

報 文

ニカメイガ予察式の再検討

I 越冬後の有効積算温度と1化期発蛾最盛時期

常楽武男・望月正己

(富山県農業試験場)

ニカメイガの統計的予察式については、石倉(1946)の研究をはじめ全国各地の多くの成績がある(石倉'50, 深谷・中塚'56などに集録)。これらの研究がニカメイガの発生予察の進歩に多大の貢献をなしたことはもちろん、ニカメイガ以外の害虫の発生予察にも貴重な示唆を与えた。しかし一方、これらの予察式は各種各時期の気象などと発蛾状況との相関係数を数多く算出し、その中で相関の高いものをいくつか採用するという方法でできあがったものが多く、このため中には計算の結果相関が高かったというだけで、実験的・理論的に説明できない予察式もかなり見られるようである。このような予察式では、予報が適中しなかつた場合その原因解析もできないし、また予察担当者として確信をもつて予報値を発表することもできないであろう。このことについては野村('47)も指摘され、理論的予察、あるいは理論的方法を少しでも多く加味した予察法を提唱されている。筆者らもこの線にそつて、実験的・理論的にも説明のできる要因のみを使用して、理論的予察に一步でも近づいた、また将来の発展性も期待できる統計的予察式を作ろうと試みた。

このような立場で1化期発蛾最盛時期の予察式を作成しようとする場合、その発蛾時期の決定要因としては、越冬幼虫の成熟度と越冬後の環境を問題にしなければならない。このうち越冬幼虫の成熟度については、加温飼育による実験的方法で予察できるが(深谷'59など)、これと平行した越冬後の環境による発蛾時期のふれの予察法として、越冬後の有効積算温度との関係を検討してみる必要があると考えた。一方、発蛾最盛時期の指標をいかに考えるかということも予察式の精度保持、利用性に大きく影響すると考えられる。これについては50%誘殺日と発蛾最盛日について検討した。その結果、目的に一步近づいた、実用性のある予察式を得、また発蛾型の年次変動の一端をも知ることができたので、ここに報告する。

ここで使用した資料はすべて富山農試ほ場におけるものであるが、昭和16~33年の予察灯資料は当時の予察係、早川宗外・田口吟両技師によるものである。また気象資料は農試経営課の調査による。ここに明記して長年のご努力に敬意を表したい。

I 資料および集計方法

予察灯 富山市太郎丸、農試ほ場。昭和15年設置、以後現在まで継続。27~29年は設置位置移動のため約300mの間隔で2灯併設。34年まで湿式。35年、湿式・乾式比較試験を行ない、両者に差がなかつた(富山農試'60)ので35年2化期以後乾式に切り替え。光源はマツダ60W二重コイル全つや消しの予察灯用電球。点灯期間は4月1日~10月31日(30年以後は3.21~10.31)。管理・調査・記録方法は予察要綱(農林省'58など)通り。集計資料は15年(初年度のため)と20年(灯火管制のため)は欠測が多く除外。27~29年の2灯併設の結果では両位置の飛来時期に差なく(誘殺数には有意差あり)同一予察灯として扱う。27年以前は旧位置、28年以後は新位置の資料を適用。

発蛾(飛来)最盛日は連続5日間の誘殺数の合計が最多となつた期間の中心日(5日中日)をとり、50%誘殺日は初飛来からの誘殺数とその化期の総誘殺数の50%を越えた日とした(ただし、昭29年の最盛日については、5.19・5.30・6.4・6.11・6.17の5回ピークがあり、5月30日のピークが最高であつたが、併設予察灯のデータなどにより、6月4日を最盛日とするのが妥当と認められた)。

積算温度 ルサフォード最高・最低温度計による露場観測結果を使用。予察灯資料使用可能年の中では、21年に欠測があるため除外。有効積算温度は目的期間の毎日の最高気温と最低気温の平均による日平均気温(t)を求め、これが 12°C を越える日のみ $\langle t - 12^{\circ}\text{C} \rangle$ を算出して積算した。

なお、相関係数・回帰係数の有意性検定結果は数値の右肩の*で表示し、***は $P \leq 0.001$ 、**は $P \leq 0.01$ 、*は $P \leq 0.05$ とした。

