

霞ヶ浦におけるテナガエビの夜間遊泳行動

富 永 敦

Swimming behavior of the Prawn *Macrobrachium nipponense*

Atsushi Tominaga

Key Words : Lake Kasumigaura (霞ヶ浦), *Macrobrachium nipponense* (テナガエビ),
Swimming behavior (遊泳行動), Day and night behavior (日周行動)

はじめに

テナガエビは霞ヶ浦北浦における重要な漁獲対象種であるが、1970年代以降、資源減少が続いている。資源減少の要因として生息環境悪化、漁獲圧力、被食などが考えられているが、これらの影響を具体的に把握するためには、本種の生態、特に移動や分布などをよく理解することが重要である。

霞ヶ浦における本種の季節的な移動・分布については、春夏季の産卵期には湖岸近くに移動し (Kubo, 1948)、秋季の稚エビは湖内全域に分布することが知られている (酒井, 1986)。また、本種はシェルターなどに螺集して越冬する習性が知られている (加瀬林・芹田, 1956; 根本, 1992)。一方、分布や行動の日周性については、四万十川ではテナガエビ幼生が夜間に出現量が多くなり、さらに鉛直方向にも表層に偏ることが知られている (小笠原, 1984)。しかし霞ヶ浦においては、張網の入網量が夜間に多くなることから活動が夜間に活発化するとされている (久保, 1950) 意外にはほとんど知見がない。

そこで、本研究は、6~8月の産卵期に生まれて9,10月を迎えたテナガエビの稚エビを対象に、活動の日周性や夜間の行動生態を明らかにすることを目的とした。

方 法

茨城内水試地先の霞ヶ浦、距岸 50~100m、水深約 3.5 m の水域で、稚魚ネット (直径 70 cm, 目合 0.5 mm) を用

いて表・中・底層を水平曳きし、テナガエビの採集尾数の変化を調べた。まず、2005年9月27日21:00に1回の観測で夜間鉛直分布を確認し、次に10月24日13:00~25日10:00の間に12回の観測で、出現や鉛直分布の日周性を把握する調査を行った (表1)。

曳網層は、表層 (リングの頂点が水面に接する)、中層 (リングの頂点が水面下 1.0mに位置する)、底層 (リングの下端が湖底にわずかに接する) の3層とし、曳網層の調節は稚魚ネットのリングと浮きをつなぐロープの長さを変えて行った。曳網距離は各層 50mとした。採集物は、10%中性ホルマリン溶液で固定し、後日実験室内でテナガエビを抽出し、尾数と頭胸甲長 (以下「CL」と呼ぶ) を計測した。各観測時に水面、水深 1,2,3m、湖底直上の5層において水温と溶存酸素濃度 (以下「DO」と呼ぶ) を測定した。

結 果

(1) 層別・時間別の採集尾数

9月27日

3層ごとの採集尾数を図1に示した。合計651個体が採集され、そのうち底層では58%の378個体、中層では34%の219個体、表層は8%の54個体が採集された。

10月24~25日

時間経過に伴う各層の採集尾数の変化を図2に示した。3層合計の採集尾数は、13:00に16尾、16:00に2尾で

表1 10月24~25日調査における観測時間と内容

観測時間	10月24日						25日					
	13:00	16:00	17:00	18:00	19:00	21:00	0:00	3:00	5:00	6:00	7:00	10:00
稚魚ネット												
水温										欠測		
DO										欠測		
備考	日没16:50						日出5:54					

(参考) 天候は24,25日ともに晴れ。

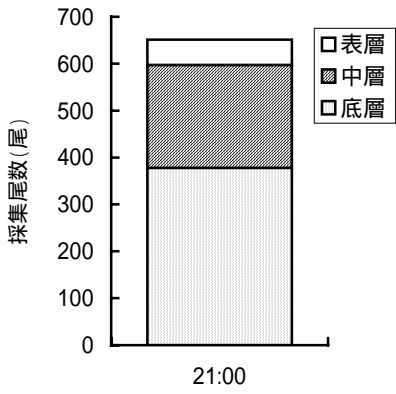


図1 テナガエビ層別採集尾数 (9月27日 21:00)

