

Haemaphysalis longicornis 幼ダニの日周活動と CO₂ に対する反応についての実験的研究

吉 田 利 男*

序

野外でのマダニが宿主に附着・吸血するには、両者の出会いの状態が問題となる。マダニと宿主の出会いが偶然ではなく、マダニが宿主へ附着・吸血するための待機活動のパターンがあって、その待機している所へ宿主が来て、餌となる植物を食べている時に、四肢や顔に附着する。とくに、幼ダニでは若ダニ、成ダニとくらべて、その附着、待機活動が特異的である〔吉田(1968), 吉田・野村(1968^{a, b, c})〕。

宿主に附着したマダニは宿主の上で、吸血・胞血して地上に落下し、休眠・脱皮をして、再び、宿主への附着の機会を待つ。成ダニでは、その場所で産卵・繁殖する。一ヶ月程後に孵化、幼ダニとなり、宿主への附着を待つ。幼ダニは、落葉の堆積物(マットと呼ぶ)から植物(主として、イネ科…コメガヤ・ススキ・ササなど)の丈20~40cmの所に上り、数百匹がダンゴ状になって集まる。宿主の到来とともに活発な動きをみせる。なかには、植物体をつたって、下ったり、落下したりする。そして、再び、植物体上へはい上がる。この幼ダニの行動は晴天の日中にみられ、雨天の時にはマット内に待機している。1966年キープでの調査で、幼ダニの活動に関して、次のことが観察された。家兎をカゴに入れ、12時に、調査地(森林 8—B区)に置き、6時間後の18時に回収、さらに、新しい兎とかえ、6時間後の24時に回収し、兎に附着・吸血しているダニの数を調べたら、前者では成ダニ36、若ダニ350、幼ダニ655、後者では、それぞれ、10, 216, 3848匹であった。18時にセットした兎では、附着した幼ダニの数が桁ちがいに多い。なお、この時間では、夜露がおりて、回収時の24時に、フランネルを引いてもダニの附着はみられない。何故、夕方にセットした兎に多数の幼ダニがついたのか。幼ダニの日周活動の時間帯と、セットした時間帯とが一致していたとも考えられる。

そこで、ダニの野外での行動について、さらに観察をつづけた。それによると、一般に、成ダニは地中で越冬し、春は地上のマット内にみられ、夏から秋にかけては主として地上から1mほどの高さの雑草や木の葉裏にいるのがみられる。若ダニ、幼ダニでは、地中で越冬し、春から秋の間、日中は地上のマット内や雑草の丈20~40cmの高さまで上り、ダンゴ状となっている。このように季節、発育段階によって、待機場所、高さにちがいがみられた。とくに幼ダニでは夜間は地上のマット内にいて、日中は植物体上で宿主を待っているのが観察された。何時に植物体へ上り、何時に植物体を下るのかは観察出来なかった。

そこで、幼ダニが植物体へはい上ったり、下ったりすることを、幼ダニの一つの活動型と

* Biological Institute, Faculty of Liberal Arts, Shinshu University, Matsumoto, Japan

考えて、室内でその活動を記録し、確認を試みた。

なお、ダニの行動については野外での観察や室内での観察が Totze (1933), Bodenheimer (1934), Smith and Cole (1941), Smith, et al. (1946), Milne (1947), Lees (1948), Lees and Milne (1951), Hoogstraal (1956), 難波 (1958), El Ziady (1958), Arthur (1961)

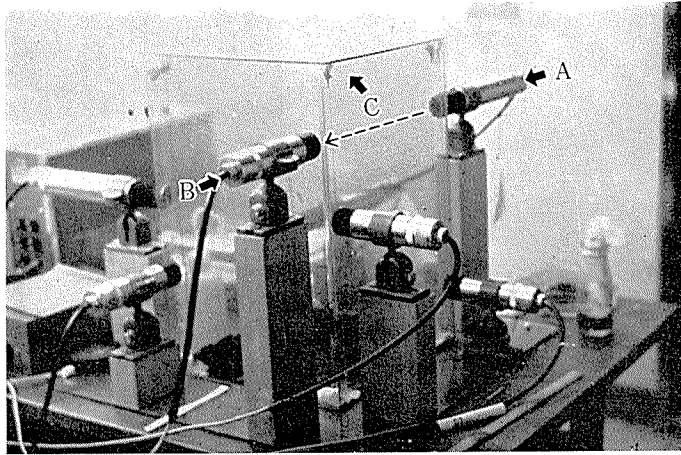


Photo. 1 A newly developed tick movement quantity measurement apparatus for recording

