チャノナガサビダニの発育と産卵におよぼす温度の影響

水 田 隆 史

宮崎県総合農業試験場茶業支場

Effect of Temperature on Developmental Period and Oviposition of Tea Rust Mite, *Acaphylla theavagrans* Kadono. Takashi Mizuta (Tea Branch, Miyazaki Agricultural Experiment Station, Kawaminami 17070, Miyazaki 889-1301, Japan). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 44: 95-99 (2000)

Abstract: The effect of temperature on the developmental period and oviposition of the Tea Rust Mite, *Acaphylla theavagrans* Kadono, was examined by rearing the mite on tea (*Camellia sinensis*). The developmental periods from egg to egg on mature tea leaves were 22.4, 16.5, 11.4, 9.3 and 7.7 days at 15°C, 18°C, 21°C, 24°C and 27°C, respectively. The developmental zero and total effective temperature for one generation were estimated to be 9.1°C and 137.2 day-degrees, respectively. Oviposition was observed at all tested temperature, and the number of eggs per female increased with increasing temperature. Adult longevity and pre-ovipositional period were shortened with increasing temperature. The fecundity zero, which was estimated by regression analysis on the average number of eggs per oviposited female per day at five different temperature was 8.7°C. The intrinsic rate of natural increase was higher at higher temperatures, and the values were 0.037 and 0.181 at 15°C and 27°C, respectively.

Key words: *Acaphylla theavagrans*, developmental period, fecundity zero, tea, intrinsic rate of natural increase

緒 言

チャノナガサビダニは静岡県で発見され、チャノシロダニ *Eriophyes* sp. として初めて記載された(堀田, 1912)が、その翌年にチャノナガダニと改称され(堀田, 1913)、1955年に現在の和名が使用されるようになった(南川, 1955)。本種の学名としてはこれまで *Acaphylla theae* (Watt) や *Acaphylla steinwedeni* Keifer が用いられてきたが、Kadono (1992) は、日本のチャノナガサビダニが上記2種のダニと異なるとして、新種 *Acaphylla theavagrans* Kadono と命名した。本種は1950年代には静岡県や京都府での発生が報告されていた(南川, 1955)が、近年はその発生が全国的にみられている。フシダニ類が増加する原因として、薬剤抵抗性の発達や他害虫に対する防除薬剤の変更が考えられている(上遠野, 1996)。また、フシダニ類の多くはイオウ化合物に感受性が高く、これまで使用されてきたイオウ系殺菌剤が他の有効成分の殺菌剤に置き換わったことによって、本種の発生が増加した可能性も指摘されている(上遠野, 1996)。チャノナガサビダニにチャの若葉が加害されると、加害部は茶褐色となり、葉全体が萎縮し、はなはだしい時には落葉する(南川・刑部, 1979)。本種の生態については、葉・黄 (1975) によって *A. steinwedeni* の名のもとに台湾で調査が行われているが、我が国の個体群についてはこれまで全く明らかにされていない。そこでチャノナガサビダニの発育と産卵におよ

ぼす温度の影響について調査を行ったところ、いくつかの見解が得られたので報告する。

本文に入るに先立ち、研究の遂行に際して種々ご教示頂いた野菜・茶業試験場の安藤幸夫室長、試験方法のご指導と本稿のご校閲を頂いた武田光能博士、試験方法についてアドバイスを頂いた佐藤安志氏、文献をご教示頂いた静岡県茶業試験場の久保田栄氏に御礼申し上げる。また、本論文に対し文献のご教示並びに重要な指摘を頂いた第1および第2校閲者に深謝の意を表する。

材料および方法

1. 累代飼育および増殖

チャノナガサビダニは、農林水産省野菜・茶業試験場茶栽培部(静岡県榛原郡金谷町)のチャ園(品種:やぶきた)で1998年9月上旬にチャ葉ごと採取し、ハダニ飼育用のリーフディスク法(Siegler, 1947)を改変して増殖した。すなわち、直径9cmのシャーレに同径の水を含ませた脱脂綿を敷き、チャ葉(品種:やぶきた)1枚を葉裏を上にしてのせ、下敷きの脱脂綿の一部を引き上げて葉柄部を包み吸水させた。そこに、20~40匹の成虫を柄付き虫ピン(0号)を用いて放飼し、水を切らさないように注意しながら14L-10D, 24°Cの恒温器で飼育した。また、チャ葉の乾燥を防ぐために、飼育シャーレをプラスチック製バット(32×44×6.5cm)に入れ、これに逆さまにした同型のバットで覆った。飼育餌としたチャ葉は供試虫を採取した