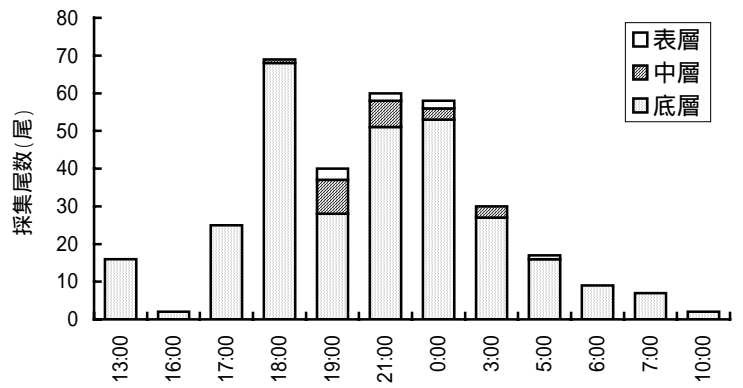


図2 テナガエビ採集尾数の日周変化

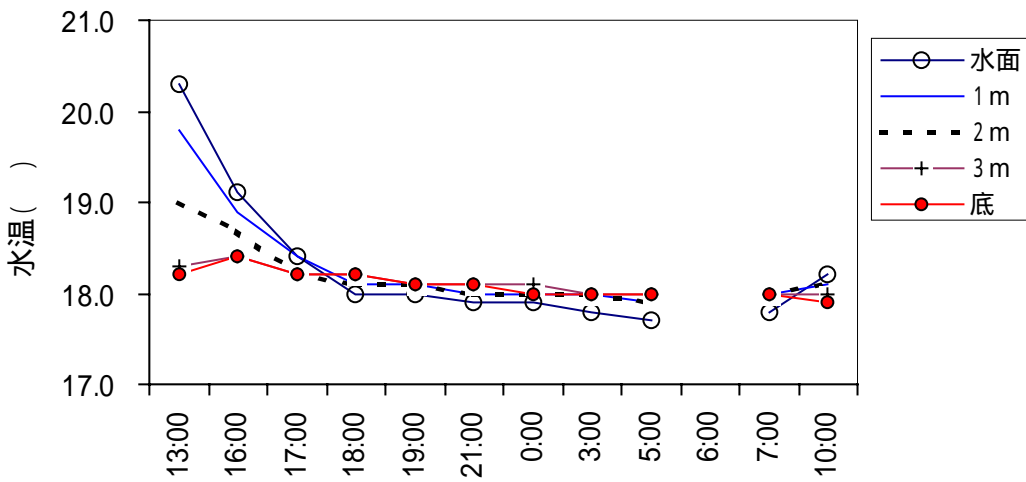


図3 10月調査における層別水温の経過

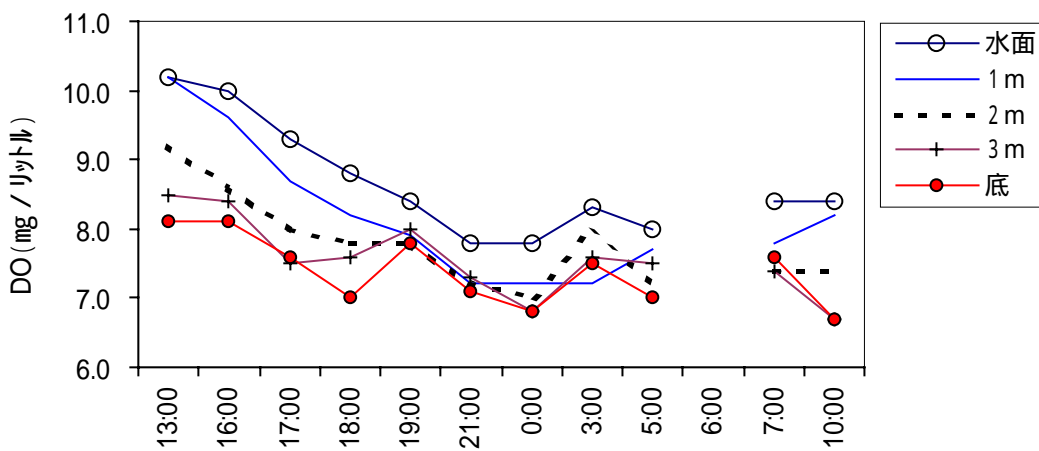


図4 10月調査における層別DOの経過

表2 採集されたテナガエビの平均 CL

調査日	曳網層	データ数 (個体)	平均 CL (mm)	標準偏差
9月27日	表層	n=109	2.39	0.57
	中層	n=132	2.93	0.89
	底層	n=113	3.85	1.40
10月24-25日	表層	n=8	3.53	1.64
	中層	n=23	4.73	2.29
	底層	n=334	5.07	1.54

P<0.05 t検定 (ただし, 底層採集個体 CL値との検定結果)

