

ニホンザリガニ稚仔の成長と生残に及ぼす 3種の配合飼料の効果

中田和義^{*1}・浜野龍夫^{*1†}・池田 至^{*1}・酒見宗茂^{*2}・三代健造^{*2}

Effect of three artificial diets on growth and survival for juveniles of the Japanese crayfish *Cambaroides japonicus* (DE HAAN, 1841)

Kazuyoshi Nakata^{*1}, Tatsuo Hamano^{*1†}, Itaru Ikeda^{*1},
Muneshige Sakami^{*2}, and Kenzo Mishiro^{*2}

Twenty-four juveniles (4.8–6.1 mm in carapace length) of the Japanese crayfish *Cambaroides japonicus* were fed on three different artificial diets; the Ayu fish *Plecoglossus altivelis altivelis* (diet A), the Kuruma prawn *Marsupenaeus japonicus* (diet B), and fish larvae (diet C) to examine the effect of each diet on growth and survival. Eight individuals of each experimental group were reared in individual chambers and were fed every day for 60 days. Growth rates among three diets were not different, however, survival was highest in diet B and the intermoult period was shortest in diet A. The test individuals fed on diet C were all dead after 41 days from the start of the experiment. These results suggested that the effective feed to cultivate *C. japonicus* on was the combination of diets A and B.

1 緒言

ニホンザリガニ *Cambaroides japonicus* (DE HAAN, 1841) は、ザリガニ類では唯一の日本固有種であり、北海道や東北地方北部に生息している。本種の体長は一般に5～6 cmで、最大で約7 cmに達する¹⁾。ニホンザリガニは、かつては、医薬品や高級料理の食材として利用されていた²⁾。例えば、北海道東部の然別湖産のニホンザリガニは、地元で一般的な食材として利用されていたばかりか³⁾、甘露煮などの地域名産品として湖周辺のホテルで出されていた⁴⁾。ところが、近年、本種の資源は減少傾向が著しく、1998年に水産庁、2000年には環境省および青森県から、それぞれ危急種、絶滅危惧II類、重要希少野生生物に指定された。そのため、増殖を目的とした研究が求められている。

本種を増殖させる方法の一つとして人工飼育下で繁殖した稚エビの野外への放流が提案されているが⁵⁾、そのため

には、成長速度が速く、生残率が高い飼料が必要となる。そこで本研究では、ニホンザリガニの稚エビに、既製の3種の養魚用配合飼料を投餌し続け、成長と生残について観察し、それらが本種の飼育に流用できるかどうかについて検討を行った。

2 材料および方法

2.1 体測定基準

実験個体の体サイズについては、Nakata *et al.*⁶⁾ に従い、頭胸甲長は眼窩後縁頭胸甲上から頭胸甲正中線後縁まで、全長は額角先端から尾節の末端までとした。

2.2 実験個体

2000年6月9日に北海道の生息地で採集したニホンザリガニの抱卵雌1個体(頭胸甲長24.8 mm, 全長62.1 mm)

2002年6月28日受付. Received June 28, 2002.

*1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University, 2-7-1 Nagatahonmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan).

*2 林兼産業㈱ (Hayashikane Co., Ltd., 13-33, Chofu, Ohgimachi, Shimonoseki, Yamaguchi 752-0927, Japan).

† 別刷り請求先 (Corresponding author: Phone, +81-832-86-5111; Fax, +81-832-86-7435; Email, hamano@fish-u.ac.jp)

を水産大学校生物実験飼育棟に移送し、水温を $16 \pm 1^\circ\text{C}$ に設定した水槽 (32 cm×18 cm×25 cm) に収容して稚エビが孵化するまで飼育した。稚エビの孵化は、2000年6月25日から7月5日にかけて行われ、約50個体が孵化した。すべての孵化個体が、親個体の腹部から離れて単独で行動し始めた時点で親個体を水槽から取り除いた後、実験に使用するまでの約3ヶ月間の飼育を行った。この時の飼育には、実験に使用した飼料とは異なる配合飼料である小型熱帯魚用飼料テトラプランクトン(テトラ社製)を、翌日に残餌が残らない程度に、毎日1回、夕方に与えた。なお、実験には、生残した稚エビ24個体(実験開始時の頭胸甲長4.8~6.1 mm, 5.5 ± 0.1 mm (平均値±標準誤差))を使用した。

