

リンゴ園における害虫類の発生予察

第8報 キンモンホソガの津軽地方における生活史
と青森県平賀町における異常発生について

山田雅輝・小山信行・関田徳雄・白崎将英・津川 力
(青森県りんご試験場)

Forecasting the Outbreak of Destructive Insects in Apple Orchads

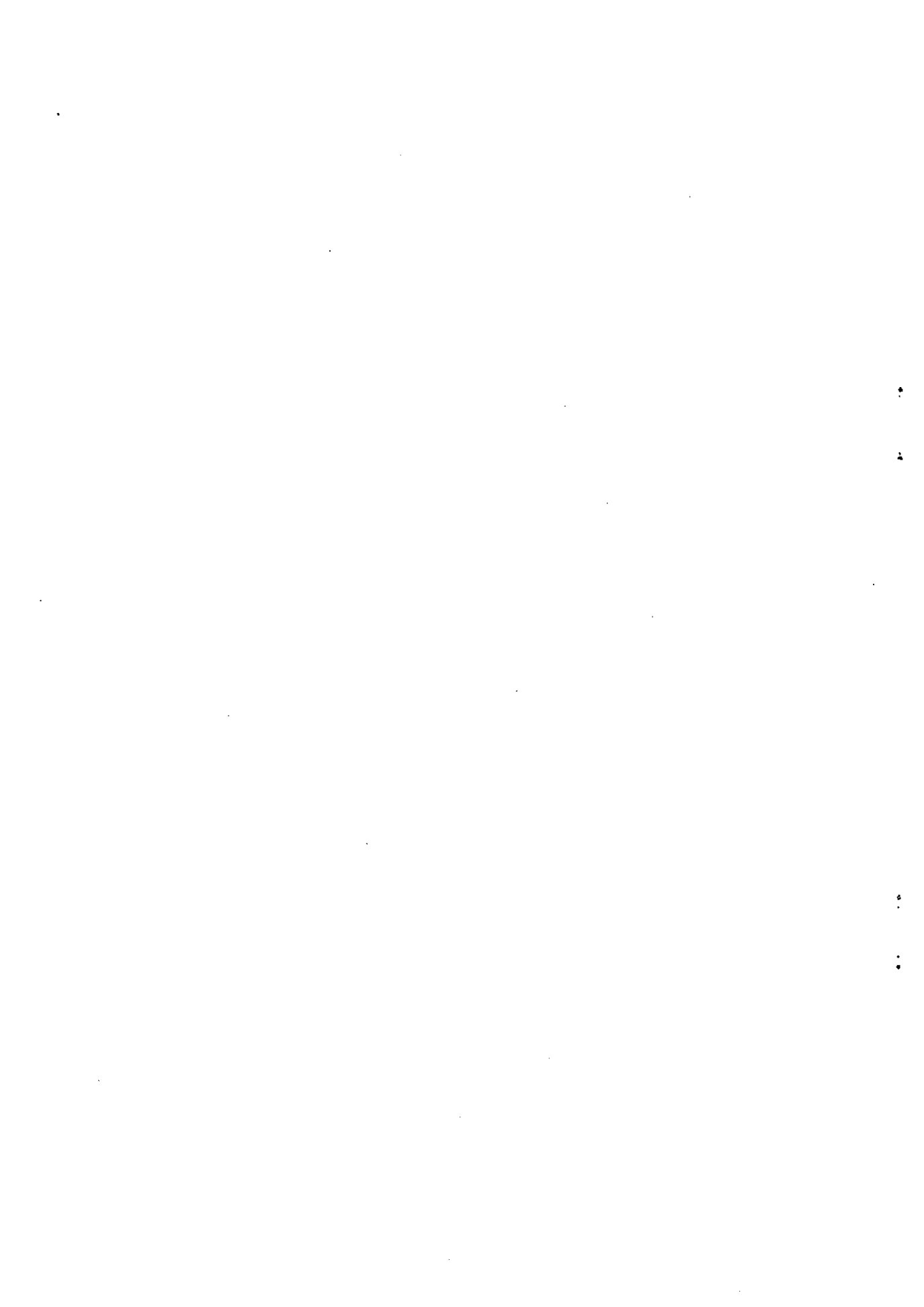
VIII. On the biology of the leaf miner, *Lithocolletis ringoniella* MATSUMURA, on apple in Tsugaru-District and 1964's explosion at Hiraka-Town

MASATERU YAMADA, NOBUYUKI OYAMA, NORIO SEKITA,
SHŌEI SHIRASAKI, and CHIKARA TSUGAWA

Entomology Section, Aomori Apple Experiment Station,
Kuroishi-City, Aomori-Prefecture, Japan

目 次

I	緒 言	1
II	発生経過に関する調査	2
1	成虫の発生時期	2
2	地形による越冬蛹の羽化時期の差異	4
3	被害痕の年間消長	5
4	第3および第4世代における幼虫と蛹の推移	5
5	越冬世代の産卵時期と蛹化率	6
6	考 察	6
III	発育に関する調査	7
1	定温下の発育	7
2	ほ場における第1世代と第2世代の発育日数	8
IV	休眠に関する調査	9
1	加温時期と羽化前期間	11
2	考 察	11
V	成虫の寿命と産卵に関する調査	11
1	成虫の生存期間	12
2	1めす当り産卵数	13
3	蔵 卵 数	13
4	考 察	15
VI	平賀町における異常発生の経過と県内の発生実態	15
1	異常発生の経過	15
2	県内の発生実態調査	19
3	第1回成虫の産地別体長および翅長	21
4	考 察	22
VII	摘 要	23
	引用文献	24
	Summery	26



I 緒 言

キンモンホソガ *Lithocolletis ringoniella* MATSUMURA はリンゴの潜葉性害虫として古くから知られているもので、同属の近縁種はリンゴ害虫として世界的に分布している。すなわちヨーロッパ各地には *Lithocolletis blancardella* FABRICIUS, *Lithocolletis corylifoliella* HÜBNER が、ソビエト連邦の Moldavia では *Lithocolletis corylifoliella* HÜBNER, *Lithocolletis pyrifoliella* (GERASIMOV) が、また、カナダおよびアメリカでは *Lithocolletis blancardella* FABRICIUS, *Lithocolletis crataegella* CLEMENS, *Lithocolletis propinquella* BRAUN, *Lithocolletis malimalifoliella* BRAUN (KREMER 1963, STULTZ 1964, VERESHCHAGINA 1966, LEROUX and PARENT 1956) がリンゴに加害すると報告されている。

わが国でリンゴに加害するキンモンホソガの学名として最近まで *Lithocolletis blancardella* FABRICIUS が多く使用されてきた（豊島 1958, 広瀬 1961, 福田 1961）が、KUMATA (1959) は本邦のリンゴに加害している *Lithocolletis* 属の種類として *ringoniella* だけをあげており、この種と *blancardella* は分類学的に異なることを明らかにした。著者らは青森県産の個体について KUMATA (1959, 1963) の指摘した点を検討したところ *ringoniella* と一致したので本報ではこの学名を使用した。

キンモンホソガはリンゴ属植物の葉肉部に潜入して食害するため被害部は表皮だけ残り、葉としての機能が低下する。さらに被害が顕著になると葉は巻縮し、早期落葉を起すため果実の肥大および着色が不良となり、花芽の形成にも著しい影響をあたえる。

わが国におけるキンモンホソガの記録は松村 (1910) によるものが最初とされているが (KUMATA 1959), 青森県における発生は 1913 年に初めて記録され (棟方 1913), 続いて西谷 (1916) は本種が県内各地に発生していることを報告している。その後防除の必要な害虫として青森県リンゴ防除暦の中に取り上げられるようになったのは 1928 年頃からで、1934 年には本種に有力な寄生蜂がいることに注目し、その寄生率を 3 年間にわたって調査した記録がある (青森県りんご試験場 1934, 1936,

1938)。豊島 (1958) は藤崎町において本種の生活史を詳しく調査して年 4 回発生することを明らかにし、被害部の様相、越冬形態、寄生蜂などについても報告した。最近著者ら (津川ら 1968) は本種の第 1 世代における被害の品種間差の要因を解明し報告した。近年、リンゴ栽培が行なわれている各県においても発生消長、天敵などに関する調査研究が多くなされている (広瀬 1960, 1961, 氏家 1965, 1966, 高橋・成田 1964, 1965)。

キンモンホソガおよびこの近縁種は突発的に異常発生することがたびたび記録されており、最近では長野県の例 (広瀬 1960) および本報でとり扱った青森県の例があり、各県の資料 (とう写) によると東北各県でも 1960~1964 年に異常発生したところが多い。また、外国でも *crataegella* が北部カリフォルニアにおいて大発生した例 (BORDEN et al. 1953), Quebec で 1953 年から 1955 年にかけて大発生した *malimalifoliella* の例 (LEROUX and PARENT 1956) また *blancardella* がカナダの Maritime Provinces でたびたび大発生している例 (STULTZ 1964) などが報告されている。青森県におけるこれまでの発生をみても棟方 (1913) が平常はそれほど発生が多くないが小範囲でときどき多発することを指摘しており福島 (1965) の集めた資料によるとおよそ 10 年に 1 回の割合で多発生年が現われており、1939, 1949, 1959~1961 が多い年であった。最近の発生は局部的に毎年どこかで発生しているといった様相を呈している。著者らは、1954 年に青森県内の一共同防除リンゴ園で異常発生したのに端を発し、これまでキンモンホソガの生態と防除法について各種の調査ならびに試験を行ってきたのでその一部を以下に報告する。

なお、本報を草するにあたり、平素より御指導、御助言を仰いでいる青森県りんご試験場長木村甚弥博士、恩師岐阜大学農学部福島正三博士ならびに弘前大学農学部正木進三博士、文献の調査にあたり便宜を計っていただいた弘前大学理学部齋藤和夫博士、調査にあたりなみなみならぬご協力をいただいた当場昆虫科の齋藤靖夫、中野和彦の両氏および、むつ農業改良普及所の長田和一技師の各位に対し深謝の意を表する。

II 発生経過に関する調査

青森県におけるキンモンホソガの周年経過については豊島 (1958) による藤崎町での詳しい調査がなされているが、それ以前に西谷 (1916) が行なった黒石での調査結果と異った点も認められるので、改めて、黒石市における同様の調査を行なった。

1. 成虫の発生時期

調査方法 1965~1968年に青森県りんご試験場内のリンゴ園で実施し、調査は次のような方法で行なった。

(1) 越冬蛹の羽化時期

① ほ場の地表面に置いた被害葉に金網籠をかぶせ

ておき毎日羽化数を調査する。

② 前年被害の多かったリンゴ樹の地上1メートル以内の主幹部に静止する成虫数を毎日数える。

③ 氏家 (1966) が行なった方法と同じやり方で30×30cmのベニヤ板にタングルフートを塗った粘着板を地面から3~5cm離して垂直に立て、これに附着する成虫数を毎日調査する。

(2) 第2~4回成虫の羽化時期

① 寒冷紗で囲った苗木に前世代の調査時に得た羽化直後の成虫を逐時放して産卵させ、これから発

Table 1. Time of adult emergence

Year	1965		1966		1967		1968	
Date of snow melt	Apr. 8		March 11		March 31		March 31	
Method of study	i-1	i-1	i-2	i-1	i-2	i-3	i-3	
First generation	First appearance	May 7	Apr. 24	Apr. 19	Apr. 28	Apr. 22	Apr. 25	Apr. 17
	Peak appearance	May 7-10	Apr. 26-30	Apr. 24-28	Apr. 30-May 4	Apr. 24-May 1	Apr. 26-May 3	Apr. 24-27
	Final appearance	May 10	May 11	May 12	May 10	May 4	May 12	May 4
Method of study	ii-2	ii-1	ii-3	ii-3	-	-	ii-3	
Second generation	First appearance	June 18	June 16	June 20	June 9	-	-	June 14
	Peak appearance	June 20-24	June 20-25	June 21-25	June 12-20	-	-	June 18-26
	Final appearance	July 5	July 6	July 6	June 23	-	-	July 3
Third generation	First appearance	July 22	July 23	July 23	July 16	-	-	July 21
	Peak appearance	July 26-Aug. 1	July 25-30	July 27-Aug. 2	July 19-26	-	-	July 23-29
	Final appearance	Aug. 3	Aug. 8	Aug. 9	Aug. 1	-	-	Aug. 3
Fourth generation	First appearance	Aug. 19	Aug. 21	-	Aug. 14	-	-	Aug. 23
	Peak appearance	Aug. 22-30	Aug. 25-Sept. 3	-	Aug. 20-25	-	-	Aug. 24-31
	Final appearance	Sept. 9	Sept. 11	-	Sept. 1	-	-	Sept. 10

Method of study

i. Time of adult emergence from overwintered pupae.

1. Surveyed the adults emerged from pupae in fallen leaves.
2. Surveyed the adults resting on the apple tree stems after emergence.
3. Surveyed the adults caught by the tanglefoot-traps of 30cm × 30cm set above the ground.

ii. In the second, third and fourth generations.

