

海洋性昆虫ウミアメンボ *Halobates japonicus* Esaki
(Hemiptera: Gerridae) の群れの捕獲試験

井川 輝美・渡辺 守・青木 優和・岡部 秀彦

海洋性昆虫ウミアメンボ*Halobates japonicus* Esaki (Hemiptera: Gerridae) の群れの捕獲試験

Consecutive daily samplings of aggregations of the sea skater *Halobates japonicus* Esaki (Hemiptera: Gerridae)

井川 輝美^{a)}・渡辺 守^{b)}・青木 優和^{c)}・岡部 秀彦^{d)}

^{a)} 盛岡大学文学部

^{b)} 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

^{c)} 筑波大学大学院生命環境科学研究科 〒415-0025 静岡県下田市 5-10-1 筑波大学下田臨海実験センター

^{d)} 産業技術総合研究所計測フロンティア研究部門 〒305-8565 茨城県つくば市東1-1 中央第五センター

緒言

海洋に生息する昆虫は少なく、外洋まで生息域を広げたものはウミアメンボ (*Halobates*) 属に属する5種のみである^{1), 2)}。現存するウミアメンボ属46種のうち5種は太平洋・大西洋・インド洋の外洋域に広く分布し、残りの種はマングローブなどの繁茂する熱帯・亜熱帯の沿岸に生息する。沿岸種の多くは、島あるいは隣接する島々に固有の種である。これらの沿岸種の生態の解明は、ウミアメンボ類が外洋に分布域を広げていった系譜をたどるうえで極めて重要である。しかしながら、多くの種が遠隔の島嶼に分布するため調査研究は困難であり、ケンブリッジ大学の研究グループによって行われた*H. robustus* Barber (ガラパゴス諸島)^{3)~5)}と*H. fijiensis* Herring (フィジー諸島)⁶⁾の行動と生態に関する優れた研究以外は、ほとんどが記載的な報告に留まっている。日本に生息する沿岸種としては、シロウミアメンボ*H. matsumurai* Esakiとウミアメンボ*H. japonicus* Esakiが知られている。前者は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⁷⁾、後者も採集記録は希で生息状況は不明である。現状では両種とも生態の解明を待たずに沿岸環境の破壊や変化によって絶滅に向かう危険性がある。著者らは2005年10月に石垣島川平湾においてウミアメンボ*H. japonicus*の個体群を確認し、この貴重な昆虫の生態調査を開始した^{8), 9)}。川平湾ではウミアメンボは数十匹の成虫と幼虫からなる群れを形成しており、これらの群

れはマングローブや陸生植物が生育する岸近くに点在していた。

沿岸環境の大きな特徴のひとつは、潮汐による周期的な流れの変化である。ウミアメンボは無翅であり、その生活環境は海表面に限られるため、潮流は非常に強くウミアメンボに作用するはずである。引き潮によって外洋に押し流されることは沿岸のウミアメンボにとって死を意味するであろう。沿岸を生息域とするウミアメンボは、潮流に対抗して好適な環境に留まる能力を有するに違いない。これらのことを念頭に、2006年11月1日～5日に川平湾において以下の調査を行った。1) 2005年の調査では判別することができなかったウミアメンボ幼虫の齢を判別し、ウミアメンボの群れの齢構成・性比を調べる、2) ウミアメンボが特定の生息場所に留まる傾向があるかどうか調べるため、定点を設けてウミアメンボの群れを連日全数捕獲する。

材料および方法

2006年11月1日～11月5日、石垣島川平湾においてウミアメンボの採集調査を行った。採集場所は、2005年10月に調査を行った調査区NA-1⁸⁾に設定した。NA-1は、岩場の散在する砂地の海岸であり、満潮時には海水で覆われ、干潮時には海水の流入・流出の少ない潮だまりに近い状態となる(調査時には、長さ約95m、幅約24m)。この潮だまりに、ウミアメンボ数十個体からなる群れがいくつか形成されていた。それぞれの群れは消滅と再形成を繰り返していたた

