

トラフグ仔稚魚のワムシおよび アルテミア幼生日間摂餌量

北島 力・林田 豪介

Number of Rotifer, *Brachionus plicatilis*, and
Artemia salina Nauplius Consumed Daily by a Larva
and Juvenile of Puffer, *Takifugu rubripes*

Chikara KITAJIMA and Gōsuke HAYASHIDA

海産魚の種苗生産において、仔稚魚による餌料生物摂餌量を知ることは、餌料生物の生産や給餌管理上重要である。仔稚魚の日間摂餌量は、既にマダイ *Pagrus major*^{6,7)} やイシダイ *Oplegnathus fasciatus*¹⁾ など数魚種について明らかにされている。しかし、トラフグ *Takifugu rubripes* については、最近1事業所の種苗生産数が数十万尾に達しているにもかかわらず、まだ明らかにされていない。それで今回仔稚魚の成長に伴うシオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシという) および *Artemia salina* (以下アルテミアという) の nauplius 摂餌量を明らかにしたので、その概要を報告する。

報告に当り、採卵について便宜を図っていただいた、南高来郡口之津町の鮮魚仲買業岩本末吉氏に謝意を表する。

材料および方法

供試魚 1983年4月15日に口之津町の鮮魚仲買業者に集荷されたトラフグ雌(3kg)と雄(2kg)各1尾から採卵・採精し、人工授精を行った。4月24日にふ化した仔魚はビニール舎内の20t円型キャンパス水槽2面に收容して、放流用種苗の生産を行った。この試験の供試魚は、実験の都度この飼育群から取上げて用いた。

日間摂餌数 実験は仔稚魚の成長に従って前後4回行い、実験Ⅰはワムシとアルテミア、Ⅱ以降はアルテミアについて実施した。

各実験とも30ℓ黒色ポリカーボネイト水槽を用い、前日一定数の仔稚魚を收容した水槽に、朝7時に規定量のワムシまたはアルテミアを添加した後、その

密度を調べた。その後18時30分までの間に2~3時間毎に餌料生物の密度の変化を調査し、その減少数から1日に仔稚魚1尾に摂餌された餌料生物数を推定した。なお、実験Ⅲでは9時から翌朝9時までの24時間の餌料の減少数を調べた。水槽中の餌料生物の密度が減少すると新たに追加收容し、その都度密度を算定した。

用いたワムシは海産クロレラとパン酵母を併用して培養したL型卓越群、またアルテミアは天津産のふ化後24~48時間経過したものを、給餌前15~20時間海産クロレラを給餌して用いた。

供試魚および餌料生物の重量 各成長段階の仔稚魚の日間摂餌率(体重に対する日間摂餌量の割合)を求めるため、仔稚魚の全長に対する体重および用いた各餌料生物の平均体重を求めた。全長4.5mmから10mmまでの仔稚魚は0.5mm間隔の、また10mmから19mmまでの稚魚は1.0mm間隔の階級に入る10尾ずつをまとめて10mgの単位まで秤量し、1尾当たり平均体重を求めた。また、全長19mmから35mmの稚魚35尾については、1尾毎に全長と体重を測定した。測定に当っては、濾紙上で転がしてそれが濡れなくなるまで体表の水分を除いた。

餌料生物の秤量は、その少量を濾紙上にとり、十分に水分を除いた後10mgの単位まで測定したものを1ℓピーカー中の海水中に懸濁させ、その密度を調べて個体数を推定し、平均体重を求めた。

結 果

実験Ⅰ 5月11日、日令17、平均全長 5.36 ± 0.72 mm、平均体重4.14mgの仔魚についてワムシまたはアルテ

ミアの日間摂餌量を求めた結果を、Fig. 1、2とTable 1に示した。Table 1の摂餌尾数は、実験開始時の尾数から、実験過程でのへい死・不明魚および標本魚を除いたものである。この実験で用いたワムシはL型が大部分を占め、Fig. 3のような被甲長組成を示し、その平均値は $261 \pm 25.9 \mu$ 、平均体重は $4.0 \mu\text{g}$ であった。ワムシ摂餌量は580~624個体と算出され、これより上記の値を用いて日間摂餌率を求めると56~60%になった。

