魚の摂餌に関する生態学的研究—X

天然における摂餌量

石 渡 直 典

(1978 年 12 月 18 日受理)

Ecological Studies on the Feeding of Fishes—X
An Estimation of Daily Ration in Nature

Naonori ISHIWATA*

The daily ration of fish in nature is estimated from a comparison between the growth rate of fish in nature and in aquaria. The growth rate of 0-year-old jack mackerel, *Trachurus japonicus* caught off the coast of Koajiro, Kanagawa Prefecture, indicates 0.249 and 0.172 g/day in 1957 and 1958 respectively. On the other hand, the growth rate of 0-year-old jack mackerel fed to satiation on pieces of jack mackerel meat once a day indicates 0.501 g/day, and the growth rates of the fish fed on the food of 2/3 and 1/3 of the satiation amount indicate 0.350 and 0.154 g/day respectively. The growth rates of the fish in nature in 1957 and 1958 fall between those of the 2/3 and 1/3 satiation groups. At this water temperature, the satiation amount of the fish for one feeding a day is about 9% of body weight, therefore, in these waters the daily ration of the fish will be estimated at 3~6% of body weight. Juvenile jack mackerel appear from the beginning of April together with juvenile sardines, and they take food and grow until summer in these waters. The growth rate of the fish will be closely connected with the amount of food in these waters. If the above estimation is correct, in these waters there is not sufficient food to satiate the fish even once a day and they will not attain their maximum growth rate.

天然における魚が1日にどの程度の餌料を摂取しているか、ここではマアジについて天然と飼育における成長速度を比較して、天然における摂餌量を推定した結果を報告する。

実験方法

実験1 1957年4月8日~8月9日および1958年7月2日~8月20日までの期間に神奈川県三浦市小網代湾口の柵網で漁獲されたマアジの中から無作為に80~100尾を標本として採集し、直ちに体長、体重を測定し、平均体重、モードの日日の増加の傾向を調べた。

実験2 マアジ(平均体長9.4cm)を実験材料として、漁獲後直ちに三崎臨海実験所付属水族館の予備槽(240×128cm, 水深40cm)に放養し、流水下で、マアジ肉の切片を与え、よく飼育慣らししてから、同形の水槽4個に各37尾ずつ分け、毎日正午に、その1群には上記の餌料を飽食するまで十分に与え、他の2群にはその2/3, 1/3を与え、残りの1群には餌料を全く与えない

Fig. 1. Stations for sampling of the stomach contents of jack mackerel.

a, Koajiro; b, Moroiso; c, Futama-chiya; d, Jogashima; e, Miyagawa; f, Kaneda.

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Minato-ku, Tokyo 108, Japan).

Table 1. Body length and body weight of jack mackerel caught by small set net off the coast of Koajiro in 1957 and 1958.

Date	No. of specimens	Body length, mm		Body weight, g	
		Mode	Mean±SD	Mode	Mean±SD
Apr. 8, '57	100	55	45.7±12.21	2	2.0±1.60
29	100	55	57.7± 7.09	2	3.1±1.29
May 10	100	60	62.2±11.32	4	4.2±1.98
22	100	40	47.8±11.32	1	2.2±1.57
Jun. 3	100	75	73.2± 7.99	8	7.0±1.91
Jul. 8	100	85	88.3± 5.02	11	11.6±1.82
9	100	90	88.8± 4.60	11	11.1±1.59
11	100	85	88.1± 3.46	11	11.3±1.25
13	100	90	89.5± 3.84	11	12.3±1.53
15	100	95	93.3± 5.67	14	14.0±2.24
16	100	95	92.9± 4.43	14	13.8±1.86
18	100	90	93.2± 4.10	13	13.6±1.80
19	100	95	93.1± 3.79	13	13.8±1.44
29	100	95	99.1± 4.62	16	16.9±2.17
31	100	100	100.1± 4.36	17	17.8±2.11
Aug. 9	99	100	101.0± 2.72	18	18.4±1.25
Jul. 2, '58	100	90	92.5± 6.58	13	13.6±2.91
4	100	85	84.8± 6.18	10	10.5±2.41
6	100	90	89.2± 6.74	13	12.3±2.50
8	100	90	93.0± 4.53	13	14.0±2.05
9	100	95	92.5± 4.21	15	13.8±1.67
11	100	95	94.9± 4.87	16	15.0±2.30
14	99	95	92.2± 5.04	15	13.8±2.14
16	100	95	93.1± 5.57	15	15.1±2.94
Aug. 1	80	95	96.6± 4.39	15	15.2±1.98
3	98	100	101.5± 4.81	18	18.1±2.52
5	100	100	101.3± 4.45	18	17.9±2.18
8	97	105	103.1± 3.40	18	18.3±1.54
10	100	105	106.3± 6.30	18	20.2±3.87
13	100	105	103.5± 4.62	19	18.5±2.25
16	100	105	110.2± 5.43	22	22.2±3.09
20	100	105	106.4± 3.73	20	19.7±1.62

