

海水温上昇を考慮した漁獲量変動に関する一考察

香川大学 学生会員 ○川本樹 香川大学 正会員 玉置哲也

1. はじめに

近年, 日本では漁獲量の減少が問題となっているがその原因は未だ十分に解明されていない. このような危機の中, 海洋資源の保護や持続可能な利用の促進は, 国際的な持続可能な開発目標の一つとして掲げられており, 目標達成のためには資源評価により資源量や漁獲の強さを把握してその結果に基づいた管理措置をとることが重要となる. しかしながら, 漁業に関するデータベースはあまり充実していません, 限られたデータを利用して将来予測を行う必要がある¹⁾. 漁獲量の変動の要因として様々な要素が考えられるが, 本研究では海水温の変化の影響について考察する. そこで, 九州北部の玄界灘のマダイ, タコ類, マアジ, カタクチイワシ漁獲量を対象に, 海水温変化の影響を考慮した予測モデルの構築およびその精度検証を行う.

2. 分析手法

本研究では時系列データの解析方法の一つである SARIMAX モデルを用いて, 月ごとの漁獲量の変動に対して海水温変化の影響を考慮した予測モデルを構築する. 分析には Python3.9 を用い, また時系列分析には StatsModels モジュールを利用した. SARIMAX モデルは季節性周期を含んだ定常もしくは非定常の時系列データを扱うことが可能な SARIMA モデルに外生変数 X を加えた解析方法のことであり, AR モデル, MA モデルの二つの時系列モデルと和分過程, 季節階差, 外生変数で構成されている. 本研究ではデータの確認, モデルの構築, 予測の 3 段階に分けて時系列解析をマダイ, タコ類, マアジ, カタクチイワシそれぞれに対して行う. ここでは, マダイの漁獲量のデータを例として解説を行う. データの確認では基本的な記述統計量を用いてデータの特徴を示す. 時系列データの特徴を適切につかむために傾向変動 (Trend), 季節変動 (Seasonal), 不規則変動 (Residual) の 3 つの変動成分に分解する. 傾向変動とは増加もしくは減少の傾向を持続する長期的な変動, 季節変動とは季節によって左右される 1 年を周期とした規則的に繰り返される変動, 不規則変動とは, 傾向変動と季節変動以外の説明がつかない不規則かつ短期間に起こる小変動で図 1 に

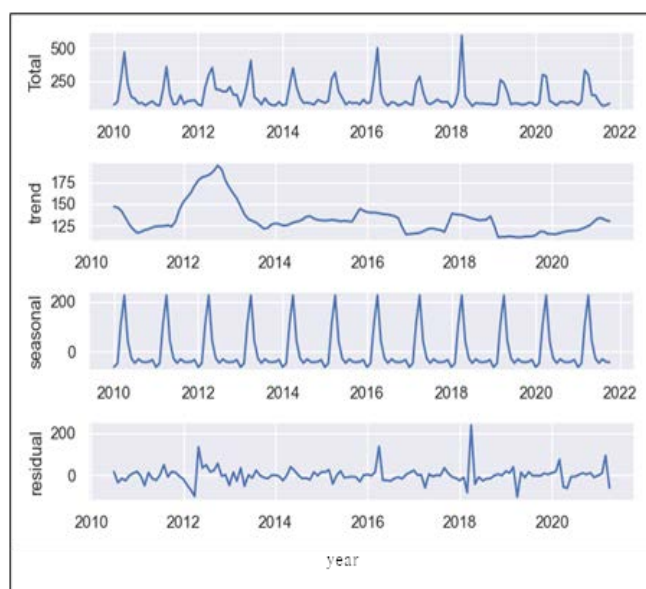


図1 マダイの漁獲量の変動成分

マダイの漁獲量を各成分に分解した結果を上から元の時系列データ, 傾向変動, 季節変動, 不規則変動の並びで示す. 次に, 自己相関の検定および ADF 検定を行う. 自己相関係数を調べる事により時系列の変動の特徴を捉えることに役立つ. その結果, ラグが 12, 24, 36 と 12 の倍数のときに自己相関係数の値が大きくなっていることが分かる. つまりマダイの漁獲量は 12 か月の周期性があると考えられる. また, ADF 検定により, データの定常性を調べる. 検定の結果, マダイの漁獲量データは単位根過程であるという仮説を棄却できなかったが, 1 次差分をとったデータに対しては帰無仮説が棄却された. モデルの構築では時系列モデルのパラメータの推定を行う. SARIMAX モデルには, 時系列方向の説明に (p,d,q) と周期方向の説明に (P,D,Q) と周期 s の合計 7 個のパラメータに外生変数 X を持っている. (p,q) は赤池情報量規準 (aic) が最小になるものを選択する. 今回, マダイの (p,q) は (2,1) とする. 差分の回数 d は ADF 検定より 1 とし, (P,D,Q) は (1,1,1) と決め打ちをして, 周期 s は自己相関係数より 12 とする. また, 海水温変化の影響を考慮した予測モデルの構築をするために外生変数という形で訓練データとして使用する範囲の玄界灘の月平均, 年平均の海水温のデータを加える. 予測では過去のデータから将来の変動の予測を行う. 漁獲量のデータは 2010 年 1 月から 2021 年 10 月までの月別のデータがあり, その中の 2010 年 1 月から 2019 年 10 月までのデータを訓練データとし, 2019 年 11

