

資料

三陸・常磐海域における沿岸水温を用いた マサバ定置網の漁期開始予報

横内克巳*1・奥西 武*1・長谷川大介*1・相生信彦*2・佐藤俊昭*2・
増田義男*3・矢倉浅黄*3・荒井将人*4・大森健策*4・由上龍嗣*5

A seasonal forecast for set net fishing of chub mackerel *Scomber japonicus* using
coastal water temperature in the Pacific coast of Tohoku

Katsumi YOKOUCHI, Takeshi OKUNISHI, Daisuke HASEGAWA, Nobuhiko AIOI, Toshiaki SATOH,
Yoshio MASUDA, Asaki YAGURA, Masahito ARAI, Kensaku OOMORI and Ryuji YUKAMI

The relationship between coastal water temperature and the amount of chub mackerel *Scomber japonicus* landed through set nets in the Pacific coast of Tohoku between 1995 and 2020 was investigated. Based on the seasonal fluctuations in the coastal water temperature, periods of rising and falling water temperatures between April-August and September-March, respectively, were classified. The majority of the landing for the year occurred during the period of rising water temperature. It was suggested that the fishing season started earlier and the temperature at the start of the fishing season decreased in 2014-2017. A seasonal forecasting Web system for set net fishing using coastal water temperature in the Pacific coast of Tohoku was initiated in December 2020. A previous 3-year average of the mean 10-day coastal water temperature was used as the temperature index to forecast the start of fishing season. Report of the 10-day catch amount is displayed along with the forecast in the Web site.

キーワード：マサバ定置網, 沿岸水温, 三陸常磐, 漁期予報
2021年11月1日受付 2022年10月5日受理

マサバ *Scomber japonicus* 太平洋系群の資源は2000年代初めまでの最低水準を脱して増加し, 2013年と2018年の極めて高い加入量によってさらに増加している(由上ら2021)。当該資源を対象とした漁業として, 大中型まき網が主に常磐～三陸北部海域で9月から翌年2月を中心にほぼ周年操業しており, また, 三陸沿岸の定置網による漁獲が比較的多い(由上ら2021)。東北近海におけるマサバのまき網漁場の分布や生

物特性に関する知見は多く(例えば, 佐藤ら1968, 多賀2020), まき網漁場の予測手法が奥田ら(1988)や奥西ら(2020)により開発されている。一方, 三陸沿岸の定置網で水揚げされるマサバに関するまとまった知見は少ない。

浮魚類は季節的な水温変化にともなって適水温帯を回避していると一般的に理解されている(例えば, 宇田1960)。佐藤ら(1968)は東北海区におけるマサバの分布・回遊の知見に

*1 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所水産資源研究センター 塩釜庁舎
〒985-0001 宮城県塩釜市新浜町 3-27-5

Shiogama Field Station, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, National Research and Development Agency, 3-27-5 Shinhamacho, Shiogama, Miyagi 985-0001, Japan

Email: yokouchi_katsumi28@fra.go.jp

*2 岩手県水産技術センター

*3 宮城県水産技術総合センター

*4 茨城県水産試験場

*5 国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所水産資源研究センター 横浜庁舎

に基づいて生活年周期を5-6月の北上期, 7-10月の索餌滞泳期, 11-12月の南下期, 1-4月の越冬期に区分した。増田・片山(2015)は2012年から2014年に宮城県定置網に入網するマサバの漁獲動向と江島定地水温との関係から, 北上期には7.2-13.6°Cの水温帯, 南下期には8.6-10.8°Cの水温帯で来遊することを報告している。このことは, 水温を指標として定置網におけるマサバの漁期を予測できる可能性を示している。

三陸・常磐海域における定置網の水揚げ情報は各県により収集されており, 近年はWebによる情報配信も充実してきている。また, 水産研究・教育機構では, 水産関係各機関の連携のもと, 2008年から東北地方の沿岸域における水温情報をWebサイト(東北ブロック沿岸水温速報, <http://tohokubuoyonet.myg.affrc.go.jp/Vdata/>)にてリアルタイム配信してきた。さらに, 東北ブロック沿岸水温速報では, 漁期予報の機能を追加して情報配信を2020年から開始した。本研究では当該Webサイトで用いている, マサバの定置網漁期開始時期と沿岸水温との関係を基にした漁期予報手法について報告する。

