

マサバの摂餌生態に関する研究

I. 食性と摂餌の選択性

高橋正雄
(広島大学水畜産学部水産学科)

Studies on the Ecology of Feeding of the Mackerel, *Pneumatophorus japonicus*.

I. On the Food Habit and the Selective Feeding,

Masao TAKAHASHI

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,
Hiroshima University

(Text-figs. 1-2; Tables 1-10)

緒言

昭和39年漁業養殖業生産統計年報¹⁾によれば、同年の本邦における年間総漁獲高は494万トン、そのうち釣・延縄漁業による漁獲高は108万トンである。すなわち、魚の摂餌習性を利用した漁法による漁業の漁獲高は総漁獲高の22%に相当し、その重要性を物語っている。更に同年に多獲されたスケソウダラ(68万トン)、アジ類(52万トン)、マグロ・カジキ類(51万トン)、サバ類(50万トン)のうち、マグロ・カジキ類の96%、サバ類の32%が釣・延縄漁業によって漁獲されている。特に、高価なマグロ・カジキ類の大部分がこの種の漁業によって漁獲されているという事実からも、魚の摂餌習性を利用する漁法の重要性が強調できよう。漁業全般において、上述のように重要な釣・延縄漁法の成立する生物学的要因を解析する上の基礎的知見を得る目的で、この研究を行なったが、この論文では摂餌生態の質的側面である食性に関する結果について報告する。

魚類の食性については、従来も多くの研究^{2),3),4),5),6)}が行なわれ、種々な立場から、食性類型の分類がなされてきた。しかしながら、食性類型の生じる過程については、その理由がもっぱら魚の形態的特性との関連に求められ、魚自体の摂餌の選択能力、または魚を取りまく生物的環境構成というような諸要因との多面的関係の中では把握されていない。他方、実験的手法を使って魚の摂餌の研究を行なった Ivlev⁷⁾は、魚の餌の選択能力と餌への嗜好性との関係を明らかにしたが、こうした実験で得られた法則を駆使して、自然における魚の食性を解析するまでには至らなかった。従って上述の食性に関する諸研究の結果は相互の関連性がうすく、例えば、魚の摂餌生態から見て適当な釣餌または撒き餌は何かというような釣技術上の具体的問題には解答与えてくれない。

魚の食性に関する研究の上述のような現状を考え、具体的問題解決に役立て得る結果を求めることを目的として、マサバを例にとり、その食性の決定される機序と、その変動に関連する諸要因を、自然観察と実験とを併用しつつ解析した。

実験材料としてマサバを使用したのは、それ自体が上述のように本邦漁業上重要な多獲魚であると同時に、釣・延縄漁業の重要な対象魚種であるマグロ類、カツオ類、カジキ類と同様に表層性の成群性魚

類であることが第一の理由である。すなわち、釣・延縄漁業による108万トンの漁獲高のうち、上述の成群性魚類の漁獲高は81万トン¹⁾で、実に75%という大きな比重を占め、群を対象とする釣・延縄漁法の重要性を示している。従って、成群性魚類のうちでも比較的小型で、かつ沿岸性であるマサバは入手と取り扱いが容易であることから、その摂餌生態と群を対象とする釣技術の解析の研究対象として適当と考えられた。

この研究全般の遂行に当り、御指導を頂いた東北大学教授松平近義博士、また、ここに述べる食性の研究に当り、終始御指導頂いた東北大学助教授畑中正吉博士に深湛なる謝意を表すると共に、標本魚の採集に御協力を頂いた宮城県水産試験場の研究員諸氏、実験に際して種々便宜を図って下さった東北大学農学部附属女川水産実験所の職員各位、実験魚の入手に御協力下さった宮城県女川町定置漁業者の方々に厚く御礼申し上げる。

材料及び方法

材料に用いたサバは、すべて牡鹿半島周辺海域及びその隣接海域の定置網漁獲物の中から、無作意抽出により採集した。これらのサバの背部担鰭骨数⁸⁾を計測して査定した結果、すべてマサバ *Pneumatophorus japonicus* HOUTTUYN と同定出来た。

胃内容物調査に供した標本魚は、市場での採集時に総排泄腔の直前を約1cm切り、体腔内に固定液が出来るだけ入り易いようにしてから、魚体を10%ホルマリン溶液中に浸して固定した。これらの標本魚は体長と体重を測定し、各標本の主群中の数個体から鱗(胸鰭の後背側部)を採取してから開腹し、食道部と幽門末端部とで切断して胃を取り出した。まず、内容物を含んだままの胃の重量を秤り、つぎに胃を切開して内容物をシャーレに洗い出してから、十分に水切りをした胃壁だけの重量を秤った。両重量の差をもって胃内容物重量とした。胃内容物は出来るだけ詳細に種類を査定してマサバ個体毎に記録するように努めたが、消化の程度が著しく、詳細に査定できない場合があった。なお、全く査定出来ないほど消化の進んでいた場合には、消化物として記録した。

摂餌の選択性を測定する実験に用いたマサバは、著者自身が定置網から業者の協力の下に直接に採集出来たので、魚体を傷つけぬよう充分の注意を払い得た。しかしながら、鱗が小さくて主に粘膜により体表を保護されているマサバにおいては、初め肉眼で容易に認め難い採集時の過擦傷も、例えば、25°C 前後の水溫条件下では5~7日後には顕著な皮膚の剝離となり、さらに症状が悪化するとマサバは死に至る。従って採集時に魚体を傷つけぬよう配慮すると同時に、上述の症状を少しでも呈した個体について得られた結果は、すべて棄てるよう注意した。実験は東北大学農学部附属女川水産実験所内の3.8×2.7×1.5mのコンクリート水槽に常に海水を流しつつ、水深を0.5mに保って行なった。

本研究においては魚の体長は標準体長をmm単位で測定した。魚体及び餌の重量は0.1g単位で測定したが、マサバの体重は胃内容物重量を減じて求めてある。

結 果

1. 餌料の種類

自然においてマサバが食っていた餌料生物の種類を知るために、1954年4月から10月までの漁期間、牡鹿半島周辺海域とその隣接海域で定置網により漁獲されたマサバ18標本、1,310個体の胃内容物を調べた。そのうち、牡鹿半島周辺海域の漁獲物15標本、1,173個体について得られた結果をTable 1に示す。

Table 1. Stomach contents of the mackerel caught by trap-net in the surrounding waters of Oshika Reninsula (Miyagi) in 1954

