

霞ヶ浦におけるテナガエビの浮遊幼生の出現動向について

根本 孝

Observation of appearance of the pelagic larva of *Macrobrachium nipponense* in Lake Kasumigaura

Takashi NEMOTO

キーワード：テナガエビ，ゾエア，霞ヶ浦

Abstract

Pelagic larvae of *Macrobrachium nipponense* were collected in Lake Kasumigaura. The survey was carried out during July to October in 2012, within their summer spawning season, in the Lake Kasumigaura. The density of zoea larvae increased from the beginning of August, peaked on August 20, indicate 121.6 individuals/m³ at the peak and then began to decrease. However, a seven-day moving average of the results of the number of collected larvae shows the density shows four ups and downs. The growth of zoea larvae was observed from the difference in some frequency distribution of cephalothorax length of zoea collected during July 24 to August 31. It was suggested the observation of the density of zoea larva could be used as an indicator of future recruitment to the fisheries stock in autumn.

Key words: *Macrobrachium nipponense*, zoea larvae, Lake Kasumigaura

目 的

霞ヶ浦におけるテナガエビ *Macrobrachium nipponense* は重要な水産資源の一つであり、漁業資源としての新規加入の動向について漁業関係者の関心が高い。

霞ヶ浦におけるテナガエビの産卵期は雌の抱卵個体の出現動向から概ね5月下旬から9月中旬頃、最盛期は7月、8月であることが明らかとなっている（茨城県、1912；久保，1949；茨城県水産振興場，1955；位田，1983）。受精卵はふ化までの間、雌の親エビの腹肢の間に保持されており、そこからふ化した後は浮遊幼生となりゾエア期を過ごす。Kwon・Uno（1969）によれば、ゾエア期には9回の脱皮を繰り返した後にpostlarvaへと脱皮、変態して着底生活に入る。また、根本（1995）によれば、霞ヶ浦においては着底個体が成長して新たな漁獲対象資源として順次加入してくるのは概ね9月以降となっている。

漁業者らはこの新規の漁業資源として現れる稚エビをザザエビと称しており、小型機船底びき網漁業（通

称トロール漁業）においては9月以降になると、テナガエビが主たる漁獲対象種の一つとなる。このため漁業者の毎年のザザエビの加入動向への関心は高い。ふ化後のゾエア期の動向を把握することはその後の漁獲対象資源への加入動向の良否を推定する上で重要な指標の一つとなりうるものと考えられる。

これまで、霞ヶ浦におけるテナガエビの浮遊幼生の出現動向については既往知見において示されている（位田，1983；位田・鈴木，1979；小沼，1985；小沼ら，1984）。しかし、いずれの報文も、その採集において調査頻度が少ないことから、季節的な特性の把握となっており、連続的な時間経過としての出現動向は明らかになっていない。

そこで本研究では、テナガエビの浮遊幼生のゾエアの採集を、なるべく高い頻度で行うことで、ゾエアの出現時期や成長経過の詳細を明らかにすることにより、テナガエビの浮遊幼生であるゾエアの動向把握が将来の漁獲対象資源の予測の一つの方法となることを目指した。

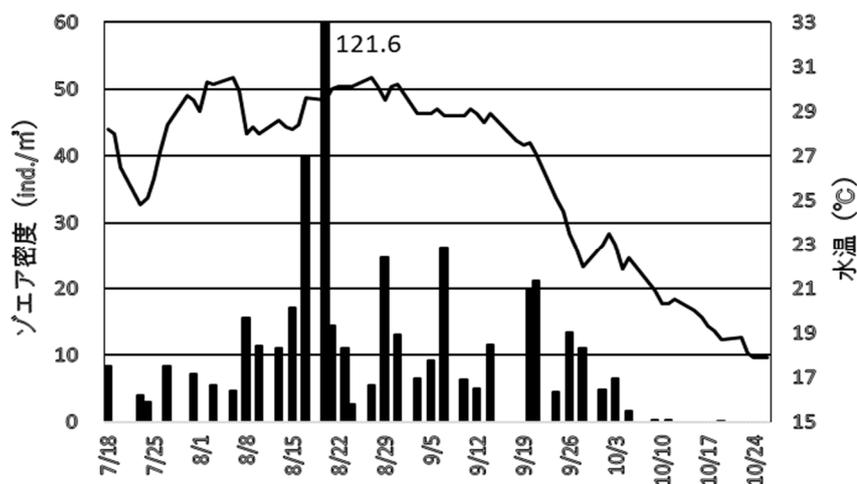


図1 採集したゾエアの分布密度の経時変化

方 法

(1) 供試個体の採集

テナガエビのゾエアの採集は、2012年7月18日から2012年10月26日まで、1日1回の採集をなるべく1日おきを実施し、期間中の採集回数は計42回であった。また採集は毎回午前9時に行った。

