

[報告] 2020 年と 2022 年の近海かつお一本釣り漁業におけるカツ

オの不漁と特異な体サイズ組成

Poor commercial catches and unusual body size compositions of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* captured by Japanese offshore pole-and-line fishery in 2020 and 2022

水野紫津葉¹⁾ 谷津 明彦¹⁾

Shizuha Mizuno Akihiko Yatsu

1) 水産情報部

要旨：

2020 年と 2022 年の房総から三陸海域における近海かつお一本釣り漁業によるカツオ水揚量は 1975 年以降最低水準で、例年主体となる中型（尾叉長 44～57cm）が少なかった。この現象を探るため、カツオの主要水揚港である気仙沼港と千葉県勝浦港における 2002～2024 年の銘柄別水揚量と成長式により、季節発生群組成に分解した。その結果、主漁期（春～秋）において 2020 年と 2022 年は B 群（春季発生群）と C 群（夏季発生群）の割合が他年より顕著に少なかった。2020 年とそれ以前について詳細に比較したところ、①遠洋かつお一本釣り漁業でも 2020 年はこれら 2 群が少なく、②2017～2020 年の近海かつお一本釣り漁獲物の体サイズ組成の年変動は漁場海面水温の変動では説明できず、③2020 年と 2021 年 1 月に熱帯域（主産卵場）で標識放流されたカツオの再捕率は、2020 年が 2021 年より低かった。これらのことから、2020 年と 2022 年は B 群と C 群の産卵場から日本近海への来遊量が少なかったと考えられた。

キーワード：報告、カツオ、体サイズ組成、気仙沼港、千葉県勝浦港、季節発生群

1. はじめに

太平洋のカツオ *Katsuwonus pelamis* は、その多くが熱帯・亜熱帯域で周年にわたって発生し、¹⁾その一部が日本近海へ複数の経路で来遊する。²⁾カツオは、日本近海では近海かつお一本釣り漁業やまき網漁業などにより漁獲され、主漁場は、2～3 月に亜熱帯海域（北緯 20 度前後）、3～5 月に南西諸島から西日本太平洋側、その後は伊豆諸島海域から常磐沖へと北上し、秋季には三陸・常磐沖の北緯 40 度付近まで分布する。^{1),3)-8)}また、近海かつお一本釣り漁船による生鮮カツオの主な水揚港と時期は、千葉県勝浦港（以下、勝浦港）が 4～7 月、宮城県気仙沼港が 6～11 月であり、⁹⁾両港で日本のカツオ水揚量の約 70% を占める（漁業情報サービスセンターによる集計）。

日本近海に来遊するカツオの尾叉長組成は漁獲時期と海域により異なる。具体的には、4～5 月が主漁期である北緯 25 度以北の伊豆諸島から西日本海域

におけるモードは 40～46cm（体重 1.2～2.0kg）で、6～11 月が主漁期である北緯 25 度以北、伊豆諸島付近以東では、45～51cm（体重 1.8～2.8kg）にモードがある。^{2), 10)}この尾叉長モードの推移をカツオの成長式（図 1）¹¹⁾に当てはめると、日本近海に来遊したカツオは西日本や小笠原・伊豆諸島などを經由するルートで成長しながら北上し東北海域に達すると考えられている。^{2), 12)}さらに、日本近海へ来遊する主群は満 1 歳～1 歳半程度で、²⁾前年の 2～4 月に熱帯～亜熱帯海域で発生した群に由来すると想定される。

2020 年の夏季から秋季における近海かつお一本釣り漁業による生鮮カツオは、例年に比して以下のように特異的であった¹³⁾：①東北主要港（房総～三陸）における 4～12 月の近海かつお一本釣り漁業による生鮮カツオの水揚量が 1975 年以来最低を記録し、②東北海域における近海かつお一本釣り漁業の旬別 CPUE（1 隻・カツオ有漁日数あたり漁獲量）も 7 月

以降 1972～2019 年平均と 2010～2019 年平均を大幅に下回り、③例年の尾叉長組成が中型主体であったのに対し大型と小型に 2 極化した。また、2021 年の近海かつお一本釣漁業による生鮮カツオ水揚量は近年並みとなったが、2022 年は再び不漁となった。

日本近海へ来遊するカツオは発生時期の異なる複数の群れが混在していることから、^{3),11)}群別の発生・来遊状況が漁獲量と漁獲物の尾叉長組成を決定する主要因と考えられる。発生時期の異なる群れについては、二平³⁾の体長組成の解析によって、体長が大きいものから A～E 群の 5 群に分けられた。その後、成長速度が再検討され、日本周辺に来遊するカツオは図 1¹¹⁾に示す XX～E 群の発生時期が異なる 7 群の季節発生群に分けられ、群別の解析が可能となった。

そこで、本研究では主に 2020 年の不漁と漁獲物の特異的な尾叉長組成の関連について検討した。また、日本近海へ来遊する季節発生群の構成の経年変化と群の構成が漁場形成に与える影響を検討し、2020 年と 2022 年の特異性について考察した。