- (A) a flood light projector, BL(R) 40—30C (made in Takkenakadenshi K.K.)
- (B) a flood light receptor, BL(R) 40—30C (made in Takkenakadenshi K.K.)
- (C) an experimental box with glass

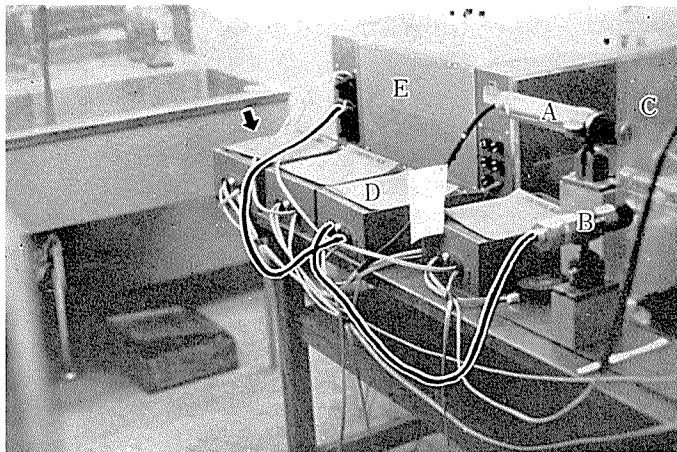


Photo. 2 Control Box, BA—323 (made in Takkenakadenshi K.K.)

- (A) a flood light projector
- (B) a flood light receptor
- (C) an experimental box
- (D) control box
- (E) recorder

らによって、ダニの活動に対する光の影響については Belozelov (1969), CO₂ への反応については Korenberg (1969), 附着・吸血して宿主から落ちる活動にリズムがあることについては George (1963, 1964 a, 1964 b, 1971), Hadani and Rechav (1970), Camin, et al. (1971) らが、植生とダニの分布について Semtner, et al. (1971), 越冬中のダニの垂直分布については Dusbabek (1971), 産卵のリズムについて北岡 (1972) らの報告があるが、幼ダニの日周活動についてはこれといった記録装置がなく明らかにされていない。

実験方法

(1) 材料：山梨県清里キープ農場より採集した成ダニを家兎を用いて飼育・繁殖した *Haemaphysalis longicornis* 幼ダニ多数

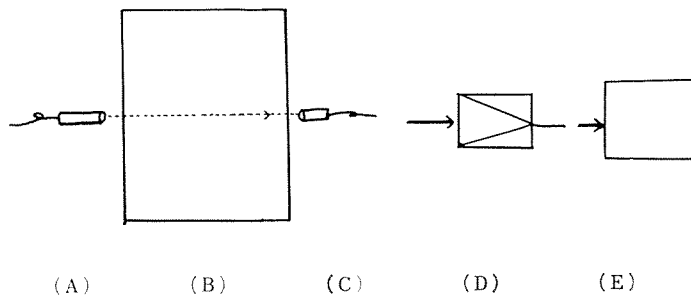


Fig. 1 Diagram of the principle in a newly developed tick movement quantity measurement apparatus for recording

- (A) a flood light projector
- (B) the inner face of the experimental box
- (C) a flood light receptor
- (D) control box
- (E) recorder

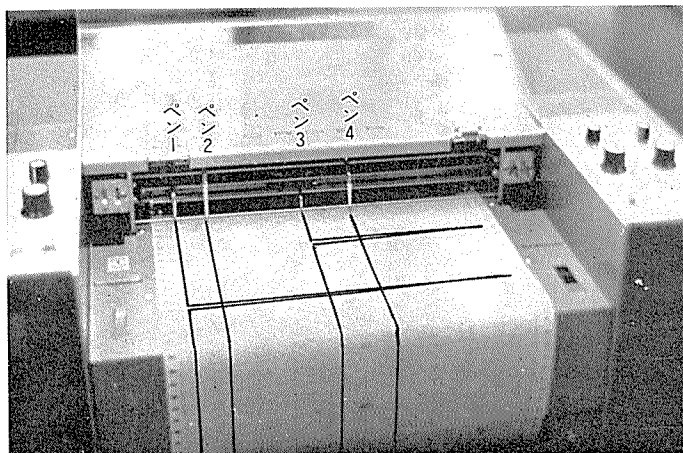


Photo. 3 Recorder with four pens and the record (made in Nippondenshi K.K.)