材料と方法

解析の概要 解析の概要を図1に示した。岩手県, 宮城県および茨城県におけるマサバの定置網水揚量から漁期開始時期を抽出した。また, 沿岸水温の季節変動の特徴から漁期開始時期を水温上昇期と水温下降期に分けた。1995年から2020年までの水温上昇期の漁期開始時期の水温を市場の近隣で観測された沿岸水温から求め, 漁期開始時期を予測するため指標水温を求めた。この指標水温を用いて過去の漁期開始時期の予測の検証を行い, 予測誤差から最適な指標水温を検討した。

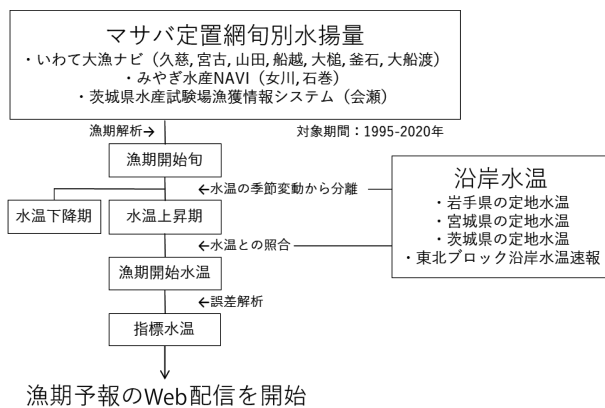


図1. 解析の概要

沿岸水温 沿岸水温として, 1995年1月から2020年12月まで岩手県の野田湾, 山田湾, 船越湾, 釜石湾, 大船渡湾, 宮城県の江島, 茨城県の会瀬(図2)に設置しているブイの最上層(地点により水深0-5mの範囲にある)における水温の旬平均値を用いた。旬は1年間を36旬とし, 通して数えた。

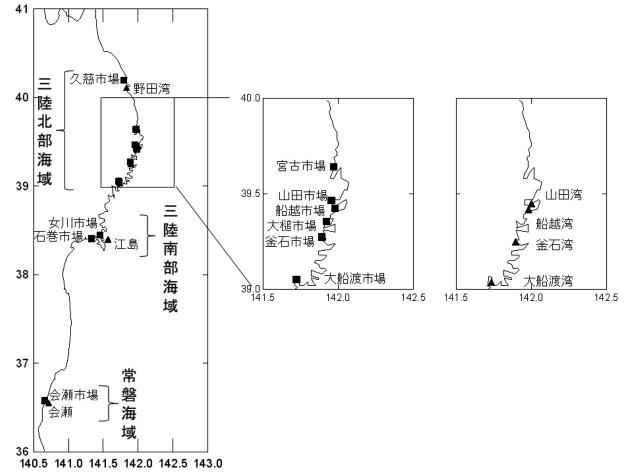


図2. 市場(■)と近隣の水温観測地点(▲)の位置

定置網水揚量 水揚量は岩手, 宮城, 茨城県の主要な10市場における定置網水揚量を用いた(図2)。岩手県では久慈, 宮古, 山田, 船越, 大槌, 釜石, 大船渡の7市場を対象として「いわて大漁ナビ」(<https://www.suigi.pref.iwate.jp/>)から, 宮城県では女川, 石巻の2市場を対象として「みやぎ水産NAVI」(<https://suisan-navi.pref.miyagi.jp/index.php>)から, 茨城県では会瀬市場を対象として茨城県水産試験場漁獲管理情報処理システムから定置網水揚量を用いた(図2)。各市場の日別水揚量を旬別水揚量に集計して用いた。

マサバ・ゴマサバ混獲率 女川市場ではマサバの銘柄があるが, その他の9市場ではマサバの銘柄がないため, さば類水揚量をマサバ・ゴマサバ *Scomber australasicus* 混獲率を用いてマサバ水揚量に変換する必要がある。マサバ・ゴマサバ混獲率は資源評価調査事業で集計された値を用い, 宮城県石巻市場および茨城県会瀬市場では, 定置網, まき網, 底曳き網, 釣りなど様々な漁業種により採捕されたマサバとゴマサバの混獲率の月平均を用い, 岩手県においては久慈市場に八戸市場での1そうまき網の値, その他の6市場に釜石魚市場場内での値を用いてマサバ水揚量を推定した。混獲率に関するデータが極めて少なかったことから, できるだけ多くのデータを収集するため, 定置網以外の漁業種のデータを含めて用いた。原則として月平均値を同月の3旬に適用したが, 混獲率が月内で大きく変動した場合は旬別に求めた。