め、潮だまりで群泳するウミアメンボ全体をひとまとまりの群れと見なした。潮だまりのウミアメンボを全数捕獲するために、干潮時刻に合わせて捕虫網による採集を行った。干満時刻や潮位（観測基準面からの高さ）は気象庁の石垣島の潮汐観測資料¹⁶⁾を目安とした。石垣島観測基準面の標高は、-170.9cmであった¹⁶⁾。採集スケジュール及び潮汐の状況は以下の通りであった。11月1日：午前10時26分から10分間8人による採集。採集時の潮位約140cm。当日の満潮時刻午前2時47分、満潮位234cm、干潮時刻午前9時53分、干潮位136cm。11月2日：午前10時50分から10分間8人による採集。採集時の潮位約130cm。当日の満潮時刻午前4時8分、満潮位244cm、干潮時刻午前10時41分、干潮位131cm。11月3日：午後12時15分から10分間8人による採集。採集時の潮位約130cm。当日の満潮時刻午前5時6分、満潮位254cm、干潮時刻午前11時27分、干潮位129cm。11月4日：午前11時50分から15分間5人による採集。採集時の潮位約150cm。当日の満潮時刻午前5時59分、満潮位262cm、干潮時刻午後12時2分、干潮位138cm。11月5日：午後1時25分から15分間5人による採集。採集時の潮位約150cm。当日の満潮時刻午前6時50分、満潮位262cm、干潮時刻午後12時36分、干潮位147cm。

採集個体をポリ容器に入れて持ち帰り、雌成虫は冷蔵庫に保存し石垣島滞在中に顕微鏡下で解剖して蔵卵数（成熟卵数、亜成熟卵数、卵巣小管あたりの未成熟卵数）を計数し、成熟卵の長径及び短径、体長、中脚の腿節を計測した。雄成虫・幼虫はエタノールに保存し、研究室に持ち帰り、体長、中脚の腿節を計測した。成虫

と幼虫は胸部と腹部の斑紋によって判別可能であるが、これまでウミアメンボの幼虫の齢判定は行われていないため、これらの計測値による判定を試みた。

結果および考察

I. 採集されたウミアメンボ属の種類

表1に示したように調査区NA-1において11月1日から11月5日にかけて総数472匹のウミアメンボが採集され、さらに外洋性のセンタウミアメンボ *H. germanus* の成虫も6匹採集された。外洋性ウミアメンボ属が沿岸近くで観察されることは嵐の後を除いてほとんどない。フィジー諸島で嵐の後に漂着物に混じって多くのセンタウミアメンボが岸にうちあげられていたことが報告されている¹⁾。また、カロリン諸島沿岸では、同様な状況で外洋種のツヤウミアメンボ *H. micans* がうちあげられていた¹⁾。しかしながら、本調査ではセンタウミアメンボはウミアメンボが群泳する中に混じって採集された。台風シーズンは過ぎており、採集日の前に大きな嵐はなく、センタウミアメンボが外洋から強制的に沿岸に打ち上げられる状況はなかった。外洋性ではあるがセンタウミアメンボは大陸や島々に沿うように分布しており^{1), 2)}、沿岸に接近する可能性は他の外洋種よりは大きいと考えられる。センタウミアメンボが潮間帯にまで行動域を広げることがあるか否かは興味深い課題として今後に残される。以下の項からは、ウミアメンボについてのみ述べる。

表1. *Halobates* spp.の採集個体数の変化

採集日	<i>H. japonicus</i>							<i>H. germanus</i>	
	成虫		5 齢幼虫		4 齢幼虫		3 齢幼虫	成虫	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂		♀	♂
2006.11.1	59	122	1	3	11	12	0	0	2
2006.11.2	16	51	1	1	36	56	6	3	1
2006.11.3	24	15	1	0	0	0	0	0	0
2006.11.4	17	13	0	0	0	0	0	0	0
2006.11.5	12	15	0	0	0	0	0	0	0