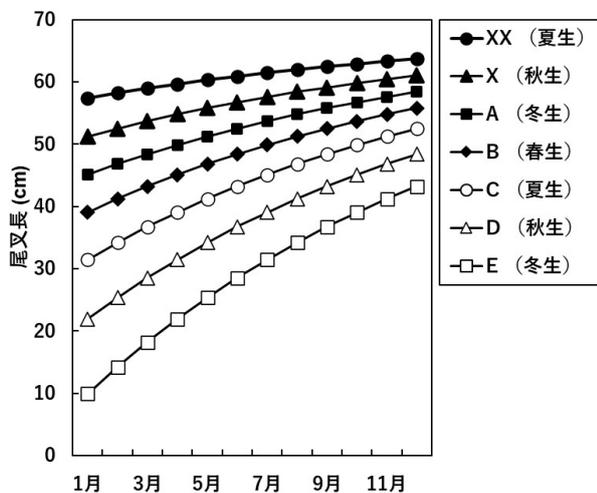


図 1. カツオの季節発生群 (XX～E 群) 別の成長式
白抜きは日本周辺への来遊初年、黒色は来遊 2 年目を示す¹³⁾

2. 材料と方法

2.1 水揚量と季節発生群の組成

気仙沼港と勝浦港における近海かつお一本釣漁業

による生鮮カツオの銘柄 (表 1) 別の水揚量 (kg) は、全国近海かつお・まぐろ漁業協会、気仙沼漁業協同組合および勝浦漁業協同組合が作成した日別の資料によった。期間は銘柄別水揚量が得られた 2002～2024 年としたが、気仙沼港における「小」と「小小」銘柄の定義が 2015 年に若干変更された (表 1)。なお、各港において、水揚物を銘柄別に仕分けしなかった場合や、魚体に傷がある場合は、「込」や「キズ」などに分類されるが、魚体サイズが不明であるため、銘柄別の解析からは除外した。

表 1. 気仙沼港と勝浦港におけるカツオの銘柄別体重範囲

気仙沼港	
銘柄	体重 (kg)
特大3	10.0 kg 以上
特大2	6.0 kg 以上 ～ 10.0 kg 未満
特大	4.0 kg 以上 ～ 6.0 kg 未満
大	3.0 kg 以上 ～ 4.0 kg 未満
中	2.5 kg 以上 ～ 3.0 kg 未満
中小	1.8 kg 以上 ～ 2.5 kg 未満
小(2002～2014年)	1.0 kg 以上 ～ 1.8 kg 未満
小(2015年～)	1.3 kg 以上 ～ 1.8 kg 未満
小小(2002～2014年)	1.0 kg 未満
小小 (2015年～)	1.3 kg 未満

勝浦港	
銘柄	体重 (kg)
特特大	6.4 kg 以上
特々大	4.8 kg 以上 ～ 6.4 kg 未満
特大	3.9 kg 以上 ～ 4.8 kg 未満
大	3.3 kg 以上 ～ 3.9 kg 未満
大中	2.7 kg 以上 ～ 3.3 kg 未満
中	2.2 kg 以上 ～ 2.7 kg 未満
小	1.7 kg 以上 ～ 2.2 kg 未満
小々	1.3 kg 以上 ～ 1.7 kg 未満
極小	0.6 kg 以上 ～ 1.3 kg 未満
極々小	0.6 kg 未満

気仙沼港と勝浦港における生鮮カツオの季節発生群の水揚量構成比は、両港における銘柄別水揚量をもとに、谷津ほか²⁾に従い、von Bertalanffy 成長式^{11), 14)}を用いて月別に銘柄別水揚量を各群に割り振って推定した (図 2)。使用した体重ベースの成長式

は、(1)式と(2)式から求めた。¹⁴⁾

$$L_t = L_\infty \{1 - \exp(-k(t-t_0))\} \quad (1)$$

$$W_t = 5.5293 \cdot 10^{-6} L_t^{3.336} \quad (2)$$

ここで、 k は成長係数 (0.23)、 L_t は四半期令 t における尾叉長 (cm)、 L_∞ は極限尾叉長 (68.44 cm)、 t_0 は尾叉長=0 となる理論上の t (-0.68)、 W_t は t における体重 (kg) である。

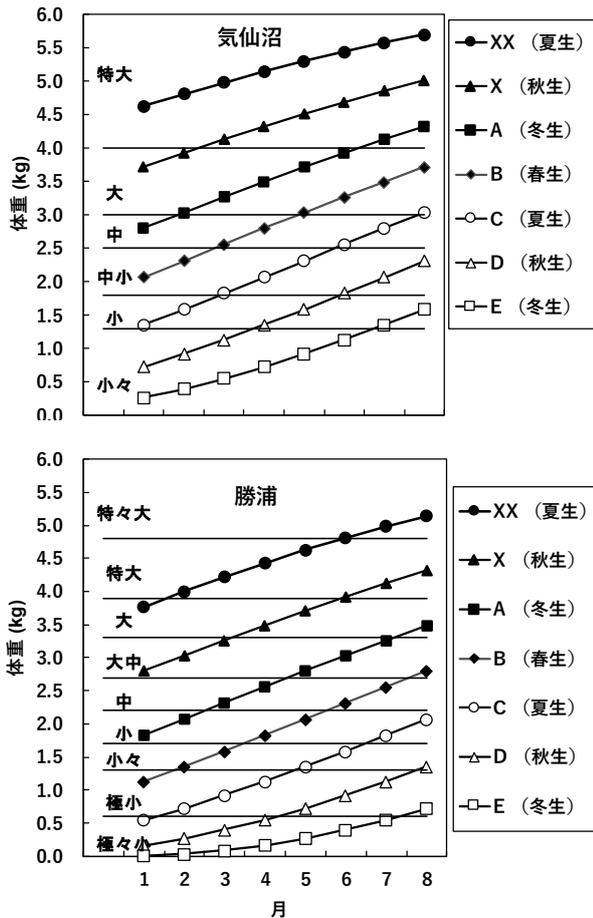


図 2. 気仙沼港と房総勝浦港におけるカツオの銘柄別体重範囲と季節発生群 (XX~E 群) 別の成長式⁹⁾ 白抜きは日本周辺への来遊初年、黒色は来遊 2 年目を示す

このようにして推定された季節発生群の水揚量構成比が年によって異なるかを明らかにするため、群平均法¹⁶⁾による階層的クラスター分析を行った。水揚量構成比を用いた理由は、気仙沼港と勝浦港の水揚量が近年減少傾向にあるため(図 3)、本研究の目的に応じて水揚量の傾向の影響を受けないようにす

