

霞ヶ浦におけるテナガエビ個体群の成長と産卵成熟過程の観察

根本 孝

Observation of the process of growth and maturation in a population of *Macrobrachium nipponense* in
Lake Kasumigaura

Takashi NEMOTO

キーワード：テナガエビ，個体群，成長，成熟，霞ヶ浦

Abstract

Observation of the process of growth and maturation of the shrimps, *Macrobrachium nipponense*, in Lake Kasumigaura shows as below,

When water temperature reaches about 20°C in the spring, females begin to mature and then spawn. At the beginning of the spawning season, the larger females begin to mature, and the smaller females begin to mature later. Newly born shrimps were sequentially added to the population from August onward. In mid-August, very small shrimp with CL (Carapace Length) sizes of about 4 mm to 7 mm also began to mature and then embrace fertilized eggs, indicating that females newly born in its summer also begin to spawn as early as the parental generation from the summer of that year. After the spawning season in the summer, most of the larger individuals involved in spawning both males and females disappeared gradually because of its life span. During the winter months, the overwintering and surviving shrimp population show little growth due to the low water temperatures.

Key words: *Macrobrachium nipponense*, population, growth, maturation, Lake Kasumigaura

目 的

霞ヶ浦のテナガエビ *Macrobrachium nipponense*, は重要な水産資源の一つである。しかし近年、霞ヶ浦におけるテナガエビ漁獲量は大きく減少しており、1975年には過去最高の4,305トンを記録したもののその後長く減少傾向が続き2022年は19トンとなっている。こうした中、テナガエビ資源を持続的に利用していくためには、テナガエビ個体群としての成長や再生産等の生態を明らかにすることが必要となってくる。これまで、テナガエビ個体群の資源生物学的な研究は数多く示されており、霞ヶ浦におけるテナガエビの産卵期は、概ね5月下旬から9月中旬頃であり、最盛期は7月、8月であるとされている（茨城県水産試験場, 1912; 久保, 1949; 加瀬林ら, 1956; 位田,

1983)。

また、テナガエビの行動生態については、根本(1992)によれば、テナガエビは霞ヶ浦の全域に分布し、通常は水深3m以深程度の水底にいるほか、物陰となるシェルター様構造物等への蟻集指向が強く、特に産卵期にはメスの蟻集が顕著であってメスの性比が極めて高いほか、越冬期もオスメスともにシェルター様構造物の蟻集密度は、周辺の平坦域の密度よりも高いことなどが明らかとなっている。加瀬林(1956)、中村ら(1989)によれば産卵期にシェルターへ蟻集することで産卵に関与するテナガエビが保護されるとしている。

こうした特性は、茨城県水産試験場(1912)においてテナガエビが湖岸の水生植物帯へも蟻集するとされていることや、霞ヶ浦では古くから伝統漁法として、

粗朶を束ねた束を沈めて、そこへ蟻集するテナガエビを漁獲する筐浸漁が行われていることとも符合している。

また、再生産の過程においては、茨城県水産試験場 (1912) によると、テナガエビのメスの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とされている。また位田 (1983) は、一産卵期間において同一個体が複数回の産卵を行うと指摘しており、したがって毎年の再生産の動向は夏季の湖水温の動向によって影響を受けていると考えられる。

メスの産卵期における成熟過程の進行は、卵巣の発達が見られた後、交尾・産卵を経て、受精卵を腹肢の間で抱卵・保育し、ふ化へと進む。また、その成熟の時期は各個体の体サイズなどによって異なるほか、同一個体が一産卵期に、受精卵のふ化後直ちに次の成熟産卵過程に入るという、複数回の産卵を行う個体もあることから、天然水域においてテナガエビ個体群としての再生産への成熟の過程は、様々な成熟段階の個体が同時に存在している形で観察されている。

しかし、これまでの個体群の成熟過程についての研究では、産卵期が比較的長いことから季節的、月単位での評価が中心であり、短い時間間隔でかつ個々の成長差にも着目して、様々な成熟段階が同時に進行する成熟過程を追跡した研究は少ない。

