

マアジの生態学的研究

Ⅱ. 成長と食物消費量との関係

鈴木 智 之

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

II. Relations between Growth and Amount of Food Consumption

TOMOYUKI SUZUKI

Abstract

During the period from 1957 to 1962, the feeding experiments of the jack mackerel, *Trachurus japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), were made to determine the amount of food consumption for growth of the individual fish at Onagawa Fisheries Experimental Station of the Tohoku University. The material used in the experiments were caught by trap-net fishery in Onagawa Bay, Miyagi Prefecture, during the period from July to November. Their body length and weight ranged from 56 mm to 213 mm and from 2.7 g to 137.5 g, respectively. Sea water temperature ranging from 15.0°C to 23.3°C were always refreshed into the rearing concrete tanks measuring $1.8 \times 1.8 \times 1.0$ m or $3.1 \times 3.1 \times 1.0$ m, respectively. The fishes were fed with a known amount of fresh young anchovy or *Euphausia pacifica* frozen until the time for use. The rearing fishes were measured once per 10 days after being narcotized by solution of urethane or quinaldine. It was found that the relations between the daily rates of feeding and those of growth of the fishes fed with the same kind of food could be expressed as a linear regression, within a given range of the daily rates of feeding, water temperature and body weight of the rearing fishes. However, a few variations on the apparent anabolic rates, denoted as the slope of the linear regression, were found in connections with some experimental conditions, such as water temperature, body weight of the rearing fishes and kinds of the food. Although the experiments used the same food for the fishes with nearly similar body weights revealed that the apparent anabolic rates decreased as the water temperature became lower, other experiments using the same food for the fishes with different body weights under the same water temperature showed that these rates decreased as the body weight increased within ranges of the materials. On the other hand, the chemical analysis of the jack mackerel, young anchovy and *Euphausia* showed values of 0.95 or 1.15, 0.65 and 0.58 Kcal per gram, as shown in Table 1. These values were used for the calculations on the calorific basis. Therefore, it was shown that the apparent anabolic rates of the fishes, ranging from 20.7 g to 28.2 g in body weight, fed with *Euphausia* were lower as compared with those of the fishes fed with young anchovy.

1. 緒 言

前報(鈴木, 1965)では, 主に仙台湾周辺におけるマアジの食物組成の変化, ならびにマアジ成魚の摂食活動について得られた観察結果を報告したが, 本報では, 自然におけるマアジ個体の維持・成長に利用される食物量を推定することを最終の目的として, マアジ個体の成長量と食物消費量との関係を求めるための飼育実験を行なったので, その結果を報告する.

報告に先立ち, この実験に終始ご懇切なご指導を賜わった東北大学農学部水産漁撈学教室畑中正吉博士, また, 原稿を校閲していただいた本所資源部長加藤源治氏に厚くお礼申し上げる.

II. 材料ならびに方法

この飼育実験は1957~1962年にわたって, 毎年, 7月から11月までの期間に, 東北大学女川水産研究実験所で行なった. 材料は女川湾の定置網でとれたマアジ(体重2.7~137.5g, 体長56.0~213.0mm)を活簀で馴らしてから, 実験所の戸外コンクリート水槽(9.9m², 水深1.0m)に移し入れ, 自然の海水を絶えず流して食物を与えながら, 実験前の7~10日間位, 十分に飼ひ馴らした. 食物としては, 毎年, 春季に女川湾でとれるオキアミ *Euphausia pacifica* H. J. HANSENを冷凍貯蔵したものと, 女川湾でとれるカタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOULTUYN)の幼魚(全長30~50mm)を生そのまま与えた.

実験方法はマサバ(HATANAKA, et al, 1957), プリ(HATANAKA and MURAKAWA, 1958)と同様であるが, 1回の実験には5~7尾の健全なマアジを選び個体識別して, 1.8×1.8×1.0m, 3.1×3.1×1.0mの戸外コンクリート水槽で始終自然海水を流しながら飼育した.

自然におけるマアジの胃内容と摂食活動についての観察結果(鈴木, 1965)から, 飼育魚がとることのできる食物の大きさを考慮して, オキアミ, カタクチイワシを1個体ずつ秤量して与えた. 飼育魚は実験開始時と終了時の10日目に24時間絶食させて消化管内の残渣を十分に排泄させてから, 0.5~1.0%のUrethaneならびに1/100,000~1/50,000のQuinaldine海水溶液で麻酔して, 体重, 体長を測定した.

