

長崎県におけるツツジゲンバイの発生予察法

第2報：ツツジゲンバイの卵と各齢幼虫の発育零点と有効

温度および積算温度法則を用いた本種の発生予察

中須賀孝正（長崎県総合農林試験場）

Forecasting methods for the occurrence of the azalea lace bug, *Stephanitis pyrioides* in Nagasaki prefecture.

2. Developemental zero and total effective temperatures for eggs and each nymphal stage of the azalea lace bug, *Stephanitis pyrioides* and the use of temperature-sum rule for assessing seasonal prevalence of the field population. Takaakira NAKASUGA (Nagasaki Agricultural and Forestry Experiment Station, Isahaya, Nagasaki 854)

Overwintered eggs of the azalea lace bug, *Stephanitis pyrioides* (Heteroptera: Tingidae) were collected in February and March in Nagasaki and the hatching trend of the eggs and developmental rate of the nymphs emerged were examined under 3 or 4 constant temperatures. Development of overwintered eggs was linear across temperatures and developmental zero and total effective temperature were estimated to be 10°C and 150 day-degrees, respectively. Development of nymphal instars across temperatures was linear as well. Developmental zero of 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th instar nymphs were estimated to be 9.5°C, 9.5°C, 9.9°C, 8.8°C and 10.3°C, respectively. Total effective temperatures of 1st, 2nd, 3rd, 4th and 5th nymphal instars were estimated to be 48.7, 37.5, 36.0, 52.2, and 57.6 day degrees, respectively. The total effective temperature of the whole nymphal instar was estimated to be 217.9 day-degrees.

In Nagasaki, this insect overwintered in the egg stage and 1st instar nymph appeared in the middle of April. The adult stage of overwintered generation appeared in late May and after that 3 generations were observed within a year. A trial for forecasting seasonal occurrence of the insect using the thermal constants explained above was conducted in Isahaya city, Nagasaki.

近年の花き類生産の増加にともない病害虫の発生も増加変容してきた。なかでもツツジは室内鑑賞用、庭木、街路樹用として生産の増加が著しい花きの一つであるが、これに寄生するツツジゲンバイはツツジの美観を著しく損なうため、本種の的確な発生予察にもとづく防除法の確立が必要となっている。

本種の形態や生態に関しては TAKEYA (1963), NEAL and DOUGLASS (1988) 等の報告があるが、有効積算温度法則に基づく発生予察に必要な各態の有効温量についての知見は十分でない。

そこで本種の各態の発育最低温度と有効温量を調べ、また、これにもとづいて1992年および1993年の発生時期を予測し実際との適合性を検討した。

材料と方法

1. 越冬卵のふ化時期

供試材料としてのツツジは長崎県諫早市貝津町の県総合農林試験場構内植栽のヒラドツツジ (30年生:調査地点諫早1-1) および農試近隣宅地の街路樹として植栽されているヒラドツツジ (15年生:諫早2), および諫早市内の公園内 (諫早3) と南高来郡口之津町内 (口之津) にそれぞれ街路樹として植栽されているヒラドツツジの計4ヶ所のツツジを用いた。

供試ツツジの枝の採取は1993年2月20日～25日および3月8日に行った。各採取地点のツツジ数株を任意にえらび、その先端枝を各々20枝程度採取し、各枝の葉を調

べてツツジグンバイの加害痕跡があり卵の産下が想定された葉合計60葉を選んで試験に供した。

供試葉は吸水させたろ紙を敷いた直径8cmのプラスチックシャーレに3枚づつ接触しないように収納し、15, 20, 25°Cの3温度段階の長日条件下(16L: 8D; 以下長日条件は16L: 8Dとする)に保持した。3月8日採取分は25°C全暗下に保持した。

ふ化時期とふ化の有無の調査は所定温度下に収納1日後から原則として毎日午前9時頃と午後8時頃の2回行なった。

2. ツツジグンバイ幼虫各態の発育最低温度と有効温量

供試材料としてのツツジは諫早市の県総合農林試験場構内のヒラドツツジ(30年生; 諫早1-2)とした。1993年2月1日に任意に選定した株の先端枝約20枝を採取し、このうち卵の産下が想定された60葉を供試した。