そこで本研究では、年間を通じてテナガエビ個体群の成長パターンを追跡するほか、短い時間間隔によりメス個体群の成長と成熟過程の推移を観察した。

材料と方法

(1) 供試個体の採集

テナガエビの採集は、2012年4月12日から2013年3月25日まで行った。

採集地点は、茨城県行方市玉造甲地先の茨城県水産試験場内水面支場の栈橋であり、あらかじめ湖底に沈めておいたシェルター様のプラスチック製トラップを引き上げて採集した。なお、トラップの設置位置は距岸100m、水深約3.5mの湖底とした。

トラップの形状は、テナガエビの蟻集を誘因する効果が確認されている筒型シェルター構造であり (中村ら, 1989; 根本, 1991), 作成したトラップは口径10cm, 長さ50cm, 表面が2cm×3cmのメッシュ状となっているプラスチック製の筒を15本、ピラミッド状に積

み上げて固定した。

トラップ全体のサイズは縦50cm, 横50cm, 高さ45cmの三角柱であり、その側面の一部と底面にはトラップを引き上げる際にテナガエビが逸散しにくいよう、トラップをくるむ様に5mm目合のモジ網を取り付けた。

トラップの引き上げは1日1回行った。また、引き上げは可能な限り毎月高い頻度で行った。採集した回数は表1のとおり、期間中合計で123回である。

採集したテナガエビは、原則として全量について雌雄判別を行い、全個体の頭胸甲長 (以後「CL」と表記する。Carapace Length) と体重を測定した。

また、メス個体については産卵期における成熟の進行過程を確認するため、測定の都度頭胸甲内の卵巣の発達の程度を外部から肉眼で観察して、成熟の状態を以下により5段階に類型化した。

成熟状況の類型区分は、頭胸甲内の卵巣の発達が認められない個体を「未熟」とし、次に卵巣の発達が始まり、卵巣の色が外観上、薄緑色、黄色、オレンジ色を呈している個体を「成熟」とし、受精卵を腹肢の間に付着、充満させて保育している個体を「抱卵」とした。次に、受精卵がまだ一部腹肢に付着しているもののそれと同時に卵巣が再び発達している個体及び、受精卵はすべてふ化し腹肢の間が空洞のように開いている状態で卵巣が再び発達している個体を「再成熟」とした。そして、腹肢の間が空洞のように広がっており、かつ卵巣の発達が認められない個体を「産卵終了」 (以後「終了」と記す。) とした (図2)。

なお、受精卵がふ化した後腹肢の間が広がっており、かつ空洞のように開いた形態については、ふ化を終えたメスは、第二腹節の側板が外側に広がったままの状態にあり、また腹肢の間隔が開いていることから、腹面がよく観察できるか否かをもって判定した。

また、雌雄の判別は茨城県水産試験場 (1912), I.Kubo (1937) に基づき、第二腹肢の内葉の突起の有無を実体顕微鏡下で確認することにより行った。

表1 トラップ引き上げ回数の月別推移

月	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	計
回数	2	14	11	15	19	10	12	11	9	8	5	7	123

結 果

(1) テナガエビの採集結果

付表 1, 付表 2 に採集したテナガエビについて雌雄別に, CL のサイズ別頻度を月別にまとめた推移を示した。

付表から雌雄比の傾向をみると, 表 2 のとおり 4 月及び 12 月から 3 月は, メス比率が 40% から 50% 台にあり, ほぼ 1:1 だが, 産卵期に相当する 5 月から 9 月は, メスの比率が 70% を超えていた。

また, 月毎に引き上げ 1 回あたりの採集個体数を算出してその推移をみると, 7 月から 9 月の産卵期と 2 月, 3 月の越冬期は, 年間の月平均値を上回り, 採集量が高まることを示していた。

表 2 採集したテナガエビの性比及び平均採集数

月	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
メス比(%)	51.1	73.8	82.8	85.1	89.7	91.2	67.9	65.3	57.6	43.3	54.3	54.1
採集数/回	24	29	31	40	58	65	39	28	31	27	63	45

(2) テナガエビ個体群の成長

雌雄別のテナガエビについて, それぞれ 4 月から翌年 3 月までの成長過程をみるため, 付表 1, 付表 2 から作成した CL の頻度分布の推移を図 1 に示した。