2.3 配合飼料

林兼産業(株)製の配合飼料, A: アユ用, B: クルマエビ用, C: 稚仔魚用の3種(いずれもEP飼料)を使用した。各飼料の主な動物質性原材料は、飼料Aが魚粉, 飼料Bがイカミール, 飼料Cが魚粉とオキアミミールである。それぞれの飼料の動物質性原材料の割合は、飼料Aが57%, 飼料Bが75%, 飼料Cは80%であり、飼料Aには植物質性原

材料が最も高い割合で添加されている。また、飼料A, B, Cの成分量の割合は、順に、粗タンパク質が約47, 54, 54%, 粗脂肪が約4, 7, 9%, 粗繊維が約4, 4, 3%, 粗灰分が約15, 20, 17%である (Table 1)。

これら3種の飼料の粒径が一定となるように、それぞれの餌をふるい目1.00 mmの標準ふるいにかけて、ふるいに残った飼料のみを使用した。なお、各飼料について、ランダムに100粒ずつ選んで測定した重量 (g) は、飼料Aが0.08 g, 飼料Bが0.09 g, 飼料Cでは0.12 gであった。

2.4 実験手順

バイオトロン内に用意した水槽 (19 cm×12 cm×14 cm) に実験個体を個体別に収容した。各水槽には、灰色の直管型塩ビ管で製作した、ニホンザリガニの飼育に有効な人工巣穴⁹⁾ (内径13 mm, 長さ18 mm) を1つ入れ、緩やかにエアレーションを施した。

実験室の日長は12時間明12時間暗とし、白色蛍光灯を点灯した。水面照度については、天然下におけるニホンザリガニが比較的暗いところに生息している⁷⁾、100~200 lxとなるようにした。また、水温が14~18°Cにあるとき、ニホンザリガニは最もよく成長することから⁸⁾、水温は16

Table 1. Composition(%) and ingredients of three test diets used. The ingredients are arranged in order of highest content.

	Diet A	Diet B	Diet C
Raw material			
Animal forage	57 fish meal	75 squid meal fish meal krill meal shrimp shell meal	80 fish meal krill meal squid meal skim milk powder
Cereal grains	20 wheat gluten	0	5 starch
Vegetable oilcake	10 soybean oilcake gluten meal	0	0
Rice bran oilcake	5	0	0
Other	8 wheat germ fodder yeast salt	25 vital gluten fodder yeast animal fat calcium phosphate lecithin	15 animal fat lecithin fodder yeast vital gluten calcium phosphate
Nutrient content on dry matter basis			
Crude protein	47	54	54
Crude fat	4	7	9
Ash	15	20	17
Digestible carbohydrate	4	4	3
Energy(kcal/ 100 g diet)	382.5	387.7	402.5

℃とした。実験水槽の水は5日毎に1回、全水量の1/3程度を静かに換水した。

実験では、餌の種類毎に、1実験区8個体からなる3つの実験区を設定し、実験期間中、それぞれの餌を毎日1回、単独で投餌し続けた。なお、ニホンザリガニが夜行性であることから⁹⁾、摂餌は夜間に行くと判断し、暗時に入る直前に投餌した。

実験開始後2日目以後は、毎日午前9時頃に1回、残餌と脱皮の有無を確認した。残餌が認められた場合には、個体別に残餌量を飼料の粒数で記録したのち残餌を取り除き、その日の投餌粒数は前日より1粒減らした。ただし、全く餌を食べていなかった場合でも1粒を投餌した。一方、観察時に残餌がなければ、その日の投餌粒数を1粒増やした。この方法で毎日、投餌粒数を個体別に決定した。また、脱皮が確認された場合には日付を記録し、脱皮1週間後に実験個体の体サイズを測定した。本実験は、2001年10月5日から12月4日まで行った。

