

マアジの生態学的研究

Ⅲ. 若年魚の食物消費量

鈴木 智 之

Ecological Studies on the Jack Mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

III. Amount of Food Consumption for Growth of Young Fish

TOMOYUKI SUZUKI

Abstract

The results of feeding experiments of young jack mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), were extrapolated for the estimation of food consumption of the young fish in Sendai Bay and Wakasa Bay. The foods used in experiments were a krill, *Euphausia pacifica*, and young anchovy. The following estimated values were induced.

(1) The 0-year old fish in Sendai Bay was presumed to grow up from 8.2 g to 25.6 g in weight during the period between July 1 and September 30, and the amount of foods consumed for the above growth was calculated at 116.6 g of *Euphausia*, amounting to 67.6 Cal. on the energy basis.

(2) The 0-year old fish in Wakasa Bay was presumed to grow up from 3.2 g on July 1 to 13.8 g on September 30, to 22.5 g at the end of the year, and the amount of foods consumed for the growth was calculated at 136.0 g of *Euphausia*, amounting to 78.9 Cal.

(3) The one-year old fish in Wakasa Bay was presumed to grow up to 24.7 g on March 31, to 39.9 g on July 1, to 68.5 g on September 30 and to 77.6 g at the end of the year, and the amount of foods consumed for the yearly growth was calculated at 626.2 g of the anchovy amounting to 407.1 Cal.

1. 緒 言

この研究は、自然におけるマアジ個体の成長に必要な食物消費量を推定することを最終の目的としておこなわれたものである。本報では、飼育実験の結果（鈴木，1967）を利用して、仙台湾ならびに若狭湾における若年魚の成長に必要な食物消費量の試算を行なつたので、その結果を報告する。

報告にさきだち、報文の校閲をしていただいた日本海区水産研究所所長古川厚博士ならびに資源部長上村忠夫氏、また、この研究を行なうにあたり、ご指導いただいた東北大学農学部畑中正吉博士に心から謝意を表する。

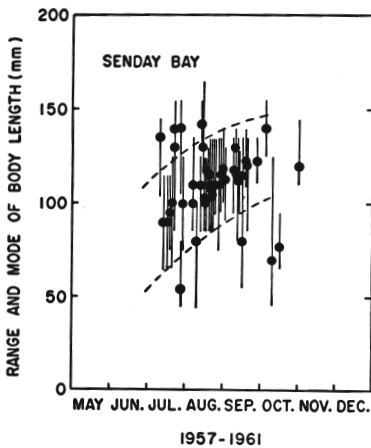
II. 仙台湾における0才魚の食物消費量

1. 0才魚の季節的成長

仙台湾周辺では初夏から冬の始めにかけてのみ、主に定置網によつてマアジが漁獲される。その盛漁期は7~9月であるが、11月以降は漁獲量が非常に少なく、12月から翌年4月まではほとんど漁獲されない(川崎, 1959)。

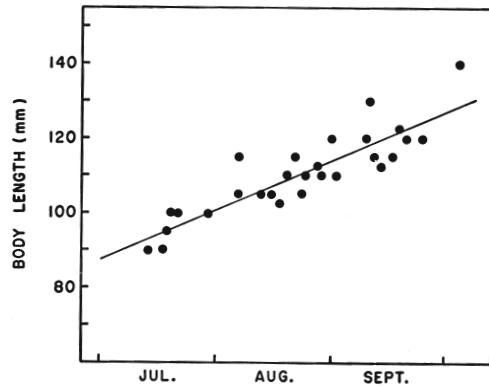
1957~61年の7月から10月までの期間に採集した標本40群、3,020尾の吻端から尾尖骨末端までの骨体長を測定し、各標本群の体長組成の範囲とモードを漁獲日別に配列すると第1図が得られる。この図から、各群の組成の上限と下限に注意しながら、フリーハンドで曲帯を描いて体長モードの季節的推移を追跡すると、7月中旬の90~100mmモード群は9月下旬の120mmモード群に成長するものと考えられる。この群は耳石に形成される標示の状態からみると0才魚群であるが、6月30日を0日として起算した経過日数(T)とモード体長(BL mm)との関係式

$$BL = 0.431T + 87.5$$



第1図 仙台湾におけるマアジ体長組成の季節的推移 実線、体長範囲；黒丸、モード；破線、成長曲線の幅

Fig. 1. Seasonal variation in the size distribution of jack mackerel collected in summer months from 1957 through 1961 in Sendai Bay. Solid line, range of body length; Solid circle, mode; Two broken lines, band of growth, arbitrarily drawn.



