

スルメイカの早期モニタリング指標値による資源量予測精度

令和 2 年 12 月 17 日に開催されたスルメイカ全系群の資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会議）を踏まえて、水産庁より以下の検討が依頼された。本資料では依頼事項への対応について示す。

依頼事項

漁期中調査直後に（将来予測を行わずに）資源評価を行った場合の、将来予測に基づく資源量予測値と漁期中調査直後の資源量予測値との比較。

- ・過去 5 年程度について比較を行う
- ・資源量予測値については、現在公表されている再生産関係に基づくこととする

1. はじめに

令和 2 年 7 月 27 日に開催された研究機関会議において、前年度から取り組んできた新ルールに基づくスルメイカの資源評価結果が諮問・承認され、同年 10 月 14 日に水産研究・教育機構のホームページで結果が公表された。同年 12 月 4 日に最新のデータを適用した資源評価の更新結果が公表され、同月 17 日に開催されたステークホルダー会議において、水産研究・教育機構が資源状況、再生産関係、管理基準値案、および将来予測による親魚量や漁獲量の推移を提示し、それら結果について議論された。資源評価の課題として、単年生であるスルメイカの加入変動は大きいことから、将来の資源量予測が困難であることが挙げられた。この将来予測に基づく翌年の資源量予測に代わる方法として、翌年 5～7 月の漁期中調査直後にその結果に基づく早期モニタリング指標値を求めて資源量を予測する方法が考えられるが、早期モニタリング指標値については精度の確認が必要となる。本資料では、この課題への対応として、資源評価における将来予測による資源量予測値と早期モニタリング指標値に基づく資源量予測値を比較した結果を示す。

2. 当初資源評価時点での翌年の資源量予測

ステークホルダー会議で提示した資料に基づき、当初資源評価年の翌年の資源量を予測するための再生産関係として秋季発生系群ではホッケー・スティック型（FRA-SA2020-SC05-102）、冬季発生系群ではベバートン・ホルト型（FRA-SA2020-SC05-101）を使用した。2014 年以降について当初資源評価に関するレトロスペクティブ解析を行い、各年における予測資源量を求めた。この際、再生産関係式から決定論的に翌年の資源量を予測した。

3. 漁期中調査終了時点での資源量予測

毎年 7 月までに実施している漁期中調査結果を利用して、2014 年以降の各年における資源量予測を行った。系群により予測方法が異なるため、以下に系群別に記す。

(1) 秋季発生系群

秋季発生系群の資源量指標値は、毎年6～7月のいか釣り調査結果から求めた標準化CPUEであるため、調査終了後には推定資源量はほぼ確定値となる（漁獲量や標準化CPUEの更新などによって推定資源量は将来的に変わり得る）。ただし、2019年のように資源の分布様式が例年と大きく異なり、調査で得られた資源量指標値が資源全体の代表値にはならないと判断された場合には、結果的には調査終了時点で確定値とはならず、11月の資源評価にて代替手法で推定される（詳細は久保田ほか（2020）の補足資料6）。上記の判断は10月頃までの国内外の各種漁業データや周辺情報を利用して行われるため、調査終了後の7月時点で計算される資源量はあくまでも暫定値（予測値）であり、確定値に対して誤差を有する可能性がある。この予測値を2014年まで遡って求め、当初資源評価時点での翌年の資源量との比較、および確定値との比較を行った。

(2) 冬季発生系群

冬季発生系群の資源量指標値は、7～12月の小型いか釣り漁業データから求めた標準化CPUEであるため、毎年5～7月のいか釣り調査と表層トロール調査の終了時点での結果を用いてその年の資源量指標値を予測した。なお、推定資源量が確定値となるのは、小型いか釣り漁業データが揃う翌年2月頃である（ただし、漁獲量や標準化CPUEの更新などによって推定資源量は将来的に変わり得る）。いか釣り調査と表層トロール調査の結果から資源量を予測するにあたり、事前解析としてそれぞれCPUEを標準化した（FRA-SA2021-BRP01-02, FRA-SA2021-BRP01-03）。2つの標準化CPUEと資源量指標値の回帰モデル（FRA-SA2021-BRP01-04）を2014年まで過去に遡って作成し、各年における資源量を予測した。その後、当初資源評価時点での翌年の資源量との比較、および確定値との比較を行った。

