

高知県沖浮魚礁におけるカツオの回遊履歴の推定と餌料の評価

Estimation of Migration Patterns and Evaluation of Feeding of *Katsuwonus Pelamis* Around Fish Aggregating Devices Off the Coast of Kochi

當舎親典*・伊藤靖**・三浦浩***・猪狩勝一郎***・梅津啓史***・鈴木航***

Shinsuke TOSHA, Yasushi ITO, Hiroshi MIURA, Katsuichiro IGARI, Hiroshi Umezu and Wataru SUZUKI

* (一財)漁港漁場漁村総合研究所 第2 調査研究部 主任研究員

** (一財)漁港漁場漁村総合研究所 常務理事

*** (一財)漁港漁場漁村総合研究所 第2 調査研究部 部長

**** 水産庁漁港漁場整備部

Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) is caught in the Pacific, the Indian Ocean and the Atlantic around the world ranging from tropical to temperate zones. Japanese coastal waters are a northern limit of the distribution of *K. pelamis*, and multiple migration routes are assumed therein. In Japan, Kochi prefecture, Okinawa prefecture, etc. constructed fish aggregating devices using the habit of gathering around driftage, which contributes to a reduction of fuel consumption and an increase in fishing catch possibilities. On the contrary, effect of the fish aggregating devices for stock enhancement of *K. pelamis* is unknown.

With regard to usage situation of fish aggregating devices by *K. pelamis*, biotelemetry survey which was carried out off the coast of Kochi reveals the residence period of *K. pelamis* in the reefs. However the usage situation of the whole sea area off the coast of the prefecture is unknown. In addition, the contribution ratio of each food is also unknown while diverse organisms such as cephalopod, fish, etc. were confirmed in the stomach contents of *K. pelamis*.

This study estimates the migration patterns of *K. pelamis* that migrates off the coast of Kochi by setting stable carbon/nitrogen isotope ratio as the index of diet record. At the same time, this paper targets to evaluate quantitatively the feeding of *K. pelamis* based on the stable carbon/nitrogen isotope ratio.

Keywords: Katsuwonus pelamis, stable carbon/nitrogen isotope ratio, fish aggregating devices

1. はじめに

カツオ(*Katsuwonus pelamis*)は、太平洋、インド洋、大西洋の熱帯から温帯域にかけてと、世界中で漁獲されている。日本近海はカツオの分布の北限となっており、複数の回遊経路が推定されている¹⁾。

我が国では、カツオ等が漂流物に集まる習性を利用し、高知や沖縄等で浮魚礁が整備され、漁場探索にかかる燃料削減や漁獲機会の増大に寄与している。一方、浮魚礁のカツオの増殖の効果については不明である。

カツオの浮魚礁の利用状況については、高知沖浮魚礁で実施したバイオテレメリー調査によりカツオの滞留期間が分かった²⁾。ただし高知沖全体でのカツオの海域利用については不明である。また、カツオ胃内容物中には頭足類や魚類など多様な生物が確認されている³⁾ものの各餌生物の寄与率については不明である。

本研究では、炭素・窒素安定同位体比を食物履歴の指標に、高知沖に回遊するカツオの回遊経路を推定した。また、炭素・窒素安定同位体比から、カツオの餌料について定量的に評価することを目的とした。

