

マアジの生態学的研究

I. 食性について

鈴木智之

Ecological Studies on the Jack Mackerel,

Trachurus japonicus (TEMMINCK et SCHLEGEL)

I. On the Feeding Habits

TOMOYUKI SUZUKI

Abstract

The main foods of the jack mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), collected in the Bay of Sendai during the period from 1957 to 1962 were young anchovy, euphausiids, copepods, amphipods and small shrimps. It was deemed from the observations on the stomach contents that the jack mackerel could be both a plankton feeder and a fish eater in the adult stage.

The feeding habits of the jack mackerel were analysed on the field observation and the feeding experiments. The results are as follows ; -

(1). When the jack mackerel were reared together with the living anchovy as food in the same aquarium at Onagawa Fisheries Laboratory of the Tohoku University, the jack mackerel showed a diurnal rhythm in the feeding activity, taking the anchovy quite actively both in the early morning and in the evening during the period between September 21st and 29th, 1962.

(2). It was revealed by the field observation in the pole and line fishing ground at the coastal sea of Katsuura, Chiba Prefecture, the jack mackerel competed with the mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN), for taking baits dispersed from fishing boats.

(3). The jack mackerel always showed an inferior feeding behavior against the nearly same sized mackerel, when they were fed with anchovy in the same aquarium.

I. 緒 言

日本近海におけるマアジの食性については、現在まで、かなりの報告がある (SUYEHIRO, 1942 ; 山下, 1957 ; 川崎, 1959 ; YASUDA, 1960a ; 横田・ほか, 1960). それらの多くはマアジの胃内容の調査結果からみた食性であり、摂食上の習性或機能的側面にまでふれたものは

少なく、わずかに、稚幼魚期の摂食機構 (feeding mechanism) について知見が得られているにすぎない (YASUDA, 1960 b).

ここでは、マアジの幼魚から成魚までの食物組成の変化を調査するとともに、マアジの食生活に関連した習性や行動について実験的に調べることができたので、その結果を報告する。なお、これは、近年、漁獲量の激増したマアジ資源がその属する生産系のなかで、いかなる役割を果たしているかということ、マアジのもつ機能的側面から分析を行なった研究の一部でもある。

報告にさきだち、この研究に終始ご指導賜わった東北大学農学部水産漁撈学教室木村喜之助博士、畑中正吉博士、原稿を校閲して下さいた日本海区水産研究所長谷田専治博士、資源部長加藤源治氏に厚くお礼申し上げる。また、研究遂行にあたってご協力いただいた女川水産実験所職員の方々、千葉県水産試験場勝浦支所小久保金蔵氏、ならびに日本海側の資料整理にご援助いただいた日本海区水産研究所資源部員の方々に深謝する。

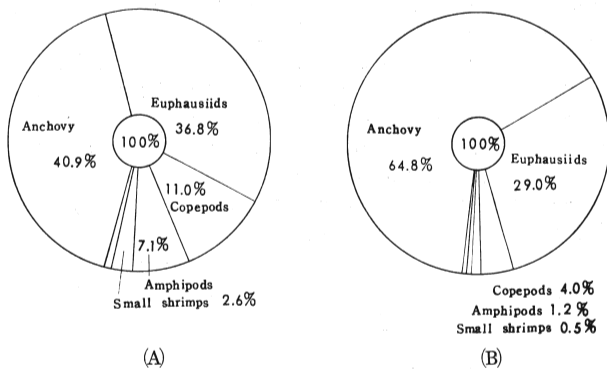
Ⅱ. 食物組成の変化

マアジは稚魚から成魚に至るまで、食物組成に変化がみられず、主に動物性プランクトンを捕食している。したがって、基本的にはプランクトン食性 (plankton feeder) に属する (SUYEIRO, 1942; 山下, 1957; 川崎, 1959) といわれる。

