
[報告] 近年のさんま棒受網漁業の漁場と水揚げ物の特徴

Recent changes in the fishing ground and biological features of Pacific saury

渡邊 一功¹⁾

Kazuyoshi Watanabe

1) 水産情報部長

要旨：

日本のさんま棒受網漁業によるサンマ水揚げ量は、2020～2022 年にかけて、毎年過去最低を記録した。本論では 2018 年～2022 年について、サンマ漁場および水揚げ物の経年的な変化について解析した。その結果、2019 年以降は 8 月の主漁場が公海に形成され、日本から非常に遠くなっていること、2021 年と 2022 年は三陸～常磐沿岸に漁場がほとんど形成されなかったことが示された。さらに、漁場水温と肥満度を比較した結果、8 月は漁場水温が低い方が肥満度は高い傾向があることが明らかとなった。また 2021 年および 2022 年の肥満度は従来の傾向とは異なり、2021 年は 9 月下旬以降に高くなり、2022 年は低いまま経過した。両年におけるサンマ水揚げ量の低下の要因として、群の密度が低いことに加えて沖合から沿岸へ回遊するサンマも少なかったことが考えられたが、この肥満度の変化はこれを裏付けるものであった。

キーワード：解説、漁海況、さんま、肥満度、海洋熱波

1. はじめに

日本に水揚げされるサンマの多くは、北西太平洋で操業するさんま棒受網漁業によって漁獲される。全国さんま棒受網漁業協同組合が集計したサンマ水揚げ量(https://www.samma.jp/tokei/catch_year.html)は、近年では 2008 年に 343,225 トンのピークに達したのち減少に転じ、2019 年にはその時点での過去最低である 40,517 トンに落ち込んだ。しかし、その後も水揚げ量は減少を続け、2020 年は 29,566 トン、2021 年は 19,291 トン、2022 年は 17,910 トンと毎年過去最低を更新してきた。

国立研究開発法人水産研究・教育機構が水産庁の委託を受け毎年 6～7 月に行なっている表層トロール網を用いたサンマ資源量直接推定調査では、資源量は調査開始時の 2003 年以降、変動を繰り返しながら減少し、2021 年の調査結果は 45 万トンと過去最低となったが、2022 年は 117 万トンまで増加したものの低水準となっている¹⁾。

日本漁船によるサンマ水揚げ量は、サンマ資源量直

接推定結果と同様に減少傾向であるが、2022 年については、サンマ資源量直接推定結果は 2021 年より良かったものの、日本漁船によるサンマ水揚げ量は過去最低となった。このことから、近年の日本漁船によるサンマ水揚げ量の減少は、6～7 月におけるサンマの分布状況以外にも要因がある可能性がある。本論文は、近年では水揚げ量が 10 万トンを超えた 2018 年と、毎年過去最低の水揚げ量を記録するようになった 2019 年～2022 年について、サンマ漁場および水揚げ物がどのように変化したか解析を行い、変化の要因と、日本漁船による水揚げ量が減少した原因について考察することを目的とする。

2. データと解析方法

サンマ漁場のデータは、漁業情報サービスセンターが実施したさんま棒受網漁船からの聞き取り情報を使用した。この情報は、花咲港などの道東～常磐の主要港に入港するさんま棒受網漁船から、操業日別の主漁場の位置、漁場における表層水温、操業回数、漁獲量等の情報について聞き取りを行った結果

である。

さんま棒受網漁船による水揚げ物の生物的情報として、漁業情報サービスセンターが花咲港において実施している生物測定結果を使用した。本データは、花咲港に水揚げするさんま棒受網漁船から 1 日 1～2 漁船をランダムに選び、選別を行っていない水揚げ物から 1 サンプル 100 尾程度を抽出し、1 尾毎の体長、体重を測定した結果である。

本研究では、漁場位置の年変化を比較するために、漁船からの聞き取り結果に基づき、年別の漁場の推移について解析した。次に各年の水揚げ物の旬別変化を比較するため、サンプル毎の標本魚体の総重量と漁船の漁獲量データを使用してサンプル間の補正を行い、旬別の体長組成と体重組成を作成した。漁場水温とサンマの太り具合の関係について検討するため、漁場における表層水温を漁場水温としてその推移を解析した。さらに太り具合の指標として 1 尾毎の肥満度を算出し、標本別の平均肥満度の推移を解析した。肥満度は、 $\text{体重(g)} \div \text{体長(mm)}^3 \times 10^6$ で算出した。

3. 結果

3-1. 漁場の推移

2018 年のサンマ主漁場の推移を図 1a に示した。8 月は、択捉島東～東北東沖が主漁場であった。9 月になり、8 月の主漁場であった択捉島東～東北東沖での漁獲が急減したことから、公海の花咲港東南東沖の 240～280 海里が主漁場となった。また 9 月下旬になると、花咲港南南東沖の 80～150 海里、襟裳岬南南東沖の 40 海里付近にも漁場が形成された。10 月上旬の主漁場は、花咲港南南東沖の 70～180 海里であったが、10 月中旬に漁場は広がり、花咲港南東沖の公海、花咲港南南東沖の 130～170 海里、三陸海域であった。10 月下旬～11 月中旬の主漁場は、花咲港南東～南南東沖の公海と三陸海域であった。また 11 月中旬は常磐海域でも漁場が形成された。11 月下旬になると天候が悪くなる日も多くなり、公海の漁場は徐々に消滅し、11 月下旬～12 月中旬は、常磐海

域が主漁場であった。

2019 年のサンマ主漁場の推移を図 1b に示した。8 月に小型船が例年主漁場となる花咲港東南東沖の親潮第一分枝で魚群探索を行ったが魚群を発見できず、8 月下旬～10 月上旬の主漁場は、花咲港東～東南東沖の 300～750 海里であった。この漁場においても魚群が少なく、また漁場が遠いため小型船の多くは出漁できない状況が続いた。10 月中旬の主漁場は、道東海域の花咲港東南東沖の 40 海里～厚岸南沖の 30 海里、花咲港東～東南東沖の花咲港まで 1 日程度の場所、花咲港東南東沖の 290～東沖 430 海里的公海であった。10 月下旬になると、10 月中旬の主漁場に加え、襟裳岬東南東沖の 30 海里および宮古東沖の 120 海里付近も主漁場となった。11 月になると、花咲港東南東沖の公海の漁場が消滅し、主漁場は道東海域、三陸海域、常磐海域であった。12 月の主漁場は、常磐海域であった。

