

トラフグ稚仔魚期の共食い防止に関する研究

長尾成人・山田 智・菅沼光則

Preventive effect for cannibalism of ocellate puffer *Takifugu rubripes*

NAGAO Shigeto,* YAMADA Satoshi,* and SUGANUMA Mitsunori*

Effect of feeding period and quantity of Artemia for cannibalism of puffer larva was examined with the histological observation of digestive organ. Plate-like teeth had formed 25 days after hatching and used for cannibalism. Occurrence of cannibalism was higher 35 days after hatching in groups fed much formula feed, and observed decrease of vacuoles under absorption of carbohydrate in the hepatocell and lipid in the intestinal epithelium. Occurrence of cannibalism was lower 35 days after hatching in groups fed much Artemia and observed many vacuoles in the hepatocell and the intestinal epithelium. Feeding large quantity of Artemia get larva absorb enough carbohydrate and lipid, and reduce occurrence of cannibalism.

キーワード：トラフグ、共食い、給餌量、アルテミア、消化器官

魚類の種苗生産で共食いは減耗の一因となっている。¹⁾ 魚類の共食いの一般的な発生原因としては餌料の不足が考えられている。²⁾ しかし多くの種苗生産機関では十分な量の餌を与えているにもかかわらず共食いが発生している。^{3,4)} 共食いはトラフグ種苗生産でも最大の減耗要因となっており、防止法の開発が望まれている。

トラフグの共食いは生後20日目頃から始まり、生後30日目以降、へい死に至るほど激しくなる。この時期はトラフグの餌料がシオミズツボムシからアルテミア、配合飼料へ転換する時期にもあたる。トラフグの餌料系列はシオミズツボムシを生後3日目頃から、高度不飽和脂肪酸を強化したアルテミア（以下強化アルテミア）を全長5mm位から配合飼料に餌付くまで与え、その後配合飼料に転換する方式が一般的である。現在、配合飼料への転換を早く済ます目的で強化アルテミアはワムシと配合飼料の中間の一時的な餌料として扱われ、給餌量はそれほど多くない。しかし、強化アルテミアは餌料転換期の仔魚の消化管からの吸収が良く、餌料として非常に適している。また甲殻類の種苗生産ではアルテミアの給餌量が多いと共食いがすくなくなる。そこで強化アルテミアの給餌量、給餌期間を変えることでトラフグの共食い防止に効果があるかどうか検討した。また共食いは摂餌状

態が関連しているので消化器官の変化についても合わせて調べた。

材料および方法

（親魚）試験に使用したトラフグ種苗の親魚は伊勢湾口部で、まき網によって1991年4月17日に捕獲した。捕獲した親魚は船上で採卵、採精を行い受精させた。受精卵は三重県栽培漁業センター（三重県浜島町）に同日搬入し、愛知県水産試験場尾張分場（愛知県南知多町）に翌日再搬入した。

（ふ化）搬入した受精卵は0.5m³アルテミアふ化槽（流水式）に収容し、ふ化日数、ふ化率を調べた。育卵中、ふ化槽は光線の直射を避けるため黒いビニールで覆い、沈性の卵が底に滞留しないように強めのエアレーションをおこなった。

（仔魚飼育）ふ化仔魚は加温可能な2m³水槽（1m×2m×1m）4面に14,780尾ずつ収容し、1区から4区まで設定した。飼育はふ化後45日目まで行った。水温はふ化仔魚収容時はふ化槽と同じ温度とし、5日かけて20℃になるように徐々に加温し、その後は20℃を維持した。飼育水はふ化後3日目まで止水とし、その後流水とした。

* 愛知県水産試験場尾張分場

(Aichi Fisheries Research Institute Owari Annex, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-34, Japan)