一方、アルテミア摂餌数は87~102個体で、その平均体重 $30.0 \mu\text{g}$ から、日間摂餌率は63~74%になった。

仔魚の収容尾数はA、C区1,500尾(50尾/ℓ)、B、D区1,000尾(33尾/ℓ)としたが、標本魚やへい死個体を除いた実際の摂餌尾数は、Table 1に示したようにそれより5~10%少なくなった。餌料生物摂餌数は仔魚の密度が低いB、D区が、より高いA、C区よりも多い傾向がみられた。

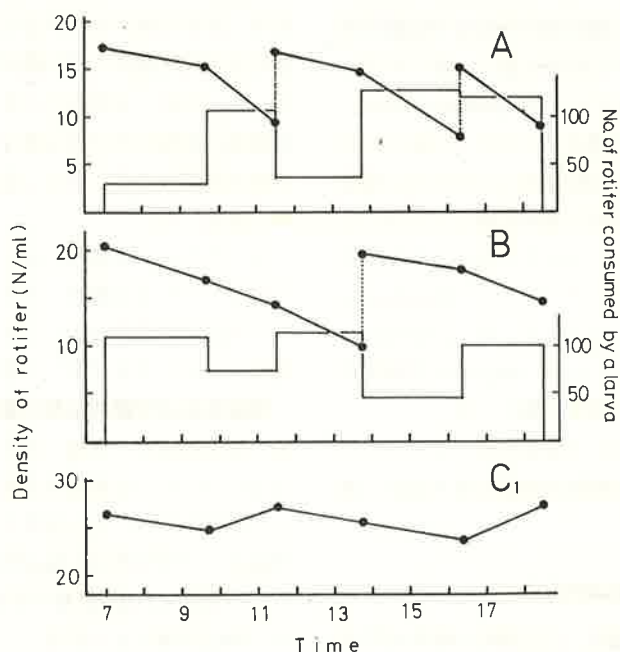


図1. 日令17の仔魚(全長5.36mm)のワムシ日間摂餌数を求めた実験1の結果。

黒点と折線は、30ℓ水槽に1,500尾(A)および1,000尾(B)収容した場合のワムシ密度の変化。C₁は、ワムシの自然増減をみるための仔魚を収容しない対照区。ヒストグラムは密度の増減から計算した1尾当り摂餌数。

Fig. 1. Results of the Exp. I for daily feeding amount of rotifer for the 17-day old larva (5.36 mm TL), tested in two 30l plastic circular tanks added rotifer of known amounts and larvae of 1500 (A) and 1000 (B). Tank C₁ without larvae was set to adjust natural fluctuation in rotifer density.

Solid circles and line showing the fluctuations in rotifer density caused by consumption in each tank, and dotted lines indicating the amount of rotifer added when the density decreased. Histograms showing the number of rotifer consumed by a larva in each tank, calculated from the fluctuation of rotifer density.

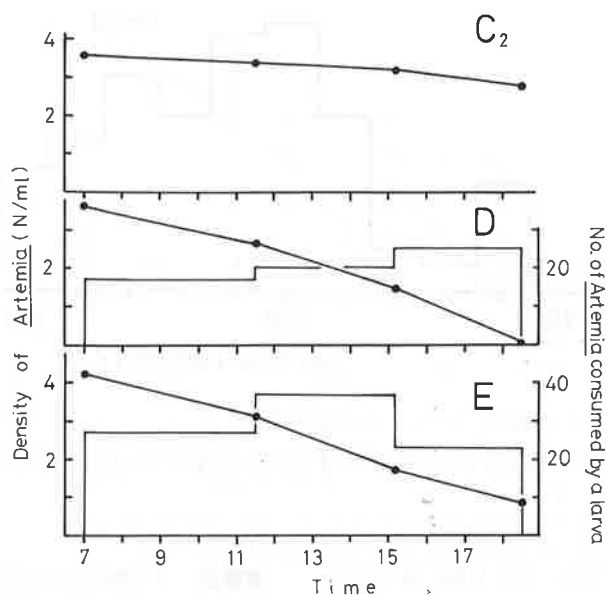


図2. アルテミア摂餌数を求めた実験Iの結果.

