日本産ウミヘビ類に寄生するマダニ類とツツガムシ類の生態*

林 文男¹・増永 元²

¹東京都立大学理学部生物学科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

²琉球大学理工学研究科海洋環境学専攻 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1)

(受領: 2000年11月27日; 掲載決定: 2001年3月16日)

ABSTRACT

Ecological notes on the tick, *Amblyomma nitidum*, and trombiculid mites infesting sea snakes in Japan. FUMIO HAYASHI (Department of Biology, Tokyo Metropolitan University, Minamiosawa, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan) and GEN MASUNAGA (Graduate School of Science and Engineering, University of the Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan)

In the Ryukyu Islands of southern Japan, we examined the ticks and mites parasitic on the body surface of sea snakes belonging to the subfamilies Hydrophiinae (*Emydocephalus ijimae*, *Hydrophis melanocephalus* and *H. ornatus*) and Laticaudinae (*Laticauda semifasciata*, *L. laticauda* and *L. colubrina*). The tick, *Amblyomma nitidum*, and three species of trombiculid mites were found only from Laticaudinae sea snakes. The % snakes infested by larvae, nymphs and adults of *A. nitidum* ranged 0-95.0%, 0-55.0% and 0-20.0%, respectively. Larvae and nymphs infested more intensively in warmer seasons. Frequency distributions of the number of ticks per host showed that they were not distributed randomly but clumped. Replete larvae detached from the hosts in the daytime more frequently (not examined for replete nymphs and adults). This temporal drop-off pattern results in ticks remaining in the resting sites of the hosts because the hosts usually swim at night but rest in crevices of shore rocks in the daytime. No larvae or nymphs died even when placed in artificial seawater for 24 hours in the laboratory. The infestation rates of the trombiculid mites, tentatively called spp. t, w, and b in this paper, ranged 0-34.6%, 0-50.0%, and 0-25.0%, respectively. In total, 62.5% of hosts were infested by a single mite species, and 37.5% by two or three species. Similarly to the tick *A. nitidum*, these mites had clumped distribution patterns and diurnal drop-off rhythms after engorgement, although the latter was examined only for sp. t.

Key words: *Amblyomma nitidum*, Trombiculidae, *Laticauda*, sea snake, tick-host relationship, drop-off rhythm

はじめに

ウミヘビ類はコブラ科 Elapidae に属し, 大きく2つのグループに分けられる(鳥羽, 1996). 第1はウミヘビ亜科 Hydrophiinae に属するもので, 日本には, イイジマウミヘビ *Emydocephalus ijimae*, クロガシラウミヘビ *Hydrophis melanocephalus*, マダラウミヘビ *H. cyanocinctus*, クロボシウミヘビ *H. ornatus* およびセグロウミヘビ *Pelamis platurus* の5種が分布し, トゲウミヘビ *Lapemis curtus* の漂流記録もある. 第2はエラブウミヘビ亜科

* この研究は, 財団法人水産無脊椎動物研究所の2000年度の研究助成を受けた。

Laticaudinae に属するもので、エラブウミヘビ *Laticauda semifasciata*, ヒロオウミヘビ *L. laticaudata* およびアオマダラウミヘビ *L. colubrina* の3種が主に南西諸島周辺に生息する。

ウミヘビ亜科は陸に上がることなく、一生を海水中で暮らし（ただし、呼吸のために、海面上に鼻を出す）、一般的に昼行性である。胎生で、海水中で出産する。イイジマウミヘビは全長 50~90 cm の小型のウミヘビで、浅海に生息し、魚卵を専食する。ウミヘビ類は強い毒をもつが、本種では毒牙は退化し、毒腺分泌物の毒性もほとんど消失している。クロガシラウミヘビ（全長 80~140 cm）、マダラウミヘビ（全長 110~180 cm）、クロボシウミヘビ（全長 80~90 cm）の3種はいずれも浅海に棲み、魚類を専食する。セグロウミヘビは全長 50~80 cm の小型のウミヘビで、外洋において漂流生活を送る。最も泳ぐのに適した縦に平坦な形態を有し、塩類腺も大きく発達している。浮遊性の魚を専食している。

これに対し、エラブウミヘビ亜科の3種は夜行性で、昼間は岩場の隙間に隠れ、夜になると潜水し、魚を襲って食べる。卵生で、海岸の洞穴に上陸して産卵する。エラブウミヘビの全長は 70~150 cm、ヒロオウミヘビは 70~120 cm、アオマダラウミヘビは 80~150 cm である。

日本において、ウミヘビ類から採集されたダニ類は以下の2種が知られている。ウミヘビキララマダニ *Amblyomma nitidum* Hirst et Hirst, 1910 は、1957年6月および1962年11月に石垣島において捕獲されたエラブウミヘビ2頭から2雌成虫が（Yamaguti et al., 1971）、また1971年から1973年にかけて奄美大島で捕獲されたヒロオウミヘビ1頭から3幼虫、2若虫、1雄成虫が報告されている（北岡・鈴木, 1974）。ウミヘビキララマダニは3宿主性のマダニで、宿主への付着、吸血、飽血後の離脱を幼虫、若虫、成虫の各発育段階で繰り返さなければならない。本種は、ソロモン諸島からシンガポール、アンダマン諸島まで南太平洋に広く分布しているが、*Laticauda* 属のウミヘビ類以外の宿主からは記録されていない（Hirst and Hirst, 1910; Warburton, 1932; Wilson, 1970; Yamaguti et al., 1971; Zann et al., 1975）。

