

## まき網で漁獲されるマサバの胃内容物分析における誤飲物の評価

多賀 真<sup>1,2†</sup>, 山下 洋<sup>2</sup>Evaluation of incidental ingestion by stomach contents analysis of chub mackerel *Scomber japonicus* caught by purse seineMakoto TAGA<sup>1,2†</sup> and Yoh YAMASHITA<sup>2</sup>

マサバは生時にはその全身が鱗と粘液に覆われるが、まき網では漁獲時にこれらが脱落し誤飲されることによって、胃内容物分析結果が正確でない可能性が指摘されている。そこで本研究では、誤飲の影響がほとんどないと考えられる釣獲によって得たマサバと、まき網で漁獲されたマサバの胃内容物を比較した。その結果、まき網では99個体中90個体(90.9%)から誤飲物と考えられる鱗や粘液状内容物が出現したが、釣獲ではこれらはほとんど出現しなかった(8.3%)。まき網で漁獲されたマサバの胃に含まれた鱗がさば属の鱗の特徴を示し、胃内容物重量指数は、誤飲物を含む重量と比較するとまき網標本で有意に高かったが、誤飲物を除くと差はわずかであった。以上から、鱗や粘液状内容物は漁獲時の誤飲物であると判断された。まき網で漁獲されたマサバの胃内容物分析において、誤飲物による影響は大きいと推定され、これらを除いた分析を行うことが求められる。

キーワード：マサバ、まき網、胃内容物、鱗、誤飲

The body of chub mackerel *Scomber japonicus* is covered with small scales and mucus, and it has been pointed out that the stomach contents analysis for chub mackerel caught by purse seine may be biased due to incidental ingestion of them in the net during fishing. In this study, the stomach contents of mackerels caught by purse seine were compared to those caught by pole and line fishing, which are not affected by the incidental ingestion, at the same locations and time. Scales and mucous substances were found in 90 out of 99 (90.9%) stomachs of mackerels caught by purse seine, whereas they were found in a limited fraction (8.3%) of stomachs from mackerels caught by pole and line fishing. The scales found in the stomachs had the characteristics of mackerels. Furthermore, stomach contents index of the mackerels caught by purse seine was significantly higher than that from pole and line fishing when the weights of scales and mucous substances were included, while no difference was found when they were not included in the calculation. It has been concluded that the scales and mucous substances were ingested incidentally during fishing, and they should be excluded from the dietary data.

**Key words:** chub mackerel, purse seine, stomach contents, scale, incidental ingestion

## はじめに

我が国ではさば類としてマサバ *Scomber japonicus* とゴマサバ *S. australasicus* が漁獲されており、両種とも大衆的な食料資源であるとともに、食用以外にもぶり類やまぐろ類など

の養殖餌料として小型魚が利用される。また、近年では東南アジアやアフリカを中心にマサバの輸出が増加傾向にあるなど、需要の大きな重要魚種である。さば類はTAC (Total Allowable Catch) 対象種として、マサバとゴマサバそれぞれ2系群に分けてコホート解析による資源評価結果を基にした資源管理が実施されている。中でもマサバ太平洋系群は、2015年漁期の国内さば類水揚量の半数以上を占める重要資源であるが、その資源量は数十年規模で大きく変動している(由上ほか, 2017)。近年では、2001年に最低水準の15.3万トンまで減少した後、漁獲圧の低下や卓越年級群の出現により資源が回復傾向にあり、資源量は150万トンまで回復している。一方で、過去の資源変動期には資源量と負の関係にある成長速度の変化、いわゆる

2017年9月29日受付, 2018年5月25日受理

<sup>1</sup> 茨城県水産試験場, 〒311-1203 茨城県ひたちなか市平磯町三ツ塚3551-8

Ibaraki Prefectural Fisheries Research Institute, 3551-8, Mitsuzuka, Hiraiso, Hitachinaka, Ibaraki 311-1203, Japan

<sup>2</sup> 京都大学フィールド科学教育研究センター, 〒606-8502 京都市北白川追分町

Field Science Education and Research Center Kyoto University, Kitashirakawa-Oiwakecho, Kyoto 606-8502, Japan

† m.taga@pref.ibaraki.lg.jp

**Table 1.** Sample list used for stomach contents analysis of *S. japonicus* caught by pole and line fishing and purse seine.