Date	Number investigated	Average Body Length mm	Average Body Weight g	Rate of Empty stomachs %	Max. Stomach Content weight %	Percentage occurrence of each prey item*									
						Pisces				Cephalopoda	Crustacea				Digested frag.
						Sum	Sardine	Anchovy	Horse mackerel		Sum	Euph.	Amph.	Cope.	
April 19	64	195.3	101.7	26.6 (17)	2.9	1.6 (1)		1.6 (1)			76.5 (49)	3.1 (2)		73.4(47)	
May 6	48	185.1	94.3	81.2 (39)	0.9						18.7 (9)	10.4 (5)		8.3 (4)	
24	52	201.5	110.9	75.0 (39)	0.7						25.0 (13)	25.0 (13)			
30	107	189.5	93.4	72.9 (78)	5.4	0.9 (1)		0.9 (1)		11.2(12)	7.5 (8)	7.5 (8)		12.1 (13)	
June 5	80	210.4	131.8	41.3 (33)	1.7	1.3 (1)		1.3 (1)		1.3 (1)	56.3 (45)	56.3 (45)			
July 10	42	232.9	192.2	81.0 (34)	0.4	4.8 (2)		4.8 (2)			14.3 (6)	14.3 (6)			
17	47	214.3	130.0	33.2 (25)	11.1	38.3 (18)		38.3 (18)			14.9 (7)	14.9 (7)			
23	37	214.2	125.8	24.3 (9)	8.6	73.0 (27)		73.0 (27)						2.7 (1)	
29	110	218.4	134.6	21.8 (24)	9.7	40.0 (44)		37.3 (41)	2.7 (3)					38.2 (42)	
Aug. 10	79	214.2	115.5	65.3 (52)	9.1	21.5 (17)	21.5(17)				12.7 (10)	12.7 (10)			
16	63	217.2	134.2	46.0 (29)	7.0	50.8 (32)		50.8 (32)			4.8 (3)		4.8 (3)		
Sept. 9	91	211.2	111.7	68.1 (62)	4.1	11.0 (10)		1.1 (1)	9.9 (9)	3.3 (3)	1.1 (1)		1.1 (1)	16.5 (15)	
22	155	137.7	40.7	73.5(114)	12.9	20.6 (31)	4.5 (7)	15.5 (24)	0.6 (1)	1.9 (3)	5.2 (8)		5.2 (8)	0.6 (1)	
Oct. 3	53	218.9	169.4	0.0 (0)	16.3	100.0 (53)		100.0 (53)		5.6 (3)					
9	71	216.4	149.1	53.5 (38)	12.1	18.3 (12)		15.5 (11)	2.8 (1)	36.6(26)					
15	74	200.8	128.2	0.0 (0)	15.0	106.5 (80)	5.2 (4)	100.0 (74)	1.3 (2)		1.3 (2)	1.3 (2)			
Total	1173			50.6(593)		28.2(330)	2.4(28)	24.4(286)	1.4(16)	4.1(48)	13.7(161)	8.4(98)	1.0(12)	4.3(51)	6.1(72)

* The numbers in parentheses show the numbers of mackerel feeding on each prey.

全調査期間中、次の種類がマサバに食われていることを確認した。

すなわち

魚類 Pisces	マイワシ	<i>Sardinops melanosticta</i>
	カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i>
	ヤマトカマス	<i>Sphyræna japonica</i>
	マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>
甲殻類 Crustacea	橈脚類 Copepoda	
	端脚類 Amphipoda	
	オキアミ類 Euphausiacea	
	ツノナシオキアミ	<i>Euphausia pacifica</i>
頭足類 Cephalopoda	スルメイカ	<i>Ommatophorus sloani pacificus</i>

であった。これら以外に海産多毛類の剛毛、大形海藻の破片と推定される組織片が見られたが、いずれも消化の程度が著しく、その断片しか見出せなかったため、査定不能の消化物片として一括して記録した。

大型である魚類、頭足類はある程度消化されていても可成りな正確さで種又は属まで査定できたが、小型の浮游性甲殻類に至ってはマサバの胃の中で体形の崩れている場合が多く、比較的大型のツノナシオキアミ⁹⁾を除いては種の同定はできなかつた。しかし橈脚類はその特徴的な形態を示す頭胸部、端脚類は強大な第2歩脚を具えた側扁する体前部のみられたことから、それと確認出来た。

上述の各種餌料生物がマサバに捕食されてい度合を餌料種毎、季節毎に比較するために、畑中・飯塚¹⁰⁾により各標本毎の“餌料出現頻度の百分率”（調査したマサバ個体数に対する各種餌料を食っていたマサバ個体数の割合の百分率値）を求めた（Table 1）。上述のような比較をするためには、従来捕食魚の胃内に見いだされた餌料生物の個数比や重量比が用いられて来た。しかしながら實際上、マサバの胃内では、既に述べたように、甲殻類の場合には完全な体形の餌料生物が見られないために、それらの個数が数えられない場合が多い事、又マサバの胃内容物の消化程度が非常に区々であるために胃内容物の種類別重量比が摂餌量の種類重量比を表わしているとは考え難い事とから、ここでは胃内容組成を個数比又は重量比で示す表現方法を用いなかつた。又調査個体数に対する空胃個体数の割合の百分率値を空胃率とした。このように求めた各種餌料生物の出現頻度の百分率と空胃率の合計は、同じマサバ個体が2種以上の餌料生物を食っていた場合には100%を超えるはずであつて、事実そうした例も多かつた。

Table 1 の示すように1,173個体を調査した結果、魚類28.2%、甲殻類13.7%の出現頻度を示し、頭足類は4.1%に止まっていた。すなわちマサバの餌料としては魚類が最も多く、甲殻類がこれに次いでいて、他の種類はこれら2種に比べて極めて少ない。しかし全般的に空胃率が高く、約半数の50.6%の個体が空胃状態にあつた。魚類を食っていたマサバのうち、ヤマトカマスを食っていたのは唯の1例だけでその出現頻度は0.09%に過ぎず、マサバの自然における餌料としての意義は極めて少ないと考えられたので、Table 1 から除いた。従つてマサバが食っている魚種はマイワシ、カタクチイワシ、マアジの3種と考えてよろしいと思われる。これら3種の魚類を食っていた330個体のマサバのうち、マイワシを食っていた個体28、カタクチイワシを食っていたもの286、マアジを食っていたもの16個体でそれぞれ8.6%、86.1%、5.3%となり、カタクチイワシが最も良く食われている。一方甲殻類を食っていたマサバ161個体中、オキアミ、橈脚類、端脚類を食っていたマサバ個体数はそれぞれ98、51、12個体であつて、オキアミが最も多く食われていて甲殻類全体のうち60.9%に相当し、橈脚類の31.7%がこれに次ぎ、端脚類は7.4%に過ぎない。すなわちこの海域においては、カタクチイワシとオキアミがマサバの主要な餌となつている。

次に、カタクチイワシとオキアミのマサバ胃内における出現頻度の季節的变化を検討するために、1ヶ月毎に纏めてTable 2 に示す。漁期初めの4月からオキアミの出現頻度は増大して、6月に56.3%と最大値に達して、それ以後低下する。一方カタクチイワシの出現頻度は6月までは2%以下の低い値を

Table 2. Monthly fluctuation of the Percentage occurrences of the anchovy and *Euplusia*

Month		April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
Number investigated		64	207	80	236	142	246	198
Percentage Occurrence of each prey item	Anchovy	1.6 (1)	0.5 (1)	1.3 (1)	37.3 (88)	22.6 (32)	10.1 (25)	69.7 (138)
	Euph.	3.1 (2)	12.1 (26)	56.3 (45)	5.1 (13)	7.1 (10)	0.0 (0)	0.0 (0)

示しているが、7月に急激に上昇し、それ以後は大体10~70%の高い値を示す。すなわち、この海域では、7月を境としてオキアミを主に食う時期とカタクチイワシを主に食う時期とに分れ、マサバの食性に明瞭な転換がみられる。一方、牡鹿半島周辺海域でマサバが主にカタクチイワシを食っている8月に、やや北寄りの隣接海域である綾里崎沖で定置網により漁獲されたマサバ3標本、137個体の胃内容物調査結果をTable 3に示す。