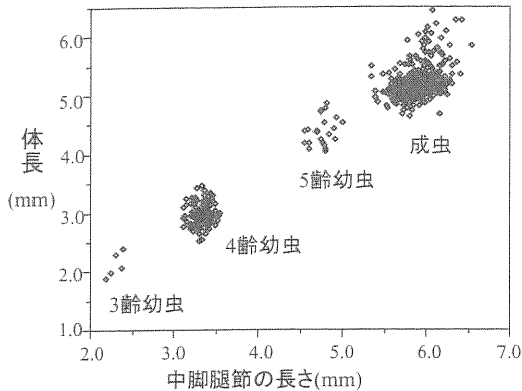


図1 ウミアメンボの体長と中脚脛節長の2次元グラフ。

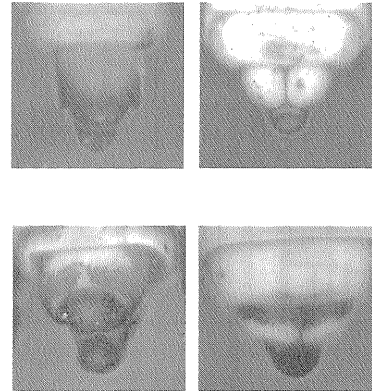


図2 ウミアメンボ幼虫の腹板末端。上段左：5齢♂、上段右：5齢♀、下段左：4齢♂、下段右：4齢♀。

II. ウミアメンボの群れの齢構成・性比・雌成虫の蔵卵数

ウミアメンボの群れの齢構成

図1に、ウミアメンボの体長と中脚脛節長の計測値の二次元グラフを示した。沿岸種 *H. robustus*、*H. alluaudi*、外洋種 *H. micans* と同様に¹⁰⁾、¹¹⁾、ウミアメンボ幼虫の齢は中脚脛節の長さによって判別可能であった。体長はばらつきが大きく、齢の判定には適さなかった。本調査で得られた幼虫は、3齢～5齢であるとした(図1)。4齢幼虫と5齢幼虫については、腹部末端の形態によって雌雄の判別が可能であった(図2)。他のウミアメンボ属の幼虫では、5齢においてのみ性別の判定が可能である¹¹⁾。

調査初日に採集されたウミアメンボの齢構成・性比がこの調査区でのウミアメンボの齢構成・性比を最もよく反映すると思われる。初日は、成虫が採集個体数の82.6%を占めており、幼虫も齢の進んだ4齢及び5齢幼虫のみであった。2005年の調査結果でも同様に成虫が多く採集された⁸⁾。アメンボ類は一般に共食いするため¹²⁾、若齢幼虫が老熟幼虫や成虫とは別の群れを形成したり、別の場所で行動することは十分考えられる。しかし、川平湾沿岸の他の場所での採集も試みたが、今回の調査では1、2齢幼虫は全く採集されなかった。よって、川平湾のウミアメンボ個体群の世代はある程度別れており、調査時期には若齢幼虫は少なかった可能性も否定

できない。成虫の性比(雄率)は67.4%、4齢・5齢幼虫では55.6%であった。2005年の調査でも成虫の雄率は高かったが(69.1%)、これがウミアメンボの雌雄の行動の違いを反映するものか個体群全体の性比を反映するものかは不明である。

雌成虫の蔵卵数

図3、図4に採集日別に雌成虫1個体が保有する成熟卵数と亜成熟卵数のヒストグラムを示した。採集日初日の11月1日は、解剖した57個体のうち55個体が成熟卵を保有しており、1個体当たり成熟卵数の最頻値は5と6であった。11月2日は、解剖した16個体全部が成熟卵を保有しており、1個体当たり成熟卵数の最頻値は5であった。11月3日は、解剖した24個体全部が成熟卵を保有しており、1個体当たり成熟卵数の最頻値は3であった。11月4日は、解剖した17個体全部が成熟卵を保有しており、1個体当たりの成熟卵数の最頻値は5であった。11月5日は、解剖した12個体全部が成熟卵を保有しており、1個体当たり成熟卵数の最頻値は5であった。ウミアメンボの卵巣内の成熟卵の長径並びに短径の平均値±S.D.は、 1.51 ± 0.068 ($n=122$) 並びに 0.453 ± 0.046 ($n=121$) であり、卵吸取を起こしている個体は確認できなかった。解剖した全117個体のうち101個体が亜成熟卵を保有していた(図4右下)。1個体当たり亜

