

リンゴ園における主要害虫類の発生予察

津川 力

(青森県りんご試験場)

Forecasting outbreaks of
main destructive insects in apple orchards

CHIKARA TSUGAWA

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

目 次

I 緒 言	1
II 害虫発生予察の沿革	1
III モモンクイガ 第1回成虫出現期の予察	3
1. モモンクイガの休眠性	3
(1) 休眠時期に関する調査	3
2. 青森県における発生の実態	4
(1) 網室における成虫発生消長	4
(2) ほ場における産卵消長	6
(3) 青森県内における第1回成虫出現時期の地域差	7
3. 津軽地方におけるモモンクイガ第1回成虫出現時期の予察	11
(1) 統計的予察方法	11
ア. 第1回成虫出現時期と気象条件との関係	11
イ. 第1回成虫出現時期とリンゴ樹の生育との関係	13
(2) 実験的予察方法	15
ア. 冬まゆ形成時期と夏まゆ形式ならびに羽化消長との関係	15
イ. 夏まゆ形成消長による第1回成虫発生消長の推定	17
ウ. 越冬世代幼虫の生殖渠の発達	19
IV リンゴハダニ越冬世代卵のふ化期の予察	26
1. リンゴハダニ越冬世代卵の休眠性	26
(1) 越冬世代卵の産卵消長	26
(2) 越冬世代卵のふ化に及ぼす有効積算温度	27
(3) 越冬世代卵からのふ化消長	28
(4) 越冬世代卵の休眠終了と温度の関係	28
(5) 越冬世代卵の休眠性の地域差	33
(6) 休眠性の年次変化に関する調査	35
2. 青森県における発生の実態	36
(1) 発生回数に関する調査	36
(2) ほ場における発生経過	37
3. 越冬世代卵ふ化時期および第1世代夏卵産卵時期の予察	39
V クワコナカイガラムシ 越冬世代卵のふ化期および幼虫の移動期の予察	43
1. クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠性	43
(1) 越冬世代卵の産卵時における温度条件と休眠性について	43
(2) クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠誘起に及ぼす日長および温度の影響	44
(3) クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠性および休眠終了期	49
(4) 越冬世代卵の休眠消去に必要な低温期間について	51

2. 青森県における発生の実態.....	54
(1) 越冬世代卵からのふ化幼虫の移動.....	54
(2) クワコナカイガラムシ成虫の発生活長.....	55
(3) クワコナカイガラムシの袋内潜入時期.....	56
3. 越冬世代卵ふ化期と幼虫移動期の予察.....	57
(1) 気象関係による予察.....	57
(2) リンゴ樹の生育による予察.....	59
(3) クワコナカイガラムシ越冬世代卵からふ化した幼虫移動期の予察.....	60
VI 総括.....	63
引用文献.....	64
Summary	69

I 緒 言

リンゴ栽培の特色の1つに薬剤の大量散布がある。その理由としては90余年の栽培歴史の中で、各種病虫害により収量と果実品質に甚大な損失を招いた幾たびかのがい経験を繰り返すまいという農民の意識から来たものと思われる。しかしながら、今や農業による自然界の汚染は各方面から指摘され(CARSON, 1962; 立川, 1968; 福永, 1965; 立花・西口, 1968)、このままで推移すれば、もともと自然界から最高の恩恵を受けるべき人間が自縄自縛の結果を招かないとは限らないという懸念が持たれる。こうした農業の恐怖を取り除くには、できるだけ農業の使用を控え目にすることが大切である。害虫の防除に関しては殺虫剤の使用を全面的にやめるわけにはいかないが、その使用を最小限にとどめて合理化をはかり、害虫の生理、生態の究明を基礎にして発生予察の技術を確立することもきわめて重要であると考え。農作物害虫の発生予察は、いうまでもなくその害虫によってどの程度の経済的な被害があるか、防除処置の必要があるかどうかの栽培者の要求に対する技術的な解答でなければならない。そのためには、単なる経験的な判断によることなく、あくまでも科学的な知識の集積によるものでなければならないことは当然である。したがって、積極的な防除法を講ずるといふ立場とは相反することにもなるが、それはまた換言すれば、害虫の分類、生理、生態などの総合された基礎に立った合理的な防除法を肯定する技術でもある。元来、科学的な研究の目標は、一定の条件の下に如何なる結果が得られるかを予知できるような法則を確立していくことにあるといっても差しつかえあるまい(小河原, 1954)。しかしながら、現在までに達し得た科学の水準を背景としているかぎり、未知の因子が作用したり、初期条件が完全に知り得なかったりする場合が多いから、発生予察そのものかなりの誤差が生ずることも止むを得ない。今日、予知あるいは予報技術の最も進歩した部門といわれる天体力学による天体運動の研究結果は、完全な必然性を持っているためである(宮地, 1954)が、自然現象には偶然性もまたないわけではない。ましてや、近年における農業の普及利用による人為的な作用は、特に果樹害虫相を混乱におとし入れ(OATMAN et al., 1964; BARNES, 1959; LORD, 1956; MACPHEE et al., 1954; RIPPER, 1956; STULTZ, 1955;

福島, 1957b; 1958, 1960, 1961, 1962), 害虫発生量の予察には大いに困難をきたしている。また、現在までの害虫に関する基礎研究も完全とはいえないので、害虫発生予察技術もまだ不完全のそりは免れない。害虫発生予察の目標としては発生時期、発生回数、発生量など、いろいろ項目があげられ、いずれに重点を置くかが問題である。原則としては発生量が主なる対象とはなるが、発生時期の予察こそすべての基本となるもので、これを明らかにすることはきわめて有意義であると考え。リンゴ害虫について過去に調査したものを基礎とし、リンゴの主要害虫3種の発生時期に関する予察を試みたので以下に報告した。

本研究を行なうにあたり、常にご助言とご激励を賜わった青森県りんご試験場長福島住雄博士、前場長木村甚弥博士、また、研究の遂行にあたって絶えずご援助を仰いだ岐阜大学教授福島正三博士、弘前大学教授正木進三博士の各位に心から厚く御礼を申し上げる。

また、この報告は1949(昭和24)年から1969(昭和44)年までの21年間の調査結果を取りまとめたものであり、多くの共同研究者のご協力をいただいた。次にあげる共同研究者の各位に対して深甚なる感謝の意を表する次第である。

元青森県りんご試験場 種市 賢蔵氏
(現在 青森県経済連技術普及室)

同 神 義吉氏
(現在 弘前大学農学部附属農場金木農場)

同 佐藤 全三氏
(現在 中外製薬株式会社仙台支店)

同 中畑 一成氏
同 長田 和一氏
(現在 青森県五所川原地区農業改良普及所)

青森県りんご試験場病虫害部昆虫科長 山田 雅輝氏

同 病虫害部昆虫科技師 白崎 将英氏

同 同 小山 信行氏
同 同 関田 徳雄氏
同 同 臨職 斎藤 靖夫氏

なお、共同研究者の1人である中畑一成氏は、1964(昭和39)年病を得て研究半ばにして他界された。ここに謹んで同氏のご冥福をお祈りする次第である。

II 害虫発生予察の沿革

わが国における果樹害虫の発生予察が、ある程度の技術的体系を整えるようになったのは戦後であるのにくら

べて、アメリカでは第2次大戦の終戦直前すでにリンゴミバエ *Phagoletis pomonella* WALSH, チョッキリゾウ

ムシの1種 *Conotrachelus nenuphar* HERBST やオナガコバチ科の1種 *Torymus varians* (WALKER) などの発生時期が、リンゴ旭品種の生育と関係深い (LATHROP et al., 1944, 1945) ことが指摘されている。アメリカ以外でもリンゴ害虫であるコドリガ *Carpocapsa pomonella* LINNAEUS について、フランスのポルドー地方で10°C以上の有効積算温度から第1回成虫のそれぞれ10%と50%出現日を予察する事が比較的正確にできる (TOUZEAU, 1966) という指摘や、スイスで誘蛾灯に初飛来するのは1日の平均気温が10°C以上を越え、有効積算温度が100日度に達する時であり、300日目に達すると集団飛来することをコドリガ成虫の発生予察に利用できる (WILDBOLZ, 1965) という研究がある。しかしながら、こうした海外の研究にも増して特筆されるのは、わが国における水稲害虫の発生予察に関する研究である。すなわち、昭和16 (1941) 年から全国組織による発生予察事業として発足し、その成果も大いにあがって食糧の確保と増産に裨益してきた。殊にニカメイチュウ *Chilo suppressalis* WALKER については、それまでの被害によって稲作に甚大な影響を及ぼしていたこともあって、発生予察の基礎である生態学的研究はかなり古い。例えば、勝又 (1931) は従来の予察灯だけではこの害虫の発生予察を的確に把握することはむずかしく、第1世代には蛹化状況を、また、第2世代は幼虫発育状況を加味する必要があり、しかも、第2世代の場合は幼虫齢期の調査が完成すれば予察灯よりもっと正確に発蛾最盛期を推定できるとして、幼虫各齢の頭幅、体長および幼虫各齢の日数を明らかにしている。さらに、第2回発蛾の場合は、その2~3週間前におけるほ場の発育状況を調査し、多くのものが羽化するまでの日数あるいは有効積算温度の加算によって推定できる (勝又, 1934) として、この害虫の発生予察を行なう上の基礎事項を約40年以前に提唱した。春川ら (1934) も予察灯は昭和3 (1928) 年以來使用されてはいても、これによって蛾の棲息密度を直接知ることは困難であるから、幼虫と蛹の死亡率、被寄生率を調査し、これを長年継続する必要があることを強調した。さらに卵寄生蜂の寄生率や第1世代幼虫末期における生存率と棲息密度の調査 (高橋, 1939) や第1世代発蛾最盛期を気温との関係からほぼ予察できる (野津ら, 1943 a) だけでなく、発蛾数についてもかなりの精度で予察が可能である (野津ら, 1943 b) という研究など、次第に発生予察の可能性を強めるようになった。しかしながら、これらの研究は理論的な裏付けが稀薄であり、生態の地域差をはっきり把握してから、真に理論的根拠のある発生予察の方式を確立すべきである (深谷, 1947) という主張に基づき、その後幼虫の越冬生理 (深谷ら, 1949, 1951)、生態型分化 (深谷, 1950)、幼虫の栄養生理 (深谷, 1951)、休眠に関する問題点 (深

谷ら, 1949; 深谷, 1951) その他一連のすぐれた基礎研究が行なわれた。その後全国の府県試験場における永年の調査結果が集大成し (深谷ら, 1956)、ニカメイチュウの防除を合理化して今日の水稲における生産の安定と飛躍的な増産の基礎をなすに至った。現在では、永年の調査結果に基づく統計的な方法と越冬幼虫を加温あるいは室内飼育することによって第1回成虫の発生時期を予察し、さらに、第1世代の末期蛹化率を調査して、これにその時期における蛹期間を加算すれば、およそ第2回成虫の発生時期が予察できるという方法がとられている。また、発生量については発生時期よりもその予察が一段と困難とされるが、加温法や室内飼育中の越冬幼虫死亡率と、越冬後のほ場における幼虫の密度調査から第1回成虫の発生量を、さらに、第1世代幼虫末期から蛹化期にかけてのほ場密度を直接調べることによって、第2世代の発生量を予察している (深谷, 1959)。

わが国の水稲害虫ではニカメイチュウのほかにもセジロウンカ *Sogatella furcifera* HORVÁTH をはじめ、数種類についてもかなり詳細な発生予察を行なうための調査研究が進められている。例えば、セジロウンカについては過去の多発生年の気象が概して冬期温暖であり、大発生する年にはこれに先立ってある特定の地帯の発生が早く、しかも、密度が急速に増大するので、こうした地帯の発生推移を観察することによって大発生を事前に知ることができるという。また、ほ場における産卵状況、野外に設置した飼育箱中での飼育などによっても予察がある程度可能なことが明らかにされている。さらに、トビロウンカ *Nilaparvata lugens* STAL、ヒメトビウンカ *Laodelphax striatellus* FALLÉN、ツマグロヨコバイ *Nephotettix impicticeps* ISHIHARA などについてもセジロウンカとほぼ同様な調査は行なわれているが、まだ残された課題が多く、特に、ウンカ、ヨコバイ類の異常飛来、多飛来の現象は、ほ場内の棲息数だけではなく、気象条件やウンカ自身の生理生態の状態にも影響される (吉目木, 1960) という。イネカラバエ *Chlorops oryzae* MATSUMURA では第1回および第2回成虫の発生時期について、それぞれの蛹の採集飼育による予察 (岡本, 1956; 湯嶋ら, 1960)、イネハモグリバエ *Agromyza oryzae* MUNAKATA、イネツトムシ *Parnava guttata* BREMER et GREY、オオニジュウヤホシテントウ *Hemosepilachma vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY、ヨトウガ *Mamestra brassicae* LINNAEUS などについてもそれぞれ気象条件との関連から発生予察の可能性をみだしている (深谷, 1959)。すなわち、稲作害虫の主要種については永年にわたる調査と、全国にまたがる幅広い研究とによって統計的に発生時期と量を予察できるまでに進んでいることは高く評価してよい。

さて、わが国における果樹栽培の中で、面積とその生

産量において王座を占めるミカンについては、主要害虫ヤノネカイガラムシ *Unapsis yanonensis* KUWANA に関する生態的研究は古いが、最近に至って漸く発生予察の基本事項が明らかにされるようになった(西野ら, 1956; 西野, 1965)。すなわち、静岡県における第1世代幼虫の発生最盛期、防除適期を把握するには、初発生日の予察が重要な指標となり、初発生日の年次、地域による変動は、初発生前の気温の高低に支配されるという。特に3月から4月の気温が高い年には初発生も早まり、3~4月の旬別、月別平均気温と初発生日との間に高い相関が明らかにされた。さらに第2世代幼虫初発日の早晚と5~6月の旬別、月別平均気温との関係が深く、これから第2世代幼虫初発日の予察を可能にした。こうしてミカンの主要害虫について、かなり詳細な発生予察の研究が行なわれているが、リンゴ害虫については豊

島(1931)のモモシクイガ *Carpocapsa niponensis* WAL-SINGHAM に関する生活史の研究が基礎をなしている。戦後クワコナカイガラムシ *Pseudococcus comstocki* KUWANA, リンゴハダニ *Panonychus ulmi* (KOCH) およびモモシクイガについて気象要因との関係のみならず、リンゴの各品種についてその生育との関係から発生時期の予察がある程度明らかにされるようになった(津川ら, 1959, 1960, 1961, 1962)。柳(1963)はナンに寄生するクワコナカイガラムシ越冬卵からのふ化と気温との関係を検討し、3月1日から4月20日までの平均気温からこの害虫の50%ふ化分散日が予察できるとしている。こうしてわが国における果樹害虫の発生予察に関する研究は近年漸く活発化し、昭和40(1965)年からの果樹等病害虫発生予察事業の発足に伴って主要害虫全般についてつぎつぎに成果をあげるに至っている。

Ⅲ モモシクイガ第1回成虫出現時期の予察

1. モモシクイガの休眠

(1) 休眠時期に関する調査

共同研究者 山田雅輝, 白崎将英, 長田和一,
小山信行

調査方法

砂を入れた直径および高さ30cmの素焼鉢を土に埋めて乾燥しないようにし、その上の側面に金網をはった直径25cm、高さ80cm位の円筒を立て、この中に定期的にモモシクイガの被害果実を入れ、上部に金網をはった蓋をした。これを約10日ごとに掘り上げ、砂の中にある冬まゆと夏まゆをすべて取り出し、幼虫は別に湿砂を入れたシャーレに収容して通風のよい室内におき、その後冬まゆをつくるか否かを調査した。

調査は1963年にりんご試験場産のものについて実施した。

Table 1. Incidence of diapause of the larvae of the peach fruit moth in relation to the time of larval emergence from apple fruit (1963)

Period of emergence	No. of larvae	Diapause incidence (%)
July 20-31	82	0
Aug. 1-10	340	11.2
Aug. 11-20	163	53.4
Aug. 21-Sept. 5	401	97.5
Sept. 6-10	103	99.0
Sept. 11-26	101	100
Sept. 27-30	39	100
Oct. 1-10	148	100
Oct. 11-21	115	100

結果

各時期に脱出した幼虫が、夏まゆをつくるか冬まゆをつくるかによって休眠虫であるか否かの区別が可能であり、両者の比率によって休眠率を表わした。

この際調査時にまゆを形成していない幼虫は別の容器に移してそれがどの形のまゆをつくるかによって補正できる。このようにして得た結果が第1表に示したものである。

7月中に脱出した幼虫は休眠する個体がなく、9月以降に脱出した個体はほとんど休眠した。休眠虫の現われるのは8月上旬からで、50%を越す時期は8月中旬であった。

考察

モモシクイガ第1回成虫出現期の発生予察を行なうにあたって、前年度に越冬する幼虫がいつ休眠に入るかを知ることは重要である。

すでに TOSHIMA ら(1961)が休眠に入るのは7月末からであり、その後次第に休眠幼虫の数を増加し、8月半ばには成熟幼虫の半数に達し、同月末にはほとんど全部の幼虫が休眠したと報告している。著者の実験でもほぼ同じ傾向であり、8月上旬から休眠に入り、8月中旬で約53%、8月末から9月の第1半旬にはほとんどの幼虫が休眠していることは、前記 TOSHIMA らの報告と一致している。

北部中国の40°10' Nにおいても、果実から幼虫が脱出する時期の遅くなる程休眠幼虫が多くなることが報告されている(LEE et al., 1963)。

すなわち、中国の Hsiung-yao では7月21日以前に脱出したものは全く休眠しないが、7月26日から8月16日になると休眠幼虫は20%以内どまり、8月16日から20日

になると80%は休眠する。そして8月末のものは100%休眠している。

こうして、越冬幼虫の休眠に影響のある条件としては温度と日長の組み合わせが大きく、特に自然状態では日長が休眠誘導の主役となっている。

中国における実験では25°~27°Cで飼育したものは13時間でほとんどの幼虫が休眠に入り、1日15時間では10%以下であり、限界日長は14時間50分~14時間13分であるといい、TOSHIMA とも1日15~18時間の日長では休眠しないが、この範囲外では長短いずれの日長でも幼虫は全部休眠するとしている。

青森県黒石市は40°30'Nであり、前記中国の Hsiung-yao とほぼ同じ緯度上にあり、両者ともにモモンタイガの発生が年1回または2回ということもなげける。

摘 要

いろいろな時期に果実を脱出した幼虫が、夏まゆを作るか冬まゆを作るかを調査し、幼虫の休眠に入る時期を検討したところ次の結果を得た。

7月末までに脱出した幼虫は休眠しないが、8月上旬のものは約10%休眠し、8月中旬では約50%、8月下旬から9月始めにかけて脱出したものはほとんど全部休眠した。

2. 青森県における発生の実態

(1) 網室における成虫発生消長

共同研究者 種市賢蔵, 神 義吉, 山田雅輝,
佐藤全三, 長田和一, 齋藤靖夫

調査方法

りんご試験場内に設置した野外網室(1951~1959年は2.8×2.8×3.5m, 1960年以降は2.8×2.8×2.8mの網室使用)にモモンタイガの幼虫が食入している果実を6月下旬~7月中旬と8月上旬~9月上旬に別別の部屋に收容し、前者については第2回成虫を、後者については第1回成虫を調査した。すなわち、これらの網室において羽化する成虫数を1951年から19年間にわたって毎日一定時刻に採集し、雌雄別に記録した。ただし降雪期にあたる11月下旬~3月下旬は一部を除いて厚板でおおったが、通風や日中の陽射にはそれほど支障を認めなかった。

結 果

第2表に示したように第1回成虫の初発日は早いものは1959年の5月27日であり、遅い例では1969年の6月14日でその差は約18日もある。1953年から1969年までの平均値は6月5日となり、また極端な先の2例を除いて平

Table 2. Period of adult emergence and incidence of female in the peach fruit moth

Year	First brood moth			Second brood moth		
	Initial date	50%-date	Female incidence(%)	Initial date	50%-date	Female incidence(%)
1951	June 9	June 21	47.6	Aug. 7	Aug. 18	55.9
1952	June 13	June 23	51.2	July 28	Aug. 14	46.2
1953	June 8	June 22	48.2	July 30	Aug. 13	48.7
1954	June 7	June 19	52.2	Aug. 6	Aug. 16	50.5
1955	June 9	June 19	49.6	July 25	Aug. 8	45.6
1956	June 1	June 12	41.1	July 30	Aug. 16	52.7
1957	June 4	June 24	55.4	July 28	Aug. 13	51.2
1958	June 6	June 20	54.0	July 26	Aug. 9	45.6
1959	May 27	June 13	49.9	July 25	Aug. 18	52.1
1960	June 8	June 24	45.8	July 26	Aug. 11	51.2
1961	June 1	June 22	—	July 24	Aug. 8	—
1962	June 2	June 15	47.9	July 26	Aug. 15	50.8
1963	June 2	June 23	52.9	July 28	Aug. 10	59.6
1965	June 11	June 29	48.4	July 31	Aug. 16	46.1
1966	June 8	June 21	48.1	July 30	Aug. 15	54.9
1967	June 1	June 21	49.6	July 19	Aug. 2	58.1
1968	June 10	June 22	57.8	—	—	—
1969	June 14	July 10	53.7	July 29	Aug. 11	57.6

均値を求めると同じく6月5日となる。一方第1回成虫の50%羽化日は早い例で1956年の6月12日、遅い例では1969年の7月10日であり、その差は28日におよぶ。しか

し1969年は例外的なものであり、多くの場合6月20日近辺に多い。すなわち、早晚の極端な例である2例を除いて平均値を算出すれば6月21日となる。第1回成虫出現

の終息期は年によって変っているが、一般に7月下旬が多く、8月に入ってから羽化した例は1963～1965年の3年間引続いて認められた。第1回成虫の羽化曲線は早い年で6月中旬に、遅い年では6月下旬に最も多く羽化する時期があり、これより後半に長びく山型を示すのが一般的なものであった。1963年および1969年は7月中旬の羽化が相当みられ、この時期に主峰につぐ小ピークを生じた。この両年はいずれも7月上旬の気温が低く、1969年は6月上、中旬も低温であった。

第2回成虫の発生消長は8月上～中旬に最盛期のくる山型を呈し、年によってこれが若干前後する。すなわち、1966年と1967年は8月第1半旬にみられ、この両年は7月中、下旬の気温が特に高い年であった。その他は7月第2半旬にピークのあったものが3例あったほかは7月3～4半旬に最盛期が集中している。これに平行して初発日および終息日は変っているが、一般に初発は7月下旬にみられ、終息日は9月上旬であった。なお、1965年は8月第2、第3半旬で羽化がいったん減少し、

第4半旬で再び高くなっているが、この年は8月上旬から中旬にかけて低温であった。逆に1964年は8月第2半旬に全体の50%を越す羽化がみられたが、8月上旬が特に高温であった。

考 察

モモンクイガは円形の冬まゆの中に幼虫で越冬する。発生回数は地方により異なり、岡山県では年3回で、第1回成虫は5月下旬～7月上旬、第2回のそれは7月中旬～8月上旬、さらに第3回めは8月中旬～9月上旬に出現する(松本ら, 1927)。また北海道では札幌附近で年2回発生するのが普通であるが、年によっては年1回にとどまることがある(宮下ら, 1955)という。シベリヤ地方では年1回発生で成虫は7月上旬から8月中旬まで出現し、8月10日から老熟幼虫で越冬に入る(TIKHONOV, 1962)といわれる。

青森県の津軽地方では豊島(1931)の研究結果と同様明らかに2峰型の発生を示し、第1回成虫は6月上旬～7月上旬、第2回成虫は7月下旬～8月下旬に出現し、

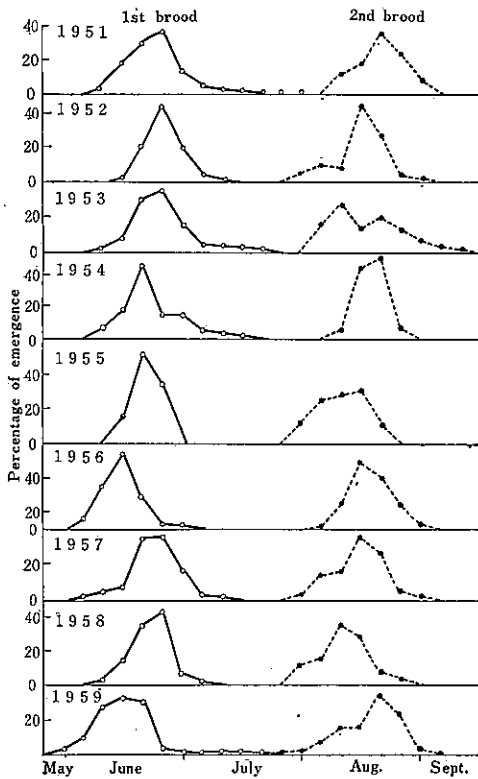


Fig. 1a. Trend of adult emergence of the peach fruit moth in field cage.

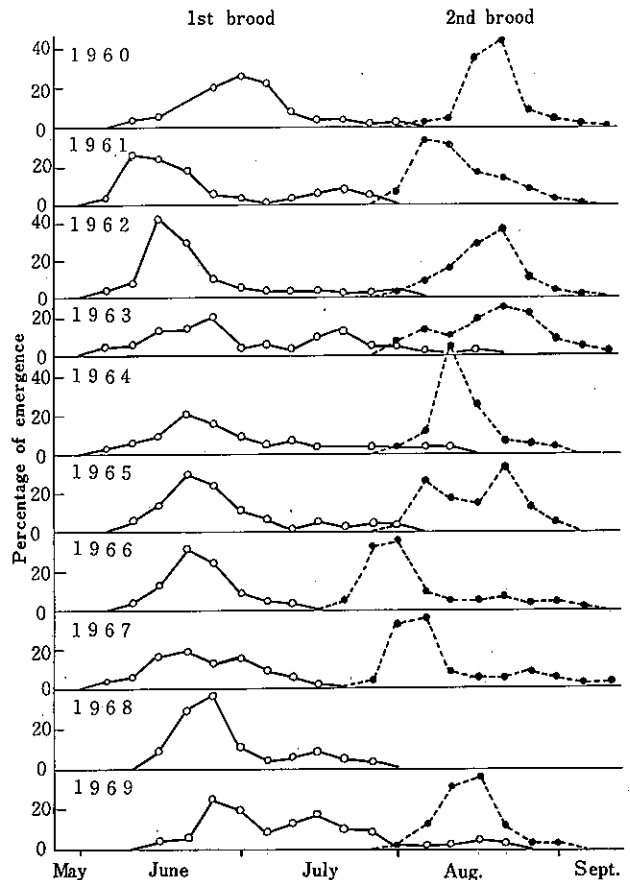


Fig. 1b. Trend of adult emergence of the peach fruit moth in field cage.

その最盛期はそれぞれ6月中～下旬および8月中～下旬である。

こうした昆虫の生活環は、環境すなわち気象条件特に温度、日長などに支配されることは広く知られている。

休眠のないイエバエ *Musca domestica* LINNAEUS, ミカンハダニ *Panonychus citri* (MCGREGOR) や、マイマイ *Lymantria dispar* LINNAEUS のような1化性の種類では光の条件に反応しないが、外因性休眠を持つ多化性のもものでは休眠は光の条件でできるものが多いといわれる。例えばヨトウガでは西ヨーロッパから日本に至るまで広く分布しており、分布圏の西部では南下するにつれて年世代数が増加する(DANILEVSKII 1961)。Leningrad州でヨトウガが年1化に限られるのは、7月でも低温であるために有効積算温度が不足して2世代めの発育が阻止されるだけでなく、光周反応が抑制されて長日下でも休眠が起るからとされている。

モモンクイガについても、TOSHIMA ら (1961) は休眠が日長に大きく影響されており休眠性に関して地域的に分化している可能性のあることを指摘している。

摘 要

1951年から1969年までは場の一角に設置してある網室内でモモンクイガの成虫発生消長を調査した。

その結果第1回成虫の初発は、最も早い年で1959年の5月27日、最も遅い年で1969年の6月14日であった。

おおむね第1回成虫は6月上旬から7月上旬まで、第2回成虫は7月下旬～8月下旬に出現し、その最盛期は第1回が6月中～下旬、第2回は8月中～下旬である。

(2) ほ場における産卵消長

共同研究者 山田雅輝, 白崎将彦, 長田和一
斎藤靖夫, 小山信行, 関田徳雄

調査方法

1960年から1969年までりんご試験場内の薬剤散布をまったく行っていないリンゴ園(品種、紅玉)において調査果100個に産卵される卵を毎日調査した。調査後卵は有柄針で取り除いておき、毎日同一果実について継続的に調べた。また別に1963～1968年にりんご試験場C-1号にはにおいて殺虫剤の散布を行っていない紅玉100～200果について、半旬ごとに産卵数を調査した。この際調査果以外は6月中～下旬から有袋とした。

さらに南津軽郡平賀町唐竹における産卵消長をやはり薬剤散布の行っていないリンゴ園(品種、倭錦)で同様100果あたりの産卵数を1961年から1963年まで調査した。

結 果

無散布ほ場における産卵消長は年によって相当変化しているが、一般に早い年で6月上旬から産卵が開始され、6月中～下旬に小さな山があり、7月下旬から8月

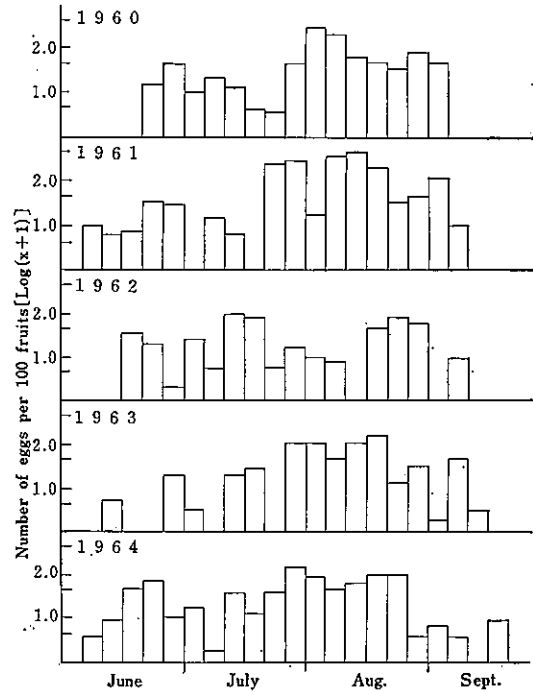


Fig. 2. Trend of egg laying of the peach fruit moth on apple fruits on the non-sprayed tree.

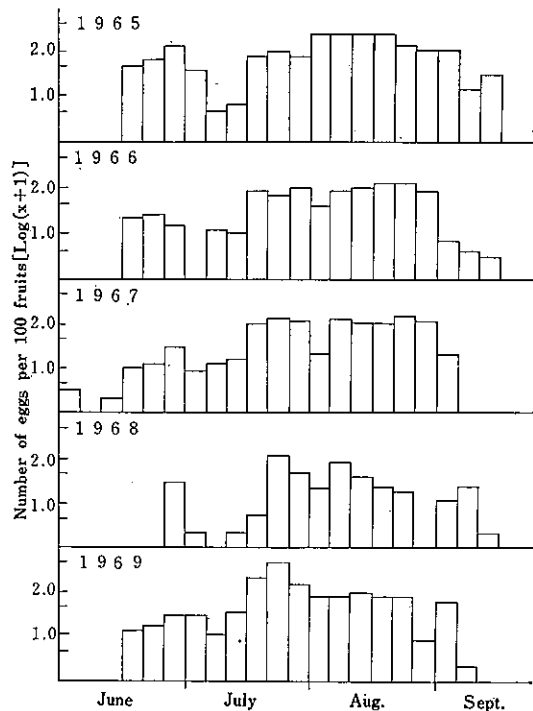


Fig. 3. Trend of egg laying of the peach fruit moth on apple fruits on the non-sprayed tree.

中旬にかけて本格的な産卵が行なわれて9月上～中旬で終る。第1回めの山は第1回成虫による産卵とみなされ、産卵数はそれほど多くないが、第2回成虫の産卵とみられる7月下旬からのものは産卵数は多く、産卵期間も長期にわたる。

このように2回発生型をとるのがりんご試場では一般的なもので1960, 1961, 1964, 1965, 1966年などは典型的なものである。このほか年によって3つの産卵の山がみられることがあり、これは1967年のC-1号ほでみられた。この場合第1の山は6月中～下旬、第2の山は7月中～下旬、第3の山は8月中～下旬であった。9月上～中旬の気温が高いときは9月中旬まで産卵が継続することがあり、そのような例は1964, 1965, 1966, 1968年などにみられた。また最初の産卵は6月上～中旬の気象によって早晚があり、1961, 1964, 1967年などは比較的早く、1960, 1968年は遅い例であった。

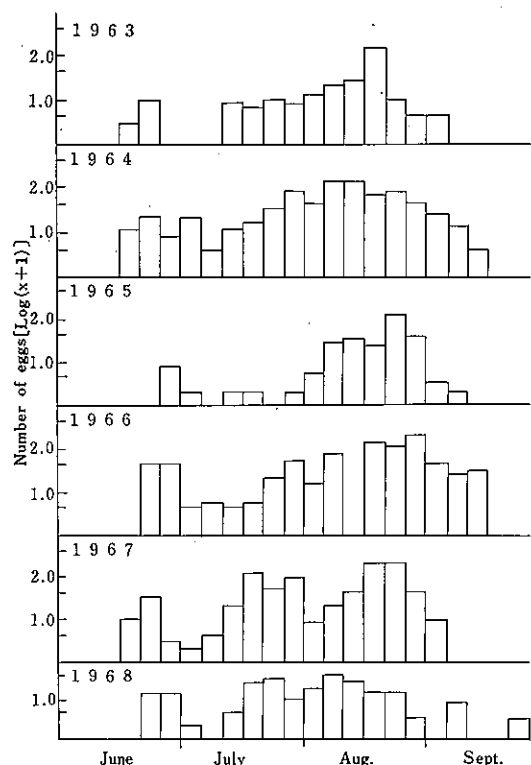


Fig. 4. Trend of egg laying on the sprayed tree.

一方、平賀町唐竹における産卵消長をみると第5図のようであり、1961～1963年の3か年とも3峰型を示し、中でも7月中～下旬の産卵が圧倒的に多く、6月中～下旬の第1回の山が低いのが特徴的である。

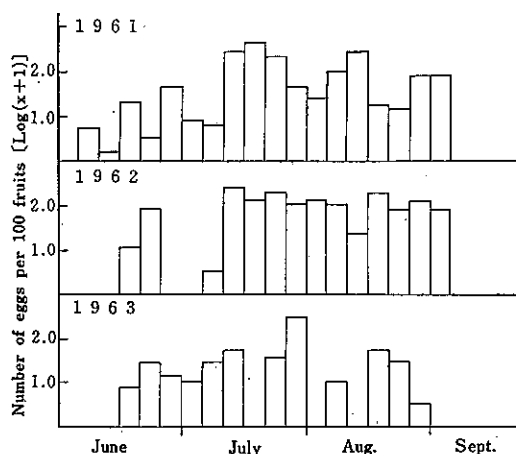


Fig. 5. Trend of egg laying on the sprayed tree at Hiraka

考 察

豊島(1931)は成虫の羽化後15～16時間のうちに産卵するものもあるが、一般には1～3日後に多いと報告しているように、成虫出現期と産卵期はほぼ一致していると考えてよい。しかし、成虫が出現しても産卵のために必要な条件はかなり複雑であり、風、雨、温度、湿度、月明などのほかに寄主の果実発育状態などが関与するようである。

成虫の活動は20℃前後の日射量の少ない時に盛んで、25℃以上または18℃以下になると衰え(福島, 1953)、果実の特性のうち、果面の毛茸の多少が産卵選好にかなり影響する(福島, 1957)ことが明らかにされている。

著者の産卵調査でも、いったん条件が揃うと6月中旬から9月中、下旬まで第1世代と第2世代の区切りがなくほとんど連続的に産卵が行なわれる。

このことから、果実の袋掛け時期をきめる上で産卵の初期を把握することが大切であり、とりも直さず第1回成虫出現の初発日子察が重要なことになる。

摘 要

無散布樹および殺菌剤のみ散布している樹について、モモンクイガの産卵を調査した。その結果は次のとおりである。

産卵開始は年による差はあるが、早い年で6月上旬からみられ、6月中～下旬に1つの山があり、さらに7月下旬から8月中旬に最盛期となり、8月上～中旬で終る。

(3) 青森県内における第1回成虫発生時期の地域差

共同研究者 山田雅輝, 白崎将瑛, 斎藤靖夫
小山信行

試験方法

前年に被害果実を収容しておいた網室またはほ場の素焼鉢から越冬後の冬まゆを4月中旬に採集し、殺菌した

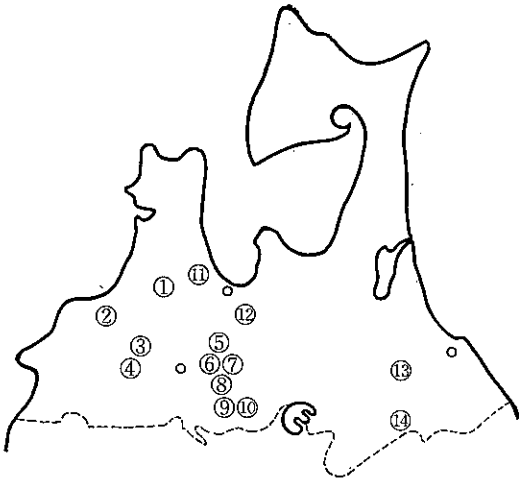


Fig. 6. Localities where specimen was collected for the study on the geographical difference of adult emergence in the first brood.
 1, Kanagi; 2, Ajigasawa; 3, Hyakuzawa; 4, Dai-aki; 5, Kuroishi; 6, Machii; 7, Karadake; 8, Nagamine; 9, Ikarigaseki; 10, Hisayoshi; 11, Okunai; 12, Kohata; 13, Gonohe; 14, Sannohe.