図 1 (左側) のオスの推移をみると, 5 月は 6mm 台にモード (図 1 (左側) 横軸 7 の階級を指す。CL が 6mm 以上 7mm 未満である階級。) をもつ単峰形を示し, 6 月は 7mm 台にモードが移動し, 7 月は 8mm 台をモードとして同じ単峰形で推移した。この間の個体群の成長を示していた。

なお, 4 月は個体数が少なく単峰形の形は不明瞭であるが, 採集個体の CL の範囲は 5 月と同じであった。なお, 最小個体は 4 月から 6 月までの間に CL4mm 台に現れた。

8 月は顕著な二峰形を示し, CL9mm 台をモードとする群と CL4mm 台をモードとする群に分かれた。小型の群は今季新たにふ化した新規加入の稚エビ群であり, 大型の群は越冬群として 4 月以降成長している親エビ世代である。ここで小型群の CL の幅は 2mm 台から概ね 5mm 台とみられるが, 4 月からの主群の推移をみると, 両者の CL サイズの境界は不明瞭であり, CL6mm 台前後のテナガエビには両方の群が混在しているといえた。

9 月から 11 月にかけては, 二峰形はそれぞれのモードを徐々に成長させながら推移した。

特に, 親エビ世代において 10 月のモードを 12mm 台とする群と 11 月のモードを 13mm 台とする群は,

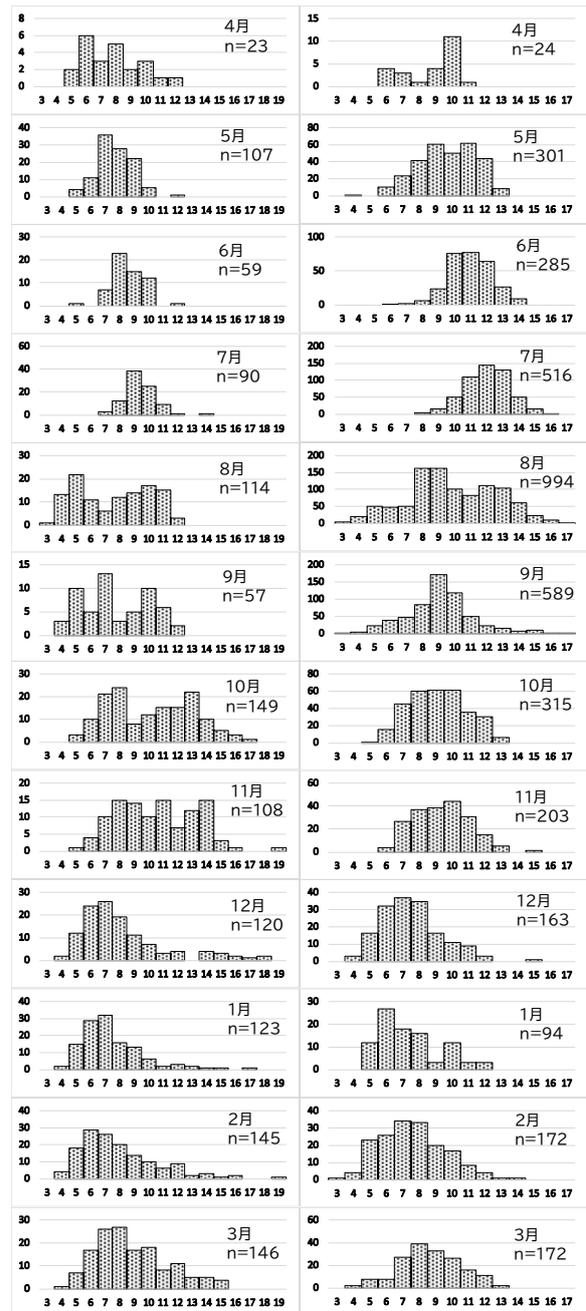


図 1 テナガエビの CL 組成の推移 (L: male, R: female)
横軸: CL 階級 (mm), 横軸の数字 (n) は $(n-1) \leq CL < n$ を示す。

第二胸脚が著しく伸長した, いわゆる“トビ”状の典型的な大型のオスを中心とするものであるが, 一方で, CL7mm 台付近に含まれる個体では, 第二胸脚の著しい伸長はみられない個体であった。この特徴は, “トビ”状の大型オス個体による小型オスへの成長抑制作用が現れている例といえた (酒井ら, 1986)。