第2図 仙台湾のマアジ0才魚のモード体長と夏季における日数との関係。($BL = 0.431T + 87.5$ BL : 体長, T : 日数)

Fig. 2. Mode of the body length frequency plotted against day during summer months from 1957 through 1961 in Sendai Bay.

から成長量を求めると(第2図)、7月1日から9月30日に至る92日間に体長88mmから127mmに成長したことがわかる(第1表)。

なお、表中の体重(BW g)は骨体長(BL mm)との関係式

$$BW = 8.08 \times 10^{-6} BL^{3.0902}$$

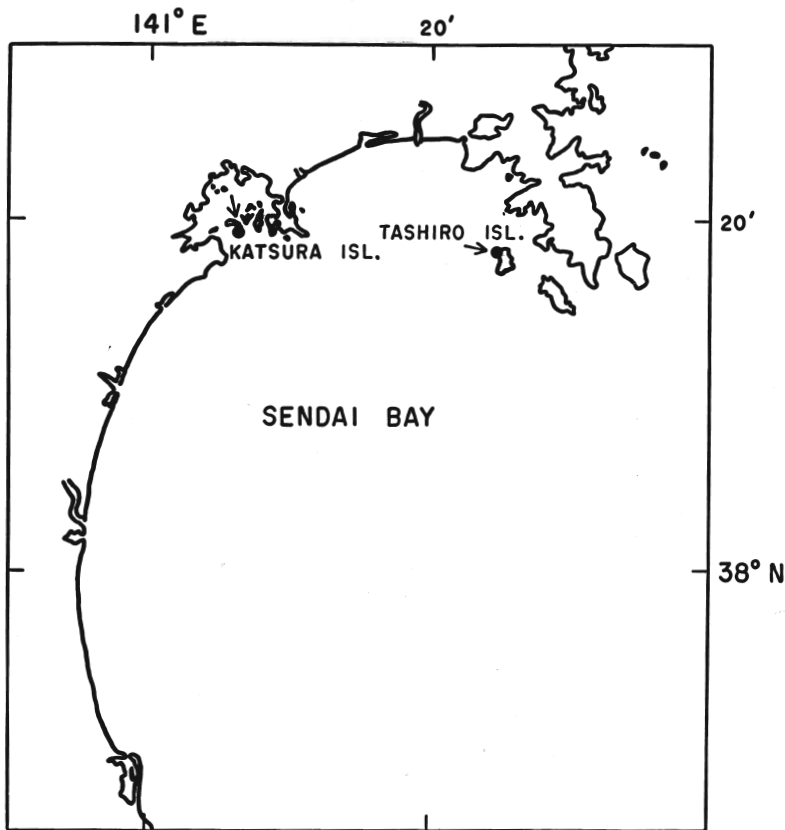
から求めたものである。

第1表 仙台湾におけるマアジ0才魚の季節的成長
 Table 1. Seasonal growth of 0-year-old fish in Sendai Bay.

		July 1	Sept. 30
0-year-old	<i>BL</i> <i>mm</i>	88	127
	<i>BW</i> <i>g</i>	8.2	25.6