Table 3. Stomach contents of the mackerel caught by trap-net in the waters off Ryozizaki (Miyagi) in 1954

Date	Number investigated	Average Body Length mm	Average Body weight g	Rate of Empty Stomachs %	Max. Stomach Content weight %	Percentage Occurrence of each Prey item			
						Pisces		Crustacea	Digested frag.
						Anchovy	Horse mackerel	Euph.	
Aug. 2	58	221.2	135.1	70.7 (41)	4.9	1.9 (1)		53.8 (28)	5.2 (3)
4	52	226.7	151.9	38.5 (20)	3.2	1.7 (1)	17.2 (10)	3.4 (2)	5.3 (3)
25	27	235.4	172.3	7.3 (2)	3.6			70.4 (20)	22.2 (6)
Total	137			46.1 (63)		1.5 (2)	7.3 (10)	36.5 (50)	8.8 (12)

すなわち、これらのマサバの胃の中のカタクチイワシの出現頻度はわずか1.5%に過ぎないのに対して、オキアミの出現頻度は36.5%という高い値を示す。これは、マサバの食性の転換期が北にゆくに従い遅れることを暗示しているように思われる。

牡鹿半島周辺海域では、マサバの食性が転換する以前と以後で空胃率は異なる。すなわち、オキアミを主に捕食している7月以前の標本全体について求めた空胃率は60.2%であるが、7月以降、カタクチイワシを主に捕食している時期には44.6%である。増山¹¹⁾により、上述の両期の空胃率の信頼限界(信頼度0.98)を求めると、それぞれ53.4~65.4%、33.1~49.1%となり両信頼帯は重ならない。すなわち、両空胃率は統計的にも明らかに有意な差を示しているといえる。

また、マサバの体重に対する胃内容物重量の百分率値の最高値は16.2%であった。

2. 摂餌選択性

上述の各種餌料生物に対するマサバの捕食の程度のちがひ、またオキアミからカタクチイワシへのマサバ食性の転換を決定する要因の検討の目的で以下の実験を行なった。

食性転換は一つには捕食者の摂餌の選択性の変化、他方環境を構成する餌料生物の組成の変化という2つの主要な原因によって惹き起こされると考えられよう。摂餌の選択性を示す指標は Ivlev がその著書⁷⁾で、Savage, Larsen の用いた指標と自らの案出した指標とを対照検討しているが、いずれの指標も、環境を構成する生物の種組成と捕食者の胃内容物組成とを対比させて求めている。マサバの胃内容物調査の場合には、マサバの主要餌料生物の1種であるオキアミの自然における量的消長に関する知見が得られぬため、環境を構成する生物の種組成が不明であった。従って上述の研究者のように、自然における餌の選択性を検討し得なかった。すなわち、ここでは牡鹿半島周辺の海域で、12~4月にイサザ漁業で漁獲され冷凍保存して置いた *Euphausia* と、夏季にマサバと混獲されたカタクチイワシを用いて飼育したマサバの摂餌状態から、その両種の餌料生物に対するマサバの選択性を実験的に明らかにした。

〔実験 1〕

実験は1956年8月に行なった。体長160~190mm、体重50~100gのマサバ30個体を実験水槽に収容した。収容直後のマサバは餌を与えても未だ食わずに、水槽内を成群して巡回游泳する。約3日たつとオキアミまたはカタクチイワシ肉片を撤き与えた時に、群からはずれて摂餌する個体が現われ始める。更に1~2日たつと、ほとんどすべての個体が摂餌するようになる。全個体が餌に付いてから、2日間絶食させ、空腹状態にしておき、丸のままのカタクチイワシ 120g とオキアミ 120g とを混ぜた餌 240g を15分間、数回に分けて撤き与えた。マサバは群を崩し、表面近くに餌を求めて泳ぎ上って来て摂餌するが、投餌の終り頃には餌に反応せずに水槽の中層を成群游泳する個体が多くなる。投餌終了後30分以内に全てのマサバを取り上げて、個体毎に体重、胃内のオキアミ、カタクチイワシの重量を秤った。後述する如く、自然においてこの実験魚と同じ大きさのマサバの胃内に最も頻度多く見られたカタクチイワシに略々等しい5cm前後のカタクチイワシを選んで餌として使った。すなわち、餌に使ったカタクチイワシは実験魚にとって最も食べ易い大きさと考えられる。摂餌率(100×胃内容物重量/体重)は1.8~11.8%、カタクチイワシ混食率(100×胃内のカタクチイワシ重量/胃内容物重量)は0~98%であった。しかしながら、Table 4の示すように、カタクチイワシ混食率が41~60%の個体が最も多く、22個体で全個体数の73.3%を占め、60%以上の個体は6個体で20.0%、40%以下の個体は2個体で6.7%となり、大多数の実験個体がカタクチイワシとオキアミをほぼ等量づつ食っていた事になる。カタクチイワシ混食率の平均値は53%となる。与えた全餌料中のカタクチイワシの重量は50%であるゆえ、Ivlev⁷⁾により選択性指数E*を求めるとカタクチイワシについては+0.04となる。オキアミ混食率は46

Table 4. The selective feeding of the mackerel on the anchovy and the *Euphausia* given dispersedly (Exp. 1)

Percentage of anchovy (1)	Feeding rate (2)				
	0 ~ 20	21 ~ 40	41 ~ 60	61 ~ 80	81 ~ 100
0 ~ 2 %	1				
2 ~ 4		1			
4 ~ 6			8		2
6 ~ 8			5		
8 ~ 10			8	3	1
10 ~ 12			1		
	1	1	22	3	3

(1) The numbers show the relative amount of anchovy in each rations.

(2) Feeding rates are the ratio of ration to the body weight of mackerel in percentage.

* $E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$ 但し p_i は餌料複合中のある餌料の割合、 r_i は摂餌量中のその餌料の割合⁷⁾.

%であるので、同様に選択性指数Eを求めると-0.04となり、両指数の差は0.08となる。これらの結果は幾分マサバがカタクチイワシを選択摂餌していることを示している。事実カタクチイワシ混食率が60%以上の6個体の摂餌率が4%以上であるのに、40%以下の2個体は4%以下の低い摂餌率を示している。餌として与えたカタクチイワシの体重が1.0g前後であるのに対して、オキアミの体重は約0.05gである事に加えてオキアミは投餌の際に水槽一面に散り易く、カタクチイワシ1尾即ち1.0gを捕食するに要する時間は、同量のオキアミを20尾捕食するのに要する時間よりも短かくて済むであろう。また、マサバは一旦水槽底に落ちた餌を拾って摂ることがないゆえに、上述のカタクチイワシに対するマサバの選択摂餌の傾向がカタクチイワシとオキアミの捕食され易さのちがいに よって いるように思われるので、こうした差を出来るだけ除くようにして次の実験を行なった。

