
[情報・資料] 三陸海域における小型浮魚類の水揚げに及ぼす資源量および海面水温の影響

Effects of stock abundance and sea surface temperature on the landings of small pelagic species in Sanriku area

和田 時夫¹⁾

Tokio Wada

1) 会長

要旨：

わが国の北部太平洋海域における今後の浮魚漁況を解析する上での一助とするため、岩手県を例に三陸海域で漁獲されるマイワシ、さば類、ブリ、スルメイカを対象に、1995～2021年の定置網漁業による漁期別水揚げ量を集計し、魚種別資源量および北部太平洋海域における海面水温偏差との関係を統計学的に検討した。漁期別水揚げ量はマイワシ、スルメイカ、ブリで資源量と正の相関関係を示し、三陸海域への来遊が基本的には資源量の増減によっていることが示唆された。さば類については、分布域の北端が三陸海域に位置した時期に水揚げが多かった。漁期別水揚げ量の変化には、海面水温も影響を及ぼしており、近年マイワシやさば類で観察されている漁期のシフトの背景に、資源量の増加や海面水温の上昇があることが示唆された。

キーワード：情報・資料、漁海況、三陸海域、浮魚、資源量、海面水温

1. はじめに

三陸海域をはじめとするわが国の北部太平洋海域は、従来から夏・秋季にはマイワシやさば類などの暖水性浮魚類の好漁場となってきた。三陸海域への暖水性浮魚類の来遊は、一般的には春季～初夏に房総・常磐海域を経由して北上・来遊、夏季～秋季前半かけて滞留、秋季後半から常磐・房総海域以南へ南下するパターンを示す。一部はさらに釧路沖や北方四島水域へ北上する（マイワシ、さば類など）ほか、北上過程では個体成長の途上にあるため南下期が主漁期になるもの（サンマ、スルメイカなど）もある。

各魚種の資源量の増減や北部太平洋海域における海面水温の変動は、こうした季節的な来遊状況に一定の影響を及ぼしていると考えられる。近年は、マイワシやマサバの資源が増加し、分布域をロシアEEZや東北・北海道沖の公海にも拡大している。^{1,2)} また、釧路沖や三陸沖では2000年代以降、夏季の昇温が大きくなっていることが指摘されており³⁾、

ブリをはじめとして暖水性魚介類の分布域の拡大をもたらしているとの指摘がある。^{4,5)}

一方、わが国の沿岸では、マイワシやさば類で夏季の魚群の来遊量の減少や南下期の遅れなどが顕在化しており^{6,7)}、スルメイカでは大幅に資源量が減少し水揚げも低下している。⁸⁾

そこで、北部太平洋海域における今後の浮魚漁況を検討する上での一助とするため、マイワシ、さば類（マサバ+ゴマサバ）、ブリ、スルメイカを対象に、岩手県の定置網漁業における近年の漁期別水揚げ量を整理し、水揚げ量の季節的な変動に及ぼす資源量と海面水温の影響について、統計学的な分析を試みた。

2. 資料と方法

2.1 魚種別の水揚げ状況および資源量

魚種別水揚げ量は、岩手県内の主要水揚げ港を対象とした属地統計である「岩手大漁ナビ」⁹⁾によった。漁場がほぼ固定されており周年にわたり操業が行われている定置網漁業を対象に、漁期を前年12月～3月、

4～7 月、8～11 月の 3 つに分け、1994 年 12 月～2021 年 11 月の 27 年間の対象に漁期別に水揚量を集計した。

魚種別の資源量として、水産研究・教育機構が関係機関と連携して実施・公表している最新の資源評価結果にもとづき、1995～2021 年（暦年あるいは漁期年。）のマイワシ太平洋系群、¹⁾マサバ太平洋系群、²⁾ゴマサバ太平洋系群、¹⁰⁾ブリ、¹¹⁾スルメイカ冬季発生系群⁸⁾の資源量を使用した。このうち、マサバ太平洋系群とゴマサバ太平洋系群の資源量の合計値をさば類の資源量とした。

