

(短報)

## 霞ヶ浦の湖岸域におけるテナガエビの生息密度と 体サイズの昼夜相違

荒山和則<sup>1)</sup>・加納光樹<sup>2)</sup>

### Diurnal differences in densities and body sizes of the freshwater prawn, *Macrobrachium nipponense*, occurring at the littoral zone of Lake Kasumigaura

Kazunori ARAYAMA<sup>1)</sup> and Kouki KANOU<sup>2)</sup>Key Words : *Macrobrachium nipponense*, diurnal activity, Lake Kasumigaura

#### はじめに

テナガエビ (*Macrobrachium nipponense*) は、霞ヶ浦と北浦の重要な漁業対象種であり、主に小型機船底びき網漁業と張網漁業および笹浸漁業で漁獲されている。農林水産統計によれば、2001年から2008年にかけての漁獲量は331~724トンであり、同期間の全漁業生産量の23.3~37.8%を占めている。しかし、ピーク時の1975年の漁獲量が4,972トンであり、1990年から2000年にかけても1,096~2,242トンで推移していたことからすれば近年の資源水準は低いといえ、その回復は喫緊の課題となっている。

テナガエビに関する調査研究はこれまでも数多く行われており、例えば、季節的な移動や産卵、成長、食性、被食-捕食関係、障害物への蟄集行動などの生態的知見が蓄積されている (Kubo, 1949; 久保, 1949, 1950, 位田, 1978, 1983; 位田・鈴木, 1979; 酒井, 1986; 中村・市毛, 1989; 根本ら, 1991; 根本, 1992; 佐々木, 1993; 富永, 2008a; 富永, 2011a)。また、資源水準の評価など資源学的な研究も行われている (庄司, 1993; 根本・庄司, 1995; 富永, 2006)。しかし、テナガエビの日周的な活動パターンに関する知見は少なく、頭胸甲長約1~5 mmまでの幼生と稚エビは夜間に水中を活発に遊泳し、大きい個体ほど水底付近に分布すること (富永, 2008a)、張網への入網時間が夜間であることから夜行性といえること (久保, 1950)、日中は蟄集先の障害物や沖合の底層から採集あるいは漁獲されること

(Kubo, 1949; 久保, 1949; 中村・市毛, 1989; 根本ら, 1991; 根本, 1992; 漁業者らの私信) 以外に情報がない。

このような状況のもと、霞ヶ浦・北浦では、2001年以降の資源水準が低いままになっている要因を探る研究が進められ、漁業の操業形態の変化や産卵する親テナガエビの小型化、水生植物帯の減少、ニゴイやチャネルキャットフィッシュによる食害、湖底の貧酸素化 (とくに貧酸素水塊の確認頻度の増加) が要因としてあげられた (半澤, 2004; 富永, 2006; 2008b; 2009a, 2009b, 荒山, 2010; 富永, 2011b)。今後、低水準なテナガエビ資源の回復に向けて、これら要因を踏まえた具体的な対策の検討と開発、そして実際の取り組みが待たれるところであるが、この対策をより効果的なものにする上でも、テナガエビの日周的な活動パターンに関する知見が不可欠である。

そこで本研究では、霞ヶ浦の湖岸域においてテナガエビの日周的な活動パターンと分布様式について知見の蓄積を図った。

#### 方 法

本研究では行方市高須地先の霞ヶ浦の湖岸帯を調査水域とし、同地区に設置されたじゃかご製離岸堤に沿って6か所の採集地点を設けた (Fig. 1)。テナガエビの産卵期である夏季 (久保, 1949; 位田, 1983; 酒井, 1986; 富永, 2011a) の湖岸域での活動日周性を調べるために、2008年8

1) corresponding author: k. arayama@pref.ibaraki.lg.jp, 茨城県内水面水産試験場

2) 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

月8日と8月21日に昼夜採集を行った。採集時間帯は、8日の日中が14:35～16:00、夜間が21:18～22:32、21日は日中が15:40～18:20、夜間が21:50～23:45とした。なお、21日の日中の調査終了時間は、途中、雷雨のために遅くなったが、周囲は暗くなる前であった。

各採集時間帯では、ロープを取り付けた小型地曳網(袖網:長さ4 m, 網丈1 m, 目合2 mm; 袋網: 長さ3.5 m, 目合1 mm; Kanou et al., 2002)を用いて、各地点の離岸堤に沿うように水深約80～100 cmの砂泥底表面を50 mずつ曳網し、計6回の繰り返し採集を行った。小型地曳網の開口幅は約4 mとした。採集物は現場において5%ホルマリン水溶液で固定した。採集の終了時にYSIナノテック社製ハンディDOメータMODEL55で測定した水温と溶存酸素量(DO)は、それぞれ24.6～30.9℃と3.8～8.1 mg/lであった。なお、テナガエビは溶存酸素量が低下すると活動が停止するが(富永, 2008b), 観測値は本種の活動に影響を及ぼすほど低い値ではなかった。