1. Previous generations adults were released to the young trees covered by the nets and let them to lay the eggs. After oviposition the nets were removed to allow the eggs to grow naturally. At the time of adult emergence, number of the emerged adults were counted daily.
2. Pupae got by ii-1 method were contained in tubes of glass and emerged adult from pupae were counted daily.
3. Adult emerged from the marked mines on leaves were counted directly

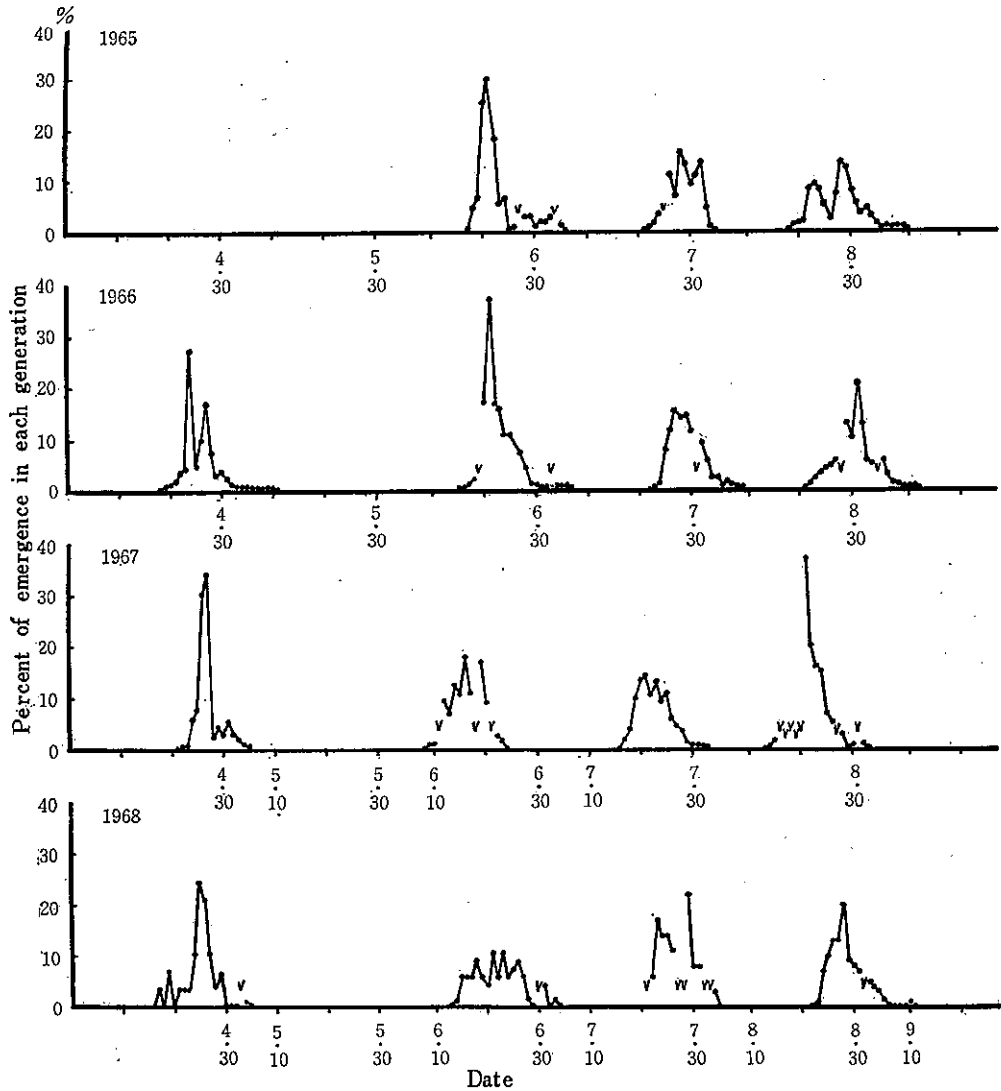
育して羽化する個体数を蛹殻を観察して数える。

よい条件下に置いて羽化数を調査する。

- ② ①同様に飼育して蛹化した個体をガラス管びんに移して棉栓を施し、直射日光の当たらない通風の

- ③ ほ場の成木に自然状態で寄生した被害病を羽化前にマークしておき、毎日羽化数を調査する。

Fig. 1 Adult emergence of *Lithocolletis ringoniella* from 1965 to 1968 at Kuroishi-city.



結果

各調査年度における初発日、最盛期、終息日は第1表に、それぞれの羽化消長は第1図に示したとおりで成虫の発生回数は豊島（1958）の報告と同様に年4回であった。すなわち越冬した蛹から羽化する第1回成虫は4月中～下旬にみられ、その最盛期は4月25～30日であり、

第2回成虫は6月中旬～7月上旬で最盛期が6月20～25日頃、第3回成虫は7月下旬～8月上旬で最盛期が7月20～25日頃、第4回成虫は8月下旬～9月上旬で最盛期が8月下旬である。しかし、ほ場での観察では第1回成虫が5月5日頃まで、また第4回成虫が9月中旬まで少数の成虫がみられる場合があった。越冬世代の羽化調査

の際地上の被害葉に金網をかぶせたものは被害葉を自然状態より多く入れて厚く重なった状態にあることと、被覆している金網が陽光を遮断するため、ほ場でリンゴ樹の主幹部に静止している成虫の消長に比較してやや遅れた経過を示した。第2～4回成虫の羽化時期は、苗木で飼育したものと成木(各種の品種を含む)に自然状態で寄生したものについて調査したが、苗木、成木、品種などによる羽化期の差はとくにみられなかった。第1図の羽化消長によると1966～1968年の第1回成虫の羽化最盛期は4月下旬で年による差は少なかった。すなわち、1966年の消雪日が3月11日であり、1967および1968年の消雪日3月31日より21日早いにもかかわらず成虫の消長はこれらの年であまり差がみられなかった。しかし、1965年の場合は消雪日が4月8日で例年より遅く、その気温も低く経過したため5月7～10日に羽化がみられ、ほかの年に比較して約10日遅れた。

第2～4回成虫の羽化期は春から夏にかけて平均気温の高かった1967年に約1週間早かったほかは1965、1966、1968年ともほとんど発生の遅速がなかった。

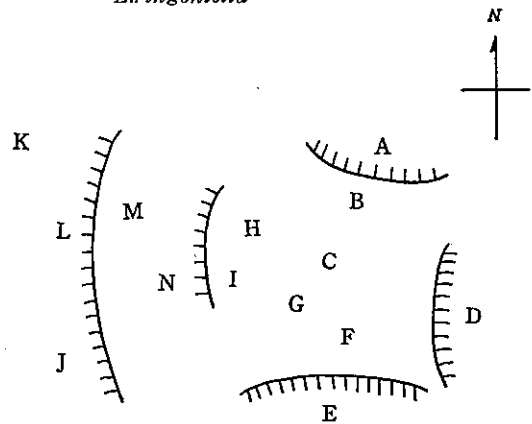
2. 地形による越冬蛹の羽化時期の差異

調査方法 調査ほ場は第2図のような地形で調査地点は南に面した傾斜地(A)、北に面した斜面(B)、東に面した斜面(K)、(L)、西に面した斜面(D)および盆地状園地の底地から合計14か所をとった。各場所の品種はD, F, I, J, Kが国光, L, Nがデリシャス, A, B, C, E, G, H, Mが紅玉である。

i 室内における羽化消長

1966年4月3日越冬蛹を各調査地点から採集し、25°Cに4月10日まで保存し、4月10日から調査地点別に22～23°C、湿度76%で羽化の状態を調査した。

Fig. 2 The map of orchard, collected overwintering pupa of leaf miner, *L.ringoniella*



A: Slope facing the south
D: Slope facing the west
E: Slope facing the north
M, N, K, L, J: Slope facing the east
B, C, F, G, H, I: Even surface

ii ほ場の成虫調査

1966年春期に各調査地から3樹を任意にとり、地上1m以内の主幹部に静止している成虫数を調査した。

結果

室内で加温したときの地点別羽化消長は第2表に、ほ場で観察した成虫数は第3表に示したとおりである。

すなわち、室内調査ではA, F, G, H, Iの羽化が早く、K, Lが遅く、ほ場ではやはり南に面した傾斜地(A)が早く、次いでF, G, Iなどの平坦地であり、北、東、西に面したところでは羽化が遅れた。この調査が行なわれた1966年の場合には南に面した斜面は北に面した斜面における成虫発生期よりも約10日早かった。

Table 2. Comparison of the time of adult emergence from pupae overwintered in various topography, Shown in Fig. 2, studied under warming condition

Place	Days after warming									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	0	6	18	6	6	1	1	1	0	0
B	0	0	0	5	3	1	0	0	0	0
C	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
D	0	0	0	10	5	5	0	0	0	0
E	0	0	0	0	4	6	3	0	0	0
F	0	0	2	10	16	2	1	0	0	0
G	0	0	2	10	1	1	0	0	0	0
H	0	0	1	3	6	6	5	0	0	0
I	0	0	1	5	1	2	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
K	0	0	0	0	2	3	6	0	5	0
L	0	0	0	0	3	2	2	3	0	0

Starting date of warming: April 6

Temperature treatment: April 6—10; 25°C, April 10—20; 22—23°C

Collection of pupae: April 6

Table 3. Comparison of the time of adult emergence from overwintered pupae, in various topography studied in the fields

Date	Topography														Weather
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
April 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Clear
April 15	38	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0*	0*	0	0	Clear
April 20	46	8	1	0	0	11	7	0	3	0*	0	0	0*	0*	Clear
April 25	106	88	30	39	6	22	42	40	14	0	0	1	21	16	Clear
May 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Clear

- * Cultivation or incineration of fallen leaves were practiced
- In these field 15% γ -BHC was sprayed at April 29

3. 被害痕の年間消長

調査方法 1965年5～10月に青森県りんご試験場2号園において紅玉5樹のそれぞれから南北1本ずつ4～5年生の調査枝を選定し、調査枝内の虫がまだ食入してい

る被害痕数を約10日毎に調査した。なお調査園での薬剤散布は第4表のとおりであり、パラチオン剤やDDTのような強力な接触殺虫剤は使用していない。

Table 4. Spray record at the field for the studies of the seasonal fluctuation of mine density in 1965

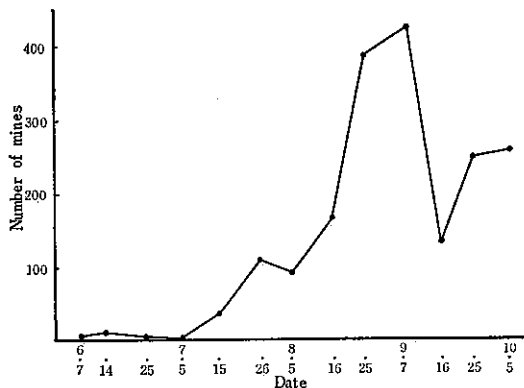
Days	Bud stages of apple	Materials for 100 liters of dilute spray
May 7	2 weeks after breaking	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g, lead arsenate 310g
May 18	Pink	25% Morestan WP 50g, lead arsenate 310g
June 1	10 days after petal fall	25% Morestan WP 50g, lead arsenate 310g
June 30		65% Ferbam 20% sulfur WP 100g
August 5		25% Morestan WP 50g

結果

第1回成虫の出現期はリンゴ樹の展葉期にあたるため被害はすべて花そうおよび葉そう内の葉に限られ、新しうの葉に加害することはない。第2回目以降は新しう、葉そう両者の葉に寄生するようになる。したがって葉の被害痕は各世代のものが累積されてゆが、消長の

調査にあたっては生存虫の入っているものだけを対象にしたから第3図に示した消長は調査時の発生量を示すものである。すなわち、被害の消長から6月中旬、7月下旬、8月下旬、9月下旬～10月と年4回のピークが認められ、成虫の発生回数と一致した。量的には第1回から次第に増加し、第4回でやや低下した。

Fig. 3 Seasonal fluctuations of mines by *L. ringoniella* in 1965 (Kuroishi-city)



4. 第3および第4世代における幼虫と蛹の推移

調査方法 1965年7月から10月にわたり、前項の被害痕年間消長を調査したと同じほ場で被害葉を採集し、被害痕を切り開いて幼虫と蛹の数を調査した。

結果

幼虫と蛹の比の変化は第5表に示したとうりで、蛹の多い時期は7月下旬～8月上旬であり、ほ場では成虫の羽化が盛んであった。幼虫の比率が高い時期は7月中旬、8月中旬～10月であった。また、蛹期間が短いためほ場で蛹がまったくみられなくなる時期があったが、幼虫はその期間が比較的長いいため第3世代の遅いものと第4世代の早いものが混在する時期がみられた。第4世代の蛹化は10月中～下旬から始まり、11月中～下旬に急激に増加する。

Table 5. Change of ratio of larva to pupa within mine during the third and fourth generation

Date	Rate of larva	Rate of pupa	No. of mine examined
July	14	94	6
	21	56	44
	28	53	47
August	6	12	88
	16	90	10
	18	90	10
	25	89	11
September	2	86	4
	8	91	9
	17	100	0
	22	100	0
	27	100	0
October	4	99	1
	8	99	1
	13	99	1
	18	99	1
	20	95	5
	25	96	4
November	12	82	18
	31	15	85

5. 越冬世代の産卵時期と蛹化率

調査方法 1965年第3世代の蛹を腰高シャーレに保存して、24時間以内に羽化した成虫をまとめて寒冷紗でお

おった苗木に放し、8月下旬から9月上旬まで約5日毎に産卵させた。

9月5日までに使用した成虫は室温で自然に羽化したもので、9月16日以後の成虫はあらかじめ蛹を5°Cにおいて羽化を抑えておき、後に25°Cで加温して羽化させたものである。時期別に産卵させて隔離した苗木は11月13日まで野外におき、降雪(11月11日)後の11月13日に全苗木の被害葉を採集して被害部を開き、若齢幼虫、中齢幼虫、終齢幼虫および蛹別の数を調査した。