〔実 験 2〕

この実験では、実験水槽に収容してから7日間充分餌付けをし、与えられた餌を水面直下で食うように馴らしたマサバ10尾を使用した。餌付け期間中に、マサバの大小・頭部斑紋の個体による変異を目印としてマサバの個体を識別した。今回、オキアミはカタクチイワシ1尾とほぼ同じ重さの約1.0gの塊りにして与えた。上述のようにマサバは充分馴らされ水面直下で餌を食う状態になっているので、指先で軽く固めたオキアミ塊を水槽内に静かに落とすと、水中に散る前に一口に食った。秤量したカタクチイワシと上述のように塊りにして秤量したオキアミとを交互に与え、何番目の餌をどのマサバ個体が食ったかを記録してから、マサバ個体毎に摂餌量を集計した。実験は2日隔てて前後2回行なったが、2回目の実験後、前回同様に胃内容量を実測した結果、2回目の実験における個体別の摂餌量集計値と略々完全な一致を見た。従って1回目の実験の摂餌量集計値も実際の摂餌量を表わすと考えてさしつかえない。Table 5 に実験結果を示す。実験a（第1回目の実験）ではオキアミ29塊、30.4g、カタクチイワシ29尾、30.5gを与え、実験b（第2回目の実験）ではそれぞれ31塊で33.0g、31尾で32.5gを与えた。いずれの場合もオキアミとカタクチイワシがほぼ等量ずつの餌料組成であったといえる。10個体のマサバの摂餌量を合計すると実験aでは、オキアミ25.1g（23塊）、カタクチイワシ26.9g（25塊）、実験bではオキアミ27.8g（26塊）、カタクチイワシ25.9g（25塊）で両実験におけるカタクチイワシ混食率平均値はそれ

Table 5. Selective feeding of mackerel on the anchovy and the *Euphausia* given as blocks (Exp. 2)

Mackerel Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total * amounts of ration	Total * amounts of food given	
Body length mm	160	165	165	168	172	185	186	186	189	190			
Body weight g	52.3	60.0	54.1	70.2	63.4	89.0	85.3	90.2	99.3	100.4			
Exp. a	Euphausia g	2.3	1.0	3.5	4.5	2.0	2.2	3.3	0.0	4.4	2.1	25.1 (33)	30.4 (29)
	Anchovy g	2.5	1.4	0.0	1.3	4.5	3.2	4.6	2.3	3.0	4.1	26.9 (25)	30.5 (29)
	Ration g	4.8	2.4	3.5	5.8	6.5	5.4	7.9	2.3	7.4	6.2		
	Feeding rate %	9.2	4.0	6.5	8.3	10.3	6.1	9.3	2.6	7.5	6.2		
Exp. b	Euphausia g	1.3	0.0	3.3	3.6	1.1	1.9	6.4	2.4	3.1	4.2	27.8 (26)	33.0 (31)
	Anchovy g	1.4	2.0	1.8	3.0	1.6	1.0	2.1	2.0	6.1	4.9	25.9 (25)	32.5 (31)
	Ration g	2.7	2.0	5.1	6.6	2.7	2.9	8.5	4.9	9.2	9.1		
	Feeding rate %	5.2	3.3	9.4	9.4	4.3	3.3	9.9	5.4	9.3	9.1		

* The number in parentheses shows the number of individuals of anchovy or the number of blocks *Euphausia*.

Table 6. Erectivity indices (E) of mackerel for the anchovy and the *Euphausia*, calculated from Table 5

Mackerel Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Exp. a	Percentage of anchovy	52	58	0	22	69	59	58	100	40	66	52
	Euphausia	-0.02	-0.02	+1.00	+0.18	-0.23	-0.10	-0.02	+1.00	+0.09	-0.14	-0.02
	Anchovy	+0.02	+0.07	-1.00	-0.39	+0.16	+0.08	+0.07	-1.00	-0.11	+0.14	+0.02
Exp. b	Percentage of anchovy	52	100	35	45	59	34	25	41	66	54	48
	Euphausia	-0.02	-1.00	+0.13	+0.05	-0.10	+0.14	+0.26	+0.08	-0.19	-0.04	+0.02
	Anchovy	+0.02	+1.00	-0.18	-0.05	+0.37	-0.19	-0.33	-0.10	+0.14	+0.04	-0.02

それぞれ52%, 48%となる。すなわちカタクチイワシに対する選択性指数はそれぞれ+0.02, -0.02となり実験1の結果に比して小さい。マサバの個体毎に求めたカタクチイワシ混食率と両餌料生物に対する摂食選択指数を Table 6 に示す。実験 a ではカタクチイワシ混食率が40~60%のマサバは5個体 (No. 1, 2, 6, 7, 9), 40%以下のものが2個体 (No. 3, 4), 60%以上の個体が3個体 (No. 5, 8, 10) であった。一方実験 b ではそれぞれ5個体 (No. 1, 4, 5, 8, 10), 3個体 (No. 3, 6, 7), 2個体 (No. 2, 9) となり、この2回の実験を通じてカタクチイワシかオキアミを特に多く選択捕食する傾向を示す個体は見られなかった。従って、個体により選択性指数が+1.00~-1.00と大きく変異しているのは、むしろ個体、個体が無選択的かつ機会的に摂餌した結果と見なし得よう。事実、此の実験では、カタクチイワシ混合率が40%以下の場合と60%以上の場合の摂餌率はそれぞれ3.3~9.7% (平均7.4%), 2.6%~10.3% (平均6.3%) で両方の場合の摂餌率の差は実験1に比してはるかに小さくなっている。この事実は、マサバが一口に充分多量のオキアミを食える条件下にあれば、マサバのオキアミとカタクチイワシに対する摂餌の選択性は異ならないことを示している。すなわち実験1でマサバが幾分かカタクチイワシを選択摂餌しているような現象が見られた理由に、カタクチイワシとオキアミの食い易さの違いを想定した上述の推測の正しいことが、この実験の結果によって示されたと考えられる。

以上の2実験は、自然においてカタクチイワシを主に食っている時期のマサバも、元来はオキアミとカタクチイワシに対して無選択的に摂餌している可能性を物語り、自然における、マサバの食性の季節的転換の原因が、特定の餌料生物に対するマサバの嗜好といったようなマサバ自体の内的要因の変化よりも、むしろ外的要因の変化にある事を暗示する。

一方、マサバの捕食の度合いがマイワシ、カタクチイワシ、マアジに対して異なるという事実が先に明らかにされているが、この3魚種に対するマサバの選択性を検討する目的でまず、マサバの胃の中に見られたこれら魚種の体長を測定した。全般的に胃内容物の消化程度が著るしかったために精確に体長の測定できた例は少なかった。特に胃内出現頻度の低いマイワシとマアジでは少数の個体の体長しか測れなかった。

測定資料の比較的多いカタクチイワシの場合には、150~180mm, 200~230mm, 250~280mm の3つの体長範囲のマサバの食っていたカタクチイワシの体長頻度分布、測定資料の少ないマイワシとマアジの場合には各々200~230mmの体長範囲のマサバが食っていた各餌料魚の体長の頻度分布を Fig. 1 に示す。Fig. 1 は林・山口⁵⁾の“餌料の大きさに対する魚の選択曲線”である。

Fig. 1 Aに示す如く、上述の各種の大きさのマサバに最も多く食われていたカタクチイワシは、それぞれ6cm, 6cm, 7cmである。大きさの異なるマサバの選択曲線の型は必ずしも同じではない。すなわち、150~180mmマサバの選択曲線は、統計的に有意な-0.66という歪度を示すが、200~230mm, 250~280mmのマサバの選択曲線は共に+0.44なる歪度を示し、統計的にはその有意性は認め難い。また、