2.2 海面水温

海面水温は、気象庁が公開しているわが国近海の海域別の季節別海面水温偏差の時系列データ¹²⁾のうち、「関東の東」（北緯 35～38 度、東経 141～145 度）、「三陸沖」（北緯 38～41 度、東経 142～147 度）、「釧路沖」（北緯 41～43 度、東経 143～147 度）の 1995～2021 年のデータを利用した。ここで、冬季：1～3 月、春季：4～6 月、夏季：7～9 月、秋季：10～12 月である。また、1991～2020 年の 30 年間の平均値を平年値として偏差を計算している。

三陸海域への浮魚類の季節的な来遊には、三陸沖の当該季節の海面水温に加えて、隣接する海域の海面水温や来遊に先立つ時期の海面水温も影響を及ぼすと考えられる。一方、3 つの海域間では季節別の海面水温偏差の変動傾向は概ね一致している（図 2）。このため、解析には各海域の海面水温偏差の年平均値を全海域で平均したものを使用した。

2.3 統計学的検討

魚種別資源量および海面水温偏差と定置網漁業による魚種別漁期別の水揚量の間でピアソンの積率相関係数を計算し、t 検定により資源量および海面水温の影響の有意性を検討した。

これらのデータはいずれも時系列データで自己相関があり、相関関係の有意性の検定にあたってはその影響を考慮する必要がある。ここでは Pyper and Peterman¹³⁾に従い、時系列の長さに応じたタイムラ

グ数（本稿の場合は 5 年）について自己相関係数を求め、その程度に応じて有効な自由度を計算し検定を行った。また、分析にあたっては、データ間での比較を容易にするため、各データを平均値 0、分散 1 に標準化した。

