coefficient in Fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 205-208.
- Hayashi, S. and K. Kondo (1957) Growth of the Japanese Anchovy—IV. Age determination with the use of scales. 東北区水産研究所研究報告, **17**, p.31–64. pls. 1–4.
- Kawasaki, T. (1992) Climate-dependent fluctuations in far eastern sardine population and their impacts on fisheries and society. In: *Climate variability, climate change and fisheries*, ed. Glantz, M.H., Cambridge University press, Cambridge, pp. 325-354.
- Quinn, T.J.II and R.B. Deriso (1999) *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, New York., 542 pp.
- 田中栄次 (2022) サバ類資源によるカタクチイワシ太平洋系群の捕食死亡率の推定. 日水誌, **88 (1)**, p.2-11. <https://doi.org/10.2331/suisan.20-00067>
- 八角 直道 (2014) 鱗相を用いたカタクチイワシ季節発生群の識別. 茨城県水産試験場研究報告, **43**, p.16-24.
- 八角 直道 (2015) 年齢形質として使用されるカタクチイワシ鱗の鱗相. 茨城県水産試験場研究報告, **44**, p7-76.

表 A-1. 資源評価の充実にに向けた取り組みと対応期間の見通し

充実する対象	充実にに向けた取り組み	対応期間の見通し ^{※1}		
		短期	中期	長期
年齢別 漁獲尾数	体長組成の算出過程の見直し	✓		
	年別・海域別の体長-体重関係の検討	✓		
	実用的な年齢査定法の確立 ^{※2}	✓		
	年齢情報の蓄積 ^{※2}	✓	✓	✓
	年齢-成熟関係の把握		✓	✓
	月別・海域別の ALK の検討		✓	✓
資源量 推定モデル	様々な不確実性を扱えるモデルの導入の検討		✓	✓
M	数値のレビュー・感度解析	✓		
	サバ類による捕食の影響の把握に向けた胃内容物調査の実施	✓	✓	✓
シラス	CPUE の検討	✓	✓	✓
	資源評価に含めるための手法の検討			✓
資源量 指標値	沿岸回遊群の加入量指標値の探索		✓	✓
レジーム シフト	レジームシフトを検出するための基準の検討	✓	✓	✓

※1 検討結果が資源評価報告書の補足資料や参考資料などに示されるまでの期間の見通しであり、その後、最善な資源評価結果として資源評価報告書の本文に示される場合には、より長い期間を要すると考えられる。短期：1～5年程度、中期：5～10年程度、長期：10年以上を想定

※2 優先的に取り組む予定の事項

検討依頼 B

MSY ベースの将来予測を過去にも実施していた場合、ABC の候補となる算定漁獲量はどのように評価されるのか、示していただきたい。

1. 材料と方法

カタクチイワシ太平洋系群の令和 5 年度の資源評価結果および将来予測の方法（木下ら 2023）に基づき、下記条件の下での過去年における算定漁獲量を試算した。なお、評価最終年（将来予測出発年）となる過去年における資源評価結果として、すべての年で令和 5 年度評価結果を用いたのは、資源評価手法や用いるデータが評価年によって異なる影響を排除するためである。したがって、毎年資源評価におけるデータの更新や手法の変更に伴う資源評価結果の変化については考慮していない。

- ① 令和 5 年度評価結果に基づき、現在の通常加入期が始まったとみなしている最初の年である 2010 年以降について、それぞれの年を評価最終年とした算定漁獲量の試算を行った。
- ② 将来予測における再生産関係には研究機関会議（木下ら 2021）で承認された通常加入期の再生産関係を使用し、シミュレーション回数は 10,000 回とした。また、管理基準値案に加え、 F_{msy} 、年齢別体重および成熟率などについても研究機関会議で承認されたものを使用した（表 B-1）。
- ③ 当初算定漁獲量としては、評価最終年の 2 年後の算定漁獲量を将来予測により算出した。この際、管理開始前年（評価最終年の翌年）の漁獲死亡係数（ F ）は $F_{current}$ とし（表 B-2）、管理開始年（評価最終年の 2 年後）の F は β を 0.9 とした漁獲管理規則案に基づく F とした。
- ④ 再評価算定漁獲量としては、評価最終年の翌年の算定漁獲量を将来予測により算出した。この際、管理開始年（評価最終年の翌年）の F は β を 0.9 とした漁獲管理規則案に基づく F とした。
- ⑤ 再々評価算定漁獲量としては、評価最終年における算定漁獲量を算出した。この際、評価最終年の F は β を 0.9 とした漁獲管理規則案に基づく F とした。

