

ウマズラハギの摂餌率と成長率との関係

鈴木智之

Relations Between Feeding Rates and Growth Rates of Filefish, *Navodon modestus* (GÜNTHER)

TOMOYUKI SUZUKI

Abstract

The feeding and growth rates of filefish, *Navodon modestus* (GÜNTHER), which has been remarkably propagating in recent years around Japan, were investigated, using shrimp, *Acetes japonicus* KISHINOUE, as food. The experiments were conducted during the period from October to November in 1971 and from June to December in 1972.

The materials ranged between 104 and 167mm in total length, and between 12.8 and 196.7g in weight. The fish examined were weighed every ten days, being narcotized with 1/20,000 sea water solution of MS222.

A linear regression was found between daily feeding rate (f) and daily growth rate (g), and the animals having body weights of 100.2-196.7g reared at lower temperatures (18.5-22.8°C) gave the following equation with 95% confidence limit :

$$g = 0.166 f - 0.01 \dots\dots\dots (1).$$

Those (body weight : 102.1-194.2g) reared at higher temperatures (26.0-29.0°C) gave the following one :

$$g = 0.159 f - 0.29 \dots\dots\dots (2).$$

The slope indices in the above formulae can be understood as apparent anabolic rates (AAR). It may be concluded that the temperature within the range of experiments does not give any effect upon the AAR.

On the other hand, the smaller animals (body weight : 12.8-45.0g) reared at the temperatures of 18.5-22.8°C showed the higher AAR than that of the larger ones reared at the similar temperatures, and presented the linear regression shown below :

$$g = 0.305 f - 0.16 \dots\dots\dots (3).$$

The same trends were also revealed in mackerel, yellow tail, rockfish, sea bass, and jack mackerel. The younger fish, the much more higher metabolic activities.

The similar experiment was also prosecuted with parrot fish, *Oplegnathus fasciatus* (TEMMINCK *et* SCHLEGEL), having body weights of 10.7-89.9g, under the temperature conditions of 18.5-22.8°C. The following linear regression between g and f was confirmed :

$$g = 0.281 f - 0.39 \dots\dots\dots (4).$$

In comparison of equation (3) with that of (4), it was found that the parrot fish keeps higher metabolic activities than those of filefish. This may be attributed to the more active behaviour of the parrot fish than that of the filefish.

I. ま え が き

日本沿岸水域における最近のウマズラハギ *Navodon modestus* (GÜNTHER) の漁獲量の急増にともない、本種の大発生をもたらした要因の解明および大発生による生態系のバランスへの影響等に関する問題に多大な関心が寄せられるにいたっている(東京水産大学ウマズラハギ研究班, 1972)。本研究は、このような事情と問題意識のもとに、ウマズラハギの摂餌量と成長の問題をとり上げ、飼育実験により摂餌率と成長率の関係を中心に追求したものである。なお、ウマズラハギと平行して、イシダイ *Oplegnathus fasciatus* (TEMMINCK *et* SCHLEGEL) についても同様な実験を行ない、両者の摂餌活動の違いについても考察を加えることができたので合せて報告する。

報告に先だち、御校閲を賜った小牧勇蔵浅海開発部長、上村忠夫資源部長ならびに浜部基次所長に対し厚く御礼申し上げる。また、材料採集や飼育用海水の管理に協力された池原宏二技官、及び印刷原図の作製に当たられた長沼典子技官に対し厚く感謝の意を表する。

