

海洋性昆虫ウミアメンボ *Halobates japonicus* Esaki (Hemiptera: Gerridae) の 群れと繁殖器官に関する予備的研究

井 川 輝 美¹ ・ 諏 佐 晃 一² ・ 渡 辺 守³

¹ 盛岡大学文学部

² 筑波大学大学院環境科学研究科 〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

³ 筑波大学大学院生命環境科学研究科 〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

緒 言

現存する昆虫の種数は約95万種であり、地球上の生物の総種数の半数以上を占める¹⁾。しかしながら、地球表面積の70%以上を占める海洋には昆虫は極めて少ない。外洋に至ってはアメンボ科ウミアメンボ (*Halobates*) 属に属する5種が生息するのみである^{2), 3)}。ウミアメンボ属は世界で46種が知られており³⁾、沿岸から外洋までの生息域をカバーする唯一の昆虫グループとして進化生物学上極めて興味深い存在である。ウミアメンボ属の殆どは熱帯・亜熱帯域に分布する。外洋に生息する5種は太平洋・大西洋・インド洋の赤道を中心とした帯状の広大な分布域をもつ。ウミアメンボ属では沿岸に生息する種が大勢を占めており、インドネシア、南太平洋・インド洋の島嶼、オーストラリア・紅海沿岸・東アフリカ沿岸等に分布し、マングローブの繁茂する岸辺に多く観察される。日本に生息する沿岸種としてはウミアメンボ (*H. japonicus* Esaki)、シロウミアメンボ (*H. matsumurai* Esaki) が記録されている。しかしながら、後者は既に環境省レッドリストに絶滅危惧II類として指定されており⁴⁾、採集さえ困難である。前者の日本における分布域は特定されておらず、その生態は全く研究されていない。

陸と海を繋ぐ位置に生息する沿岸性ウミアメンボの生態の解明は、ウミアメンボ属の海洋進出の歴史を明らかにするために重要である。沿岸性ウミアメンボに関しては、ガラパゴス諸島に生息する *H. robustus*^{5) - 9)} とフィジー諸島に生息する *H. fijiensis*¹⁰⁾ の群れ・日周行動・産卵行

動等に関する優れた研究が1970年代後半から1980年代前半にかけて行われた。しかしながら、それらの研究は継続されておらず、他の沿岸性ウミアメンボに関する知見は極めて断片的である。また、ウミアメンボ属の海洋進出を可能とした戦略を解明するためには、一定の調査地での定量的・定期的観測の継続が必須であるが、ウミアメンボ属の生息域の特異性のために殆どの研究が短期間に限定された調査に留まっている。

著者らは日本に生息するウミアメンボの定期的・定量的研究の予備調査として、沖縄本島・石垣島等において生息地を探索し、石垣島の西部に位置する川平湾沿岸に十分な個体数のウミアメンボの生息を確認した。本研究では、ウミアメンボの生活史に重要な役割をもつ群れの構成を調べることに並びに繁殖戦略研究のために必要である雌の蔵卵数と雌雄の繁殖器官の基礎的データを得ることを目的として、川平湾沿岸において本種の採集を行った。

材料および方法

2005年10月15日、石垣島川平湾沿岸においてウミアメンボを採集した。採集は岩場が点在しその背後に樹木や草本の茂る砂浜(調査区NA-1:採集時間10時30分~11時10分)とマングローブの生育する河口(調査区MA:採集時間11時30分~12時10分)において実施した。図1に両調査区、ウミアメンボの群れ、雌雄成虫を示した。当日の満潮は午前5時11分、干潮は午前11時51分であり、川平湾内部では潮の干満は外洋

ウミアメンボの群れと繁殖器官に関する予備的研究 (井川輝美・諏佐晃一・渡辺 守)