12 月以降になると, 親エビ世代の群では特にトビ状の大型オスを中心として急激に個体数が減少した。これは自然死亡による減耗も反映されていると考えられる。

一方, 稚エビ群では, 8 月にその出現がみられて以

降, 11月にモードが7mm台まで成長した。しかし12月, 1月になるとモードが6mm台に小型化を示し, 2月にはさらにモードが5mm台となった。3月にモードは再び7mm台になったが, 群れの構成は小型の個体群が主体であった。

このように12月にみられた稚エビ群のモードの低下は産卵期の後半時期にふ化した稚エビ群が順次加わってきたこと示し, この間は越冬期にあたることから, 稚エビ群の成長も停滞していることの現れといえた。

次に図1(右側)のメスのCL組成の推移をみると, 4月は個体数は少ないが二峰形がうかがえ, CLのモードは9mm台と5mm台にみられた。

5月から7月までは, 4月にみられた大型群が主体となった形の単峰形で推移し, 7月のモードは11mm台まで成長した。

8月には, 4月にみられた二峰形がそれぞれ成長した形が現れ, CL11mm台と8mm台をモードとする明瞭な二峰形を示した。ここで新たにふ化した新規加入の稚エビ群がCL2mm台以上でみられた。このときオスと同様, CL6mm台前後のテナガエビには, 稚エビ群と親エビ世代の小型群が混在しているといえた。

9月になると, 8月のCL11mm台をモードとした大型群は急激に個体数が減少し, 親エビ世代のうちの小型群と稚エビ群が混在するCL8mm台をモードとする単峰形となった。

10月, 11月はモードを9mm台として単峰形が推移しているが, その主体は6mmから8mm台までの小さい個体群に偏っており, 稚エビ群の加入が順次現れていることを示していた。

12月には単峰形のモードが6mm台へと低下した。それ以降3月まで単峰形のまま推移し, またその成長は, モードの推移では, 1月は5mm台に, 2月は6mm台に, 3月は7mm台とわずかずつの上昇であった。11月から12月へのモードの低下と, その後の単峰形での推移は, オスと同様産卵期の後半にふ化した稚エビ群の加入が続いていることと, 越冬期における個体群の成長停滞を示している。

(3) テナガエビ(メス)の時期別の成熟過程

テナガエビのメス個体群の産卵にむけた成熟過程の推移をみるため, 採集したすべてのメス個体の成熟段階を5つの類型に分けた。なお, 5類型の模式図を図2に示した。

また, 類型別の出現割合を毎月の旬別に集計し, その推移を図3に示した。

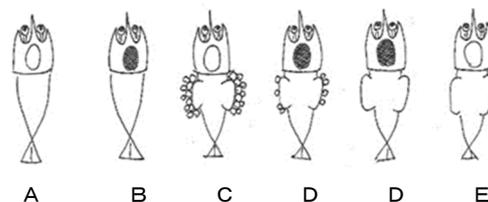


図2 テナガエビ(メス)の成熟過程の模式図

A: 未熟, B: 成熟, C: 抱卵, D: 再成熟, E: 終了

5月上旬の個体群はすべての個体で「未熟(A)」の段階にあり成熟は始まっていなかった。

5月中旬は, 「未熟」は36.5%(5月中旬のメス個体全体の36.5%)に減少した一方, 「成熟(B)」が62.0%で群れの主体となった。さらに「抱卵(C)」が2尾(1.5%)出現した。よってこの時期から急速に成熟が始まったといえた。なお, この時期のトラップ設置場所の水温は(水深1m点の毎日午前9時測定結果による。)旬別の平均値をとると, 4月下旬, 5月上旬, 5月中旬, 5月下旬の順に14.8°C, 18.9°C, 19.8°C, 20.9°Cであった。

6月中旬は, 「未熟」5.2%, 「成熟」20.9%, 「抱卵」51.3%となった。さらに「再成熟(D)」も21.7%の割合で出現したほか, 今期の産卵過程を終えた「終了(E)」も1尾(0.9%)出現した。これは6月上旬には産卵期の初期に抱卵した群から最初のふ化が始まったことを示していた。