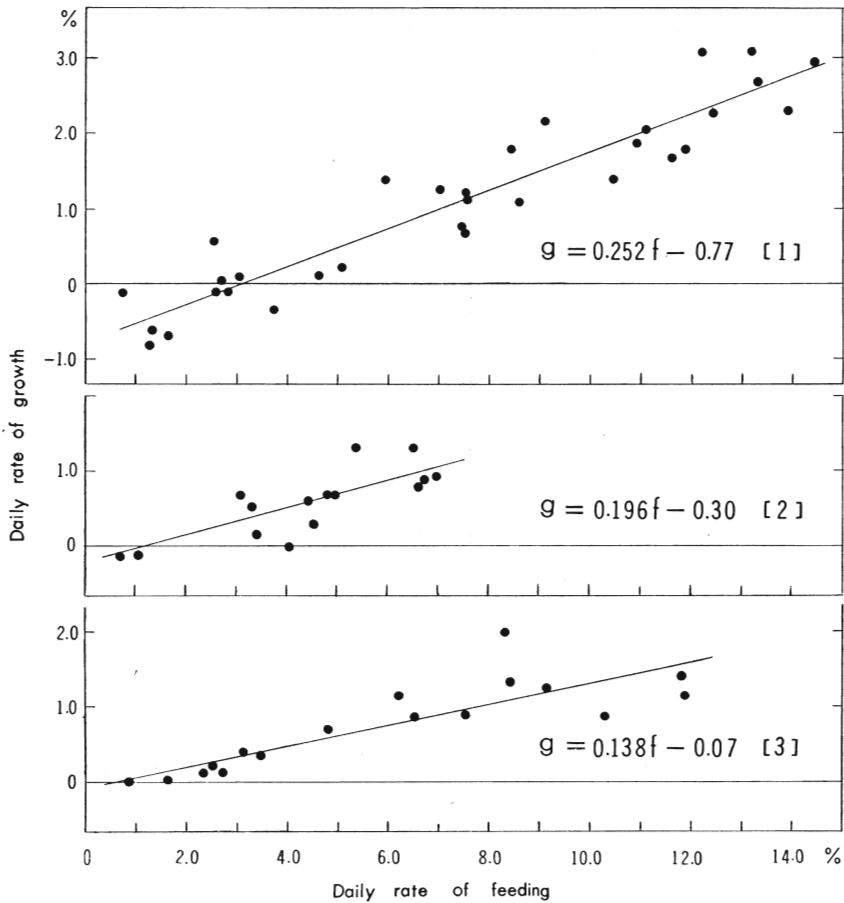
III. 実 験 結 果

マアジ個体ごとに, 飼育開始時の体重を w_0 , 体長を l_0 , 飼育期間T日後の体重を w , 体長を l , その期間の総摂食量を F とすると, 成長量 $G = w - w_0$, 中間体重 $W = (w_0 + w)/2$, 中間体長 $L = (l_0 + l)/2$, 日摂食率 $f = (F/TW) \times 10^2$, 日成長率 $g = (G/TW) \times 10^2$ が得られる. いま, 水温範囲, 飼育魚の体重範囲, 食物の種類別にまとめた群について, f と g の関係を求めると, マサバ(高橋・畑中, 1958), プリ(HATANAKA and MURAKAWA, 1958), カタクチイワシ(TAKAHASHI and HATANAKA, 1960), メバル(畑中・飯塚, 1962), スズキ(畑中・関野, 1962)の飼育実験の結果と同様に, f の限られた範囲内では, f と g との間に回帰直線を適合することができる. ここでは, f と g の関係式を求めて, それにおよぼす, 水温, 飼育魚の体重, 食物の種類の影響を検討した.

1. 水温の影響

(1). 体重2.7~19.9gのマアジにオキアミを与えて, 15.1~17.0°C, 17.1~20, 0°C, 20.1~

22.7°Cの水温度範囲で飼育した結果を、体重範囲のほぼ等しい群にまとめて(付表1),各群別に f と g の関係を求めると(第1図),それぞれ関係式は次のようになる。



第1図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係

体重範囲: 2.7~19.9g 食物: オキアミ

水温範囲: 20.1~22.7°C, $g = 0.252f - 0.77$ [1]

17.1~20.0°C, $g = 0.196f - 0.30$ [2]

15.1~17.0°C, $g = 0.138f - 0.07$ [3]

Fig. 1 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel fed with *Euphausia* under the water temperature range between 15.1° and 22.7°C.

水温範囲: 20.1~22.7°C, 体重範囲: 5.8~18.8g, 実験個体数: 32

$$g = 0.252f - 0.77 \dots \dots \dots [1], a_{0.05} = 0.252 \pm 0.0325$$

水温範囲: 17.1~20.0°C, 体重範囲: 2.7~18.6g, 実験個体数: 16

$$g = 0.196f - 0.30 \dots \dots \dots [2], a_{0.05} = 0.196 \pm 0.0764$$

水温範囲: 15.1~17.0°C 体重範囲: 3.0~19.0g, 実験個体数: 17

$$g = 0.138f - 0.07 \dots \dots \dots [3], a_{0.05} = 0.138 \pm 0.0477$$

* 5%危険率での一次回帰項信頼帯(落合, 1952; 高橋・畑中, 1958).

関係式中の一次回帰項，すなわち，見かけの同化率^{*}は，水温範囲の低下ともなって低くなるが，5%危険率での信頼帯は，[1]と[2]，[2]と[3]式の間で，重なり合って統計的に有意な差が認められない。しかし，[1]と[3]式の間では，有意な差が認められる。したがって，この実験条件のもとでは，水温範囲15.1~17.0°Cと20.1~22.7°Cとの間で，見かけの同化率に相違が見出されたことになる。

次に，体重100.7~137.5gのマアジにオキアミを与えて，17.1~20.0°C，20.1~23.3°Cの水温範囲で飼育した結果を体重範囲のほぼ等しい群にまとめて（付表2），各群別に，fとgの関係を求めると（第2図），それぞれ，関係式は次のようになる。

水温範囲：20.1~23.3°C，体重範囲：100.7~137.5g，実験個体数：15

$$g = 0.112f - 0.23 \dots [4],$$

$$a_{0.05} = 0.112 \pm 0.0611$$

水温範囲：17.1~20.0°C，体重範囲：102.3~136.0g，実験個体数：13

$$g = 0.059f - 0.02 \dots [5],$$

$$a_{0.05} = 0.059 \pm 0.0191$$

[4]と[5]式の間では，見かけの同化率に有意な差が認められない。したがって，この実験条件のもとでは，水温範囲17.1~20.0°Cと20.1~23.3°Cとの間で，見かけの同化率に相違が見出されなかったことになる。

(2). 体重60.2~94.0gのマアジにカタクチイワシを与えて，17.1~20.0°C，20.1~22.0°Cの水温範囲で飼育した結果を，体重範囲のほぼ等しい群にまとめて（付表3），各群別に，fとgの関係を求めると（第3図），それぞれ，関係式は次のようになる。

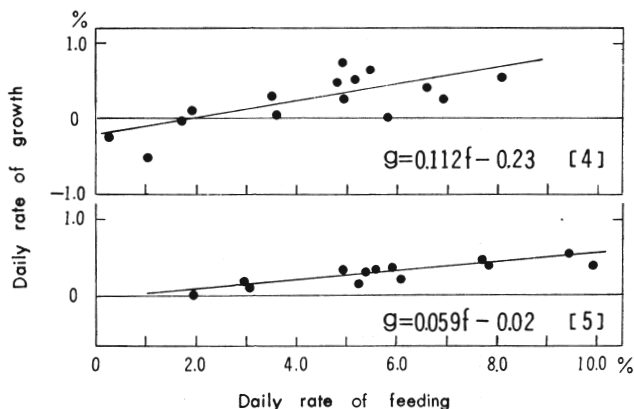
水温範囲：20.1~22.0°C，体重範囲：60.5~94.0g，実験個体数：18