採集場所は、霞ヶ浦北部の高浜入りで、茨城県水産試験場内水面支場地先距岸約500mに位置する、沖合のほぼ中央部とした。なお、高浜入りの中央部の水深は約4mで平坦な湖底が広がっている。

採集方法は湖面の表層を口径45cmのノルパックネット（目合335 μ m）による水平曳とした。曳網速度は約1m/sで、曳網時間は5分間とした。採集時の曳網距離の測定は、曳網開始点と曳網終点の位置をGPS測定し、その値を国土地理院の測量計算サイト (<https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2stf.html>) により、緯度経度値から距離変換を行い1m単位で算出した。

曳網時の採集物はすべて一括して10%ホルマリンで固定した後、採集物中のテナガエビのゾエアをとりだして計数した。計数にあたっては、動物プランクトンを主体とする採集物全部に適量の水を加えて流動性を持たせ、均一に混合した状態として、その水溶液の半数分割を複数回繰り返した。複数回の分割後、採集物が適当な濃度となった段階で混合物中のテナガエビのゾエアを計数し、採集物全量中のゾエアの個体数を推定した。

結果はノルパックネットの口径と曳網距離から求めた曳網体積で除して単位体積当たりのゾエア個体数に変換した。なお、ノルパックネットの濾水率は100%とした。

また、ゾエアの成長段階をみるため、一部の採集回において採集した浮遊幼生の頭胸甲長を顕微鏡下で計測した。また、茨城県水産試験場内水面支場の観測棧橋、距岸100mの地点にて午前9時に湖水温を測定した。

結 果

(1) ゾエアの採集

表1にノルパックネットによるゾエアの採集結果を示した。2012年7月18日を採集初日として10月26日まで42回行った。その間ゾエアは毎回0個体から5,248個体まで、平均521個体/回が採集された。最初にゾエアが採集されたのは、採集初日の7月18日で、最後にゾエアが採集されたのは10月19日（調査開始日から94日目）となった。なお、10月19日のゾエアの採集は1個体で、それ以前の2回は採捕がなく、ゾエアを複数個体で連続的に採集できたのは10月11日が最後であった。

調査時の曳網距離は平均して301 \pm 28m（平均 \pm SD）となった。また曳網時の平均濾水量（ m^3 ）は、ノルパックネットの口径（面積）と曳網距離の積から求めたところ46 \pm 4.4 m^3 （平均 \pm SD）であった。

濾水量と採集個体数から採集毎のゾエア密度を算出したところ、単位体積当たり採集ゾエア数（個体/ m^3 ）は0個体/ m^3 から121.6個体/ m^3 となった。

(2) ゾエアの出現傾向と水温変化

図1に調査期間内におけるゾエア密度の推移を示した。密度は7月18日から8月6日までの間は10個体/ m^3 以下で推移し、8月8日から10個体/ m^3 を超えて増加し始めた。その後は、8月15日、17日、20日と密

度は連続して増加し、8月20日に調査期間中の最大の密度の121.6個体/m³となった。それ以降は減少傾向を示したが、20個体/m³を上回るような比較的高い日は間歇的に9月21日までみられた。10月1日以降密度は10個体/m³以下となり、10月15日以降0個体/m³となった。

調査期間中測定した観測棧橋の水深1mの水温の推移を示した(図1)。水温は、調査開始直後の7月23日に24.8℃と前日の28.2℃から一旦低下した後上昇し始め7月27日に28.4℃となった。それ以降は9月21日まで連日27.0℃以上であり、その間の最高水温は8月27日の30.5℃であった。9月21日以降は連日水温が低下し始め、10月11日に20.3℃に、それ以降は20℃以下を示し、最後にゾエアが採集できた10月19日の水温は18.7℃であった。

ゾエアの採集は平均すると2.4日毎に行ったことになるが、ゾエアの出現傾向をつかみやすくするため、付表1の結果からゾエア密度の7日間での移動平均を算出して、連続的な出現密度の変化の傾向を図2に示した。その結果、出現傾向には特徴がみられ、順に調査開始日から8月1日までに出現した群、次に8月上旬から8月22日頃までの出現群、次に8月下旬から9月10日頃までの出現群、最後に9月中旬から10月上旬頃までの出現群という、ピークを示すいくつかの時期がみられた。