7月中旬は, 「未熟」は0尾, 「成熟」も1尾(0.6%)に減少した。一方で, 「抱卵」75.6%, 「再成熟」18.8%となり, 両者の合計では94%を超えた。この合計値は旬別でみると最も高く, この時期には, ほぼすべてのメスが産卵に関与していた。なお, 「終了」も8尾(5.0%)へと増加した。

7月下旬は, 「成熟」が0尾となった一方, 「抱卵」56.6%, 「再成熟」21.9%, 「終了」21.1%となった。これは7月上旬の成熟段階の構成が一段階進行した形になっており, 7月で越冬群世代による初回の産卵に向けての成熟は終了したことを示していた。

8月になると成熟過程の構成に大きな変化がみられた。それは「未熟」の割合が増大してきたもので, 今期の産卵期にふ化した稚エビ群が加入してきたためといえた。

8月中旬, 8月下旬には, 7月に一旦みられなくなった「成熟」が再び出現し, それぞれ23.7%と18.1%を占めた。これは未熟個体が初めての産卵に向けて成熟を開始したことを指しているが, これらは図1のメスのCL頻度分布の8月において明瞭な二峰形が現れた群

れと呼応しているものといえた。

ここで8月の「再成熟」の割合を旬別にみると、8月上旬3.7%、同中旬5.3%、同下旬0.9%であり、7月のその割合に比べて大きく低下していたことから、産卵（抱卵）した個体群が、再度の産卵に関与しうる時期は6月中旬から7月下旬までの間といえた。

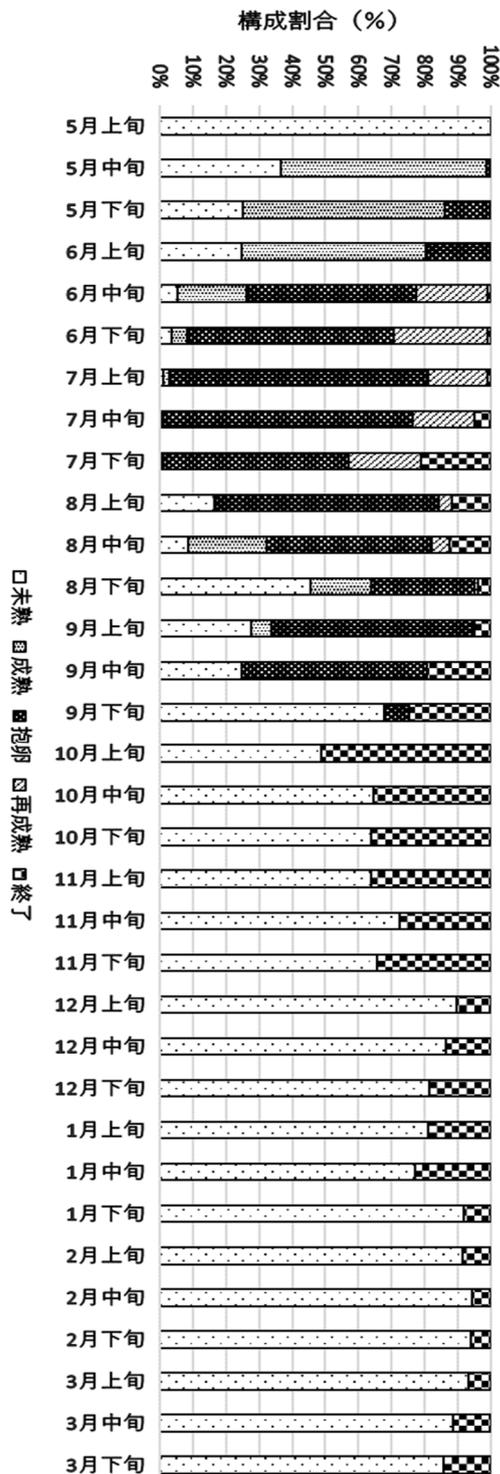


図3 テナガエビ（メス）の成熟段階別出現割合の旬別推移

「成熟」は9月上旬に「成熟」5.9%出現したことを最後にそれ以降はみられなかった。一方、8月の「成熟」は9月上旬に「抱卵」へと変わり、その割合は60.9%を占め、次いで9月中旬には56.3%を占めた。しかし、9月下旬になると「抱卵」は6尾(7.4%)まで減少し、10月以降「抱卵」はみられなくなった。このことから、産卵への成熟発達は9月上旬で終了し、抱卵個体からのふ化は9月下旬で終了した。