2. 食物の種類と生息水温

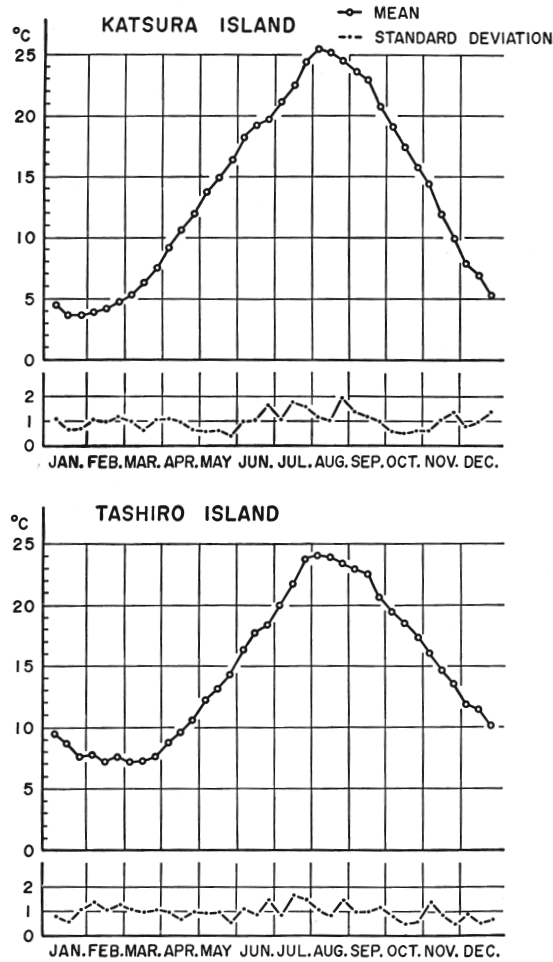
仙台湾におけるマアジ体長 45~210 mm の7月から11月にかけての食物の種類は、カタクチイワシ・オキアミ類・桡脚類・端脚類などであるが、特に重要な食物はカタクチイワシ稚幼魚とオキアミ類である（鈴木, 1965）。



第3図 仙台湾における表層水温の観測位置
 Fig. 3. Points for surface water temperature observation in Sendai Bay.

漁獲水温について、畑中（1950）は東北海区におけるマアジが表層で水温 21℃，塩分 33.30% 程度を示す黒潮のフロントを主として遊泳していること，さらに，川崎（1959）はマアジ主群が7月から9月にかけて20~21℃の水温帯とともに茨城県以北の太平洋沿岸を北上して青森県沖に達し，そこに11月まで滞泳していることを報告している。次に，仙台湾周辺の桂島および田代島（第3図）における1953~62年の10年間の旬平均水温変化（東北水

研増殖部, 1965) を描くと, 第4図が得られる. 図にみられるように, 7月から9月までは 20.1~25.5°C, 10月から11月までは10.2~19.7°Cとなつている. これらの値はいずれも表層水温であるので, 実際の遊泳層のそれとは多少のずれがあるものと考えられるが, 盛漁期に入る7月上旬の水温は20.1~21.3°Cとなつていて, 畑中(1950), 川崎(1959)によつて報告された適水温と一致する. また, マアジの生息水温が大体13~25°Cである(山田, 1958) ことなどから, 田代島および桂島の表面水温を仙台湾におけるおおよその生息水温と推定しても誤りではなからう.



第4図 仙台湾の桂島・田代島における1953~62年の
旬平均表層水温の変動

Fig. 4. Decadal variations in means of surface water temperature at Katsura and Tashiro Islands in Sendai Bay during the past ten years from 1953 to 1962 (After Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, 1965).

3. 食物消費量

前節の第1表に示したように、仙台湾のマアジ0才魚は7月1日から9月30日までの92日間に体重8.2gから25.6gに、1日当りにすると平均0.19g成長する。したがって、この期間の平均体重16.9gを基準として日成長率(g_0)をみつめると1.12%となる。仙台湾周辺の田代島ならびに桂島の表面水温は、7~9月の期間におおよそ20.1~25.5°Cの範囲を変化する。この変化の幅は実際のマアジの生息水温範囲に近いものであろう。

第2報(鈴木, 1967)で述べたように、飼育実験にもとづく日摂食率(f)と日成長率(g)との回帰関係を食物の種類、水温、体重範囲別に14の実験式にまとめると第2表のとおりである。これらの実験式の中で、マアジの体重と生息水温にほぼ近い条件でツノナシオキアミ(*Euphausia pacifica* HANSEN)を与えたときの(3)式に上述の g_0 の値を代入すると、

第2表 日摂食率(f)と日成長率(g)との関係式(鈴木, 1967)

Table 2. Relation between feeding rates and growth rates of jack mackerel (SUZUKI, 1967).

