

令和 4（2022）年度イカナゴ瀬戸内海東部系群の資源評価

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

参画機関：大阪府立環境農林水産総合研究所、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県農林水産総合センター水産研究所、香川県水産試験場

要 約

本系群の資源状態を資源量指標値の推移により評価した。漁獲量は 1980 年に過去最高の 72,765 トンとなった後は減少傾向を示し、2009 年には 4,307 トンと大きく減少した。2011 年には 25,131 トンに増加したものの、その後は再び減少傾向となり、2017 年には 1,480 トンに急減した。その後、2020 年には過去最低の 833 トンとなったが、2021 年は 1,822 トンに増加した。資源量指標値として用いた船びき網漁業の標準化 CPUE は、1989 年から 3 ～5 年ごとに増減を繰り返した後、2011 年の 2.10 トン/統以降は減少傾向となり、2020 年には過去最低の 0.08 トン/統となった。その後、2021 年には 0.55 トン/統に増加したが、2022 年は 0.42 トン/統に減少した。

管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	—	—	1,480	—	—
2018	—	—	2,841	—	—
2019	—	—	2,496	—	—
2020	—	—	833	—	—
2021	—	—	1,822	—	—

年は暦年、2021 年の漁獲量は暫定値である。

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量 漁獲努力量 漁獲尾数	瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向(中国四国農政局統計部) 漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省大臣官房統計部) 生物情報収集調査－全長、標準体長、体重、年齢(兵庫県) 生物情報収集調査－主要漁協・標本船の日別漁獲量、出漁統数(兵庫県)
親魚量指標値	夏眠親魚密度調査(12 月、兵庫県) 空釣りこぎ(文鎮こぎ)漁具
資源量指標値	兵庫県代表漁協(播磨灘、大阪湾)における船びき網データ(出漁統数あたりの 0 歳魚漁獲尾数)

空釣りこぎ(文鎮こぎ)漁具は鉄の棒に数十個の掛け針を取り付け、底を曳いて漁獲対象

を引っかける漁法である（金田 2001）。

1. まえがき

瀬戸内海東部海域は、伊勢・三河湾や東北地方の太平洋沿岸とともに日本における主要なイカナゴ漁場である。兵庫県明石周辺ではシンコ（0歳の稚・幼魚）を佃煮の一種「くぎ煮」の材料として使用している。フルセ（1歳以上の成魚）は冷凍したものが海産養殖魚の餌として用いられている。岡山県と香川県にはフルセを塩に漬け込んで作る「いかなご醤油」があり、「しょつつる」や「いしる」とともに日本三大魚醤と呼ばれている。

イカナゴは瀬戸内海東部海域の水産業における最重要魚種の1つである。関係府県の水産試験研究機関によるイカナゴ漁況予報が実施された後、漁業者による試験操業の結果を参考に解禁日と終漁日が漁業者の協議により決定されている。1980年代以降、漁獲量は減少傾向にあるが、その原因のひとつとして1960年代後半から1970年代にかけて急増した海砂採取や浚渫による生息場所の荒廃・減少が考えられている。海砂採取が長く継続した備讃瀬戸（岡山県と香川県）ではイカナゴ漁獲量が急減したのに対し、1960年代に採取禁止または採取実績のない播磨灘と大阪湾（大阪府および兵庫県）では急減が認められなかったことから、海砂採取の影響は大きいと考えられる（反田 2012）。瀬戸内海の過去約1万～2万年間にわたる地史に基づくと、海砂資源は化石資源のように掘ればなくなるといった回復しにくい性質が強い（井内 2001）。このような性質から、瀬戸内海における海砂採取は1997年頃から徐々に減少し、東部では2005年度には終了したにもかかわらず、海砂採取跡地では生息場所の回復には至っていないものと考えられる。

2. 生態

(1) 分布・回遊

イカナゴは、イカナゴ属の中でも最も低緯度海域に生息し、日本沿岸、黄海および東シナ海などの比較的温暖な海域に分布する（井上ほか 1967）。本系群は瀬戸内海東部海域（備讃瀬戸、播磨灘、大阪湾および紀伊水道）に分布する（図1、2）。

ふ化直後の仔魚は瀬戸内海では海面から5m深付近に最も多いとされている（日下部ほか 2008）。発生初期には産卵場周辺海域に比較的濃密に分布しているが、気象条件や海象条件によって徐々に分布域が主産卵場から東方域に拡散される傾向がある（浜田 1985）。水温が上昇し、標準体長（体長：吻端より尾鰭下辺基部）が8cmを超えるようになると潜砂し、ほとんど活動しない夏眠と呼ばれる状態になる。また、夏眠場所は冬季には産卵場となる。

(2) 年齢・成長

寿命は3～4歳であり、体長は1年で82.5 mm（80～85 mm）、2年で105 mm（80～130 mm）、3年で125 mm以上となる（浜田 1985、図3）。体重は1歳で2.0 g、2歳で2.0～7.0 g、3歳で7.0 gとなる（浜田 1985、図3）。

(3) 成熟・産卵

1歳で100%の個体が成熟・産卵する（図4）。産卵期は12月～翌年1月で、産卵は底質

が砂で潮流の速い海域で行われる。大規模な産卵場は播磨灘北東部（鹿ノ瀬）と備讃瀬戸である（浜田 1985、図 2）。

（4）被捕食関係

仔・稚魚は小型のカイアシ類やカイアシ類幼生を主な餌とする。体長 15 mm 以上の稚魚は毛顎類や枝角類も捕食する。幼魚や成魚はカイアシ類のほか、珪藻、カニ・エビ幼生、端脚類、尾虫類およびイカナゴ仔稚魚を捕食する（浜田 1985）。

イカナゴは他の生物の重要な餌となっており、仔稚魚は多様な浮魚類や毛顎類に、幼魚や成魚はスズキ、サワラ、ヒラメおよびブリなどの多くの高次捕食者に捕食されている（畑中・関野 1962、Kishida 1986、Tomiyama and Kurita 2011、鶴寄ほか 2015）。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

和歌山県、徳島県、大阪府、兵庫県および岡山県では、主に船びき網で漁獲されているのに対し、香川県では主にその他の網漁業（込瀬網）で漁獲されている。

瀬戸内海におけるイカナゴ漁はシンコ（0 歳魚）とフルセ（1 歳魚以上）を対象としている。船びき網のシンコ漁では漁期始めに小型の「コナ」を狙い、漁期が進むにつれて大型（全長 55 mm 程度、年によって変動がある）の「エサ（または中）」狙いに移行する。また、その際には中袋の目詰まり防止のために目合を変更する。コナとエサでは操業方法は変わらない。

