

コウナゴ不漁前に確認された仔稚魚採集尾数の減少について

森下大悟*

Decline in the number of juvenile fish collected prior to the poor catch of sandeel

Daigo MORISHITA

ま え が き

福島県沿岸で漁獲されるイカナゴ類は、宮城県仙台湾から茨城県沿岸に分布する仙台湾系群に属し¹⁾、福島県ではイカナゴ類の仔稚魚期をコウナゴと呼び機船船びき網漁業により、主に2月下旬から4月に漁獲している。福島県では東日本大震災（以下、震災）に伴う東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故（以下、原発事故）の影響により、試験操業*として規模を縮小して操業していたことから、原発事故以前の漁獲量との比較は難しいが2018年には1,076tと県内漁獲量の約26%を占めていたコウナゴが2019年から2021年には漁獲が皆無となってしまった²⁾。

今後、この不漁要因を解明するとともに、有効な資源管理手法を確立する必要があることから、本報告では漁獲量の推移、漁獲サイズ前の仔稚魚調査結果、漁船のCPUE及び操業状況をまとめ、不漁の兆候について確認することで、今後の資源管理の一助とすることを目的とした。

* 試験操業は、福島県の沿岸漁業の再開に向けた基礎情報を得るために、福島県産魚介類の出荷先での評価を調査することを目的に、緊急時環境放射線モニタリング検査で安全が確認された魚介類に限定して、小規模な操業と販売を試験的に行ってきたが³⁾、2021年3月31日に終了した。

材料および方法

漁獲量の推移

1986年から2018年までの福島県全域のコウナゴ漁獲量について、福島県海面漁業漁獲高統計²⁾を基に整理した。なお、福島県海面漁業漁獲高統計のコウナゴ漁獲量は、70~100mm程度まで成長の進んだコウナゴ（通称ジャンボコウナゴ）を含んでいる年があるが、本報告ではジャンボコウナゴを除外せず漁獲量を整理した。福島県海域及び仙台湾のイカナゴ類は、イカナゴ *Ammodytes japonicus* とオオイカナゴ *Ammodytes heian* の2種が分布していることが報告されているが^{4) 5)}、本報告では区別せずに「イカナゴ類」として解析に用いた。

仔稚魚調査（丸稚ネット）

1986年から2021年の1、2月にかけて、丸稚ネット（図1）を用い、約1.5~2.0ktで5分間曳網し、イカナゴ類仔稚魚を採集した。調査定点は図2のとおりである。なお、1986年から2005年にかけては漁船により表層及び中層を、2006年から2021年にかけては調査指導船「拓水」により、水深が浅い最も岸寄りの定点については表層を、その他の定点は中層を調査した（2010年は調査指導船「いわき丸」、2020年は漁船による）。

* 福島県水産事務所

表層を調査する際には丸稚ネットのみで曳網し、中層を調査する際には浮子・10mの浮子ロープ・沈子を丸稚ネットに装着することで10m水深付近を曳網したが、解析の際には表層と中層を区別せず使用した。なお、概ね午前5時～12時に岸寄りの定点から調査している。丸稚ネットにより得られた仔稚魚採集尾数を採集年・採集定線ごとに、平均採集尾数（尾/定点）として集計することで年推移を整理した。

