

三河湾における 2018 年、2019 年のレーダー画像解析による イワシ類漁場と海洋環境との関係

蒲原 聡・大澤 博・小柳津賢吾・袴田浩友・古橋 徹・久田昇平

(2020 年 12 月 1 日受付, 2020 年 12 月 15 日受理)

Relationship between distribution of fishing grounds of sardines based on radar image analysis and oceanographic environment in Mikawa Bay in 2018 and 2019

KAMOHARA Satoru^{*1}, OSAWA Hiroshi^{*2}, OYAIZU Kengo^{*2},
HAKAMADA Hirotomo^{*3}, FURUHASHI Toru^{*2} and HISADA Shouhei^{*2}

キーワード; マイワシ, カタクチイワシ, クロロフィル *a*, レーダー

マイワシ、カタクチイワシの漁場は、日本沿岸各地に形成されている。^{1、2)} このうち伊勢・三河湾のマイワシは北海道から和歌山県にかけて分布する太平洋系群に、カタクチイワシは東北地方から東海地方にかけて分布する本州太平洋系群に属している。^{1、2)} マイワシは黒潮周辺でふ化後、一部は沿岸域への流れにとりこまれて沿岸域で成長し漁獲対象となる。³⁾ カタクチイワシは、湾や内海を1つの生活拠点として資源の変動を繰り返している。⁴⁾ 愛知県では、イワシ類をパッチ網及びまき網の漁業で漁獲している。愛知県のマイワシの平均漁獲量は1976～1993年に35,000 tであったが、1994～2013年に2,000 tと減少した後、2014年以降増加して2017年には30,200 tとなっている。カタクチイワシの平均漁獲量は、1976～1998年に6,700 tと低水準であったが、1999～2017年は18,300 tに増加している。マイワシの漁獲が多い1980年代はカタクチイワシが少なく、カタクチイワシの漁獲が多い2000年代から2010年代前半はマイワシが少ない。このように両種の資源量は数十年規模で大きく変動し、魚種交代することが知られている。⁵⁾ 魚種交代は気候変動に起因することが指摘されているが、その生物学的メカニズムは十分明らかになっていない。⁵⁾

イワシ類の伊勢・三河湾への回遊要因の1つに索餌が

ある。マイワシの稚魚期は小型の動物プランクトンを捕食し、成長に伴いより大きい動物プランクトンを捕食するようになる。成魚は鰓耙が発達し、動物プランクトンに加えて珪藻類も濾過摂餌する。³⁾ カタクチイワシは動物プランクトン等を捕食する。³⁾ 動物プランクトンは、植物プランクトンを捕食する。山本は、⁶⁾ 貧栄養化のプロセスでは、栄養塩レベルと動物プランクトンバイオマスは変化せず、植物プランクトンバイオマスと魚類バイオマスが減る。つまり、陸域からの流入負荷を削減すれば、赤潮発生件数は減るが、魚類の漁獲量も減少させている。三河湾においては、栄養塩の低下に起因する植物プランクトン量の減少をベースとして、2014年以降のアサリ資源量の急減が指摘されている⁷⁾。これらのことから、三河湾において植物プランクトンの減少がイワシ類の漁場形成に与える影響を把握する必要があるが、研究した事例は少ない。そこで、イワシ類の漁場形成と植物プランクトン量の目安となるクロロフィル *a* 濃度との関係を調べた。

材料及び方法

1 漁場環境

水温及び塩分は、2018年及び2019年の三河湾海況自動

*1 愛知県水産試験場 (Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi 443-0021, Japan)

*2 愛知県農業水産局水産課 (Fisheries Administration Division, Bureau of Agriculture and Fisheries, Sannomaru, Naka-ku, Nagoya, Aichi 460-8501, Japan)

*3 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resource Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi, 470-3412, Japan)

観測ブイ1号ブイ（図1）の時間観測表層データを日平均して用いた。クロロフィルa濃度は、公共用水域及び地下水の水質調査結果の月観測データ及びこれらと同日に、同方法で観測及び分析したデータを用いた。水質調査の16測点を図1に示した。