結果

自然状態におけるほ場での産卵は成虫の消長から判断して8月中旬から9月上旬までであるが、本調査でも9月上旬までに産卵された場合の蛹化率は第6表にみられるように70%以上の高い結果を示した。野外でほとんど産卵が行なわれない9月中旬以後に産卵された場合の蛹化率は非常に低く、9月16日から産卵させたもので21%であり、約40%が中齢幼虫、40%が終齢幼虫のまま降雪に見舞われ死亡した。9月21日に産卵させた場合にはふ化幼虫の58%が中齢幼虫に、41%が終齢幼虫になるが蛹化するものはなかった。また、9月下旬よりも遅く産卵された卵はふ化しないものが多くみられた。

Table 6. Relation between the time of oviposition and the rate of pupation in the fourth generation, studied at November 13

Time of oviposition	Stage of development (%)				Total
	1st instar	2nd-3rd instar	4th instar	Pupa	
Aug. 20-25	0	1.3	13.8	84.9	232
Aug. 25-Sept. 5	0	4.0	12.1	88.9	273
Sept. 1-7	0	2.2	4.4	93.4	136
Sept. 5-12	0	2.4	23.7	83.9	329
Sept. 16-	0	41.0	37.7	21.3	61
Sept. 21-	1.4	57.9	40.7	0	140

6. 考 察

越冬蛹からの羽化は降雪が早く地表温度が7.1°Cをこえる日が多い年は羽化期が早まり、これと反対の条件の場合は遅れる。この際地表温度は気温のほかに日射量に強く影響されるから、降雪後低温であっても日射量の多い場合は地表温度が発育限界温度をこえることがあろう。このほかに地面の乾燥程度、風力なども地表温度に影響を与えるものと考えられるからこれらの要因も無視できない。いずれの場合においても積雪のある間はこれらの要因に影響されることは少なく、とくに発育限界温度をこえることはほとんどないと考えられるから、降雪の早晚は第1回成虫の羽化時期に深い関係をもっている

ものと考えられる。しかし、1966年のように降雪が早まった場合でもその後低温および日射量の少ない日が続くと必ずしも羽化が早くならないから、第1回成虫の羽化の早晚にはいろいろな気象条件が複雑に関係してくるものと考えられる。

地形により羽化時期に差がみられるのは南面では降雪が早く日射も強いのに対し、北面はその反対だからで、このような2つの地形をもっているような圃場では発生消長が乱れて防除上不利になる。

第2回以後のものはいずれもリンゴの樹上にあるから成虫の羽化時期は主として気温に左右され、多くの多化性昆虫にみられるように高温は発生を早める。

同一場所における被害痕の消長はこの場合発生量の推移を表わすとみてよいから、これにより各世代の発生量を推定すると第1世代から第3世代まで順次増加し、第4世代でやや減少する傾向がみられた。第4世代で減少したのは分散、寄生蜂の増加、落葉などの原因によるものと考えられる。したがって圃地の条件によってはいろいろな発生量の推移をとるものと考えられる。しかし、豊島(1958)、広瀬(1960)、氏家・菅原(1967)、高橋・成田(1965)らも報告しているように世代を繰返すごとに発生量が多くなるという傾向は一般的なもののようであり、キンモンホソガの発生に最も強く影響する環境抵抗は第4世代にあると考えられる。とくに越冬前の死亡と第1回成虫の産卵量はその後の発生を大きく左右する。また、第4世代までに至る以前に大発生し、餌の不足をきたすような時は外周への分散が強くなるから密度は低下し、また、防除作業が行なわれたり、寄生蜂の寄生率がとくに高くなった場合は世代ごとに密度が高くなるという傾向は必ずしもみられなくなるのは当然である。しかし、越冬時に低下し、活動期を通じて順次増加するのが一般的な経過とみなすことは多くの事例から順当であろう。

キンモンホソガの年間発生回数について長野県では広瀬(1961)が5~6回、秋田県では高橋・成田(1965)が4回で1部5回、岩手県では菅原ら(1963)が4回であると報告しているが、青森県では西谷(1966)が3回、豊島(1958)が4回であると報告しており、両者に差がみられる。この点に関しての我々の調査結果は豊島の結果と一致し、年4回の発生とみなされたが、これは秋田、岩手の隣接県の例からみても正当なものと思われる。しかし、とくに高温な年またはとくに低温な年にはこの発生回数が変わることがありうる。

キンモンホソガは蛹で越冬し、幼虫は低温に遭遇すると死亡することはすでに豊島(1958)、広瀬(1961)、高橋・成田(1965)らによって観察されているが、第4世代の蛹化期がいつ頃になるかは降雪の早晩との関連で重要である。第6表から8月中~下旬に産卵したとみられるものが11月下旬に至ってようやく80%程度の蛹化がみられたこと、同様に越冬世代の蛹化期が一般に11月中~下旬に多いことなど産卵時期と蛹化率の関係からみて年によっては相当数の個体が幼虫期に降雪または低温に見舞われる可能性があり、今後発生予察を進める場合の重要な検討事項の1つだと考える。

Ⅲ 発育に関する調査

1. 定温下の発育

(i) 卵期間

調査方法 葉のついたリンゴの新しうを水ざしにして入れた金網蓋つき飼育びんの中に1965年第1回成虫を放しておき、24時間以内に産卵された卵を25°C、20°C、15~17°C、13~18°Cの各定温器に入れておき、毎日ふ化食入数を調査した。

結果

温度別の卵期間は第7表のとおりで、25°Cでは平均4.6日、20°Cで7.4日、15~17°Cで8.0日、13~18°Cで10~14日であった。

Table 7. The influence of temperature on the duration of egg stage

Temperature °C	Average of egg period in days	No. of egg examined
20	7.3 (6-9)	12
15-17	8.0 (8-9)	44
13-18	— (10-14)	170

(ii) 温度別幼虫期間

調査方法 1966年の第1回成虫を供試して25°C、19~20°C、15°Cの各恒温室に入れた紅玉苗木に産卵させ、その後毎日観察してふ化食入した部分に墨で印をつけた。その後蛹化するまで被害部を光に向けてすかし、中の幼虫を毎日観察した。

結果

温度別の幼虫期間は第8表のとおりで同じ温度でもかなりの個体変異があり、平均では25°Cで3日、20°Cで19日、15°Cで27日であった。

Table 8. The influence of temperature on the duration of larval stage

Temperature °C	Duration in days		No. of larvae
	Mean	S. D.	
25	12.8	1.86	32
19-20	18.7	1.80	19
15	27.0	2.66	31

(iii) 蛹期間

調査方法 1965年6月から8月まで、苗木に寄生している老熟幼虫を毎日調査して、24時間以内に蛹化した蛹を個体別にガラス管びん(8×50mm)に入れて温度76%のデシケーターに納め、それを25°C、20°C、15°Cの定温器に収容して羽化を調査した。なお、葉内における蛹化の判別は葉を太陽の方にかざした場合の透過光のシルエットにより行なった。また、同様な方法で識別した蛹をそのまま苗木上で羽化させてほ場での蛹期間を調査した。

結果

温度別蛹期間および第2世代、第3世代の蛹期間は第9表のとおりである。温度別平均蛹日数は第1、第2世代であり差がなく25°Cでは5.8日、20°Cで7.5日、第1世代の15°Cで11.9日である。野外における蛹日数は第9表のとおりで第2世代(7月下旬)では6.8日、第3世代(8月下旬)では7.5日であった。

Table 9. The influence of temperature on the growth of pupa

Temperature °C	Time pupated	Pupal period in days	No. of pupae examined
25	Middle June	5.8(5-6)	5
25	Late July	5.8(5-6)	19
20	Middle June	7.4(7-8)	7
20	Late July	7.6(6-10)	21
15	Middle June	11.9(9-15)	27
Out-door	Late July	6.8(6-7)	11
Out-door	Late August	7.5(4-8)	23

(iv) 休眠後の蛹期間

調査方法 1966年2月23日、積雪下に保存しておいた被害葉から蛹をとり出し、湿度76%、温度28°C、25°C、23°C、20.1°C、14.6°C、10.1°Cにそれぞれ加温して加温後羽化までの期間を調査し、羽化率、発育限界温度を算出した。

結果

加温後の蛹日数は第10表のとおりで、10°Cから28°Cの範囲では高温ほど蛹期間は短いが発化率は25°C以上になると低下した。20°C以上の蛹日数は10日以内であるが15°C以下では非常に長期間かかり14.6°Cで18.2日、10.1°Cで41.3日である。第10表の結果から越冬蛹の休眠終了後の発育限界温度を算出すると7.1°Cとなり有効積算温度の一般式はtを温度、日数をnとすると、 $133.3 = (t - 7.1)n$ となる。

Table 10. The influence of temperature on the velocity of pupal development

Temperature °C	No. examined	Pupal period after warming	Rate of adult emergence
28	234	6.7	8.1
25	92	7.7	74.3
23	212	8.2	90.1
20.1	259	10.1	80.7
14.6	203	18.2	91.1
10.1	259	41.3	92.6

2. ほ場における第1世代と第2世代の発育日数

調査方法

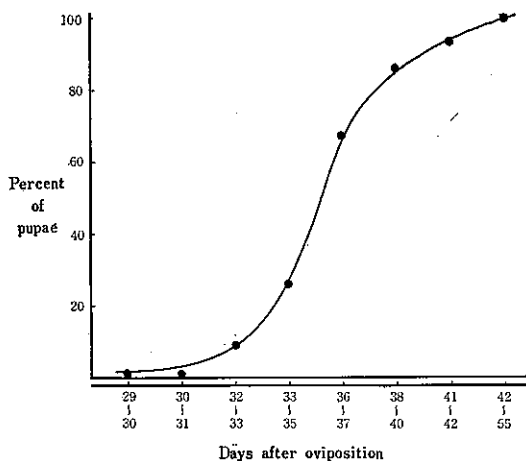
(i) 1965年第1世代の卵で産卵から蛹化までの日数を求め、同時期の卵期間を差引いて算出した。ポット植えヒメリンゴ苗木の小枝にランプのグローブをかぶせその中に成虫を放し、産卵後はグローブをとり除いた。産卵は4月中～下旬に毎日行なわせて産卵日を明らかにしておき、5月25日に幼虫と蛹の数を調査して蛹化期を推定した。産卵およびその後の飼育は13~18°Cの室内に置いて行なった。

(ii) 1965年ほ場にある苗木を寒冷紗でおおって第2回成虫を放して産卵させ、産卵日別にマークしておいた。これより発育して羽化する個体を毎日調査して産卵から羽化までの日数を求め、同時期の卵期間と蛹期間を引算した。

結果

第1世代で13~18°Cにおける産卵からの経過日数を

Fig. 4 Relation between the percentage of pupae and days after oviposition, studied in the first generation



みると、特に蛹化の多くなるのは第4図のとおり約35日後からである。同条件での卵期間は12日であるから幼虫期間はその差より約23日となる。

6月下旬に第2世代の産卵が行なわれ、野外で飼育された場合の産卵から羽化までの期間は第11表のとおりでその日数は33~38日である。同時期の卵期間が7~8日、蛹期間が6日なのでこれらを引算して幼虫期間を求めると $33-(7+6)=20$ 、 $38-(7+6)=25$ となり、第2世代の平均幼虫期間は26~25日くらいとなる。

Table 11. Duration from the oviposition to adult emergence in the second generation studied in 1965

Dates of oviposition	Interval between oviposition and adult emergence in days	No. of adult emerged
June 23-24	33(30-37)	51
June 25-26	37(29-46)	111
June 28-29	38(35-44)	119

3. 考 察

豊島 (1958) は各世代における卵期間を調査し、第1世代および第2世代が9~10日、第3世代が7日、第4世代が8~9日であったと報告しており、卵期間が長い第1世代と短い第3世代の差は2~3日であった。第7表に示した温度別卵期間と産卵最盛期における旬別の平均気温からそれぞれの世代における卵期間を推定すると第1世代が14日、第2世代が7~8日、第3世代が5~6日、第4世代が7日位になって卵期間の長短の差は8~9日にも及ぶ。

ほ場における卵期間は産卵された当時の比較的短い期間の気温の高低によって左右されるものだから、同世代でも年によって変化することは当然考えられる。同様のことは幼虫期間、蛹期間とも適用されることであるが、その期間が比較的長いので、気温の変動にあい、平均化されることが多いと考えられる。一方、定温下における発育所要日数は発生予察上有効積算温度を算出するためにはならない調査であり、さらにはほ場の発育を解析するための手掛りとしても重要なものとする。

蛹期間は第4世代を除けば世代間に温度反応に関する大きな差異はないようであり、第1世代と第2世代はほとんど一致している。そこでこの2つの世代の成績から発育零点を算出すると 6.5°C となり、その一般式は

$$102.1=(t-6.5)n$$

となる。一方、第4世代の蛹は冬期間休眠するため蛹期間は著しく長くなるが、後で述べるように2月上旬頃には休眠が終了しているから休眠終了後の発育を調査するためには2月下旬頃から不都合はない。とくに津軽地方ではこの時期に積雪下にあるから休眠終了後の発育を行なうような温度を感受している可能性はまずないと考えてよい。休眠終了後羽化までに要する有効積算温度が133日度となり、不休眠蛹のもの102日度に比較して多目であり、また、発育零点は不休眠蛹 7.1°C に対し 不休眠蛹 は 6.5°C で、逆に不休眠蛹で低くなっている。このように休眠を終了したと思われる蛹でも不休眠蛹に比較して羽化までに多くの温量を必要とすることは不休眠蛹が、休眠終了後もなお、不休眠蛹と異った生理的性質をもっているものとして注目される。