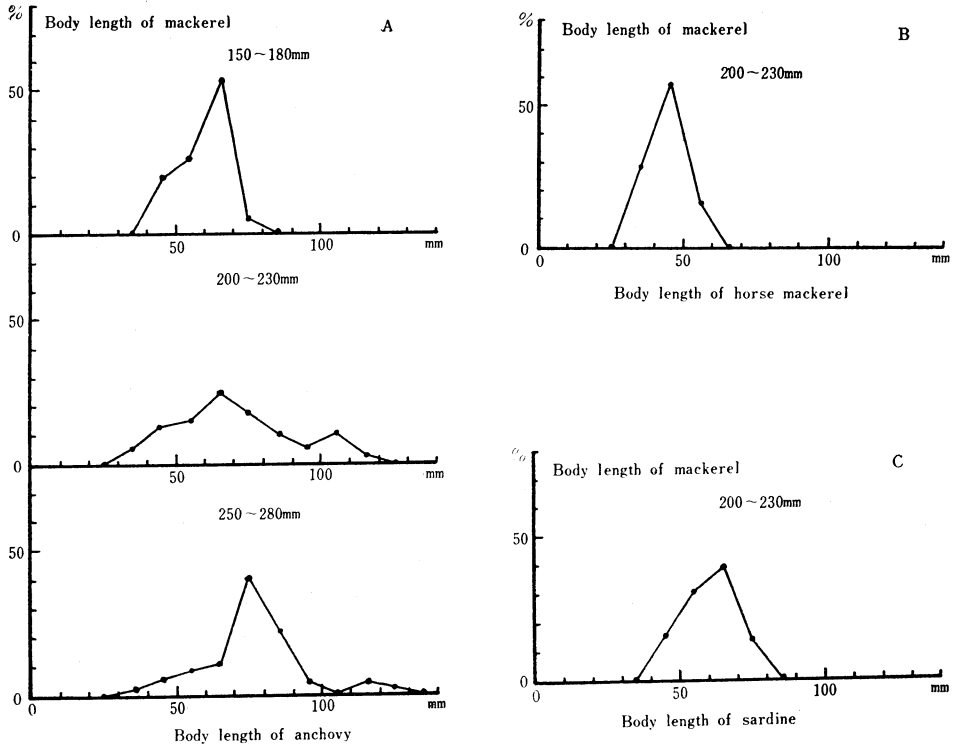


Fig. 1. The frequency curves of the body length of each prey fishes found out in the stomachs of the mackerel.

これら異なる体長のマサバが食っていた最小のカタクチイワシは、それぞれ 40mm, 30mm, 38mm でマサバの大小に関係なしに、ほぼ等しい大きさであった。しかし、150~180mm, 200~230mm, 250~280mm のマサバが食っていた最大のカタクチイワシは、それぞれ 73mm, 116mm, 124mmで、捕食者であるマサバが大きれば、食われるカタクチイワシの最大型も大きくなる傾向がみられる。それぞれの大きさのマサバの平均体長に対するカタクチイワシ最大型の体長は42%, 51%, 47%である。マサバの胃内容物調査を行なった期間中、マサバと混獲されたカタクチイワシの体長頻度分布を Fig. 2 に示す。すなわちマサバと共に棲んでいたと考えられるカタクチイワシの体長範囲は 30~140mm で、80mm の

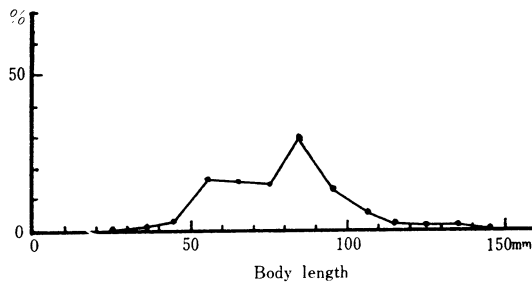


Fig. 2. The frequency curve of the anchovy caught by trap-net during the period of the stomach investigation of the mackerel.

大きさの個体が最も多い。マサバが食っていたカタクチイワシの最小型はマサバと共存していたカタクチイワシの最小型に略々一致するが、マサバの食っていたカタクチイワシの最大型は共存していたカタクチイワシの最大型よりも小さい。すなわち、マサバの食っていた最大のカタクチイワシはマサバの食い得るカタクチイワシの大きさの限界を示していて、その限界はマサバの体長の約40~50%と考えてよらしいと思われる。又カタクチイワシの体長頻度分布のモードの位置に比べてマサバが最も多く食っていたカタクチイワシの大きさはいずれの体長群のマサバでも小さく、マサバと一緒に生息するカタクチイワシの中から若干小型の個体を選択摂餌していると判断出来る。

マイワシの大きさに対するマサバの摂餌選択性は測定資料が少ない上に定置網によって漁獲される量も少なく、その体長頻度分布が得られぬために上述のように詳細な解析は出来なかった。しかしマサバに最も多く食われているのが7cmのマイワシである事 (Fig. 1・c 参照) と、ほぼ同じ大きさのカタクチイワシが最も多く食われている事から、マイワシとカタクチイワシの大きさに対する選択性は著しく類似していると推察しうる。一方マサバの食っていたマアジの最小型は3cm、最大型は6cmで、最も多く食われているのが4cmである事 (Fig. 1・B参照) から、マアジの大きさに対するマサバの選択性はカタクチイワシ、そして恐らくはマイワシの大きさに対する選択性とも異なっていると考えられる。同海域で、同様な季節にマアジの食性を調査した鈴木¹²⁾の報告によれば、マサバと同時に漁獲されるマアジは主に70~140mmと推察される。従ってマアジに対して、マサバは極端に小型の個体のみを選択摂餌している事になる。餌料生物の大きさに対するマサバの摂餌選択性が上述のように違う場合、マサバが捕食に適したマアジを見出し得る確率は、捕食に適したカタクチイワシを見つけ得る確率よりも著しく低くなるであろう。こうした各魚種について、大きさに対するマサバの摂餌性のちがいが、自然におけるマサバの各魚種への捕食の度合に違いを生ぜしめる原因になり得る。しかしながら、マサバの捕食に適したマアジとカタクチイワシが同量づつ与えられた場合、両魚種に対するマサバの摂餌選択性は等しくなるであろうか。こうした条件下で両魚種に対する選択性を明らかにするために次の実験を行なった。

〔実験 3〕

この実験は1958年8月に行なった。実験に用いた10個体のマサバは170~190mm、70~105gの大きさであった。上述のようにこの大きさのマサバが、自然において最も多く食っていたカタクチイワシとマアジはそれぞれ6cm (体重約2g)、4cm (体重約1.5g) であるので、この実験においても出来る限りこの大きさのカタクチイワシとマアジを用いた。まず1尾づつ体重を秤量したマアジとカタクチイワシを交互に30尾づつ与え、マサバの個体毎に摂餌した両種の魚の尾数と重量とを記録集計する投餌法 (実験a) と、次に同じマサバに30尾づつのカタクチイワシとマアジを混ぜ、それを数回に分けて15分間で与え、投餌終了後30分以内にマサバを開腹して胃内容物を調べる投餌法 (実験b) によって餌を与えた。両実験の間には2日間絶食期間を置き、先の実験が後の実験に影響を与えぬように配慮した。