漁期開始旬と漁期開始水温 漁期予測の対象は, 旬別水揚量が2旬以上連続して有漁年平均(水揚げがあった旬の旬別水揚量の年平均)を超えた期間のうち, 5旬以上連続して有漁年平均未満だった後に初めて有漁年平均を超えた旬(漁期開始旬)と定義した(図3)。漁期開始水温は, 漁期開始旬における近隣水温観測点(図2)の旬平均水温と定義した。

指標水温 漁期予報の可能性について検討するため, 前年から過去10年間の漁期開始水温を用いた指標水温(前年,

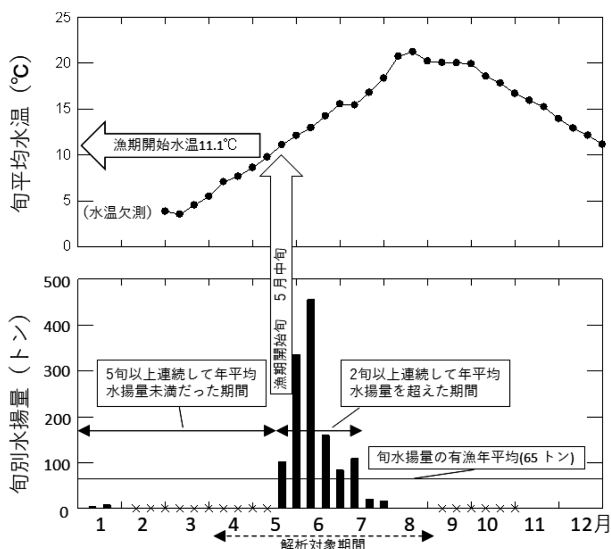


図3. 2015年における船越湾の表層水温の旬平均値(上图)と定置網から船越市場に水揚げされたマサバの旬別水揚量(下图)。旬別水揚量の有漁年平均を最初に超えた旬を漁期開始旬(5月中旬)とみなし、その時の旬平均水温を漁期開始水温(11.1°C)とした。解析対象期間は水温上昇期(4月～8月、点線矢印)。×は水揚げがなかった旬

過去2年平均値,過去3年平均値,順に過去10年平均値まで)を作成した。それぞれの指標水温から当年の漁期開始旬を予測し、実測開始旬との予測誤差を算出した。

結果

沿岸水温の季節変動 水温の全期間の旬平均値は全地点において春季から夏季にかけて上昇し、秋季から冬季にかけて下降する季節変化を示した(図4)。水温の季節変化から上昇期と下降期を区分するため、各地点における年間最高水温と年間最低水温が観測された旬を抽出し、その平均値と標準偏差を整理した(表1)。年間最高水温の各地点の平均値は岩手県5地点では21.0-21.4°Cであったが、宮城県江島では22.5°C、茨城県那珂湊では23.6°Cで南の地点ほど高かった。年間最高水温が観測された旬の平均値は、24.1旬から25.3旬の範囲にあり、8月下旬から9月上旬であった。年間最低水温の平均値は岩手県5地点では5.6-6.6°Cであったが、宮城県江島では6.8°C、茨城県会瀬では9.9°Cとなり南の地点ほど高かった。年間最低水温が観測された旬の平均値は、野田湾の6.9旬(3月上旬)から大船渡の8.5旬(3月下旬)の範囲にあり、地点による差が大きかった(表1)。全地点の年間最高水温は平均値で24.9旬(9月上旬)、年間最低水温は7.8旬(3月中旬)に観測されたことから、水温上昇期を4月から8月、水温下降期を9月から翌年3月と定義した。

水揚量の季節変動 1995年から2020年までの全市場における旬別水揚量の季節変動を図4に示した。水揚量は2月か

表1. 調査個体数と測定結果

地点名	最高水温		最低水温	
	水温(°C)	旬	水温(°C)	旬
野田湾	21.4 ± 1.1	25.0 ± 1.1	5.9 ± 1.1	6.9 ± 1.4
山田湾	21.2 ± 1.0	24.8 ± 1.5	5.6 ± 1.5	7.5 ± 1.3
船越湾	21.1 ± 1.1	25.1 ± 1.1	5.7 ± 1.6	7.8 ± 1.3
釜石湾	21.1 ± 0.9	24.9 ± 1.5	6.2 ± 1.2	8.1 ± 1.3
大船渡湾	21.0 ± 1.0	25.3 ± 1.3	6.6 ± 0.9	8.5 ± 1.9
江島	22.5 ± 1.1	24.5 ± 1.0	6.8 ± 1.2	8.0 ± 1.6
会瀬	23.6 ± 0.6	24.1 ± 1.3	9.9 ± 2.4	7.8 ± 2.5
全地点	21.5 ± 1.2	24.9 ± 1.3	6.3 ± 1.6	7.8 ± 1.6