II. 材料及び方法

材料は新潟市関屋沿岸の小型定置網で漁獲された全長 104.5~267.5mm, 体重 12.8~196.7g のウマズラハギと、同時に漁獲された全長 77.5~153.5mm, 体重 10.7~89.9g のイシダイを用いた。飼育実験は1971年10月4日から11月4日までと1972年6月15日から12月16日までの2期間にわたって、本所の恒温水槽実験室に設備された循環濾過水槽で行なつた。実験水槽は底面から100cmの厚さに濾過砂を入れた131×215cm, 水深60cmのコンクリート水槽6個から成り、常時、空気を送入した海水を循環させながら飼育した。また、飼育用海水の管理に資するため10~15日毎に pH・溶存酸素・塩分を測定したが、実験期間を通じて、これらの測定値に大きな変動はみられなかつた。餌料としては秋季に新潟市沿岸で漁獲されたアキアミ *Acetes japonicus* KISHINOUE を冷凍貯蔵したものを用いた。実験に際しては、個体の識別が容易に行なえるように大きさの異なつたもので構成された3~5尾のグループに分けて各水槽に分散収容した。これらの実験用個体は実験開始前の10日間にわたって十分に餌を与えて飼育馴らし、体重測定を行なう前に36時間の絶食期間をおいた。実験は10日間を単位とし、飼育期間を通じて単位実験毎に個体別に摂餌量の記録及び魚体測定を繰り返し実施した。投餌は原則として10~11時、14~15時の2回に分けて行ない、投餌毎に各個体が摂餌したアキアミの個体数を記録した。この記録にもとづいて、単位時間毎に摂餌されたアキアミの個体数を集計し、それに1個体当りの平均重量を乗じて、その期間内における摂餌量を算出した。また、魚体測定に際しては36時間絶食後 1/20,000 MS 222 海水溶液で麻酔して体重・全長を測定した。以上のような10日間を単位として求められた摂餌量及び体重測定値にもとづいて、日間を単位とする摂餌率及び成長率を算出した。

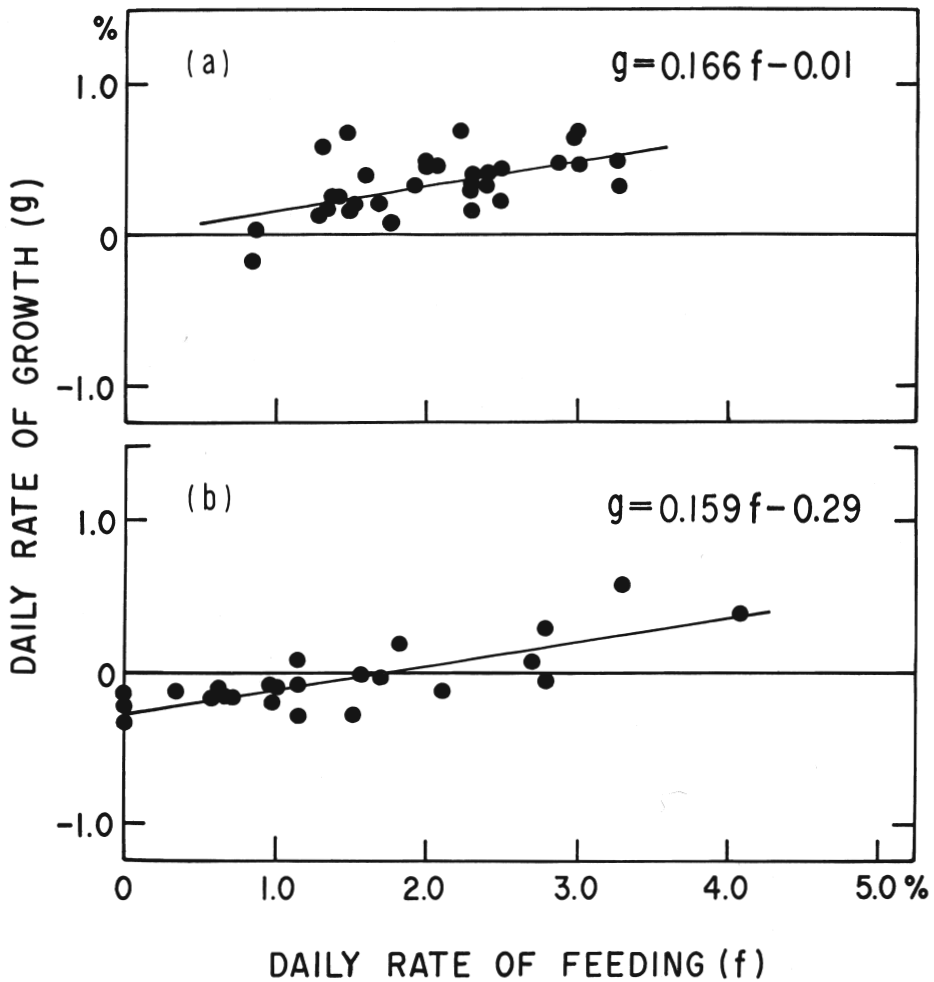
一方、飼育用海水の水温については、できるだけ自然の推移を反映させるという目的から、別にコントロールは行なわなかつた。なお、水温測定は投餌の際に行ない、日別の平均値をもつてその日の水温とした。