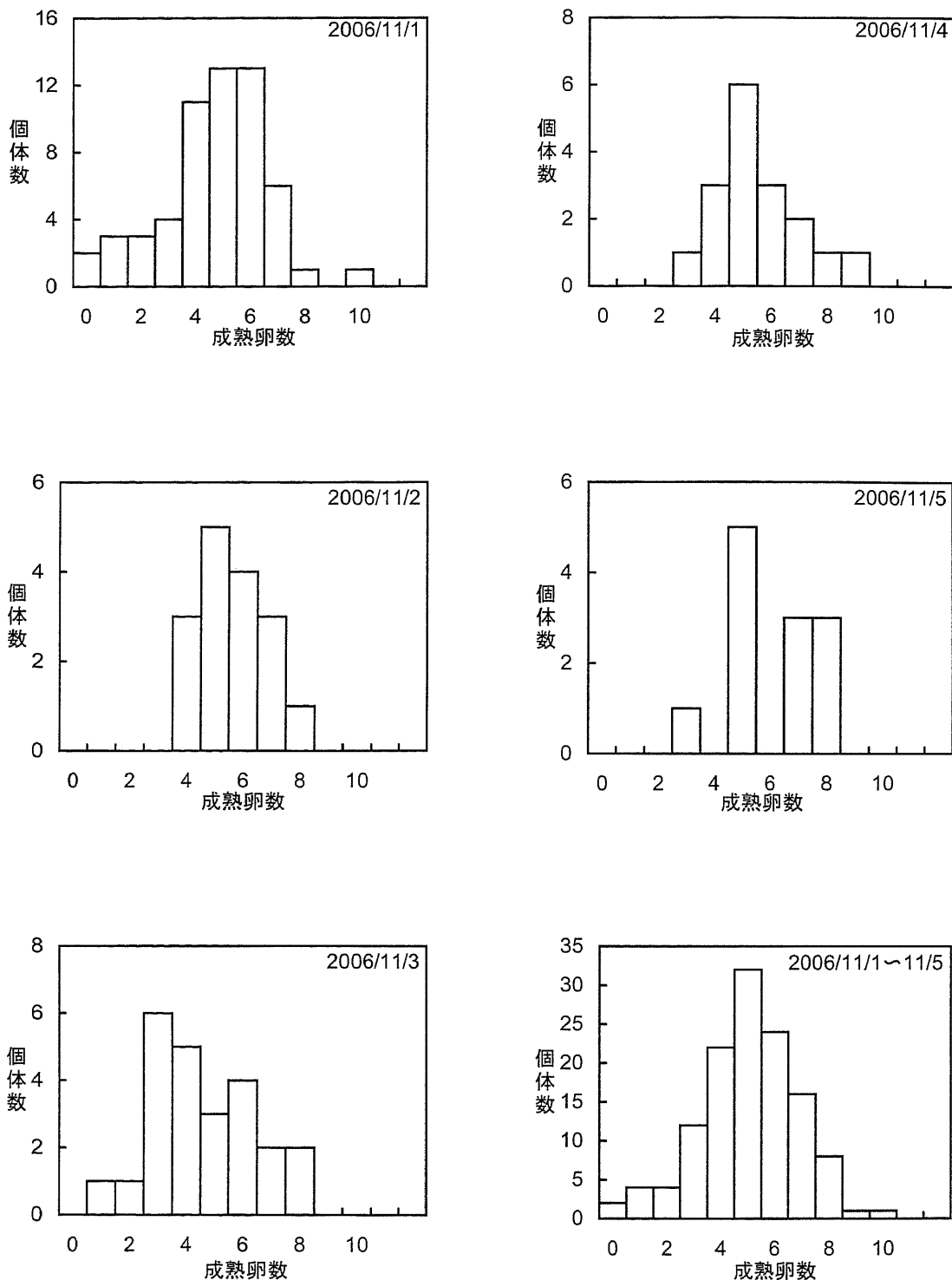


図3 ウミアメンボ1雌成虫当たり保有成熟卵数の頻度分布。左上：11月1日、左中：11月2日、左下：11月3日、右上：11月4日、右中：11月5日にそれぞれ採集・解剖した個体の成熟卵数の頻度分布。右下：11月1日～5日に採集・解剖した全個体の成熟卵数の頻度分布。