ここでは、マアジの成長段階、季節による食物組成の変化を検討した。

1. 食物組成

1957~'62年に主に仙台湾周辺、相模湾の定置網によつてとられたマアジ 1,702尾、1963~'64年に新潟、鳥取、島根、山口の各県沖で、主に旋網によつてとられた494尾、総計 2,196尾について胃内容を調べた。釣によつてとられたマアジはまき餌 (bait) を食っているの別にとりあつた。調べたマアジは標準体長29~210mm、体重0.4~150.0gの範囲であつた。空胃魚は1,555尾で、全調査尾数の70.8%を占めた。胃内の食物の種類を0.1gの精度で秤量し、カタクチイワシ (achovy) ・その他の魚類・魚卵・環形類 (annelids) ・頭足類 (cephalopods) ・橈脚類 (copepods) ・端脚類 (amphipods) ・オキアミ類 (euphausiids) ・小エビ類・メガロバ



第1図 マアジの食物組成

(A) (各食物項目の出現回数/全食物項目の出現回数)×100

(B) (各食物項目の重量/全食物項目の総重量)×100

(Megalopa) ・不明または消化物の11項目にまとめた。調べた全標本について、各食物項目の出現回数を総計し、それを全出現回数で除したものを百分率で表わし、第1図(A)に示した。出現回数の多いものから順にあげると、カタクチイワシ、40.9% オキアミ類、36.8%、橈脚類、11.0%、端脚類、7.1%、小エビ類、2.6%、頭足類、0.4%、メガロバ、0.4%、以下その他の魚類、魚卵、環形類となる。同様

にして、各項目の食物が胃内に占める重量を総計し、それを全項目の総重量で除したものを百分率で表わし(B)図に示した。重量では、カタクチイワシ、オキアミ類、橈脚類、端脚類、小エビ類、頭足類、環形類の順となる。

2. 成長にともなう変化

マアジの成長にともなう食物組成の変化を調べるため、10g間隔に分けた体重階級ごとに各食物項目の出現回数をまとめて、第1表に示した。カタクチイワシとオキアミ類は他の食物に

第1表 マアジの体重階級別の食物項目の出現回数

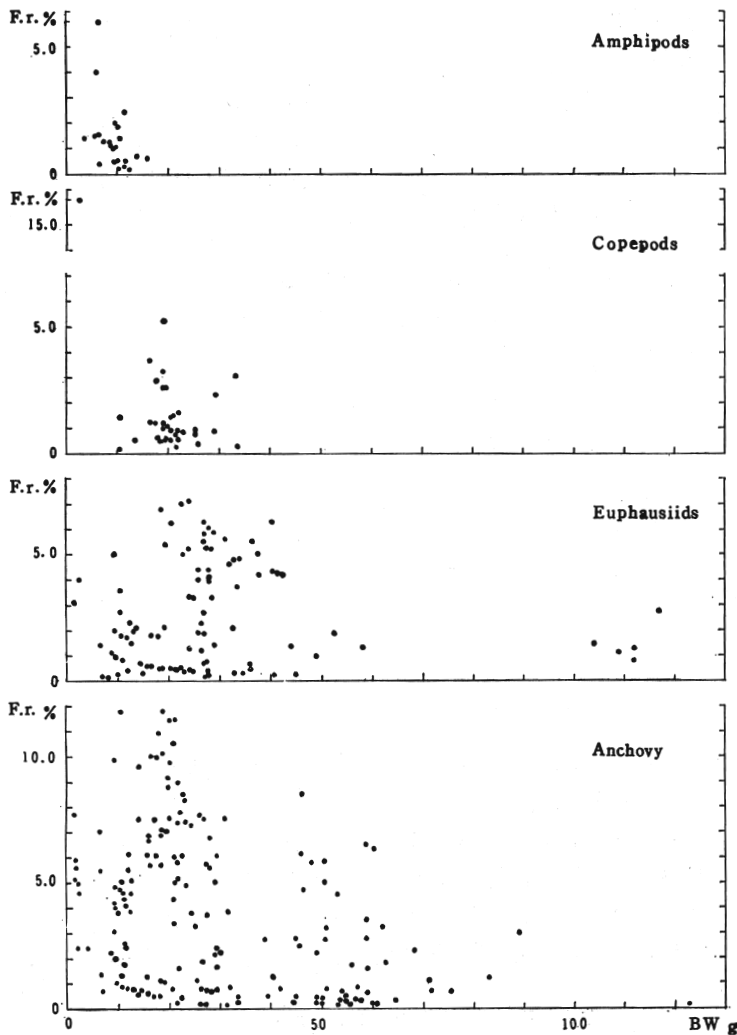
食物項目	体重範囲(g)													
	1.0 10.0	10.0 20.0	20.0 30.0	30.0 40.0	40.0 50.0	50.0 60.0	60.0 70.0	70.0 80.0	80.0 90.0	90.0 100.0	100.0 110.0	110.0 120.0	120.0 130.0	
Anchovy	30	48	47	8	17	26	5	3	2	1	1	-	1	
Other fishes	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fish eggs	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Annelids	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cephalopods	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
Copepods	2	26	21	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
Amphipods	20	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Euphausiids	39	28	61	16	16	5	-	-	-	-	2	3	-	
Small shrimps	4	1	-	1	-	-	2	1	2	-	-	-	1	
Megalopa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	