兵庫県ではフルセ漁は通常 1 月末～2 月上旬に始まり、4 月上旬頃までに終了し、シンコ漁は 2 月末～3 月上旬に始まり、4 月下旬頃に終了する。大阪府では、シンコ漁のみが行なわれ、通常 2 月末～3 月上旬に始まり、1 ヶ月ほど続く。兵庫県と大阪府では解禁日や 1 日の操業時間を共同で取り決めているが、兵庫県では近年、フルセの漁獲量の低迷やその保護のため、漁期初日で終漁することが多くなり、2019 年以降は操業が完全に自粛されている。また、シンコもフルセ同様に漁獲量が低迷し、兵庫県と大阪府はともに近年では漁期が 1 ヶ月に満たない状況となっている。香川県ではフルセ漁は 1～3 月にかけて行なわれ、シンコ漁は 3 月上旬に始まり、6 月下旬までに終了する。

瀬戸内海においては 1960 年代後半頃までは小型底びき網、込瀬網および船びき網が主要な漁法で、資源的には未利用の部分が残存していたと考えられる。一方、1960 年代後半～1970 年代前半はパッチ網や船びき網が主体となり、積極的かつ効率的な漁獲が行われ多獲傾向を示した。1980 年代以降の漁業種類には大きな変化はないものの漁獲量は減少傾向となり、1970 年代における多獲がその要因と考えられている（橋本 1991）。

（2）漁獲量の推移

漁獲量は 1952 年の 6,105 トンから増加傾向が続き、1971 年には 63,592 トンまで増加した（図 5、表 1）。その後 2 万～5 万トンの水準で変動したが、1980 年には過去最高の 72,765 トンに達した。しかし、その後は減少傾向を示し、2009 年には 4,307 トンに大きく減少した。2011 年には 25,131 トンに増加したものの、その後は再び減少傾向となり 2017 年には 1,480 トンに急減した。その後、2020 年には過去最低の 833 トンになったが、2021 年は

1,822 トンに増加した。

府県別では 2018 年までは兵庫県の漁獲量が総漁獲量の大半を占めていたが(平均 71%)、同県の漁獲量の減少に伴い、2019 年と 2020 年は香川県の割合が最も多くなった。2021 年は兵庫県の漁獲量が全体の 76%を占めるまで増加した(図 5、表 1)。

(3) 漁獲努力量

大阪湾(0 歳魚のみを漁獲)と播磨灘における代表漁協の船びき網漁業の延べ出漁統数を図 6、表 2 に示す。1989 年以降、延べ出漁統数は両漁協とも増減を繰り返し、大阪湾では 1991 年の 1,992 統をピークに減少傾向で、2020 年の 70 統(過去最低)を経て、2021 年は 88 統であった。播磨灘の 0 歳魚を対象とした漁業の延べ出漁統数は、2001 年の 1,783 統をピークに減少傾向にあり、2020 年の 188 統(過去最低)を経て、2021 年は 380 統であった。播磨灘における 1 歳魚以上を対象とした漁業の延べ出漁統数は、1993 年の 929 統をピークに減少傾向にあり、2019 年以降は操業の完全自粛を行っており 0 統となっている。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

兵庫県の代表漁協(大阪湾、播磨灘)における船びき網によるシンコ漁の日別 CPUE (=1 日の総漁獲量/1 日の出漁統数)の標準化を行った(補足資料 1、2)。その際、コナ狙いおよびエサ狙いに分けて一般化線形混合モデルによるサイズ選択性の時空間変化を考慮した標準化を行った結果、コナ狙いの標準化 CPUE を資源量指標値として用いた。

本評価にあたり、余剰生産モデル(プロダクションモデル)を用いた資源解析も検討したが、仮定したいずれのシナリオにおいてもプロセス誤差が大きく、推定された直近の B/B_{msy} や F/F_{msy} の信頼区間も広がったため、プロダクションモデルの結果に基づき本資源の資源状態や変動を適切に評価することは困難と判断し、プロダクションモデルの結果は評価には用いなかった(FRA-SA2022-SC10-03)。

(2) 資源量指標値の推移

本系群の資源量指標値として用いたコナ狙いの標準化 CPUE は、1989 年から 3~5 年ごとに増減を繰り返した後、2011 年の 2.10 トン/統以降は減少傾向となり、2020 年には過去最低の 0.08 トン/統となった。その後、2021 年には 0.55 トン/統に増加したが、2022 年は 0.42 トン/統に減少した(図 7、表 3)。なお、本系群のシンコ漁の漁期は基本的に 2~6 月と早く、特に近年は短縮傾向で 4 月までには終漁するため、2022 年の標準化 CPUE が使用可能となっている。

資源評価には用いていないが、兵庫県が 12 月に鹿ノ瀬(播磨灘北東部の夏眠・産卵場)で実施している空釣りこぎ(文鎮こぎ)による夏眠親魚密度調査で得られた年齢別親魚密度を図 8 と表 4 に示す。空釣りこぎは、鉄の棒に数十個の掛け針を取り付けた漁具で底を曳いて漁獲対象を引っかける漁法である(金田 2001)。1 歳魚と 2 歳魚以上(調査時はそれぞれ 0 歳魚と 1 歳魚以上)の親魚密度は、ともに変動が大きいが、それらを合わせた 1 歳魚以上の合計親魚密度は 2014 年以降、低い水準で推移しており、2021 年についても 7.8 個体/曳であった。

(3) 漁獲物の年齢組成

1989 年以降の年齢別漁獲量および年齢別漁獲尾数の推移を図 9、10 および表 5、6 に示す。いずれの年も 0 歳魚が漁獲の主体となり、総漁獲量の平均 87%、総漁獲尾数の平均 99% をそれぞれ占めている。

5. 資源評価のまとめ

2022 年の資源量指標値は 0.42 トン/統と、過去最低であった 2020 年の 0.08 トン/統よりは高い値であるが、過去の推移からみると低い値であり、依然として資源状態は低い水準にあると考えられる。

6. その他

本系群の資源状態の悪化の要因については明確でないものの、夏眠中の水温や捕食圧の上昇による夏眠魚の減耗率の上昇や、海域の貧栄養化による主要な餌であるカイアシ類個体密度の低下に伴う再生産能力の低下などが指摘されている（中村ほか 2017、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター 2020、Nishikawa et al. 2020、Akai and Yoneda 2021）。近年では他海域においてもイカナゴの資源量の減少が顕著であり、環境変動が漁獲以外の死亡に与える影響が大きくなっている可能性も指摘されている（宮内・的場 2011、伊藤 2013、佐伯ほか 2017）。このため、本資源の資源変動と海洋環境等の関係に関する調査・研究が必要である。