換水率は最初水槽換算で0.1回転/日であったが徐々に増やし、ふ化後30日目には9回転/日となるようにした。

(餌料) 餌料はシオミズツボムシ、アルテミア (OSI社製)、トラフグ種苗生産用配合飼料 (オリエンタル社製) を使用した。シオミズツボムシはパンイーストとナンノクロブシスで培養し、マリンアルファー (日清ファインケミカル社製) と乳化イカ肝油 (理研ビタミン社製) で6~12時間強化して使用した。アルテミアは、乾燥卵を水温27℃の希釈海水 (海水80% : 淡水20%) に投入して24時間後にふ化した幼生を回収し、マリンオメガ (日清ファインケミカル社製) と乳化イカ肝油 (理研ビタミン社製) で3~6時間強化して使用した。

(餌料系列) 餌料系列の概要は Fig. 1 に示した。1区と4区はふ化後2日目から30日目までシオミズツボムシ、ふ化後10日目から40日目までアルテミアを給餌し、配合飼料の給餌はふ化後15日目から開始した。2区と3区はふ化後2日目から30日目までシオミズツボムシ、ふ化後10日目から43日目までアルテミアを給餌し、配合飼料の給餌は、2区でふ化後25日目、3区でふ化後35日目から開始した。

(給餌量) シオミズツボムシは、ふ化後25日目まで各区とも飼育水中の残餌密度を計数して飼育水中に一定密度で存在するように不足分を給餌し、その後は各区とも同量を定量給餌した。アルテミアと配合飼料の給餌量については Fig. 2 に示した。各区とも1日の給餌量は乾燥重量合計でほぼ同量となるようにした。2区と3区は配合

飼料を給餌していない期間中はアルテミアで乾燥重量が1区と4区と同量になるように給餌した。アルテミアの給餌打切りは急激に給餌量が減らないように行った。そのため2区と3区は1区と4区より3日遅れた。また4区のアルテミアの給餌量は1区のほぼ1.6倍とし、その分配飼料を減らした。

(成長と消化器官の変化) 各区とも5日毎に20個体標本を採取し、全長を測定後10%ホルマリンで固定した。ホルマリンで固定した数尾については常法によりパラフィン切片を作成後ヘマトキシリン・エオシン染色を施し、歯、肝臓、腸等の消化器官の変化についても観察した。

(共食い) 共食いの状況を調べるため全長測定時に尾鰭の欠損状況を比較した。尾鰭の欠損の度合いは目視によって行い、尾鰭が完全に残存している個体をA、欠損しているが残存部が3分の2以上の個体をB、残存部が3分の1以上3分の2以下の個体をC、残存部が3分の1以下をDとした (Fig. 3)。

結 果

(受精卵とふ化仔魚) 受精卵の卵径は $1082 \pm 26 \mu\text{m}$ 、ふ化仔魚の全長は約2.9 mmであった。

(成長) 成長は Fig. 4 に示した。各水槽の成長はふ化後35日目までは比較的一定であり、各水槽の平均全長はふ化後10日目で4.5~4.8 mm、ふ化後20日目で8.4~8.5 mm、ふ化後35日目で15.0~15.9 mmの範囲内であ

