

茨城県銚田市玉田地区における海産魚食魚3種の食性比較

関拓海*・棗田孝晴**

(2023年8月31日受理)

Comparison of Food Habit of the Three Marine Piscivorous Fishes Sampled from Tamada District in Hokota City, Ibaraki Prefecture

Takumi SEKI* and Takaharu NATSUMEDA**

(Accepted August 31, 2023)

Abstract

This study aimed to compare food habit of the three marine piscivorous fishes (Japanese amberjack, *Seriola quinqueradiata*; Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*; and Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*) using stomach pumping of the 46 specimens via lure fishing in shoreline of Tamada district in Hokota City, Ibaraki Prefecture from October to November 2022. The rate of individuals with vacant stomach (%) varied considerably between Japanese amberjack (27.8%) and Japanese flounder (63.6%). All three fishes predominantly preyed upon Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*. Slopes of maximum prey size (head length) in Japanese anchovy and predator size (Japanese amberjack and Japanese flounder) were positive.

はじめに

近年、世界の水産資源の重要性は人口増加に伴って高まりつつある。このような状況の中で適切な資源管理を行うことは、水産資源の持続的利用を将来に亘って確保するだけでなく、海洋生態系の保全や生物多様性の保全を目的とする上でも重要度が高い課題である。日本の漁業にとっても、水産資源の持続的な利用は重要かつ喫緊な課題である（水産庁 2016）。

日本の沿岸生態系において、ブリ（Japanese amberjack, *Seriola quinqueradiata*）やスズキ（Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*）、ヒラメ（Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*）などに代表され

*茨城大学教育学部（〒310-8512 水戸市文京 2-1-1；College of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）。現所属：銚田市役所（〒311-1592 茨城県銚田市銚田 1444-1；Hokota City Hall, Hokota 311-1592 Japan）。

**茨城大学教育学部動物生態学研究室（〒310-8512 水戸市文京 2-1-1；Laboratory of Animal Ecology, College of Education, Ibaraki University, Mito 310-8512 Japan）。

る魚食性魚類（以下魚食魚とする）は、一般に栄養段階の高い高次捕食者に位置づけられる。これら魚食魚の漁獲量は近年減少する傾向がみられ、例えば日本のスズキの漁獲量は2012年では8,600tであったのに対し、2021年では5,700tにまで減少している（農林水産省2022）。茨城県においても、県内重要魚種に指定されているヒラメの漁獲量は1973年（582t）以降次第に減少し、1983年に117tにまで落ち込んだが、種苗生産技術の進展に伴って人工種苗のヒラメが大量に入手できるようになり、同県では1981年から人工種苗を用いたヒラメ稚魚の標識放流実験を行なっている（二平ほか1988）。これらの魚食魚は我々の食生活とも馴染みが深い魚種であるため、彼らの漁獲量の減少を防ぎ、持続的に利用可能な漁業を実現することは大変重要である。

ブリやヒラメなどの魚食魚は、養殖漁業や栽培漁業の対象魚種となる場合が多いため、天然水域における彼らの食性の把握を通じて、摂餌効率の向上に伴う成長や生産量の増加が期待される。このため、日本の各地ではブリやヒラメなどの沿岸性魚食魚の食性に関する研究は多くある（三谷1958a, 1958b；畑中・関野1962；宮原ほか1995；山田ほか1998；片山ほか2007；Tomiyama and Kurita 2011）。いっぽう、茨城県沿岸における先行研究では、標識放流したヒラメやスズキの再捕率や成長、行動様式などについて明らかにされている（高瀬1982；二平ほか1988；小松2006）が、天然水域におけるこれら魚食魚の食性に着目した研究はまだ少ない。魚食魚の食性は餌料生物の資源量の変動による影響を受けることが指摘されている（三谷1958a）ため、当該地域における魚食魚の食性の知見は、その地域の養殖漁業や栽培漁業における給餌などの場面にも資することが期待される。

そこで本研究は、茨城県沿岸におけるブリ、スズキ、ヒラメの海産魚食魚3種に着目し、彼らの食性を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

本研究は茨城県銚田市玉田地区で魚食魚採集調査を行った（図1）。当該地区は、大洗岬から南南東に緩やかな弓状の曲線を描いて利根川河口に至る緩傾斜砂浜海岸である、鹿島灘海岸の北部に位置する（久保1989）。