(3) ゾエアの時期別頭胸甲長組成

採集したゾエアの成長経過をみるため、調査期間のうち、7月24日から8月31日までの間に17回採集したゾエアについて、その頭胸甲長を顕微鏡下にて計測した。測定した頭胸甲長は0.1mmごとに区分した頻度分布として採集日毎に表2に示した。

テナガエビの幼生はふ化後およそ20日間浮遊幼生として9期のゾエア期を経た後、脱皮してポストラバとなり着底生活に移行することが知られていること

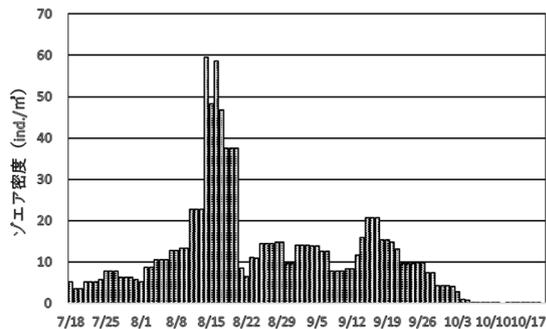


図2 7日間移動平均によるゾエア密度の経時的変化

から、頻度分布結果をゾエア各期の平均頭胸甲長をもとに(Kwon・Uno, 1969),ポストラバにいたるまでの経過時間がわかる成長の経過を、前期、中期、後期の3段階に組み分けして成長段階ごとの出現動向をみた。

組み分けは、ゾエア期の9段階の成長過程を便宜的に3区分に分けたものであるが、前期は第1期ゾエアから第3期ゾエアまでの頭胸甲長の個体とし、中期は、第4期ゾエアから第6期ゾエアまでの頭胸甲長の個体とし、後期は第7期ゾエアから第9期ゾエアまでの頭胸甲長の個体とした。

それぞれの成長段階別に出現個体数の推移を図3に示した。その結果、前期群は7月24日に20個体/m³と測定期間中の平均以上の密度を示した後一旦低下するものの、8月3日から8月21日までの間に8月17日にピークとなる急上昇を示した。また、8月27, 29日にも密度の急上昇を示した。一方、中期群もこの間3つの時期に密度のピークを示しており、それらは8月8, 10日と8月21日、そして8月27, 29日であった。なお、表2のとおり測定したゾエアはそのほとんどが前期群と中期群のゾエアで構成されており、後期群のサイズのゾエアの採捕はまれであった。

このとき前期群の出現と中期群の出現にはある周期性をもった時期のずれがみられた。それは前期群の個体数が中期群の個体数を上回った日のおよそ1週間後に中期群の個体数が前期群の個体数よりも上回っているものであった。これは群れとしてのゾエアが、時間経過とともに変態により成長し、その結果が後に中期群の増加として現れているといえた。

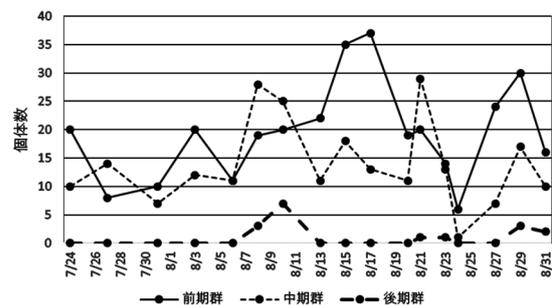


図3 採集したゾエアの成長段階別構成数の推移

考 察

霞ヶ浦におけるテナガエビ幼生の出現に関するこれまでの知見からは、鈴木・位田(1977)は7回の表層の水平曳の結果から、ゾエアは7月に出現し8月上旬に個体数密度がピークになるとし、そのピーク時密度

表1 ゴエアの採集結果

採集日	経過日数	曳網距離	採集個体数	密度
	日目	m	ind.	ind./m ³
7月18日	1	276	352	8.4
7月23日	6	294	180	4.0
7月24日	7	287	128	2.9
7月27日	10	301	384	8.4
7月31日	14	295	320	7.1
8月3日	17	312	264	5.6
8月6日	20	248	176	4.7
8月8日	22	293	696	15.6
8月10日	24	290	504	11.4
8月13日	27	312	528	11.1
8月15日	29	331	864	17.2
8月17日	31	295	1,792	40.0
8月20日	34	284	5,248	121.6
8月21日	35	270	592	14.4
8月23日	37	284	480	11.1
8月24日	38	280	112	2.6
8月27日	41	303	256	5.6
8月29日	43	294	1,104	24.7
8月31日	45	234	464	13.0
9月3日	48	299	296	6.5
9月5日	50	292	412	9.3
9月7日	52	313	1,248	26.2
9月10日	55	316	304	6.3
9月12日	57	300	232	5.1
9月14日	59	231	408	11.6
9月20日	65	294	896	20.1
9月21日	66	315	1,016	21.2
9月24日	69	321	224	4.6
9月26日	71	329	672	13.4
9月28日	73	343	576	11.0
10月1日	76	317	232	4.8
10月3日	78	335	336	6.6
10月5日	80	275	68	1.6
10月9日	84	304	14	0.3
10月11日	86	360	13	0.2
10月15日	90	316	0	0.0
10月17日	92	309	0	0.0
10月19日	94	386	1	0.0
10月22日	97	293	0	0.0
10月24日	99	290	0	0.0
10月26日	101	297	0	0.0
最大値		386	5,248	121.6
最小値		231	0	0.0
平均値		300	521	11.7
SD		28	850	19.5