チャ園の摘採面上の硬化葉とした。この飼育方法は、チャ葉が劣化してしまうまでの1か月程度の期間において累代飼育および増殖ができ、1か月後には1葉当たり500～1,000匹の成虫を得ることができた。これらの飼育法を随時繰り返して飼育系統を維持した。

2. 発育と温度

発育期間の調査は、卵、若虫、成虫のステージ別に行った。飼育は温度勾配恒温器 (NKsystem 社製 TG-200 CT) 内で行い、日長は 14L-10D とした。飼育に用いたチャ葉 (品種: やぶきた) は、秋に生育した徒長枝の上位第6葉とし、コルクボーラを用いて直径 15 mm のリーフディスクとした。これらのリーフディスク 10 個を前述のシャーレに葉裏を上にして設置した。シャーレはチャ葉の乾燥を防ぐためにプラスチック製ケース (17×22×9 cm) に入れ、ケースの蓋の中央部を長方形 (12×17 cm) に切り抜き、寒冷紗を張って用いた。

卵期間の調査には、約 10 匹の成虫をリーフディスクに放飼し、24°C, 14L-10D の条件下で 8 時間産卵させた後に成虫を除去し、リーフディスクに産下された卵を供試した。ふ化は、午前 9 時と午後 4 時に実体顕微鏡 (40 倍) で観察した。飼育開始後 20 日以上経過しても未ふ化の卵は死卵とした。

若虫期間の調査には、リーフディスクに成虫を放飼し、24°C, 14L-10D の条件で 24 時間以内に産下された卵を供試した。ふ化と若虫の発育は午前 9 時と午後 4 時に実体顕微鏡 (40 倍) で観察し、第 1 若虫期間と第 2 若虫期間を調査した。第 1 若虫と第 2 若虫の区別は、白銀色の小さな

脱皮殻の観察によって行った。第 2 若虫と成虫の区別は、脱皮殻の観察とともに背甲部の左右への張り出しの形状の違いで判別した (Kadano, 1992)。

3. 産卵と温度

産卵前期間を調べるため、飼育系統を維持しているチャ葉から成虫を取り除き、24°C, 14L-10D の条件下に約 24 時間放置した。その後、この間に成虫化した個体をリーフディスクに 1 個体ずつ放飼し、15°C と 18°C では 5 日目まで、21, 24, 27°C では 3 日目まで 1 日 2 回 (午前 9 時, 午後 4 時), それ以降は 1 日 1 回 (午前 9 時) の間隔で産卵開始までの期間を調査した。

産卵前期間の調査に供試した個体を引き続き飼育し、午前 9 時に産卵数を調査した。なお、供試個体は 7 日毎に新しいリーフディスクに移し替えた。

結 果

1. 発育と温度

15～27°C の恒温条件で飼育したチャノナガサビダニの発育所要日数を Table 1 に示した。卵から成虫化までの全発育所要日数に対する各ステージの所要日数の割合は、卵期間が 51～57%, 第 1 若虫期間が 15～18%, 第 2 若虫期間が 25～33% となり、卵期間が全発育期間の 1/2 以上を占めた。産卵から次世代の産卵開始までの所要日数は 15°C で 22.4 日, 27°C で 7.7 日となり、高温になるほど短くなった。それぞれの発育ステージの発育速度 (Y) と飼育温度 (X) の間には調査温度の範囲内で、直線関係が認められた (Table 2)。発育ステージ別の発育零点は

Table 1. Developmental period (in days) of *A. theavagrans* at 5 different temperatures with 14L-10D photoperiod

Temperature (°C)	Developmental period (mean±SD)				Total	
	Egg	Protonymph	Deutonymph	Pre-oviposition	Egg to adult	Egg to egg
15	9.5±0.7 (24)	3.1±0.4 (22)	4.2±0.9 (20)	6.2±3.5 (24)	16.2	22.4
18	7.1±0.9 (16)	2.0±0.3 (29)	3.3±0.4 (29)	4.0±2.3 (26)	12.5	16.5
21	4.3±0.5 (28)	1.4±0.5 (33)	2.6±0.5 (33)	3.1±0.7 (25)	8.3	11.4
24	3.6±0.6 (29)	1.1±0.3 (20)	2.2±0.4 (18)	2.5±0.7 (28)	6.9	9.3
27	2.8±0.4 (24)	0.9±0.1 (27)	1.8±0.4 (27)	2.3±0.8 (24)	5.5	7.7

Numbers of mites tested are shown in parenthesis.