くらべて広い成長段階のマアジに食われている。横田・ほか(1961)は日向灘水域におけるマアジ稚幼魚(体長10~100mm)と食物の大きさとの関係を調べ、マアジの体長の増加にともなうて捕食されているカタクチイワシ、ハゼ類の体長は曲線型に大きくなるが、カタクチイワシでは体長35mm以上、ハゼ類では22mm以上のものは捕食されていないことを示している。ここではマアジの胃の中に充満したカタクチイワシから、形が崩れておらず、消化も進んでいない標本のみをえらんで、その体長とマアジの体長との関係を第2表に示した。体長の大きいマアジは

第2表 マアジの体長と胃内のカタクチイワシの体長

仙台湾における採集年月日	1961. 8. 30							1961. 8. 9			1962.9.12			
	マ	ア	ジ	体長	体重	体長	体重	体長	体重	体長	体重			
				79mm	83	90		136	137	168	170			
				9.2g	10.6	14.1		45.0	48.4	82.0	86.6			
Anchovy				38mm	35	25	30	35	40	55	56	58	51	70

ど大きいカタクチイワシを食っているが、標本の数が少ないので、size preference の上限(横田・ほか, 1961)を示すものかはわからない。マアジの胃内容の調査結果から、単位時間の摂食量を正確に知ることはむずかしいが、近似的にはその時の胃内の食物量や消化の程度から求められている(青山, 1958; 川崎, 1959)。マアジ個体の胃内に占める各食物項目の重量をマアジの体重で除したものを百分率で表わし、これを摂食率とした。主なる食物項目について求めたマアジ個体の摂食率と体重の関係を第2図に示した。摂食率の分布範囲は0.02% (オキアミ類)~16.00% (橈脚類)である。以上の結果から、マアジ幼魚は成長にともなうて、



第2図 主な食物項目について求めたマアジ個体の
摂食率 (feeding rate) と体重の関係

に当該の食物が食われている胃数を全胃数で除したものを百分率で表わしたものである。空胃率の範囲は0~98.8%であるが、仙台湾周辺の定置網はほとんど夜明けに揚網が行なわれるので、マアジが夜間に摂食しないとすれば、空胃率は大きくなるものと考えられる。しかし、定置網へ入網した後も、マアジは袋網内においてカタクチイワシを食うこと、また揚網時の魚体圧迫による吐出しもある程度考えられる。したがって、空胃率の変化からマアジの摂食活動を知ることは困難である。これについては、Ⅲで検討する。要するに、採集期間が夏から秋に限られてはいるが、仙台湾における体長45~210mmのマアジは、7月から11月頃まで、主に、カタクチイワシ・オキアミ類・橈脚類・端脚類・小エビ類を食って生活するものとみられる。また、採集標本は少ないが、日本海における体長90~233mmのマアジが、ほぼ、同じように、オキアミ類・橈脚類・端脚類・カタクチイワシ幼魚を食っていることがわかる。