2020 年のサンマ主漁場の推移を図 1c に示した。8 月に小型船が例年主漁場となる花咲港東北東沖の親潮第一分枝で魚群探索を行ったが魚群を発見できず、8 月の主漁場は、2019 年よりもさらに遠く、花咲港東北東沖の 750～780 海里であった。漁場が遠く、小型船の多くは操業しなかった。9 月の主漁場は、花咲港東北東～東南東沖の 720～810 海里であった。9 月下旬になり、花咲港東～東北東沖の 450～550 海里にも漁場が形成された。10 月上旬の主漁場は、花咲港東北東～南東港沖の 200 海里付近であった。10 月中旬になり、花咲港東南東沖の 250～310 海里と久慈東～釜石東沖の 190～300 海里も主漁場となった。11 月の主漁場は、花咲港南南東沖の 210～230 海里、久慈東～大船渡東沖の 180～200 海里、大船渡東～金華山東沖の 240～300 海里であった。12 月の主漁場は金華山～小名浜東沖の 200～240 海里、那珂湊沖の 20 海里付近であった。

2021 年のサンマ主漁場の推移を図 1d に示した。8 月の主漁場は、花咲港東南東沖の 420～720 海里的公海であった。漁場が遠いため、小型船の多くは出漁できなかった。9 月の主漁場は、花咲港東南東沖の 460 海里～東沖の 720 海里であった。9 月下旬に

なり、花咲港東南東沖の 240～360 海里も主漁場となった。10 月の主漁場は、花咲港東南東沖の 230 海里～花咲港東沖の 520 海里と花咲港南南東沖 190 海里～久慈東沖 190 海里であった。11 月上旬～中旬の主漁場は、花咲港東南東沖 230～280 海里、花咲港東沖 380 海里～東北東沖 510 海里であった。また 11 月上旬には久慈東沖 240 海里、11 月中旬には宮古東沖 180～240 海里にも一時的に漁場が形成された。11 月下旬の主漁場は、花咲港東南東沖 330～430 海里、花咲港南沖 60 海里、釜石東沖 190～200 海里であった。12 月の主漁場は、花咲港東南東沖 260～420 海里であった。

2022 年のさんま主漁場の推移を図 1e に示した。2022 年はロシア主張 EEZ 内での操業を行えない状況であったことから、8 月 1 日解禁の 10 トン未満船による出漁は無かった。8 月 10 日以降に解禁となった一部の小型船は公海に向けて出漁し、8 月の主漁場は、花咲港東南東沖 500～510 海里、620～680 海

里、730～850 海里の 3 カ所であった。漁場が遠いため、小型船の多くは出漁できなかった。9 月の主漁場は、上旬が花咲港東南東～東北東沖 390～710 海里、中旬が花咲港東北東沖 460～600 海里、下旬が花咲港東北東～東南東沖 230～300 海里、花咲港東～東北東沖 400～530 海里であった。10 月の主漁場は、上旬～中旬は花咲港南東沖 210～230 海里、下旬の主漁場は花咲港南南東～南東沖の 180～230 海里、花咲

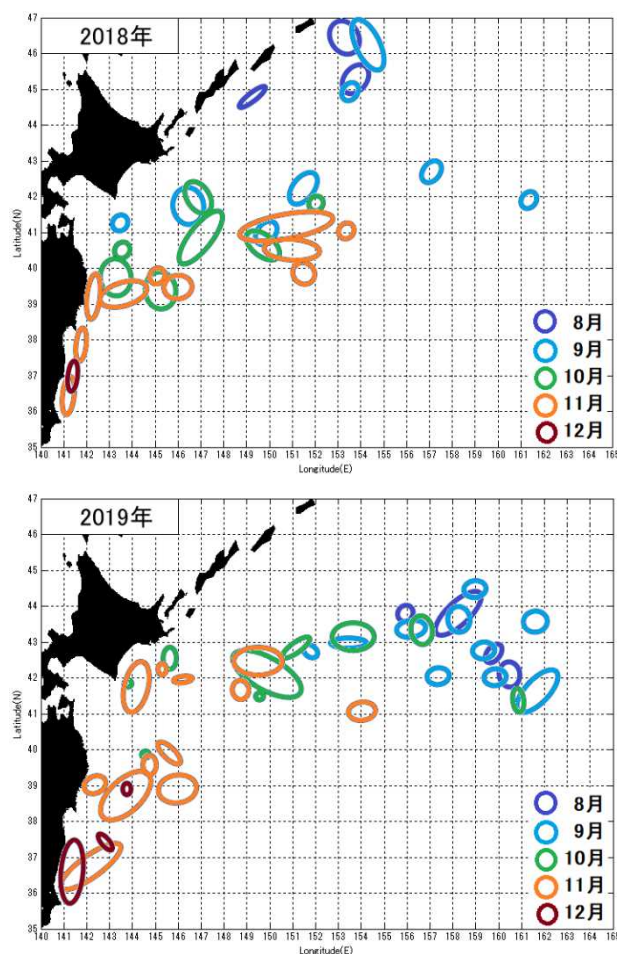


図 1a さんま棒受網月別漁場 (2018 年、2019 年)