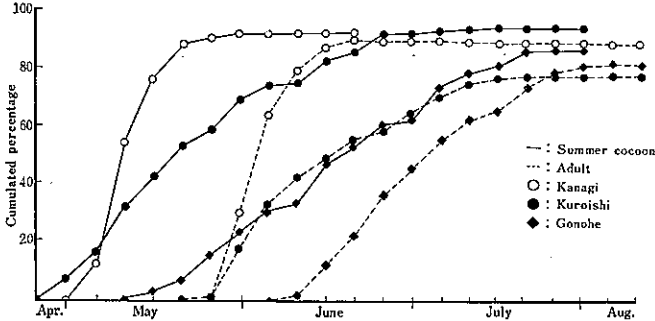


Fig. 7. Geographical difference in trend of spinning summer cocoons and adult emergence in the peach fruit moth in 1963

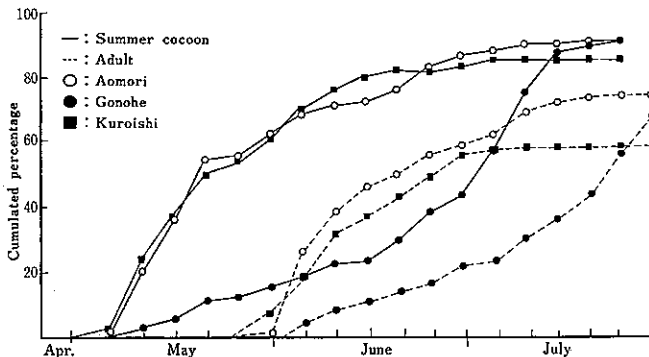


Fig. 8. Geographical difference in trend of spinning summer cocoons and adult emergence in the peach fruit moth in 1964

湿砂を半分位まで入れた管びん(径1cm,長さ4cm)に入れ、軽く綿栓をしてから蒸留水で湿度を調節してあるデシケーターに入れて通風のよい室温下においた。これを毎日一定時刻に調査して、夏まゆの形成を開始したものを、羽化したもの数をそれぞれ記録した。調査は1963年から1966年までりんご試験場ならびにはかの地域から得られた個体群について実験した。

なお、調査地点の分布は第6図のとおりである。

結果

1963年に実施した北津軽郡金木町産、黒石市産、三戸郡五戸町産の消長は第7図に示したとおりで、夏まゆ形成消長は黒石産のもので最も早くからみられ、つづいて金木産のものが早かったが、金木産のものは夏まゆ形成が開始されてから約10日で50%以上となり、黒石産のものより急激に行なわれた。これに対し黒石産の夏まゆ形成は5月上旬に多い時期があり、その後やや衰え、6月中旬に再びやや多くなり全体としては形成曲線が横ばい状態となった。五戸産のものは夏まゆ形成の開始期が黒石産より約2週間遅れたほかその後の消長も少しずつだらだらと行なわれるため黒石産のものよりさらに横ばいの著しい曲線となった。羽化消長は全体的に夏まゆ形成

消長よりやや急激に行なわれるほかはそれぞれの産地の夏まゆ形成消長とおおよそ平行して行なわれた。すなわち、金木産は5月6半旬から急激に羽化し、10日間で60%近い羽化率を示し、6月中旬までにほとんどのものが終了したが、黒石産のものは5月5半旬から6月2半旬まで多く羽化し、その後も少しずつ長期にわたってみられた。五戸産のものは6月初めから羽化し始め6月下旬まで長期間にわたって少しずつ行なわれた。

1964年はりんご試験場1号園産、青森市幸畑産、五戸町産のものについて比較検討したところ第8図のような夏まゆ形成消長および羽化消長がみられ、りんご試と青森市から得られた2個体群は夏まゆ形成消長でほとんど類似していたが、青森産のものが6月中、下旬の形成がやや多くみられた。これに対し五戸産のものは5月上旬から夏まゆ形成が始まったにもかかわらず6月上旬まで少しずつしか行なわれず6月3半旬から急激に多くなって7月中~下旬でようやく終了した。羽化消長はおおよそ夏まゆ形成消長と類似した消長を示した。ただ本年の場合第3表に示したように夏まゆ形成率と羽化率との間に25%ほどの差があったり

Table 3. Period of summer cocoon spinning and of adult emergence of the peach fruit moth in different localities.

Year	Locality	No. of winter cocoon	Spinning of summer cocoon				Emergence of adult				Mortality within summer cocoon (%)
			Initial date	50%-date	Final date	% of spinning	Initial date	50%-date	Final date	% of adult emergence	
1963	Kuroishi C.	200	Apr.29	May16	July22	95	May25	June 7	July 24	79	16
	Kanagi-machi	50	May 1	May10	May29	92	May29	June 2	June18	90	2
	Gonohe-machi	100	May10	June15	July 19	88	June 8	June29	July30	83	5
1964	Kuroishi C.	100	May 1	May17	July 3	85	May26	June 8	July 14	60	25
	Kohata (Aomori C.)	100	May 2	May16	July 9	90	May29	June 9	July24	74	16
	Gonohe-machi	100	May 8	June27	July25	90	June 1	July 15	Aug. 3	68	22
1965	Kuroishi C.	100	May10	May31	July 12	76	June 2	June14	July 21	48	28
	Karadake (Hiraka-machi)	50	May23	June28	July 16	58	June14	July 12	July30	22	36
	Ikarigaseki-mura	50	May18	May31	July 23	58	June 6	June17	July 7	22	36
	Nakamura (Ajigasawa-machi)	50	May 9	May21	June30	90	June 2	June12	July 15	28	62
1966	Hyakuzawa (Iwaki-machi)	42	May14	May21	June 1	76	June 9	June13	June20	67	9
	Daiaki (Nisimeya-mura)	160	May 4	May17	July26	78	June 8	June13	July 17	64	14
	Nagamine (Owani-machi)	90	May 8	May21	July 8	87	June 5	June16	July 20	68	18
	Machii (Hiraka-machi)	90	May12	May30	July 25	88	June 9	June19	Aug. 5	78	10
	Hisayoshi (Ikarigaseki-mura)	117	May 9	June 7	July28	92	June10	July 3	Aug. 4	81	11
	Kuroishi C.	109	May 9	May18	July 8	86	June 7	June12	July 20	74	12
	Okunai (Aomori C.)	119	May12	May24	July 16	92	June10	June16	July30	82	10
	Kohata (Aomori C.)	90	May 9	May17	July 2	92	June 7	June12	July 17	70	22
	Gonohe-machi	56	May 9	June27	July 19	55	June18	July 16	July30	32	23
Sannohe-machi	20	May16	July 2	July 15	50	June12	July 20	July 24	50	0	

んご試の例や23%位の差があった五戸個体群などでみられるように1963年に比較して羽化率は悪かった。

1965年はりんご試験場産、南津軽郡平賀町唐竹産、南津軽郡碓ヶ関村産、西津軽郡鮎ヶ沢町中村産の個体群について調査し、第3表および第9図のような結果を得た。すなわち、中村産のものは5月上旬から夏まゆ形成が始まり、中旬に急増して5月中に80%位終了した。り

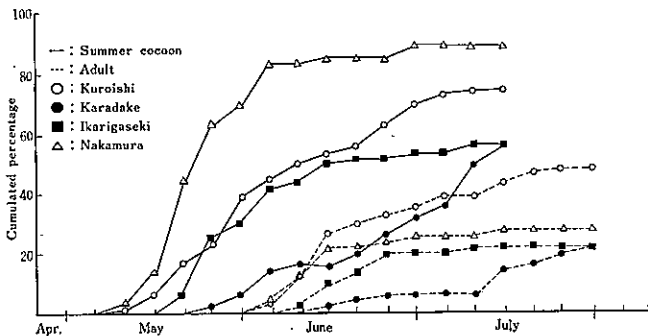


Fig. 9. Geographical difference in trend of spinning summer cocoons and adult emergence in the peach fruit moth in 1965

んご試産のものは夏まゆ形成開始期は中村産とほとんど同時にみられたが、5月中の羽化数はやや少なく、反面6月下旬に組み替える個体が中村産のものより多かった。碓ヶ関産では夏まゆ形成の開始期が前二者より約10日遅れたほかは中村産の消長に近似しており、前半の形成率が高い曲線となった。一方唐竹産の個体群は夏まゆ形成開始が碓ヶ関産のものよりさらに10日遅れたほか形成消長は5月中のものが少なく、6月下旬から7月上旬にかけて多かった。羽化消長は全体的に夏まゆ形成消長を右側に移行した形で表われているが、本年は羽化率が特に悪いため夏まゆ形成曲線を押しつぶした形となった。

すなわち、第3表にみられるように羽化率の比較的良好なりんご試産のものでも48%位でその他の個体群では20~30%の低率であった。

1966年は第10図および第11図に示したとおり青森県内10か所の個体群について調査した。これらの図および第3表から

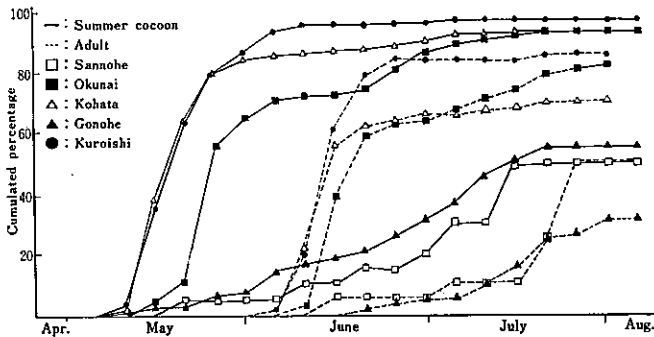


Fig. 10. Geographical difference in trend of spinning summer cocoons and adult emergence of the peach fruit moth in 1966

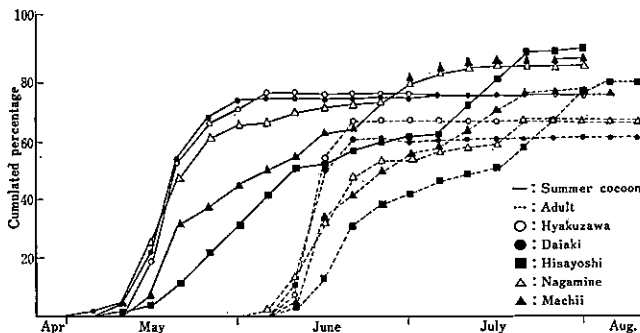


Fig. 11. Geographical difference in trend of spinning summer cocoons and adult emergence of the peach fruit moth in 1966

も明らかなように、りんご試験場ならびに五戸産のものはこれまで3年間の成績とあまり変りなく経過し、夏まゆ形成消長においてりんご試産は5月中に大分組み替えが行なわれたが、五戸産のものでは6月から7月にかけて徐徐に行なわれた。りんご試産と類似した消長をしたものは百沢、大秋、長峰、幸畑などの個体群であり、奥内産もこれと似た消長であるが、夏まゆ形成開始期が前記のものより約10日遅れた。一方、五戸産と類似した消長を示したものに三戸産の個体群があり、これは五戸産よりさらに遅れて夏まゆ組み替えが行なわれる傾向が認められた。つぎに、久吉産と町居産はりんご試産と五戸産の中間的な消長を示し、夏まゆ形成消長において初発はりんご試産とほとんど同時にみられたが、5月中の夏まゆ形成率は50%以下にとどまり、町居産では6月下旬に、久吉産では7月上旬にかなり多くの個体が組み替えをした点でりんご試産のものと異なる。

羽化消長はこれまでの成績と同じく夏まゆ形成消長と類似した経過をたどるので、夏まゆに組み替えてからの死亡率が特に高くない限り、夏まゆ形成消長の曲線を右側に平行移動した形でみられた。

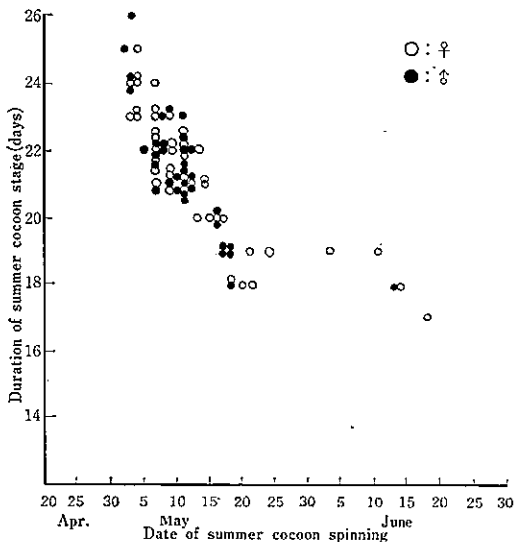


Fig. 12. Relation of the longevity of summer cocoon stage to the initial date of spinning in the strain collected from Kuroishi in 1962.

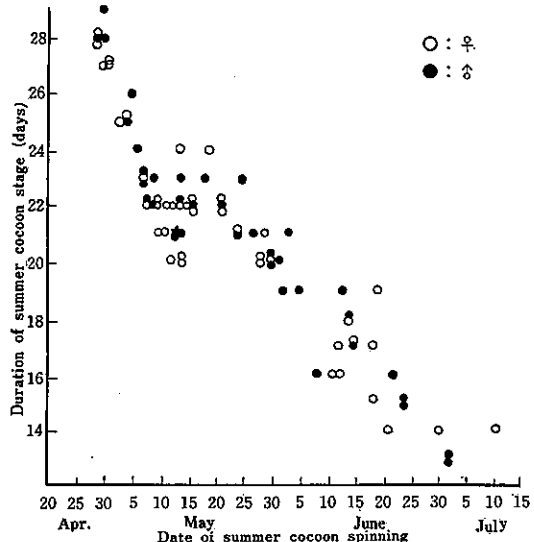


Fig. 13. Relation of the longevity of summer cocoon stage to the initial date of spinning in the strain collected from Kuroishi in 1963.

夏まゆ形成率では五戸産と七戸産が非常に悪く、50~60%にとどまり、ついで大秋産、百沢産が70%台、他のものは85~95%位で非常によかった。また夏まゆの組み替えが行なわれた後の死亡率が20%以上と高くなったものは幸畑産と五戸産でみられ、その他はおおむね10%内外であり、三戸産のものは夏まゆを形成した個体は全部羽化をみた。1962年と1963年のりんご試産のものについて雌雄別に夏まゆ期間（夏まゆ形成を始めた日から羽化日まで）を調査したところ第12図および第13図のようになり、兩年とも早く夏まゆを形成したもののほど夏まゆ期間は長く、4月下旬に形成したものは28日近く夏まゆ期間があるのに対し、6月下旬に形成したものは2週間以内のものもあった。これは遅く形成したもののほど高温に恵まれ、それだけ早く発育するから遅いものほど夏まゆ期間が短縮するのは当然であるが、一定の時期に夏まゆ形成に入った個体がおよそいつ頃羽化するかを予想するためにはそれぞれの時期の夏まゆ期間を夏まゆ形成日に加えればよいことになる。なお、1962年、1963年とも雌雄による夏まゆ期間は脱出時期に関係なくほとんど差がない。また雌雄による夏まゆ形成期の違いは認められなかった。

考 察

夏まゆ形成時期および第1回成虫の羽化期を青森県内14地点から採集した材料について調査した結果から、日本海側の黒石、太平洋側の五戸、中間の3つの型が認められる。これらはまだ明らかな生態型として類別するには成虫の交配試験などが残されているが、5月下旬から7月上旬までゆるやかな曲線を描きながら上昇する黒石産のものと、羽化の開始期は黒石産と同じであるが急上昇で6月中旬までに羽化する金木産のもの、さらに羽化開始期が前二者よりも半月遅く、7月下旬までにゆるやか

な曲線で羽化する五戸産のものがある。

この点に関して福島ら（1965）も黒石産のものと五戸産のものを岐阜市で羽化させた場合に五戸産のものは黒石産のものにくらべて発蛾が2週間遅いことを認めている。

このような発生消長の差異があっても、個体飼育法によって把握することが可能であり、この方法は極めて直接的であるということがいえる。

摘 要

青森県内の14地点からモモンクイガ被害果を採集し、黒石市で越冬させ夏まゆ形成時期と第1回成虫羽化時期について、その地域性を調査した。その結果、大別して3つの型が認められ、1つは羽化期が5月下旬に始まって7月上旬までゆるやかな曲線を描く黒石産、いま1つは羽化開始期が約2週間遅れ、7月下旬までゆるやかな曲線を描く五戸産、残りは羽化開始期は黒石産と同時期ではあるが、6月中旬まで短期間に羽化する中間型のあることがわかった。

また、夏まゆ形成時期と夏まゆ期間の関係をみると、気温の上昇につれて夏まゆ期間は短くなる。

3. 津軽地方におけるモモンクイガ第1回成虫出現期の予察

(1) 統計的予察方法

共同研究者 種市賢蔵、神 義吉、山田雅輝
長田和一、斎藤靖夫

ア. 第1回成虫出現期と気温との関係
供試材料と実験方法

気象資料として網室から約30m離れた地点の露場における観測結果を用いた。

ただし、最高気温は1951~1969年の19年間を、また午前9時気温は1953~1969年の17年間を用いた。

Table 4. Correlation between the initial date of adult emergence of the peach fruit moth and the average of daily maximum temperature in the first brood moth.

Source	a	b	r ²	r	Probability
April 1—10	-0.500	12.250	0.240	-0.490	
April 11—20	-1.403	25.309	0.315	-0.561	*
April 21—30	-1.221	26.089	0.218	-0.467	
April 11—30	-1.038	37.442	0.420	-0.648	**
April 1—30	-2.259	38.462	0.380	-0.616	**
May 1—10	-0.502	15.57	0.042	-0.204	
May 11—20	-0.054	6.929	0.001	-0.037	
May 21—31	-1.248	32.136	0.302	-0.549	*
May 1—31	-2.264	51.865	0.274	-0.523	*
April 21—May 31	-0.772	32.771	0.340	-0.583	*
April 11—May 10	-0.709	40.375	0.687	-0.829	***
April 1—May 31	-1.631	60.331	0.179	-0.423	

Note 1. Calculation is based on the data from 1951 to 1969.

2. The values of a and b indicate the slope and the intercept of vertical axis, respectively, in the straight line, $Y=aX+b$ where, Y is the initial date of adult emergence reckoned from May 31

Table 5. Correlation between the initial date of adult emergence of the peach fruit moth and the average of daily temperature at 9 a.m. in the first brood moth.

Source	a	b	r ²	r	Probability
April 1—10	-1.557	17.748	0.384	-0.620	*
April 11—20	-1.502	19.053	0.304	-0.551	*
April 21—30	-1.115	19.210	0.134	-0.367	
April 11—30	-1.240	32.133	0.407	-0.633	**
April 1—30	-3.281	37.547	0.692	-0.832	***
May 1—10	-0.624	14.432	0.066	-0.256	
May 11—20	-1.128	23.023	0.148	-0.385	
May 21—31	-1.713	33.198	0.491	-0.701	**
May 1—31	-2.614	45.853	0.465	-0.682	**
April 21—May 31	-0.434	16.928	0.072	-0.268	
April 11—May 10	-0.725	32.104	0.310	-0.557	*
April 1—May 31	-2.039	56.980	0.794	-0.891	***

Note 1. Calculation is based on the data from 1951 to 1969.

2. The values of a and b indicate the slope and the intercept of vertical axis, respectively, in the straight line, $Y=aX-b$, where, Y is the initial date of adult emergence reckoned from May 31.

結 果

モモンクイガの成虫が1頭でも網室内で認められた日を初発日とし、4月から5月までの午前9時気温と最高気温との関係を吟味した結果は第4～5表のとおりである。

その中から、比較的高い相関係数を示したのは、午前9時気温との関係では4月、4月中旬+下旬、5月、5月下旬および4月+5月であり、最高気温との関係では4月中旬+5月上旬、4月中旬+下旬および4月であった。

考 察

モモンクイガは果実内で4齢を經過し(津川ら, 1960)老熟幼虫となってこれから脱出し地中で越冬する。この場合幼虫は地表から数cm下で円形の冬まゆを作り、翌春5月中～下旬にこのまゆから脱出して地表上をほふくし、新たに長円形の夏まゆに作り替えて蛹化する。青森県の津軽地方では11月から翌春3月まで積雪下にあるから、この期間は比較的一定の条件下に置かれているとみてさしつかえない。したがって、本虫の第1回成虫出現期の早晩は、消雪期の早晩に影響されるものと考えてよい。しかも消雪期が一般に3月末か4月始めであるため、4月以降の気温の変化が成虫出現期を左右する重要な条件として関与するものと考えられる。

すでにニカメイチュウ(石倉・広瀬, 1943)およびサンカメイチュウ *Tryporyza incertulas* WALKER(坪井, 1951)でも明らかにされているように、これら成虫の出現時期と冬季間あるいは越冬後の春期の気温との間には深い関係があるが、同様にモモンクイガ第1回成虫の出現には4月以降の午前9時気温および最高気温が密接な関係

を持っていることは明らかである。著者の調査結果からも消雪後の4月中旬以降の気温とモモンクイガ第1回成虫初発日との間にはかなり高い相関のあることがうかがわれ、具体的に成虫の出現する6月上旬の時期からみて、1か月以上も前にある程度予察できるようである。

摘 要

モモンクイガ第1回成虫初発日と気温との関係について最高気温では1951年から1969年までの19年間、また午前9時気温では1953年から1969年までの17年間の資料

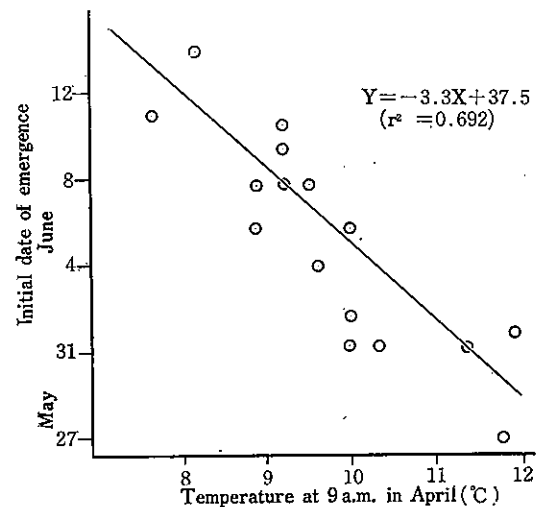


Fig. 14. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the temperature at 9.00 a.m. in April.

を用いて吟味した。その結果、最高気温では4月中旬+下旬+5月上旬との間に最も高い -0.829 の相関係数を示し、ついで4月中旬+下旬との間に -0.648 の相関係

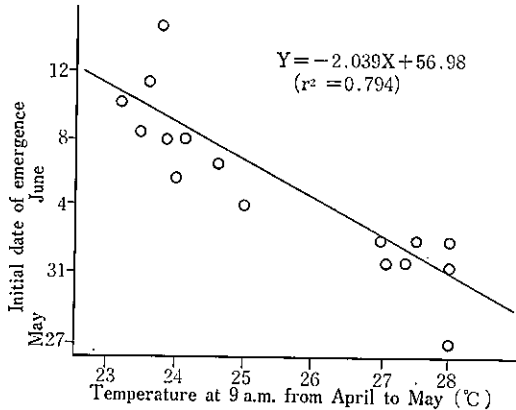


Fig. 15. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the temperature at 9.00 a.m. in April and May.

数を得た。また、午前9時気温では4月+5月の間に -0.891 、4月との間に -0.832 の値を得た。

なお、最高気温による予察式は次のとおりである。

$$4\text{月中旬}+\text{下旬} \quad y = -1.038x + 3.7442$$

$$4\text{月中旬}+4\text{月下旬}+5\text{月上旬} \quad y = -0.709x + 40.375$$

また、午前9時気温による予察式は次のとおりである。

$$4\text{月} \quad y = -3.3x + 37.5$$

$$4\text{月}+5\text{月} \quad y = -2.039x + 56.98$$

この際、 y はモモンクイガ第1回成虫の初発日で、5月31日を起算日とした。

イ. 第1回成虫出現期とリンゴの生育との関係

供試材料と実験方法

リンゴの生育に関する資料は青森県りんご試験場栽培科の調査によるものである。なお、満開日は7~8分どおり開花したことをさし、落花日は7~8分どおり落花した時と定められている。

結果

モモンクイガ第1回成虫の初発日とリンゴの生育との関係を吟味したところ、第6表の結果を得た。

これによるとリンゴの品種祝、紅玉あるいは国光の満

Table 6. Correlation between the initial date of adult emergence and the stage of apple growth in the first brood moth of the peach fruit moth.

Source	a	b	r ²	r	Starting date of reckoning
Full bloom of American Summer Pearmain	0.931	4.219	0.635	0.797***	May 10
Jonathan	0.938	1.757	0.598	0.773***	May 10
Ralls Janet	0.665	-0.576	0.442	0.665**	May 10
Petal fall of American Summer pearmain	0.962	3.047	0.893	0.945***	May 15
Jonathan	1.008	5.1.7	0.806	0.898***	May 20
Ralls Janet	0.767	1.875	0.637	0.798***	May 20

開日や落花日とかなり高い相関のあることを示している。

考察

生物学的過程の速度は、一般に生物温度の範囲内では加熱により増加し、冷却によって減少する(八木、蒲生、1942)から生物現象が正常に起る温度、すなわち、生物温度は自然界の比較的狭い範囲で動植物に作用している。昆虫が気象条件のうち特に温度に影響されると同様に植物もまた温度に左右されながら生育する。それらの感応は必ずしも同一ではないにしても、生物季節学的に害虫発生の指標植物として活用できるものがあるれば、その活用をはかるべきである。しかしながら、野村(1947)も指摘しているように、蚊(*Culex* spp.)の場合には真の休眠に入らないので短時間の高温に接触しただけでも活動を開始するのに反して、卵、幼虫あるいは蛹で越冬するものでは短時間の高温では何等の反

応も示さず、それらは長期間の総合的影響によってはじめて反応を示すことになる。この長期間の総合的影響が指標植物の意義をさらに高めるものである。すなわち、単なる温度や湿度だけでなく、かなり複雑な多種類の要因が累積してはじめて動植物の発育が行なわれるからである。したがって、これら要因の主要なもの温度であり、害虫の発生予察に温度を活用することはさしつかえないが、さらに一步進めて指標植物を求めることも極めて有意義である。この際、指標植物はその害虫とあまり縁の薄いものよりも、容易に観察できるものが望ましい。その最も適切なものとしては害虫の寄主植物である。一般に1年生作物では栽培条件殊に播種期あるいは定植期の早晚によって同一地域でも、生育にかなりの遅速を生じるのでその作物に寄生する害虫の発生予察に活用するわけにはいかない。一方果樹においては永年作物であるために、栽培条件によってその生育に遅速をき

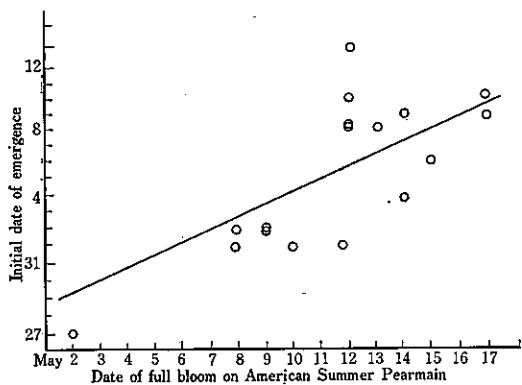


Fig. 16. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the date of full bloom on American Summer Pearmain.

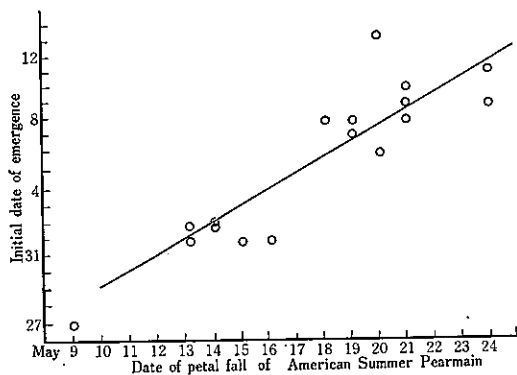


Fig. 19. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the date of petal fall of American Summer Pearmain.

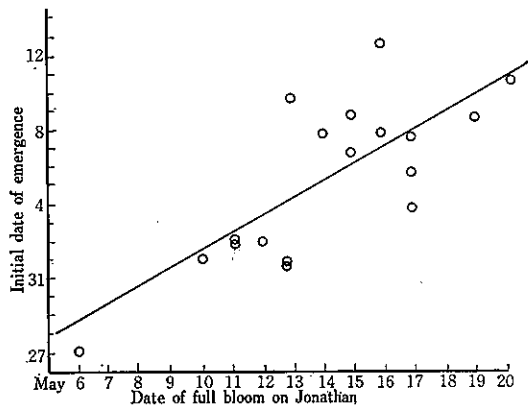


Fig. 17. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the date of full bloom of Jonathan.

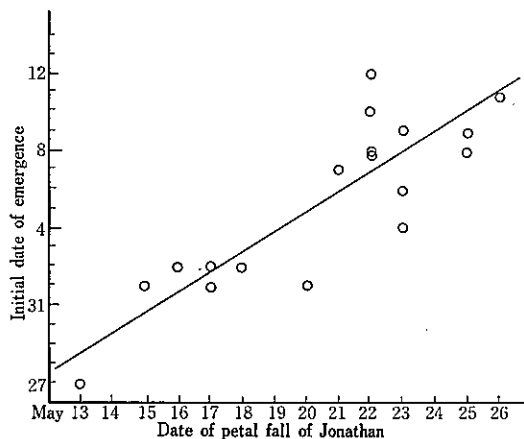


Fig. 20. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the date of petal fall of Jonathan.

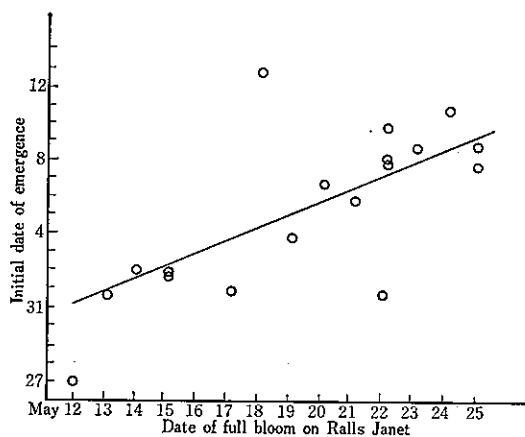


Fig. 18. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the date of full bloom of Ralls Janet.

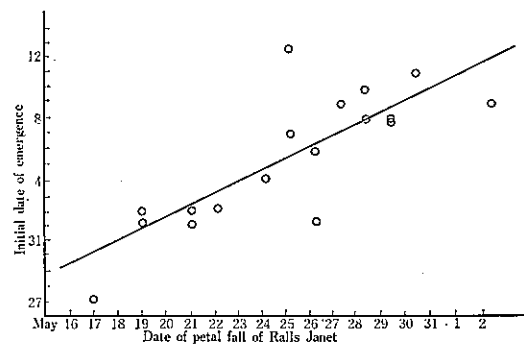


Fig. 21. Relation between the initial date of emergence of the first brood adults of the peach fruit moth and the date of petal fall of Ralls Janet.

たすことはほとんどないので害虫発生の生物指標としては極めて有意義である。リンゴ主要害虫の発生予察にリンゴ樹を指標植物として取り上げた理由もここにあった。また、リンゴ樹の生育のうち満開日や落花日などの時期については同一の方法で長年調査が行なわれているのでこれを活用した。すでに SISLER ら(1943)はリンゴのデリシャス品種が満開期に達するには、2月1日から最高気温で43°F以上の積算温度が922~1148°Fになることを要するとし、4月1日においてこの温度が高い程満開期が早いといっている。このことは害虫の発生と気象条件および寄主としてのリンゴの生育と気象条件との関係から進んで、害虫の発生がリンゴの生育からある程度推察できる可能性を示唆している。しかも、リンゴの主要品種である祝、紅玉、国光などの生育とモモンクイガ第1回成虫出現期との間に高い正の相関が認められるから、水稻や畑作にはみられない特徴としてこの方法を今後の発生予察の新しい方法として活用すべきであると考える。

摘 要

モモンクイガ第1回成虫の初発日とリンゴ主要品種の生育との関係を吟味したところ、祝、紅玉および国光の満開日ならびに落花日との間に極めて高い相関関係のあることがわかった。すなわち、最も相関係数の高いのは祝落花日との間に0.945、ついで紅玉落花日との間に0.898の値を得た。

なお、満開日と落花日からの予察式はそれぞれ次のとおりである。

$$\text{満開日 祝 } y=0.931x+4.219$$

$$\text{紅玉 } y=0.938x+1.757$$

$$\text{国光 } y=0.665x-0.576$$

$$\text{落花日 祝 } y=0.962x+3.047$$

$$\text{紅玉 } y=1.008x+5.107$$

$$\text{国光 } y=0.767x+1.875$$

(2) 実験的予察方法

共同研究者 山田雅輝、白崎将瑛、小山信行

ア. 冬まゆ形成時期と夏まゆ形成ならびに羽化消長との関係

実験材料と方法

1963年に実施した休眠時期に関する調査において得られた冬まゆを供試した。

すなわち、冬まゆを形成した個体は8月上旬から10月中旬まで約10日ごとに得られているので、これらの冬まゆを砂を入れた直径12cm高さ15cmの藁籠鉢に入れ、鉢の上部が地表より1cm位高くなるようにして整地したは場に埋めて越冬させ、加温区は消雪前の3月12日にとり出してデシケーターを利用した個体飼育法により20°Cの定温で飼育し、室温区は4月20日にはほ場から個体飼育に移した。なお、冬まゆ形成時期とそれぞれの供試数は第7

表のとおりである。

結 果

20°Cに加温した場合の夏まゆ形成をみると第22図のように、8月11日から20日までの間に冬まゆを形成した第2区で開始日が約10日遅れ、その後の消長も加温後35日以上経過してから多くなり、最も多いのは55日後で、それより10日後にはほとんどの個体が終了した。つ

Table. 7. Experimental design to reveal the difference of the spinning time of summer cocoons and adult emergence in relation to the spinning time of winter cocoons of the peach fruit moth

Series No.	Spinning time of winter cocoon	No. of winter cocoon	
		At constant temperature	At room temperature
1	July 30—Aug.10	—	35
2	Aug. 11—20	30	46
3	Aug. 21—Sept. 5	30	50
4	Sept. 6—10	30	50
5	Sept.11—26	30	50
6	Sept.27—30	—	34
7	Oct. 1—10	30	50
8	Oct. 11—21	30	50
9	Oct. 22—31	—	30

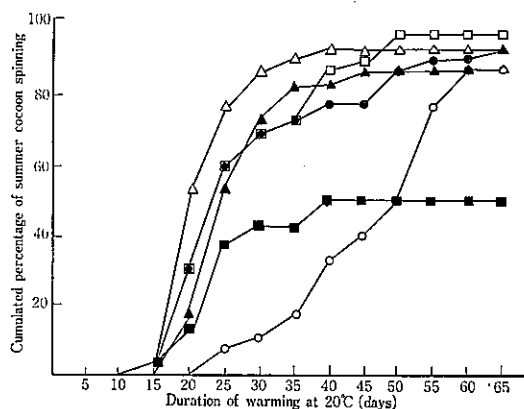


Fig. 22. Cumulative percentage curve of summer cocoon spinning at 20°C in relation to the time of spinning of winter cocoons of the peach fruit moth (1964).

The spinning time of winter cocoons shown in Fig. 22 and Fig. 23 were as follows:

- Aug. 11—20
- Aug. 21—Sept. 5
- △—△ Sept. 6—10
- ▲—▲ Sept. 11—26
- Oct. 1—10
- Oct. 11—21

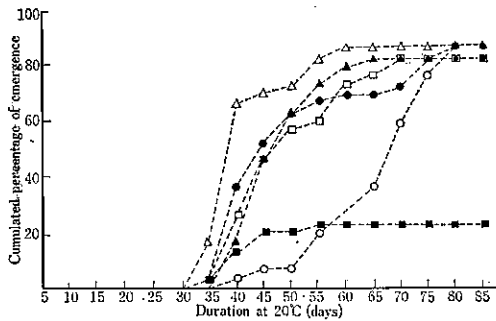


Fig. 23. Cumulative percentage curve of emergence at 20°C in relation to the time of winter cocoon spinning of the peach fruit moth.

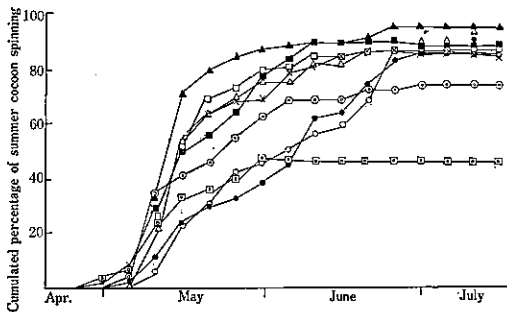


Fig. 24. Relation to the spinning time of summer and winter cocoons of the peach fruit moth in laboratory.

The spinning time of winter cocoons shown in Fig. 24 and Fig. 25 were as follows:

- July 30—Aug. 10
- Aug. 11—20
- △—△ Aug. 21—Sept. 5
- ▲—▲ Sept. 6—10
- Sept. 11—26
- Sept. 27—30
- ×—× Oct. 1—10
- ⊙—⊙ Oct. 11—21
- ◻—◻ Oct. 22—31

いで第3, 4, 5, 7の各区は8月21日から10月10日までに冬まゆを形成したものであり、いずれも加温後30日で70%以上のものが夏まゆ形成を終り、残った個体も50日後までにはほとんど組み替えを終った。

一方、8区は10月11日以降10月21日までに冬まゆを形成したもので果実からの脱出時期が遅れた個体であり、この場合は夏まゆ形成率が非常に低く、50%にとどまった。加温した場合の羽化消長は夏まゆ形成消長と類似しており、夏まゆ形成より約15~20日遅れて現われている(第23図)。このうち第2~7区では羽化率にそれほど

大きな差はないが、第8区は羽化率が顕著に低く25%弱で、夏まゆ形成を行なったものの半数しか羽化しなかったことになる。

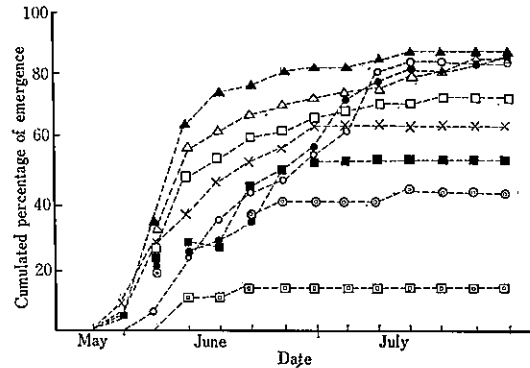


Fig. 25. Relation to the spinning time of winter cocoons and the time of emergence of adult at room temperature (1964).