月から2021年10月までの2年間の漁獲量の予測を行う。そして予測した値と実際の値を比較して予測の精度を測る。海水温のデータも同様に2010年1月から2019年10月までのデータを訓練データとする。

3. 分析結果および考察

マダイの推計結果を表1に示す。各変数の有意性は*の数で表しており*が3つなら $p < 0.01$, *が2つなら $p < 0.05$, *が1つなら $p < 0.1$ としている。推計結果を見ると海水温のデータの有意性が低く、漁獲量に対する影響があまり大きくないことが分かる。他の魚種の推計結果は、タコ類は海水温のデータの有意性はmodel3とmodel4において高い結果、マアジは海水温のデータの有意性はmodel3とmodel4において高い結果、カタクチイワシは4つのモデル全てで海水温のデータの有意性はあまり高くない結果とそれぞれなった。マダイとタコ類の漁獲量は予測値と実測値が概ね一致していた。図2にマダイの漁獲量の予測結果を示す。時系列モデルは過去のデータからパターンを解析しているため、1年を通して同じようなサイクルが繰り返されているため、マダイとタコ類の漁獲量の予測の精度は高くなりやすいと考えられる。マダイの推計結果を見てみると、外生変数として加えた海水温のデータの有意性は高くなく、予測に対してあまり影響を与えていないと考えられる。タコ類の推計結果を見てみると外生変数として月平均の海水温と年平均の海水温の両方を加えたモデルの有意性は高いが予測の精度が低かった。これは説明変数を加えすぎによる過学習が原因だと考えられる。次に、マアジとカタクチイワシの漁獲量は予測値と実測値があまり一致していなかった。これは不規則な増減が多く、毎年漁獲量の変動が一定ではないので時系列モデルでの予測は難しかったのだと考えられる。マアジの推計結果を見てみると、ma.L1の変動係数が大きく、モデルとしてあまり良くないということが分かる。カタクチイワシの推計結果を見てみると、変動係数の絶対値が1より小さく、モデルの当てはまりは良かった。

4. 今後の課題

本研究では海水温変化の影響を考慮した漁獲量の予測モデルの構築およびその精度検証を行った。今後の課題として、より高精度な予測を行うためには海水温だけではなく他の環境要因を取り入れることが求められる。また、マアジやカタクチイワシのような不規則な増減をする漁獲量にも対応できるような予測方法を検討していきたい。

マダイ	model1 (外生変数無し)	model2 (月別海水温)	model3 (年別海水温)	model4 (月別+年別)
No. Observations	118	118	118	118
Log Likelihood	-477.23	-477.21	-477.17	-478.47
AIC	966.45	968.41	968.33	972.95
BIC	981.52	985.99	985.91	993.03
モデル式	(2.1.1.1.1.1.12)	(2.1.1.1.1.1.1.12)	(2.1.1.1.1.1.1.1.12)	(2.1.1.1.1.1.1.1.1.12)
Tem(month)	-	1.23	-	3.11
Tem(year)	-	-	5.5	-23.19
ar.L1	0.16*	0.15*	0.15*	0.19**
ar.L2	0.24**	0.23**	0.23**	0.26**
ar.L3	-	-	-	-
ar.L4	-	-	-	-
ma.L1	-1	-1	-1	-1
ma.L2	-	-	-	-
ar.S.L12	-0.68***	-0.68***	-0.68***	-0.68***
ma.S.L12	-0.59***	-0.59***	-0.59***	-0.6***
sigma2	1909.81***	1907.41	1906.29	1917.61

有意水準：*** < 0.01 , ** < 0.05 , * < 0.1

表1 マダイの推計結果

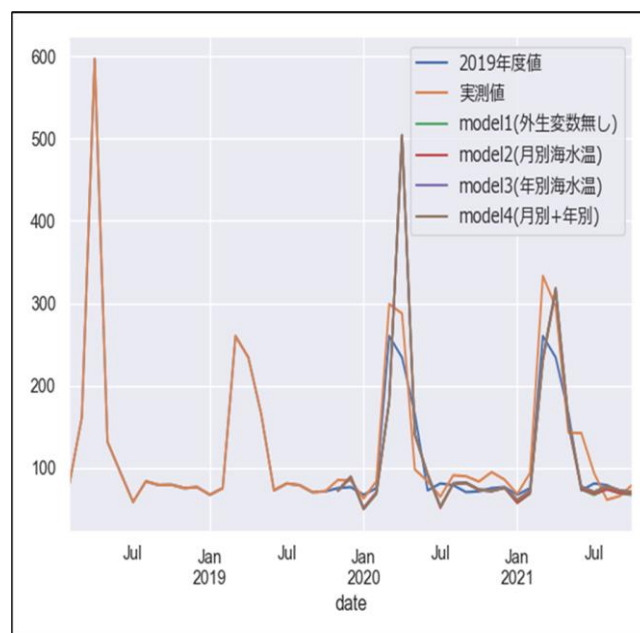


図2 マダイの漁獲量の予測結果

参考文献

- 1) Nuno Prista, Norou Diawara, Maria J. Costa, Cynthia M. Jones: Use of SARIMA Models to Assess Data-Poor Fisheries: A Case Study With A Sciaenid Fishery Off Portugal, sciaenid fishery off Portugal. Fishery Bulletin, p.170-185, 2011