2.5 用語の定義とデータ処理

本文中で使用する「日成長率」は次の式で計算される値である：

$$\text{日成長率} = (\text{2回目の脱皮後の頭胸甲長} - \text{1回目の脱皮後の頭胸甲長}) / \text{1回目の脱皮後から2回目の脱皮を行うまでに要した日数}$$

ただし、脱皮については、実験期間中に生じたもののみを観察対象としている。なお、実験開始前はすべての実験個体に飼料A、B、Cとは異なる共通の配合飼料を単独で与えることから、実験期間中に生じた1回目の脱皮については、実験前に与えていた飼料の影響を受けていると仮定し、ここではできる限り1回目の脱皮後のデータで効果を比較するようにした。

3 結果

3.1 摂餌量

1日当たりの摂餌量の平均を各実験区8個体分のデータを用いてそれぞれ求めたところ、A区が0.0011 g (1.4±0.1粒)、B区が0.0013 g (1.4±0.2粒)、C区が0.0011 g (0.9±0.0粒) (粒数は平均値±標準誤差)であり、顕著な差は認められなかった。

3.2 稚エビの生残

各実験区8個体中の実験終了時の生残個体数(生残率)は、A区が3個体(38%)、B区が5個体(63%)、C区が

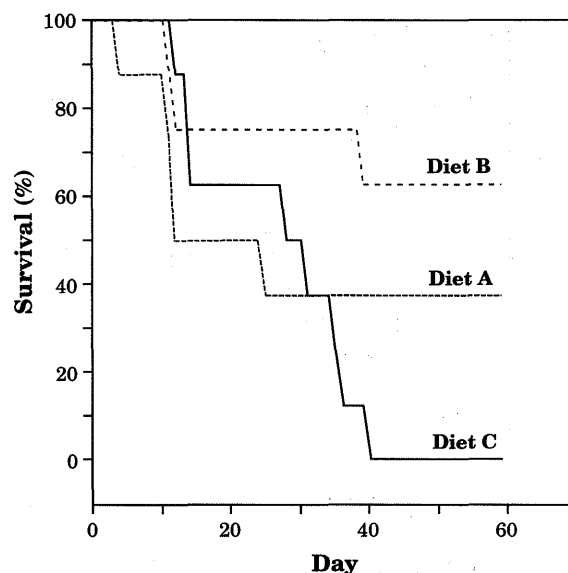


Fig. 1. Percent survival of *Cambaroides japonicus* juveniles fed with diets A, B, and C for 60 days.

0個体(0%)であり、B区が最も良かった(Fig. 1)。A区では、飼育開始13日後に生残率が50%となり、26日後には生残率は38%となったが、その後は安定した。B区については、飼育開始39日後まで生残率75%を保ち続け、40日後に63%となり、そのまま安定した。C区では、飼育開始29日後に生残率50%となり、41日後には全滅した(Fig. 1)。なお、個体別の生存日数の平均は、A区が31.8日、B区が45.6日、C区が27.3日であり、B区が最も高い値を示した。

3.3 稚エビの脱皮回数と成長

実験中に脱皮が認められた個体数については、A区が4個体(50%)、B区が8個体(100%)、C区は4個体(50%)であった。このうち、A区とB区では、実験期間中に脱皮を2回行った個体が認められ、その個体数はA区では3個体(38%)、B区では4個体(50%)であった。

脱皮前の頭胸甲長(X, mm)と脱皮後の頭胸甲長(Y, mm)について、各実験区の全データをひとまとめにして回帰式を求めたところ、

$$Y = 1.09X + 0.32 \quad (n=23, r=0.91, P<0.001) \quad \dots(1)$$

の有意な式が得られた(Fig. 2)。

A、B区で、2回の脱皮が確認された実験個体(A区:3個体、B区:4個体)について、1回目の脱皮後、2回目の脱皮が確認されるまでに要した日数の平均をそれぞれ求めたところ、A区では18.7±1.5日、B区が24.8±2.3日(平均値±標準誤差)であり、A区の方が脱皮間隔は短かっ