ここで、以下の文章における「年」については、すべて算定漁獲量算出年を意味する。

2. 試算結果

算定漁獲量の試算結果を図 B-1 と表 B-3 に示す。当初算定漁獲量と再評価算定漁獲量については 90% 予測区間も示しているが、当該区間の範囲については、すべての年において、当初算定漁獲量の方が再評価算定漁獲量よりも広がっている。これは、当初算定漁獲量は 2 年分の加入量の誤差を考慮するのに対し、再評価算定漁獲量は 1 年分の加入量の誤差を考慮することに起因している。

2015 年、2018 年および 2021 年以外の年においては、再々評価算定漁獲量が当初算定漁獲量の 90% 予測区間内に含まれているが、2015 年においては、再々評価算定漁獲量が当

初算定漁獲量の 90%予測区間よりも低い値となっている。これは主に、2014 年の加入量が再生産関係から予測される平均的な水準よりも低かったことに加え、2014 年に高い漁獲圧がかかったため、2015 年の資源量が当初予測における 90%予測区間を下回ったことによるものと考えられる。2018 年においても、再々評価算定漁獲量が当初算定漁獲量の 90%予測区間よりも低い値となっているが、これは主に、2017 年の加入量が再生産関係から予測される平均的な水準よりも低かったことに加え、2017 年に高い漁獲圧がかかったため、2018 年の資源量が当初予測における 90%予測区間を下回ったことによるものと考えられる。一方、2021 年においては、再々評価算定漁獲量が当初算定漁獲量の 90%予測区間よりも高い値となっているが、これは主に 2020 年と 2021 年の加入量が再生産関係から予測される平均的な水準よりも高かったため、2021 年の資源量が当初予測における 90%予測区間を上回ったことによるものと考えられる。

2018 年と 2022 年以外の年においては、再々評価算定漁獲量が再評価算定漁獲量の 90%予測区間内に含まれているが、2018 年においては、再々評価算定漁獲量（千トン単位で四捨五入しなければ 21,913 トン）が再評価漁獲量の 90%予測区間（千トン単位で四捨五入しなければ 90%予測区間の下限は 22,337 トン）よりも低い値となっている。これは、年齢別漁獲尾数と年齢別漁獲重量から求めた平均体重が、2018 年（0 歳：4.2g、1 歳：7.3g、2 歳：15.0g、3 歳：19.1g）は将来予測に用いた平均体重（表 B-1）よりも軽く、2018 年の親魚量（2.3 万トン）が再評価における予測親魚量（3.1 万トン）だけでなく限界管理基準値（2.8 万トン）をも下回ることになり、結果として漁獲圧を減じる措置が採られたことによるものである。2022 年においても、再々評価算定漁獲量が再評価漁獲量の 90%予測区間よりも低い値となっているが、これは主に、2022 年の加入量が再生産関係から予測される平均的な水準よりも低かったため、2022 年の資源量が再評価における 90%予測区間を下回ったことによるものである。

3. 引用文献

- 木下順二・安田十也・渡井幹雄・井元順一・日野晴彦・上村泰洋・西嶋翔太・河野悌昌・高橋正知 (2023) 令和 5 (2023) 年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価（速報版）. FRA-SA2023-SC04-04. https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stok_assesment_meeting/2023/fifil/2202-08/fra-sa2023-sc04-04.pdf
- 木下順二・安田十也・渡邊千夏子・上村泰洋 (2021) 令和 3 (2021) 年度カタクチイワシ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2021-BRP03-1. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210906/FRA-SA2021-BRP03-1.pdf