3. 結果

3.1 資源量と漁期別水揚状況の変化

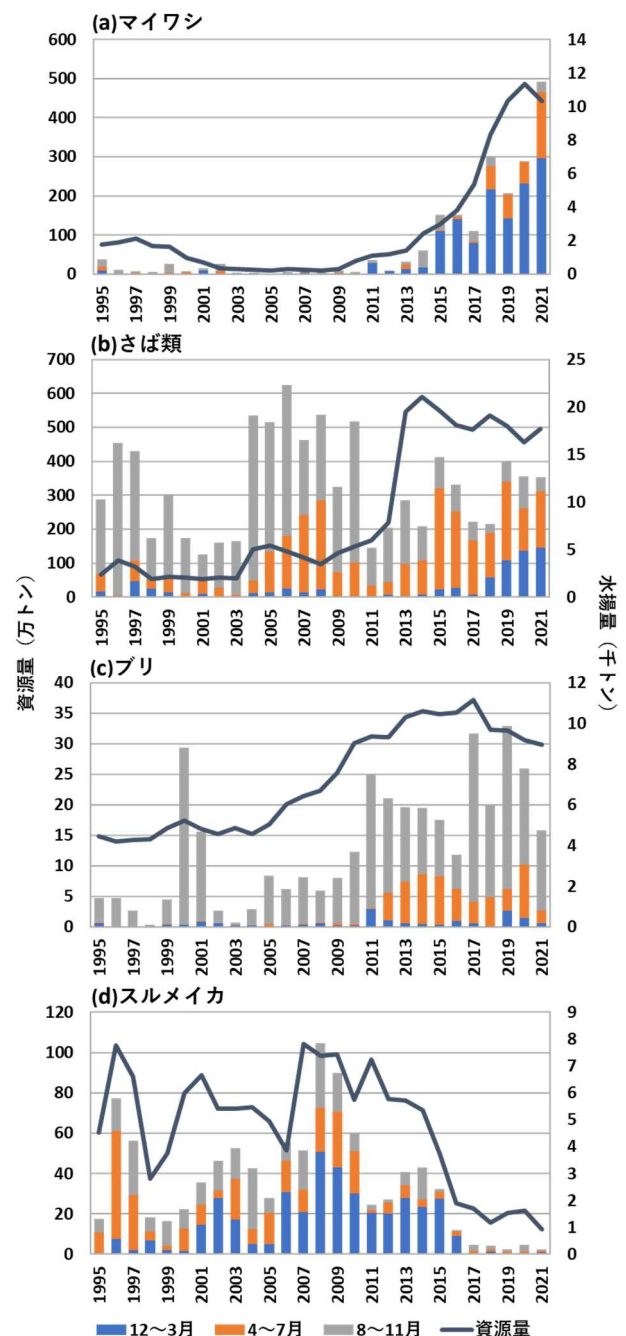


図 1 1995～2021 年の魚種別の資源量および岩手県の定置網漁業における漁期別水揚量の変化

魚種別に資源量と岩手県における定置網漁業による漁期別水揚量の変化を図 1(a)～(d)に示した。

マイワシの資源量は、1995 年以降減少傾向を示したのち 2000 年代の低水準期を経て 2010 年頃から増加に転じた。2017 年以降で大きく増加したが、2020～2021 年にかけてはやや減少した。定置網漁業によるマイワシの年間水揚量は資源量に応じて変動しており、2011 年頃から急速に増加した。1995 年以降の資源量の減少～低水準期には 8～11 月期が水揚げの中心であった。資源量の増加に対応する形で 2011 年からは 12～3 月期の水揚量が増加し、2018 年以降は 4～7 月期の水揚量も増加した。一方、8～11 月期の水揚量は増加せず、近年は夏～秋季に三陸海域に分布する魚群が少ない状況が示唆された。

さば類の資源量は、1995 年以降 2000 年代中頃までは 100 万トン前後で比較的安定していたが、2009 年頃から増加に転じた。2013 年にはマサバ太平洋系群における極めて大きな卓越年級群の出現²⁾により一気に増加したが、2014 年をピークにその後は漸減傾向を示した。さば類の定置網漁業による年間水揚量の変化は資源量の増減と一致せず、2004～2010 年に増加したものの、2013 年以降はむしろ減少した。季節的には、1995～2013 年には 8～11 月期を主体に 4～7 月期が加わる水揚パターンであったが、資源量の急増に対応して 2015 年から 4～7 月期の水揚量が増加し、さらに 2017 年以降は 12～3 月期の水揚量も増加した。これにともない 8～11 月期の水揚量が大幅に低下しており、マイワシと同様に、夏～秋季に三陸海域に分布する魚群が少ない状況が示唆された。

ブリの資源量は、2000 年代の中頃から増加に転じ、2010 年代の後半にピークに達したのちは漸減傾向を示した。定置網漁業によるブリの年間水揚量は、2011 年までは、2000、2001 年に一時的に急増したことを除き、概ね資源量に対応して変化した。その後の水揚量は頭打ちとなり、さらに 2017 年以降は変動しながら減少した。季節的には、2011 年までは 8～11 月期が水揚げの主体を占めた。2012 年からは 4～7 月期の水揚量割合が増加し、来遊の早期化が示

唆されたが、資源量の減少にともない 2017 年以降は低下した。

スルメイカの資源量は、2011 年までは 40～100 万トンの中で変動しながらも比較的高い水準を維持した。しかし、その後は急速に減少して 2016 年には 20 万トン台に落ち込み、その後も漸減傾向を示した。定置網漁業によるスルメイカの年間水揚量は、資源量の変動に応じて変化し、2017 年以降は極めて低い水準で推移した。季節的には、2000 年前後から 2015 年にかけて 12～3 月期の水揚量が増加しながらも増加し、これに対応して 4～7 月期および 8～11 月期の水揚量が相対的に低下した。しかし、資源量が極めて低水準となった 2017 年以降は、水揚量も低水準で推移するなかで、相対的に 4～7 月期および 8～11 月期の水揚割合が増加した。