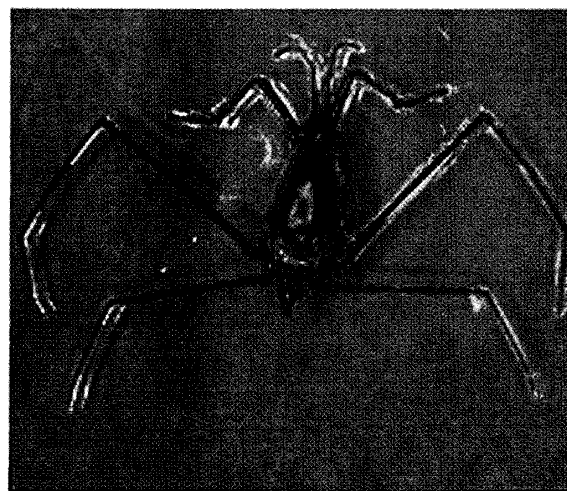
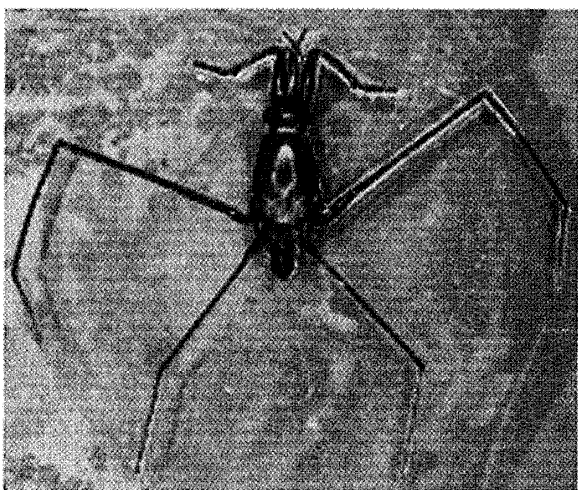
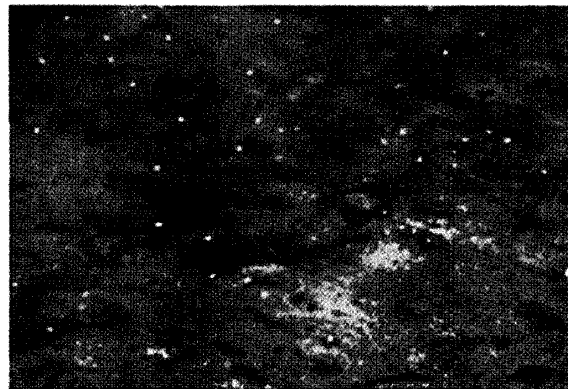


図1 上段左: 調査区NA-1 上段右: 調査区MA 中段左: ウミアメンボ *Halobates japonicus* Esakiの群れ (調査区NA-1) 中段右: 同 (調査区MA) 下段左: ウミアメンボ雄成虫 下段右: ウミアメンボ雌成虫

に面した浜に比べ約30分遅れる。従って、採集は潮位が最も低くなっていく時間帯に行われた。両調査区ともウミアメンボは、岸辺の水面に群れをなして前後左右に移動する動きを繰り返しており、特に水面に映る樹木の影を標識として群れを形成することが多かった。群れの中のウミアメンボは物音などの刺激を受けると動きが急速に早まり四方に散って群れは消滅するが、標識となる樹木の影に間もなく群れは再形成された。

調査区NA-1では、波打ち際に沿って約2メートル・水際から沖へ約2メートルの範囲に形成されていたいくつかのウミアメンボの群れを捕虫網によって採集した。調査区MAにおいては、ウミアメンボは水面に映るマングロープの影を標識として集合し群れを形成していた。そのようなマングロープの影のひとつである約2メートル四方の水面に形成された群れを捕虫網で採集した。

採集個体はプラスチック容器に保存して持ち帰り、雌雄成虫・幼虫別に採集個体数を確認した。ウミアメンボ属では、幼虫の齢期が体長などにより判別が可能であることが知られている¹¹⁾。今回採集された幼虫は齢の進んだ個体のみであったため、幼虫として一括して扱うこととした。雌雄に関しては実体顕微鏡下で解剖し、成熟卵数・亜成熟卵数・未成熟卵数の計数、成熟卵と精巣の長径と短径の計測を行った。