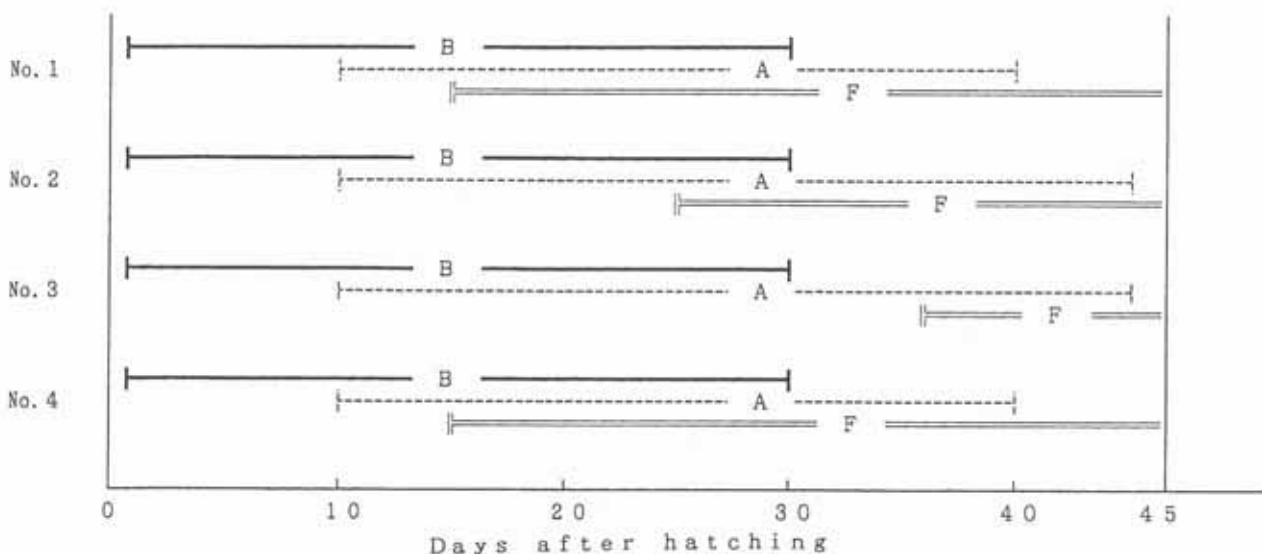


Fig. 1. Feed schedule of Rotifer (— B —), Artemia (----- A -----) and Formula feed (==== F ====) for each tank.

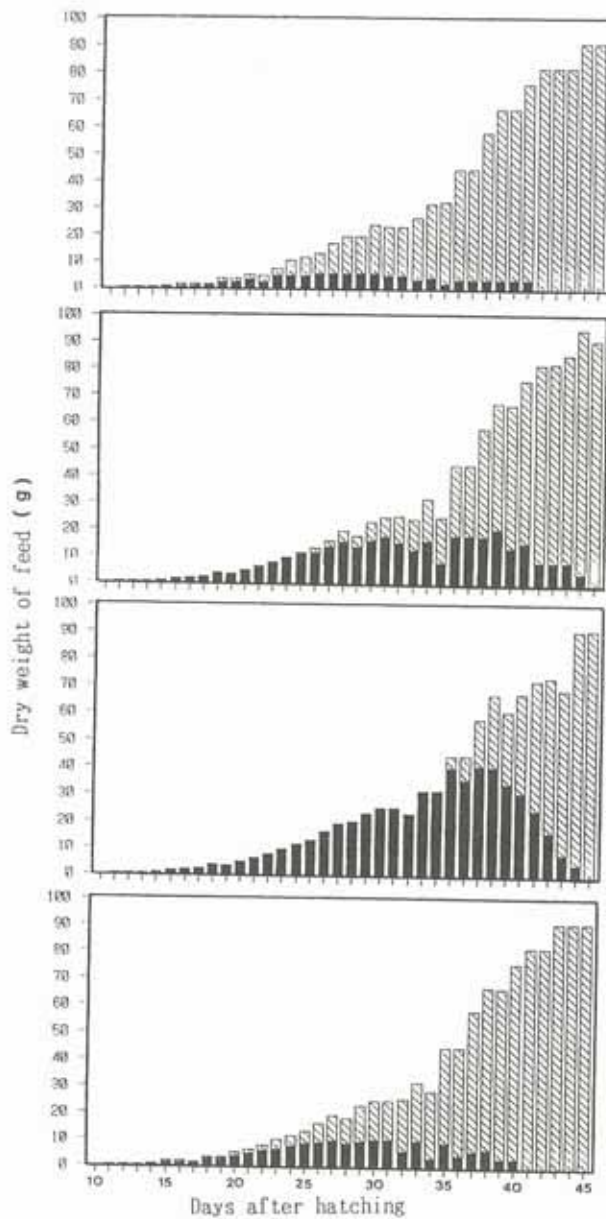


Fig. 2. Feed supply of Artemia (■) and Fomula feed (□) for each tank. Feeding dry weight of each tank is as equivalent as possible for 1 day.