また、通風のよい室温においた場合の夏まゆ形成消長は第24図に示したとおり全区で調査したが、第1区と第2区では類似した消長を示した。すなわち、両区とも夏まゆの形成が5月上旬から7月上旬までだだらと少しずつ行なわれ、夏まゆ形成率は95%を越す高率であった。これに対し第3~9区のもの5月中に大部分の個体が夏まゆの形成を終るといった前半の形成率が高い型を示した。しかし、この中でも第8区と第9区は夏まゆの形成まで至らずに死亡するものが多く、第8区では約25%、第9区では53%ほど死亡した。すなわち、10月中旬以降に果実から脱出したものはその時期が遅れるほど死亡率が高くなる傾向が認められる。同じく室温における羽化消長(第25図)においても、第1, 2区の羽化が不揃いで5月下旬から7月上旬まで少しずつ羽化し、第3~9区では5月下旬から6月中旬までに多くの個体が羽化終了した。また、羽化率は第1~4区において非常に高く85%程度であったが、これより冬まゆ形成時期が遅いものほど低下する傾向が認められ、殊に、第8区では50%弱、第9区では13%程度で非常に低い値であった。夏まゆの形成まで至りながらその後死亡した数は第6~9区で多く、いずれも20%以上であり、これも第9区で著しい。

加温した場合と室温においた場合では区による消長の変化はあまりなく、最終的な羽化率において若干差が認められた。両者において共通していることは8月20日以前に果実から脱出したものは夏まゆ形成ならびに羽化消長が整一でなく、五戸産などにみられるような少しずつ長期にわたる型を示し、8月下旬以降に果実から脱出したものは、消長の前半において大部分のものが夏まゆ形成ならびに羽化を行なうりんご試産などに認められた型を示したことである。また、10月以降に果実から脱出し

たものは羽化までに至る期間中の死亡率が高くなり、これは脱出の時期が遅れるほど著しくなる傾向も共通していた。

考 察

福島(1957 a)は、モモンクイガ幼虫の休眠は5°C前後の低温に1~3か月接触させることによって消去すると述べているが、黒石市で3月12日に冬まゆを20°Cに加温してみると、約15日後に夏まゆ形成を行なう。

この場合前年度の冬まゆ形成時期の早晩が翌春の夏まゆ形成に何らかの関係があるとすれば、成虫発生時期の予察上の手がかりをつかむことになる。

著者の実験によると、10月中旬のような遅い時期に冬まゆを形成したものは夏まゆの形成率が極端に低いことと、8月中旬の早い時期に冬まゆが形成されたものは、比較的遅くしかも緩慢に夏まゆを形成するが、その他の8月下旬から10月上旬までのものはほぼ同一の歩調で夏まゆを形成している。同様に第1回成虫の羽化消長も前記夏まゆ形成期の場合と同じ傾向である。

このことは、モモンクイガの冬まゆ形成期の早晩により、翌春の夏まゆ形成期ないしは第1回羽化期に差があることを意味し、この場合、8月中旬以前に冬まゆを形成したものが前述の地域差の項でのべた県南地方の型に近似していることが注目される。

摘 要

モモンクイガの冬まゆを3月12日に加温した場合と、室温に保持して、その後の夏まゆ形成および成虫羽化消長を調査したところ、次の結果を得た。

加温区では冬まゆ形成の早い8月中旬のものは、夏まゆ形成が約10日遅れ、しかも形成進行が緩慢である。

また、冬まゆが10月中旬のように遅く形成されたものは、夏まゆ形成率が極端に低かった。その他の8月下旬から10月上旬の間に冬まゆを形成したものは、20°Cで加温後、15日頃から夏まゆを形成しはじめ、30日後で70%、50日後にはほとんど夏まゆ形成を終った。

成虫の羽化消長もこれに似た傾向を示した。

一方室温に保持した場合でも、8月上~中旬に冬まゆを形成したものは、緩慢な速度で夏まゆを形成するが、その他の時期のものでは5月中旬にほとんど夏まゆの形成を終っている。しかし、10月中~下旬に冬まゆを形成したものは死亡率が高かった。

イ、夏まゆ形成消長による第1回成虫発生消長の推定
 (ア) 飼育条件に関する試験

試験方法

i 1960年および1961年に、前年の第2世代被害果から得られた幼虫をりんご試験場内の網室で越冬させ、4月中旬にこれらの冬まゆを採集して径14cm、深さ4cmのシャーレに湿った砂を半分位の深さまで敷いた上にのせ、蓋をして通風のよい室内に置いた。その後冬まゆより脱

出して夏まゆに組み替える虫数を調査し、組み替えたものは別のシャーレに移してさらにそれより羽化する虫数を調査した。この際、1960年の場合は網室で越冬したものだけ供試し、198個の冬まゆを4個のシャーレにそれぞれ49~50個を入れ、砂も水道水で洗浄しただけで熱処理しなかった。これに対し1961年は網室のもの131個をシャーレ3個に分け、ほ場で越冬したもの58個を1個のシャーレに入れて供試し、砂も洗浄後オートクレーブにより30分間熱処理したものを使用した。

ii 1961年4月24日および1962年4月18日に方法iと同様にして網室から得た冬まゆを殺菌した石英砂を入れた径1cm、長さ4cmのガラスチューブに1個ずつ入れ、綿栓をしてから蒸留水を入れ湿度調節した小型デシケーターに収容し、通風のよい室内に置いた。同様にして1961年にはデシケーターに収容した冬まゆ40個と飽和食塩水をもって湿度調節したデシケーターに収容した冬まゆ33個を20°Cの定温器に入れて置いた。これらの個体飼育したものは毎日一定時刻に夏まゆ形成ならびに羽化の有無を調査記録した。

結 果

1960年と1961年に実施した40個前後で集団飼育した場合の羽化消長は第26図のようになり、夏まゆ形成消長は4月下旬から始まり、5月上旬まで続き、全体としてはモードより後半に長びく山となった。一方成虫の羽化消長は5月下旬から始まり6月上旬が最盛期となったが、1960年の場合モードから後半の羽化が少なく、夏まゆ形成消長と異なる点である。集団飼育の場合顕著に現われる現象として羽化率の低下があり、これは1960年の場合に特に顕著であった。この理由は夏まゆ形成から羽化までの間に寄生菌の1種が繁殖伝播するためで、1961年のモード以後の羽化が低下したのもこの影響が大きく作用している。この際、1960年は砂の殺菌を行わず、1961年にはそれを行なったが、1961年に特に後半に菌が強く作用した事実と関連あることも考えられる。砂を殺菌したかどうかは夏まゆ形成率にも影響を与えるようで、1960年より1961年の夏まゆ形成率が高まっている。しかし、この場合冬まゆの殺菌は行っていないので、ほ場または網室においてり病率に年変動があれば、その影響として現われることもありうる。同様に1961年の網室産とはほ場産のもので羽化率に約15%近い差があることは、場所による寄生率の差異を示唆するものともとられる。一方個体飼育して室温下においた場合は発生消長の様相において群飼育の場合と大差ないが、1961年のもので羽化率が94%と高く、集団飼育のものに比較して非常に高い羽化率をみた。同様に1962年は86%でやや低下したが、集団飼育の場合のように後半に羽化する個体が寄生菌の伝播により死亡するということが少ないため、後期まで羽化消長を把握することができる点で個体飼育法は有利である。

Table 8. Percentage of completion of spinning of summer cocoons and of adult emergence of the peach fruit moth in mass stored larvae.

Year	Series No.	No. of winter cocoon	Date of 50% spinning	% of spinning	% of adult emergence
1960 (from cage)	1	49	May 9	98	53
	2	50	7	94	58
	3	49	8	90	49
	4	50	9	90	44
	Total	198	8	93	51
1961 (from cage)	1	44	11	98	—
	2	43	8	100	—
	3	44	10	100	—
	Total	131	9	99	76
1961 (from field)	1	58	7	100	91

Table 9. Percentage of completion of spinning of summer cocoons and of adult emergence in individually stored larvae of the peach fruit moth.

Year	Reared condition		No. of winter cocoon	Date of 50% spinning	% of spinning	% of adult emergence	Remark
	Humidity	Temperature					
1961	100%	Room temperature	48	May 9	96	94	Warmed from April 24
	100%	20°C	40	2	85	78	
	75%	20°C	33	6	61	18	
1962	100%	Room temperature	193	11	96	86	

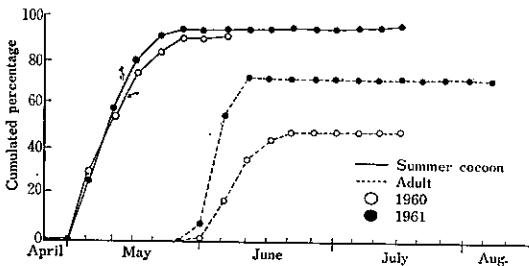


Fig. 26. Cumulative percentage curve of the summer cocoon spinning and adult emergence in peach fruit moth cultured collectively.

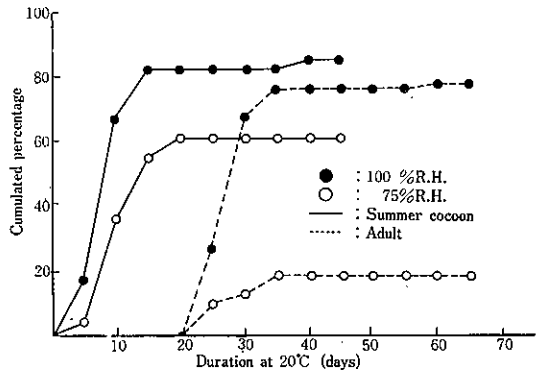


Fig. 28. Influence of humidity to development of the peach fruit moth after diapause completion (Warming started from April 24)

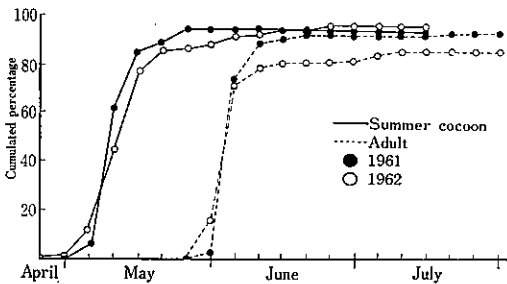


Fig. 27. Cumulative percentage curve of the summer cocoon spinning and adult emergence in peach fruit moth cultured individually.

ついで個体飼育法における飼育条件、殊にデシケーター内の湿度をどの位にすべきかという問題があるが、1961年に20°Cの定温器内で実験した結果、第9表および第27図のように蒸留水区で夏まゆ形成率ならびに羽化率が高く飽和食塩水区では夏まゆ形成率が61%にとどまり羽化率は18%に過ぎなかった。このように低湿度区での羽化率が顕著に低いことは乾燥により幼虫が死亡する例が多くなるため、このような個体が寄生菌におかされているものでないことは死亡状況から推定される。

また、群飼育、個体飼育ともに夏まゆ形式期から羽化までは約1か月を要している。

考 察

モモンクイガは蛹を長円形の夏まゆ内に作り、越冬幼虫は円形の冬まゆ中で過ごすために、4月末から5月上旬にかけて地中の冬まゆから抜け出して地表上に夏まゆを作る時期を観察することはさほど難事ではない。

しかし、冬まゆを集めてシャーレ内に群飼育すると寄生菌におかされるものが多く、羽化率は比較的低い。その点個体飼育の場合には80~100%の羽化率を期待できるので、多少の煩雑さはあっても利用価値は極めて高い。これまでの実験によると、群飼育、個体飼育のいずれも夏まゆ形成期から約1か月後に羽化しており、蛹化、羽化率曲線がほぼ平行している。

この場合保管するデシケーターの湿度が羽化率に大きく作用しており、蒸留水で保持する方が羽化率が良好であるから、実験上の条件としてこうした点に配慮すれば予察に充分利用できるものと考えられる。

摘 要

モモンクイガの夏まゆが作られる時期から第1回成虫が出現する時期とその消長を調査した結果次のことがわかった。

夏まゆは4月下旬から作られ、5月上旬まで続く。一方第1回成虫は5月下旬から羽化し、その最盛期は6月上旬である。

冬まゆから集団で飼育すると、寄生菌による死亡幼虫が多く羽化率が低下する。蒸留水で湿度を保持しながら個体飼育したものは夏まゆ形成率ならびに羽化率が極めて高かった。

ウ、越冬幼虫の生殖巣の発達

実験材料と方法

供試幼虫は、1962年黒石市の青森県りんご試験場ほ場のリンゴと、同年青森県三戸郡五戸町のモモより採集した。網室に放置中の越冬幼虫を2月18日に加温、または解剖したが、これとは別に越冬前の幼虫および第1世代幼虫についても調査した。

幼虫をリングル液内で解剖して、リングル液を入れたホルスライドグラスに生殖巣を取り出し、オキュラーマイクロメーターを装てんした顕微鏡により長径L(mm)

および短径W(mm)を測定し、次式により容積指数Vを算出した。

$$V = L \times W^2$$

なおリングル液をスライドグラスに滴下し、その中で精巣を切開してシストを出し、カバーグラスをかけてこれを観察した。また精巣内部の観察にはプレパラートを作成した。この場合幼虫をリングル液内で解剖し、生殖巣を取り出してアレンブアン液で固定し、パラフィン法により切片を作り、ハイデンハイン鉄ヘマトキシリンおよびライトグリーンによる二重染色を行なった。

結 果

休眠幼虫の生殖巣：8月下旬に果実を脱出した冬まゆ形成幼虫(休眠型)と越冬中の休眠幼虫との間には、生殖巣の形態、色彩および内部の組織的発達経過においてほとんど変化なく、第9腹節背面の1対の精巣は乳白色、半透明で、白色不透明の脂肪組織中に容易に見い出される。精巣は4小胞から成るが、まれに5小胞のもの(第

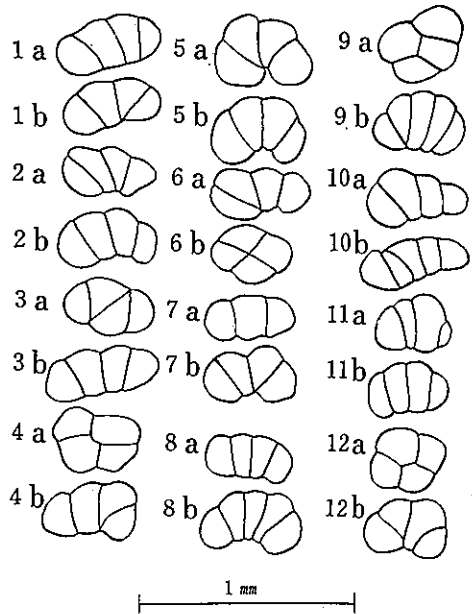


Fig. 29. Various form of testis of diapause larva of the peach fruit moth.

Table 10. Size of gonads in the diapausing larvae of the peach fruit moth of two different localities

Locality	Gonads	Minor axis			Major axis			Volume
		Mean (mm)	±95% (mm)	Range (mm)	Mean (mm)	+95% (mm)	Range (mm)	
Kuroishi	Seminal gland	0.282	0.012	0.23—0.32	0.623	0.044	0.46—0.88	0.0495
	Ovary	0.141	0.029	0.09—0.22	0.228	0.030	0.18—0.32	0.0045
Gonohe	Seminal gland	0.275	0.022	0.24—0.30	0.584	0.022	0.53—0.62	0.0442
	Ovary	0.163	0.016	0.14—0.20	0.206	0.023	0.18—0.24	0.0055

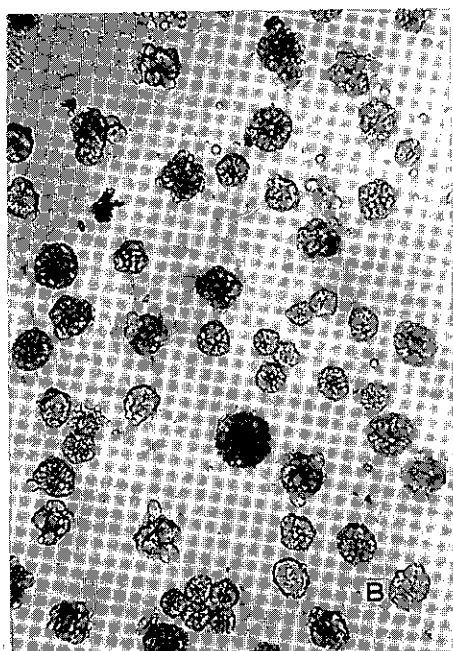
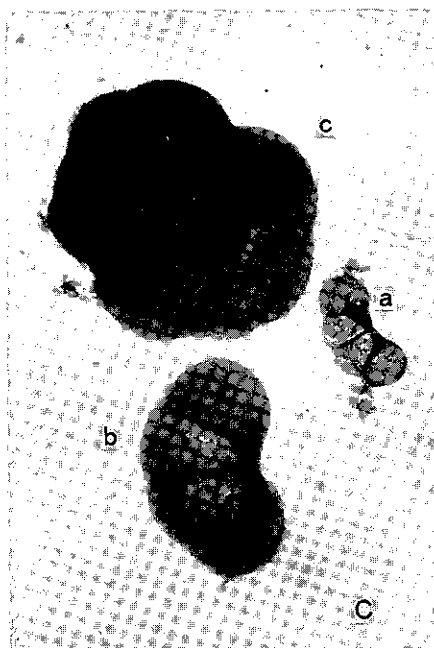
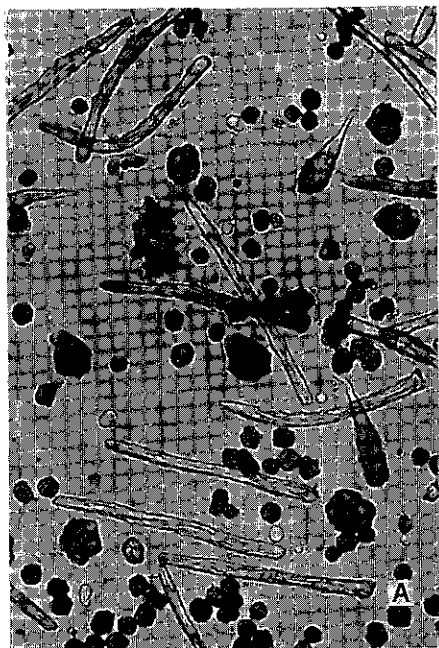


Fig. 30. Testis of larva of the peach fruit moth.

A.....B: cysts observed in Ringer's solutions

A: pupa

B: larva derived from winter-cocoons

C: testis observed in Ringer's solution

a: diapause larva

b: larva derived from winter-cocoons

c: pupa (one pair)

29図8 b, 9 b, 10 b)や, 1小胞が発育不完全でこん跡的となり3小胞のように見えるものもある(第29図7 a)。しかし精巢の形状は他の鱗翅目幼虫のそれと大差なく, 俵状で内側にやや湾曲するが, かなり個体変異に富む。第29図1 a, 1 b, 3 b, 7 b, 8 a, 11 aが一般的で最も多く, 他に6 b, 12 aのような特異な形状を呈するものも若干認められ, また同一虫で左右により精巢の形状を異にするものもある(第29図のa, bは同一個体の1対)。

一方卵巣は極めて小さく, しかも場合によっては検索困難なほど多くの脂肪組織に囲まれている。形は紡錘形, 乳白色, 半透明で, 不透明な脂肪組織と区別できる。いま休眠幼虫の精巢および卵巣の測定値を示すと, 第10表のとおりである。

すなわち, 黒石産モモンクイガの精巢のVの値は0.0495, 五戸産のそれは0.0442で長径, 短径とも両者の間に差はないが, 卵巣のVの値は黒石産0.0045, 五戸産0.0055で, 有意差はないが平均値では五戸産がわずかに大きい。なお, 黒石産の精巢の変異係数は, 長径13, 短径8, 卵巣では長径18, 短径29で, これに対して五戸産のものはそれぞれ精巢で11と5, 卵巣で13と12となっており, 両者間に顕著な差は認められなかった。以上のことからモモンクイガ休眠幼虫の生殖巣はニカメイチュウ(MOCHIDAら1962)に類似するが, 後者よりかなり小形であるといえる。

加温による生殖巣の発育: 2月18日網室より採集し,

Table 11. Development of gonads in the diapausing larvae of the peach fruit moth from Kuroishi at 25°C.

Length of temperature treatment in days	Gonads	Minor axis				Major axis				Volume
		Mean	±95%	Range	Coefficient of variation	Mean	±95%	Range	Coefficient of variation	
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)		
3	Seminal gland	0.277	0.017	0.24—0.30	8.1	0.569	0.056	0.48—0.65	10.1	0.0399
	Ovary	0.139	0.036	0.09—0.22	30.9	0.223	0.041	0.18—0.32	22.1	0.0043
6	Seminal gland	0.308	0.093	0.23—0.38	18.9	0.651	0.145	0.53—0.78	14.0	0.0618
	Ovary	0.121	0.017	0.10—0.16	16.5	0.210	0.026	0.07—0.26	14.6	0.0031
9	Seminal gland	0.421	0.108	0.25—0.62	41.9	0.812	0.154	0.53—1.22	29.9	0.1439
	Ovary	0.140	0.018	0.12—0.17	13.5	0.239	0.039	0.20—0.29	17.4	0.0047
12	Seminal gland	0.508	0.179	0.28—0.80	45.7	0.990	0.334	0.51—1.62	43.8	0.2555
	Ovary	0.167	0.055	0.12—0.22	26.4	0.380	0.247	0.19—0.71	52.2	0.0106

25°Cにそれぞれ3, 6, 9および12日間加温したものを、休眠幼虫の場合と同方法で生殖巣の大きさを測定した結果が第11表である。この場合3日間加温のものの精巣は処理前と大差ないが、6日間加温のものから増大し始め、Vの値は3日間加温のもの約2倍となっている。また、最長加温期間におけるもの大きさは長径が休眠幼虫の約16倍、短径が18倍となる。これがため発育の進むにつれて精巣は長楕円形から楕円形となり、蛹化後は左右が密着してひとつの円形器官となる(第30図C)。このような精巣合体の現象はヨトウガ、ニカメイチュウなど他の鱗翅目幼虫でも一般に認められている。

卵巣の大きさも精巣におけると同様加温により増加する。9日間加温までのものは休眠中と変わらずVの値は約0.005であるが、12日間加温により0.011と約2倍の大きさとなる。これは主として長径の増大によるもので、短径では休眠時の1.2倍の増加にとどまる。この場合卵巣の経過を蛹化3日後まで観察したが、ニカメイチュウ(深谷ら, 1952; MOCHIDAら 1962)のような顕著な外形の変化はなく、ただ長径の増大による紡錘形から長紡錘形への変化に終っている。ここで注意すべきは加温による生殖巣の大きさに個体変異が大きいことで、変異係数は加温日数に伴って増加する。特にこの傾向は精巣においてははっきり認められ、卵巣では12日間加温区の長径に現われている。これは生殖巣の増大率に個体変異があるためではなく、加温による生殖巣の発育開始までの期間の長短にそれが現われるためと考えられ

る。このことは12日間加温のものの中にはすでに蛹化する個体があるのに、一方ではまだ休眠からさめず、生殖巣の増大やシストの形式が行なわれていない段階のもののある事実によっても推察されよう。

なお、9日間加温した五戸産休眠幼虫の生殖巣の測定値(第12表)を、同期間加温の黒石産のものと比較すると精巣の長径、短径とも小さく、したがってVの値も小で、明らかに変異係数は黒石産のものにおいて大きい。そしてこのような両地産モモンクイガの精巣の差異は9日間加温による冬まゆからの脱出幼虫やシスト形成個体がともに五戸産において少ないことと平行して考えられる。

精巣の内部変化: 11月から翌春3月までの期間における休眠幼虫の精巣の発育程度には差がなく、最も発達した精子細胞でも減数分裂直前の段階で休止しており、したがって完全なシスト形成は行なわれない(第31図A)。これはニカメイチュウの場合と同様である。しかし休眠覚せい期に入ると、性細胞がぎょしりつまった間げきの少ないこの状態から精巣の発育開始、シスト形成(第31図B, C)、減数分裂へと移行する。そしてこの段階においてはリンゲル液内でも固有の形状を保持できるようになり(第32図A)、また次第にシストを増加する。なお精巣の発育再開直後は小さい2~3のシストが形成され、漸次その数を増加して精巣内のシスト間の間げきも大きくなる。精原細胞は外側に押しやられてシストが内側に集まり、その間に減数分裂の各段階の性細胞が認め

Table 12. Size of gonads in the diapausing larvae derived from Gonohe at the 9th day of incubation at 25°C.

Gonads	Minor axis				Major axis				Volume
	Mean (mm)	±95% (mm)	Range (mm)	Coefficient of variation	Mean (mm)	±95% (mm)	Range (mm)	Coefficient of variation	
Seminal gland	0.348	0.071	0.30—0.44	16.4	0.713	0.111	0.62—0.84	12.5	0.0864
Ovary	0.146	0.013	0.11—0.19	15.9	0.238	0.021	0.17—0.29	16.1	0.0051

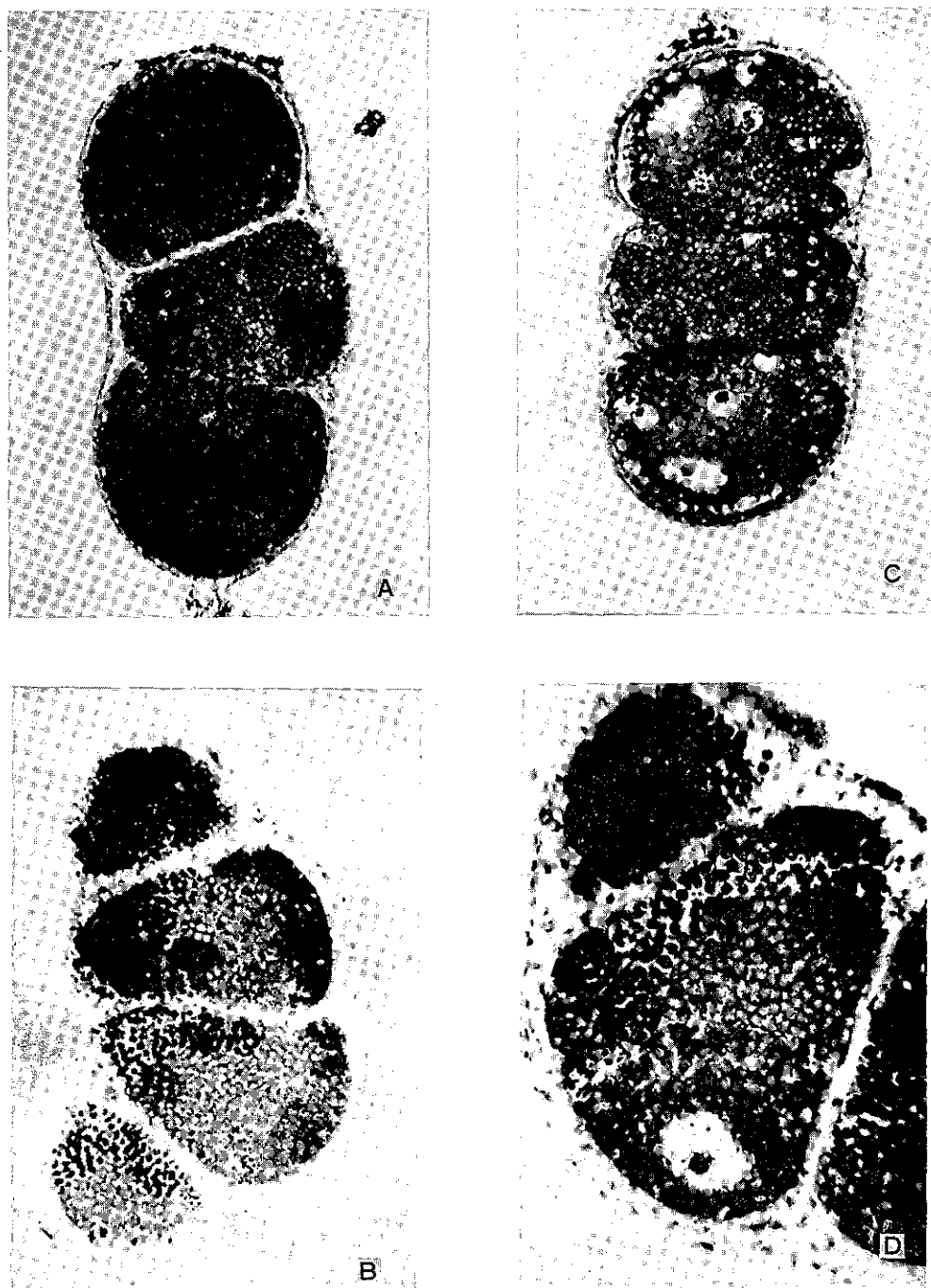


Fig. 31. Changes of inside of testis in diapausing larva of the peach fruit moth.

A to C: testis of diapause larva

D: enlarged view of A to C

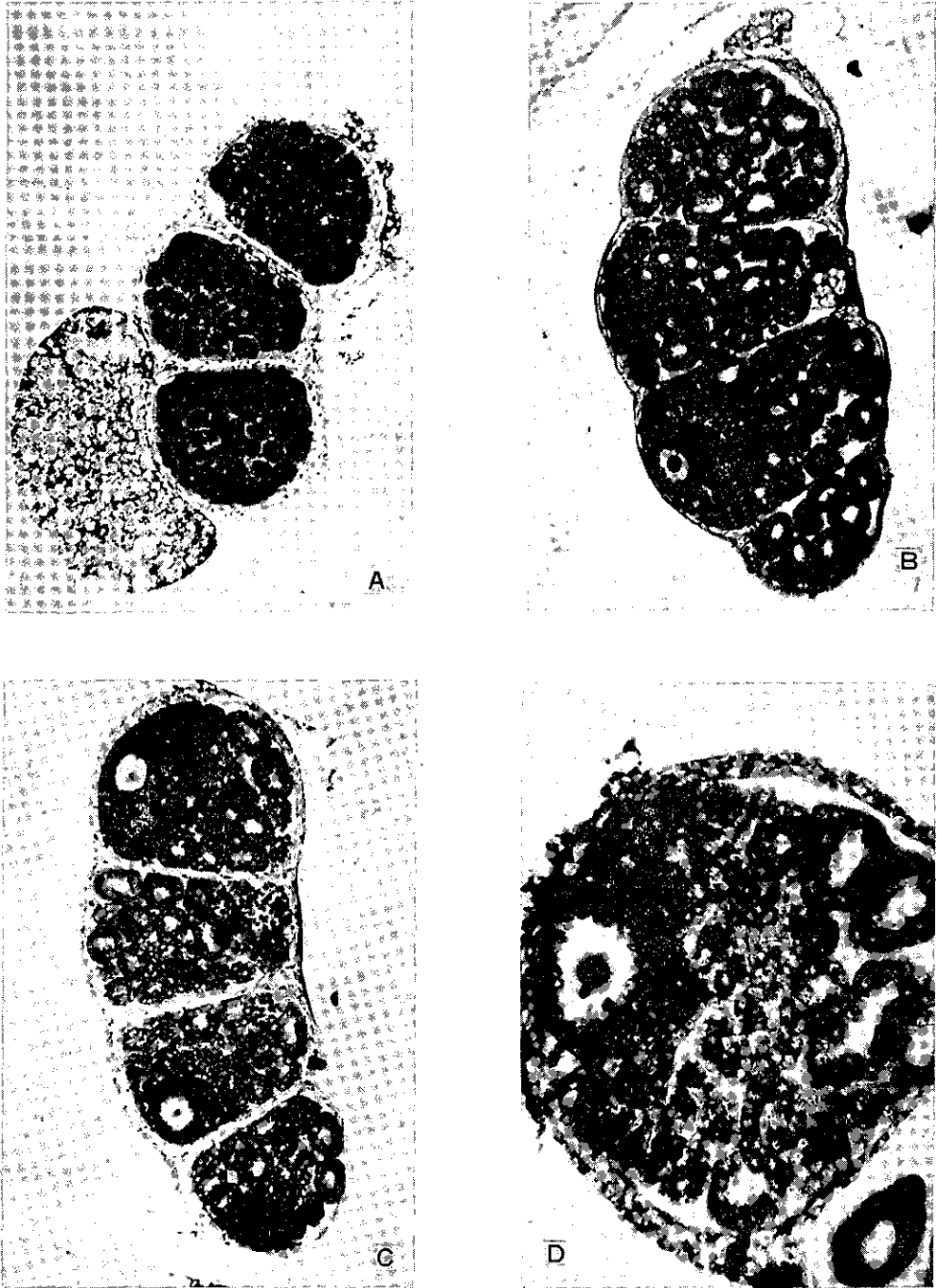


Fig. 32. Changes of inside of testis in diapausing larva of the peach fruit moth.

A to C: testis of larva after diapause-breaking

D: enlarged view of A to C

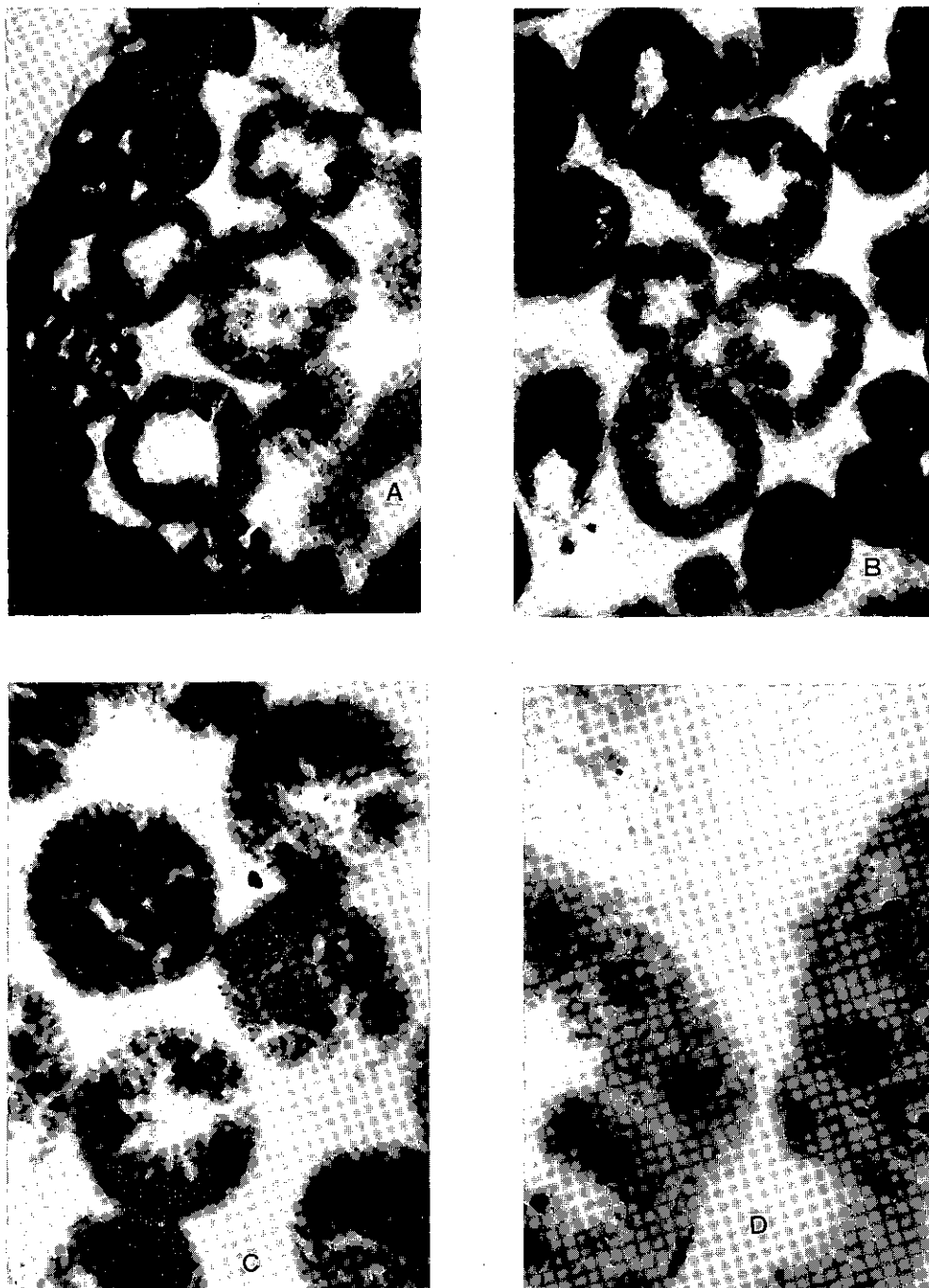


Fig. 33. Testis of larva of the peach fruit moth.

A to B: enlarged cysts in the testis of larva derived from winter cocoon

C: cross section of sperm cyst

D: chromosomes in dividing spermatocyte

られるようになる(第32図D)、減数分裂を終ったシストは最初円形で、後に洋梨形となり、さらに棒状の精子束に発達する(第33図C)。幼虫が休眠を離脱して夏まゆ形成のために冬まゆを脱出した直後の時期においては、最も発達した性細胞は成熟分裂を終った直後の段階にあり、個体によっては洋梨形シスト、あるいは精子束の多少形成された状態にある。これが前蛹期に入ると多数の精子束が形成され、蛹化するとさらにその数を増加するが、蛹化したものにも精子束のほか精原細胞や各段階のシストが認められる。

ここで産地を異にする幼虫を比較すると、五戸産幼虫における休眠後の精巢の発達は黒石産のものと同大差なく、冬まゆより脱出直後では減数分裂終了後の状態にあった。また1962年8月における果実より脱出直後の第1世代幼虫には、すでに多数のシストが認められ、これらは減数分裂終了直後の状態から洋梨形シストの形成開始の状態であった。これは休眠幼虫が冬まゆから脱出した時期の状態とはほぼ一致する。

考 察

モモンクイガの休眠覚せい時期を知ることは、第1回成虫の発生時期の予察上基礎的事項であるが、これに関連して本虫の休眠期およびその前後における水分量、脂肪量および酸素消費量が測定され、これらの量的変化を指標として同時期の推定が試みられた(FUKUSIMAら, 1959; TAKEDAら, 1960)。

この実験では別の角度から覚せい時期をうかがうために休眠期における本虫の生殖巣の発育経過を調査した。休眠中のモモンクイガ幼虫の生殖巣は、発育を停止して成熟分裂を開始する直前の状態にあり、シストは形成されないか、あるいは極めて不完全でリング液内に取り出すとシストの形を示さず個個の細胞に分かれる。しかし、休眠からさめ発育開始後はシストの形成が始まり、リング液内で完全にこの形を保つ。休眠中とその後におけるこのような相違は休眠が覚せいされたか否かを知る最も簡単かつ確実なポイントであると思われる。この場合同時期における生殖巣の大きさだけを基準にすると、大きさには個体変異が大きく現われ予察上いくぶん精度が劣る。これは休眠幼虫の精巢も発育開始後のそれも外見上同一の大きさであるにもかかわらず、内部ではシストを形成しているものがあるからで、つまり加温による生殖巣の増大と個体変異とを表面的に区別できないことにある。この点は特に卵巣の場合に不確実で、前蛹または蛹にならないと大きさは増大しない。むしろ冬まゆ脱出時期や蛹化時期のそれを見た方が早道であるともいえる。なお、これらの方法では調査ごとに多数の供試虫を要し、また調査個体の休眠期間を知ることができないうらみがある。これを補足するためには個体飼育による冬まゆ脱出時期の調査法が考えられるが、これらについ

ては別の機会に述べたい。

つぎに、数年前よりモモンクイガの発生消長は、青森県内の黒石市と五戸町とは異なることが明らかにされたが、五戸町で黒石産のものを、反対に五戸産のものを黒石市でそれぞれ飼育しても産地固有の消長は変化しない(青森県りんご試, 1959, 1960)。TOSHIMAら(1961)も北海道、青森県および岩手県の材料を供試し、幼虫の休眠性に地域差のあることを暗示したが、この差異が生態的にはどの時期に現われるかを、実験的に指摘するまでにいたっていないようである。また、両地産休眠幼虫の生殖巣の大きさ、ならびに休眠期間中の性細胞の発育段階には差はないが、加温によって生殖巣の発育を開始するまでの期間に長短がある。以上のことから、休眠性の地域差を論ずるためには、さらに詳細な研究を要するものと考えられる。

なお、将来ニカメイチュウの発生予察に実用化されている加温法をモモンクイガに適用する場合には、加温時期が問題となる。現在モモンクイガの要防除地域には多くの積雪地帯が含まれているので、越冬後の幼虫採集は消雪後ようやく可能となる。この点を考慮すれば消雪直後の4月上旬が加温適期と思われる。

摘 要

モモンクイガ第1回成虫の出現時期の予察上基礎となる幼虫の休眠覚せい時期を知るため、生殖巣を観察し、つぎの結果を得た。

1. 休眠幼虫の精巢は棒状で一般に4小胞から成る。
2. 休眠中には精巢の発育が見られず、最も発達した精子細胞は減数分裂直前の段階で休止している。
3. 休眠の覚せい後は精巢の発育開始とともにシストの形成が行なわれ、減数分裂が始まる。
4. 冬まゆより脱出直後は精子束が形成される前後の状態にある。
5. 黒石産と五戸産休眠幼虫の間には精巢の大きさおよび内部形態の発育段階に差は見られないが、加温後生殖巣の発育開始までの期間に長短の差がある。

IV リンゴハダニ越冬世代卵のふ化期の子察

1. リンゴハダニ越冬世代卵の休眠性

(1) 越冬世代卵の産卵消長

共同研究者 山田雅輝, 白崎将瑛, 中畑一成

調査方法

1961年と1962年の2年間りんご試内において実施し、白色のベンベルグ布地を幅3cm, 長さ30cmに切り、リンゴ樹の結果枝附近の分岐部に巻きつけて木綿糸でしばりつけておき、8月上旬から10日ごとに取り替え、これに産卵されている越冬世代卵数を調査した。なお、調査樹

は年間発生経過を調査した樹のうち散布区、無散布区を各2樹供試し、1樹につき方位別に4か所に1枝ずつ取り付けた。

結果

1961年、1962年とも無散布区では8月上旬から越冬世代卵の産卵があり、この時期は成虫発生ピーク時にあたり、ハダニの加害により葉色が変化する状態にある。この産卵は樹の栄養的な悪化に伴って急激に減少し、多くの場合同じ樹上でリンゴハダニの個体群が再び増殖することはあまりないため、越冬世代卵の産卵もその後あ

Table. 13. Progress of winter-egg laying in the red spider mite in two different years.