供試魚, 方法は図1と同じ. C₂:仔魚を收容しない対照区, D:供試尾数1,500, E:1,000尾.

Fig. 2. Results from the Exp. I for *Artemia* nauplius same as in Fig. 1. Tank C₂ was set as a control without larva, D and E were added 1500 and 1000 larvae of 17 day old, 5.36 mm TL, respectively.

表1. 実験I—IVの結果

Table 1. Results from the Exp. I—IV

実験日令	全長	体重	餌料生物	実験尾数 Number of fish		日間摂餌数	餌料生物体重	摂餌量の体重比	
Exp.	Age in days	TL $\bar{X} \pm S.D.$ (mm)	BW (mg)	Food organisms	開始時 Initial	終了時 Final	No. of food organisms consumed by a fish per day	Wt. of food organisms (μ g)	Ratio of consumed amount to body weight (%)
I-A	17	5.36 ± 0.72	2.94	Rotifer	1,500	1,363	417	4.0	57
B				"	1,000	908	446	"	61
D				Artemia	1,500	1,468	62	30.0	63
E				"	1,000	954	87	"	89
II-A	25	8.16 ± 0.50	13.7	Artemia	905	877	307	27.0	61
B				"	934	879	341		67
III	30	11.28 ± 1.25	34.5	Artemia	500	478	777	30.7	69
IV	39	18.09 ± 1.39	132.8	Artemia	200	189	3,335	27.7	70

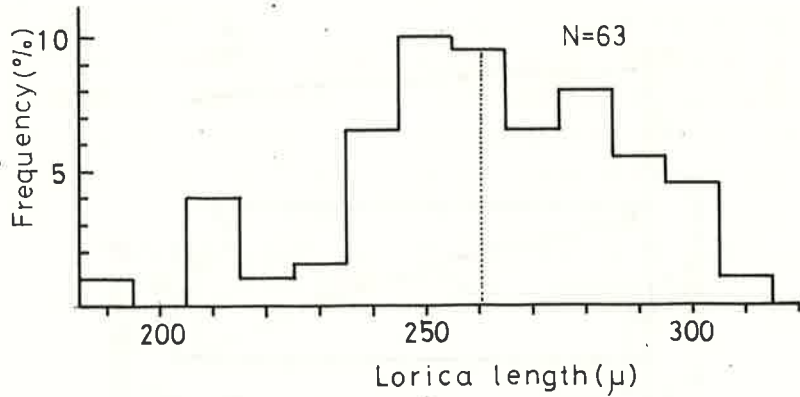


図3. 実験Iで使用したワムシの被甲長組成.

Fig. 3. Frequency distribution of lorica length of rotifers used in the Exp. I.

実験II 5月19日, 日令25, 平均全長 8.16 ± 0.50 mm, 平均体重 13.7 mgの仔魚について, アルテミア摂餌量を求めた結果を Table 1に示した。

摂餌尾数877尾と879尾のA, B2区について, 1尾当りアルテミア幼生の摂餌数はそれぞれ307および341個体と計算された。使用したアルテミアの平均体重は $27.0 \mu\text{g}$ であったので, 日間摂餌率は61および67%であった。

実験III 5月24日, 日令30, 平均全長 11.28 ± 1.25 mm, 平均体重 34.5 mgの稚魚について, アルテミアの日間摂餌量を求めた結果を Fig. 4と Table 1に示した。