$$g = 0.212f - 0.42 \dots [6], \quad a_{0.05} = 0.212 \pm 0.0706$$

水温範囲：17.1~20.0°C，体重範囲：60.2~90.2g，実験個体数：18

$$g = 0.154f - 0.41 \dots [7], \quad a_{0.05} = 0.154 \pm 0.0367$$

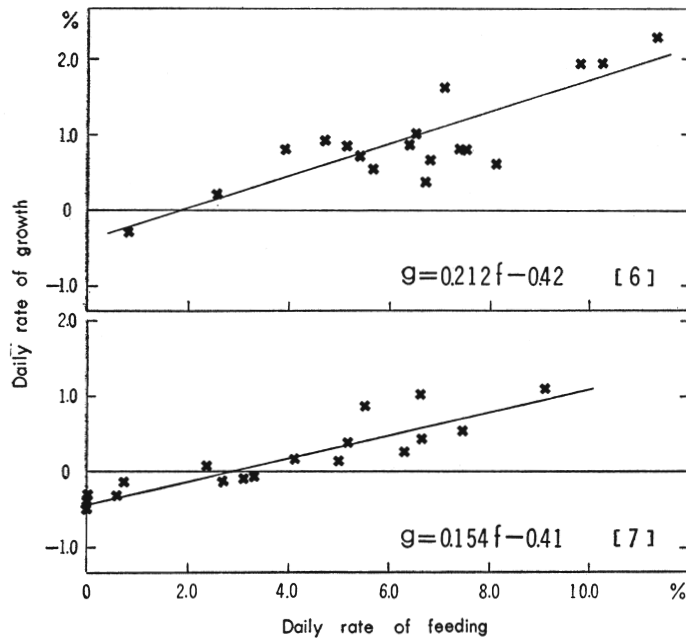
[6]と[7]式の間では，5%の危険率で，見かけの同化率に有意な差が認められない。したがって，この実験条件のもとでは，水温範囲17.1~20.0°Cと20.1~22.0°Cとの間で，見かけの同化率に相違が見出されなかったことになる。



第2図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
 体重範囲：100.7~137.5g 食物：オキアミ
 水温範囲：20.1~23.3°C， $g = 0.112f - 0.23$ [4]
 17.1~20.0°C， $g = 0.059f - 0.02$ [5]

Fig. 2 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel fed with *Euphausia* under the water temperature range between 17.1° and 23.3°C.

* f と g との間に適合することのできる回帰直線， $g = af - b$ の一次回帰項 a は，魚が食物を同化する割合に比例するので，これを，見かけの同化率 (apparent anabolic rate) と呼び，また，常数項 b は， $f = 0$ のときの日間に体重の減少する割合で，理論的には，摂食活動および食物の同化に費すエネルギーと成長に費すエネルギーとを，総代謝エネルギーからさし引いた残りで，大体，生活エネルギーに比例すると考えられるので，これを，見かけの異化率 (apparent catabolic rate) と呼んでいる (TAKAHASHI and HATANAKA, 1960).



第3図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係

体重範囲：60.2~94.0g 食物：カタクチイワシ

水温範囲：20.1~22.0°C, $g=0.212f-0.42$ [6]

17.1~20.0°C, $g=0.154f-0.41$ [7]

Fig. 3 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel fed with the anchovy under the water temperature range between 17.1° and 22.0°C.

(1), (2)から、水温条件が、15.1~23.3°Cのとき、体重範囲のほぼ等しいマアジの群に同じ食物を与えて飼育すると、水温の低下にともなって、見かけの同化率は低くなるものとみられる。しかし、水温範囲が異なっても、見かけの同化率に相違が見出されない場合、また、関係式中の常数項、すなわち、外挿値として得られる見かけの異化率が、正しい値を示しているかどうかという問題については、さらに、実験を行なって検討する必要がある。なお、水温が15.0°C以下に低下すると、マアジのf、gは、ともに減少するが、水温9.0~10.0°Cでは、マアジは、摂食活動を完全に停止し、遊泳力を失い、やがて、衰弱死あるいは斃死するのが観察された。

2. 飼育魚の体重の影響

(1). 水温範囲17.1~20.0°Cのとき、体重20.4~28.7gのマアジにオキアミを与えた結果(付表4)から、fとgの関係を求めると(第4図)、関係式は次のようになる。

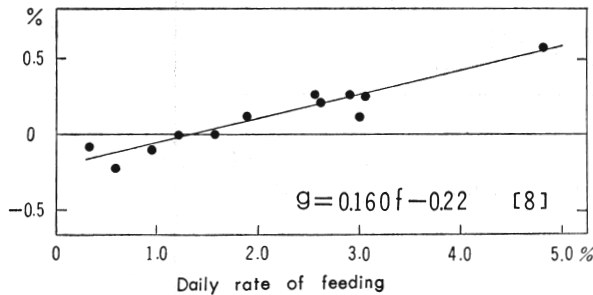
水温範囲：17.1~20.0°C, 体重範囲：20.4~28.7g, 実験個体数：12

$$g = 0.160 f - 0.22 \dots \dots [8], \quad a_{0.05} = 0.160 \pm 0.0363$$

いま、[8]式を、前の項において、同じ水温範囲のとき、異なる体重範囲のマアジに同じ食

*前頁脚註参照

物を与えて飼育した結果から求めた〔2〕,〔5〕式とともに比較すると,〔2〕と〔8〕式の間では,5%の危険率での見かけの同化率に有意な差は認められないが,〔5〕と〔8〕,〔2〕と〔5〕式の間では,有意な差が認められる.したがって,体重範囲20.4~28.7gの群と102.3~136.0



第4図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
 体重範囲: 20.4~28.7g 食物: オキアミ
 水温範囲: 17.1~20.0°C

Fig. 4 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel fed *Euphausia* under the water temperature range between 17.1° and 20.0°C.

認められる.したがって,体重範囲25.6~48.2gの群と60.2~90.2gの群との間では,見かけの同化率に相違が見出されたことになる.

(1), (2)から,水温範囲が17.1~20.0°Cのとき,異なった体重範囲のマアジの群に,同じ食物を与えて飼育すると,体重の大きい群ほど,見かけの同化率は低くなるものといえよう.これは,マサバ(HATANAKA, et al, 1957),ブリ(HATANAKA and MURAKAWA, 1958),その他の魚類と同様に,主に成長にとまらぬ転換効率の減少によるものとみられる.また,見かけの異化率も,成長にとまらぬ低くなっていくものとみられるが,前述したように,さらに,検討する必要がある.

3. 食物の種類の影響

(1). 水温範囲 17.1~20.0°C のとき, 体重20.7~28.2gのマアジにカタクチイワシを与えた結果(付表6)から, fとgの関係を求めると(第6図),関係式は次のようになる.