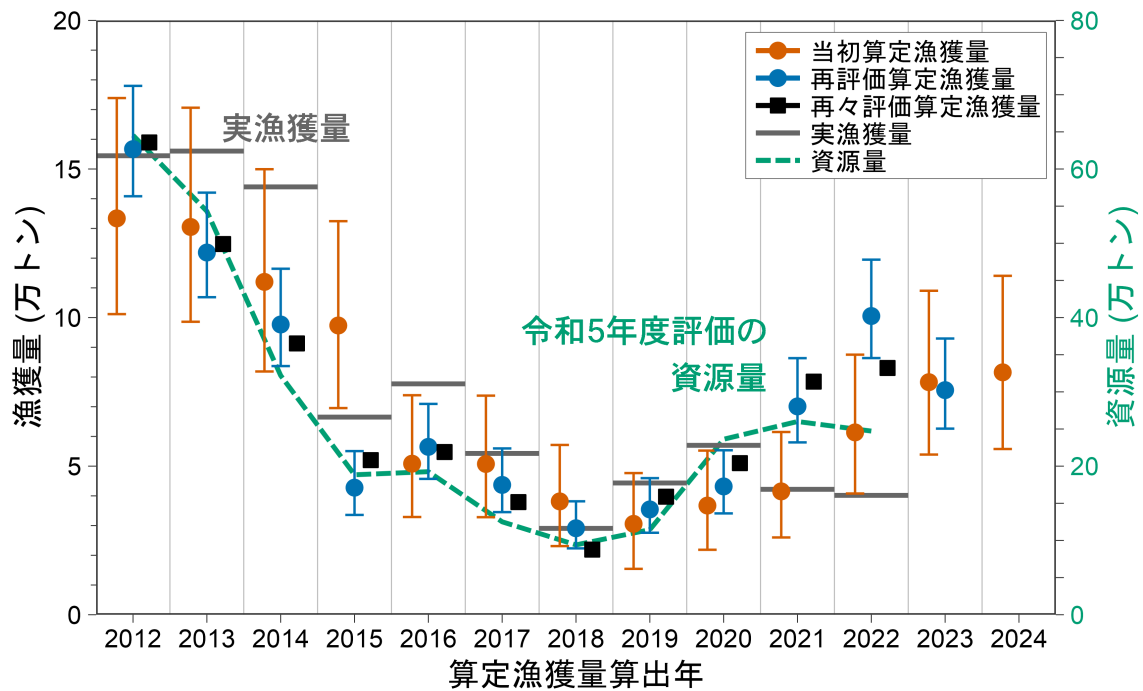


図 B-1. 算定漁獲量算出年における各算定漁獲量、実漁獲量および資源量

赤丸：当初算定漁獲量、青丸：再評価算定漁獲量、黒四角：再々評価算定漁獲量、灰色実線：実漁獲量、緑破線：令和5年度評価における資源量。当初算定漁獲量と再評価算定漁獲量の縦誤差線は90%予測区間を示す。

表 B-1. 将来予測計算に用いたパラメータ

	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	0.9Fmsy	平均体重 (g)	自然死亡係 数	成熟割合
0 歳	0.27	0.38	0.34	4.7	1.0	0.0
1 歳	0.89	1.23	1.11	10.0	1.0	1.0
2 歳	1.00	1.39	1.25	17.8	1.6	1.0
3 歳	1.00	1.39	1.25	23.6	1.9	1.0

注 1：令和 3 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、令和 2 年度資源評価での Fcurrent の選択率）。

注 2：令和 3 年度研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、令和 2 年度資源評価での Fcurrent に Fmsy/Fcurrent を掛けたもの）。

表 B-2. Fcurrent 一覧

	F2008-2010	F2009-2011	F2010-2012	F2011-2013	F2012-2014	F2013-2015	F2014-2016
0 歳	0.27	0.16	0.19	0.24	0.53	0.69	0.88
1 歳	0.89	0.50	0.61	0.78	1.71	2.24	2.83
2 歳	1.00	0.57	0.69	0.88	1.93	2.52	3.19
3 歳	1.00	0.57	0.69	0.88	1.93	2.52	3.19

	F2015-2017	F2016-2018	F2017-2019	F2018-2020	F2019-2021	F2020-2022
0 歳	0.82	0.77	0.77	0.58	0.46	0.29
1 歳	2.66	2.50	2.48	1.88	1.49	0.94
2 歳	3.00	2.82	2.80	2.12	1.69	1.05
3 歳	3.00	2.82	2.80	2.12	1.69	1.05

Fmsy と同じ選択率の下で、評価最終年を含む過去 3 年間の年齢別の平均 F と同じ漁獲圧を与える F 値を%SPR 換算して算出した。これらの F 値は当初算定漁獲量の計算において管理開始前年の漁獲圧の仮定に使用した。

表 B-3. $\beta=0.9$ の漁獲管理規則案に従った場合の算定漁獲量の試算結果（単位：千トン）

算定漁獲量 算出年	資源量 (令和 5 年度 評価結果)	実漁獲量	試算結果						
			当初 算定漁獲量	当初 算定漁獲量 の 90% 予測 区間下限	当初 算定漁獲量 の 90% 予測 区間上限	再評価 算定漁獲量	再評価 算定漁獲量 の 90% 予測 区間下限	再評価 算定漁獲量 の 90% 予測 区間上限	再々評価 算定漁獲量
2012	645	154	133	101	174	157	141	178	159
2013	543	156	130	99	171	122	107	142	125
2014	322	144	112	82	150	98	84	116	91
2015	188	67	97	70	132	43	34	55	52
2016	193	78	51	33	74	56	46	71	55
2017	125	54	51	33	74	44	35	56	38
2018	94	29	38	23	57	29	22	38	22
2019	114	44	31	15	48	35	28	46	40
2020	236	57	37	22	55	43	34	55	51
2021	260	42	42	26	61	70	58	86	78
2022	247	40	61	41	88	101	86	119	83
2023	—	—	78	54	109	76	63	93	—
2024	—	—	82	56	114	—	—	—	—