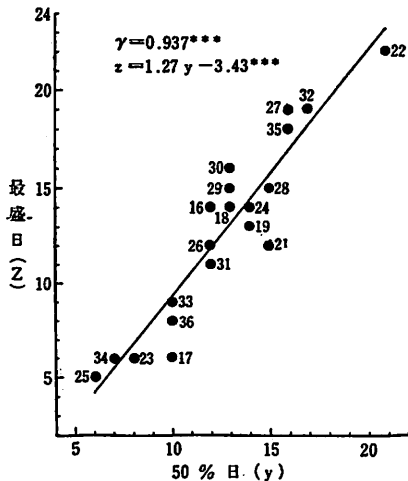
II 結 果

50%日と最盛日 予察式のY項となる発蛾最盛の時期のとりえ方には種々方法があるが、予察式の指標としてはいわゆる5日中日の発蛾最盛日と50%誘殺日の二者の中から採用するのが妥当であろう。

第 1 表 発蛾最盛時期の平年値と偏差

起算日：5月20日=0
n=20, 昭16~36年, 20年を除く

発蛾最盛時期の指標	平年値	標準偏差
50%誘殺日	12.7日	±3.60日
発蛾最盛日	12.7	±4.89



第 1 図 前傾および後傾型の50%誘殺日と発蛾最盛日

そこでこの二者を比較してみると第1表の通りであつた。すなわち両者の20カ年平年値に差はないが、標準偏差は最盛日の方が大きく、平年値からのばらつきが大きいことがうかがえる。一方、両者の関係を調べてみると、第1図のように $r=0.937***$ と非常に相関が高く、

$$z = 1.27y - 3.43*** \dots \dots \dots (1)$$

で表現できる直線的関係があつた。この(1)式により、+1.3日(最大2.9日, 30年), -1.4日(最大-3.6日, 21年)の誤差程度で、50%日から最盛日を推計できることがわかつた。また、平年値(12.7日⇔6月2日)を境として50%日の早い年は最盛日はそれ以上に早くなり、逆に50%日の遅れる年は最盛日はさらに遅れる傾向があつた。最盛日の標準偏差が大きくなるのはこれが原因の一つとなつているようであつた。

越冬後の有効積算温度と50%日 ニカメイガの發育低温限界温度は、八木(134)によれば♀の蛹期が10°Cのほかはすべて12°C、また深谷(159)は越冬幼虫について庄内型は10.5°C、西国型では12°Cぐらいという井上・釜野の成績を紹介されている。この点については論議があるが、ここでは一応12°Cを越冬後全期の低温温度として有効積算温度を算出した。

ところで、富山において平均気温12°C以上の日があるのは、16年以来最も早い年で3月7日(25年)、普通は3月下~4月上旬となることが多い。従つて3月1日以後の平均気温を検討の対象とした。また発蛾最盛

時期の指標としては、従来の予察式はほとんど最盛日を使用しているが、前述の結果からみて、50%日を指標とするのが理論的統計予察という目標にかなうのではないかと考えた。そこで有効積算温度と50%日の関係を検討することにした。

(1) 越冬後全期の有効積算温度と50%日 まず越冬後の有効積算温度の予察式への利用性を基本的に検討する目的で、3月1日~5月31日(越冬後発蛾最盛時期まで)の有効積算温度と50%誘殺日の相関係数を求めてみると、 $r=-0.643**$ の高い負の相関が認められ、その関係は $y=28.94-0.09x**$ という直線で表わすことができた。

この結果越冬後の有効積算温度は統計的予察式に利用できそうだという確信を得た。

(2) 関係の深い時期の探索 ところで前記の関係式は5月31日以後にならなければ利用できないのであるから、5月末~6月上旬が最盛時期の北陸地方においては事前予察の役に立たない。少なくとも5月上旬までに使用できる式が必要である。また相関が高いといつても $r=-0.643**$ 程度ではやや不満である。

そこでもう少し早期で、さらに相関の高い時期がないだろうかと考え、越冬後の時期を区分して検討し、第2表の結果を得た。

第 2 表 時期別有効積算温度と50%日との相関

n=18, 昭16~35年, 20・21年を除く

有効温度積算期間	相関係数と有意性
3.01 ~ 3.31	-0.181
" ~ 4.20	0.046
" ~ 4.30	-0.263
" ~ 5.10	-0.602**
" ~ 5.15	-0.705**
" ~ 5.20	-0.515*
" ~ 5.31	-0.643**
4.21 ~ 4.30	-0.602**
" ~ 5.05	-0.780***
" ~ 5.10	-0.723***
" ~ 5.15	-0.708**
4.26 ~ 4.30	-0.380
5.01 ~ 5.05	-0.636**
" ~ 5.10	-0.553*
4.16 ~ 5.05	-0.723***