採取葉は25°C恒温の長日条件下に保持し、毎日午前9時頃と午後8時頃の2回ふ化状況の調査を継続し、12時間以内にふ化した幼虫を試験に供した。ふ化幼虫は吸水させたろ紙を敷いた直径約8cmのシャーレ内の健全ツツジ葉に移して収納し、15, 20, 25, 28°Cの4温度段階の長日条件下で飼育し、脱皮を確認しながら加齢過程を調査した。

3. 発生状況

1) 調査地点

長崎県諫早市貝津町の長崎県総合農林試験場内の県観察圃のヒラドツツジ(品種: 大紫3年生; 諫早1-1), および同試験場構内のヒラドツツジ(30年生; 諫早1-2)および諫早市内宅地の街路樹として植栽されているヒラドツツジ(15年生; 諫早2)の3地点とした。

2) 調査方法

越冬状況調査は成虫については3月中旬に見取りおよび粘着板またはバット上払い落し法で行った。卵越冬については2月1日~3月下旬に採取した前年生20枝の25°C、長日下での幼虫のふ化調査によって行った。

年間発生消長の調査は4月から11月までほぼ7~10日間隔で各月に3~4回行った。調査株数は原則として、発生が比較的少なかった諫早1-1では25株、発生が多くかった諫早1-2と諫早2では5株とし、調査枝数は株当たり5枝とした。なおツツジグンバイの密度が高くなつた時期(7月以降)には諫早1-1では調査株数を10株程度に、最小では6株に減らした。所定調査時期に各枝の寄生成虫数、齢期別幼虫数を、虫態の大きさに応じて適宜、肉眼または5~10倍のルーペ下で調査した。幼虫齢期の判別は中須賀(1993)の判別法によつた。

結果および考察

1. 越冬卵のふ化と温度との関係

3温度段階における越冬卵の飼育結果をTable 1に示した。2月20日~25日に採取した卵は、長日条件下で加温すると25°Cでは加温開始7日後から、20°Cでは14日後からふ化した。また15°C以下では25日からふ化した。

3月8日に採取した25°C全暗下飼育でも2月下旬に採取した長日下の加温区と同様に、加温開始6日後からふ化した。調査したいずれの地点の越冬卵とも、そのふ化はかなり整一でありふ化曲線は正規分布曲線に類似した。

以上の結果から本試験での越冬卵のふ化には25°Cで10.3±1.03日、20°Cでは16.8±1.7日、15°Cでは27.0日

Table 1. Hatching trend of overwintered eggs of *Stephanitis pyrioides* collected in late February and in early March at 3 sites in Isahaya city and Kuchinotsu, Nagasaki and incubated at three constant temperatures^a.

Days after incubation	Site where eggs were collected and incubation temperature					
	Isahaya 1-2		Isahaya 2		Isahaya 3 kuchinotsu	
	15°C	20°C	25°C*	25°C	25°C	25°C
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	5	0	0	0
7	0	0	5	0	0	5
8	0	0	19	3	0	6
9	0	0	83	23	69	86
10	0	0	11	135	63	28
11	0	0	9	33	39	12
12	0	0	13	19	0	7
13	0	0	5	3	0	0
14	0	19	0	4	0	0
15	0	15	0	1	0	0
16	0	32	0	0	0	0
17	0	38	0	0	0	0
18	0	35	0	0	0	0
19	0	2	0	0	0	0
20	0	13	0	0	0	0
21	0	2	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	—	—	—	—	—
24	0	—	—	—	—	—
25	6	—	—	—	—	—
26	5	—	—	—	—	—
27	2	—	—	—	—	—
28	1	—	—	—	—	—
29	1	—	—	—	—	—
30	0	—	—	—	—	—
Total nymphs	15	156	150	221	171	144

a) Isahaya 1 marked with an asterisk was collected on March 8 and incubated in the dark. Others were collected in late February and incubated under a 16: 8 (L: D) photoperiod.