IV 休眠に関する調査

1. 加温時期と羽化前期間

(i) 1964年の場合

調査方法 1964年11月17日、りんご試験場ほ場から被害葉を採集して2分し、一方は蛹をとり出して 5°C に保存、他方は寒冷紗の袋に葉のまま入れてほ場に放置した。両者とも翌春4月までの間に適宜とり出し、蛹を小型シャーレに入れ、そのまま湿度76%のデシケーターに収容して 20°C の定温器で加温し、羽化するまでの期間を調査した。なお、試料をおいたほ場の消雪日は4月8日である。

結 果

各時期毎の 20°C 加温による蛹期間は第12表のとおりである。ほ場においた蛹を12月中または1月中旬に加温

すると羽化までに11日から39日必要であった。しかし、2月上旬に加温すると加温後の蛹期間は10日となり、3月、4月の加温でも約10日の蛹期間は変わらない。 5°C に保存して各時期に加温したのもほ場においた蛹の結果と同様1月中旬~2月上旬から加温後の蛹日数は9~10日ではほぼ一定となる。

(ii) 1965年の場合

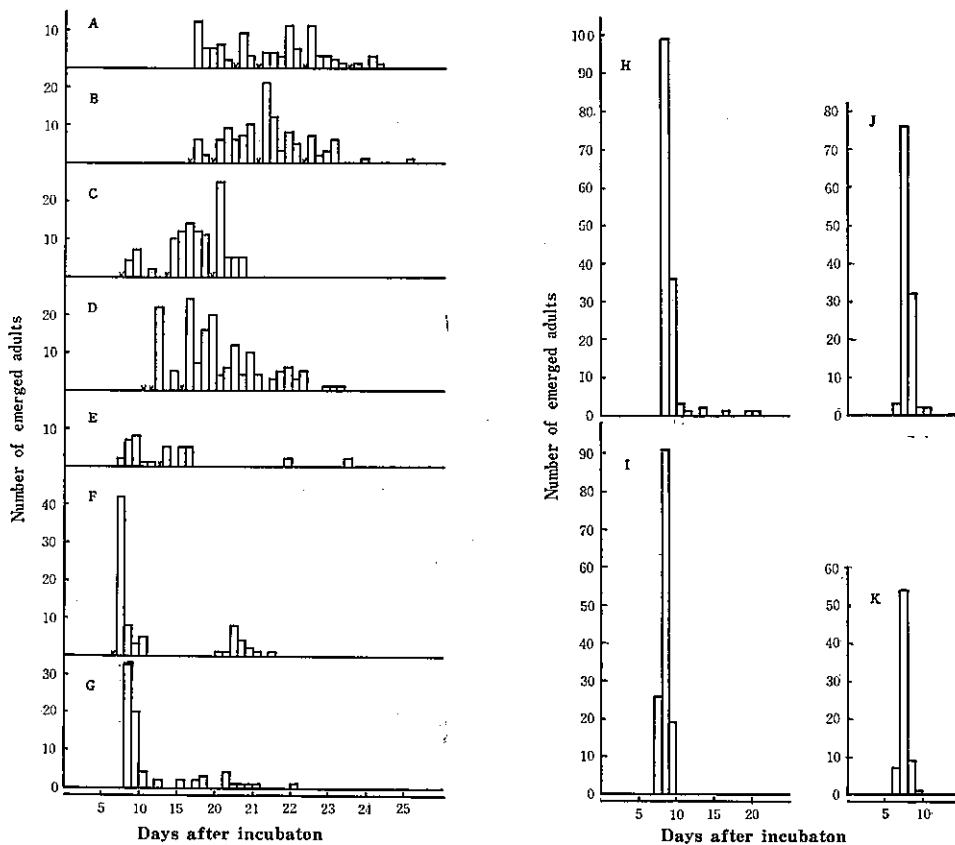
調査方法 1965年11月27日りんご試験場ほ場から被害葉を採集し、それを寒冷紗の袋に入れてほ場に置いて積雪の下になるにまかせた。12月から翌年2月までの間に適宜とり出し、湿度76%、 25°C で加温して加温後の蛹日数および羽化率を調査した。なお加温月日は12月8日(A)、12月14日(B)、12月26日(C)、12月30日(D)、1月2日(E)、1

Table 12. Adult emergence from overwintered pupae incubated at 25°C.

Starting date of incubation	Overwintered in the field			Overwintered at 5°C		
	Duration for emergence		Number of adult emerged	Duration for emergence		Number of adult emerged
	Range	Mean		Range	Mean	
Dec. 5	16—27	21	14			
25	12—39	25	23			
Jan. 14	11—39	15	23	11—12	11.5	3
Feb. 6	9—14	10	24	9—10	9.5	19
23	10—11	10.5	33	8—13	9.5	24
Mar. 6	8—11	9.5	29	8—10	9.5	10
15	9—10	9.5	36	8—9	8.5	6
Apr. 1	9—10	9.5	17	7—10	8.5	6
9	9—11	9.5	26	9—10	9.5	3

1. Pupae were collected in November 17, 1964
2. Date of snow melt in 1965 was April 8

Fig. 5 Adult emergence from overwintered pupae incubated at 20°C.



Incubated from: 8 December (A), 14 December (B), 26 December (C),
30 December (D), 2 January (E), 8 January (F), 16 January (G),
22 January (H), 5 February (I), 19 February (J), 23 February (K).

月8日(F), 1月16日(G), 1月22日(H), 2月5日(I), 2月19日(J), 2月28日(K)であり, 供試個体数は(K)が89匹のほかは150~270匹である。

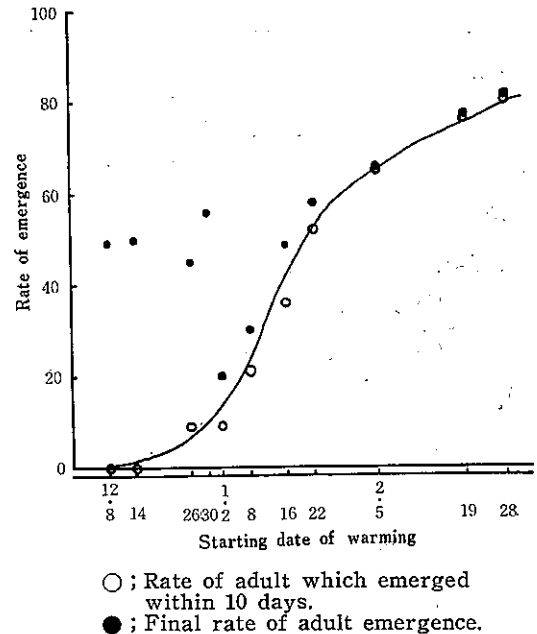
結果

25°C加温後の蛹日数は第5図のように12月上・中旬で18~40日であるが, 12月下旬~1月上旬の加温では10日前後で羽化するものも多く, 1月中旬以後の加温では10日以内でほとんど羽化を終了する。また, 羽化率の変化をみると第6図のとおりで, 休眠終了個体と考えられる25°C加温後の蛹日数10日以内の羽化率は1月に入って急激に高くなり, 羽化個体がすべて10日以内に含まれるのは1月下旬~2月上旬であった。1月中旬以前に25°Cで加温した場合の羽化率は40~60%のものが多く, それ以後の加温では羽化率が60%から80%と加温の時期が遅いほど羽化率はよくなり, 加温後10日以内の羽化率の変化は1月中旬を境に急変する。

2. 考察

キンモンホソガの越冬蛹は12月以前に加温した場合は羽化までに長期間を要し, 羽化率も低く, 明らかに休眠しているものとみなされる。休眠蛹を20°Cで加温した1964年の場合と25°Cで加温した1965年の場合を比較すると加温から羽化までの日数が25°Cで約1日短縮されただけで休眠終了時期の現われ方はほとんど差がなかった。すなわち, 休眠終了時期は加温した場合の羽化率の変化と羽化までの日数の短縮によって1月下旬~2月上旬と推察される。1965年の成績から時期別に加温処理した場合の時期別羽化率が1月初めに加温したもので急激

Fig. 6 Rate of adult emergence from overwintered pupae in relation to the starting date of warming at 25°C



に低下し, その後休眠終了個体の羽化率の上昇に伴って徐々に高くなっているが, この低下している時期が休眠発育を終った個体が出初める時期と一致している事実は, 休眠終了直前または直後の個体が高温または急激な温度変化により死亡率が高まることを暗示するものと考えられる。

V 成虫の寿命と産卵に関する調査

1. 成虫の生存期間

調査方法

(i) 水ざしにしたリンゴ葉を入れた腰高シャーレ (10×10cm) に羽化後24時間以内の成虫を多数収容し, 室内飼育した場合 (第2回成虫) と20°Cの恒温に保った場合 (第3回成虫) について1965年に調査した。

(ii) 羽化24時間以内の成虫をガラスの管びん (8×50mm) に入れて綿栓をし, その内壁に蜂蜜を少量つけ, 湿度76%のデシケーターに納めてそれぞれ28~29°C, 25°C, 20°C, 16.5~18°C, 15°C, 10°C, 5°Cの温度条件で飼育した。なお, 飼育中に蜜に付着して死亡するものがあつたので, これは記録から除外した。調査は1966年3~4月に行ない, 第1回成虫を供試した。

結果

餌を与えないでシャーレで飼った場合の生存日数は第13表に示したように, 2~10日であり, 4~6日で死亡するものが多い。蜂蜜を与えて飼った場合の結果は第14表のようであり, 蜂蜜を少量つけた管びんに羽化直後の成虫を放すと, 口吻を伸ばして吸蜜する行動がみられた。蜜を給餌しながら個体飼育したものについてみると20°C以上においたものがとくに短命で, 15°C以下で飼育すると比較的長期間生存する。すなわち, 28~29°Cで2~4日, 25°Cで3~4日, 20°Cで4~7日であり17°Cでは約7日 (4~9日) である。15°Cでは約9日 (4~13日), 10°Cでは7~22日, 5°Cでは20~40日であった。

Table 13. Life longevity of adult

Temperature	Date of adult emergence	Number of days survived										Number of adult examined
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Room temperature	June 30	0	1	0	1	0	4	2	0			8
	July 1	0	1	0	1	1	0					3
	2	0	0	2	3	0						5
	Aug. 1	0	1	1	2	8	3	0				15
20°C		0	0	2	2	2	3	1	0	1	1	12
		0	0	0	2	1	2	0	0	3	1	9

Table 14. Life longevity of adults reared individually at various temperature

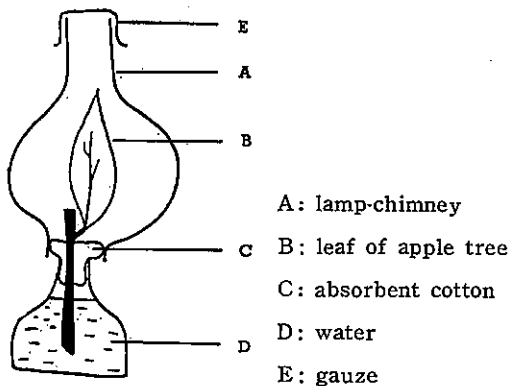
Temperature °C	Longevity in days																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	27	35	35-40									
28-29	0	9	7	3	1	1	0																												
25		0	3	6	0																														
20			0	9	4	4	5	0																											
16.5-18				0	1	0	2	0	0	1	0																								
15				0	1	1	0	3	10	6	3	4	1	1	0																				
10							0	11	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	2	1	1	0											
5																					0	4	0	0	1	1	3	1							

2. 1めすあたり産卵数

調査方法

(i) 金網つき飼育びんに水ざしにしたヤナギの小枝を入れ、羽化直後の成虫を放って交尾させ、その後24時間たってからめすを一匹ずつ第7図のようにしてランプのグローブ内で飼い、リンゴの新しう葉に産下された卵数を調査した。調査はランプのグローブ内に成虫を放して10日後（成虫は死亡している）に実体顕微鏡を用いて行なった。

Fig. 7 The method of study on egg production of moth



(ii) 水ざしにしたリンゴの新しう葉にパラフィン紙袋をかぶせ、1965年の各世代について雌雄一対を放して室内におき、成虫が死亡してから産卵数を双眼実体顕微鏡を用いて調査した。

結果

産卵数は第15表および第16表のように0~87で個体差が大きいが、20~50個産卵するものが多い。ランプのグローブを用いた産卵調査では5月の産卵（越冬蛹を低温保存して羽化期を遅らせた）と7月の産卵（第3世代）で50個前後のものが多いのに、8月末（第4世代）には産卵しない個体が多かった。

一方、パラフィン紙袋を用いた産卵調査では4月下旬の産卵（第1世代の卵）で20個以下のものが多く、9月の産卵（第4世代の卵）は30個以上のものがかなりあり最高では87個であった。また、りんご試験場以外の産地の成虫から得た結果では第2回成虫の産卵数は20個前後、第4回成虫が産卵する卵は1めすあたりで30~50個であった。