これによれば、3月1日から積算した場合、4月30日以前のみでは50%日との間に有意の相関々係はなかつたが、5月が含まれると急に相関が高くなり、3月1日~5月15日が最高の $r=-0.705**$ を、~5月31日と~5月10日がこれについて相関の高いことがわかつた。

一方、4月後半から5月前半にかけての短期間を重点的に採つた場合は、いずれの時期も高い相関が得られることが多く、特に4月21日~5月5日は最高の $r=-0.$

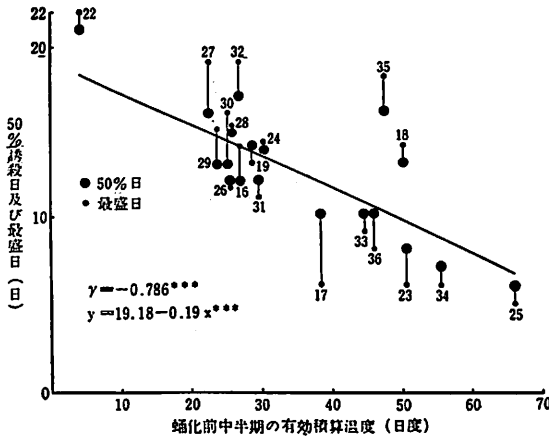
78***, また4月16日~5月5日と4月21日~5月10日は $r = -0.723^{***}$ という非常に高い相関々係のあることが認められた。

予察の実際面への利用性 以上の結果により, 最も相関の高かつた4月21日~5月5日の有効積算温度と50%誘殺日との関係式を求めると, $y = 19.32 - 0.19x^{***}$ となり, 実測値との差は平均+2.06日, -1.55日, 最高+5.76日, -2.38日と, かなり精度の高いものであつた。

そこでこの式を予察式に利用することとし, 36年の資料を加えて再算出すると $r = -0.786^{***}$,

$$y = 19.18 - 0.19x^{***} \dots \dots \dots (2)$$

の関係式が得られた(第2図)。



第2図 蛹化前中半期(4月21日~5月5日)の有効積算温度と50%誘殺日および最盛日との関係

この(2)式の精度は第3表左の通りかなり高く, 誤差の平均+2.21日, -1.41日, 最高+5.90日(35年), -2.24日(26年)であり, 35年の約6日を除けば普通年は数日の誤差範囲で50%日を推計することができる。

ところで50%誘殺日を理論的に推計し得たととしても, 実際の50%誘殺日は1化期の総誘殺数が決定した後(富山では7月上・中旬)でなければ確定しない。このため実際の予察面ではどうしても発蛾最盛日を併用した予報を発表せねばならないが, これには(1)式が利用できる。すなわち(2)式で求めた y 値(50%日)を(1)式に代入することによつて z (最盛日)を算出すればよい。このようにして求めた z と最盛日の実測値との誤差(1・2式総合誤差)は第3表右の通り, 平均+2.9日, -1.98日, 最大+8.6日(35年), -5.63(17年)であり, +のやや大きい誤差が気になるが, 50%日と併用すればかなり高い精度の予察が可能であろう。

また時期的には, 5月6日以後になれば(2)式の利用ができ, 計算も15日間の有効温度の積算だけであるから, たいした手数を要しない。平年発蛾最盛日(6月2日)の約25日前, 最早最盛日(5月25日, 25年)の約20日前ごろには予報値を算出できるので, 予察の実際面への利用性も高いと云えよう。

第3表 蛹化前半期の有効積算温度からの50%日最盛日の推計値とその精度

(2) $y = 19.18 - 0.19x^{***}$
 $r = -0.786^{***}$
 $y = 50\%$ 誘殺日, 5月20日 = 0
 $x = 4.21 \sim 5.05$ 日の<日平均気温 -12°C>の積算
 $n = 19$, 昭16~36, 除20, 21年

(1) $z = 1.27y - 3.43^{***}$
 $r = 0.937^{***}$
 $z =$ 発蛾最盛日, 5月20日 = 0
 $y = 50\%$ 誘殺日, 5月20日 = 0
 $n = 20$, 昭16~36, 除20年