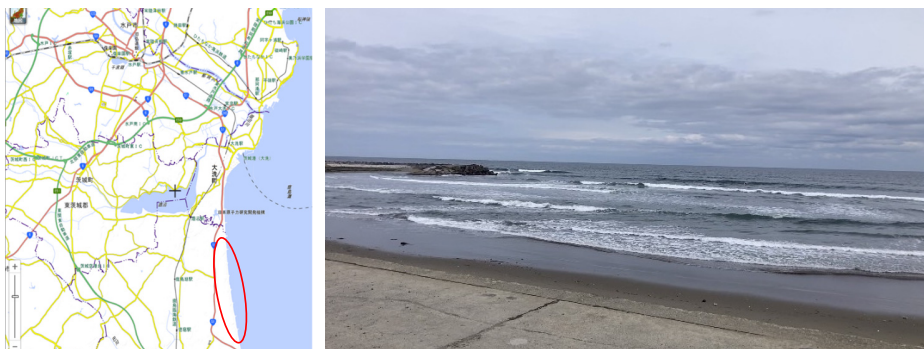


図1 本調査地点の位置図（赤枠で囲った範囲）及び玉田地区の風景（2022年6月23日撮影）
（地図は地理院地図（電子国土Web）<https://maps.gsi.go.jp>より引用）

本調査に先立ってストマックポンプの有用性を検証するため、春季から夏季（概ね6-9月）にかけて胃内容物調査の予備調査を行った。予備調査では、1) 胃内へ水を送った後、水と共に胃内容物を吸い取る形と、2) 胃内へ多量の水を送り、水を逆流させることで胃内容物を吐き出させる形の二つの形について検証した。この結果から、より有用性が高かった後者を本研究ではストマックポンプとして採用した。

本調査は2022年10月1日から2022年11月30日までの2ヶ月間(61日間)のうち、38日間行った。採集調査は、砂浜からのルアーフィッシング(10.75ftの釣竿を用い、砂浜から沖に向かって100m程度ルアー(疑似餌)を投げ、魚食魚を採集)によって行った。いずれの調査も安全面に考慮して、周辺域の状況を見わたすことができる日中(午前4:00-10:00)に採集を行なった。採集した魚食魚は、吉野(1997)を用いて魚種を同定後、湿重量(以下体重とする)を電子天秤(高森コーキ株式会社 world boss : DWP-005)で100gの精度で測定するとともに、メジャーを用いて体サイズを0.5cmの精度で測定した。スズキとブリに関しては、予備調査で尾鰭の先端が欠損した個体が見られ、この部位の欠損の有無による全長の測定には個体間で差異が出ると考えられたため、尾鰭欠損による測定への影響が少ない尾叉長を体サイズとして測定した。ヒラメに関しては鰭の欠損も少なく、個体差の影響も大きくないとみなされた事から、体サイズとして全長を測定した。体サイズと体重を測定した後に、ストマックポンプを用いて魚食魚の胃内に水を送り、吐き戻しをさせることによって胃内容物を採集した。ストマックポンプは、マルハチ産業の蓄圧式噴霧器マイスター(容量:2L、型番:No2260)に別途長さ35cmの延長ノズル(噴出口直径:6mm)を付け、魚の内蔵を傷つからないように噴出口周りを薄いゴムで覆った後、胃に水を送り込む形のを自作した(図2)。



図2 本研究で使用したストマックポンプ
(撮影日:2023年1月3日)

ストマックポンプの水を胃内へ流し込み、胃から水の逆流が始まってから30秒ほどで胃内容物を採集することができた(関 未発表)ため、胃からの水の逆流開始から概ね30秒後までの間に吐き戻された胃内容物を採集した。その際に胃内容物を採集することができなかった個体を、本研究

では空胃個体とした。全ての採集個体は、胃内容物採集後に調査地の海域に放流した。

胃内容物はポリボトルに入れて持ち帰った後、吉野（1997）を用いて魚種を同定するとともに種ごとに個体数を計数したうえで、デジタルノギス（シンワ測定：型番 19976）を用いて各個体の頭長を 0.01mm の精度で測定した（図 3）。測定箇所を頭長とした理由は、魚食魚の胃内の消化酵素によって内容物の一部が消化されている場合が多く（図 3）、頭部は其中でより原型を留めている箇所と考えられたためである。