4. 結果

(1) 秋季発生系群

秋季発生系群に関して、2014年以降のABC算定漁期年の資源量の確定値と予測値との比較を表1に示す。ABC算定漁期年の前年11月の資源評価時点で予測される資源量は2016年に最も誤差率が大きく、77%（498千トン）の過大であった。次いで2018年の誤差率が大きく、68%（401千トン）の過大であった。2014年の誤差率は-27%で上記2年ほど大きくはなかったが、絶対誤差は427千トンと大きかった。漁期中調査後の当年7月の予測値はほとんどがそのまま確定値となっていたが、2019年は48%（247千トン）の過小評価であった。これは上で記した通り、調査で資源全体を把握できなかった結果であり、前年11月の予測値と比べても精度は悪くなっていた。全体の誤差の大きさの指標であるRMSE（二乗平均平方根誤差）を比較すると、当年7月の方が70%小さくなっており、全体的な精度は向上した。

(2) 冬季発生系群

冬季発生系群に関して、2014年以降のABC算定漁期年の資源量の確定値と予測値との比較を表2に示す。ABC算定漁期年の前年11月の資源評価時点で予測される資源量は2016年に最も誤差率が大きく、36%（99千トン）の過大に評価した。次いで2018年の誤差率が

大きく、34% (58 千トン) 過大であった。また、2014 年の誤差率も大きく、32% (245 千トン) の過小評価であった。漁期中調査後の当年 7 月の予測値についても絶対誤差の大きい年は確認され、2017 年は 49% (121 千トン) の過小評価、2016 年は 43% (120 千トン) の過大評価であった。RMSE は当年 7 月の予測値の方が 27% 小さくなったが、前年 11 月の予測値よりも精度が悪くなった年は 7 年中 4 年あった (2016 年、2017 年、2019 年、2020 年)。

5. 漁期中調査終了時点での予測資源量の実用性

秋季発生系群については、漁期中調査終了時点でその年の資源量を推定できる可能性が高いが、2019 年のような場合は大きな誤差が生じる可能性がある。調査で得られた資源量指標値が資源全体の代表値になるか否かを判断できるタイミングは、現状では国内外の各種漁業データや漁海況などの周辺情報が漁期終盤の 10 月頃と見込まれる。それをより早期に検知・判断する手法が確立されていない現状においては、漁期中調査終了時点での予測資源量を早期モニタリング指標値として資源評価・管理に利用することには一定のリスクがある。さらに、秋季発生系群の主漁期は 4～11 月であり、漁期中調査の時期 (5～7 月) は本系群の盛漁期に重なり、資源量予測値が利用可能になるのは漁期の終盤となることから、早期モニタリング指標値の効果は限定的となる。

冬季発生系群では、漁期中調査終了後の当年 7 月の予測値は ABC 算定漁期年の前年 11 月の予測値よりも全体的な精度は上がる可能性が示されたが、精度が悪くなる年も多く確認されており、現時点の手法では実用性に欠けると考えられる。ただし、予測するための統計モデルは開発途上であり、予測値の精度向上の余地は残っている (FRA-SA2021-BRP01-04)。また、今回検討した早期モニタリング指標値を直接的に利用するのではなく、例えば緊急ルール発動条件の 1 つとして活用するなどの方法も含めて検討を継続する必要がある。

