

# 荒川下流沿岸域で捕獲したスズキ *Lateolabrax japonicus* の胃内容物調査

橋本慎治 中臺翔

帝京科学大学生命環境学部自然環境学科

Prey organisms of Japanese sea bass caught at the shore of the Arakawa River estuary

Shinji HASHIMOTO Sho NAKADAI

Department of Natural & Environmental Science, Faculty of Life & Environmental Sciences, Teikyo University of Science

## 要旨

2016年5月から11月に荒川下流域で捕獲したスズキの胃内容物を調査した。採捕したスズキにおいて雌が全個体数の84%を占め、性比に偏りが見られた。また全個体数の空胃率は55%であった。確認された餌生物のうち、アミ類およびサッパの餌生物重要度指数(%IRI)が30%以上の値を示した。アミ類は5月から8月に、サッパは10月と11月に高い値であり、重要度に季節的な違いが見られた。調査に使用したスズキはすべて下げ潮時にのみ釣獲されたことから、河川に進入するスズキの多くは下げ潮時に採餌を行っていることが示唆された。

キーワード：アミ類、荒川下流、胃内容物、下げ潮、サッパ、スズキ

## 1. はじめに

広塩性海産魚類の一種であるスズキ *Lateolabrax japonicus* は北海道以南の日本沿岸に広く分布する。スズキの尾叉長と年齢との関係は、例えば東京湾では1歳で185 mm、2歳で275 mm、3歳で341 mm、4歳で394 mm、5歳で457 mm、6歳で513 mmであったことが報告されている<sup>1)</sup>。また、成熟年齢は概ね雌が3歳の終わり、雄は2歳の終わりである<sup>2)</sup>。外海よりも内湾を好み、海域だけでなく汽水域や淡水域にも出現する<sup>3)</sup>。汽水域は豊富な餌料生物を捕食できることから、スズキの成長にとって採餌に重要な場所であることが報告されている<sup>4-6)</sup>。

沿岸漁業における重要魚種であるスズキは東京湾を代表する魚種の一つであり、千葉県、神奈川県、東京都を合計した東京湾の漁獲量は2005年以降全国の3割以上を占めていたが、2017年には3割を下回っている<sup>7)</sup>。また、東京湾の漁獲量は2006年の3989トンピークに減少に転じ、2017年には2000トンをも割り込んでいる<sup>7)</sup>。さらに、スズキの漁獲量は「冬らしさ」の指標であるアリューション低気圧指数と同調していたことから、漁獲量は将来温暖化とともに減少することも予想される<sup>8)</sup>。

スズキは規則的な移動・回遊を行うことが知られている<sup>1)</sup>。東京湾流域の河川におけるスズキの出現頻度は水温の高い7月～9月に高いことが報告されている<sup>3)</sup>。また、回遊行動には性による違いがある

ことも指摘されている<sup>9)</sup>。これまで採餌特性に関する研究は未成魚の0歳魚に関するものが多い<sup>6, 10)</sup>。全長100 mmまでのスズキはカイアシ類、アミ類など動物プランクトンを多く捕食するが、成長に伴い150 mmを超えると魚食性を強めることが知られている<sup>11, 12)</sup>。しかし、漁獲量を左右する成魚に関しては沿岸生態系における上位捕食者であるにもかかわらず、河川での食性に関する知見は乏しいのが現状である。スズキの摂餌生態を明らかにすることは、スズキ資源量を保護する上でも重要な意味を持つ。従って、本研究は河川で捕獲したスズキ成魚の胃内容物を調査し、捕食生物を明らかにすることを目的とした。

## 2. 試料および方法

2016年5月から12月にかけて毎月2回、上げ潮時(干潮から満潮)と下げ潮時(満潮から干潮)の約12時間にわたり荒川河口から約11kmの地点において釣り(ルアー)によりスズキの捕獲調査を行った(図1)。釣獲した個体は、尾叉長(FL, mm)、体重(BW, g)を測定後、直ちに胃と生殖腺を摘出し10%ホルマリンで固定した。実験室で胃内容物重量(SCW, g)を測定後、胃内容物を可能な限り同定し、計数と秤量を行った。同定が不可能なものについては不明とした。餌生物の構成を把握するために、胃内容物中に認められた餌生物について出現率(%F)、個体数比(%N)、重量比(%W)、餌料重