主な食物をカタクチイワシ、オキアミ類・橈脚類・端脚類から、カタクチイワシ、オキアミ類を主体にしたものにかえていくことが考えられる。

3. 季節による変化

東北海区では、マアジ北上群の主群が7月から9月にかけて、20~21°Cの水温帯とともに北上し、青森県沖に達し、そこに11月まで滞泳する(川崎, 1959)。したがって、宮城県沖にマアジ魚群の重心が移るのは8月になるが、仙台湾周辺の定置網では夏から秋にかけて、マアジがとれる。

ここでは、1で述べた全標本について、採集年月日順に、体長範囲、体長モード、体重範囲、空胃率、各食物項目の出現率をまとめ、季節による食物組成の変化を調べた(第3表)。この出現率は標本ごと

Ⅲ. 摂食活動

1. 摂食活動の日周変化

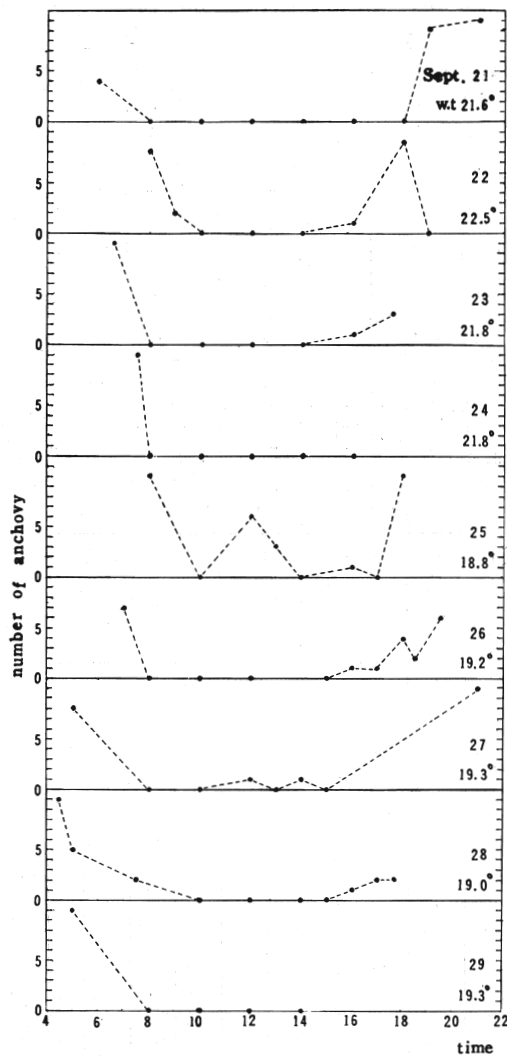
魚の摂食上の習性や行動を漁業を通して得られた結果から正確に察知することは困難なので実験的に調べられている(狩谷, 1956; 畑中・ほか, 1958). 同時に採集したマアジの中でも胃内容の消化の程度は一樣でないし, すでに述べたように空胃率の変化からもマアジの摂食活動について知ることはむずかしい. 著者はマアジの摂食活動の日周変化を飼育実験によつて調べた.

宮城県女川湾の定置網でとれた体長155~165mmのマアジ7尾を東北大学女川水産実験所の絶えず海水を流した広さ3.3m², 水深1.2mの戸外コンクリート水槽に入れて, このなかに, 食物

として生きているカタクチイワシ(全長40~65mm)を昼夜間いつも10尾の密度をたもつように1時間乃至3時間ごとに補充して食させた. 1962年9月20日の9時から9月29日の9時までの10日間, 水温18.8~22.8°Cで観察した. 摂食活動は1時間乃至3時間ごとにマアジが食つたカタクチイワシの尾数で表わした. 夜間, マアジはマサバと同じように光の下では食物をとるので, 前日の21時から4時まで観察を行なわず, できるだけ自然の明るさの下で観察した.