度を要した。このデータから定法により発育最低温度を求めるとき、有効温量は150日度前後と推定された。

ツツジグンバイ成虫の生存期間、産卵期間は長く(NEAL and DOUGLASS, 1988)、越冬卵は前年の10月下旬以降に産下され休眠に入るが、卵期の胚子発育のどの段階で休眠が起こっているかは不明である。産下直後に休眠に入るのではなく胚子発育の途中から休眠に入るなら本試験で求められた卵期間の有効温量は年次により異なると思われる、本種のふ化時期の予察上注意を要する点であり、休眠特性についてなお検討が必要である。

休眠明け越冬卵のふ化消長を正規分布曲線で近似する場合、ある一定温度下における孵化の消長は次式 Y_e で表すことができる。

$$Y_e(x) = n \cdot 1/\sqrt{2\pi \cdot \sigma^2} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \cdot \exp[-(x-\mu)^2 \cdot \sigma^2]$$

ここで、 μ は卵のふ化中央日(気温が発育最低温度を越える日を起点とする)、 σ は標準偏差でありふ化消長の単位日幅を示し、 n は越冬卵の密度である。

従って予察に上式を利用するには、時期については発生の幅(本実験では3~5)および発生量の予測には定数 n をあらかじめ調査しておく必要がある。

卵の休眠覚醒は、一般に日長や低温接触期間に左右されるとされている。本調査地域におけるツツジグンバイの越冬卵の休眠覚醒時期は本実験の3月8日採取枝の全暗下条件下25°C飼育でも長日条件下25°C加温と同様なふ化が見られることから3月8日以前と推定される。

本地域では春分の日以前の3月中旬までに発育最低気温(10°C前後)を越える日もあるが、ふ化時期を予測する起点は日長の影響は少ないと考えて計算してよいと思われる。

2. ツツジグンバイ幼虫各態の発育最低温度と有効温量

4 温度段階で飼育した幼虫の齢期間を Table 2 に示

Table 2. Mean durations of nymphal instars of *Stephanitis pyrioides* reared at 4 constant temperatures^{a)}.

nymphal instar	15°C	20°C	25°C	28°C
1st	9.0±0.2	4.1±0.4	3.0±0.0	2.5±0.3
2nd	7.3±0.4	3.0±0.0	2.1±0.2	1.9±0.1
3rd	7.2±0.7	3.7±0.3	2.1±0.2	2.1±0.3
4th	7.0±1.0	4.3±0.5	2.6±0.3	2.4±0.7
5th	10.5±0.4	6.9±0.5	3.9±0.5	3.2±0.5
Total	41.0±2.7	21.0±1.7	13.6±1.4	12.1±2.0

a) Figures indicate mean durations in day and standard deviations.

した。15~28°C間での1齢幼虫期間は9.0~2.5日、2齢幼虫期間は7.3~1.9日、3齢幼虫期間は、7.2~2.1日、4齢幼虫期間は7.0~2.4日、5齢幼虫期間は10.5~3.2日であった。全幼虫期間は、15°Cで41.0日、20°Cで21.0日、25°Cで13.6日、28度では12.1日であった。また、各齢の発育所要日数は各飼育温度とも、1齢と5齢幼虫が2~4齢幼虫に比べてやや長い傾向にあった。

個体飼育の結果から各齢期の発育速度と温度との関係を見るといずれの齢期においても高い相関関係が認められた(Table 3)。この回帰直線式から求めた1~5齢幼虫の発育最低温度はそれぞれ9.5, 9.5, 9.9, 8.8, 10.3の各温度(°C)であった。また、全幼虫期の発育最低温度は9.6°C、本虫のふ化後成虫までの有効温量は218日度と推定された。

3. 越冬状況と発生消長

1992年の発生状況

1992年3月1日にバット払い落し法、粘着板払い落し法や見取り法により成虫調査を行ったが越冬成虫は確認できなかった。また同日に20枝を摘採し25°C、長日下で保持した試験でも幼虫のふ化は確認できなかった。しかし、定植間もない3年生のツツジである諫早1~1の以外の諫早1~2、諫早2では後述のとおり、4月に幼虫のふ化を認め、これらの地点では卵で越冬していたと考

Table 3. Developmental zeros and total effective temperatures of nymphal instars of *Stephanitis pyrioides*^{a)}

Nymphal instar	Regression equation	R	Developmental zero (°C)	Total effective day·degrs
1st	$Y=-0.20707+0.02178X$	R=0.99643	9.51	48.7
2nd	$Y=-0.27769+0.02933X$	R=0.97102	9.46	37.5
3rd	$Y=-0.28211+0.02830X$	R=0.97579	9.97	36.0
4th	$Y=-0.19717+0.02233X$	R=0.98998	8.83	52.2
5th	$Y=-0.17660+0.01722X$	R=0.98716	10.25	57.6
Whole	$Y=-0.04408+0.00459X$	R=0.99724	9.59	217.9

a) R, X and Y indicate the correlation coefficient, reared temperature and developmental rate of each instar, respectively.