水温範囲: 17.1~20.0°C, 体重範囲: 20.7~28.2g, 実験個体数: 17

$$g = 0.286f - 0.78 \dots\dots [10],$$

$$a_{0.05} = 0.286 \pm 0.0556$$

いま,〔10〕式を前の項において,同じ水温範囲のとき,体重範囲のほぼ等しいマアジにオキアミを与えた結果から求めた〔8〕式と比較すると,〔8〕と

gの群との間では,見かけの同化率に相違が見出されたことになる.

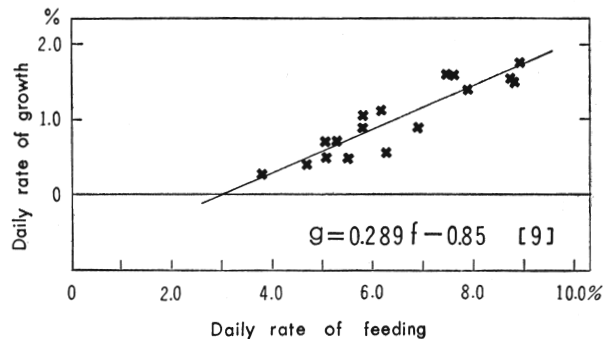
(2). 水温範囲 17.1~20.0°C のとき, 体重25.6~48.2gのマアジにカタクチイワシを与えた結果(付表5)から, fとgの関係を求めると(第5図),関係式は次のようになる.

水温範囲: 17.1~20.0°C, 体重範囲: 25.6~48.2g, 実験個体数: 17

$$g = 0.289f - 0.85 \dots\dots [9],$$

$$a_{0.05} = 0.289 \pm 0.0729$$

〔9〕式を, 前の項において求めた〔7〕式と比較すると,〔9〕と〔7〕式の間では,見かけの同化率に有意な差が

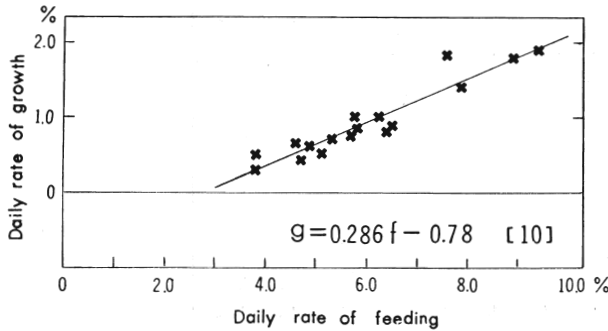


第5図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
 体重範囲: 25.6~48.2g 食物: カタクチイワシ
 水温範囲: 17.1~20.0°C

Fig. 5 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel fed with the anchovy under the water temperature range between 17.1° and 20.0°C.

[10] 式の間では、見かけの同化率に有意な差が認められる。したがって、この実験条件のもとでは、カタクチイワシを与えた場合の見かけの同化率が、オキアミを与えた場合の見かけの同化率にくらべて高いことになる。

(2). 水温範囲 20.1~22.7°C のとき、体重68.6~137.5 g のマアジにオキアミを与えた結果



第6図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
 体重範囲：20.7~28.2g 食物：カタクチイワシ
 水温範囲：17.1~20.0°C

Fig. 6 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel, weighing between 20.7 and 28.2g, fed with the anchovy under the water temperature range between 17.1° and 20.0°C.

とカタクチイワシを与えた結果(付表7)から、fとgの関係を求めると(第7図),それぞれ、関係式は次のようになる。

水温範囲：20.1~22.7°C, 体重範囲：69.0~137.5 g, 食物：オキアミ, 実験個体数：18

$$g = 0.155 f - 0.19 \dots\dots [11],$$

$$a_{0.05} = 0.155 \pm 0.0747$$

水温範囲：20.1~22.7°C, 体重範囲：68.6~132.5 g, 食物：カタクチイワシ, 実験個体数：15

$$g = 0.184 f - 0.41 \dots\dots [12],$$

$$a_{0.05} = 0.184 \pm 0.0591$$

[11]と[12]式の間では、見かけの同化率に有意な差が認められない。

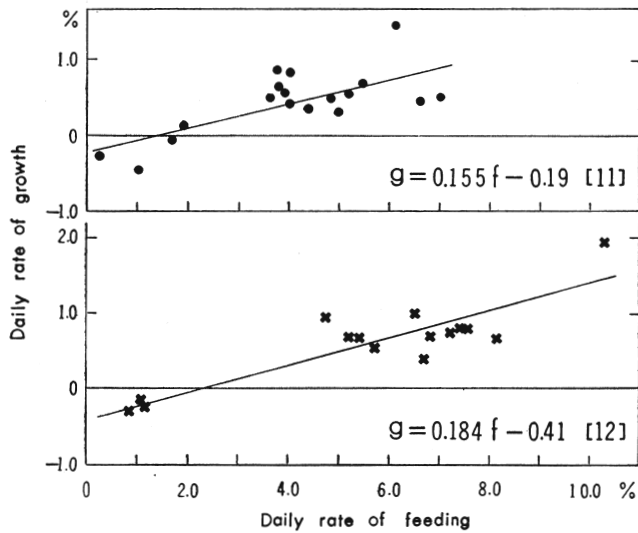
したがって、この実験条件のもとでは、オキアミを与えた場合の見かけの同化率とカタクチイワシを与えた場合の見かけの同化率との間には、それ程大きな相違がなかったことになる。

しかし、オキアミとカタクチイワシとは重量を基準として等価には比較できないので、(1)、(2)において、実験にもちいた食物とマアジ魚体の一般組成を分析した結果(第1表),オキアミでは、0.58kcal/g, カタクチイワシでは、0.65kcal/g, マアジでは、0.95kcal/gと1.15kcal/gであった。したがって、それぞれ、関係式をカロリー基準で求めると、(1)では、 $g = 0.263 f - 0.22 \dots\dots [8]'$, $g = 0.418 f - 0.78 \dots\dots [10]'$ となり、両式の間では、見かけの同化率に、有意な差がみられるので、カタクチイワシを与えた場合の見かけの同化率が、オキアミを与えた場合にくらべて高い。しかし、(2)では、 $g = 0.307 f - 0.19 \dots\dots [11]'$, $g = 0.326 f - 0.41 \dots\dots [12]'$ となり、両式の間では、見かけの同化率に有意な差がみられないので、それ程大きな相違がないものといえよう。

第1表 マアジ魚体と食物の一般組成の分析結果

Table 1 General composition of foods and the jack mackerel used in this experiment.