図 3 胃内容物の頭長の測定箇所（赤線で示された部分を測定）

左側：ウルメイワシ（2022 年 10 月 22 日撮影）

右側：カタクチイワシ（2022 年 11 月 5 日撮影）

魚食魚採集時における気象条件を評価するため、調査日（38 日間）を 1) 魚食魚を採集できた日（18 日間）と 2) 魚食魚を採集できなかった日（20 日間）とに二分した。次に調査地に近い鹿嶋（茨城県）の各日の平均風速（m/s）の値（気象庁 <https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>），および鹿嶋港（茨城県）の各日の平均有義波高（m）の速報値（国土交通省港湾局 全国港湾波浪情報網ナウファス <https://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/index.html>）のデータをそれぞれ入手した。これらのデータに基づいて、魚食魚が採集できた日と採集出来なかった日の平均風速と平均有義波高の比較および両変数の相関について、それぞれwelchのt検定（両側）及び無相関の検定（Pearsonの相関係数 r ）を用いて有意性を検証した。

空胃個体と非空胃個体との体サイズの違いを検証するため、魚食魚種ごとにMann-WhitneyのU検定を行った。次に魚食魚の体サイズと体重との関係について、本研究は先行研究（角田 1979）に倣い、体サイズ（ L ）と体重（ W ）の値をアロメトリー式（ $W = aL^b$ ）に当てはめて、その回帰式と決定係数（ R^2 ）を算出した。魚食魚の体サイズとその胃内の被食魚の頭長（魚食魚の胃内から採集できた被食魚種ごとの最大個体を代表値として用いた）との関係について、Spearmanの順位相関係数（ r_s ）を用いて相関分析を行った。これらの統計解析にはR version 4.3.0（R Core Team 2023）を用いた。

結果

調査日全体において、各日の平均風速（ $2.26\text{m/s} \pm 0.87\text{SD}$ ，範囲：1.1 – 4.4m/s）と日平均有義波高（ $1.76\text{m} \pm 0.56\text{SD}$ ，範囲：0.56 – 2.84m）の間には有意な正の相関が認められた（無相関の検定， $r = 0.411$ ， $p = 0.010$ ， $n = 38$ ，図 4）。魚食魚を採集できた日の平均風速（ $1.89\text{m/s} \pm 0.48\text{SD}$ ，範囲：1.1m – 3.2m/s， $n = 18$ ）は、採集できなかった日の値（ $2.59\text{m/s} \pm 1.02\text{SD}$ ，範

囲：1.1m - 4.4m/s, n=20) よりも有意に小さかった (Welchの t 検定 (両側), $t=2.71$, $df=27.57$, $p=0.011$)。平均有義波高についても, 魚食魚を採集できた日の値 ($1.41\text{m} \pm 0.51\text{ SD}$, 範囲: 0.56 - 2.60m, n=18) は, 採集できなかった日の値 ($2.07\text{m} \pm 0.40\text{ SD}$, 範囲: 1.43 - 2.84m, n=20) よりも有意に小さかった (Welchの t 検定 (両側), $t=4.34$, $df=32.25$, $p=0.00013$)。

平均風速と平均有義波高との間の相関係数について, 魚食魚の採集成否の場合ごとに分けてみると, 採集できた日 ($r=0.26$, $n=18$), 採集できなかった日 ($r=0.27$, $n=20$) とともに正の相関を示したが, その相関係数は有意ではなかった (無相関の検定, 採集できた日: $p=0.30$, 採集できなかった日: $p=0.26$)。日平均風速が 3.2m/s, 日平均有義波高が 2.09m をともに超える日では, 魚食魚を採集できなかった (図 4)。