本系群については、2017 年度評価まではコホート解析による資源量推定を行っていたが、将来予測において、予測資源量が暫定漁獲量を下回るといった矛盾が生じたり、代表漁協による 1 歳魚以上を対象とした操業が完全に自粛され、資源量推定が困難となったため、2018 年度評価からは資源量指標値に基づく評価を行っている。また、資源量推定に向けて、本年度はプロダクションモデルを検討したものの適用には至っておらず、引き続きコホート解析への回帰も含めて、本系群の資源量推定に向けた検討を継続することが重要である。さらに、本年度評価においては、資源量指標値としてコナ狙いの標準化 CPUE を用いたが、標準化の手法や、エサ狙いの CPUE の活用などについても、引き続きの検討が必要である。

7. 引用文献

Akai, N. and M. Yoneda (2021) Age-related variation in reproductive potential and influence on recruitment of western sand lance *Ammodytes japonicus* in the Seto Inland Sea, western Japan. *J. Sea Res.*, **172**, 102036, DOI: 10.1016/j.seares.2021.102036.

浜田尚雄 (1985) 我が国におけるイカナゴの生態と漁業資源. 水産研究叢書, **36**, 日本水産資源保護協会, 東京, 82 pp.

橋本博明 (1991) 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.

畑中正吉・関野清成 (1962) スズキの生態学的研究-I. *日水誌*, **28**, 851-856.

兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター (2020) 豊かな瀬戸内海の再生を目指して●豊かな瀬戸内海再生調査事業の成果●, 兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター, 1-8. <http://www.hyogo-suigi.jp/suisan/topics/pdf/ikanagopampf8p.pdf>

- 井上 明・高森茂樹・国行一正・小林真一・仁科重巳 (1967) イカナゴの漁業生物学的研究. 内海区水研報, **25**, 1-335.
- 伊藤欣吾 (2013) 陸奥湾周辺のイカナゴ (コウナゴ) 禁漁. 青森県水産研究情報 “水と漁”, **13**, 6.
- 井内美郎 (2001) 瀬戸内海の家砂問題と砂堆の形成. 地球環境, **6**, 53-59.
- 金田禎之 (2001) 「日本漁具・漁法図説」. 成山堂書店, 東京, 637 pp.
- Kishida, T. (1986) Feeding habits of Japanese Spanish mackerel in the central and western waters of the Seto Inland Sea. Bull. Nansei Reg. Fish Res. Lab., **20**, 73-89.
- 日下部敬之・中嶋昌紀・佐野雅基・渡辺和夫 (2008) 大阪湾におけるイカナゴ *Ammodytes personatus* 仔魚の鉛直分布と摂餌に対する水中照度の影響. 日水誌, **66**, 713-718.
- 宮内正幸・的場達人 (2011) 福岡湾口域におけるイカナゴの発生初期段階の成長と夏眠期の生残に及ぼす水温の影響. 福岡水海技セ研報, **21**, 1-6.
- 中村元彦・植村宗彦・林 茂幸・山田大貴・山本敏博 (2017) 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.
- Nishikawa, T., Y. Nakamura, S. Okamoto and H. Ueda (2020) Interannual decrease in condition factor of the western sand lance *Ammodytes japonicus* in Japan in the last decade: Evidence for food - limited decline of the catch. Fish. Oceanogr., **29**, 52-55.
- 佐伯光広・稲田真一・小野寺毅・小野寺恵一 (2017) 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**, 17-27.
- 高橋正知・河野悌昌・西嶋翔太・安田十也・渡邊千夏子・渡井幹雄・井元順一・木下順二 (2022) イカナゴ瀬戸内海東部系群の状態空間余剰生産モデルによる資源解析. FRA-SA2022-SC10-03
- 反田 實 (2012) イカナゴの漁獲動向と瀬戸内海の家砂採取. 日本沿岸における漁業資源の動向と漁業管理体制の実態調査-平成 23 年度事業報告-, 東京水産振興会, 79-94.
- Tomiyama, T. and Y. Kurita (2011) Seasonal and spatial variation in prey utilization and condition of a piscivorous flat fish *Paralichthys olivaceus*. Aquat. Biol., **11**, 279-288.
- 鵜寄直文・日比野学・澤田知希 (2015) イカナゴ伊勢・三河湾系群の夏眠魚における被食状況. 黒潮の資源海洋研究, **16**, 93-102.

(執筆者：高橋正知、河野悌昌、西嶋翔太、安田十也、渡邊千夏子、渡井幹雄、井元順一、木下順二)



