

アカザエビのメガロパ期幼生の生残と成長 に及ぼす餌料、水温、飼育密度の影響

岡本一利*

アカザエビのメガロパ期幼生の生残と成長に及ぼす餌料、水温、飼育密度の影響を調べるために、飼育実験を実施した。餌料条件に関しては、アルテミア、サクラエビ細片、両者併用で脱皮し稚エビに成長した。水温条件に関しては、生存範囲としては13~20°Cで、特に15~17°Cで生残率が高いことが判明した。その水温帯での稚エビに脱皮するまでの所要日数は15~17日であった。飼育密度条件に関しては、1飼育容器(2L)に3個体以下のメガロパ期幼生を収容した場合は、その生残数は稚エビに成長するまで実験開始時の個体数を維持した。しかしながら、3個体より多く収容した場合は、生残数は急激に減少し、稚エビに成長したものは3個体のみであった。今回のアカザエビのメガロパ期幼生の飼育条件においては、水温条件と密度条件はその生残率に大きく影響を及ぼし、水温条件は稚エビまでの所要日数に大きく影響を及ぼすことが示唆された。

キーワード：アカザエビ、メガロパ期幼生、飼育、生残、成長、餌料、水温、飼育密度

アカザエビ *Metanephrops japonicus* は、アカザエビ科に属する甲殻類で、銚子沖から南日向灘の水深200~400mの砂泥底に生息する¹⁾。本種は、駿河湾などの静岡県沿岸では底曳網やエビ籠により漁獲され、重要な水産資源となっているものの²⁾、その資源量は少なく利用に当たっては資源管理や増殖方策が必要とされてきたが^{3~6)}、増殖に関する知見はほとんどない²⁾。筆者は今まで抱卵エビの飼育^{2, 7)}、幼生の初期発生⁸⁾など本種の種苗生産に関連する取組みをしてきた。その中で、幼生の初期発生が報告されているアカザエビ科の中で、本種は唯一ゾエア期幼生を経ずにメガロパ期幼生になる種であることを確認した⁸⁾。

今回メガロパ期幼生を飼育することにより、その飼育条件に関して若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

供試ふ化幼生

抱卵エビの入手状況を表1に示した。2002年1月20日に、駿河湾内で清水漁協所属漁業者がエビ籠で漁獲した抱卵アカザエビを材料として実験に供した。その抱卵エビは、漁獲当日に一旦静岡県水産・海洋技術研究所(焼津市)内の水槽に収容した。翌日保温収容箱に1個体ずつ収容して静岡県栽培漁業センター(当時、沼津市、以下栽培センター)まで輸送し、5L容水槽に1個体ずつ収容した。抱卵エビの飼育は、水槽内を緩やかに通気しながら、かけ流しにより行った。飼育水は、水温15~17°Cに調節し、水槽に5回転/時程度の換水率となるように注水した。餌料は冷凍サクラエビを毎日十分量与え、残餌等

2025年1月15日受理

静岡県水産・海洋技術研究所(本所)業績第1192号

*元静岡県水産・海洋技術研究所(現 一般財団法人マリンオープンイノベーション機構)

毎日除去した。

幼生のふ化状況を表2に示した。F1からは2002年6月25日に85個体の幼生が、F2からは2002年7月1日に43個体の幼生がふ化し、それらふ化した幼生を飼育条件の実験に供した。

飼育条件

飼育条件については、餌料、水温、飼育密度の3条件について検討した。メガロパ期幼生の飼育において設定した14実験区を表3に示した。その内、餌料条件については、アルテミアノープリウス(Ar17)、サクラエビ細片(Sh17)、両者混合(Mix17)の3実験区、水温条件については、4°C(Mix04)、8°C(Mix08)、13°C(Mix13)、15°C(Mix15)、17°C(Mix17)、20°C(Mix20)、23°C(Mix23)の7実験区、飼育密度条件については、0.5個体/L(De05)、1.0個体/L(De10)、1.5個体/L(De15)、4.0個体/L(De40)、7.5個体/L(De75)の5実験区とした。

飼育に用いた海水は、栽培センター地先の水深12mから取水した海水を0.5μmフィルターでろ過して使用した。1実験区につき2Lビーカー1容器もしくは3容器を用い、各容器に1~15個体のメガロパ期幼生を収容した。飼育水は、ウォーターバスにより水温を4~23°Cに調節し、緩やかに通気した。飼育水の交換は、毎朝幼生を事前に用意した飼育容器に移し替えることにより行った。実験中はへい死及び脱皮状況を確認した。