るためである。

気仙沼港と勝浦港における近海かつお一本釣漁業による生鮮カツオの水揚量(図 3)は、JAFIC おさかなひろばによる。

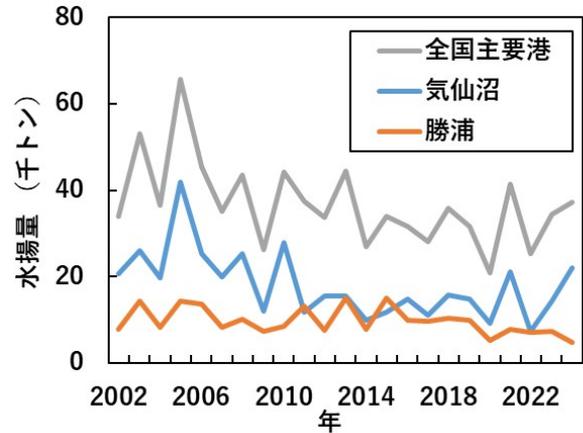


図 3. 近海かつお一本釣漁業で漁獲された生鮮カツオの全国主要港および気仙沼港と勝浦港への水揚量 (2002~2024 年)

また、この構成比を①気仙沼港に近海かつお一本釣漁船が水揚げした生鮮カツオの尾叉長組成および②日本南方の北緯 10~25 度の中南海域と本州東方の北緯 32~43 度、東経 144~180 度の東沖海域¹⁷⁾で日本の遠洋かつお一本釣漁船が漁獲し静岡県焼津港に水揚げした冷凍カツオの尾叉長組成と比較した。なお、焼津港は遠洋かつお一本釣漁船による冷凍カツオの水揚量第 1 位である静岡県の主要港である。¹⁸⁾

2.2 体長組成

2004~2020 年に近海かつお一本釣漁船により気仙沼港に水揚げされた生鮮カツオと 2017~2020 年に遠洋かつお一本釣漁船にて焼津港に水揚げされた冷凍カツオを対象に尾叉長を測定した。測定に用いた試料は、気仙沼では 1 隻あたり 80 個体、焼津港では長期航海に対応して 1 隻あたり 1,200 個体を目安に無作為に抽出した。測定頻度は、水揚状況に応じて、気仙沼では主要水揚時期 (6~11 月) に毎月 20~30 隻、焼津港では 1 年を通じて、毎月 2~3 隻であった。また、気仙沼港の水揚物における平均的

な尾叉長組成と 2020 年のそれを比較するため、2004～2019 年の試料をプールした尾叉長組成に対して相澤・滝口¹⁹⁾の手法を適用し、複合正規分布に分解した。

2.3 竿釣漁場と銘柄組成

漁場形成については、日本近海でカツオが最も北上し生鮮カツオの水揚量が多い時期（8～10 月；JAFIC）における近海かつお一本釣漁船の漁場位置と海面水温の関係および漁場水温と体サイズ別の漁獲の関係を検討した。2017～2020 年 8～10 月の近海かつお一本釣漁船によるカツオの漁場位置および漁場の海面水温（以下、漁場水温とする）と体サイズ別漁獲の関係を推定するため、船名・漁獲日・漁獲位置・漁場水温・銘柄別推定漁獲量の順位を漁船から聞き取った。ここで、ビンナガ主体の操業は解析から除いた。また、海面水温分布図の作成には FRA-ROMS II による再解析値を用いた。²⁰⁾

近海かつお一本釣漁船におけるカツオの銘柄は、小さい順にチン、ピン、極小、小、中、大、特大、特特大の 8 区分があり、操業日毎に漁獲量の多い方から第 1, 2, 3 位の銘柄を記録している。漁船への聞き取りによると、これら銘柄は船上で複数個体についてバネ秤により体重を測定し、漁船間で共通の体重区分に基づき、銘柄を記録しているとのことであった。

船上における日々の漁獲量の記録は、この銘柄別の順位とおおよその総漁獲量であり、上位 3 銘柄の各々の漁獲量は不明である。そこで、漁場水温と体サイズ別漁獲量の関係を把握するため、各船の日々の操業における漁獲量指標値を以下のように求めた。まず、船上における 8 区分の銘柄のうち、チン・ピン・極小を「小々 (ss)」、特大・特特大を「特々大 (xl)」としてまとめ、体サイズ群を 5 区分とした。そして、各操業における第 1, 2, 3 位の体サイズ群にそれぞれ重み付け係数（以下、係数とする）6, 3, 1 を以下の説明のように与えた。小々は 3 銘柄、特々大が 2 銘柄を含むことから、これら体サイズ区分では銘柄数で除して係数 (6, 3, 1) とした。ここで用いた

係数は、気仙沼港における 2017～2020 年 8～10 月の、近海かつお一本釣漁船のほぼ正確に計量された銘柄別（表 1）水揚量から算出した。すなわち、日別・入港船別に、総漁獲量に占める第 1, 2, 3 位銘柄の割合をそれぞれ求め、年別・月別に各順位が占める割合の平均値を算出し、その結果を元に概数として求めた。最後に、各操業日毎に体サイズ群別に係数を体サイズ群の合計係数で除し、当該操業日の漁獲量を乗じて、各体サイズ群の資源量指標値とした。

3. 結果

3.1 水揚量と季節発生群の組成

2002～2024 年の気仙沼港と勝浦港における近海かつお一本釣漁業による生鮮カツオの水揚量の経年変化を図 3 に示した。気仙沼港における水揚量は経年変動が大きく、最高は 2005 年の 41,989 トン、最低は 2022 年の 7,484 トン、次に少なかったのが 2020 年の 9,301 トンであった。勝浦港における水揚量は気仙沼港と比べて年変動が小さく、2015 年の 15,059 トンのピークから減少傾向にあり、2020 年は過去最低の 2024 年に次いで 2 番目に低い 5,329 トン、2022 年はそれに次いで低い 7,214 トンであった。