このように世代や産地により産卵数に差違がみられるが、産卵させた条件が野外とかなり異なり、供試した成虫の健康状態なども吟味しなかつたので各世代の産卵数には変異が大きかった。これらの結果からみて、産卵数は40~60個はあるものとみなされる。

Table 15. Egg production of moth studied as shown in Fig. 7 in 1965

Date of emergence	May 24	May 29	July 30	Aug. 31
Number of egg produced by each female moth	60	63	66	21
	59	51	59	5
	55	32	52	4
	48	16	25	
	46		21	
	46		4	
	19		1	
Number of female moth, failed to oviposit	4	1	0	6
Number of female moth	11	5	7	9

Table 16. Egg production of moth studied as shown in Fig. 7 in 1968

Time of oviposition	Late April	Late June	Early July	Early Sept.	Early to middle Sept.
Pupae collected locality	Aomori Apple Ex. Sta.	Saruka, Onoe-town	Ikarigaseki -village	Yahatazaki, Onoe-town	Aomori Apple Ex. Sta.
Number of egg produced by each female moth	40	27	23	63	87
	31	19	21	58	54
	29	16	16	53	45
	29	14	14	53	42
	27	4	9	48	39
	25	1	4	45	38
	21			44	36
	19			43	36
	16			42	34
	15			42	33
	12			40	29
	12			38	27
	10			37	27
	9			37	27
	8			32	26
7			32	24	
6			27	20	
6			25	19	
4			23	19	
3			10	1	
3			1		
1					
Number of female moth, failed to oviposit	6	3	3	1	1
Number of female moth	28	9	9	22	21

3. 蔵卵数

(i) 1めすあたりの蔵卵数

調査方法

羽化後の経過日数が異なる成虫の卵巣をとり出し、成熟卵（卵黄の充満した卵）、栄養室型卵（卵黄と栄養室を有する卵）、卵黄の見られない卵（卵細胞）に區別して個体別にそれらの数を調査した。供試虫は1968年に越冬蛹を加温して羽化させたもので、2～3月に成虫を60%アルコールに入れたままの状態です実体顕微鏡を用いて解剖した。

結果 卵巣は4本の小卵管が集合したものが2組

合計8本の小卵管より構成されている。4本の小卵管は1つの束となって管につながり、他の4本も同様に束になっており、これらがさらに1つの輸卵管につながって体外に開口する。1本の小卵管について見ると輸卵管に近いところから成熟卵、栄養室型卵、卵黄の見られない卵の順に並んでいる。

個体別に卵（卵細胞）の發育段階ごとの数を調査した結果は第17表のとおりである。すなわち、成熟卵数は羽化1日以内の成虫で少なく、平均7個位であるが、2日以後は20数個に達し、その後は幾分増加する程度であった。成熟卵数は一般に個体差が大きいが、成熟卵+栄養

室型卵の数は個体差が比較的少なく、羽化1日以内で平均51~53個、羽化2日後で平均59個、羽化3日後で平均66個、また羽化5日後で平均67個であった。卵黄の見られない卵細胞(=コンSM2実体顕微鏡10×~4で見える範囲)は普通15~46個まで観察され、これを含めると122個の卵が認められた個体もあった。

Table 17. Relation between number of ovarian eggs per female and days after emergence

Interval after emergence	Within 24 hours	1 day	2 days	3 days	4 days	5 days	Within 3 days	Within 4 days	
Temperature °C	15-18	15-18	23-25	15-18	15-18	15-18	15-18	15-18	
Number of ovarian eggs	0-42	0-42	0-48	22-46	22-32	17-36	30-55	0-40	
	16-41	18-24	14-36	24-29	42-40	0-40	21-40	8-42	
	9-42	17-40	9-42	23-30	17-37	17-36	31-39	7-44	
	6-54	3-47	6-54	26-43	19-44	17-28	26-26	0-43	
	1-46	5-40	2-46	20-33	28-53		30-37	8-43	
	0-46	11-50	13-41	25-38	21-43		36-46	8-39	
	13-46	13-38	13-46	15-41	21-43		30-29	9-42	
	13-41	0-64	0-46		17-47		15-40	5-44	
	2-46	2-68	1-46		24-58		32-30	5-58	
	13-40	15-48	13-40		19-43		17-48	1-43	
	2-55	14-32	2-55		26-49		28-49	6-40	
	9-46	4-55	9-46		23-39		24-47	0-46	
	8-48	4-42	8-48		13-51		29-40	7-43	
	11-36	0-47	11-36		22-28				
	17-35	3-44	17-36		42-40				
0-44				17-37					
4-46									
5-45									
Average	7.2- 44.4	7.3- 45.4	7.9- 44.4	22.1- 37.1	23.3- 42.8	12.8- 35.0	26.8- 40.5	4.9- 43.6	7.2- 42.9

Meaning of each pair of figure is number of matured oocytes-polytrophic oocytes

(ii) 羽化後の経過日数と成熟卵数

調査方法 越冬蛹を2~3月に約20°Cで加温して羽化させ、経過日数別に卵巣をとり出して、成熟卵の数を調査した。なお、飼育は15~18°Cで餌を与えないものと23~25°Cで水と蜂蜜を与えた2群について行なった。

結果 調査結果は第18表に示したとおりで、羽化直後すでに成熟卵をもつものかなりあった。成熟卵数は羽化後の経過日数が遅くなると増加し、15~18°Cで無給餌の場合、羽化1日後で6~7個、2日後で14個、

3日後で21個、4日後で25個、5日後で27個であった。また、23~25°Cで給餌飼育したものでは羽化1日後で9個、2日後で18個、3日後で27個、4日後で25個で無給餌のものよりやや多く成熟卵数が認められたが、これは給餌の効果か温度の差によるものか明らかでない。羽化後の経過日数が多くなるにつれ一般に成熟卵数は増加するが個体差が大きい。また、羽化後2日たっても成熟卵をもたないものがあるが、これらの成虫は早期に死亡する事が観察された。

Table 18. Relation between the number of matured oocytes in the ovariole and the days after emergence

Treatment	Days after emergence	Days after emergence							
		1	2	3	4	5	6	7	8
15-18°C No feed	No. of adult	23	26	24	11	19	15	0	0
	Max. No.	17	18	26	28	38	33	—	—
	Min. No.	0	0	0	17	15	15	—	—
	Mean No.	6.2	6.8	14.0	21.4	25.2	26.5	—	—
23-25°C Feed with honey & water	No. of adult		15	7	14	8	0	1	2
	Max. No.		19	29	39	40	—	—	30
	Min. No.		0	3	18	21	—	—	30
	Mean No.	—	8.5	18.4	27.4	25.1	—	44	30

(iii) ほ場で採集した成虫の蔵卵数

調査方法 1968年4月26日、羽化最盛期にあった尾上町猿賀で採集した成虫を80%アルコールに入れた状態で解剖し、交尾のう体の形と色から交尾虫、未交尾虫の区別をしてそれぞれの成熟卵数を調査した。この際未交尾虫の貯精のうは扁平、透明で、中央部に褐色の標板が1個見え、交尾ずみの貯精のうは精子で充たされ、乳白色でよくふくらんでいることで、識別ができる。なお、採集時の性比は雌42、雄8であった。雌42匹のうち交尾ずみの成虫は17匹であった。

結果 交尾ずみ、未交尾の成熟卵数を調査した結果は第19表に示した。成熟卵の蔵卵数は交尾ずみの方が未交尾虫より平均値では多く、交尾ずみが21個、未交尾が17個であったが、個体による変異が大きく、この差は有意なものでない。交尾虫は産卵に入っているものも当

Table 19. Numbers of the ovarian oocytes in female moth collected from the field, in comparison with mated to unmated.

	No. of moth studied	No. of ovarian oocytes			
		Max.	Min.	Mean	S. D
Mated	17	33	3	21.1	8.58
Unmated	25	39	0	17.1	7.74

Date of collection: April 26, 1968
Locality: Saruka, Onoe-town

然含まれ、未交尾虫は羽化後の経過日数が比較的短いため成熟卵が全くない個体も認められた。

4. 考察

1めすあたりの蔵卵数は成熟卵、栄養室型卵、卵黄の見られない卵細胞を合わせると100個前後の卵をもっている。飼育した場合、1めすあたりの成熟卵は20~40個のものが多く、産卵調査で得た結果とおよそ一致していることから、羽化後4日間くらいに発達した成熟卵はほとんど全部産下されうものと考えられる。成熟卵と栄養室型卵の数を加えると、どの個体も50~80個になり、成熟卵が産卵された後に栄養室型卵が順次成熟卵に発達するものとすれば少なくとも30個以上の産卵が可能で、前述の産卵数調査で50~60個産卵した個体もかなりあり、60個をこすものがまれにあることから野外でも50~60個程度は産卵できるものと考えられる。一般に羽化当初は成熟卵が少なく、羽化後急速に発達してくるものと考えられ、羽化後24時間以内の個体で0~17個の幅があるのは羽化直後のものと羽化後24時間近く経過している個体が混在しているためと考えられる。23~25°Cでは羽化後3日位で平均成熟卵25個程度の最高に達し、15~18°Cでも4日でこの段階に至る。このような時期がほ場では産卵の最も盛んな時期とみなされる。また交尾の有無が直接成熟卵数の多少と関係があるとは考えられず、観測値において未交尾のものには羽化後の経過日数が少ない個体が多く含まれていたに過ぎないとみられる。

VI 平賀町における異常発生の経過と県内の発生実態

1964年南津軽郡平賀町沖館地区の共同防除リンゴ園約10haにキンモンホソガが異常発生し、激発地では8月下旬にすでに激しい落葉が見られた。当時の調査結果は断片的にはすでに報告したものもあるが、ここで改めて総合的に検討し、キンモンホソガの異常発生に関する2、3の問題点について考察してみた。

1. 異常発生の経過

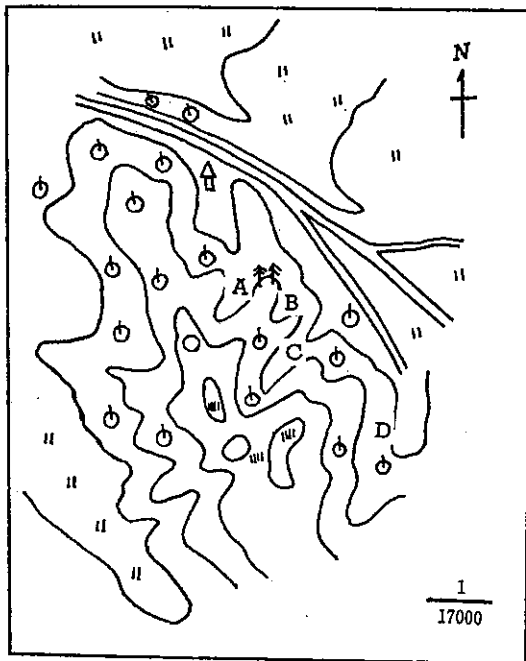
調査方法

この地区における異常発生に関する最初の調査は1964年8月21日に行ない、園主ならびに共同防除組合の責任者からの聞きとりと発生園における密度調査を重点的に実施した。この際密度調査は発生の中心部と周辺部に4地区を設定し（第8図）、各地区に3本の調査樹をとって1樹から100葉を任意にとり、1葉当りの寄生痕数を調査した。さらにこれらの樹から被害葉をとり、実験室

内で被害部を切開し、その内容を調査した。その後数回にわたって密度調査を実施し、あわせて隣接園ならびに他の地域への分散状況を見るために広範囲の密度調査を行なった。なお、異常発生地からの分散状況を知るために発生地域の周辺部に聞きとり調査を行なった。

結果 1964年に行なった聞きとり調査によると異常発生の中心となったと思われる数本の樹で1963年の秋から発生密度が高かったとみられ、1964年6月頃同じ附近の数本の樹に多発生したが栽培者がウドノコ病と間違えていたという。その後リンゴ指導所職員によりキンモンホソガと断定され、ホリドールを散布したが効果なく、1964年8月には同地の共同防除園約10haに大発生して問題がりんご試験場に持ち込まれた。当時、この大発生の中心部では被害が進んでおり、葉の巻縮、落葉がひどく、同年の秋には多発生地域が周辺の個人防除園や隣

Fig. 8 Sampling point (A,B,C,D) at orchard, exploded with *L. ringoniella* in 1964 (Hiraka-Town)



接村落である唐竹、広船などの一部の園まで拡大した。

最初の発生地附近は第8図に示したA地区で、ここは地形が複雑で東向の傾斜した浅い谷が4本およそ平行して走っており中心部に雑木の混じった約30aの杉林がある。この園の品種は、国光、紅玉をはじめインド、デリシャス、王鈴などが混植されている。被害の激しい中心部は谷の低部にあたり、とくに杉林に接した樹の被害が大きかった。発生の中心になった園は共同防除団地のおよそ中央部に位置しているが、ここでの薬剤散布経過は第20表、第21表のとおりで、ホリドールの散布回数とくに多いところであるが、たまたま最初の被害のあった地域ではホリドールの散布をたびたび除くことがあったという。

1964年10月27日にA, B, C, Dの各地点で被害痕の内容を調査した結果は第22表のとおりで、最初の激発地であるA園は被害痕が1葉当りの平均で約13個もあったが、大部分はそれ以前の世代(1~3世代)の脱出痕であり、最終世代の寄生する余地がほとんどないような葉の状態であった。また、キンモンホソガの発生がなくなったため、キンモンホソガトビコバチ *Holcothorax testaceipes* RATZBURG による寄生もまったくみられ

Table 20. Spray record of 1963 at Okidate where explosion of leaf miner occurred in the following year

Time of spraying	Material for 100 liter of dilute spray
1. Before breaking, April 10	95% mechine oil emulsion 4.17 l.
2. Breaking, April 17	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g., 50% DDT WP 100g.
3. After breaking, April 22	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g.
4. 12 days after breaking, April 28	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g., 50% sevin WP 12.5g.
5. 18 days after breaking, May 3	27.5% lime sulphur 1kg., lead arsenate 310g.
6. Pink, May 9	Wettable sulphur 250g., lead arsenate 310g., urea ⁴⁾ 210g.
7. Just after petal fall, May 28	Wettable sulphur 250g., 46.6% parathion EC 50cc., 22% chlorobenzilate EC 100cc.
8. After 20 days, June 10	65% feric & 20% sulphur WP 100g.
9. After 25 days, June 14	Bordeaux mixture ³⁾
10. June 28	Bordeaux mixture, 46.6% parathion EC 50cc., 50% CPCBS-BCPE WP 67g.
11. July 4	Bordeaux mixture, lead arsenate 310g.
12. July 18	Bordeaux mixture, lead arsenate 310g., 22% chlorobenzilate EC 100cc.
13. July 30	Bordeaux mixture, 46.6% parathion EC 50cc.
14. August 10 ¹⁾	46.6% parathion EC 50cc., 40% Kelthane EC 50cc.
August 15 ²⁾	Bordeaux mixture, lead arsenate 310g.
15. August 29	Bordeaux mixture, lead arsenate, 310g. 18% Tedion EC 100g., 50% CPCBS-BCPE WP 67g.
16. Early August	46.6% parathion EC 50cc.