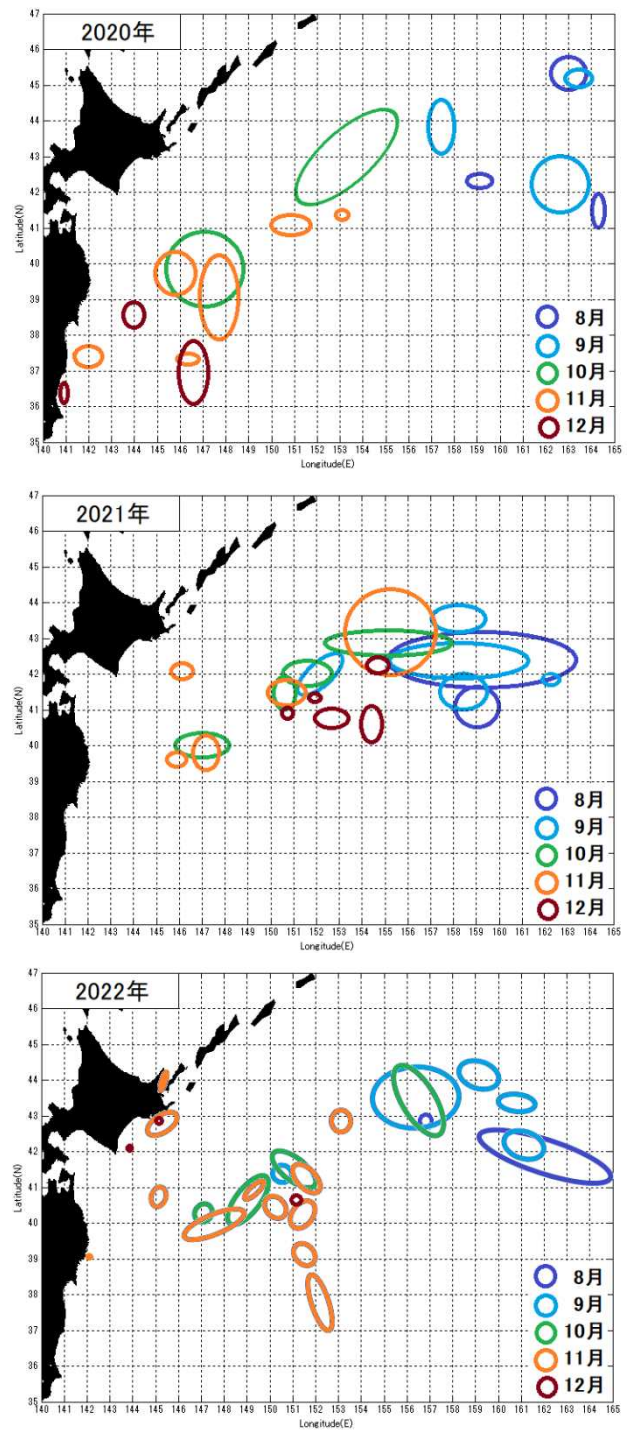


図 1b さんま棒受網月別漁場 (2020～2022 年)

港東南東沖の 290～310 海里となり、一部わが国の EEZ にも漁場が形成された。11 月上旬の主漁場は、道東沿岸の霧多布南沖 15 海里～厚岸南沖 10 海里、オホーツク海の羅臼沿岸、花咲港南南東～南東沖の 170～230 海里、花咲港東南東沖 310～330 海里であった。11 月中旬の主漁場は、道東沿岸の花咲港南沖 20 海里～釧路南沖 20 海里、オホーツク海の羅臼沿岸、花咲港南東沖 300 海里、宮古東沖 210 海里、金華山東沖 480 海里～東南東沖 500 海里であり、漁場が南へ広がった。11 月下旬は、時化のために公海には出漁できず、主漁場は花咲港南沖 15 海里～厚岸南沖 10 海里、オホーツク海の羅臼沿岸、気仙沼東沖 15 海里であった。12 月上旬の主漁場は、公海の花咲港東南東沖 280 海里付近と霧多布南沖 10 海里～襟裳岬東北東沖 30 海里付近であったが、漁獲量は極めて少なく、終漁となった。

以上のように、漁場位置は年により大きく変化しており、2019 年以降、8 月の主漁場は公海域で日本から極めて遠くなっていること、2021 年と 2022 年には三陸～常磐沿岸に漁場がほとんど形成されなかったことが示された。

3-2.水揚げ物の体長・体重組成の推移

花咲港水揚げ物について、2018 年 8 月下旬～11 月上旬における体長組成および体重組成の推移を旬別に示した（図 2a）。2018 年は、8 月下旬～11 月上旬において、体長 29～30cm モードで変化が少なかった。一方体重組成は、8 月下旬～9 月中旬が 120～140g モード、9 月下旬～10 月下旬が 110～130g モード、11 月上旬が 110～140g モードであった。

2019 年（図 2b）は、8 月下旬～9 月上旬は体長 29～30cm モード、体重 11～120g モードで体重 130g の個体も多かった。9 月中旬～下旬は、体長 26～27cm が混じるようになり、体重は 9 月中旬が 70～120g モード、9 月下旬が 70～120g モードであった。10 月上旬は、一時的に体長 26～27cm の混じりが少なくなったものの、10 月中旬から再び混じりが多くなり、10 月中旬～11 月上旬は体重 70～80g と 120～130g モードであった。