で、1958年7月15日～8月4日まで3週間飼育し、各群について毎日の摂餌量および1週間ごとの総体重を測定し、平均体重の日日の増加の傾向を調べた。

実験3 1957年7～11月および1958年8～10月までの期間に小網代湾口およびその周辺 (Fig. 1) の桝網、猪口網、巻網などで漁獲されたマアジの中から無作為に5～30尾を採集し、10%ホルマリンで固定し、それが完全に固定されてから、体長および体重を測定した後、肛門部から腹腔を開き、胃を取り出して、胃内容物の秤量を行ない、胃内容重量を求めた。

結 果

連続採集したマアジの採集日、体長、体重の詳細はTable 1に示すようになる。Table 1から1957, 1958

年の各採集日に対する体重の平均値、モードを図示すると、Fig. 2が得られる。図が示すように平均体重の日日の増加の傾向はほぼ直線であるので、採集初日を基準にし、 x 日後の平均体重を y (g)とし、一次式($y=ax+b$)を当てはめて、最小自乗法で回帰係数 a (成長速度)を求めると、1957年では $a=0.249$ 、1958年では0.172となる。

飼育実験の結果はTable 2に示すようになる。Table 2から同様にして飼育初日を基準にし、 x 日後の平均体重を y (g)とし、一次式を当てはめて、回帰係数を求めると、1日1回の飽食群では $a=0.501$ 、2/3飽食群0.350、1/3飽食群0.154となる。

胃内容物の採集日、採集地点、重量、その他の詳細はTable 3に取りまとめている。全標本の胃内容重量は

Fig. 2. Growth of jack mackerel caught by small set net off the coast of Koajiro in 1957 (A) and 1958 (B).

Lower empty circles, mean body weight; solid circles, mode. Upper empty circles, surface water temperature at 10 A.M. at Misaki Marine Biological Station; solid circles, surface temperature at 4 P.M.

0~2.40 (平均 0.17) g, 胃内容重量・体重比は 0~7.25 (平均 0.64) % であり, それはどの標本でも小さい値を示している。

考 察

小網代地先で連続採集した当歳マアジの成長速度は 1957 年では 0.249 g/日, 1958 年では 0.172 g/日となり, これに対して 1 日 1 回の飽食量の餌料を与えて飼育した群では 0.501 g/日, その 2/3 および 1/3 を与えて飼育した群では 0.350 g/日および 0.154 g/日となる。この水域の当歳マアジの成長速度は 1957 年および 1958 年ともに 1/3 飽食群と 2/3 飽食群との中間に当たることになる。この水温の下で当歳マアジの 1 日 1 回投餌の

飽食率は約 9% であるので, この水域の当歳マアジの日摂餌率は 3~6% であろうと推定される (勿論, 天然と実験水槽では環境条件が異なることを考慮せねばならないが)。この水域ではマアジの稚魚は 4 月上旬頃からイワシ類のシラスに混じって出現し, 少なくとも夏季まで上記の水域で索餌, 成長している (Table 1 参照)。当歳マアジの摂餌, 成長はこの水域の餌料の多寡と密接な関係があろう。もし上述の推定が正しいとすると, この水域では 1 日 1 回飽食する餌料さえ不足し, また, 最大成長に達していないことが推測される。なお, 胃内容重量は漁獲方法などによつて異なるであろうが, その値はどの標本においても小さく, その最大値は 2.40 g (胃内容重量・体重比 7.25%) である。これは棒受網で漁獲

Table 2. Results of rearing experiments with jack mackerel.