2. 材料と方法

2.1 調査海域

調査海域は、高知県沖に整備された表層型浮魚礁(土佐黒潮牧場、以下、「黒牧」という)とした(図-1)。

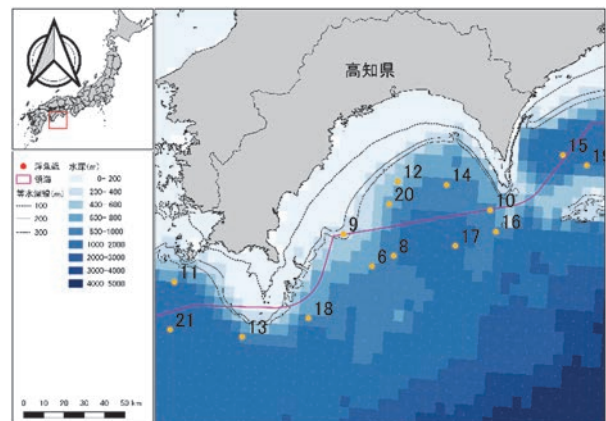


図-1 調査海域

2.2 カツオによる高知沖浮魚礁の利用状況

高知県沖では、15基の大型鋼製表層型浮魚礁が設置されており、主にカツオやマグロ類が漁獲されている。カツオによる浮魚礁の利用状況を把握するため、浮魚礁別の漁獲情報を高知県から収集した。対象とした期間は2009年度から2019年度までであり、15基の浮魚礁における、月別のカツオ、マグロ類(キハダ、メバチ、クロマグロ等)、その他の漁獲量を整理した。

2.3 浮魚礁におけるカツオの餌料

足摺沖の黒牧13号において、2020年6月、10月、2021年4月、7月、2022年6月、11月に、曳き縄釣りによりカツオを採捕した。採捕したカツオの全長、尾叉長を計測、体重を秤量した。カツオの尻鰭付近の筋肉部を切り取り、炭素・窒素安定同位体比の分析まで-20℃で冷凍保存した。また、カツオの胃を摘出し、10%ホルマリンで固定し、胃内容物中の生物を同定した。

カツオの餌料生物として、仔稚魚、小型魚類を採集した。仔稚魚については、黒牧13号を中心とした計2kmにおいて、2022年6月に、丸稚ネット(口径1.3m、目合0.45mm)で表層を水平曳きすることにより試料を採集し、分析まで-20℃で冷凍保存した。

冷凍試料を分析直前に凍結乾燥機により1昼夜以上凍結乾燥した後、乳棒、乳鉢ですりつぶし、粉末状にした。粉末試料約1mgを精密天秤で秤量し、スズコンテナに包み、

分析試料とした。仔稚魚の筋肉部の切り取りが困難な場合には、骨(炭酸カルシウム)由来の無機炭素を除去するために、塩酸処理した。炭素・窒素安定同位体比の分析には、元素分析計と質量分析計(DELTA V Advantage, Thermo Fisher Scientific社製)を組み合わせた装置を用いた。

3. 結果と考察

3.1 カツオによる高知沖浮魚礁の利用状況

黒牧におけるカツオの漁獲量の季節変化を図-2に示す。カツオの主な漁期は春季の4-6月、秋季を中心とした9-12月であるが、冬季においても浮魚礁で漁獲がみられる。春先の漁獲のピークは西側の浮魚礁では4-5月、東側では6月にみられ、カツオが高知沖浮魚礁を利用しながら、東進する様子が窺えた。また、12-3月では特に、土佐湾内や西側の浮魚礁においてカツオが漁獲され、高知県沖の浮魚礁をカツオが周年利用していることが示された。

3.2 高知県沖浮魚礁におけるカツオの回遊履歴

黒牧13号における採集時期別のカツオの体長と肥満度を図-3、日本近海に出現するカツオの体長群別の成長と移動を図-4に示す。2020年6月に13号で採捕したカツオの体長は2021年や2022年に採捕したものより有意に小さく(Tukey法, $p < 0.05$)、肥満度についても2020年6月のカツオでは他の時期に採捕されたカツオに比べて有意に