結果

飼育条件別のメガロパ期幼生の稚エビへの脱皮所要日数と脱皮数を表4に示した。稚エビが出現するまでのメガロパ期幼生の生残率の推移を各飼育条件ごとに図1~3に示した。

餌料条件においては(図1)、Sh17区、Mix17区の生残率は10日目過ぎから減少したが、Ar17区は100%を維持した。

水温条件においては(図2)、Mix04区は2日目に、Mix08区は21日目に、Mix23区は21日目に、0%となった。Mix13区は22日目で25%、Mix15区は17日目で50%、Mix17区は16日目で75%、Mix20区は14日目で25%であった。

飼育密度条件においては(図3)、De75区、De40区の生残率は急激に減少し、De75区は4日目に、De40区は7日目に各々50%以下となった。De15区、De10区、De05区は100%を維持した。

同飼育密度条件におけるメガロパ期幼生の生残数の推移を図4に示した。De15区、De10区、De05区は実験開始時の個体数2~3個体を維持したが、De75区、De40区の生存数は急激に減少し3~5個体に落ちていた。

1容器に2個体以上収容し飼育した実験区においては、個体同士の闘争行動が観察され、特に1容器に8個体以上収容したもので頻繁に闘争行動や共食い行動が観察された。

餌料条件における稚エビへの脱皮率を図5に示した。すべての餌料条件において、メガロパ期幼生は脱皮し稚エビに成長した。脱皮率は、Mix17区で70%以上と高かった。

水温条件における稚エビへの脱皮率を図6に示した。Mix13区、Mix15区、Mix17区、Mix20区の水温条件において、メガロパ期幼生は脱皮し稚エビに成長した。Mix04区、Mix08区、Mix23区は稚エビに成長しなかった。脱皮率は、Mix17区で70%以上と高かった。

飼育密度条件における稚エビへの脱皮率を図7に示した。すべての密度条件において、メガロパ期幼生は脱皮し稚エビに成長した。脱皮率は、De05区、De10区、De15区で100%と高かった。

アカザエビのメガロパ期幼生の飼育条件

異なる飼育条件におけるメガロパ期幼生の稚エビへの脱皮所要日数(表4)は、Mix20区では14日、Ar17区、Sh17区、Mix17区、De05区、De10区、De15区、De40区、De75区では各区とも15~16日、Mix15区では16~17日、Mix12区では22日であった。

水温と稚エビまでの所要日数の関係を図8に示した。所要日数は、水温の増大とともに減少した。水温(x)と所要日数(y)の関係式は、

$$y = 292.72x^{-1.044}$$
$$(r = 0.93, n = 7, p < 0.01)$$

で表された。

考 察

本種のメガロパ期幼生から稚エビまでの餌料については、アルテミア、サクラエビ細片、クルマエビ用配合飼料で成長することが既に報告されている⁸⁾。本実験においても同様の結果であり、浮遊タイプのアルテミア、沈下タイプのサクラエビ細片共に有効であり、汎用性の高い餌料で飼育できることが確認された。サクラエビ細片を使用した生残率の推移について、幼生期後半に低下していた。個別飼育では高い生残率が確認されている⁸⁾ので、この生残率の低下は飼育密度の影響によるものと推察された。

水温条件に関しては、生存範囲としては13~20°Cで、特に15~17°Cで生残率が高いことが判明した。その水温帯での稚エビに脱皮するまでの所要日数は15~17日であった。

生存範囲内では、水温が低下するほど稚エビに脱皮するまでの所要日数が増加することが認められた。同様の現象は、クルマエビ *Marsupenaeus japonicus*⁹⁾、モクズガニ *Eriocheir japonicus*¹⁰⁾、タカアシガニ *Macrocheira kaempferi*¹¹⁾などの他の甲殻類の幼生においても認められている。生存水温の範囲が、タカアシガニ約9°C範囲(11~20°C)、ズワイガニ *Chionoecetes opilio* 約13°C範囲(5~18°C)、タラバガニ *Paralithodes camtshaticus* 約15°C範囲(3~18°C)、ハナサキガニ *Paralithodes brevipes* 約15°C範囲(3~18°C)、に対して¹¹⁾、本種の約7°C範囲(13~20°C)と狭い範囲となっているのも特徴の一つとして示唆された。

飼育密度条件に関しては、1飼育容器(2L)に3個体以下のメガロパ期幼生を収容した場合は、その生残数は実験開始時の個体数を維持しそのまま稚エビに成長した。しかしながら、3個体より多く収容した場合は、生残数は急激に減少し最終的に稚エビの出現は3個体のみとなった(図4)。

同じ深海性エビ類のボタンエビ幼生の飼育において、集団飼育においても高生残率を示すことが報告されており¹²⁾、それと比較してアカザエビのメガロパ期幼生の生残率は飼育密度に大きく影響されることが判明した。