気仙沼港と勝浦港の生鮮カツオの主要水揚時期を中心とした季節発生群の水揚量構成比について、2002～2024 年における経年変化を図 4 に示した。2002～2019 年の季節発生群は、気仙沼港では B 群（春季発生群）と C 群（夏季発生群）、勝浦港ではこれらに加え XX 群（C 群の 1 年後に相当）が主体となる傾向があった。B 群と C 群を合算した構成比は、2002～2019 年の気仙沼港では 36～80%（平均 59%）であったのに対し 2020 年は 13%、2022 年は 6%、勝浦港では同 34～78%（平均 55%）に対し 2020 年は 7%、2022 年は 6%と著しく小さかった。一方、XX 群の構成比は、2002～2019 年の気仙沼港では 1～22%（平均 6%）であったのに対し 2020 年は 39%、2022 年は 57%、勝浦港では同 10～39%（平均 24%）に対し 2020 年は 56%、2022 年は 54%と著しく大きかった。

これら年別構成比の群平均法による樹形図（デンドログラム）において、両港とも2020年と2022年が他の年とはクラスターを形成しなかった（図5）。なお、気仙沼港における銘柄の定義が2015年に若干変更されたが、変更幅が小さかったこと（表1）や樹系図では2015年以降がクラスターを形成することはなかったため、その影響は無視できると思われる。

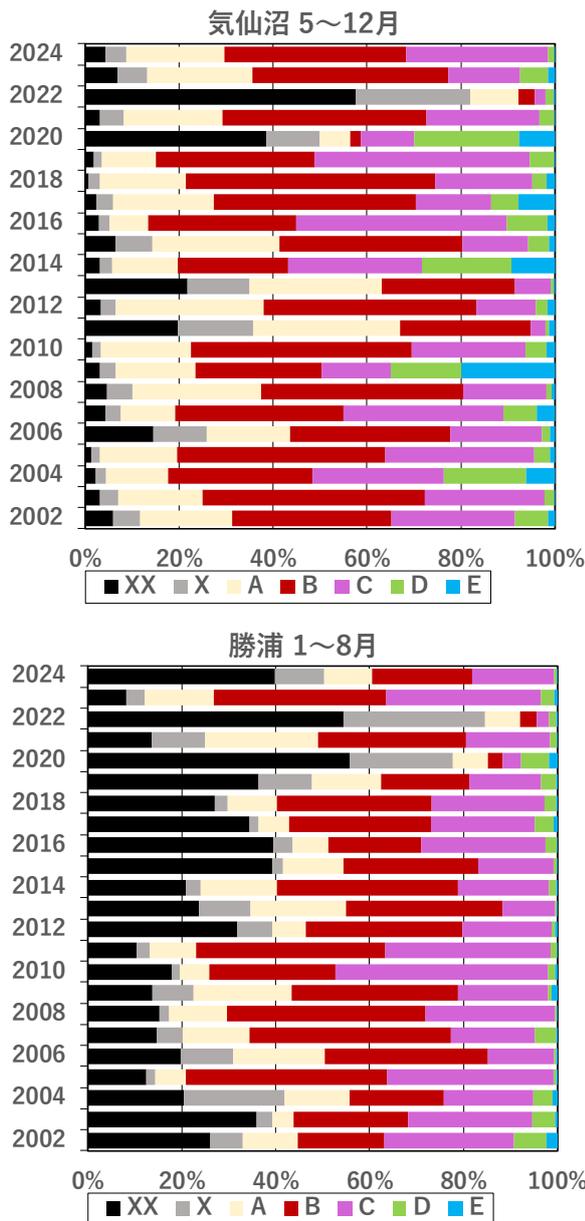


図4. 気仙沼港と勝浦港へ水揚げされた生鮮カツオの季節発生群（XX～E）の構成比（2002～2024年）

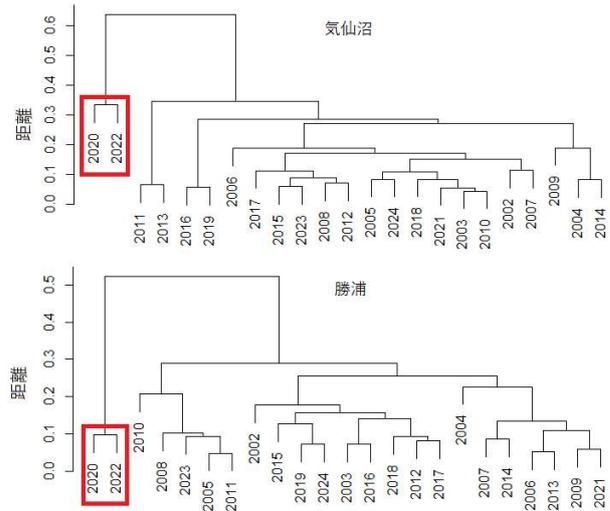


図5. 気仙沼港と勝浦港へ水揚げされた生鮮カツオの季節発生群（XX～E群）の構成比（2002～2024年）に基づきクラスター分析結果 2020年と2022年を赤枠で示す

3.2 体長組成

気仙沼港における2004～2020年のカツオ尾叉長組成は、おおよそ単峰型の年が多かったが、2009年と2017年は明らかな二峰型で、2020年は他の年には見られない度数分布を示した（図6）。そこで、2004～2019年の尾叉長組成について、相澤、滝口¹⁹⁾が最も実用的とした最小二乗法により複合正規分布に分解したところ、3群に分けられた（図7）。主要な正規分布のモードは50cm、95%信頼区間は44～57cmで、2004～2019年におけるこの範囲内の測定個体数の割合は53.5～93.4%（平均82.6%）であったが、2020年は26.3%と極めて少なかった。