両実験の結果を Table 7 に示す。

実験aにおいては、摂餌率は4.2~10.3%、カタクチイワシ混食率は重量比で48.6~100.0%、尾数比で30.3~100.0%である。10個体平均したカタクチイワシ混食率は重量比で89%、尾数比で77%であった。重量比、尾数比のいずれにしてもカタクチイワシへのマサバの選択性の強いことを示している。重量比が尾数比よりも大きい値を示すのはカタクチイワシの平均体重がマアジの平均体重よりも大きいことによっているが、摂餌の頻度に密接な関連を持つ選択性を表すには、むしろ尾数比の方がより適当と思われる。なお摂餌水準が高くなることによる摂餌選択性が変化する様子を追跡するために、実験の結果を10尾投餌毎に6区分し各区分毎に両餌料魚種のマサバに食われた数を求めると Table 8 に示すようになる。第2区分まではカタクチイワシ混食率が56~63%で、低いが、第3区分で83%に高まり、第4区分以後は100%になる。第2区分までの群としての摂餌率積算値4.2%、第3区分では5.8%であるので、摂餌率が4.2%附近を超えると、両餌料魚種に対するマサバの選択性のちがいが顕著になり始め、

Table 7. Selective feeding of mackerel on the anchovy and the horse mackerel (Exp. 3)

Mackerel Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total amount of rations	Total amount of prey given
Body length mm		170	173	173	179	180	183	184	185	185	192		
Body weight g		70.2	71.3	69.5	79.0	85.0	83.2	88.2	85.3	90.0	105.3		
Exp. a	Anchovy g ind.	3.3 1	3.0 2	2.8 1	6.6 4	2.0 1	7.6 4	4.6 2	7.1 4	6.1 3	7.5 4	50.6 27	57.5 30
	Horse mackerel g ind.	0.9 1		1.2 1		2.2 2	1.0 1		0.8 1	2.9 2		9.0 8	35.1 30
	ration feeding rate %	4.2 6.0	3.0 4.2	4.0 5.8	6.6 8.3	4.2 4.9	8.6 10.3	4.6 5.2	7.9 9.3	9.0 10.0	7.5 7.1		
Exp. b	Anchovy g ind.	2.5 1	4.6 1	6.1 3	2.7 2	6.9 4	3.2 2	3.0 2	3.5 2	3.6 2	7.7 4	43.8 23	59.3 30
	Horse mackerel g ind.			0.9 1			1.2 1	2.5 2		1.0 1	1.3 1	6.9 6	34.2 30
	ration feeding rate %	2.5 3.5	4.6 6.5	7.0 10.0	2.7 3.4	6.9 8.1	4.4 5.3	5.5 6.2	3.5 4.4	4.6 5.1	8.0 7.6		

Table 8. Fluctuations of selective feeding of mackerel on the anchovy and the horse mackerel in accordance with the successive feedings

Prey		No. of feeding						Total
		1	2	3	4	5	6	
Anchovy	ind.	5	5	5	5	5	2	27
horse mackerel	ind.	3	4	1				8
Prey residue		2	1	4	5	5	8	
Accumulated feeding rate %		2.0	4.2	5.8	7.1	8.3	8.6	

6%以上ではマサバは全くマアジを捕食しなくなるといえよう。実験bでは摂餌率は3.4~10.0%で実験aの値に比して少ない。しかしながら、10個体平均したカタクチイワシ混食率の値は個数比で79%となり実験aの結果とよく一致する。実験bではマサバの摂餌率の上昇に伴う摂餌選択性の変化は追跡できなかったが、カタクチイワシ混食率が実験aの値とよく一致することから、恐らく上述同様の経過を辿ったであろうと推察される。上述の両実験の結果から求めた選択性指数Eの値はカタクチイワシでは+0.23、アマジでは-0.41となり、両者のちがいは0.64となり先にカタクチイワシとオキアミの場合のちがい0.04~0.08に比べて著しく大きい。この実験において、マサバはマアジを回避する際に一応は口に咬えりとか、口先で突ついてから改めて回避するという現象が観察された。この事実は、先の餌料の大きさに対する選択曲線の特性値が、カタクチイワシとマイワシのように長円筒型または伸長型の体型を持ち、その骨格またわが鱗が軟らかい魚種で共通し、側扁した体型で鱗または骨格の硬いマアジの選択曲線の異なる点を考え合せて、これらの両型の魚に対するマサバの摂餌選択性違いが餌料魚種の形態的特性のちがいによっていることを意味するようになる。ともあれマサバにとって最も食い易い大きさのマアジが充分いても、マサバはカタクチイワシをより多く捕食するというマサバ自体の選択摂餌の特性と、マサバに捕食され易い大きさのマアジが、自然においてマサバと一緒に生活する可能性の少ないという餌の大きさに対する選択性とが二重に働いて自然におけるマサバの胃内のマアジ出現頻度

が低く現られて来ているように思われる。

以上のマサバの摂餌の選択性に関する観察及び実験の結果は、マサバの食性を決定する要因としてマサバの餌に対する嗜好性のごときマサバ自体の内的要因と並んで、マサバの外環境の生物の種組成が重要な役割を果している事を示している。更にマサバにみられた食性の転換や各種餌料生物への捕食の度合のちがいが、恐らくは自然の海洋において、マサバが餌料生物と遭遇できる機会の程度、または遭遇した餌料生物複合中のマサバの捕獲し易い個体の占める割合によって規制されているものと考えられる。

従って次に、胃内容物調査を行なった1954年の牡鹿半島周辺海域へのこれら餌料魚種の来游状態とマサバの捕食の度合との関連を検討する。先にも述べたようにオキアミに関しては来游状態の季節変化を知る手がかりがないので、マサバ、マイワシ、カタクチイワシ、マアジの魚種だけについてその宮城県における水揚高の季節変化を検討した。

ここに水揚高を取り上げたのは、その相対的変動がそれらの魚種の調査海域への来游状況、ことにこれらの魚種の共存の状態を示す指標となると仮定した事による。胃内容物を調査したマサバはすべて定置網漁獲物であるので、調査対象となったマサバをも含めて、各魚種の定置網漁獲量の季節変化が最も良く各魚種の共存状態を反映すると考えられるが、1954年には未だそれほど詳細な統計資料は得られていない。従ってまず、宮城県における各魚種の年間漁獲量の中で定置網による漁獲量¹³⁾が占める割合を求めると、サバ類83%、マイワシ40%、カタクチイワシ86%、アジ類99%になり、一応サバ類、カタクチイワシ、アジ類の漁獲量は定置網漁獲量を可成り良く反映すると考えてさしつかえない。胃内容物調査を行なった1954年の4月から10月までのサバ類、カタクチイワシ、アジ類の宮城県における漁獲量を昭和29年農林水産統計月報¹⁴⁾より引用して月別に Table 9 に示した。

Table 9. Monthly fluctuation of amounts of catches of each fishes landed in Miyagi in 1954 (ton)

Fishes	Month						
	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
mackerels	82.5	183.8	217.5	817.5	423.8	187.5	123.8
Anchovy	7.5	45.0	120.0	911.3	528.8	453.8	386.3
horse mackerel	0.0	15.0	26.3	176.3	206.3	157.5	120.0

Table 9 から、サバ類の漁獲高に対するカタクチイワシとアジ類の漁獲高の比を計算して、両餌料魚種の月毎のマサバ胃内出現頻度百分率と一緒に Table 10 に示す。

Table 10. The relative amounts of catches of each prey fishes to that of the mackerel and the percentage occurrence of each prey in the stomach of the mackerel for the months during the period from April to October in 1954.