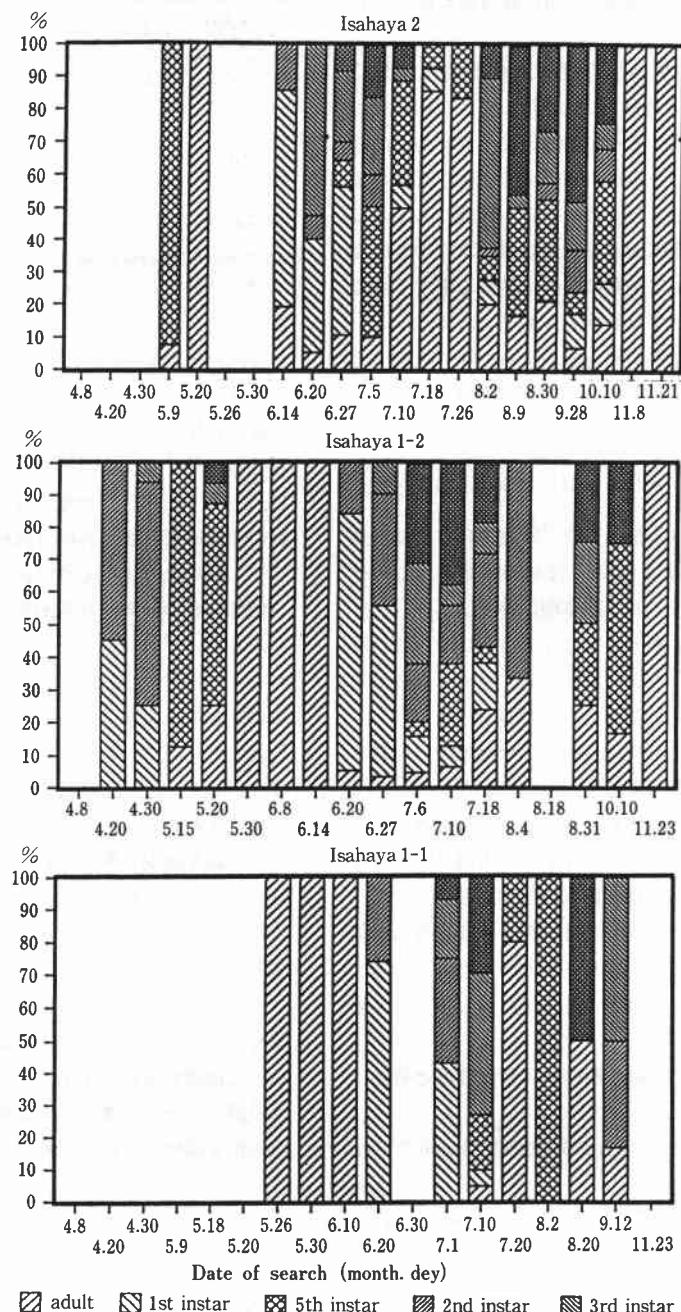


Fig. 1. Seasonal occurrence of *Stephanitis pyrioides* at 3 sites in Isahaya city, Nagasaki (1992). Shown in percentage of adult or nymphal instars to total individuals observed.

えられる。

1992年の発生量は各地点とも少なく調査間隔も不定期だったので各幼虫齢期の虫数そのものを示さず、各態の比率で示した (Fig. 1)。越冬世代の1齢幼虫 (越冬卵か

らふ化した幼虫) の発生は諫早 1-1 では見られず、諫早 1-2 では 4月20日頃、諫早 2 では 4月上旬にみられた。

越冬世代の成虫は諫早1-2と諫早2では5月15日頃にみられた。諫早1-1では卵または成虫の越冬はなかったと思われたが、近隣の発生圃から飛来したと考えられる成虫が5月26日に見られた。

第1世代の幼虫のふ化は諫早1-1, 謫早1-2, 謼早2の3調査地点とともに6月20日に認め、5齢幼虫は7月5~10日頃に、成虫は7月20日過ぎに出現した。第2世代幼虫のふ化時期は各地点とも判然としなかったが5齢幼虫は8月下旬から認められるようになり、2世代成虫は8月中下旬に出現した。第3世代幼虫もふ化時期は判然としなかったが5齢幼虫は10月10日頃にみられた。