表2 採集したゾエアの頭胸甲長組成の経時変化

CL(mm)	7/24	7/27	7/31	8/3	8/6	8/8	8/10	8/13	8/15	8/17	8/20	8/21	8/23	8/24	8/27	8/29	8/31
0.1≦ CL <0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2≦ CL <0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3≦ CL <0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4≦ CL <0.5	12	0	2	2	3	14	12	15	20	24	9	7	11	5	8	13	9
0.5≦ CL <0.6	8	8	8	18	8	5	8	7	14	13	10	13	3	1	16	17	7
0.6≦ CL <0.7	0	7	4	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7≦ CL <0.8	2	6	3	4	0	3	12	3	8	7	7	9	8	0	3	8	3
0.8≦ CL <0.9	4	0	0	0	1	9	4	7	6	4	1	13	3	1	2	7	5
0.9≦ CL <0.10	4	1	0	1	0	10	6	1	4	0	2	5	2	0	2	1	1
0.10≦ CL <0.11	0	0	0	0	0	6	3	0	0	2	1	2	0	0	0	1	1
0.11≦ CL <0.12	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2
0.12≦ CL <0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.13≦ CL <0.14	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0.14≦ CL <0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.15≦ CL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	30	22	17	32	22	50	52	33	53	50	30	50	28	7	31	50	28
min	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
MAX	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7	1.2	1.5	0.9	0.9	1	1	1.1	1.2	0.7	0.9	1.2	1.1
average	0.54	0.55	0.48	0.50	0.50	0.69	0.68	0.51	0.51	0.49	0.53	0.63	0.55	0.43	0.52	0.57	0.59
SD	0.19	0.12	0.11	0.10	0.09	0.26	0.28	0.18	0.18	0.15	0.18	0.18	0.21	0.14	0.13	0.20	0.23
前期群	20	8	10	20	11	19	20	22	35	37	19	20	14	6	24	30	16
中期群	10	14	7	12	11	28	25	11	18	13	11	29	13	1	7	17	10
後期群	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	1	1	0	0	3	2

は約 15 個体/m³であった。また、位田・鈴木 (1979) は 7 回の表層の水平曳の結果から、6 月下旬から 10 月上旬までゾエアが出現し 8 月下旬がピークとした。

小沼ら (1984) は 6 回の水平曳の採集結果から、ゾエアは 7 月 28 日から 10 月 19 日までの間出現し 8 月 18 日がピークと示した。このほか、小沼 (1985) は各年 5 回の水平曳の採集結果から 1983 年は 7 月中旬から 10 月中旬に出現し、8 月 10 日がピークで 24 個体/m³、1984 年は 6 月下旬から 9 月中旬まで出現し、8 月 25 日がピークで 15 個体/m³と示した。

これらのテナガエビの幼生の出現動向は、総じて 8 月中下旬が出現のピークであるとしているのみであり、細かい時系列での変化は示されていないいわば定性的な知見であった。しかし今回の調査から、ゾエアの出現は 8 月中旬を密度のピークとしつつも、複数回の出現密度の高まりがみられることが明らかとなった。

今回の調査開始は 7 月 18 日であるが、その時点でゾエアが採捕されていたことから、7 月 18 日以前にもゾエア密度の高まりがある可能性もうかがえた。

事実、根本 (2012) によれば、この年 2012 年に霞ヶ浦において抱卵したテナガエビ個体を初めて確認したのは 5 月 15 日であり、最後に抱卵個体を確認したのは 9 月 18 日が最終であった。また、茨城県水産試験場内水面支場の観測棧橋、距岸 100m の地点での水深 1m 点の水温は 5 月 15 日から 6 月 14 日までの 1 か月間の平均水温は 21.3°C であったことと、位田 (1983)