図 1. イカナゴ瀬戸内海東部系群の分布

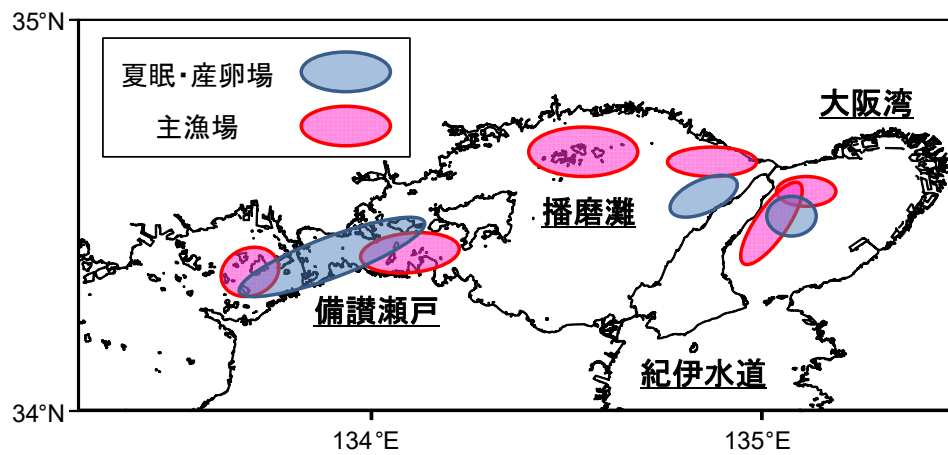


図 2. イカナゴ瀬戸内海東部系群の夏眠・産卵場と主漁場

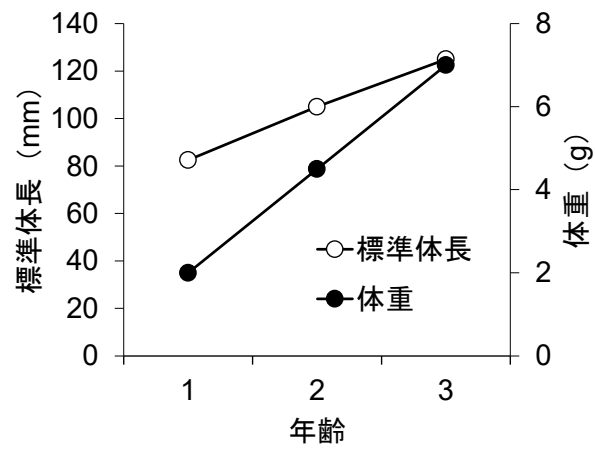


図3. 年齢と成長の関係図

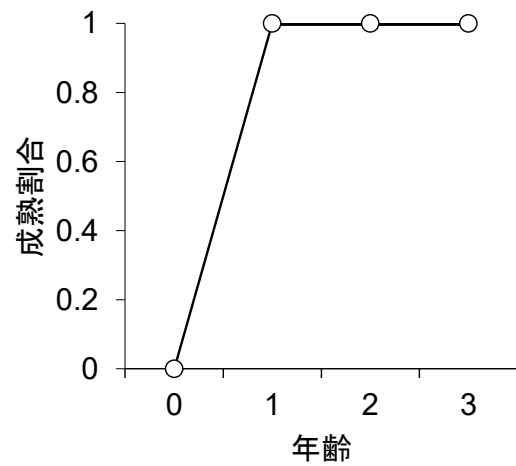


図4. 年齢と成熟割合の関係

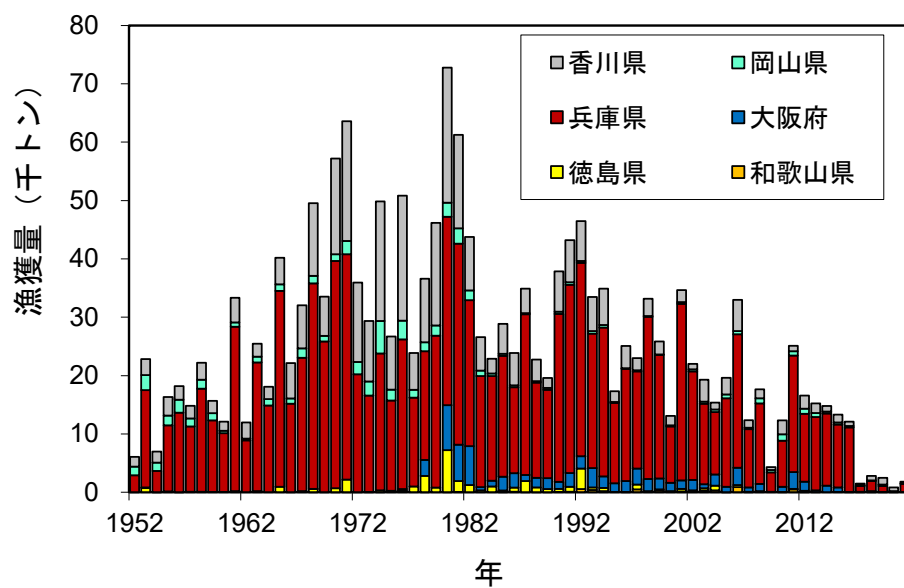


図5. 府県別漁獲量の推移

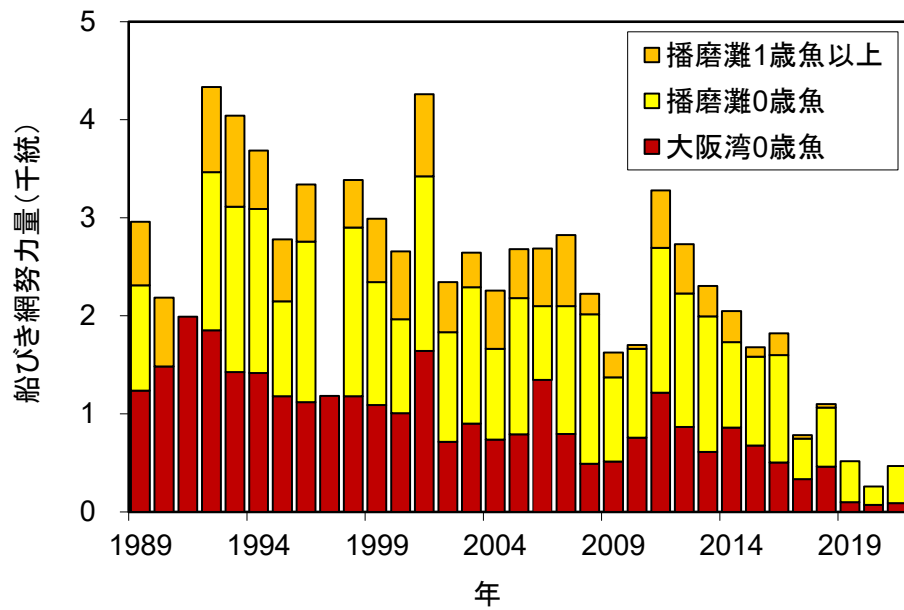


図 6. 代表漁協の船びき網漁業における海域別・年齢別漁獲努力量の推移

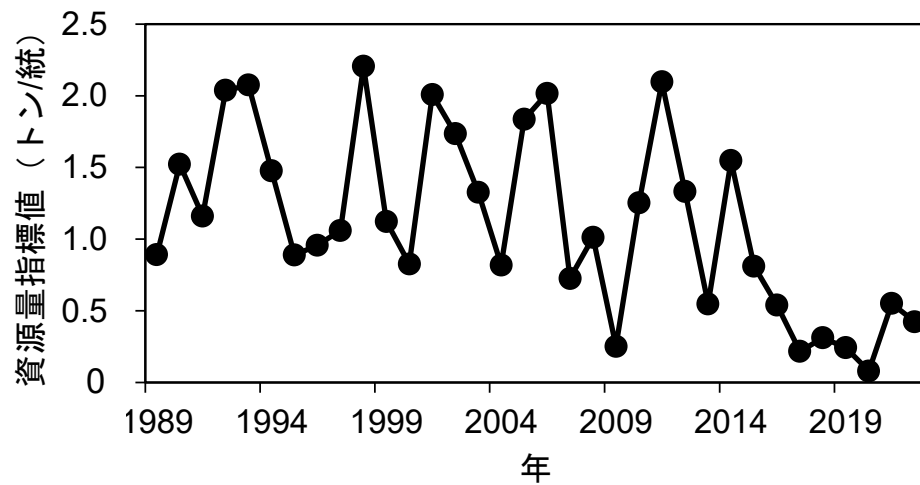


図 7. 兵庫県の代表漁協（大阪湾、播磨灘）における日別 0 歳魚 CPUE（コナ狙いのみ）を標準化して得られた資源量指標値の推移

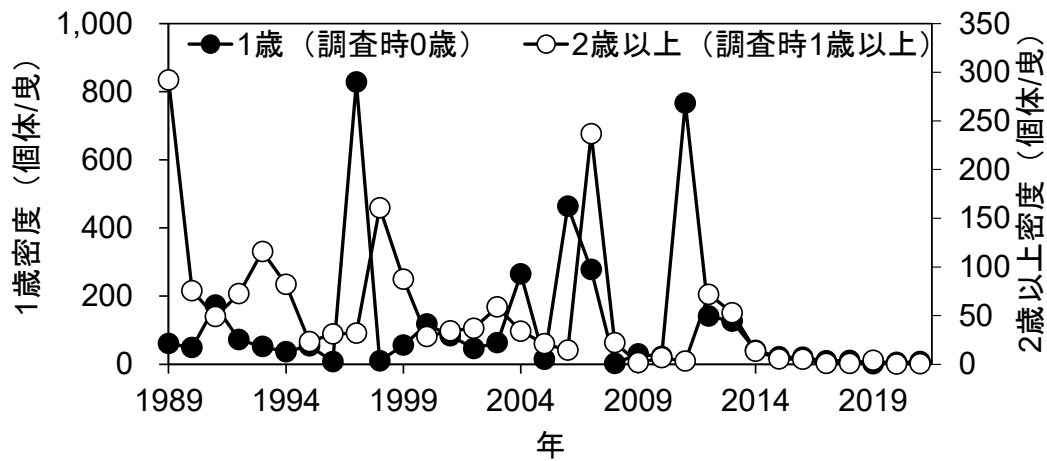


図 8. 鹿ノ瀬（播磨灘北東部）における空釣りこぎ調査に基づく親魚密度の推移

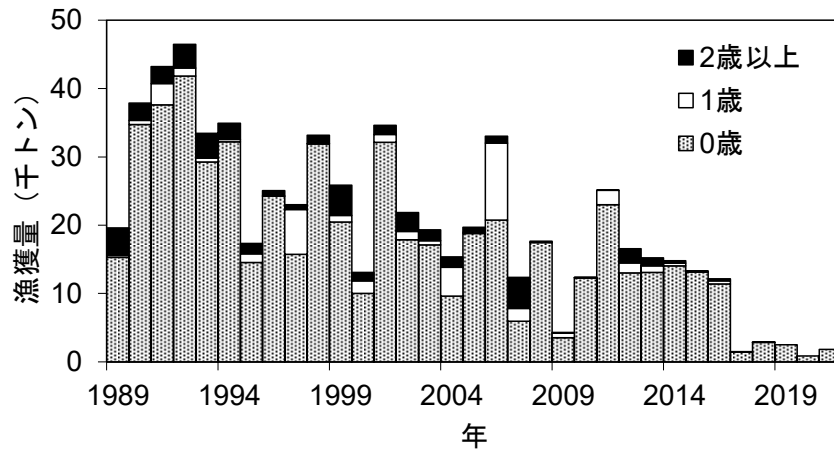


図 9. 年齢別漁獲量の推移

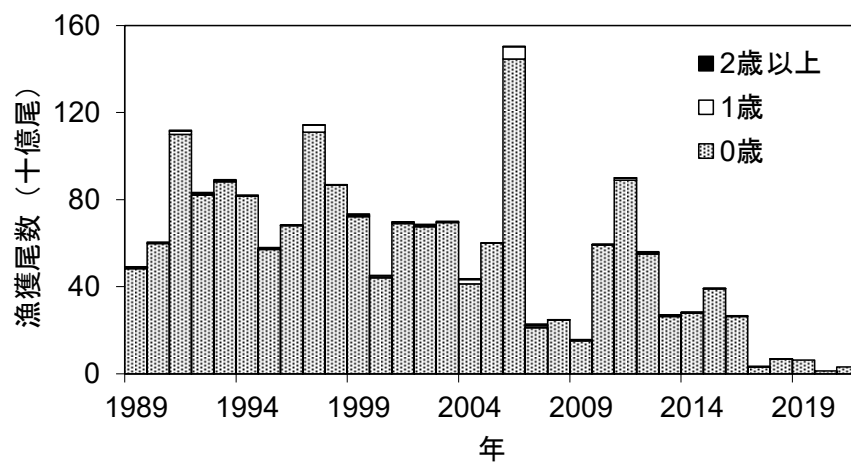


図 10. 年齢別漁獲尾数の推移

表 1. イカナゴ瀬戸内海東部系群の府県別漁獲量（トン）の推移

年	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
和歌山	0	0	0	0	－	－	－	－	－	－
徳島	25	749	15	169	30	98	93	65	42	228
大阪	0	85	4	0	4	0	30	－	－	1
兵庫	2,914	16,653	3,630	11,296	13,613	11,164	17,623	12,243	10,121	28,153
岡山	1,454	2,576	1,454	1,679	2,209	1,410	1,554	1,251	366	737
香川	1,713	2,808	1,859	3,190	2,370	2,171	2,895	2,143	1,576	4,196
計	6,105	22,871	6,962	16,334	18,226	14,843	22,195	15,702	12,105	33,315

年	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
和歌山	－	－	－	－	0	40	33	－	14	3
徳島	0	199	0	937	32	152	546	13	674	2,185
大阪	－	－	－	－	－	－	3	－	－	－
兵庫	8,896	22,036	14,900	33,594	15,163	22,856	35,221	25,856	38,948	38,590
岡山	312	1,032	1,100	1,120	861	1,646	1,302	929	1,172	2,314
香川	2,751	2,211	2,100	4,541	6,104	7,351	12,427	6,753	16,405	20,500
計	11,959	25,478	18,100	40,192	22,160	32,045	49,532	33,551	57,213	63,592