ら4月にかけて少なく、5月から10月に多く、年変動も大きい。本研究では水産関係者から寄せられている漁期予報の要望に応えるため、主要な水揚時期となっている水温上昇期における漁期開始時期に絞って、漁獲開始時期と水温の関係についての解析を行った。

漁期開始旬と漁期開始水温の経年変動 1995年から2020年のマサバ定置網の漁期開始旬および漁期開始水温の経年変化を全市場の統計値を図5に示した。漁期開始旬および漁期開始水温は1995-2013年の期間は、それぞれ平均では21旬、18°C(範囲は13-24旬、12.6-24.2°C)ではほぼ安定していたが、2014-2017年の期間に変化し、漁期開始旬の早期化と漁期開始水温の低下の傾向が認められた。また、その後2018-2020年の期間は変化の傾向はなく、漁期開始旬は10-24旬の範囲、漁期開始水温は8.4-23.1°Cの範囲であった。このような経年変動の特徴から、1995-2013年を前期、2014-2017年を変化期、2018-2020年を後期と区分とした。

区分した3期について漁期開始旬および漁期開始水温の平均値の違いをt検定により検討した(表2)。全市場では、3期の中で漁期開始旬および漁期開始水温ともに有意な差が認められた。全市場の漁期開始旬は前期の7月下旬(20.7旬)から後期の5月中旬(13.5旬)に変化し、漁期開始水温は前期の17.6°Cから後期の11.5°Cに変化した。漁期開始旬と漁期開始水温を市場別にみると、会瀬市場では3期の違いは認められなかったが、その他の市場の多くは、前期と変化期の間に有意な差が認められ、変化期と後期の間には有意な差が認められなかった。

漁期開始水温の予測可能性の検討 当年の漁期開始水温予測の可能性を検討するため、1995年から2020年の水温上昇期について、過去10年間の指標水温に到達した旬を予測漁期開始旬とした。そして、予測漁期開始旬と実際に観測された漁期開始旬との二乗平均平方根誤差(RMSE)を求めた(図6)。市場により傾向が異なり、特に久慈市場と会瀬市場