ツツガムシ類の1種である *Vatacarus ipoides* Southcott, 1957 は、石垣島および奄美大島産のヒロオウミヘビとエラブウミヘビの気管および肺から報告されている（利岡ら, 1962; 利岡・金子, 1964）。このツツガムシはウミヘビツツガムシ *Babiangia (Vatacarus) ipoides* (Southcott, 1957) として Suzuki (1977) および高田 (1990) に再録されている。*Babiangia (Vatacarus)* 属のツツガムシ幼虫は、ニューカレドニア島、シンガポール、台湾から知られており、*Laticauda* 属の気管系（鼻腔~肺）に内部寄生する（Southcott, 1957; Nadchatram and Radovsky, 1971）。利岡ら (1962) は、さらにこの仲間とは別のツツガムシ類を未同定種として石垣島産ヒロオウミヘビの気管より報告しているが、形態の詳細については不明のままである。

ウミヘビ類に寄生するダニ類については、国内外ともに断片的な採集記録があるのみで、その生態については未調査のままである。本研究では、日本産ウミヘビ類に寄生するダニ類の実態を南西諸島の広範囲で調査するとともに、これらのダニ類の季節的発生消長や寄生部位の選択性などの寄生特性を明らかにすることを目的とした。また、海水という特異な環境に対して、これらのダニ類がどのような生理的特性を有しているか、ここでは海水中での生存率および飽血後に宿主から離脱するタイミングにおよぼす環境要因の2点について、実験的解析も行なった。

材料と方法

1. ダニ類寄生状況の調査

ウミヘビ亜科に属するイイジマウミヘビについては、沖縄県座間味島沿岸（浅海）の1地点および阿嘉島沿岸（浅海）の1地点においてダニ類の寄生状況を調査した。クロガシラウミヘビおよびクロボシウミヘビの2種については沖縄島本部半島沖合の1地点において、クロガシラウミヘビについてはさらに石垣島先枝（岩礁）および御神崎（岩礁）の2地点においても調査を行なった。エラブウミヘビ亜科については、石垣島御神崎（岩礁）の1地点と西表島星砂海岸（岩礁）の1地点において、エラブウミヘビ、ヒロオウミヘビおよびアオマダラウミヘビの3種に対してダニ類の寄生状況を調査した。西表島星砂海岸においては、海岸近くに比較的独立した岩礁があり、その周囲の浅海でエラブウミヘビ亜科3種を同時に捕獲することができるため、寄生ダニ類の季節的消長の調査を実施した（Fig. 1a）。岩礁の上部は植生で被われ、海鳥であるアジサシ類の1種が、1巣のみであるが営巣していた。これらの野外調査の他、沖縄島の食品加工業者が宮古島より入荷したエラブウミヘビについてもダニ類の寄生状況を調査した。調査期間は、1997年11月より2000年7月までである。ウミヘビ類の採集方法については、沖縄島本部半島の沖合では、水深 20 m ほどの地点に浮かぶ筏

Fig. 1. (a) Collecting sites (arrows) of the three sympatric species of Laticaudinae snakes (*Laticauda semifasciata*, *L. laticaudata* and *L. colubrina*) in a beach, Hoshisuna-kaigan, Iriomote Island, the Ryukyus, southern Japan. The snakes were captured by hand swimming at night. (b) *Amblyomma nitidum* (mainly female adults) infesting the sea snake *L. colubrina*. Note that several scales are damaged.

の上で、呼吸のために浮き上がってきた個体を捕獲した。石垣島の先枝および御神崎にある岩礁では、人が入り込める大きさの洞穴の中で捕獲した。他の調査地では、主に夜間に、潜水によって遊泳中のウミヘビ類を捕獲した。捕獲したウミヘビ類について、その場で種の同定、性の判定、頭胴長などの外部測定を行なった後、ダニ類の寄生が認められた場合には原則としてそれらをすべてはぎ取り、70%エタノール中に保存した。ダニ類の寄生部位は頭部（吻端～第1腹板の手前）、胴部（第1腹板手前～総排泄孔後端）、尾部（総排泄孔後端～尾端）に分けて記録した。ダニ類採集後、ウミヘビ類は胴体腹面の鱗を切って個体番号を付した後、採集地点に放した。マダニ類は実体顕微鏡下で、またそれ以外のダニ類はガムクロール封入プレパラート標本を作成し、顕微鏡下で同定作業を行なった。西表島および石垣島では、調査時の海水温と外気温を測定した。

2. 分布型の解析

分布の集中度と一様度を判定するため、宿主あたりの寄生数の分散と平均値の比 (S^2/X) を求めた (伊藤・村井, 1977)。この比が1より統計的に有意に小さいときには一様分布を、1より有意に大きいときには集中分布を示す。また、1と有意差がない場合には帰無仮説としてのランダム分布を棄却できないことを示す。