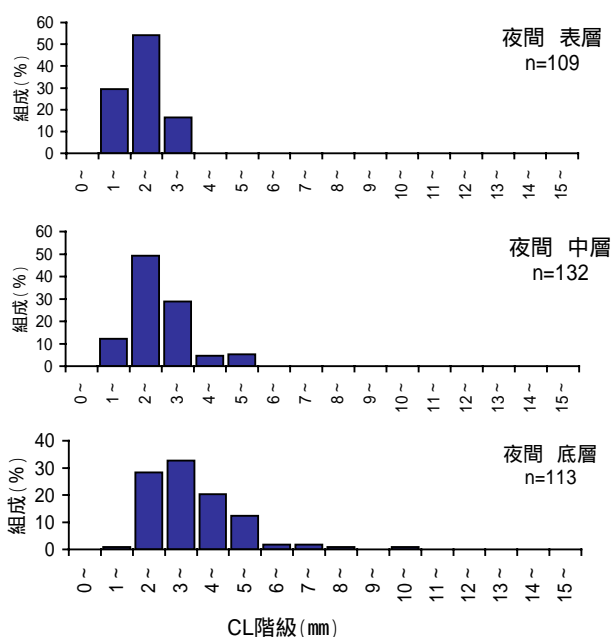


図 5-1 9月27日に採集したテナガエビの層別 CL 組成

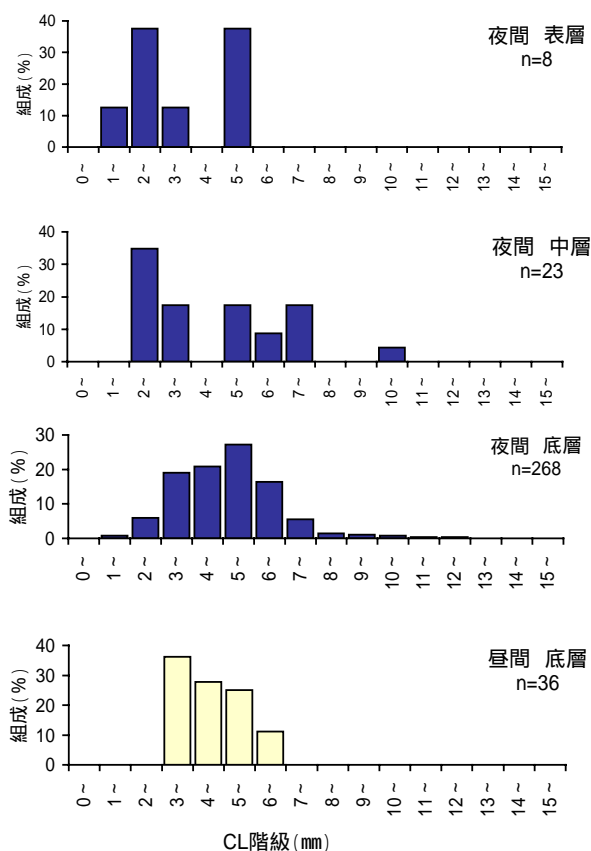


図 5-2 10月調査で採集したテナガエビの層別 CL 組成

あったが日没直後の 17:00 には 25 尾と増加し, 18:00 には調査期間中最高となる 69 尾が採集された。その後 0:00 までは 40~60 尾の採集が続いたが, 3:00 以降から減少し始め, 日の出後の 6:00, 7:00, 10:00 の調査では, それぞれ 9 尾, 7 尾, 2 尾と 10 尾未滿で推移した。層別の採集尾数を比較すると, どの時間においても底層が最も多く, 全採集尾数 335 尾のうち 90.7% を占めた。表・中層では 18:00~5:00 の夜間に限り採集され, 特に 19:00~0:00 の間で 5~11 尾と多かった。

以上のように, 採集尾数の動向が昼間に少なく夜間に多くなる傾向から, 稚エビの活動は夜間に活発化すること,

表・中層での採集は夜間に限られたことから, 稚エビの一部は夜間表・中層で遊泳していることが示唆された。

(2) 水温と DO の日周変化

時間経過に伴う各層の水温変化を図 3 に示した。24 日 13:00~16:00 の水温は, 水面~1m では約 19~20 と高く, 水深 3m と底層では 18.2~18.4 と低く, 表層と底層で 1~2 の差が認められた。日没を過ぎた 17:00 には表層水温は低下し, 18:00 には全ての層の水温が約 18.0 に

なった。夜間は、各層とも 18.0 前後を維持しながら、0.2~0.3 の範囲でわずかに低下した。25 日の 10:00 には水面で水温上昇が認められた。以上のように、水温の日周変化は、昼間には表層と底層で水温差が大きい、夜間には水温差がほとんど無くなるが示された。