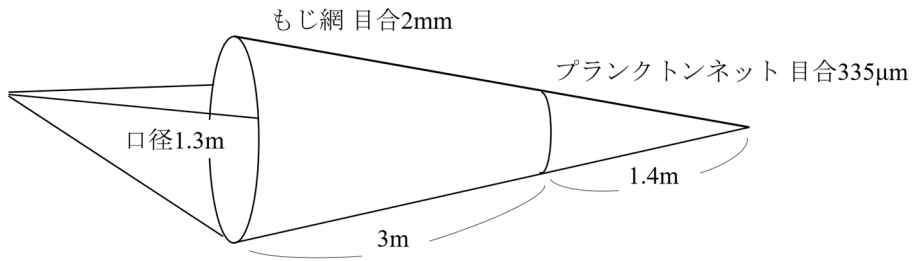


図1 丸稚ネットの模式図

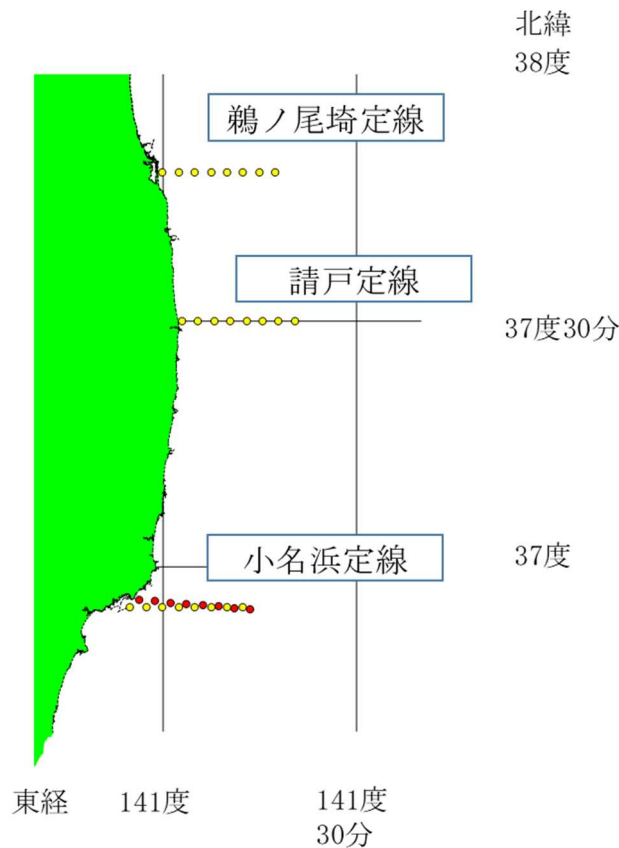


図2 丸稚ネット調査定点

※ 小名浜定線は1986～2005年が赤丸、2006年～2021年が黄丸であり、若干であるが調査定点が異なっている。

仔稚魚調査（中層トロール網）

丸稚ネットよりも大型の仔稚魚を採集するため中層トロール網（図3）を用い、2006年から2021年の2、3月にかけて調査指導船「拓水」により、約1.5ktで10分間曳網して採集した。調査定点

は図4のとおりである。

各定線について、一番岸寄りの定点のみ水深が浅いため表層を曳網し、それ以外は中層を曳網した。表層を調査する際には浮子を装着し、中層を調査する際には、浮子を外しワープ長を調整することで10m水深付近を曳網したが、解析の際には表層と中層を区別せず使用した。なお、概ね午前5時～12時に岸寄りの定点から曳網調査を実施している。

中層トロール網により得られた仔稚魚採集尾数を採集年・採集定線ごとに、平均採集尾数（尾/定点）として集計することで、年推移を整理した。

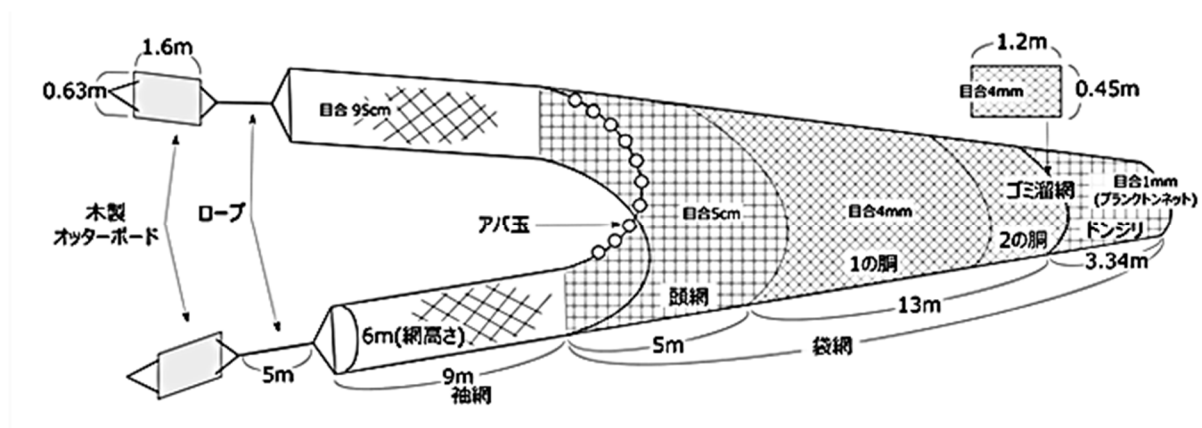


図3 中層トロール網の模式図

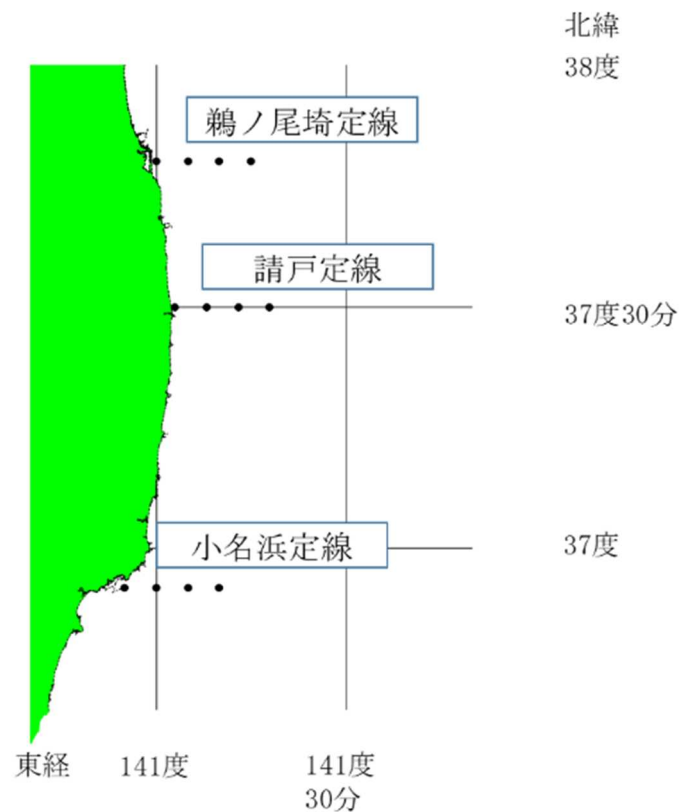


図4 中層トロール網調査定点

漁船の CPUE

福島県では機船船びき網漁業の 1 そう曳き又は 2 そう曳きによりコウナゴを漁獲しており、1990 年から 2010 年にかけて、一部の漁業者に標本船日誌の記入を依頼した。この標本船日誌を用い 1 隻 1 日あたりの漁獲量 (CPUE (kg/隻/日)) を各年月で平均した (以下、CPUE (kg))。なお、通常、2 そう曳のほうが 1 隻 1 日あたりの漁獲量が低くなるため、両者を区別して取り扱った。