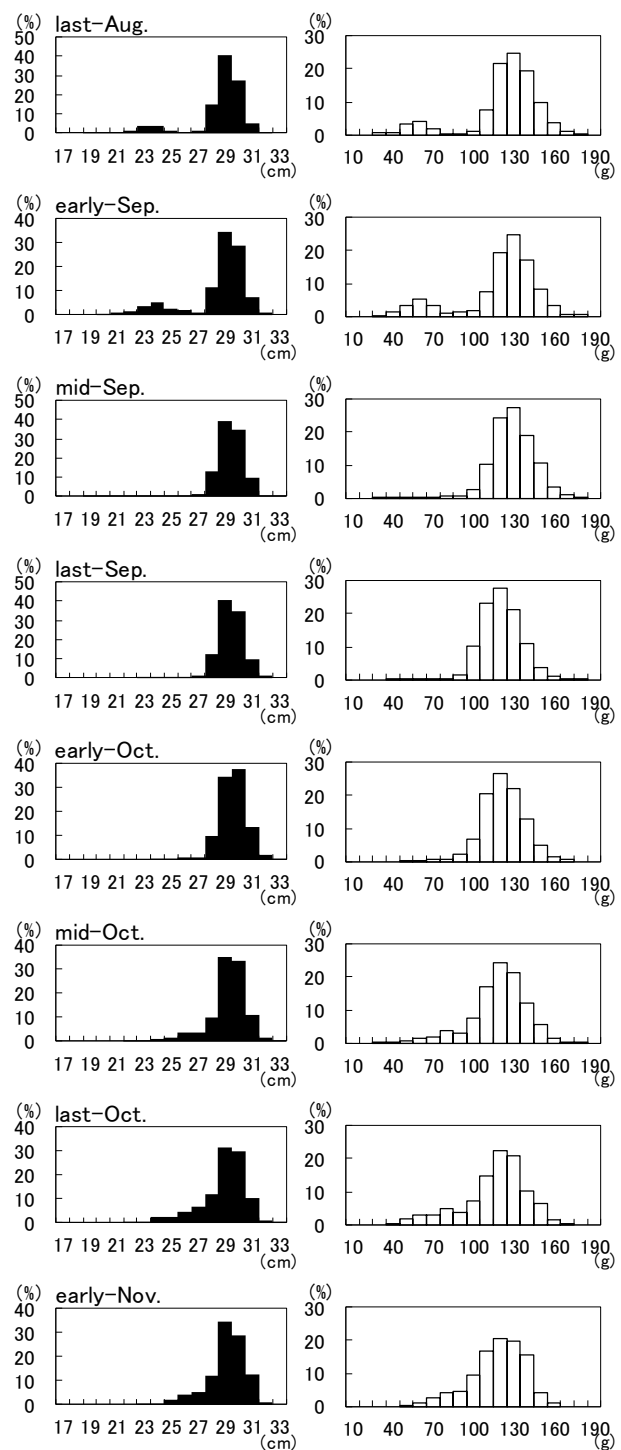


図 2a 花咲港におけるサンマ旬別体長組成と旬別体重組成（2018 年）

2020 年（図 2c）は、8 月下旬～10 月下旬において、体長 29～30cm モードで変化が少なかったが、11 月上旬になると 26cm が混じるようになった。体重組成は、8 月下旬が 110～120g モード、9 月上旬

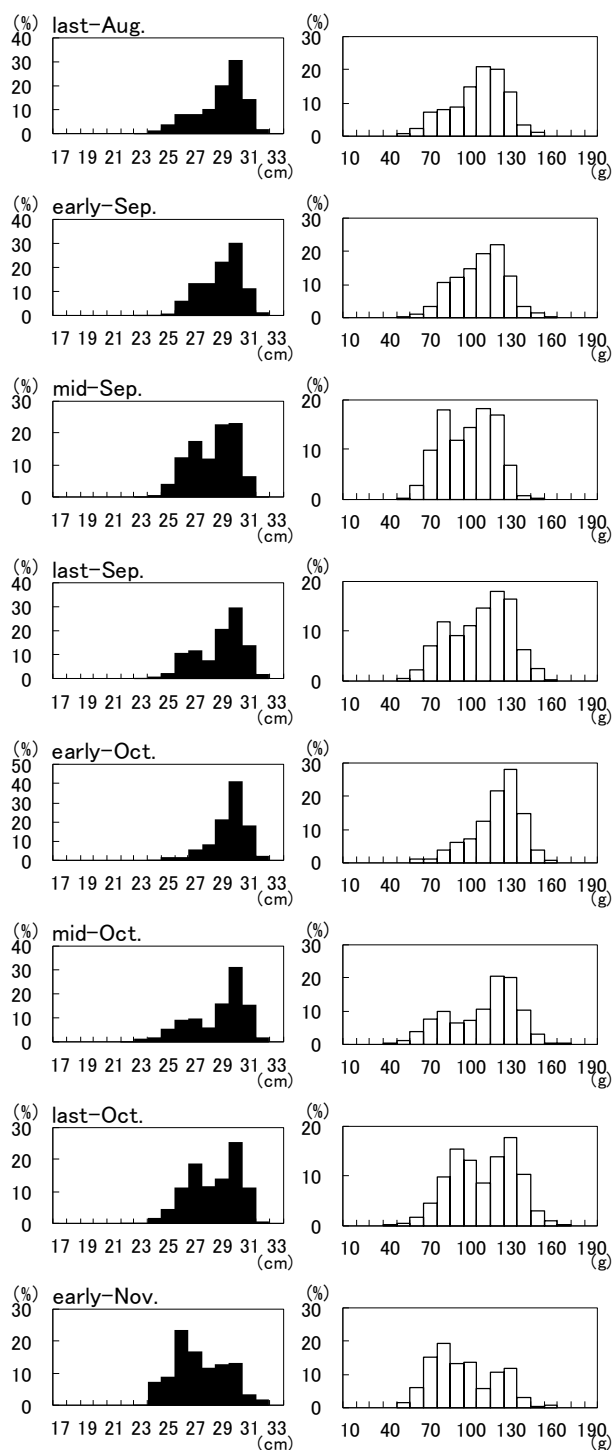


図 2b 花咲港におけるサンマ旬別体長組成と旬別体重組成 (2019 年)

～中旬が 100～120g モード、9 月下旬が 100～130g モード、10 月上旬～下旬が 110～130g モードであり、11 月上旬になると 70～130g モードとなった。