- 1). For trees with unwrapped fruit only, 2). for trees with wrapped fruit only
 3). Consisted of 0.4kg. of copper sulfate and 1.2kg. of lime in 100 liters of water.
 4). Foliar-application of nitrogen

Table 21. Spray record of 1964 at Okidate

Time of spraying	Material for 100 liter of dilute spray
1. April 8	95% machine oil emulsion 4.17 l.
2. 14	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g.
3. 19	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g., 46.6% parathion EC 50cc.
4. 25	30% dichlon & 20% tiuram WP 67g.
5. May 5-9	27.5 lime sulfur 1 kg., 22% chlorobenzilate EC 100cc., lead arsenate 310g., urea 210g.
6. 17	Wettable sulfur 250g., 50% PMP WP 50 f., lead arsenate 310g.
7. 28	Wettable sulfur 250g., 46.6% parathion EC 50cc., urea 210g.
8. June 10	Bordeaux mixture
9. 22	46.6% parathion EC 50cc.
10. 29	Bordeaux mixture, 46.6% parathion EC 50cc., 50% CPCBS-BCPE WP 67g.
11. July 11	Bordeaux mixture
12. 26-27	Bordeaux mixture, 46.6% parathion EC 50cc.
13. August 6	46.6% parathion EC 50cc., 40% Kelthane EC 50cc.,
14. 20	Lead arsenate 310g.
15. 22	40% nichotine sulfate 125cc.

なかったが、第23表に示したように前世代の寄生率は19%位であった。B園では一葉あたりの被害痕数の平均が約5個で、8月22日に硫酸ニコチンを散布したため第4世代の被害痕は少なく、トビコバチの寄生率も0.4%に過ぎなかった。CおよびD園では一葉あたりの被害痕数が2~3個で、第4世代の生存虫は多かったが、園主からの聞きとりと第22表にみられるような被害の状況からこれらの園では前年の発生が少なく後半になって激発園

から分散してきたものであると推定された。また、D園は個人防除で8月の硫酸ニコチンを散布しておらず、C園は共同防除区域にあるにもかかわらず8月20日頃の状態でキンモンホソガの被害が顕著でなかったので硫酸ニコチンをやはり散布しなかった。トビコバチの寄生率はC園で0.5%でB園とほとんど同じであったが、個人防除のD園では7.9%であった。

これらの園における1964年越冬直前のキンモンホソガ

Table 22. Comparison of contents within mine in heavily infested orchard A and its neighbouring orchards, shown in Fig. 8, at Okidate studied in August 27, 1964

Orchard	Tree	No. of mine per leaf	Stage of leaf miner and parasite in mine				
			No. of mines examined	% of larvae	% of pupae	% of parasitism by <i>H. testaceipes</i>	% of mine infested by previous generations
A	1	12.2	489	0	0	0	100
	2	13.4	535	0.4	0.2	0	99.4
	3	12.7	506	0	0	0	100
	Mean	12.8		0.1	0.1	0	99.8
B	1	5.3	212	0.5	0	0	99.5
	2	4.5	178	0	0	1.1	98.9
	3	4.9	195	0	0	0	100
	Mean	4.9		0.2	0	0.4	99.5
C	1	1.9	77	76.6	6.5	0	16.9
	2	1.9	74	67.6	12.2	0	20.3
	3	3.1	123	74.8	15.4	1.6	8.1
	Mean	2.3		73.0	11.4	0.5	15.1
D	1	2.5	98	43.9	20.4	16.3	19.4
	2	3.2	126	75.4	7.9	4.0	12.7
	3	3.0	119	73.1	18.5	3.4	5.0
	Mean	2.9		64.1	15.6	7.9	12.4

Table 23. Rate of parasitism by *Holcothorax testaceipes* RATZBURG at A-orchard in the third generation. (August 21, 1964)

Tree	Rate of mine after adult moth emergence ¹⁾	Mine of the third generation				
		No. of mine examined	Larvae		Pupae (%)	Rate of parasitism(%)
			Live (%)	Dead (%)		
1	24.7	58	45.0	0	36.0	19.0
2	32.8	92	42.4	0	33.7	23.9
3	28.8	208	49.0	0	27.4	23.6
4	45.4	201	26.9	0	44.3	28.9
5	26.3	112	46.4	0	34.8	18.8
6	29.1	109	42.2	0	42.2	15.6
7	27.7	140	32.9	2.3	43.6	1.4
8	40.2	272	32.4	1.5	47.4	18.8
Average			39.6	0.5	41.2	18.8

1) Rate against total mine; ascribed to the infestation of the first and second generation

トビコバチの寄生率は第24表のとおりでBとD地点で20%を越す寄生率であったが、Cでは2.6%という低い値であった。なほ、ここでの越冬世代キンモンホソガの密度はD>C>B>Aの順に高く、蛹率も同じ順位であった。

Table 24. Rate of parasitism by *Holcothorax testaceipes* RATZBURG in the fourth generation

Orchard	No. of mine	% of pupae	Rate of parasitism(%)
A	3	(1 pupa)	0
B	49	13	20.4
C	156	73	2.6
D	213	83	23.5

1965年4月8日に各地調査地点から1×1mの方形ワケを用いて越冬密度調査を行なったところ第25表のようにA、B地点はキンモンホソガ、キンモンホソガトビコバチとも非常に少なく、C、Dで多かった。キンモンホソガとトビコバチの比率はAとCではほとんど同じであったが、BとDではトビコバチの方が多くなっており、前年越冬直前に調査した結果よりもトビコバチの比率が高くなった。

1965年の第1回成虫の発生は各地点で3樹の主幹部に静止している成虫数をもって観察したところ第26表のようになった。

すなわち、越冬密度の高かったC、Dにおいてやはり発生数が多かった。この際これらの園地では谷の南面と北面で消雪の時期に大きな差があったため第1回成虫の

Table 25. Density of overwintering pupae and *Holcothorax testaceipes* RATZBURG per quadrat of 1 m² (April 8, 1965)

Orchard	No. of live pupae of leaf miner	No. of mummies by <i>Holcothorax testaceipes</i> RATZBURG
A	3.3	3.3
B	0.3	7.6
C	71.3	77.6
D	55.0	75.6

Table 26. Adult emergence of fourth generation in spring. (1965)

Orchard	April 30	May 11	May 28
A	0	0	0
B	0	0	0
C	12	8	0
D	14	1	0

羽化もこれに伴って早晩が大きかった。

1965年の第1回発生以後の状況は第27表に示すとおりで、第3世代までは徹底した防除が行なわれたため非常に少なく経過し、防除の終了した後に産卵が行なわれる第4世代ではB地区を除いて増加したものの、その発生量は比較的多いA、D地区でも1葉あたり1匹程度で、前年の発生量に比較するときわめて少ない。

また、キンモンホソガトビコバチの寄生率は各地点とも1~3回にわたり非常に低く、4世代でやや高まり、A:13%、B:10%、C:17%、D:29%であった。これらの園ではその後問題になるような異常発生はみられ

Table 27. Progress of infestation by the leaf miner in 1965

Date	Orchard	No. of mine			
		A	B	C	D
May 28		2(0)	4(0)	0(0)	0(0)
June 18		2(0)	7(0)	1(0)	0(0)
28		0(0)	5(0)	1(0)	0(0)
July 8		2(0)	3(7)	0(4)	0(0)
18		0(0)	16(0)	1(0)	0(0)
28		11(2)	10(2)	0(1)	0(0)
Aug. 9		4(3)	3(9)	0(5)	0(0)
19		7(0)	2(0)	1(0)	2(0)
Sept. 20		46(8)	8(0)	13(4)	7(7)
Oct. 10		115(10)	14(7)	17(7)	62(4)
27		141(16)	5(1)	21(3)	136(8)

1. In each orchard, 3 trees were selected and from each tree 40 leaves were examined
2. In bracket was shown the number of mine after adult emergence

なかった。

しかし、発生園は周辺部に同心円状に拡大し、1965年秋期には広船、尾崎、唐竹、乳井、新館などの隣接村落で被害が大きかった。続いて1966年の秋期には尾上町猿賀、蔵館、元長峰、大沢、金屋などに、1967年には八幡崎、田舎館、浅瀬石、大根子、撫牛子、松木平、駒木、および飛地的に高杉地区に、1968年には発生が衰え、田舎館村川部、藤崎町の1部、岩木町の1部、弘前市松木平、大鰐町蔵館などの防除の粗末な園に発生が残っている。なお、伝播の途中で発生が多くなった地域では多くの場合1~2年で発生が衰えており、八幡崎、蔵館などのような3年以上にわたってまだ発生が続いているようなところも例外的に認められる。

2. 県内の発生実態調査

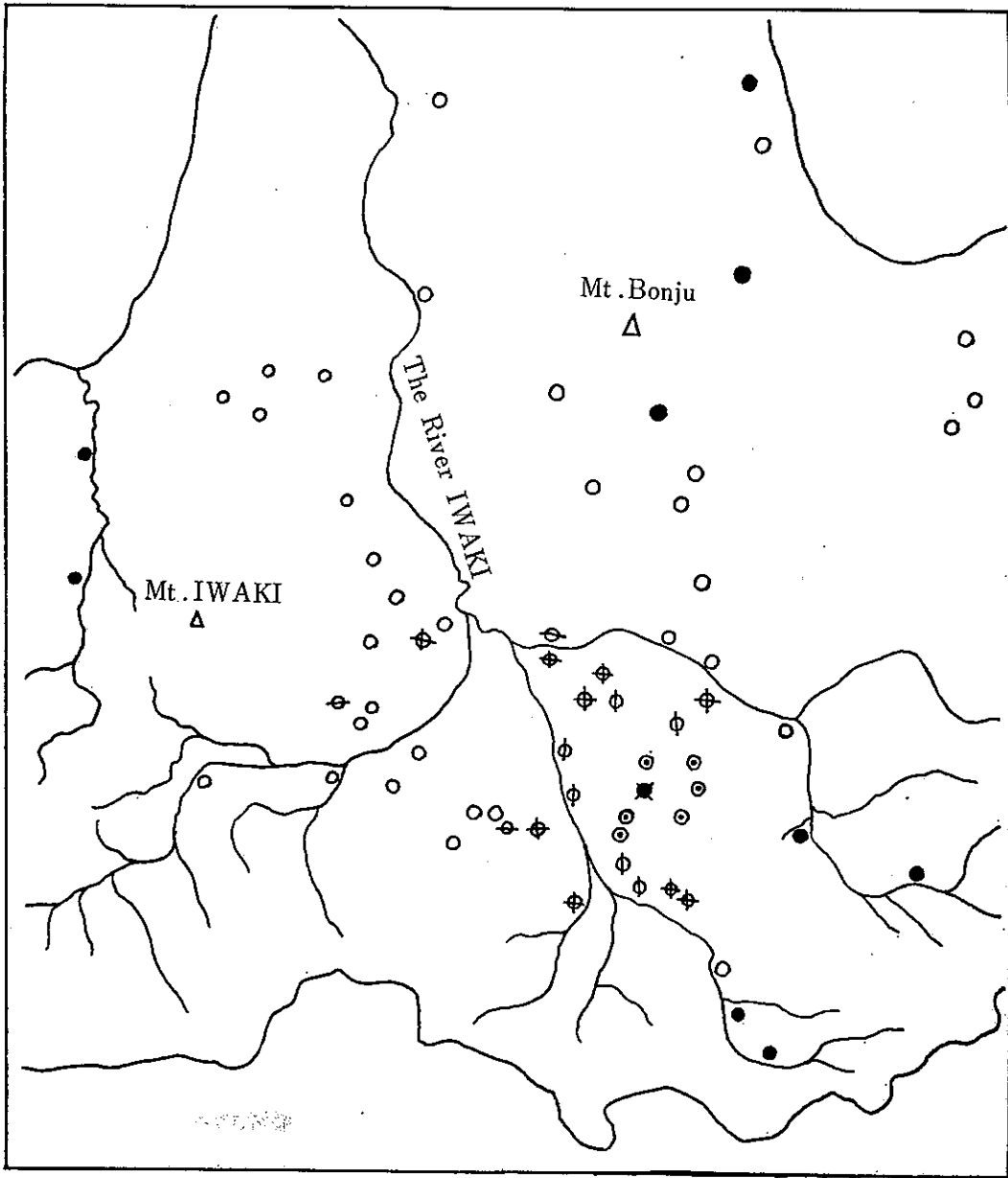
調査方法 1966年から1968年にわたり1地点から原則として5樹（1部3樹のところもあった）について1樹あたり第1世代の被害については40~50花そう以上、第2~4世代の被害については新しうの中位葉40~50枚に寄生しているキンモンホソガ被害痕数を調査した。