また、2013 年から 2018 年の試験操業では、すべての漁業者が試験操業日誌に漁獲情報を記入しているため、抽出せず CPUE (kg) を算出した。なお、2011 年及び 2012 年は震災のため、操業していない。

これまでにコウナゴの平均体重と CPUE (kg) の間に正の相関があると報告されていること⁶⁾、伊勢湾では DeLury 法による尾数を基準とした資源管理を実施していたことを踏まえ⁷⁾、漁獲尾数についても CPUE (尾/隻/日) の平均値を算出した。算出方法は、各年・各月の CPUE (kg) を同時期のコウナゴ 1 尾あたりの体重で除することにより算出した (以下、CPUE (尾))。

漁船の操業時間

機船船びき網漁業では 1 日に複数回曳網しコウナゴを漁獲しており、曳網回数 (以下、「番数」) を努力量として把握することは、操業状況を知る上で重要な情報であるが、試験操業日誌には番数が記載されていないため、出港時間と入港時間の差を、「操業時間」と定義し、操業時間の推移を 1990 年から 2018 年にかけて確認することで、1 隻 1 日あたりの努力量の推移を推定した。

漁船の操業区域

資源状況が悪化した場合にその魚種の分布域が縮小することが、マアジ、マイワシ、カタクチイワシ等で報告されており⁸⁾、福島県海域のイカナゴ類についても資源状況の悪化に伴い、分布域が縮小する可能性が考えられる。そこで、漁船の操業区域の年推移を整理することで、福島県海域のコウナゴの分布域の状況を推定した。具体的な方法として、2006 年から 2018 年の期間について、CPUE と同様に標本船日誌及び試験操業日誌を用いて、緯度経度 1 分ごとに区切り操業区域を集計した。

統計解析

仔稚魚調査 (丸稚ネット、中層トロール網) における各定線の仔稚魚採集尾数の違いを、2 群比較の場合は Wilcoxon rank sum test で 3 群比較の場合は Steel-Dwass test で検定した。なお、検定に用いたデータセットは 2 群比較の場合は 2 定線のデータが揃っている年のみとし、3 群比較の場合は 3 定線のデータが揃っている年のみとした。

また、漁船の 1 そう曳と 2 そう曳における CPUE の違いを Wilcoxon rank sum test で検定した。なお、検定に用いたデータセットは両漁法のデータが揃っている年のみとした。

統計解析には R(ver.4.1.0)を用いた。

結 果

漁獲量の推移

コウナゴ漁獲量は 0t から 7,125t の範囲で推移した (図 5)。なお、漁獲量が最も多い 2000 年はジャンボコウナゴの割合が多いことが推定されている⁹⁾。震災後は 2013 年に漁獲を開始し、震災前よりも漁獲量が少ないものの徐々に増加していき 2018 年には 1,076t となったが、翌年には皆無となった。

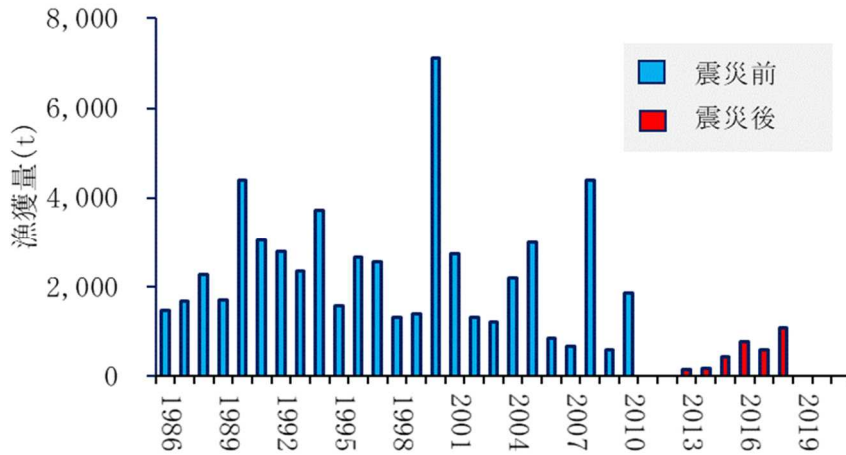


図5 コウナゴ漁獲量の推移

丸稚ネット

丸稚ネットによる採集年・定線ごとのイカナゴ類仔稚魚の平均採集尾数は、鵜ノ尾埼定線で1～4,063尾/定点、請戸定線で0～3,082尾/定点、小名浜定線で0～539尾/定点の範囲で変動し、小名浜定線は他の2定線と比較して採集尾数が少なかった（図6 Steel-Dwass test $p < 0.05$ ）。

請戸定線は2015年から2020年のデータが欠測となっており推移は不明であるが、鵜ノ尾埼定線では2017年頃から、小名浜定線では2013年頃から減少傾向が確認された。また、直近の2021年は各定線で調査期間中における最小の平均採集尾数であった（鵜ノ尾埼定線：1尾/定点、請戸定線：0尾/定点、小名浜定線：0尾/定点）。