今回のアカザエビのメガロパ期幼生の飼育条件においては、水温条件と飼育密度条件はその生残率に大きく影響を及ぼし、水温条件は稚エビまでの所要日数に大きく影響を及ぼすことが示唆された。

謝 辞

本種の入手や飼育に御協力いただいた清水漁業協同組合職員の方々、静岡県水産・海洋技術研究所の職員の方々に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 1) 三宅貞祥(1998)：原色日本大型甲殻類図鑑(I)，保育社，大阪，pp. 77.
- 2) 岡本一利(2005)：抱卵アカザエビの飼育中における生残，卵の脱落，ふ化および脱皮. 静岡県水産試験場研究報告，**40**，35～40.
- 3) 平本紀久雄・庄司泰雅(1983)：東京湾口・外房沖のアカザエビ(*Metanephrops japonicus*)調査. 千葉県水産試験場研究報告，**41**，33～42.
- 4) 清水詢道・三谷 勇・亀井正法(1984)：相模湾におけるアカザエビの生態に関する研究—I 漁獲資料からみた資源の変動. 神奈川県水産試験場研究報告，**6**，7～10.
- 5) 河尻正博(1986)：駿河湾西部エビかご漁業の漁業管理に関する研究. 昭和60年度静岡県水産試験場事業報告，31～33.
- 6) 青山雅俊(1991)：静岡県沿岸の深海底生生物資源の研究—IV 热海沖におけるアカザエビ資源の評価. 静岡県水産試験場研究報告，**26**，11～19.
- 7) Okamoto K(2008)：Use of deep seawater for rearing Japanese scampi lobster (*Metanephrops japonica*) broodstock. *Reviews in Fisheries Science*, **16**(1～3), 391～393.
- 8) Okamoto K. (2008)：Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* lacks zoeal stage. *Fisheries Science*, **74**, 98～103.
- 9) 岡本一利・藤田信一・三溝 宏(1991)：クルマエビの卵ならびに幼生の成長に及ぼす水温の影響. 静岡県水産試験場研究報告，**26**，35～41.
- 10) 岡本一利・鈴木三夫 (1992)：モクズガニの幼生と稚ガニの生残，成長に及ぼす水温，塩分濃度の影響. 静岡県水産試験場研究報告，**27**，21～32.
- 11) Okamoto K. (1993)：Influence of temperature on survival and growth of larvae of the Giant spider crab *Macrocheira kaempferi* (Crustacea, Decapoda, Majidae). *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**(3), 419～424.
- 12) Taishaku H., Takeoka H., Konishi K. (2001)：Larval stages of the Botan shrimp *Pandalus nipponensis* Yokoya, 1933 (Decapoda: Caridea: Pandalidae) under laboratory conditions, with notes on its lecithotrophic development. *Crustacean Research*, **30**, 1～20.

アカザエビのメガロバ期幼生の飼育条件

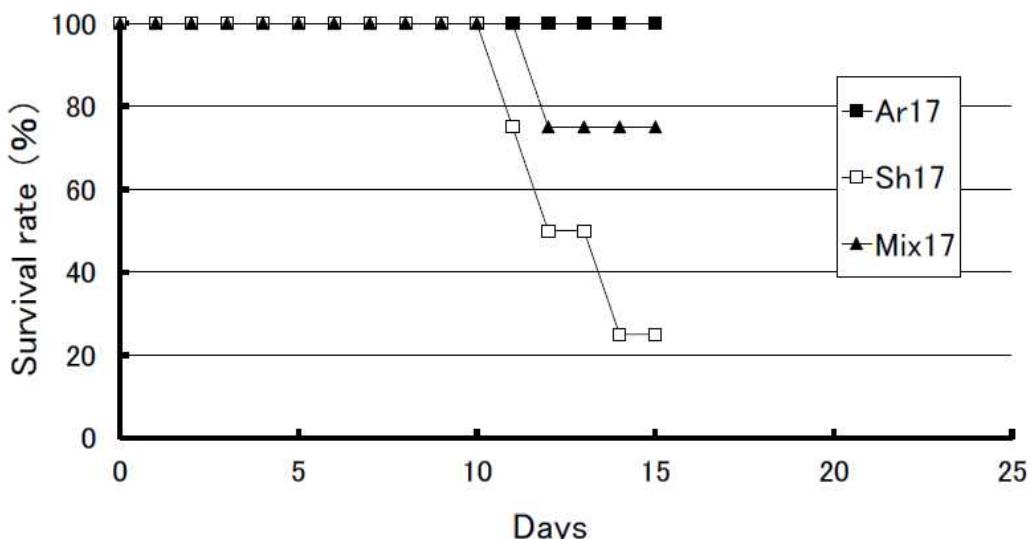


Fig. 1 Change of survival rate of megalopa stage larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different food conditions until appearance of first juvenile.

