

飼育実験による霞ヶ浦産テナガエビの抱卵期間と積算水温の関係

根本 孝

Relationship of incubation period of *Macrobrachium nipponense* for hatch out and accumulated water temperature

Takashi NEMOTO

キーワード：テナガエビ，抱卵，ふ化，経過日数，積算水温

Abstract

The number of days until the eggs hatch from shrimp holding fertilized eggs, *Macrobrachium nipponense*, were examined in a water tank. These shrimp were incubated under five different conditions of water temperature, 20°C, 23°C, 25°C, 27°C, 30°C. Observations showed that the number of days until the eggs hatched became shorter as the water temperature increased.

The period was about 28 days or 560 (°C x days) of accumulated water temperature at 20°C, and about 12 days or 300 (°C x days) at 23-25°C, and about 10 days or 270 (°C x days) at 27-30°C.

Results suggest that the spawning period of *Macrobrachium nipponense* would be longer or that the number of times shrimp spawn would increase because the water temperature in Kasumigaura has tended to increase in recent years.

Key words: *Macrobrachium nipponense*, fertilized egg, hatch, accumulated temperature

目 的

霞ヶ浦におけるテナガエビは古くから水産資源の一つとして利用されている重要な資源である。加瀬林・芹田（1956）によれば、霞ヶ浦ではテナガエビの産卵期は概ね5月中旬からはじまり、7月、8月を盛期として9月上旬まで続くとされ、テナガエビの新規加入は秋に、9月以降から稚エビの出現が盛期となってみられる。

また、位田（1983）によれば、一産卵期間において同一個体で複数回の産卵が行われるとされている。産卵からふ化までに要する期間は、水温の高低により変化し、早期に産卵した場合のふ化に要する日数は長く、盛夏に産卵した場合のふ化に要する日数は短いことが知られている（茨城県水産試験場，1912）。山根（1995）は、産卵期にあたる夏季の水温の変動は、テナガエビ資源の全体の産卵量の多寡に影響し、高水温はふ化個

体の成長も促進することから、秋の新規加入以降の漁獲量の変動として現れるとしている。

しかし、位田（1983）によるテナガエビの抱卵個体からのふ化に要する期間の水温との関係については、雌エビ個体からはく離れた受精卵を *in vitro* で、複数の水温条件下においてふ化までの積算水温を測定したのとなっており、また、雌エビ自身の腹肢の振動による受精卵への酸素供給といった保育行動のない場合でのふ化日数の測定である。

一方実際の、雌エビが腹肢の間に抱卵する受精卵の発達状態の観察では、その卵塊の外側の卵の方が内側の卵よりも早く発眼がみられ、かつふ化も早いとみられている（茨城県水産試験場，1912）。そこで本研究では、複数の水温条件下において抱卵エビを水槽で飼育し、そこでの産卵からふ化までの日数について測定を行うこととした。

材料と方法

(1) 供試個体の採集

テナガエビの供試個体は、産卵、受精し腹肢の間に抱卵をはじめた日が特定できた雌エビ（以下、「抱卵個体」と称する）とした。

抱卵を開始した日が特定できる抱卵個体を得るため、テナガエビの採集は、2012年5月から6月にかけて適宜、茨城県水産試験場内水面支場の栈橋からあらかじめ湖底に沈めておいたプラスチック製トラップを引き上げて、そこに蟄集しているテナガエビを回収して行った。同期間の採集地点の霞ヶ浦の底層水温は17.1℃～22.9℃の範囲（平均20.7℃±1.4sd.）であった。

次に、採集したテナガエビは、雌雄混合であり、体サイズとも様々な個体が見られたが、そのうち採集した時点ですでに抱卵していた個体はすべて放流し、その残りの雄エビと未抱卵の雌エビをすべて屋外に設置した同一水槽に収容した。その水槽をしばらくの間放置し、水槽内で自然の交尾、受精を行わせ、抱卵する個体が出現するのを待った。

抱卵個体が出現すると直ちにその個体を取り出すとともに、かつその日に一定数の抱卵個体が確保できた場合に以後の実験に供した。

なお、抱卵個体の出現した日を抱卵0日目として、以後の経過日数のカウントの基準日とした。

(2) 飼育水槽の設置

飼育には60×36×30cmのガラス水槽を用い、井水を約45L満たした。注水は水槽上部から1時間当たり1L程度を滴下するかけ流しとした。水槽の曝気はエアストーン1個を投入して行った。

水槽の水温調整にはサーモスタット付き500Wのヒーターを用いた。水槽内の水温に不均衡な部分が生じないように、ヒーター、排水パイプ及び温度センサーはそれぞれ水槽内で遠ざけて設置した。

テナガエビは同種間で互いを干渉しあう（争う）性質があることから、これを防ぐため水槽内にテナガエビが身を隠すことができるよう障害物となる網目状の筒型構造をした小型のプラスチック製トラップを設置した。