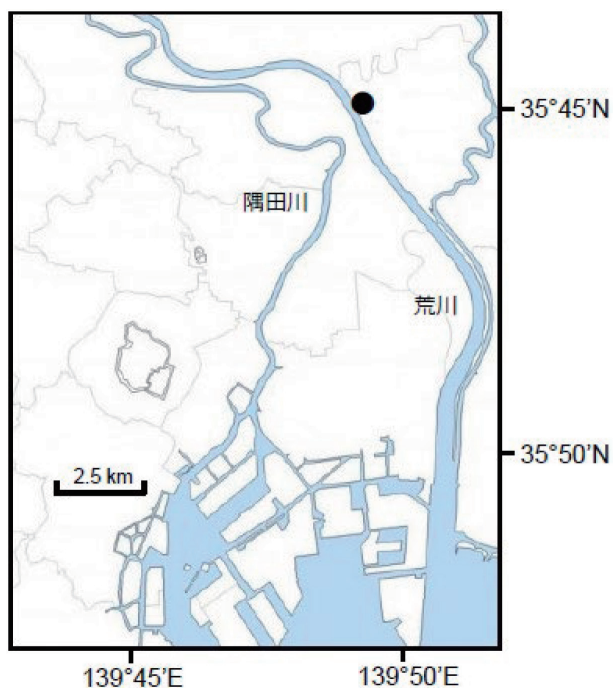


図1 2016年5月から11月にかけてスズキを捕獲した荒川での調査点

要度指数 (index of relative importance :  $IRI$ )<sup>13)</sup> とその百分率 (% $IRI$ )、空胃率 ( $VI$ ) および胃内容物重量指数 ( $SCI$ ) を算出した。なお空胃個体のデータは% $F$ 、% $N$ 、% $W$ の算出から除外した。

% $F$  = (ある生物を捕食していた個体数 / (総個体数 - 空胃個体数)) × 100

% $N$  = (ある生物の胃中での個体数 / 胃中の生物総個体数) × 100

% $W$  = (ある生物の胃中での重量 / 胃中の生物総重量) × 100

$IRI$  = (% $N$  + % $W$ ) × % $F$

% $IRI$  = (ある生物の  $IRI$  / 胃中の生物の総  $IRI$ ) × 100

$VI$  = (空胃個体数 / 全個体数) × 100

$SCI$  = ( $SCW/BW$ ) × 100

尾叉長、体重から肥満度 ( $CF = BW/FL^3 \times 10^6$ ) を算出した。また、採捕時に水温測定を行った。

2群の有意差検定はMann-WhitneyのU-testを、3群以上の場合はKruskal-Wallis testを用いた。

### 3. 結果

5月から11月にかけて49個体のスズキを採捕することができたが、12月には1個体も採捕することができなかった。採捕時の水温は13~27℃ (平均値 ± 標準偏差 : 22 ± 5℃) であった (図2)。採