Exper.	Initial stage			Final stage			Amount	Water temp.
No.	Total body weight W_0 , g	Number of fish N_0	Mean body weight W_0/N_0 , g	Total body weight W_t , g	Number of fish N_t	Mean body weight W_t/N_t , g	consumed F , g	(mean) °C Water flow, l/min.
Jul. 15~21, '58								
1	543	37	14.7	637 (14.4)	36 (1)	17.7 (14.4)	313	22.8~24.5
2	585	37	15.8	611 (33.2)	35 (2)	17.5 (16.6)	209	(23.8)
3	536	37	14.5	562	37	15.2	104	60
4	517	37	14.0	510	37	13.8	0	
Jul. 22~28								
1	637	36	17.7	742	36	20.6	414	21.4~22.8
2	611	35	17.5	645 (30.4)	33 (2)	19.5 (15.2)	276	(22.2)
3	562	37	15.2	600	37	16.2	138	60
4	510	37	13.8	461	37	12.5	0	
Jul. 29~Aug. 4								
1	742	36	20.6	914	36	25.4	499	23.3~24.5
2	645	33	19.5	768	33	23.3	333	(23.8)
3	600	37	16.2	656	37	17.7	166	60
4	461	37	12.5	450	37	12.2	0	

Exper. No. 1, satiation amount for one feeding a day; No. 2, 2/3 satiation amount; No. 3, 1/3 satiation amount; No. 4, starvation. Food: jack mackerel meat. In brackets: dead fish.

Table 3. Stomach contents of jack mackerel caught off the coast of Koajiro and its adjacent waters in 1957 and 1958.

Date	Sampling station	Fishing method	No. of specimens	Body length (mean) mm	Body weight (mean) W , g	Weight of stomach contents (mean) F , g	$F/W \times 100\%$ (mean)
Jul. 16, '57	Kaneda	Sardine trap net	30	101~128 (117.5)	18.4~34.7 (27.8)	0.01~0.10 (0.04)	0.03~0.34 (0.13)
16	Miyagawa	"	30	88~119 (101.0)	11.1~26.9 (19.4)	0.01~0.04 (0.01)	0.04~0.26 (0.08)
18	Moroiso	Small set net	30	79~95 (91.1)	7.9~13.6 (10.9)	0 ~0.01 (0.01)	0 ~0.08 (0.05)
19	"	Angling	30	104~127 (115.7)	16.5~28.5 (23.3)	0.03~0.13 (0.06)	0.11~0.53 (0.27)
30	Futa-machiya	Stickheld dip net	30	92~102 (96.5)	11.9~17.4 (14.7)	0.01~0.42 (0.15)	0.06~3.16 (1.05)
Aug. 6	"	"	30	89~108 (100.0)	11.7~20.7 (17.0)	0.04~0.62 (0.19)	0.28~3.67 (1.13)
23	"	"	30	96~108 (100.7)	15.1~21.0 (17.2)	0.02~0.20 (0.08)	0.12~1.22 (0.47)
Oct. 16	Koajiro	"	30	113~130 (121.6)	27.3~38.7 (32.9)	0.63~2.40 (1.05)	1.94~7.25 (3.30)
16	Jogashima	"	30	108~127 (113.0)	22.5~37.9 (30.1)	0.15~1.19 (0.56)	0.50~4.15 (1.86)
24	Futa-machiya	"	5	113~129 (122.0)	25.5~36.7 (31.1)	0.09~0.13 (0.11)	0.35~0.41 (0.37)
26	Kaneda	Sardine trap net	20	118~131 (123.9)	27.6~38.9 (31.4)	0.02~0.07 (0.05)	0.06~0.24 (0.16)
27	Jogashima	Purse seine	20	116~129 (123.5)	24.7~36.2 (32.5)	0.05~0.22 (0.13)	0.15~0.65 (0.41)
Nov. 24	"	"	20	113~161 (123.4)	19.0~60.8 (28.3)	0 ~0.27 (0.05)	0 ~1.31 (0.19)
Aug. 3, '58	Kaneda	Sardine trap net	20	102~111 (106.2)	15.1~20.4 (18.0)	0 ~0.06 (0.02)	0.05~0.29 (0.11)
18	Jogashima	Small set net	20	105~129 (114.0)	20.0~37.1 (25.7)	0.01~0.07 (0.04)	0.05~0.31 (0.15)
Oct. 8	"	Purse seine	10	112~133 (124.5)	23.6~43.6 (33.8)	0.12~0.47 (0.27)	0.41~1.26 (0.79)
14	"	Angling	10	118~133 (124.7)	26.0~40.4 (33.5)	0.08~0.30 (0.13)	0.20~1.07 (0.39)