	No. examined	Range of body weight g	Water content %	Crude protein %	Crude fat %	Crude ash %	Kilocal./g
Jack mackerel	8	20.40~24.45	76.52	17.11	2.64	3.70	0.95
"	5	68.55~137.50	74.24	18.45	4.21	3.10	1.15
<i>Euphausia pacifica</i>	100	0.03~0.05	83.66	11.63	1.11	3.60	0.58
Anchovy	10	1.5~3.0	81.88	12.10	1.67	4.35	0.65

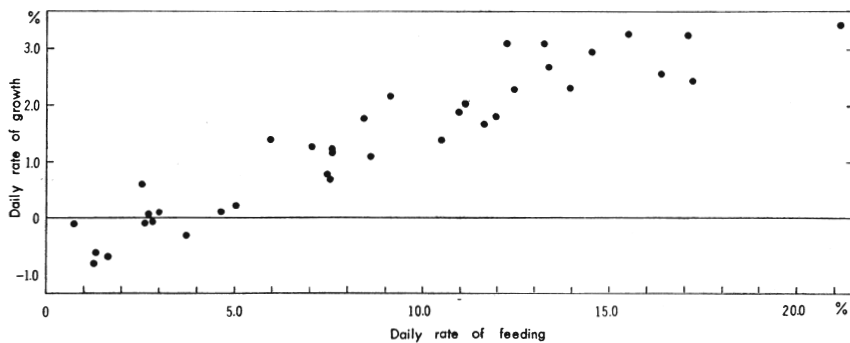


第7図 日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
 体重範囲: 68.6~137.5g 水温範囲: 20.1~22.7°C
 食物: オキアミ, $g=0.155f-0.19$ [11]
 カタクチ, $g=0.184f-0.41$ [12]

Fig. 7 Daily rates of growth plotted against daily rates of feeding of the jack mackerel, weighing between 68.6 and 137.5g, under the water temperature ranging from 20.1° to 22.7°C, separately for the kind of foods.

IV 考 察

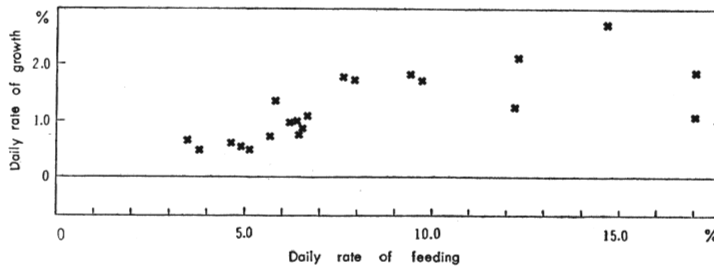
マアジの摂食量が、この実験でとりあつた範囲より多い場合、あるいは、少ない場合、fとgの関係に対して、直線回帰を適合することができるかどうかという問題について検討してみよう。先に、[1]式を得た実験結果に摂食量の多い個体を入れると、fとgの関係は、第8図のようになり、fが15%以上になると、gの増加はほとんどみられなくなる。また、体重



第8図 摂食量の多い個体を入れた場合の日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
 食物: オキアミ

Fig. 8 Daily rates of growth plotted against the excess amount of food, *Euphausia*, given to the jack mackerel of the size range between 5.8 and 18.8g.

14.5~25.0 gのマアジに、水温17.1~20.0°Cのとき、カタクチイワシを与えた場合には、第9図のようになり、fが12%以上になると、gの増加はみられなくなる。体重100 g程度のマサ



第9図 摂食量の多い個体を入れた場合の日摂食率(f)と日成長率(g)の関係
食 物：カタクチイワシ

Fig. 9 Daily rates of growth plotted against the excess amount of food, the anchovy, given to the jack mackerel of the size range between 14.5 and 25.0g.

バに平均水温21°Cのとき、カタクチイワシを与えて、ブリの幼魚と混合飼育するとマサバの摂食量は異常に増加するが、fが20%以上になると、もはや、その割に有効な成長を示さなくなるという(HATANAKA et al, 1957). 以上のように、摂食量が多い場合、マアジでも、ある限度以上のfでは、fとgの関係に対して、直線回帰を適合することができないことは明らかである。摂食量の少ない場合については、実験個体数が少ないので、十分に検討することはできないが、体重20.8~29.1 gのマアジを平均15.8°Cで10日間絶食させて、日間に体重の減少する割合を求めた結果(第2表)、0.10~0.46% (平均0.31%)であった。したがって、これと

ほぼ等しい実験条件のもとで得られた結果(付表8)から求めた関係式 $g = 0.200 f - 0.29 \dots \dots [13]$ における、見かけの異化率、すなわち、 $f = 0$ のとき、日間に体重の減少する割合0.29%は、実測値の平均に近いものとみられる。しかし、そのほかの実験条件のもとでは、見かけの異化率がどの程度正しい値を示しているか明らかでない。異なった水温範囲で、ほぼ等しい体重範囲のマアジに同じ食物を与えても、見かけの同化率に相違が見出されなかった場合(Ⅲ, 1, (1), (2))には、マ

第2表 10日間絶食させたマアジの日間に体重の減少する割合

Table. 2 Daily decreasing rates of the body weights of the 9 jack mackerel starved for 10 days.