Fishing date	Time	Fishing gear (Site number)	No. of specimen (stomach contents analysed)	Range of fork length (cm)	Range of body weight (g)
March 8, 2017	15:43	Pole and line fishing (FI-A)	36	27.2–34.9	201.5–454.1
	16:05	Pole and line fishing (FI-B)	31	27.2–34.0	219.5–427.2
	18:43	Purse seine (PS-X)	50	27.1–30.9	198.2–292.5
	22:33	Purse seine (PS-Y)	49	26.5–36.6	181.8–573.1
March 9, 2017	1:15	Pole and line fishing (FI-C)	29	27.3–37.7	211.5–726.5

「密度効果」が生じたことが報告されている (Watanabe and Yatsu, 2004). マサバ太平洋系群の2013年級群は、現在よりも資源水準の高かった1980年代に匹敵する大規模な加入量と考えられているが、それ以前の年級と比較して年齢別体重が顕著に小さい (由上ほか, 2017). 成長が遅れる要因については、加入が多い年級で当歳魚の肥満度が低下する (上村ほか, 2016) など、餌の不足が推定されているものの、はっきりしたことは明らかになっていない. 魚類の餌料獲得状態を分析するための簡便な方法のひとつとして、漁獲物の胃内容物の量や種組成を調べることが挙げられるが、まき網では漁獲時に誤飲や胃内容物の吐き戻しが起こり、胃内容物調査結果が正確ではない可能性が指摘されている (松井・前田, 1958).

マサバは捕食可能なものは種を選ばずに雑多に食するという報告もあるが (高橋, 1966), 東北太平洋海域においては、カイアシ類やオキアミ類などの小型甲殻類が主要な餌料であり、次いでカタクチイワシ *Engraulis japonicus* が重要な餌料であるとされている (佐藤ほか, 1968). 一方、房総～東北海域で操業する北部太平洋海区大中型まき網漁船 (以下、北まき船とする) によって漁獲されたさば類の胃内容物からは、小型甲殻類やカタクチイワシよりも鱗を多く含む粘液が圧倒的に多く出現したことが報告されている (小澤, 2011). マサバは生時には全身が小さい円鱗で覆われるが、漁獲によってそのほとんどが脱落し、水揚時にはほとんど残らない (近藤, 1966). また、マサバの鱗の標本作製の際には粘液を除去する処理が必要であるように (近藤・黒田, 1966), 体表は粘液に覆われる. 以上から、鱗や粘液は揚網時の誤飲物と推定されるものの、まき網で漁獲されるマサバの胃内容物について誤飲物と真の内容物を比較・検証した研究はない.

北まき船の占める漁獲割合はマサバ太平洋系群を漁獲対象とする漁業の中で最も多く (由上ほか, 2017), 北まき船による漁獲物はマサバ太平洋系群の成長速度を分析する対象として適当である. 成長速度を決める要因を特定するためには、摂餌状態を正しく評価することが求められ、それには漁獲時の誤飲の影響を除いた分析が不可欠である. そこで本研究では、まき網漁場の周辺で、誤飲の影響がほとんどないと考えられる釣獲によりマサバの標本を収集

し、その胃内容物を北まき船によって漁獲されたマサバの胃内容物と比較することで、まき網によって漁獲されたマサバの胃内容物分析において問題となる誤飲物量を推定することを目的とした.