実験にもちいたマアジは, 日中, 水槽に群をつくつて滞泳しており, 直射光線をさけて, やや暗いところを好むようであつた. マアジは水槽の表層へ向かつて巡回しながら, カタクチイワシを追いあげ逃げるカタクチイワシを一口で吞込んだ. 実験を始めた9月20日の9時から17時まで, マアジはカタクチイワシを食わなかつたが, 翌日, 9月21日の6時までに4尾のカタクチイワシを食べていた. その後は, 第3図からわかるように, 9月25日のひる頃9尾のカタクチイワシを食つたが, その他の日は, 明け方から朝にかけてと夕方から夜にかけて食つた. しかし, 日中はほとんど食わなかつた.

マアジ7尾が1日に食つたカタクチイワシの量は10~30尾と変化した, 10日間の成長量は6.6~15.5gなので, 平均の日間成長率は0.93~1.94%の範囲となる. 各個体ごとに体長, 体重, 平均の日間成長量, 成



第3図 摂食活動の日周変化

長率をまとめて第4表に示した。

第4表 マアジの飼育実験結果

個 番	初 期		終 期		平 均 体 重	10日間の 成 長 量	平 均 日 量 成 長 量	平 均 日 率 成 長 率	飼育水温
	体 長	体 重	体 長	体 重					
(1)	160	78.0	165	90.0	84.0	12.0	1.20	1.43	18.8~ 22.8°C
(2)	155	70.0	160	77.0	73.5	7.0	0.70	0.95	
(3)	165	72.0	171	87.5	79.8	15.5	1.55	1.94	
(4)	150	61.0	160	70.9	66.0	9.9	0.99	1.50	
(5)	160	68.0	162	74.6	71.3	6.6	0.66	0.93	
(6)	155	64.0	160	73.9	69.0	9.9	0.99	1.44	
(7)	155	62.0	160	78.8	66.4	8.8	0.88	1.33	

2. マサバとの摂食競争

日本近海におけるマアジは大部分旋網によつてとられるが、敷網、定置網、曳網、釣、その他の漁具によつてもとられ、季節、水域によつては、他の魚種と混獲されることがある。仙台湾周辺では、夏に、定置網で0才から1才時代の若いマアジとマサバが同時にとれるが、いずれもカタクチイワシを食っていることが多い(HATANAKA et al, 1957)。千葉県勝浦沖のサバ跳ね釣漁場では6~7月頃、マサバにまじつてマアジが釣れる。東北海区では、夏に、マアジとマサバの棲み場が近くて、ほど、同じような環境にすむことが多いと考えられる。著者は、このようなマアジとマサバの生態的な関係に注目しながら、マアジの摂食活動をより深く理解しようと野外観察と飼育実験を行なつた。