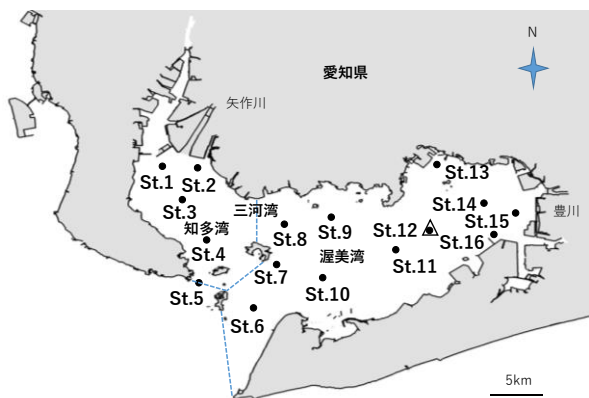


図1 三河湾におけるクロロフィルaの調査測点（●）と海況自動観測ブイ1号ブイ（△）の位置

2 イワシ類の漁場

イワシ類を漁獲対象とするパッチ網漁業船は、共通の魚群を追いかけることから数隻から十数隻の船団となり、漁業操業が目視により認識し易い特徴がある。また、2隻で1つの網を曳網することから、図2に示すように、レーダーでは平行する船舶とそれに続く航跡を他の船舶の画像と区別することが可能である。これらのことから、目視とレーダー画像解析によりイワシ類漁場の範囲を把握することとした。三河湾におけるパッチ網は主に6～12月に操業が行われる。そこで、2018年及び2019年の6～12月にかけて、三河湾を航行

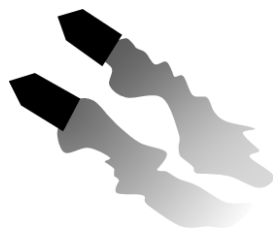


図2 レーダー画像によるパッチ網漁業の航跡事例

表1 三河湾におけるパッチ網漁業調査の月間調査日数及び観測統数

項目	年度	月												計
		6	7	8	9	10	11	12						
調査日数	2018	14	15	13	5	15	16	13	91					
	2019	15	15	11	7	15	13	14	90					
観測統数	2018	5	9	32	0	10	0	0	56					
	2019	0	24	22	5	61	38	12	162					

中に目視でパッチ網漁業を確認した場合に、その時点のレーダー（日本無線株式会社製船舶レーダー装置 JMA-5322-6HS）画像を電子データで記録した。その画像から2隻を一塊として、月単位で白地図上にトレースして周囲を線で囲み漁場範囲とした。三河湾における調査時の航行は東部の湾奥から西部の湾口に向けた東西の往復を基本とし、月毎の調査日数を表1に示した。

結果及び考察

1 漁場環境

St.12のブイにおける2018年及び2019年の水温及び塩分の変化を図3に示した。調査期間である6～12月の平均水温は2018年が22.1℃、2019年が22.0℃で、平均塩分は2018年、2019年共に29.7であった。月ごとの変動はあるものの、6～12月の平均の水温及び塩分は両年で概ね似た値を示した。

1998～2006年、2018年及び2019年について、図1に示す測点のうち湾口部のSt.5,6を除く14測点を平均したクロロフィルa濃度の月変化を図4に示した。なお、三河湾では、1998年以降毎月クロロフィルaを観測しているが、2007年以降にクロロフィルaの減少が確認されていることから⁸⁾、減少する前の1998年から2006年まで