3.2 海面水温偏差の変化

1995～2021 年の「釧路沖」、「三陸沖」、「関東の東」の海面水温偏差の年平均値および 3 海域の平均値の変化を図 2 示した。

各海域ともに 1999 年あるいは 2000 年に極大となったのち、2003 年に極小となった。その後は変動しながら上昇を続けており、特に 2015 年頃以降の上昇が顕著であった。3 海域の平均値は、1995～2021 年の 27 年間では $0.0486^{\circ}\text{C}/\text{年}$ で上昇しており、

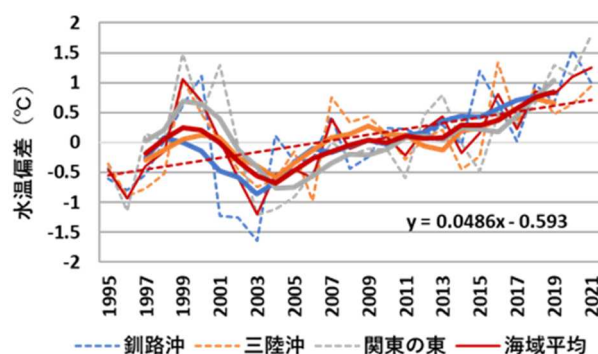


図 2 1995～2021 年の「釧路沖」、「三陸沖」、「関東の東」の海面水温偏差の年平均値および 3 海域の平均値の変化 図中の太い線は 5 年間の移動平均値、破線は、3 海域の平均値にあてはめた回帰直線を示す。