Ar17, Sh17, Mix17: see Table 3

図1 異なる餌料条件における稚エビ出現までのメガロバ期幼生の生残率の推移

Ar17, Sh17, Mix17: 表3参照

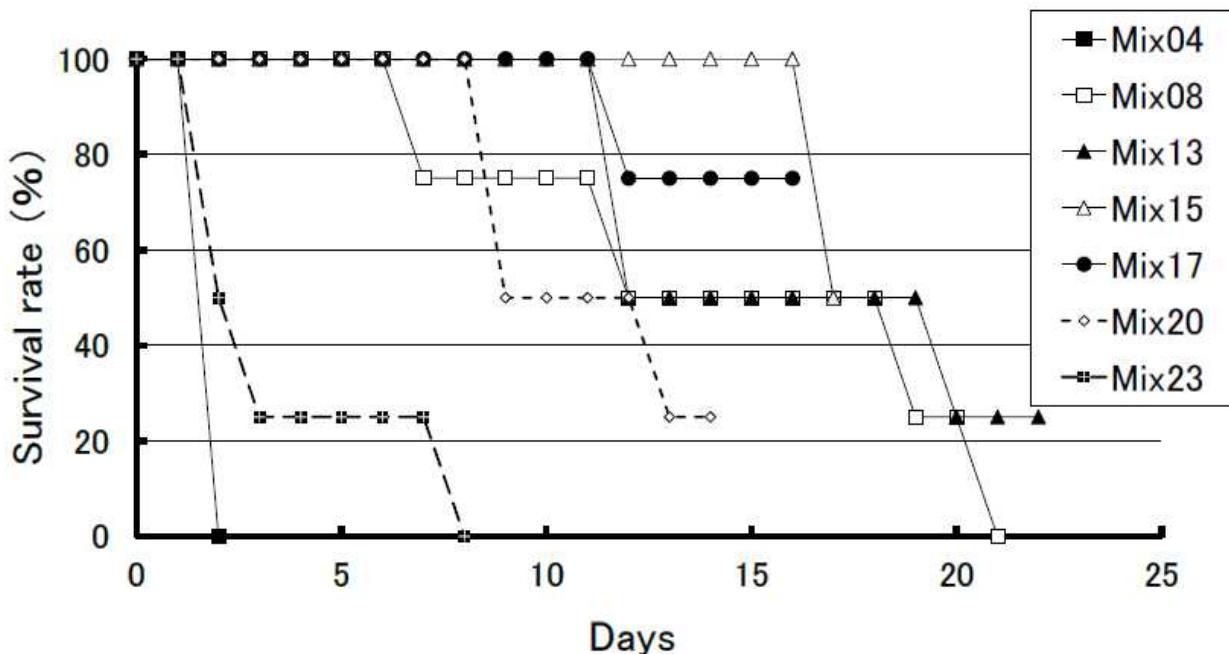


Fig. 2 Change of survival rate of megalopa stage larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different temperature conditions until appearance of first juvenile.