結果および考察

I. 各調査区でのウミアメンボ採集個体数・成虫の割合・性比

表1に、成虫並びに幼虫の採集個体数・体長・頭幅を示した。調査区NA-1での採集総個体数は309匹、成虫の割合は67.0%、性比（雄率）は69.1%、調査区MAでの採集総個体数は230匹、成虫の割合は51.7%、性比（雄率）は79.0%であった。ウミアメンボ雌成虫、雄成虫、幼虫の体長の平均値±S.D.はそれぞれ、調査区NA-1で 5.75 ± 0.527 mm、 5.72 ± 0.254 mm、 5.15 ± 0.263 mm、調査区MAで 6.01 ± 0.565 mm、 5.73 ± 0.235 mm、 4.47 ± 0.650 mmであり、頭幅の平均値は調査区

NA-1で 0.952 ± 0.0887 mm、 0.946 ± 0.0366 mm、 0.863 ± 0.0414 mm、調査区MAで 0.979 ± 0.0476 mm、 0.956 ± 0.0329 mm、 0.762 ± 0.1010 mmであった。

調査区NA-1では、岸辺に形成された複数の群れをサンプリングし、調査区MAでは樹木の影を標識として形成された単一の群れをサンプリングしたという採集方法における若干の差はあるが、いずれの調査区でもウミアメンボの群れは成虫と齢期の進んだ幼虫によって構成されていることが示された。本調査では若齢幼虫は採集されなかったが、若齢幼虫が老齢幼虫や成虫とは異なる場所に分布しているためか、季節的に若齢幼虫の密度が低かったためかは判断できない。

表1. 採集されたウミアメンボ *H. japonicus* の個体数、体長（±S.D.）並びに頭幅（±S.D.）

調査区	齢	個体数	体長 (mm)	頭幅 (mm)
NA-1	雌成虫	64	5.75 ± 0.527	0.952 ± 0.0887
	雄成虫	143	5.72 ± 0.254	0.946 ± 0.0366
	幼虫	102	5.15 ± 0.263	0.863 ± 0.0414
MA	雌成虫	25	6.01 ± 0.565	0.979 ± 0.0476
	雄成虫	94	5.73 ± 0.235	0.956 ± 0.0329
	幼虫	111	4.47 ± 0.650	0.762 ± 0.1010

アメンボ科では共食いは希ではなく、特に若齢幼虫は成虫やより齢期の進んだ幼虫の餌になりやすい³⁾。共食いの頻度は、生息場所での食物の量や幼虫にとっての隠れ場の存在の有無に依存する¹²⁾。沿岸性のウミアメンボ属の餌は主として陸から海面に落下して漂う昆虫類であり³⁾、隠れ家は入り組んだ岩場やマングロープの幹や根である。本調査において幼虫と成虫が狭い範囲で採集されたが、少なくともここでは共食いは回避されていたと考えられる。第一に、採集された幼虫はすべて齢期が進んだものであり体長・頭幅共に成虫と大きな差はなかったことから、同じ群れに属する個体間での共食いは起こりにくかったと考えられる。第二に、採集の行われた干潮時には、川平湾のふたつの調査区の岸辺はなだらかで隠れ家となるような地形や植生は認められなかったが、岸の樹木や草本の繁

みから水面に落下する昆虫が豊富に存在したと推察される。そのため、群れを形成していたウミアメンボには十分な食物があったと考えられる。

群れ行動が定量的に研究されている種は、ウミアメンボ属では *H. robustus*⁵⁾⁻⁹⁾、*H. fijiensis*¹⁰⁾のみである。1978年1月から2月に行われたガラパゴス諸島に生息する *H. robustus* の調査では、単独の成虫は殆ど観察されず、交尾中の成虫と3齢から5齢の幼虫(2齢以下は視認不可能であるため存在の有無は確認はされていない)が観察されている。成虫のペアと幼虫が高密度に分布する場所は異なり、それぞれ群れを形成する。一方、フィジー諸島における *H. fijiensis* に関する調査(1986年6月~7月)では、幼虫(大部分が1齢から4齢)のみが群れを形成しており、成虫は単独で行動していた。群れ当たりの幼虫の個体数は潮の干満の影響を受け、満潮時に個体数は減少し個体間の距離も広がる。両種の調査とも数週間の期間で行われたものであり、行動の季節変化については不明である。以上から少なくとも上記の沿岸性ウミアメンボでは種によって群れ行動は非常に異なっていることが示されている。群れ行動の違いには両種の生息環境や繁殖戦略の違いが反映されていると考えられる。ウミアメンボは、*H. robustus*、*H. fijiensis*とは異なる系統群に属しており³⁾、これらの2種いずれとも異なる群れ行動の特性を持ち、異なる繁殖戦略を展開していることが予測される。群れの構成メンバーや群れ当たりの個体密度は、生息場所・潮の干満によって異なるだけでなく、個体群の年齢構成の季節変動も反映する筈である。従って、群れの解析には今後個体群の季節変動の調査が必須である。