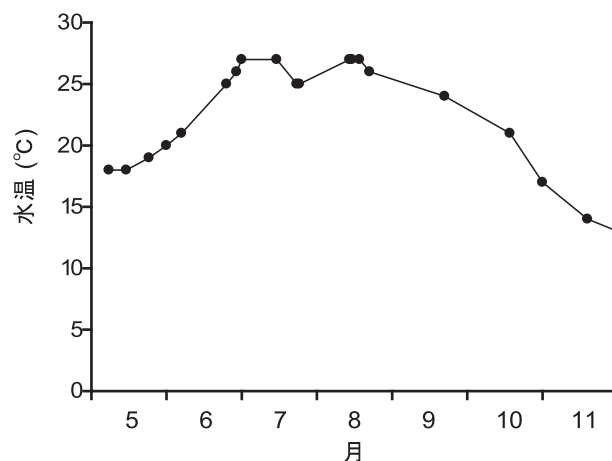


図2 2016年5月から11月にかけてスズキ捕獲時における荒川の水温の月別変化

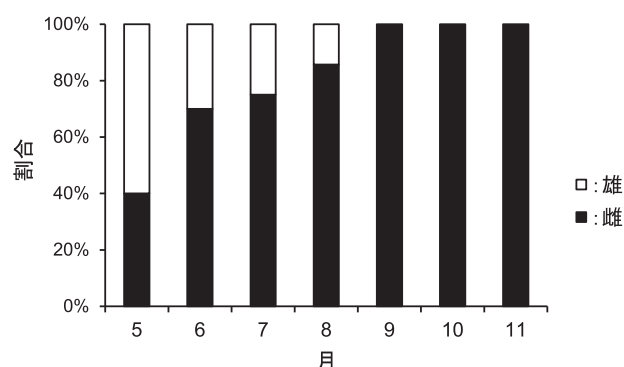


図3 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキ性比の月別変化

捕した49個体のうち雌が41個体、雄が8個体で、雌が全体の84%を占めた。採捕された雌雄の性比をみると、雄は5月が60%と最も高く、徐々に減少し9月には0%になった。一方、雌は5月の40%から徐々に増加し、9月以降は100%になった (図3)。本調査結果は、性比が大きく雌に偏る結果となった。景平・望岡<sup>14)</sup> においても大分平野での調査結果から淡水域では著しく雌に偏っていたという同様の結果が報告されている。雌の $FL$ は199~661 mm (平均値 ± 標準偏差 : 513 ± 85 mm)、雄は417~561 mm (506 ± 53 mm) の範囲で、全体では512 ± 80 mmあった (表1)。全個体数の $FL$ を月別にみると、調査期間を通して500 mm前後で大きな変化はなく、有意な相違も認められなかった (図4、Kruskal-Wallis test、 $p > 0.5$ )。  $BW$ は雌が61~2243 g (1100 ± 467 g)、雄が548~1264 g (1094 ± 307 g) で、全体では1099 ± 443 gであった (表1)。全個体数の $CF$ は5.59~10.03 (7.70 ± 0.90) であった (表1)。雌の $CF$ は7.63 ± 0.88、雄が8.25 ± 0.90で、いずれの月も雄が雌よりも高い傾向を示したが、有

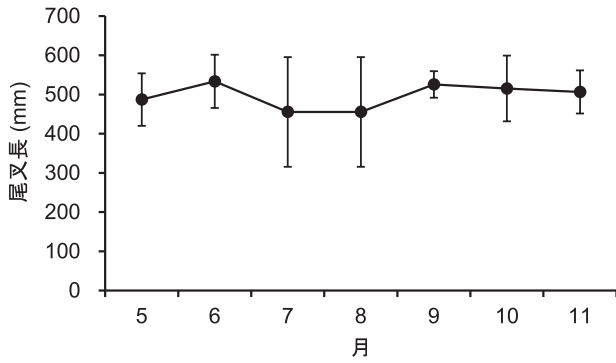


図4 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの尾叉長 (mm) の月別平均値 (エラーバーは標準偏差を示す)

意な相違は認められなかった (U-test,  $p>0.1$ )。また、CFは雌雄ともに調査期間において季節変動は認められなかった。FLとBWとの関係を図5に示す。雌雄とも類似した関係を示した。

採捕された49個体のうち21個体から胃内容物が確認された。VIは雄が25.0%、雌が61.0%と雌は雄の2.4倍ほど高く、全体では55.1%であった (表1)。月別にみると、雌のVIは7月以外のすべての月で50%以上を示した (図6)。SCIは雄が0.3~1.1% ( $0.6\pm0.3\%$ )、雌が0.1~8.3% ( $1.5\pm2.0\%$ ) で、全個体では  $1.3\pm1.8\%$  であった (表1)。また雌雄別による有意な差は認められなかった (U-test,  $p>0.1$ )。月別の平均SCIは8月が最も高い3.8%、続いて10月が1.8%を示したが、他の月は1%未満であった。調査期間を通した%F、%N、%Wおよび%IRIを表2に示す。調査期間を通した餌料重要度指数は小型の甲殻類であるアミ類が最も高い値で、続いてニシン科の小型魚であるサッパ *Sardinella zunasi*、小型の汽水魚であるマハゼ *Acanthogobius flavimanus* の順であった。その他プランクトン食性の小型魚であるカタクチイワシ *Engraulis japonicus*、淡水域や汽水域に生息するテナガエビ *Macrobrachium nipponense*、沿岸域や汽水域の転石やコンクリート人工物に生息するイソガニ類も観察された (表2)。