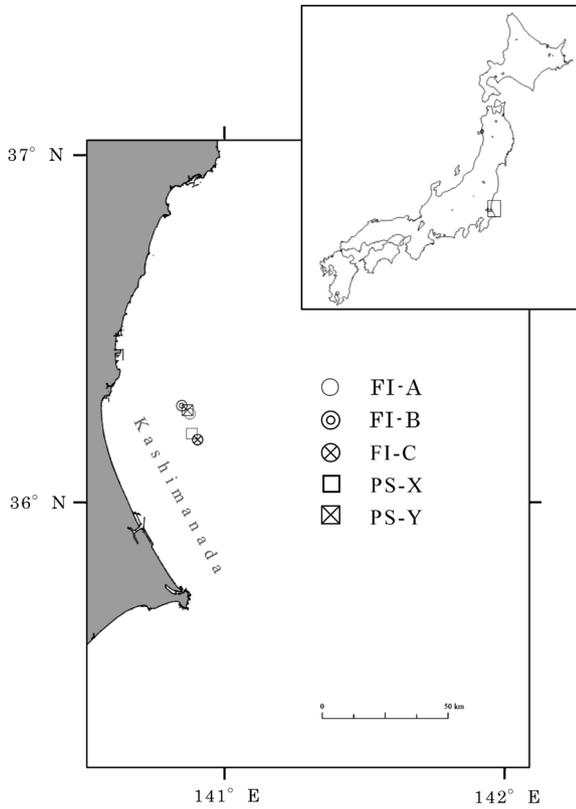
## 材料と方法

### 標本収集

まき網によって漁獲されたマサバ標本 (以下、まき網標本とする) と、釣獲によるマサバ標本 (以下、釣獲標本とする) を同時に収集するため、2017年3月に鹿島灘海域でまき網船が操業する日に合わせて茨城県漁業調査船いばらき丸 (179 t) による釣獲調査を行った (Table 1). 漁獲時間が異なると胃内容物の消化が進行する可能性を考慮し、釣獲調査はまき網の操業前と操業後にそれぞれ行った. 北まき船は資源管理を目的に投網可能時間が決められており、その数時間前から出港して魚群を探索し、発見した魚群の付近で投網開始時間まで待機してから操業するという体制をとる. まき網の操業位置と釣獲位置をなるべく近づけるため、釣獲調査は投網開始時間 (18時) より前に魚群付近で待機している北まき船の付近で行った (Fig. 1, Table 1: FI-A, B). 釣獲には、新潟圏サビキ11号 (株式会社ささめ針製) または実戦サビキ白毛オーロラ12号 (株式会社ハヤブサ製) を用いた. 胃内容物の分析を行うためオキアミ等のまき餌は使用しなかったが、サビキのみでは釣獲できなかったため、匂い付きワーム POWER SHAD (マルキュー株式会社製) を針につけ、4–5本の竿を用いて1地点につき15–30分程度釣獲を行った. 得られたサンプルは速やかに海水氷を張ったクーラーボックスへと収容した. 北まき船の投網開始以降は操業の妨げとなるため漁場周辺で待機し、操業後にまき網の漁場となった場所に移動して再び釣獲を行った (Fig. 1, Table 1: FI-C). 釣獲方法及び標本の保存方法は、まき網の操業前に行った釣獲と同様である. これらとは別に、まき網標本として、船間無線通信 (QRY) から操業位置を確認し、釣獲標本を得た位置に近い場所で操業した北まき船2隻が茨城県水崎湾に水揚する際に標本を入手した (Fig. 1, Table 1: PS-X, Y).