年	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
和歌山	－	1	7	－	－	－	8	－	20	40
徳島	8	49	353	171	252	981	2,823	822	7,234	1,895
大阪	－	－	－	85	289	－	2,721	－	7,706	6,246
兵庫	20,201	16,538	23,436	15,473	25,661	15,235	18,632	26,031	32,282	34,446
岡山	2,148	2,394	5,584	1,872	3,217	1,355	1,538	1,739	2,393	2,626
香川	13,582	10,392	20,449	9,082	21,403	6,303	10,886	17,611	23,130	16,001
計	35,939	29,374	49,829	26,683	50,822	23,874	36,608	46,203	72,765	61,254

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
和歌山	－	－	0	15	132	27	2	10	84	130
徳島	1,225	363	1,012	303	648	1,914	865	525	509	799
大阪	6,682	528	991	2,358	2,504	1,031	1,597	1,917	1,202	2,372
兵庫	25,033	19,026	17,942	20,704	14,736	27,527	16,353	15,100	28,753	32,261
岡山	1,659	946	425	341	320	189	209	377	410	419
香川	9,163	5,722	2,539	5,173	5,548	4,216	3,739	1,660	6,922	7,242
計	43,762	26,585	22,909	28,894	23,888	34,904	22,765	19,589	37,880	43,223

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
和歌山	558	392	207	－	2	501	48	360	62	185
徳島	3,510	477	525	72	62	849	177	145	159	413
大阪	2,100	3,279	2,007	1,497	1,856	2,695	2,075	1,866	1,404	1,459
兵庫	33,129	23,074	25,504	13,758	19,262	16,685	27,787	21,171	9,668	30,214
岡山	382	428	429	160	85	170	138	102	173	310
香川	6,798	5,804	6,238	1,820	3,794	2,117	2,938	2,225	1,638	2,067
計	46,477	33,454	34,910	17,307	25,061	23,017	33,163	25,869	13,104	34,648

0: 単位に満たないもの、－: 漁獲のないもの。

表 1. イカナゴ瀬戸内海東部系群の府県別漁獲量（トン）の推移（続き）

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
和歌山	62	317	377	8	897	16	125	－	25	529
徳島	279	389	757	25	368	84	90	0	35	76
大阪	1,778	691	1,943	914	2,925	757	1,228	110	909	2,857
兵庫	18,625	13,784	10,686	15,197	22,905	9,961	13,814	3,309	7,896	19,999
岡山	316	330	456	614	560	283	882	418	1,077	739
香川	939	3,792	1,168	2,900	5,351	1,252	1,502	470	2,398	931
計	21,999	19,303	15,387	19,658	33,006	12,353	17,641	4,307	12,340	25,131

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
和歌山	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
徳島	222	1	0	42	8	1	19	18	0	0
大阪	1,594	356	1,129	803	47	110	183	67	21	61
兵庫	11,620	12,534	12,372	10,792	11,082	1,001	1,715	1,025	142	1,391
岡山	906	718	346	350	262	77	105	233	64	91
香川	2,192	1,620	948	1,314	741	291	819	1,153	606	279
計	16,551	15,229	14,795	13,301	12,140	1,480	2,841	2,496	833	1,822

0：単位に満たないもの、－：漁獲のないもの。

表2. 大阪湾と播磨灘の代表漁協における漁獲量（トン）と延べ出漁統数

年	大阪湾代表漁協（0歳魚）		播磨灘代表漁協（0歳魚）		播磨灘代表漁協（1歳魚以上）	
	漁獲量 （トン）	延べ出漁統数	漁獲量 （トン）	延べ出漁統数	漁獲量 （トン）	延べ出漁統数
1989	868	1,237	2,670	1,075	1,183	646
1990	2,176	1,484	8,552	—	980	703
1991	3,670	1,992	7,049	—	1,599	—
1992	4,245	1,852	6,335	1,613	1,214	868
1993	1,872	1,427	6,937	1,686	1,621	929
1994	1,714	1,415	5,608	1,675	622	596
1995	750	1,180	1,438	966	391	633
1996	916	1,118	3,743	1,640	158	583
1997	1,833	1,181	2,012	—	2,549	—
1998	2,278	1,178	5,635	1,724	299	482
1999	1,347	1,090	1,987	1,252	792	648
2000	981	1,006	1,137	960	624	691
2001	6,384	1,641	5,702	1,783	1,015	836
2002	1,366	713	2,397	1,121	833	510
2003	1,192	900	2,557	1,392	447	353
2004	1,308	738	746	925	1,477	595
2005	1,232	790	5,929	1,391	337	499
2006	3,922	1,347	1,092	751	2,720	587
2007	496	796	1,881	1,304	2,904	724
2008	775	490	6,095	1,526	70	209
2009	111	514	392	858	111	253
2010	953	755	1,359	907	8	39
2011	3,580	1,215	4,298	1,478	815	585
2012	1,034	866	2,707	1,361	1,100	503
2013	238	611	3,629	1,382	648	312
2014	1,653	859	1,521	873	170	315
2015	581	675	963	909	20	97
2016	111	504	1,964	1,094	135	224
2017	103	332	94	414	10	36
2018	187	461	209	602	2	36
2019	14	99	150	418	0	0
2020	4	70	37	188	0	0
2021	22	88	493	380	0	0

—：情報が欠損した年。

表 3. コナ狙い、エサ狙いの各標準化 CPUE (トン/統) の推移

年	コナ狙い (資源量指標値)	エサ狙い
1989	0.89	2.10
1990	1.52	3.18
1991	1.16	3.42
1992	2.04	4.02
1993	2.07	1.80
1994	1.48	2.39
1995	0.89	0.66
1996	0.96	2.35
1997	1.06	2.79
1998	2.20	2.64
1999	1.12	1.06
2000	0.83	0.45
2001	2.01	4.78
2002	1.74	1.72
2003	1.33	1.38
2004	0.82	1.23
2005	1.84	4.27
2006	2.02	6.35
2007	0.73	1.83
2008	1.01	5.26
2009	0.25	—
2010	1.25	3.63
2011	2.10	4.96
2012	1.33	2.75
2013	0.55	4.08
2014	1.55	2.98
2015	0.81	0.93
2016	0.54	1.76
2017	0.22	—
2018	0.31	—
2019	0.24	—
2020	0.08	—
2021	0.55	—
2022	0.42	—