ウミアメンボの性比は調査区NA-1で雄率約70%、調査区MAで雄率約80%といずれも雄の割合が高かった。雄に偏った群れとしては、セイシェル諸島の沿岸種 *H. alluaudi* において、殆どが雄成虫からなる群れが採集されたことが報告されている¹³⁾。しかし、局所的なサンプリングで得られた性比は個体群全体の性比の反映で

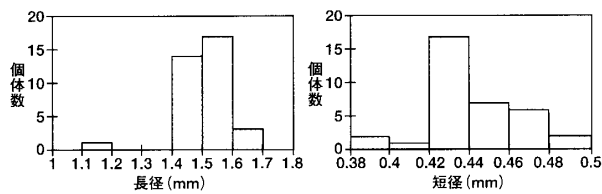
はなく、調査区に雄成虫がより多く集合していた結果と考えるのが妥当であろう。雄の集合をもたらした要因としては、交尾相手としての雌成虫が存在する場所であること(但し、交尾個体は観察されなかった)、陸由来の食物が豊富であることが考えられる。また、雌成虫が雄成虫より少なかった理由としては、雌成虫は産卵場所を求めて分散する傾向があることが考えられる。

Ⅱ. 卵の長径と短径・蔵卵数・精巢の長径と短径

図2にウミアメンボの卵巣内の成熟卵の長径と短径の長さの頻度分布を示した。調査区NA-1では、成熟卵の長径と短径の平均値±S.D.は $1.51 \pm 0.0819\text{mm}$ 、 $0.434 \pm 0.0237\text{mm}$ 、調査区MAでは $1.54 \pm 0.0542\text{mm}$ 、 $0.447 \pm 0.0223\text{mm}$ であった。ウミアメンボ属の成虫の体長が5mmを越えることは殆どなく、卵のサイズは長径0.8~1.3mm、短径約0.5mmとされている³⁾。このことから判断すると、ウミアメンボの体のサイズ(表1に示したように成虫は雌雄とも体長約6mm)、卵のサイズともウミアメンボ属の中では大きいものである。一般にウミアメンボ属の卵は体長に比較して大きく、成熟卵をもつ雌の多くは腹部が大きく伸張り腹腔部のみならず胸腔部まで卵で満たされる²⁾。本調査でも同様な腹部の伸張が多くの雌において観察された。

図3に雌成虫1個体あたりの成熟卵数と亜成熟卵数の頻度分布を示した。調査区NA-1では、解剖した雌成虫64個体のうち、35個体(53%)が成熟卵をもっており、成熟卵数は1個体当たり2個から10個、平均5.1個(成熟卵数ゼロを除く平均)であった。解剖した個体のうち亜成熟卵の有無の確認が困難であった12個体を除く52個体中、亜成熟卵を持つことが確認された個体は39個体であり、亜成熟卵数は1個体当たり1個から7個、平均2.1個(亜成熟卵数ゼロを除く平均)であった。調査区MAでは、解剖した雌成虫25個体のうち、15個体(60%)が成熟卵を持っており、成熟卵数は1個体当たり3個から8個平均5.3個(成熟卵数ゼロを除く平均)であっ