### 魚体測定

得られた標本を海水氷に浸けた状態で研究室へと移送し、

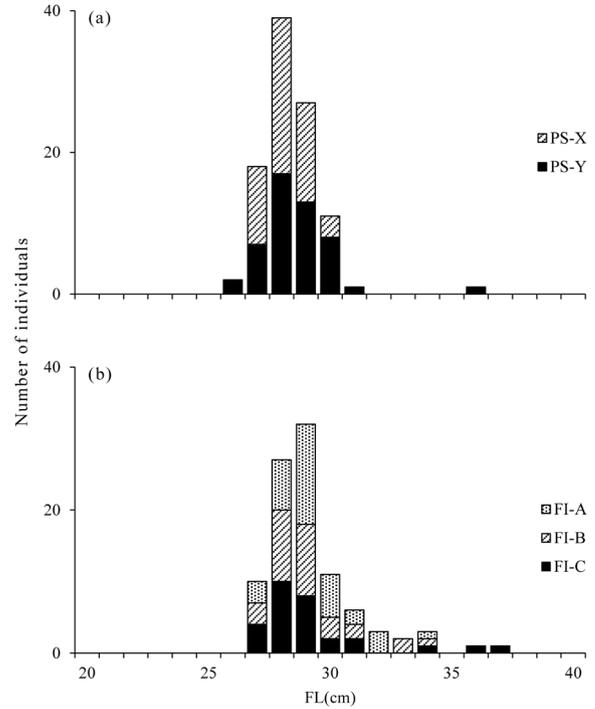


**Figure 1.** Map of sampling location at Kashimanada. Three circles (FI) indicate sampling sites by pole and line fishing, whereas two squares (PS) show operation points of purse seine.

分析まで海水水中で保存した。それぞれ尾叉長 (FL; 0.1 cm 単位), 体重 (BW; 0.1 g 単位), 第一背鰭1-9棘基底長 (0.1 cm 単位) を測定し, 花井 (1999) による判別指数に基づきマサバとゴマサバを判別した。ゴマサバと判別された個体は3個体のみであったため, 以降の分析から除外した。マサバについて, 胃内容物重量 (0.01 g 単位) の測定結果から, 胃内容物重量指数 (Stomach Contents Index:  $SCI = \text{胃内容物重量} \times 100 / \text{胃内容物を除く体重}$ ) を求めた。

胃内容物を目視観察により可能な限り分類したが, 消化が進み目視では判別が困難な内容物については消化物とした。分類した餌項目ごとに出現頻度 (%F = ある餌項目が見られた個体数  $\times 100 /$  分析個体数) を求めた。さらに, 鱗や粘液状内容物が出現した個体については, これらを除いた胃内容物重量 (0.01 g 単位) を別に測定した。以上の分析は, 漁獲された順を考慮しながら, 漁獲から46時間以内に行った。

胃内容物に含まれた鱗の由来を検討するため, まき網標本 PS-Y で得られた標本のうち, 胃内容物に鱗が多く含まれた5個体 (FL: 28.8-30.5 cm) から胃内容物中の鱗を10-12枚取り出し, 真水で洗浄した後, 2枚のスライドグラスで挟んで鱗長測定用の標本作製した。鱗長は近藤・黒田 (1966) に従い, 鱗の中心から被覆部側の前端までの



**Figure 2.** Fork length (FL) frequency distribution of *Scomber japonicus* collected by: (a) Purse seine and (b) pole and line fishing. PS and FI indicate purse seine and pole and line fishing, respectively.