〔野 外 観 察〕

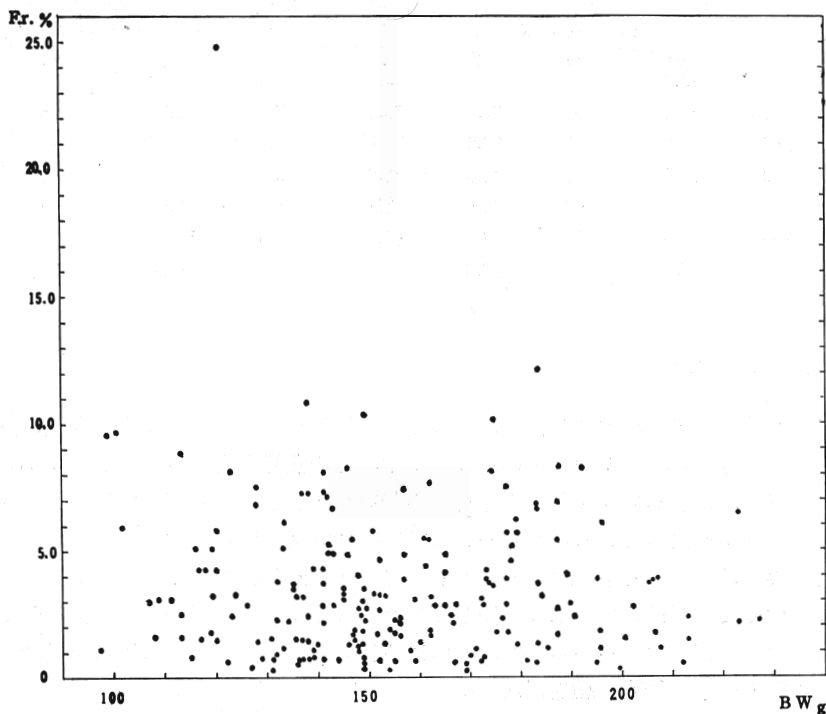
1961年6月8~9日、サバ跳ね釣船に乗り、千葉県勝浦港の南西、距岸5~7マイルの漁場で、マサバ群(体長300~400mm)にまじるマアジが、イワシ肉とうどん粉を練つたまき餌を食いながら釣られる様子を観察した。その漁場は水深200~300m、表層水温21.0°C、水色No.3、潮流0.5~1.0km/h、天候晴れであつた。魚群探索が19時頃からはじまり、釣獲は22時から夜明けまで続いた。

集魚灯とまき餌によつて表層へ誘われたマサバの群は浮上してくると活発に水面に跳ねながらまき餌を競り合つて食つた。マサバが激しい摂食活動を続けながらマサバの血合肉によつて盛んに釣られる間、マアジはしだいにマサバ群の下方に集り、この摂食活動にまじつてくるのがみられた。したがつて、初めはマサバだけの釣獲が続き、その後しだいにマアジの混獲がみられるようになった。以上の観察から、サバ跳ね釣漁場で摂食のための種内の競争と種間の競争が続けて行なわれたことがわかつた。この跳ね釣による漁獲物から採集したマアジ374尾についての胃内容の調査結果を第5表に示した。まき餌を食つていたものと空胃のものが、全体

第5表 跳ね釣でとられたマアジの胃内容の調査結果

採集尾数	体長範囲	体長モード	体 重 範 圍	Empty	Euphausiids	Anchovy	Baits(まき餌)
374	180~259	205	93.5~279.5	31.6	7.5	0.3	60.7

の92.3%を占めた。以上の事実は、ほとんどのマアジがこの摂食競争に加入する直前には、食物をとつていなかったことを示している。次に、各個体の摂食率と体重の関係を第4図に示した。摂食率の上限は、先に得られた各食物項目についての結果とくらべて高いことがわかる。



第4図 跳ね釣によつてとられたマアジ個体の摂食率 (feeding rate) と体重の関係

〔飼育実験〕

体長範囲、168~175mmのマアジ7尾と158~190mmのマサバ7尾とを2m×1.5m×1mのコンクリート水槽と一緒に入れて、あらかじめ、全長、体重を測定した生のカタクチイワシ幼魚を与えて飼つた。1962年9月23日、水温22.0°Cで、10時から10時15分までに40回、カタクチイワシを1尾ずつ投げ与えた。識別された各個体は何回目に食い、食つた量はいくらかを記録した(第6表)。

第1回目の投餌から、第17回目まではすべてマサバによつて食われ、第18回目にはじめて一尾のマアジが餌をとることができた。第1回から第40回までの各個体の摂食回数分布をみると、マサバ7尾が少なくとも2回、多いものは7回も餌を食っている。しかし、マアジは7尾のうち4尾が1回から3回餌を食つただけで、残りの3尾は1回も食えなかつた。マサバはマアジが餌を食いはじめてからも、なお、餌を食っていることがわかる。両魚種が、混合飼育された。9月20日から30日まで、投餌の際、いつも同じような傾向がみられた。しかし、マサバ、あるいはマアジ各個体間では、摂食順位の傾向が明らかでなかつた。したがつて、餌の適、不適もあろうが、この実験の結果から、ほぼ、同じ大きさのマサバとマアジに、カタクチイワシを1尾ずつ与えた場合、摂食の際に、マサバが優先することがわかつた。

