

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

富永 敦

Comparison of sex ratio of *Macrobrachium nipponense* at each habitat in spawning season in Lake Kasumigaura

Atsushi TOMINAGA

Key Words: Lake Kasumigaura, *Macrobrachium nipponense*, sex ratio, spawning season, shelter

はじめに

霞ヶ浦に生息するテナガエビ *Macrobrachium nipponense* は、そこでの漁獲量が水域別漁獲量において日本一を誇る重要な水産資源である。しかし、1970年代には4,000トン以上あった年間漁獲量が、1980年代には2,000トン前後に低下し、1990年代にはさらに減少傾向となり2003年には322トンにまで低下した。その原因としては漁獲圧力の上昇の影響や餌料生物であるイトミミズ類の減少の影響（根本・庄司, 1995）、親エビ資源の減少の影響（富永, 2006）、テナガエビを捕食するチャネルキャットフィッシュやニゴイの増加の影響（半澤, 2004; 富永, 2011）、そして、産卵期における生息場の貧酸素化などによる再生産の不安定化の影響（富永, 2008）が指摘されている。

霞ヶ浦における本種の主な産卵期は6~8月の3ヶ月間であり、ふ化後約1年を経過した1歳エビと、当年生まれの当歳エビの一部が産卵に加わることが知られている（酒井, 1986）。一雌は産卵期間中に2~4回の産卵を行うが、各産卵のたびに雄と交尾し、その後受精卵を遊泳肢に付けてふ化まで保護（抱卵）し、卵がふ化すると1~2日の間に脱皮して、次の産卵のために交尾を行うという行動を繰り返す（小川ら, 1981; 位田, 1983; 酒井, 1986）。

このように、本種は基本的な産卵生態について多くの知見が得られているが、産卵期のエビにとって良い生息環境は何かという視点での研究は少なく、霞ヶ浦では定置網や底びき網を用いて産卵期における湖内の分布状況を明らかにした研究（Kubo, 1949; 酒井, 1986）があるにすぎない。そこで本研究は、湖内における産卵に適した生息環境を明らかにすることを目的として、産卵期に湖内の異なる生息環境に分布するテナガエビについて、体サイズや雌雄

比、抱卵率等を生息環境間で比較した。

方 法

調査は2007年4~12月にかけて霞ヶ浦において実施した。概ね月に1, 2回、3タイプに類型化した生息環境に分布するテナガエビを採集し、生息環境ごとの雌雄比、抱卵率、体サイズを調査した（表1）。3タイプの生息環境は、沖合であってテナガエビの隠れ場の環境の無い平場、沿岸であってテナガエビの隠れ場の環境の無い平場、沿岸であってテナガエビの隠れ場環境とし、これらの生息環境から採集した群をそれぞれ「沖合群」、「沿岸平場群」、「沿岸シェルター群」とした。沖合群は距岸約300 m以遠の水深3~7 mで操業する底びき網漁業により採集した。沿岸平場群は行方市八木蒔地先の距岸約100 m、水深約4 mの地点で、周辺に水生植物帯などの隠れ場の環境の無い場所に設置した定置網で採集した（図1）。沿岸シェルター群は、行方市玉造甲地先の距岸100 m、水深3.5 mの地点に隠れ場となるシェルターを1ヶ月間沈設して採集した。沈設したシェルターは、直径10 cm、長さ150 cmの網目状に成形されている合成樹脂（ポリエチレン）製の筒を5本束ねたものであり、取り上げの際にエビが落ちないように下部を網で包んでいる（図2）。体サイズは頭胸甲長（以下「CL」と呼ぶ）を計測した。雌雄は第二腹肢の形状で判別し、抱卵状態は目視で判別した。雌雄比は全個体数に占める雌個体の比率（以下「雌比率」と呼ぶ）とした。抱卵率は全雌個体数に対する抱卵雌個体数の比率とした。CL組成を比較する際の年級群分けは、酒井（1986）を参考にし、2007年に発生した群を当歳エビ、前年の2006年に発生した群を1歳エビと呼んだ。