3. 飽血個体の離脱のタイミングに関する実験

2000年7月には、西表島星砂海岸の調査地において、ダニ飽血個体が宿主から離脱するタイミング（日周期性）を調べる実験を行なった。4つのプラスチック水槽（長さ35 cm、幅20 cm、深さ25 cm）を用意し、それぞれ明暗条件と海水の有無の組み合わせを変えた。実験1の水槽では、昼間海水をなくし、夜間海水を入れ、夜行性のウミヘビ類の実際の生活パターンと類似した環境設定にし、ヒロオウミヘビ4個体を入れた。実験2の水槽では、実験1と逆のパターン、つまり、昼間に海水を入れ、夜間にこれを抜いた条件とし、ヒロオウミヘビ3個体とアオマダラウミヘビ2個体を入れた。実験3の水槽では、昼夜とも海水を入れない条件とし、ヒロオウミヘビ4個体とアオマダラウミヘビ1個体を入れた。実験4の水槽では、昼夜とも海水を入れた条件とし、ヒロオウミヘビ3個体を入れた。7月19日夜よりこれら4実験を同時に開始した。明暗条件は自然日長とし、温度調節器によって室温26～28°Cを維持した。毎日2回、夜明け直後（午前7時前）と日の入りの頃（午後7時すぎ）に離脱したダニ類を回収した。海水の入った水槽では、海水をナイロンメッシュ（0.18 mmメッシュ）で濾過してダニ類を回収し、メッシュごと70%エタノール中に保存した。海水の入っていない水槽では、水槽の底をウミヘビ類が逃げない程度の粗い目の網にし、その直下に海水を張った白いトレイ（深さ6 cm）を置いた。その海水をナイロンメッシュで濾過してダニ類を回収し、メッシュ毎70%エタノール中に保存した（水槽の側面や上面にも注意してダニ類を採取した）。海水を張ったトレイは、落下ダニ類のトラップであると同時に、水槽内の乾燥を防ぐ役割も果たした。水槽および海水は、サンプリングの度に新鮮なものと取り替えた。水槽をセットした翌日の朝から観察を開始し、4昼夜分について落下ダニ類のサンプルを採取した。ツツガムシ類については前述のようにプレパラート標本を作成し同定した。実験中は、ウミヘビ類を絶食させたが、死亡個体はなかった。なお、水槽にはダニ類の寄生を確認したウミヘビ個体のみを入れた。

4. 海水に対する耐性実験

飽血個体の離脱のタイミングに関する実験の前後に宿主から自然に飽血離脱した、あるいはピンセットではぎ取ったウミヘビキララマダニの幼虫9個体および若虫4個体を、底に石膏をはって湿度を保つようにした飼育容器（直径 2.2 cm, 高さ 5.0 cm）に入れ研究室に持ち帰った。採集後6日以内にそれらを恒温器内（ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 明期14時間, 暗期10時間）に移し、毎日1回、脱皮の有無を確認した。これらから得られた未吸血若虫7個体、少量吸血幼虫2個体、多量吸血若虫4個体を材料にし、海水中での耐性実験を行なった。実験には市販の人工海水（ファミリーマリン, 株式会社ミヤザワ）を用いた。ガラス瓶（直径 2.2 cm, 高さ 5.0 cm）の中に足場としてナイロンメッシュを入れ、これに海水を充満させた後、気泡が入らないようにマダニとともに密封し、6時間、12時間、あるいは24時間静置した（ $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 明期14時間, 暗期10時間の恒温器中）。供試個体数が少ないため、同一個体を6, 12, 24時間の順番で実験に繰り返し使用した（次の実験まで少なくとも5日の間隔をあげた）。一定時間静置後、マダニを取り出し水道水で洗い、余分な水分を紙で吸水させて取り除いた後すぐに、ダニ飼育容器の中にもどし、12~24時間後に生死の判定を行なった。他種と比較するために、愛知県渥美半島で得られたカメキララマダニ *Amblyomma geoemydae*（全発育段階）、兵庫県六甲山で得られたタカサゴキララマダニ *A. testudinarium*（幼虫, 成虫）、福島県福島市で得られたキチマダニ *Haemaphysalis flava*（全発育段階）、福島県産フタトゲチマダニ *H. longicornis*（幼虫）、青森県黒石市で得られたヤマトチマダニ *H. japonica*（成虫）についても、同時期に同じ耐性実験を行なった。

結果および考察

1. ウミヘビ類におけるダニ類の寄生状況

ウミヘビ亜科に属するイイジマウミヘビについては、座間味島産53個体（12♂8♀, 1997年11月21-23日採集。6♂5♀, 1998年4月25日採集。7♂6♀, 7月21-23日採集。7♂2♀, 12月12-14日採集）、および阿嘉島産5個体（3♂2♀, 2000年6月24日採集）を検査したがダニ類の寄生は認められなかった。クロガシラウミヘビについては沖縄島本部半島産8個体（2♀, 1999年9月14日採集。2♀, 2000年4月29日採集。2♂2♀, 6月7日採集）、石垣島先枝産2個体（1♂1♀, 1999年11月22日採集）、および石垣島御神崎産1個体（1♀, 1999年1月24日採集）を、クロボシウミヘビについては沖縄島本部半島産8個体（2♂, 1999年9月14日採集。1♀, 2000年4月29日採集。3♂2♀, 6月7日採集）を調べたが寄生ダニ類は見いだされなかった。

これに対し、エラブウミヘビ亜科に属するエラブウミヘビ、ヒロオウミヘビおよびアオマダラウミヘビの3種では、それぞれ27, 99, 21個体を調べた結果、高い割合でウミヘビキララマダニと3種のツツガムシ類の寄生が認められた（Table 1）。完全に海水生活をおくるウミヘビ亜科は、陸生のマダニ類やツツガムシ類の生活には不適のようである。一方、夜間に海水中で採餌するとき以外は、海岸の岩礁の隙間にもぐり込んでいるエラブウミヘビ亜科では、これらのダニ類の生活環が完結していると考えられた。ツツガムシ類の属および種の同定については現在検討中で、本報告では、sp. t, sp. w および sp. b として区別した（Fig. 2）。背甲板や感覚毛の形態によって容易にこれら3種の識別はできた。これらがウミヘビ類以外の動物から記録されているかどうかは不明であるが、ウミヘビ類の気管系から知られて

Table 1. Intensity of parasitism of the tick (*Amblyomma niitidum*) and three species of trombiculid mites (spp. t, w, and b) on *Laticauda* sea snakes in Japan.