Table 2. Developmental zero and total effective temperature for *A. theavagrans* on tea leaves

Stage	Regression equation	Developmental zero (°C)	Total effective temperature (day-degrees)
Egg	$Y=0.0216X-0.2295$ ($p<0.001$)	10.6	46.6
Protonymph	$Y=0.0684X-0.7187$ ($p<0.001$)	10.5	14.6
Deutonymph	$Y=0.0255X-0.1523$ ($p<0.001$)	6.0	39.1
Pre-oviposition	$Y=0.024X-0.188$ ($p<0.01$)	7.8	41.8
Egg to adult	$Y=0.0102X-0.0966$ ($p<0.001$)	9.5	97.4
Egg to egg	$Y=0.0072X-0.0655$ ($p<0.001$)	9.1	137.2

Table 3. Reproduction of *A. theavagrans* at 5 different temperatures with 14L-10D photoperiod

Temperature (°C)	Oviposition period (in days) (mean±SD)	No. of eggs laid/female (mean±SD)	% of ovipositing females (No. of ovipositing females / No. of mites)
15	9.3±6.1	6.2±3.8	63.2 (38)
18	11.7±8.2	8.0±4.5	68.4 (38)
21	8.6±8.7	8.2±4.9	62.5 (40)
24	11.1±6.2	10.4±4.4	71.8 (39)
27	7.4±5.1	10.8±5.7	72.7 (39)

Numbers of mites tested are shown in parenthesis.

6.0~10.6°C であり、産卵から次世代の産卵開始までの発育零点と有効積算温度はそれぞれ 9.1°C と 137.2 日度となった (Table 2).

2. 産卵と温度

チャノナガサビダニの産卵はいずれの温度区でも観察され、産卵前期間は 15°C で 6.2 日、27°C で 2.3 日で、高温になるほど短くなった (Table 1). 1 雌あたりの産卵数は、15°C で 6.2 卵 (最多 16 卵)、27°C で 10.8 卵 (18 卵) で、15°C で最も少なく 27°C で最も多かった。産卵期間は 7.4 日 (27°C) から 11.7 日 (18°C) で、温度との間に有意な相関関係は認められなかった (Table 3).

本試験ではチャノナガサビダニの雌雄の判別ができなかったため、全調査個体数に対する産卵個体数の割合を産卵雌率とした。その場合の産卵雌率は、62.5~72.7% で (Table 3), 温度との間に有意な相関関係は認められなかった。

各温度区におけるチャノナガサビダニの日別産卵数の経時的变化を Fig. 1 に示した。最多産卵日は、高温区では早かった。

15°C から 27°C の間では温度 (X) と 1 雌あたりの産卵

数を生存期間で割った日平均産卵数 (Y) の間にはほぼ直線関係が認められ、 $Y=0.0548X-0.4749$ ($r^2=0.9773$) の回帰式が得られた (Fig. 2)。この回帰式から産卵数が零となるときの温度を理論上の増殖零点とすると、チャノナガサビダニのそれは 8.7°C となった。純増加率 (R_0), 1 世代の平均期間 (T) および内的自然増加率 (r_m) を計算する

Fig. 2. Relationship between temperature (X) and average daily oviposition (Y) by females of *A. theavagrans*.

Fig. 1. Daily oviposition curves by *A. theavagrans* females under different temperatures with 14L-10D photoperiod.

Table 4. Net reproductive rate (R_0), mean generation time (T) and intrinsic rate of natural increase (r_m) of *A. theavagrans* with 14L-10D photoperiod

Temperature (°C)	R_0	T (in days)	r_m^a (in day ⁻¹)
15	2.43	24.0	0.0369
18	3.26	18.6	0.0633
21	3.13	13.7	0.0836
24	4.87	10.7	0.1480
27	4.72	8.6	0.1811

^a Calculated using formula $\Sigma e^{-rm \cdot x} \cdot lx \cdot mx = 1$.