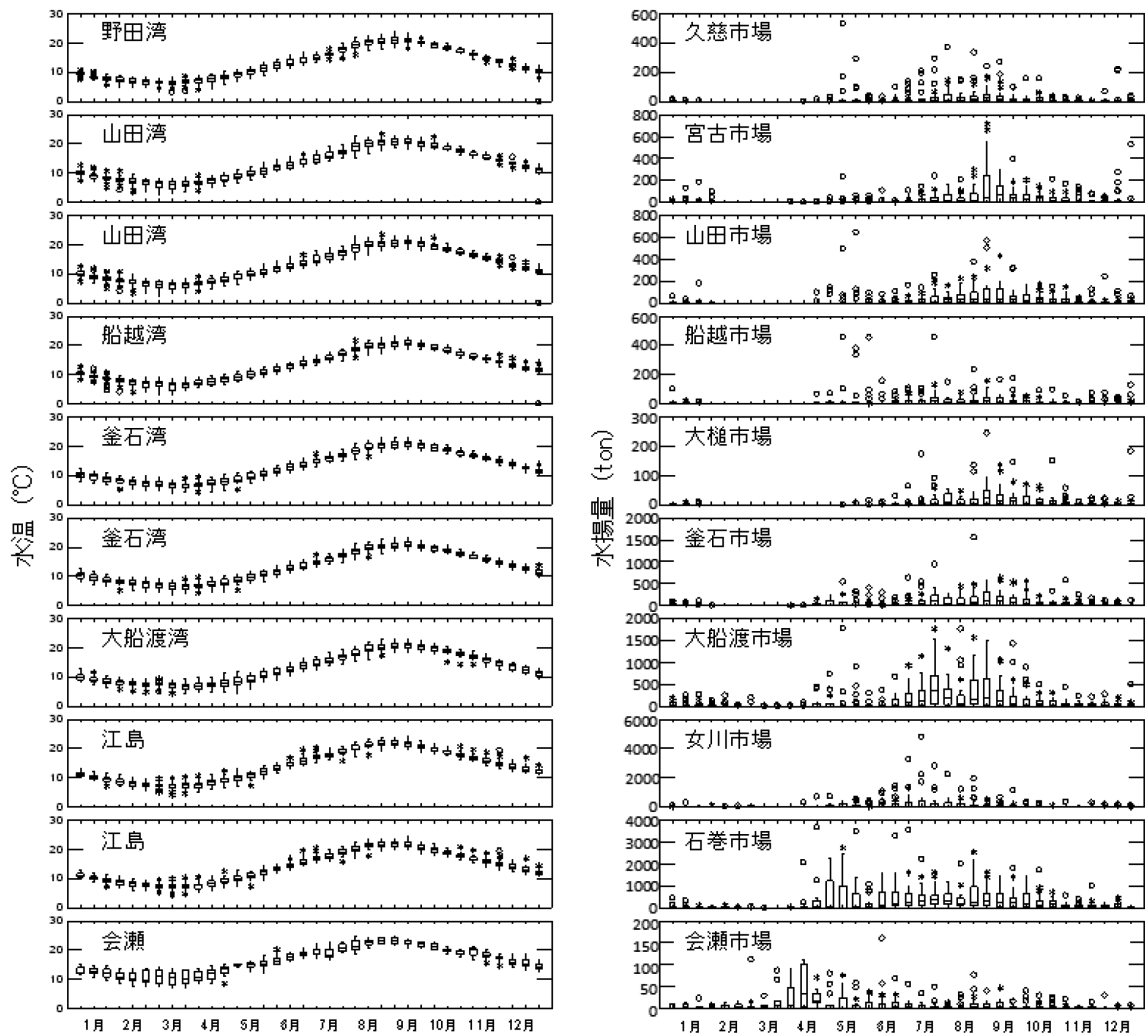


図4. 1995年から2020年に観測された市場近隣地点における旬別の表層水温(左図)と各市場における旬別水揚量(右図)の季節変化の統計値。*は極値, ○は外れ値を示す。極値は上(下)側四分位点から四分位点範囲の1.5倍以内にあるデータのうちの最大(小)値である。外れ値は極値よりも大きい(小さい)値である

表2. マサバの漁期開始水温と漁期開始旬の期間別の比較

市場名	漁期開始旬									漁期開始水温(°C)												
	1995-2013年			2014-2017年			2018-2020年			1995-2013年			2014-2017年			2018-2020年						
	平均	SD	N	p値	平均	SD	N	p値	平均	SD	N	平均	SD	N	p値	平均	SD	N				
久慈	21.6	1.89	16	*	16.7	2.31	3		17.0	6.08	3	18.7	2.40	13	*	13.6	2.39	3	15.0	7.11	3	
宮古	21.8	1.53	16	*	17.7	2.52	3		13.0	-	1	18.0	1.66	15		15.1	2.88	3	10.0	-	1	
山田	21.7	1.57	17	**	17.3	2.36	4		13.0	-	2	17.9	2.20	16	*	14.8	2.33	4	**	10.7	0.42	2
船越	21.1	2.03	16	**	16.8	2.22	4		15.0	2.00	3	17.4	2.52	14	*	12.7	2.01	3		11.9	1.50	3
大槌	21.9	1.56	14		17.5	2.12	2		15.0	-	1	18.6	2.16	13	**	13.4	1.36	2		11.7	-	1
釜石	20.8	2.26	18	**	16.8	2.63	4	**	12.7	0.58	3	16.7	2.33	16	**	13.0	2.30	4	*	9.7	1.18	3
大船渡	20.3	1.70	19	**	16.3	2.50	4	**	12.0	1.00	3	15.9	1.72	16	*	12.2	2.85	4		9.6	0.16	3
女川	20.0	1.83	13	**	14.0	2.58	4		13.0	-	3	17.8	2.28	13	**	11.4	1.91	4		11.3	1.52	3
石巻	19.9	1.87	17	**	12.3	1.16	3		12.3	0.58	3	17.5	2.39	17	**	10.1	0.54	3		10.7	2.05	3
会瀬	17.6	2.78	12		21.0	4.24	2		12.0	2.00	3	17.4	3.31	12		21.0	3.09	2		14.4	1.13	3
全市場	20.7	1.86	157	**	16.6	2.46	33	**	13.5	1.53	25	17.6	2.33	144	**	13.7	2.17	32	**	11.5	1.88	25

*: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$

期間は前期: 1995-2013年, 変化期: 2014-2017年, 後期: 2018-2020年とし, 前期と変化期, または変化期と後期についてのt検定によるp値を示した