1 年あたりでみれば、わが国近海全体の過去 100 年の上昇率 $1.19^{\circ}\text{C}/100$ 年の 4 倍であった。

3.3 資源量と漁期別水揚量の関係

魚種別に資源量に対する漁期別水揚量の散布図を

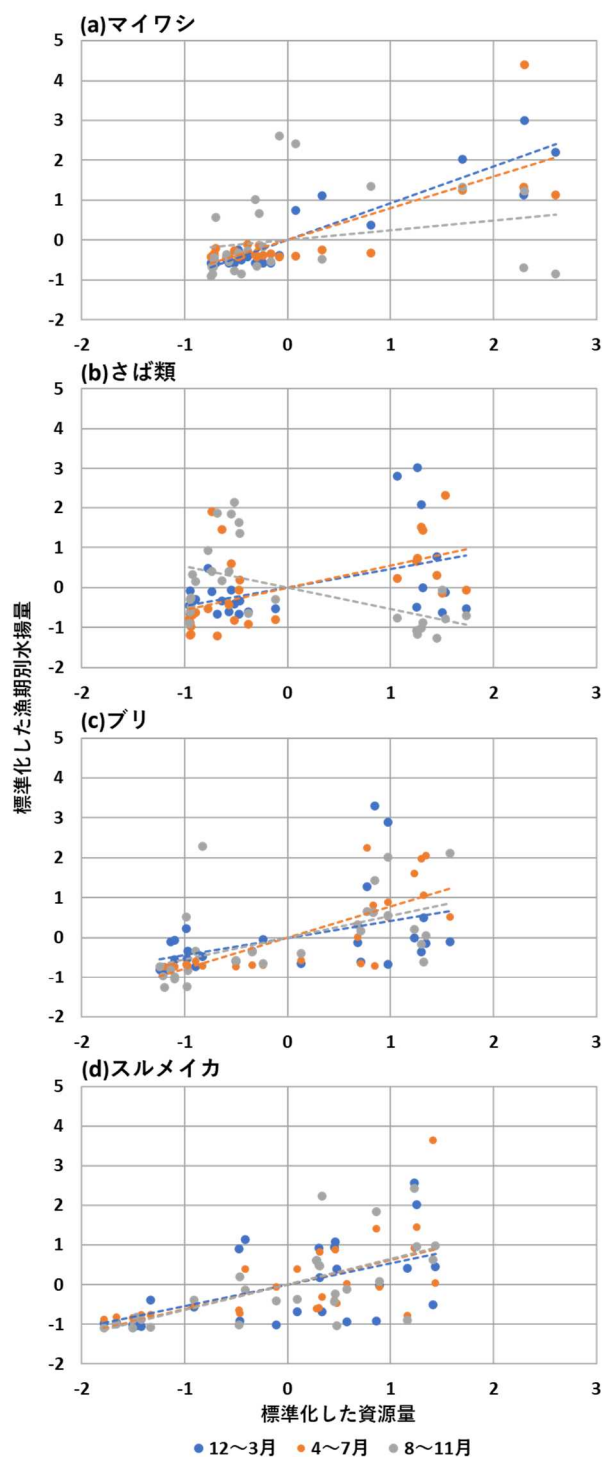


図 3 魚種別の資源量に対する定置網漁業による漁期別水揚量の散布図 図中の破線は散布図にあてはめた回帰直線を示す。

表 1 魚種別の資源量と漁期別水揚量の相関分析結果 相関係数、自由度および有意確率を示す。

漁期		マイワシ	さば類	ブリ	スルメイカ
12~3月	相関係数	0.923	0.465	0.427	0.542
	自由度	4	5	15	7
	有意確率	0.00862	0.293	0.0872	0.132
4~7月	相関係数	0.798	0.558	0.781	0.620
	自由度	8	6	2	12
	有意確率	0.00565	0.151	0.219	0.0181
8~11月	相関係数	0.243	-0.532	0.551	0.644
	自由度	12	6	12	10
	有意確率	0.402	0.175	0.0411	0.0238

■ ■ : 統計学的に有意 ($P < 0.05$ or 0.05) な相関関係が存在
 ■ ■ : 有意ではないが相関関係が期待される ($P < 0.1$)

図 3 (a) ~ (d) に示した。また、相関分析の結果について、相関係数、自由度、有意確率を表 1 に示した。

マイワシでは、最近の水揚げの中心である 12~3 月期と 4~7 月期において、資源量との間で統計学的に有意 (有意確率 < 0.01) な正の相関関係が認められ、資源量の増加が、三陸海域における漁期の春季および冬季へのシフト (図 1 (a)) に対し影響を及ぼすことが示唆された。

さば類では、資源量と 12~3 月期および 4~7 月期の水揚げの間に相関係数 0.5 前後の、8~11 月期の水揚げとの間に相関係数 -0.532 の正および負の相関関係が示された。統計学的に有意ではないが、資源量の増加が、図 1 (b) から示唆される魚群の来遊の早期化、夏・秋季の資源現存量の減少、南下期の遅れや魚群の滞留にある程度の影響を及ぼす可能性がうかがわれた。

ブリでは、資源量と主漁期である 8~11 月期の水揚げの間に有意 (有意確率 < 0.05) な正の相関関係が認められ、4~7 月期の間にも有意確率 < 0.1 で正の相関関係が示された。三陸海域への来遊量の増減が資源量に影響されていることが示唆された。

スルメイカでは、資源量との間に 4~7 月期と 8~11 月期に有意 (有意確率 < 0.05) な正の相関関係が認められ、12~3 月期の間にも統計学的には有意ではないが、相関係数は 0.5 を上回った。従来の主漁期である 4~7 月期と 8~11 月期 (図 1 (d)) を中心