1993年の発生状況

Table 4に1993年の調査結果を示した。2月1日のバットまたは粘着板払い落し法や見取り法による調査では越冬成虫は確認できなかった。しかし2月~3月に20枝を採取し25°Cで加温した結果幼虫のふ化がみられ、諫早1-1, 謼早1-2, 謿早2のいずれにおいても卵越冬を確認した。

1993年の越冬世代の1齢幼虫(越冬卵からのふ化幼

虫)は諫早1-1, 謼早1-2, 謿早2の3地点とともに4月17日に発生を認めた。幼虫はその後齢期を重ね諫早1-1, 謿早1-2, 謿早2では5月20日前にはほぼ5齢に達した。越冬世代成虫は諫早1-1において5月28日に確認した。

第1世代の1齢幼虫の発生は諫早1-1では6月23日、諫早1-2では6月15日、諿早2では6月13日であった。同世代の5齢幼虫は調査各地点とも7月24日に認めた。また第1世代成虫は越冬世代成虫出現から2ヶ月後の7月10~24日頃に出現した。

第2世代1齢幼虫の出現時期は調査地点間でやや異なるが7月下旬~8月2日に、同5齢は9月2半旬~4半旬頃と推定された。第2世代成虫は9月上旬に観察された。第3世代の1齢幼虫は9月中旬、同5齢幼虫は9月下旬にみられた。第3世代と思われる成虫は10月中旬以降に認めた。

以上のように本種には5月中旬以降に出現した越冬世代を含めて年4回の成虫期が認められた。

1993年は台風の襲来による発生の乱れが8月中旬以降

Table 4. Seasonal prevalence of *Stephanitis pyrioides* at 3 sites in Isahaya city, Nagasaki (1993)^{a)}

Date of search. (Month/ day)	No. of adult	Isahaya 1-1			Isahaya 1-2			Isahaya 2		
		No. of nymph			No. of nymph			No. of nymph		
		1st instar	2nd-4th instar	5th instar	1st instar	2nd-4th instar	5th instar	1st instar	2nd-4th instar	5th instar
4/15	—	—	—	—	0	0	0	—	—	—
17	0	0.3	0	0	0	6	0	0	29.3	0
25	—	—	—	—	0	20.2	5.6	0	3.8	38.4
5/1	0	0	0.6	0	0	4.2	13.4	0	0	34.6
8	—	—	—	—	—	—	—	0.3	0.3	15.0
11	0	0	1.0	0.1	0	0.5	30.7	14.5	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	19.8	0	29.9
17	—	—	—	—	0	0	4.4	16.4	106.5	0
19	0	0	0.1	0.8	—	—	—	—	—	—
28	0.5	0	0	0	—	—	—	—	—	—
6/15	—	—	—	—	0.8	0	0	0	6.1	6.4
19	—	—	—	—	1.2	18.5	0	0	4.7	32.7
23	0.5	2.6	0.4	0	0.2	6.4	1.5	0	1.0	9.3
7/3	0.3	0.2	3.8	0.2	0.2	8.0	6.0	0	0.8	30.7
9	0.1	0.5	2.4	1.4	0.3	1.2	5.8	0.2	0.5	3.0
15	1.1	0.1	4.1	1.0	0.1	0.8	5.1	0.5	1.8	0
24	3.1	0	0.6	1.8	0.2	0	0.6	3.2	1.8	0
8/2	1.0	0.5	0.5	0.1	0.1	0	1.7	0	1.1	3.4
9	2.0	0.8	4.9	0.1	0	0	0	0	1.5	2.5
22	1.0	0.2	2.4	0.4	0.1	0	0.6	0	0.7	2.1
28	1.1	0.5	2.8	1.2	0.1	0	0.4	0.4	1.3	1.2
9/5	0.6	0	1.5	2.2	0.1	0	5.4	2.0	0.6	1.8
12	3.0	0.7	9.2	2.3	0.3	0	3.5	1.6	0	0.7
19	1.0	0	3.5	2.3	0	0	1.5	1.0	0.2	1.4
28	1.4	0	3.4	4.9	0.5	0.5	1.3	1.8	1.1	0
10/11	4.2	0.1	0.1	1.5	1.3	0	0	0.7	3.3	0
24	3.3	0	0.2	1.2	1.6	0	0.2	2.0	6.4	0
30	2.8	0	0	0.8	2.7	0	0	1.5	2.8	0
11/13	5.4	0	0	0.1	4.0	0	0	0	10.5	0
12/13	2.3	0	0	0	2.2	0	0	2.2	0	0

a) Figures indicate the numbers of adults or nymphs observed on 5 branches of azalea.