DO は概して昼間に高く夜間に低い傾向があった(図 4)。鉛直方向の差は、13:00 と 16:00 は水面では約 10 mg/l で深くなるほど低下して底層は約 8 mg/l と約 2 mg/l の差があった。19:00~5:00 の間は、水面が 7.4~8.4 mg/l、水深 1m~底層が 6.8~8.0 mg/l で水面だけがやや高い値で推移したが、鉛直方向の差は昼間に比べて小さい 0.6~1.0 mg/l だった。

(3) 層別のテナガエビ体サイズ

9 月 27 日及び 10 月 24-25 日の夜間(17:00~5:00)に採集したエビの CL 組成を曳網層別に示した(図 5-1,2)。9 月 27 日に採集されたエビのサイズは、CL1~10 mm の範囲であったがそのうち CL1~5 mm の小型個体が 98% を占めた。平均 CL は表層が 2.39 mm、中層が 2.93 mm、底層が 3.85 mm と表層に近いほど CL サイズが小さく、底層と表・中層の平均 CL サイズには有意な差が認められた(表 2)。

10 月 24-25 日に採集したエビのサイズは、CL1~12 mm の範囲であったが、そのうち CL1~5 mm の小型個体の割合は 76% に低下し、9 月調査に比べて大きいサイズが増加した。平均 CL は表層が 3.53 mm、中層が 4.73 mm、底層が 5.07 mm と、9 月と同様に表層に近いほど CL サイズが小さく、表層と底層の平均 CL サイズには有意な差が認められた。

以上のことから、10 月に採集されたエビは 9 月よりも大型であること、夜間において小型個体ほど表層や中層で遊泳する傾向が示された。

考 察

(1) テナガエビの日周活動・遊泳行動

本研究で行った底層の曳網は、リングが湖底に触れていることから、湖底を這っていたエビと底層を遊泳していたエビとが混獲されていると考えられるが、表層や中層あるいは各層合計の採集尾数の推移から、行動の日周性や遊泳の有無を推測することは十分可能と考える。本研究では、テナガエビの採集個体数が夜間に増加したことから、夜間になると昼間隠れていた個体が現れるなど行動が活発になることが示唆された。また、夜間に限り表・中層で採集されたことから、稚エビの一部が遊泳していることが明らかとなった。