1尾当りのアルテミア幼生摂餌数は平均777個体と計算された。幼生の平均体重は $30.7 \mu\text{g}$ であったので, 日間摂餌率は69%であった。

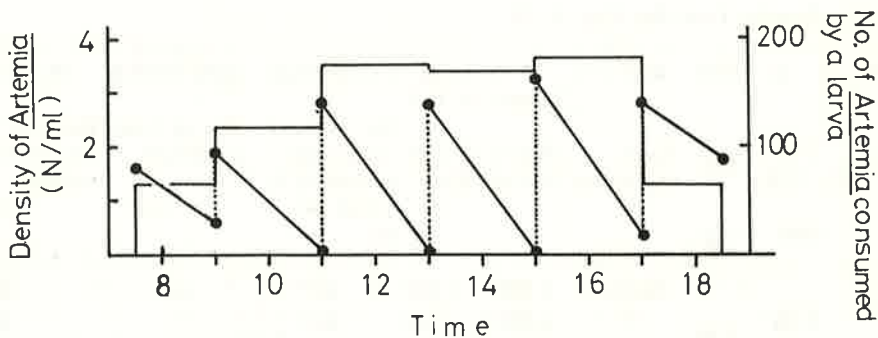


図4. 30ℓ水槽に日令30の稚魚(全長11.3mm)500尾を收容し, 日間アルテミア幼生摂餌数を求めた実験IIIの結果.

Fig. 4. Results from the Exp. III for *Artemia* nauplius same as in Fig. 1. A 30 l tank was added 500 juveniles of 30-day old, 11.3 mm TL.

実験IV 6月2日, 日令39, 平均全長 18.09 ± 1.39 mm, 平均体重 132.8 mgの稚魚について, アルテミアの日間摂餌量を求めた結果を, Fig. 5と Table 1に

示した。1尾当りのアルテミア幼生摂餌数は3,335個体と計算された。幼生の平均体重は $27.7 \mu\text{g}$ であったので, 日間摂餌率は70%であった。

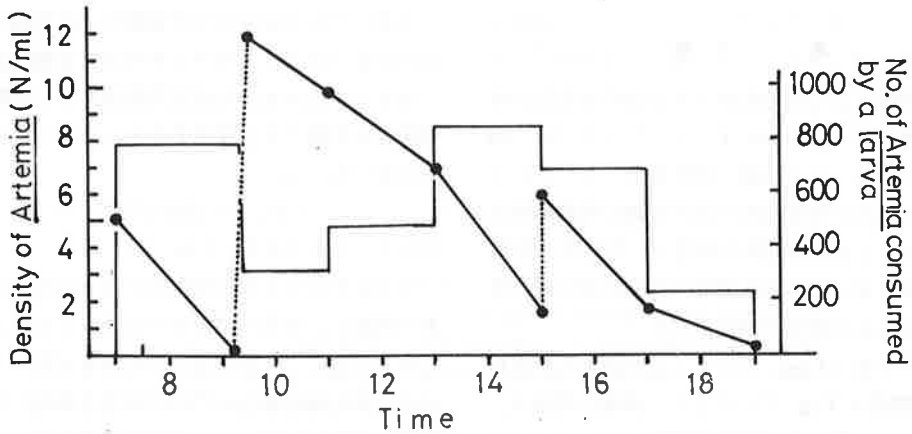


図5. 30ℓ水槽に日令39の稚魚（全長18.1mm）200尾を収容し、日間アルテミア幼生摂餌数を求めた実験Ⅳの結果。

Fig. 5. Results from the Exp. IV for *Artemia* nauplius same as in Fig. 1. A 30 l tank was added 200 juveniles of 39-day old, 18.1 mm TL.