表 1. 採集した標本の一覧

環境類型	採集方法	採集日	場所	測定個体数	備考
沖合群	いさごころひき網	6月15日	行方市五町田沖合	155	特別採捕
	"	6月28日	"	223	
	わかさぎしらうおひき網	7月4日	湖心	123	
	"	9月20日	行方市五町田沖合	160	
	"	9月25日	"	108	
	"	10月26日	かすみがうら市田伏沖合	113	
沿岸 平場群	定置網	4月5日	行方市八木蔭地先	7	
	"	5月21日	"	102	
	"	6月22日	"	140	
	"	7月19日	"	179	
	"	8月17日	"	203	
	"	9月12日	"	167	
	"	10月9日	"	117	
沿岸 シェルター群	シェルター沈設	4月17日	行方市玉造甲地先	78	
	"	5月7日	"	71	
	"	7月27日	"	89	
	"	8月2日	"	119	
	"	8月9日	"	158	
	"	8月22日	"	179	
	"	9月3日	"	150	
"	12月4日	"	141		

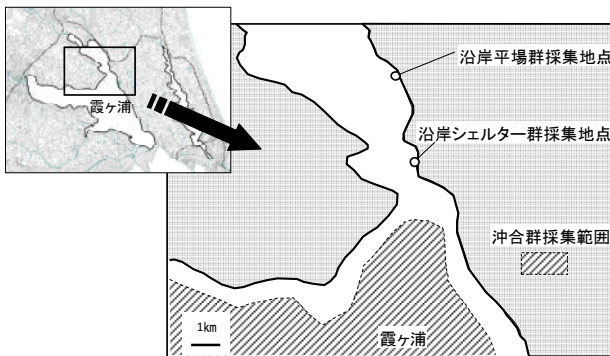


図 1. テナガエビの採集場所。



図 2. 沿岸シェルター群の採集に用いたシェルター

結 果

抱卵率の推移からみた産卵期

沿岸シェルター群の抱卵率は、4月中旬と5月上旬には0%だったが、7月下旬には95.2%と期間を通して最も高い値を示した。その後8月から9月上旬まで65.0%から27.3%に低下した。12月の標本は0%だった（図3）。沿岸平場群の抱卵率は、5月中旬から上昇し、6月下旬に71.4%とピークを迎えたが、その後低下し9月中旬には0%となった。沖合群の抱卵率は6月中旬には27.5%を示し、7月上旬には71.4%とピークになったが、その後の9月の標本では0%だった。

以上の抱卵率の推移から、2007年の産卵期は5月下旬から9月上旬に及び、概ね6~8月が盛期であることが示唆された。

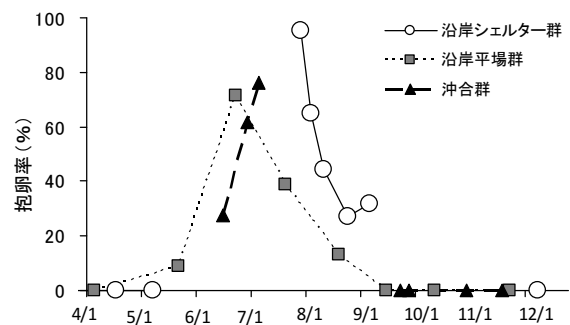


図 3. 生息環境別の雌の抱卵率の推移

雌比率の推移

沿岸シェルター群の雌比率は4月から12月の間69%以上と沖合群や沿岸平場群よりも常に高い値を示した(図4)。そして、産卵期にあたる7月下旬から9月上旬は87~95%と特に高い雌比率を示した。一方、沿岸平場群は7、8月を除いて42.3~59.3%で推移していたが、7月は17%、8月は34%と低くなった。沖合群の雌比率も調査した6~12月の間、沿岸平場群とほぼ同様の比率で推移し、6月下旬に12%、7月上旬に14%と低くなる現象が認められた。

以上から、産卵期において、沿岸の隠れ場の環境は沿岸の平場や沖合の平場よりも雌比率が極めて高いこと、また、沿岸の隠れ場の環境は4~12月を通して69%以上の高い雌比率であることが明らかとなった。