った。ふ化後 40 日目には差が目立ち始め、1 区で 19.7 mm、2 区で 16.7 mm、3 区で 18.7 mm、4 区で 18.6 mm となった。ふ化後 40 日目には差が大きくなり、1 区で 24.7 mm、2 区で 19.5 mm、3 区で 20.5 mm、4 区で 22.7 mm となった。

(歯) 各水槽とも両顎歯芽はふ化後 15 日目にはすでに犬歯に発達し、歯層も沈着し始めていた (Fig. 5A)。各水槽ともふ化後 25 日目にはフグ類特有の歯板が形成されていた (Fig. 5B)。

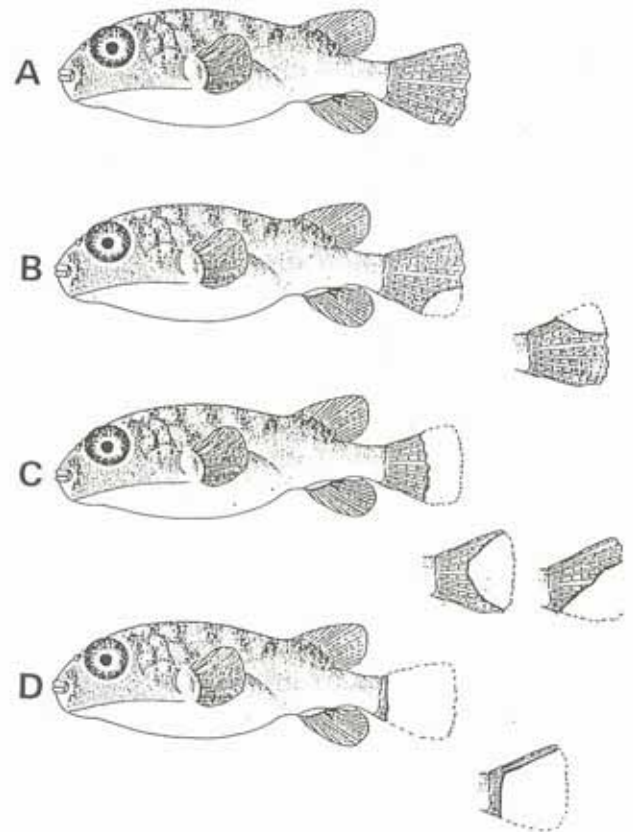


Fig. 3. Cannibalism is ranked from A to D by the injury of caudal fin. A : No injury of the caudal fin. B : Caudal fin is injured and residual part is more than 2/3. C : Caudal fin is injured and residual part is 1/3 to 2/3. D : Caudal fin is injured and residual part is less than 1/3. (Adapted from Fujita 1988)

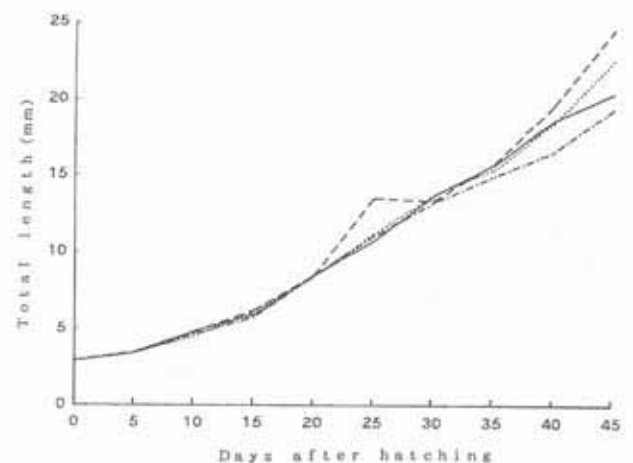


Fig. 4. Growth of fish in each tank. No significant difference until 35 days after hatching. No.1 (---) and No.4 (.....) grow bigger than No.2 (-.-.-) and No.3 (—) in 45 days after hatching.