(Birch, 1948) と、純増加率は 24°C が 4.87 で最も高い値となり、15°C が 2.43 で最も低い値になった (Table 4). 内的自然増加率は、27°C が 0.1811 と最も高くなり、15°C (0.0369) の約 5 倍であった。

考 察

1. 発育と温度

葉・黄 (1975) は、台湾において *A. steinwedeni* の名のもとにチャノナガサビダニの発育所要日数を変温条件下の 2 温度 (平均気温: 15.9°C, 23.1°C) で調査している。産卵から次世代の産卵開始までの発育所要日数は 15.9°C で 18.18 日、23.1°C で 9.53 日であった。静岡産個体群の発育零点と有効積算温度の関係 ($(T-9.1) \times D = 137.2$) から 15.9°C と 23.1°C での発育日数を推定した場合、それぞれ 20.2 日、9.8 日であり、低温側では静岡産個体群が 2 日程度長く、高温側ではほぼ同じであった。台湾産個体群の産卵から次世代の産卵開始までの発育零点と有効積算温度は、それぞれ 7.97°C と 144.19 日度であったが、静岡産個体群の産卵から次世代の産卵開始までの発育零点と有効積算温度は、それぞれ 9.1°C と 137.2 日度であり、若干の違いがみられた。

フシダニ類の発育には温度の他に湿度条件や餌条件の影響が指摘されている (上遠野, 1996)。上遠野 (1995) はニセナシサビダニ *Eriophyes chibaensis* Kadono の発育と温度について調査し、リーフディスク上に結露がみられるような高湿条件で飼育すると逃亡虫はあまりみられなかったが、飼育容器を水の入った容器内に入れないで飼育すると頻繁に逃亡虫がみられたことから、本種の発育には高温高湿条件が適していると指摘している。また、トマトサビダニ *Aculops lycopersici* (Massee) は高温高湿より低温高湿のほうが発育に良いとする結果もある (Rice and Strong, 1962)。本実験では、湿度はコントロールしていないが、予備実験の中でリーフディスクをのせたシャーレをいれるプラスチックケースの蓋の切り取り部分が小さいものを使用して飼育するとリーフディスク上に結露がみられ、逃亡虫が多く観察された。そこで、プラスチックケースの蓋の切

取り部分を大きくし、そこに寒冷紗を張ったものを用いて飼育すると、リーフディスク上に結露はみられず、逃亡虫もほとんどみられなかった。また、フシダニ類の後体部背面の環節上にある微細なこぶは生活環境と密接な関係があるといわれ、虫えいや葉鞘部など湿度が高い場所に生息するフシダニはこぶが密になる傾向がある (Keifer, 1975)。チャノナガサビダニは後体部背面の環節上にこぶは少なく (Kadono, 1992)、生息場所も葉面である。このような点から、本種の発育には低湿度が適しているものと考えられる。

2. 産卵と温度

チャノナガサビダニの産卵は、15°C で 3 日目、18°C と 21°C で 2 日目、24°C と 27°C で 1 日目から観察され、産卵前期間は高温になるほど短くなった。この傾向はニセナシサビダニでも観察されている (上遠野, 1995)。上遠野 (1995) は、ニセナシサビダニの温度 (X) と日最高産卵数 (Y) の関係から、理論上の増殖零点を 7.2°C としている。チャノナガサビダニでは、温度 (X) と日平均産卵数 (Y) の関係から、理論上の増殖零点を 8.7°C と推定した。静岡産個体群の 1 雌あたりの産卵数の平均は産卵数の最も少なかった 15°C で 6.2 卵であり、台湾産個体群の 3.8 卵 (調査温度不明) (葉・黄, 1975) よりも多かったが、ニセナシサビダニの 31.5 卵 (16°C) (上遠野, 1995)、リンゴサビダニ *Aculus schlechtendali* (Nalepa) (第 2 雌) の 26.0 卵 (16°C) (Easterbrook, 1979) より少なく、この傾向は高温でも同様であった。フシダニ類の産卵数は 50 卵前後であり (上遠野, 1995)、チャノナガサビダニの産卵数は非常に少ないといえる。

フシダニ類の内的自然増加率は、ニセナシサビダニで調べられており、27°C で 0.1863/日である (上遠野, 1995)。チャノナガサビダニの内的自然増加率は、15~27°C の範囲内では、27°C で 0.1811/日、15°C では 0.0369/日であり、低温になるほど小さくなった。

チャノナガサビダニの圃場での発生は、5~6 月と 10~12 月をピークとする二山型の発生パターンを示す (南川・刑部, 1979)。この発生パターンの変動は、温度と発育速度や産卵の関係だけでは説明できず、湿度やチャ葉成分等との関係について調査する必要がある。