産卵期における体サイズ

①雄のCL組成

6~9月に採集されたエビのCL組成を生息環境ごとに示した(図5)。月ごとの体サイズ組成があまり変化しないことや、沿岸シェルター群の採集尾数が少ないことから、6~9月の採集個体をまとめて表示した。

3つの生息環境は、いずれも3~10mmCLが主体となっていたが、沿岸シェルター群では11~21mmCLの大型サイズのエビが30.4%を占め、沿岸平場群6.8%や沖合群2.3%よりも高い比率を示した。

②雌のCL組成

雌については、6~9月に採集されたエビを抱卵個体と未抱卵個体に分け、月別にCL組成を示した(図6)。

沿岸シェルター群は、7月は9~13mmCLの1歳エビが98%を占めて主体だったが、8月には9~13mmCLの1歳エビに4~8mmCLの当歳エビが加わり双峰型の組成を示した。8月の抱卵個体はCL6mm以上で認められ、1歳エビに加えて一部の当歳エビが抱卵していた。9月には1歳エビが少なくなり、4~9mmCLサイズの当歳エビが主体となった。9月の抱卵個体は当歳エビのうち大型の6~9mmCLサイズと1歳エビで構成されていた。

沿岸平場群は、6月には8~13mmCLの1歳エビが主体だったが、7月には3~6mmCLサイズの当歳エビが加わりCL組成は双峰型となった。8月には当歳エビが主体となり、9月になると1歳エビは1%とごくわずかとなった。抱卵個体は6~8月に認められたが9月に無かった点、どの月においてもCL9mm以下の抱卵個体が無かった点が、沿岸シェルター群の抱卵個体の組成と異なっていた。

沖合群は、6、7月には8~13mmCLの1歳エビが主体だったが、9月には3~9mmCLでほぼ当歳エビのみとなった。抱卵個体は6、7月に認められたが、9月は出現しなかった。

各生息環境における体サイズ組成の特徴は、雄では11~21mmCLの大型エビの出現がほぼ沿岸シェルター群に限られていた。雌では、沿岸シェルター群は産卵期後半の

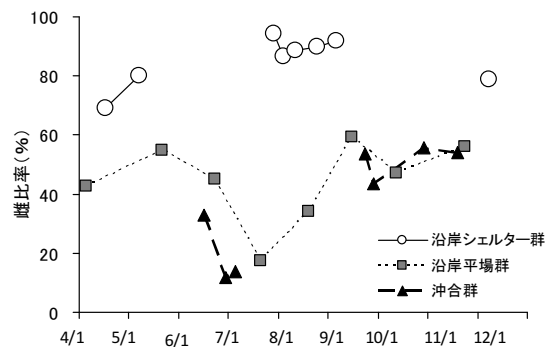


図4. 生息環境別の雌比率の推移

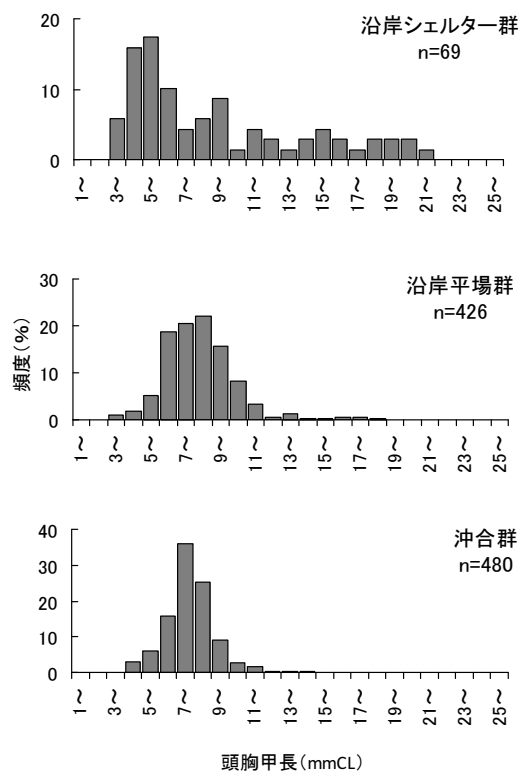


図5. 各生息環境における雄の頭胸甲長組成(6~9月)