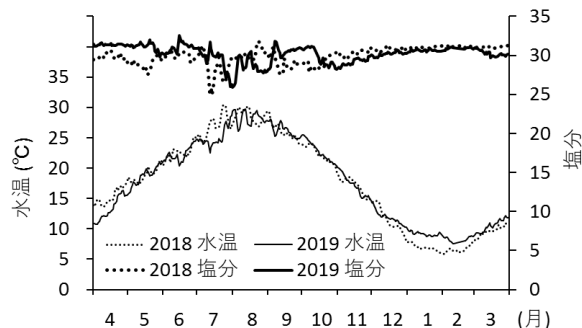


図3 海況自動観測ブイ1号ブイにおける2018年度、2019年度の水温及び塩分の推移

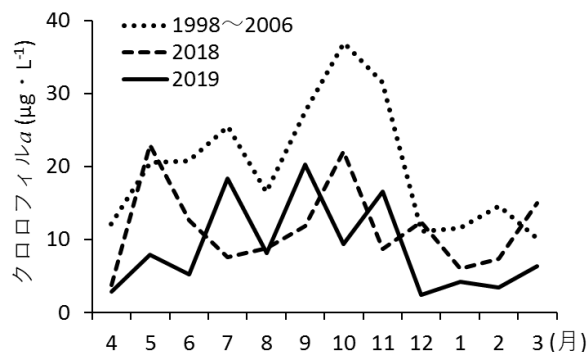


図4 1998～2006年度、2018年度及び2019年度におけるクロロフィルa濃度の月別比較

のクロロフィル a 濃度を植物プランクトンが豊富に存在した期間として、月別に平均することとした。1998～2006年の月別平均の年間平均は 19.9 $\mu\text{g/L}$ であった。2018 年は 1998～2006 年と比較して 5 月、12 月及び 3 月は高かったが、4 月、6～11 月、1、2 月は低く、年間平均は 11.6 $\mu\text{g/L}$ となった。2019 年は 7 月、9 月、11 月に 16.5～20.2 $\mu\text{g/L}$ と高い時期があったものの、1998～2006 年と比較して年間を通して低く、年間平均は 8.7 $\mu\text{g/L}$ となった。

2 イワシ類の漁場

師崎及び豊浜の漁業協同組合への聞き取り調査による、2018 年及び 2019 年の愛知県沿岸域におけるパッチ網漁業のマイワシ及びカタクチイワシの漁獲量の月変化を図 5 に示した。イワシ類は主に 2018 年は 6～11 月に、2019 年は 6～12 月に水揚げされており、マイワシ及びカタクチイワシの総漁獲量は、2018 年が 21,670 t 及び 6,943 t、

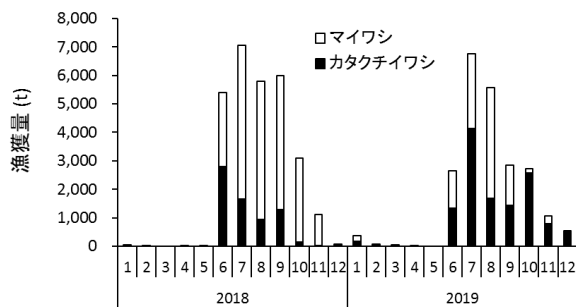


図 5 伊勢・三河湾における 2018 年度及び 2019 年度のマイワシ及びカタクチイワシの月別漁獲量

2019 年が 9,917 t 及び 12,717 t であった。

2018 年及び 2019 年のパッチ網漁業のレーダー画像を解析した月毎の合計統数を表 1 に、また月毎のイワシ類の漁場に、1979 年にまとめられた標準的な漁場図を添えて図 6 に示した。1979 年は 6 月に渥美湾北部に漁場が形成され、7、8 月に渥美湾南部及び知多湾北部に拡大した。9 月は渥美湾の北部及び南部に収束したが、10 月には知多湾北部及び渥美湾東部に拡大した。11 月には知多湾東部、渥美湾東部及び三河湾口部に形成され、12 月は渥美湾西部のみとなった。2018 年は 6、7、8、10 月に渥美湾西部から三河湾口部にかけて漁場が形成され、9 月、11 月、12 月は漁場が確認されなかった。図 4 から 2018 年の 6～12 月にかけての三河湾のクロロフィル a 濃度の平均は 10 月に 22.1 $\mu\text{g/L}$ と高い濃度になったものの、7～9 月は 7.6～11.9 $\mu\text{g/L}$ と低く推移したことから、6 月に渥美湾西部に形成された漁場から湾奥への拡大につながらなかったと推測された。2019 年は 7 月に三河湾口部及び渥美湾南部に漁場が形成された。8 月にはやや北部に移動して渥美湾中部から湾口部にかけて形成されたが、9 月