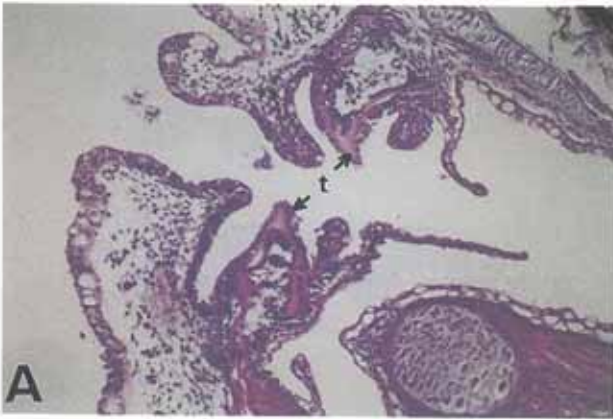


Fig. 5. Histological microphotographs of the digestive organs.

A. Longitudinal section of the head of 15 days after hatching. Tooth germ has already developed to small teeth (t).

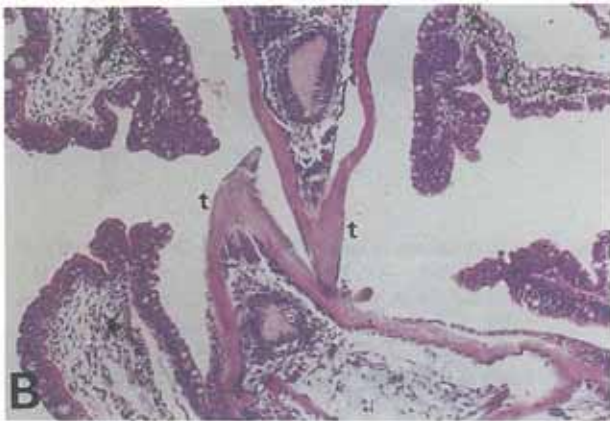


Fig. 5B. Longitudinal section of the head of 25 days No. 1 larva characteristic plate-like teeth (t) of puffer has already formed.

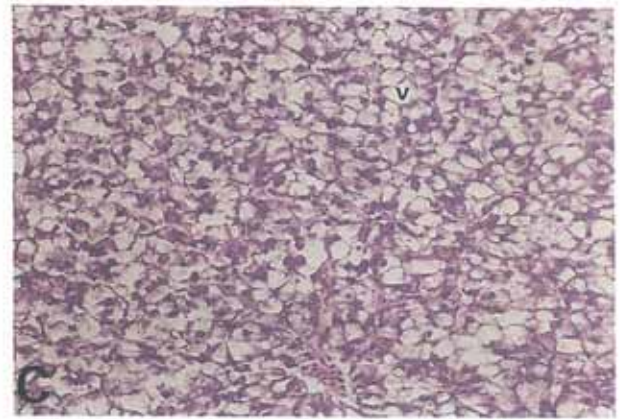


Fig. 5C. Cross section of the liver of 25 days No. 1 larva. Many vacuoles (v) in the hepatocell.

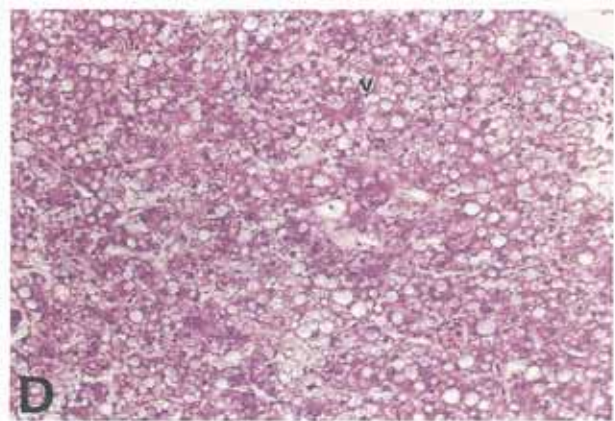


Fig. 5D. Cross section of the liver of 35 days No. 4 larva. Vacuoles in the hepatocell is getting smaller and decreased.