第6表 マアジ7尾とマサバ7尾の摂食順位と摂食量

個番	体号	尾叉体長		摂食順位 (カタクチイワシ, 全長mm; 体重g)							摂食量
		mm	g								
マ	1	190	80	33(70:2.1)	37(60:1.1)	-	-	-	-	-	3.2
	3	180	62	10(75:1.7)	24(69:2.0)	28(72:2.0)	-	-	-	5.7	
	4	175	60	1(72:1.3)	3(65:1.0)	7(66:1.0)	12(74:1.6)	26(73:2.5)	29(56:1.1)	31(65:1.8)	10.3
サ	2	170	61	4(66:1.0)	9(69:1.3)	13(75:1.9)	16(75:1.9)	25(59:1.3)	36(66:1.0)	39(71:2.1)	10.5
	6	167	46	8(72:1.8)	15(70:1.3)	32(71:2.0)	35(68:2.0)	-	-	-	7.1
バ	5	165	49	6(68:1.1)	14(68:1.2)	17(62:0.7)	19(65:0.9)	27(73:2.2)	-	-	6.1
	7	158	37	2(70:1.3)	5(65:0.9)	11(75:2.0)	38(62:1.2)	-	-	-	5.4
マ	1	175	68	18(62:0.7)	22(67:1.9)	34(75:2.5)	-	-	-	-	5.1
	7	175	66	21(65:1.5)	-	-	-	-	-	-	1.5
	6	173	54	-	-	-	-	-	-	-	0
ア	2	170	67	20(61:0.6)	23(74:2.7)	-	-	-	-	-	3.3
	4	170	56	30(73:2.4)	40(69:1.8)	-	-	-	-	-	4.2
ジ	5	170	52	-	-	-	-	-	-	-	0
	3	168	52	-	-	-	-	-	-	-	0

IV. 考 察

まず、食物組成の変化について考察する。ここでは、胃内の各食物項目の出現回数と重量の百分率で食物組成を表わしたが、これは各食物が胃内に占める容積と食物種類による質的な違いからも検討されねばならない。

横田・ほか(1961)は主に日向灘水域における稚幼魚類の食性を調べ、マアジ稚幼魚が、動物プランクトン以外に、カタクチイワシ・ウルメイワシ・ハゼ類・マアジの稚魚を捕食していることを示している。また、YASUDA(1960 a)は魚類73種の胃内容の調査結果から食性の分類を行ない、マアジをプランクトン食性に入れながら、マアジ成魚が稚幼魚類を捕食している事実から他の食性にも分類され得ると述べている。したがって、水域、季節による食物種類の分布の違いはあるが、仙台湾におけるマアジが主にカタクチイワシの幼魚を捕食している事実は、プランクトン食性であるマアジが魚食性 (fish eater) になり得ることを示すものである。

畑中・関野(1962)はスズキが成長にともなつて、松島湾内、湾口、外海へと棲み場をかえながら、主な食物をアミ類から、エビ類、さらに魚類・エビ類へと変えていくということ、すなわち、成長にともなつて、栄養段階的地位が高くなつていくことを報告している。ここではマアジ幼魚が成長にともなつて、主な食物をカタクチイワシ・オキアミ類・椀脚類・端脚類から、カタクチイワシ・オキアミ類を主体にしたものにかえていく傾向はみられるが、成長にともなう棲み場の移動と食物組成の変化との関係を明らかにするには、さらに、成魚の棲み場とその食物組成について調査を進める必要がある。

次に、摂食活動の日周変化について考察する。実験によつて得られた摂食活動の日周変化にみられる第2のピーク(夕方から夜にかけての高まり)は昼間の絶食時間を経てくるものであり、この絶食時間は午前8時頃から16時頃までの、ほぼ、8時間である。この時間はマアジの胃内容が消化されて空胃になる時間(青山, 1958)に等しい。この絶食時間は第1のピーク