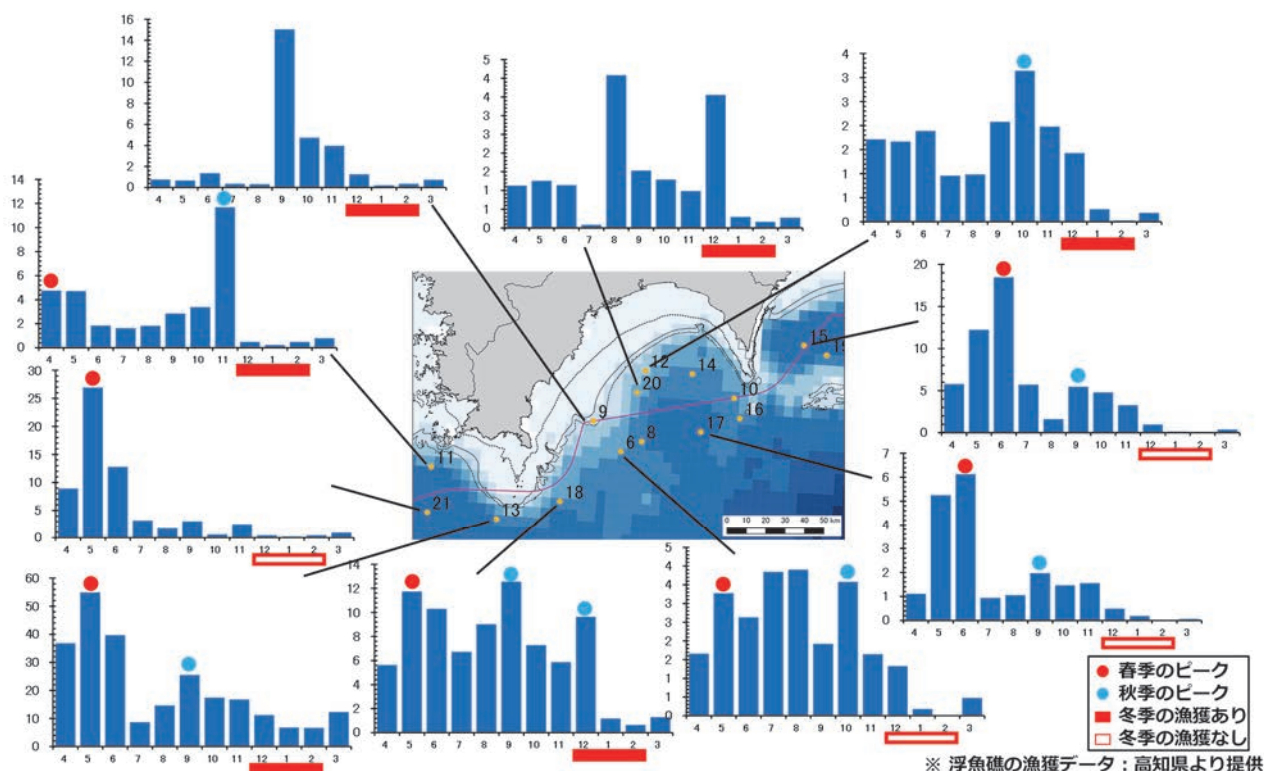


図-2 黒牧におけるカツオの漁獲量の季節変化(2009-2018年平均)

低かった(Tukey 法, $p < 0.05$).

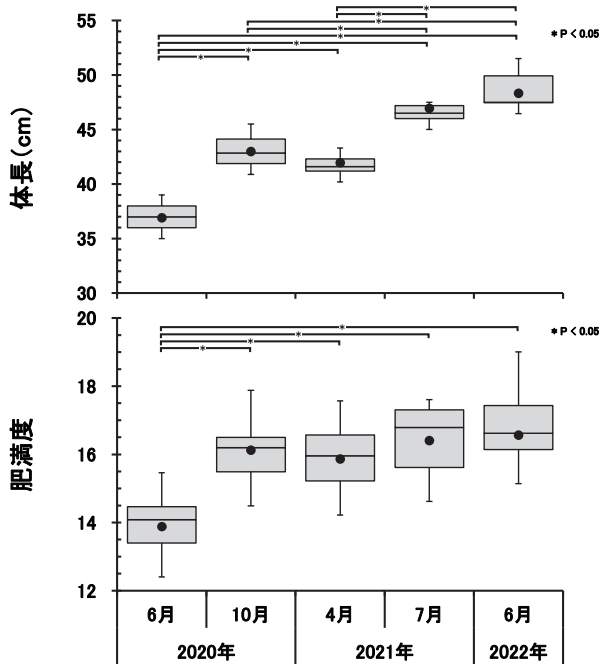


図-3 採集時期別のカツオの体長(上)と肥満度(下)