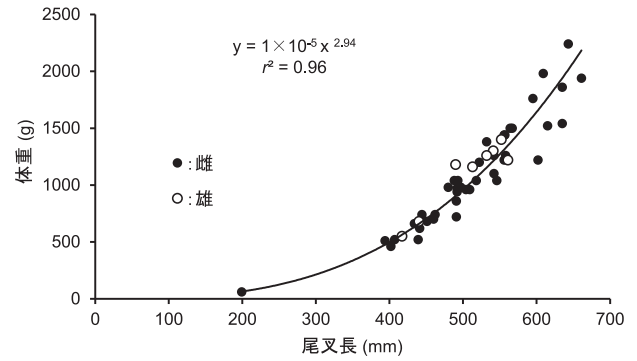


図5 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの尾叉長 (mm) と体重 (g) との関係

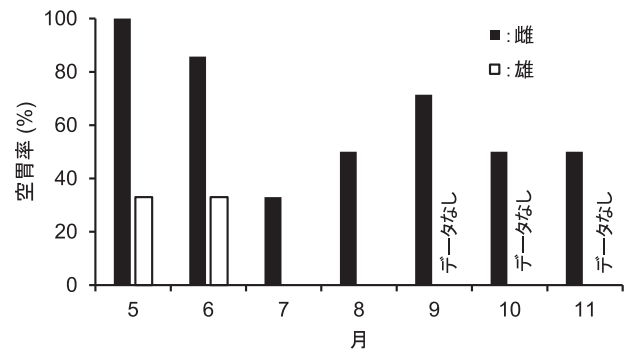


図6 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの空胃率の月別変化

また、スズキのサイズ階級別に%IRIを算出した結果、階級1 ( $<400$  mm)、2 ( $400\leq FL<500$  mm)、3 ( $500\leq FL<600$  mm) のいずれにおいてもアミ類が50%以上と高い値を示した (表3)。一方、階級4 ( $\geq 600$  mm) ではサッパが70%近い値を示したが、アミ類も31%と比較的高い値を示した。%IRIの月別変化を図7に示す。アミ類の%IRIは春季から夏季にかけて高い値を示し、5月、6月には95%以上を、7月、8月にも35%以上を示した。一方、サッパは10月、11月の秋季には50%以上の高い値を示した。またマハゼは8月に、カタクチイワシは9月に60%以上の値であった。餌料生物を魚類、アミ類+エビ類、カニ類に大別し、%IRIの月別変化を図8に示す。アミ類+エビ類は5月から

表1 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの尾叉長 (mm)、体重 (g)、肥満度、胃内容物重量指数 (%)、空胃率 (%)

	雌 ( $n=41$ )	雄 ( $n=8$ )	全個体数 ( $n=49$ )
尾叉長 (mm)	$513\pm85$	$506\pm53$	$512\pm80$
体重 (g)	$1100\pm467$	$1094\pm307$	$1099\pm443$
肥満度	$7.63\pm0.88$	$8.25\pm0.90$	$7.70\pm0.90$
胃内容物重量指数 (%)	$1.5\pm2.0$	$0.6\pm0.3$	$1.3\pm1.8$
空胃率 (%)	61.0	25.0	55.1

表2 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの胃内容物中に認められた各種餌品目の出現率(%)、個体数比(%）、重量比(%）、餌料重要度指数(%)

餌生物	出現率	個体数比	重量比	餌料重要度指数
魚類				
<i>Sardinella zunasi</i>	33.33	1.79	65.24	36.03
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	19.05	1.13	12.24	4.11
<i>Engraulis japonicus</i>	9.52	0.19	2.27	0.38
<i>Mugil cephalus cephalus</i>	4.76	0.28	0.82	0.08
甲殻類				
<i>Mysida</i> spp.	33.33	95.66	11.90	57.82
<i>Macrobrachium nipponense</i>	14.29	0.38	3.76	0.95
Varuninae	9.52	0.47	3.32	0.58
その他				
不明	4.76	0.09	0.45	0.04