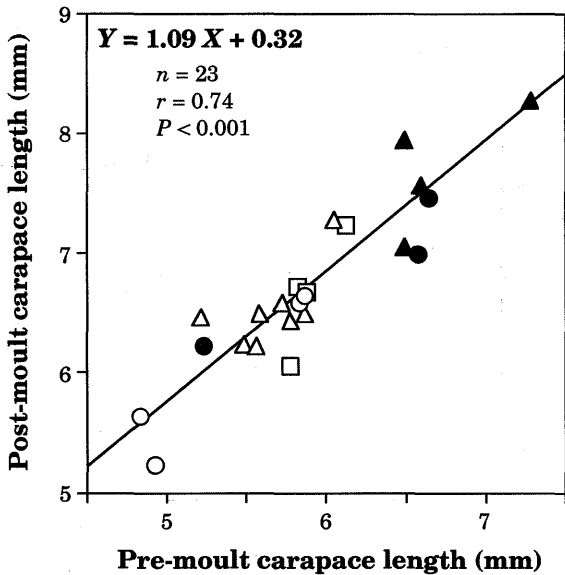


Fig. 2. Pre-moult to post-moult carapace length (mm) regression calculated from all data of diets A (circles), B (triangles), and C (squares) combined. Open symbols denote the data at the first moult during the experimental period, whereas solid symbols show the data at the second moult.

た。さらに、これらの個体について、実験区毎に日成長率の平均を求めたところ、A区では 0.04 ± 0.11 mm, B区が 0.04 ± 0.08 mm (平均値 \pm 標準誤差)であり、ほぼ等しかった。

4 考察

A, B区では生残個体が認められたが、C区は実験開始後41日目までに全滅した。飼料A, Bと飼料Cを比較すると、大きな違いは植物質性原材料の添加の割合にあり、飼料Cは基本的には動物質性原材料を中心に構成されている (Table 1)。ニホンザリガニの食性については、胃内容物の観察から、広葉樹の落葉に由来するデトリタスを主に食べていることが判明している⁹⁾。そのため、配合飼料にはある程度の植物質性原材料の添加が必要と思われる。このことが、植物質性原材料の添加されていない飼料Cを与えた実験区で生残が低かった原因の一つかもしれない。動物質と植物質の適切な割合の検討については、今後の課題である。

成分量の違いでは、脂肪の割合が、飼料A, Bではそれぞれ4%, 7%であったのに対して、全実験個体が死亡したC区では9%と高かった (Table 1)。オーストラリアに生息する淡水産ザリガニ類のマロン *Cherax tenuimanus*

の稚エビに対し、脂肪の割合を変えた3種の配合飼料 (脂肪率: 0.5, 6.0, 12.0%) を与え続けた室内実験では、脂肪率12%の飼料を投餌した実験区で、実験開始後54日目の生残率が最も低く、脂肪率の高いことが生残率を低下させたと考えられている¹⁰⁾。本実験結果も同様な傾向であり、飼料Cの脂肪率 (9%) はニホンザリガニにとって高すぎるのかもしれない。

本実験の中ではB区が最も生残率が高かったが、飼料Bの主なタンパク質性原材料はイカミールであり、飼料A, Cには添加されていないエビ殻ミールも成分として含まれている (Table 1)。ニホンザリガニの飼育に用いる飼料の原材料としてこの2つのミールは有効と考える。