距離とし, 万能投影機 (PJ-H30, 株式会社ミットヨ製) で20倍に拡大した状態で, 電子ノギスを用いて測定した (0.01 mm 単位)。

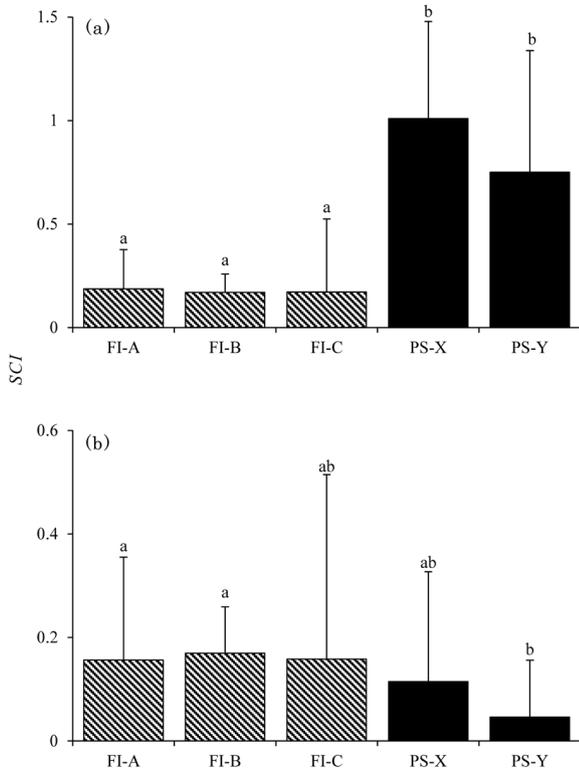
#### 統計解析

釣獲, まき網標本ごとの SCI について, 統計パッケージ R (R Foundation for Statistical Computing) を用いて Kruskal-Wallis の検定と事後検定として Games-Howell 法で有意差を求めた ( $\alpha = 0.05$ )。

#### 結果

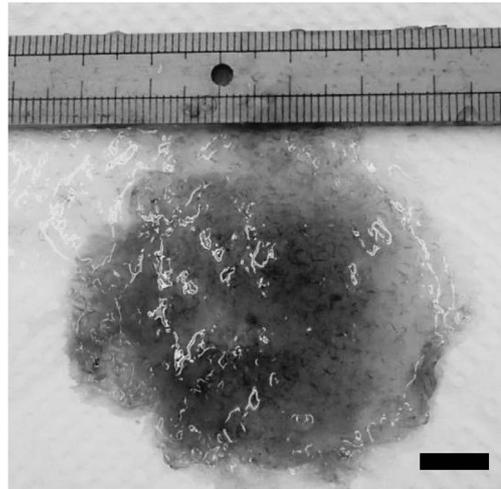
釣獲により3地点で FL 27.2-37.7 cm のマサバ96個体, 北まき船2隻から FL 26.5-36.6 cm のマサバ99個体の標本が得られた (Table 1)。釣獲標本, まき網標本ともにゴマサバを除いて他魚種の混獲はなかった。まき網標本は FL 28 cm, 釣獲標本は FL 29 cm をモードとする単峰型の体長組成となり, まき網に比べて釣獲で FL 31 cm 以上の個体が多く採集された (Fig. 2)。また, 釣獲標本では測定時に体表面が十分に粘液に覆われていたのに対し, まき網標本では体表面の粘液がほとんど残っていなかった。

釣獲標本とまき網標本それぞれの SCI を比較すると, 漁獲時間に係わらずまき網標本の SCI は釣獲標本の SCI よりも有意に高かった (Fig. 3a)。胃内容物を比較すると, 釣獲標本ではカイアシ類 (19.4%) が FI-B で, オキアミ類



**Figure 3.** Comparison for stomach contents index (SCI: weight of stomach contents $\times$ 100/(body weight–stomach contents weight)) caught by pole and line fishing and purse seine using data for entire stomach contents (a), and data without scales and mucous substances (b). Different letters indicate significant difference (Kruskal–Wallis tests followed by Games–Howell tests,  $p < 0.05$ ). Bars indicate standard deviation (SD).

(10.3%) が FI-C で出現した (Table 2). また, いずれの釣獲点においても消化物が 80% 以上の割合で出現した. 鱗と粘液状内容物はその両者が FI-A で, 粘液状内容物のみが FI-C で認められたが, 出現率は 14% 未満であった. 空胃率は 2.1% であった. 一方, まき網標本では鱗と粘液状内容物の出現率が高く, PS-X ではそれぞれ 96.0%, PS-Y では鱗が 87.8%, 粘液状内容物が 85.7% の割合で出現した. 鱗または粘液状内容物が出現した個体のうち, これらが同時に出現した個体の割合は, PS-X で 100%, PS-Y で 97.7% であった (Fig. 4, Table 2). また, オキアミ類が PS-X で 10.0%, PS-Y で 2.0% の割合で, 消化物が PS-X で 46.0%, PS-Y で 32.7% の割合で出現した. 空胃率は 3.0% であった.