Host species Locality	Date*	No. of hosts examined	<i>Amblyomma nitidum</i>					Trombiculid mites														
			Parasitism (%)					No. of ticks/host					Parasitism (%)					No. of mites/host				
			Larva	Nymph	Adult ♂	Adult ♀	Total	Larva	Nymph	Adult ♂	Adult ♀	Total	sp. t	sp. w	sp. b	?	sp. t	sp. w	sp. b	?		
<i>Laticauda semifasciata</i>																						
Iriomote Is.	1999. 1.29	2 (2 ♂)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Iriomote Is.	1999. 4.29	1 (1 ♂)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Iriomote Is.	1999. 7.15-21	5 (5 ♂)	20.0	20.0	20.0	20.0	0.2	0.2	0.2	1.0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Iriomote Is.	2000. 7.15-22	4 (4 ♂)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Iriomote Is.	1999.10.28-30	3 (3 ♂)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Miyako Is.***	1999. 5. 8***	12 (9♂3♀)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Laticauda laticaudata</i>																						
Ishigaki Is.	1999. 1.24	4 (4 ♀)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.0	25.0	0	0	0.5	0.5	0		
Ishigaki Is.	1999. 7. 7	20 (20 ♂)	95.0	55.0	0	5.0	95.0	19.3	1.8	0	0.1	21.1	0	50.0	20.0	5.0	0	1.7	0.5	0.1		
Iriomote Is.	1999. 1.28-29	3 (3 ♂)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.3	0	0	0	3.0	0	0	0		
Iriomote Is.	1999. 4.28-30	6 (4♂2♀)	33.3	16.7	16.7	0	50.0	0.3	0.2	0.2	0	0.7	16.7	0	0	0	0.3	0	0	0.3		
Iriomote Is.	1999. 7.15-23	18 (17♂1♀)	72.2	33.3	5.6	5.6	72.2	62.4	1.3	0.1	0.1	63.9	50.0	27.8	11.1	0	1.5	1.8	0.2	0		
Iriomote Is.	2000. 7.15-23	34 (27♂7♀)	47.1	29.4	0	0	50.0	6.4	0.4	0	0	6.8	—	—	—	32.4	—	—	—	0.9		
Iriomote Is.	1998. 8.15	5 (5 ♂)	40.0	40.0	0	20.0	60.0	1.0	0.4	0	0.2	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—		
Iriomote Is.	1999.10.26-31	9 (8♂1♀)	11.1	11.1	0	0	11.1	0.4	0.2	0	0	0.7	44.4	22.2	0	0	3.6	0.2	0	1.0		
<i>Laticauda colubrina</i>																						
Iriomote Is.	1999. 1.28-29	4 (2♂2♀)	50.0	50.0	25.0	25.0	75.0	0.5	1.5	0.5	2.3	4.8	0	0	0	0	0	0	0	0		
Iriomote Is.	1999. 4.28-30	7 (7 ♂)	85.7	42.9	0	0	85.7	2.4	0.4	0	0	2.9	14.3	57.1	0	0	0.1	3.6	0	0.9		
Iriomote Is.	1999. 7.15-21	3 (2♂1♀)	100.0	0	0	0	100.0	3.0	0	0	0	3.0	0	33.3	0	0	1.0	0	0	0		
Iriomote Is.	2000. 7.18-22	5 (5 ♂)	40.0	40.0	0	0	60.0	2.8	1.4	0	0	4.2	—	—	—	20.0	—	—	—	0.4		
Iriomote Is.	1999.10.27-30	2 (1♂1♀)	0	50.0	0	0	50.0	0	0.5	0	0	0.5	0	50.0	0	0	0	0.5	0	0		

—: not examined.

* arranged according to the month at the same study site.

** unknown for broken specimens or for only counting without collection.

*** materials received by a food processor on Okinawa Island on that day.

Fig. 2. Three species of trombiculid mites (spp. t, w and b named tentatively in this paper) found on the body surface of laticaudid sea snakes. The dorsal view and scutum with eyes of each species are shown. Bars indicate 0.1 mm.

いる既知のウミヘビツガムシ類 *Babiania* (*Vatacarus*) *ipoides* (Southcott, 1957) および *B. (V.) kuntzi* (Nadchatram et Radovsky, 1971) とは異なっていた。なお、無気門亜目のダニ類の1種のヒポプスが少数採集されたが、寄生部位が不明のままであり、本報告ではこの記載を省いた。

2. ウミヘビキラマダニの寄生特性

季節的消長および生活環

西表島星砂海岸での海水温/外気温は、1999年1月には 20–21°C/16–21°C、4月には 23°C/21–23°C、7月には 29–30°C/27–29°C、10月には 25–27°C/21–25°C、2000年7月には 28–30°C/24–26°C であった。石垣島御神崎での海水温/外気温は、1999年1月に 20°C/19°C を測定した。Table 1 に示すように、幼虫、若虫、成虫ともに1年を通して寄生が認められたが、幼虫および若虫の寄生率および寄生数は夏に高くなる傾向があった。飼育下 (25±1°C, 明期14時間: 暗期10時間) で、飽血幼虫が若虫に脱皮するまでの期間は、平均20.4日 (SD=4.1, N=7, 範囲14–26) であった。他の発育段階の期間については未調査である。

寄生部位と宿主の体サイズを選択性

エラブウミヘビ亜科3種は形態的にきわめて類似し、西表島星砂海岸の調査地では、同じ岩場で同時に捕獲されたため、これらの宿主を一括して以下の解析を行なった。西表島星砂海岸における幼虫寄生率は、1998年8月40.0% (N=5)、1999年1月22.2% (9)、同4月50.0% (14)、同7月65.4% (26)、同10月7.1% (14)、2000年7月41.9% (43) となった。若虫の寄生率はそれぞれ40.0%, 22.2%, 28.6%, 26.9%, 14.3%, 27.9%, 成虫の寄生率は

Fig. 3. The snout to vent length and sexes of laticaudid sea snakes parasitized by *Amblyomma nitidum* (individual boxes marked with asterisks) or not on each sampling occasion; (a) 28–29 January 1999 in the beach, Hoshisuna-kaigan, Iriomote Island, (b) 28–30 April 1999 ditto, (c) 15–23 July 1999 ditto, (d) 26–31 October 1999 ditto, (e) 15–23 July 2000 ditto, and (f) 7 July 1999 in the shore reef, Uganzaki, Ishigaki Island.