1961			1962		
Period	Spray treatment	Nontreatment	Period	Spray treatment	Nontreatment
Before Aug. 10	0	634	Before Aug. 13	0	949
Aug. 11—20	0	2857	Aug. 14—23	0	785
Aug. 21—31	0	4	Aug. 24—Sept. 10	375	55
Sept. 1—11	3	12	Sept. 11—20	908	0
Sept. 12—20	1	0	Sept. 21—Oct. 1	1372	0
Sept. 21—30	7	9	Oct. 2—10	563	0
Oct. 1—11	61	24	Oct. 11—20	879	0
Oct. 12—20	21	9	Oct. 20—31	220	0
Oct. 21—Nov. 2	2	0	Nov. 1—10	41	0
Nov. 3—14	2	1	Nov. 11—20	4	0
Total	97	3550	Total	4362	1793

まり行なわれない。しかし、1961年の場合は10月上旬にわずかながら産卵が認められ、これは無散布区における産卵数の1%に過ぎなかった。これに対し、散布区は1961年の場合9月上旬から産卵が行なわれ、10月上旬に最も多くなり、1962年も9月下旬に最も多くなり、10月上旬はやや低下して10月中旬に再びやや多くなった。越冬世代卵は11月下旬の降雪に見まわれる頃まで産下される。

考 察

リンゴハダニ越冬世代卵のふ化期を予察するために、それが産下される時期を把握することは決して無意味ではない。

リンゴハダニの休眠は食餌としての木の栄養、すなわち、葉の老化現象と気温および日長の3つの条件によって起こることは、既に LEES (1953 a) の詳細な報告がある。彼は15°Cのような比較的低温では1日あたり8~12時間の短日の場合に100%休眠するが、同じ15°Cでも16時間の長日では休眠を阻害し、25°Cの高温では短日、長日ともわずかに20~29%の休眠率にとどまることを明

らかにした。

すなわち、高温が短日を伴うように、休眠刺激作用が一致しない場合は休眠誘起作用は低いことになる。

日長が6~13時間で休眠が誘起され (LEES, 1953 a) この点は他の多くのりんご翅目に類似し、ナンヒメシロキイガ *Grapholitha molesta* BUSCK とよく似ている (DICKSON, 1949) ようである。

リンゴハダニの光周反応は、暗期の絶対的な長さで決定されるのではなくて、休眠は短日と低温との刺激の相互関係でできると考えられる。

また、温度は日長が12時間以内であっても15°C以下の場合だけ休眠を誘起し、食物の欠乏は休眠の影響の仕方を増加させる。

休眠は短日と低温との結合によって誘起され、栄養は反対に Limiting factor として作用することになる。

例えば、15°Cの低温で日長が16時間の場合、栄養が豊富であれば休眠を阻害するが、栄養欠乏の条件が伴うと休眠の方向に傾く。

著者の調査によると、薬剤散布区は葉の栄養が豊富で

あり、越冬世代卵は8月下旬から多くなるのに対して、同一地点において無散布区は栄養欠乏のため、8月10日以前から越冬世代卵を産下し8月中旬に産卵の最盛期となっている。したがって、自然状態では、越冬世代卵の産下期間は8月10日以前から始まって11月中旬まで約90日間あることになる。

摘要

リンゴハダニ越冬世代卵の産下時期を調査したところ、薬剤散布区では8月下旬から11月中旬まで、また無散布区では8月10日以前から10月中旬までつづく。

自然状態では越冬世代卵が8月10日頃から11月中旬ま

で約90日間にわたって産下される。

(2) 越冬世代卵のふ化に及ぼす有効積算温度

共同研究者 山田雅輝

供試材料と実験方法

黒石市りんご試験場1号園から採集した越冬世代卵を小枝のまま管びんに入れ、ふ化幼虫の逃亡を防ぐために軽く綿栓した。それを飽和食塩水を入れた小型デシケーターに管びんを5本ずつ収容し、これを各温度段階の定温器に入れた。調査は毎日一定時刻に行ない、調査の都度ふ化幼虫を取り除いた。定温器の温度の変動巾は各区とも $\pm 1^{\circ}\text{C}$ であった。

Table. 14. Effect of temperature on the hatching of winter eggs of the European red mite.

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	No. of winter eggs	No. of hatching	% of hatching	Days required for hatching	Standard deviation	Coefficient of deviation
13.0	1159	691	59.6	32.75 \pm 0.13	\pm 1.30	3.97
16.0	861	549	63.8	20.73 \pm 0.12	\pm 1.04	5.02
18.9	1010	642	63.6	15.03 \pm 0.09	\pm 0.84	5.65
22.2	691	339	49.1	12.48 \pm 0.14	\pm 0.89	7.13
27.7	833	336	40.3	10.45 \pm 0.09	\pm 0.64	6.12

結果

1960年3月8日には場より採集した越冬世代卵を加温処理して、各温度段階におけるふ化状態を調査したところ、第14表および第34図の結果を得た。

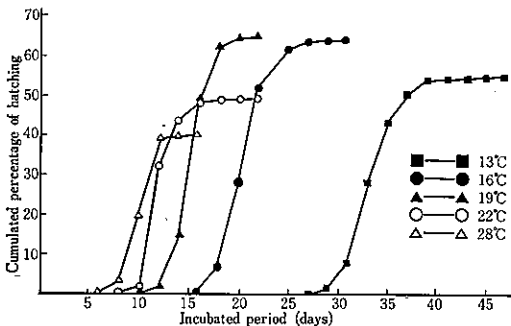


Fig. 34. Cumulative percentage curve of hatching of winter eggs of the European red mite in relation to the temperature.

これによると、各温度におけるふ化率曲線はいずれもS字曲線を描くが、処理温度が高くなるにつれて双曲線状に平均ふ化日までの日数が短縮することがわかる。いま、この実験結果をさらに有効積算温度の実験式 $K = d(t - x_0)$ (ただしK:有効積算温度, d:日数, t:処理温度, x_0 :発育限界温度) によって計算すれば、発

育限界温度は 6.92°C となる。

また、発育限界温度 6.92°C として算出される有効積算温度は195.4日度であった。なお、一般的傾向としては低温でふ化させた場合にふ化消長の分散が大きく、反対に高温の場合にはふ化率が低下する傾向を示した。

考察

害虫類の発生予察に積算温度法則を利用している例は極めて多い(深谷ら, 1956; 石倉ら, 1955; CHIANG et al., 1968; LIGHT et al., 1968)。殊に長期にわたる調査資料を基礎にして、統計的に環境条件と害虫発生との関係を調査するいわゆる統計的方法を採る場合の基本としてこれが重要であることはいうまでもない。また、害虫の発育が全く休止するいわゆる発育限界温度も、有効積算温度を計算して、年間の発生回数を推定したり、分布限界を予想したりするための基礎となることは当然である。

さて、発育限界温度は害虫の種類によってその差が極めて大きく、最も低いものはりん翅目の *Rhodinia fugax* BUTLER の -1.1°C 、また最も高いものはしょう翅目の *Lasioderma serricornis* FABRICIUS の 19.5°C であり、世界各地で多くの研究者が実験した150種あまりの害虫では、 10°C 前後の発育限界温度のものが最も多い(内田, 1957)と報告している。

リンゴハダニの越冬世代卵は胚葉(blastoderm)形成直後休眠に入り、いったんその成育が終ると胚子(embryo)

は25°Cのような高温に保持されると、それ以上は発育しないので遂にはふ化することなく死ぬ (LEES, 1953 a) という。ところが冬期間の低温に接すると休眠が全うし、その後の高温によってふ化に至る。

そこで、越冬世代卵の休眠明け後の発育限界温度を算出するとともに、ふ化に達するまでの有効積算温度を計算したところ、青森県においては発育限界温度は6.92°Cであり、イギリスで LEES (1953 a) が実験した7°Cとはほぼ一致している。

摘要

リンゴハダニ越冬世代卵からのふ化初発日を知るために、1960年の3月上旬にそれぞれ13.0, 16, 18.9, 22.2および27.7°Cに加熱して、その発育零点を算出したところ6.92°Cとなり、有効積算温度は195.4日度となった。

(3) 越冬世代卵からのふ化消長

共同研究者 山田雅輝, 白崎将瑛, 中畑一成
長田和一, 斎藤靖夫

調査方法

1960年から1969年にわたり、りんご試験場は場より越冬世代卵の産付されているリンゴ樹の小枝を10本ずつ切り、それを径25mm, 長さ80mmの管びんに各1本ずつ入れ和紙でその口を塞いだ。これを通風のよい室内におき、毎日一定時刻にふ化幼虫数を調査した。飼育室内の温度は自記温度計で記録した。

結果

ふ化の早い年と遅い年では約2週間の差があり、1963年は4月27日から、1965年は5月10日から開始され、50%ふ化日でも同程度の差がみられた。ふ化消長は一般にふ化開始後急激に多くなり、開始から3~4日後にはすでに50%以上を越す例が多く、第35図のように1960年、1964年は2日後にすでに60%を越すふ化率を呈した。このような例はふ化直前まで低温で抑えられ、ふ化後高温にみまわれた場合に起こり、逆にふ化開始後だたらと少しずつふ化がみられる例としては1962年のようにふ化

開始直後、特に低温がくるとこのような消長を示す。後者のような消長は一般的なものでなく、前半に急激なふ化をみる例が多い。このような場合、後半のふ化は少しずつ10日前後つづくため、累積ふ化曲線をプロビット変換しても直線にはのらない例が多い。

考察

青森県におけるリンゴハダニ越冬世代卵のふ化消長をみると、比較的短期間に斉一に行なわれ、LIGHT (1968) がイギリスで調査したように2~3週間も長く続くことはない。CAGLE (1946) も Virginia 州では野外で1944年の調査によると4月20日から5月2日まで、室内では4月21日から30日までの間にふ化完了している。

また、ふ化開始3~4日後には、既にふ化率が50%に達することが多く、いったんふ化が始まると、極めて急激に進行するようである。

摘要

リンゴハダニ越冬世代卵のふ化消長を調査したところ、ふ化始めには年によって2週間の早晩はあるが、いったんふ化が始まると3~4日後には50%のふ化率に達することが多い。

ふ化始めの早い年は1963年の4月27日、遅い年は1965年の5月10日であった。

(4) 越冬世代卵の休眠終了と温度の関係

共同研究者 山田雅輝, 白崎将瑛, 小山信行
供試材料と実験方法

は場における休眠覚せい期を明らかにするため、1963年秋期より1964年春期にわたってリンゴ枝上に産卵されている越冬世代卵を約1週間ごとに採集し、25, 20, 15°Cに加熱して各温度における卵期間とふ化率を調査した。加熱には越冬世代卵の産付されている枝を適当の長さに切り、直径18mm, 長さ50mmのガラス管びんに入れて脱脂綿で栓をし、湿度76%のデシケーターに収容してふ卵器に置いた。各区には4本の管びんを1組として供試し1区あたりの供試卵数は601~1937個となった。

また、別に1963年10月26日および11月20日に採集した越冬卵を、採集当日より5°Cに保存し、その後20日ごとにとり出して21~22°Cに加熱し、加熱後の卵期間とふ化率を調査して休眠覚せいに必要な低温期間を実験的に調査した。加熱の方法は上記と同様である。毎日観察を行なって、ふ化幼虫は調査後に取り除き、ふ化終了後の残卵も調査した。低温処理に用いた供試卵数は1区あたり499~1600個であった。

結果

i. 越冬世代卵の反応の変化

9月から翌年4月までのさまざまな時期に加熱した場合の状態を第36図に示し

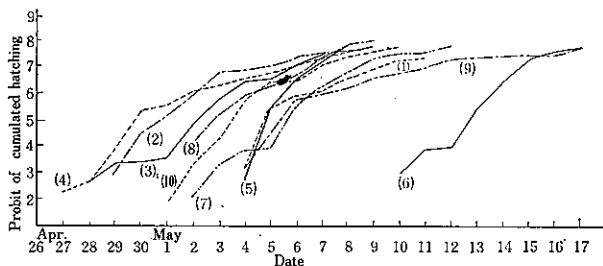


Fig. 35. Cumulative percentage curve of hatching of winter eggs in field

(1): 1960 (2): 1961 (3): 1962 (4): 1963 (5): 1964
(6): 1965 (7): 1966 (8): 1967 (9): 1968 (10): 1969

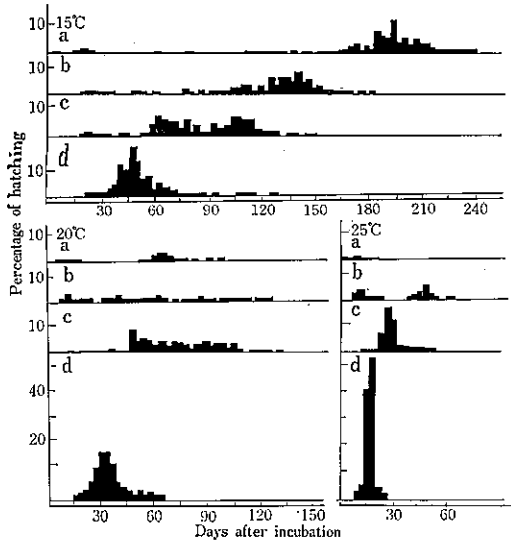


Fig. 36. (1) Influence of temperature on hatching of winter eggs of the European red mite.
 a. incubated on September 21
 b. incubated on November 20
 c. incubated on December 18
 d. incubated on January 22

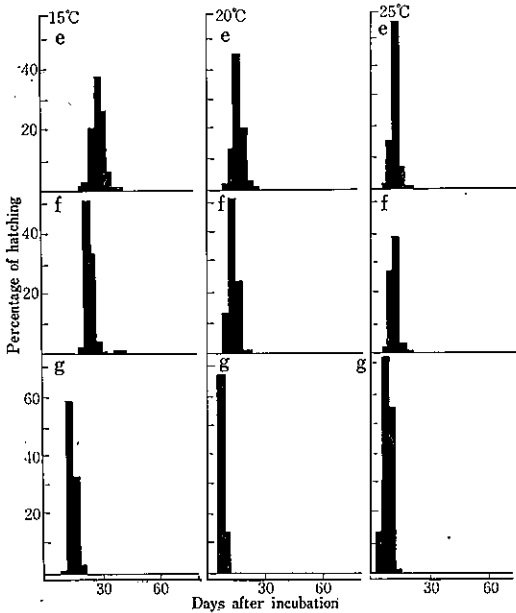


Fig. 36. (2) Influence of temperature on hatching of winter eggs of the European red mite.
 e. incubated on February 26
 f. incubated on March 18
 g. incubated on April 8

た。この図に明らかなように加温に対する反応に次の5型が認められる。(A)全くふ化しないもの、(B)ふ化するが

加温後の卵期間が長く、また、その変異が大きいもの、(C)加温後の卵期間が短く、ふ化の斉一なもの、(D)春期にみられるもので、加温後の卵期間がCよりも短く、斉一にふ化するもの、および(回)秋期に加温後の卵期間が異常に短いもの。このうち、Eは形態発育の途上にあつたものと推察され、9~10月の加温区に極めてわずかみられたが、これは不休眠卵が秋期にも少数ながら存在していることを暗示している。11月以降の加温区では、3月末に至るまでこのような卵がみられなかったことから考えると、これらの不休眠卵は越冬中に死亡するものと推定される。例外的な不休眠卵を除くと越冬中に卵の反応型はA→B→Cの順に変化し、これは休眠の intensity の段階的变化に対応するものと思われ、Cは外気温の上昇によりDに移行する。すなわち、Aは高温により休眠過程の進行が阻害される段階、Bは低温でも高温でも休眠過程が進行しうる段階、Cは低温よりも高温によって形態発育の開始が促進される段階であり、発生予察の立場からは休眠が消去されたとみなしてもよいであろう。したがって、翌春外気温が発育限界以上になると、これらの卵は発育をはじめ、卵期間が短縮されDとなるであろう。この傾向は3月末以降の加温によって明らかに認められた。

以上の休眠経過の諸段階はふ化率と卵期間およびその変異性によって量的に評価されるから、以下これらの点を検討して休眠覚せい時期を考えてみたい。

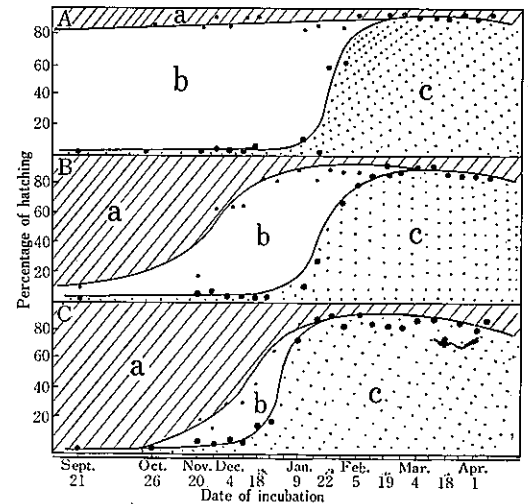


Fig. 37. The seasonal changes of response to temperature in winter eggs of the European red mite.
 A. incubated at 15°C
 B. incubated at 20°C
 C. incubated at 25°C
 a. diapause eggs not hatched
 b. eggs required for long incubation period to hatch
 c. eggs terminated diapause

ii. ふ化率

上記のB, Cを含む全ふ化率は温度によって異なる(第37図)。15°Cでは9月下旬にすでに78%に達し、10月以降は80%以上である。

一方これよりも高温ではふ化率の増加は遅く、20°Cでは11月下旬、25°Cでは12月上旬からふ化が急に高まり、80%以上になるのはそれぞれ12月中旬、1月上旬である。

休眠消去率にほぼ等しいとみられるCのふ化率に対しては、温度の影響は顕著でなく、むしろ、上記と逆の傾向がみられる。すなわち、休眠消去率が最高になるのは15°Cおよび20°Cでは2月上旬、25°Cでは1月中旬であり、大差はないが高温の方がやや早いようである。

iii. 卵期間とその標準偏差

つぎに加温後の平均卵期間およびその変異性を第38図に示した。10月における卵期間が短いのは、前述のように不休眠卵の存在によるものである。加温後の卵期間はどの温度においても11月下旬から12月上旬が最大で、その後は加温の時期が遅れるほどしだいに短縮し、25°Cでは1月中旬、20°Cでは2月中旬、15°Cでは2月下旬頃からほぼ一定となり、3月末以降再び卵期間が短縮する。どの加温期においても卵期間の変化に伴って、その標準偏差も平行して変化し、卵期間が一定値を示す時期には標準偏差も安定している。(第38図下)

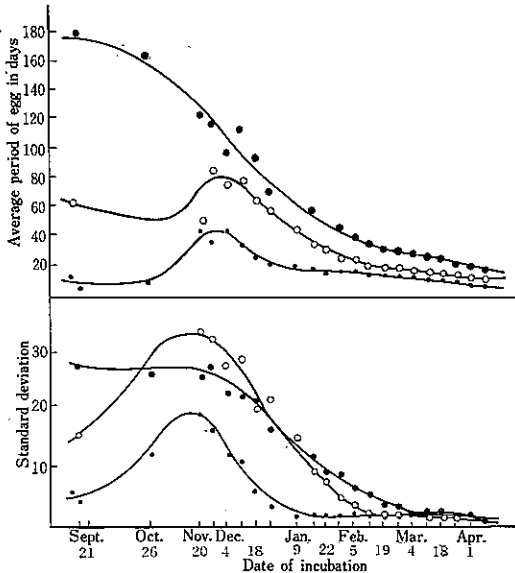


Fig. 38. Influence of temperature on the duration of egg stage in winter eggs of the European red mite.

- incubated at 15°C
- 20°C
- 25°C

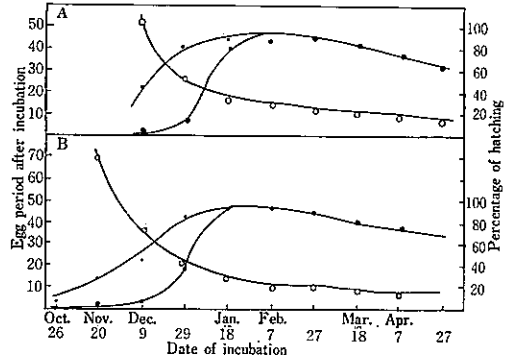


Fig. 39. Change of longevity of egg stage and hatchability after incubation in winter eggs of the European red mite which were stored at 5°C.

A. Collected in November

B. Collected in October

- egg period
- percentage of hatching within short period
- final percentage of hatching

iv. 低温処理と休眠消去

越冬世代卵の加温に対する反応の上述のような季節的变化は、当然低温の影響によるものと考えられるが、人工的低温処理によってこの点を確かめた。5°Cに処理した卵を20日ごとに21~22°Cに加温した結果を第39図に示した。

10月採集区と11月採集区とを比較してみると、低温処理期間に25日の差があるにもかかわらず、平均卵期間、全ふ化率および休眠消去率(加温後20日以内のふ化率)は加温月日が同じであれば両区ともほぼ同様である。卵期間が一定となるのは1月中旬からで休眠消去率が最高になるのも同じ時期である。その後さらに低温処理をつづけると、ふ化率はしだいに低下し、90%以上であったものが11月区159日処理で約60%、10月区165日処理で77%に低下した。これは休眠消去後低温に長期間おかれると卵の生存率が低下することを示している。同様の傾向はLEES(1953a)も観察しており、5°C200日処理ではふ化率がよく、300日処理では非常に低くなることを報告して、これは長期の低温によって胚が死ぬためであると示している。

考 察

リンゴハダニ越冬世代卵の休眠の消去に温度が重要な関係をもっていることはよく知られている(LEES, 1953a; DANILEVSKII, 1961 英訳版1965)。一般に発育限界以下氷点以上の温度が有効である場合が多いが、最近の研究によって氷点以下の非常に低い温度も著しい休眠消去の効果を現わすことが知られるにいたった。例えば *Lep-tohylemyia coarctata* FALLEN(双翅目)では-20~-24°C

Table. 15. Seasonal change of temperature in Kuroishi

Year and month	Five days interval	Temperature (°C)			Humidity (%)	No. of days below		No. of days beyond 7°C
		9 a.m.	Max.	Min.		5°C	0°C	
1963 Aug.	1	27.6	31.6	19.2	70	0	0	5
	2	24.6	30.2	17.2	99	0	0	5
	3	24.9	30.1	17.9	83	0	0	5
	4	23.0	28.6	16.9	76	0	0	5
	5	23.1	29.4	17.1	82	0	0	5
	6	23.0	28.4	14.2	76	0	0	6
	Mean	24.2	28.1	18.6	78			
Sept.	1	23.5	28.2	13.1	69	0	0	5
	2	21.5	28.9	10.8	69	0	0	5
	3	19.3	25.2	4.4	61	1	0	5
	4	17.0	21.2	10.7	84	0	0	5
	5	15.6	24.1	6.2	76	0	0	5
	6	17.5	23.3	7.4	66	0	0	5
	Mean	19.1	22.7	12.0	71			
Oct.	1	15.8	22.6	4.6	71	1	0	5
	2	12.3	19.8	2.3	76	3	0	5
	3	14.1	20.2	4.1	74	1	0	5
	4	11.1	20.6	2.1	75	2	0	5
	5	12.7	22.1	2.9	63	4	0	5
	6	12.7	22.0	4.6	88	1	0	6
	Mean	13.1	17.6	7.0	75			
Nov.	1	9.6	15.6	2.4	73	5	0	5
	2	10.2	19.7	1.4	75	3	0	5
	3	8.6	15.4	1.0	73	5	0	4
	4	8.8	17.7	0.8	72	3	0	4
	5	7.1	16.0	-0.8	81	4	2	3
	6	2.5	8.4	-3.8	84	5	3	1
	Mean	7.8	11.5	2.8	76			
Dec.	1	4.1	10.4	-2.5	83	5	3	3
	2	6.3	15.2	-0.4	72	5	2	4
	3	2.8	10.4	-2.8	72	5	2	2
	4	0.0	6.4	-6.2	89	5	5	0
	5	3.5	12.5	-5.2	76	4	4	3
	6	-0.9	7.0	-7.3	84	6	5	2
	Mean	2.6	5.4	-1.3	79			
1964 Jan.	1	-0.4	4.2	-6.0	76	5	5	0
	2	-0.6	4.3	-4.7	85	5	5	0
	3	2.2	13.4	-5.6	77	5	4	2
	4	-0.2	4.2	-4.8	87	5	5	0
	5	-1.8	4.8	-7.5	79	5	5	0
	6	-1.0	4.2	-9.1	79	6	6	0
	Mean	0.0	3.4	-4.3	80			
Feb.	1	-1.1	4.2	-7.8	82	5	5	0
	2	-2.3	4.4	-8.2	82	5	5	0
	3	-2.8	3.2	-8.4	78	5	5	0
	4	-2.6	3.0	-10.4	76	5	5	0
	5	-2.8	3.0	-11.4	78	5	5	0
	6	-0.4	3.8	-9.4	73	4	4	0
	Mean	-1.9	1.7	-6.8	78			
Mar.	1	1.6	7.4	-6.6	65	5	5	1
	2	3.2	7.0	-3.4	72	5	4	1
	3	1.0	5.4	-5.7	80	5	5	0
	4	1.6	4.8	-3.5	71	5	5	0
	5	1.2	9.2	-7.6	75	5	5	1
	6	6.2	16.2	-2.1	62	6	4	5
	Mean	2.6	6.0	-2.4	71			
Apr.	1	12.1	19.8	1.0	57	4	0	5
	2	5.9	17.2	-2.7	78	4	1	4
	3	12.5	22.6	0.9	62	3	0	5
	4	9.9	16.4	0.0	79	1	0	5
	5	7.1	17.4	-1.4	76	4	1	4
	6	12.9	19.2	-1.0	49	3	3	5

において極めて短時間で休眠が消去され (WAY, 1960), また *Acheta commodus* WALKER (直翅目) の卵休眠も -16.5°C にわずか20分間の処理によって破られるという (HOGAN, 1960)。青森県ではリンゴハダニの越冬中に気温が氷点以下に下ることは普通であるが(第15表), 実験結果から判断すると, 極低温による短期間の急激な休眠消去という形ではなく, 越冬中の長期間の低温によって, すでに休眠が弱化し, 遂には消去到いたるという形をとるのが, 越冬世代卵の正常な経過ではないかと考えられる。このことは, 発育限界よりもわずかに低い $+5^{\circ}\text{C}$ という温度処理による休眠消去のありさまが, 自然状態における結果と極めてよく似ていることから容易に推察される。

さらに今回の実験結果は, リンゴハダニの越冬世代卵の休眠過程の経過中に, 少なくとも3段階の変化があることを示している。まず, 休眠に入ったばかりの秋の卵は, 高温におかれると休眠を終ることができず, いつまでもふ化しえない状態にある(A段階)。しかしながら, この段階を経過するには, 必ずしも発育限界以下の温度のみではなく 15°C 附近の温度でもよい。このことは 15°C 加温区のふ化率が20, 25°C 区に比べると晩秋から初冬にかけて圧倒的に高いことから推察される。さて, A段階を経過するとハダニの休眠は高温においてもその経過が進行しうる状態になる(B段階)。しかし, AよりB段階への移行に対する温度効果は, 形態発育のそれとは明らかに異なる。これは, 越冬中の全ふ化率の増加が 15°C では20, 25°C よりも早いことからわかる。

しかし, すでに始まったB段階そのものの経過は必ずしも高温によって阻害されないことは, この段階に入ったと思われる卵のふ化までの期間が, 高温によって短くなることから推察される(第36, 38図)。つぎに, 卵はC段階に入る。B段階からC段階への移行はこれまでとは逆に, 高温の方が刺激的効果をおよぼすようである。温度反応の様相に関する限り, この段階の卵は休眠を終ったとみても発生子察の上からはさしつかえがない。しかしこの段階の卵が不休眠卵と同じ状態であるとはい

Table. 16. Effect of temperature on the egg hatching of the European red mite.

Summer eggs		Winter eggs*	
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Days required for hatching	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Days required for hatching
16	16.7	15	28
19	10.1	20	16
22	7.8	25	13
25	6.6		
28	5.4		

* Treatment was started from early March.

きれい。夏卵の発育期間と早春の冬卵のそれとを比較してみればこの点が明らかになる(第16表)。両者の差はかなり大きく, 早春の冬卵の加温後の卵期間は夏卵のそれよりも長くなっている。

以上の考察によると休眠の経過, いわゆる diapause development は決して単一の生理過程ではなく, 温度反応に関して異質ないくつかの段階が存在するのではないかということになる。休眠の経過中に温度反応が変化する例は蛹休眠のヨトウガ *Mamestra brassicae* LINNAEUS でも知られており (MASAKI, 1956), また低温処理効果の現われ方から判断して, リンゴハダニとよく似た休眠経過をとると思われるものも多い。リンゴハダニの場合には休眠卵は blastoderm 形成直後の状態にあり LEES (1953 a), WAY (1960) が *Leptohylemyia* で考えたような神経分泌物の合成や分泌等の過程を特定の温度要求段階とを関連づけることはできないが, 休眠中の温度要求の変化が休眠の生理機構と何らかの形で関連していることは容易に想像されよう。

Table. 17. The time of diapause termination in winter eggs of the European red mite incubated periodically under different temperature.

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Time of maximum occurrence of hatching	Time of diapause termination*
15	Early February	Late February
20	Early February	Early to mid February
25	Mid January	Mid January

* After this time constant egg-period was shown under each temperature.

発生子察の立場から考えると, リンゴハダニの休眠消去は, C段階に入った時と考えるとさしつかえない。したがって, 加温後の卵期間がほぼ一定となり, ふ化率が最高となる時期を休眠消去の目安とするのが妥当であると考えられる。第17表に示したように, この時期は 15°C では2月下旬, 20°C 加温区では2月上, 中旬, 25°C 区では1月中旬であり, C段階における温度反応の特性のために温度によって差を生じているが, 遅くとも2月末までにはほぼ休眠離脱の態勢を整え終わっているとみられる。低温処理の10月区, 11月区に差のないこと, また, 10月下旬から1か月間の午前9時気温が $5\sim 13^{\circ}\text{C}$ の間を変動することを考慮し, かりに10月中旬から低温効果があったとすると, 自然界では約3~4か月で休眠が消去されることになる。 5°C 処理でも同様の結果であった。

他方, LEES (1953 a) は $1\sim 9^{\circ}\text{C}$ に5~7か月処理すると休眠が消去されると報告しており, 本実験の結果よりもかなり休眠経過が長いようである。これには地理的変異や環境条件の差異が関係していることも考えられ

る。

リンゴハダニでは休眠除去後の発育限界温度は約7°C (LEES, 1953 a; 津川ら, 1961) である。野外で越冬中の卵を加温すると、1~2月から一定値を示していた卵期間が3月下旬以降に短縮するが、これはこの頃の日中最高気温がしばしば7°Cを越すこととよく一致する。実験では加温にさいして低温から高温への急激な温度変化があたえられているが、自然界では春の気温上昇は漸進的であり、また、日周期的変化もあるので休眠のC段階に到達した卵の発育開始に対する温度の影響も、実験条件下とはかなり異なっていることが考えられる。しかし、現在の知見では少なくとも2月末にはリンゴハダニの越冬卵は、休眠から離脱しやすいたC段階に到達しているということができる。青森県では、3月以前には気温が7°Cを越えることはまれであるので、リンゴハダニの卵が3月以前にすでに7°C以上の温度に対する反応を備えているとしても、その効果は無視しうる程度に過ぎないであろう。

したがって、3月以降の気温をふ化日の推定に用いてもさしつかえないと考えられる。

摘 要

リンゴハダニの休眠卵を越冬中のいろいろの時期に加温すると、その反応に基づきの4型がみられた。A、ふ化しない卵、B、加温後かなりの期間の後休眠を終了し、不斉にふ化する卵、C、加温後速やかに休眠を離脱して短期間にふ化する卵、D、加温前に休眠を終って形態発育を始めており、非常に早くふ化する卵。越冬中にA-Dの順に休眠の過程が進行して完了にいたると考えられる。これらの4型の反応のうちA、B、Cは休眠過程の3段階に対応し、各段階には特有の温度反応があるものと推察される。この4型のほかに不休眠卵と思われるものEがごく少数あり、初秋に加温すると直ちにふ化した。

短期間のふ化率(%)は12月下旬~1月上旬に急に高まり、1月下旬~2月下旬に生存卵の100%を占めるよう

になる。野外条件でも、また、人工的に5°CにおいてもC型に到達するに必要な低温期間は約3~4か月である。したがって、発育限界以上の温度がふ化の促進に効果的に作用するのは2月末以降であり、実用上は3月以降の有効積算温度によってふ化日を予察するのが適切であると考えられる。

(5) 越冬世代卵休眠性の地域差

共同研究者 山田雅輝, 白崎将瑛, 小山信行
供試材料と実験方法

1963年の2~3月に各県の園芸関係試験場から送付を受けたリンゴハダニ越冬世代卵について、3月8日(宮城県産は3月18日)に加温したものと、黒石市で常温に放置したものについて、そのふ化状況を調査した。加温にあたっては湿度を一定(飽和食塩水)にした小型デシケーターにガラスの小管びんを5本ずつ収容し、これにリンゴハダニ越冬世代卵の着生した小枝を入れ、軽く綿栓してふ化幼虫の逃亡を防いだ。調査は毎日一定時刻に行ない、調査のつどふ化幼虫を取り除いた。また、これら越冬世代卵の室温におけるふ化についても調査を行なったが、この場合は湿度の調整は行なわなかった。

結 果

(i) 加温した場合

3月8日に加温した5地域のものについてみると、加温からふ化初発までの日数は加温した温度の違いにより一様ではない。例えば、16°Cでは長野産のものが最も遅かったが、19°Cでは反対に最も早かった。しかし、青森産のものに比較して全体としては大差がなく、±3日の範囲に含まれるものであり、緯度その他の地理的な傾斜との関連は認められなかった。

この傾向は50%ふ化についてみた場合も全く同様であり、16°Cで加温した時に北海道産のものが青森産に比較して4日遅いというやや長い期間を要したほかは、ほとんど初発の場合と変りがなかった。さらに、ふ化率は北

Table. 18. Hatching of the winter eggs of the European red mite of different localities treated at three different temperature condition in the same laboratory (1963).

Starting date of heating	Locality	No. of egg			% hatching			Days required for					
								Initial hatching			50% hatching		
		16°C	19°C	22°C	16°C	19°C	22°C	16°C	19°C	22°C	16°C	19°C	22°C
March 8	Hokkaido	650	512	845	80.8	82.6	89.8	17	12	9	26	16	14
	Aomori	629	631	591	78.1	87.5	86.8	16	11	11	22	15	16
	Yamagata	560	494	334	57.7	59.9	45.2	16	13	10	20	15	14
	Fukushima	590	467	599	74.7	88.7	91.2	15	11	8	23	15	13
	Nagano	447	294	212	39.4	72.4	42.3	18	9	10	23	14	14
March 18	Miyagi	1173	1205	1218	92.1	93.9	90.8	13	9	9	18	13	13
	Aomori	578	967	839	81.3	77.5	81.0	14	11	9	19	14	13

Table. 19. Hatching of the winter eggs of the European red mite of different localities at the natural condition in Kuroishi (1963).

Locality	No. of egg	No. of hatching	% hatching	Date of initial hatching	Date of 50% hatching
Hokkaido	1441	1264	87.7	April 27	May 1
Aomori	602	468	77.7	27	April 30
Akita	396	276	69.7	27	28
Iwate	409	271	66.3	27	29
Yamagata	995	545	54.8	27	May 1
Miyagi	975	874	89.6	28	1
Nagano	327	129	39.4	28	2
Fukushima	1038	829	79.9	27	1

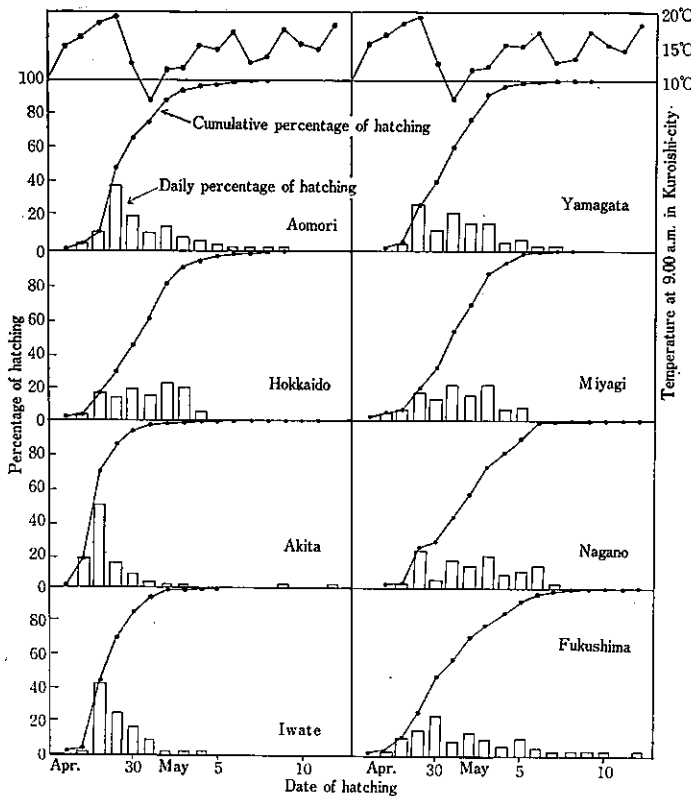


Fig. 40. Hatching trend of winter eggs of the European red mite collected from some various localities.