2021 年 (図 2d) は、8 月下旬～10 月中旬におい

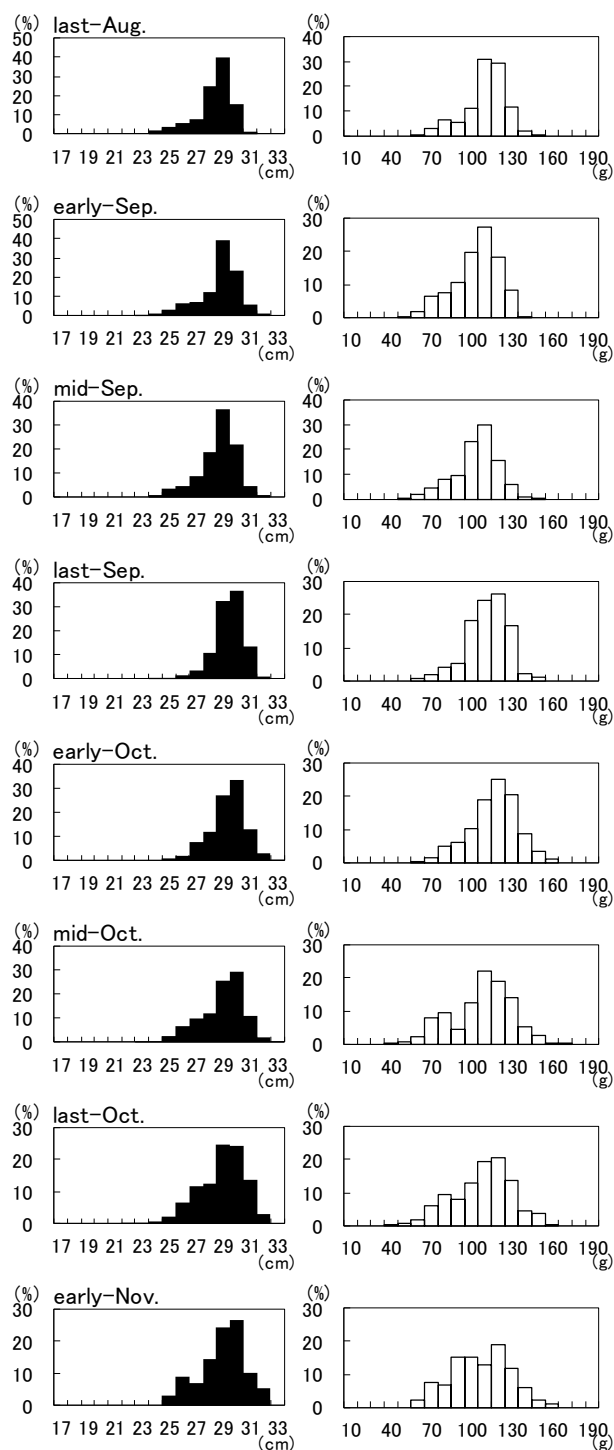


図 2c 花咲港におけるサンマ旬別体長組成と旬別体重組成 (2020 年)

て、体長 29～30cm モードで変化が少なかったが、10 月中旬になると 29～31cm モードとなった。体重組成は、8 月下旬が 90～110g モード、9 月上旬～10 月上旬が 100～120g モード、10 月中旬～11 月上旬が 100～140g モードであった。10 月中旬以降、魚

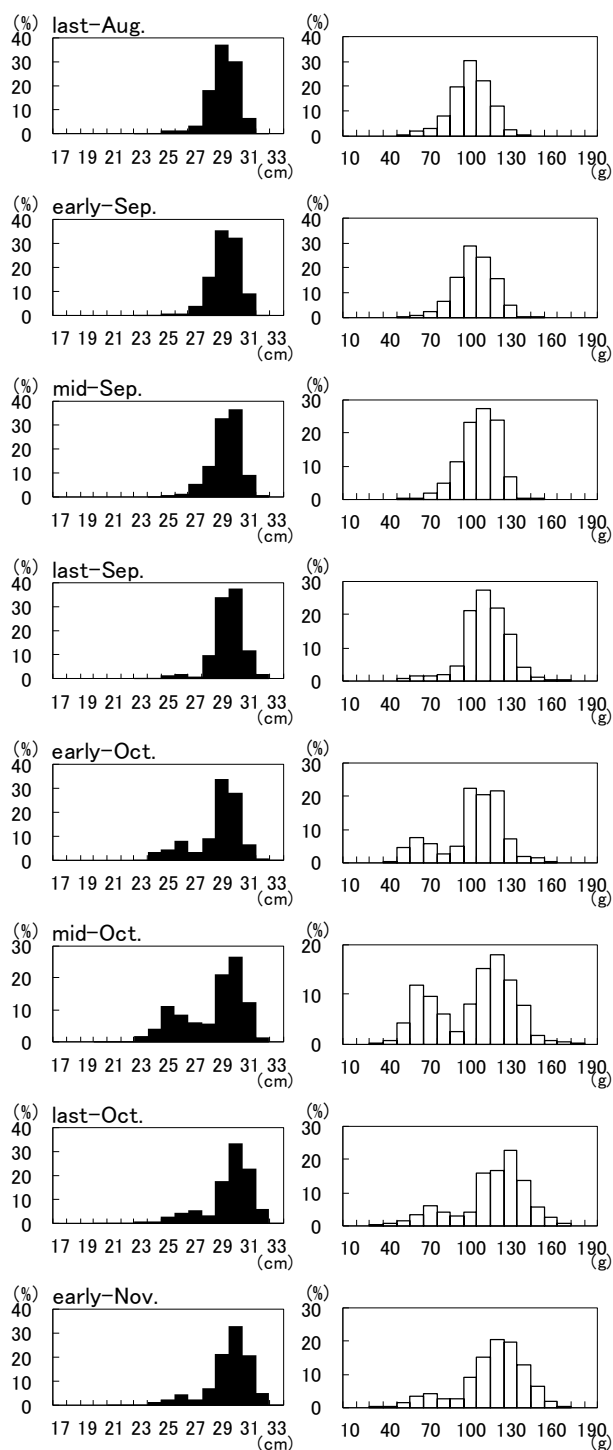


図 2d 花咲港におけるサンマ旬別体長組成と旬別体重組成（2021 年）

体が大きくなったのが特徴であった。2022 年（図 2e）8 月下旬は、体長 26～28cm モードで体長 29 cm 以上の個体は少なかった。9 月上旬～中旬は 28～29cm モード、9 月下旬～10 月下旬は 28～30cm モードであった。11 月上旬は、体長 26～30cm モードとなった。