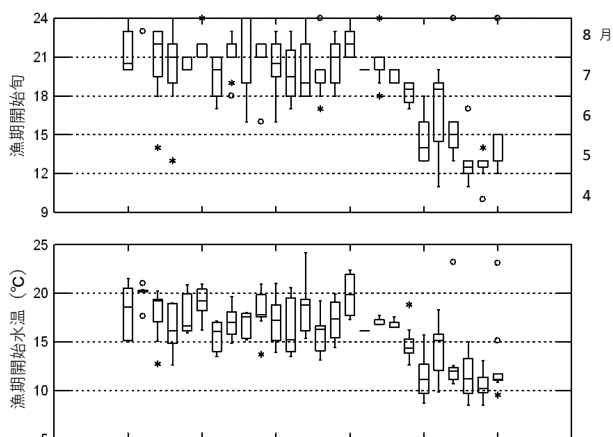


図5. 1995年から2020年の三陸常磐海域におけるマサバ定置網の漁期開始旬(上図)及び漁期開始水温(下図)の経年変化の統計値。*, ○は図4と同じ

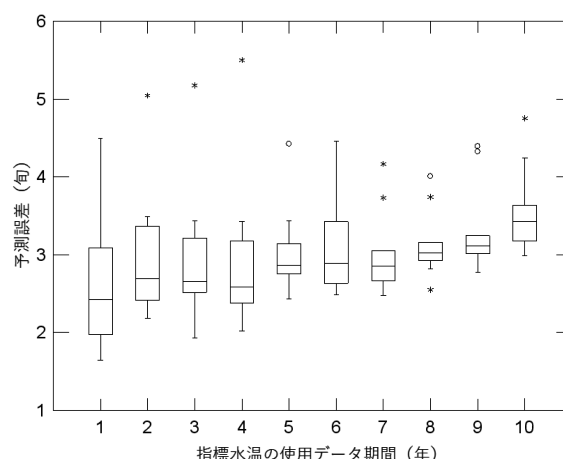


図6. 指標水温の使用期間別の漁期開始旬の二乗平均平方根誤差(RMSE)の全10市場の統計値。*, ○は図4と同じ

では極値や外れ値となることが多く、2年から10年で見られた誤差が3.5旬以上の値は全て久慈市場か会瀬市場であった。全地点のRMSEの中央値は、直近1年の値を指標水温として用いた場合に最小となった。前年から4年までの範囲で比較的誤差が小さく(中央値が2.7旬以下)、5年以上では次第に誤差が大きくなった(中央値が2.9-3.4旬の範囲)。指標水温の使用データ期間を長くすると誤差が大きくなるのは、漁期開始水温と漁期開始旬が異なる前期、変化期、後期のデータを含むためと考えられる。後期に入って漁期開始水温と漁期開始旬が比較的安定しており、使用するデータ期間を短くすることで、近年の漁期開始水温を反映して漁期開始旬を精度良く予測できると考えられる。本研究では前年の値を用いるのが最も誤差が小さいことがわかったが、欠測があった場合を考慮して、漁期予報を行うWebシステムでは過去3年間の平均値を指標水温として予測を実施することにした。

2020年における予報 過去3年間の平均値を指標水温として、主要10市場における2020年漁期開始旬の予測を行った(表3)。2020年における実測の漁期開始旬は、久慈市場では8月下旬であったが、その他の市場で4月下旬から5月下旬の時期にあった。漁期開始旬と漁期開始予報旬との差は、久慈市場では10旬であったが、その他の市場では-1旬から1旬の範囲にあった。2020年の漁期開始水温は、野田湾では23.1°C、会瀬では15.5°Cであり、9.5°Cから11.7°Cの範囲にあった他の市場と比較すると高水温を示した。2020年における漁期開始水温と指標水温との差は、野田湾では-12.1°C、会瀬では1.8°Cであり、-0.7°Cから0.9°Cの範囲にあった他の市場付近の観測地点に比較して大きかった。