二平(2009)によるカツオの体長群別の成長を参照すると、2020年に採捕したカツオは、三陸沖から南下し、高知沖等で越冬した個体群(図-4のD群)であると推定される¹⁾。また2021年に採捕したカツオについては、日本近海に來遊する主群であり、南方から回遊してきた個体群(図-4のC群)であると推定される¹⁾。

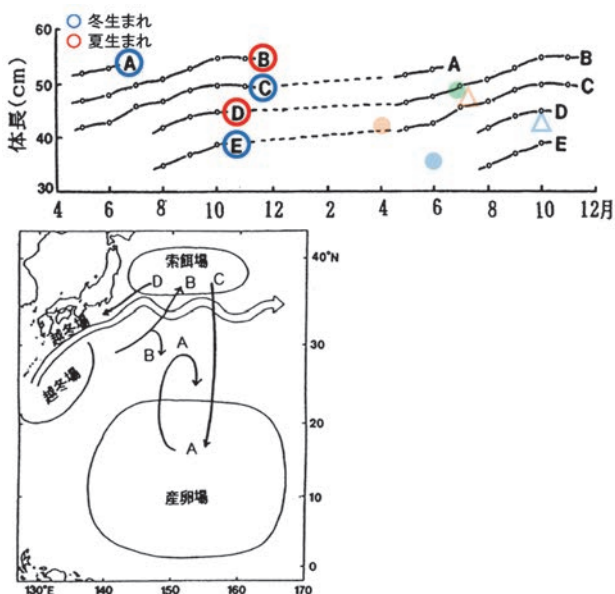


図-4 日本近海のカツオの体長群別の成長と移動¹⁾

これまでの調査の中で黒牧 13 号において採捕されたカツオの全長と炭素・窒素安定同位体比の関係を図-5に示す。

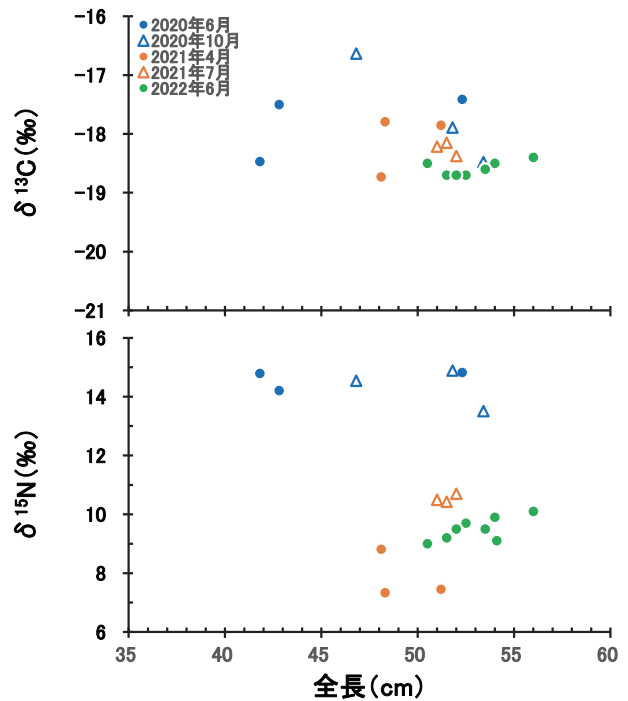


図-5 カツオの全長と炭素・窒素安定同位体比

2020年6月に採捕されたカツオの安定同位体比は $\delta^{13}\text{C}$ -17.8‰ , $\delta^{15}\text{N}$ 14.6‰ であった。2021年、2022年の春季に採捕されたカツオに比べ、2020年6月に採捕されたカツオの $\delta^{15}\text{N}$ は顕著に高かった。三陸沖のツノナシオキアミの安定同位体比は、 $\delta^{13}\text{C}$ -21 から -19‰ , $\delta^{15}\text{N}$ 6.5 から 9.5‰ とされている⁴⁾。これを小型魚類が摂餌し、さらにカツオが小型魚類を捕食すると仮定すると、栄養段階が2つ上がることから、カツオの安定同位体比は、 $\delta^{13}\text{C}$ -19 から -17‰ , $\delta^{15}\text{N}$ 12.5 から 15.5‰ になると考えられる。2020年に採捕したカツオの安定同位体比は、概ねこの範囲内であった。体サイズから2020年6月に採捕されたカツオは三陸沖から南下してきた個体群と推定されたとおり、食物履歴の指標となる炭素・窒素安定同位体比からも、2020年6月のカツオは、夏に生まれ、三陸沖へ來遊、そこで摂餌、成長して、高知沖で越冬した個体群であると考えられる。