それぞれ20.0%, 11.1%, 7.1%, 11.5%, 0%, 0%であった。

石垣島と西表島の調査において、エラブウミヘビ亜科の宿主から総計1,899個体のウミヘビキラマダニが確認された。その内訳は幼虫1,782個体、若虫95個体、成虫22個体（雄5個体、雌17個体）であった。幼虫の10個体（0.6%）がウミヘビ類の頭部に、1,711個体（96.0%）が胴部に、61個体（3.4%）が尾部に寄生していた。若虫では、88個体（92.6%）が胴部に、7個体（7.4%）が尾部に寄生していた。成虫では、20個体（雄5個体、雌15個体）（90.9%）が胴部に、2個体（雌のみ）（9.1%）が尾部に寄生していた。いずれも鱗の隙間に顎体部から胴部前半をもぐり込ませて吸血していた（Fig. 1b）。幼虫、若虫、成虫が、特定の部位を選択して吸血する傾向は認められなかった。なお、飼育中のヒロオウミヘビ2個体が脱皮をしたが、脱皮によってダニがはがれ落ちることはなかった（1個体には2幼虫2若虫が、他の1個体には11幼虫が寄生していた）。

捕獲した宿主の頭胴長は、いずれの調査時期においても80 cm前後の個体が多く、1年を通して、よく似た体サイズ組成であった（Fig. 3）。調査個体数はわずかであるが、マダニの寄生率は宿主の体サイズや性により顕著な影響を受けていないと考えられた。

分布型

宿主1個体あたりにどれくらいのウミヘビキラマダニが寄生していたか、その頻度分布をFig. 4に示す。分散と平均値の比（ $S^2/\bar{X}$ ）をみると、幼虫では、6回の調査のうち4回において集中分布を、2回はランダム分布と有意差がなかった。若虫では6回のうち4回の調査で集中分布が示された。成虫では、寄生の認められた4回の調査のうち2回で集中分布を示した。本種は他のマダニ類と同様に、多数の卵を1卵塊として産みつけ、また個体の移動性が乏しいため、集中分布を示す場合が多いと考えられる。宿主1個体に幼虫1,044個体が寄生している例も認めた。また、宿主1個体に成虫11個体（2雄9雌）が寄生したウミヘビでは寄生部位の鱗の破損が顕著であった（Fig. 1b）。このように、多数のマダニに寄生された場合、宿主が何らかの悪影響を被っている可能性も考えられる。

飽血後の離脱のタイミング

飽血ダニが宿主を離脱するタイミングについての実験では、合計4個体の飽血幼虫が得られたが、いずれも昼間、海水に没していない時に宿主から離脱した（Fig. 5）。これは、夜行性のウミヘビ類が昼間に岩場の隙間に潜んでいるときに落下することを意味している。飽血個体が少数であったため、離脱のタイミングに及ぼす海水の影響（特に、海水中では飽血離脱が抑制されるかどうか）については詳細がわからず、今後の検討が必要である。

マダニ類の飽血後の離脱のタイミングについては、一般に種間で差があることが知られている。例えば、*Ixodes* 属では、*I. nipponensis*, *I. pacificus*, *I. scapularis*, *I. ricinus* などの飽血幼虫や若虫は明期（昼間）に落下する（Belozerov, 1982; Mather and Spielmann, 1986; Vredevoe *et al.*, 1997; Fujimoto, 1999）が、*I. asanumai* では暗期（夜間）に落下する（Hayashi *et al.*, 1984）。前者では宿主動物の幅が広く、夜行性の動物に寄生した場合にはそれらの巣やシェルターに留まることになり、昼行性の動物に寄生した場合には宿主の移動中に林床に落下することになる。しかし、後者では、昼行性のトカゲ類に特異的に寄生するため（Hayashi and Hasegawa, 1984）、宿主がシェルターとして利用している場所に落下する。

Fig. 4. Frequency distributions of the number of larvae, nymphs, or adults of *Amblyomma nitidum* per host on each sampling occasion; (a) 28–29 January 1999 in the beach, Hoshisuna-kaigan, Iriomote Island, (b) 28–30 April 1999 ditto, (c) 15–23 July 1999 ditto, (d) 26–31 October 1999 ditto, (e) 15–23 July 2000 ditto, and (f) 7 July 1999 in the shore reef, Uganzaki, Ishigaki Island. N, number of hosts examined; $\bar{X}$, mean number of ticks per host. The variance: mean ratio ($S^2/\bar{X}$) is one of the measures indicating the distribution patterns; uniform distribution when <1 , random distribution when $=1$, and clumped distribution when >1 (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$).

Fig. 5. Temporal drop-off patterns of engorged larvae of *Amblyomma nitidum* (upper) and the trombiculid mite sp. t (lower) in four experimental conditions; on land in the daytime but under the sea at night (Ex. 1), under the sea in the daytime but on land at night (Ex. 2), always on land (Ex. 3), and always under the sea (Ex. 4). The numeral in each box is the total number of ticks or mites dropped from the host sea snakes during the experimental period of 4 days. N, total number of ticks or mites infesting the hosts used in each experimental condition.