**Figure 4.** Picture of stomach contents of a chub mackerel *S. japonicus* caught by purse seine containing scales and mucous substances. Scale bar, 1 cm.

**Table 2.** Summary of stomach contents analysis for *S. japonicus* caught by pole and line fishing and purse seine. N indicates the number of fish having prey items and %F the percentage of occurrence (N/total number of fish).

Site number	FI-A		FI-B		FI-C		PS-X		PS-Y	
No. of fish examined	36		31		29		50		49	
No. of fish with no food	0		0		2		1		2	
SCI (mean $\pm$ SD)	0.19 $\pm$ 0.19		0.17 $\pm$ 0.09		0.17 $\pm$ 0.35		1.01 $\pm$ 0.47		0.75 $\pm$ 0.59	
Prey items	N	%F	N	%F	N	%F	N	%F	N	%F
Euphausiidae	0	0.0%	0	0.0%	3	10.3%	5	10.0%	1	2.0%
Copepoda	0	0.0%	6	19.4%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Digested materials	34	94.4%	31	100.0%	24	82.8%	23	46.0%	16	32.7%
Scale	5	13.9%	0	0.0%	0	0.0%	48	96.0%	43	87.8%
Mucous substances	3	8.3%	0	0.0%	3	10.3%	48	96.0%	42	85.7%
(calculated except for scale and mucous substances)										
No. of fish with no food	2		0		2		23		33	
SCI (mean $\pm$ SD)	0.16 $\pm$ 0.20		0.17 $\pm$ 0.09		0.16 $\pm$ 0.36		0.11 $\pm$ 0.21		0.05 $\pm$ 0.11	

まき網標本5個体の胃内容物から取り出した鱗は、小さい円鱗で露出部縁辺が鋸歯状であり、被覆部側は円弧状であるなど、さば属の鱗の特徴(近藤・黒田, 1966)を示した。胃内容物から取り出した鱗57枚の鱗長を測定した結果、0.53–1.82 mmの鱗が出現し、平均では $0.98 \pm 0.28$  mm(平均 $\pm$ SD)であった。

鱗または粘液状内容物を除いた胃内容物重量を用いてSCIを再計算した結果、PS-XのSCI( $0.11 \pm 0.21$ )は鱗または粘液状内容物を含んだSCI( $1.01 \pm 0.47$ )の9分の1であった。また、各釣獲標本のSCI(FI-A:  $0.16 \pm 0.20$ , FI-B:  $0.17 \pm 0.09$ , FI-C:  $0.16 \pm 0.36$ )との間に有意差は認められなかった(Fig. 3b, Table 2)。一方、PS-YのSCI( $0.05 \pm 0.11$ )は鱗または粘液状内容物を含んだSCI( $0.75 \pm 0.59$ )の15分の1であった。また、まき網操業以前に釣獲したFI-AおよびFI-BのSCIよりも有意に低かった(Fig. 3b)。鱗または粘液状内容物を除いて空胃率を求めると、まき網標本では56.6%、釣獲標本では4.2%であった。