8月にも1歳エビが他の生息環境よりも多く出現した。8、9月には抱卵した6~9mmCLの当歳エビが、沿岸シェルター群でのみ見られた。また、沿岸平場群では3~6mmCLの当歳エビが沿岸シェルター群や沖合群よりも早い時期の7月から出現することが明瞭にみられた。

考 察

シェルター内で雌比率が高い理由

霞ヶ浦におけるテナガエビの性比は、5月から10月の間に多様な漁法で採集した標本を平均するとほぼ1:1であるが、採集方法によって異なることが報告されている

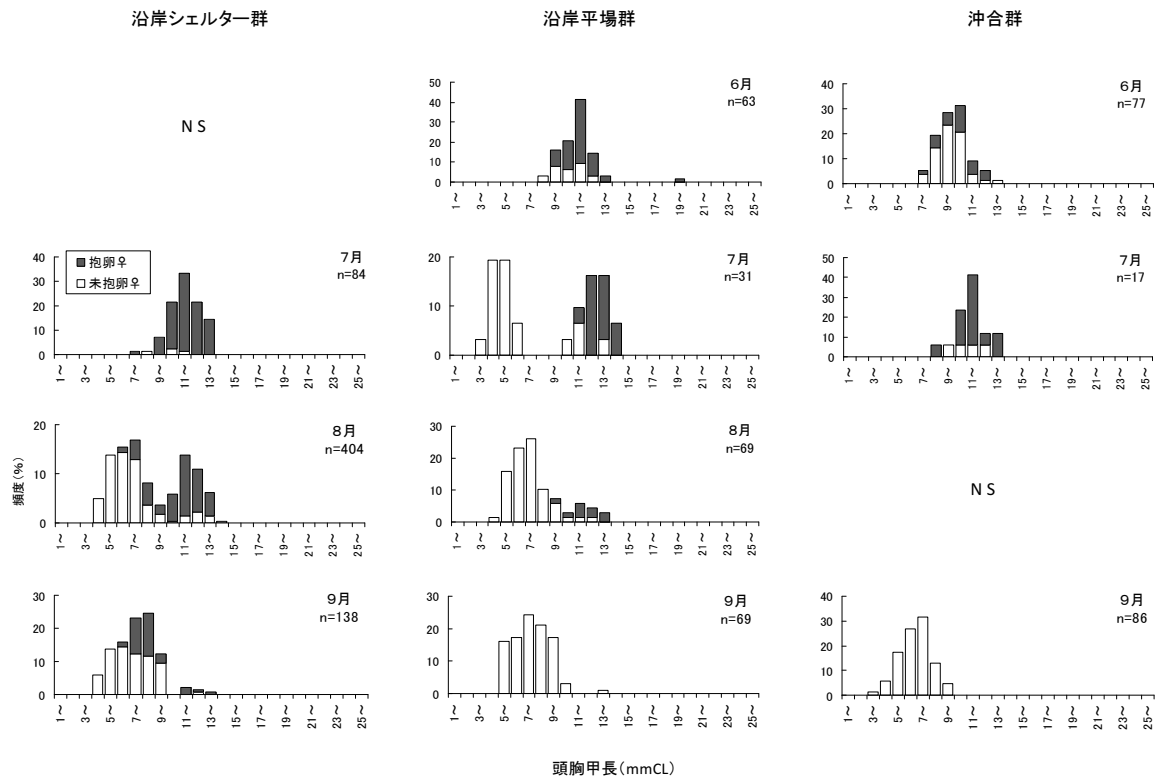


図 6. 各生息環境における雌の頭胸甲長組成の経月変化。塗りつぶしは、抱卵個体を示す。

(位田, 1983)。また、シェルターを沈設した調査では、7月前後に雌比率の高い標本が採集されている(加瀬林・芹田, 1956; 根本, 1991)。

一方、主に沖合群を漁獲する底びき網漁業(いさぎ・ごろひきあみ漁業)を営む漁業者は、7月に漁獲物が雄ばかりになる現象を経験的に知っており、漁獲物が全体的に白っぽく見えるうえに触角が目立つことから「シラガ(白髪)エビ」と呼んでいる。