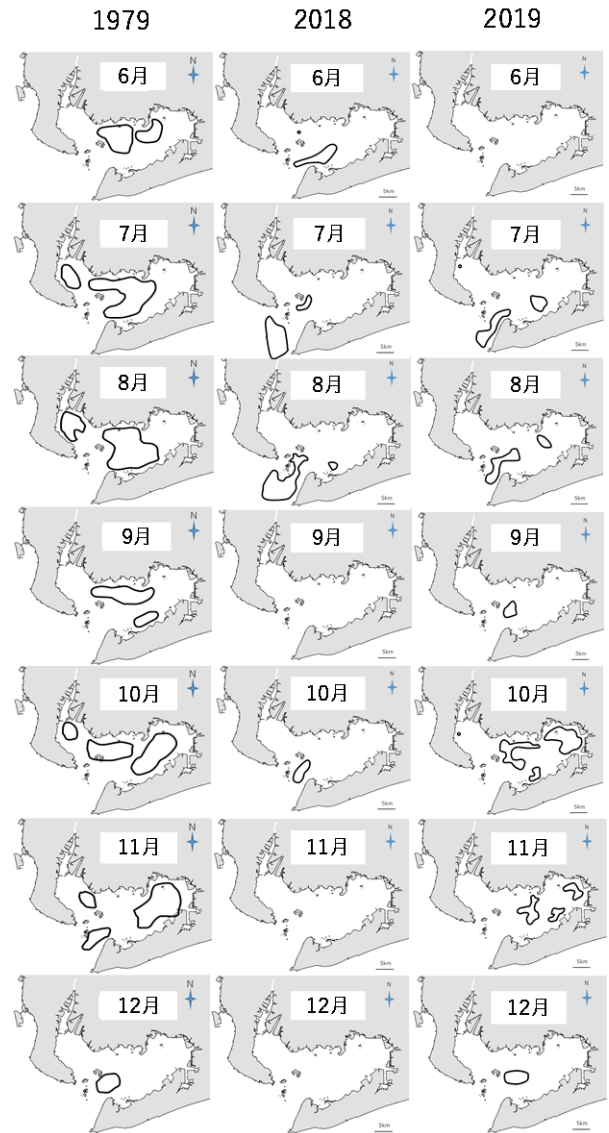


図 6 三河湾における 1979 年度, 2018 年度及び 2019 年度のイワシ類の漁場分布

には渥美湾西部に収束した。10、11 月には渥美湾の広い範囲に形成され、12 月には再び渥美湾西部に形成された。2019 年は 10、11 月に渥美湾の奥部に漁場が形成されたことが特徴的であった。2019 年は 7～9 月のクロロフィル a の平均濃度が 15.6 $\mu\text{g/L}$ と 2018 年の 9.4 $\mu\text{g/L}$ に比べ 1.7 倍高かったことから、三河湾口部から渥美湾中部に漁場が拡大したと推測された。さらに、10 月のクロロフィル a 濃度の分布図によると (図 7)、10 $\mu\text{g/L}$ 以上の高濃度の範囲が渥美湾奥部に収束したことから、渥美湾に加入した魚群が植物及び動物プランクトンを求めて渥美湾奥部にまで入り込んだと推測された。このように、渥美湾への加入及び湾奥部への入り込みなどの漁場形成には、クロロフィル a 濃度 10 $\mu\text{g/L}$ 程度が目安になっていた。また、1979 年の知多湾では漁場が形成されていたが、