Kind of food	Range of water temperature C	Range of body weight g	Number of fish	Regression line between the daily rate of feeding (f) and the daily rate of growth (g)
<i>Euphausia</i>	20.1~23.3	100.7~137.5	15	$g = 0.112 f - 0.23$ (1)
"	20.1~22.7	69.0~137.5	18	$g = 0.155 f - 0.19$ (2)
"	20.1~22.7	5.8~18.8	32	$g = 0.252 f - 0.77$ (3)
"	17.1~20.0	102.3~136.0	13	$g = 0.059 f - 0.02$ (4)
"	17.1~20.0	20.4~28.7	12	$g = 0.160 f - 0.22$ (5)
"	17.1~20.0	2.7~18.6	16	$g = 0.196 f - 0.30$ (6)
"	15.1~17.0	3.0~19.0	17	$g = 0.138 f - 0.07$ (7)
Anchovy	20.1~22.7	68.6~132.5	15	$g = 0.184 f - 0.41$ (8)
"	20.1~22.0	60.5~94.0	18	$g = 0.212 f - 0.42$ (9)
"	20.1~22.0	49.7~85.0	20	$g = 0.223 f - 0.36$ (10)
"	17.1~20.0	60.2~90.2	18	$g = 0.154 f - 0.41$ (11)
"	17.1~20.0	25.6~48.2	17	$g = 0.289 f - 0.85$ (12)
"	17.0~20.0	20.7~28.2	17	$g = 0.286 f - 0.78$ (13)
"	13.3~19.2	19.9~40.5	23	$g = 0.182 f - 0.26$ (14)

日摂食率 $f_0=7.50\%$ を得る。日成長率に対応して食物がマアジの体物質に転換される効率 $e=g/f$ の値は $e_0=14.93\%$ となる。0才魚個体が仙台湾で成長するときに必要な食物消費量は成長期間の平均体重に日摂食率と日数をかけて求めた。すなわち、7月1日から9月30日までの92日間に116.6gのツノナシオキアミを消費して17.4gの体物質を生産することになる。ツノナシオキアミの一般組成を分析した結果、水分83.66%、粗蛋白11.63%、粗脂肪1.11%、粗灰分3.60%、0.58 Cal/gであつた(鈴木, 1967)ので、食物消費量をカロリー基準で換算すると67.6 Calとなる(第3表)。

第3表 仙台湾におけるマアジ0才魚の食物消費量

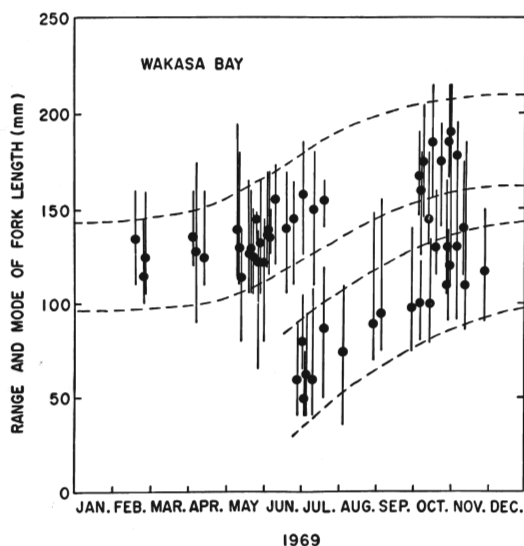
Table 3. Growth and food consumption of 0-year-old fish in Sendai Bay.

Periods	Growth made (g)	Average body weight (g)	Daily rate of growth (%)	Kind of food	Daily rate of feeding (%)	Amount of food (g)	Amount of food Cal
Jul. 1~Sept. 30	17.4	16.9	1.12	<i>Euphausia</i>	7.50	116.6	67.6

Ⅲ. 若狭湾における0才魚と1才魚の食物消費量

1. 0, 1才魚の季節的成長

若狭湾では周年にわたって定置網・巾着網によつてマアジが漁獲されるが、その盛漁期はほぼ6～8月である。畔田・落合(1962)は若狭湾西部海域で漁獲されるマアジを形態、生態および漁況学的特徴にもとづいて、クロアジとキアジの2系群にわけ、前者はマアジ資源の主幹であつて、主に巾着網で漁獲され、沖合を南北に季節回遊し、後者は沿岸域に定着的な生活を送り、定置網で漁獲されるが、その量はクロアジに比していちじるしく少ないと述べている。本報では、用いた資料からクロアジとキアジを識別することはできなかつたので、一応、単一の系群としてとりあつかうことにする。



第5図 若狭湾におけるマアジ体長組成の季節的推移 実線、体長範囲；黒丸、モード；破線、成長曲線の幅
 Fig. 5. Seasonal variation in the size distribution of jack mackerel collected in Wakasa Bay, 1969. Solid circle, mode; Solid line, range of body length; Broken lines, band of growth, arbitrarily drawn.