(3) 抱卵個体の採集および水温区分の設定

供試個体は、日中屋外の水槽に混養しておく、収容後概ね数時間以内に交尾受精、抱卵する個体が現れるので、それを採集して一定尾数が確保できた場合、実験区の水槽に収容した。

水槽内の水温条件は20℃、23℃、25℃、27℃、30℃の5区分とし、試験期間中それぞれ一定に保った。試験区ごとの抱卵個体の収容尾数は、20℃区に5尾、23℃区13尾、25℃区11尾、27℃区9尾、30℃区16尾とした。

なお、試験区毎に収容尾数が異なっているのは、複数回にわたり屋外での混養を行ったが、同一日に抱卵した個体を複数、かつ各試験区で同数を確保することが困難だったためである。

確保した抱卵個体は、屋外水槽中では湖内水温より高い水温下にあったが、抱卵個体を採集後は水温差に対する馴致を行わずにそれぞれの試験区に収容し、その日を経過0日目として観察を開始した。

なお、供試個体の体サイズは、CL長（頭胸甲長）で平均±標準偏差は11.6mm±0.47の範囲にあった。また、飼育期間中へい死は生じなかった。給餌は毎日午前9時に行い、配合餌料を残餌が出ないよう適量与えた。

抱卵個体の観察は日中適宜行い、ふ化によって供試個体の腹肢間の受精卵が確認できなくなった日を供試個体のふ化完了日とし、各試験区ですべての供試個体のふ化が完了するまで観察を続けた。なお、ふ化完了した供試個体は水槽から除去せずにそのまま飼育を継続した。

結果

(1) テナガエビのふ化完了個体の出現動向

図1にテナガエビの経過日毎のふ化完了個体の出現状況について、収容尾数に対するふ化完了個体数の累積割合の推移を示した。

また、付表1にテナガエビの経過日毎のふ化完了個体の出現数を示した。

ふ化完了個体の出現が最も早かったのは30℃区の2日目で、最も遅かったのは20℃区の25日目であった。

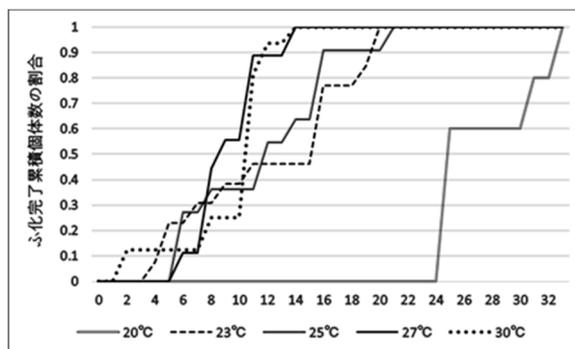


図1 ふ化完了個体の経過日数における出現数の累積割合の推移

しかし、ふ化完了個体の出現日の遅速は試験区の温度勾配とは一致せず、25℃区と27℃区では6日目にふ化完了個体が出現したのに対し、23℃区では4日目に出現していた。

一方、試験区ごとのふ化完了個体の出現は、同日に複数個体で確認されたり、また連日のようにその出現が続いた時期は、20℃区では25日目、23℃区は16日から20日の間、25℃区は12日から16日の間、27℃区は8日から11日の間、30℃区は11日から12日の間にふ化完了個体が出現していた。

このことから、抱卵エビのふ化完了の遅速には個体差があるが、群れとしてふ化が完了する経過日数は温度勾配に従い高水温区ほどふ化までの経過日数は短くなる傾向が示された。

そこで、温度勾配ごとにふ化完了個体の出現する平均経過日数を算出し表1および図2に示した。なお、平均経過日数の算出方法は、各供試個体がふ化完了した経過日数をその個体の得点として各試験区の各供試個体の得点の合計値を求め、その値を各試験区の収容尾数で除して算出した。

表1 水温区毎の平均ふ化完了経過日数

	20℃	23℃	25℃	27℃	30℃
標準偏差(上限)	31.7	18.6	17.2	12.0	13.2
平均日数	27.8	12.6	12.1	9.6	9.8
標準偏差(下限)	23.9	6.6	7.0	7.2	6.5

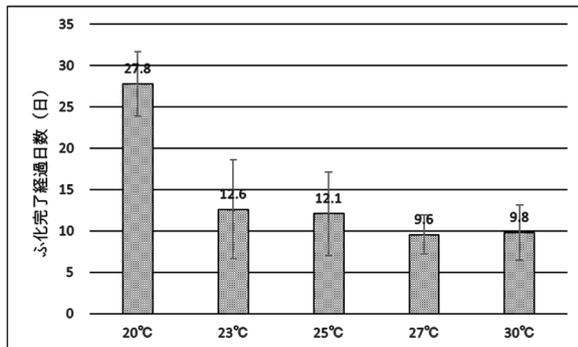


図2 水温区毎の平均ふ化完了経過日数
Bar: 平均経過日数, Line: 標準偏差

この結果、ふ化完了に要する平均経過日数は20℃区では27.8日、23℃区及び25℃区は12.1日から12.6日、27℃区及び30℃区は9.6日から9.8日となった。