Mix04, Mix08, Mix13, Mix15, Mix17, Mix20, Mix23: see Table 3

図2 異なる水温条件における稚エビ出現までのメガロバ期幼生の生残率の推移

Mix04, Mix08, Mix13, Mix15, Mix17, Mix20, Mix23: 表3参照

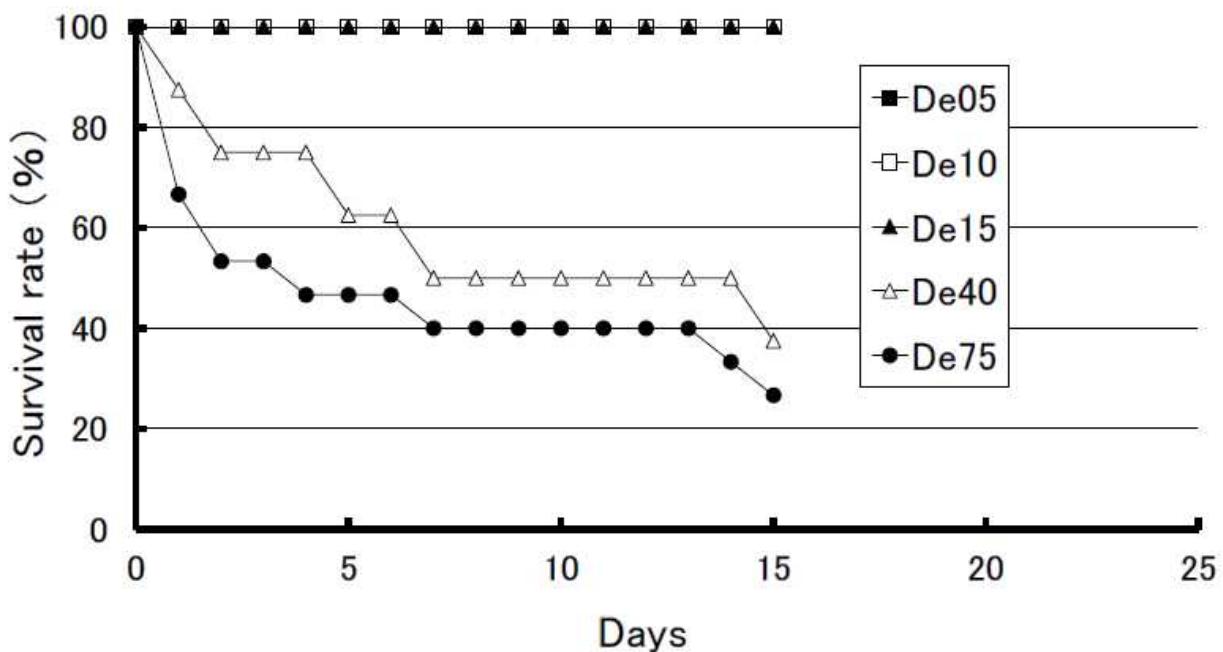


Fig. 3 Change of survival rate of megalopa stage larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different density conditions until appearance of first juvenile.

De05, De10, De15, De40, De75: see Table 3

図3 異なる密度条件における稚エビ出現までのメガロバ期幼生の生残率の推移

De05, De10, De15, De40, De75: 表3参照

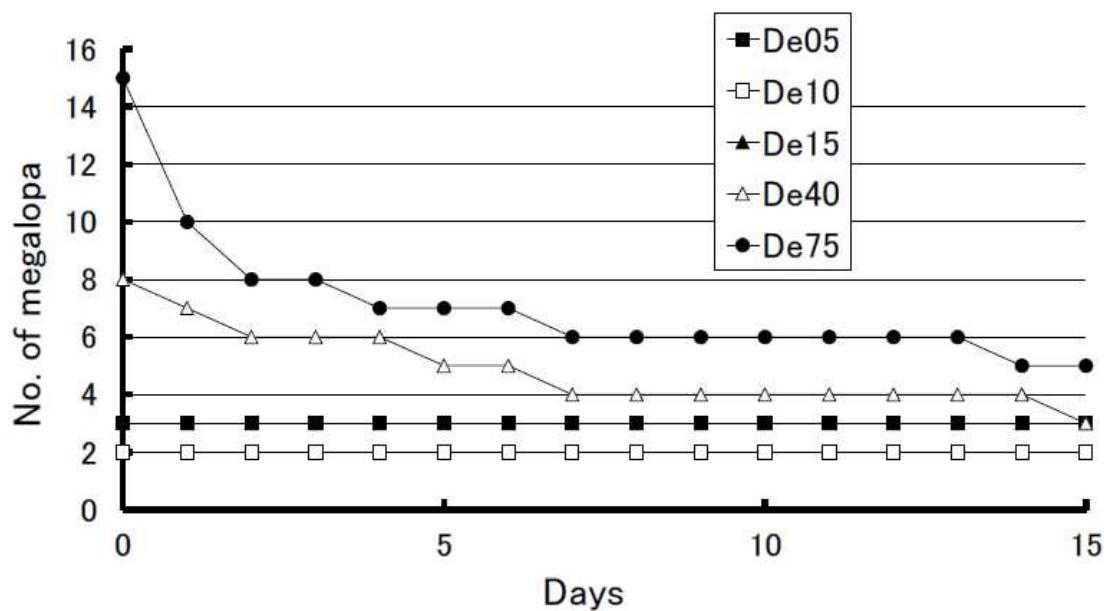


Fig. 4 Change of number of megalopa stage larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different density conditions until appearance of first juvenile.