研究室では、採集物からテナガエビを抜き出して個体数を計数し、頭胸甲長(carapace length, CL)をデジタルノギスあるいは実体顕微鏡に取り付けたマイクロメーターで計測した。頭胸甲長は各時間帯の採集個体数が200個体未満のときは全てについて、200個体以上のときは無作為に抽出した200個体について測定した。

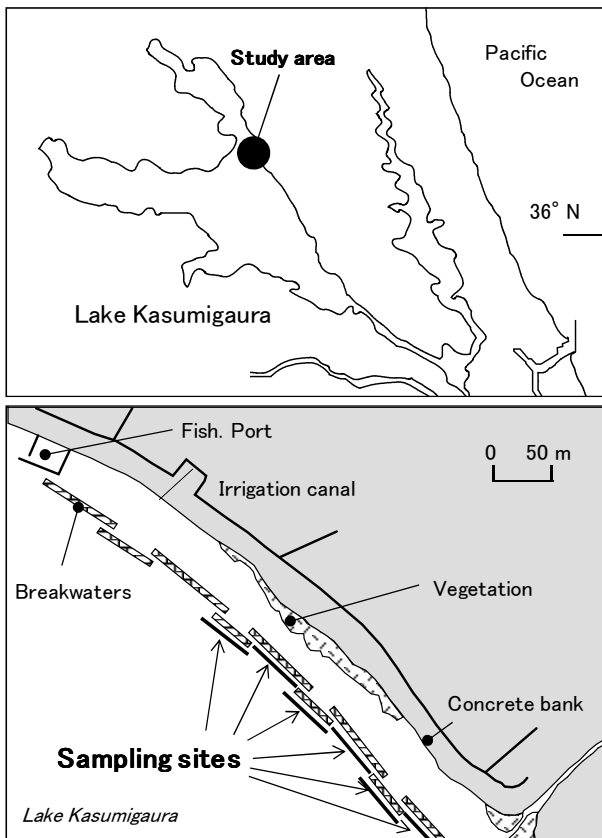


Fig. 1. Map showing the sampling sites in the littoral zone of Lake Kasumigaura.

図1. 霞ヶ浦の湖岸域における調査地点の位置。

テナガエビの個体数密度(1曳網当たりの個体数)が、採集日間で異なっているかどうかを二元配置分散分析で調べた。比較するグループ間の等分散性はBartlett検定によって確かめた。なお、これらの統計検定を行う際には、データはすべて対数変換した。頭胸甲長(以下、体サイズと呼ぶ)を各調査日の昼夜間で比較する際には、ウェルチの $t$ 検定により検定した。

## 結果

### 個体数の昼夜比較

8月8日の調査では、日中は1～2,833個体(平均±標準偏差: 494.3±1146.0個体)が、夜間は1,801～3,843個体(2918.8±769.7個体)が採集された(Fig. 2)。8月21日の調査では、日中は6～439個体(163.5±168.1個体)が、夜間は812～3,500個体(1815.5±919.3個体)が採集された。採集日と昼夜を要因として、それぞれの個体数密度に要因の水準間で差があるかどうかを二元配置分散分析によって調べたところ、採集日間では有意な差がみられなかったが、昼夜間で有意な差があることがわかった(Table 1)。また、採集日と昼夜の間の交互作用は有意ではなかった(Table 1)。したがって、テナガエビの個体数は明らかに日中よりも夜間に多いといえた。

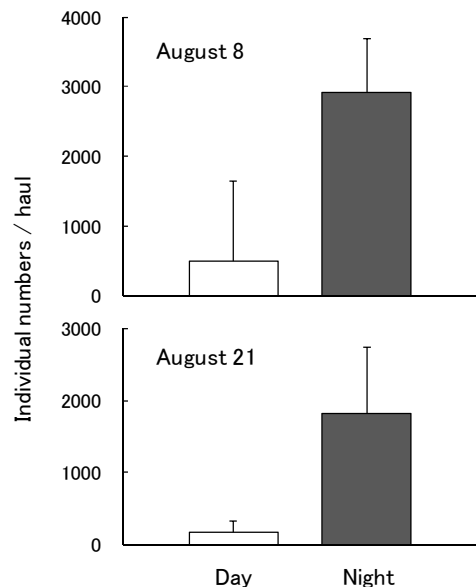


Fig. 2. Day-night changes in mean numbers of individuals of the freshwater prawn per haul at the sampling sites in Lake Kasumigaura on 8 and 21 August 2008. Vertical bars indicate standard deviations.