- (2) 幼ダニの行動を記録するために、下記の要領で新しい装置を作った。

製作にあたっては竹中電子・高山理化製器株式会社の協力を得た。

- 縦30cm, 横30cm, 高さ40cmのガラス箱（フタ付き）を作り, その内面の一端から, $\phi 1$ mmのタングステンランプによる赤色光を内壁にすれすれに投光し, 他の一端に設置した受光器（竹中電子投受光器 BL(R) 40—30C）でとらえる（Photo. 1）。幼ダニの上り, 下りの活動によって, その光が遮断されるのを受光器でとらえ（Photo. 2）, それをもとに制御函（竹中電子 BA—323）で500mVの矩形波にかえ, 発信し記録計（日本電子4ペン式）へ送り, 記録紙に, その波形を書かせる（Fig. 1, Photo. 3）。なお, 投・受光器は4面に設置し, 設置高さは各面ちがい5・10・20・30cmの高さである。そのため, 記録計は4ペン式で, 4色のインクを用いて記録した。記録のスピードは1分間に30mmである。
- (3) ガラス実験箱の底に土をうすくしき, 湿度を90%に保ち, 実験のつど, 幼ダニを500から700匹を底の中央に放した。
- (4) これらの実験は恒温室内ですべて行なわれ, 20°Cと26~28°Cに設置され, 光は蛍光灯を上から投射（800から1000 Lux）した明室と暗室にて行なった。

結 果

(1) 20°C, 暗黒下で, 4日間の連続記録によると, 幼ダニの活動時間に2つの山がみられる。夕方から夜間にかけてと, 日の出から午前中との二回である。すなわち, 実験開始の一日目では16~23時, 2日目では10~12時と13時から3日目の5時にかけて, 3日目では7~14時と15時から4日目の5時にかけて, 4日目では6~12時と夕方から夜間にかけて, 活動の山がみられた（Fig. 2）。

(2) 20°C, 一定の明るさの下で2日にわたっての記録によると, 9~14時と17時から翌日の1時にかけて活動の山がみられたが, 2日目では, 室内の湿度調節を誤り, 過飽和としてしまい, 幼ダニの活動はこれといってみられない（Fig. 3）。

(3) 26°C, 暗黒下で, 3日にわたっての記録によると, 実験開始の11~12時と15~18時にかけて活動の山がみられる。2日目では8~13時に, 3日目では8~13時にかけて, 活動の山がみられる。2日目の夕方から夜間にかけてはこれといった顕著な活動がみられなかった（Fig. 4）。

温度の違いに関係なく, また, 明・暗の差に関係なく, 幼ダニの上り, 下りの活動は周期的なリズムのなかで, 毎日, 午前中に1回, 夕方から夜間にかけて一回, 計2回, なされる。

(4) 幼ダニの日周活動をもとにして, 活動の高い時間帯をさけて, 夕方の活動開始前（15時）と午前中の活動終了時（11時）に, この行動記録装置を用いて, CO₂に対する幼ダニの反応について実験を行なった。

① 26~28°Cで, 暗黒下で, 2日にわたっての記録結果（Fig. ⁶~~5~~）によると, 12時から15時にかけて活動の低下がみられる。そこで, 15時10分から15時15分の5分間, CO₂を送風した。CO₂を入れると, 急に活動が活発となり, ガラスの内壁を上ったり, 下ったりする行動が顕著になる。その結果, 波形も急激に多数記録される。その後, 時間の経過とともに, 活動が低下し, もとの周期活動にもどり（Photo. 4）, 夕方の活動がはじまる。17時から24時の間に活発な活動がみられている。