表3 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの4つの体サイズ(階級1: <400 mm、階級2: 400 ≤ FL < 500 mm、階級3: 500 ≤ FL < 600 mm、階級4: ≥ 600 mm) が利用する各種餌品目の餌料重要度指数(%)

餌生物	階級1	階級2	階級3	階級4
魚類				
<i>Sardinella zunasi</i>	0.00	40.21	9.03	68.96
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	25.22	7.08	3.15	0.00
<i>Engraulis japonicus</i>	0.00	0.91	1.06	0.00
<i>Mugil cephalus cephalus</i>	0.00	0.00	0.86	0.00
甲殻類				
<i>Mysida</i> spp.	73.22	51.28	76.27	31.04
<i>Macrobrachium nipponense</i>	1.56	0.00	6.63	0.00
Varuninae	0.00	0.53	2.56	0.00
その他				
不明	0.00	0.00	0.44	0.00

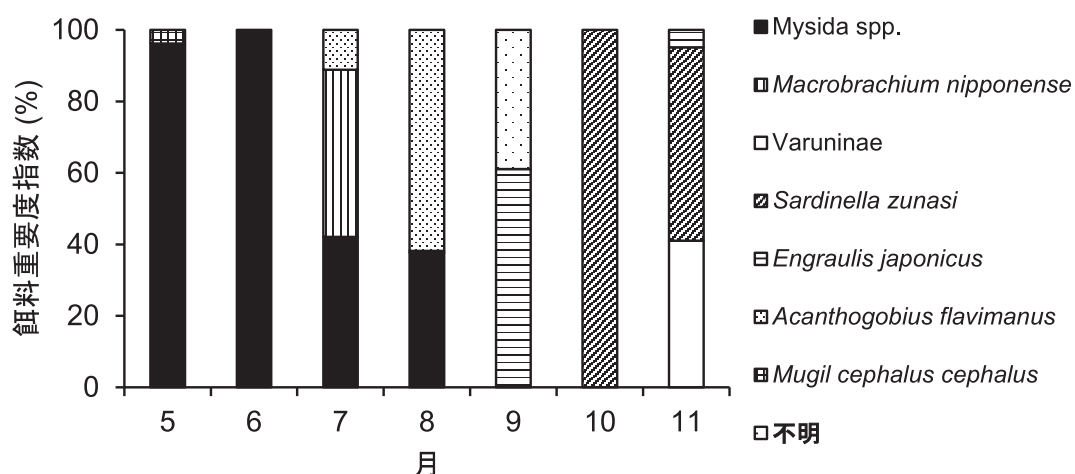


図7 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの胃内容物中に認められた各種餌品目の餌料重要度指数(%)の月別変化

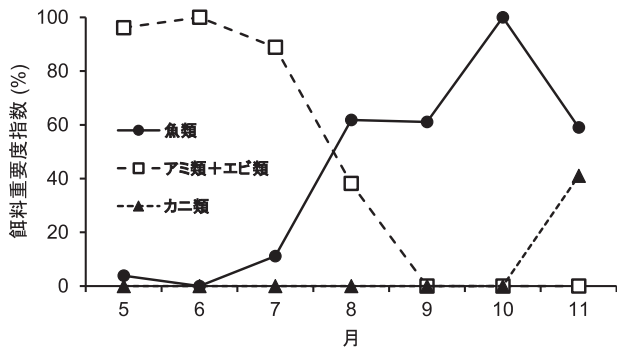


図8 2016年5月から11月にかけて荒川で捕獲したスズキの胃内容物中に認められた餌料生物を魚類(●)、アミ類+エビ類(□)、カニ類(▲)に大別した餌料重要度指数(%)の月別変化