1969年に京都府ならびに福井県沿岸の定置網・巾着網の漁獲物から採集した標本64群、13,301尾の尾叉体長組成の範囲とモードを漁獲日別に配列すると第5図が得られる。この図から、各群の組成の上限と下限に注意しながらフリーハンドで2本の曲帯を描いて体長モードの季節的推移を追跡すると、0・1才魚群のおおよその成長度を知ることができる。年間の成長傾向をみると、5、6月から10月までの成長はきわめて速いが、11月から翌年4月まではほとんど成長しないようである。すなわち、それぞれの曲帯のほぼ中央を通る0才魚と1才魚の主群の成長曲線を推定すると、12月末までに0才魚は体長120mm、体重22.5g位に達し、1才魚は体長186mm、体重77.6g位に成長する(第4表)。なお、体重(BW g)は尾叉体長(FL mm)との関係式

$$BW = 2.99 \times 10^{-5} FL^{2.2862}$$

から求めたものである。

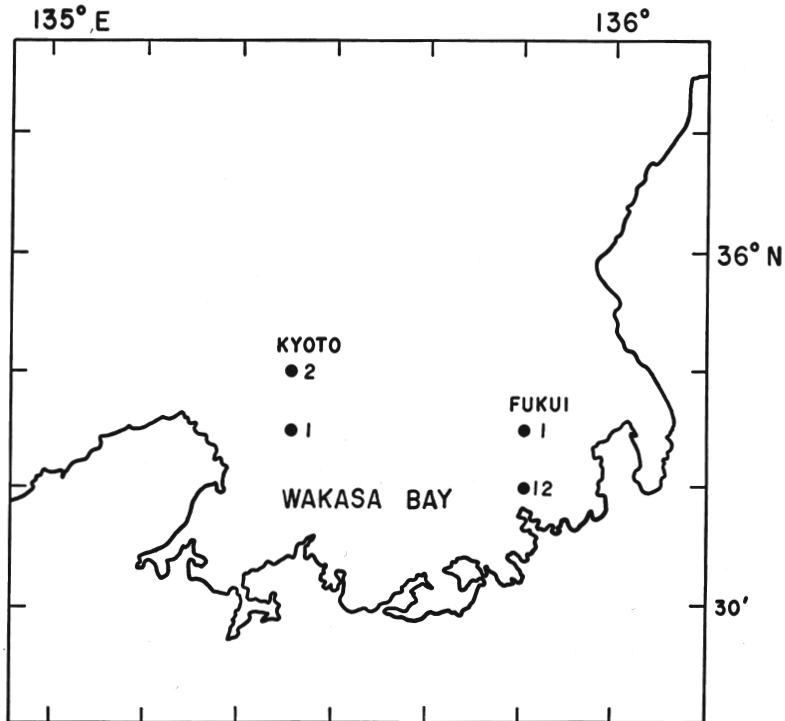
第4表 若狭湾におけるマアジ0才・1才魚の季節的成長
 Table 4. Seasonal growth of young fish in Wakasa Bay.