20℃区と23℃区との間、また25℃区と27℃区との間では、両者の平均経過日数に有意差がみられた ($p < 0.05$) ことから、20℃から30℃までにかけてふ化までの経過日数は水温区分の上昇にしたがって、次第に短期間へと変化する傾向が明らかとなった。

このことから、ふ化に要する平均日数は20℃で約28

日間、25℃までで約12日間、27℃以上では約10日間とみなすことができた。なお、表1を積算水温になおすと表2のとおりである。

表2 水温区毎のふ化完了までの平均積算水温

	20℃	23℃	25℃	27℃	30℃
標準偏差(上限)	634	428	430	324	396
平均積算水温	556	290	303	259	294
標準偏差(下限)	478	152	175	194	195

(単位: °C・日)

考 察

本研究では、同一日に抱卵した個体群を異なる水温で飼育観察し、ふ化完了に要する日数を測定した。その結果、高水温ほどふ化までの経過日数は短くなる傾向が明らかとなったが、いずれの水温区も、全個体がふ化完了するまでの日数の幅が大きかった。最小の日数幅は20℃区と27℃区の9日間であり、最大の日数幅は23℃区の17日間であった。しかし、そのような個体はいずれの区も少数であったので、供試エビの個体差によると考えられた。この要因としては、飼育水槽へ調温しない井水を用いたこと及び水槽内にプラスチック製トラップを設置したことにより、テナガエビの居場所における水温や水流の不均衡が生じていたためと考えられた。しかし、本研究での平均ふ化完了日数は試験区の個体群の重心となる日数であることから、それら個体差の影響は小さかったといえる。

ふ化完了までの積算水温では、水温区分が上昇するにつれて平均積算水温では556℃日から259℃日まで小さくなったが、位田(1983)も20℃で600℃・日、25℃で475℃・日、30℃で330℃・日と示しており、水温上昇に伴い積算水温が小さくなる程度はほぼ一致しているといえた。

霞ヶ浦においてテナガエビの産卵期にあたる5月中旬から8月下旬の水温は、茨城県水産試験場内水面支場による測定から2012年から2023年まで水温の推移は年々上昇する傾向がみられており、この期間(約100日間)の測定値の平均値は2023年27.8℃、2012年25.4℃であり、約2.4℃の上昇がみられている。このことは近年の水温環境からみると産卵期のテナガエビのふ化完了に要する期間は次第に短期間になっていると推察された。

要 約

テナガエビの抱卵個体においてふ化完了までに要する日数、積算水温を測定するため、水温20℃、23℃、

25℃, 27℃, 30℃の各一定水温の下, それぞれ複数の抱卵個体を収容して抱卵個体のふ化が完了する日数を観察した。各試験区の収容個体はいずれも同一日に産卵受精した個体とした。同一試験区において最も早くふ化が完了した個体と最も遅くふ化が完了した個体の日数差は 9 日から 17 日までみられ, ふ化完了に至る日数には個体差がみられた。しかし各試験区とも, 多くの個体のふ化完了までの経過日数は一定の時期に収れんする傾向を示し, 温度勾配に従い高水温区ほどふ化までの経過日数は短くなった。各試験区の平均ふ化完了日数は 20℃で約 28 日, 25℃までで約 12 日, 27℃以上では約 10 日となった。近年の霞ヶ浦の産卵期における水温環境は上昇傾向にあるため, 水温環境からみると産卵期におけるふ化完了までの日数は次第に短期間になっていると推察された。

文 献

加瀬林成夫・芹田 茂 (1956) Shelter の効果に関する基礎的研究. 茨城県水産振興場調査研究報告 ; 1 : 11-18.

位田俊臣 (1983) 霞ヶ浦産テナガエビ資源の動態に関する研究-III 抱卵期などについて. 茨城県内水面水産試験場研究報告 ; 20 : 36-42.

茨城県水産試験場 (1912) 茨城県霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告. 1 : 113-138.

山根 猛 (1995) 琵琶湖テナガエビ, *Macrobrachium nipponense*, 漁獲量に現れる積算水温の影響. 近畿大農紀要 ; 28 : 61-64.

根本 孝 (2012) 霞ヶ浦産テナガエビ抱卵個体におけるふ化に対する水温の影響. 平成 24 年度日本水産学会春季大会要旨集.

付表 1 水温区別経過日別のふ化完了個体の出現数

経過日数	20℃	23℃	25℃	27℃	30℃
収容尾数	5	13	11	9	16
1					
2					2
3					
4		1			
5		2			
6			3	1	
7		1			
8			1	3	2
9		1		1	
10					
11		1		3	9
12			2		2
13					
14			1	1	1
15					
16		4	3		
17					
18					
19		1			
20		2			
21			1		
22					
23					
24					
25	3				
26					
27					
28					
29					
30					
31	1				
32					
33	1				