6. 引用文献

- 加賀敏樹・岡本 俊・久保田 洋・宮原寿恵・西嶋翔太 (2021) 令和 2 (2020) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価の参考資料 (資源管理目標等の検討材料の提案). FRA-SA2020-SC05-101. 水産研究・教育機構, 横浜. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_surume-w_20201116.pdf (last accessed on Sep 21st, 2021)
- 加賀敏樹・岡本 俊・久保田 洋・宮原寿恵・西嶋翔太 (2021) 令和 2 (2020) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価. FRA-SA2020-SC05-1. 水産研究・教育機構, 横浜. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume-w_20201116.pdf (last accessed on Sep 21st, 2021)
- 久保田洋・宮原寿恵・松倉隆一・岡本 俊・西嶋翔太 (2020) 令和元 (2019) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 令和元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, 東京. <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201919.pdf> (last accessed Oct 21st, 2020)
- 岡本 俊・加賀敏樹 (2021) スルメイカ冬季発生系群のいか釣り調査 CPUE の標準化. FRA-SA2021-BRP01-02.
- 岡本 俊・加賀敏樹 (2021) スルメイカ冬季発生系群の表層トロール調査 CPUE の標準化.

FRA-SA2021-BRP01-03.

岡本 俊 (2021) スルメイカ冬季発生系群の早期モニタリング指標値の推定. FRA-SA2021-BRP01-04.

表 1. 秋季発生系群の資源量の確定値と予測値の比較

ABC 算定漁期年の資源量はその年の 11 月の資源評価で確定値となる。前年 11 月の資源評価の時点ではホッケー・スティック型の再生産関係から決定論的に資源量を予測し、当年 7 月の漁期中調査終了後の時点では調査の標準化 CPUE から資源量の暫定値（予測値）を求めた。誤差は予測値から確定値を引いた値で、負の場合は予測値が過小評価であったことを示す。誤差率は誤差を確定値で除し、100 を掛けた値。RMSE（二乗平均平方根誤差）は全体の誤差の大きさの指標である。

ABC算定 漁期年	[当年11月] 確定値 (千トン)	当初評価 [前年11月]			漁期中調査後 [当年7月]		
		予測値 (千トン)	誤差 (千トン)	誤差率	暫定値 (予測値) (千トン)	誤差 (千トン)	誤差率
2014	1573	1146	-427	-27%	1573	±0	±0%
2015	1104	1146	+42	+4%	1104	±0	±0%
2016	648	1146	+498	+77%	648	±0	±0%
2017	804	723	-81	-10%	804	±0	±0%
2018	586	987	+401	+68%	586	±0	±0%
2019	511	592	+81	+16%	264	-247	-48%
2020	708	461	-248	-35%	708	±0	±0%
RMSE	—	—	309	—	—	93	—

表 2. 冬季発生系群の資源量の確定値と予測値の比較

ABC 算定漁期年の資源量はその翌年の 2 月頃に漁業データが揃ってから確定値となる。前年 11 月の資源評価の時点ではベバートン・ホルト型の再生産関係から決定論的に資源量を予測し、当年 7 月の漁期中調査終了後の時点では 2 つの調査の標準化 CPUE から資源量を予測した。誤差は予測値から確定値を引いた値で、負の場合は予測値が過小評価であったことを示す。誤差率は誤差を確定値で除し、100 を掛けた値。RMSE（二乗平均平方根誤差）は全体の誤差の大きさの指標である。

ABC算定 漁期年	[翌年2月] 確定値 (千トン)	当初評価 [前年11月]			漁期中調査後 [当年7月]		
		予測値 (千トン)	誤差 (千トン)	誤差率	予測値 (千トン)	誤差 (千トン)	誤差率
2014	774	528	-245	-32%	823	+50	+6%
2015	557	709	+152	+27%	689	+132	+24%
2016	277	377	+99	+36%	398	+120	+43%
2017	247	255	+8	+3%	125	-121	-49%
2018	170	228	+58	+34%	138	-32	-19%
2019	215	191	-24	-11%	190	-25	-12%
2020	203	216	+13	+7%	167	-35	-17%
RMSE	—	—	118	—	—	86	—