した標本であり、撒餌を捕食しているので、実際の値はそれより低いと考えられる。このように胃内容物が少ないということは、天然では餌料が不足しているという上述の推測が正しいことを示すものと考えられる。

先に畑中らは回遊魚のブリ¹⁾、マサバ²⁻⁴⁾、カタクチイワシ⁵⁾、底魚のマコガレイ⁶⁾、イシガレイ⁷⁾、磯魚のメバル⁸⁻¹⁰⁾、スズキ¹¹⁻¹³⁾などの飼育実験と、仙台湾およびその周辺におけるこれらの魚の胃内容物と成長の観察とを合わせて行ない、十分量の餌料を与えて飼育した魚の成長率が、同じ水温の下で、天然の成長率より概して高くなっていることからみて、天然では餌料が不足していることが考えられるという。この点については畑中らと著者の実験結果とは魚種や年齢、生息場所その他の条件が異なるので、同一に比較することはできないが、よく一致している。

終わりに本研究に対してご指導、ご援助をいただいた東京大学大島泰雄名誉教授に厚く謝意を表する。

文 献

- 1) M. HATANAKA and G. MURAKAWA: *Tohoku J. Agr. Res.*, 9(2), 69-79 (1958).
- 2) M. HATANAKA and M. TAKAHASHI: *Tohoku J. Agr. Res.*, 7(1), 51-57 (1956).
- 3) M. HATANAKA, K. SEKINO, and M. TAKAHASHI: *Tohoku J. Agr. Res.*, 7(4), 351-368 (1956).
- 4) M. HATANAKA and M. TAKAHASHI: *Tohoku J. Agr. Res.*, 11(1), 83-100 (1960).
- 5) M. TAKAHASHI and M. HATANAKA: *Tohoku J. Agr. Res.*, 11(2), 161-170 (1960).
- 6) M. HATANAKA, M. KOSAKA, and Y. SATO: *Tohoku J. Agr. Res.*, 7(2), 151-162 (1956).
- 7) M. HATANAKA, M. KOSAKA, and Y. SATO: *Tohoku J. Agr. Res.*, 7(2), 163-174 (1956).
- 8) 畑中正吉・飯塚景記: 日水誌, 28(1), 5-16 (1962).
- 9) 畑中正吉・飯塚景記: 日水誌, 28(2), 155-161 (1962).
- 10) 畑中正吉・飯塚景記: 日水誌, 28(3), 305-313 (1962).
- 11) 畑中正吉・関野清成: 日水誌, 28(9), 851-856 (1962).
- 12) 畑中正吉・関野清成: 日水誌, 28(9), 857-861 (1962).
- 13) 畑中正吉・関野清成: 日水誌, 28(10), 949-954 (1962).