図2. 2008年8月の霞ヶ浦の調査地点における1曳網当たりの個体数の昼夜変化。縦棒は標準偏差を示す。

**Table 1.** Result of a two-way ANOVA testing the effects of date and time (day / night) on the abundances of the freshwater prawn collected at the sampling sites in Lake Kasumigaura

**表 1.** 霞ヶ浦の調査地点におけるテナガエビの個体数密度に関して調査日と調査時間帯（昼夜）を変動要因として行った二元配置分散分析の結果

Source	DF	MS	F	P
Date	1	0.004	0.009	0.93
Time	1	15.7	36.3	<0.001
Date × Time	1	0.41	0.94	0.34
Error	20	0.43		

**体サイズの昼夜比較**

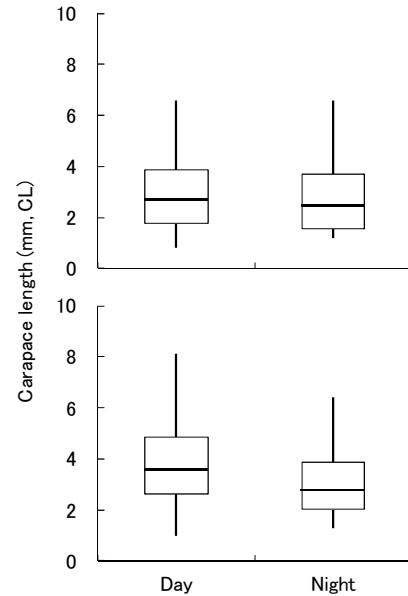
採集個体の体サイズの範囲は、8月8日の日中は0.8～6.6 mm CL、夜間は1.2～6.6 mm CLであり、8月21日の調査の日中は1.0～8.1 mm CL、夜間は1.3～6.4 mm CLであり、どちらの日も昼夜でほぼ重複していた (Fig. 3)。

体サイズの平均±標準偏差は、8月8日の日中は2.8±1.0 mm CL、夜間は2.6±1.1 mm CLであり、日中の方が夜間よりもわずかに大きい傾向がみられたが、有意な差ではなかった (ウェルチのt検定:  $t = 1.67, P = 0.10$ )。また、8月21日の日中は3.7±1.1 mm CL、夜間は2.9±0.9 mm CLであり、日中の方が夜間よりも大きかった (ウェルチのt検定:  $t = 7.89, P < 0.001$ )。

**考 察**

本調査ではテナガエビを小型地曳網によって能動的に採集したにも関わらず、採集個体数は日中よりも夜間に多かった。このことからテナガエビは、日中は障害物近傍の砂地にはあまり分布しておらず、夜になるとそこに出現するようになると考えられた。このように、障害物近傍の砂地において日中に分布密度が低下するという現象は今回初めて得られた知見であり、久保 (1950) が行った受動的にテナガエビを採集する張網調査では明らかにならなかったことである。同時に、久保 (1950) が指摘した本種が夜行性であることを支持する結果であり、張網には夜間に入網する理由を明確にするものである。

では、夜行性のテナガエビは、日中、どのような場所に分布していたのだろうか。テナガエビは笹浸漁具や人工構造物のような障害物に蟻集することが知られている (Kubo, 1949; 久保, 1949; 中村・市毛, 1989; 根本ら, 1991; 根本, 1992)。また、本調査水域のじゃかご製離岸堤では、昼夜を問わずテナガエビがついている様子が観察される (荒山, 目視観察)。したがって、本調査で日中に採集されなかったテナガエビは、日中は離岸堤に蟻集していたとするのが妥当と考えられる。そしてこれらから本種の活動の日周性をまとめると、本調査地のような障害物とその近傍の砂地では、日周的に障害物への蟻集と分散、砂地への出現を繰り返していると考えられる。



**Fig. 3.** Day-night changes in mean carapace lengths of the freshwater prawn collected at the sampling sites in Lake Kasumigaura on 8 and 21 August 2008. Boxes with horizontal lines and vertical bars indicate means±SD and range, respectively.

**図 3.** 2008年8月8日と21日に霞ヶ浦の調査地点で採集されたテナガエビの平均頭胸甲長の昼夜変化。箱と箱内の横線および縦棒は、それぞれ平均±標準偏差と頭胸甲長範囲を示す。

その一方、このような日周的な活動パターンのなかで、8月下旬には採集個体の体サイズが昼夜で明瞭に異なり、日中の方が大きいという現象が認められた。8月上旬に関しても、統計的には有意とはみなせなかったが日中の方がわずかに大きい傾向にあった。ここで8月上旬と下旬の頭胸甲長組成をみてみると、8月下旬の日中以外はいずれも2.0～4.0 mm CLの個体が多いことがわかる (Fig. 3)。具体的に4 mm CL以上の個体の割合を記せば、8月上旬の日中と夜間はそれぞれ13.5%と11.5%、8月下旬の日中と夜間はそれぞれ37.5%と12.5%であった。