年(昭)	(2) 式の精度				総合精度			(1)式単独誤差
	実測値	理論値	誤差	x 値	実測値	理論値	誤差	
16	12	14.15	-2.15	26.45	14	14.54	-0.54	2.2
17	10	11.86	-1.86	38.55	6	11.63	-5.63	-3.3
18	13	9.58	3.42	50.50	14	8.74	5.26	0.9
19	14	13.71	0.29	28.80	13	13.98	-0.98	-1.4
22	21	18.38	2.62	4.20	22	19.91	2.09	-1.2
23	8	9.55	-1.55	50.70	6	8.70	-2.70	-0.7
24	14	13.39	0.61	30.45	14	13.58	0.42	-0.4
25	6	6.61	-0.61	66.15	5	4.96	0.04	0.8
26	12	14.24	-2.24	26.00	12	14.65	-2.65	0.2
27	16	14.89	1.11	22.60	19	15.48	3.52	2.1
28	15	14.24	0.76	26.00	15	14.65	0.35	-0.6
29	13	14.65	-1.65	23.85	15	15.18	-0.18	1.9
30	13	14.27	-1.27	25.85	16	14.69	1.31	2.9
31	12	13.54	-1.54	29.70	11	13.77	-2.77	-0.8
32	17	14.07	2.93	26.90	19	14.44	4.56	0.8
33	10	10.55	-0.55	45.40	9	9.97	-0.97	-0.3
34	7	8.60	-1.60	55.70	6	7.49	-1.49	0.5
35	16	10.10	5.90	47.80	18	9.40	8.60	1.1
36	10	10.52	-0.52	45.60	8	9.93	-1.93	-1.3
平均	12.6	12.47	+2.21 -1.41	35.33	12.7	12.40	+2.90 -1.98	+1.3 -1.1

III 考 察

越冬後の環境温度と発蛾最盛時期 ニカメイガ1化期発蛾最盛時期の決定要因としては越冬幼虫の成熟度と越冬後の環境によるふれの二者が重要である。このうち前者については深谷ら('55), 高野ら('61a)の詳細な研究により, 実験的予察方法(深谷'59など)が確立された。後者の越冬後の環境要因による発蛾時期のふれの予察としては気温が特に重要であり, (深谷'51)従来の統計的予察式も春先の気温によるものが多かつた(石倉'50, 深谷・中塚'56)。また最近, 関谷ら('58)の越冬幼虫の自然温飼育による直前予察の研究, 高野ら('61b)のは場調査よりの検討など, 春先の気温の重要性についての報告がある。

ところで, 春先の気温の中で有効積算温度を利用した予察式の研究は比較的少ない。長野農試('48)の成績では, <最低気温-10°C>の積算温度と発蛾最盛日との間に3・4・5月合計で $r = -0.55 \pm 0.17$, 5月計では $r = -0.53 \pm 0.17$ の関係があつたことが報じられているが, 相関が低かつたためか1年ほど使用して廃止されたようである。また, 1月~3月中旬の<10時気温-10°C>の

積算温度と発蛾最盛半旬との間に、 $r = -0.828^{**}$ の相関があつたという望月・田口(153)の報告があるが、これも実用に至らなかつた。実用化されているものとしては山梨農試(156)のものがあり、昭23~29年の資料により発蛾最盛日と3~4月中の10°C以上の積算温度との間に $r = -0.954^{**}$ 、4月中のそれとは $r = -0.912^{**}$ 、4月中の12°C以上の積算温度とは $r = -0.937^{**}$ の相関があつたことにより、それらの予察式が作られている。

本報では、理論的予察に少しでも近づくことを目標として、昆虫の発育に対する環境温度を最も集約的に表現できるのは有効積算温度であると考え、これを使用して越冬後の温度による1化期発蛾最盛時期のふれを統計的方法で検討し、あわせてこれによる予察式を作成しようと試みた。

まず、越冬後~発蛾最盛時期の全期に相当する、3月1日~5月31日の有効積算温度と50%誘殺日との間の相関を検討したところ、 $r = -0.643^{**}$ の高い相関係数が得られ、越冬後の気温の重要性がうかがわれた。

そこで時期別の関係を検討してみると(第2表)、4月はじめ頃までとは相関が認められなかつたが、4月中旬以後とは高い相関の得られる時期が多かつた。その中でも特に4月下旬から5月上旬が最も関係の深い時期のようにうかがわれた。この時期は北陸地方ではちょうど越冬幼虫の蛹化前半期に相当する(第4表)ことから、越冬後の環境温度が最も大きく影響するのは蛹化前半期ごろであろうと考えられる。