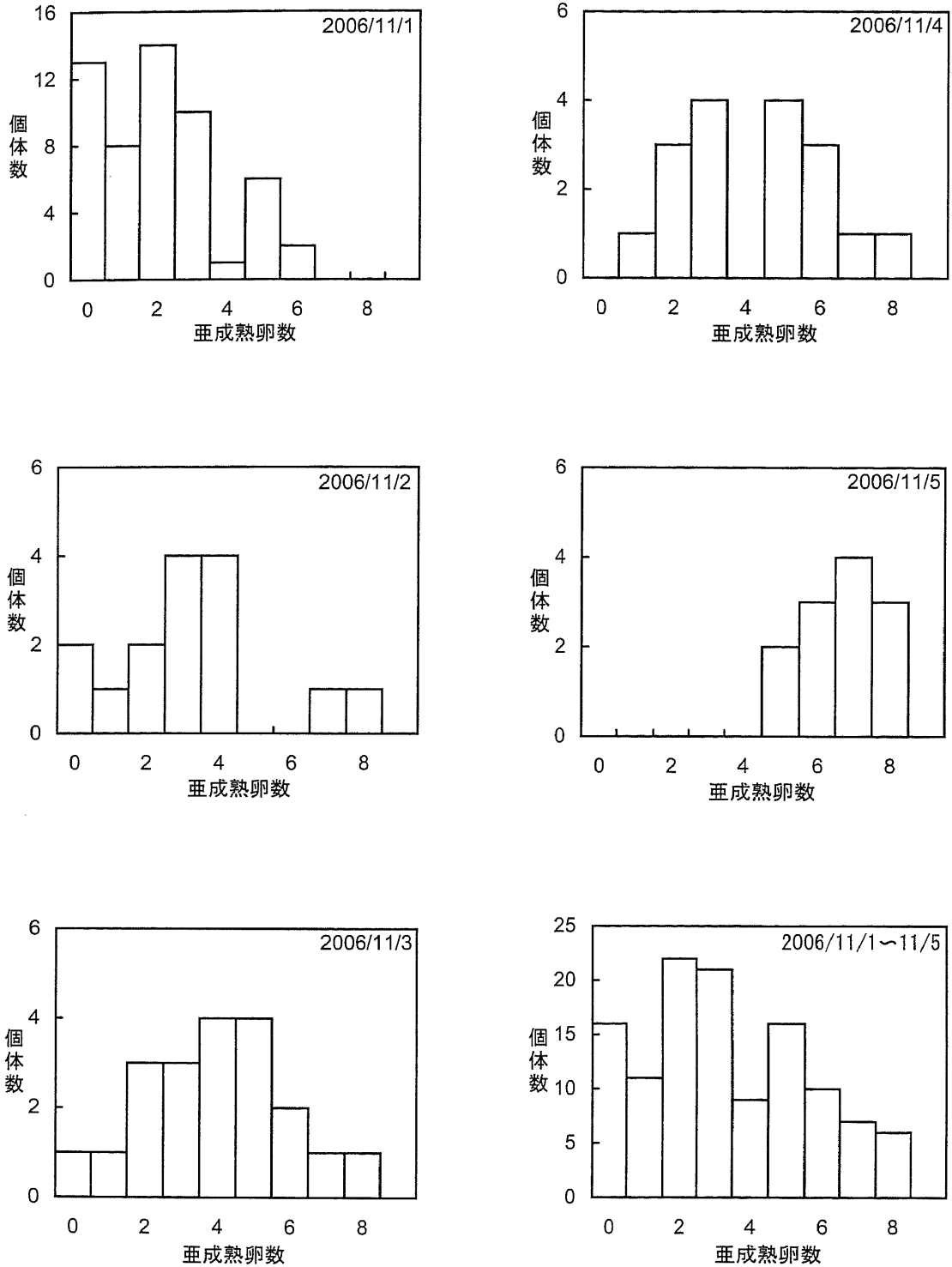


図4 ウミアメンボ1雌成虫当たり保有亜成熟卵数の頻度分布。左上：11月1日、左中：11月2日、左下：11月3日、右上：11月4日、右中：11月5日にそれぞれ採集・解剖した個体の亜成熟卵数の頻度分布。右下：11月1日～5日に採集・解剖した全個体の亜成熟卵数の頻度分布。

成熟卵数の最頻値は、11月1日が2、11月2日が3と4、11月3日が4と5、11月4日が3と5、11月5日が7であった。卵巣小管中の未成熟卵の有無が確認可能であった66個体について、卵巣小管1本当当たりの未成熟卵は1~3個であり、最頻値は2であった。卵巣小管数は1個体当たり8本であった。以上の結果から、解剖したほとんどの雌成虫が成熟卵・亜成熟卵・未成熟卵のいずれかを保有しており、産卵活動が可能であることが示された。2005年10月の調査でも、約80%の雌成虫が成熟卵、亜成熟卵いずれかを持っており⁸⁾、この時期の川平湾は生殖活動に好適であると示唆された。ウミアメンボの産卵場所は確認できなかった。現在まで沿岸性ウミアメンボ属で産卵場所が確認されているのは*H. fijiensis*のみであり、満潮時には海水に沈む帯域にある海草・藻類・サンゴのかけらなどに卵が見いだされた³⁾。ウミアメンボも同様な場所に産卵すると推測される。