海産エビ類は、多くが底棲性であるが、サクラエビ(*Sergia lucens*)や外洋性の小型種には遊泳性種の存在が知られている。また、夜間のみ中層を遊泳する種も数多く知られている(大森, 1974)。しかし、平均水深が 4m

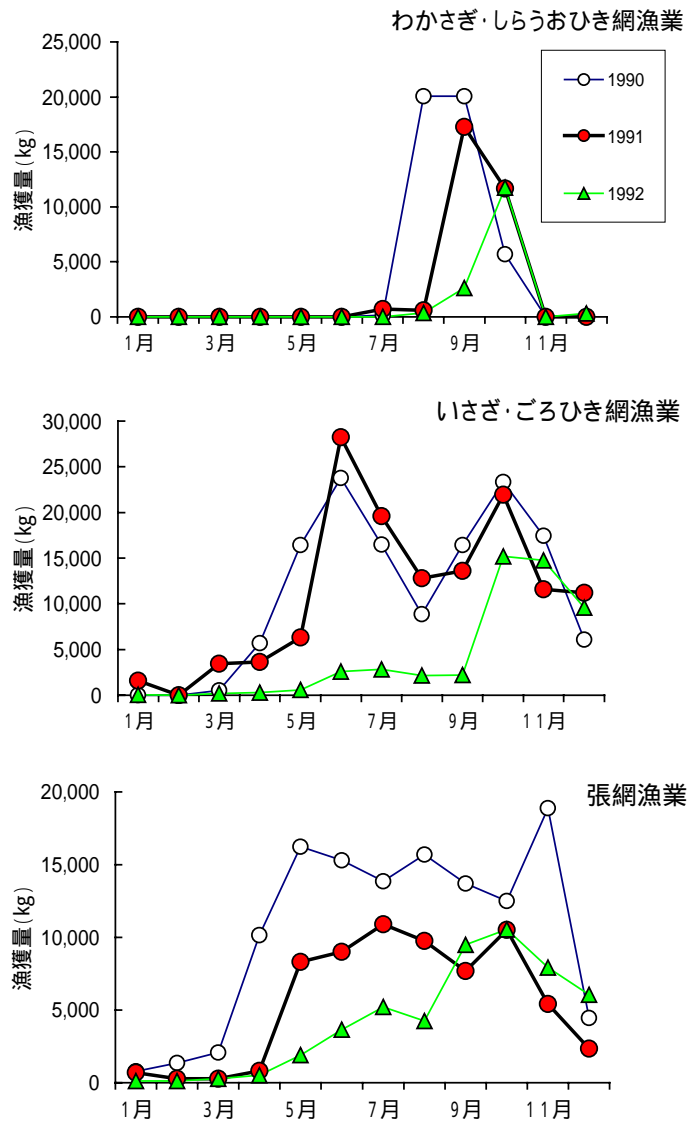


図 6 1990~1992 年の漁法別月別テナガエビ漁獲量農林統計情報事務所データ (大增水は、1991 年 10 月に発生)

と浅くほぼ淡水湖となった霞ヶ浦のテナガエビが、稚エビ期において一部の海産エビ類のように夜間遊泳行動を示すことは非常に興味深い。

霞ヶ浦における稚エビの分布特性については、水域全体でほぼ均一に分布することが知られているが(酒井, 1986)、この稚エビの均一分布特性は、遊泳行動や湖流によって湖内全域に移動・分散しているためと考えられる。また、湖岸に設置される張網漁業のエビ入網量日変動が風の強さや向きに影響されることは漁業者によく知られているが、このうち稚エビについては、夜間遊泳している稚エビが吹送流によって移送され、張網に入網しやすくなるという解釈が可能であろう。