以上のことから8月上旬と下旬で結果が異なった理由を考察すると、8月上旬に昼夜で体サイズに明瞭な差が生じなかったのは4 mm CL未満の個体が少なかったためと思われる。そして前述の日周的な障害物への蟻集と分散を踏まえつつ採集個体の体サイズの範囲が広がった8月下旬の結果を重視すれば、成長にともなって障害物への蟻集と分散の程度が変化することが示唆されたと考えることができる。

本報告は8月に2回の調査を行ったに過ぎず、また体サイズの範囲も十分に広いわけではない。今後、さらなる野外調査や飼育実験などにより本種の活動パターンの詳細、とくに障害物への蟻集と分散過程が追求され、テナガエビ

資源の回復に向けた課題を解決する手法の検討と開発を進める必要がある。

### 要 約

2008年8月の昼夜に、霞ヶ浦の湖岸域のじゃかご製離岸堤周辺の水深約1mの水域において小型地曳網によるテナガエビの定量的採集を行った。調査の結果、テナガエビは日中よりも夜間に多く採集された。このことから、テナガエビは夜行性であって、本調査地のような障害物とその付近の砂地では、日中は障害物に蟻集し、夜間には分散して障害物周辺の砂地にも出現するといった日周的な活動を行っていると考えられた。また、採集個体の体サイズも昼夜で異なる傾向がみられ、障害物への蟻集と分散の程度は成長とともに変化する可能性が示唆された。

### 謝 辞

標本のソーティングと体サイズの計測では茨城県内水面水産試験場臨時職員(当時)の尾谷令子さんの手を煩わせた。記して御礼申し上げる。

### 文 献

- 荒山和則(2010): 特定外来生物チャネルキャットフィッシュに捕食される魚類. 日本水産学会誌, 76, 68-70.
- 半澤浩美(2004): 霞ヶ浦におけるチャネルキャットフィッシュ(*Ictalurus punctatus*)の食性. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 39, 52-58.
- 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-I. 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, 1-14.
- 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-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.
- 位田俊臣・鈴木健二(1979): 霞ヶ浦産テナガエビ資源の動態に関する研究-II. ズエアの被捕食構造. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 16, 99-109.
- Kanou, K., H. Kohno, P. Tongnunui and H. Kurokura(2002): Larvae and juveniles of two engraulid species, *Thryssa setirostris* and *Thryssa hamiltoni*, occurring in the surf zone at Trang, southern Thailand. Ichthyol. Res., 49, 401-405.
- Kubo, I.(1949): Oecological studies on the Japanese freshwater shrimp, *Palaemon nipponensis*. I. Seasonal migration and monthly size-composition with special reference to the growth and age. Bull. Jap. Soc. Fish. Sci., 15, 125-130.
- 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.
- 久保伊津男(1950): 淡水産蝦類の増産に関する研究. 3. 活動性, 体長と体重との関係, 肥満度. 水産研究会報, 3, 103-111.
- 中村 誠・市毛清記(1989): シェルターによるテナガエビ, ハゼ類の集漁効果について. 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・川前政幸・庄司邦男(1991): 筒型シェルターにおけるテナガエビの蟻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.
- 根本 孝(1992): 霞ヶ浦におけるテナガエビ(*Macrobrachium nipponense*)のシェルターへの蟻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.
- 根本 孝・庄司邦男(1995): 霞ヶ浦におけるテナガエビ資源量の経年変動-1970年代と1980年代後期との資源量の比較. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 31, 1-22.
- 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, 東京大学. 154 pp.
- 佐々木道也(1993): テナガエビの孵化幼生におよぼす塩素量の影響について. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 29, 105-107.
- 庄司邦男(1993): 昭和 60 年代のテナガエビの初期資源量について. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 29, 28-35.
- 富永 敦(2006): 霞ヶ浦におけるテナガエビ資源の減少と操業形態の変化. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 40, 7-21.
- 富永 敦(2008a): 霞ヶ浦におけるテナガエビの夜間遊泳行動. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 41, 9-14.
- 富永 敦(2008b): 親テナガエビが生存可能な溶存酸素濃度. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 41, 15-23.
- 富永 敦(2009a): 親テナガエビの種内間闘争を軽減する水草の効果. 茨城内水試研究報告, 42, 21-24.
- 富永 敦(2009b): 低水温環境下におけるテナガエビの生き残りについて. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 42, 25-28.
- 富永 敦(2011a): テナガエビの産卵期における生息場所による性比の変化. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 44, 29-34.
- 富永 敦(2011b): 霞ヶ浦におけるニゴイの食性. 茨城県内水面水産試験場研究報告, 44, 25-28.