			Jan. 1	Mar. 31	Jul. 1	Sept. 30	Dec. 31
0-year-old	FL	mm	—	—	60	101	120
	BW	g	—	—	3.2	13.8	22.5
1-year-old	FL	mm	120	124	147	178	186
	BW	g	22.5	24.7	39.9	68.5	77.6

2. 食物の種類と生息水温

若狭湾におけるマアジ尾叉体長 50~185 mm のほぼ周年にわたる食物の種類については安田 (1967) の報告がある。これによると橈脚類の *Paracalanus parvus*, *Eucalanus* sp., *Corycaeus* sp., *Oncaea* sp., 枝角類の *Evadne* sp., 端脚類の *Parathemisto japonica*, オキアミ類の *Euphausia pacifica*, カタクチイワシ稚幼魚, 線虫類, 腹足類の幼生, 魚卵, 甲殻類の幼生などが列記されている。

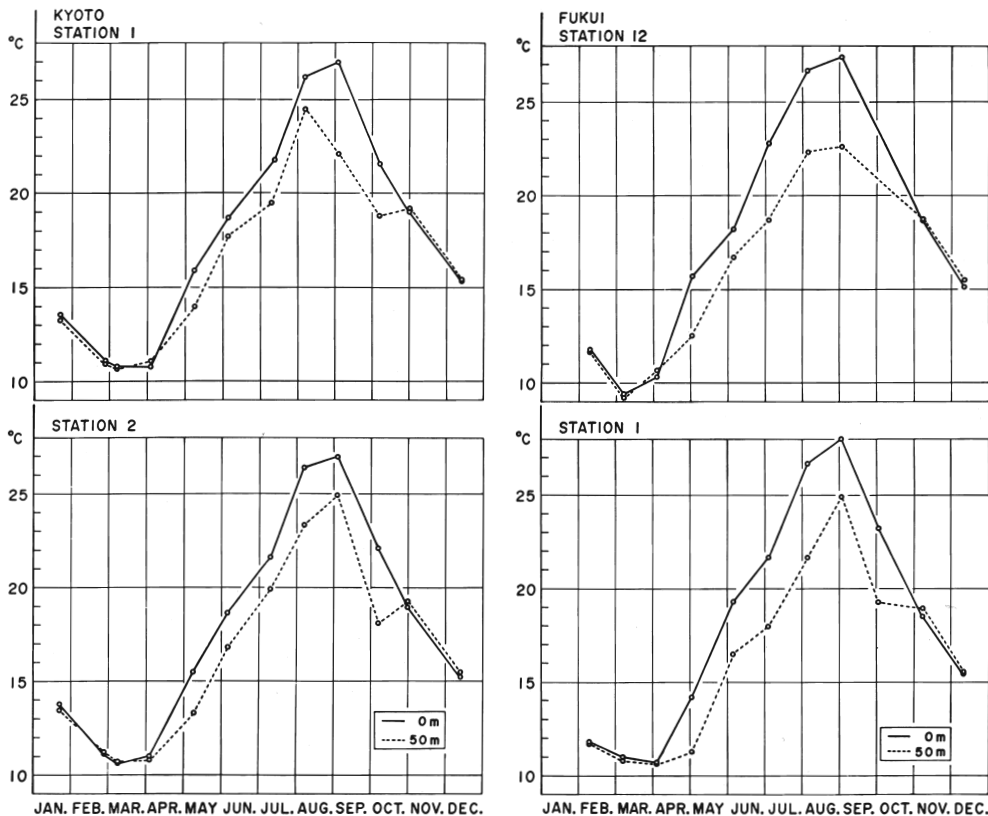
筆者は京都府沿岸の栗田, 成生, 新井崎の各定置網漁獲物から, 1966年10月25, 26日にマアジ尾叉体長130~259 mmを174尾, さらに, 1967年5月15日, 9月30日に133~245 mmを84尾採集し, 総計 263尾の胃内容を調べた。空胃魚は36尾で全体の 13.7%であつたが, 胃内の食物の種類を出現頻度の高い順にあげると, カタクチイワシ幼魚 54.7%, そのほかの魚類 3.3%, イカ類 2.8%, 消化の進行によつて精査困難なもの 39.3%である。また, それぞれを重量組成で表わすとカタクチイワシ幼魚 93.5%, そのほかの魚類 0.2%, イカ類 2.3%,



第6図 若狭湾内の0 m・50 m層水温の観測定点
 Fig. 6. Four stations of water temperature at surface and 50 m depth in Wakasa Bay.