調査区 NA-1



調査区 MA

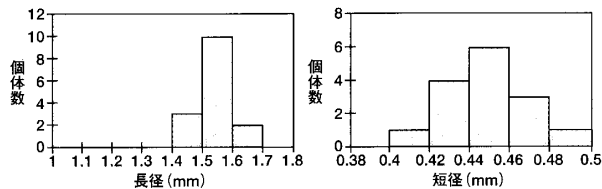
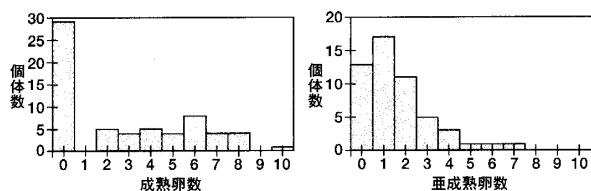


図2 ウミアメンボ *H. japonicus* の成熟卵の長径と短径の頻度分布(上: 調査区NA-1、下: 調査区MA)

調査区 NA-1



調査区 MA

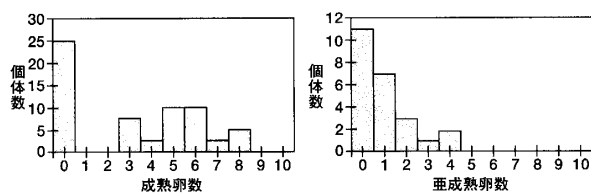
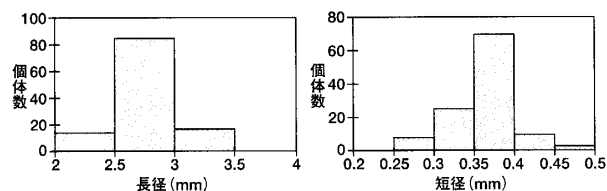


図3 ウミアメンボ *H. japonicus* の1雌成虫当たりの成熟卵数と亜成熟卵数の頻度分布(上: 調査区NA-1、下: 調査区MA)

調査区 NA-1



調査区 MA

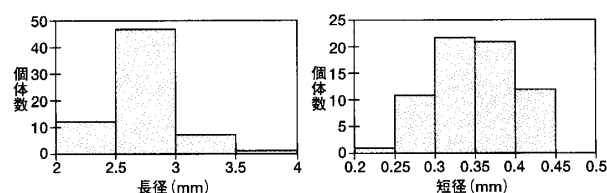


図4 ウミアメンボ *H. japonicus* の精巢の長径と短径の頻度分布(上: 調査区NA-1、下: 調査区MA)

た。解剖した個体のうち、亜成熟卵の有無の確認の困難であった1個体を除く24個体中、亜成熟卵を持つことが確認された個体は13個体であり、1個体当たり1個から4個、平均1.8個（亜成熟卵数ゼロを除く平均）であった。卵巣小管内の未成熟卵の有無が確認できた個体は、NA-1、MA両方で33個体で、31個体が未成熟卵を有しており、卵巣小管1本当たりの未成熟卵数は1個から3個、平均1.4個（未成熟卵数ゼロを除く平均）であった。

調査区NA-1で成熟卵、亜成熟卵ともに確認可能であった52個体のうち、成熟卵あるいは亜成熟卵のいずれかを有していた個体は42個体で81%であった。調査区MAでは成熟卵及び亜成熟卵の確認が可能であった24個体のうち成熟卵か亜成熟卵かいずれかを有していた個体は17個体で71%であった。つまり、大部分の個体が成熟卵または亜成熟卵をもっており、産卵可能あるいはまもなく産卵可能であった。即ち、今回の採集サンプルで見ると、この時期にはウミアメンボの多くの雌が産卵活動を行うことが示された。成虫の日齢や産卵経験の有無の推定方法がないため卵の保持が確認されなかった個体に関しては、これから卵が発育する個体であるのか既に産卵を終えた個体であるのかは不明である。

図4に雄成虫の精巢の長径と短径の頻度分布を示した。長径及び短径の平均値 \pm S.D.は調査区NA-1では、 2.78 ± 0.229 mm、 0.356 ± 0.0387 mmであり、調査区MAでは、 2.71 ± 0.251 mm、 0.341 ± 0.0456 mmであった。いずれの調査区でも雄個体の精巢のサイズはよく揃っており、性的発育段階の相違を示唆するデータは得られなかった。