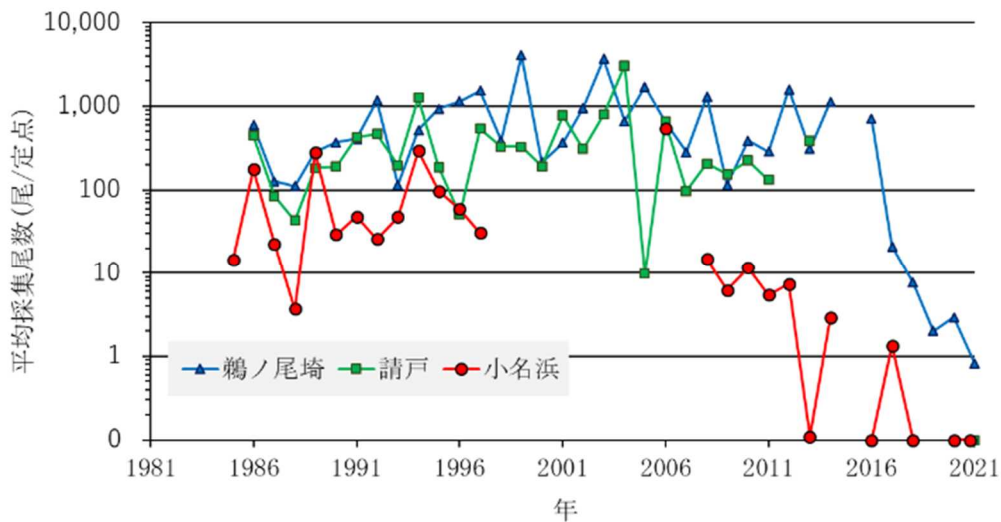


図6 丸稚ネットにおける各年・各定線別の採集尾数の推移

中層トロール網

中層トロール網による採集年・採集定線ごとのイカナゴ類仔稚魚の平均採集尾数は、鵜ノ尾埼定線で0.4～9,535尾/定点、請戸定線で15～12,700尾/定点、小名浜定線で0～1,698尾/定点の範囲で変動した。請戸定線は2013年以降のデータが欠測しているため、他の2定線で比較したところ、小名浜定線は鵜ノ尾埼定線と比較して採集尾数が少なかった（図7、Wilcoxon sum rank test $p < 0.05$ ）。年推移を見た場合に、請戸定線は近年の傾向は不明であるが、鵜ノ尾埼定線では2018年頃から、小名浜定線では2016年頃から減少傾向が確認された。

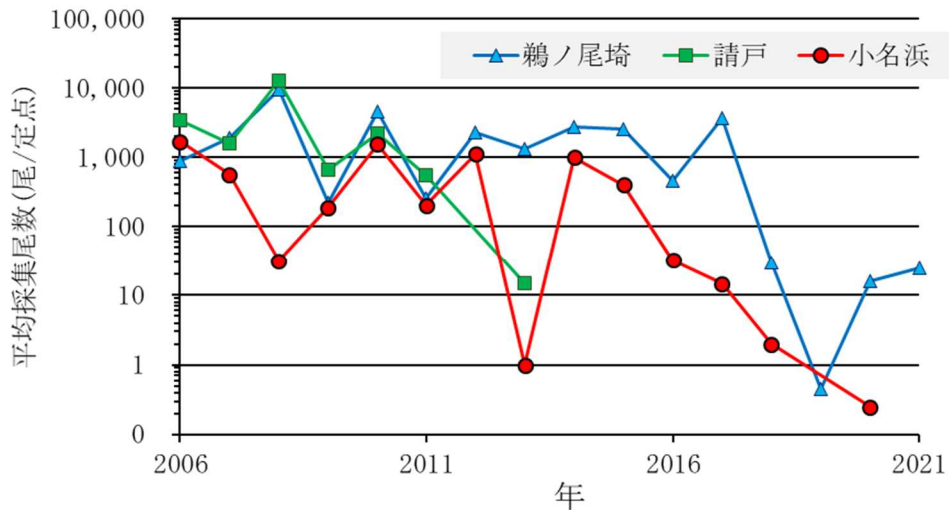


図7 中層トロール網における各年・各定線別の採集尾数の推移

漁船の CPUE

各年・各月の CPUE (kg) は、1 そう曳で 10~1,677kg/隻/日、2 そう曳で 22~833kg/隻/日の範囲で (図 8)、CPUE (尾) は 1 そう曳で 56~12,426 千尾/隻/日、2 そう曳で 219~5,339 千尾/隻/日の範囲で変動した (図 9)。

1 そう曳は 2 そう曳と比較して、CPUE (kg)、CPUE (尾) とともに高くなっており (Wilcoxon sum rank test $p < 0.05$)、月別に比較すると CPUE (kg) は 5 月の平均値が高く、CPUE (尾) は 3 月の平均値が高い傾向を示した。