海道産、青森産、福島産のものでは86~91%で大差はないが、山形産で45%、長野産で42%と低い値を示し、ふ化率において2つのグループに分けられる。また、3月18日に加温した宮城産のものは、対照として同時に用いた青森産のものに比較してほとんど差がなく、ふ化初発は4月27~28日に一斉にみられ、50%ふ化率も4月28日から5月2日の狭い期間内に含まれた。ただ、50%ふ化日は秋田県産のものを中心にして北と南に離れる程僅か

ながら遅くなる傾向があった。

(ii) 常温に置いた場合

常温におけるふ化率は加温した場合よりも若干低くなっているが、地域的には山形産と長野産のものが、加温の場合と同様に低かった。

全体的にみてリンゴハダニの休眠性は、これらの地域に大きな差異はないものとみなされる。

考 察

CAGLE (1946) が Virginia 州で1945年に調査した結果では、リンゴハダニ越冬世代卵のふ化は4月の最後の週と5月の最初の週であり、この時のリンゴは開花中であると述べている。一方、南半球の Australia ではそのふ化期が9月中旬であるが、リンゴ樹の greentip (およそ発芽1週間後)の時期にあたり、青森県ではふ化始めが5月始めてふ化完了が5月10日頃のリンゴの開花中である(津川ら, 1961)。リンゴハダニ越冬世代卵の休眠性に地域差があるか否かは、越冬世代卵のふ化期を予察する上にも極めて興味ある問題であり、予察法が1つの地域に限定されるか、または応用範囲を広くとれるか否かの重要な問題である。

リンゴハダニについての北緯60°の Leningrad と北緯40°の北中国との系統を比較すると、休眠誘起に関与する日長に大きな差があり、南のものは北のものに比べて臨界日長が著しく短い (DANILEVSKII, 1951)といわれるが、休眠覚せいに必要な低温を伴った冬期間を経過すれば、越冬世代卵のふ化時期を大きく変えることはないことも考えられる。少なくとも、わが国における北海道から長野までの北緯43°から35°までの範囲ではリンゴハダニ越冬世代卵の休眠性に大きな地域差はないようである。

摘 要

リンゴハダニ越冬世代卵の休眠性に地域差があるか否かをみるために北海道、青森、秋田、岩手、福島、宮城および長野産のものについて黒石市にその材料を集めて1963年に調査した。

その結果、越冬世代卵の加温後ふ化初発までの日数は、早いものと遅いものとの間が僅か3日に過ぎず、あまり大きな差ではなかった。また、常温に置いて越冬世代卵のふ化を調査したところ、ふ化初発日はほとんど同じ

時期に集中した。ただ、長野、山形の両県産のものはふ化率が悪かった。

(6) 休眠性の年次変化に関する調査

共同研究者 山田雅輝、白崎将英、長田和一

小山信行

供試材料と実験方法

1961年から1964年に黒石市りんご試験場ほ場より、リンゴハダニ越冬世代卵の着生した材料について行なった。方法は休眠性の地域差の場合と同様である。

Table. 20. Hatching of winter eggs of the European red mite at different years.
Heating from February 8

Year	Temperature (°C)	No. of eggs	% of hatching	Days required after heating		Day length from initial to final hatching
				for initial hatching	for 50% hatching	
1961	16.12	947	81.6	20	33	27
	19.34	638	62.2	15	22	21
	22.09	771	61.6	13	16	11
1962	16.19	702	87.9	16	28	23
	18.19	720	87.2	11	21	23
	21.86	650	86.2	11	19	17
1963	16.2	777	88.7	16	29	38
	19.1	664	86.4	13	20	17
	22.6	677	72.5	10	19	18
1964	16.1	1263	88.8	18	31	34
	19.1	1618	88.0	13	25	21
	22.0	1810	87.1	9	17	18

Heating from March 8

Year	Temperature (°C)	No. of eggs	% of hatching	Days required after heating		Day length from initial to final hatching
				for initial hatching	for 50% hatching	
1961	16.12	840	65.9	18	24	14
	19.34	776	75.4	11	13	9
	22.09	705	73.5	9	12	9
1962	16.18	675	87.4	14	20	14
	18.97	872	90.7	11	14	10
	22.33	740	89.7	9	13	10
1963	16.2	629	78.1	16	22	16
	19.1	592	86.8	11	16	14
	22.6	631	87.5	11	15	11
1964	16.1	1105	89.1	17	23	16
	19.3	1018	85.0	12	15	14
	22.2	1282	85.0	8	11	11

結 果

この結果、リンゴハダニ越冬世代卵ふ化初発までの日数では、2月8日加温の場合は16°C区で1961年が20日間

で最も長く、1962、1963年の16日間と4日間の差がみられた。また、22°C区でも1961年の13日に比べて1964年は9日とその差が4日であった。

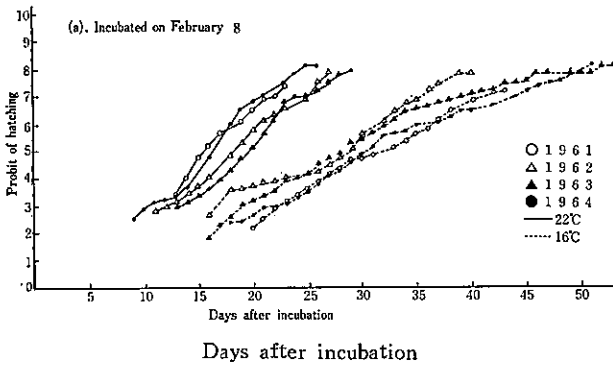


Fig. 41. (a) Trend of hatching from winter eggs of the European red mite at different year.

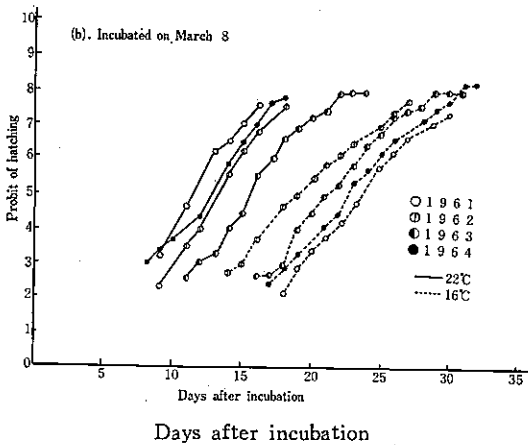


Fig. 41. (b) Trend of hatching from winter eggs of the European red mite at different year.

50%ふ化までの日数では1961年の33日と1962年の28日間に5日の差があり、その他の年は中間であった。3月8日の加温でもこの傾向は全く同様であり、その長短に

4日の差がみられた。

このように、年によって休眠性に多少の差はみられるが、あまり大きいものではない。ふ化率も1961年がやや低かった以外は、いずれも80%台を示した。

考察

リンゴハダニ越冬世代卵のふ化率について PARENT ら (1957) は、1949年から3年間の比較調査の結果、60%から85.4%の間であり、ふ化期間についても7日間から20日間までかなり差があると報告している。

このことは、休眠性に若干の年次変化のあることを示すものであるが、この場合のふ化期間は自然状態に置かれた場合であるため、ふ化期間はその年の気温によって長短があることは当然考えられる。

著者は加温によってこれを確認するための実験を試みた結果、年による多少の差はあるが、本質的なものではなく、休眠性の年次変化はあまり大きいものではないと考える。

摘要

休眠性の年次変化をみるために1961年から1964年まで越冬世代卵を2月8日と3月8日に加温して調査した結果、1961年に19°C区と22°C区のふ化率が60%台と低かった以外はいずれも80%程度であり、ふ化までの期間も大きな差はなかった。

2. 青森県における発生の実態

(1) 発生回数に関する調査

共同研究者 種市賢藏

調査方法

品種国光の苗木を用い、越冬世代卵からふ化した幼虫を苗木の葉裏に定着させ、継続飼育を行なった。

Table. 21. Life cycle of summer generations in red spider mite (1951).

Generation	Period of egg laying	Period of hatching	Duration in days				Remark
			Egg	Nymph	Adult	Total	
		May5-25		11-16	5-18		Maximum hatching from winter eggs at May 9
1st	May17-June19	May24-June25	7-19	9-12	13-24	25-55	Summer egg laying become abundant at May 28 in field
2nd	June16-30	June22-July14	6-13	6-8	12-19	24-40	
3rd	June26-July22	July3-25	4-8	5-8	9-19	18-33	Population growth occurs at June 4
4th	July14-Aug.4	July17-Aug.9	3-8	4-6	13-23	20-37	
5th	July29-Aug.22	Aug.2-26	4-7	4-8	15-17	23-32	Winter eggs are found about August 1
6th	Aug.9-Sept.4	Aug.14-Sept.12	5-8	5-10	16-26	26-44	Winter eggs abundant
7th	Aug.27-Sept.25	Sept.3-Oct.3	8-13	8-10	17-29	33-52	
8th	Sept.25-Oct.31	Oct.-5					

成虫は苗木1本あたり10頭、供試苗木10本、合計100頭を用い、観察用の葉柄にタンブルフートを塗り、他の葉のものは全部筆で払い落した。卵は合計で300～500個を用いた。

結 果

1951年の越冬世代卵ふ化初発は5月5日で例年より4～5日遅れたが、秋期越冬世代卵の産卵が多くなる9月下旬まで約5か月間あり、その間の気温の変化に伴って1世代の経過に要する日数も異なっている。第21表に表わしたように5～6月では1か月以上かかり、盛夏期にはその半分の日数で終了する。また、発育の個体変異により早いものと遅いものの差が大きく、殊に成虫期の寿命が幼虫、若虫期の発育所要日数などに比較して長く、産卵期間が延長されるのでは場ではこれによる世代間の重なりが著しくなっている。このようなことから、早期に産卵され発育の早い個体は年に8回の世代を、逆に遅いものでは6回程度に止まる。また、発生世代数は夏期の気温と越冬世代卵の産卵期の早晚によっても強く影響される。

考 察

CAGLE (1949) はリンゴハダニの継続飼育を行なった結果、Virginia州では普通年9世代であるが一部のものは10世代発生したと報告している。夏卵はおよそ5月上旬から9月下旬まで産下され、卵期間は12.7°Cで21日、24°Cでは5.8日であるという。

イタリアの Etna 山岳地方ではブドウ園のリンゴハダニは年5世代であるという (NUCIFORA et al., 1967) 報告や、ポーランド南東部スモモ園のリンゴハダニも年5世代で (NIEMCZYK et al., 1965)、同一種でも5世代から10世代までの差異が認められる。

これは夏期における気温による発生数に対する影響と、8月以降の休眠誘起におよぼす光条件の差と考えられる。

青森県では著者の実験で年8世代であり、3～5世代が比較的発育期間が短い。前述の CAGLE の実験による1世代に要する温度は60°F (15.6°C) で14日、65°F (18.3°C) で10日であることからすれば、青森県の月平均気温は5月が15.6°C、6月18.2°C、7月22.5°C、8月24.3°C さらに9月20.0°Cであるから、産卵の最も早く行なわれたもので、年8.5世代の計算になり、ほぼ青森県の実態と一致する。

摘 要

野外の苗木でリンゴハダニの年間世代数を調査した結果、青森県では年8世代であり、卵期間は最短3日、最長19日であった。

幼虫期間は4～12日、成虫の生存期間は5日から29日の幅がある。

(2) ほ場における発生経過

共同研究者 種村賢蔵、山田雅輝、白崎将瑛
長田和一、斎藤靖夫、小山信行

調査方法

1955年から1957年までりんご試験場内のリンゴハダニの発生が多い樹について5月下旬から9月下旬まで20葉を任意にとり、これに着生するリンゴハダニ数を卵、幼若虫、めす成虫、おす成虫の別に調査した。また、1959年からは同様にして32葉ずつ3樹について調査した。

結 果

越冬世代卵のふ化は5月始めから行なわれ、約10日でほとんど終了するため、例年で5月10日頃から夏卵の産卵が行なわれる5月20日頃までの約10日間は卵態の個体がない幼虫、若虫の時期があり、これは丁度リンゴ樹の開花期に合致する。これにより成虫に至った個体は1～2日後には夏卵の産卵を始め、越冬世代卵の多い場合はこの時期に葉あたり密度が一時的に高まる (1961年標準散布区、1967年無散布区など)。しかし、6月上旬からリンゴ樹の伸長が著しく、葉数の増加が急激に行なわれ、ハダニはこれらの葉に分散するためにこの期間は樹あたり密度が低下しないにもかかわらず、葉あたり密度が低下する。このような傾向は新梢の伸長が停止する6月下旬まで認められ、その後は気温の上昇と相まってハダニの増殖が高まり、逆に新葉の増加が少なくなるため、葉あたりのハダニ密度はしだいに高まり、7月下旬～8月下旬に最盛期に達する。この段階での密度は葉の栄養状態の良好なものでは数100匹に達する例も稀でなく、このような場合まもなく葉色の変化がみられ、引き続いてハダニの分散または越冬世代卵の産卵が行なわれるようになる。したがって、その後の密度は急激に低下し、死亡率が高まり、天敵の発生も多くなる。この場合、越冬世代卵の産下は主体が栄養悪化に伴う休眠誘起であり8月上旬頃に行なわれる場合もある。夏期のピーク時はその年の気温または越冬密度によって左右されるが、越冬密度によって大きく影響を受ける。すなわち、1967年には無散布樹において越冬世代卵が多かったため5月下旬の発生が多く、それに伴って夏期のピーク時は7月中に達している。これに対し1964年は越冬世代卵が非常に少ないため5月下旬の発生も少なく、夏期の発生ピークは8月下旬にようやく現われている。また1968年以降の発生は非常に少なく経過しているが、これは永年無散布状態にしておいたため天敵の増加と競争種としてのオオトウハダニの増殖によって樹の栄養師が低下したことによるものである。以上は主として薬剤散布を行なわない場合の消長であるが、防除を実施している園の経過は、第42図Cからも明らかのように大きく3つの型に分けられる。第1は1961年にみられるように無散布とほとんど変らない消長を示すもので、葉色の変化を伴うピークの

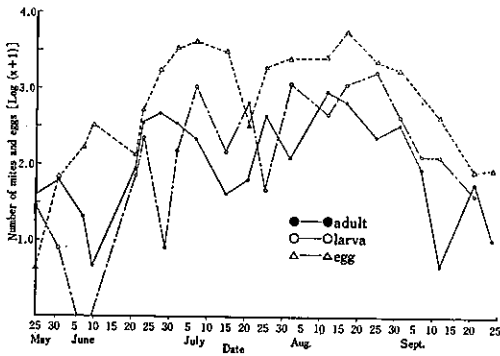


Fig. 42. a. The seasonal abundance of the European red mite on apple trees. (1955)

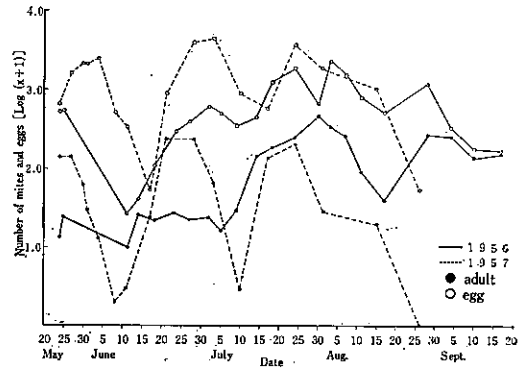


Fig. 42. b. The seasonal abundance of the European red mite on apple trees in 1956—1957.

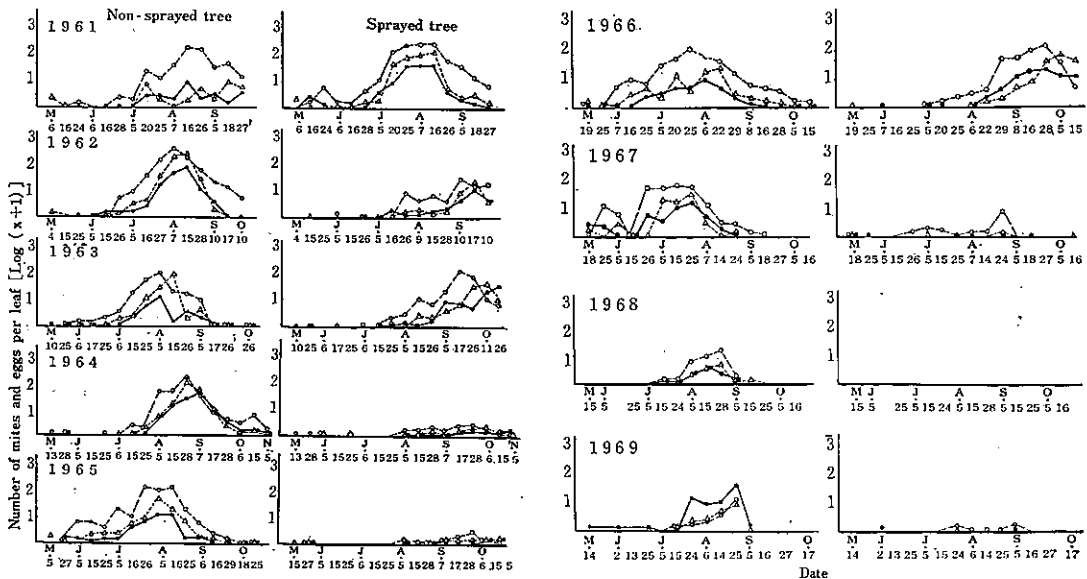


Fig. 42. c. The seasonal abundance of the European red mite on apple trees in 1961—1969.

○…………○ egg △…………△ larva ●…………● adult

現われるような型であり、これは防除に失敗した例である。第2の型は、1962、1963、1966年などにみられ、主として薬剤散布の終了した9月以降に発生が多くなり、このような場合は越冬世代卵の産下が非常に多くなる。第3型はハダニの発生が年間を通じてまったくない1968年や極めて僅かしか発生しない1964、1965、1967、1969年などのような例で、このような場合は越冬世代卵の産下も少なく、翌年の防除もろくに行なわれる。葉色の著しい変化まで至らないような発生では越冬世代卵の産下が主として気象条件（日長と温度）によって決定されるため、9月中旬以降に多く行なわれる。

考 察

リンゴハダニの年間発生消長は、樹の栄養条件、薬剤

や天敵との関係あるいは気象条件に影響され (CLANCY et al, 1958; LIENK et al, 1951; LORD, 1956; MAC-PHEE et al, 1954), 一般に高温乾燥の年に多いといわれる。特にリンゴハダニの個体群とリンゴ樹体内養分、例えば窒素含有量との関係が強調され葉中の窒素含有量が多くなるほどリンゴハダニの発生が多いといわれている。

近年におけるリンゴ栽培は多肥の傾向にあり、しかも強力な殺虫剤の大量散布によって天敵の殺滅も見逃すわけにはいかない。こうした条件の積み重ねにより、ほとんど毎年恒常的に発生しているわけで、多収と品質向上の弊害とも受け取れないことはない。

一般には6月中旬からしだいに発生し始め、7、8月

に大きな山を迎え、10月上旬にはほぼ終息するが、一般管理園ではこの山が後半にずれることが多い。これは、殺ダニ剤の散布が中止される8月下旬から発生が多くなるためと思われる。

摘 要

リンゴハダニの年間発生消長を調査した結果、次のことがわかった。

すなわち、無散布の場合には6月中旬から発生が多くなり、7～8月に大発生して10月上旬に終息する。

また、一般管理園では7月中旬からしだいに多くなり、9月中～下旬に大きな山を迎え10月下旬に終息する。

3. 越冬世代卵ふ化時期および第1世代卵産卵時期の予察

共同研究者 種市賢蔵, 山田雅輝, 白崎将英
長田和一, 斎藤靖夫, 小山信行
関田徳雄

調査方法 (材料および方法)

ふ化初発日の資料は1953年を除いた1951年から1969年まで18年間にわたるりんご試験場は場における越冬世代卵からのふ化初発日を用い、50%ふ化日は1960年から実施された越冬世代卵ふ化消長に関する調査の資料を用いた。第1世代卵産卵開始日はりんご試験場は場において観察され、1954年と1955年を除いた1951年から1969年までの17年間の資料に基づいた。ここでいうふ化初発日ならびに第一世代卵初発日とは前者については1個でもふ化が認められた日を、後者については1個以上産卵が認められた日を指している。

このほかに利用したリンゴの生態、気象資料などはりんご試験場は場内で観察ならびに観測されている資料を用いた。ここで発芽期とは花芽の頂部が破れて緑色を帯びたものを3個以上認めた日、展葉期とは正常な葉形を呈した葉が1枚でも展葉した時期、落花期とは7、8分通り落花した時期、開花期は調査樹の中で1個でも開花がみられた時期である。

結 果

(1) 春期の気温とふ化の早晚

リンゴハダニ越冬世代卵は1月下旬ないし2月上旬にすでに休眠発育を終了し、高温があれば形態発育を行なうと考えられるから、ふ化の早晚は主として2月以降の気温に左右されるとみられる。しかし、2～3月は低温であるため、越冬世代卵の発育限界温度7℃を越すことはあまりない。したがって、実際にリンゴハダニのふ化におよぼす気温の影響は4月中のものが重要であるとみなされる。そこで4月の9時気温、旬ごとの気温およびこれらを組み合わせた気温とリンゴハダニのふ化初発日ならびに50%ふ化日との関係をみると第22表のようであった。すなわち、ふ化初発日と旬気温についてみるといずれ

Table. 22. Effect of temperature in April on the hatching from winter eggs of the European red mite.

Source	Initial hatching date		50% hatching date	
	n	r	n	r
April 1-10	16	-0.660**	10	-0.445
11-20	16	-0.477	10	-0.762*
21-30	16	-0.439	10	-0.581
1-20	16	-0.477	10	-0.675**
11-30	16	-0.630***	10	-0.913***
1-30	16	-0.788***	10	-0.818**

の旬とも負の相関係数が認められたが、有意な値は上旬だけであった。また上旬+中旬、中旬+下旬の気温とも負の関係がみられるが、上旬+中旬のものは有意でない。4月の月平均気温との間に最も高い相関関係がみられ、これは極めて有意な値であった。しかし、リンゴハダニ越冬世代卵は早い年だと4月下旬にふ化するため4月中旬+下旬ならびに月平均気温は予察に利用できない。逆に、4月中旬までの資料だと精度の高い予察はできないといった難点がある。一方、50%ふ化日と4月の気温についてふ化初発日同様に検討してみたところ第22表のようになり、いずれの場合も負の相関係数が認められ、このうち4月中旬、上旬+中旬、中旬+下旬、4月の月平均気温の値が有意なものであった。殊に4月中旬+下旬および月平均と50%ふ化日との関係が強く、50%ふ化日は最近10年間で最も早いのが1963年の4月30日であり、他の年は5月3日以降の例が多く、平均で4.6日であるからこの両者は直前予察として利用可能である。両者の予察式は次のようである。

4月中旬+下旬の気温(x)

$$y = -0.123x + 3.156 \quad (r^2 = 0.834)$$

4月の月平均(x)

$$y = -0.215x + 2.559 \quad (r^2 = 0.669)$$

ただしyはリンゴハダニの50%ふ化日で4月30日を起算日とする。

4月の気温とふ化の早晚との関係が高いことは以上の成績から明らかであるが、実際は若干であるが3月以前にも7℃を越す日がある。この点を考慮して2月以降から日平均で7℃以上の温量を加算してゆき、それと越冬世代卵ふ化時期との関係をみると第23表のようになり、温量は年によって相当大きな差異があり、平均すると最高気温で積算したものは4月20日までで158.3日度、25日までで210.2日度、30日までで255.9日度となり、9時気温によるものでは4月20日で61.0日度、25日で85.8日度、30日で113.9日度となった。これらの温量とリンゴハダニふ化初発日との関係は第24表のようになり、おおむね

Table. 23. The initial date of hatching from the winter eggs of the European red mite and amount of temperature above the threshold temperature (°C) for hatching.

Year	Initial date of hatching (Y)	Amount of the maximum temperature above the threshold reckoned from March to				Amount of the temperature at 9 a.m. above threshold reckoned from March to			
		Apr.20 (X ₁)	Apr.25 (X ₂)	Apr.30 (X ₃)	hatching (X ₄)	Apr.20 (X ₅)	Apr.25 (X ₆)	Apr.30 (X ₇)	hatching (X ₈)
1954	April 26	197.4	257.9	296.9	268.7	56.1	87.8	108.0	98.1
1955	May 5	170.7	206.4	258.1	309.4	62.5	77.1	105.3	132.5
1956	May 1	147.6	204.9	241.0	255.5	61.7	97.3	114.5	124.1
1957	May 2	115.6	168.0	219.0	237.3	50.7	68.0	99.6	110.6
1958	May 3	153.0	200.2	244.6	266.6	39.7	65.5	90.4	101.5
1959	April 23	208.6	279.1	344.4	256.0	78.9	126.1	164.9	114.7
1960	May 3	139.4	184.3	234.1	271.2	42.8	68.2	93.4	107.5
1961	April 24	165.6	207.0	269.7	201.6	97.7	119.8	162.0	116.5
1962	April 28	184.4	244.5	284.5	276.6	94.5	125.2	144.5	142.4
1963	April 27	203.2	247.5	312.7	271.6	95.2	119.5	164.2	136.5
1964	April 28	177.0	195.4	241.9	121.2	76.9	82.9	111.4	100.3
1965	May 6	82.4	112.9	143.6	180.9	26.0	42.7	60.3	84.6
1966	May 2	129.6	187.2	247.0	273.8	35.3	72.0	111.0	130.5
1967	April 30	146.0	170.6	252.4	252.4	43.8	53.8	114.9	114.9
1968	April 27	177.2	220.7	251.7	238.3	58.4	76.9	98.1	93.2
1969	May 1	109.6	154.3	222.0	230.7	39.5	71.7	107.2	112.4
Average	April 30	158.3	210.2	255.9	244.5	61.0	85.8	113.9	113.8

Table. 24. Relation between the initial date of hatching from winter eggs of the European red mite and the total temperature above the threshold for hatching calculated from the data in Table 23.

Source	n	r	Regression equation
X ₁	16	-0.745***	Y = -0.079X + 12.130
X ₂	16	-0.710**	Y = -0.065X + 13.287
X ₃	16	-0.774**	Y = -0.066X + 16.515
X ₅	16	-0.736**	Y = -0.121X + 7.008
X ₆	16	-0.767***	Y = -0.112X + 9.231
X ₇	16	-0.791***	Y = -0.102X + 11.242

Note: Y is the initial date of hatching reckoning from April.

0.7~0.8の相関係数が認められ、単に4月の気温から算出した値よりは若干高くなった。これらの予察式は第24表に示したが、 r^2 の値は0.5~0.6でそれほど信頼性の高いものではない。

さらに、各年のふ化初発日までの有効積算温度をみたところ、第23表に示したように最高気温では平均244.5日度、9時気温では113.8日度となり、先に実験的に求めた値195.4日度は最高気温と9時気温の中間の値を示している。また、ふ化までの有効積算温度には年によるふれが相当高く最高気温からみたものでは最高と最低の差が188.2日度、9時気温からみたもので52日度もあり、平均値の50%を越す値である。実験的に1961年から1964年に行なった休眠性の年次変動に関する試験では年による大きな差はなく、3月8日加温後からふ化初発日までの日数は16°Cで約17日、年による差は±3日以内

Table. 25. Regression equation of the date of 50% hatching from winter eggs (Y₁) of the European red mite and that of initiation of summer egg laying (Y₂) against the initial date of hatching from winter eggs (X).

	n	r	Regression equation	Initial date in reckoning	
				X	Y
Y ₁	10	0.778**	Y = 0.806X - 3.138	April 30	April 30
Y ₂	10	0.918***	Y = 1.206X - 11.407	April 30	May 10

Table. 26. Regression equation of the initial date of hatching from winter eggs (Y) of the European red mite against the date when the apple tree attained to a given stage of development (X).

Stage	Variety	n	r	Regression equation	Initial date in reckoning of X
Breeking	American Summer Pearmain	18	0.595*	$Y=0.536X-2.895$	March 31
	Jonathan	18	0.659**	$Y=0.602X-3.670$	March 31
	Ralls Janet	18	0.683**	$Y=0.637X-1.162$	April 15
Extention leaf	American Summer Pearmain	18	0.611**	$Y=0.724X-2.504$	April 15
	Jonathan	18	0.752***	$Y=0.842X-3.443$	April 15
	Ralls Janet	18	0.786***	$Y=0.864X+0.591$	April 30

Note: Y is reckoned from April 30.

Table. 27. Regression equation of the date of 50% hatching (Y) of the European red mite against the date when apple tree attained to a given stage of development (X).

Stage	Variety	n	r	Regression equation	Initial date in reckoning of X
Breeking	American Summer Pearmain	10	0.392	$Y=0.379X+2.856$	March 31
	Jonathan	10	0.384	$Y=0.518X+2.060$	March 31
	Ralls Janet	10	0.320	$Y=0.270X+4.034$	April 15
Extention leaf	American Summer Pearmain	10	0.477	$Y=0.510X+2.560$	April 15
	Jonathan	10	0.566	$Y=0.566X+2.110$	April 15
	Ralls Janet	10	0.649*	$Y=0.576X+4.808$	April 30

Note: Y is reckoned from April 30.

であったことから、このようには場で差が大きくなるのは気温以外の要因が関係していることも考えられる。この原因は産卵場所の微気象、特に日射による輻射熱により樹皮部が高温になることがあげられる。

なお、ふ化初発日と50%ふ化日との間には $r=0.778$ の相関係数が認められ

$$y=0.806x-3.138$$

によって、初発日(x)から50%ふ化日を予察できる。ただしx, yとも4月30日を起算日とした。

(2) リンゴの発芽期および展葉期とふ化時期の関係

リンゴハダニがその寄主であるリンゴ樹と生活史の上で密接な関係にあることは当然予想されるが、越冬世代卵のふ化も寄主の発芽前にふ化したのでは餓死の危険が起こりうる。したがって両者の間には進化の過程である種の発育の平行性が発達しているともみられ、このことはリンゴの発育限界温度が越冬卵のそれと近似していることから推察される。そこで、青森県において早生品種の代表的なものである祝、中生品種の紅玉、晩生品種の国光の品種についてその発芽期、展葉日とリンゴハダニ越冬世代卵のふ化期との関係を検討してみた。その結果、初発日とこれらの関係は第26表に示したようにいずれにおいても高い相関係数が認められ、殊に展葉日との関係は顕著であった。しかし、その予察式はrの値からみて信頼性が非常に高いというものではない。また、50%ふ化日と発芽期、展葉期との関係は第27表のとおり

で、それほど高くはなく、国光の展葉期との相関係数がようやく有意であったほかはすべて低い値であった。

(3) 第1世代卵の産卵時期との関係

リンゴハダニの第1世代卵産卵時期は例年5月20日前後に行なわれるが、年によって早晚があり、1954、1955年を除いた1951年から1969年まで16年間の資料は第29表のようである。すなわち、最も早く産卵が行なわれたのは1961年の5月9日であり、逆に、遅い年は1965年で5月24日であった。これらの早晚が何に原因しているかは一概にいえないが、越冬世代卵のふ化時期の早晚とふ化後の気温の高低は当然関与しているのみならず、そこで、まずこれらの関係をみるとふ化初発日と第1世代卵産卵開始日との間には非常に高い正の相関係数があり、その予察式は、

$$y=1.206x-11.407$$

ただし、ふ化初発日(x)は4月30日を、第1世代卵産卵開始日(y)は5月20日を起算日としたが、この式は $n=16$ で $r^2=0.843$ を示した。また、5月上旬の気温との関係はそれほど高くなく、むしろ、ふ化の早晚が強く影響しているものとみなされる。リンゴ樹の発芽期展葉期と産卵開始日との関係は第28表のようになり、各品種とも有意な正の相関係数を得たが、それほど高くなく、予察式の信頼性は低い。

しかし、リンゴの開花期との関係をみると相当高い相関係数がみられ、第28表のようにrは0.85~0.89の間に

Table. 28. Regression equation of the initial date of summer egg laying (Y) of the European red mite against the date when the apple tree attained to a given stage of development (X).

Stage	Variety	n	r	Regression equation	Initial date in reckoning of X
Breeking	American Summer Pearmain	16	0.498*	$Y=0.480X-0.360$	March 31
	Jonathan	16	0.522*	$Y=0.506X-0.848$	March 31
	Ralls Janet	16	0.608*	$Y=0.747X-0.584$	April 15
Extention leaf	American Summer Pearmain	16	0.584*	$Y=0.738X-0.562$	April 15
	Jonathan	16	0.668*	$Y=0.797X-1.288$	April 15
	Ralls Janet	16	0.694**	$Y=0.804X+2.803$	April 15
Blooming	American Summer Pearmain	16	0.797***	$Y=1.040X-4.637$	April 30
	Jonathan	16	0.792***	$Y=0.991X-0.518$	April 30
	Ralls Janet	16	0.736**	$Y=1.035X+0.375$	May 10

Note : Initial date in reckoning of Y is May 15

Table. 29. The date of initial and 50% hatching from winter eggs of the European red mite and the initial date of summer egg laying studied in the station over 18 years.

Year	Initial hatching from winter egg	50% hatching from winter egg	Initial date of summer egg laying
1951	May 5	—	May 21
1952	May 1	—	19
1954	April 26	—	—
1955	May 5	—	—
1956	May 1	—	May 19
1957	May 2	—	May 20
1958	May 3	—	May 21
1959	April 23	—	May 11
1960	May 5	May 5	May 22
1961	April 24	May 1	May 9
1962	April 28	May 3	May 15
1963	April 27	April 30	May 12
1964	April 28	May 5	May 14
1965	May 6	May 13	May 24
1966	May 2	May 6	May 19
1967	April 30	May 3	May 14
1968	April 27	May 6	May 18
1969	May 1	May 4	May 17

あり、 r^2 も0.73~0.83の間であるから予察式は有用である。

考 察

リンゴハダニの越冬世代卵は胚芽 (blastoderm) 形成直後に休眠に入り、いったん生長が終つてからは、胚子が25°Cのような高温に保たれるとそれ以上は發育しないで遂にはふ化しないまま死ぬが、冬期の低温に遭遇して、はじめて休眠を全うする (LEES, 1953 a)。

一般に、2~3月は越冬世代卵の發育限界温度7°C以上になることはリンゴ栽培地帯ではあまりなく、ふ化におよぼす気温は4月以降のものと考えてよいであろう。

そこで、4月の月平均気温、4月上旬、4月中旬、4月下旬あるいは4月上旬+中旬、4月中旬+下旬の気温とふ化初発日との関係を吟味してみると、4月の平均気温との相関が最も高く、次いで4月中旬+下旬との相関である。しかし、リンゴハダニは年によっては4月下旬にふ化を始めることがあるから、これをそのまま予察に利用することは必ずしも適当ではないと思われる。むしろ、50%ふ化日と4月中旬+下旬との強い相関を予察に利用することが、より適切である。

また、リンゴ樹の生育とふ化初発日あるいは50%ふ化日の関係では、国光の展葉日との間にかなり高い相関が認められ、平年の国光展葉日が4月29日である点から、予察に利用できるようである。

LIGHT ら (1968) の報告では、イギリスで異なった集団のリンゴハダニ越冬世代卵の50%ふ化日には、2~3週間のずれがあると指摘しているが、殺ダニ剤が散布される以前に大半の越冬世代卵がふ化することを知らなくても極めて重要であると述べている。

一方では、第1世代卵が産下されない以前の殺ダニ剤散布の顕著な効果を期待するためにも、第1世代卵の産下時期を予察することも重要である。この点については越冬世代卵ふ化初発日との間にみられる高い相関によって第1世代卵産下時期の予察に利用できるかと考える。リンゴハダニ越冬世代卵のふ化期から、第1世代卵産下時期に至るまでのいわゆる初期防除の最も重要な時期に、およその時期を予察して、その手がかりをつかむだけでもリンゴ栽培上からみて有意義であると考えられる。

摘 要

リンゴハダニの越冬世代卵ふ化時期および第1世代卵の産下時期について気温あるいはリンゴ樹の生育との関係を見ると、国光の展葉日と越冬世代卵ふ化初発日およ

び50%ふ化日との間にかなり高い相関が認められ、その予察式はそれぞれ、

国光展葉日(x), ふ化初発日(y) $y = 0.864x + 0.591$

国光展葉日(x), 50%ふ化日(y) $y = 0.576x + 4.808$

であり、この場合のyの起算日は4月30日である。

越冬世代卵ふ化初発日と第1世代卵の産下日との間にも極めて高い相関があり、その予察式は、

$$y = 1.206x - 11.407$$

である。

ただし、ふ化初発日(x)は4月30日を、第1世代卵産下開始日(y)は5月10日を起算日とした。

リンゴ各品種の開花日と第1世代卵の産下日との間にも、極めて高い相関を認めた。

V クワコナカイガラムシ越冬世代卵のふ化期および幼虫の移動期の予察

1. クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠性

(1) 越冬世代卵の産卵時における温度条件と休眠性について

共同研究者 白崎将瑛, 長田和一, 斎藤靖夫

実験材料と方法

1965年10月19日に青森県黒石市(青森県りんご試験場)においてリンゴ樹よりクワコナカイガラムシ第2回成虫を採集し、これをダンボール紙と共にシャーレ(径10cm, 高さ8cm)に入れ、室温、10°C, 15°C, 20°Cおよび25°Cの各温度条件下においてダンボール紙のすきまに産卵させた。室温および15°C以下の温度下に置いたものからは10月22日に、また、20°C以上の温度下に置いたものからは10月20日にそれぞれ採卵し、ただちに15°Cおよび20°Cに加温して、その後毎日定時にふ化幼虫数を調査した。なお、卵の加温にあたっては卵塊ごとにガラス管びんに入れて綿栓をし、1処理あたり3卵塊を供試して、蒸溜水で湿度100%に保ったデシケーターに収容したものを各温度条件下に置いた。また、産卵時において日長条件などの温度条件以外のものについては特に配慮しなかった。

結果

異なる温度条件下で産卵されたクワコナカイガラムシ越冬世代卵を20°Cおよび15°Cに加温した場合のふ化状況をみると第43図のとおりで、ふ化率および加温後平均卵期間は第44図のとおりであった。

第43図にみられるように、どの処理区においても卵期間は長く、また個体間のばらつきが大きくて、この時期に産み付けられた卵はすべて休眠に入ることがわかる。20°Cに加温した場合、卵は60日めから125日めにわたってふ化し、15°Cでは130日めから205日めまでにふ化した。加温後の平均卵期間は第44図に示したように、産卵時の温度と卵の置かれた温度のいずれによっても影響されるようであるが、上述のように、各処理区内における個体変異が大きいために、明確な結論を下すことはできない。ただし、産卵温度にかかわらず、平均卵期間は20°Cでは15°Cよりも短くなった。15°C加温では、産卵温度の上昇に伴って、平均卵期間が長くなる傾向がうかがえるが、20°C加温では、これと一致しない結果が得られ

た。

ふ化率に関しても、産卵温度と加温条件の両者が影響しているように思われる。一般に20°Cでは、15°Cよりもふ化率が高い。さらにいずれの加温条件においても、産

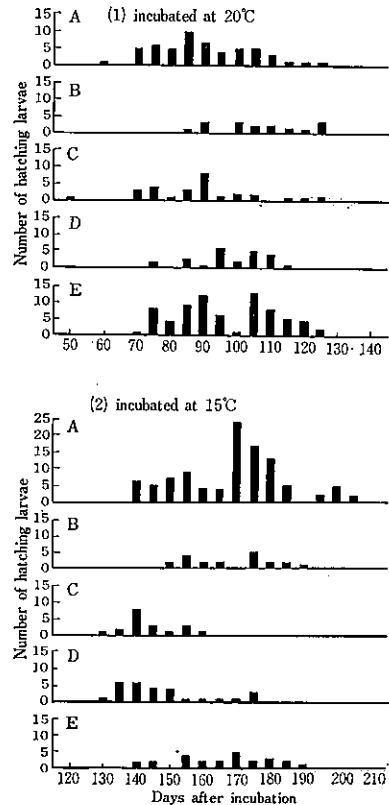


Fig. 43. Difference of diapause intensity of overwintering eggs in relation to the temperatures at which the adults oviposited

Temperatures under which eggs were oviposited: A. 25°C; B. 20°C; C. 15°C; D. 10°C; and E. in laboratory (ranged from 5.8°C to 8.5°C, in average 11.8°C)

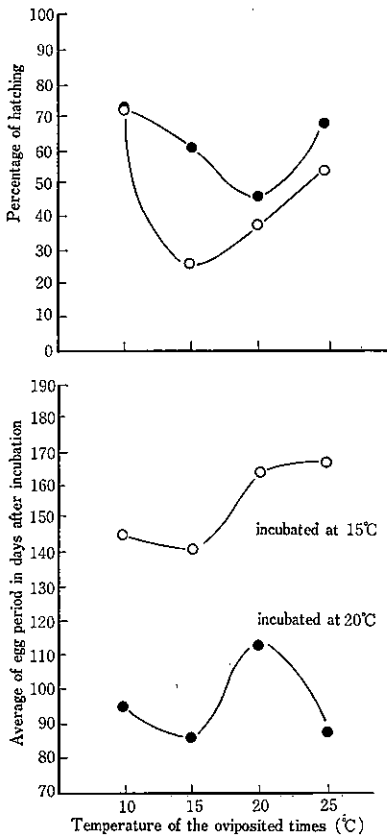


Fig. 44. Rate of hatching and mean longevity of egg stage of the Comstock mealybug which were oviposited at different temperature.