全長 (Lcm) と体重 (Wg) の関係 両者の関係

$$W = 0.0245L^{2.8518}$$

は Fig. 6 に示したように次式で示される。

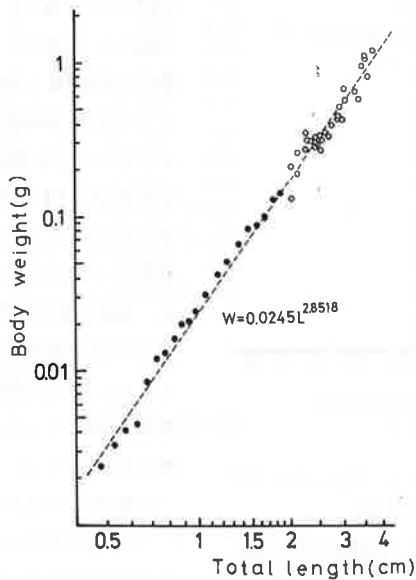


図6. 飼育トラフグ仔稚魚の全長一体重関係。
黒丸は10尾の平均体重、白丸は個体毎の体重を示す。

Fig. 6. Total length-body weight relationship in laboratory-reared puffer. Solid circle showing the average body weight of ten individuals and open circle it of each individual.

考 察

4回の実験による仔稚魚のワムシとアルテミア幼生の日間摂餌率は、Table 1に示したように57~89%の範囲にあり、多くは60~70%を示した。これらの値は、仔稚魚の発育段階や餌料生物の種類が異なってもほとんど差異は認められない。しかし、仔魚の収容密度を変えた実験Iでは、密度の高い区の摂餌量はやや少ない傾向が認められた。

仔稚魚の全長(Lmm)とアルテミア幼生の摂餌数(F_A)の関係をFig. 7に示した。両者の関係は、

$$F_A = 0.7052L^{2.9139}$$

で示すことができる。

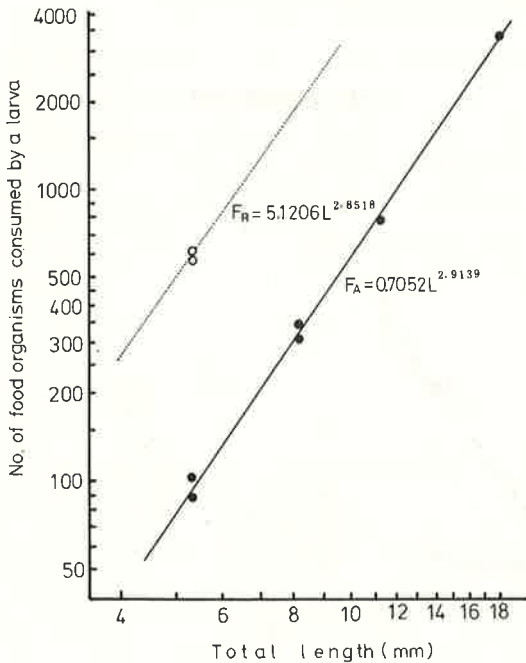


図7. 仔稚魚の全長(L)とワムシ(F_R)およびアルテミア(F_A)日間摂餌数の関係。

Fig. 7. Relationship between number of rotifers (F_R, open circles and dotted line) and *Artemia* nauplii (F_A, solid circles and solid line) consumed daily by larva and juvenile of puffer and their total length (L).

一方、ワムシについての実験を1回2例しか実施していないので、アルテミアのような関係式を導くことはできないが、各成長段階を通じて2例の平均値59%を摂餌すると仮定すると、成長に伴うワムシ摂餌数(F_R)は、

$$F_R = 5.1206L^{2.8518}$$

で示すことができる (Fig. 7)。

マダイやヒラメの仔稚魚は、ほぼ日の出から日没まで摂餌し、夜間の暗黒中では摂餌しないことが知られている。^{7,10)} 本研究では実験IIIを除いて、朝7時から夕方18時30分までの摂餌量を調査した。この季節における当地方の日の出時刻は5時17分(実験IV)~5時25分(実験I)、また日没時刻は19時9分(実験I)~19時23分(実験IV)であるから、実験開始時前と終了後も、餌料が存在すれば摂餌したと推測されるので、実際の摂餌量はTable 1に示した値よりも若干多い可能性がある。