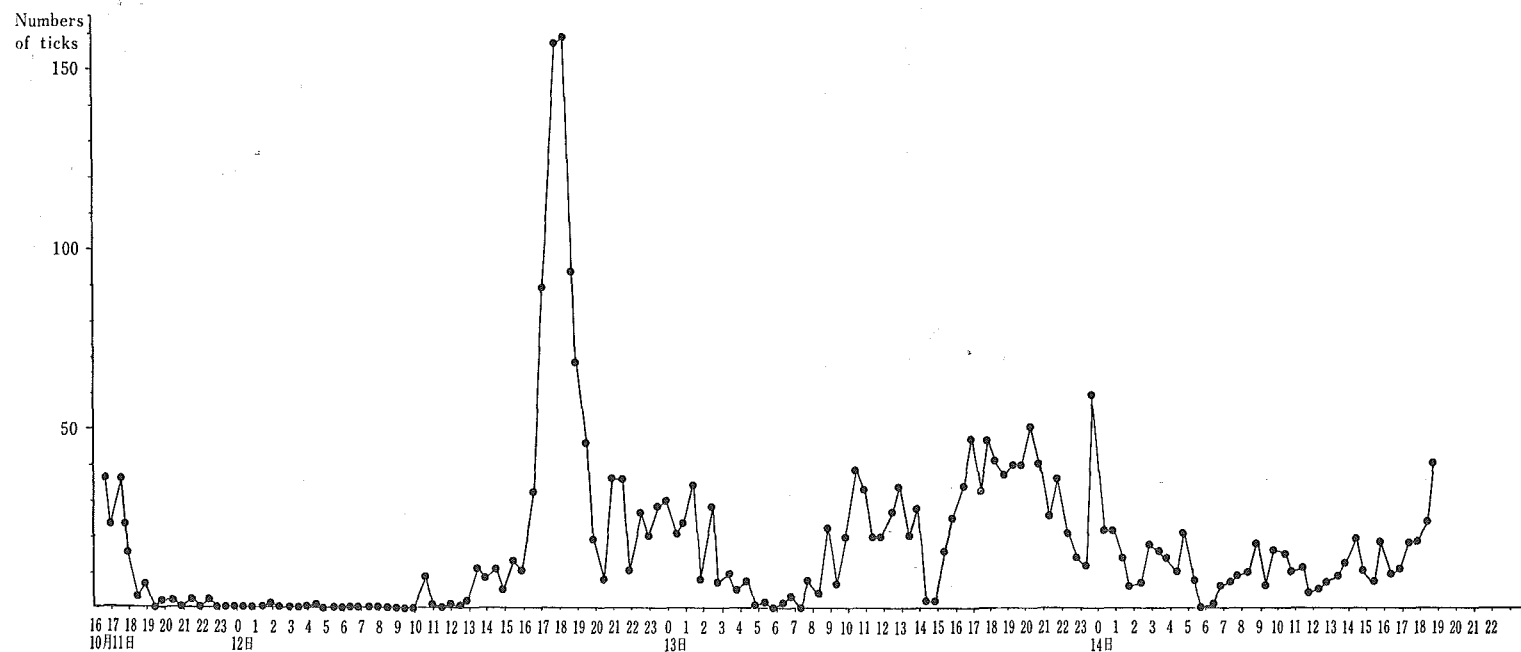


Fig. 2 Diurnal activity in the larvae of ticks, *Haemaphysalis longicornis* (In the dark at the room temperature 20° C)