第4表 室内自然温飼育による蛹化時期

年	初蛹化日	5%日	50%日	95%日
昭34	4.17	4.21	5.03	5.31
35	4.25	5.01	5.21	6.18
36	4.22	4.26	5.11	6.09

(備考) 富山太郎丸, 実験予察成績

このことを予察式に利用するため、相関の高かつた4月21日~5月5日の有効積算温度(x)と50%誘殺日(y)との関係式を求め、36年に実際予察に使用して誤差-0.66日の高い適中度を得ることができた。これに36年の資料を加えて再算出した関係式は、 $y = 19.18 - 0.19x^{***}$ 、 $r = -0.786^{***}$ である。

50%日と最盛日 発蛾最盛の時期を表現する指標としての50%誘殺日といわゆる5日中日の発蛾最盛日について検討した。発蛾最盛日は非常に実用性が高く、発蛾のピークをよくとらえ得るが、反面最盛時期の天候やその他小さな要因で乱されることも多く、また近年のように低山型や多峰型の発蛾の場合は最盛時期をとらえにくくなる欠点がある。理論的予察を目標とする場合、50%日を採用するのが偶然性や偏差が少なくてよい(第1表)。この点は千代西尾(152)も検討されている。

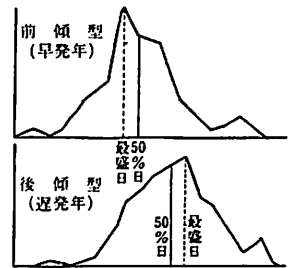
このような理由で50%日を指標として越冬後の環境温

度との関係を検討し、予察式の算出に至つたわけであるが、反面50%日は1化期の総誘殺数が決定した後でなければ算出できない欠点がある。従つて実際予察に当つては発蛾最盛日を併用するのが妥当と考えられる。この必要のため50%日と最盛日との関係を検討したところ、 $r = 0.937^{***}$ と非常に高い正の相関が認められ、 $z = 1.27y - 3.43^{***}$ の直線式によつて50%日(y)から最盛日(z)を推計できることがわかつた。

また、50%日が早くなる年は最盛日は更に早くなり、50%日の遅れる年は最盛日は一層遅れる傾向のあることが認められた。この傾向は第2図からもうかがうことができ、もし発蛾最盛時期の指標として最盛日を採用すれば、相関係数は当然低くなるであろうことがうなずかれる。

50%日と最盛日のこのような性質から、ニカメイガの発蛾型の年次変動として、第3図のように前傾型(早発年)と後傾型(遅発年)

の2型が考えられ、前傾型は最盛日後の発蛾の割合が多く、また最盛日と発蛾終期の間隔も長くなる可能性が高い。北陸地方のように発蛾最盛時期の10日以上も前に田植をするところでは、最盛日が早くなることは防除対象期間を長くすることにもなり防除を一層むつかしくする一原因ともなつていようである。このようなことから、最盛日を基準として防除時期を決定する場合、早発年はやや遅め、遅発年はやや早めとするよう注意するのがよいと考えられる。



第3図 発蛾型年次変動の模式図

IV 要 結

理論的・実験的に説明できる要因によるニカメイガの予察式を目標として、環境温度を集約するとみなされる有効積算温度により、越冬後の温度と50%誘殺日の関係を検討した。また50%日と発蛾最盛日の関係や、発蛾型の年次変動の性質についても考察した。

1) 越冬後発蛾最盛時期までの有効積算温度と50%日との間に高い相関があり、この相関の最も高い時期は蛹化前半期ごろである。

2) 蛹化前半期に相当する4月21日~5月5日の<日平均気温-12°C>の積算温度(x)と50%日(y)の間に、 $r = -0.786^{***}$ 、 $y = 19.18 - 0.19x^{***}$ の関係があり、これを予察式として実用できる。

3) 50%日と最終日の両者は、平年値は同じぐらいであるが、平年値よりのばらつきは最盛日の方が大きい。このばらつきの傾向は大体一定して、平年値附近を境として50%日の早い年は最盛日は一層早くなり、遅れ

る年は最盛日は更に遅れる。

4) 50%日(y)と最盛日(z)の間には $\gamma=0.937^{***}$, $z=1.27y-3.43^{***}$ の関係があり、これにより前式で算出した50%日から最盛日の予報値をも求めることができ、防除に直結した実用的な予報が発表できる。

5) 発蛾型の年次変動として、最盛日が50%日の前になる前傾型(早発年)と、50%の後になる後傾型(遅発年)の2型に大別できる。

6) 最盛日を基準として防除時期を決定する場合、早発年はやや遅め、遅発年はやや早めとするのがよいようである。

引用文献

1 千代西尾伊彦(1952)鳥取農試報2:1-5.
 2 Fukaya, M (1951) Ber. Ohara Inst. Landwirt. Forsch. 9:357-376. 3 深谷昌次(1959), 昆虫実験法:547-560. 4 深谷昌次・中塚憲次(1956)ニカメイチュウの発生予察:173. 5 深谷昌次・高野

光之丞・中塚憲次(1955)埼玉農試報13:3-16.