Ⅲ. ウミアメンボの群れの捕獲試験

調査区NA-1で捕獲されたウミアメンボの個体数は、日を追って以下のように変化した(表1)。採集日初日の2006年11月1日は、成虫181匹(♀59、♂122)、5齢幼虫4匹(♀1、♂3)、4齢幼虫23匹(♀11、♂12)であった。11月2日は、成虫67匹(♀16、♂51)、5齢幼虫2匹(♀1、♂1)、4齢幼虫92匹(♀36、♂56)、3齢幼虫6匹、11月3日は、成虫39匹(♀24、♂15)、5齢幼虫1匹(♂)、11月4日は、成虫30匹(♀17、♂13)、11月5日は、成虫27匹(♀12、♂15)であった。

成虫は雌雄とも採集日初日が最も採集個体数が多く、翌日以降は採集数は初日の半数以下であった。幼虫は採集日2日目に最も多く採集され、この日のみ3齢幼虫も採集された。しかし、3日目は5齢幼虫1匹のみであり、4、5日目は幼虫は全く採集されていない。この結果から、調査区NA-1では成虫・幼虫ともに移入は少なく、同じ個体が定着する傾向にあったことが示唆された。調査区では相当の流速の海水が移動を繰り返しているため、ウミアメンボが同じ場所に