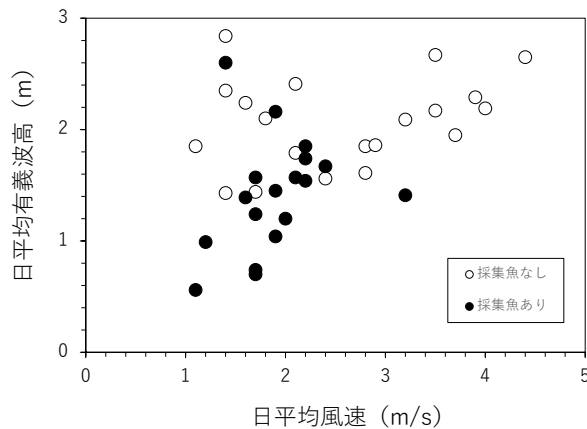


図 4 調査日の日平均風速と日平均有義波高のプロット
および魚食魚採集の成否

本調査では, ブリ, スズキ, ヒラメの 3 種を計 46 個体採集した。ブリが最も採集個体数が多く (18 個体), 次いでスズキ (17 個体), ヒラメ (11 個体) の順であった。魚食魚 3 種における体サイズと体重の回帰について, 3 種とも体サイズ (L) と体重 (W) のアロメトリー式 $W = aL^b$ に当てはめることができ, 3 種の体サイズと体重の回帰式の決定係数 (R^2) は 0.9067 - 0.9754 の範囲であった (図 5)。

魚食魚 3 種の空胃個体の比率は, ブリ (5/18 個体: 27.8%) とスズキ (6/17 個体: 35.2%) では比較的 low, 底生のヒラメ (7/11 個体: 63.6%) は他の 2 種と比べて相対的に高かった。スズキでは空胃個体 ($48.3\text{cm} \pm 3.6\text{ SD}$, 範囲: 44.5 - 54.5cm, n=6) と非空胃個体 ($60.7\text{cm} \pm 6.4\text{ SD}$, 範囲: 51.5 - 71.0cm, n=11) の体サイズに有意差が認められた (Mann-Whitney U 検定, $p=0.0021$)。ブリとヒラメの 2 種では, 空胃個体 (ブリ: $45.5\text{cm} \pm 5.3\text{ SD}$, 範囲: 38.5 - 51.0cm, n=5; ヒラメ: $44.4\text{cm} \pm 12.1\text{ SD}$, 範囲: 30.0 - 66.5cm, n=7) と非空胃個体 (ブリ: $41.4\text{cm} \pm 3.8\text{ SD}$, 範囲: 34.5 - 47.5cm, n=13; ヒラメ: $46.5\text{cm} \pm 9.2\text{ SD}$, 範囲: 37.5 - 56.5cm, n=4) の体サイズに有意差は見られなかった (Mann-Whitney U 検定, ブリ: $p=0.10$, ヒラメ: $p=0.79$)。

本調査では, 種が同定できたカタクチイワシ (Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*), ウルメイ

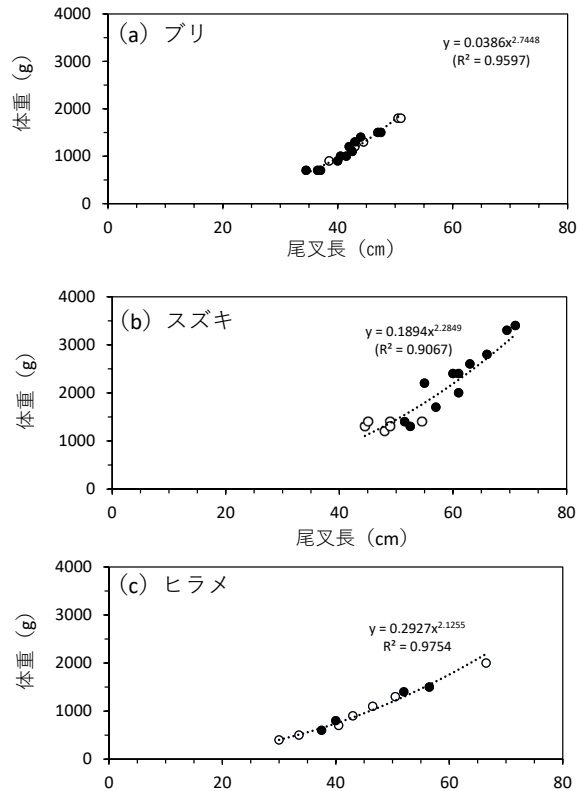


図5 魚食魚3種（a：ブリ，b：スズキ，c：ヒラメ）の体サイズと体重の回帰直線と回帰式（○：空胃個体，●：非空胃個体）

ワシ (round herring, *Etrumeus micropus*), マイワシ (Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*) のイワシ類3種以外にイワシ類の稚魚 (シラス) やイカ類も採集された。しかし採集された全46個体中、シラスはブリ2個体 (いずれもシラスのみ捕食), イカ類はヒラメ1個体 (イカ類のみ捕食) のみで確認されたことに加えて、いずれの分類群とも体サイズが小さく、頭長の測定が困難だった