—: ロジスティックモデルによりコナ狙いのみと識別された年。

表 4. 空釣りこぎ調査に基づく親魚密度（個体/曳）

年	1歳*	2歳以上**	計
1989	61.1	292.3	353.4
1990	49.0	75.6	124.6
1991	173.2	48.8	222.0
1992	72.4	72.4	144.7
1993	52.0	115.9	167.9
1994	36.9	82.1	119.0
1995	54.0	23.1	77.1
1996	7.6	31.2	38.8
1997	828.2	31.8	860.0
1998	10.1	160.7	170.8
1999	55.8	87.2	143.0
2000	117.5	28.5	146.0
2001	83.8	34.2	118.0
2002	46.0	37.0	83.0
2003	63.3	58.7	122.0
2004	265.0	34.0	299.0
2005	14.5	21.0	35.5
2006	463.7	14.3	478.0
2007	278.0	236.9	514.9
2008	2.0	22.1	24.1
2009	29.9	1.5	31.4
2010	22.4	6.7	29.1
2011	766.2	3.1	769.3
2012	141.1	71.8	212.9
2013	126.4	52.9	179.3
2014	40.6	13.4	54.0
2015	21.5	5.5	27.0
2016	20.0	5.0	25.0
2017	9.7	0.8	10.5
2018	10.8	0.6	11.4
2019	1.0	3.9	4.9
2020	5.0	0.3	5.3
2021	7.3	0.5	7.8

*：調査時（前年12月）の0歳の値を各年1月の1歳の指標とした。

**：調査時（前年12月）の1歳以上の値を各年1月の2歳以上の指標とした。

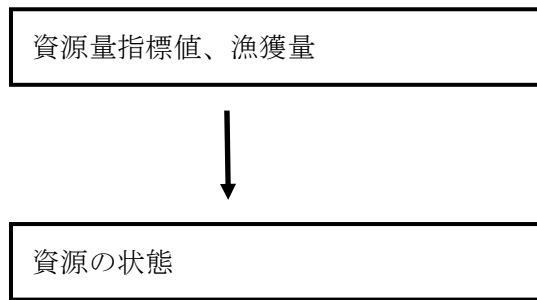
表 5. 年齢別漁獲量（トン）の推移

年	0歳	1歳	2歳以上
1989	15,274	293	4,023
1990	34,741	577	2,562
1991	37,610	3,100	2,514
1992	41,807	1,205	3,465
1993	29,223	572	3,659
1994	32,201	366	2,342
1995	14,534	1,242	1,530
1996	24,226	64	759
1997	15,730	6,550	723
1998	31,907	27	1,222
1999	20,446	981	4,411
2000	9,993	1,822	1,269
2001	32,119	1,155	1,357
2002	17,856	1,201	2,780
2003	17,098	601	1,603
2004	9,599	4,220	1,557
2005	18,799	166	693
2006	20,734	11,270	1,002
2007	5,945	1,858	4,550
2008	17,475	5	161
2009	3,511	695	101
2010	12,292	26	22
2011	22,989	2,117	24
2012	13,015	1,436	2,100
2013	13,075	978	1,177
2014	14,038	389	369
2015	13,133	97	71
2016	11,398	432	310
2017	1,399	66	16
2018	2,824	14	2
2019	2,496	0	0
2020	833	0	0
2021	1,822	0	0

表 6. 年齢別漁獲尾数（百万尾）の推移

年	0歳	1歳	2歳以上
1989	48,362	146	700
1990	59,823	288	446
1991	109,944	1,550	437
1992	82,056	603	603
1993	88,288	286	636
1994	81,557	183	407
1995	57,108	621	266
1996	68,152	32	132
1997	111,037	3,275	126
1998	86,691	13	213
1999	72,134	490	767
2000	44,108	911	221
2001	69,008	578	236
2002	67,557	601	484
2003	69,449	301	279
2004	41,261	2,110	271
2005	59,922	83	120
2006	144,585	5,635	174
2007	21,166	929	791
2008	24,770	2	28
2009	15,218	348	18
2010	59,342	13	4
2011	88,945	1,059	4
2012	54,994	718	365
2013	26,345	489	205
2014	27,998	194	64
2015	39,139	48	12
2016	26,395	216	54
2017	3,234	33	3
2018	6,817	7	0
2019	6,359	0	0
2020	1,391	0	0
2021	3,175	0	0

補足資料 1 資源評価の流れ



資源量指標値については補足資料 2、漁獲量については補足資料 3 を参照

管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、研究機関会議資料に記述します。

補足資料 2 資源量指標値の算出方法

本系群の資源評価では、資源量指標値として兵庫県の2つの代表漁協（大阪湾、播磨灘）におけるイカナゴ 0 歳魚 CPUE (kg/統) の相加平均値を用いてきた（高橋・河野 2021）。しかし商業船等の操業データによる加工していない CPUE は、資源量以外にも漁獲月や海域などの影響を受けるため、これらの要因を標準化により取り除く必要がある（庄野 2004）。瀬戸内海東部の小型機船船びき網によるシンコ（0 歳魚）漁では、漁期始めに小型の「コナ」を狙い、漁期が進みサイズが大きくなると大型の「エサ（または中）」狙いに移行する。また、その過程で中袋の目合いの変更、夏眠場への移動やそれに伴う漁場の集中などが、CPUE の値に影響を及ぼす可能性が考えられる。そのため、各操業データをコナ狙いかエサ狙いかに分類したうえで、それぞれについて CPUE 標準化を行った。詳細は別途会議文書（FRA-SA2022-SC10-02）に記載しているため、ここでは簡略化した説明のみを行う。

使用したデータは兵庫県の代表漁協（大阪湾、播磨灘）における日別 0 歳魚 CPUE である（ $N=2,111$ ）。コナ狙いとエサ狙いの分類は、コナ・エサ別データの利用が可能であった 2003 年以降の播磨灘代表漁協における日別水揚げ量データと努力量（出漁統数）データ（ $N=530$ ）を使用したロジスティックモデルにより行った。

コナ狙い（ $N=1,573$ ）とエサ狙い（ $N=538$ ）に分類されたデータそれぞれについて年・漁協・体長およびそれらの交互作用効果を含めた一般化線形混合モデルを構築した。AICc 基準でモデル選択を行った結果、コナ狙いでは年・漁協・体長の線形効果、漁協と体長の交互作用、年と漁協の交互作用カテゴリ別の体長の非線形効果が選択された：

$$\log(\mu_i) = \alpha_\mu + \beta_{T_i} + \beta_{A_i} + \beta_L L_i + \beta_{A_i:L} L_i + \varepsilon_{T_i:A_i:L_i}$$