Amblyomma 属のダニ類については、*A. hebraeum* の幼若虫は、宿主の活動期である明期後半から暗期開始の時間帯に落下する傾向があることが知られている (Rechav, 1978). これと同属のウミヘビキラマダニでは、幼虫は明期に落下したが、このマダニでは、海水中で宿主から離脱する場合のリスクが極めて大きいいため、それを回避するように明期に離脱するしくみが獲得されたと考えられる。

海水中での生存率

ウミヘビキラマダニの未吸血個体および宿主からはがした吸血個体を、人工海水中に24時間浸漬したままにしておいても、死亡する個体はまったく見られなかった (Table 2). 自然状態では、通常1日2回潮の干満があり、岩場のウミヘビキラマダニの生息場所が海水中に没することがあるとしても、最長12時間ほどと予測され、その程度の水没では、ウミヘビキラマダニの生存に悪影響はないと考えられる。また、宿主上で吸血中のウミヘビキラマダニにとって、宿主が仮に一晚中海水中を遊泳し続けるとしても、その生存を脅かすものではないらしい。

Table 2. Survival rates of the ticks submerged in artificial sea water for 6, 12, or 24 hours at 25±1°C.

Species	Collecting site	6 hours in sea water			12 hours in sea water			24 hours in sea water		
		Age (days) ^a	N ^b	Survival (%) ^c	Age (days) ^a	N ^b	Survival (%) ^c	Age (days) ^a	N ^b	Survival (%) ^c
<i>Amblyomma nitidum</i>										
Slightly-engorged larvae	Iriomote Is. (on hosts)	40	2	100.0	49	2	100.0	60	2	100.0
Unfed nymphs	Iriomote Is. (reared)	15–25	7	100.0	22–32	7	100.0	35–48	7	100.0
Semi-engorged nymphs	Iriomote Is. (on hosts)	40	4	100.0	49	4	100.0	60	4	100.0
<i>Amblyomma geoemydae</i>										
Semi-engorged larvae	Aichi Pref. (on hosts)	7	6	100.0	7	6	100.0	7–25	10	100.0
Semi-engorged nymphs	Aichi Pref. (on hosts)	7	6	100.0	7	6	100.0	7	8	100.0
Semi-engorged adults (♀)	Aichi Pref. (on hosts)	7	2	100.0	7	2	100.0	7	6	100.0
<i>Amblyomma testudinarium</i>										
Unfed larvae	Hyogo Pref. (on vegetation)	127–130	8	50.0	130	5	20.0	140	3	66.6
Unfed adults (♂, ♀)	Hyogo Pref. (reared)	109–110	6	100.0	112–113	6	83.3	122–124	5	100.0
<i>Haemaphysalis flava</i>										
Unfed larvae	Fukushima Pref. (on vegetation)	12	6	83.3	17	6	33.3	21	8	0.0
Unfed nymphs	Fukushima Pref. (on vegetation)	5–12	7	100.0	10–17	7	85.7	7–21	7	42.9
Unfed adults (♂)	Fukushima Pref. (on vegetation)	5–12	3	100.0	10–17	3	100.0	14–21	3	100.0
<i>Haemaphysalis longicornis</i>										
Unfed larvae	Fukushima Pref. (reared)	64–67	11	63.6	67	8	37.5	77	1	100.0
<i>Haemaphysalis japonica</i>										
Unfed adult (♀)	Aomori Pref. (on vegetation)	491	1	100.0	494	1	100.0	504	1	100.0

^a The period after they were collected on hosts or vegetation, or after they hatched or moulted in the laboratory.^b The number of ticks examined.^c Survival or not was judged after 12-24 hours from experimental submerge.

またこの実験では、ウミヘビキララマダニ以外の陸生のマダニ類が海水中でかなり長期間生存可能であることが明らかとなった (Table 2). イシガメを宿主とするカメキララマダニは、ウミヘビキララマダニと同様に死亡個体は皆無であった. 他のマダニ類については、幼虫、若虫、成虫の順に耐性傾向があった. 海水耐性の強さは、浸透圧 (塩分) と呼吸 (酸素) の2つの要因と深くかかわっていると考えられる. マダニ類は乾燥に耐えられるように厚い外皮を発達させており、海水との浸透圧の差による体内水分の移出入などは、この厚い外皮によって防止されていると考えられる. また、マダニ類は一般的に飢餓生存期間が著しく長く、これは代謝速度の低さと関係しているだろう. 本来的に低い代謝速度は、海水中での酸素欠乏にも有利に作用していると考えられる. 実験では、長期間にわたって海水につけておいた場合、一部の個体で麻酔されたような状態が観察されたが、その後、海水から上げて飼育容器に入れておくと自然に回復した. マダニ類が海水中の溶存酸素を利用できるかどうかは不明である.

宿主を4日余り海中に入れた場合には (実験4)、実験終了後、宿主上で吸血中の幼虫15個体のうち2個体 (13.3%) のみが死亡していた. 若虫は1個体吸血中であったがこれは死亡していた. 吸血中のダニがウミヘビの血液中の酸素を利用できるかどうかはわからないが、数日間海を漂流したり、長距離移動を行なった後でも、これらのマダニが生存している可能性は充分あると考えられる. ウミヘビキララマダニは広域分布種で、ソロモン諸島、ニューギニア島、アンダマン諸島、シンガポール、琉球列島から知られているが (Wilson, 1970; Yamaguti *et al.*, 1971; Zann *et al.*, 1975)、その要因の一つとして、宿主の長距離移動にもなうウミヘビキララマダニの分布の拡大が考えられる.