Prey	Month							
	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	
Anchovy	Relative catch.	0.09	0.24	0.55	1.12	1.25	2.42	3.12
	Perc. Occur.	1.6	0.5	1.3	37.3	22.6	10.1	15.5
Horse mackerel	Relative catch.	0.00	0.08	0.12	0.22	0.49	0.84	0.90
	Perc. Occur.	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	4.1	2.8

カタクチイワシの漁獲高は6月に至るまではマサバの漁獲高よりも低く、その漁獲高比は1以下であるが、7月に入るとマサバの漁獲高を超え、その漁獲高比は1を超える。一方7月に至るとマサバ胃内

のカタクチイワシ出現頻度は急激に増大して、マサバの食性がオキアミを主な餌とする型からカタクチイワシを主な餌とする型に移行する。すなわち、マサバと共存しているカタクチイワシが急激に増大する時期と食性転換の時期との一致がみられ、食性転換の楔機に、マサバの餌料生物の量的変動が働くことを暗示する。一方、アジ類の漁獲高の変動とマサバ胃内のマアジ出現頻度の変動とはカタクチイワシにおけるほど顕著ではない。また、アジ類の漁獲量がカタクチイワシの20~30%であるのに対して、マサバ胃内のマアジ出現頻度がカタクチイワシの20%以下の場合が多い。こうした現象は先に述べたようにカタクチイワシとマアジに対するマサバの選択性が異なることに由来するようと思われる。

結果の吟味及び考察

上述のマサバの胃内容物調査結果は、マサバが主に魚類と浮游性甲殻類とを捕食している事を示している。従来の研究の中には、マサバが硅藻を主体とする植物性プランクトンを食べていたという報告¹³⁾もあり、また幼魚期には雑食性であるとする見解⁴⁾もある。この研究でも消化物断片中に大型の海藻の組織片らしい物も見いだされており、海藻類の破片でもマサバが食う可能性が暗示されている。また更にこの調査の結果では一例ではあるが、漁獲されたマサバの胃内に陸または船から棄てられたと思われる生の馬鈴薯の皮も見いだされた。このようにマサバが馬鈴薯の皮まで食べていたという事実から、マサバは可成りどん食な魚種であって、食いうる状態にある物は可成り種々雑多な物までも食うであろうことを示している。従って、どの種類の胃内容物がマサバの生活にとって重要性を持つかという点に関しては、マサバの胃内にみられるこれらの内容物の量、または出現頻度を検討しなければ断定出来ない事は言うまでもない。1953年以前に行なわれた朝鮮沿岸及び日本海のマサバの食性研究20数篇の結果を総合考察した笠原・伊東¹⁴⁾は動物性プランクトン特に浮游性甲殻類がマサバ成魚の餌で、小魚類がこれに次ぐとし、植物性プランクトンも時に少量摂取されているが、天然に動物性プランクトンの存在する時には全く重要性を欠くと指摘している。一方、日本海において多様な漁法で漁獲されたマサバの食性調査の結束から、松井・前田¹⁵⁾はマサバの食性が詳細な点では漁法、漁場、漁期により様々にちがっているがその主な餌料生物は一般にカタクチイワシで、オキアミがこれに次いでいると述べている。太平洋側のマサバの食性調査の例は少ないが、TAKANO¹⁶⁾は伊豆大島近海のマサバが浮游性甲殻類(主にシキシマフクロアミ)と小魚とを食べており、ことに前者の出現頻度が高いという結果を報告している。また、高野・花戸¹⁷⁾は岩手県北部沿岸のマサバの胃内には、カタクチイワシとオキアミとがほぼ同じ位の頻度で見いだされるという結果をも報告している。これら日本近海のマサバの食性研究の結果から、マサバは浮游性甲殻類を対象とするプランクトン食魚と魚食魚と両者の性格を具えているといえる。本研究においても胃内出現頻度を考慮すれば、得られた結果は上述の諸研究の結論と一致している。また、この研究によれば、7月以前の食性調査の結果は、浮游性甲殻類の重要性を認める笠原・伊東の見解を、7月以後の食性調査の結果は、魚類の重要性を認める松井・前田の見解をそれぞれ支持している。

牡鹿半島周辺海域のマサバに多く食われていた浮游性甲殻類はツノナシオキアミであったが、この種のオキアミは元来が寒冷種¹⁸⁾であって、黒潮流域には放浪者としてしか現われない¹⁹⁾といわれている。牡鹿半島より北に寄った綾里崎沖の定置網で、8月に漁獲されたマサバの胃内にオキアミが未だ多くみられる(Table 3 参照)のに対して、牡鹿半島周辺海域のマサバの胃内のオキアミの出現頻度が既に7月に低下し始めていることから、7月以降北上する黒潮勢力の強化に伴い、牡鹿半島沿岸域から上述のごとき寒冷種であるツノナシオキアミが北上移動して姿を消すことは充分考えられる。また同様に黒潮の北上に伴い、カタクチイワシの南からの来遊が行なわれ、牡鹿半島沿岸水域にマサバと共存するカタクチイワシの量が増大している可能性を漁獲高の季節的変動(Table 8, Table 9 参照)は暗示している。一方、マサバ自身の両種に対する選択性が等しいという結果が一応得られている(実験2)。しかし摂餌の選択性は元来捕食者の摂餌量の多寡に従い変化するものである⁷⁾ので、実験2の結果を自然のマサバに適用するには自然におけるマサバの摂餌量が明らかにされ、かつ実験の摂餌水準と比較してか

らでなければ結論は出せない。HATANAKA・TAKAHASHI²⁰⁾は自然におけるマサバの成長と、マサバにおけるカタクチイワシとオキアミの転換効率^{21) 22) 23)}とから、日本近海の300~400gのマサバの平均的な日間摂餌率を一応4.9~5.9%と推定した。実験3aの結果(Table 8 参照)は、摂餌率が6%以下の場合には、マサバは未だ幾分かマアジを捕食する傾向を示すが、6%を超えるとカタクチイワシだけを食うようになる事を示している。オキアミとカタクチイワシに対するマサバの選択性に関する実験2では、マサバは7%前後の摂餌水準で未だオキアミとカタクチイワシを大体与えられた比率で摂取していることが明らかにされている。すなわち、自然におけるすべての大きさのマサバの日間摂餌率が、300~400gのマサバについて得られたと同様に4.9~5.9%であるとすれば、自然におけるマサバの胃内容物重量の平均値も決してこの値以上にはならないはずである。従って、オキアミとカタクチイワシが同時にマサバと共存している場合には、上述のように低い摂餌水準のマサバはオキアミとカタクチイワシとを無選択に摂餌するであろうと思われる。すなわち、マサバの食性の転換は、マサバ自身の摂餌選択性の変化よりも、むしろ外部環境の変化の反映と見なし得る。しかしながら、マサバの食性転換に関する上述の推測は、自然におけるマサバの摂餌率が7%以下である場合にだけ容認し得るのであり、その根拠となる摂餌率の現実の値については、更に摂餌生態の量的側面である摂餌量を支配する法則をマサバにおいて解明し、その法則に照らして刻明に検討する必要がある。