卵温度が低い時(10°C)と高い時(25°C)にふ化率は高く、中間の温度(15°Cまたは20°C)では、ふ化率が低下する傾向があるようであるが、この点については、さらに検討の必要がある。なお、室温下で産卵された卵のふ化率は15°Cに加温した場合39.1%で非常に低いが、20°Cに加温した場合は89.0%で非常に高かった。加温後の平均卵期間は、20°Cに加温した場合94.5日で、10°Cで産卵したもののそれ(95.6日)とはほぼ等しく、15°Cに加温した場合は163.4日で、20°Cで産卵したもののそれ(164.1日)とはほぼ同じであった。

考 察

以上の結果から本調査において10~25°Cの温度範囲で第2回成虫より産下されたクワコナカイガラムシの卵はいずれも休眠卵で、産卵時の温度条件は休眠卵を産出するか非休眠卵を産出するかを支配する要因とはならない。しかし、異なる温度条件下で産下された卵を15°Cおよび20°Cに加温した場合、産卵条件の違いにより卵期間およびふ化率に差異のみられることから、産卵時の温度

条件は産下された卵の休眠性の強弱にある程度関与する可能性があると考えられる。また、同一条件下で産卵された卵であっても、それを加温した温度の違いによって異なる反応を示す。例えば15°Cに加温した場合は15°Cで産下された卵が最も低いふ化率を示すが、20°Cに加温すると、20°Cで産下された卵のふ化率が最も低い。また、25°Cで産下された卵は15°Cに加温すると20°Cで産下された卵より長い卵期間を示すが、20°Cに加温すると反対に短い卵期間を示す。このような実験結果は産卵時の条件が卵の休眠性にかんがりの影響を与えている可能性を示している。

摘 要

クワコナカイガラムシ越冬卵の産卵時における温度条件と休眠について吟味したところ、次の結果を得た。すなわち、10°Cから25°Cの範囲で産卵されてもすべて休眠卵であるが、休眠性の強弱には若干の差異があると思われる。

(2) クワコナカイガラムシ卵の休眠誘起におよぼす日長および温度の影響

共同研究者 白崎将英, 斎藤靖夫, 小山信行

調査方法

1966年および1967年の2年間、クワコナカイガラムシの幼虫から成虫までの生育期間における日長時間および温度が、産出された卵の休眠性に関与するかどうかを検討した。

調査1. 1966年4月、青森県黒石市、青森県りんご試験場は場において、リンゴ樹上で越冬したクワコナカイガラムシ越冬世代卵を採集し、これを室内に置いてふ化させた。5月28日から6月1日までの間にふ化した幼虫を発芽馬鈴薯に寄生させ、小型腰高シャーレ(直径10cm, 高さ8cm)に入れ、綿布でおおって虫の逃亡を防ぎ、5月28日より第30表に示す処理区を設けて成虫になるまで飼育して卵を得た。飼育は小型ふ卵器(縦約40cm, 横約40cm, 高さ約55cm)を用い、照明はふ卵器内上部にとりつけた10Wの白色蛍光灯により行ない、タイムスイッチにより点滅した。成虫が産卵を開始した頃、これを取り出し、ダンボール紙片と共にシャーレ(直径約10cm, 高さ約2cm)に入れ、最終飼育条件と同一条件下に置いて48時間産卵させた後、ダンボール紙を解体してそのすきまに産下されている卵を卵塊ごとに取り出し、卵塊別にガラス管びん(内径約5mm, 長さ約35mm)に入れて綿栓をし、蒸溜水で温度を一定に保ったデシケーターに収容し、ただちに20°Cの定温下に置いてその後の調査を行なった。調査は毎日定時に行ない、ふ化幼虫数および死卵数を顕微鏡下で数えた。なお、これらの幼虫および死卵は調査のつど柄付針を用いて除去した。1処理区あたり5卵塊を供した。

調査2. 1967年4月に調査1と同一は場より得られた越冬世代卵から室内で5月27日より29日までの間にふ化

Table. 30. Treatment of temperature and photoperiod for the induction of diapause in the mealybug. (1966)
1. Photoperiod varied

Series no.	Temperature	First treatment		Last treatment	
		Photoperiod	Days	Photoperiod	Days
1	15°C	16L, 8D	72	—	—
2		16L, 8D	30	12L, 12D	49
3		16L, 8D	15	12L, 12D	64
4		12L, 12D	105	—	—
5		12L, 12D	23	16L, 8D	56
6		8L, 16D	79	—	—
7	20°C	16L, 8D	56	—	—
8		16L, 8D	20	12L, 12D	44
9		16L, 8D	10	12L, 12D	46
10		12L, 12D	64	—	—
11		12L, 12D	15	16L, 8D	41
12		8L, 16D	64	—	—

2. Temperature varied

Series no.	Photoperiod	First treatment		Last treatment	
		Temperature	Days	Temperature	Days
13	16L, 8D	20°C	56	—	—
14		20°C	15	15°C	57
15		15°C	23	20°C	41
16		15°C	72	—	—
17	12L, 12D	20°C	64	—	—
18		20°C	15	15°C	64
19		15°C	23	20°C	49
20	8L, 16D	15°C	105	—	—
21		20°C	64	—	—
22		20°C	15	15°C	64
23		15°C	23	20°C	49
24		15°C	79	—	—

3. Both of photoperiod and temperature varied

Series no.	First treatment			Next treatment			Last treatment		
	Temperature	Photoperiod	Days	Temperature	Photoperiod	Days	Temperature	Photoperiod	Days
25	25°C	16L, 8D	7	20°C	12L, 12D	10	15°C	8L, 16D	55
26	25°C	16L, 8D	7	20°C	12L, 12D	10	15°C	12L, 12D	55
27	25°C	16L, 8D	14	20°C	12L, 12D	105	—	—	—

した幼虫を、調査1と同様の方法により第30表に示す処理区を設けて飼育し、産卵後3～4日以内の卵を得た。これを調査1に準じて1処理区あたり5卵塊を供して20°Cに加温し、加温20～25日後にふ化虫数、生卵数および死卵数を調査した。調査は、時計皿にキンロールをと

り、卵のうをこの中に入れて溶かし、そのまま実顕微鏡下で行なったが、褐変、黒変、乾固、その他異常が認められて明らかに死卵と判定されるもの以外はすべて生卵とみなした。

Table. 31. The hatchability of eggs of the Comstock mealybug at 20°C which are oviposited by the adult reared under the different condition of both temperature and photoperiod. (1966)

Incubation period in days	Series no.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5												
10	0	0			0	0	0		0	0	0	0
15	34.7	19.3	0	0	57.5	68.4	-	0	0	11.7	-	68.9
20	57.9	47.6	62.5	49.0	33.0	19.5	66.8	70.2	53.3	43.3	98.0	29.2
25	0.9	0.7	9.6	6.5	1.6	0.7	4.6	2.6	15.5	1.4	0.3	0.5
30	0.2	0	0	1.5	0.3	0	0	0.6	1.1	0.9	0	0
Sub total	93.7	67.6	72.1	57.0	92.4	88.6	71.4	73.4	69.9	57.3	98.3	98.6
35	0	0	0.8	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0
40	0	0	0.4	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	1.3	1.1	0.2	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0.4	1.4	1.6	0	0.5
60	0	0	0	0	0.3	0	0	0	4.3	1.1	0	0
65	0	0.4	0	0	0.8	0	0	0.6	4.3	1.1	0	0
70	1.4	0	0	0	0	0	0.3	0	2.9	1.1	0	0
75	1.6	1.1	0.4	1.5	1.4	0.2	0.5	1.7	1.1	2.0	0	0
80	0.7	0	1.6	1.0	0.3	0	0	0.6	0.6	1.4	0	0
85	1.2	0.7	1.2	1.5	0.8	0.5	0.5	2.4	1.1	1.6	0	0
90	0.5	1.8	2.4	0.5	1.1	0.2	0.3	0.9	1.7	0.9	0	0
95	0	1.1	2.8	3.0	0.5	1.2	0	2.6	1.1	0.9	0	0
100		2.2	1.2	6.0	0.5	0.2	0.8	0.9	0.9	0.7	0	0
105		1.1	1.2	2.0	0	0.2	0	0.9	0.6	0.7	0	0
110		0.4	0	1.0	0	0	0	1.1	0	0.5	0	0
115		0.4	0	0	0	0	0.3	0.4	0	0	0	0
120		0.4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125		0.7	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0

Note : Shown as the total percentage of hatching in 5 days interval.

Table. 32. The hatchability of eggs of the Comstock mealybug at 20°C which are oviposited by the adult reared under the different condition of both temperature and photoperiod. (1966)

Incubation period in days	Series no.											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5												
10	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
15	-	37.1	5.0	34.7	11.7	2.0	14.3	0	68.9	83.2	98.2	64.8
20	66.8	21.7	71.9	57.9	43.3	63.9	43.6	49.0	29.2	11.6	0.9	19.5
25	4.6	1.8	3.3	0.9	1.4	5.0	1.3	6.5	0.5	1.9	0	0.7
30	0	0	0	0.2	0.9	0	0.2	1.5	0	0	0	0
Sub total	71.4	60.6	80.2	93.7	57.3	70.9	59.4	57.0	98.6	96.7	99.1	85.0
35	0	0.5	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0.4	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	1.1	0	0	0	0	0.6	0	0
70	0.3	0	0	1.4	1.1	1.5	0.2	0	0	0	0	0
75	0.5	0.5	0.2	1.6	2.0	3.0	1.5	1.5	0	0	0.4	0.2
80	0	0.9	0.5	0.7	1.4	1.0	1.0	1.0	0	0	0	0
85	0.5	0.5	0.7	1.2	1.6	2.5	1.3	1.5	0	0	0	0.5
90	0.3	0.5	1.0	0.5	0.9	1.5	1.1	0.5	0	0	0	0.2
95	0	0	0.7	0	0.9	0	1.0	3.0	0	0	0	1.2
100	0.8	0.5	2.1	0	0.7	0	0.5	6.0	0	0	0	0.2
105	0	2.3	0.3	0	0.7	0	1.3	2.0	0	0	0	0.2
110	0	1.4	0.5	0	0.5	0	0.7	1.0	0	0	0	0
115	0.3	0.5	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0
120	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Note : Shown as the total percentage of hatching in 5 days interval.

Table 33. The hatchability of eggs at 20°C which are oviposited by the adult reared under the different condition of both temperature and photoperiod. (1966)

Incubation period in days	Series no.		
	25	26	27
5			
10	0	0	
15	26.4	12.4	0
20	31.6	35.4	84.0
25	4.0	4.9	7.0
30	1.7	0.4	1.1
Sub total	62.7	53.1	92.1
35	0	0.4	0
40	0	0	0.5
45	0	0	0.5
50	0	0.4	0.5
55	1.1	0	0
60	1.1	0	1.6
65	0	0	0.5
70	2.9	4.0	1.1
75	2.3	3.5	0
80	2.3	4.9	0.5
85	1.1	1.3	0
90	0	2.2	
95	0	4.9	
100	0.6	1.4	
105	0	1.4	

Note : Shown as the total percentage of hatching in 5 days interval.

結 果

1966年の調査の結果は第31～34表に示すとおりで、クワコナカイガラムシ幼虫～成虫期間において飼育条件を①温度を一定として日長時間を変更した場合（処理番号1～12）、②日長時間を一定として温度を変更した場合（処理番号13～24）、および③温度、日長時間ともに変更した場合（処理番号25～27）にそれぞれ産下された卵を20°Cに加温してそのふ化状況を見ると、第31表に示すように加温後12～15日頃よりふ化し始め、その後短期間内にいっせいにふ化するものと、それより遅れて長期間にわたって不齊にふ化するものと明らかな2つの型がある。自然条件下ではこの時期の卵（第1世代卵）は非休眠卵であるが、本調査にみられる卵期間が長く、ふ化の不齊なものも明らかに休眠卵である。

非休眠卵は20°Cに加温後遅くとも30日以内にはふ化したものとみられることから、31日以降にふ化したものを休眠卵とし、また死卵の中には休眠卵も含まれるであろうからふ化率も考慮に入れて、各処理区における休眠卵の産出程度についてみると、15°Cおよび20°Cの温度で飼育した場合、16時間、あるいは8時間で処理した区では休眠卵の少ない傾向を示したが、12時間の日長下に置かれた区では休眠卵が他に比べて多い。初期を12時間、その後16時間の日長下に置いた区に比べて、初期を16時間、その後12時間の日長下に置いた区の方が休眠卵が多い。

Table 34. The hatchability of eggs of the comstock mealybug at 20°C which are oviposited by the adult reared under the different condition of both temperature and photoperiod. (1966)

Series no. a)	No. of eggs	% hatching		Hatching after the 31th day		
		Final	Before 30th day	No.	b) %	Egg period (Days) Mean ± 99%
1	432	99.1	93.7	23	5.4	76.0 3.7
2	275	77.8	67.6	28	13.1	95.1 7.7
3	251	84.5	72.1	31	14.6	84.6 9.5
4	200	73.5	57.0	33	22.4	93.4 4.8
5	367	98.4	92.4	22	6.1	77.0 9.4
6	415	91.3	88.7	11	2.9	91.0 7.4
7	394	73.9	71.3	10	3.4	87.1 11.7
8	463	87.7	73.4	66	16.3	91.0 6.1
9	349	91.7	69.9	76	23.7	69.4 4.7
10	443	71.1	57.3	61	19.4	75.7 5.4
11	400	98.3	98.3	0	0	- -
12	212	99.1	98.6	1	0.5	48 -
13	394	73.9	71.3	10	3.4	87.1 11.7
14	221	68.3	60.6	17	11.3	94.5 14.6
15	584	86.1	80.1	35	7.0	92.5 4.3
16	432	99.1	93.7	23	5.4	76.0 3.7
17	443	71.1	57.3	61	19.4	75.7 5.4
18	202	82.2	70.8	23	13.9	70.2 10.5
19	614	68.5	59.4	56	13.3	90.2 4.6
20	200	73.5	57.0	33	22.4	93.4 4.8
21	212	99.1	98.6	1	0.5	48 -
22	155	97.4	96.8	1	0.7	63 -
23	228	100	99.1	2	0.9	54.5 -
24	415	91.3	88.7	11	2.9	91.0 7.4
25	174	75.3	63.8	20	15.3	72.1 7.7
26	226	77.4	53.1	55	31.4	80.6 5.3
27	187	97.3	92.0	10	5.5	58.1 12.3

a) See Table 30.

b) Rate per total hatching.

日長時間を一定とし、温度を変えた場合、8時間の日長下では温度にかかわらずいずれの区においても休眠卵は極めて少ない。16時間の日長下では15°Cに継続して置かれた区は休眠卵が少ないが、初期20°Cに置き、後に15°Cとした区では休眠卵が多い。逆に15°Cから20°Cに移した区では、これよりも休眠卵が少ない。12時間の日長下では温度の違いにかかわらず、一様に休眠卵の多い傾向を示し、特に15°Cに継続して置かれた区では休眠卵が多かった。

温度、日長時間の両条件を変えた場合、最初の14日間25°C・16時間とし、後に15°C・12時間としたものでは休眠卵が少なく、最初の7日間を25°C・16時間とし、ついで20°C・12時間に10日置き、最後に15°C・8時間、または15°C・12時間として飼育したものではいずれも休眠卵が多く、特に後者の場合が多い。

以上の結果から、親世代の温度と日長条件が多少とも卵休眠に影響することが推察されるが、いずれの処理区でも休眠率は低く、最も高い区においても未ふ化率は50%に満たなかった。また、同一個体により産下された卵

Table 35. The hatchability of eggs which are oviposited by the adult reared under the different photoperiod and the constant temperature of 20°C. (1967)

Treatment				No. of eggs	% of hatchings ^a	% of unhatched eggs a)	
I	II					Live	Dead
Photoperiod	Days	Photoperiod	Days				
12L, 12D	0	10L, 14D	46	416	83.3	16.7	0
	9		50	712	38.5	61.0	0.5
	19		27	368	63.1	36.5	0.4
	32		14	457	76.9	22.5	0.6
14L, 10D	39	12L, 12D	7	804	91.4	7.0	1.6
	0		39	583	91.8	1.7	6.5
	9		26	415	99.3	0.1	0.6
	19		40	672	93.2	3.8	3.0
16L, 8D	32	14L, 10D	17	406	96.6	1.2	2.2
	39		10	614	99.1	0.5	0.4
	0		39	895	98.0	1.3	0.7
	9		30	027	95.3	4.4	0.3
16L, 8D	19	12L, 12D	20	760	60.2	29.9	10.0
	32		17	215	98.6	0	5.4
	39		10	464	68.0	13.3	12.3
	39		0	486	99.5	0	0.5
14L, 10D	9	16L, 8D	30	955	99.4	0.4	0.2
	32		17	614	100	0	0
12L, 12D	9	14L, 10D	30	801	98.8	0.9	0.4
	32		7	663	99.6	0	0.4
10L, 14D	9	12L, 12D	30	988	99.6	0.2	0.2
	32		17	413	96.0	0	4.0
10L, 14D	39	14L, 10D	30	647	90.4	7.7	1.9
	19		30	755	99.6	0.1	0.3
	32		17	712	99.2	0.5	0.3
	39		20	926	94.8	4.9	0.3
10L, 14D	9	14L, 10D	37	628	99.8	0	0.2
	32		14	1036	98.9	0	0.3

a) Result at 20—25 days after oviposition in 20°C.

に休眠卵と非休眠卵とが同時に含まれる場合が多かった。

1967年の結果は第35表に示すとおりで、20°Cの定温下で飼育し、その間いろいろの時期に日長時間を2時間短縮した場合に得られた卵を20°Cに置いてふ化状況を観察すると、非休眠卵がほとんどふ化し終る20~25日後におけるふ化率は、14→12時間の処理区ではいずれも90%を越し、日長時間短縮を行なった時期による差は認められない。12→10時間の処理区では9日後より短縮した区ではふ化率約39%で低く、短縮する時期が19、32、39日と遅くなるにつれふ化率はそれぞれ約63、77、91%と上昇した。なお、最初から16時間の日長下に置いた区では約83%のふ化率を示した。16→14時間の処理区では19日後から短縮した区が約60%、39日後より短縮した区では約68%のやや低いふ化率を示したが、同時に両区とも10%台の死卵が認められた。それ以外の9日および32日後より短縮した区、および全期間14時間、あるいは16時間の日長下に置いた区ではいずれも95%以上のふ化率であった。つぎに、日長時間を10時間から12時間に延長して処理した場合、いずれの時期にそれを行なった区も90%以上の高いふ化率を示した。また、9日後および39日後に

それぞれ16→12時間の短縮を行なった区および14→16時間、12→14時間、10→14時間の延長を行なった処理区ではいずれも100%近いふ化率を示した。

考 察

河合(1965)はクワコナカイガラムシの幼虫期の飼育温度とその成虫の産下した卵の休眠との関係を実験的に調査した結果、幼虫期の初期が高温(25°C)で後期が低温への変化が卵の休眠を誘起し、1齢期の低温と3齢期の高温は卵の休眠化を妨げる要因となることを明らかにしている。

クワコナカイガラムシ卵の休眠誘起の要因として幼虫~成虫の生育期間における温度および日長時間について検討した結果、1966年には温度についてみると16時間の日長条件下では高温(20°C)から低温(15°C)へ変化する条件はその逆の条件に比べて休眠誘起の傾向が強く河合の結果と一致する。しかし、12時間の日長下ではいずれも休眠誘起の傾向を示し、8時間の日長下ではいずれもその傾向はほとんど認められず、日長条件の違いにより温度に対する反応は必ずしも同じでない。

一方、15°Cおよび20°Cにおける日長条件は、それが16時間から12時間に変化することはその反対の場合に比べ

て明らかに卵休眠を誘起する要因として効果的である。日長条件が12時間の下ではいずれも休眠誘起の傾向が強くなり、8時間の日長条件は休眠誘起の条件として効果的でない。

1967年にはそれぞれの処理条件下で得られた卵を20°Cに置き、非休眠卵がほとんどふ化を終了する20~25日後の生存未ふ化卵をすべて休眠卵として扱えば、20°Cの定温条件下における休眠誘起におよぼす日長条件の影響は、12時間以上の一定した日長時間で経過した区、および日長時間を延長して処理した区においてはいずれも認められない。12時間から10時間に短縮して処理した場合多くの休眠卵を生じ、しかもその短縮を行なう時期が早期のもの程休眠誘起の傾向が強い。すなわち、クワコナカイガラムシ幼虫の生育の初期において日長時間の短縮に感応する傾向が強い。この場合、最初から継続して10時間の日長条件下で飼育した場合の休眠卵率はそれ程高くないからやはり12時間から10時間への日長時間の短縮が休眠誘起に関与すると考えられる。

14時間から12時間に短縮した場合は休眠誘起は認められないが、16時間から14時間に短縮した場合、19日めあるいは39日めにそれを行なった区で相当高い休眠卵率を示し、16時間から14時間に短縮するような条件下では生育の比較的後期にも日長時間の短縮に感応する場合もあることが考えられる。

なお、ここで1966、1967年の2年にわたって、クワコナカイガラムシの幼虫~成虫期の温度および日長条件を操作し、実験的に卵休眠の誘起を試み、その結果休眠卵を得ることができたが、その割合は低く、自然条件下におけるように100%の休眠卵を得ることはできなかった。このように、すべてのものが休眠卵となるためにはさらに多くの要因が関与するものとみられるが、同年とも越冬世代卵からふ化した幼虫を飼育して成虫を得たが、自然条件下ではこの世代の成虫の産下する卵は非休眠卵となるもので、河合(1969)によると、クワコナカイガラムシの発生世代によって同一条件下で飼育しても産下された卵の休眠化傾向に差異があり、年内に世代を重ねることにより虫自体の休眠卵を産卵する能力がしだいに強くなるというから、もし第1世代卵からふ化した幼虫を用いた場合はさらに明らかな結果が得られるものとも考えられる。

さらに、今回の実験には、発芽馬鈴薯を飼料として用いているので、栄養条件が自然状態と著しく異なっているものと想像され、これが休眠率を低下させた原因であるという可能性も否定できないであろう。

摘 要

クワコナカイガラムシの幼虫から成虫に至るまでの生育期間における日長と温度が、産下される卵の休眠性にいかなる影響をおよぼすかを検討したところ次の結果を

得た。

15°Cおよび20°Cにおいて日長時間の効果を比較した結果、16時間や8時間よりも12時間の場合に休眠卵が多く、また16時間から12時間に短縮することが、その反対の場合よりも休眠率を高くした。

20°Cでは、日長時間が12時間から10時間に短縮する条件下で休眠卵が産卵され、生育の初期にその条件に感応する。しかし、生育の後期には日長時間が16時間から14時間に短縮する条件にも感応するようである。

温度の効果については、生育の前期に20°C、後期に15°Cに変温することが休眠卵を多くする傾向のみられることもあるが、そのときの日長条件の違いにより必ずしもその傾向を示さないこともある。

(3) クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠性および休眠終了期

共同研究者 白崎将次、小山信行

調査方法

1963年、青森県黒石市、青森県りんご試験場ほ場で得られたクワコナカイガラムシ越冬世代卵について、その休眠性の有無および休眠終了期を調査した。

調査1. 9月11日にリンゴ樹上より採集した多数のクワコナカイガラムシ成・幼虫を、発芽馬鈴薯とともにプラスチック製ポット(直径約20cm、高さ約20cm)に入れ、綿布でおおって虫の逃亡を防ぎ、これを野外の雨のかからないような場所に置き、成・幼虫を飼育した。また、ポットには同時に数枚のダンボール紙片を入れて置き、およそ1週間ごとにこれを取り出し、そのすきまに産下された卵を卵のうごとにピンセットで採集した。

このようにして1963年9月16日から10月28日まで、7回にわたってそれぞれ産卵後1週間以内の卵が得られた。卵は卵のう別にガラス管びん(内径約8mm、長さ約45mm)に入れて軽く綿線を通して、ただちに20°Cに加温した。加温の際はガラス管びんに入れたままの卵のうを各産卵時期別に5個ずつ供し、蒸留水で湿度を保ったデシケーターに入れ、温度を20°Cに調整した定温器に収容した。

調査は加温後毎日定時に行ない、実体顕微鏡下でふ化幼虫数、死卵数を数えた。幼虫および死卵は調査のつど柄付針を用いて除去した。なお、調査はいずれも生存卵の認められなくなるまで継続した。

調査2. 調査1の方法で9月16日および10月8日に得られた卵を、1963年10月2日から1964年2月20日までおよそ1か月ごとに、15°C、20°C、および25°Cに加温してその後のふ化数を調査した。

なお、1処理区あたり3~5個の卵のうを供し、調査1に準じて加温および調査を行なった。

結 果

産卵後1週間以内のクワコナカイガラムシ越冬世代卵

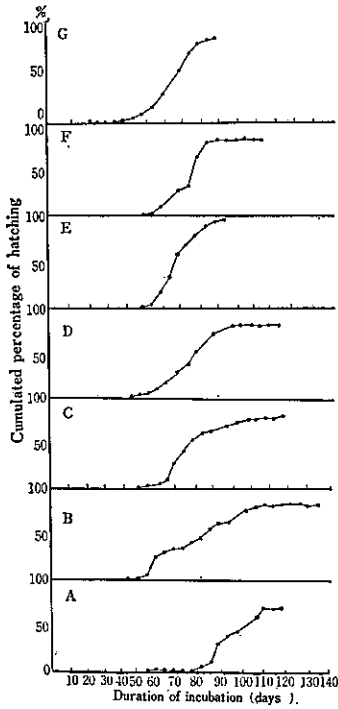


Fig. 45. Trend of hatching from overwintering eggs of the Comstock mealybug which incubated at 20°C within one week after oviposition.
Date of oviposition
A : Sept. 11-16 B : Sept. 16-22
C : Sept. 22-30 D : Sept. 30-Oct. 8
E : Oct. 8-14 F : Oct. 14-21
G : Oct. 21-28

Table 36. Hatching of overwintering eggs oviposited at different times when incubated at 20°C

Date of oviposition	Initial date of incubation	No. of egg	% of hatching	No. of days required for	
				initial hatching	50% hatching
Sept. 11-16	Sept. 16	259	73.4	58	103-112
Sept. 16-22	Sept. 22	465	84.5	47	87
Sept. 22-30	Sept. 30	345	80.6	53	80
Sept. 30-Oct. 8	Oct. 8	185	82.4	49	79
Oct. 8-14	Oct. 14	109	98.2	51	69-70
Oct. 14-21	Oct. 21	144	83.3	51	68-77
Oct. 21-28	Oct. 28	95	92.6	22	61-70

を20°Cの定温下に置いた場合のふ化状況は第36表および第45図のとおりで、いずれもふ化までの期間が長くふ化は不斉一で長期間にわたる。しかし、ふ化率はそれ程低

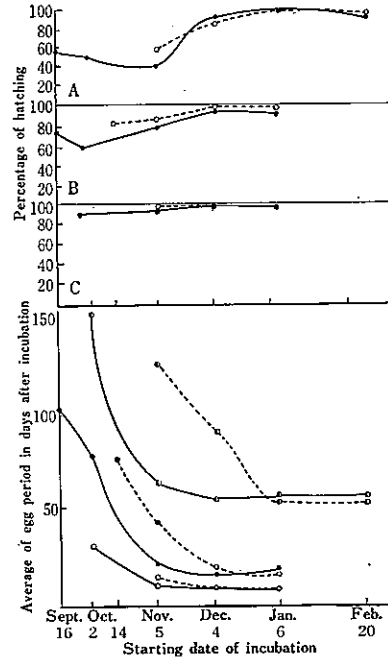


Fig. 46. Influence of starting date of incubation against the rate of hatching and mean longevity of egg
1. Percentage of hatching;
A : incubated at 15°C, B : incubated at 20°C, C : incubated at 25°C.
●—● oviposited on Sept. 11-16
○····○ oviposited on Oct. 8-14
2. Average of egg period in days after incubation:
● : incubated at 15°C
● : incubated at 20°C
○ : incubated at 25°C
— : oviposited on Sept. 11-16
···· : oviposited on Oct. 8-14

くなく、最も低い9月11~16日産卵のもので73.4%を示し、他はいずれも80%以上で、産卵期の違いによる一定の傾向も認められない。

加温後の卵期間についてみると、産卵期の最も遅い10月21~28日のものに加温後25日以内にふ化したものが少数みられたほかは、いずれも加温後少なくとも40~50以上の日数を経過した後ふ化が始まっている。

次に9月11~16日、および10月8~14日にそれぞれ産卵された卵を野外に置き、これをある時期に15°C、20°Cおよび25°Cに加温してそのふ化状況をみたが、ふ化率および加温後平均卵期間は第46図に示すとおりであった。

この場合、初期に加温したものではいずれも非常に長い卵期間を示し、ふ化も不斉一で長期間にわたり、特に

温度の低い場合程この傾向が強い。しかし、野外での経過日数の増加につれてふ化が齊一になり、その幅も小さくなり、卵期間も短縮し、ついには一定した卵期間を示すようになる。また、同時に最初低かったふ化率も上昇し遂には100%近い値を示してはば一定となる。

考 察

クワコナカイガラムシ非休眠卵は20°Cに加温した場合これまで多くの例では20日以内にはほとんどのものがふ化したという結果を得ており、また村上(1962)によると20°Cでは12~14日でふ化が始まり、13~16日で過半数がふ化するという。したがって、本調査において20°Cの定温下で40~50日以上卵期間を示している越冬世代卵は明らかに休眠卵であり、卵発育の間に休眠し、発育が遅延したものとみられる。

一般に、休眠している昆虫は形態発育に好適な温度に置かれても正常な発育をしないうちに死亡するものが多い(LEES, 1955)といわれるが、クワコナカイガラムシ越冬世代卵では20°Cの定温下に置かれた場合、非休眠卵に比べて2倍以上の卵期間を要するが、容易に休眠を終えて発育し、比較的高いふ化率を示し、その休眠はそれ程強いものではない。このことは河合(1969)の結果と一致している。20°Cの定温下における卵期間は、本調査を行なった範囲では産卵期が遅くなるにつれて短縮する傾向を示した。卵期間は胚子発育における形態発育と休眠発育の期間の合計された値とみなされるが、形態発育の期間を一定とすれば、定温下における卵期間の長短はその温度下における休眠期間の差によるものとみなされる。休眠期間は休眠の強さ(intensity)を示す目安である(LEES, 1955)との観点から9月11日から10月28日までに産卵されたクワコナカイガラムシ越冬世代卵は産卵時期の早いもの程休眠が強く、遅くなるにつれてだいに休眠の弱い卵が産卵されるといえる。

第46図の経過からみて、最初すべて休眠卵であったものが、野外の条件下で休眠発育が進み、だいに休眠を完了し、経過日数の増大につれて休眠を完了した卵の割合が高くなり、ついには、すべての卵が休眠を完了した段階に達する。しかし、休眠は終わっていても野外の気温は発育限界温度以下のため形態的な発育はそれ以上進まず、これが15~25°Cの温度に移されるといっせいに発育を再開するようになる。したがって、加温後卵期間の一定するようになる時期がすべての卵が休眠を終了している時期とみなすことができる。9月11~16日に産下された卵では15°Cに加温した場合、12月上旬にはまだいくらかふ化は不齊一で、1月に入るとはば一定した卵期間を示すようになる。20°Cおよび25°Cに加温した場合は12月になると一定した卵期間を示すようになる。

一方、10月8~14日に産卵された卵は11月に加温した場合、9月に産卵された卵に比べてふ化はより不齊一

で、より長い卵期間を示すが、その後野外での経過日数の増加に伴う加温後卵期間の短縮は著しく、結局12月になると20°Cおよび25°Cに、1月になると15°Cにそれぞれ加温した場合一定した卵期間を示すようになる。産卵時期の遅いもの程休眠が弱いという前述の結果からも、遅く産卵された卵の野外における休眠の終了はより容易に行なわれるものと考えられる。

野外における休眠発育が未完了とみられる時期においては、15~25°Cの範囲では高温に加温した場合のふ化率が高い傾向がみられた。加温後の平均卵期間から休眠を完了したと推定される時期の平均卵期間を差し引いた値は、それぞれの温度における休眠発育期間とみなされるが、この値は高温のもの程小さい。すなわち、15~25°Cの範囲においては温度の高い程休眠発育の速度が速い。一方野外の低温下におかれた場合もその経過日数が増すにつれて休眠発育の進むことも事実である。これらの点から、クワコナカイガラムシ休眠卵の休眠発育には低温のみを必要とするのではなく、むしろ高温の方がより効果的に作用するものか、あるいは、休眠発育の過程において低温の方がより効果的に作用する過程とがあるものと考えられる。

この観点から野外におけるクワコナカイガラムシの休眠卵の休眠終了期は、20°Cおよび25°Cに加温してみると12月とみなされるが、この時期に15°Cに加温するとまだ休眠完了の不十分なものがみられ、これらが20°Cおよび25°Cではすみやかに休眠を離脱するため見かけ上は休眠をすでに終っているものの如くみえ、実際にはすべてのものが休眠を完全に終了する時期は1月頃かそれよりさらに遅い時期かとも推察できる。

摘 要

クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠完了期について実験した結果は次のとおりである。

9月11日から10月28日までの間に産卵された越冬世代卵を、産下後1週間以内に20°Cに加温しても、ふ化までの期間も長く、ふ化は不齊一で長期間にわたり、いずれも休眠卵であることを示している。

これらの越冬世代卵は1月には休眠を完了すると思われる。

(4) 越冬世代卵の休眠消去に必要な低温期間について

共同研究者 白崎将瑛、斎藤靖夫、小山信行

方 法

1965年10月19日に青森県黒石市(青森県りんご試験場ほ場)においてリンゴ樹よりクワコナカイガラムシ第2回成虫を採集し、これをダンボール紙と共にシャーレ(径10cm、高さ8cm)に入れ、室温下に置いてダンボール紙のすきまに産卵させた。1週間後の10月26日にダンボール紙を解体して採卵し、卵塊ごとにガラス管びん(内径約5mm、長さ約35mm)に入れて綿栓をし、これらをさら

に1週間室温下に置いた後、11月2日より5°Cに保った恒温器に移した。その後一定の間隔でその一部をとり出し、15°C、20°C、および25°Cの各温度条件下に移して加温し、それらについて毎日定時にふ化幼虫数を調査した。なお、卵の加温にあたっては管びんに入った卵塊を1処理区あたり3個ずつ供試し、蒸溜水で湿度100%に保ったデシケーターに収容して、各温度条件下に置いた。

Table 37. Hatching of overwintering eggs at 15°C after the chilling at 5°C for different days.

Duration at 5°C (days)	Initial date of incubation	No. of eggs	% of hatching	Egg period after incubation (days)		
				Mean	±99%	Range
0	Nov. 2	125	70.4	132.4	3.0	120-169
10	12	124	88.7	141.1	3.4	113-169
20	22	137	89.1	98.3	7.1	52-159
32	Dec. 4	154	92.2	57.8	5.6	51-127
41	13	85	89.4	57.8	5.6	49-135
50	22	117	92.2	60.5	2.3	49-107
63	Jan. 4	90	92.2	50.6	1.6	43-70
72	13	87	81.6	49.3	1.2	45-67
81	22	105	89.5	46.2	1.0	42-56
92	Feb. 2	78	85.9	44.8	0.9	42-51
102	12	89	93.3	41.4	1.1	39-54
113	23	124	95.2	43.1	1.2	37-77
122	Mar. 4	93	91.4	41.3	1.1	36-52
132	14	144	86.8	41.4	0.5	38-49
143	25	141	83.7	39.9	1.0	36-70
153	Apr. 4	143	80.4	40.7	0.9	36-57
164	15	98	70.4	44.5	1.7	36-62
174	25	67	50.7	46.6	3.5	39-57

Table 38. Hatching of overwintering eggs at 20°C after the chilling at 5°C for different days.

Duration at 5°C (days)	Initial date of incubation	No. of eggs	% of hatching	Egg period after incubation (days)		
				Mean	±99%	Range
0	Nov. 2	120	61.7	82.2	2.5	64-101
10	12	80	73.8	69.0	8.6	22-104
20	22	157	94.3	37.7	4.5	22-92
32	Dec. 4	168	91.7	43.6	5.0	20-100
41	13	80	86.3	37.6	5.7	20-79
50	22	129	97.7	20.9	0.5	18-27
63	Jan. 4	153	96.7	19.7	0.3	17-32
72	13	76	94.7	19.4	1.9	17-44
81	22	66	89.4	18.9	0.3	17-21
92	Feb. 2	91	93.4	18.6	1.1	16-41
102	12	134	84.3	18.4	0.5	17-25
113	23	118	68.6	20.5	0.9	10-29
122	Mar. 4	154	93.5	14.2	0.2	13-18
132	14	138	84.8	18.9	0.2	17-28
143	25	52	55.8	24.6	3.0	20-36
153	Apr. 4	106	64.2	24.3	1.0	20-55
164	15	55	69.1	28.6	2.2	22-39
174	25	46	52.2	29.0	3.7	23-39

Table 39. Hatching of overwintering eggs at 25°C after the chilling at 5°C for different days.