Ⅲ. 結果及び考察

飼育魚の実験開始時の体重を w_0 、全長を l_0 、実験期間10日後の体重を w 、全長を l 、その期間の総摂餌量を F とすると、成長量 $G = w - w_0$ 、平均体重 $W = (w_0 + w)/2$ 、平均全長 $L = (l_0 + l)/2$ となり、さらにこれらの結果から、日間摂餌率 $f = (F/10W) \times 100$ 、日間成長率 $g = (G/10W) \times 100$ が算出される (HATANAKA and TAKAHASHI, 1956; 鈴木, 1967)。このようにして得られた結果を飼育魚の体重と水温範囲別にまとめて f と g の関係を求めた。両者の間には直線関係が適合するので、まず、 f と g に関する各回帰直線の比較にもとづいて、水温と体重の影響を調べた。

1. 水温の影響

体重 100.2~196.7g のウマズラハギを最高水温 29.0°C から最低 18.5°C まで連続飼育したものについて、低温で飼育した結果 (付表 1) と高温で飼育した結果 (付表 2) に分けて、それぞれ



第 1 図 ウマズラハギの日間摂餌率 (f) と日間成長率 (g) との関係
 体重 : 100.2~196.7g (a) 水温 : 18.5~22.8°C (b) 水温 : 26.0~29.0°C
 Fig. 1. Daily growth rates (g) plotted against daily feeding rates (f) of the filefish (body weight : 100.2-196.7g) fed with *Acetes japonicus*.
 (a) Water temp. : 18.5-22.8°C (b) Water temp. : 26.0-29.0°C

れ f と g の回帰式を求めると (第1図), 次のようになる.

水温範囲: 18.5~22.8°C, 体重範囲: 100.2~196.7g

$$g = 0.166f - 0.01 \dots (1), a_{0.05}^* = 0.166 \pm 0.095$$

水温範囲: 26.0~29.0°C, 体重範囲: 102.1~194.2g

$$g = 0.159f - 0.29 \dots (2), a_{0.05}^* = 0.159 \pm 0.059$$

(1)式及び(2)式の一次回帰項すなわち見かけの同化率は5%危険率での信頼帯が互に重なり合つて, 統計的には有意な差は認められない. つまり, この実験に関する限り, 18.5~22.8°Cと26.0~29.0°Cとの温度差では, 見かけの同化率に差は見出せなかつたことになる. しかし, この結果については, 個体差の問題もあり, さらに前の実験期間の水温条件による影響が次の期間にまで残らないとはいいい切れないので, これらの条件も含めて吟味検討を重ねる必要がある.

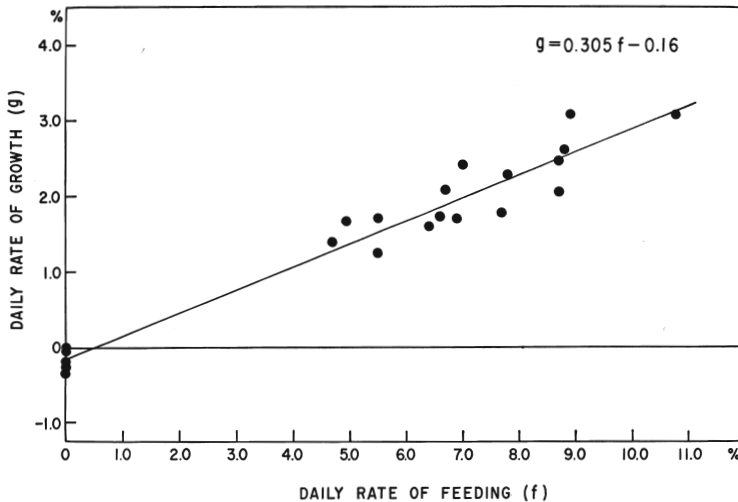
2. 体重の影響

水温18.5~22.8°Cのとき体重12.8~45.0gの比較的小型のウマズラハギを飼育した結果 (付表3) から, f と g の回帰式を求めると (第2図), 次のようになる.

$$g = 0.305f - 0.16 \dots (3), a_{0.05} = 0.305 \pm 0.035$$

ここで, (3)式と同じ水温範囲で比較的大型の体重100.2~196.7gのものを飼育した結果から求めた前項での(1)式と比較すると, 両群間には, 5%の危険率で, 一次回帰項, すなわち, 見かけの同化率に差が認められ, 大型群の値が小型群のそれよりも下回っている.