CPUE (kg) 及び CPUE (尾) において、不漁前の 2017 年、2018 年においても減少する傾向は確認されなかった。

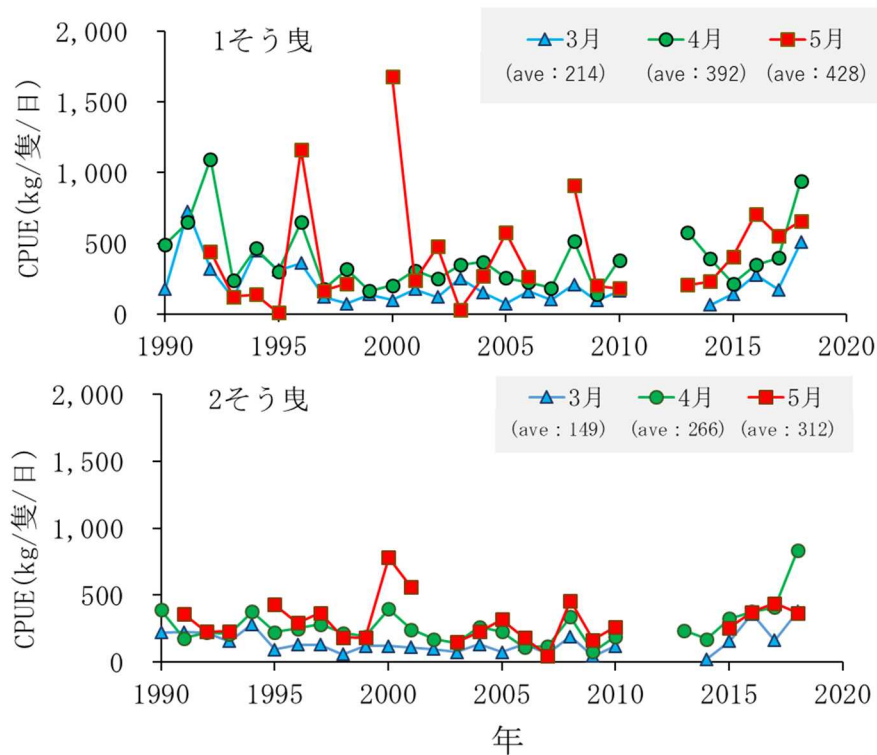


図8 CPUE (kg) における漁法別月別の年推移

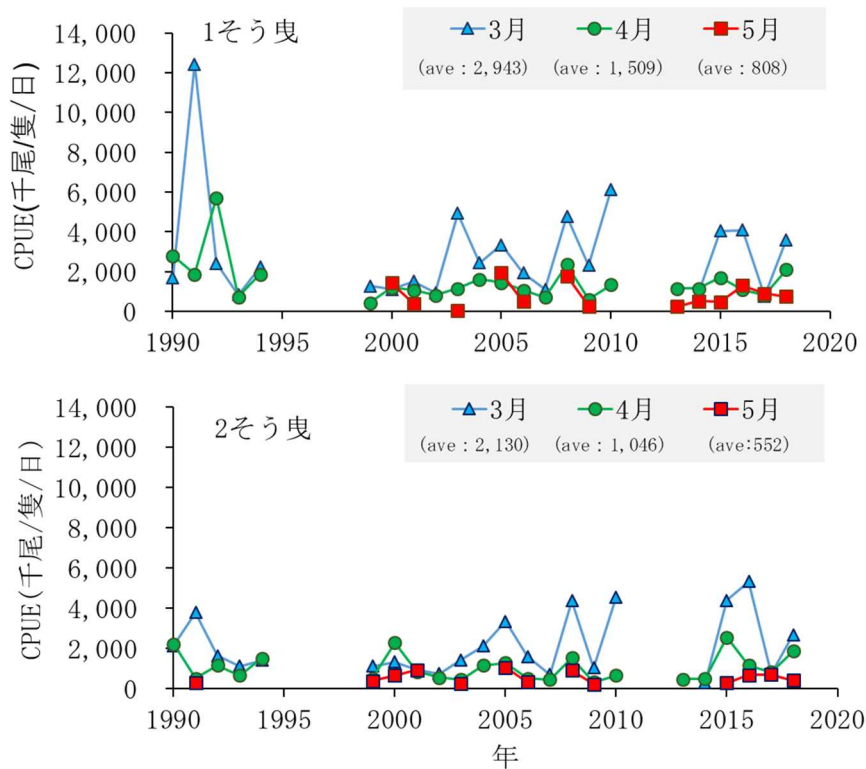


図9 CPUE（尾）における漁法別月別の年推移

漁船の操業時間

操業時間の推移を図10に示す。震災前には1隻1日あたり6.5時間程度であったが、震災後の2013年～2016年には1隻1日あたり4時間程度まで減少した。

その後、操業時間は増加し、2018年には6時間となり、概ね震災前の水準の操業時間となった。

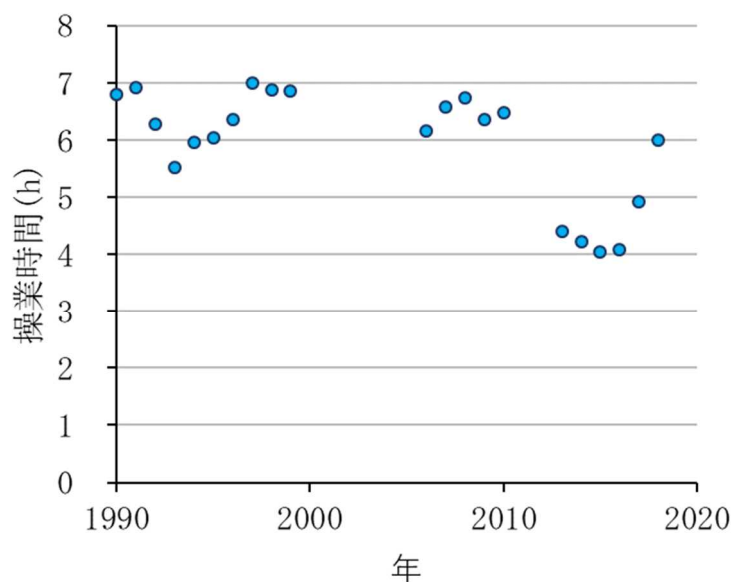


図10 操業時間（1隻1日あたり）の年推移

漁船の操業区域

震災前の2006～2010年と比較して、2013年以降の試験操業では限定した区域で操業していることが確認された（図11）。これは原発付近の海域での操業を自粛しているためであり、2013～2016年は原発20km圏内を除いた操業をしており、2017年、2018年は原発10km圏内を除いた操業をしている。また、相双海域では2013年より試験操業を開始し、いわき海域では2014年より試験操業を開始しており、海域により試験操業の開始年が異なる。