がはく離したテナガエビの受精卵を水温 20°C でふ化まで観察した結果から積算水温をおよそ 600°C 日と推定していることや、根本 (2012) が水槽飼育により抱卵エビを水温 20°C でふ化までの期間を観察した結果では、試験した抱卵エビの 80% がふ化完了した期間を 31.0 日、積算温度 620.0°C 日としていることから、すでに初確認の抱卵個体からは 2012 年 6 月中旬にはゾエアが出現していると推察される。

本研究で採集されたゾエアの分布密度としては、採集された回のみ結果からみると、最小値 0.02 個体/m³、最大値 121.6 個体/m³、平均 11.7 個体/m³となっている。一方で、既往知見で得られている密度では鈴木・位田 (1977) の最大値 15.6 個体/m³、位田 (1979) の最大値 3.5 個体/m³、小沼 (1985) の最大値が 24 個体/m³となっている。このとき、1977 年から 1985 年までの霞ヶ浦におけるえび類の年平均漁獲量は 2,828 トンであるのに対し、本研究時の 2012 年のえび類の年間漁獲量が 272 トンとその差は大きい。よって、ゾエア密度と年間漁獲量との関係はまだみえていない。

今後はゾエアの高い採集頻度での出現動向を長期にわたり把握することで、ゾエアの出現動向と漁獲対象資源の加入動向との関係が明確になると考えられた。

要 約

霞ヶ浦におけるテナガエビの漁獲対象資源への新規

加入動向の指標とするため、その産卵期にあわせてふ化後のゾエア幼生を採集しその出現動向を観察した。

2012年7月18日から2012年10月26日まで延べ42回、ノルパックネットの水平曳により採集を行った結果、ゾエア幼生は7月18日から10月19日の間採集され、採集毎のゾエア幼生の密度は0から121.6個体/m³となった。

ゾエア幼生の密度は凡そ8月上旬から高まり8月20日にピークを迎えその後減少に転じた。しかし調査期間中の採捕結果を7日間移動平均による変化傾向をみると、密度の上下動の動きが調査期間中4つ現れた。

採集したゾエアのうち、7月24日から8月31日までの間に採集したゾエアの頭胸甲長の頻度分布の推移をゾエア幼生の成長サイズに合わせて前期、中期、後期の3区分に分けてみた結果、前期群の出現密度は凡そ8月17日と8月27、29日に密度のピークを示し、中期群は8月8、10日と8月21日、8月27、29日に密度のピークを示した。このうち前期群と中期群の出現ピークのずれはちょうどその間のゾエア幼生の成長が現れているものといえた。

長期間高頻度でのゾエア幼生の出現を把握することで分布密度の複数回の変動が明らかになったことで、テナガエビが産卵期に複数回の抱卵ふ化を行うこととの関連が伺えたほか、今後のデータの蓄積により漁獲対象資源への加入動向との関係が明確になっていくと考えられた。

謝 辞

本報告を執筆するにあたり、採集調査にご協力いただいた現茨城県水産試験場内水面支場の大塚久美子氏に厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 小沼洋司 (1985) 霞ヶ浦・北浦の湖沖帯に現れる稚仔とその摂餌酸素について. 茨城県内水面水産試験場研究報告; 22: 1-44.
- 小沼洋司・高橋惇・鈴木健二・藤富正毅 (1984) 霞ヶ浦における底生動物の生産に関する研究-I. -ハゼ類及びテナガエビの生態と現存量-. 国立公害研究所研究報告; 53: 61-84.
- Kwon Chin Soo, Yutaka Uno (1969) The Larval Development of *Macrobrachium nipponense* (De Haan) reared in the Laboratory. Bulletin de la Societe frsanco-japonaise d'oceanographie; Tone

7: No4.

- 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.
- 茨城県水産振興場 (1955) 霞ヶ浦におけるえび類の産卵期について. 調査資料 17: 1-5.
- 鈴木健二・位田俊臣 (1977) 霞ヶ浦における漁業資源の生産構造に関する研究-I 食物連鎖におけるワカサギの地位. 茨城県内水面水産試験場研究報告; 14: 1-10.
- 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.
- 位田俊臣・鈴木健二 (1979) 霞ヶ浦テナガエビ資源の動態に関する研究-II. ゾエアの被捕食構造. 茨城県内水面水産試験場研究報告; 16: 99-109.
- 根本 孝 (2012) 霞ヶ浦のテナガエビ抱卵個体のふ化に対する水温の影響. 平成 24 年度日本水産学会秋季大会要旨集; 926.
- 根本 孝 (1995) 霞ヶ浦におけるテナガエビ資源量の経年変動. 茨城県内水面水産試験場研究報告; 31: 1-22.