2021年6月、2022年6月に採捕されたカツオの安定同位体比は $\delta^{13}\text{C}$ -18.1 ± 0.5 , $-18.6 \pm 0.1\text{‰}$, $\delta^{15}\text{N}$ 7.9 ± 0.8 , $9.5 \pm 0.4\text{‰}$ であった。亜熱帯域(北緯 $20\text{--}30^\circ$)における魚類マイクロネクトン(たとえばハダカイワシ)の安定同位体比は、 $\delta^{13}\text{C}$ 約 -19‰ , $\delta^{15}\text{N}$ 5 から 7‰ とされている⁵⁾。これをカツオが捕食すると仮定すると、栄養段階が1つ上がることから、カツオの安定同位体比は、 $\delta^{13}\text{C}$ -18‰ , $\delta^{15}\text{N}$ 8 から 10‰ になると考えられる。2021年6月、2022年6月に採捕したカツオの安定同位体比は、概ねこの範囲内であった。体サイズからこれらのカツオは、冬に生まれ南方から來遊してきた個体群と推定されたとおり、炭素・窒素安定同位体比からも、2021年6月、2022年6月に採捕されたカツオは、亜熱帯海域から高知沖に來遊してきた個体群であると考えられる。

3.3 浮魚礁におけるカツオの餌料

これまでの調査の中で黒牧 13 号において採捕されたカツオの炭素・窒素安定同位体比を図-6 に示す。

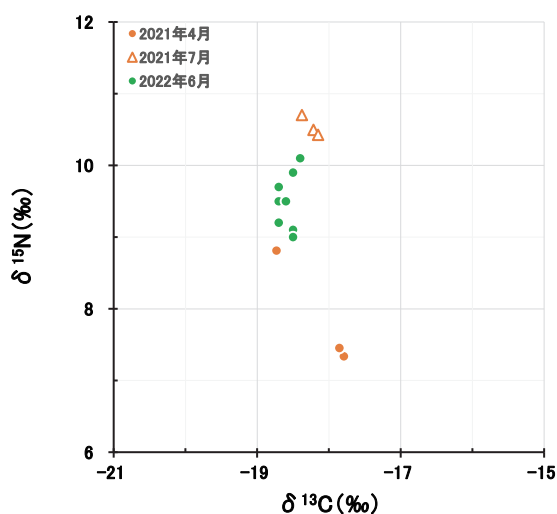


図-6 カツオの炭素・窒素安定同位体比

2021年4月から7月にかけてカツオの安定同位体比は、炭素・窒素ともに高くなった。この間にカツオの体サイズは、平均 5.0cm, 670g 成長していた。また、2022年6月に採捕されたカツオの安定同位体比は、体サイズが大きくなる程、炭素・窒素ともに高くなる傾向がみられた。2021年4月、2022年6月に高知沖の浮魚礁で採捕されたカツオは亜熱帯海域から移動してきた個体群と考えられた。これらのことより、2020年7月に高知沖の浮魚礁で採捕されたカツオは、浮魚礁やその周辺で亜熱帯域に比べて窒素安定同位体比が高い餌料を利用し、成長したと考えられる。