2004年以降で尾叉長モードが44cm未満であった年は2014年（43cm）と2020年（41cm）で、2020年は最も小型だった。また、60～70cmの頻度は、2004～2019年が0.1～6.6%（平均1.6%）であったのに対し、2020年は18.4%と極めて多かった。このように、尾叉長44～57cmにモードを持たない2020年の尾叉長組成は過去16年間と比べて特異的であった。なお、上記の主要な正規分布は、気仙沼港の主水揚げ期間である6～11月における各季節発生群の平均尾叉長からみてB群（平均51.8cm）とC群（平

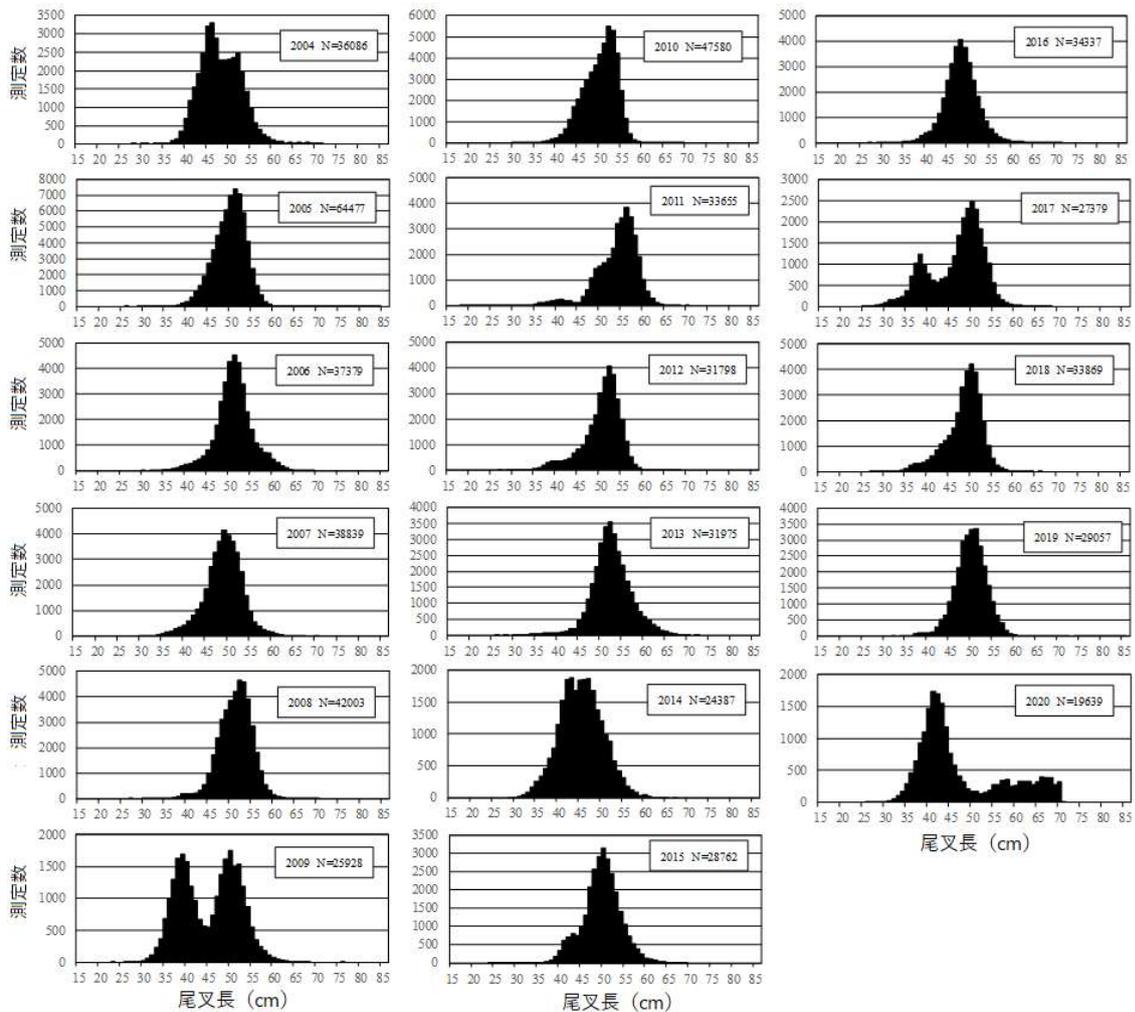


図 6. 本州北東海域（東沖、32～43° N）で漁獲され、気仙沼港へ水揚げされた生鮮カツオの尾叉長組成（2004～2020 年）

均 47.5cm) に相当し (図 1)、2020 年の銘柄組成 (図 4) において B 群と C 群の比率が極めて小さかったことと整合する。

2017～2020 年に焼津港に水揚げされた冷凍カツオの尾叉長組成を 1～5 月 (春季) と 9～12 月 (秋季) の中南海域および 5～10 月 (夏季) の東沖海域に分けて年別に示した (図 8)。春季の中南海域では、2017～2019 年は 40～60cm の割合が比較的多かったのに対し、2020 年には極めて少なかった。夏季の東沖海域では、2017～2019 年は 45～50cm にモードが見られたが、2020 年のモードは 61cm であり、45～50cm は少なかった。秋季の中南海域の尾叉長組成でも 2020 年は 50～55cm (B 群と C 群) のカツオはほとんど見られなかった。このように、45～55cm にピークを持つ冷凍カツオが 2020 年に著し