3. ツツガムシ類の寄生特性

季節的消長

3種のツツガムシ類のうち、sp. t は西表島のみから71個体、sp. w は西表島から63個体、石垣島から35個体の計98個体、sp. b は西表島から3個体、石垣島から11個体の計14個体が採集されたが、発生消長に明瞭な季節的变化は認められなかった (Table 1). 西表島星砂海岸において、エラブウミヘビ亜科3種を一括した場合の寄生率は、sp. t については、1999年1月に11.1% (N=9)、同4月に14.3% (N=14)、同7月に34.6% (N=26)、同10月に28.6% (N=14)、sp. w については同様に0%、28.6%、23.1%、21.4%、そしてsp. b については0%、0%、7.7%、0%となった.

これらのツツガムシ類は同一宿主上で同時に寄生している場合があった. 西表島では、ツツガムシ寄生の認められた総計21宿主のうち、8宿主にはsp. t のみ、6宿主にはsp. w のみ、5宿主にはsp. t とsp. w の両種、2宿主には3種すべてが寄生していた. 石垣島では、総計11宿主のうち、6宿主にはsp. w のみ、5宿主にはsp. w とsp. b の2種がともに寄生していた. つまり、単独種による寄生が62.5%、複数種による寄生が37.5%であった (N=32).

寄生部位

71個体のsp. t のうち、47個体 (66.2%) が胴部より、24個体 (33.8%) が尾部より得られた. 98個体のsp. w のうち、8個体 (8.2%) が頭部より、75個体 (76.5%) が胴部より、

15個体 (15.3%) が尾部より得られた. *sp. b* については, 少数例であるが, 14個体すべてが胴部より得られた. いずれも鱗の隙間にもぐり込んで寄生しており, 寄生部位の明瞭な選択性は認められなかった. 飼育中のヒロオウミヘビが脱皮したが, ツツガムシ ($N=1$, 標本を採取しなかったため未同定) は脱皮によってはがれ落ちることはなかった.

分布型

宿主 1 個体あたりの寄生ツツガムシ数の頻度分布を Fig. 6 に示す. *sp. t* では, 4 回の調査のうち 3 回において統計的に有意に集中分布であることが検出された (1 回はランダム分布). *sp. w* では 5 回中 3 回において, *sp. b* では 3 回中 1 回において集中分布を示した. ウミヘビキラマダニと同様, ツツガムシ類でも野外での分布パターンは集中分布となる傾向が強いと考えられる.

Fig. 6. Frequency distributions of the number of mites per host in the three trombiculid species (*spp. t, w, and b*) on each sampling occasion. N , number of hosts examined; $\bar{X}$, mean number of mites per host; $S^2/\bar{X}$, variance; mean ratio indicating the distribution patterns, uniform distribution when <1 , random distribution when $=1$, and clumped distribution when >1 (* $P<0.05$, ** $P<0.01$).

飽血後の離脱のタイミング

飽血ダニの離脱周期を調べた実験において、合計17個体の飽血ツツガムシが得られた。16個体は *sp. t*、1個体のみが *sp. w* であったため、*sp. t* についてのみ解析した (Fig. 5)。昼間は干上がった状態で夜間のみ海水を入れる条件の実験1においては、10個体中8個体が昼間に（つまり陸上で）、2個体は夜間に（つまり海中で）宿主から離脱した。昼夜の海水条件を逆転させた実験2では、昼間に離脱した個体が2個体、夜間に水の干上がった条件で離脱したものが1個体であった。実験3では昼夜とも海水を入れなかったが、得られた飽血幼虫2個体はともに夜間に離脱した。昼夜とも海中とした実験4では飽血幼虫は昼間離脱した。観察個体数が少ないとは言え、昼間に離脱するか、あるいは海水につかっているときに離脱する傾向があると推定される。もし *sp. t* がウミヘビ類に特異的に寄生するツツガムシであるとすると、昼間に離脱することは、自然状態では安全な岩場の隙間に落ちることを意味する。海水につかっていることと明期であることの両者を離脱のタイミングを調節する刺激として利用しているかどうかは今後の詳細な検討が必要である。それと同時に、これらのツツガムシ類がウミヘビ類に特異的に寄生する種であるのか、それとも他の哺乳類、鳥類、爬虫類などにも寄生するの可否かも調査する必要がある。もし後者であれば、離脱のタイミングをウミヘビだけの結果だけから議論できないことになる。

海水中での生存率

実験4では4日余り宿主と共に海中に入れておいた。これらの宿主から最終日に飽血間近と思われる3個体のツツガムシをピンセットで取り外してダニ飼育容器に入れておいた結果、1日後に1個体は生存、2個体は死亡していた（これらはすべて *sp. t* であった）。ツツガムシ類がウミヘビ類の組織液中の酸素を利用できるかどうかはわからないが、数日間海を漂流したり、長距離移動を行なった後でも、これらのツツガムシ類が生存している可能性があるのではないかと考えられる。