一方、脱皮毎の成長については、飼料によって違いは認められなかった (Fig. 2)。ニホンザリガニの水槽飼育下での脱皮毎の成長については、Kawai *et al.*¹¹⁾ が、稚エビから成体までの広範囲に及ぶサイズ (頭胸甲長5~29 mm) の個体を用いた室内実験によって明らかにしている。この実験では、熱帯魚用配合飼料テトラミン (テトラ社製) を飼料として用いているが、脱皮毎の成長率については本研究と同様の結果が得られている。そこで、一定の栄養条件が満たされていれば、配合飼料の違いによる成長差はないと考えると、脱皮間隔を短くできることが良い飼料の条件となる。本実験の中で最も脱皮間隔が短かったのは飼料A区であった。飼料Aには植物質性原材料が最も高い割合で添加されている (Table 1)。そのことが脱皮間隔を短くした要因かもしれない。

以上のことから、ニホンザリガニの飼育には、脱皮間隔が最も短かった飼料Aと、生残率が一番高かった飼料Bを組み合わせると効果的であると考える。

5 要約

ニホンザリガニの飼育を行う場合に有効な配合飼料を明らかにすることを目的とし、室内実験を行った。A~Cの3実験区を用意し、既製の配合飼料 (A区: アユ用; B区: クルマエビ用; C区: 稚仔魚用) を稚エビ (各区8個体, 頭胸甲長4.8~6.1 mm) に毎日投餌し、60日間の成長と生残について比較した。実験の結果、成長については飼料による差は見られなかった。生残率はB区で最も高く、脱皮間隔はA区で最短であった。C区は実験開始後41日目に実験個体が全滅した。以上の結果から、ニホンザリガニの飼育には、飼料AとBを組み合わせると良いと結論した。

6 謝 辞

本研究を進める上で有益な助言をいただいた独立行政法人水産大学の林 健一教授, 荒木 晶助手, 実験を行うにあたりご協力下さった北海道原子力環境センターの川井唯史博士, 本稿英文部の校閲をして下さったNational Institute of Water and Atmospheric Research, New ZealandのDr. Stephanie M. Parkynに心から御礼を申し上げます。

文 献

- 1) 三宅貞祥: 原色日本大型甲殻類図鑑 (I). 保育社, 大阪, 1982, pp. 72-74.
- 2) 山口隆男・馬場敬次: シーボルトと日本の博物学, 甲殻類 (山口隆男編). 日本甲殻類学会, 東京, 1993, pp. 233-238.
- 3) 川井唯史・平田昌克: 然別湖と土幌町におけるザリガニの分布状況. 帯広百年記念館紀要, **17**, 33-38 (1999).
- 4) 黒萩 尚: 然別湖は今. *Rise*, **3**, 35-39 (1991).
- 5) 中田和義: ニホンザリガニの保全. 月刊海洋号外, **26**, 256-262 (2001).
- 6) K. Nakata, T. Hamano, K. Hayashi, T. Kawai, and S. Goshima: Artificial burrow preference by the Japanese crayfish *Cambaroides japonicus*. *Fisheries Science*, **67**, 449-455 (2001).
- 7) 川井唯史・三宅貞祥・浜野龍夫: 分布南限のザリガニ *Cambaroides japonicus* (DE HAAN, 1841) の個体群密度と再生産に関する研究. 甲殻類の研究, **19**, 55-61 (1990).
- 8) 川井唯史・浜野龍夫・松浦修平: 北海道の小川と小湖におけるザリガニ *Cambaroides japonicus* の脱皮時期と繁殖周期. 水産増殖, **42**, 465-470 (1994).
- 9) T. Kawai, T. Hamano, and S. Matsuura: Food habits of the Japanese crayfish *Cambaroides japonicus* (Decapoda, Astacoidea) in a stream in Hokkaido, Japan. *Fisheries Science*, **61**, 720-721 (1995).
- 10) R. K. Fotedar, L. H. Evans, and B. Knott: The effect of dietary lipid level on the growth and survival of juvenile marron, *Cherax tenuimanus* (Smith). *Freshwater Crayfish*, **11**, 417-427 (1996).
- 11) T. Kawai, T. Hamano, and S. Matsuura: Molting and growth of the Japanese crayfish *Cambaroides japonicus* reared in the laboratory. *Crustacean Research*, **24**, 65-68 (1995).