漁期予報と水揚量のWeb配信 定置網によるマサバの漁期開始時期を予報するため東北ブロック沿岸水温速報のトッ

表3. 2020年の水温上昇期におけるマサバ定置網の漁期開始旬・漁期開始水温の予報値及び、2017年から2020年の実測値

市場	漁期開始旬						水温測点	漁期開始水温					
	2017年	2018年	2019年	2020年	2020年予報	差		2017年	2018年	2019年	2020年	2020年予報	差
久慈	5月中旬	5月上旬	5月中旬	8月下旬	5月中旬	-10	野田湾	11.0	9.8	12.1	23.1	11.0	-12.1
宮古	-	5月上旬	-	-	5月上旬	-	山田湾	-	10.0	-	-	10.0	-
山田	5月中旬	-	5月上旬	5月上旬	5月中旬	1	山田湾	11.3	-	10.4	11.0	10.9	-0.1
船越	6月中旬	6月中旬	5月上旬	5月下旬	5月下旬	0	船越湾	12.1	13.6	10.6	11.6	12.1	0.5
大槌	-	-	-	5月下旬	-	-	釜石湾	-	-	-	11.7	-	-
釜石	5月下旬	4月下旬	5月上旬	5月上旬	5月上旬	0	釜石湾	11.9	8.5	9.8	10.8	10.1	-0.7
大船渡	6月上旬	4月中旬	5月上旬	4月下旬	5月上旬	1	大船渡湾	12.0	9.5	9.8	9.5	10.4	0.9
女川	5月下旬	5月上旬	5月上旬	5月上旬	5月中旬	1	江島	12.5	13.0	10.0	11.1	11.8	0.7
石巻	5月上旬	4月下旬	4月下旬	5月上旬	4月下旬	-1	江島	10.7	12.5	8.4	11.1	10.5	-0.6
会瀬	8月下旬	4月下旬	4月上旬	5月中旬	5月下旬	1	会瀬	24.1	15.0	12.9	15.5	17.3	1.8

差は2020年の実測値と予報値の差(予測誤差)を示す

【情報】

マサバ・マイワシ定置網の漁期予報の運用

東北ブロック沿岸水温速報 (<http://tohokubuoy.net.myg.affrc.go.jp/Vdata/>)

にて定置網で漁獲されるマサバ・マイワシの漁期開始期を予報しています。

令和2年12月から水揚量の情報提供を開始しました。

マサバ・マイワシボタン

マサバ・マイワシボタンから予報へ

①対象魚種はマサバとマイワシです。
 ②漁期開始時期を表示しています。
 ③水温観測点と市場の関係を選択できます。
 ④予報状況により、次の凡例のいずれかが表示されます。
 「現在は予報期間外です」
 「漁期に近づいています」
 「漁期が間近に迫っています」
 「漁期に入りました」
 ⑤3年前まで過去の情報を閲覧できます。
 ⑥赤線は実況水温、灰線は平年水温、青線は指標水温、空色範囲は予報期間です。
 ⑦青色は水揚量の確定値、緑色は暫定値、×は未登録を示しています。マサバ暫定値はさば類を含みます。岩手県宮古、山田、船越、大槌、釜石、大船渡の各市場での水揚量は釜石市場でのマサバゴマサバの割合を掛けてマサバの水揚量を出しています。

<予報期間>
 マサバ：4月中旬～6月中旬
 11月下旬～1月上旬
 マイワシ：3月下旬～7月中旬
 11月中旬～1月上旬
 *期間は年度や市場により異なります。

<指標水温>
 水温の上昇期（4月～8月）と下降期（9月～3月）に旬別水揚量が各年度の平均を最初に超えた旬を漁期開始旬とし、その時の近隣観測点での表面水温から指標水温を求め、水温の現況と合わせて参照表示しています。

水揚げデータ出典：「いわて大漁ナビ」(<https://www.suigi.pref.iwate.jp/>)

このページの説明についてはこちら

(c) Copyright Japan Fisheries Research and Education Agency All rights reserved.

図7. 漁期予報サイトにおける水揚量表示開始に関する周知情報。

<http://tohokubuoy.net.myg.affrc.go.jp/Vdata/html/MasabaForecastInfo.pdf>

ページに「マサバ」ボタンを新設し、2020年12月から漁期予報図の掲載を開始した(図7)。予報期間の範囲は、直近3年間の平均漁期開始旬の2旬前から2旬後とした。予報期間には予報の説明文として、実況日平均水温(T_0)と指標水温(T_i)との関係から、漁期に近づいているか($(T_i - T_0) \leq -2^\circ\text{C}$ と定義)、漁期が間近に迫っているか($-2 < (T_i - T_0) \leq 0^\circ\text{C}$ と定義)、漁期に入ったか($0 < (T_i - T_0)$ と定義)について表示させ、毎日自動更新させた。

市場での水揚実況を知るために旬別水揚量の速報図を漁期予報図に併設し、旬毎もしくは月毎に更新している。旬別水揚量は混獲率が確定するまでは暫定値として、混獲率が確定した時点で確定値として表示させた。また、参考として、3年前までの漁期予報と水揚量を閲覧できるようにしている。