く少なかった現象は、気仙沼港に水揚げされた生鮮カツオの尾叉長組成と一致していた (図 6)。

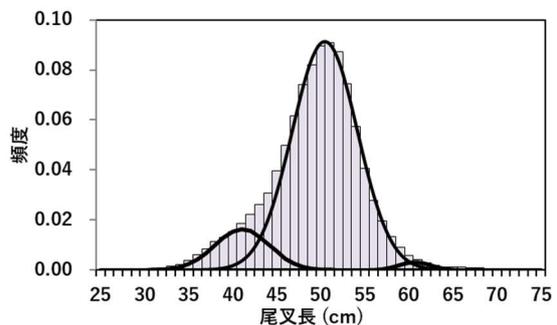


図 7. 2004～2019 年に本州北東海域（東沖）で漁獲され、気仙沼港へ水揚げされた生鮮カツオの尾叉

長組成の混合正規分布への分解

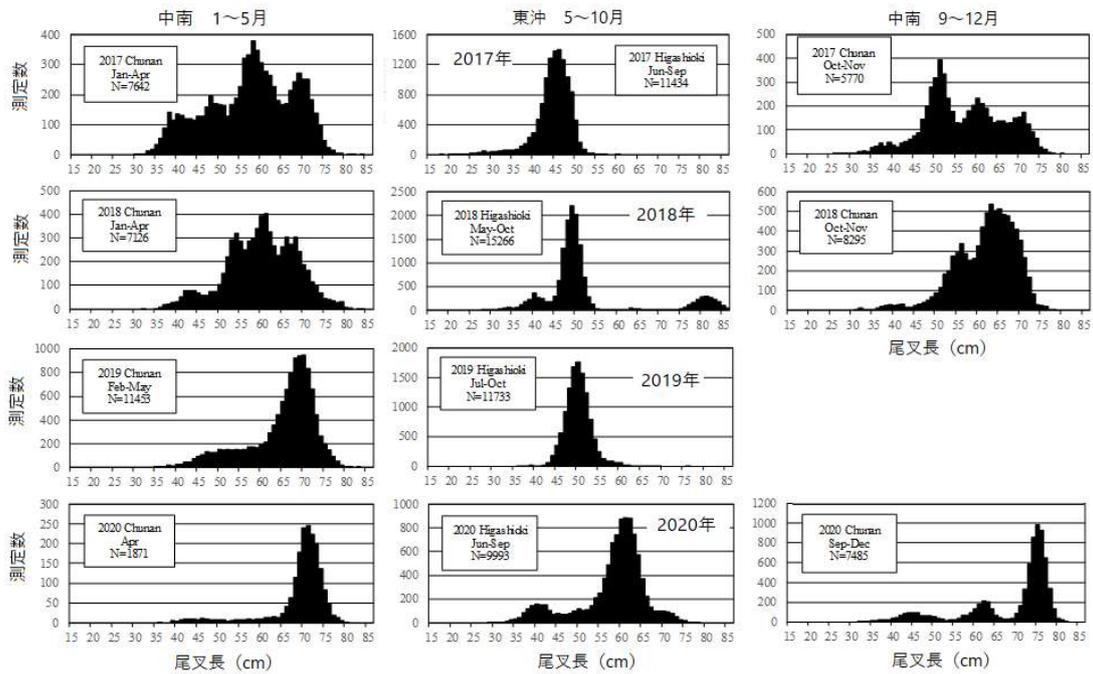


図 8. 本州南方海域（中南、10～25° N）および本州北東海域（東沖、32～43° N）で漁獲された冷凍カツオの尾叉長組成（2017～2020 年）

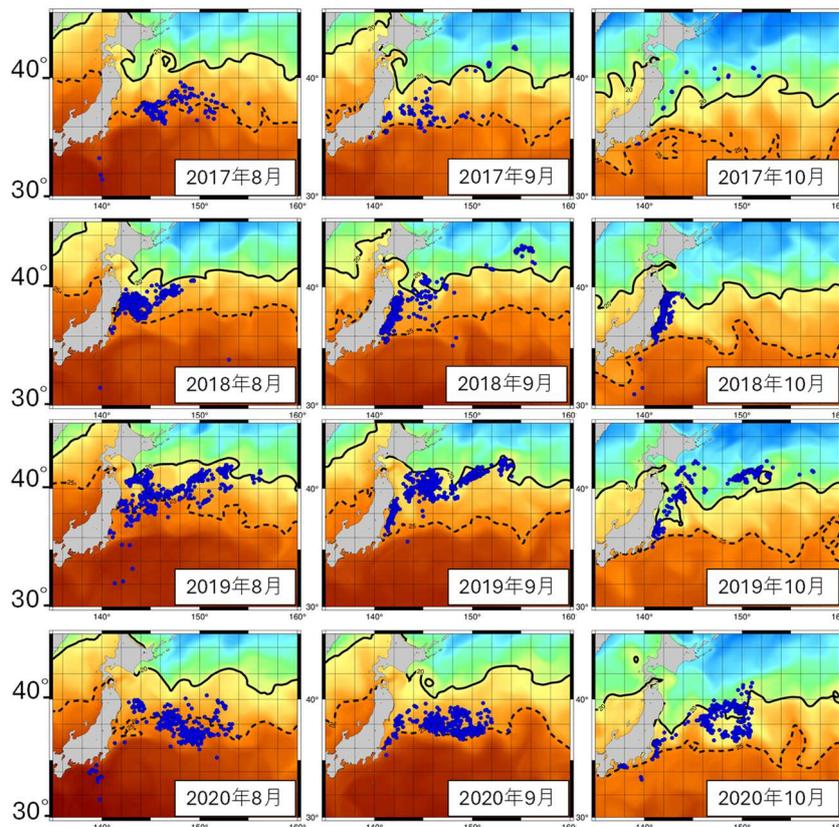


図 9. 2017～2020 年 8～10 月における近海かつお一本釣漁業によるカツオ漁場と海面水温の分布²⁰⁾
(実線：20°C、破線：25°Cの等温線)