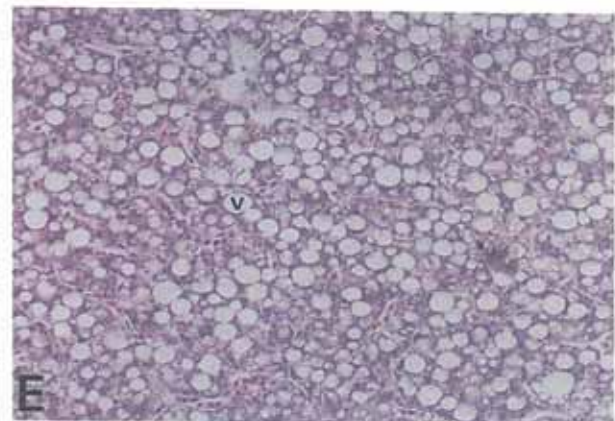


Fig. 5E. Cross section of the liver of 45 days No. 1 larva. Vacuoles in the hepatocell is showing a round shape.

(肝臓) 各水槽ともふ化後15日目は肝細胞内の空胞はそれほど大きくなかったが、ふ化後25日目には各水槽とも肝細胞には空胞が多く認められた (Fig. 5C)。これらの空胞は、ふ化後35日目には1区、2区、3区の肝細胞内には多く認められたが、4区は空胞は少なかった (Fig. 5D)。ふ化後45日目には各水槽とも肝細胞内の空胞はやや少なくなり丸みを呈していた (Fig. 5E)。

(腸) 各水槽ともふ化後15日目は腸中部の上皮細胞内に空胞が認められた (Fig. 5F)。これらの空胞は、ふ化後25日目に1区で少なくなり、ふ化後35日目に1区と4区で消化管内に内容物があるにもかかわらずほとんど存在しなかった (Fig. 5G)。各水槽ともふ化後45日目にこの空胞はわずかしが存在していなかった。(Fig. 5H)

(共食い) 各水槽の共食いの状況については Fig. 6 に示した。ふ化後35日目には尾鰭の欠損している個体がすべ

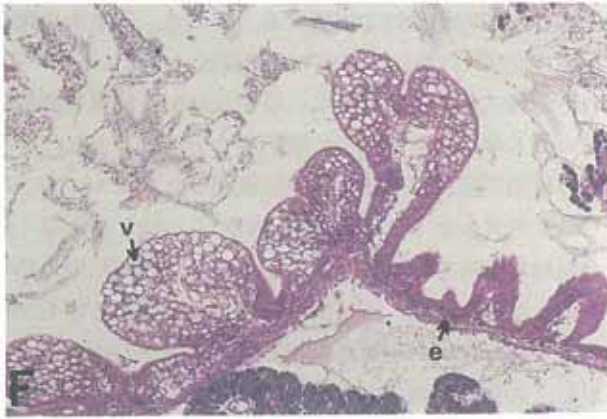


Fig. 5F. Cross section of the intestine of 15 days No. 1 larva. Many vacuoles in the intestinal epithelium (e).



Fig. 5H. Cross section of the intestine of 45 days No. 4 larva. Few small vacuoles in the intestinal epithelium.

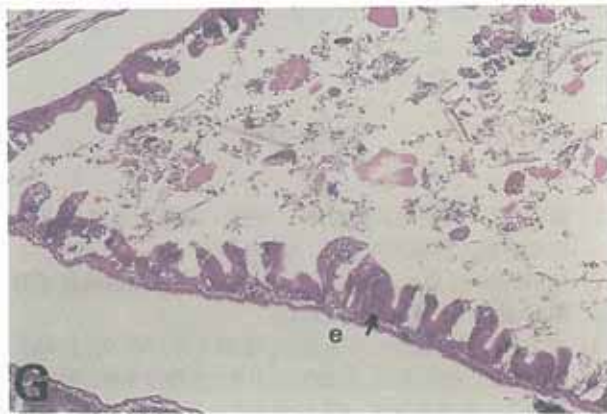


Fig. 5G. Cross section of the intestine of 35 days No. 4 larva. Few vacuoles in the intestinal epithelium in spite of contents in the intestine.