De05, De10, De15, De40, De75: see Table 3

図4 異なる密度条件における稚エビ出現までのメガロバ期幼生の生残数の推移

De05, De10, De15, De40, De75: 表3参照

アカザエビのメガロパ期幼生の飼育条件

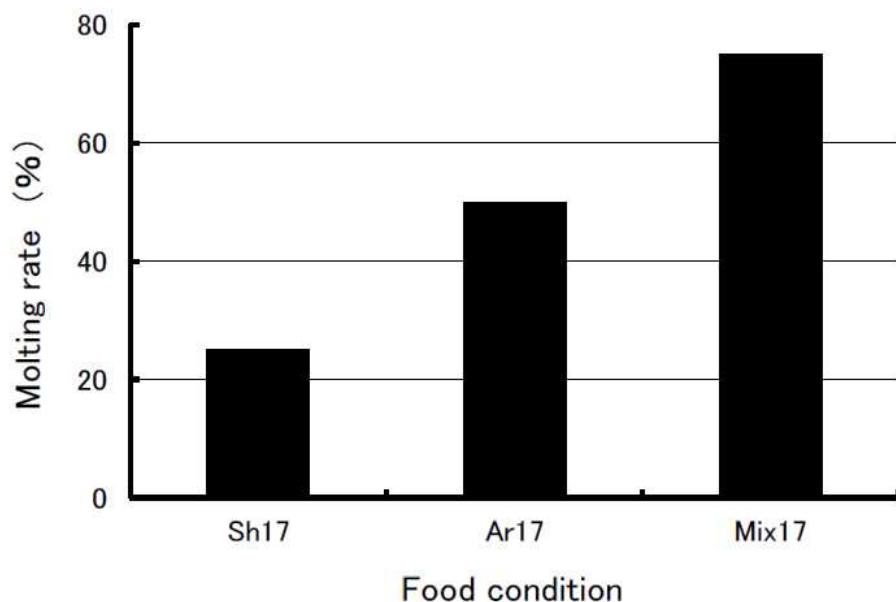


Fig. 5 Molting rate of megalopa stage larvae into juvenile stage of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different food conditions.

Ar17, Sh17, Mix17: see Table 3

図5 異なる餌料条件におけるメガロパ期幼生の稚エビへの脱皮率

Ar17, Sh17, Mix17: 表3参照

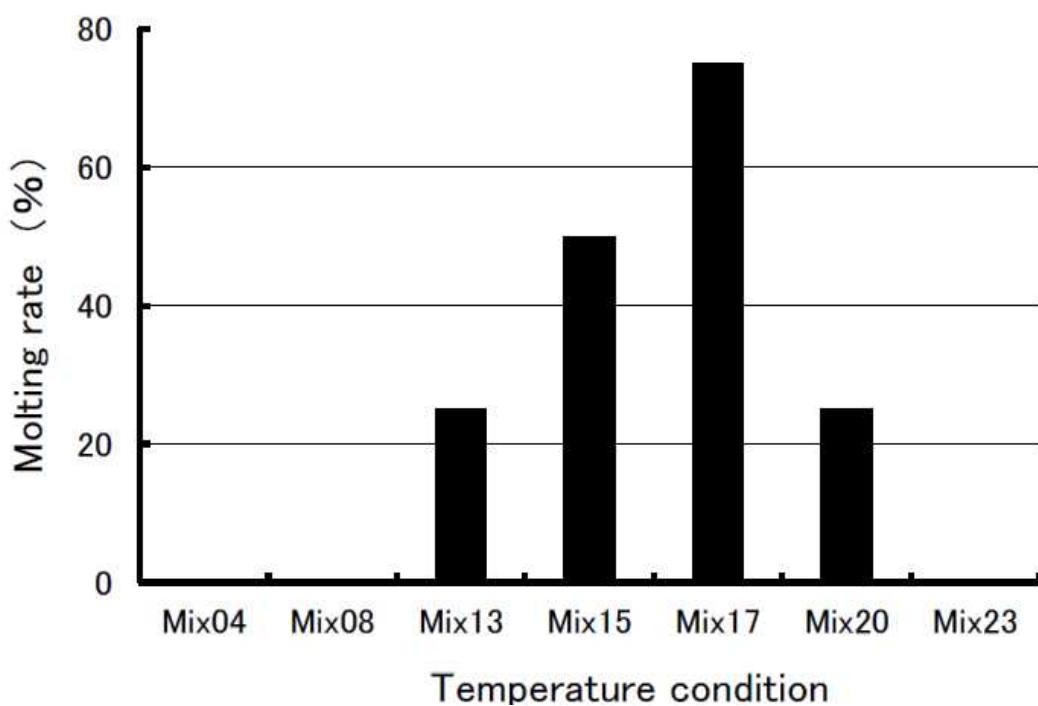


Fig. 6 Molting rate of megalopa stage larvae into first juvenile stage of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different temperature conditions.