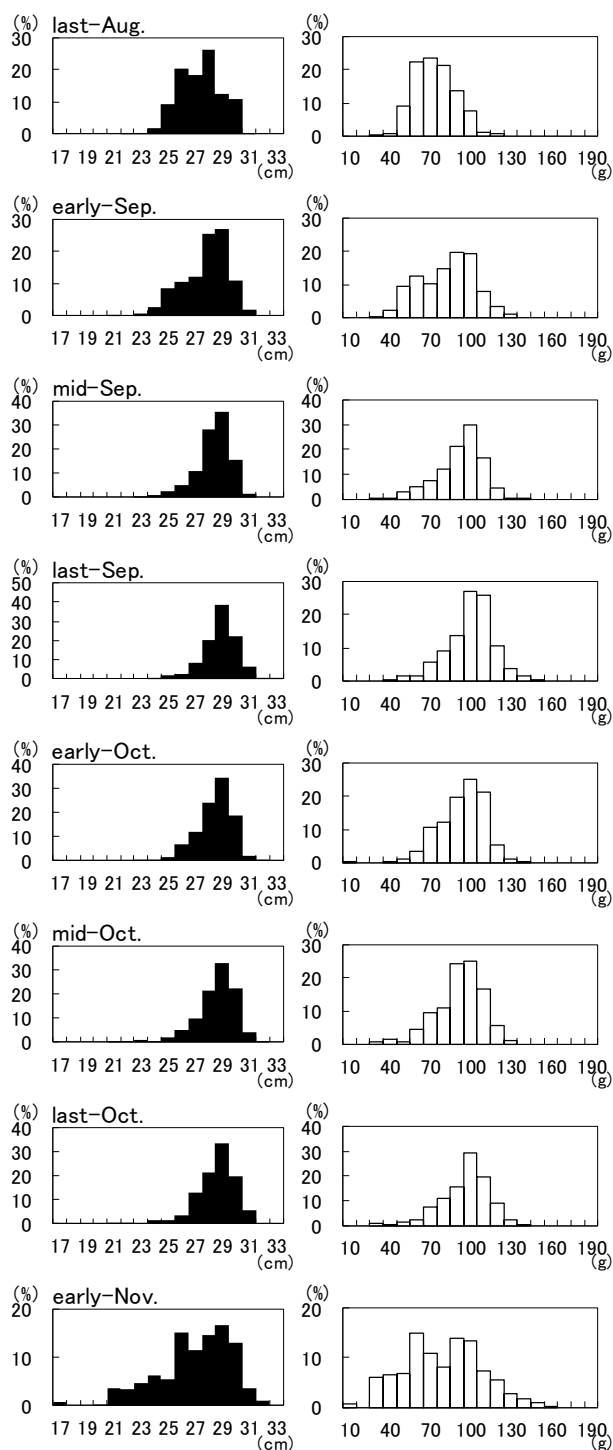


図 2e 花咲港におけるサンマ旬別体長組成と旬別体重組成（2022 年）

2018 年～2021 年は体長 29～30cm モードの時が多いが、2022 年は 28～29cm モードの時が多く、モードで 1cm ほど小さかった。体重組成は、年により大きく変化し、特に体重 140g 以上ある個体の出現

頻度に注目すると、2018 年は 11 月上旬まで多数出現したが、2022 年は極めて少なかった。

3-3. 漁場水温と水揚げ物の肥満度の推移

図 3 に、年別の漁場水温の推移を緯度区分別に示した。また図 4 に花咲港水揚げ物のうち、体長 29cm 以上の個体の肥満度の年別推移を緯度区分別に示し

た。

2018 年 8～9 月上旬は、漁場が北緯 44 度以北にあり、漁場水温が 8～12℃台で、大型魚の肥満度は 5～5.4 であった。9 月上旬～中旬には、北緯 42～44 度、漁場水温 16～17℃の海域に漁場が形成されたが、その場所の肥満度は北緯 44 度以北の肥満度よりも低かった。9 月中旬以降、漁場水温は同一緯度

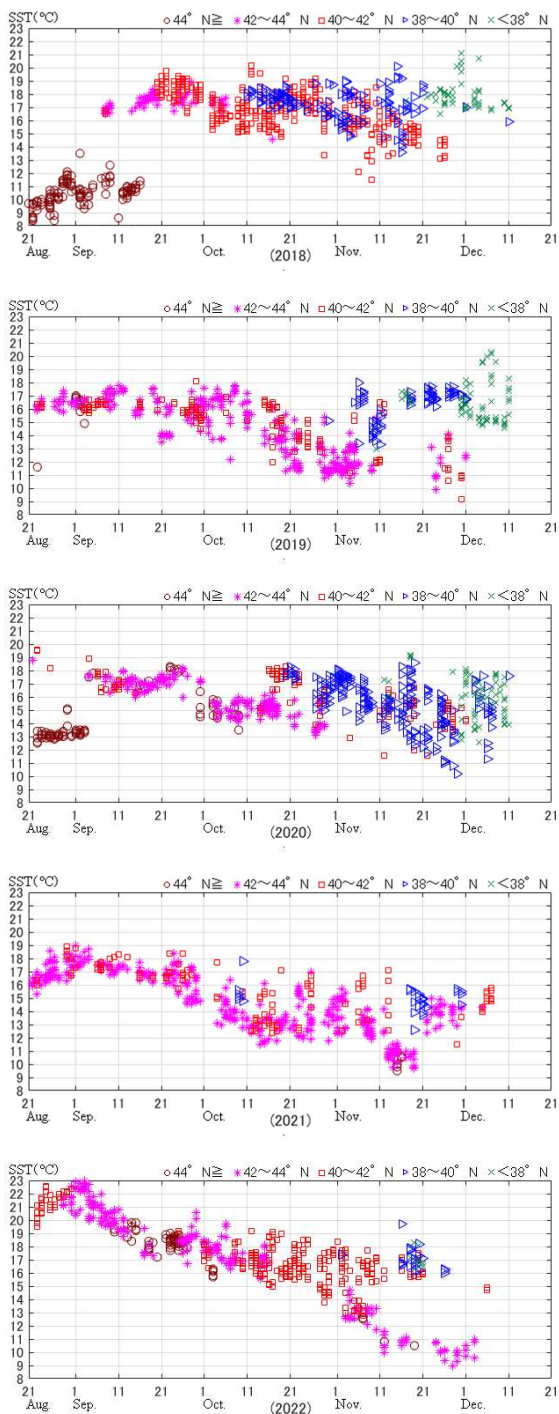


図 3 さんま棒受網漁場水温の推移
(2018～2022 年)