黒牧 13 号において採捕されたカツオが利用する餌料の寄与率を図-7 に示す。Iso Source (Phillips et al. 2003) により、各餌料の寄与率を算出した (Increment : 2%, Tolerance : 0.5)⁶⁾。なお、カツオの炭素・窒素安定同位体比の濃縮係数は、 $\delta^{13}\text{C}$ 1‰, $\delta^{15}\text{N}$ 3‰とした。カツオの餌料の寄与率は、仔稚魚 34%, トビウオ 33%, マイワシ 9%, カタクチイワシ 7%, マアジやマサバ等で約 20%と推定された。

4. まとめ

高知県沖浮魚礁で採捕したカツオの炭素・窒素安定同位体比および体サイズから、カツオの回遊履歴を推定することができた。また、カツオの炭素・窒素安定同位体比の季節変化、体サイズと安定同位体比の関係から、高知沖の浮魚礁でカツオが摂餌し、成長していることが示唆された。さらに、カツオが利用する餌料の寄与率を定量的に評価することができた。

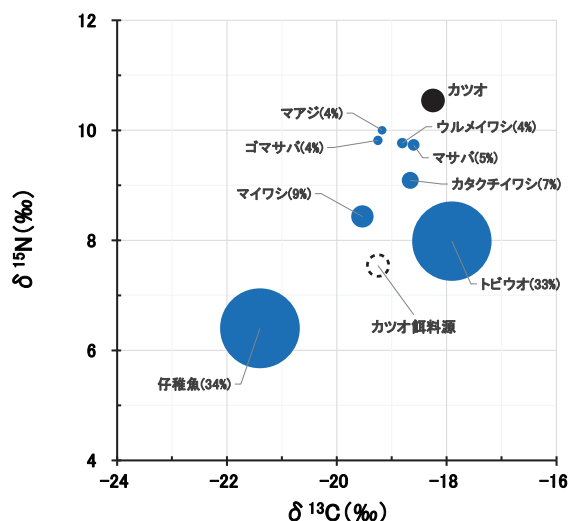


図-7 黒牧 13 号におけるカツオの餌料の寄与率

今後は、これらの結果を活用するとともに、浮魚礁周辺における餌料生物の分布やカツオの滞留期間等に留意して、浮魚礁の増殖効果を検討することが期待される。

謝辞

本研究は、2022年度水産基盤整備委託事業「浮魚礁が有する餌場効果の解明調査」で実施した一部の調査をとりまとめたものである。現地調査の実施に当たっては高知県水産試験場、三洋テクノマリン(株)に、安定同位体比の分析については(株)シャトー海洋調査の関係諸氏にご協力を賜りました。ここに記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 二平章:カツオの回遊生態と資源。東北区水産研究所研究報告, 58, pp.137-233, 2009.
- 2) 堀田秀之・小川達:海区別カツオの食餌組成について。東北海区水産研究所研究報告, 4, 1955.
- 3) 當舎親典・伊藤靖・三浦浩・佐藤英雄・梅津啓史・宮園千恵:浮魚礁とその周辺におけるカツオの行動。2021年度日本水産工学会学術講演会, pp.147-150, 2021.
- 4) 藤原邦浩, 伊藤絹子, 片山知史, 成松庸二, 服部努, 上田祐司, 伊藤 正木:大陸斜面域における底魚類の摂食による同位体効果。平成17年度日本水産学会 東北・北海道合同支部大会 講演要旨集, 2005.
- 5) Sachiko Horii, Kazutaka Takahashi, Takuhei Shiozaki, Fuminori Hashihama, Ken Furuya : Stable isotopic evidence for the differential contribution of diazotrophs to the epipelagic grazing food chain in the mid-Pacific Ocean. Global Ecology & Biogeography, 27, pp.1467-1480, 2018.
- 6) Phillips DL, Gregg JW : Sources partitioning using stable isotopes: coping with too many sources. Oecologia, 136, pp.261-269, 2003.