Individual number	W g	L mm	g %	Ave. w. temp. °C
9-35	20.75	102.00	-0.14	15.65
9-40	20.75	103.40	-0.43	
9-34	21.60	105.40	-0.28	
9-39	22.50	106.50	-0.44	
9-36	23.00	107.50	-0.26	
9-37	24.15	105.00	-0.46	
9-38	25.60	110.80	-0.39	
9-33	26.30	110.00	-0.30	
9-31	29.05	116.50	-0.10	

サバの実験結果でみられる(HATANAKA et al, 1957)のように、低温によるfの減少は逆に転換効率の増加をもたらし、これが、低温による転換効率の直接の減少を補うことも考えられる。等しい水温範囲で、異なった体重範囲のマアジに同じ食物を与えても、それぞれ、成長段階の違いによって、多少、適温範囲もずれるであろうし、増重量としての成長の内容も質的に異なってくるであろう。食物の種類によって、見かけの同化率が相違するのは、食物のもつ物

質組成、熱量、消化吸収率の違いにもとづくものとみられる。ここでは、本来、食物の利用カロリーが示されなければならないが、マアジにおける食物の消化率が得られていないので、さしあたり、食物の分析値に Rubner 係数をあてはめて、カロリー値を算出した。MENZEL(1959)は、シテンヤッコ属の1種 *Holacanthus bermudensis* に冬期の主要な食物である藻類を与えて、水温19°C、28°Cで飼育実験を行なった。その結果によると、水温28°Cで体重の増加はみられるが、それは、蛋白質の蓄積によるものでなく、脂質の蓄積によるものであることから、自然においては、かなり多量の摂食量が得られない限り藻類のみによって、本質的な成長 (GERKING, 1955) をすることができるかどうか疑わしいと述べている。仙台湾におけるマアジ幼魚および成魚は、7月から11月にかけて、カタクチイワシ幼魚、オキアミ類を主体に、橈脚類、端脚類、小エビ類など数種類の食物を混食しているとみられる (鈴木, 1965) ので、さらに、食物の種類を混合して与えてみる実験も必要であろう。GERKING (1952, 1954, 1955) は、クロマス科、*Lepomis* 属の bluegill sunfish について、食物の蛋白質が成長に利用される過程を実験的に明らかにしたが、MENZEL (1960) も、マハタ属の *Epinephelus guttatus* について、食物、魚体、排泄物の窒素含有量、脂肪量、熱量の変化を測定して、成長に利用される食物成分の効率を実験的に求めた。

マアジの飼育実験では、さらに、f と g の関係におよぼす、年令、成熟、飽食、絶食、飼育密度、水質などの影響を検討するとともに、マアジが消費する食物中の全エネルギーの配分過程を量的に明らかにするために、呼吸量、ならびに、排泄物、魚体の物質組成の変化を定量的に求めることが必要であろう。

V 要 約

1957~62年の毎年、7月から11月までの期間に、東北大学女川水産研究実験所の1.8×1.8×1.0m、3.1×3.1×1.0mの戸外コンクリート水槽に、水温15.0~23.3°Cの海水を始終流して、体重2.7~137.5gのマアジに生のオキアミ、*Euphausia pacifica*、カタクチイワシ幼魚を与えて、定量的に飼育し、日摂食率と日成長率との関係におよぼす、水温、飼育魚の体重、食物の種類の影響を調査した。

(1). 水温範囲、体重範囲、食物の種類別に分けたマアジの群の日摂食率と日成長率との関係に、日摂食率の限られた範囲内で、回帰直線を適合することができる。

(2). 水温条件が、15.1~23.3°Cのとき、ほぼ体重範囲の等しいマアジの群に、同じ食物を与えると、日摂食率と日成長率の関係式の一次回帰項として求められる見かけの同化率は、水温の低下にともなって低くなるものとみられる。

(3). 水温条件が、17.1~20.0°Cのとき、体重2.7~136.0gのマアジの群に、同じ食物を与えると、見かけの同化率は、体重の増加にともなって低くなる。

(4). 水温条件が、17.1~20.0°Cのとき、体重20.7~28.2gのマアジの群にオキアミを与えた場合とカタクチイワシ幼魚を与えた場合の見かけの同化率を比較すると、重量基準では0.160と0.286となり、カロリー基準では、0.263と0.418となり、カタクチイワシ幼魚を与えた場合の見かけの同化率の方が高い。

引用文献

- GERKING, Shelby D., (1952). The protein metabolism of sunfishes of different ages. *Physiol. Zool.*, 25: 358—372.
- (1954). The food turnover of a bluegill population. *Ecology*, 35: 490—498.
- (1955). Influence of rate of feeding on body composition and protein metabolism of bluegill sunfish. *Physiol. Zool.*, 28:283—289.
- HATANAKA, M., SEKINO, K., TAKAHASHI, M. and T. ICHIMURA (1957). Growth and food consumption in young mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN). *Tohoku J. Agr. Res.*, 7(4):351—368.
- and G. MURAKAWA (1958). Growth and food consumption in young amberfish, *Seriola quinqueradiata* (TEMMINCK et SCHLEGEL). *Tohoku J. Agr. Res.*, 9(2):69—79.
- 畑中正吉・飯塚景記 (1962). モ場の魚の群集生態学的研究——Ⅲ. モ場の魚の生産効率. 日本誌, 28(3):305—313.
- ・関野清成 (1962). スズキの生態学的研究——Ⅲ. スズキの生産効率. 日本誌, 28(10): 949—954.
- MENZEI, DAVID W (1959). Utilization of algae for growth by the angelfish, *Holocanthus bermudensis*. *J. du Conseil*, 24(2):308—313
- (1960). Utilization of food by a Bermuda reef fish, *Epinephelus guttatus*. *J. du Conseil*, 25(2):216—222
- 落合明 (1952). 個体群生態学の研究 I, ニギスの生態学的研究, 第 2 報, 体長と体重との成長係数について. 京都大学農学部昆虫学研究室編集, 応用昆虫学論文集, 1:143—151.
- 鈴木智之 (1965). マアジの生態学的研究, I. 食性について. 日本研報告, (14):19—29.
- 高橋正雄・畑中正吉 (1958). マサバ幼魚の食餌利用に関する実験的研究 (続報). 日本誌, 24(6, 7): 449—455.
- TAKAHASHI, M. and M. HATANAKA (1960). Experimental study on utilization of food by young anchovy, *Engraulis japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL). *Tohoku J. Agr. Res.*, 11(2):161—170.

付表1 飼育実験結果

食物：オキアミ

Appendix Table 1. Results of feeding experiments.