ての水槽で認められたが、2区と3区では3.3%で欠損度もBだけであったのに対し、1区は30.0%、4区は23.3%で両水槽とも欠損度がDの個体も認められた。ふ化後40日目に尾鳍欠損魚は、2区は33.3%で欠損度もBとC、3区では10.0%で欠損度もBだけであったのに対し、1区は83.3%、4区は76.6%で両水槽とも欠損度合いがDの個体も認められた。ふ化後45日目に尾鳍欠損魚は、2区は83.3%で欠損度もDが認められたが、3区では30.0%で欠損度はBしか認められず、1区は90.0%、4区は93.3%で両水槽とも欠損度合いがDの個体も認められた。

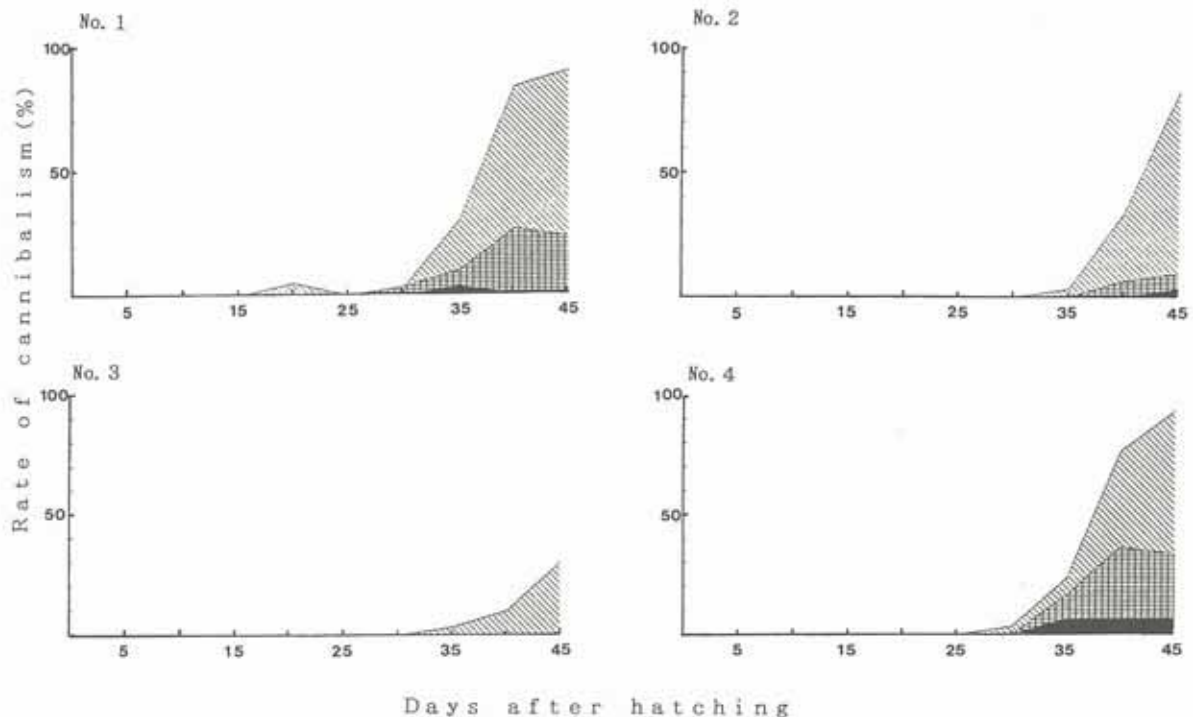


Fig. 6. Occurrence of cannibalism in each tank. Ranked B (diagonal lines), C (cross-hatch) and D (solid black) are showing occurrence rate of cannibalism.