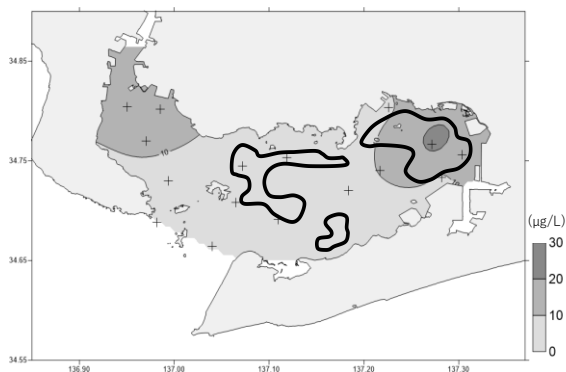


図7 三河湾における2019年10月のイワシ類の漁場分布及びクロロフィルa濃度の水平分布（クロロフィルa観測測点(+)）

2018年は操業が確認できず、2019年は7月及び10月に1ヶ統ずつ操業が確認されたのみであった。1979年の月毎のクロロフィルa濃度のデータがないため比較することはできないが、知多湾におけるSt.1~4の6~12月のクロロフィルaの平均濃度は、2018年が12.0 µg/L、2019年が13.1 µg/Lと1998~2006年の平均21.0 µg/Lの6割前後に低下していた。このことから、知多湾についても、クロロフィルa濃度と漁場形成との間に関係があることが想定されるが、2018年及び2019年はともに広範囲に渡る漁場が確認されなかったことから、具体的な関係の検討には至らなかった。今後の調査・解析が待たれる。

2018年及び2019年の2年間の調査では、1998~2006年と比較して湾全体でクロロフィルa濃度が低下していること、及び、高濃度の範囲が湾奥部に収束していることが、イワシ類の漁場形成に影響を与えている可能性が推測された。ただし、操業から導く漁場形成については、その年の資源管理方針や魚価の動向など人為的な要素にも左右されることに注意が必要である。また、海色衛星観測が定常化した1997年9月以降に、伊勢・三河湾におけるクロロフィルaの長期傾向の解析が可能となったことから、⁹⁾植物プランクトンの水平分布とイワシ類の漁場形成との関係をより正確に把握できる可能性も出てきた。

要 旨

三河湾において、レーダー画像解析により調べたイワシ類の漁場と水質観測で得たクロロフィルa濃度との関連を考察した。

- ① 通常、初夏から晩秋まで漁場が形成されるが、2018年度は初夏のクロロフィルa濃度が低く、晩秋までイワシ類の漁場は形成されなかった。
- ② 2019年度の初夏は2018年度よりクロロフィルa濃

度が高く、初夏から晩秋まで漁場が形成された。

- ③ 2019年10月は三河湾全体でクロロフィルa濃度が低下したが、その中でも高いクロロフィルa濃度が観測された渥美湾奥部に漁場が形成されたことが特徴的であった。

このように、イワシ類の漁場はクロロフィルa濃度と時空間的に関連していた。

謝 辞

植村宗彦主任研究員、下村友季技師には、漁獲量の聞き取りデータを提供していただくとともに、イワシ類の漁場形成に関する助言をいただいた。漁場保全グループの皆さまには、採水及び分析で協力をいただいた。青山裕晃漁場環境研究部長には、クロロフィルa濃度の水平分布図の製作に協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

文 献

- 1) 近藤恵一 (1988) 資源量高水準期における日本産マイワシの分布・移動について. 東海水研報, 124, 1-33.
- 2) 近藤恵一 (1966) カタクチイワシの生活様式—I. 東海水研報, 47, 51-84.
- 3) 平成30年度魚種別系群別資源評価(50魚種84系群) (abchan.fra.go.jp/digests/2018/index.html)
- 4) 船越茂雄 (1990) 遠州灘, 伊勢・三河湾およびその周辺海域におけるカタクチイワシの再生産機講に関する研究. 愛知水試研究業績B集, 10, 1-208.
- 5) 高須賀明典・大関芳沖・黒田 寛・奥西 武 (2015) 海洋生態系間比較から見る黒潮海流域における小型浮魚類の資源変動と生物特性. 79(4), 352-374.
- 6) 山本民次 (2014) 瀬戸内海西部海域における貧栄養化. 沿岸海洋研究, 52(1), 49-58.
- 7) 蒲原 聡・芝 修一・市川哲也・鈴木輝明 (2018) 伊勢・三河湾のアサリ増殖環境. 月刊海洋, 574, 406-414.
- 8) 鈴木輝明 (2017) 沿岸環境の再生・創出と豊かな漁業生産—伊勢・三河湾を例として—. 海洋と生物, 233, 554-563.
- 9) 林 正能・石坂丞二・小林 拓・虎谷充浩・中村 亨・中嶋康生・山田 智 (2015) 伊勢・三河湾におけるMODISとSeaWiFSのクロロフィルa濃度の検証と改善. Journal of The Remote Sensing Society of Japan 35(4), 245-259.