7月に高い値を示したが、7月から9月にかけて減少した。一方、魚類は7月から10月にかけて増加した。イソガニ類は11月のみ確認され、重要度は低かった。

潮汐と採餌との関係を調べた結果、採捕できた潮汐はすべて下げ潮時であった。

#### 4. 考察

調査期間に採捕したスズキの尾叉長は5月から11月にわたり500 mm前後でほとんど相違が認められなかった(図4)。加藤・池上<sup>1)</sup>の尾叉長と年齢の関係から本調査で採捕されたスズキの年齢は、概ね4歳以上であると推測される。荒川におけるスズキは5月から11月のすべての月で採捕することができた。したがって、少なくとも5月から11月にかけて4歳以上の成魚の多くが荒川に進入していることが明らかになった<sup>1)</sup>。12月に1個体も釣獲することができなかった理由は不明であるが、冬季には海域で越冬し、河川内には分布していない可能性も考えられる<sup>15)</sup>。東京湾に生息するスズキの成魚は湾口部で11月から3月に産卵することが報告されている<sup>1, 16)</sup>ことから、12月は産卵のため荒川から東京湾口部へ移動していた可能性もある。また、採捕したスズキの性比が大きく雌に偏っていた。スズキの回遊行動には性による相違があることが指摘されている<sup>9, 17)</sup>。しかしながら、調査期間を通して荒川全体を調査した訳ではないため、今後は生殖腺重量指数(GSI)を含めてさらなる調査が必要である。

スズキは先行研究からスズキ成魚の生息水温は7~30℃であることが報告されている<sup>18)</sup>。本研究において採捕できた水温は13~27℃であり、報告された範囲内であった。尾崎・庄司<sup>19)</sup>は東京湾内湾におけるスズキのサイズ別釣獲量を推定した結果、

400~600 mmのスズキが>600 mmや<400 mmよりも高い値であり、釣獲量は漁場における資源動態を表していることを示唆している。したがって、本調査で採捕したスズキの尾叉長も400~600 mmのものが多かったことから、荒川に進入しているスズキ成魚は東京湾内湾と同様の資源動態を表しているのかもしれない。

本研究結果から、スズキ成魚は下げ潮時に採餌を行っていることが示唆された。森<sup>20)</sup>のスズキに搭載した記録計の結果からも、スズキが下げ潮時にしばしば採餌行動を起こすことが報告されている。しかしながら、上げ潮時には別の場所で採餌している可能性もあるため、今後は広域的に調査を行い、さらにデータの蓄積が必要である。

採捕されたスズキのVIは55%であった。成魚における40%以上のVIを示す結果は仙台湾や松島湾のスズキからも報告されている<sup>2, 16)</sup>。本研究結果はルアーにより採捕されたスズキを調査したため高いVIを示したことが考えられる。しかしながら、仙台湾や松島湾では釣獲ではなく壺網や板引き漁法により採捕されたスズキの結果においても春季から秋季にかけて40%以上のVIを示すことから、一般的にスズキ成魚はVIが高いと考えられる。また、本研究結果は雌のVIが雄よりも2.4倍ほど高い値を示したが、雄の採捕数が少なかったことから、さらに調査を行う必要がある。

小坂<sup>17)</sup>はスズキの未成魚および成魚の最大摂餌量が自身の体重の6~7%程度であることを報告している。本研究結果から尾叉長199 mmの最も小さな個体のSCIが8.3%と最も高い値であったが、1%未満の個体は52%と大部分を占めていた。このような結果は、オオクチバス *Micropterus salmoides* やチャネルキャットフィッシュ *Ictalurus punctatus* などの他の魚種でも報告されており<sup>21, 22)</sup>、若齢魚が高年齢魚よりも成長が速く、より多くのエネルギーが必要であるためであることが示唆される<sup>22)</sup>。採捕された成魚のスズキは高いVIとともに1%未満のSCIも50%以上であることから、野生下のスズキは十分な餌料を獲得していないようである<sup>2)</sup>。

スズキの食性は一般的に成長とともにカイアシ類、アミ類、エビ類などの甲殻類から魚類へと変化し、1歳以上は魚類が主要な餌生物である<sup>2, 12, 23)</sup>。また、月によっては魚類よりも甲殻類を捕食する割合が高くなることも報告されている<sup>23)</sup>。本研究において調査期間を通して最も高かったIRIはアミ類で、続いてサッパであった(表2)。したがって、