本研究は野外で採集されたウミアメンボ属の成熟卵数・亜成熟卵数・未成熟卵数・卵のサイズ並びに精巣サイズに関する最初の詳細な報告である。今後、野外での日齢推定法が確立されれば、上記のデータは雌成虫の一生を通じての産卵のプロセスを把握する上で極めて有用となる。また、雄成虫については、今後精巣サイズや形状に日齢等による相違が確認されれば、生

殖活動に関する指標として用いることが可能となる。ウミアメンボ属の生殖生理については殆ど分かっていない。ウミアメンボ属の累代飼育はこれまでのところ成功例はなく、また、野外から採集した個体の長期間の飼育も困難である。そのため、実験室内で飼育し、寿命・卵巣内の成熟卵の発育過程・一生の産卵数や産卵期間を調べた報告は皆無である。野外での繁殖行動やその季節性についても殆ど不明である。沿岸性のウミアメンボ属では殆どの種で産卵場所さえ分かっていない。本研究で得られたデータをウミアメンボの繁殖戦略研究に利用していくためには、今後、定期的・定量的調査による個体群の経時変動の把握と野外での繁殖行動の調査・解析が必須である。

謝 辞

石垣島でのウミアメンボ採集に際して貴重な助言とご協力をいただいた深石隆司氏に心から感謝申し上げる。採集したウミアメンボの解剖にご協力いただいた筑波大学大学院生命環境科学研究科・青木優和博士、筑波大学保全生態学研究室学生諸氏に感謝する。本調査は、東京大学海洋研究所によって運営される研究船淡青丸KT05-25次研究航海（著者のうち井川と諏佐は、外洋性ウミアメンボの研究を目的として参加）終了後、東大海洋研のご理解のもとに関連研究として帰港地の石垣島において引き続き行われたものである。ここに御礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 石川 統 (1997) 生物科学入門 (改訂第16版). 裳華房, 東京. 200 pp.
- 2) Andersen, N.M. and J.T. Polhemus (1976) Water-striders (Hemiptera: Gerridae, Veliidae, etc.). In Marine Insects, L. Cheng (ed.). North-Holland Publishing Company, Amsterdam. pp.187-224.
- 3) Andersen, N.M. and L. Cheng (2004) The marine insect *Halobates* (Heteroptera: Gerridae): Biology, adaptations, distribution, and phylogeny. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 42:119-180.
- 4) 環境省 (2000) 昆虫類レッドリスト (平成12年4月12日公表). インターネット<http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_fhtml>
- 5) Birch, M.C., L. Cheng and J.E. Treherne (1979) Distribution and environmental synchronization of the marine insect, *Halobates robustus*, in the Galapagos Islands. *The Proceedings of Royal Society of London Series B* 206:33-52.
- 6) Foster, W.A. and J.E. Treherne (1980) Feeding, predation and aggregation behaviour in a marine insect *Halobates robustus* Barber (Hemiptera: Gerridae) in the Galapagos Islands. *The Proceedings of Royal Society of London Series B* 209:539-533.
- 7) Foster, W.A. and J.E. Treherne (1981) Evidence for the dilution effect in the selfish herd from fish predation on a marine insect. *Nature* 293:466-467.
- 8) Treherne, J.E. and W.A. Foster (1981) Group transmission of predator avoidance behaviour in a marine insect: The trawler effect. *Animal Behaviour* 29:911-917.
- 9) Treherne, J.E. and W.A. Foster (1982) Group size and anti-predator strategies in a marine insect. *Animal Behaviour* 32:536-542.
- 10) Foster, W.A. and J.E. Treherne (1986) The ecology and behaviour of a marine insect, *Halobates fijiensis* (Hemiptera: Gerridae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 86:391-412.
- 11) Cheng, L. and L. Maxfield (1980) Nymphs of two sea skaters, *Halobates robustus* and *H. micans* (Heteroptera: Gerridae). *Systematic Entomology* 5:43-47.
- 12) Spence, J.R. and H.A. Carcamo (1991) Effect of cannibalism and intraguild predation on pond skaters (Gerridae). *Oikos* 62:333-341.
- 13) Cheng, L. (1991) The endemic sea skater *Halobates alluaudi* Bergroth, 1893 (Hemiptera: Gerridae) in the Seyshelles. *Raffles Bulletin of Zoology* 39:161-168.