Mix04, Mix08, Mix13, Mix15, Mix17, Mix20, Mix23: see Table 3

図6 異なる水温条件におけるメガロパ期幼生の稚エビへの脱皮率

Mix04, Mix08, Mix13, Mix15, Mix17, Mix20, Mix23: 表3参照

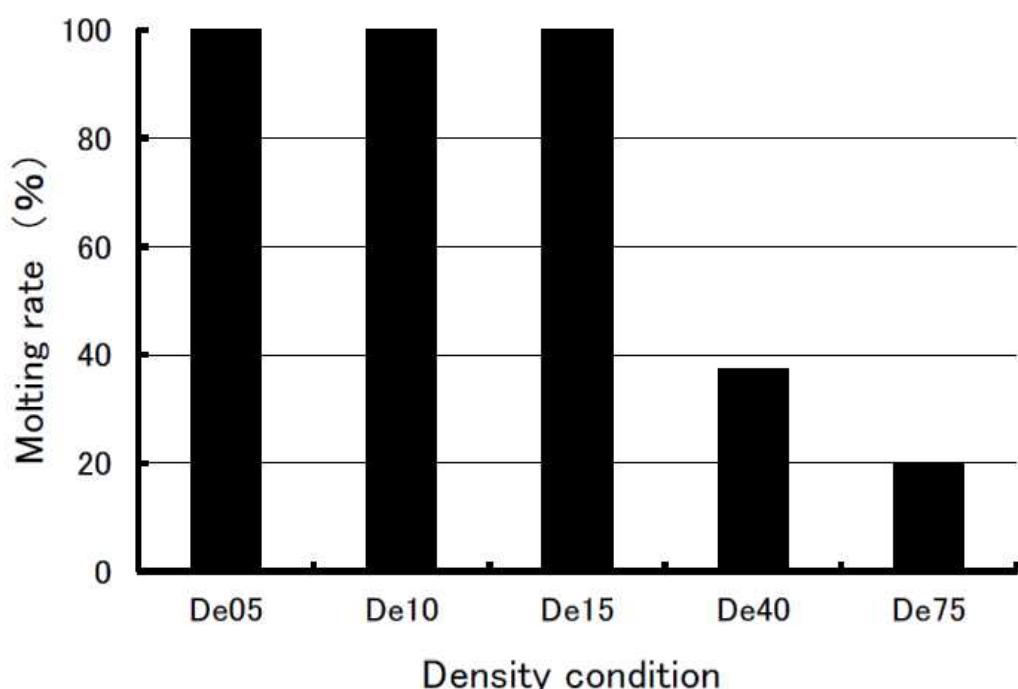


Fig. 7 Molting rate of megalopa stage larvae into first juvenile stage of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different density conditions.

De05, De10, De15, De40, De75: see Table 3

図7 異なる密度条件におけるメガロパ期幼生の稚エビへの脱皮率

De05, De10, De15, De40, De75: 表3参照

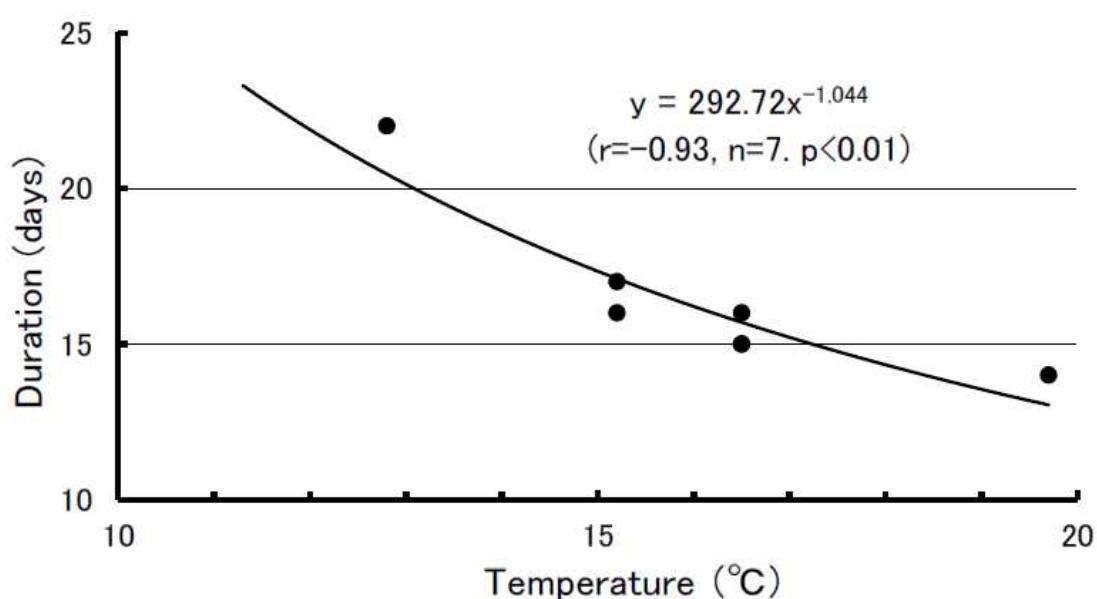


Fig. 8 Relationships between water temperature and duration (days) of megalopa stage larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus*.