考 察

種苗生産時の成長は餌によって大きく左右される。今回、シオミズツボワムシの給餌を多く行い飼育水中の密度をできるだけ維持し、アルテミアと配合飼料の給餌量は乾燥重量で同量としたので、水槽間の給餌量は差がなかったと考えられる。成長はふ化後35日目までは大きな差は認められなかった。ふ化後40日目以降の成長がアルテミアの給餌量が少なかった1区と4区で良く、アルテミアの給餌量が多かった2区と3区が劣っていたが、この点については不明である。

トラフグの歯は嘴状を呈するが、これはフグ類特有で、⁹⁾上下各2対の歯板で構成されている。この歯は非常に強力で、成魚では魚網や漁具等を切断することもある。トラフグの共食いはこの歯を使用して行われる。今回ふ化後25日目にすでに成魚と同じ歯板が形成されていた。なぜこのような強力な歯が稚魚の早い時期に形成されるかは不明であるが、この歯は明らかにふ化後30～35日目に各水槽で発生している共食いに使用され、互いに重篤な傷害を与えている。

今回トラフグの肝細胞内に認められた空胞は、形状からグリコーゲンを含んでいたと考えられる。⁸⁾また腸中部に認められた空胞は脂肪を含んでいたと考えられる。⁵⁾本来肝細胞内のグリコーゲンは摂取した炭水化物が肝臓内に通常ある程度貯蔵されているものである。また腸中部上皮細胞内の空胞は脂肪の吸収過程に形成される。したがってこれらの空胞の減少は炭水化物と脂肪の摂取が十分でないことを示している。ふ化後35日目にはアルテミアの給餌量が少なかった1区と4区で共食いが激しく、これらの空胞も減少していた。同時期アルテミアの給餌量が多かった2区と3区では共食いも少なく、これらの空胞も多く認められた。ふ化後45日目には2区と3区でもアルテミア給餌の終了にともない共食いが激しくなり、空胞も減少していた。これらのことから炭水化物と脂肪の体内への摂取不足が共食いの一因となっているとも考えられる。

今回使用した配合飼料は通常の種苗生産現場で使用されているトラフグ稚魚専用の飼料で、後期トラフグ稚魚の飼育は十分可能な製品であった。しかし仔魚から稚魚に移行する時期に仔稚魚は配合飼料を摂餌しているにもかかわらず、炭水化物と脂肪の吸収はアルテミア給餌を多くした場合より悪かった。配合飼料の炭水化物、脂肪、蛋白質は加工されており、生物餌料と比較しても分子構

造等の物理的・化学的な状態が違っている。仔魚から稚魚への移行期には脂肪の蓄積や代謝様式は変化するが、⁶⁾これらの様式が変化していない稚魚は配合飼料を摂餌していても体内に炭水化物や脂肪を十分吸収できない。多くの種苗生産現場では作業の軽減化のためシオミズツボワムシやアルテミア等の生物餌料から可能な限り早く配合飼料に餌料を転換させている。しかし餌料転換の時期を誤った場合には、十分量の餌料を与えているにもかかわらず炭水化物や脂肪が吸収できず体内への摂取量が不足し、共食いが激しさを増していると考えられる。

今回の結果から共食いを軽減するためには十分な炭水化物や脂肪等の栄養を稚魚の体内に吸収可能な形で摂餌させることが有効であると思われる。その点で強化アルテミアは配合飼料より摂取されやすいので好適な餌料と考えられた。

参考文献

- 1) 藤田矢郎：稚魚の大量飼育。「稚魚の摂餌と発育」(日本水産学会編)、恒星社厚生閣、東京、1975、pp. 100-113.
- 2) 藤田矢郎：「日本近海のフグ類」、(日本水産資源保護協会編)、東京、1988、pp. 91-111.
- 3) 大上皓久：稚魚期のとも食い、養殖1月、58-61(1982).
- 4) 長尾成人、鯉江秀亮、山田智：トラフグ種苗生産。愛知水試平成2年度業務報告、10-11(1991).
- 5) Tanaka, M: Studies on the structure and function of the digestive system of teleost larvae, ph. D Thesis, Dept. of Fisheries, Kyoto Univ., Kyoto, 34-37(1973).
- 6) 田中 克：稚魚の大量飼育。「稚魚の摂餌と発育」(日本水産学会編)、恒星社厚生閣、東京、1975、pp. 7-23.

* 長尾成人、鯉江秀亮、山田智：トラフグ仔魚期の消化器官について- II. 平成3年度春季水産学会要旨、p240 (1991).