ここで、 μ_i はサンプル i の CPUE（尾数/統数）の期待値、 α_μ は切片、 β_{T_i} はサンプル i の年（ T_i ）の推定値、 β_{A_i} はサンプル i の漁協（ A_i ）の推定値、 $\beta_L L_i$ は推定した体長の線形効果、 $\varepsilon_{T_i:A_i:L_i}$ は一次の自己回帰モデルで推定された年と漁協の交互作用別の体長の非線形効果を表す。一方、エサ狙いのモデルではコナ狙いのモデルから漁協と体長の交互作用を除いたモデルが選択された：

$$\log(\mu_i) = \alpha_\mu + \beta_{T_i} + \beta_{A_i} + \beta_L L_i + \varepsilon_{T_i:A_i,L_i}$$

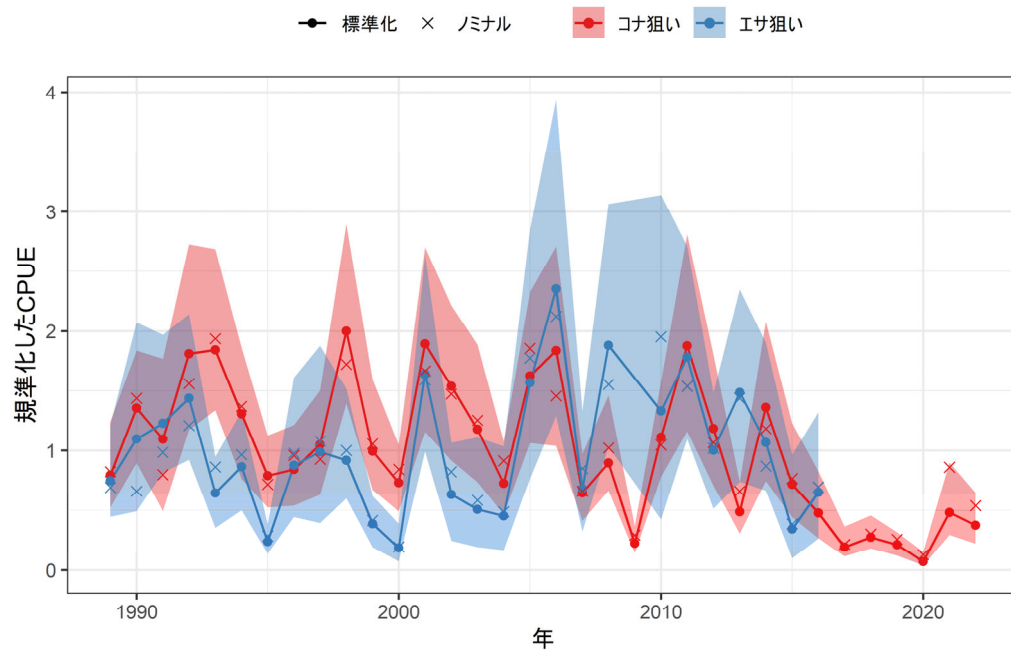
これらの式から、体長効果の年変動を含む項（ $\varepsilon_{T_i:A_i,L_i}$ ）を取り除いたモデルと、体長と体重の関係式を使用し、標準化 CPUE（トン/出漁統数）を求めた（補足図 2-1）。

2005～2013 年にかけてエサ狙いの CPUE がコナ狙いの CPUE を大きく上回っているが、前述したように、エサ狙いの CPUE の上昇には中袋の目合いの変更や漁場の集中といった影響が含まれている可能性が高く、コナ狙いの標準化 CPUE はこれらの影響を取り除くことができたと考えられる。また、エサ狙いの CPUE には利用できない期間（2009 年および 2017 年以降）があることから、本評価ではコナ狙いの CPUE を資源量指標値として使用した。

コナ狙いの標準化 CPUE は、ノミナル CPUE とおおそ似た傾向を示したが、直近 2 年間（2021、2022 年）はノミナル CPUE を下回った。

引用文献

- 庄野 宏 (2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチに関する総説. 水産海洋研究, **68**, 106-120.
- 高橋正知・河野悌昌 (2021) 令和 3 (2021) 年度イカナゴ瀬戸内海東部系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺の漁業資源評価, 水産庁, 水産研究・教育機構, 43pp.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202156.pdf> (last accessed 2022/10/4)
- 西嶋翔太・高橋正知・河野悌昌・安田十也 (2022) 令和 4 (2022) 年度イカナゴ瀬戸内海東部系群の資源評価 狙いとサイズ選択性の変化を考慮した船びき網漁業のシンコ CPUE の標準化. FRA-SA2022-SC10-02



補足図 2-1. 兵庫県代表漁協の水揚げデータから得たコナ狙いとエサ狙いの標準化 CPUE とノミナル CPUE (平均が 1 となるように規準化している) の推移。塗りつぶしは 95 % 信頼区間を示す。なお、2009 年と 2017 年以降のエサ狙いの標準化 CPUE は欠損している。

補足資料3 年齢別漁獲量と年齢別漁獲尾数の推定方法

瀬戸内海湾灘別統計が公表されていた 1989～2005 年の海域・年齢別漁獲量については以下の方法で算出した。

①大阪湾と紀伊水道については 0 歳魚のみが漁獲されるため、0 歳魚のみの漁獲量とした。

②大阪湾の漁獲量から大阪府の漁獲量を減じた残りを兵庫県大阪湾の 0 歳魚漁獲量とした。

③兵庫県の漁獲量から兵庫県大阪湾の漁獲量を減じた残りを兵庫県播磨灘の漁獲量とした。

④播磨灘と備讃瀬戸における 0 歳魚と 1 歳魚以上の漁獲量については、兵庫県播磨灘の代表漁協における銘柄比（シンコ（0 歳魚）とフルセ（1 歳魚以上）の漁獲量比）で香川県、岡山県および兵庫県播磨灘の漁獲量を案分して求めた。

一方、2006 年以降については府県別統計のみが公表されるようになったため、海域・年齢別漁獲量を算出する方法について以下のような変更を行った。

⑤兵庫県播磨灘の代表漁協と兵庫県大阪湾の代表漁協の漁獲量比で兵庫県の漁獲量を案分し、兵庫県大阪湾の漁獲量と兵庫県播磨灘の漁獲量を算出した。

⑥2019 年以降は、兵庫県播磨灘の代表漁協での操業自粛により 1 歳魚以上の水揚げがなかったため、播磨灘と備讃瀬戸における漁獲量を全て 0 歳魚とした。

年齢別漁獲尾数は、年齢別漁獲量を年齢別体重で除して求めた。なお、2 歳魚以上についてはプラスグループとし、その体重を 5.75 g とした。また、0 歳魚の体重は兵庫県による全長－体重換算式（兵庫県 未発表）により算出し、毎年異なる値を用いた。