このような現象は, マサバ (HATANAKA *et al.*, 1957), プリ (HATANAKA and MURAKAWA, 1958), メバル (畑中・飯塚, 1962), スズキ (畑中・関野, 1962), マアジ (鈴木, 1967) の飼育実験でもみとめられており, 主に成長にともなう転換効率の低下によるものと考えられる.



第2図 ウマズラハギの日間摂餌率 (f) と日間成長率 (g) との関係
 体重: 12.8~45.0g (全長104.5~150.5mm) 水温: 18.5~22.8°C

Fig. 2. Daily growth rates (g) plotted against daily feeding rates (f) of the filefish (body weight: 12.8-45.0g) fed with *Acetes japonicus* at the temperatures between 18.5 and 22.8°C.

* 5%危険率での一次回帰項信頼帯 (畑村・他, 1962).

** f と g に関する回帰直線, $g = af - b$ の一次回帰項 a は魚が食物を同化する割合を近似的に表わす値と考えられるので, これを見かけの同化率 (apparent anabolic rate) と呼び, また, 常数項 b は $f = 0$ のときの日に体重の減少する割合で, 理論的には, 摂餌活動及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, 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).

3. ウマズラハギとイシダイの摂餌活動の違い

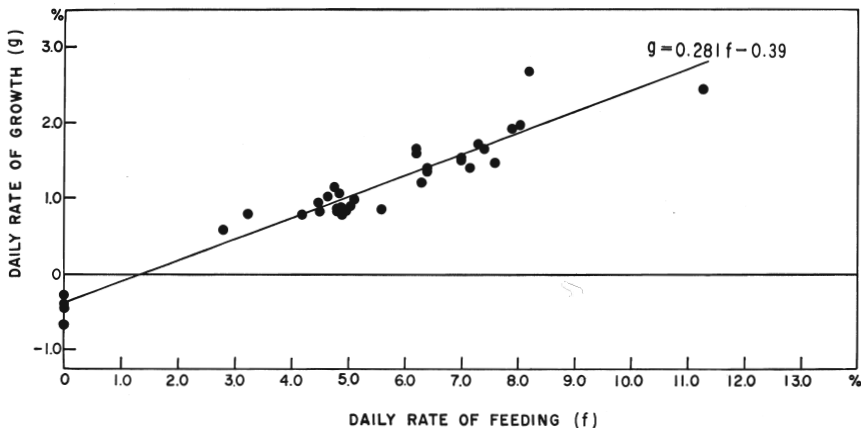
新潟沿岸の小型定置網では、夏季にウマズラハギと同時にイシダイが漁獲される。この季節にはウマズラハギとイシダイのすみ場も近くて、ほぼ同じような環境にすむことが多いと考えられる。ウマズラハギの摂餌習性や行動を漁業を通して得られた結果だけから正確に察知することは困難なので、飼育実験によつて調べることも必要であろう。

著者は、同じ条件で行なつたウマズラハギとイシダイの飼育実験結果を比較することによつてウマズラハギの摂餌活動をより深く理解しようと試みた。

前項における全長 104.5~150.5mm (体重 12.8~45.0g) のウマズラハギにほぼ等しい全長範囲 77.5~153.5mm (体重範囲 10.7~89.9g) のイシダイを用い、同じ条件で飼育実験を行なつた。いま、水温範囲 18.5~22.8°C のもとで得られた結果 (付表 4) から、 f と g の回帰式を求めると (第 3 図)、次のようになる。

$$g = 0.281f - 0.39 \dots (4), \quad a_{0.05} = 0.281 \pm 0.031$$

(4)式と既にウマズラハギについて求めた(3)式を比較すると、両群間には、見かけの同化率に有意な差は認められない。しかし、摂餌しないとき ($f = 0$) の g の値、すなわち、見かけの異化率は、イシダイ 0.39%、ウマズラハギ 0.16% で差が大きい。また、成長しないとき ($g = 0$) の f の値、すなわち、体重維持に必要な日間摂餌率も、イシダイ 1.39%、ウマズラハギ 0.53% で差が大きい。実際に絶食させた個体について (付表 3, 4), g の値、すなわち、日間に体重の減少する割合をみると、イシダイ 0.29~0.69% で平均 0.47%、ウマズラハギ 0.03~0.36% で平均 0.18% とイシダイの方が大きい。これらの値が両魚種の生活代謝を反映しているとするならば、上述の結果はイシダイよりもウマズラハギの方が生活するために体重を消耗する割合が小さいということの意味する。2つの魚種に対する飼育水槽という閉鎖的条件の影響が明らかでないので、一概には論じえないが、両魚種の生理・生態的特性の相違がその主要因になっている可能性は十分予想されるところである。実際に、水槽内における摂餌活動を観察するとイシダイはウマズラハギよりも餌に対する反応が速く、行動も活発である。したがつて、ほぼ同じ大きさのウマズラハギとイシダイを比べると、ウマズラハギではイシダイよりも摂餌・遊