なお、9月の水深1mの水温は、旬別平均値では、9月上旬、同中旬、同下旬の順に28.9℃、28.3℃、24.2℃であり、中旬以降に水溫が急速に低下した。

10月から3月までは、個体群の構成は、「未熟」と「終了」のみとなった。一方で、「終了」の割合は10月以降月を追うごとに徐々に低下し、その個体数は2月全体では6.9%、3月全体で9.8%へと減少した。

(4) テナガエビ（メス）のサイズ別の成熟過程

メスの4月以降の成長過程をみると、越冬群は親エビ世代となるがその体サイズにはすでに大小の成長差がみられており、次いで新たにふ化した小型の稚エビが加わってくるという構成を示している。また、夏の水溫上昇により成長が促進されることから、親エビ世代の小型群と成長が進んだ稚エビ群との間には体サイズの差が次第に目立たなくなってくる。このように二つの世代と三つの体サイズの群れが混在する中、5月から9月までの長期の産卵期において個々のエビは成長に応じた成熟発達をみせるため、個体群の成熟状況は同時に様々な発達段階の群れが現れるものといえた。

そこで、図4に体サイズ別の成熟段階の構成について旬別の推移を示した。

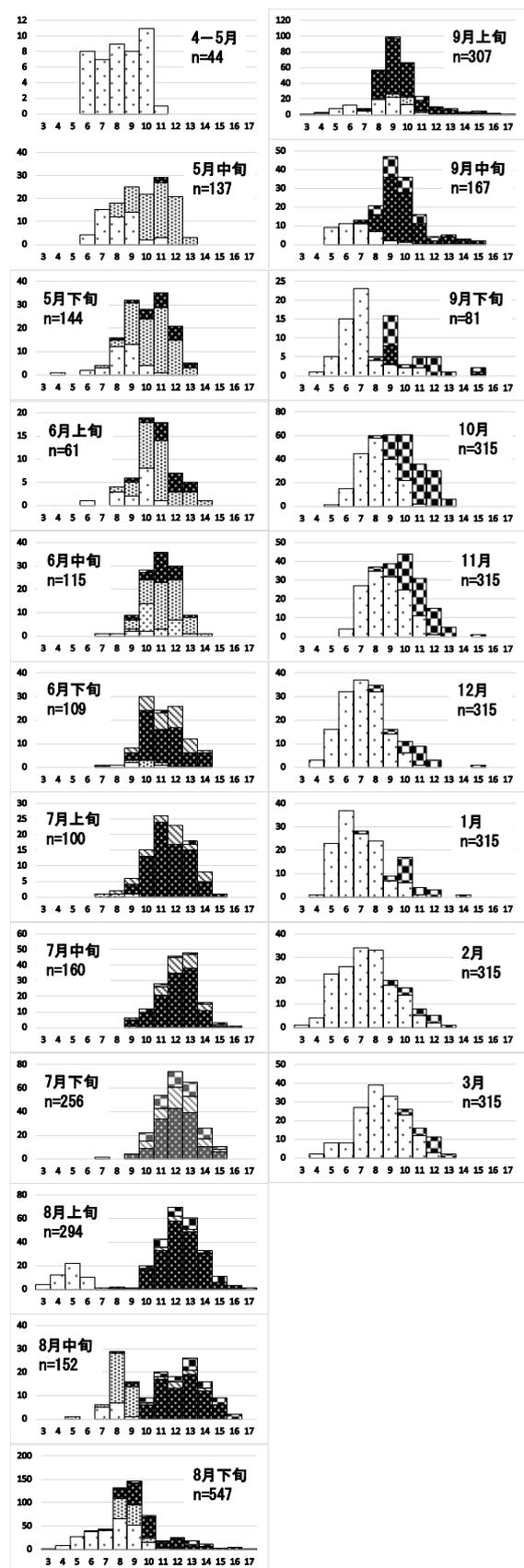
5月中旬にみられた卵巣の発達開始は主にCL9mm台以上の大型の群から始まっており、それより小型群での発達は一部にとどまっていた。またこの時期、最初に出現した抱卵個体はCL10mm台であった。