(2) 活動日周性の要因、夜間活動発化・遊泳の目的

テナガエビの活動日周性については、行動制限要因が光であることが指摘されている(久保, 1950)。本研究で水温と DO を観測したところ、両者の値は昼間に高く夜間に低くなる傾向があり、鉛直方向の差が夜間縮小するなどの

日周変化が認められた。しかし、観測された水温と DO の値は、例えば低水温や酸欠などのようにエビの行動に影響するような値ではなく、稚エビの行動の日周変化との強い関連は考えられない。日没直後から採集量が増加したことなどからも、光が活動に影響を与えていると考えるのが妥当だろう。

海産の遊泳性エビ類の多くは、鉛直方向に日周移動する。サクラエビ (*Sergia lucens*) は、夜になると昼間生息する水深 150 ~ 250m 層から表層付近に移動し、表層に多く分布する橈脚類などの動物プランクトンを摂餌する。摂餌活動が最高に活発になるのは、日没から日の出 3, 4 時間前の間である (大森, 1974)。テナガエビは、ユスリカ幼虫、イトミミズやイサザアミの他に、動物プランクトン、植物プランクトンを餌料とし、プランクトンが胃内容物として確認される割合は 70% を超えるが (位田, 1978)、摂餌行動の日周期性には不明な点が多い。位田 (1978) は、胃内容物のプランクトンを湖底に沈殿した死骸等を摂餌したものとして解釈したが、稚エビの場合サクラエビのように夜間遊泳して捕食している可能性も考えられる。また、霞ヶ浦にも生息するオオユスリカのふ化直後の幼虫は、日周性を持った浮泳行動をとるが、この浮泳行動は日没に最も活発になるため (能勢, 1961)、エビにとって夜間が捕食しやすい時間帯と考えられる。今後、夜間における稚エビの活動活発化・遊泳行動が、摂餌活動とどのように関連しているのか解明が待たれる。

なお、10 月の調査の採集個体数が 9 月に比べて少なく、表・中層で採集される割合も低かったが、これは約 1 ヶ月間の成長に伴って行動や摂餌生態の変化、採集効率の変化などが起こった可能性、あるいは資源が減耗した可能性が考えられる。

(3) 大増水に伴う稚エビ湖外流出の可能性

霞ヶ浦北浦の漁業者は、大雨などにより大きな水位上昇があると、その後のテナガエビ漁が悪くなることを経験的に感じている。実際、1991 年 10 月に台風に伴う大雨で通常より 1m 以上湖面水位が上昇した後、翌年の春夏季まで北浦のテナガエビ漁獲量が低調になっている (図 6)。大増水とその後の漁模様低下の因果関係はこれまでのところ未解明だが、本研究の結果から、増水した際に下流の常陸川水門から夜間排水すると遊泳している稚エビも流出し、場合によっては湖内資源水準の低下を引き起こすという仮説も浮かんでくる。四方十川におけるテナガエビの生息域は、ミナミテナガエビやヤマトテナガエビに比べて流れの弱い支流等に限られており (大野ら, 1977)、本種が他のテナガエビ類に比べて流れの強さによって生息域が限定されることが指摘されている。今後、増水の機会などに検証する必要がある。

(4) テナガエビ資源の利用 (トロール漁業の早朝操業) について

霞ヶ浦のわかさぎ・しらうおひき網漁業 (通称トロール漁業) は、9 ~ 11 月に稚エビ漁 (通称：ザザエビ漁) の盛期を迎える。現在、トロール漁業の操業時間は、許可の「制限又は条件」で 9 月は 5:00 ~ 8:00、10 月 ~ 12 月 10 日の

間は 6:00 ~ 9:00 の 3 時間と定められている。近年、テナガエビ漁獲物に雑魚やチャネルキャットフィッシュなどの混獲が増加したことから、漁業者から「エビが浮き気味になる夜は、底をべったり曳く必要が無くなり、ゴミや雑魚の混獲が少なくなるので、もっと早い時間から操業出来るようにして欲しい」という要望が出された。この要望を受け、特別採捕許可によって開始時間を現行より 1 時間早めた試験的操業が 2000 ~ 2003 年に行われた。