第 3 図 イシダイの日間摂餌率 (f) と日間成長率 (g) との関係
 体重 : 10.7~89.9g (全長 77.5~153.5mm) 水温 : 18.5~22.8°C

Fig. 3. Daily growth rates (g) plotted against daily feeding rates (f) of the parrot fish (body weight : 10.7~89.9g) fed with *Acetes japonicus* at the temperatures between 18.5 and 22.8°C.

泳などの日常活動に要するエネルギーが少なくすむものと考えられる。

いずれにしても、今後における研究の発展を計るためには、飼育実験と並んで両魚種の自然における成長の速さ、胃内容などの調査結果をも合せて検討を進めることが重要であろう。

IV. 要 約

ウマズラハギ全長 104.5~267.5mm, 体重 12.8~196.7g に冷凍アキアミを与えて飼育し、摂餌率と成長率の関係におよぼす水温及び飼育魚の体重による影響を調べるとともに、ウマズラハギとイシダイの摂餌活動の違いについて考察した。その結果は次のとおりである。

1) 水温 18.5~29.0°C のとき、ほぼ体重範囲の等しい2つの群の間では、見かけの同化率におよぼす水温の影響は顕著でなかった。

2) 水温 18.5~22.8°C のときの見かけの同化率は、体重範囲 100.2~196.7g の群では 0.166, 体重範囲 12.8~45.0g の群では 0.305 であった。

3) ほぼ全長範囲の等しいウマズラハギの群とイシダイの群の間では、見かけの同化率に差は認められなかったが、見かけの異化率ならびに成長しないとき ($g=0$) の摂餌率の差は大きかった。これは、実験水槽内における摂餌活動の観察結果からみて、主に両魚種の生理・生態的特性の違いによるものと考えられた。

引 用 文 献

- HATANAKA, M. and M. TAKAHASHI (1956). Utilization of food by mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN). *Tohoku J. Agr. Res.*, 7 (1) : 51-57.
- et al. (1957). Growth and food consumption in young mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN). *Ibid.*, 7 (4) : 351-368.
- and G. MURAKAWA (1958). Growth and food consumption in young amberfish, *Seriola quinqueradiata* (TEMMINCK et SCHLEGEL). *Ibid.*, 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.
- 畑村又好・奥野忠一・津村善郎共訳 (1962). スネデカー統計的方法—改訂版—。
- 鈴木智之 (1967). マアジの生態学的研究, II. 成長と食物消費量との関係. 日本研報告, (17) : 33-48.
- 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.
- 東京水産大学ウマズラハギ研究班 (1972). アンケート調査よりみたウマズラハギの全国的繁殖状況. かながわていち, 第47号 : 18-22.

付表1 ウマズラハギの飼育実験結果
水温：18.5~22.8°C

Appendix Table 1. Daily feeding rates and daily growth rates of the filefish fed with *Acetes japonicus* at the temperatures between 18.5 and 22.8°C.

W (g)	L (mm)	f (%)	g (%)
100.2	207.0	2.42	0.30
101.1	213.5	3.02	0.66
102.5	209.0	1.51	0.15
106.9	216.0	2.98	0.63
107.2	211.0	2.24	0.68
110.0	211.5	2.88	0.45
111.1	218.0	2.34	0.32
112.4	217.5	2.30	0.28
114.6	219.5	3.29	0.30
114.7	213.0	2.42	0.39
115.4	212.5	1.49	0.66
119.1	221.5	2.54	0.44
120.0	215.0	3.01	0.45
122.8	222.5	1.29	0.12
123.3	217.0	1.78	0.06
128.5	230.0	2.32	0.39
131.0	227.5	2.07	0.44
132.6	232.0	1.43	0.25
135.1	230.0	1.70	0.19
137.8	232.5	1.36	0.17
137.9	233.5	2.03	0.48
139.9	234.5	0.85	-0.21
143.6	234.0	1.34	0.58
157.7	238.0	2.29	0.14
162.6	241.5	2.03	0.46
165.7	248.0	1.41	0.25
169.6	249.0	2.50	0.21
170.9	244.5	3.27	0.48
173.0	250.5	1.52	0.17
174.8	250.5	0.87	0.01
178.6	246.0	1.93	0.32
196.7	267.5	1.63	0.38

付表3 ウマズラハギの飼育実験結果
水温：18.5~22.8°C

Appendix Table 3. Daily feeding rates and daily growth rates of the filefish fed with *Acetes japonicus* at the temperatures between 18.5 and 22.8°C.