Table 28. Density of infestation by the fourth generation at orchard of the various locality

Locality of orchard	Number of mine per 100 leaves		
	1966	1967	1968
Hirofune (Hiraka-machi)	—	9	0
Karadake (Hiraka-machi)	12	—	84
Heiroku (Hiraka-machi)	96	—	—
Saruka (Onoe-machi)	132	612	9
Yawatazaki (Onoe-machi)	—	158	141
Kanaya (Onoe-machi)	124	2	1
Kawabe (Inakadate-mura)	—	—	0
Oneko (Inakadate-mura)	—	—	800

Inakadate (Inakadate-mura)	—	—	36
kuradate (Owani-machi)	—	—	946
Nagamine (Owani-machi)	—	177	—
Komagi (Owani-machi)	1	274	575
Ikarigaseki (Ikarigaseki-mura)	21	198	—
Kogake (Ikarigaseki-mura)	—	60	—
Hisayoshi (Ikarigaseki-mura)	186	63	709
Aseishi (Kuroishi-city)	11	2	0
Sakaimatsu (Kuroishi-city)	—	—	5
Fukutami (Kuroishi-city)	121	47	0
Nuruyu (Kuroishi-city)	10	—	—
Izushita (Kuroishi-city)	—	—	0
Ichinowatari (Kuroishi-city)	107	—	—
Mishima (Kuroishi-city)	21	3	0
Gohonmatsu (Namioka-machi)	—	0.4	0
Gosanmae (Namioka-machi)	0.5	—	—
Kitanakano (Namioka-machi)	39	4	0
Daishaka (Namioka-machi)	51	—	—
Shiroko (Fujisaki-machi)	—	—	0
Fujisaki (Fujisaki-machi)	6	9	0
Nyui (Hirosaki-city)	74	114	8
Osawa (Hirosaki-city)	54	544	0
Matsukitai (Hirosaki-city)	—	—	4
Chitose (Hirosaki-city)	28	—	—
Oshimizu (Hirosaki-city)	—	48	—
Koguriyama (Hirosaki-city)	6	0	4
Ichinowatari (Hirosaki-city)	—	0	—
Haragatai (Hirosaki-city)	—	24	0
Tokiwasaka (Hirosaki-city)	—	—	0
Shimoyuguchi (Hirosaki-city)	0	0	0
Jumoku (Hirosaki-city)	1	1	—
Kuniyoshi (Hirosaki-city)	—	0	—
Nakazaki (Hirosaki-city)	—	—	1
Tokko (Hirosaki-city)	—	43	—
Takusugi (Hirosaki-city)	—	—	1
Sumiyoshi (Hirosaki-city)	—	0.4	—
Onizawa (Hirosaki-city)	0	0	—
Funazawa (Hirosaki-city)	1	—	4
Omori (Hirosaki-city)	0	—	—
Tokoshinai (Hirosaki-city)	—	0	—
Godai (Iwaki-machi)	—	0	4
Hyakuzawa (Iwaki-machi)	0	0	—
Kanehira (Iwaki-machi)	0.5	—	—
Kamisukizawa (Soma-mura)	7	0	—
Tashiro (Nishimeya-mura)	2	0	—
Tateishi (Ajigasawa-machi)	—	0	—
Nakamura (Ajigasawa-machi)	529	233	—
Morita (Morita-mura)	7	—	—
Myodozaki (Tsuruda-machi)	2	0	—
Karabayashi (Itayanagi-machi)	0	0	—
Kawakura (Kanagi-machi)	36	220	—
Mokkozawa (Goshogawara-city)	27	—	—
Sagisaka (Kashiwa-mura)	16	2	—
Shinjo (Aomori-city)	0	30	—
Kohata (Aomori-city)	2	1	—
Tamogino (Aomori-city)	9	12	—
Moya (Aomori-city)	198	144	—
Okunai (Aomori-city)	15	7	—
Ushirogata (Aomori-city)	626	600	744
Gonohe (Gonohe-machi)	—	5	—
Tamogi (Hachinohe-city)	—	3	—
Suwanotai (Sannohe-machi)	—	32	—
Sannohe (Sannohe-machi)	—	178	—

結果 県内における発生の実態調査はとくに広範囲にわたる調査を1966~1968年に実施したが、県南地方の調査がまだ不十分である。調査結果は第28表のとおりで、沖館を発生源とした個体群とは別の高密度の個体群があることが認められた。すなわち、鯉ヶ沢町中村地

Fig. 9 Infestation of *L. ringoniella* at various points in Tsugaru District

- : The Hiraka—Town's orchard, exploded with leaf miner in 1964
- : Point of high density from 1965 to 1968
- ⊙ : Point of high density in 1965
- ⊕ : Point of high density in 1966
- ⊖ : Point of high density in 1967
- ⊗ : Point of high density in 1968
- : Point of low density during 1966 to 1968

区、青森市後潟地区、碓ヶ関村久吉などにおいては时期的、地理的にみて沖館のものとは別個の個体群とみなされる。またこれらの高密度個体群が侵入していないところは全般的にきわめて低密度であり、第4世代になってようやく発生が確認できる程度のところが多かった。

3. 第1回成虫の産地別体長および翅長

調査方法 1966年の秋期に各地から採集した蛹を落葉に入ったままりんご試験場ほ場で越冬させ1967年の春期に蛹をとり出し小型シャーレに収容して羽化させた。成虫は70%アルコール液に保存し随時調査に供した。調

査は実体顕微鏡にマイクロメーターを装填して行なった。

結果 第1回成虫の体長はめず、おすとも2.8~3.2mmでめす、おすによる体長の差は明らかでなかった。また、産地による差も大きなものでなく、最も小型の黒石市温湯産のものと大型である三戸郡市川産のめすで差が認められたが、そのほかはほとんど差がなかった。

前翅長についてみると平均値において全般におすの方がやや長く、産地による差は認められなかった。また発生密度の高い地域と低い地域との間に体長、前翅長ともにはっきりした差はなかった。

Table 29. Length of body of the first generation moth from various locality

Locality	Female moth		Male moth	
	Length in mm	No. of moth	Length in mm	No. of moth
Hiraka-machi				
Karadake	3.23	9	3.09±0.29	45
Kuzukawa	3.14±0.16	25	3.22±0.09	27
Heiroku	3.07	8	3.18±0.12	13
Oguni	3.37	2	3.28±0.08	18
Onoe-machi				
Saruka	3.04±0.06	31	3.07±0.06	65
Kanaya	2.97±0.12	12	2.91±0.08	27
Owani-machi				
Komagi	3.18±0.17	12	3.10±0.10	32
Ikarigaseki-mura				
Ikarigaseki	3.08±0.12	13	3.09±0.09	31
Hisayoshi	3.22	9	3.05±0.08	47
Hirosaki-city				
Nyui	2.84	4	3.00±0.10	26
Osawa	3.07	9	3.13	9
Chitose	3.01	3	2.96	10
Nishimeya-mura				
Nishimeya	2.82	9	2.89±0.10	11
Soma-mura				
Soma	3.03	9	2.99	8
Kuroishi-city				
Nuruyu	2.93±0.10	23	3.00±0.05	46
Aseishi	3.20	6	3.09±0.15	17
Mishima	3.03	9	3.10±0.12	30
Namioka-machi				
Kitanakano	3.29	8	3.14±0.08	40
Daishaka	3.07±0.07	31	3.15±0.08	42
Kanagi-machi				
Kanagi	2.97±0.09	21	3.04±0.07	36
Goshogawara-city				
Mokkozawa	3.09±0.06	25	3.01±0.12	33
Kashiwa-mura				
Sagisaka	3.13±0.09	39	3.17±0.07	36
Morita-mura				
Morita	2.90	3	2.82	4
Ajigsawa-machi				
Nakamura	3.15	9	3.08±0.09	16
Aomori-city				
Shinjo	3.08±0.11	11	3.22±0.09	37
Okunai	2.98±0.15	14	2.89±0.05	42
Ushirogata	3.13±0.15	14	2.89±0.05	42
Tamogino	3.12±0.18	11	3.10±0.10	25
Moya	3.05±0.10	29	3.17±0.08	46
Sannohe-machi				
Sannohe	3.10	5	3.10±0.19	11
Hachinohe-city				
Ichikawa	3.13±0.07	27	3.08±0.08	26
Average	3.14		3.03	

Table 30. Length of the forewing of the first generation moth from various locality

Locality	Female moth		Male moth	
	Length in mm	No. of Moth	Length in mm	No. of moth
Hiraka-machi				
Karadake	3.76±0.07	32	3.84±0.07	54
Kuzukawa	3.94±0.08	25	4.08±0.10	24
Heiroku	3.81	8	4.07±0.12	12
Oguni	3.93±0.12	15	4.07±0.06	
Onoe-machi				
Saruka	3.65±0.07	24	3.85±0.04	42
Kanaya	3.55±0.11	13	3.78±0.06	26
Owani-machi				
Komagi	3.80±0.09	22	3.81±0.06	49
Ikarigaseki-mura				
Ikarigaseki	3.84±0.12	12	3.94±0.08	21
Hisayoshi	3.95±0.09	12	4.04±0.04	43
Hirosaki-city				
Nyui	3.64	5	3.87±0.09	23
Osawa	3.78±0.08	32	3.96±0.07	47
Chitose	3.72	4	3.96±0.14	9
Nishimeya-mura				
Nishimeya	3.65±0.12	11	3.80±0.15	8
Soma-mura				
Soma	3.65±0.13	10	3.79±0.13	10
Kuroishi-city				
Nuruyu	3.75±0.06	34	3.82±0.06	33
Aseishi	3.69	9	3.87±0.11	23
Fukutami	3.65±0.07	44	3.79±0.11	18
Mishima	3.71±0.19	11	3.95±0.06	27
Namioka-machi				
Kitanakano	3.70±0.16	10	3.85±0.07	37
Daishaka	3.85±0.08	30	3.97±0.07	41
Kanagi-machi				
Kanagi	3.77±0.08	21	3.95±0.05	35
Goshogawara-city				
Mokkozawa	3.66±0.08	26	3.83±0.06	43
Kashiwa-mura				
Sagisaka	3.78±0.07	25	3.95±0.10	25
Morita-mura				
Morita	3.70	4	3.80	4
Ajigasawa-machi				
Nakamura	3.86±0.08	17	3.93±0.06	44
Aomori-city				
Shinjo	3.69±0.07	27	3.82±0.05	48
Okunai	3.68±0.09	18	3.87±0.04	40
Ushirogata	3.85±0.04	14	4.07±0.07	26
Tamogino	3.68±0.15	12	3.83±0.08	23
Moya	3.75±0.08	28	3.90±0.06	47
Sannohe-machi				
Sannohe	3.69±0.13	7	4.00±0.12	12
Hachinohe-city				
Ichikawa	3.83±0.05	56	3.96±0.07	26
Average	3.75		3.90	

4. 考 察

沖館における異常発生の直接の原因は明らかではないが、共同防除の散布経過をみるとホリドールの散布が、キンモンホソガの防除には適当でない蛹～成虫期に行なわれている場合が多く、反面、有力な寄生蜂であるトビコバチはキンモンホソガの成虫期にすでに出現するのでホリドール散布による影響が強く出ているものと推定された。また、最初発生した樹のある場所の環境はすぐ近くに杉林があり、さらに東向の谷の底部から10m南向の

傾斜面にのぼったところで風当りが弱く温暖なキンモンホソガの発生には絶好の環境であったと推定される。キンモンホソガは概して風当りの弱い薄暗いやぶに集まる習性が認められるから、杉林はこの面からもキンモンホソガの潜伏場所の役を果たしたものと推定される。また発生の根源となった最初の個体あるいは個体群がどこからきたかという点に関しては推測の域を出ないが、1つは杉林内にあるマルス属植物(リンゴ実生?)からきた場合とやや離れた場所にある部落内の放任樹からきた場

合が考えられ、この際長野県の場合のような（広瀬1960）台風あるいは強風との関連性は薄いようである。しかし共同防除の徹底した散布により天敵のほとんどがいなくなったリンゴ園にどこからかキンモンホソガが侵入し、異常発生に至ったというその後の経過は長野の場合と同様に考えられる。この際天敵の少ない状態のほかにキンモンホソガそのものの生理生態的な変化があったかどうかを確認することは出来なかったが、リンゴ樹が連続してあるにもかかわらず、小範囲で1葉あたり13匹という高密度に達したのはその後分散が拡大してからは他の地域でも認められない現象であり、ある種の集合性が現われた結果とも思考される。