6 石倉秀次(1946)稲作重要害虫の発生予知に関する連絡研究, 1-17報:92, 18-35報:108(とう写),

7 石倉秀次(1950)作物害虫の発生予察:166.

8 望月正巳・田口吟(1953)北陸病害虫研究会報3:33-34. 9 長野農試(1948)病害虫発生予察並びに早期発見事業概況:1-3(とう写), 10 野村健一(1947)害虫気象通論:109-138. 11 農林省振興局(1958)病害虫発生予察事業実施要綱:26-27. 12 関谷一郎・早河広美・奥羽好三・柳武(1958)長野農試集報1:89-96. 13 高野光之丞・石川元一・深谷昌次(1961a)予察特別報告7:3-16. 14 高野誠義・高野十吾・高野光之丞・石川元一・烏井西蔵・深谷昌次(1961b)予察特別報告7:25-53. 15 富山農試(1960)昭35植防地区協議会資料, 予察II:15-19(とう写). 16 八木誠政(1934)農試彙2:381-394. 17 山梨農試(1956)昭30予察年報:74-75(とう写).

新潟県頸城地方におけるイネカラバエ 2, 3 化性の混発地について

楡井幹夫* 岸野賢一** 岩田俊一***

(*新潟県上越病害虫防除所 **農林省北陸農業試験場 ***農林省農薬検査所)

イネカラバエ *chlorops oryzae* MATSUMURA の2化性と3化性の混発現象は最初新潟県北部地帯で確認されたが(平尾・熊沢1955), (田村ら1959), その後調査が進むにつれて県内各処の山間, 谷間部の耕地でも認められることがわかって来た(上田ら1960), (岩田ら1960)。

本種の加害によるイネの被害軽減対策として薬剤防除を実施する場合には, 薬剤の撤布適期の判定が効果発現の重要な前提となることが知られており, 2化性と3化性では薬剤撤布時期が非常に異なるので, 発生生態の解明は薬剤応用上の重要な要素である。このような観点から筆者らは2, 3化性の混発地の分布や混発比率を傷葉の抽出状況から判定しようとして1958年から調査を継続している。

本報では新潟県頸城地方における発生の実態調査を行なった結果を報告し諸賢の参考に供したい。

この調査の実施に当っては新潟農試の上田技師・江村技師からいろいろの御教示を戴いたし, 上越病害虫防除所の前田・長野技師からは調査に御協力を戴いた。ここに深謝の意を表したい。

I 調査方法

まず最初に混発現象の認められることが予想される地点を選び, あらかじめ抵抗性の弱いイネ品種(主にヤチコガネを用いた)を栽培しておき, 7月上旬~8月上旬

にわたつて幼虫の食害によって出現する傷痕の状態により第1表に示すような基準に従がつて2化性と3化性を判別した。

第1表 2化型と3化型の判定基準

調査時期	化型	傷葉抽出葉位		傷葉の状態			虫痕	備考
		最低	最高	下位葉	中位葉	頂葉		
7月上旬 中旬	2化	頂葉下 1~2枚	頂葉	細孔痕	小孔痕	小孔痕	1令	調査時期がおく れると羽化殻が 認められる
	3化	頂葉下 4~5枚	頂葉下 1~2枚	小孔痕	中孔痕	並大裂痕	3令蛹	
	中間	頂葉下 2~3枚	頂葉	細孔痕	小孔痕	中孔痕	1~3令	
8月上旬	2化	頂葉下 4~8枚	頂葉	小孔痕	小孔痕	小孔痕	2~3令	1化期傷痕
	3化	頂葉下 7~10枚	頂葉下 3~6	小孔痕	中孔痕	並大裂痕	羽化殻	
		頂葉下 1~2枚	頂葉	小孔痕		小孔痕	1令	

II 調査結果

第1表の判定基準に従がつて調査した結果を示すと第2表の通りであり, その混発比率を地図上に図示すると第1図のようになる。