いわき海域では、2017年の操業がほとんど確認されず、2018年には1隻も操業をしていなかった。

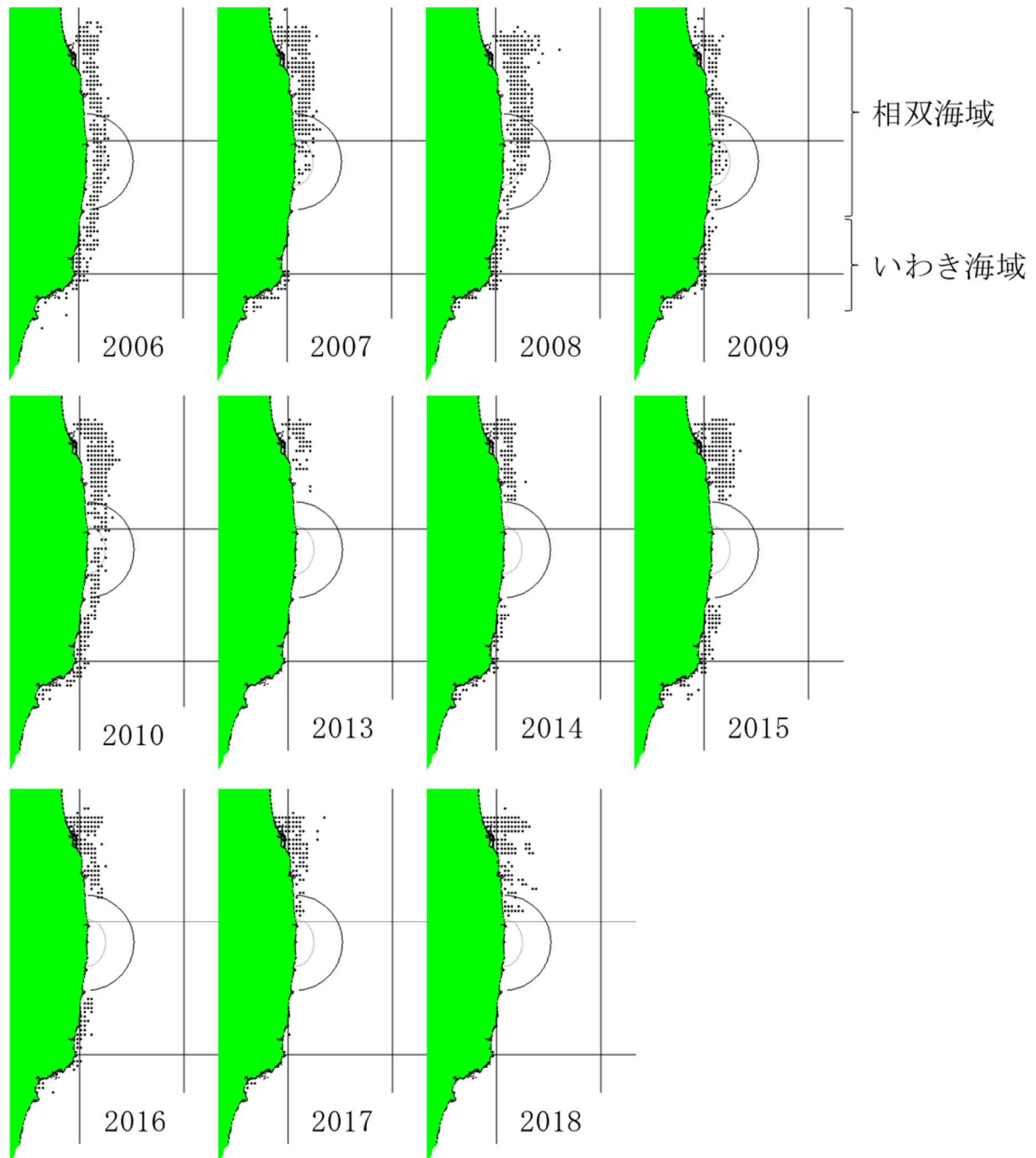


図11 コウナゴ漁業の操業区域の推移

※ 図中の円（実線）は原発20kmラインを、円（点線）は原発10kmラインを示している。

考 察

各調査項目のデータから、「仔稚魚調査」は不漁の兆候を把握する上で有用であり、「漁船の操業区域」により不漁の兆候を把握できる可能性が考えられた。一方で、試験操業として小規模に操業していた状況では「漁獲量の推移」、「漁船の CPUE」、「操業時間の推移」により不漁の兆候を把握することは難しいと考えられた。各調査項目の詳細な考察については以下のとおり。

漁獲量の推移

試験操業の漁獲量は 2013 年から徐々に増加していき 2018 年には 1,076t となったが、震災前と比較すると少ない量である。漁獲量の少ない主要因は、試験操業として小規模に操業していたことが明らかであり、漁獲量の推移は資源状況を反映していないものとなっている。