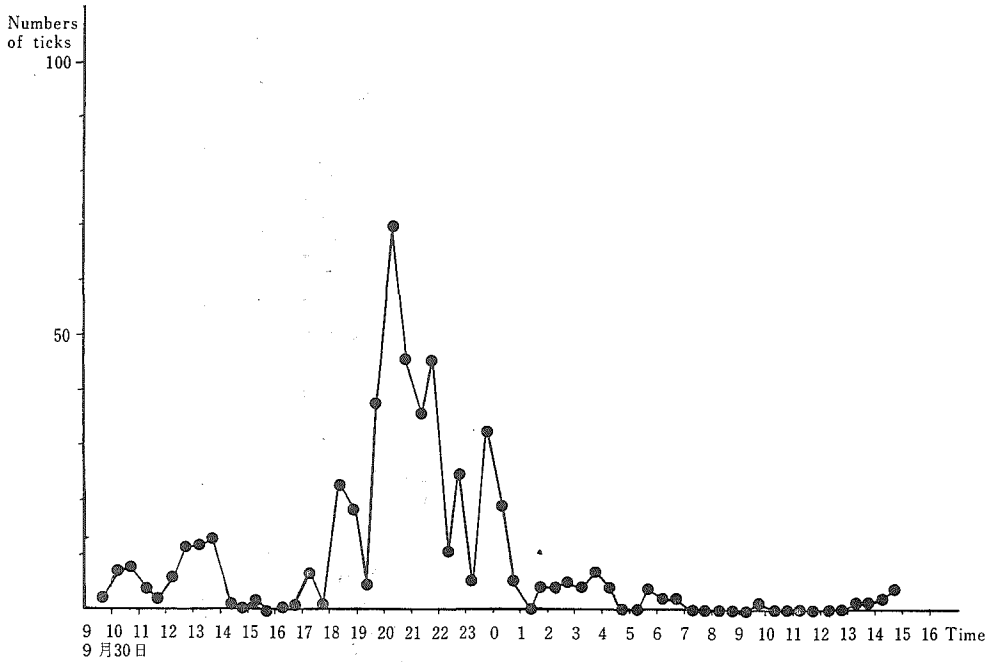


Fig. 3 Diurnal activity in the larvae of ticks, *Haemaphysalis longicornis*
(In the light at the room temperature 20°C)

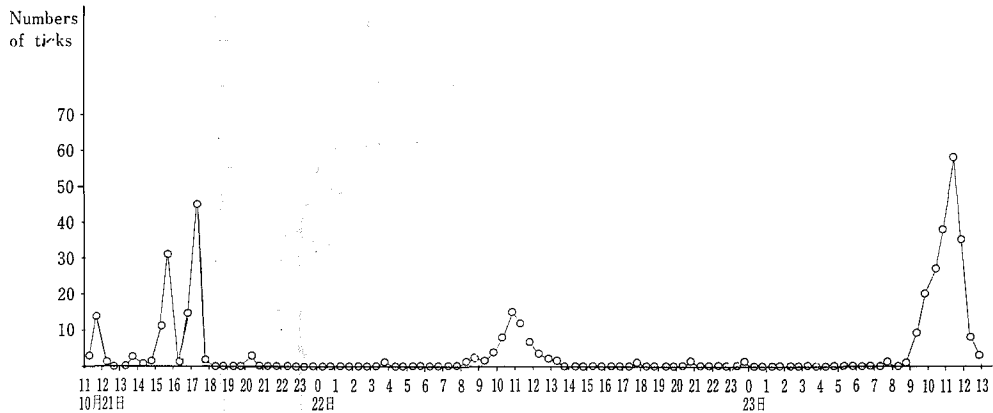


Fig. 4 Diurnal activity in the larvae of ticks, *Haemaphysalis longicornis*
(In the dark at the room temperature 26°C)

② 26~28°Cで、一定の明るさの下で、2日にわたっての記録結果 (Fig. ⁵~~10~~) によると、17時から翌日の1時にかけて活動の山がみられ、1時から10時までは活動が不活発である。10時から11時にかけて、活動の山がみられる。ここで、活動が低下したことを