5月下旬には、多くの小型群にも卵巣の発達がみられ、CL7mm台に抱卵個体が出現した。なお、「抱卵」の主体はCL9mm台以上で、5月中旬の「成熟」から進行したものといえた。

6月下旬には、すべてのサイズで「抱卵」または「再成熟」の個体がみられ、CL6mm台の抱卵個体も出現した。

6月下旬から7月中旬までの間、すべてのサイズで、ほぼすべての個体が「抱卵」と「再成熟」の段階となっていた。

しかし、「終了」の個体はまだ少数なことからこの期



□未熟 ■成熟 ▨抱卵 ▩再成熟 ▤終了

図4 テナガエビ(メス)のCL別成熟段階の季節推移 横軸:CL階級(mm), 数字(n)は(n-1) ≤ CL < nを示す

間が産卵の盛期にあたるといえた。7月下旬は、CL9mm以上の群において「終了」の個体が急増加した。

8月上旬は、それまでの単峰形からCL4mm台をモードとする小型群が加わり、明瞭な二峰形となった。それら小型群は大部分が「未熟」の新規加入の稚エビ群であった。しかし、二つのモードの境界付近のCL7mm台の個体は、それが親エビ世代か新規加入の稚エビ群であるかを外観上明確に区別することは困難であり、「成熟」と「抱卵」の個体がそれぞれ1尾みられた。

8月中旬は、多くの「成熟」がCL7mm台をモードに出現した。また、稚エビ群とみなしうるCL4mm台にも「成熟」の個体が出現した。このとき「抱卵」の主体はCL9mm以上であったが、CL7mm台と8mm台にも抱卵個体が計3尾出現した。

8月下旬になるとは、CL5mm台に「成熟」個体が出現したほか、6mm台に「抱卵」個体が出現した。また、「抱卵」の主体が急に小型化し、CL9mm台以下の群となった。

ここで8月上旬に出現した稚エビ群の「未熟」の成長過程を8月下旬までの推移から判断すると、8月のCL7mm台にみられた「成熟」、「抱卵」は稚エビ群が主体と考えられ、さらにより小型の4mm台から6mm台の個体にも「成熟」と「抱卵」段階の個体が現れたことから、明らかに新規加入の稚エビの一部はその年の産卵に関与するといえた。

9月上旬は、「成熟」がCL7mm台を最小として出現した。しかしそれ以降「成熟」はみられなくなった。「抱卵」は8mm台を主体とし、CL6mm台を最小に出現した。

9月中旬は「抱卵」の出現するほぼ最後の時期となった。9月下旬にみられた「抱卵」の個体は6尾でごく少数であった。

10月から3月までの間、個体群の構成は「未熟」と「終了」のみで推移した。「終了」は大部分がCL9mm台以上の個体であり、経過とともに大型個体の数は減少した。

考 察

霞ヶ浦におけるテナガエビの年間漁獲量には大きな増減がみられている。その経過は、霞ヶ浦の流出部の常陸利根川に常陸川水門が設置された1963年以降の漁獲量は、それまで年間千トン以下であったが急増

し、1975年に過去最高の4,305トンを記録した。その後減少傾向となり、2003年に322トンまで減少した。しかし翌年は644トンに増加した。しかし再び減少し2022年に19トンとなった。長期にわたり漁獲量が大きく減少した要因は、湖沼環境以外にも社会的な情勢等様々な要因による複合的な影響と考えられるが、要因もその軽重も不明確である。こうした中2004年にわずか1年で2倍に漁獲量が回復した要因も不明確である。このことからテナガエビの成長段階を細分化しその推移をみることで、霞ヶ浦のテナガエビ個体群の変動が現れる段階を明らかにし、環境要因との関係を検討していくことが必要といえた。

本研究では、特にメス個体群の産卵成熟過程を中心に、産卵期における成長段階を細分化して観察を行った。

産卵期にシェルター様トラップに蝟集したテナガエビは、メスが70%以上と特異的に高い割合である中、同時期の、平坦な湖底であり蝟集する空間がない霞ヶ浦の沖側に分布する、テナガエビの産卵期における性比は不明だが、位田(1983)は6月から8月にトロール漁法で得られた沖側のテナガエビのメスの割合は平均50.9%と示している。