汽水域に進入したスズキ成魚は魚類だけでなくアミ類も重要な餌料であることがわかった。本研究結果はこれまでに報告されているスズキの食性とは少し異なった結果であった。

5月から7月はアミ類やエビ類を、8月から11月は魚類を優先的に捕食し、食性に季節的な変化が見られた(図7、8)。5月から7月にかけてボラやマハゼの捕食が観察されたが、大部分はアミ類を捕食していた。加納ら<sup>24)</sup>は荒川には11科23種の魚類が存在し、ボラやマハゼなどは半年以上にわたって出現していたことを報告している。したがって、荒川に餌料としての魚類が存在しなかったことは考えにくい。アミ類は由良川河口域において5月から6月の晩春に高密度に出現することが報告されている<sup>25)</sup>。また、河川感潮域では塩分水塊の外縁部にカイアシ類やアミ類などの餌料生物が高密度に分布する<sup>26-29)</sup>。したがって、アミ類は荒川下流域においても同様に高い現存量であったことが考えられる。それゆえに、スズキの低塩分域へ進入する理由は、河口汽水域の餌料生物が沿岸浅海域に比べて豊富で高成長に適しているためであると考えられる<sup>6, 12, 30)</sup>。しかしながら、本研究による調査点が1か所であったことから、別の場所で魚類などを捕食している可能性も存在する。今後は広域的な調査を行い、スズキ成魚の食性を明らかにしていく必要がある。

秋季には晩春と異なり魚類(サッパ)を多く捕食していた。サッパは汽水域においてほぼ1年を通して出現する<sup>4, 12)</sup>。また、東京湾奥部の汽水域では夏季から秋季にかけて出現していたことが報告されている<sup>24)</sup>。したがって、階級別%IRIが階級1、2、3のいずれにおいても50%以上をアミ類が占めていたことから(表3)、スズキの食性の変化は、成長によるものではなく季節によるものであると考えられる。

ここで、秋季に採捕したスズキ成魚はすべて雌であった。それゆえに、雌の多くがサッパを捕食していたことになる。宮田ら<sup>31)</sup>は、河川由来の餌に大きく依存したスズキ成魚は良い栄養状態であったことを報告している。東京湾におけるスズキの産卵時期は11月から翌年の3月くらいである<sup>3, 16)</sup>。また、エネルギー価は甲殻類よりも魚類の方が高い<sup>20)</sup>。したがって、秋季に雌のみ捕獲できたのは、多くの雌が産卵に備えて河川に進入し、%Wやエネルギー価の高いサッパのような魚類を捕食するのかもしれない(図8)。森<sup>20)</sup>はスズキによる餌生物を追いかける採餌行動が夏季よりも秋季から冬季に多く観察

され、スズキが繁殖に備えているためであることを示唆している。また、単純に雌は雄よりも魚食性が高く、ルアーで捕獲されやすい可能性も考えられる。今後は、餌の種類を変えて捕獲することで、食性に関する雌雄差を明らかにしていきたい。