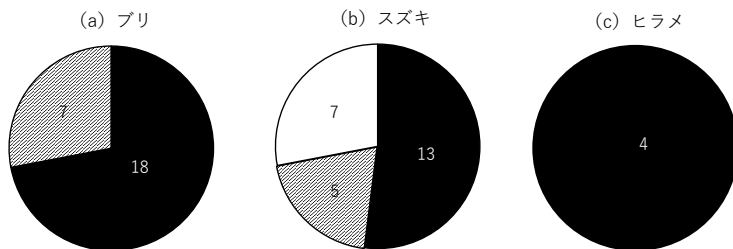


図6 ブリ (a), スズキ (b), ヒラメ (c) の胃内容物におけるイワシ類3種の個体数比組成 (■: カタクチイワシ, ▨: ウルメイワシ, □: マイワシ) 円グラフ内の数字はイワシ各魚種の個体数を示す

ことから、これらの餌料生物のみを捕食していた魚食魚3個体（ブリ2個体，ヒラメ1個体）を胃内容物組成の解析対象から除外した。魚食魚の胃内容物組成に占める割合（当該被食魚種の個体数/被食魚の全個体数）は、いずれもカタクチイワシが最も高かった（ブリ：72%（18/25個体），スズキ：52%（13/25個体），ヒラメ：100%（4/4個体），図6）。カタクチイワシ以外の魚種として、ブリはウルメイワシ（28%、7/25個体）、スズキはウルメイワシ（20%、5/25個体）とマイワシ（28%、7/25個体）をそれぞれ捕食していた（図6）。

魚食魚3種の体サイズとその胃内から採集されたカタクチイワシの頭長の相関係数の傾きは、ブリとヒラメでは正、スズキでは負であったが、相関係数はいずれも有意ではなかった（ブリ：Spearmanの順位相関係数 $r_s=0.37$ 、 $n=8$ 、 $p=0.37$ 、スズキ： $r_s=-0.26$ 、 $n=6$ 、 $p=0.66$ 、ヒラメ： $r_s=0.50$ 、 $n=3$ 、 $p=1.0$ 、図7a-c）。ブリとスズキの体サイズとウルメイワシの頭長の相関係数の傾きはともに正であり、ブリの体サイズとウルメイワシの頭長との間には有意な正の相関が認められた（ブリ： $r_s=0.89$ 、 $n=6$ 、 $p=0.03$ 、スズキ： $r_s=0.80$ 、 $n=4$ 、 $p=0.33$ 、図7a, b）。スズキの体サイズとマイワシの頭長との間の相関係数の傾きは負であったが、その相関係数は有意ではなかった（ $r_s=-0.40$ 、 $n=4$ 、 $p=0.75$ 、図7c）。