他方、釣に際しての餌の選択のような具体的問題に対して、飼料魚種に対するマサバの選択性に関して得られた本研究の結果は一つ示唆を与えていると思われる。飼料魚類に対するマサバの選択は、(1) 飼料の大きさに対する選択の問題と(2) 飼料魚類に対する嗜好の問題と2つの立場から考えを進めねばならない。カタクチイワシ、マアジ、マイワシに対する餌の大きさの選択性のちがいがから、マサバはアジ類のように体高の高い魚種よりもイワシ類のように長円筒形に近い体形を持つ魚種に対して、より大型のものを食う傾向を示している。すなわち、飼料魚類に対するマサバの大きさの選択性のちがいは飼料魚類の形態的特性と関連している。マサバがそれを食うことにより釣が成立する釣餌として、マサバの食い易い体型をしたイワシ類、サンマ、または細長く切った魚肉の類が主として使われる原因は上記のマサバの摂餌選択性の一面と関連があるように思われる。しかし、磨碎して用うる撒餌の場合には、当然餌料の大きさに対するマサバの選択性のちがいは重要性を失い、マサバの選択性の第2の面、すなわち餌料魚類に対するマサバの嗜好に由来すると思われる選択性が重要となる。この場合、そうしたマサバの選択性がマサバの摂餌水準の高低によって変動する相対的な性質のものであることを注意せねばならない。マサバが最も食い易いと思われる大きさのカタクチイワシとマアジに対するマサバの選択性が摂餌率の高くなるにつれて明確にちがって来るという実験結果はこの事を示している。サバのはね釣り、または天秤釣りにおいて魚群を釣船に惹きつけて置くという重要な役割を果たす撒餌の選択に関しても、その漁場におけるマサバの摂餌水準の推定が必要となる。従って、ここでもまた、摂餌量を決定する諸要因の解明が必要となるのである。

引用文献

- 1) 農林省農林経済局統計調査部：昭和39年漁業養殖業生産統計年報(1966)
- 2) 末広 恭雄：魚類の消化系の解剖と生理。生物学の進歩2(共立出版株式会社), 289-338(1944)
- 3) HATANAKA, M., M. KOSAKA, Y. SATO, K. YAMAKI and K. FUKU: Inter-specific relations concerning the predacious habits among the benthic fish., Tohoku Journ. Agr. Res. 5 (3), 177~189(1954)
- 4) YASUDA, F.: The types of food habits of fishes assured by stomach content examination., Bull Jap. Soc. Sci. Fish. 26 (7), 653-662(1960)
- 5) 林 和夫・山口 義昭：魚食性底魚類の食性に関する研究., 農林省農林水産技術会議成果 2; 1~113

- 6) 松原喜代松・落合 明・岩井 保：魚類学(上)水産学全集 9, 恒星社厚生閣(東京), 1~342(1965)
- 7) IVLEV, V. S.: Experimental ecology of the feeding of fishes., Prishpromizdat (Moscow) (in Russian), 1~252 (1955)
- 8) 村上 子郎・早野 孝教：本邦近海産のサバの背部担鰭骨について., 日水学会誌 21 (9), 1000~1006 (1956)
- 9) KOMAKI, Y: On Euphausiids collected on the second cruise of the Japanese expedition of deep sea (JEDS-2), Journ. Ocean. Soc. Jap. 16 (4), 29-41 (1960)
- 10) 畑中 正吉・飯塚 景記：モ場の魚の群集生態学的研究-I. 優占種をとりまく魚類の栄養生態的地位., 日水学会誌 28 (1), 5-16 (1962)
- 11) 増山元三郎：少数例の纏め方と実験計画の立て方., 河出書房(東京) 1-194 (1949)
- 12) 鈴木 智之：マアジの生態学的研究 I. 食性について., 日本海水研報(14), 19-29 (1956)
- 13) 朝鮮水試：朝鮮サバに就いて., 朝鮮・水産 (35), 21-31, 1927
- 14) 笠原 昊・伊東 英世：サバの生態., 漁業科学叢書 7 (水産庁), 1-92 (1953)
- 15) 松井 魁・前田 弘：マサバの食性., 対島暖流開発調査報告書 4 (水産庁) 92 (1958)
- 16) TAKANO, H.: The Food of the Mackerel Taken near Ōshima Island in 1953., Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 20 (8), 694-697, (1954)
- 17) 高野 秀昭・花戸 忠夫：岩手県北部沿岸における サバのはね釣. 魚学雑誌 7 (4/5/6) 207-211 (1955)
- 18) 小牧 勇蔵：三陸沿岸のオキアミについて. 鯨研通信 70, 10-17 (1957)
- 19) 根本 敬久：黒潮流域におけるオキアミ類. 日本プランクトン研究連絡会報 12, 24-36 (1965)
- 20) HATANAKA, M. A. and M. TAKAHASHI: Studies on the amounts of the anchovy Consumed by the mackerel., Tohoku Journ. Agr. Res. 11 (1), 83-100 (1960)
- 21) HATANAKA, M and M. TAKAHASHI: Utilization of Food by mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOVTTUYN), ibid 7 (1), 51-57 (1956)
- 22) HATAKAKA, M., K. SEKINO, M. TAKAHASHI and T. ICHIMURA: Growth and food consumption in young mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOVTTUYN), ibid 7 (4), 351-368 (1957)
- 23) 高橋 正雄・畑中 正吉：マサバ幼魚の食餌利用に関する実験的研究(続報). 日水学会誌 24 (6・7), 449-455 (1958)

SUMMARY

The ecology of feeding of the mackerel, *Pneumatophorus japonicus* HOVTTUYN, was studied both through the observations of the stomach contents under the natural conditions and feeding experiments in the aquarium, for the purpose of analysing the angling-technique for the school of the pelagic fishes including the important fish species for the commercial fisheries in Japan. The present paper is concerning with the results on the kinds of prey taken by the mackerel and the selective feeding of these preys in the mackerel.

The observations on the stomach contents of 1,310 mackerel, caught by trap-net settled in the surrounding wates of Oshika Peninsula and their adjacent waters, Miyagi, during the period from April to October of 1954, revealed the following facts;

- (1) While prior to the mid July the number of mackerel feeding on *Euphausia pacifica* was larger than the number of those feeding on the anchovy, *Engraulis japonica*, the former was smaller than the latter posterior to the mid July.
- (2) In the period of feeding on *Euphausia*, there were more individuals with empty stomach than in the period of feeding on the anchovy. Although the sardine, *Sardinops melanosticta*, and the horse mackerel,

Trachurus japonicus, also were found out in the stomachs of the mackerel, the number of individuals having them in the stomach was very much smaller than the number of those having the anchovy in the stomach.

(3) The body length of the anchovy taken most abundantly by the mackerel was 26 to 36% of the body length of the mackerel and the body length of the largest one taken by the mackerel was about 50%. The same relations were observed between the body sizes of the mackerel and of the sardine taken by the mackerel. However, the body length of the horse mackerel taken most abundantly by the mackerel was 18% of the body length of the mackerel and the body length of the largest one was smaller than 30%.

(4) The largest amount of the stomach contents observed was 16.3% of the body weight of the mackerel.

The results of the feeding experiments performed in August indicated that;

(1) The mackerel have taken the anchovy and the *Euphausia* with almost the same intensity of feeding in spite of the period of feeding on the anchovy.

(2) The anchovy was taken with very much higher intensity than the horse mackerel by the mackerel.