に、三陸海域への来遊量が資源変動に影響されていることが示唆された。

3.4 海面水温偏差と漁期別水揚量の関係

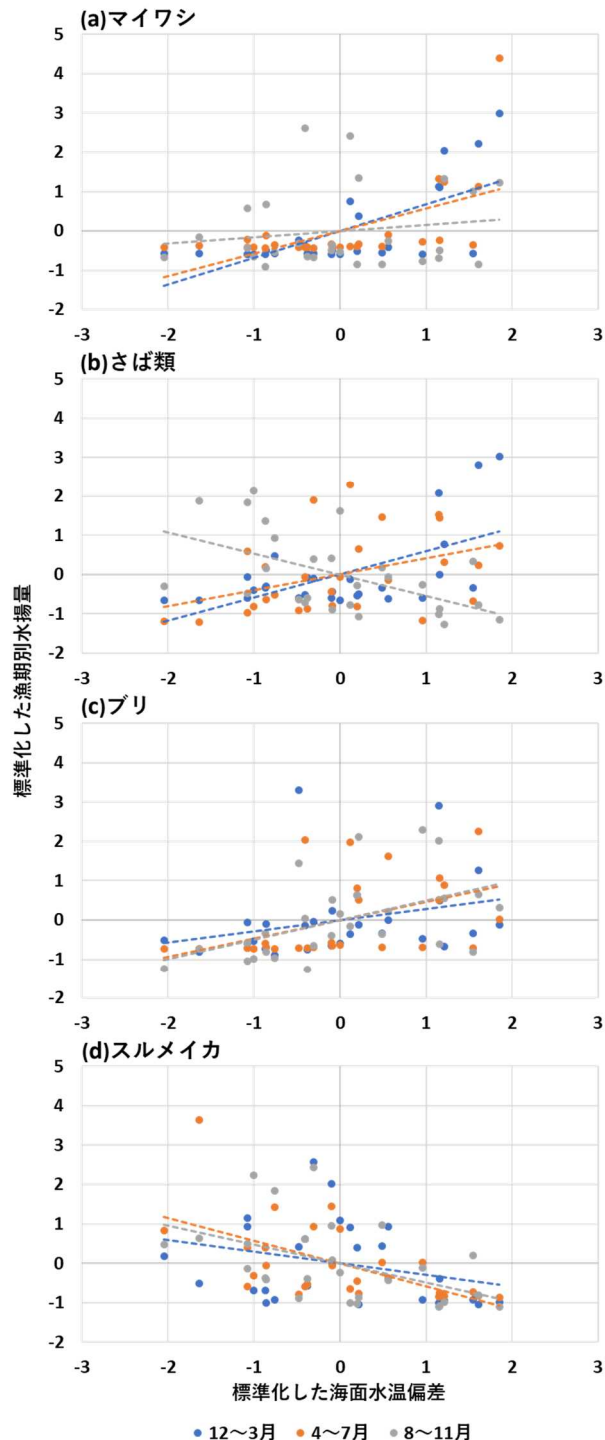


図 4 魚種別の海面水温偏差に対する定置網漁業による漁期別水揚量の散布図 図中の破線は散布図にあてはめた回帰直線を示す。

表 2 海面水温偏差と定置網漁業による魚種別漁期別水揚量の相関分析結果 相関係数、自由度および有意確率を示す。

漁期		マイワシ	さば類	ブリ	スルメイカ
12~3月	相関係数	0.681	0.593	0.286	-0.296
	自由度	9	9	17	9
	有意確率	0.0212	0.0545	0.235	0.377
4~7月	相関係数	0.575	0.405	0.465	-0.575
	自由度	12	10	8	14
	有意確率	0.0316	0.191	0.176	0.0199
8~11月	相関係数	0.156	-0.538	0.502	-0.483
	自由度	18	11	13	13
	有意確率	0.510	0.0581	0.0565	0.0685

■ ■ ■ : 統計的に有意 ($P < 0.05$ or 0.01) な相関関係が存在
 ■ ■ ■ : 有意ではないが相関関係が期待される ($P < 0.1$)

魚種別に海面水温偏差に対する漁期別水揚量の散布図を図 4(a)~(d)に示した。また、相関分析の結果について、相関係数、自由度、有意確率を表 2 に示した。

マイワシでは、海面水温偏差との間で 12~3 月期と 4~7 月期において統計的に有意 (有意確率 < 0.05) の正の相関関係が認められ、海面水温の上昇が、三陸海域における漁期の春季や冬季へのシフト (図 1(a)) に影響を及ぼしていることが示唆された。

さば類では、海面水温偏差との間で、有意確率は 0.05 より大きいものの、12~3 月期と 8~11 月期で、それぞれ相関係数が 0.5 を超える正と負の相関関係が示された。海面水温の上昇が、三陸海域における漁期の夏・秋季から晩秋・冬季へのシフト (図 1(b)) にある程度の影響を及ぼしていることが示唆された。