摘 要

沖縄県において、ウミヘビ亜科3種（イイジマウミヘビ、クロガシラウミヘビ、クロボシウミヘビ）およびエラブウミヘビ亜科3種（エラブウミヘビ、ヒロオウミヘビ、アオマダラウミヘビ）の外部寄生性ダニ類の調査を行なった。前者のウミヘビ類からダニ類は採集されなかったが、後者からはウミヘビキラマダニと3種のツツガムシ類を得た。ウミヘビキラマダニは1年を通して採集され、幼虫および若虫はとくに夏期に寄生率や寄生数が高い傾向を認め、野外では集中分布をしている傾向が強く示された。夜間に採餌（魚食）のため遊泳するエラブウミヘビ類では、飽血個体（幼虫のみ観察）が昼間に離脱するという観察結果を得たが、これは海水中での離脱を避けることと関係があると推測される。人工海水中に24時間浸漬した実験では、死亡個体は皆無であったが、これは未吸血個体の待機場所や飽血個体の生息する岩礁間隙が満潮で一時的に没した場合でも強い海水耐性によって生存可能であることを示している。3種のツツガムシ類については、マダニと同様の寄生習性（1年を通して寄生、集中分布、昼間に飽血離脱）が部分的ながら確かめられた。これらツツガムシ類の分類学的検討と宿主特異性の詳細は今後の課題である。

謝 辞

現地調査を手伝っていただいた高橋洋生および岩崎 誠の両氏（琉球大学），ならびに海中の耐性実験のためマダニ類を提供していただいた藤田博己氏（大原総合病院付属大原研究所），藤本和義氏（埼玉医科大学）および矢部 隆氏（愛知学泉大学）に心から感謝したい。また，研究全般にわたって有益な御助言をいただいた太田英利氏（琉球大学）にも深く感謝したい。

文 献

- Belozero, V. N. (1982): Diapause and biological rhythms in ticks. In: Physiology of ticks. (eds., Obenchain, F. D. and R. Galun), pp. 469-496, Pergamon Press, Oxford, UK.
- Fujimoto, K. (1999): Drop-off rhythms of the engorged larvae and nymphs of *Ixodes nipponensis* Kitaoka and Saito (Acari: Ixodidae) fed on the lizard, *Takydromus tachydromoides* (Schlegel). *J. Acarol. Soc. Jpn.*, 8: 155-158.
- Hayashi, F. and M. Hasegawa (1984): Selective parasitism of the tick *Ixodes asanumai* (Acarina: Ixodidae) and its influence on the host lizard *Eumeces okadae* in Miyake-jima, Izu Islands. *Appl. Ent. Zool.*, 19: 181-191.
- Hayashi, F., M. Hasegawa and K. Miyashita (1984): Timing of dropping from the host lizard in the tick, *Ixodes asanumai* (Acarina: Ixodidae). *Appl. Ent. Zool.*, 19: 418-421.
- Hirst, S. and L. F. Hirst (1910): Descriptions of five new species of ticks (Ixodidae). *Ann. Magaz. Nat. Hist.*, 8: 299-308.
- 伊藤嘉昭・村井 実 (1977): 動物生態学研究法上巻. 268 p., 古今書院, 東京.
- 北岡茂男・鈴木 博 (1974): 南西諸島における医動物学的研究 2. 奄美大島南部のマダニと季節消長. 衛生動物, 25: 21-26.
- Mather, T. N. and A. Spielman (1986): Diurnal detachment of immature deer ticks (*Ixodes dammini*) from nocturnal hosts. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 35: 182-186.
- Nadchatram, M. and F. J. Radovsky (1971): A second species of *Vatacarus* (Prostigmata, Trombiculidae) infesting the trachea of amphibious sea snakes. *J. Med. Entomol.*, 8: 37-40.
- Rechav, Y. (1978): Drop-off rhythms of engorged larvae and nymphs of the bont tick, *Amblyomma hebraeum* (Acari: Ixodidae), and the factors that regulate them. *J. Med. Entomol.*, 14: 677-687.
- Southcott, R. V. (1957): On *Vatacarus ipoides* n. gen., n. sp. (Acarina: Trombidioidea). A new respiratory endoparasite from a pacific sea-snake. *Trans. Royal Soc. South Australia*, 80: 165-176.
- Suzuki, H. (1977): The trombiculid fauna. In: Animals of medical importance in the Nansei Islands in Japan (ed., Sasa, M.), pp. 251-285, Shinjuku Shobo, Tokyo.
- 高田伸弘 (1990): 病原ダニ類図譜. 216 p., 金芳堂, 京都.
- 鳥羽通久 (1996): ウミヘビ類. 日本動物大百科. 5. 両生類・爬虫類・軟骨魚類 (千石正一・疋田 努・松井正文・仲谷一宏編), pp. 106-111, 平凡社, 東京.
- 利岡静一・金子清俊 (1964): 日本産内部寄生性ダニ類の研究. 蛇類の内部の寄生性ダニ類について (II). 爬虫類学雑誌, 1: 28.
- 利岡静一・金子清俊・久郷 準 (1962): 内部寄生ダニ類の研究 (I) 内部寄生性 Trombiculid mites について. 衛生動物, 13: 159-160.
- Vredevoe, L. K., P. J. Richter and R. B. Kimsey (1997): Temporal drop-off pattern of juvenile *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae). *Can. J. Zool.*, 75: 613-617.
- Warburton, C. (1932): On five new species of ticks (Arachnida, Ixodoidea). *Parasitology*, 24: 558-568.

- Wilson, N. (1970): New distributional records of ticks from Southeast Asia and the Pacific (Metastigmata: Argasidae, Ixodidae). *Oriental Insects*, 4: 37-46.
- Yamaguti, N., V. J. Tipton, L. H. Keegan and S. Toshioka (1971): Ticks of Japan, Korea, and the Ryukyu Islands. *Brigham Young Univ. Sci. Bull., Biol. Ser.*, 15(1): 1-226.
- Zann, L. P., R. J. Cuffey and C. Kropach (1975): Fouling organisms and parasites associated with the skin of sea snakes. In: The biology of sea snakes. (ed., Dunson, W. A.), pp. 251-265, Univ. Park Press, Baltimore, Maryland, USA.