考 察

マサバの成魚は主に春季に伊豆諸島海域などで産卵したのち北上し、夏季から秋季には三陸から北海道沖へ索餌回遊する(目黒ら2002)。佐藤ら(1968)は東北海区におけるマサバの生活年周期を北上期(5-6月)、索餌滞泳期(7-10月)、南下期(11-12月)、越冬期(1-4月)に区分した。沿岸水温の季節変動をみると、北上期が水温上昇期、南下期が水温下降期、索餌滞泳期が最高水温の観測された時期、越冬期が最低水温の観測された時期に相当している。本稿では沿岸水温の季節変動の特徴から水温上昇期(4-8月)を北上期として扱い、水温下降期については解析対象から除外したが、水温上昇期の最低水温期と最高水温期に近い時期に漁期開始旬が検出された久慈市場と会瀬市場で予報誤差が大きかった。例えば、久慈市場では2020年の漁期開始旬が水温上昇期の最後の旬である8月下旬となっており、会瀬市場では2019年の漁期開始旬が水温上昇期の最初の旬である4月上旬になっていた。特に、久慈市場と会瀬市場については水温の季節変動特性ではなく、漁期の特徴に合わせた来遊群の定義が今後の課題である。佐藤ら(1968)が指摘しているように、1年を4期に区分する生活年周期を踏まえて来遊群を細分化して水揚量と水温との関係を整理することにより予測手法の改善が期待される。

マサバ太平洋系群は2013年に卓越年級群の加入による資源量の増加が起き、その後道東海域における漁場形成に見られるように分布・回遊域が北東に拡大している(由上ら2021)。このような資源量や分布域の変化が三陸常磐海域への来遊時期や定置網の漁期に影響する可能性が指摘されている(増田・片山2015, 多賀2020)。本研究で観測された2014-2017年の北上期における漁期開始時期の早期化とその時の水温低下の現象は、マサバ太平洋系群の分布・回遊域の変化を反映していると考えられる。今後はマサバの南下群や近年水揚量を増加させているマイワシ *Sardinops melanostictus* についても漁期予報の取り組みを進めていきたい。漁期予報のリアルタイムWeb配信情報は漁業者のみならず水産加工業者や流通業者など関係各方面での計画的経

営を支援するものと考えており、水揚量と水温の監視を続けて変化を迅速に検出しながら、予報手法の検証と改善を進める必要がある。

謝 辞

国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所渡邊千夏子氏、一般社団法人漁業情報サービスセンター渡邊一功氏にマサバ太平洋系群に関する有益な情報と助言をいただいた。国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所塩釜庁舎笈茂穂氏、田中雄大氏に日頃の有益な議論をいただいた。地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所三浦太智氏、福島県水産海洋研究センター原聡太郎氏、国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所釧路庁舎東屋知範氏に東北ブロック沿岸水温速報の運営を通じて道東から三陸常磐海域にかけての沿岸水温に関する有益な情報をいただいた。本研究は水産庁「我が国周辺水産資源調査・評価推進委託事業」ならびに「水産資源調査・評価推進事業」の一環で実施された。

文 献

- 増田義男・片山知史(2015)宮城県におけるマサバ、ゴマサバの漁獲動向と生物特性. 宮城県水産研究報告, 14, 27-39.
- 目黒清美・梨田一也・三谷卓美・西田 宏・川端 淳(2002)マサバとゴマサバの分布と回遊-成魚. 月刊海洋, 34, 256-260.
- 奥田邦明・平井光行・安田一郎・小川嘉彦・工藤英郎・福島信一・山口閔常・水野恵介(1988)三陸近海に形成される南下期マサバ漁場の短期予測手法. 東北区水産研究所研究報告, 50, 193-202.
- 奥西 武・横内克巳・長谷川大介・田中雄大・瀬藤 聡・由上龍嗣・黒田 寛・渡邊一功・高須賀明典(2020)東北近海におけるマサバ漁場形成と水温変動の関係. 水産海洋研究, 84(4), 271-284.
- 佐藤祐二・飯塚景記・小滝一三(1968)東北海区におけるマサバ PNEUMATOPHORUS JAPONICUS (HOULTUYN)の漁業生物学的特性について. 東北区水産研究所研究報告, 28, 1-50.
- 多賀 真(2020)マサバ太平洋系群の資源増加に伴う北部太平洋大まき網のさば類漁況・漁場の変化. 茨城県水産試験場研究報告, 47, 1-15.
- 宇田道隆(1960)海洋漁場学. 恒星社厚生閣. 東京, 347p.
- 由上龍嗣・西嶋翔太・上村泰洋・古市 生・井須小羊子・渡部亮介(2021)令和2(2020)年度マサバ太平洋系群の資源評価. 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, 53pp. <http://abchan.fra.go.jp/>.