## 考 察

生餌を使用せずに釣獲したマサバ標本の胃内容物と、まき網で漁獲されたマサバ標本の胃内容物を比較した結果、まき網標本からは鱗が87.8%、粘液状内容物が85.7%以上という高い割合で出現した一方で、釣獲標本のこれらの出現頻度は13.9%以下であった(Table 2)。まき網(PS-Y)で漁獲されたマサバ胃内容物から出現した鱗はその特徴からさば属の鱗であると推定され、鱗長は0.53–1.82 mmの範囲で平均 $0.98 \pm 0.28$  mmであった。マサバの尾叉長と鱗長の回帰式(近藤・黒田, 1966)から、PS-Y標本のFL範囲(26.5–36.6 mm)に対応する鱗長の95%信頼限界は0.72–1.66 mmと推定された。胃内容物から取り出した鱗57枚のうち、50枚(87.7%)がまき網漁獲物の鱗長範囲に含まれていたことから、内容物の鱗はまき網の漁獲物に由来する可能性が高いと考えられた。これらのことから総合的に判断して、まき網標本の胃から出現した鱗と粘液状内容物は、漁獲時にさば自身の鱗や粘液が脱落して誤飲されたと考えられる。まき網標本において、誤飲物を含んだSCIと誤飲物を除いたSCIでは9倍以上の差があり、さらに誤飲物を除かない状態ではまき網標本の空胃率は3.0%であったが、誤飲物を除いた空胃率は56.6%であった(Table 2)。以上から、誤飲物の影響を考慮しない胃内容物測定結果は相当なバイアスを含んでいると考えられ、過去のまき網漁獲物の胃内容物測定データの取り扱いには十分に注意を払う必要がある。なお、釣獲標本にも誤飲物が胃内に確認された個体が出現したが(Table 2)、これは釣獲した個体が調査日以前にまき網漁場周辺に分布したために胃内容物中に誤飲物が残っていた、または釣獲調査時に前に釣獲した標本から脱落した鱗を誤飲した可能性が考えられる。森脇・宮邊(2012)はマサバの胃内容物中に消化の進んだ鱗

を見出し、これらは漁獲される以前に集群あるいは索餌中に摂取したものと考察している。本研究では鱗の消化具合を調べていないが、今後同様の調査を行う際は鱗の消化具合を含めた分析を行う必要がある。

誤飲物を除いた胃内容物重量でSCIを比較すると、日中に釣獲したFI-A, FI-BのSCIは近隣で約6時間後に操業したPS-YのSCIに比べて有意に高かった(Fig. 3b)。マサバとゴマサバの日周摂餌リズムを調べた中東ほか(2010)によると、胃内容物重量は日中に最も高く明け方に最も低くなったことからマサバは夜間には摂餌しないことを報告しており、同様にサバ属稚魚や同属のタイセイヨウサバ*S. scombrus*でも夕方から翌日の日の出までに胃内容物重量が減少することが報告されている(Darbyson et al., 2003; 久保田, 2003)。有意差は認められなかったものの、PS-Xの約4時間後に操業したPS-YでSCIが低い傾向にあったことから(Fig. 3b)、これらは過去の知見を支持する結果である。しかし、まき網操業後に釣獲したFI-CのSCIは、近隣で約6時間前に操業したPS-Xとの間に有意差は認められず、値もFI-Cの方がわずかに高かったことから消化の進行だけでは説明できない(Fig. 3b)。まき網では誤飲と同時に胃内容物の吐き戻しが起こるとされていることから(松井・前田, 1958)、今後はまき網での漁獲時に生じる吐き戻しの影響について研究を進める必要がある。

マサバのSCIについては、東北太平洋海区で0.53–7.02(佐藤ほか, 1968)、日本海で0.11–9.23(森脇・宮邊, 2012)などの値が報告されている。また、マサバへの給餌実験を行った狩谷・高橋(1969)は、マサバのSCIが最大で22.8に達したことを報告している。さらに、佐藤ほか(1968)は生活年周期別の平均SCIを検討しており、SCIは北上期に最も高く(2.12–2.63)、越冬期が最低(0.76)であったことを示した。本研究では越冬期を主体に分析を行ったため、SCIが最も低くなる時期に該当するが、誤飲物を除いた平均SCIは0.05–0.17と過去の報告よりもさらに低かった(Table 2)。漁獲時の状況が異なるため単純な比較はできないが、本研究で用いたマサバは十分な餌料を獲得できていないか、釣獲調査で空腹個体が選択的に採集されSCIが過小評価された、またはまき網標本で吐き戻しが起こったなどの可能性が考えられる。今後は越冬期以外のマサバの胃内容物についても同様の分析を進め、餌料の獲得状態をより詳細に検討する必要がある。