これらの知見から、本研究における雌比率の偏りは2007年に限った特異的な現象ではないと考えられる。

本研究では、沿岸シェルター群の雌比率が沿岸平場群や沖合群よりも高く、特に産卵期には87~95%と極めて高い値となった。シェルターはテナガエビが好む隠れ場の環境であり、平場に比べ高密度分布となりやすい環境である(根本, 1992)。しかし、本種は個体間距離が狭くなると頻りに種内間で闘争することから(山根, 1998)、シェルターでは蟻集、種内闘争、逸散が繰り返されていると思われる。種内闘争は、雄同士の闘争の場合、体が大きく第二胸脚が長大化した大型雄が小型雄に比べて圧倒的に優位であるため(益子, 1992)小型雄はシェルターから追い出されやすいと考えられる。一方、雌は産卵期に交尾の相手として雄から保護されるため(益子, 1992)、シェルターから追い出されることは少ないと考えられる。シェルター内の高い雌比率は、シェルターという本種が好む生息環境と本種の特徴的な生態である種内闘争の二つの要素の相乗効果により起きた現象と考えられる。

甲殻類を含めた動物の配偶システムには、特定の雄と雌が1対1でつがい関係を持ち子育てを行う「一夫一妻」や、雄が複数の雌と交尾する「一夫多妻」、その逆の「一妻多夫」などがある(巖佐ら, 2003)。テナガエビの場合、水槽で多くの雌雄を一緒に飼育しておく、通常最も体の大きい優位な雄1個体のみがペアをつくり次々と交尾すること(益子, 1992)や、本研究のシェルターに生息するテナガエビが著しく雌比率が高いことから、「一夫多妻」の配偶システムである可能性が高い。さらに「一夫多妻」は、いくつかのタイプに細分化されるが、本種は大型雄が交尾の相手となる雌を保護すること(益子, 1992)、広いなわばりを持つ習性がないことから「雌防衛型(ハレム型)一夫多妻」の配偶システム(巖佐ら, 2003)に近いと考えられる。ただし、シェルター以外の生息環境では異なる配偶システムである可能性があるため、さらに繁殖生態を詳しく調べる必要がある。

テナガエビの資源回復のために

本研究では、産卵期の沿岸シェルター群において、大型雄の割合が高い、雌比率が高い、さらには当歳エビも産卵に加入する、といった特徴を持つことが明らかになり、シェルターなどの隠れ場の環境が産卵に適した生息環境であることが示唆された。

湖内におけるテナガエビの隠れ場の環境といえば、水生植物帯(ヨシ群落等)がその代表であるが、他にも笹浸し漁業の漁場があげられる。笹浸し漁業は、長さ約1.5m程

度のナラヤクリの小枝を 30~40 本束ねた「笹浸し」を連結し、5~6 m の間隔で湖底に沈め、人工的にテナガエビや小魚の潜入する場を造り、エビの潜入後に「笹浸し」を取り上げて漁獲する漁法である（坂本, 1980）。それぞれの漁業者は数百~1千個以上もの「笹浸し」を沈設し、一回の操業で約 100 個を取りあげる。一度エビを取り上げた笹浸しは、次の取り上げまで約 2 週間以上沈設されてエビの潜入を待つため、この間、エビの隠れ場となる。また、笹浸し漁場は、底びき網が操業できないことから、底びき網漁業からエビ資源を保護する側面も併せ持つ。

霞ヶ浦には昭和 30 年代に 200 経営体以上の笹浸し漁業者が操業していたが、徐々に減少し最後に統計が取られた昭和 62 年には 25 経営体になり、現在では数える程度になっている（茨城農林水産統計年報）。昭和 30 年代に沈設されていた「笹浸し」の個数は、単純計算で数万個になり、テナガエビにとって豊富な隠れ場の環境が確保されていたと考えられる。笹浸し漁業の衰退は、水生植物帯の減少（宮脇ら, 2004）と共に、テナガエビの隠れ場の環境の減少の一因といえよう。