図8 飼育水温とメガロパ期幼生期間の関係

アカザエビのメガロパ期幼生の飼育条件

表1 抱卵アカザエビの入手状況

Tabele 1 Date for ovigerous females of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus*

Name of ovigerous female	Date of acquisition	Fishing method	Carapace length (mm)
F1	Jan. 20, 2002	lobster-pod	60.9
F2	Jan. 20, 2002	lobster-pod	67.1

表2 幼生のふ化状況

Tabele 2 Date for hatching larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus*.

Name of ovigerous female	Date of hatching larvae	Number of hatched larvae
F1	Jun 25, 2002	85
F2	Jul. 1, 2002	43

表3 アカザエビメガロパ期幼生の飼育条件

Tabele 3 Rearing conditions and date for megalopa stage larvae of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus*

Rearing conditions	Name of female hatched larvae *1	Number of cultured larvae / vessel	Number of vessel	Culture vessel volume	Food for larvae	Water temperature °C (mean±S.D.)	Culture density
Ar17	F1	4	1	2.0-L beaker	Artemia nauplius	17 (16.5 ± 0.2)	2.0 ind. / L
Sh17	F1	4	1	2.0-L beaker	Chopped shrimp	17 (16.5 ± 0.2)	2.0 ind. / L
Mix17	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	17 (16.5 ± 0.2)	2.0 ind. / L
Mix04	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	4 (4.3 ± 0.2)	2.0 ind. / L
Mix08	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	8 (7.8 ± 0.3)	2.0 ind. / L
Mix13	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	13 (12.8 ± 0.1)	2.0 ind. / L
Mix15	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	15 (15.2 ± 0.3)	2.0 ind. / L
Mix20	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	20 (19.7 ± 0.2)	2.0 ind. / L
Mix23	F1	4	1	2.0-L beaker	Mix *2	23 (22.7 ± 0.4)	2.0 ind. / L
De05	F2	1	3	2.0-L beaker	Mix *2	17 (16.8 ± 0.3)	0.5 ind. / L
De10	F2	2	1	2.0-L beaker	Mix *2	17 (16.8 ± 0.3)	1.0 ind. / L
De15	F2	3	1	2.0-L beaker	Mix *2	17 (16.8 ± 0.3)	1.5 ind. / L
De40	F2	8	1	2.0-L beaker	Mix *2	17 (16.8 ± 0.3)	4.0 ind. / L
De75	F2	15	1	2.0-L beaker	Mix *2	17 (16.8 ± 0.3)	7.5 ind. / L

*1: See Table 1, 2

*2: Artemia nauplius and chopped shrimp

表4 飼育条件別のアカザエビメガロパ期幼生の稚エビへの所要日数と脱皮数

Tabele 4 Duration of megalopa stage larvae and number of first juvenile of Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* under the different rearing conditions.

Rearing conditions ^{*1}	Number of cultured larvae	Duration (days) of larvae	Number of successful molting into first juvenile
Ar17	4	15	2
Sh17	4	15	1
Mix17	4	15~16	3
Mix04	4	—	0
Mix08	4	—	0
Mix13	4	22	1
Mix15	4	16~17	2
Mix20	4	14	1
Mix23	4	—	0
De05	3	15	3
De10	2	15~16	2
De15	3	15~16	3
De40	8	15	3
De75	15	15~16	3

^{*1}: See Table 3

Influence of food, temperature, and density on the survival and growth of megalopa-stage larvae of the Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* in captivity

Kazutoshi Okamoto

Abstract The present study was conducted to evaluate the influence of food, temperature, and density on the survival and growth of megalopa-stage larvae of the Japanese nephropid lobster *Metanephrops japonicus* in captivity.

The megalopa, which were fed with Artemia nauplii, chopped shrimp, and a mixed diet, successfully molted into the first juvenile stage.

The suitable temperature range for survival was 13°C to 20°C, with the duration of the megalopa stage increasing exponentially at lower temperatures. The optimum rearing temperature was 15°C to 17°C, at which the larvae reached the first juvenile stage in 15~17 days.

In 2L culture vessels, survival remained stable when fewer than three megalopa individuals were present; however, when more than three were cultured together, the number of survivors rapidly decreased to three. Aggressive behavior and cannibalism were frequently observed during culture, indicating that density significantly influenced mortality.

These results suggest that the survival of megalopa was affected by temperature and density, and the duration of the stage was affected by temperature.

Key words: Japanese nephropid lobster, *Metanephrops japonicus*, Megalopa stage larvae, Captivity, Survival, Growth, Food, Temperature