3.3 竿釣漁場と銘柄組成

2017～2020年の近海かつお一本釣漁業の8～10月の漁場は、20℃と25℃等温線の間主に形成された。2017, 2018, 2020年はほぼ北緯40度（北緯32～43度）であったのに対し、2019年は北緯40～42度でも多くの操業が行われた点で異なった（図9）。8～10月の漁場北限位置の経年変動の原因としては、道東から三陸海域の8～9月の海面水温の高低が考えられる。2020年の同海域の海面水温は、2019年と同様に2017～2018年と比較して高かった（図9；気象庁²¹⁾）が、2020年8～9月は主漁場が25℃等温線付近に形成され、2018～2019年の漁場水温より高い傾向にあった。ただし、図9の海面水温分布はFRA-ROMSIIの再解析値の1か月平均であり、実際の漁場水温とは若干異なることが想定される。このため、近海かつお一本釣漁船に聞き取った8～10月の漁場水温と体サイズ別漁獲量指標値との関係を図10で検討した。

いずれの体サイズも出現水温が広がったため、ここでは主に漁獲量指標値のピークが見られる漁場水温について検討した。特々大(xl: 体重約4kg以上)と大(l: 体重約3～4kg)の2020年の漁獲量指標値のピークは漁場水温20, 24, 26℃に見られた。中(m: 体重約2.5～3kg)の漁獲量指標のピークは年ごとに異なり、2017年は24, 19℃、2018年は21, 24℃、2019年は22℃、2020年は26, 20℃であった。小(s: 体重約1.3～2.5kg)はいずれの年でも漁獲量指標値が比較的高く、そのピークは2017年には漁場水温24℃、2018年は24, 21℃、2019年は21℃、2020年は24, 22℃であった。小々(ss: 体重約1.35kg未満)は2019年と2020年には比較的多く漁獲され、ピークは高い順に25, 19℃(2017年)、25℃(2018年)、21℃(2019年)、24, 22℃(2020年)であった。

4. 考察

2020年の気仙沼港と勝浦港の水揚量は2002年から2024年において、それぞれ2番目に少なく、6～11月の気仙沼港では例年主体となる尾叉長44～57cm(B群とC群)の出現頻度は低いという点で特

異的であった（図3,6）。また、同年の春季の中南海域（北緯10～25度）、夏季の東沖海域（北緯32～43度）および秋季の中南海域で漁獲されたカツオの尾叉長組成では、B群とC群に相当するピークが見られず、2020年は日本近海に来遊した両群の豊度が著しく低かったと考えられる（図4,6,8）。漁業者からの聞き取りによれば、2020年は例年と異なる銘柄を積極的に漁獲する意図はなかった。これらのことから、2020年の尾叉長組成がカツオの日本近海への来遊状況をほぼ反映していると考えられる。同様に、2022年もB群とC群の来遊が少なかったと推察される（図4）。

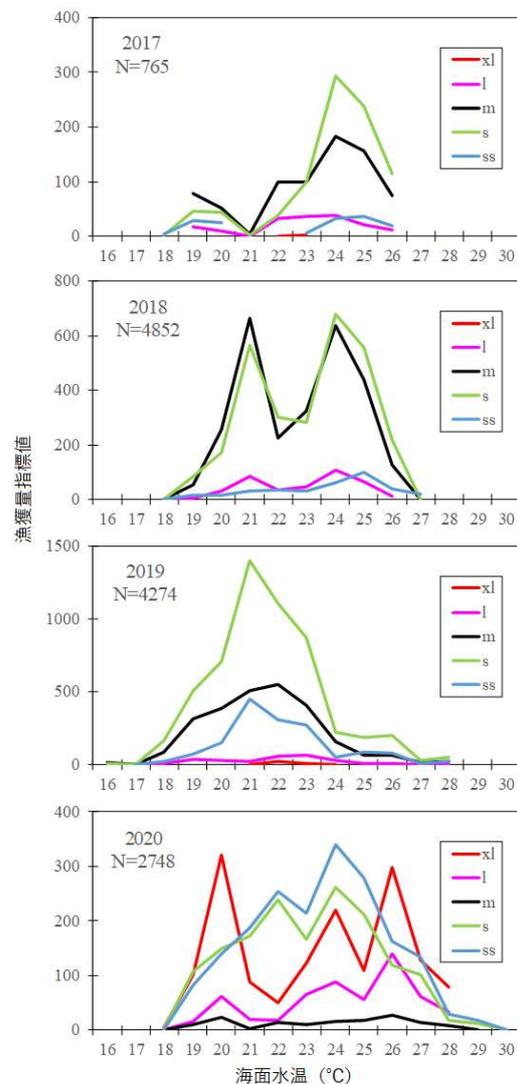


図10. 2017～2020年8～10月における近海かつお一本釣漁業によるカツオの銘柄別漁獲量指標値と海面水温の関係 N: 漁獲量指標値の集計に用いた操業数 xl: 特々大、l: 大、m: 中、s: 小、ss: 小々

二平³⁾は、8～10月のカツオ漁場が海面水温20～26℃に形成されることを報告した。さらに、肥満度が高い個体ほど低水温域で漁獲される傾向に加え、肥満度20以上の個体だけが20℃以下の海面水温に分布することを示した。2017～2020年の8～10月の漁場水温(図9)は、二平³⁾が報告した水温範囲とほぼ一致したが、漁場水温と漁獲量指標値の関係には年変動が大きかった。そのため、肥満度との関係を含め今後の検討が望まれる。