異常発生した場合、その後の分散は一般的にいわれているように明らかに外側に向かって同心円状に拡大したがこの際、発生地から北側は水田地帯であるのに対し南側は果樹地帯が続き、さらに山林が多い。キンモンホソガの分散速度は水田地帯で早く、果樹地帯で遅い傾向がみられたが、これは水田地帯の中に飛地となって散在するリンゴ園は一般に防除が不徹底な傾向があることとキンモンホソガが食樹を求めて飛しよう距離が大きくなるためとみられ、反対に果樹地帯は食樹が引続いてあるためそれほど飛しようしなくても食樹を探しあてることが可能である。うえ、薬剤散布が徹底しているため前進地帯で薬剤により密度の低下作用が起り分散速度を遅らせる結果になっているものと推定される。分散が進んだ1968年にはその中心部においては発生密度がきわめて低いにもかかわらず内側への逆分散はみられなかったが、その理由は同一場所での異常発生がなぜ1～2年で終るかという理由と共に興味ある問題である。一般的には、生活環

境の悪化として表現されるが、この場合その内容は第1に徹底した防除作業によるものと考えられる。すなわち一度被害を受けた園では数年間キンモンホソガのための防除を散布層に組入れるためである。なお、防除のほかに天敵の増殖も認められるが、少なくとも寄生性の昆虫としては最初発生したAおよびB地区のトビコバチ寄生率の変化にもみられるように、トビコバチが幾分増加しているというものの無散布状態の寄生率に比較すると明らかに低いから、分散が内側にない理由を寄生蜂の増加だけで説明することは無理である。このことはいずれ明確な生命表を作成して検討する必要がある。これと関連して同一地域で数年間にわたり発生の衰えない例があると述べたが、これは一般にキンモンホソガの発生源となるような園が地域内に存在するか、薬剤の選択、または防除時期を誤っている場合が多い。

県内の発生密度が高い地域は沖館個体群を除けば、いずれも山間地の防除が中途半端な園においてみられるから害虫-天敵のバランスの破かいによる発生とみなすことができよう。また、これらの集団におけるキンモンホソガの体長、翅長について調査した結果は地域間による差が最も小型の地域と最も大型のところでわずかにみられる場合もあるが、顕著なものでなく、発生密度による体形の変化はほとんどないものと推定される。一般にキンモンホソガの平年における発生は普通防除園ではほとんど0の状態であるが、粗末な防除を行なっている園では毎年多少は発生を続けているから、このようなところから防除集団の中にキンモンホソガの発生に不都合でない散布体系をとっている園があるとここに侵入した個体群は容易に大発生の要因となりうるものと考えられる。

Ⅶ 摘 要

本報では1964年から1968年に得られたキンモンホソガ *Lithocolletis ringoniella* MATSUMURA の発生回数、発育、雌成虫の産卵数、生存日数等について、1964年の平賀町沖館での大発生と関連づけながら報告した。

結果の概要は次のとおりである。

1. キンモンホソガの年間発生回数は、青森県では4回、それぞれの成虫の発生ピークは4月下旬、6月下旬、7月下旬、8月下旬で、発生量は世代が進むにつれて増加する。

2. 越冬蛹からの成虫の羽化は、天候に左右され、特に融雪期と地表面の温度の影響が大きい。このような例として、南に面した傾斜地で北に面した所よりも10日以

上も早く出現したことが観察されている。

3. 成虫に達するまでに要する日数について、室内と野外で調査が行なわれたが、15°C、20°C、25°Cの室温下では、それぞれ50.9日、33.8日、23.4日を要し、また、1世代、2世代、3世代目では、それぞれ50～55日、35～38日、30～33日を要した。これに対し、4世代目では蛹になるのに70日以上を要し、注目された。このように、第4世代で長期の日数を要するので、蛹に到達できる率は、第3世代の成虫による産卵の時期と秋期の寒さや雪積の早晩に大きく影響される。

4. 越冬蛹は、野外あるいは5°Cの定温下におかれた場合、1月末から2月初めまでに休眠を完了する。休眠

完了後の蛹は温度の上昇に敏感に反応し、条件さえよければ一斉に羽化する。

5. 休眠完了後の蛹の發育限界温度は 7.1°C で、有効積算温度の一般式は $133.3=(t-7.1)n$ で示される (t : 温度, n : 日数)。

6. 成虫の生存日数は $28\sim 29^{\circ}\text{C}$, 25°C , 20°C および 15°C で、それぞれ3日, 4日, 5日, 9日である。

7. 卵巢内の成熟卵と栄養室型卵の総数は羽化当日は非常に少ないが、除々に増加して、3日目にはピークに達する。その数はおよそ50~80である。野外から採集した雌成虫を解剖してみると、成熟卵と栄養室型卵の総数が、交尾したものよりも未交尾のもので少ないことが観察されるが、これは、一般に、未交尾のものが羽化後あまり時間がたっていたためによるものと思われる。ここにおいて、未交尾のものと交尾のすんだものとの差異は貯精のうの色と形状の違いによって容易に識別できる。

8. 1匹の雌成虫による産卵数は、調査法により多少の差異は認められるが、40~60個と推定しても大きな間違いはないものと思われる。

9. 1964年に、平賀町沖館地区でキンモンホソガの大発生が起ったが、この大発生の原因は、十分な証拠がないので明らかでないが、ここでの以前からの薬剤散布経過をみるとパラチオンのような強力な殺虫剤が大量に散布されており、このことによって天敵が極度に減少した所へ、周囲から他の個体群が何らかの経過で侵入し、ここで優勢になったものではないだろうか。

ここでの、この年のキンモンホソガによる加害は非常に大きく、8月末で1葉当り13以上の被害痕が記録され落葉も例年より早く始まった。しかし、翌年から個体群の減少がみられ、翌々年には以前の状態に復した。

10. この地区からの周囲への分散は、この年から認められ、4年目には、この個体群によると思われるものが10km以上に渡って認められた。しかしながら、これら侵入された地区においても、最初の発生園と同様な形で個体群の減少が認められた。

11. 1966年から1968年の間に、津軽地帯の山間部で、比較的高い密度を有するキンモンホソガの個体群が認められている。

引用文献

1. 青森県りんご試験場 (1934) 昭和9年度業務報告
2. ————— (1936) 昭和11年度業務報告
3. ————— (1938) 昭和13年度業務報告
4. BORDEN, A. D., W. H. LANGE and H. F. MADSEN (1953) A spotted tentiform leaf miner outbreak in California orchard. J. econ. Ent. 46: 519.
5. 広瀬健吉 (1960) 最近のリンゴ園害虫相の変化について 長野園試報 2: 21—43.
6. ————— (1961) キンモンホソガの生態と防除に関する研究 長野園試報 3: 51—65
7. 福田仁郎 (1961) 果樹害虫編 養賢堂
8. KREMER F. W. (1963) Major leaf miner species occurig in the South Tirolean fruit-farming region and their control. Pflanzenschutz-nachrichten "Bayer". 1963: 16pt.
9. LEGNER, E. F. and E. R. OATMAN (1962) Foliage feeding *Lepidoptera* on young non-bearing apple tree in Wisconsin. J. econ. Ent. 55: 552—554
10. LEROUX, E. J. and B. PARENT (1956) Notes on the leaf miner *Lithocolletis malimalifoliella* BRAUN (*Lepi.: Gracillariidae*) as an apple pest in Quebec. Canadian Ent. 88: 515.
11. KUMATA, T. (1959) Redescriptions of the species of the genus *Lithocolletis* described by Prof. Dr. S. MATSUMURA. Insecta Matsumurana 22: 71—81
12. ————— (1963) Taxonomic studies on the *Lithocolletimae* of Japan (*Lepi.: Gracillariidae*) Insecta Matsumurana 25: 53—90, 26: 1—48, 26: 69—88
13. 棟方哲三 (1913) 華樹を害する *Microlepidoptera* に就て 昆虫世界 18: 80—82.
14. 西谷順一郎 (1916) 苹果の潜葉虫に就て 昆虫世界 20: 457—459.
15. STULTZ, H. T. (1964) *Lithocolletis blancardella* FABRICIUS (*Lepi. Gracillariidae*) on apple in eastern north America with notes on other species occurring on *Rosaceae*. Canadian Ent. 96: 1442—1449.
16. 菅原寛夫・本間健平・氏家武・降幡広一 (1963) リンゴ園とその近接無散布樹における害虫相の比較 北日本病害虫研究会報 14: 101—102.
17. 高橋佑治・成田弘 (1964) キンモンホソガに関する研究 II 加害様相について 北日本病害虫研究会報 15: 116—117.
18. ————— (1965) キンモンホソガに関する

- る研究 III 発生経過と防除時期について 同上 16 : 80—81.
19. 津川力・山田雅輝・白崎将瑛・小山信行・関田徳雄 (1968) キンモンホソガ第1世代幼虫の寄生にみられる品種間差異とその成因について 同上 19 : 83
20. 豊島在寛 (1958) キンモンホソガの生態に関する研究 東北農試研究報告14 : 82—91.
21. 氏家武 (1965) キンモンホソガ成虫の羽化時刻について 東北昆虫 6 : 10.
22. ——— (1966) 粘着板によるキンモンホソガ第1化期成虫の捕獲 東北昆虫 4 : 3.
23. ———・菅原 (1967) リンゴ園の害虫相に関する研究 第1報 新植園における害虫相の実態と変化 園試報 C5 : 21—45.
24. VERESHCHAGINA, V. (1966) Mining moths in orchards in Moldavia in Russian Zashch. Rast. 1966 pt. 9pp 18—19 (Review of Applied Entomology Ser. A 56 : 464—465).

Forecasting the Outbreak of Destructive Insects in Apple Orchards

VIII. On the biology of the leaf miner,

Lithocolletis ringoniella MATSUMURA, on apple in Tsugaru-District and 1964's explosion at Hiraka-Town

MASATERU YAMADA, NOBUYUKI OYAMA, NORIO SEKITA,
SHŌEI SHIRASAKI, and CHIKARA TSUGAWA

Entomology Section, Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi-City, Aomori-Prefecture, Japan

Summary

In this paper, we reported the seasonal occurrence, development, fecundity and longevity of adult life for the leaf miner, *Lithocolletis ringoniella* MATSUMURA, studied in 1964 to 1968 in connection with its explosion of 1964 at Hiraka-Town.

The main results are briefly summarized as follows.

1. The leaf miner, *L. ringoniella*, is multivoltine. Peaks of adult emergence in each generation is in late April, late June, late July and late August in Aomori Prefecture, northern Japan, and their population is most abundant in the fourth generation.

2. The time of the adult emergence from overwintered pupae is largely dependant on the climatic factors, especially on the snow melting time and the temperature of the ground surface. In a certain example, more than 10 days earlier appearance was recorded on a slope facing south than the facing north.

3. Observations in the laboratory and in the field disclosed that the interval to attain adult are 50.9, 33.8, and 23.4 days at the constant temperature of 15, 20, and 25°C respectively, and 50 to 55, 35 to 38, and 30 to 33 days for the first, second, and third generation, respectively. Whereas, in the fourth generation more than 70 days are necessary to attain only overwintering pupal stage. By the latter reason, the abundance of larvae which can attain to overwintering pupal stage is influenced by the mutual effects of oviposition time by the adult of the third generation and the forthcoming coldness or beginning of snowfall in late autumn.

4. Overwintering pupae complete their diapause by late January or early February in the field or under constant temperature of 5°C. After this point they readily respond promptly to the rising temperature and eclosion can take place all at once, when conditions become favorable.

5. A critical temperature for pupal development after termination of diapause is calculated as 7.1°C and an equation of hyperbola for a sum of effective temperature as $133.3 = (t - 7.1)n$, where t is an average daily temperature in °C and n is duration of days.

6. Longevity of adult life is 3, 4, 5 and 9 days at a temperature of 28 to 29, 25, 20 and 15°C respectively.

7. The abundance of matured and polytrophic oocytes in the ovary is low at the first day of emergence, as the days go on, however, they are rapidly accumulated in the ovary and at the third day, attain their peaks ranging from 50 to 80. This nature may explain the fact why, among the female collected from the field, the amount of both matured and

polytrophic oocytes are lower in the unmated female than the mated ones. Because the unmated females are supposed to be younger than the mated ones. Here, whether mated or not is recognized by the difference of color and shape of spermatheca.

8. Although some difference exist among the generations or methods of experiments, the number of eggs laid per female can be safely presumed to be 40 to 60 in the field.

9. Explosion of population occurred at an apple orchard in Hiraka-Town, Aomori-Prefecture in 1964. Lacking sufficient evidence, exact reason of this is not clarified. It would be probable, however, that other population emigrated from surrounding region to this area where the population of natural enemies has been lowered helplessly by the indiscriminated applications of chemical insecticides and get advantage there to grow its population.

At this area, infestation on leaves was enormously severe in this year with density of more than 13 mines per leaf by the latter part of August.

The fall of leaves began earlier than an average year and surrounding orchards. Population decline began from next year and by the next second year it decreased to a low density.

10. Dispersion towards the surrounding area began from the first year and by the fourth year many orchards farther than 10 Km in distance were invaded by this population. Also in the invaded areas population decline took place. The shape of it is nearly similar to the original's.

11. The survey from 1966 to 1968 has revealed that there are three population with comparatively high density in remote and secluded places among mountains in Tsugaru-District.