W (g)	L (mm)	f (%)	g (%)
12.8	104.5	10.75	3.06
15.9	113.5	6.73	2.08
16.2	110.5	8.93	3.08
16.7	115.5	8.74	2.04
17.1	113.0	7.77	2.29
17.3	110.5	8.75	2.61
19.3	119.5	4.97	1.66
20.4	119.0	4.71	1.37
21.3	120.0	6.86	1.69
22.8	125.5	5.52	1.71
23.0	123.0	0	-0.04
23.2	124.5	5.46	1.25
24.1	128.0	0	-0.21
25.5	126.0	7.03	2.40
28.4	132.5	0	-0.28
29.0	128.0	8.72	2.45
30.7	137.0	6.58	1.73
33.3	140.0	0	-0.03
35.7	136.5	6.36	1.57
42.3	144.5	7.69	1.77
45.0	150.5	0	-0.36

付表2 ウマズラハギの飼育実験結果
水温：26.0~29.0°C

Appendix Table 2. Daily feeding rates and daily growth rates of the filefish fed with *Acetes japonicus* at the temperatures between 26.0 and 29.0°C.

W (g)	L (mm)	f (%)	g (%)
102.1	205.5	1.15	-0.30
104.3	204.5	4.18	0.39
105.8	205.0	1.15	-0.09
105.8	214.5	0.61	-0.18
108.8	214.0	0	-0.17
109.6	213.5	1.14	0.07
110.9	213.5	1.53	-0.30
120.3	224.5	0.99	-0.21
121.0	225.5	2.82	-0.07
121.2	220.5	0.67	-0.17
122.4	225.5	2.81	0.29
123.5	225.0	0.97	-0.09
124.2	222.5	0.35	-0.13
125.5	221.0	2.70	0.06
138.6	227.0	1.84	0.17
143.6	230.0	0.73	-0.18
143.9	228.5	3.31	0.57
147.1	230.5	1.01	-0.10
159.2	219.5	0.63	-0.13
164.7	220.5	0	-0.35
168.4	245.0	1.58	-0.02
169.7	245.5	2.12	-0.14
172.7	250.5	1.70	-0.30
194.2	263.0	0	-0.23

付表4 イシダイの飼育実験結果

Appendix Table 4. Daily feeding rates and daily growth rates of the parrot fish fed with *Acetes japonicus* at the temperatures between 18.5 and 22.8°C.

W (g)	L (mm)	f (%)	g (%)
10.7	77.5	7.04	1.50
12.2	83.0	4.75	1.15
13.8	82.5	8.05	1.96
13.8	88.5	6.32	1.24
15.3	88.0	8.21	2.67
16.3	89.0	6.22	1.60
16.4	88.0	6.57	1.40
17.3	93.0	0	-0.46
18.7	95.5	7.92	1.93
18.8	93.5	4.78	1.33
20.0	94.0	11.29	2.45
20.6	97.0	7.39	1.65
21.9	99.5	7.34	1.70
21.9	102.0	0	-0.69
23.1	99.0	6.20	1.65
23.7	101.5	4.65	1.01
26.2	103.5	4.50	0.80
26.7	105.5	6.41	1.35
29.3	107.5	7.16	1.40
41.8	119.5	7.60	1.48
42.8	119.5	5.12	0.98
43.7	119.5	4.76	0.94
44.4	122.0	0	-0.29
44.5	123.5	7.04	1.53
45.7	125.0	4.66	0.83
47.9	123.5	3.26	0.79
50.1	127.5	4.17	0.78
52.0	128.0	5.06	0.87
53.2	132.0	4.85	1.05
54.3	131.5	5.56	0.83
55.3	133.0	0	-0.42
56.6	136.0	4.84	0.87
77.9	145.5	4.89	0.87
84.1	148.5	2.82	0.58
89.9	153.5	4.93	0.76