ブリでは、海面水温偏差との間で、8~11 月期に有意確率が 0.05 をやや上回るものの、相関係数が 0.5 を超える正の相関関係が示され、海面水温の変動が魚群の来遊に正の影響を及ぼしていることが示唆された。

スルメイカでは、海面水温偏差との間で、4~7 月期に統計的に有意 (有意確率 < 0.05) な負の相関関係が認められ、8~11 月期においても、有意確率は 0.05 をやや上回るものの、海面水温偏差との間で負の相関関係が示された。資源量との間で示された相関関係 (表 1) とは相反する結果になったが、2016

年以降、資源量と水揚量が大幅に減少する(図 1(d))
一方、海面水温偏差は継続して上昇(図 2)したこ
とを反映したものであると考えられた。

4. 考察

今回の解析により、さば類を除き、三陸海域にお
ける主漁期の来遊量が系群の資源量に比例すること
が示された。本稿で検討した魚種にとって、三陸海
域は春・夏季に北上し夏・秋季に索餌域として利用
する海域であり、合理的な結果である。

一方、水揚量の季節的な変動には、資源量に加え
て海面水温も影響していることが示唆された。北部
太平洋海域の海面水温は、近年一貫して上昇を続け
ており(図 2)、これが、漁期別の水揚量の変化(図
1(a)、(b))からも示唆される、マイワシやさば類に
おける三陸海域への魚群の来遊の早期化、三陸海域
を通過しての北方や沖合域への移動、三陸海域への
南下の遅れや冬季の滞留の要因の一つになっている
と考えられる。

さば類では、マサバ太平洋系群の産卵域や未成魚
の分布の北方および沖合への拡大^{2,13)}や、東北・北
海道東方の公海における中国の漁獲量の増大²⁾など
分布・回遊が変化している。加えて、三陸海域にお
いては大中型まき網漁業による水揚量が減少し沖合
底びき網漁業による水揚量が増加しており¹⁴⁾、わが
国漁業にとっての利用性(availability)が変化してい
ることが予想される。具体的には、岩手県の定置網
では 2004~2010 年にその前後よりも水揚量が多か
ったが、この期間はまき網漁業でも夏季に三陸海域
が主漁場となり、⁷⁾ マサバ太平洋系群の分布の北端
が三陸付近に位置したためと思われる。²⁾なお、2012
年以降は道東にマサバ漁場が形成されており、²⁾
2015 年頃からは親潮の北退に伴い、宮城県沖ではさ
ば類の分布水深が深くなったと推察されている。¹⁴⁾
これら分布の変化が、資源量と水揚量との間に統計
的な関係が認められなかった要因の一つであると推
察され、今後の漁況変化を考える上で注目が必要で
あろう。

ブリも、水揚量の季節変動と海面水温の間の関係

は、資源量との関係に比べると明瞭ではなかった。
しかしながら、最近資源量が減少するなかで、北
海道太平洋区での漁獲量は高水準を維持しており
^{4,11)}、釧路沖をはじめとして夏季の高水温がプラスに
作用していると推察される。

スルメイカでは、近年、資源量と水揚量が大きく
減少する一方で海面水温は上昇を続けていることか
ら、資源量と海面水温偏差で相反する影響を示す結
果となった。暖水性浮魚類にとって、北部太平洋海
域における水温の上昇は、本来的には北上の早期化
や滞留の長期化をもたらすものであり、近年の水温
上昇が三陸海域のスルメイカ漁況に及ぼす影響につ
いては、改めて検討が必要であろう。

今回の解析においては、水揚量の季節変動のみを
対象とし、その年齢構成などは考慮しなかった。水
温についても、北部太平洋海域の年平均値を用いた。
今後、示された相関関係の背後にある因果関係を探
るためには、各魚種の資源構造の考慮やより細かい
時空間スケールでの検討が必要であろう。