過去にまき網によって漁獲されたマサバの胃内容物を調べた知見では、鱗などの誤飲物と推定される内容物が確認されているものの、重量を別に測定するなどの措置はとられておらず、それほど重要視されてこなかった。しかし本研究により、まき網による漁獲時に生じる誤飲の影響はかなり大きいことが明らかになったことから、今後マサバの胃内容物分析を行う際には、鱗や粘液といった誤飲物は除いて分析を行うことが求められる。ただし、漁獲物の胃内

容物の分析はあくまで漁獲時点の摂餌状態を表すに過ぎないという課題もある。マサバ太平洋系群で生じている密度効果のメカニズムを明らかにするためには、正確な胃内容物分析に加えて、肥満度などほかの栄養状態の指標についても検討していく必要がある。これらのデータを長期的に収集・分析することで、資源量に応じたマサバの生態の変化が明らかになると考えられる。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、標本の提供にご協力いただいたまき網漁業者の皆様、漁協職員の皆様に感謝申し上げます。また、釣獲標本の入手に尽力いただいたいばらき丸の鈴木由美船長をはじめとする船員の皆様、魚体測定に協力いただいた茨城県水産試験場臨時職員の根本紀子氏に謝意を表す。

## 引用文献

Darbyson, E., D. P. Swain, D. Chabot and M. Castonguay (2003) Diel variation in feeding rate and prey composition of herring and mackerel in the southern Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Biol.*, **63**, 1235–1257.

花井孝之 (1999) 尾叉長と第1背鰭基底長による判別指数。マサバ・ゴマサバ判別マニュアル, 水産庁水産関係試験研究推進会議マサバ・ゴマサバ判別マニュアル作成ワーキンググループ, 10–15.

上村泰洋・高橋正知・川端 淳・由上龍嗣・渡邊千夏子 (2016) マサバ太平洋系群当歳魚の成長と肥満度に影響する密度依存的作用。平成28年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 37.

狩谷貞二・高橋正雄 (1969) マサバにおける胃内容物量と摂餌量との関係。日水誌, **35**, 386–390.

近藤恵一 (1966) サバ属魚類の成長-II. マサバの鱗による年齢査定法。東海水研報, **47**, 31–49.

近藤恵一・黒田一紀 (1966) サバ属魚類の成長-I. マサバの年齢形質の比較。東海水研報, **45**, 31–60.

久保田 洋 (2003) 黒潮親潮移行域における小型浮魚類仔稚魚を取り巻く群集生態に関する研究。東京水産大学博士論文, pp. 189.

松井 魁・前田 弘 (1958) 食性調査 対馬暖流開発調査報告書, 第4集, 92–101.

森脇晋平・宮邊 伸 (2012) 日本海南西沿岸海域におけるマサバの摂餌生態。島根水技七研報, **4**, 39–44.

中東明佳・川端 淳・高須賀明典・久保田 洋・岡村 寛・大関芳沖 (2010) 黒潮親潮移行域および親潮域におけるマサバおよびゴマサバの胃排出速度と日間摂餌量の推定。水産海洋研究, **74**, 105–117.

小澤竜太 (2011) まき網漁業が漁獲したサバ類の胃内容物組成。茨城水試研報, **42**, 49–54.

佐藤祐二・飯塚景記・小滝一三 (1968) 東北海区におけるマサバ *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN) の漁業生物学的特性について。東北水研報, **28**, 1–49.

高橋正雄 (1966) マサバの摂餌生態に関する研究I 食性と摂餌の選択性。広大水畜産学部紀要, **6**, 431–446.

Watanabe C. and A. Yatsu (2004) Effects of density-dependence and sea surface temperature on interannual variation in length-at-age of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in the Kuroshio-Oyasio area during 1970–1997. *Fish. Bull.*, **102**, 196–206.

由上龍嗣・渡邊千夏子・上村泰洋・岸田 達 (2017) 平成28(2016)年度マサバ太平洋系群の資源評価。平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 154–200.