仔稚魚調査

丸稚ネット及び中層トロール網の仔稚魚採集尾数は、鵜ノ尾埼定線及び請戸定線と比較して小名浜定線で少ない結果となった。これは、イカナゴ類の主要な生息地・産卵場は仙台湾～相双海域北部だとされており¹⁰⁾、小名浜定線は産卵場から遠いことが要因として挙げられる。堀¹¹⁾は茨城県海域では北からの冷水が波及したときにイカナゴ類の漁獲量が多くなることを報告しており、イカナゴ類仔稚魚が北から来遊してくることを考察している。小名浜は福島県の南部に位置し茨城県との距離が近いことから、同様のメカニズムによりイカナゴ類仔稚魚が来遊しているものと考えられる。

経年推移を見た場合に、2019 年にコウナゴ漁業が不漁となる前から、丸稚ネット及び中層トロール網ともに鵜ノ尾埼定線及び小名浜定線では減少傾向を示していた。

親の資源量を卵の採集数から推定する方法は一般的に用いられるが、仔稚魚採集尾数から推定することは困難である。また、仙台湾系群のイカナゴ類において、前年の親魚と当年の当歳魚の夏眠期分布密度との間に相関関係が確認されず、親子関係が認められないと報告されている¹²⁾。

そのため、仔稚魚採集尾数の推移から正確なイカナゴ類の資源状況を推定することは難しいが、複数年にわたり仔稚魚発生水準が低位である場合には、イカナゴ類の資源量自体が減少していくことは明らかであり、仔稚魚調査は不漁の兆候を把握する上で有用である。

漁船の CPUE の推移

漁船の CPUE (kg) 及び CPUE (尾) の推移からは不漁の兆候を把握することはできなかった。一般的に、CPUE は資源状況を反映するとされており生物学的許容漁獲量 (ABC) 算定にも使用されているが¹³⁾、福島県のコウナゴ試験操業においては CPUE が資源状況を反映していない可能性が高い。

この要因として、コウナゴを漁獲する機船船びき網漁業は魚探反応をみて操業しており無作為に操業していないこと、試験操業では漁獲量が少なく震災前の通常操業から操業時間や操業区域等が大きく変化したこと¹⁴⁾が挙げられるが、明確な関連性は明らかにすることができなかった。

その他に複数の漁業者から、通常であれば表層から底層に幅広く鉛直分布し、表層又は中層を曳網することで漁獲できていたコウナゴが、2018 年には底層のみにしか分布しておらず、底層のコウナゴを狙わないと漁獲できないことから、漁具の破網を覚悟で底付近を曳網していたとの情報があった。このように、漁業者が底付近を曳網するという工夫により CPUE の減少が緩和され、漁船の CPUE データでは不漁の兆候が把握できなかった可能性がある。

また、2018 年にはコウナゴのサイズが比較的大きいことが確認されており¹⁵⁾、1 尾あたりの体重が重いことで CPUE (kg) の増加につながっていた可能性がある。

資源管理をする際には、標準化した CPUE を使用することが一般的であり、北海道におけるイカナゴ類の資源管理にも用いられている¹⁶⁾。本報告では、CPUE を月ごと、漁法 (1 そう曳、2 そ

う曳) ごとに分け、推移を確認したが、一般化線形混合モデルによる CPUE の標準化を今後検討する必要がある。

漁船の操業時間

試験操業の操業時間は、震災前と比較して短いことが確認された。この要因として、試験操業では産地市場への水揚げ時間や水揚げ数量が細かく決められたことや、コウナゴを取り扱う産地市場が限定されており、水揚げ後に産地市場までの陸送が必要となったために、操業可能な時間が短くなっていたことが挙げられる。その後、徐々に取り決めに緩和していくことで 2018 年には操業時間が長くなったと考えられる。このように漁船の操業時間の推移は、イカナゴ類の資源量と関係せず不漁の兆候を把握することは難しいと考えられた。

操業区域

操業区域については、試験操業では原発 10km 圏内（2013～2016 は 20km 圏内）で操業していないこと及び 2017 年のいわき海域でほとんど操業しておらず、2018 年にはいわき海域で全く操業していないことが確認された。試験操業であるため、操業区域と分布域が必ずしも一致しないが、同時期の緊急時環境放射線モニタリングで、いわき海域からのコウナゴの検体数が少なくなっていること（2018 年は 1 検体のみ）及び茨城県海域でも 2018 年のイカナゴ類の漁獲量が 33 トンと非常に少なかったことから¹⁷⁾、いわき海域のコウナゴの分布域が縮小していたことが原因と考えられる。

このコウナゴの分布域の変化は上記の仔稚魚調査結果と同様に海流の影響を受ける可能性が高いため、一概には資源量の減少によるものだと判断できないが、不漁の兆候を把握できる可能性がある。

今後の調査

福島県ではイカナゴ類仔稚魚を主対象として調査しており、親魚の調査は空釣りこぎ、いわゆる「文鎮漕ぎ*」により 1995 年から 2000 年に実施していたが^{18)～23)}、その後未実施となっていた。イカナゴ類が不漁になったこと受け、2019 年から貝桁網を用いた親魚調査を新たに開始したが、過去からの継続的なデータは存在しない。

しかし、他県では親魚の調査を継続的に実施し²⁴⁾、資源状況の把握に重要な役割を果たしており、今後、福島県海域における親魚の調査データを蓄積させることで正確な資源管理ができるようになると思われる。また、イカナゴ類の主要な生息地は仙台湾～相双海域北部と推定されていることから宮城県と協力した資源管理が望まれる。