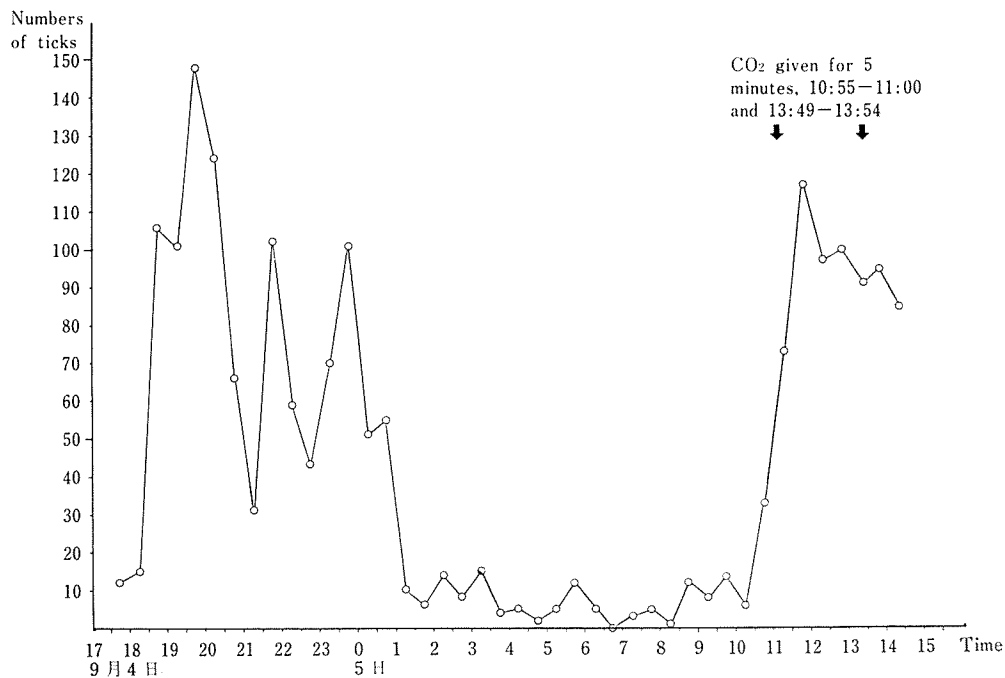


Fig. 5 Behavior in relation to CO₂ and diurnal activity in the larvae of ticks, *Haemaphysalis longicornis* (In the dark at the room temperature of 26—28°C)

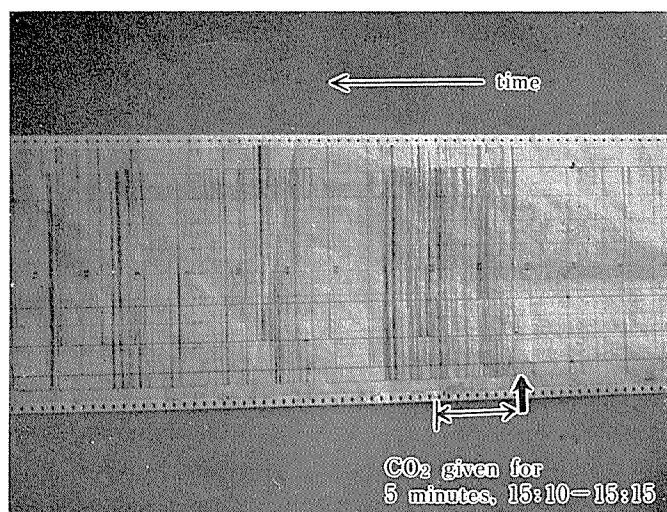


Photo. 4 Records of the behavior in relation to CO₂ in the larvae of ticks, *Haemaphysalis longicornis*

確認して、10時55分から11時まで5分間、CO₂を送りこむと、急激な上り、下りの活動がみられ、漸次、不活発となる。3時間後に、もう一度、CO₂を送りこむと、同じように上り、下りの活動がさかんにみられるが、前回を上まわるほどのものではなかった。

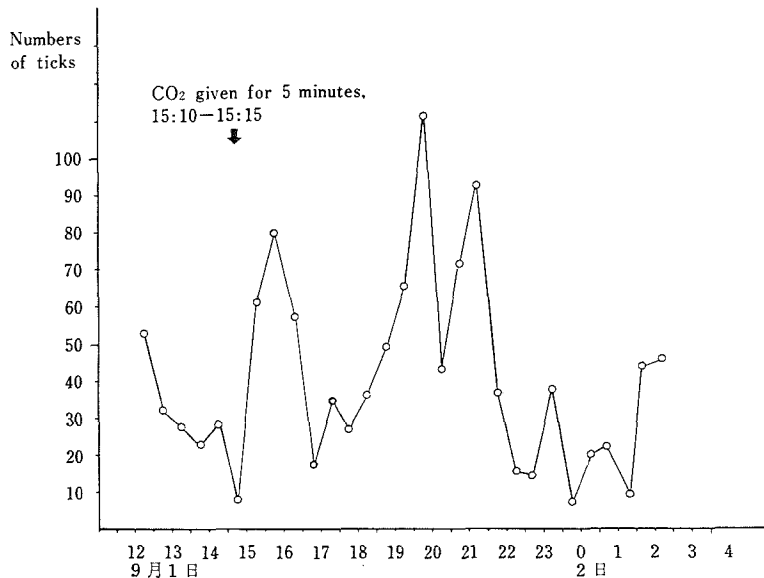


Fig. 6 Behavior in relation to CO₂ and diurnal activity in the larvae of ticks, *Haemaphysalis longicornis* (In the light at the room temperature of 26—28°C)

これらのことから、幼ダニのCO₂に対する反応が非常に高いことがわかる。

なお、CO₂はドライアイスの破片を洗淨ビンにいれ、発生したCO₂を洗気ビン3本を通過（各ビンの間は各々1mのゴム管で接続）させ、室温と同じにして、直径1mmのガラス細管より、送風した。