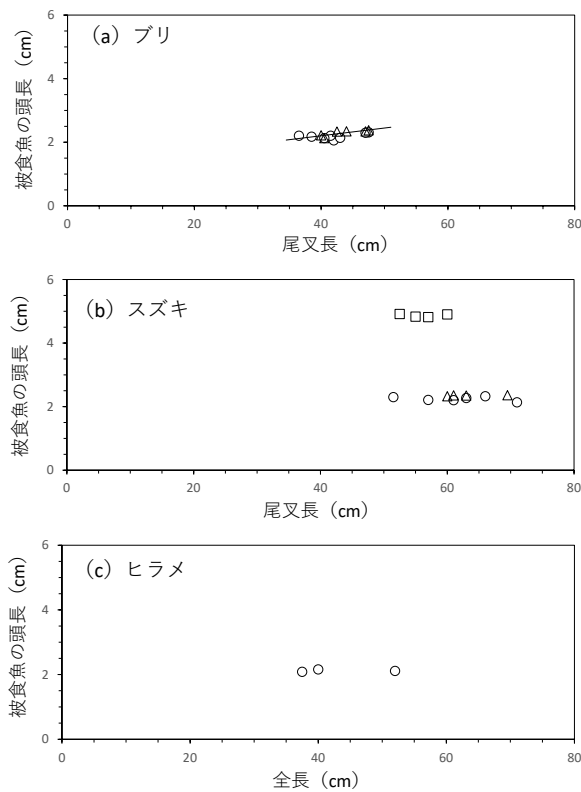


図7 魚食魚3種（a：ブリ，b：スズキ，c：ヒラメ）の体サイズと胃内の被食魚の頭長との関係
（○：カタクチイワシ，△：ウルメイワシ，□：マイワシ）

考察

調査日（38日間）における各日の平均風速と日平均有義波高との間には有意な正の相関が認められ、魚食魚を採集できなかった日（20日間）の平均風速と平均有義波高は、採集できた日（18日間）よりも有意に大きかった。波浪の発達を評価する際には、風速だけでなく吹送時間と吹送距離も考慮する必要がある（高野 2011）が、平均風速や平均有義波高の上昇を伴う天候の悪化は、沿岸からのルアーフィッシングによる魚食魚採集の成否に影響を及ぼしていることが示唆される。ルアーフィッシングは、風や波浪の影響を大きく受けるため、ルアーをつなぐ糸が風に煽られてしまうことにより、魚からのアプローチを感じづらくなる事やルアーの飛距離が落ちてしまうことが起きる（高橋 2021）。このため、平均風速や平均有義波高が相対的に高かった日に魚食魚の採集ができなかった可能性がある。また天候条件の悪化による沿岸部への影響は、水深が浅い水域ほど大きくなる（福濱 2007）。特に茨城県銚田市の調査地付近の沿岸は遠浅の地形をしており（久保 1989）、岸に近い沿岸域は風速や有義波高の増加を伴う天候条件の悪化による影響をより受けやすいと考えられる。このため、魚食魚自体がルアーフィッシングをおこなえる範囲（海岸線から概ね 100m まで）の沿岸域からルアーの届かない沖合に移動したため、魚食魚を採集できなかった可能性も考えられる。

本研究対象とした魚食魚 3 種の胃内容物組成は、どの種もカタクチイワシを捕食している割合が高かった。このことから、茨城県銚田市の調査地付近における魚食魚の主な捕食対象魚種はカタクチイワシであることが示唆される。他の水域においても、ブリやヒラメなどの魚食魚における主な捕食対象魚種がカタクチイワシであることが報告されている（宮原ほか 1995；竹野 2010；森 2015）。もっとも本研究の調査期間は、秋季の 2 ヶ月間（10 - 11 月）に限られている。ブリ胃内の食餌構成種の季節的变化を調査した三谷（1958a）は、胃内容物の重量比に基づく主な食餌構成種が春季（3 - 5 月）ではカタクチイワシとマイワシ、夏季（6 - 8 月）と秋季（9 - 11 月）ではマアジ（*Trachurus japonicus*）、冬季（12 - 2 月）ではマアジ、スルメイカ（*Todarodes pacificus*）、イワシ類というように季節によって大きく異なることを指摘している。また福島県の常磐海域におけるヒラメは周年、カタクチイワシを主に摂食するが、カタクチイワシを利用できない時期に福島県の北部では主にイカナゴ（*Ammodytes personatus*）を摂食することが報告されている（Tomiyama and Kurita 2011）。これらのことから、カタクチイワシが通年的に当該地区における魚食魚の主な捕食対象魚種であるかについては更なる調査が必要である。

本研究における魚食魚の空胃率は、3 種間で大きな差異が見られ、ブリで最小値（27.8%）、ヒラメで最大値（63.6%）を示した。この結果は各魚食魚の食性、摂食行動や生息場所利用様式の違いに因るものと考えられる。ブリの幼若年魚は、高年魚よりも成長のためのエネルギー源をより必要とするために摂食行動が盛んであり、空胃率が低いことが報告されている（三谷 1958b）。本研究で採集されたブリの体サイズ（尾叉長：34.5cm - 51.0cm）の範囲は、三谷（1958b）で示された幼若年魚の体サイズの範囲（体長：10 - 50cm）に概ね該当することから、本研究におけるブリの低い空胃率（27.8%）は、幼若年魚の高い摂食活性を反映したのと考えられる。

本研究におけるスズキの空胃率は 35.2% であった。スズキの空胃率は体サイズの増加に伴って上昇し、松島湾のスズキの空胃率は 0 歳魚（体長 1.8 - 12.9cm）で 9.4%、1 歳魚（体長 17.6 -