摘 要

チャに寄生するチャノナガサビダニ *Acaphylla theavagrans* Kadono の発育と産卵におよぼす温度の影響について調査した。産卵から次世代の産卵開始までの期間は、15°C で 22.4 日、27°C で 7.7 日となり、高温ほど短くなった。産卵から次世代の産卵開始までの期間から求めた発育零点および有効積算温度は、9.1°C および 137.2 日度であった。産卵は 15~27°C のすべての調査温度で観察され、

高温ほど短期間に多く産卵する傾向がみられた。温度 (X) と日平均産卵数 (Y) から求められる理論上の増殖零点は 8.7°C であった。本種の内的自然増加率は、温度によって大きく変化し、 15°C では 0.037 、 27°C では 0.181 となり、低温ほど小さくなった。

引用文献

- Birch, L. C. (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17: 15-26.
- Easterbrook, M. A. (1979) The life-history of the eriophyid mite *Aculus schlechtendali* on apple in South-east England. *Ann. Appl. Biol.* 91: 287-296.
- 堀田雅三 (1912) 茶樹の新害虫白壁蝨. 茶業界 7(10): 36-39. [Hotta, S. (1912) Occurrence of the pink rust mite, *Acaphylla theae* (Watt) in Japan. *The Tea Journal* 7(10): 36-39.]
- 堀田雅三 (1913) 病虫片々. 茶業界 8(3): 29-30. [Hotta, S. (1913) Insect and diseases of tea plants. *The Tea Journal* 8(3): 29-30.]
- Kadono, F. (1992) A new species of eriophyid mite injurious to tea plant in Japan (Acari: Eriophyidae). *Acta Arachnol.* 41: 149-152.
- 上遠野富士夫 (1995) 日本における木本寄生性フシダニ類の分類とナシ寄生性ニセナシサビダニの生態学的研究. 千葉農試特報 30: 1-87. [Kadono, F. (1995) Taxonomic studies on eriophyid mites on trees in Japan and ecological studies on the Japanese pear rust mite, *Eriophyes chibaensis* Kadono on pear [Pyrus] trees (Acari: Eriophyoidea). *Spec. Bull. Chiba Agric. Exp. Stn.* 30: 1-87.]
- 上遠野富士夫 (1996) フシダニ類. 植物ダニ学 (江原昭三・真梶徳純 編). 全国農村教育協会, 東京, pp. 204-248. [Kadono, F. (1996) Eriophyid. In *Principles of Plant Acarology* (S. Ehara and N. Shinkaji eds.). Zenkoku-Noson-Kyoiku-Kyokai, Tokyo, pp. 204-248.]
- Keifer, H. H. (1975) The Eriophyoidea Nalepa, injurious eriophyid mites. In *Mites Injurious to Economic Plants* (L. R. Jeppson, H. H. Keifer and E. W. Baker eds.). Univ. Calif. Press, Berkeley, USA, pp. 327-591.
- 南川仁博 (1955) チャノナガダニの習性並びに防除法. 茶 8(1): 27-29. [Minamikawa, J. (1955) Habit and control of tea rust mite *Phyllocoptis theae* (Watt) on tea. *The Tea* 8(1): 27-29.]
- 南川仁博・刑部 勝 (1979) ダニ類. 茶樹の害虫 (南川仁博・刑部 勝 編). 日本植物防疫協会, 東京, pp. 220-241. [Minamikawa, J. and M. Osakabe (1979) Mites. In *Insect Pest of Tea Plant in Japan* (J. Minamikawa and M. Osakabe eds.). Japanese Society of Plant Protection, Tokyo, pp. 220-241.]
- Rice, R. E. and F. E. Strong (1962) Bionomics of the tomato russet mite, *Vasates lycopersici* (Massee). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 55: 431-435.
- Siegler, E. H. (1947) Leaf-disk technique for laboratory tests of acaricides. *J. Econ. Entomol.* 40: 441-442.
- 葉 金彰・黄 讚 (1975) 茶橙黄節蝨の生態研究. 農林学報 24: 73-95. [Yeh, C. and T. Huang (1975) An ecological study on the tea eriophyid mite, *Acaphylla steinwedeni* Keifer (Acarina: Eriophyidae). *Nouringakuho* 24: 73-95.]