また、今回越冬期に蝟集した個体の性比はほぼ50%ずつとなったが、同年の2012年の越冬期にトロール漁法で採捕した沖側のテナガエビの性比も、1月はメス55%、4月はメス56%であった(根本、私信)。これは産卵期のメスは特に、平坦な沖側の湖底よりもいわゆる物陰部分へ分布域を移動する性向が高まるといえよう。メスにとって、中村ら(1989)のシェルターには食害などの影響を受けにくい効果があるとの指摘のとおり、より安定的に産卵、再生産の機会を確保できることになる。

また、シェルター様トラップではオスメスともに産卵期後は越冬期にかけて、大型群の個体数が大きく減少したが、同時期の沖側の分布量でも同様の減少がみられ、かつ沖側では急激な減少であった(図5 茨城県水産試験場内水面支場)。これは大型群が産卵期後、死亡により大きく減耗している中、翌春へ生き残る大型群が越冬期に分布域を移動していることを示唆している。

メスの産卵成熟過程では、外部観察で初めて卵巣の発達が認められた「成熟」の個体の出現は、5月11日の採集からであり、最初の「抱卵」の個体は5月15日の採集からであった。成熟開始時期は気象条件、特に水温によって変化すると考えられ、酒井ら(1986)は

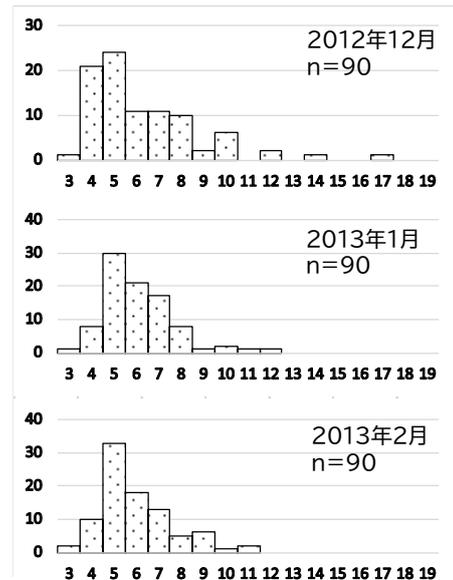


図5 沖側におけるテナガエビのCL組成
横軸：CL階級(mm)
横軸の数字(n)は(n-1) ≤ CL < nを示す。

水温 20℃を超えると卵巣の発達が始まると指摘している。今回5月中旬の平均水温は19.8℃で、5月16日に20.1℃となっており、この指摘と一致していた。

テナガエビは複数回産卵することが明らかとなっているが、現場調査から産卵回数を推定することは困難であるが、今回、新規加入した稚エビ群の一部がその年の産卵期に産卵に関与することが、CL組成の推移から明らかとなった。

今後、テナガエビ個体群としての成熟過程の良否やその時期の相違が再生産に及ぼす影響を明らかにすることにより、霞ヶ浦のテナガエビの資源変動機構の解明にむけて寄与できると考えられた。

文 献

- 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. 113-138.
- 久保伊津男(1949)淡水産エビ類の増産に関する研究. 水産研究会報; 2: 47-63.
- 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: 11-18.
- 位田俊臣(1983)霞ヶ浦産テナガエビの資源の動態に関する研究-3-抱卵期などについて. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告; 20: 36-42.
- 根本 孝(1992)霞ヶ浦におけるテナガエビ(*Macrobrachium nipponense*)のシェルターへの蝟集行動に関する研究. 茨城県内水面水産試験

場調査研究報告 ; 28 : 20-34.

中村 誠・市毛清記 (1989) シェルターに夜テナガエビ, ハゼ類の集魚効果調査 ; 茨城県内水面水産試験場調査研究報告 ; 25 : 70-73.

根本 孝・中村 誠・川前正幸・庄司邦男 (1991) 筒型シェルターにおけるテナガエビの蝸集特性に関する研究. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告 ; 27 : 13-27.

Ituo Kubo (1937) Sexual Dimorphism in Abdominal Appendages of Some Palaemonoid Shrimps of Japan. 日本水産学会誌 ; 5 : (6) : 346-348.

酒井光夫・春日清一・田中昌一 (1986) 霞ヶ浦におけるテナガエビ資源に関する研究. 環境省国立公害研究所霞ヶ浦臨湖実験施設研究発表会講演報告集 ; 1 : 39-43.