水生植物帯の新たな造成には多くの時間と経費がかかり、場所の制約もある。短期間に豊富な隠れ場の環境を復元することはなかなか難しい。そこで、隠れ場の環境の補助的な造成として「笹浸し」を設置してはどうだろうか。衰退した笹浸し漁業を再生することは難しいが、漁業者の協力を得て禁漁区域などに「笹浸し」を設置、管理することで隠れ場の環境を造成すれば、テナガエビ資源の維持、回復の一助になると考える。木の枝を束ねた「笹浸し」は設置後約 3 年経過すると枝が折れやすくなり、取り替えが必要となるなど管理面の課題はあるが、その可能性は捨てがたい。「笹浸し」に変わる手法の開発研究も含め、今後の研究と取り組みに期待したい。

要 約

- (1) 湖内の異なる環境に生息するテナガエビを採集し、生息環境ごとの体サイズや雌雄比、抱卵率を生息環境間で比較した。
- (2) 抱卵率の推移から、2007 年の産卵期は 5 月下旬から 9 月上旬で、概ね 6~8 月が盛期と推察された。
- (3) 雌比率は、常に沿岸シェルター群が沿岸平場群や沖合群よりも高かった。産卵期にあたる 7 月下旬から 9 月上旬は沿岸シェルター群の雌比率が 87~95% と高いのに比べ、沿岸平場群や沖合群では 7, 8 月に 12~34% と低かった。
- (4) 産卵期の沿岸シェルター群が、大型雄の割合が高い、雌比率が高い、さらには当歳エビも産卵に加わるといった特徴を持つことから、シェルターなどの隠れ場の環境が産卵に適した生息環境である可能性が示唆された。
- (5) 隠れ場の環境における本種の配偶システムは、雌比率が極めて高いことから「一夫多妻」の配偶システム

である可能性が高い。

- (6) 漁業者の協力を得て禁漁区域などに「笹浸し」を設置・管理することで隠れ場の環境を造成すれば、テナガエビ資源の維持・回復の一助になると考える。

謝 辞

本研究を行うにあたり、麻生漁業協同組合の根本文雄氏、霞ヶ浦漁業協同組合の坂本瑞夫氏には標本の採集にご協力をいただいた。また、標本の整理や測定等においては、茨城県内水面水産試験場臨時職員の羽生幸代さんや大塚久美子さんにご協力いただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 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 (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調査研究報告, 20, 36-42.
- 巖佐 庸・松本忠夫・菊沢喜八郎・日本生態学会 (2003): 生態学事典. 共立出版, 東京.
- 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.
- Kubo, I. (1949): 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. 日本水産学会誌, 15(3), 125-130.
- 益子計夫 (1992): テナガエビの繁殖行動の進化をめぐって. *CANCER*, 2, 17-20.
- 宮脇成生・西廣 淳・中村圭吾・藤原宣夫 (2004): 霞ヶ浦湖岸植生帯の衰退とその地点間変動要因. 保全生態学研究, 9, 45-55.
- 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.
- 根本 孝 (1992): 霞ヶ浦におけるテナガエビ (*Macrobrachium nipponense*) のシェルターへの蝸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.
- 小川泰樹・角田俊平・林 健一 (1981): テナガエビの交尾, 放卵行動について. 広島大学紀要, 20, 65-69.

- 大島展志 (1974): テナガエビ種苗の量産 上下. 「養殖」 1974年4月, 緑書房, 東京.
- 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.
- 坂本 清 (1980): 霞ヶ浦の漁撈習俗. 筑波書林, 茨城県. 243 pp.
- 島本信夫 (1970): 霞ヶ浦におけるテナガエビ (*Macrobrachium nipponense*) の増殖に関する生態学的研究. 東京水産大学大学院水族生態学講座修士論文集.
- 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 (2008): 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, 15-24.
- 富永 敦 (2011): 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.
- 山根 猛 (1998): テナガエビ *Macrobrachium nipponense* のスペーシングメカニズム. 日本水産学会誌, 64(5), 885-886.