考 察

野外での観察によると、幼ダニは午前中と夕方のいつかの時間に植物体へ上ったり、下ったりする活動がみられている。これにつけ加えて、夕方、地上部での宿主に附着する幼ダニの数が非常に多かったことを考えて、幼ダニに上り、下りの活動に日周活動があるのではないかと考えた。実験の結果、幼ダニの上り、下りの活動は一日のうち、午前中と夕方から夜間にかけて、2回みられることが確認された。特に、夕方から夜間にかけては、幼ダニの活動が活発である。このことは、野外での幼ダニの行動と一致している。すなわち、午前中の活動の時間に植物体へ上り、ダンゴ状となって宿主の到来を待つ。夕方までに、宿主が来なければ、夕方の活動時間に、植物体より地上のマットへ下り、マット内で、宿主の到来をまつ。一般に、このダニの宿主となりうる野生動物はほとんどが夜行性で、夕方から行動を開始する動物であること、また、日中は、放牧家畜に対して、午前中の活動によって植物体へ上り、宿主との出会がかなえられるのである。いずれにせよ、ダニと宿主との出会いは偶然的なものだけでないことがわかる。

植物体上で、また、地上のマット内で待機している幼ダニは、宿主の到来とともに活発な動きをみせる。この活動を起すものは何か、マダニに関して、これといった解析はみられな

い。CO₂, 振動, 臭いなどの変化によって幼ダニの反応が高まり活発な活動がひきおこされ
ると言われているが, 具体的な資料はない。今回の実験では, 入れたCO₂の濃度(%)が明
らかでないで, 確かなことは言えないが, CO₂の増加に対しては活発な活動がみられた。
ツツガムシで, 佐々(1960)がのべているような, 空気中に正常よりも100分の1%ほどよ
けいに含まれていると, それに感じて反応を起こすといったCO₂の濃度と幼ダニの反応につ
いては, 今後の問題としたい。

要 約

- 1 *Haemaphysalis longicornis* (フタトゲチマダニ) の幼ダニの活動を記録するために,
新しいダニ移動量測定装置を作った。

それは, ガラス実験箱の内面に, 直径1mmの赤色光を, 外的一端から投光器で, 内壁
をすれすれに投光させる。幼ダニの上り, 下りによって, 遮光されると, それを受光器
でとらえ制御回路で, 500mVの矩形波に変え, 記録計へ送り, 波形として記録させる。

- 2 この記録装置を用いて, 幼ダニの活動を20°C, 26~28°Cの二つの温度段階で, 明(800
~1000 Lux 蛍光灯投射)と暗の条件下で, 数日間にわたって, 幼ダニの活動を記録した。
それによると, 午前中(9~12時)と夕方~夜間(17~24時)にかけて活発な上り, 下り
の活動がみられ, 幼ダニの日周活動の時間帯が明らかになった。すなわち, 幼ダニは, 午
前中の活動時間帯に植物へ上り, 宿主の到来を待つ。日中, 宿主に出会わなければ, 夕方
に地上へ下り, 地上のマット内で, 宿主を待つ。この時期に, 宿主が来ると, 多数の幼ダ
ニが宿主に附着, 吸血することになる。これによって, 野外での幼ダニの宿主への待機機
構が明らかとなった。

- 3 幼ダニの日周活動を基にして, CO₂に対する幼ダニの反応について実験を行なった。
CO₂に対する幼ダニの反応はきわめて高く, CO₂を送りこむと, ただちに, 活発な活動
をして, ガラス内壁の上り, 下りがさかんとする。以後, 時間の経過とともに活動が低下し,
本来の活動パターンにもどる。

参 考 文 献

1. 吉田利男: 信州大学教養部紀要 2;17—42(1968)
2. 吉田利男, 野村晋一: 獣医畜産新報 468;365—372(1968 a)
3. 吉田利男, 野村晋一: 獣医畜産新報 476;736—743(1968 b)
4. 吉田利男, 野村晋一: 獣医畜産新報 476;845—850(1968 c)
5. Totze, R.: Z. vergl. Physiol. 19;110(1933)
6. Bodenheimer, F.S.: Parasitology 26;489(1934)
7. Smith, C.N. and Cole, M.M.: Ann. ent. Soc. Amer. 34;426(1941)
8. Smith, C.N., Cole, M.M. and Gouck, H.K.: U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. No. 905;
1—74(1946)
9. Milne, A.: Parasitology 39;27(1947)
10. Lees, A.D.: J. exp. Biol. 25;145(1948)