Kinds of food : *Euphausia*

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C	Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C
7-03	5.80	67.75	12.24	3.14		7-52	4.30	66.20	6.74	0.93	
7-14	6.55	76.70	0.76	-0.08		7-51	4.60	70.80	6.52	1.30	
7-11	6.75	72.05	7.55	0.74		7-18	8.40	72.80	5.39	1.32	
7-03	7.85	73.25	14.52	2.93		8-23	10.50	81.50	6.95	0.95	
7-10	8.45	80.65	4.62	0.12		8-27	14.50	92.55	4.55	0.31	
7-04	8.90	82.95	5.96	1.35		7-17	14.50	94.20	4.83	0.69	
7-11	9.65	80.35	9.12	2.18		8-26	14.90	90.70	6.58	0.81	20.0
7-10	9.85	85.15	10.96	1.93		8-24	15.00	93.55	3.07	0.67	}
7-06	9.95	82.00	8.64	1.11		8-22	15.80	95.05	3.30	0.51	17.1
7-04	10.10	83.40	7.03	1.29		0-20	16.70	104.00	1.02	-0.12	
7-03	10.15	81.25	12.41	2.27		0-04	17.55	100.00	3.42	0.11	
7-05	10.20	84.10	7.45	0.77		0-21	18.25	101.00	0.71	-0.16	
8-23	10.25	79.70	3.02	0.10		0-10	18.35	102.05	4.96	0.65	
7-11	10.35	85.95	1.64	-0.68		0-05	18.50	100.00	1.83	0.11	
7-10	10.50	88.80	1.33	-0.57	22.7	8-21	18.55	99.80	4.47	0.59	
7-02	10.65	82.45	13.24	3.10	}						
7-13	10.95	83.70	13.33	2.65	20.1	0-53	3.00	57.30	8.33	2.00	
7-12	11.20	87.80	1.25	-0.81		0-58	3.20	56.80	3.49	0.32	
7-01	11.95	84.50	10.46	1.42		0-52	4.80	67.50	9.17	1.25	
7-09	12.15	91.10	7.57	1.23		0-51	5.30	74.40	8.38	1.33	
7-07	12.25	85.65	8.49	1.80		0-57	5.50	68.40	3.09	0.36	
7-05	13.05	89.50	11.57	1.70		0-55	8.10	81.00	2.73	0.12	
7-02	13.50	89.60	11.85	1.78		0-56	8.60	79.40	2.34	0.12	
8-26	13.55	89.40	5.02	0.22		0-18	9.50	82.60	6.15	1.16	17.0
8-24	13.85	89.85	3.75	-0.36		8-23	12.30	83.90	11.87	1.14	}
7-13	14.00	91.05	13.86	2.29		0-54	13.10	90.40	0.84	0	15.1
8-24	14.00	92.15	2.57	0.57		0-17	15.60	94.90	4.82	0.71	
8-27	14.60	90.20	2.60	-0.14		8-27	16.05	95.30	6.54	0.87	
8-22	15.65	92.35	2.81	-0.06		8-25	16.25	96.15	10.34	0.92	
7-05	15.80	96.20	11.14	2.03		8-22	17.60	96.65	7.50	0.91	
7-05	18.50	100.60	7.57	1.18		8-26	17.75	93.45	11.83	1.41	
8-21	18.75	98.50	2.72	0.05		0-14	19.70	106.00	2.54	0.20	
						0-15	19.90	108.00	1.61	0	
7-19	2.70	56.00	4.07	0							

付表2 飼育実験結果

食物：オキアミ

Appendix Table 2. Results of feeding experiments.
Kinds of food : *Euphausia*

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C
9 - 55	100.65	187.00	5.83	0.03	
9 - 56	104.90	187.50	4.99	0.29	
9 - 50	106.45	194.00	4.84	0.52	
9 - 52	106.75	185.00	4.95	0.76	
9 - 56	107.85	188.50	6.97	0.27	
9 - 53	109.50	192.00	3.62	0.07	
9 - 50	113.85	194.00	5.15	0.58	23.3
9 - 53	114.55	194.55	8.13	0.58	}
9 - 52	116.10	187.00	5.48	0.65	20.1
9 - 51	116.20	202.00	3.49	0.31	
9 - 51	122.10	202.00	6.59	0.48	
0 - 35	129.75	208.00	1.93	0.12	
0 - 34	130.25	210.00	1.72	-0.04	
0 - 33	133.10	210.00	0.26	-0.24	
0 - 32	137.50	213.00	1.02	-0.44	
9 - 55	102.25	188.00	3.07	0.13	
9 - 54	105.60	190.00	6.03	0.30	
9 - 56	114.15	189.00	4.99	0.38	
9 - 50	121.50	194.00	7.66	0.49	
9 - 53	121.80	197.00	9.87	0.43	
9 - 52	123.90	189.50	7.76	0.40	20.0
9 - 53	126.45	195.00	5.87	0.32	}
9 - 50	126.75	194.00	5.55	0.36	17.1
9 - 52	128.20	197.00	5.20	0.18	
9 - 51	130.05	203.00	9.38	0.59	
0 - 34	130.25	210.00	1.96	0.04	
0 - 35	131.75	208.00	2.98	0.19	
9 - 51	135.95	204.50	5.41	0.30	

付表3 飼育実験結果

食物：カタクチイワシ

Appendix Table 3. Results of feeding experiments.

Kinds of food : Anchovy

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C	Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C
8-02	60.45	154.30	6.44	0.91	22.0 } 20.1	9-01	60.20	150.00	0	-0.47	20.0 } 17.1
8-04	60.85	153.85	9.83	1.99		9-03	60.70	150.00	0	-0.36	
8-03	62.45	149.40	2.55	0.30		9-15	61.20	155.00	2.70	-0.13	
8-05	64.40	159.25	3.98	0.81		9-10	63.10	150.00	5.18	0.41	
8-06	64.45	158.10	7.08	1.63		9-08	64.35	155.00	6.68	0.45	
8-01	65.20	147.85	11.32	2.30		9-02	64.75	155.00	0.77	-0.17	
8-03	66.30	150.00	5.14	0.87		9-09	69.20	155.00	5.01	0.17	
8-02	68.55	156.50	0.85	-0.34		9-13	71.40	155.00	3.18	-0.08	
8-09	69.00	150.00	6.51	1.00		9-11	74.10	155.00	4.12	0.19	
8-04	69.30	157.85	6.83	0.69		9-04	75.55	162.00	0	-0.30	
8-03	72.65	150.25	4.67	0.95	9-14	76.75	156.00	2.37	0.07		
8-05	74.40	162.70	10.28	1.99	9-05	78.45	160.00	0.64	-0.32		
8-01	74.85	152.20	5.69	0.57	8-04	80.30	162.00	6.31	0.27		
8-04	75.45	160.60	8.10	0.66	9-12	82.25	164.00	3.34	-0.06		
8-01	79.65	155.70	6.68	0.44	8-01	86.70	156.70	6.60	1.01		
8-03	81.10	154.00	7.42	0.83	9-06	88.85	163.00	7.45	0.57		
8-05	85.00	164.10	5.42	0.75	9-07	89.25	160.00	9.08	1.12		
8-05	93.95	166.10	7.49	0.82	8-03	90.15	157.50	5.51	0.90		

付表4 飼育実験結果

食物：オキアミ

Appendix Table 4. Results of feeding experiments.