## 参考文献

- 1) 加藤正人, 池上直也: 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*, 3: 17-30, 2004.
- 2) 畑中正吉, 関野清成: スズキの生態学的研究-I. スズキの食生活. *日水誌*, 28: 851-856, 1962.
- 3) 庄司紀彦, 佐藤佳介, 尾崎真澄: 資源の分布と利用実態. 田中克, 木下泉編, *スズキと生物多様性-水産資源生物学の新展開*, 恒星社厚生閣, 東京, 2002, pp.9-20.
- 4) 山室真澄, 平塚純一, 越川敏樹, 桑原弘道, 石飛裕: 汽水性潟湖である宍道湖における魚類相の周年変化. *陸水学雑誌*, 57: 273-281, 1996.
- 5) 小路淳, 鈴木啓太, 田中克: 2005年春期の筑後川河口域高濁度水塊における物理・生物環境に対する潮汐および河川流量の影響-スズキ育成場としての評価. *水産海洋研究*, 70: 31-38, 2006.
- 6) 岩本有司, 森田拓真, 小路淳: 太田川河口域周辺におけるスズキ仔稚魚の出現と食性. *日水誌*, 76: 841-848, 2010.
- 7) 海面漁業生産統計調査: [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen\\_gyosei/](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/)
- 8) 片山知史: 沿岸資源への影響-ヒラメとスズキを例に-. 独立行政法人水産総合研究センター編著, *地球温暖化とさかな*, 成山堂書店, 東京, 2009, pp.97-106.
- 9) 影平真明, 尾上静正, 上城義信, 伊藤龍星: 国東市国見町地先の小型定置網で漁獲されたスズキ成魚の性比. *大分県農林水研セ研報*, 4: 23-26, 2014.
- 10) 日比野学, 上田拓史, 田中克: 筑後川河口域におけるカイアシ類群集とスズキ仔稚魚の摂餌. *日水誌*, 65: 1062-1068, 1999.
- 11) 船越茂雄: 伊勢湾, 三河湾周辺海域の主要魚類の食性-とくに夏秋季の食性-. *愛知水試研報*, 1: 1-18, 1993.
- 12) 本多仁, 片山知史, 伊藤絹子, 千田良雄, 大森迪夫, 大方昭弘: 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, 1997.
- 13) L. Pinkas: Bluefin tuna food habits. *Calif. Fish. Game Fish. Bull.*, 152: 47-63, 1971.
- 14) 影平真明, 望岡典隆: 大分平野の河川に生息するスズキ成魚にみられた回帰行動. 水産増殖, 66 (4): 325-328, 2018.
- 15) 小松伸行, 山崎幸夫: スズキ放流魚の沿岸海域における移動分布. 茨城水試研報, 40: 65-70, 2006.
- 16) 渡部泰輔: 東京湾におけるスズキ卵の分布生態について. 日水誌, 31: 585-590, 1965.
- 17) 小坂昌也: 仙台湾産スズキの生態. 東海大学海洋学部紀要, 3: 67-85, 1969.
- 18) 社団法人全国豊かな海づくり推進協会: 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理報告. 平成18年度水産基盤整備調査委託事業報告書, 水産庁, 2006, pp.35-40.
- 19) 尾崎真澄, 庄司紀彦: 東京湾における遊漁船によるスズキ釣獲量の推定. 千葉水試研報, 57: 173-179, 2001.
- 20) 森友彦: 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. 博士論文, 東京大学, 東京. 2016.
- 21) 淀太我, 木村清志: 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖におけるオオクチバスの食性. 日水誌, 64: 26-38, 1998.
- 22) 遠藤友樹, 金子誠也, 猪狩健太, 加納光樹, 中里亮治, 亀井涼平, 碓井星二, 百成渉: 茨城県北浦の沿岸帯におけるチャネルキャットフィッシュの摂餌特性. 水産増殖, 63: 49-58, 2015.
- 23) 宮原一隆, 大谷徹也, 島本信夫: 播磨灘におけるスズキ *Lateolabrax japonicus* の食性. 兵庫水試研報, 32: 1-8, 1995.
- 24) 加納光樹, 小池哲, 河野博: 東京湾内湾の日常待機の魚類相とその多様性. 魚類学雑誌, 47: 115-129, 2000.
- 25) J. O. Omweri: Production dynamics of the mysid *Neomysis awatschensis* (Brandt, 1851) in the Yura River estuary, central Sea of Japan. PhD Thesis, Kyoto University, Kyoto, 2018.
- 26) 沖野外輝夫: 下流域の変遷. 西條八東, 奥田節夫編, 河川感潮域－その自然と変貌－, 名古屋大学出版会, 名古屋. 1996, pp.195-229.
- 27) 小路淳: 仔稚魚育成場としての河口域高濁度水塊. 山下洋, 田中克編, 森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産, 恒星社厚生閣, 東京. 2008, pp.11-22.
- 28) 小松伸行: 星野尚重. 瀬沼および那珂川におけるスズキ稚魚の生残率の比較. 茨城水試研報, 41, 1-6, 2010.
- 29) 村野正明, 福岡弘紀: 東京湾の生き物 アミ類. 東京湾海洋環境研究委員会編, 東京湾 人と自然のかかわりの再生, 恒星社厚生閣, 東京. 2011, pp.133-134.
- 30) 日比野学: 有明海産スズキの初期生活史にみられる多様性. 田中克, 木下泉編, スズキと生物多様性－水産資源生物学の新展開, 恒星社厚生閣, 東京. 2002, pp.65-78.
- 31) 宮田直幸, 森友彦, 影平真明, 内海訓弘, 佐藤克文: 季節的な河川への進入はスズキ成魚にエネルギー的なメリットをもたらすか. 平成28年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 41, 2016.