11. Lees, A.D. and Milne, A. : *Parasitology* 41;189(1951)
12. Hoogstraal, H. : *African Ixodidae. Ticks of the Sudan. Bur. Med. Surg.* (1956)
13. 難波直樹 : *北海道農業試験場報告* 50;1—99(1958)
14. El Ziady, S. : *Ann. ent. Soc. Amer.* 51;317(1958)
15. Arthur, D.R. : *Ticks and Disease*; 225—235(1961)
16. Belozelov, V.N. : *Parasitology* 3(1);17—21(1969 a)
17. Belozelov, V. N. : *Meditinskaya Parazitologiya i Parazitarnye Bolezni* 38(2) ; 219—223 (1969 b)
18. Korenberg, E.I. : 同上 38(4);427—431(1969)
19. Hadani, A. and Rechav, Y. : *Acta trop.* 27(2);184—190(1970)
20. Camin, J.H., George, J.E. and Nelson, V.E. : *Journal of Medical Entomology* 8(4);394—398(1971)
21. George, J.E. : *Amer. Zool.* 3;507(1963)
22. George, J.E. : *Acarologiya* 6 fasc. h. s.;343—349(1964 a)
23. George, J.E. : *Ph. D. thesis, Univ. of Kansas, Lawrence* ;57.
24. George, J.E. : *Journal of Medical Entomology* 8(5);461—479(1971)
25. Semtner, P.J., Howell, D.E. and Hair, J.A. : 同上 8(3);329—335(1971)
26. Dusbábek, F., Daniel, M. and Černý, V. : *Folia Parasitologica* 18(3);261—266(1971)
27. Dukes, J.C. : *Doctoral disseration, Auburn University* 97pp (1970)
28. 北岡 : *私信* (1972)
29. 佐々 学 : *風土病との闘い (岩波新書)* 134p.(1960)

Summary

An Experimental Study of Diurnal Activity and Behavior in Relation to CO₂ in the Larvae of Ticks, *Haemaphysalis longicornis*

Tohio YOSHIDA

1. A measurement apparatus for recording the movement of larvae of the tick, *Haemaphysalis longicornis*, was newly developed.

The structure of the apparatus is explained in the following. A red light of diameter of 1 mm by a tungsten lamp is projected close to the inside glass wall of an experimental box, from a flood light projector to a flood light receptor, and the light is cut off by the tick larvae which ascend from ground to wall or descend from wall to ground. As a result, a stimulus is caught by a flood light receptor and the stimulus is transmitted from the flood light receptor to a control box (made by Takenakadenshi K.K.) (Photos. 1 & 2), and in the control box the stimulus is changed into an electric rectangular wave with the power of 500 mV and the electric wave is transmitted from the control box to a recorder. And then it is recorded by the recorder (Photo. 3, Fig. 1).

2. The behavior of the larvae under the constant conditions in the dark, and in the light, 800-1000 Lux by the fluorescent light, at the room temperatures of 20°C and 26-28°C, was recorded during 2-3 days.

On the basis of the data (Figs. 2-4), it was found out that there were two peaks, the hours from 9:00 to 12:00 a. m. and from 17:00 to 24:00 p. m., in the diurnal activity of the tick larvae which ascend or descend.

The organization of the behavior of the tick larvae in the waiting for the hosts in the field, has been found out by these experimental data as shown below.

They ascend on the plants up to the 20-40 cm height and wait for the hosts in the forenoon hours from 9:00 to 12:00 a. m. and in the evening descend on the mat of piled fallen leaves in case hosts do not come, waiting for the hosts. If the hosts come in the place where the ticks wait, they are attached and fed by them.

3. On the basis of these data relating the diurnal activity of the tick larvae, the experiments were conducted on the behavior of the tick larvae in relation to CO₂.

These data (Photo. 4, Figs. 5 & 6) have made clear that they are active in response to CO₂, and that in case CO₂ is given for 5 minutes in the experimental box, they are active, and begin to ascend or descend on the inside glass walls, and that as time passes their activity becomes gradually low, and they return to their pattern of diurnal activity.