Kinds of food : *Euphausia*

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C
0 - 22	20.40	110.00	1.57	0	20.0 } 17.1
0 - 05	21.55	107.50	0.56	-0.23	
0 - 03	21.90	108.00	1.87	0.14	
0 - 19	22.40	110.00	1.21	0	
0 - 18	22.60	112.00	0.36	-0.09	
0 - 02	23.05	109.00	2.56	0.26	
0 - 07	23.95	109.00	4.84	0.58	
0 - 09	24.05	111.50	2.62	0.21	
0 - 11	24.15	111.50	3.02	0.12	
0 - 08	24.15	113.00	2.94	0.25	
0 - 01	28.15	116.00	3.06	0.25	
0 - 17	28.65	117.50	0.98	-0.10	

付表5 飼育実験結果

食物：カタクチイワシ

Appendix Table 5. Results of feeding experiments.
Kinds of food : Anchovy

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C
9 - 38	25.55	110.55	4.70	0.43	20.0 } 17.1
9 - 31	26.05	113.00	5.83	0.88	
9 - 33	26.30	109.60	3.80	0.30	
9 - 32	26.90	110.00	7.92	1.41	
9 - 54	27.20	115.00	5.77	1.03	
9 - 52	27.75	113.60	8.90	1.77	
9 - 31	28.20	115.60	5.32	0.71	
9 - 32	30.50	113.65	6.16	1.11	
9 - 52	31.15	116.20	6.29	0.58	
9 - 51	32.55	120.90	8.73	1.57	
9 - 50	33.80	124.60	7.57	1.60	
9 - 53	35.55	124.50	7.45	1.60	
9 - 51	36.65	123.45	5.54	0.52	
9 - 50	37.95	127.90	5.09	0.50	
9 - 53	40.50	128.25	5.09	0.74	
0 - 31	41.30	137.50	6.88	0.90	
9 - 21	48.20	146.90	8.76	1.52	

付表6 飼育実験結果

食物：カタクチイワシ

Appendix Table 6. Results of feeding experiments.
Kinds of food : Anchovy

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Range of w. temp. °C
9 - 38	20.65	101.70	5.13	0.53	20.0 } 17.1
9 - 31	20.95	104.90	6.21	1.00	
9 - 33	21.05	104.45	6.41	0.81	
9 - 32	21.50	102.05	9.40	1.86	
9 - 54	22.25	105.45	4.63	0.67	
9 - 52	22.65	107.50	4.86	0.57	
9 - 31	23.90	108.75	6.53	0.92	
9 - 32	24.10	104.65	3.78	0.50	
9 - 52	24.45	121.70	7.57	1.84	
9 - 51	24.95	108.35	5.69	0.76	
9 - 50	25.55	110.55	4.70	0.43	
9 - 53	26.05	113.00	5.83	0.88	
9 - 51	26.30	109.60	3.80	0.30	
9 - 50	26.90	110.00	7.92	1.41	
9 - 53	27.20	115.00	5.77	1.03	
0 - 31	27.75	113.60	8.90	1.77	
9 - 21	28.20	115.60	5.32	0.71	

付表7 飼育実験結果

水温範囲：20.1~22.7°C

Appendix Table 7. Results of feeding experiments.

Range of w. temp. : 20.1~22.7°C.

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Kinds of food	Individual number	W g	L mm	f %	g %	Kinds of food	
2-33	68.95	155.00	3.80	0.62	Euphausia	8-05	68.55	156.50	0.85	-0.34	Anchovy	
2-31	71.70	157.50	4.04	0.47		8-04	69.00	150.00	6.51	1.00		
2-34	72.45	156.00	6.14	1.12		8-05	69.30	157.85	6.83	0.69		
2-32	78.95	164.50	3.76	0.90		8-03	72.65	150.25	4.67	0.95		
9-54	88.80	187.00	3.90	0.57		2-25	74.10	161.00	5.24	0.70		
9-55	94.85	186.00	4.39	0.36		8-04	74.40	162.70	10.28	1.99		
9-54	95.15	187.00	7.02	0.58		8-01	74.85	152.20	5.69	0.57		
9-55	98.85	187.00	4.00	0.84		8-04	75.45	160.60	8.10	0.66		
9-56	100.10	187.00	3.60	0.47		8-25	76.80	160.00	7.24	0.76		
9-56	104.90	187.60	4.99	0.29		8-01	79.65	155.70	6.68	0.45		
9-50	106.45	194.00	4.84	0.52		8-03	81.10	154.00	7.42	0.83		
9-50	113.85	194.00	5.15	0.58		8-05	85.00	164.10	5.42	0.75		
9-52	116.10	187.00	5.48	0.65		8-05	93.95	166.10	7.49	0.82		
9-51	122.10	202.00	6.59	0.48		0-35	130.25	208.00	1.05	-0.19		
0-35	129.75	200.00	1.93	0.15		0-34	132.50	210.00	1.16	-0.23		
0-34	130.25	203.00	1.72	-0.04								
0-33	133.10	204.00	0.26	-0.24								
0-32	137.50	206.00	1.02	-0.44								

付表8 飼育実験結果

食物：オキアミ

Appendix Table 8 Results of feeding experiments.

Kinds of food : *Euphausia*

Individual number	W g	L mm	f %	g %	Ave. w. temp. °C
8 - 25	18.35	98.85	6.43	0.87	15.80
0 - 14	19.70	106.00	2.54	0.20	
8 - 22	19.80	98.60	4.04	0.86	
0 - 15	19.90	108.00	1.61	0	
8 - 26	20.95	97.05	6.78	1.00	
0 - 14	22.35	110.00	2.91	0.40	
0 - 15	24.25	112.00	0.83	-0.12	
0 - 16	24.35	112.00	1.27	0.21	
0 - 13	24.70	115.00	1.70	0	
0 - 13	24.70	114.50	1.62	0	
0 - 12	25.25	110.00	1.19	-0.32	
0 - 12	25.30	110.50	2.21	0	