* 鉄の棒に数十本の掛け針を取り付け、底を曳いて魚類を引っかける漁法²⁵⁾

要 約

1. 福島県海域では、2019 年からコウナゴ漁が不漁となった。
2. 調査における仔稚魚採集尾数が 2013 年から 2018 年にかけて減少し始めていることが確認され、不漁の兆候であったと考えられる。
3. 試験操業の漁船の CPUE は 2018 年まで減少せず、資源状況を反映していない可能性がある。
4. いわき海域で 2017 年及び 2018 年に操業区域の縮小が確認されたことは、資源状況を反映したものである可能性がある。
5. 本研究より調査における仔稚魚採集尾数と試験操業における操業区域の縮小の結果からコウナゴ不漁の兆候が把握できる可能性が明らかとなった。
6. 今後の資源管理及び不漁要因解明に向け、親魚の資源状況を調査するとともに、宮城県と協力した資源管理が望まれる。

文 献

- 1) 橋本博明：日本産イカナゴの資源生態学的研究、J. Fac. Appl. Biol. Sci., Hiroshima Univ., 30, 135-192 (1991).
- 2) 福島県農林水産部水産課編：昭和 61 年～令和 3 年版福島県海面漁業漁獲高統計（1987-2022）.
- 3) 福島県水産課：福島県における沿岸漁業再生への取り組み、水産振興、49 (7)、1-39 (2015) .
- 4) Orr, J.W., Wildes, S., Kai, Y., Raring, N., Nakabo, T., Katugin, O. and Guyon, J.: Systematics of North Pacific sand lances of the genus *Ammodytes* based on molecular and morphological evidence, with the description of a new species from Japan. Fishery Bulletin, 113, 129-156 (2015) .
- 5) 吉永龍起・青山潤：日本沿岸におけるイカナゴ類の種組成と形態の緯度勾配、月刊海洋、589、627-631 (2019) .
- 6) 森下大悟：コウナゴ不漁前に確認された仔魚採集尾数の減少について、福島県普及成果(2019).
- 7) 中村元彦・植村宗彦・林 茂幸・山田大貴・山本敏博：伊勢湾におけるイカナゴの生態と漁業資源、黒潮の資源海洋研究、18、3-15 (2017) .
- 8) 小川嘉彦：東北海区における多獲性浮魚漁況の変動様式、東北区水産研究所研究報告、49、17-33 (1987) .
- 9) 早乙女忠弘・千代窪孝志・岩上哲也：重回帰分析を用いた福島県北部海域のコウナゴ漁況予測手法の検討、福島水試研報、16、45-53 (2013) .
- 10) Hashimoto H., and Kawasaki T.: Population studies of the Sandeel, *Ammodytes personatus* (Girard) , in Sendai Bay and Its Neighborhood. Tohoku journal of agricultural research 31 (4) , 173-197 (1981) .
- 11) 堀義彦：茨城県沿岸のイカナゴ漁況と海況について、茨城水試研報、33、11-19 (1995) .
- 12) 永島宏：仙台湾におけるイカナゴの資源変動について、宮城水産研報、4、51-60 (2004) .
- 13) 令和 3 (2021) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本方針、国立研究開発法人水産研究・教育機構、(2021)
- 14) 根本芳春・吉田哲也・藤田恒雄・渋谷武久：福島県における試験操業の取り組み、福島水試研報、18、23-36 (2018) .
- 15) 森下大悟・廣瀬 充：コウナゴ漁況予測の検証、令和 2 年度事業報告書、44-49 (2020) .
- 16) 岡本 俊・加賀敏樹・境 磨：令和元 (2019) 年度イカナゴ類宗谷海峡の資源管理、令和元年度我が国周辺水域の漁業資源管理、水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構、(2019) .
- 17) 平成 30 年海面漁業生産隻計 調査海面漁業の部 大海区都道府県振興局別隻計 魚種別漁獲量、農林水産省 (2020) .
- 18) 島村信也・田中利幸・小野安芳・鈴木俊男・鈴木正剛・飛田義春：イカナゴ夏眠魚調査、平成 7 年度事業報告書、47-49 (1995) .
- 19) 島村信也・田中利幸・小野安芳・鈴木俊男・鈴木正剛・飛田義春：イカナゴ夏眠魚調査、平成 8 年度事業報告書、36-39 (1996) .
- 20) 島村信也・池川正人・小野安芳：イカナゴ夏眠魚調査、平成 9 年度事業報告書、59-64 (1997) .
- 21) 松本育夫・吉田哲也・鈴木俊男・鈴木正剛・飛田義春：イカナゴ夏眠魚調査、平成 10 年度事業報告書、41-42 (1998) .
- 22) 松本育夫・吉田哲也・鈴木俊男・鈴木正剛・飛田義春：イカナゴ夏眠魚調査、平成 11 年度事業報告書、42-43 (1999) .
- 23) 松本育夫・根本昌宏・小野安芳・鈴木俊男・鈴木正剛・飛田義春：イカナゴ夏眠魚調査、平成 12 年度事業報告書、94-95 (2000) .
- 24) 佐伯光広・稲田真一・小野寺毅・小野寺恵一：長期的な気象・海況変化に伴う仙台湾にお

- けるイカナゴの資源状況、宮城水産研報、17、
25) 金田禎之：第 11 章雑漁業、「日本漁具・漁法図説（増補改訂版）」、成山堂書店、東京、
557-559 頁（1994）。