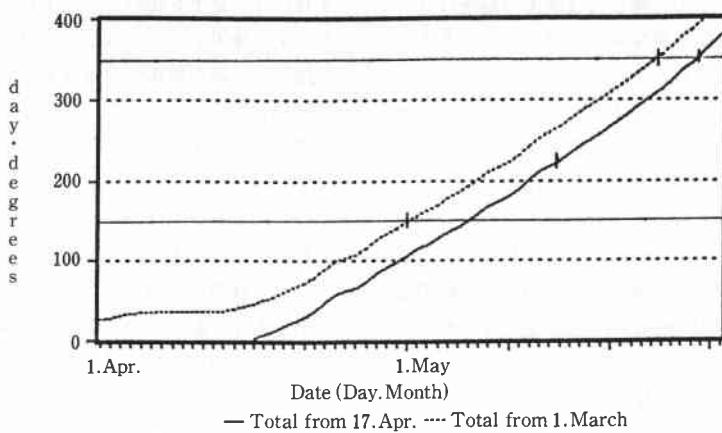


Fig. 2. Total effective temperatures of the overwintered generation of *Stephanitis pyrioides* estimated in Isahaya city, Nagasaki in 1993.

9月中旬頃まで見られ、秋の発生は地点によつて明瞭でなかった。発生量は1992年よりも多く、越冬世代成虫の発生時期は早かった。

4. 有効積算温量を用いたツツジグンバイの予測発生時期と現況の比較

室内飼育によって得られたツツジグンバイの各態の発育最低温度から本種の卵、幼虫各態の全体の平均として発育最低温度を10°Cとして計算した諫早1-2のツツジにおけるツツジグンバイの3月1日～5月31日までの有効積算温量をFig. 2に示した。

越冬卵及び全幼虫期間の有効温量をそれぞれ150日度、218日度（合計では368日度）とし、3月1日を起点とした有効積算温量から予測される越冬卵のふ化時期は4月6半旬～5月1半旬、幼虫期完了の時期即ち越冬世代成虫出現時期は5月4～5半旬なる。

これを1993年の現況と比較すると、ふ化時期については予測したふ化時期は現況の4月17日より15日程度遅い結果であった。

この原因としては越冬卵の休眠開始時期の発育程度や卵の産下部位がツツジの葉裏の葉脈内であり、この部位の温度と気温の差異が考えられ、越冬世代卵のふ化時期を正確に予測するには、これらの点についてさらに検討が必要である。

幼虫期の完了時期（越冬世代成虫出現時期）については3月1日を起点とした有効積算温量368日度にあたる時期（Fig. 2の点線）は現況の越冬世代成虫の出現時期

とほぼ同時期であった。また諫早1-1で越冬世代の幼虫のふ化を確認した4月17日を起点とした有効積算温量218日度にあたる時期は5月15日頃（Fig. 2の実線）であった。したがって1齢幼虫出現時期を確認した後の齢期の進行や第1世代成虫発生時期の予測には本試験結果を利用できると思われる。

第1世代以降の予測は、本種の成虫の産卵前期間をNEAL and DOUGLASS (1988)による夏季の気温26°C前後下の7日、また卵期間を13日（合計20日）として、各世代の1齢幼虫のふ化時期を設定し、齢期の進行は本実験の発育最低温度と有効積算温量および20°C下の幼虫期間21日、25°C下14日を参考として発生時期を予測すると、各世代の成虫の発生時期は7月中下旬、8月下旬、9月下旬となり野外におけるツツジグンバイの発生実態とほぼ類似した結果が得られた。

しかし、本種の発生予察を長期的に、より正確に予測するには、夏季の卵の発育生態や産卵前期間等の基礎的な調査をおこなう必要がある。また発生量については、当年の発生源である越冬卵の密度やふ化幼虫の密度変化に与える気象、捕食性天敵等の要因により変動すると考えられ、これらの点についての調査検討も必要である。

引用文献

- 1) NEAL, J. W. JR. and DOUGLASS, L. W. (1988) Environ. Entomo. 17: 817-831.
- 2) 中須賀孝正 (1993) 九病虫研会報 39: 164.
- 3) TAKEYA, C. (1963) Mushi. 37(4): 27-52.

(1994年4月30日 受領)