27.0cm)で41.2%に達することが報告されている(畑中・関野1962)。本研究で採集されたスズキの尾又長(範囲:44.5-71.0cm)は、5歳以上の成魚(尾又長50cm以上:加藤・池上2004)に概ね該当すると考えられる。スズキは概ね全長15cmを超えると魚食性の傾向が強まり、成長に伴って食物の体サイズも増大するため、より大型となる成魚では空胃率が高くなると考えられる(畑中・関野1962;本多ほか1997;橋本・中臺2021)。いっぽう荒川下流沿岸域でルアーフィッシングによるスズキ(尾又長:19.9-66.1cm)の胃内容物を調査した橋本・中臺(2021)は、スズキの空胃率に性差(雄:25.0%,雌:61.0%)があることを指摘している。また、東京湾におけるスズキ(全長:37.0-76.5cm)の胃内容物調査をおこなった森(2015)は、採集方法によるスズキの空胃率の相違(ルアーフィッシング:31.8%,巻き網:14.3%)を報告している。スズキの空胃率の評価にあたっては、体サイズや発育段階に加えて性別や採集方法による違いも検証する必要があると考えられる。

ヒラメの空胃率(63.6%)は、本研究対象とした魚食魚3種の中で最も高かった。生活史の初期段階で変態をおこなうヒラメは、発育段階ごとに特定の餌生物に比較的依存する狭食性の魚種であり、浮遊期には尾虫類やカイアシ類、着底直後にはアミ類を主要な餌料とし、その後魚類を専食することが知られている(桑原・鈴木1982;南1982;山田ほか1998)。全長5cm以上に成長したヒラメの多くは魚食性に転換し、全長20cm以上のヒラメは主にカタクチイワシやイカナゴの若・成魚を中心に摂餌する(山田ほか1998;竹野2010)。本研究で採集されたヒラメの体サイズ(全長30-66.5cm)の範囲は、魚類を専食する未成魚もしくは成魚の発育段階(北川ほか1994;竹野2010)にあることが示唆される。ヒラメの摂食は、待ち伏せ(潜砂)状態から、餌料生物への飛びつき、捕獲直後の着底という一連の行動で構成される(興石1988)。このため、餌生物を探索しながら遊泳する他の魚食魚2種に比べて、餌生物となる魚類にヒラメが遭遇する頻度は相対的に低い状況となることが示唆される。さらにヒラメが魚類を摂食する場合、被食魚はアミ類より分布密度が低く、逃避能力も高いと推測されることから、摂食に要するコストは高くなるが1個体の摂食で得られる利益は大きいと考えられる(興石1988)。本研究で見られたヒラメの高い空胃率は、待ち伏せ型の摂餌特性を反映していると考えられる。

ブリとヒラメの体サイズと胃内のカタクチイワシの頭長、およびブリとスズキの体サイズと胃内のウルメイワシの頭長との間の相関係数の傾きはいずれも正であり、そのうちブリの体サイズとウルメイワシの頭長との間には有意な正の相関が認められた。魚食魚とその胃内の被食魚との体サイズの間に見られる同様の傾向は、シイラ科(シイラ*Coryphaena hippurus*;坂本・谷口1993)、カレイ科、カジカ科、ケムシカジカ科、メルルーサ科、ニベ科、オオスズキ科、アンコウ科、タラ科、ガンギエイ科、ツノザメ科などの他の魚食性魚種(Scharf *et al.* 2000)においても報告されている。この現象が生じる背景として、魚食魚は自身の体サイズに見合った上限サイズの魚類を餌料生物として選択することで、単位体重当たりの獲得カロリーが相対的に高い効率的な摂餌をおこなうことができ、エネルギー獲得の面で有利になるためと考えられる(宮原ほか1995;山田ほか1998)。

本研究において明らかにされた天然水域における海産魚食魚3種の食性は、養殖業における餌料生物の選定や栽培漁業における種苗放流時期や場所など選定する上での一助となるものと考えられる。

