

境港に水揚げされた太平洋クロマグロ(*Thunnus orientalis*)における有効サンプル数を用いた体長計測手法提言とその実践結果評価

芝野あゆみ・金岩 稔(東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科)

氏 良介・石原幸雄・志村 健(鳥取県水産試験場)・竹内幸夫(遠洋水産研究所)

緒言

現在太平洋クロマグロの資源評価には、同年に生まれたコホートごとに資源動態を解析するコホートモデルの一種である、Stock Synthesis 3 が使用されている。その際、年齢-体長関係を用い、漁獲物の体長組成データを基にコホート分解が行われている。このため、体長組成データがいかにより漁獲物の体長組成を代表しているかが資源評価結果に影響する。従って体長組成データの代表性を評価することは重要である。

まき網は群れを漁獲する漁法であり、本種の群れは同程度の体長の個体によって構成されている。従って操業ごとの体長組成は、真の個体群の体長組成に対して偏っている可能性があるため、一操業で得られた漁獲物からの計測数を増やしても代表性はあまり向上しないことが予想される。このような体長組成データの代表性を個体数で表現したものを、有効サンプル数(ESS)と呼ぶ。まき網に特徴的な操業ごとの体長組成の集中を考慮した ESS の算出法が求められる。

鳥取県境港では、まき網により漁獲された本種の体長計測が鳥取県水産試験場により行われている。境港における本種水揚げ量は日本有数であり、まき網による漁獲物の体長計測数としては世界最大規模である。故に、まき網による本種漁獲物の体長組成データとしては、境港のデータが最も大規模かつ高い代表性を持つことが予想される。

境港での水揚げ量は 2004 年以降急激に増加し、それに比例して計測数を増やすために計測努力量の増大が強いられた。そのため計測努力量の削減が求められていた。そこで本研究では最初に、境港の体長組成データ代表性の歴史的变化を評価し、計測努力量の変化が代表性に与え

た影響を解析した。そして、計測努力量を減らす計測手法を 3 種類考慮し、それぞれを評価した上で効率的な手法を提言した。そして、提言された計測手法を実践し、この手法によって計測数を減らしても目標の代表性を得られるか評価することを目的とした。

方法

まき網により漁獲され境港に水揚げされた本種の体長組成データのうち、1987 年から 2009 年にかけて、水揚げ日・船名・水揚げごとの水揚げ個体数が判明しているものを解析に用いた。

体長組成データの代表性の歴史的变化の評価においては、体長階級ごとに、出現頻度の 95% 信頼区間を求めて指標とした。これにはブートストラップ法の一つであるパーセントイル法を用い、試行は 1000 回行った。ブートストラップは実際のサンプリング構造を模して、2 段階の階層別に行われた；

1. 境港の体長計測はほぼ全ての水揚げで行われていることから、計測を行った水揚げ全体は、境港の全ての水揚げを表現していると考えた。そのため、繰返しを許さずに、計測を行った全ての水揚げをリサンプリングした。
2. リサンプリングされた水揚げごとに、繰返しを許して個体の体長をリサンプリングした。

計測手法の検討では、計測努力量を削減する 3 つの計測手法をシナリオとして設定した(表 1)。

表1

		各水揚げの計測個体数
全水揚げで測定	シナリオ1	各水揚げ個体数に対する比率を設定
	シナリオ2	最大水揚げ個体数に対する比率から計算した定数を設定
一部の水揚げで測定	シナリオ3	水揚げされた個体全て

解析は計測数が元データよりも増減する場合を含むリサンプリング法によって、ブートストラップ法と同様に階層別に行った。試行は 1000 回繰り返され、ESS は 1000 回の試行から得られた。

まき網という漁業の特徴を考慮し体長組成の持つ代表性を 2 つの側面から評価するため、2 種類の ESS を検討した。1 つ目は有限母集団サンプリングを考慮した値 (\hat{m}_{eff})、2 つ目は多項分布における代表性を評価する値 (f) である。ESS の代表性評価のために、パーセンタイル法により信頼区間を推定した。

それぞれのシナリオについて、計測数の変化に伴い ESS がどう変化するかを比較し、最適な計測手法について検討した。同時に ESS の年変動を求め、実際の計測数と比較した。本種の漁獲状態は資源の年変動に依存するため、解析結果は年ごとに比較した。

最適な手法に基づき計測手法を提言する際には、計測数をどのような値に設定するかを決める必要があり、その値はどの程度の代表性を目標にするかに依存する。本研究では、水揚げ量が急激に増える 2004 年よりも前の代表性を得ることを目標とし、2003 年以前の ESS の平均値・中央値・最小値という 3 種類の目標値を設定し、それぞれへの到達確率を求めた。

結果と考察

\hat{m}_{eff} はどの年も計測数の百分の一以下の値をとっていた。2004 年以降の計測数増加に従って \hat{m}_{eff} もやや増加している。 f は安定しており歴史的に見て 1 を保っている。ESS は計測数の増大によって増えるが、2004 年以降は計測数に対する ESS の増加比率は小さい。このことは近年の計測努力量が過剰であることを意味し、計測努力量の適切な減少を検討しうることも意味する。計測努力量削減についてシナリオ別に検討した結果、シナリオ 1 と 2 が最も代表性を落とすにくかった。シナリオ 1 では計測数が水揚げごとに変動するため、シナリオ 2 のような定数計測が実現されやすいと考えられる。そのため、シナリオ 2 が推奨された。また、シナリオ 3 で最も代表性低下が多かったことから、計測を行う水揚げ回数を減らすことはできないが、一回の水揚げにおける計測数は減らすことができると結論された。

水揚げごとの計測数の定数の減少が \hat{m}_{eff} の値へ与える影響は小さかった。しかし、 f の値は計測数定数低下に従って顕著に減少し、特に定数が 200 個体の場合に目標値到達確率が大幅に減少した。このことから定数は最低でも 200 個体は必要であることが示唆された。

水揚げごとに 200 個体を計測する手法は 2009 年から実践された。2009 年の ESS は、2003 年以前の ESS から算出した目標値と比較して同等の値が得られ、提言された手法によって目標にした代表性を得られると考えられた。