以上の結果から、仔稚魚にワムシとアルテミアを与えた場合の成長³⁾に伴う餌料生物の日間摂餌量を推定してTable 2に示した。全長10mmに達するふ化後24日までワムシを、また5.5mmから12.3mmに成長する12日から30日までアルテミア幼生をそれぞれ単独で摂餌した場合に加えて、両者を半量ずつ併用した場合の摂餌量も併せて示した。10mmに成長するのにワムシを24,000個体、5.5mmから12.3mmに成長するのにアルテミア9,200個体を摂餌する。また両者を併用した場合は13,300および4,600個体をそれぞれ摂餌することになる。Table 2から、ワムシを最も大量に必要とするのはふ化後23日目で、1,685個体である。今、100万尾の仔魚を飼育するとすれば、飼育水の交換などを考慮すればワムシを1日に25億程度が必要である。また同様に、アルテミアは1日最大5億程度を必要とするので、ふ化率70%、1g中の卵数を20万粒とすれば、乾燥卵4kgが必要になる。

仔稚魚の日間摂餌量を求める方法に、本報のように一定量の餌料生物を給餌し、24時間またはその中の摂餌時間の稚稚魚の摂餌による減少量から日間摂餌量を求めるいわゆる直接法と、消化管内平均餌料数、消化時間および1日の摂餌可能時間から求める間接法がある。現在まで両法で求められた、マダイ^{6,7)}、クロダイ⁹⁾、イシダイ¹⁾、スズキ⁸⁾、アユ^{4,5)} およびヒラメ¹⁰⁾の日間ワムシ摂餌量を、伏見²⁾が整理して示した。

それによると、ヒラメとクロダイを除いた各魚種とも、各成長段階を問わず日間摂餌量の多くは40~60%の範囲にある。クロダイは、他魚種に比べて著しく高く、またヒラメでは成長とともに顕著に増大す

る傾向がみられている。今回明らかになったトラフグの日間摂餌率は60~70%であり、他の多くの魚種とほぼ同様の値を示した。

表2. トラフグ仔稚魚の成長に伴う日間摂餌量の試算

カッコ内は、ワムシとアルテミアを等量摂餌した場合の量

Table 2. Daily feeding number of rotifer and *Artemia* with growth of larval and juvenile puffer calculated on the basis of the present data. The numerals in parentheses showing the feeding number of these two food organisms at the ratio of five to five weight

日令 Age in days	全長 TL (mm)	日間ワムシ摂餌量 No. of rotifer consumed by a fish	日間アルテミア摂餌量 No. of <i>Artemia</i> consumed by a fish
4	3.4	170	
5	3.5	180	
6	3.7	210	
7	4.0	260	
8	4.2	300	
9	4.5	370	
10	4.8	440	
11	5.2	560	
12	5.5	650 (325)	100 (50)
13	5.9	800 (400)	120 (60)
14	6.3	960 (480)	150 (75)
15	6.7	1,140 (570)	180 (90)
16	7.1	1,350 (675)	210(105)
17	7.4	1,520 (760)	240(120)
18	7.8	1,760 (880)	280(140)
19	8.2	2,030(1,015)	320(160)
20	8.6	2,330(1,165)	370(185)
21	9.0	2,650(1,325)	430(215)
22	9.4	3,000(1,500)	480(240)
23	9.8	3,370(1,685)	550(275)
24	10.1		600(300)
25	10.5		670(335)
26	10.9		740(370)
Total		24,050(12,025)	5,440(2,720)

要 約

1) トラフグ稚仔魚の4つの成長段階(全長5.36, 8.16, 11.28および18.09mm)でのアルテミア幼生(平均体重27.0~30.7mg), および全長5.36mmの段階でのワムシ(被甲長261 μ , 平均体重4.0 μ g)日間摂餌数を求めた。