自己相関と時系列の長さを考慮した今回の検定結
果では 24 例中 8 例が有意となった(表 1、2)。一
方、本稿と同じ時系列データにおいて各要素がお互
いに独立であると仮定した場合は、t 検定における
自由度は一律に 25(標本数-2)であり、検定した
24 例のうち 20 例で有意確率<0.05 あるいは<0.01
で統計学的に有意となった。したがって、20 例のう
ち 12 例で相関関係がないとの帰無仮説を誤って棄
却する「第 1 種の過誤」が生じている可能性がある。
資源量や水揚量など、自己相関やトレンド、周期性
を持つデータの解析にあたっては、データの前処理
や用いる統計学的手法について、十分な吟味が必要
であろう。

謝辞

本稿を取りまとめるにあたり、自己相関がある時
系列データの相関分析に関する手法をご教示いただ
くとともに、自動的な計算のためのエクセルシート
をご提供いただき、本稿の内容についても有益なご
助言をいただいた漁業情報サービスセンターの谷津

明彦博士に御礼申し上げる。同じく漁業情報サービスセンターの日原 勉博士には、本稿のご校閲をいただくとともに、今後の展開へ向けて、来遊群の年齢構成の重要性や水温変動の空間的な変化やタイムラグを伴った影響を考慮する必要性についてご指摘をいただいた。記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 古市 生ほか: 令和 4 (2022) 年度マイワシ太平洋系群の潮現評価 FRA-SA2022-SC-03-01.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220810/FRA-SA2022-SC03-01.pdf
- 2) 由上龍嗣ほか: 令和 4 (2022) 年度マサバ太平洋系群の資源評価 FRA-SA2022-SC-12-01.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221201/FRA-SA2022-SC12-01.pdf
- 3) 気象庁: 日本近海の海面水温に見られる十年規模変動 日本近海で卓越する変動, 2023/2/28.
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/mar_env/knowledge/japan_warm/japan_decadal.html
- 4) 海洋研究開発機構・北海道大学: 北海道・東北沖で海洋熱波が頻発していることが明らかにー海洋熱波とブリの漁獲量にも関連性ー, 2023/2/28.
https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/210114_pr4.pdf
- 5) 高橋清孝: 海水温上昇による仙台湾と三陸沿岸の魚種交替, JAFIC テクニカルレビュー, 1, 1-12, 2022.
- 6) 藤井涼子ほか: 最近の道東海域におけるマイワシまき網漁業の動向ー夏季の高水温の影響について, JAFIC テクニカルレビュー, 1, 20-25, 2022.
- 7) 多賀 真: マサバ太平洋系群の資源増加に伴う北部太平洋大中型まき網のさば類漁況・漁場の变化, 茨城水試研報, 47, 1-15, 2020.
- 8) 岡本 俊ほか: 令和 4 (2022) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価 FRA-SA2022-SC-11-01.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221202/FRA-SA2022-SC11-01.pdf
- 9) 岩手県水産技術センター: 岩手大漁ナビ, 2023/2/28.
<https://www.suigi.pref.iwate.jp/shikyosearch>
- 10) 由上龍嗣ほか: 令和 4 (2022) 年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価 FRA-SA2022-Sc-12-02.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221201/FRA-SA2022-SC12-02.pdf
- 11) 古川誠志郎ほか: 令和 4 (2022) 年度ブリ資源評価 FRA-SA2022-SC13-01.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221207/FRA-SA2022-SC13-01.pdf
- 12) 気象庁: 海面水温の長期変化傾向 (日本近海), 2023/2/28.
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
- 13) Pyper, B.J. and R. M. Peterman: Comparison of methods to account for autocorrelation in correlation analyses of fish data, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55, 2127-2140, 1998.
- 14) Kanamori, Y. et al.: Climate change shifts the spawning ground northward and extends the spawning period of chub mackerel in the western North Pacific, Mar Ecol Prog Ser, 624, 155-166, 2019.
<https://doi.org/10.3354/meps13037>
- 15) 増田義男ほか: 宮城県沖で底びき網によって混獲されるマサバについて, 東北底魚研究, 41, 32-39, 2021.

(2023 年 3 月 12 日受理、Ser. No. 13)