このように、体サイズ別の漁場水温分布は年変動が大きく、海面水温だけでは漁場における体サイズ組成を説明することが困難であった。また、二平³⁾によると、最も北上するカツオは8月に尾叉長45～55cm前後の個体であり、A, B, C群に相当する(図1)。従って、2020年における近海かつお一本釣漁業による生鮮カツオの気仙沼港と勝浦港への水揚量と群構成(図3, 4)から推察されるように、B群とC群の来遊量が少なかったことが漁場位置にも影響したと考えられる。一方、二平³⁾によりA, B, C群ほどは北上しないとされた大型魚(X, XX群)が2020年には低水温域で漁獲された。この原因として、大型魚が2020年に特異的に北上した可能性と、B群とC群が少ないため比較的多かった大型魚を漁船が狙ったことが考えられるが、この原因解明も将来の課題である。

最後に、2020年にB群とC群の来遊量が少なかった要因について若干の考察を行う。主に熱帯域を起原とする西部北太平洋のカツオ資源がどのような条件で日本近海へ来遊するかを明らかにするため、水産研究・教育機構水産資源研究所では熱帯・亜熱帯海域より標識放流調査を実施している。²⁾2020年と2021年1月に熱帯域で標識放流されたカツオの再捕結果によると、2020年は日本近海での再捕は少なかったが、2021年は多く再捕された(水産資源研究所、未発表資料)。放流時の尾叉長が2020年は40cm台(A群とB群の中間的サイズ)、2021年は50cm台(X群に相当)と異なったものの、2020年の中南海域からの日本近海や東沖海域への来遊が少なかった理由の一つとして考えられる。今後、熱帯

域からの来遊状況を季節発生群の視点から整理することにより、日本近海へ来遊するカツオの豊度変動機構の解明を期待したい。

謝辞

気仙沼港と勝浦港における生鮮カツオの水揚量データを提供していただいた一般社団法人全国近海かつお・まぐろ漁業協会、気仙沼漁業協同組合および勝浦漁業協同組合、カツオ漁獲情報の聞き取り調査にご協力いただいた近海かつお一本釣漁船、気仙沼港と焼津港においてカツオの尾叉長組成を測定していただいた水産研究・教育機構水産資源研究所とJAFICの担当者各位、並びに原稿に対する有益なご意見を賜った水産研究・教育機構水産資源研究所の津田裕一博士並びに青木良徳博士、漁業情報サービスセンターの越智洋介博士並びに酒井光夫博士に感謝する。

参考文献

- 1) 芦田拓士：カツオの成長・成熟－カツオは1年で44cmに成長し、周年産卵する、遠洋水産研究所リサーチ&トピックス, 9, 12-18, 2010.
- 2) 清藤秀理：日本近海に来遊するカツオ主群とは？そのルーツ解明へのアプローチ、ななつの海から, 13, 3-5, 2017.
- 3) 二平 章：潮境域におけるカツオ回遊魚群の行動生態および生理に関する研究、東北水研報, 58, 137-233, 1996.
- 4) 清藤秀理：カツオの研究最前線!!データ記録型標識による行動の追跡、FRANEWS, 34, 16-17, 2013.
- 5) 清藤秀理：最新の標識でカツオの行動が見えてきました－カツオは冷たい水が嫌い、FRANEWS, 40, 18-19, 2014.
- 6) 小河道生：近海かつお一本釣り漁業、FRANEWS, 34, 14-15, 2013.

- 7) Aoki Y. et al. : Skipjack migration in the western central Pacific Ocean estimated from the particle tracking simulation with dynamic energy budget model, WCPFC-SC13-2017/ SA-IP-09, 2017.
- 8) 青木良徳 : カツオ. 水産海洋研究, 83, 56, 2019.
- 9) 谷津明彦ほか : 気仙沼港における竿釣漁業による生鮮未成熟カツオ水揚量の子測, 水産海洋研究, 83, 181-190, 2019.
- 10) 大橋慎平ほか : 国際水産資源研究所が保有しているカツオサイズデータの概要, 平成 30 年度カツオ資源会議報告, 292-293, 2019.
- 11) 谷津明彦ほか : 日本近海におけるカツオの「季節発生群」に関する耳石日周輪および標識放流・再捕データ解析による推定成長に基づく再検討, 水産海洋研究, 83, 161-166, 2018.
- 12) 清藤秀理 : カツオの分布・回遊、遠洋水産研究所リサーチ&トピックス, 9, 21-26, 2010.
- 13) 青木良徳ほか : 令和 2 年 (2020 年) の日本近海におけるカツオ漁の特徴, 令和 2 年度カツオ資源会議報告, 143-166, 2021.
- 14) Ochi, D., et al. : A re-consideration of growth pattern of skipjack on the western central Pacific, WCPFC-SC12-2016/SA-IP-08 Rev 1, 2016.
- 15) 清藤秀理 : カツオ 東部太平洋, 平成 27 年度国際漁業資源の現況, 2025/3/21.
http://kokushi.fra.go.jp/H27/H27_29.pdf
- 16) 金 明哲 : 「R によるデータサイエンス (第 2 版)」, 森北出版, 東京, 336pp, 2017.
- 17) 木村拓人 : 遠洋かつお一本釣り漁業, FRANEWS, 34, 12-13, 2013..
- 18) 焼津市 : 焼津港 (焼津地区) , 2025/3/21.
<https://www.city.yaizu.lg.jp/business/suisan-nougyo/fisheries/port/port-about.html>
- 19) 相澤 康, 滝口直之 : MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討, 水産海洋研究, 63, 205-214, 1999.
- 20) 水産研究・教育機構 : FRA-ROMS II, 2025/3/21. https://fra-roms.fra.go.jp/fra-roms/member2/fra_cut.html
- 21) 気象庁 : 日本近海 海域別旬平均海面水温偏差の時系列, 2025/3/21.
http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyo/series/wnpsst_series1.html#sea4

(2025 年 3 月 21 日受理、Ser. No. 25)