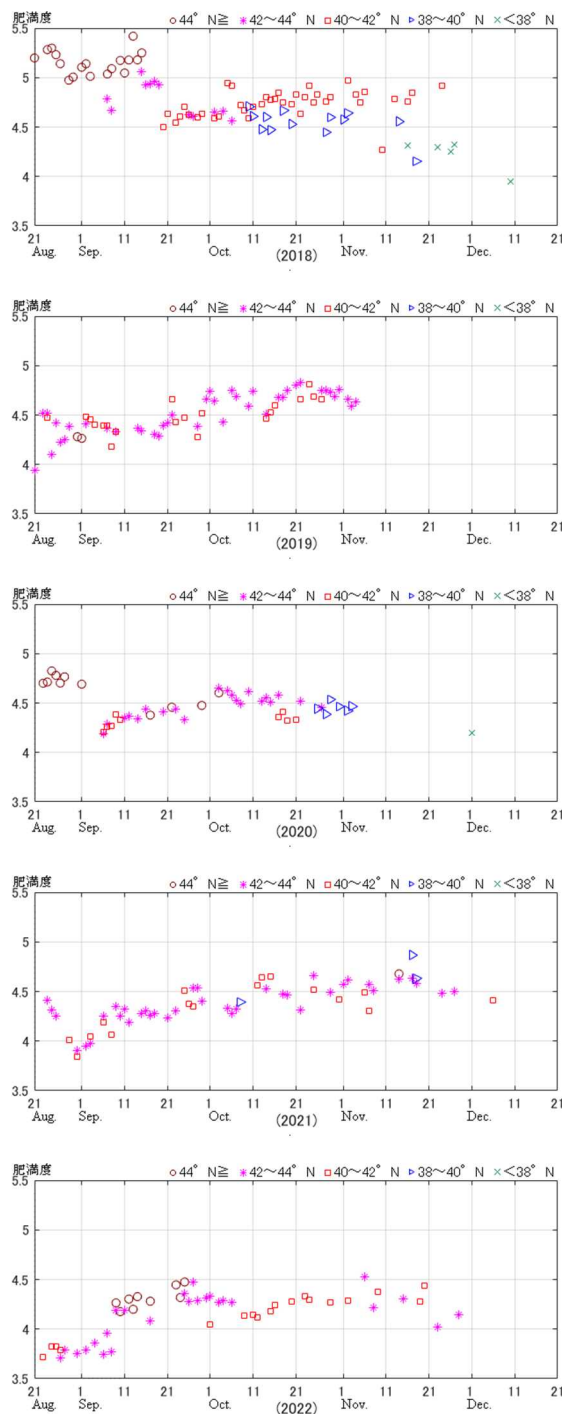


図 4 花咲港におけるサンマ水揚げ物平均肥満度の
推移 (2018～2022 年)

区分においては低下傾向を示したが、北緯 40～42 度、北緯 38～40 度、北緯 38 度以南と漁場区分が南へ移動するにしたがい、漁場水温は上昇した。9 月下旬以降の肥満度を見ると、北緯 40～42 度では上昇傾向はみられるものの、多くが 4.5～4.9 であった。一方、北緯 38～40 度、北緯 38 度以南と漁場区分が南へ移動するにつれて、肥満度は低くなった。

2019 年 8～9 月中旬は、漁場は北緯 42～44 度、漁場水温が 16～17℃台で、大型魚の肥満度は 3.9～4.5 であった。9 月下旬～10 月上旬に漁場水温がやや低下するとともに、大型魚の肥満度は 4.5 を越えるようになった。

2020 年 8～9 月上旬は、漁場は北緯 44 度以北にあり、漁場水温は 13℃台で、大型魚の肥満度は 4.6～4.8 であった。9 月上旬には北緯 42～44 度、漁場水温 16～17℃に漁場が形成され、その場所の肥満度は北緯 44 度以北よりも低くなり、4.2～4.4 となった。9 月中旬以降、漁場水温は同一緯度区分においては低下傾向となったが、北緯 40～42 度、北緯 38～40 度、北緯 38 度以南と漁場区分が南へ移動するにしたがい、漁場水温は上昇した。9 月中旬以降の肥満度を見ると、多くが 4.3～4.6 であった。

2021 年 8～9 月上旬の漁場は、北緯 42～44 度、漁場水温 16～18℃に形成され、大型魚の肥満度は 3.9～4.4 であった。9 月中旬以降、漁場水温は同一緯度区分においては低下傾向となったが、漁場が北緯 38～40 度に形成されると漁場水温は上昇した。肥満度は、9 月下旬～10 月中旬にかけてやや上昇し、10 月下旬以降は変化が小さかった。

2022 年 8 月下旬の漁場は北緯 42～44 度にあり、漁場水温は 20～22℃、大型魚の肥満度は 3.6～3.8 であった。9 月上旬以降、漁場水温は同一緯度区分においては低下傾向となった。9 月 10 日頃に北緯 44 度以北に漁場が形成されると、肥満度はやや上昇した。10 月上旬以降の肥満度は、多くは 4.0～4.5 で変化が小さかった。

8 月の漁場水温は、2018 年が 8～12℃、2019 年が 16～17℃、2020 年が 13℃、2021 年が 16～18℃、2022 年が 20～22℃であった。年によって漁

場水温にかなりの差があり、操業場所とともに、漁場水温も大きく変化することが示された。また 8 月の体長 29cm 以上の個体の肥満度を見ると、漁場水温が 8～12℃であった 2018 年が 5～5.4、漁場水温が 13℃であった 2020 年が 4.6～4.8、漁場水温が 16～17℃であった 2019 年が 4.0～4.5、漁場水温が 16～18℃であった 2021 年が 3.9～4.4、漁場水温が 20～22℃であった 2022 年が 3.6～3.8 であった。このことから、漁場水温が低い方が肥満度は高い傾向にあることが示された。

4.考察

2018 年は、8 月に択捉島東～東北東沖の漁場水温 8～12℃のロシア主張 EEZ 内に漁場が形成された。一方、2019 年～2022 年の 8 月の主漁場は公海となった。2022 年については、ロシア主張 EEZ 内での操業ができなかったため魚群の分布状況は不明である。毎年 6～7 月に行なわれている表層トロール網を用いたサンマ資源量直接推定調査では、日本に近い I 区（東経 165 度以西）の資源量が 2010 年以降少なくなっていることから、春～夏の北上期に日本に近い場所を北上する魚群が少なくなっており、その結果 8 月にロシア主張 EEZ 内での魚群の分布も近年非常に少なくなっていると考えられる。ロシアによるサンマ漁獲量も 2019 年以降激減しており、これを裏付けている。漁場が公海となることにより、出漁できる小型船が少なくなり、また漁場までの往復に時間がかかることから、日本漁船による漁獲量が減少する一因となっていると考えられる。

2020 年 8 月下旬～9 月上旬に漁場水温が 13℃で漁獲されたサンマは、大型魚の肥満度が高かった。一方、同年同時期に漁場水温が 16～17℃で漁獲されたものは、13℃で漁獲されたものより肥満度が低かった。また、2022 年 8 月下旬における漁場水温は 20～22℃で非常に高く、他の年よりも大型魚の肥満度は低かった。このように漁期当初においては、漁場水温が低いほど肥満度が高い傾向があると考えられる。