精査困難なもの4.0%となり、魚類の比率がいちじるしく大きい。マアジは基本的には動物プランクトン食性に属するものの、かなり雑食性が強いので（青山, 1958；横田・ほか, 1961；畔田・落合, 1962；鈴木, 1965；小笹, 1970），生息域や季節によつてはこのような高い魚食率を示すこともありうるのであろう。

次に、マアジの生息水温の季節的变化を推定するために、体長組成調査がおこなわれた1969年における京都府ならびに福井県の沿岸定線（第6図）の毎月の0m、50mの各層の水温観測値（水産庁, 1972）を第7図に示した。この図からマアジの越冬期といわれる1～3月および11～12月の水温は表層と50m層でほとんど差がなくなり、9～10℃まで低下するが、盛漁期となる6～8月には表層で18～27℃まで上昇することがわかる。



第7図 若狭湾内4定点における1969年の水温変動

Fig. 7. Monthly variations of water temperature values at 0m and 50m levels of four stations in Wakasa Bay, 1969.

3. 食物消費量

第4表の0才および1才魚の季節的成長にもとづいて日成長率をもとめると、0才魚では、7月1日から9月30日までの92日間に体重3.2gから13.8gに、1日当たりになると平均0.12g成長する、したがって、この期間の平均体重8.5gを基準として日成長率 g_1 をみつめると1.36%となる。同様な方法により、その後の各期間の日成長率をもとめると、0才魚の10月1日～12月31日の g_2 は0.52%，1才魚の1月1日～6月30日の g_3 は0.31%，7月1日～9月30日の g_4 は0.57%，10月1日～12月31日の g_5 は0.14%となる（第5表）。

若狭湾の表面水温は1月から6月までの間に10.0~19.3℃, 7月から9月までの間に21.6~28.0℃, 10月から12月までの間に15.1~23.2℃という変化をする. この変化の幅は実際のマアジの生息水温範囲に近いものであろう.

いま第2表から, 上記の各期間の体重と生息水温にほぼ近い条件で行なわれた実験結果を用いて日摂食率を求めると, 0才魚では, ツノナシオキアミを与えたときの式(3)に g_1 , 式(6)に g_2 をそれぞれ代入して $f_1=8.45\%$, $f_2=4.18\%$ を得る. 同じように, 1才魚では, カタクチイワシを与えたときの式(14), (10), (11)に g_3, g_4, g_5 をそれぞれ順に代入すると $f_3=3.15\%$, $f_4=4.18\%$, $f_5=3.57\%$ を得る. したがって, ツノナシオキアミが0才魚個体に転換される効率の値は, $e_1=16.09\%$, $e_2=12.43\%$ となる. また, カタクチイワシが1才魚個体に転換される効率の値は, $e_3=9.84\%$, $e_4=13.63\%$, $e_5=3.92\%$ となる.

若狭湾の0才魚および1才魚個体が成長するときに必要な食物消費量は, それぞれの成長期間の平均体重に日摂食率と日数をかけて求めた. すなわち, 0才魚では7月1日から9月30日までの92日間に1個体当たり66.1g, カロリー基準で38.3 Calのツノナシオキアミを消費して10.6gの体物質を生産し, さらに10月1日から12月31日までの92日間に69.9g, カロリー基準で40.5 Calのツノナシオキアミを消費して8.7gの体物質を生産することになる. 1才魚では1月1日から6月30日までの181日間に177.8gのカタクチイワシを消費して17.4gの体物質を, 7月1日から9月30日までの92日間に208.4gのカタクチイワシを消費して28.6gの体物質を, さらに10月1日から12月31日までの92日間に240.0gのカタクチイワシを消費して9.1gの体物質をそれぞれ生産することになる. カタクチイワシの一般組成を分析した結果, 水分81.88%, 粗蛋白12.10%, 粗脂肪1.67%, 粗灰分4.35%, 0.65 Cal/gであった(鈴木, 1967)ので, 食物消費量をカロリー基準で換算すると, 115.6 Cal, 135.5 Cal, 156.0 Cal となり, 年間で総計407.1 Cal となる(第5表).

第5表 若狭湾におけるマアジ0才・1才魚の食物消費量
Table 5. Growth and food consumption of young fish in Wakasa Bay.