しかし、夜間から日の出の時間帯は昼間隠れていた稚エビが漁場に現れて一部は遊泳している状態にあるので、早朝の操業は効率よく漁獲できる反面、資源に過大な漁獲圧力を与える可能性がある。特に、小型の稚エビが多い 9 月の早朝操業は、より大きな影響を与える可能性がある。テナガエビ資源が年々減少している現状では、操業時間帯の変更検討は極めて慎重に行う必要がある。

要 約

(1) 霞ヶ浦北浦におけるテナガエビの行動生態は知見が少ない。そこで、本研究は、霞ヶ浦で 9, 10 月に調査を行い、6-8 月に発生した本種稚エビの夜間遊泳行動や活動の日周性を明らかにした。

(2) 行方市地先の霞ヶ浦水深約 3.5m 水域で、稚魚ネット (直径 70 cm, 目合 0.5 mm) を用い、各観測時に表・中・底層で 50m の距離を水平曳きした。まず、2005 年 9 月 27 日 21:00 に 1 回の観測で夜間鉛直分布を確認する調査を、次に 10 月 24 日 13:00 ~ 25 日 10:00 の間に 12 回の観測で、出現や鉛直分布の日周性を把握する調査を行った。採集物からテナガエビを選別し、尾数や頭胸甲長 (CL) を計測した。

(3) 9 月の調査では計 651 尾が採集され、うち底層で 58%、中層で 34%、表層で 8% を占めた。10 月の調査では、全採集尾数は、335 尾と 9 月よりも少なかったが、採集尾数が昼間に少なく夜間に多い傾向が明瞭に認められた。

(4) 層別には全ての観測で底層が最も多く全採集尾数の 91% を占めたが、18:00 ~ 5:00 までの夜間に限り表・中層で 31 個体採集された。エビの CL サイズは、9 月は 5 mm 以下、10 月は 7 mm 以下が中心で、9 月に表・中層で採集された個体の平均 CL はそれぞれ 2.4 mm, 2.9 mm で、3.9 mm の底層個体より小さかった。

(5) 調査の結果から、本種稚エビは、夜間になると昼間隠れていた場所から現れて活発に活動し、一部は遊泳することが明らかになった。本種稚エビは、夜間、遊泳行動や湖流によって湖内全域に移動・分散している可能性が高い。

文 献

- 位田俊臣 (1978) 霞ヶ浦産テナガエビ資源の動態に関する研究 - 摂餌生態と消化管内容物. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 15, 1-15.
- 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.
- I.Kubo (1948) Oecological Studies on the Japanese Fresh-water Shrimp *Palaemon nipponensis* 1. Seasonal Migration and Monthly Size composition with Special Reference to the Growth and Age, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 15, 3, 125-130.
- 久保伊津男 (1950) 淡水産エビ類の増産に関する研究. 水産研究会報, 3, 47-63.
- 根本孝 (1992) 霞ヶ浦におけるテナガエビ (*Macrobrachium nipponense*) のシェルターへの螺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.
- 能勢月江 (1961) オオユスリカ (*Chironomus plumosus*) 幼虫の浮泳活動について. 淡水研報, 11-2, 11-18.
- 大野淳・小笠原義光・安田富士郎 (1977) 四万十川におけるテナガエビ類の分布域と生息場所. 日本生態学会誌, 27, 23-32.
- 大森信 (1974) マクロプランクトンおよびマイクロネクトン群集としての遊泳性えび類. 海洋学講座 第10巻 海洋プランクトン, 東京大学出版会, 151-171.
- 小笠原義光 (1984) テナガエビ類の分布と行動. 日本のエビ・世界のエビ, 成山堂書店, 30-38
- 酒井光夫 (1986) 霞ヶ浦におけるテナガエビ資源に関する研究. 東京大学農学系研究科学学位論文, 73-108.