留まり続けるのは容易ではない。調査区は満潮時には外洋から流入する海水で完全に覆われ湾全体とひとつながりとなり、干潮時は湾の奥から急速に引いていく潮流にあらわれて残った海水が潮だまりを形成する。従って、もし、同じ個体が同じ場所に留まる傾向があるとすれば、潮流に逆らって水面を滑走し続けるか、潮に流されて移動したとしても元の場所に戻る必要がある。ウミアメンボは沿岸由来の食物・産卵場所・紫外線を避ける日陰等に強く依存しているはずであり、定常的に潮汐に晒される状況下で好適な沿岸環境に留まる(あるいは、流されても戻る)能力を有することは必須であると思われる。

ウミアメンボは、江崎悌三博士によって1924年に記載され、神奈川県、紀伊地方、高知県、奄美大島、西表島などで採集の記録がある^{2), 13), 14)}。これらの地域でのウミアメンボの現在の生息状況に関する情報はほとんどないが、少なくともある時期はウミアメンボは神奈川県から八重山諸島西表島まで約2000kmにわたって分布していた可能性がある。ウミアメンボは無翅であり、移動は海表面を滑走する以外にない。海表面では、嵐を避ける場所もなく海洋拡散があらゆる方向にアメンボを分散させるように作用している¹⁵⁾。沿岸を離れたウミアメンボが外洋環境を生き延びて別の好適な生息場所に辿り着く確率はどの程度であるのか、ウミアメンボの地域個体群の間にとどの程度の遺伝的交流があるのかは今後の興味ある課題である。

謝 辞

石垣島でのウミアメンボ採集に際して貴重なご協力をいただいた高木拓之氏に心から感謝申し上げます。川平湾での調査に参加した院生・学生諸氏(筑波大学大学院・阪本真吾、筑波大学・岩崎洋樹、入江菫子、盛岡大学・佐々木幹雄)にはウミアメンボの調査と解剖にご協力いただいた。また、盛岡大学・学生諸氏(竹谷里栄・山下奈津子・岩部みな)には、盛岡大学・井川研究室においてウミアメンボ標本の整理・同定作業にご協力いただいた。ここに御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Cheng, L. (1985) Biology of *Halobates* (Hemiptera: Gerridae). Annual Review of Entomology 31:111-135.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Treherne, J. E. and W. A. Foster (1982) Group size and anti-predator strategies in a marine insect. Animal Behaviour 32:536-542.
- 6) 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.
- 7) 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>
- 8) 井川輝美・諏佐晃一・渡辺守 (2006) 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. 盛岡大学紀要, 23:103-108.
- 9) 井川輝美・岡部秀彦・青木優和・渡辺守 (2007) 海洋性昆虫ウミアメンボ*Halobates japonicus* Esaki (Hemiptera: Gerridae) の群れの野外における動画解析試験. 盛岡大学紀要, 24:49-58.
- 10) Cheng, L. and L. Maxfield (1980) Nymphs of two sea skaters, *Halobates robustus* and *H. micans* (Heteroptera: Gerridae) . Systematic Entomology 5:43-47.
- 11) Cheng, L. (1991) The endemic sea skater *Halobates alluaudi* Bergroth, 1893 (Hemiptera: Gerridae) in the Seyshelles. Raffles Bulletin of Zoology 39:161-168.
- 12) Spence, J. R. and H. A. Carcamo (1991) Effect of cannibalism and intraguild predation on pond skaters (Gerridae). Oikos 62:333-341.
- 13) Esaki, T. (1924) On the genus *Halobates* from Japanese and Formosan coasts (Hemiptera: Gerridae). Psyche 34:112-119.
- 14) Herring, J. H. (1991) The genus *Halobates* (Hemiptera: Gerridae). Pacific Insects 3:223-305.
- 15) Ikawa, T., A. Okubo, H. Okabe and L. Cheng (1998) Oceanic diffusion and the pelagic insects *Halobates* spp. (Gerridae: Hemiptera). Marine Biology 131:195-201.
- 16) 気象庁潮汐観測資料 (2006) 2006年11月石垣島潮汐観測資料 インターネット<<http://www.datakishou.go.jp/kaiyou/db/tide/genbo/genbo.php>>