サンマ全体の資源量が減少するとともに、日本近海から千島列島沿いに分布・回遊する群れが減少し、日本漁船は従来の漁場域よりもより南の海域を含めて広く探索・操業するようになった。結果として漁場が分散し、従来よりも高水温の海域での操業を余儀なくされ、結果として肥満度の低い群れが水揚げ物に出現するようになったと考えられる。この比較的水温が高い場所に分布している肥満度が低いサンマは、例えば2000年8月上旬に道東沿岸の刺網による水揚げ物に、GSI（生殖腺指数）が4.0以上の成熟個体が確認されていることから²⁾、従来から資源が高水準期であった時にも存在したが、サンマの資源量が減少し、より広範な海域で操業せざるを得なくなった結果、漁獲されるようになったものと考えられる。

さんま棒受網による水揚げ物のうち、体長29cm以上の大型魚の肥満度は、漁期始めの方が高く、漁期後半になり魚群の南下に伴い低下する傾向がある³⁾⁴⁾。また漁期初めの肥満度が高いほど年間の漁獲量が多くなる傾向がある⁵⁾⁶⁾⁷⁾。サンマの資源量が減少した2012～2017年における体長測定結果と粗脂肪含量を使った解析結果では、漁獲日(各年1月1日からの経過日数)と脂肪量の間には有意な負相関関係があり、各年の切片は日本のサンマ漁獲量および標準化CPUEと有意な正相関を示した⁸⁾。今回の解析結果から2018年については従来通りの傾向であったと考えられるが、2019年～2022年の肥満度は漁期始めの方が高いという従来の傾向とは異なっている。小林⁵⁾は、1972～1979年の体長29cm以上の大型魚について、卵巢重量が0.5g未満の魚が群全体として50%以上出現する群を南下索餌群、同様に卵巢重量が0.5～2.9gを産卵準備群と定義して解析した結果、8月下旬～10月下旬の期間について、期間中に南下索餌群が主体となると漁期全般を通じて漁況は良好となり、期間中に主群が南下索餌群から産卵準備群に移行する、または漁期当初から産卵準備群が主群になると群の密度が低いことため漁況は全般的に低調となること、漁況が低調な年は肥満度が4.1～4.4で痩せていたことを指摘した。今回

の解析結果のうち、10月上旬以降の水揚げ物に注目すると、2021年の水揚げ物の肥満度は、9月下旬～10月中旬にかけてやや上昇し、10月下旬以降は変化が少なかった。また2022年は10月上旬以降も魚体の太りが悪い状態が続き、漁期が終了したと。これらのことから、2021年、2022年における水揚げ物は、これまでの傾向とは大きく異なっている。また2022年は漁期中を通して肥満度が低く推移したことから、南下索餌群がほとんど出現せずに群の密度が低くなり、加えて沖合から沿岸へ回遊するサンマが少なかった可能性がある。このことが2022年のサンマ資源量直接推定結果は2021年より良かったものの、日本漁船によるサンマ水揚げ量が過去最低となった一因であると考えられる。

道東海域の海面水温は2015年以降に急激に上昇したことが指摘されている⁹⁾。また2021年7月の平均海面水温は記録的な高水温であったことが報告されており¹⁰⁾、道東海域における2021年夏季の水温急上昇は気象が主要な要因であることが示唆されている¹¹⁾。このように、近年の道東海域は、海洋熱波の影響により夏に表層水温が高くなる傾向があり、この影響で魚群が我が国沿岸まで来遊できず、漁場が形成されにくくなっていると考えられる。

本研究の解析結果から漁獲対象となるサンマの肥満度などの生物学的状況が、資源が多かった時の漁獲の主体であった水揚げ物と異なっていることが示された。生物学的状況が変化した場合については、サンマの成熟状況や産卵時期などの変化が影響しているのか、餌の分布状況や海洋環境が変化することにより太り具合に影響しているかなど、さらに詳細な解析が必要である。北太平洋の公海に分布するサンマは北太平洋漁業委員会(NPFC)により資源管理が行われているが、NPFCによる管理に加えて、どのタイミングで日本近海に来遊するサンマが増えるのか、その兆候を正確に捉え、管理に使用する必要があると考える。そのためには、水揚げ物の生物学的状況の収集解析を行うことが必要であると考えられる。

謝辞

本稿を取りまとめるにあたり、有益なご助言やご指摘をいただいた漁業情報サービスセンターの和田時夫博士および大瀧敬由博士に御礼申し上げます。また漁業情報サービスセンター花咲駐在所の太田正氏には、漁船からの情報取得や生物測定に加え、日々の状況について議論を行って頂いた。記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人水産研究・教育機構: 2022 年度サンマ長期漁海況予報, 2022/7/29. https://www.jfa.maff.go.jp/j/press/sigen/attach/pdf/220729_30-2.pdf
- 2) 北海道立釧路水産試験場: 調査結果, 第 50 回サンマ資源研究会議報告, 18-31, 2002.
- 3) 原 素之: 南下期サンマにおける肥満度の経年変化と漁獲量の関係, 東北水研研報, 48, 1-12, 1986.
- 4) 夏目雅史ほか: 漁期中の大型サンマの太り具合, 第 56 回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 162-165, 2008.
- 5) 小林 喬: 大型サンマの短期予測について, 第 39 回サンマ研究討論会, 201, 1991.
- 6) 渡野邊雅道: 漁期前調査で漁獲されたサンマの肥満度の経年変化と肥満度を用いた漁況予測の可能性, 第 53 回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 207-209, 2005.
- 7) 中神正康・巢山哲: サンマ大型魚の漁獲量と肥満度の変動, 第 53 回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 204-206, 2005.
- 8) 谷津明彦ほか: 2012-2017 年秋季の北日本近海におけるサンマ大型魚の可食部の粗脂肪含量と来遊量の経年変動, 水産海洋研究, 83(2), 75-86, 2019.
- 9) Kuroda, H *et al.*: Unconventional sea surface temperature regime around Japan in the 2000s- 2010s: Potential influences on major

fisheries resources, *Frontiers in Marine Science*, 7, 574904, 2020.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.574904>

- 10) 気象庁: 臨時診断表 日本海、北海道南東方で記録的に高い海面水温, 2022/1/28. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/shindan/rinji/2021/01/rinji_hisst_202107.html
- 11) 矢野泰隆: 2021 年夏季の道東海域における水温変動について漁期, JAFIC テクニカルレビュー, 1, 26-32, 2022.

(2023 年 3 月 20 日受理、Ser. No. 15)