2) 30 ℓ 水槽に一定数の仔魚を收容し, 7時から18時30分までの間に摂餌による餌料生物の密度の減少数から, 1尾当り平均摂餌数を計算によって求め, 仔稚魚の全長(Lmm)とワムシ(F_R)またはアルテミア幼生(F_A)の間につきの関係式を得た。

$$F_R = 5.1206L^{2.6518}$$

$$F_A = 0.7052L^{2.9139}$$

- 3) 餌料生物の日間摂餌量の魚体重に対する割合は60~70%であった。
- 4) 仔稚魚の全長 (L cm) - 体重 (W g) 関係は次式で示される。

$$W = 0.0245L^{2.8518}$$

- 5) 以上の結果から、稚魚の初めまで飼育するのに、1尾当りワムシとアルテミア幼生をそれぞれ24,000および9,200を必要とし、10mmサイズの稚魚100万尾を生産するのに、1日最大ワムシ25億、アルテミア4億が必要である。

Abstract

The numbers of rotifer (avg. lorica length of adult, 261 μ ; weight, 4.0 μ g) and *Artemia* nauplius (weight, 27.0-30.7 μ g) consumed daily by a larval and juvenile puffer at four different stage was studied to enable reliable and sufficient supply of them for the mass-production of fry.

Through the observations of change of density of both food organism in the experimental tanks containing a known number of fish, the average amount consumed by a fish was calculated as shown in Table 1 and Fig. 6. The relation between the number of rotifer (F_R) or *Artemia* (F_A) consumed by a fish and its total length (L) might be represented by the following equations:—

$$F_R = 5.1206L^{2.8518}$$

$$F_A = 0.7052L^{2.9139}$$

The ratio of the amount of consumption of rotifer and/or *Artemia* to body weight of fish reaches up to about 60-70%.

From these results, total sums of rotifer and *Artemia* required to raise a fish of early juvenile stage is calculated to be 24,000 and 9,200, and the maximum amount per day for culture one million larvae of 10 mm in size reaches up to 2.5 and 0.5 billions, respectively.

文 献

- 1) 福所邦彦 1979: イシダイの種苗生産に関する基礎的研究. 長崎水試論文集, 6, pp. 173.
- 2) 伏見徹 1983: 稚仔魚の摂餌量. 69-93, 餌料価値, シオミズツボワムシ (日本水産学会編), 水産学シリーズNo.44, 恒星社厚生閣, 東京.
- 3) 林田豪介・柿田研造・松清恵一 1983: トラフグ種苗生産. 昭56年度長崎県水産試験場事業報告, 225-227.
- 4) 伊藤隆・今井正直 1979: アユ種苗の人工生産に関する研究-LXXXV. 人工採苗過程における仔アユによる生物餌料の日間摂餌量について. アユの人工養殖研究, 2, 85-103.
- 5) 勝谷邦夫・山本章造・田畑和男・池田善平・難波洋平・村田守 1975: アユ仔魚の摂餌量と生長について. 昭47~49年度指定調査総合助成事業報告書 (岡山水試), pp. 62.
- 6) 北島力 1976: マダイ稚仔のティグリオプス摂餌量. 長崎水試研報, 2, 101-104.
- 7) 北島力・福所邦彦・岩本浩・山本博敬 1976: マダイ稚仔のワムシ摂餌量. 長崎水試研報, 2, 105-112.
- 8) 南部豊揮 1977: スズキの種苗生産に関する研究-IX. スズキ稚仔魚の摂餌と消化時間に関する試験. 昭50年度熊本水試報, 224-229.
- 9) 岡内正典・尾城隆・北村章二・辻ヶ堂諦・福所邦彦 1980: クロダイ仔稚魚の日間ワムシ摂餌量. 養殖研報, 1, 39-45.
- 10) 安永義暢 1971: ヒラメ稚仔の摂餌生態と成長. 東海区水研研報, 68, 31-42.