謝辞

当該調査地での魚食魚採集調査において協力をしていただいた、嶋田裕樹、高村智尋の両氏に厚く感謝する。

引用文献

- 福濱方哉. 2007. 砂浜の消波昨日と波浪環境による形状変化. RIVER FRONT, 58, 18-21.
https://www.rfc.or.jp/pdf/vol_58/mokuji.html
- 橋本慎治・中臺 翔. 2021. 荒川下流沿岸域で捕獲したスズキ*Lateolabrax japonicus*の胃内容水物調査. 帝京科学大学紀要, 17, 75-81.
- 畑中正吉・関野清成. 1962. スズキの生態学的研究-I. スズキの食生活. 日水誌, 28, 851-856.
- 本多 仁・片山知史・伊藤絹子・千田良雄・大森迪夫・大方昭弘. 1997. 河口汽水域における魚類集団の生産構造と機能. 沿岸海洋研究, 35, 57-68.
- 角田俊平. 1979. ウマヅラハギ *Navodon modestus*の体長-体重関係について. 広島大学生物生産学部紀要, 18, 85-91.
- 片山知史・一色竜也・張 成年・渡部論史. 2007. 相模湾におけるヒラメ種苗の摂食生態及び摂食日周期性. 神水セ研報, 2, 37-41.
- 加藤正人・池上直也. 2004. 東京湾の小型底びき網漁業からみたスズキの資源動向と分布. 千葉水研研報, 3, 17-30.
- 北川大二・石戸芳男・桜井泰憲・福永辰廣. 1994. 三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢, 成長, 成熟. 東北水研研報, 56, 69-76.
- 国土地理院（オンライン）地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp/>（2022年12月30日参照）
- 小松伸行. 2006. 茨城県沿岸におけるスズキの加入量変動について. 茨城水試研報, 40, 61-64.
- 輿石裕一. 1988. 小型人工種苗の放流初期の摂餌特性. 日本海ブロック試験研究集録, 13, 73-80.
- 久保治良. 1989. 常磐南部から鹿島灘の自然条件. 茨城水試研報, 27, 1-25.
- 桑原昭彦・鈴木重喜. 1982. ヒラメ仔魚の鉛直分布と食性. 日水誌, 48, 1375-1381.
- 南 卓志. 1982. ヒラメの初期生活史. 日水誌, 48, 1581-1588.
- 三谷文夫. 1958a. 胃の内容物から見たブリの食性-I. 食餌構成種とその季節的变化. 日水誌, 24, 176-181.
- 三谷文夫. 1958b. 胃の内容物から見たブリの食性-II. 摂餌活動の日週変化および成長に伴う摂餌率の変化. 日水誌, 24, 182-185.
- 宮原一隆・大谷徹也・島本信夫. 1995. 播摩湾におけるスズキの食性. 兵庫水試研報, 32, 1-8.
- 森 友彦. 2015. 野生下におけるスズキ*Lateolabrax japonicus*のエネルギー収支に関する研究. 東京大学博士論文.
- 二平 章・高瀬英臣・別井一栄・石川弘毅. 1988. 茨城県沿岸海域におけるヒラメの標識放流. 茨城水試研報, 26:137-159
- 農林水産省. 2022. 海面漁業生産統計調査.
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html（2023年1月19日参照）

- R Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 坂本龍一・谷口順彦. 1993. 土佐湾の漬木つきシイラの胃内容物. 水産海洋研究, 57, 17-29.
- Scharf, F. S., Juanes, F. and Rountree, A. 2000. Predator size - prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 208, 229-248.
- 水産庁. 2016. 水産白書第1章第1節 世界の漁業の状況
<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11287682/www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/H28/attach/pdf/index-2.pdf> (2022年12月30日参照)
- 高橋優介. 2021. ライトショアキャスティング 多角的ルアーの使いこなし術. ルアーマガジンソルト10月号, 38 - 41. (2023年1月18日参照)
- 高野洋雄. 2011. 解説 有義波法による波浪推算 - 現業での利用を目的として -. 測候時報, 78, 185-201.
- 高瀬秀臣. 1982. 茨城県海域におけるスズキ *Lateolabrax japonicus* (CUVIER et VALENCIENNES) の資源生物学的研究 - II 酒沼におけるスズキ0年魚の標識放流. 茨城水試研報, 24, 109-115.
- 竹野功麿. 2010. 若狭湾西部海域におけるヒラメの漁業生物学的研究. 京都府農林水産技術センター研究論文, 8, 1-74.
- Tomiyama, T. and Kurita, Y. 2011. Seasonal and spatial variations in prey utilization and condition of a piscivorous flatfish *Paralichthys olivaceus*. *Aquat. Biol.*, 11, 278-288.
- 山田秀秋・佐藤啓一・長洞幸夫・熊谷厚志・山下 洋. 1998. 東北太平洋沿岸におけるヒラメの摂餌生態. 日水誌, 64, 249-258.
- 吉野雄輔. 1997. 『日本の海水魚』(山と溪谷社).