(明け方から朝にかけての高まり)後の消化時間になる。このように、摂食活動のピークの前後に絶食時間、すなわち空胃になるまでの時間があるという仮定に立つと、第1のピークの前に絶食時間があるものとみられる。夜明け前の8~10時間は第2のピーク後の絶食時間になる。

したがって、マアジは、夜間、カタクチイワシを食わなかつたものとみられる。これは、Ⅲの2における、夜間、夜明け前に跳ね釣によつてとられたマアジの胃内容から推論した結果と一致する。しかし、完全な空胃にならないとマアジは食物をとらないということではなく、何らかの刺激を受けて摂食活動が盛んになる場合(Ⅲの1の実験結果、9月25日の例)は完全な飽食状態でない限り、昼夜間、いつでも、摂食を続けるであろう。この実験は、マアジの成魚7尾の10日間の観察にすぎないので、さらに時期、魚の大きさ、水温などをかえて飼つてみる必要がある。

最後に、マサバとの摂食競争について考察する。マアジが1個ずつ食物を与えられた場合、ほぼ、同じ大きさのマサバとの摂食競争において劣るという事実は直接的にはその捕獲能力、口の大きさ、游泳力などにおいて劣ることを示すものであろうが、このような、摂食活動にみられる優劣は自然状態の胃の内容からもある程度説明されよう。畑中・ほか(1958)はブリとマサバの生態の違いを実験的に調べ、ブリが摂食、休息、游泳などの日常活動において優位種であることを示している。若いマサバの食物はマアジと同じカタクチイワシ・浮游性甲殻類である(HATANAKA, et al, 1957)が、マアジにくらべて魚食性の傾向が強い。

自然におけるマアジとマサバの食性の違いは、また成長の速さやその他の日常活動にも関連するものとみられるが、これは別に報告する。

V. 要 約

(1) 7月から11月にかけての、仙台湾におけるマアジ幼魚および成魚の主な食物は、カタクチイワシ幼魚・オキアミ類・橈脚類・端脚類・小エビ類である。

(2) マアジはプランクトン食性であるが、成長段階、水域によつて魚食性にもなり得ると考えられる。

(3) マアジ成魚の摂食活動は明け方と夕方に盛んになる。また、マアジ成魚は夜間、食物をとらないと考えられるが、光の下ではその限りではないようである。

(4) ほぼ、同じ大きさのマアジとマサバに、カタクチイワシを与えて混合飼育すると、マアジは摂食競争においてマサバに劣る。

引用文献

青山 恒雄(1958). マアジ *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) の摂餌量. 西海区水研報告, (15): 34-45.

HATANAKA, M. et al. (1957). Growth and food consumption in young mackerel, *Pneumatophorus japonicus*. (HOUTTUYN). *Tohoku Jour. Agr. Res.*, 7 (4): 351-368.

畑中正吉・高橋正雄・村川五郎(1958). ブリの生態に関する二、三の実験的研究. 日水会誌, 24 (4): 251-255.

—————・関野清成(1962). スズキの生態学的研究-I. 日水会誌, 28 (9): 851-856.

川崎 健(1959). マアジの生態についての基礎的研究. 東北海区水研報告, (3): 95-107.

- 狩谷 貞二 (1956). 魚類の餌付について (要旨). 水産資源研究懇談会資料, 東北海区水研: 13pp.
- SUYEHIRO, Y. (1942). A study on the digestive system and feeding habits of fishes. *Jap. Jour. Zool.*, 10 (1): 1-303.
- YASUDA, F. (1960a). The types of food habits of fishes assured by stomach contents examination. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 26 (7): 653-662.
- _____ (1960b). The feeding mechanism in young fishes. *Rec. Oceanogr. Works Jap.*, 5 (2): 132-138.
- 横田 滝雄・通山 正弘・金井富久子・野村 星二 (1961). 魚類の食性の研究. 南海区水研報告, (14): 1-234.