Duration at 5°C (days)	Initial date of incubation	No. of eggs	% of hatching	Egg period after incubation (days)		
				Mean	±99%	Range
0	Nov. 2	94	98.9	26.0	4.4	13-64
10	12	74	100	20.0	4.1	13-66
20	22	105	99.0	15.3	1.6	13-56
32	Dec. 4	109	95.4	16.7	1.7	14-47
41	13	173	89.1	17.6	0.6	15-39
50	22	101	86.1	14.6	1.0	14-31
63	Jan. 4	65	98.5	17.4	1.4	14-43
72	13	115	81.7	16.9	0.5	16-29
81	22	97	78.3	15.3	0.3	14-21
92	Feb. 2	42	95.2	15.9	1.1	13-26
102	12	73	91.8	13.9	0.4	13-20
113	23	177	69.5	16.8	0.5	14-33
122	Mar. 4	177	81.4	14.2	0.2	13-18
132	14	150	92.0	12.4	0.7	11-14
143	25	81	80.2	13.1	0.7	11-14

結 果

クワコナカイガラムシ休眠卵を5°Cの低温に処理した後、15°C、20°Cおよび25°Cに加温した場合第37~39表のようなふ化状況を示した。

15°Cに加温した場合、卵期間をみると低温処理期間が0~10日のものではふ化が始まるまでにおよそ4か月を要し、その後およそ50~60日にわたって不斉一にふ化し、平均卵期間はおよそ130~140日を示す。低温処理日数が20、32日と増すにつれ、50日位でふ化が始まるようになり、平均卵期間も急速に短縮し、およそ60日位になる。それよりさらに低温期間が増すにつれて卵期間は短縮するがそれ程顕著ではなく、低温処理日数が102日になるまでにおよそ20日短縮して平均卵期間は約41日となり、以後低温処理日数が増加しても卵期間は短縮しない。また、この頃になるとふ化開始日も36~38日と安定する。しかし、低温期間が164日以上になると卵期間が再び長くなる傾向を示す。ふ化率をみると低温処理をしない場合約70%で低いが、低温期間が10日以上になると90%前後を示し、それが132日以上になると低下し始め、174日になると急速に低下しておよそ50%となる。20°Cに加温した場合の卵期間をみると、低温処理をしない場合ふ化開始まで64日を要し平均卵期間も80日を越す。しかし、10日間低温処理すると22日でふ化するものもみられるようになり、低温処理日数が20日になると平均卵期間も急速に短縮し、約38日になる。その後も低温期間の増加につれて卵期間は短縮するが、低温期間が63日以上になるとふ化も斉一になり、平均卵期間はおよそ18~20日で安定する。しかし、低温期間が143日以上になると再び卵期間が長くなる傾向を示した。ふ化率をみると低温処理しない場合は約62%で低く、低温期間が20日以

上になると90%前後のふ化率を示すようになる。さらに、113日以上になるとふ化率は変動が大きくなり徐々に低下の傾向を示し、174日になるとふ化率はおよそ50%になる。

25°Cに加温した場合の卵期間をみると、全く低温処理しない場合でも早いものは13日でふ化し、これはそれ以上の期間低温処理したものと変りはない。しかし、ふ化期間は長く、平均卵期間は26日を示す。低温期間が20日以上になると平均卵期間は15~18日を示して横ばい状態となる。しかし、低温処理日数が72日あるいは113日のもので1か月以上経過して後ふ化したものもある。低温期間132日以上で卵期間がさらに短縮する傾向を示した。ふ化率をみると、低温処理日数が0~20日のものでは100%近いふ化率を示し、それ以上の期間低温処理した場合ふ化率は大きく変動しながら徐々に低下する傾向を示した。

考 察

以上の結果をみると、クワコナカイガラムシの休眠卵は低温に接触した期間が増すにつれ、加温後の卵期間が短縮し、遂には一定した卵期間を示すようになるが、加温条件の違いにより卵期間が一定となるまでに要する低温期間に差異がみられる。すなわち、15°Cに加温した場合は102日以上、20°Cでは63日以上、25°Cでは20日以上の低温日数でそれぞれ加温後ほぼ一定の卵期間を示す。さらに、野外で越冬している卵を25°Cおよび20°Cに加温したところ、12月にはすでに休眠を完了しているかのようなふ化状況を示したが、同じ卵を15°Cに加温した場合まだふ化は不斉一で、この温度では1月になって斉一なふ化を示すようになった事実と、本調査の結果とは一致する。

休眠発育の進む温度範囲が形態発育の限界温度を越えている場合、二つの温度範囲の重なりあった部分では休眠発育と形態発育のいずれも進むことが可能で、種類によってはその範囲が非常に広く、形態発育の可能な温度範囲のほとんど全域に広がっているものもある (LEES, 1955)。クワコナカイガラムシの休眠卵を15°C~25°Cの温度に加温した場合比較的ふ化率が高く、これらの温度では休眠発育と形態発育のいずれも可能なことがうかがわれる。

ここで卵期間が一定の最小値を示すに必要な低温期間が加温温度により差異のある点について考察すると、加温後ふ化するまでの期間には、低温下での休眠発育の残余と休眠を完了した後の形態発育とが進行するとみなされる。したがって、低温処理日数の少ない場合には、休眠発育はそれ程進行していないので、加温後の休眠発育期間が長くなり、ふ化までに長期間を要する。一方低温下で休眠を完了したものは、引き続いて休止状態にあり形態的には胚子は休眠期にとどまっている。この状態で

加温された卵のふ化するまでの期間は、休眠離脱後の発育期間であるから、低温期間がそれ以上増しても加温した場合に一定の卵期間を示すようになる。

休眠完了後の形態発育の期間は、15°Cに加温した場合およそ41日、20°Cではおよそ18~20日、25°Cではおよそ15~18日であり、これらの値と、加温後ふ化までの期間との差は、5°C下での休眠発育の残りをそれぞれの温度下で完了した期間とみなされる。この期間は25°Cでは短く、15°Cでは長い。すなわち、低温処理後の休眠発育の残余は25°Cで早く、15°Cでは遅く完了する。したがって温度が低くなる程形態発育の再開に長期間を要するのであろう。5°Cの低温のみで休眠の全過程を経過するためには、15°Cに加温した場合の卵期間などからみて、少なくとも100日以上を要するものと考えられる。したがって、クワコナカイガラムシの卵休眠の完了過程は、形態発育の限界温度以下においても進行するが、少なくとも25°Cに至るまでは、温度が高くなるにつれて加速されるといえる。

他方、休眠発育の過程において異なる温度要求をする種も知られていて (正木, 1960)、別の項で述べたように、リンゴハダニの卵はその休眠過程において3段階の異なる温度反応を示し、クワコナカイガラとの間には明瞭な差異が認められる。

加温後のふ化率についてみると、低温日数が20日以内のものでは25°Cに加温したものが20°Cおよび15°Cに加温したものに比べて高かったが、15°Cおよび20°Cにおいては、卵期間が非常に長かったために、死亡する機会が多くなったのであろう。低温日数が140日以上の場合にふ化率の低下をみたが、これは休眠完了後の長期の低温が致死効果を持つことによるものと考えられる。15°Cおよび20°Cで加温後の卵期間がこの頃から延長の傾向を示していることから、休眠を早期に脱した卵の死亡率の高位ことが推察される。しかし、自然状態で越冬した卵のふ化率は通常必ずしも低くないので、急激な温度変化が悪影響を与えたとも考えられる。

摘 要

クワコナカイガラムシ越冬世代卵の休眠消去に必要な低温期間を実験的に吟味したところ、次のような結果を得た。

5°Cの低温にある期間接触させ、その後15°C、20°Cおよび25°Cに移してみると、休眠が消去したと思われる時期、すなわち、加温後の卵期間が一定となるまでには15°Cに加温の場合は約100日の低温期間、20°Cに加温の場合は約60日の低温期間、25°Cでは20日の低温期間が必要であった。

2. 青森県における発生の実態

(1) 越冬世代卵からのふ化幼虫の移動

共同研究者 白崎将英, 斎藤靖夫, 小山信行
関田徳雄

実験材料と方法

クワコナカイガラムシ越冬世代卵からふ化した幼虫はただちに移動することなく、暫くは卵のう内、もしくは卵のう下に群集して、その後移動するが、ふ化から移動までの期間と温度および光条件との関係を知るため1968年に調査を行なった。1968年3月20日に青森県黒石市、青森県りんご試験場ほ場内のリンゴ樹より採集した後、暖房のない室内に置いたクワコナカイガラムシ越冬世代卵を供し、直径9 cmのシャーレーの底部にタンブルフートを幅約5 mm、直径約6 cmの円を描き、その中央に卵塊を1個ずつ入れて、室温、15°C、20°C、25°Cおよび30°Cの各温度下に置いた。各区15卵塊を用い、そのうち5個については幼虫のふ化消長を、他の10卵塊については5卵塊は暗黒条件下に、他の5卵塊は自然条件下に置き、ふ化移動してタンブルフートに付着している幼虫数を調査した。調査は毎日午前9時から11時までの間に実体顕微鏡で行ない、調査した幼虫はそのつど取り除いた。処理開始日は30°Cのものは5月25日、他はいずれも5月10日である。

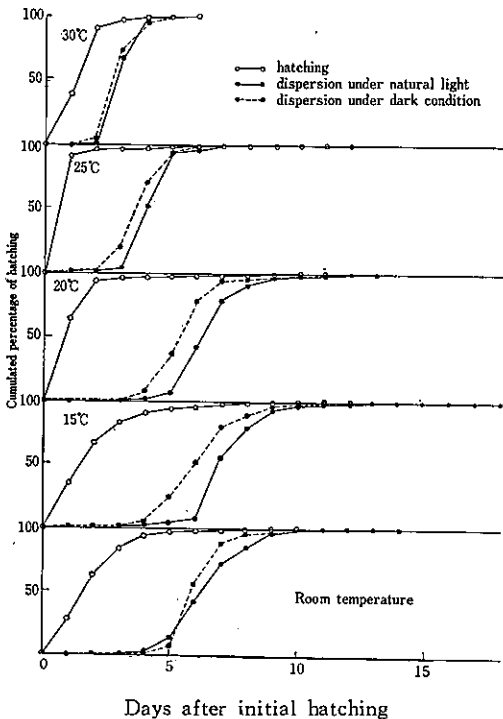


Fig. 47. Hatching from overwintered eggs and dispersion of larvae just after hatching of the Comstock mealybug under different conditions.

結果

越冬世代卵からのふ化開始日は、いずれの処理区においても卵塊によって差異はあるが、各温度下における卵塊別のふ化開始日は、30°Cでは5月27~28日、25°Cでは5月16~17日、20°Cでは5月20~23日、15°Cでは5月24~28日、室温下では5月31日~6月5日であり、低温になるほど差異が大きくなる。各処理区別に5卵塊のふ化開始日を基点として幼虫のふ化消長および移動消長をみると第47図に示すとおりであるが、各温度下における5卵塊平均のふ化期間は、30°Cが4.4日で最も短く、15°Cが8.4日で最も長かった。室温では7.0日、20°Cと25°Cでは7.4日であった。20、25および30°Cではふ化開始日当日ないしは1日後には90%以上のものがふ化し、室温および15°Cでのそれは2~3日後であった。ふ化幼虫の移動は、高温のものほどふ化始めから移動開始までの日数は短い、各区の5卵塊平均で最も短かったのは、30°Cの暗黒区でふ化開始日の1.4日後、最も長かったのは、15°C自然光区の3.8日後であった。移動開始後終了するまでの期間は、30°C区では3日で最も短く、15°C区では最も長く10日を要した。25°Cおよび30°C区では移動開始当日ないし1日後には90%以上のものが移動し、20°C、15°Cおよび室温下に90%以上のものが移動するまでに3~5日を要した。ふ化幼虫の移動消長は、室温および30°C区では自然光区と暗黒区とほとんど差がなく、15°Cおよび20°Cでは暗黒区のもの自然光区のものよりも1日早く、25°Cでは暗黒区のものやや遅かった。

考察

クワコナカイガラムシは卵からふ化しても、ただちに移動することなく、数時間あるいは数日間ふ化場所で過ごしてから移動する習性がある。したがって、移動の初期、移動期間、移動完了期を知ることは生態を基礎とした防除を考えるためにも重要である。成田(1969)はふ化から移動までの期間は越冬卵産下部位によって6日の差があり、同一条件では移動期間は比較的そろいが、条件差を通算するとかなり長期間にわたると述べている。しかし、著者の実験結果はふ化期間と移動期間はほぼ平行しており、ふ化期間に比べて移動期間が特に長いということはない。すなわち、ふ化期間は室温下で7.0日、20°C~25°Cで7.4日程度であり、さらに高温になるほど短くなるようである。また、移動期間も15°Cでは約10日であるから、ふ化期間および移動期間ともに室内実験からみてさほど長いものではない。カイガラムシ類は一般に成虫期においても行動性に乏しく、個体群の分布拡大は仔虫の分散のみによって行なわれる(小田, 1963)。しかし福田ら(1965)の研究では、卵のふ化と幼虫の分散との間にはかなりの期間はあるが、25°Cで2.5日、20°Cで3.9日、15°Cで3.6日、20°Cと15°Cは、25°Cとの間に僅か1日の差しかなく、低温になる程大きい

傾向にあると思われ、特に15°Cではふ化幼虫の分散はだらだらと長期間にわたると述べている。

摘 要

野外から採集したクワコナカイガラムシ越冬世代卵を室温、15°C、20°C、25°Cおよび30°Cの各温度下に置いて幼虫の移動を調査した。

その結果、ふ化期間は室温で7.0日、15°Cで8.4日、20°Cおよび25°Cでは7.4日、30°Cで4.4日であった。ふ化から移動開始までの日数をみると、最も短いのは30°C暗黒区で1.4日、最も長いのは15°C自然光区での3.8日であった。

移動開始後終了するまでの期間は30°C区で3日、15°C区で10日であった。

(2) クワコナカイガラムシ成虫の発生消長

共同研究者 白崎将瑛、斎藤靖夫、小山信行
関田徳雄

実験材料と方法

青森県黒石市、青森県りんご試験場は場において、1965年から1969年まで5か年にわたってクワコナカイガラムシ成虫の発生消長を調査した。1965年から1968年までは約60年生の紅玉1樹、および約50年生の国光2樹、1969年は約50年生国光3樹を調査樹とし、クワコナカイガラムシの成虫の発生期に1樹あたり3~4本、合計10本の亜主枝に対して、幅約10cmのダンボール紙でバンド巻きをしておき、およそ10日後にこれを取りはずして、

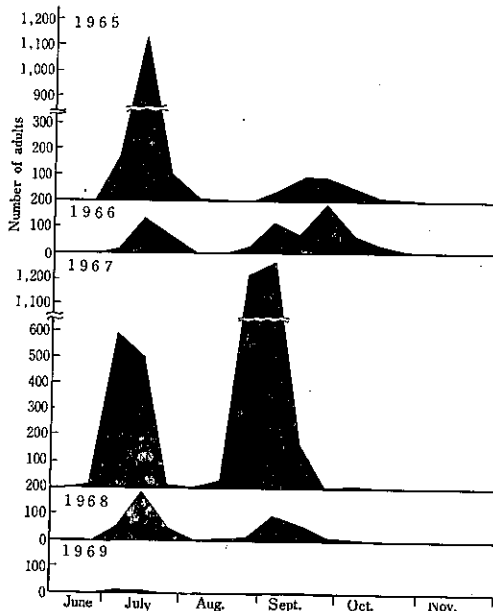


Fig. 48. The seasonal abundance of adult of the Comstock mealybug trapped into bands on apple trees.

それに産卵のため潜入している成虫を調査した。なお、調査後同一部位に新たに別のバンドを巻いて以後同様の調査を繰り返して継続した。

結 果

調査の結果は第48図に示すとおりで、いずれの年もクワコナカイガラムシ成虫のバンド内潜入消長には、明らかに2つの山が認められた。第1回成虫の潜入時期をみると、1967年は6月下旬から7月下旬にかけて潜入し、その最盛期は7月上旬で特に早く、1969年は潜入虫数が少なく、7月上~中旬僅かにみられたのみである。他の年はいずれも7月上旬から7月下旬~8月上旬にかけて潜入し、その最盛期は7月中旬であった。

第2回成虫の潜入時期は、1967年は第1回成虫同様早く、8月中旬より潜入が始まり、8月下旬~9月上旬が最盛期で、その終了期は10月上旬であった。また、1969年は第2回成虫も少なく、9月上旬~中旬に少数みられたに過ぎない。他の年は8月下旬~9月上旬から潜入し、最盛期は1968年は9月上旬、1965年は9月中~下旬、1966年は9月下旬であった。1965、1966年には10月下旬まで潜入が認められた。

考 察

高橋(1927)は新潟県で年3回発生し、成虫出現期は第1回が6月下旬、第2回は8月上~中旬、第3回は9月下旬~10月上旬であると報告している。また、福田ら(1965)は鳥取県で年3回発生するといひ、柳(1968)も、この害虫は年3回が普通ではあるが、東北地方と長野県内の標高700mの高冷地で年2回であると述べている。ELIZAROVA(1966)はソビエト連邦の南部 Tadzhikistan で年4回発生する以外は一般に年3回であり、卵態で樹上あるいは地中に越冬し、越冬卵はクワの発芽期である4~5月にふ化し、越冬世代には40日、第1世代には25日、また第2世代には30日を要するという。アメリカでは発生地によって年2回または年3回発生し(DRIGGERS, 1943; SCHOENE, 1941; CUTRIGHT, 1951) 1936年からリンゴに被害を認めるようになり、時にはリンゴの果実80%に甚大な損害を与えることもあると報告している。

こうしたクワコナカイガラムシの生態に関して、村上(1963)は実験的に吟味を加え、ふ化から産卵開始までの所要日数は、バレイショを飼料とした場合20°Cで58日~65日、25°Cで36日~41日、30°Cでは約28日であると報告している。このことからみても、幼虫発育に要する日数が気温に大きく左右されると同時に DANILEVSKII(1961)の指摘する光条件が休眠に作用するから、鳥取、新潟が年3回の発生であるのに対して、青森県では2回発生することもうなずける。

摘 要

青森県におけるクワコナカイガラムシ成虫の出現期を

みると、明らかに2つの山を形成し、年2回発生である。

第1回成虫は6月下旬から7月下旬まで、また第2回成虫は8月中旬から10月上旬まで出現する。その最盛期は年による差異はあるがそれぞれ第1回が7月上～中旬、第2回は8月下旬～9月上旬である。

(3) クワコナカイガラムシの袋内潜入時期

共同研究者 種市賢蔵, 山田雅輝, 白崎将英

調査方法

青森県黒石市、青森県りんご試験場ほ場において、1953年、1958年および1961年にそれぞれクワコナカイガラムシの発生しているリンゴの被袋果実についてこの虫の袋内潜入時期を調査した。

1953年には約30年生国光の被袋果実より調査果を選定し、同一果実について8月1日より10月12日までおよそ5日ごとに調査した。調査は除袋して、袋内に潜入しているクワコナカイガラムシを卵(卵のう)、幼虫、および成虫(未産卵成虫)の別にそれを数えて行なった。なお、調査後果実には再び袋をかけなおしてその後の調査をつづけた。

1958年には約35年生紅玉および国光各3樹を調査樹とし、7月3日より9月12日まで(紅玉は8月19日まで)およそ10日ごとに調査した。調査は任意の100果を除袋し、袋内に潜入しているクワコナカイガラムシ数を数えて行なった。なお、8月30日および9月12日にはクワコナカイガラムシの生育程度別に調査した。

1961年には約50年生紅玉および国光各3樹を調査樹とし、6月24日より9月20日までおよそ7日ごとに調査した。調査は1樹あたり100果を除袋し、袋内のクワコナカイガラムシを卵(卵のう)および成・幼虫の別に数え、また、9月には第2世代ふ化幼虫を他と区別して数えて行なった。

結果

調査の結果は第40—44表に示すとおりで、1953年の結果をみると第1世代卵のふ化に伴って若齢幼虫の潜入は8月上旬より認められ、8月中～下旬に最も多いが、一部は第1回成虫により果実面(袋内)に産卵された卵からふ化し、そのまま袋内に生息しているものもある。これら若齢幼虫は果実上で发育して8月中旬頃より生育の進んだ幼虫も多くみられるようになり早いものは8月下旬頃成虫となる。9月には生育の進んだ幼虫および成虫が多くなり、中旬頃より第2回成虫による果実上への産卵がみられる。一方、クワコナカイガラムシが袋内に潜入している果実は8月中旬頃に最も多く、9月以降は漸次減少する。

1958年の結果では、7月中にすでに第1回成虫が袋内に潜入しているものも認められるが、その数は非常に少なく、これに比べて8月に入ると第1世代幼虫の潜入量

Table 40. Progress of mealybug infestation on apple fruit bagged by paper bag. (1953)

Date	No. of fruit		No. of mealybug			
	Examined	Mealybug infested	Nymph		Adult female	
			Young stage	Matured stage	Before oviposition	Ovipositing
Aug. 1	111	23	161	0	1	7
5	111	35	239	0	0	6
11	111	83	761	0	0	0
18	111	99	771	401	0	1
24	107	95	947	579	0	0
28	93	72	600	639	5	0
Sept. 1	90	65	261	676	18	0
5	90	58	27	258	47	0
10	89	65	4	253	84	0
15	87	59	0	188	95	2
21	85	55	0	201	45	3
Oct. 1	83	44	0	53	18	30
2	83	24	0	39	10	134

Table 41. Progress of mealybug infestation on apple fruit bagged by paper bag. (1958)

Date	No. of mealybug par 100 fruits		
	Jonathan	Ralls	Janet
Jul. 3	1		0
23	5		0
28	5		1
Aug. 6	180		354
19	28		323
30	-		187
Sept. 12	-		667

Table 42. Developmental stage of mealybug at late season in Table 41.

Date	No. of mealybugs	Nymph			Adult female	
		1st instar	2nd instar	3rd instar	Before oviposition	Ovipositing
Aug. 30	187	0	62	90	55	1
Sept. 12	667	0	34	58	575	87

は多い。9月中旬にはほとんどのものが成虫となっていて、一部のものは産卵を始めている。

1961年の結果では、7月中旬まではほとんど袋内潜入虫が認められず、7月下旬頃より第1世代卵のふ化に伴って幼虫の潜入が多くなり、それらは果実上(袋内)で发育して8月下旬頃より第2回成虫による産卵が始まり、一部の卵は9月上旬頃よりふ化して第2世代幼虫を生ずる。

これらの結果を総括してみると、クワコナカイガラムシのリンゴ果実袋内への潜入量は、越冬世代幼虫および第1回成虫の発生期には非常に少なく、第1世代幼虫の

Table 43. Progress of mealybug infestation on apple fruit bagged by paper bag. (1961)

Date	Jonathan			Ralls Janet		
	Nymph and adult female before oviposition	Ovipositing adult female	2nd generation nymph in young stage	Nymph and adult female before oviposition	Ovipositing adult female	2nd generation nymph in young stage
June 24	0	0		0	0	
July 1	0	0		0	0	
8	0	0		0	0	
15	0	0		1	0	
24	0	0		391	3	
29	10	0		1573	5	
Aug. 7	12	0		900	3	
14	11	0		1084	0	
21	24	0		792	5	
28	13	0		1184	72	
Sept. 4	18	0	0	624	209	0
11	14	4	11	297	401	2685
20	10	8	24	151	263	3757

ふ化期頃より急激に増加し、袋内潜入時期は主として第1世代幼虫の発生期であるといえる。

考 察

クワコナカイガラムシは有袋栽培において、果実にかぶせた袋の中に潜入して生活するために、果実の吸収液が被害となって現われる。元来、袋掛けはモモンクイガの産卵前すなわち、6月20日頃に完了させることが必要であったが、最近の労力不足により袋掛時期は大幅に遅延して6月中旬から7月上旬にわたって行なわれている。

クワコナカイガラムシは著者の調査によると、袋内潜入の若齢幼虫は8月上旬から認められている。これは第1世代卵からふ化した幼虫によるものである。このことから、袋内に潜入する第1世代よりもさかのぼって、越冬世代卵ふ化幼虫の防除が重要であり、その成否如何によって第1世代卵のふ化幼虫の潜入の多少に大きく影響するとみななければならない。

摘 要

クワコナカイガラムシが果実にかぶせた袋の中に潜入して被害を与えるので、袋内に潜入する時期について調査した結果、次のことがわかった。

すなわち、8月上旬から潜入虫が多くなり、8月中～下旬に最盛期となる。これは第1世代卵のふ化幼虫であり、これらの若齢幼虫は袋内で発育し、8月下旬には成虫に達する。稀には第1回成虫が袋内に潜入することはあるがその数はあまり多くない。

3. 越冬世代卵ふ化期と幼虫移動期の予察

(1) 気象関係による予察

共同研究者 種市賢蔵, 神 義吉, 山田雅輝

実験材料と方法

1958年8～9月にリンゴ樹の枝幹に巻いたバンドに潜伏中の越冬世代卵を、1959年1月26日に青森県りんご試験場1号園より採集し、その中の10卵塊を供試した。すなわち、内径1.8 cm、長さ5.0 cmの管びんに1卵塊ずつ入れて軽く縮径し、計5管びんを1組にして75%に湿度を調節(塩素酸ナトリウム)した内径5.7 cm、高さ16.0 cmの標本びんに入れ、さらにこれを22±1℃および27±1℃に調節した恒温器に収容した。このようにして毎日8～10時にふ化虫数を調べ、調査後これを取り除いた。

また、1949～1958年にわたる10か年間のほ場におけるクワコナカイガラムシのふ化初発日を資料として用いた。

気象資料は青森県りんご試験場栽培科の調査したものをを用いた。

結 果

22℃および27℃の恒温器内で観察した結果は第44表のとおりである。

Table 44. Temperature effect on the hatching of overwintered eggs of the Comstock mealybug.

Temperature (°C)	No. of nymphs hatched	No. of days required for 50% hatching
21.76	494	17.01
26.72	905	12.29

この場合ふ化はいっせいに行なわれ、ふ化始めより終了まで僅か2日であった。

これにより越冬世代卵の発育限界温度は8.847℃となり、有効積算温度は次式によって示される。

$$k = (v - 8.847) t$$

(ただしkは有効積算温度、vは温度(°C)、tは日数)

この式に上表の21.76℃および26.72℃を代入すると、有効積算温度はそれぞれ219.59日度および219.62日度となる。次に1949～1958年における最高気温に基づき、3月1日より起算して5月15日、20日、25日までの有効積算温度を得、またクワコナカイガラムシのふ化初発日との間に相関係数を求めると第45表のとおりである。

第45表から5月20日までの有効積算温度とふ化初発日との関係は最も顕著であることがわかる。なお、この際最高気温によるよりも平均気温によるほうがより適当であると思われるので、日平均気温に比較的近い午前10時の気温について資料のそろっている1949～1952年についてみると、有効積算温度が220日度となる日、あるいは

Table 45. Relation between the amount of day-degrees above 8.8°C reckoned from March 31 and the initial date of hatching from overwintering eggs of the Comstock mealybug.

Year	Amount of day-degrees from March 31 to			Initial date of hatching
	May15	May20	May25	
1949	271.6	349.0	421.4	May24
1950	409.3	463.8	510.2	15
1951	336.9	372.4	440.5	24
1952	367.9	431.3	496.4	19
1953	318.0	354.7	423.0	21
1954	335.8	397.5	452.7	22
1955	312.9	364.9	414.2	24
1956	342.4	418.4	485.4	15
1957	306.4	372.8	432.6	19
1958	294.3	362.5	430.9	20
Average	329.85	388.83	405.77	20.3
r	-0.627	-0.765**	-0.756*	

Table 46. The date when the amount of day-degrees above 8.8°C reckoned from March 31 reaches to 220 day-degrees

Year	Date
1949	May 22
1950	12
1951	22
1952	20

それを若干越える日は第46表のようになる。すなわち、これはふ化初発日とかなり接近していて、第46表との差

Table 47. The initial date of hatching from overwintered eggs of the Comstock mealybug and the initial date when apple tree attained to a given stage during 1959 to 1963

Year	Initial date of hatching	Blooming			Full bloom		
		American Summer Pearmain	Jonathan	Ralls Janet	American Summer Pearmain	Jonathan	Ralls Janet
1959	May 12	April 29	April 29	May 4	May 2	May 6	May 12
1960	May 25	May 8	May 9	May 12	May 12	May 16	May 22
1961	May 14	May 3	May 3	May 8	May 8	May 10	May 13
1962	May 20	May 4	May 6	May 10	May 8	May 12	May 15
1963	May 15	May 4	May 5	May 9	May 9	May 11	May 15

Table 48. Relation between the initial date of hatching of the Comstock mealybug and the date when apple tree attained to a given stage during 1949 to 1963

Variety	Stage	n	r	Regression equation
American Summer Pearmain	Blooming	15	0.671**	$Y=0.860X+14.059$
	Full bloom	15	0.782**	$Y=1.014X+8.653$
Jonathan	Blooming	15	0.732**	$Y=0.851X+10.029$
	Full bloom	15	0.756**	$Y=1.038X+6.462$
Ralls Janet	Blooming	15	0.843**	$Y=1.138X+4.918$
	Full bloom	15	0.715**	$Y=0.857X+3.279$

Both of Y, initial date of hatching, and X, date when apple tree attained to a given stage, are reckoned from April 30

は僅かに3日以内であることがわかった。

また、クワコナカイガラムシふ化初発日と4月下旬の最高気温との間に-0.647の相関係数を得たが、この場合の子察式は、

$$y=51.951-2.001x$$

となる。この場合yの起算日は4月30日である。

考 察

害虫の発生時期を予察する方法に統計的方法、特に気温との関係を利用する例はかなり多い。殊にニカメイチュウでは過去の観察、調査に基づく統計的方法が主流をなしている。しかし、ニカメイチュウの場合に、地域的に予察式の変化がみられ、ある場所での予察式は適用範囲が限られているとみななければならない。

したがって、こうした昆虫自体の地域性と予察式の適用範囲の検討は今後にまたななければならない。

摘 要

クワコナカイガラムシの越冬世代卵について、2、3の観点からふ化初発日の予察を吟味した結果次のことがわかった。

室内実験によると、越冬世代卵の発育限界温度は8.847°Cであり、ふ化までの有効積算温度は220日度である。

また、野外における最高気温から有効積算温度を求め、これとふ化初発日との相関を計算したところ、3月1日から5月20日までのものが最も高い値を示した。

さらに、4月下旬の最高気温の平均と、ふ化初発日との間に $r=-0.647$ を得、これから予察式 $y=51.951-2.001x$ を求めた。

Table 49. Real and expected initial date of hatching of the Comstock mealybug during 1959 to 1969

Year	Expected date based on							Real date
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	
1959	-	May 8	May 6	May 13	May 9	May 14	May 11	May 12
1960	-	20	20	21	18	22	19	25
1961	-	15	12	16	14	15	17	13*
1962	-	15	16	18	16	17	18	11*
1963	-	16	14	17	15	17	16	15
1964	May 18	18	15	18	16	15	25	14
1965	26	26	23	27	25	24	26	24
1966	21	21	17	21	23	22	14	21
1967	18	19	15	20	17	22	17	11
1968	18	21	15	20	17	22	23	14
1969	18	19	15	18	17	18	15	10

Note : X₁, blooming of American Summer Pearmain; X₂, full bloom of American Summer Pearmain; X₃, blooming of Jonathan; X₄, full bloom of Jonathan; X₅, blooming of Ralls Janet; X₆, full bloom of Ralls Janet; X₇, daily maximum temperature of late April
Real date observed in laboratory except *, at field

Table 50. Confirmity of expected date to real one
a. For different sources

Source)	Deviation from reality										Total	
	± 0	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9		Above ± 10
X ₁	1		1		2			1	1			6
X ₂	1	1	3		2	1		1	2			11
X ₃		5			2	3	1					11
X ₄	1	1	1	2	2		1	1	1	1		11
X ₅	1	2	2	2		1	1	2				11
X ₆	1	2	3	1		1		2	2		1	11
X ₇		3	1		1	1	2	2		1		11
Total	5	14	11	5	9	6	6	7	6	2	1	72

a) See Table 49

b. For different years

Year	Deviation from reality										Total	
	± 0	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9		Above ± 10
1959		2	2	1			1					6
1960				1	1	2	1	1				6
1961		2	2	1	1							6
1962					1	2	1	2				6
1963	1	3	2									6
1964		3	1		3							7
1965	1	2	3	1								7
1966	3	1	1		1		1					7
1967					1		2	1	1	1	1	7
1968		1		1	1		1	1	1	1		7
1969						2		1	4			7
Total	5	14	11	5	9	6	6	7	6	2	1	72

(2) リンゴ樹の生育による予察

共同研究者 種市賢蔵, 神 義吉, 山田雅輝
白崎将英

実験材料と方法

1949年から1963年まで15か年間, クワコナカイガラム

シ越冬世代期からのふ化期について調査した。ふ化初発日は野外または野外に近い状態の室内で1頭でもふ化した幼虫を発見した当日であり, 青森県黒石市内の調査結果に基づいている。

また, リンゴ樹の生育は青森県りんご試験場栽培科の

資料である。

結 果

リンゴの主要品種祝、紅玉および国光の開花始めおよび満開期とクワコナカイガラムシ越冬卵からのふ化始めとの間に、極めて高い相関関係がある。殊に国光の開花始めとの間には $r = 0.843$ という高い値を得た。これを1959年から1969年までの11年間について、予察値と実測値を照合してみると第49および第50表のとおりである。

すなわち、72例のうち実測値と予察式の全く一致したものが5例、前後5日以内のものが47例であった。

考 察

柳(1968)はクワコナカイガラムシ越冬世代卵と気温との関係にふれ、幼虫のふ化分散が50%に達する時期が3月1日から4月20日までの平均気温と高い相関があり、ナシの開花期との間にも相関が高いから、長野県ではかなり正確な発生予察をしていると報告している。

こうした試みは、著者(1959)がすでにある程度の可能性を見出している所である。

しかし、ふ化期が近づいてからの気象条件の変動によって、第48表にあげた6項目のうち、いずれをとるかは、かなりむずかしい問題である。

むしろ、1つの項目による予察式からの予察値よりも、これらの単独予想値を深谷ら(1956)が紹介しているような加重平均によって総合予想値を算出することも必要であろう。

ただ、これに至るまでの過程として、特に指標植物としてのリンゴ樹の生育との関係は最も適切な予察方法といえる。

摘 要

1949年から1963年までのリンゴ樹の生育と、クワコナカイガラムシ越冬世代卵のふ化初発日との間にかかなり高い相関を認め、殊に国光開花始めとの間に $r = 0.843$ の係数を、その予察式は、

$$y = 1.138x + 4.918$$

である。

(3) クワコナカイガラムシ越冬世代卵からふ化した幼虫移動期の予察

共同研究者 山田雅輝, 白崎将英, 斎藤靖夫

調査方法

1960年から1969年までの10か年にわたって青森県黒石市、青森県りんご試験場ほ場においてクワコナカイガラムシ越冬世代卵からふ化した幼虫の移動期を調査し、これをリンゴの生育期と関連づけて検討し、予察式を算出した。

毎年3月下旬～4月中旬に、ほ場のリンゴ樹の粗皮下で越冬したクワコナカイガラムシ越冬世代卵を粗皮につけたままはぎ取り、これを薬剤のまったく散布されないリンゴ樹の幹に1枚ずつ針で固定し、その周囲をタンダルフートで幅約2cm、直径約10cmに囲んだ。

幼虫の移動期に毎日観察し、移動してタンダルフートに付着している虫数をルーベ(×30)を用いて調査した。調査した幼虫はそのつど除去した。なお、卵の付着した粗皮は10～20枚を用い、半数ずつ幹の南面および北面に位置するように固定した。

一方、同一ほ場のリンゴについて春期における生育状況を調査した青森県りんご試験場栽培科の資料より、紅玉、デリシャスおよび国光の3品種に関連した資料もとりにリンゴの生育時期とクワコナカイガラムシ越冬世代のふ化幼虫の移動期との関連性を検討した。

結 果

樹幹につけた粗皮下でふ化した越冬世代幼虫の移動は、多くの場合南面のものが早く、北面のものはそれより数日、ときには10日以上も遅れて移動の始まることもあった。南北合計した移動状況をみると第51表のとおりであり、移動開始日の最も早い年には5月11日で、一方最も遅い年には5月30日でその間に20日近い差がある。移動期間も1964年のように2週間を要しない場合もあるが、一方1969年のように1か月上回るものもある。このように越冬世代卵からふ化した幼虫の移動期は年により変異が大きい。

Table 51. Movement of nymphs hatched from overwintered eggs of the Comstock mealybug in different year

Year	Initial date of movement	50% moved	90% moved	Final movement	No. of days from initial to 50%	No. of days until final
1960	May 25	June 5	June 9	June 13	12	20
1961	May 13	May 19	May 26	June 9	7	28
1962	May 11	May 25	May 28	June 3	15	24
1963	May 16	May 23	May 29	June 5	8	21
1964	May 14	May 16	May 20	May 26	3	13
1965	May 30	June 4	June 9	June 17	6	19
1966	May 28	June 2	June 9	June 16	6	20
1967	May 22	May 24	May 27	June 7	3	17
1968	May 28	June 6	June 9	June 19	10	23
1969	May 12	May 24	June 3	June 12	13	32
Average	May 19.9	May 27.2	June 1.4	June 9.6	8.3	21.7

Table 52. The date of initial blooming and full bloom in "Key" variety during 1960 to 1969

Year	Date of initial blooming			Date of full bloom		
	Jonathan	Delicious	Ralls Janet	Jonathan	Delicious	Ralls Janet
1960	May 9	May 8	May 12	May 16	May 14	May 22
1961	3	4	8	10	9	13
1962	6	5	10	12	10	15
1963	5	5	9	11	10	15
1964	6	7	10	11	11	14
1965	15	16	18	20	21	24
1966	8	9	16	14	15	22
1967	6	7	11	13	13	22
1968	6	8	11	13	14	22
1969	6	7	11	11	11	19
Average	7.0	7.6	11.6	13.1	12.8	18.8

Table 53. Relation between the initial and 50% moving of nymphs hatched from overwintered eggs of the Comstock mealybug and initial date when apple tree attained to given stage

Stage	Variety	Initial moving			50% moving		
		n	r	Regression equation	n	r	Regression equation
Blooming	Jonathan	10	0.676*	$Y = 1.564X + 8.952$	10	0.630	$Y = 1.457X + 16.998$
	Delicious	10	0.741*	$Y = 1.659X + 7.289$	10	0.613	$Y = 1.373X + 16.769$
	Ralls Janet	10	0.766**	$Y = 1.847X - 1.525$	10	0.665*	$Y = 1.606X + 8.566$
Full bloom	Jonathan	10	0.789**	$Y = 1.967X - 5.862$	10	0.747*	$Y = 1.864X + 2.782$
	Delicious	10	0.860**	$Y = 1.826X - 3.474$	10	0.731*	$Y = 1.554X + 7.313$
	Ralls Janet	10	0.874**	$Y = 1.581X - 9.817$	10	0.839**	$Y = 1.520X - 1.376$

Both of Y, initial or 50% moving of nymphs hatched from overwintered eggs, and X, date when apple tree attained to given stage, are reckoned from April 30

越冬世代卵からふ化した幼虫がふ化後少しの間は卵のう下に潜っていて、その後に分散する習性を持ち、この潜伏期間は温度条件などにより差異を生ずることは先に述べたが、越冬世代卵のふ化期および幼虫の移動期におけるその年の気象条件が大きく作用することは明らかである。しかし、ふ化後の幼虫の潜伏期間にも限度があるものとすれば、早くふ化した幼虫はそれだけ早く移動するとみるのは妥当であると考えられ、ふ化以前の期間、すなわち、卵の時代においてその発育に関与した気象条件、特に温度などの影響も否定できない。

ふ化した幼虫の移動に関与する環境条件には、同時にまた同一環境にあるリンゴの発育にも共通して作用するものもあると考えられ、リンゴの生育状況がふ化幼虫の移動期を予察する指標となりうるかどうかを紅玉、デリシャスおよび国光の3品種について検討してみるといずれも発芽期から展葉期までの生育状況とは明らかな関連性は見出せない。しかし、開花期頃になるとふ化幼虫の移動開始期および50%移動期などとは正の相関がみられ、満開期および落花期になるとさらに高い相関を示し、落花期は移動終了期とも高い相関を示す。ここでクワコナカイガラムシ越冬世代卵からふ化した幼虫の移動期とリンゴの生育状況とを対比してみると第51表および第52表に示すとおりで、10か年の平均値をみると移動開

始日は5月20日、それより1週間遅れて50%移動日に達し、移動開始から終了まで約3週間を要する。一方、リンゴでは早咲きの紅玉とデリシャスでは大きな差はなく、開花始めは5月7~8日、満開日は5月13日、またここには示さなかったが落花期は5月18~19日である。遅咲きの国光では開花始めは5月12日、満開期は5月19日、落花期は5月24日で、早咲きの品種に比べ4~6日遅い。したがって、クワコナカイガラムシ越冬世代卵からふ化した幼虫の移動開始日は早咲き品種の落花期および国光の満開期のそれぞれ直後、50%移動日は早咲き品種の落花期から8~9日後、国光の落花期から3日後、移動終了期は早咲き品種の落花期の22~23日後、国光の落花期の17日後である。

幼虫の移動開始日および50%移動日と紅玉、デリシャス、国光のそれぞれ開花始めおよび満開期との関係をみると第53表に示すように移動開始日とはいずれも有意な正の相関を示した。特に国光の開花始めおよび3品種の満開期とはいずれも非常に有意な正の相関を認め、これらはまた50%移動日との間にも有意な正の相関を示し、国光の落花期とは非常に有意な正の相関を示した。ここには示さなかったが、落花期とはいずれもこれらよりさらに高い相関が認められるが、前述したようにこれは幼虫の移動開始期と非常に近接しているかもしくは移

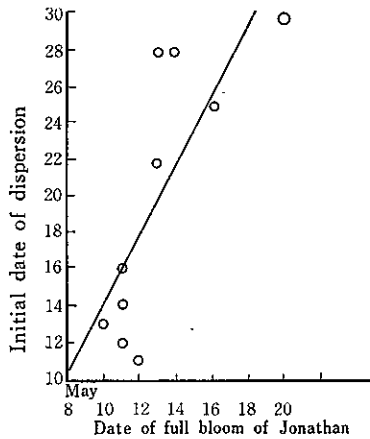


Fig. 49. Relation between the initial dispersing date of nymphs from overwintered eggs of the Comstock mealybug and the time of full bloom of Jonathan.

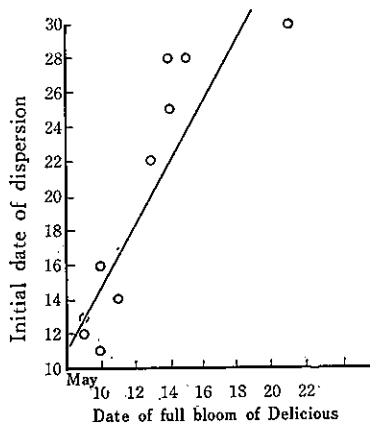


Fig. 50. Relation between the initial dispersing date of hatched nymphs from overwintered eggs of the Comstock mealybug and the time of full bloom of Delicious.