	Periods	Growth made (g)	Average body weight (g)	Daily rate of growth (%)	Kind of food	Daily rate of feeding (%)	Amount of food (g)	Cal
0-year-old	Jul. 1~Sept. 30	10.6	8.5	1.36	<i>Euphausia</i>	8.45	66.1	38.3
	Oct. 1~Dec. 31	8.7	18.2	0.52	''	4.18	69.9	40.5
	Total	19.3					136.0	78.9
1-year-old	Jan. 1~Jun. 30	17.4	31.2	0.31	Anchovy	3.15	177.8	115.6
	Jul. 1~Sept. 30	28.6	54.2	0.57	''	4.18	208.4	135.5
	Oct. 1~Dec. 31	9.1	73.1	0.14	''	3.57	240.0	156.0
	Total	55.1					626.2	407.1

VI. 要 約

マアジの飼育実験結果を利用して, 仙台湾ならびに若狭湾における若年魚の成長に必要な食物消費量を試算した. その結果は次のとおりである.

(1) 仙台湾の0才魚個体は, 7月1日から9月30日までの92日間に, 体重8.2gから25.6g程度に成長するものと推定される. この期間に必要な食物消費量を, 平均体重16.9gとして,

日成長率1.12%，日摂食率7.50%から求めると，ツノナシオキアミ116.6g，カロリー基準で67.6 Calになる。

(2) 若狭湾の0才魚個体は，7月1日から9月30日までの92日間に，体重3.2gから13.8g程度に成長するものと推定される。この期間に必要な食物消費量を，平均体重8.5gとして，日成長率1.36%，日摂食率8.45%から求めると，ツノナシオキアミ66.1g，カロリー基準で38.3 Calになる。

10月1日から12月31日までの92日間には，体重13.8gから22.5g程度に成長するものと推定される。この期間に必要な食物消費量を平均体重18.2gとして，日成長率0.52%，日摂食率4.18%から求めると，ツノナシオキアミ69.9g，カロリー基準で40.5 Calになる。

(3) 若狭湾の1才魚個体は，1月1日から6月30日までの181日間に，体重22.5gから39.9g程度に成長するものと推定される。この期間に必要な食物消費量を平均体重31.2gとして，日成長率0.31%，日摂食率3.15%から求めると，カタクチイワシ177.8g，カロリー基準で115.6 Calになる。

7月1日から9月30日までの92日間には，体重39.9gから68.5g程度に成長するものと推定される。この期間に必要な食物消費量を平均体重54.2gとして，日成長率0.57%，日摂食率4.18%から求めると，カタクチイワシ208.4g，カロリー基準で135.5 Calになる。

10月1日から12月31日までの92日間には，体重68.5gから77.6g程度に成長するものと推定される。この期間に必要な食物消費量を平均体重73.1gとして，日成長率0.14%，日摂食率3.57%から求めると，カタクチイワシ240.0g，カロリー基準で156.0 Calになる。以上を1年間で総計すると，626.2g，カロリー基準で407.1 Calになる。

引用文献

- 青山恒雄 (1958). マアジ *Trachurus japonicus* の摂食量. 西水研報告, (15) : 33—45.
- 畔田正格・落合 明 (1962). 若狭湾産マアジの系群に関する研究. 日水会誌, 28 (10) : 967—978.
- 畑中正吉 (1950). 東北海区のマアジの漁況について. 日水会誌, 15 (15) : 678—680.
- 川崎 健 (1959). マアジの生態についての基礎的研究. 東北水研報告, (13) : 95—107.
- 小笹悦二 (1970). マアジ稚仔魚の摂餌生態—I. 西水研報告, (38) : 79—86.
- 水産庁 (1972). 昭和44年海洋観測資料 : 1268—1315.
- 鈴木智之 (1965). マアジの生態学的研究. I. 食性について. 日水研報告, (14) : 19—29.
- (1967). マアジの生態学的研究. II. 成長と食物消費量との関係. 日水研報告, (17) : 33—48.
- 東北区水産研究所増殖部 (1965). 東北海域に於ける浅海漁業. 第二集 増・養殖漁場の水温. 61 pp.
- 山田鉄雄 (1958). アジに関する研究. 対馬暖流開発調査報告書, 第4輯 : 145—176.
- 安田 徹 (1967). プランクトン. 原子炉設定にともなう漁場環境調査報告書, 福井水試報告, (13) : 71—122.
- 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. 南水研報告, (14) : 1—234.