動開始後であり、それを指標にして幼虫の移動開始期をあらかじめ何日か前に予察するという場合不都合である。

しかし、ふ化期に近接したものの程より密接な関係を示していることは両者に共通に作用している要因の存在することを裏付けるものである。50%移動日を予察する場合は落花期を指標とすることは可能で、むしろこの方がより精度の高い結果が得られることが予測できる。

考 察

クワコナカイガラムシは卵からふ化しても、すぐには移動しないので、移動開始日の予察ができれば、この虫を防除するためにはふ化初発日よりさらに具体的であるということが出来る。

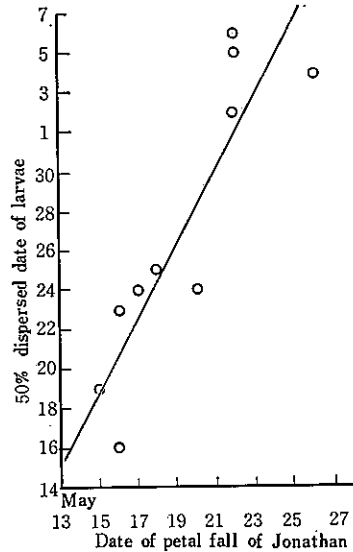


Fig. 51. Relation between the 50 per cent dispersed date of newly hatched larvae from overwintered eggs of the Comstock mealybug and the date of petal fall of Jonathan.

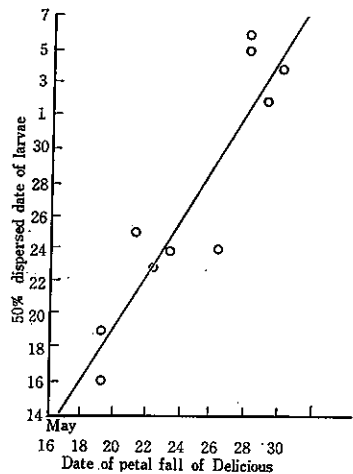


Fig. 52. Relation between the 50 per cent dispersed date of newly hatched larvae from overwintered eggs of the Comstock mealybug and the date of petal fall of Delicious.

しかも、柳(1968)の気温との関係に基づく発生予察から、リンゴ樹の生育を活用した生物季節学的な予察に発展させることは、さらにその意義を深くする。一般的に、果樹の開花始めや満開期は総合された気象条件の蓄積によって起こる現象であり、ある時期の気温だけの場合よりも、一層因果的であるといつてよい。

すなわち、気温との相関が点の結びつきによって理論づけるものとすれば、リンゴの生育は面ないしは立体であるともいえる。

摘 要

リンゴ主要品種の開花始めおよび満開期と、クワコナカイガラムシ越冬卵ふ化幼虫の移動開始日および50%移動日との関係を吟味したところ、次の結果を得た。

移動開始日との関係で最も相関の高いのは国光満開期

およびデリシャス満開期であり、それぞれ $r = 0.874$ と $r = 0.860$ の係数を得た。また、その予察式はそれぞれ $y = 1.581x - 9.817$ および $y = 1.967x -$ である。

50%移動日との関係では、最も相関の高いのは国光満開期および紅玉満開期であり、それぞれ $r = 0.839$ および 0.747 の係数で、その予察式はそれぞれ $y = 1.520x - 1.3376$ および $y = 1.864x + 2.782$ である。

Ⅵ 総 括

リンゴ園に発生する主要害虫類の発生予察に関する研究結果を総括すると、次のとおりである。

1. モモシクイガの第1回成虫出現期

(1) 7月末までに果実を脱出した幼虫は休眠しないが、8月上旬のものは約10%休眠し、8月中旬では約55%、また8月下旬から9月初めにかけて脱出したものは、ほとんど全部休眠する。

(2) モモシクイガはすう光性、すう化性ともにほとんどないか、極めて弱いので、成虫の発生状況を網室内で調査した結果、青森県では年2回発生する。

第1回成虫は6月上旬から7月上旬まで、第2回成虫は7月下旬から8月下旬に出現し、その最盛期はそれぞれ6月中～下旬および8月中～下旬である。

(3) ほ場における産卵はおおむね6月中旬に始まり、9月中旬まで続く。

(4) 青森県内にも成虫の発生に地域性がみられ、1つは羽化期が5月下旬に始まって7月上旬まで、ゆるやかな線を描く黒石産のものと、いま1つは羽化開始期が前者よりも約2週間遅れ、7月下旬までゆるやかな線を描く五戸産、残りは羽化開始期は黒石産と同期ではあるが、6月中旬までの短期間に羽化するものである。

(5) 第1回成虫初発日と気象条件との関係を見ると、4月中旬+4月下旬+5月上旬の最高気温、および4月+5月の午前9時気温との間に極めて高い相関がある。

(6) 第1回成虫初発日は、リンゴ主要品種の生育と極めて高い相関があり、例えば祝、紅玉、国光の満開日や落花日によってこれを予察できる。

(7) 夏まゆを個体飼育すると、その形成期を把握することによって、ほぼ第1回成虫の羽化期を推定できる。

(8) 越冬世代幼虫の休眠が覚せいされたかどうかを知るための1つの手段として、生殖巣の発達状況を吟味したが、発生予察の手がかりとはなるが確実性は薄い。

2. リンゴハダニ越冬世代卵のふ化期

(1) 越冬世代卵は寄主であるリンゴ樹の栄養条件の差によって、8月10日頃から11月中旬までの間に産下さ

れ、その産卵時期に約90日の早晩がある。

(2) 越冬世代卵の発育零点は6.92℃で、ふ化に要する有効積算温度は195.4日度である。

(3) ほ場における越冬世代卵のふ化は、早い年で4月27日、遅い年で5月10日から始まり、いったんふ化が始まると3～4日後には約50%のふ化率に達する。

(4) 越冬中いろいろな時期に卵を加温してみると、㊸ふ化しないもの、㊹加温後かなりの期間の休眠を終り不齊にふ化するもの、㊺加温後すみやかに休眠を離脱して短期間にふ化するもの、㊻加温前に休眠を終わっていて加温により形態発育を始め非常に早くふ化するものなどがある。

1月下旬～2月下旬の生存卵の100%は㊺型であるが、この㊺型に到達するには5℃の低温期間が3～4か月必要であり、発育に有効な温度がふ化の促進に効果的に作用するのは2月以降であると考えられる。

(5) 2～3月まで現地で経過した越冬世代卵を、黒石市に集めて休眠性の地域差をみたところ、北海道、青森、秋田、岩手、山形、福島、宮城および長野産の間には、ふ化開始やふ化期間などにほとんど差異はなかった。

(6) 黒石市における休眠性の年次変化は、1961年から1964年までの実験ではほとんどみられなかった。

(7) 青森県では年8世代であり、3～5世代めが比較的発育期間が短い。

卵期間は3～19日、幼虫期間は4～12日、また成虫の生存期間は5～29日で個体による差が大きい。

(8) ほ場における年間発生消長をみると無散布の場合には6月中旬から発生が多くなり、7～8月に大発生して10月上旬に終息する。また一般管理園では8月中旬から多くなり、9月中～下旬に大きな山を迎え、10月下旬に終息する。

(9) 越冬世代卵の50%ふ化日は、4月の月平均気温および4月中旬+下旬の9時気温と高い相関がある。

またリンゴ樹の生育との関係では、国光の展葉日と越冬世代卵ふ化初発日および国光の展葉日と50%ふ化日との間に高い相関がある。

さらに越冬世代卵ふ化初発日と第1世代卵の産下日と

の間に高い相関がある。

3. クワコナカイガラムシ越冬世代卵ふ化期および幼虫の移動期

(1) 越冬世代卵の産卵時における温度条件と休眠性をみると、10°C~25°Cの範囲で産卵されたものはすべて休眠卵である。

(2) 幼虫から成虫に至るまでの生育期間中の日長と温度が、卵の休眠性に与える影響をみると、8, 12, 16時間の比較では12時間の場合に休眠卵が多い。

温度関係では生育の前期に20°Cで後期に15°Cの場合に休眠卵が多く、日長と温度の組み合わせでは、12時間と15°Cの場合に休眠卵が多い。

(3) 9月11日から10月28日までの間に産下された越冬世代卵はいずれも休眠卵であり、1月には休眠を終了する

(4) 越冬世代卵の休眠消去に必要な低温期間を実験的に吟味してみると、15°Cに加熱した場合には加熱前に100日間の5°Cの低温期間、20°Cおよび25°Cに加熱した場合には、それぞれ加熱前60日と20日間の低温期間が必要である。

(5) 越冬世代卵のふ化期間は比較的短く、室温で7日、15°Cで8.4日、20°Cおよび25°Cでは7.4日、30°Cでは

4.4日である。

ふ化から移動までの期間は15°Cで3.8日、移動期間は30°Cでは3日、15°Cでは10日である。

(6) 青森県におけるクワコナカイガラムシの発生は年2回であり、第1回成虫は6月下旬から7月下旬まで、また第2回めは8月中旬から10月上旬まで出現する。

(7) クワコナカイガラムシが果実にかぶせた袋の中に入るのは8月上旬からであり、第1世代の若齢幼虫によるものである。

(8) 越冬世代卵の発育限界温度は8.847°Cであり、ふ化までの有効積算温度は220日度である。また最高気温から越冬世代卵のふ化までの有効積算温度を求めると、3月1日から5月20日までの値がふ化初発日との相関が最も高い。さらに4月下旬の最高気温の平均と、ふ化初発日との間にも高い相関がある。

(9) 越冬世代卵ふ化初発日とリンゴ樹の生育との間にも高い相関があり、特に国光開花始めからその予察が可能である。

(10) 越冬世代卵からふ化した幼虫の移動期もリンゴ樹の生育と高い相関を示し、移動開始日は国光およびデリシャスの満開から、また50%移動期は国光および紅玉の満開から予察できる。

引用文献

1. BAKER, HOWARD (1952) Spider mites, insects, and DDT. *The Yearbook of Agr.* 1952, U. S. D. A., 562-566.
2. BARNES, M. M. (1959) Deciduous fruit insects and their control. *Ann. Rev. Ent.* 4: 343-462.
3. BENGSTON, M. (1965) European red mite (*Panonychus ulmi* (KOCH)) and its adaptation to the Slathorpe district, Queensland. *Qd. Jour. Agr., Anim. Sci.* 22: 177-185. (From *Rev. Appl. Ent. A*, 54: 670-671.)
4. BRAZZEL, J. R. and D. F. MARTIN (1959) Winter survival and time of emergence of diapausing pink bollworms in Central Texas. *Jour. Econ. Ent.* 52: 305-308.
5. CAGLE, L. R. (1946) Life history of the European red mite. *Virginia Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 98, 19pp.
6. CARSON, R. (1962) Silent Spring. Penguin books, Middlesex, England, 317pp.
7. CHAPMAN, P. J. and G. W. PEARCE (1949) Susceptibility of winter eggs of the European red mite to petroleum oils and dinitro compounds. *Jour. Econ. Ent.* 42: 44-47.
8. CHIANG, H. C. and V. SISSON (1968) Temperature relationships of the development of Northern Corn Rootworm eggs. *Jour. Econ. Ent.* 51: 1406-1410.
9. CHURCH, N. S. (1955) Moisture and diapaus in the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus*, NORT. (Hymenoptera: Cephidae). *Canadian Ent.* 87: 85-97
10. CLANCY, D. W. and H. J. MCALISTER (1958) Effects of spray practices on apple mites and their predators in West Virginia. *Proc. 10th Int. Congr. Ent.* 4: 597-601.
11. COX, J. A. (1940) Comstock's mealybug on apple and catalpa. *Jour. Econ. Ent.* 33: 445-447.
12. CUTRIGHT, C. R. (1951) Comstock mealybug in Ohio. *Jour. Econ. Ent.* 44: 123-383.
13. DANILEVSKII, A. S. (1961) Photoperiodism and seasonal development of insects. ix 283pp. Izd. Leningrad Univ., Leningrad (Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1965).

14. DEBACH, P. and B. BARTLETT (1951) Effects of insecticides on biological control of insect pests of citrus. *Jour. Econ. Ent.* 44 : 372-383.
15. DICKSON, R. C. (1949) Factors governing the induction of diapause in the Oriental fruit moth. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 42 : 511-537.
16. DITMAN, L. P., G. S. WEILAND and J. H. GUILL (1940) The metabolism in the corn earworm. III. weight, water, and diapause. *Jour. Econ. Ent.* 33 : 282-295.
17. DOSSE, G. (1966) Tests on the control of *Panonychus ulmi* in the Lebanon. *Anz. Schädlingssk.* 37 : 132-135. (From *Rev. appl. Ent. A*, 54 : 381.)
18. DRIGGERS, B. F. and E. J. HANSENS (1943) The comstock mealybug on apples and peaches in New Jersey. *Jour. Econ. Ent.* 36 : 222-226.
19. ELIZAROVA, A. (1966) Comstock's mealybug. *Zasech. Rast.* 10 : 47-48, Moscow. (From *Rev. appl. Ent. A*, 56 : 466.)
20. ENGLISH, L. L. and M. E. TINKER (1954) The effect of DDT spray on mite and aphid populations on elms. *Jour. Econ. Ent.* 47 : 658-660.
21. 深谷昌次 (1947) 二化螟虫の発生予察に関する基礎的研究 特に二化螟虫の越冬生理について (予報) 農学研究 37 : 23~26.
22. 深谷昌次 (1948) 二化螟虫の地方的系統に就いて (1) 農学研究 37 : 121~123
23. 深谷昌次・金子武 (1949 a) 二化螟虫の越冬生理 (1) 農学研究 38 : 104~111
24. 深谷昌次・金子武 (1949 b) 二化螟虫の発生予察に関する基礎的研究 第8報 二化螟虫の休眠に就いて (2) 農学研究 38 : 57~58.
25. 深谷昌次 (1950) 二化螟虫における生態型の分化に就いて 農業技術 5 : 11~16.
26. 深谷昌次 (1951) 二化螟虫の発生予察に関する基礎的研究 第14報 二化螟虫の休眠について 農学研究 40 : 49~56.
27. 深谷昌次・茅野春雄・井上平 (1952) 二化螟虫の休眠に就いて (4) 応昆 8 : 83~88.
28. 深谷昌次 (1963) 発生予察技術の盲点 農業技術 8 : 19~21.
29. 深谷昌次 (1956 a) ニカメイチュウの実験的予察法 植物防疫 10 : 230~234.
30. 深谷昌次・中塚憲次 (1956 b) ニカメイチュウの発生予察 日本植物防疫協会, 173pp.
31. 深谷昌次 (1959) 農作物害虫の発生予察 (2) 農業及園芸 34 : 749~752. (3) 農業及園芸 34 : 893~896.
32. 福田博年・宇田川英夫 (1965) クワコナカイガラムシの生態と防除に関する研究 第1報 鳥取県におけるクワコナカイガラムシの発生経過について 鳥取県果試研究報告 3 : 63~92.
33. 福永一夫 (1965) 農薬の残留問題 科学 35 : 668.
34. 春川忠吉・高戸龍一・能代三郎 (1928) 二化螟虫の生態的研究 (第3報) 農学研究 23 : 1~147.
35. HAWKINS, J. and J. J. DEVITT (1952) Forecasting hatching levels of the European corn borer. *Jour. Econ. Ent.* 45 : 203-209.
36. HOGAN, T. W. (1960) The effect of sub-zero temperatures on the embryonic diapause of *Acheta commodus* (WALK.) (Orthoptera). *Aust. J. Biol. Sci.* 13 : 527-540.
37. HUFFAKER, C. B. and C. H. SPITZER (1950) Some factors affecting red mite populations on pears in California. *Jour. Econ. Ent.* 43 : 819-831.
38. 福島正三 (1953) モモンクイガに関する生態学的研究 第1報 成虫の日周活動について 応用動物学雑誌 18 : 55~60.
39. 福島正三 (1957 a) モモンクイガの休眠性について 防虫科学 22 : 370~378.
40. 福島正三 (1957 b) 圃場における昆虫群集の研究 XII. 薬剤散布の回数とリンゴ園における昆虫群集の構造 応動昆 1 : 226~237.
41. 福島正三 (1957 c) モモンクイガの産卵選択性について モモンクイガに関する生態学的研究 第4報 防虫科学 22 : 1~10.
42. 福島正三 (1958) リンゴ園の昆虫群集におよぼす硫黄剤の影響 (圃場における昆虫群集の研究 第13報) 弘大農学部学術報告 4 : 55~71.

43. HUKUSIMA, S. (1960) Further experiment in the effect of selective pesticide spraying upon the arthropod community in apple orchards. (Studies on the Insect Association in Crop Field 20) *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 14 : 55-67.
44. HUKUSIMA, S. (1961) Feeding capacity of seven predators of aphids and mites, and toxicity of several pesticides to beneficial arthropods. (Studies on the Insect Association in Crop Field 23) *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 14 : 55-67.
45. HUKUSIMA, S. (1962) The influence of number and timing of selective pesticide application upon the relationship among arthropod community components in apple orchards. (Studies on the Insect Association in Crop Field 25) *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ.* 16 : 55-72.
46. 福島正三・武田享・松浦康明 (1965) ニ、三地方におけるモモンクイガ成虫の外部形態(モモンクイガに関する生態学的研究 第viii報) 岐阜大農学部研究報告 21 : 72~82.
47. 石倉秀次・広瀬健吉 (1943) 宇都宮に於ける二化螟虫第1化期の気象の発生予察について 農業気象 1 : 27~32.
48. 石倉秀次 (1950) 二化螟虫の発生型について 応昆 6 : 82~83.
49. ISHIKURA, H. (1955) On the types of the seasonal prevalence of Rice stem borer moth in Japan. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. C*, 5 : 67-80.
50. JACOBSON, L. A. and P. E. BLACKLEY (1957) Effects of moisture during starvation of larvae of the pale western cutworm, *Agrotis orthogonia* MORR. (Lepidoptera : Phalaenidae). *Canad. Ent.* 89 : 465-469.
51. 河合孝 (1969) クワコナカイガラムシの卵休眠に関する研究 (第1報) 鳥取大農学報 21 : 13~17.
52. 勝又要 (1934) 二化螟虫の幼虫各齢の日数に就いて (2) 病虫害雑誌 21 : 187~198.
53. 小河原正巳 (1954) 予報についての数学的論理 科学 24 : 489~495.
54. LATHROP, F. H. and C. O. DIRKS (1944) Timing the seasonal cycles of insects. *Jour. Econ. Ent.* 37 : 199-204.
55. LATHROP, F. H. and C. O. DIRKS (1945) Timing the seasonal cycles of insects: The emergence of *Phagoletthis pomonella*. *Jour. Econ. Ent.* 38 : 330-334.
56. LATHROP, F. H. and C. O. DIRKS (1949) Timing the seasonal cycles of insects. *Jour. Econ. Ent.* 37 : 199-204.
57. LEES, A. D. (1953 a) Environmental factors controlling the evocation and termination of diapause in the fruit tree red spider mite *Metatetranychus ulmi* KOCH (Acarina : Tetranychidae). *Ann. Appl. Biol.* 40 : 449-486.
58. LEES, A. D. b. (1953) The significance of the light and dark phases in the photoperiodic control of diapause in *Metatetranychus ulmi* KOCH. *Ann. Appl. Biol.* 40 : 487-497.
59. LEES, A. D. (1955) The physiology of diapause in arthropods. Cambridge Univ. Press, London, 148pp.
60. LEE, P. C., W. C. WOO and K. H. HWANG (1963) A preliminary study on the effect of photoperiod and temperature on the induction of diapause in the peach fruit borer (*Carposina n. W.*) *Acta ent. sin.* 12 : 423-431. (From *Rev. Appl. Ent.* A, 52 : 352.)
61. LIENK, S. E. and P. J. CHAPMAN (1951) Orchard mite studies in 1950. *Jour. Econ. Ent.* 44 : 301-306.
62. LIGHT, W. I. St. G., M. E. JOHN, H. J. GOULD and K. J. COGHILL (1968) Hatching of the winter eggs of the fruit-tree red spider mite (*Panonychus ulmi* (KOCH)). *Ann. Appl. Biol.* 62 : 227-239.
63. LORD, F. T. (1956) The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. ix. Studies on means of altering predator populations. *Canad. Ent.* 88 : 129-137.
64. LORD, F. T., H. J. HERBERT and A. W. MACPHEE (1958) The natural control of phytophagous mites on apple trees in Nova Scotia. *Proc. 10th Int. Congr. Ent.* 4 : 617-622.

65. MACPHEE A. W. and K. H. SANFORD (1954) The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. VII. Effects on some beneficial arthropods. *Canad. Ent.* 86 : 128-135
66. MADSEN, H. F. and A. D. BORDEN (1955) Pre-bloom treatments to control European red mite eggs on pears in Northern California. *Jour. Econ. Ent.* 48 : 103-105.
67. MASAKI, S. (1956) The effect of temperature on the termination of pupal diapause in *Barathra brassicae* LINNE' (Lepidoptera : Noctuidae). *Jap. J. Appl. Zool.* 21 : 97-107.
68. MASSEE, A. M. and M. D. AUSTIN (1956) Investigations on the control of the fruit tree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* K. II. Control by delayed-dormancy petroleum. *Jour. Hort. Sci.* 31 : 239-243.
69. 松本鹿蔵・渡辺秀 (1927) 桃姪心喰虫(桃の赤虫) = 関スル研究 岡山農試臨時報告 No.26, 52PP.
70. MICHELbacher, A. E., W. W. MIDDLEKAUF and O. G. BACON (1952) Mite on melons in Northern California. *Jour. Econ. Ent.* 45 : 365-370.
71. 宮地政司 (1954) 天文現象の予報における誤差 科学 24 : 496~498.
72. 宮下揆一・川村英五郎・池内茂 (1955) モモンソクタイガの生態に関する研究 第1報 モモンソクタイガの発生時期について 北海道農試集報 68 : 71~78.
73. MOCHIDA, O. and M. YOSHIMEKI (1962) Relations with development of the gonads dimensional changes of the corpora allata, and duration of post-diapause period in hibernating larvae of the Rice stem borer. *Japanese Jour. Appl. Ent. Zool.* 6 : 114-123.
74. 村上陽三 (1963) クワコナカイガラムシに関する研究 代用飼料で飼育したクワコナカイガラムシの発育速度 園芸試果樹第2部年報No.2 : 92~96.
75. 成田弘・高橋佑治・佐藤修司 (1969) リンゴ園におけるクワコナカイガラムシの生態と防除に関する研究 第1報 クワコナカイガラムシふ化幼虫の移動について 秋田果試研報 1 : 71~94.
76. NIEMCZYK, E. and S. K. WIACHOWSKI (1966) An attempt to evaluate the population development of the fruit tree red spider mite (*P. ulmi*) and predatory mites in plum orchards after winter sprays and in unsprayed orchards. *Pr. Inst. Sadow Skierniew.* 9 : 263-280. (From *Rev. Appl. Ent. A*, 56 : 495.)
77. 野村健一 (1947) 害虫気象通論 北隆館 180PP.
78. NUCIFORA, A. and R. INSERRA (1967) *Panonychus ulmi* in vineyards on Mt. Etna. *Entomologica* 3 : 177-236. (From *Rev. Appl. Ent. A*, 57 : 257.)
79. OATMAN, E. R., E. F. LEGNER and R. F. BROOKS (1964) An ecological study of arthropod populations on apple in northeastern Wisconsin insect spee is present. *Jour. Econ. Ent.* 57 : 978-983.
80. 小田力 (1963) クワカイガラムシの分散について 日生態会誌 13 : 41~46.
81. PARENT, B. and A. A. BEAULIEU (1957) Life history of the European red mite. *Canad. Ent.* 89 : 328-333.
82. PHILLIPS, J. H. H. (1960) An infestatin of Comstok mealybug, *Pseudococcus comstocki* (KUWANA) on peach in Ontario. *Proc. ent. Soc. Ont.* 91 : 268-270.
83. PILON, J. G. and J. R. BLAIS (1961) Weather and outbreaks of the Spruce budworm in the province of Quebec from 1939 to (1956) *Canad. Ent.* 93 : 118-123.
84. RIPPER, W. E. (1956) Effect of pesticides on balance of arthropod populations. *Ann. Rev. Ent* 1 : 403-438.
85. SCHOENE, W. J. (1941) Plant food and mealybug injury. *Jour. Econ. Ent.* 34 : 27-274.
86. SEAMANS, H. L. (1935) Forecasting outbreaks of the pale western cutworm (*Agrotis orthogonia* MORR.) *Jour. Econ. Ent.* 28 : 425-428.
87. 清家安長 (1958) ニカメイチュウ第1化期の実験的予察 I 発蛾最盛日ならびに後期発蛾量を予察する方法 応動昆 2 : 123~127.
88. SISLER, G. P. and E. L. OVERHOLSER (1843) Influence of climatic conditions on date of full bloom of Delicious apples in the Wenatchee Valley. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 43 : 29-34.

89. STULTG, H. T. (1955) The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. VIII. Natural enemies of the eye-spotted bud moth, *Spilonota ocellana* (D. & S.) (Lepidoptera : Olethreutidae.). *Canad. Ent.* 87 : 79-85.
90. 立花親二・西口親雄 (1968) 森林衛生学 森林昆虫学の進むべき道 地球出版社 233PP.
91. 立川涼 (1968) 農業による自然環境汚染 (1) 農業および園芸 43 : 1209~1213. (2) 農業および園芸 43 : 1366~1370.
92. 高橋信治 (1927) 梨粉介殼虫 新潟農試特別報告 第23号, 52pp.
93. 高橋信治 (1939) 二化螟虫の数量的発生予察に就て 病虫害雑誌 26 : 26~28.
94. 高砂学 (1950) モンシロチョウ発見日に関する生物季節的考察 農業気象 5 : 19.
95. TAKEDA, S. and S. HUKUSIMA (1960) The oxygen uptake change during larval and pupal development in the Peach fruit moth. (Ecological studies on the Peach fruit moth. *Carpocosa niponensis* WALSINGHAM VII) *Res. Bull. Fac. Agr. Gifu. Univ.* 12 : 73-81.
96. TIKHONOV, N. P. (1962) Orchard fruit moths of the Far East. *Zash. Rast.* 7 : 45-46. Moscow. (From *Rev. Appl. Ent.* A, 52 : 320-321.)
97. 豊島在寛 (1931) モモンクイガの生活史に就いて 青森農試成績 26号 : 28pp.
98. TOHIMA, A., K. HONMA and S. MASAKI (1961) Factors Influencing the Seasonal Incidence and Breaking of Diapause in *Carpocosa niponensis* WALSINGHAM. *Japanese Jour. Appl. Ent. Zool.* 5 : 260-269.
99. TOTLYAKOVA, S. (1965) Control of the fruit-tree red spider mite in the Pazardjik district. *Rastit. Zacht.* 13 : 9-12. (From *Rev. Appl. Ent.* A, 55 : 173-174.)
100. TOUZEAU, J. (1966) Influence of temperature on the emergence of spring adults of the Codling moth (*Cydia pomonella*) in the South-West France. *Revue Zool. agr. Appl.* 65 : 41-49. (From *Rev. Appl. Ent.* A, 55 : 417.)
101. 坪井武夫 (1951) 徳島県におけるサンカメイチュウの発生予察に関する研究 (1) 第1化期の発生期と冬期の気象との相関及び予察法について 応昆 6 : 163~171.
102. 津川力・山田雅輝 (1959) リンゴ園における害虫類の発生予察 I. クワコナカイガラムシ越冬卵のふ化初発日の予察について 応動昆 3 : 172~176.
103. 津川力・山田雅輝 (1960) リンゴ園における害虫類の発生予察 II. モモンクイガの幼虫期における成長について 応動昆 4 : 96~101.
104. 津川力・山田雅輝・白崎将瑛 (1961) リンゴ園における害虫類の発生予察 III. リンゴハダニ越冬卵のふ化初発日の予察について 応動昆 5 : 167~173.
105. 津川力・山田雅輝・白崎将瑛 (1962) リンゴ園における害虫類の発生予察 IV. モモンクイガ第1化期成虫の出現期について 応動昆 6 : 1~7.
106. 津川力・山田雅輝・白崎将瑛 (1963) モモンクイガの夏マユ形成期と成虫の羽化期について 東北農業研究 5 : 153~153.
107. 津川力・山田雅輝・白崎将瑛・小山信行 (1964) リンゴ園における害虫類の発生予察 第6報 モモンクイガ越冬幼虫の生殖巣の発達 応動昆 8 : 111~117.
108. 津川力・山田雅輝・白崎将瑛・小山信行 (1966) リンゴ園における害虫類の発生予察, 第7報 リンゴハダニの休眠終了と温度の関係 応動昆10 : 174~180.
109. 内田俊郎 (1957) 昆虫の発育零点 応動昆 1 : 46~53.
110. 上田進 (1960) 柑橘ルビエロウムの発生予察の一方方法 愛媛農試研究速報 12 : 13~15.
111. WAY, M. J. (1960) The effect of freezing temperatures on the developing egg of *Leptohytemya coarctata* FALL. (Diptera : Muscidae) with special reference to diapause development. *J. Ins. Physiol.* 4 : 92-101.
112. WILDOBOLZ, T. (1965) Über die Bedeutung der Temperatursumme und anderer Witterungsdaten bei der Apfelwicklerprognose. *Schweig. Z. Obst- u. Weinb.* 101 : 572-579.
113. WOODSIDE, A. M. (1936) Comstock's mealybug as an apple pest. *Jour. Econ. Ent.* 29 : 544-546.
114. 八木誠政・蒲生俊興 (1942) 温度と生物 養賢堂 292pp.
115. 柳 武 (1963) クワコナカイガラムシ 落葉果樹の病虫害, 生態と防除 誠文堂 127~130.
116. 吉目木三男 (1960) ウンカヨコバイ類の発生予察 植物防疫 14 : 383~388.

Forecasting outbreaks of
main destructive insects in apple orchards

CHIKARA TSUGAWA
Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi-City, Aomori-Prefecture, Japan

Summary

As many authors have pointed out, one of the most characteristic features of agriculture in Japan is the use of enormous amounts of pesticide. The main reason for this may be attributable to the management structure of Japanese agriculture : intensive farming on small sized farms. Farmers are necessarily dependent for existence on a nearly maximum productivity of land. Apple production is no exception.

The serious problem of poisoning our whole environment by synthetic chemicals must be solved as soon as possible, or the human being who shares in the benefits of nature will inevitably ~~from this must~~ fall in danger of his own survival. As all of the hazards are most often man-made, the way of escaping from this must be sought on our own responsibility.

From the point view of insect control, complete cessation of using insecticide is impossible, but it may be possible to minimize the use of it.

The author believes that prediction of the damage caused by pests is important in reducing the use of insecticides. Needless to say, the prediction must give an accurate indication to the growers as to whether they should use insecticides or not.

To achieve this ideal, the prediction must be based on full scientific knowledge. But compared to the movement of heavenly bodies which follow their inevitable courses, the situation in regard to insects is essentially more complex. Added to this artificial action by use of insecticides has disturbed the balance of ecosystem and made the works of prediction more difficult.

Prediction of insect pests may be divided into two phases : one is qualitative and the other is quantitative. A high ideal is, of course, to mimic both phases. Unfortunately, however, because of the lack of sufficient knowledge and other difficulties most parts of the latter should be left for future study.

At present the author has focussed on the qualitative phase in relation to three "key" pest species on apple : *Carposina niponensis* WALSINGHAM (Lepidoptera), *Panonychus ulmi* (KOCH) (Acarina) and *Pseudococcus comstocki* KUWANA (Homoptera) . The results are summarized as follows :

1. Peach fruit moth, *Carposina niponensis* WALSINGHAM

(1) Whether the mature larvae entered diapause or not seemed largely to be dependent upon the calendar date at which they emerge from the fruit; namely, larvae which emerged before late July did not enter diapause, thereafter the proportion of diapausing larvae increased gradually in a sigmoid fashion. All of the larvae which emerged after late August entered diapause.

(2) The initial date of moth emergence varied greatly from year to year. But as a rule, the first flight period was from early June to early July and that of the second from late August to middle September and the peaks of emergence occurred from mid-to late June and from mid-to late August.

(3) The initial date of oviposition was also variable. In favorable years it began from early June. As a rule, distinct peaks of egg oviposition were observed between mid-and late June and also between late July and mid August. Oviposition ceased by mid September.

(4) The local differences in the times of spinning of summer cocoons by the hibernated larvae and subsequent emergence as adults were examined by comparing materials from 14 localities within

Aomori Prefecture.

As a result, three types were recognized.

In the first type, which was represented by the strain from Kuroishi, in the eastern part of Tsugaru plain, moth emergence occurred from late May and continued until early July; in the second, represented by the strain from Gonohe, east of the Hakkoda mountains, the moth emergence began about 2 weeks later than the first and continued until late July; and in the last type the moth emergence began at the same time as the first, but it was completed by the middle of June. In all types, the duration of the larval stage after hibernation was shortened by rising temperature.

(5) Based on the relationships between the initial dates of moth appearance and temperature, equations which predict the initial dates of moth appearance were computed:

a) By using the daily maximum temperature

$$y = -1.038x + 37.442 \quad \text{and}$$

$$y = -0.709x + 40.375 \quad \text{were obtained,}$$

where x in the first equation is the sum of daily maximum temperatures from April 11 to 30, and in the second equation from April 11 to May 10; and y in both equations is the initial date of emergence as counted from May 31.

b) By using the daily temperature at 9 a. m.

$$y = -3.3x + 37.5 \quad \text{and}$$

$$y = 12.039x + 56.98 \quad \text{were obtained,}$$

where x is the sum of daily temperatures at 9 a. m. for the whole month of April in the first equation and the sum for the two months of April and May in the second.

(6) The moth appearance from overwintered cocoons was well attuned to the growth of apple trees. Based on this fact, equations predicting the initial dates of adult emergence were obtained as follows:

(A) x = date of full bloom;

(a) American Summer Pearmain

$$y = 0.931x + 4.219 \quad (r^2 = 0.635)$$

(b) Jonathan

$$y = 0.938x + 1.757 \quad (r^2 = 0.598)$$

(c) Ralls

$$y = 2.665x - 0.576 \quad (r^2 = 0.442)$$

(B) x = date of petal fall;

(a) American Summer Pearmain

$$y = 0.962x + 3.047 \quad (r^2 = 0.893)$$

(b) Jonathan

$$y = 1.008x + 5.107 \quad (r^2 = 0.800)$$

(c) Ralls

$$y = 0.767x + 1.875 \quad (r^2 = 0.637)$$

(7) The trends of formation of summer cocoon and the subsequent adult emergence under constant conditions of temperature were examined by using winter cocoons spun at different times in the preceding years. It was found that at 20°C, the larvae which spun the winter cocoon around mid August began to form the summer cocoon about 10 days later than those which spun after mid August. Furthermore, the number of summer cocoons increased very slowly in the former group. Among the larvae which had spun hibernacula after late October, those which were able to spin the summer cocoon were very few, while the larvae which had spun hibernacula between late August and early October began to spin the summer cocoon from about the 15th day of incubation. On the 30th day 70% of the larvae completed the summer cocoon and on the 50th day all of the survivors did so.

The trend of adult emergence was similar to the trend of the formation of summer cocoons. The results at room temperature were very similar to those at 20°C.

(8) In the laboratory, the period of spinning summer cocoons by the overwintered larvae was from late April to early May, the first moths began to appear from late May with the peak of emergence in early June. When larvae were reared in crowded conditions, the proportion of adult emergence was very low owing to infection by fungus diseases. When they were reared in isolation under saturated conditions of humidity, a large proportion of them spun summer cocoons and emerged as adults.

(9) During diapause, the testes of larvae, consisting of four testicular chambers, were inactive and remained at a definite size, and no complete cysts were formed. The male sex-cells were in the stage just before meiosis. The cyst formation and meiosis started as soon as testes began to develop in hibernating larvae after the termination of diapause. The formation of spermiodesmens usually occurred just after the larvae had escaped from their winter cocoons. Between the larvae from Kuroishi-City and those from Gonohe, there were no remarkable differences in either the size and internal development of testes, but a considerable difference was found in the incubation time required for the commencement of gonad development.

2. The fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi* (KOCH)

(1) The winter eggs were usually laid earlier on unsprayed trees than on sprayed ones, the time of deposition being from early August to mid October on the former and from late August to mid November on the latter. This difference is probably due to the difference in nutritional level between sprayed and unsprayed trees. In most commercial orchards in Aomori Prefecture, the mite began to lay winter eggs from around August and continued to do so for about 3 months.

(2) The threshold temperature for development after diapause was calculated as 6.72°C and the total heat requirement for hatching was 195.4°C days.

(3) The initial date of hatching fluctuated within about 2 weeks owing to the fluctuation in weather conditions. During the period of this investigation the earliest record was April 27, 1963 and the latest was May 10, 1965. Despite this fluctuation, about 50% of winter eggs hatched, as a rule, within 3 to 4 days after the beginning of hatching.

(4) In order to establish a reasonable method for predicting the hatching date of the red spider mite in spring, the intensity of diapause during the whole hibernating period has been examined. Winter eggs of this mite were collected at weekly intervals from an orchard of this experiment station and incubated at different temperatures. It was found that their response to temperature changed progressively during the hibernation period. Except for a very few non-diapause ones, most eggs failed to hatch at 20°C or 25°C in autumn, but their hatchability increased in the later season and reached its maximum from the end of January to the end of February. At the same time, the duration of the incubation period and its variability decreased regularly, and became almost constant when the percentage of hatching attained the maximum value. At 15°C , on the other hand, many eggs were able to hatch even at the beginning of hibernation. The incubation period thus reached its minimum by the middle of February. Exposure to 5°C followed by incubation at 21°C ~ 22°C gave essentially similar results, which suggested that the main factor for breaking diapause in the field was the accumulated action of low temperatures. From these results, it might be assumed that the diapause in *P. ulmi* was terminated by the end of February, at least from the view point of prognosis. In Aomori Prefecture, as the daily mean temperature rarely exceeds the developmental threshold for the eggs (7°C) before March, it seems reasonable to calculate the effective temperature summations from March for the purpose of predicting the hatching time.

(5) It was found that there were no geographical differences in the intensity of egg diapause among the populations from Hokkaido, Aomori, Akita, Iwate, Yamagata, Fukushima, Miyagi and Nagano.

(6) There was no annual variation in the intensity of diapause as studied with the populations from Kuroishi-City from 1961 to 1964.

(7) In a field study, it was found that the red spider mite passed 8 generations per year on young trees in Aomori Prefecture, the duration for the egg, nymph and adult stages were from 3 to 9, 4 to 12 and 5 to 29 days, respectively, the range indicating the individual variability. Generations of this species

overlapped one another in the field.

(8) Owing to the different conditions of orchards, the red spider mite showed two distinct patterns of population growth. Namely, in orchards where no pesticides have been sprayed, the population began to grow around mid June, attained its peak in July or August, after which it gradually decreased and died off by early October. In other orchards under general management, the mite population grew later than in the former, attaining its peak from mid to late September and died off by late October.

(9) The time of hatching from overwintered eggs and the time of deposition of summer eggs by the first generation were largely affected by weather conditions and were also well adapted to the growth of the host plant. On the basis of climatic conditions, the following equations seemed to predict the dates of 50% hatching.

$$y = -0.123x + 3.156 \quad \text{and}$$

$$y = -0.215x + 2.559$$

where x in the first equation is the sum of temperatures of April 21 to 30 and in the second the sum of daily mean temperatures of April, and y is the date of 50% hatch counted from April 30.

When growing state of host trees was considered, the following equations were obtained;

$$y = 0.864x + 0.591 \quad \text{and}$$

$$y = 0.576x + 4.808$$

where y in the first equation is the initial dates of hatching counted from April 30, and in the second is the date of 50% hatching also counted from April 30, and x in both equations is the date when the variety Ralls reached the mouth-ear stage.

There was also a high correlation between the initial date of hatching and the initial date of deposition of summer eggs.

The equation predicting the initial date of deposition of summer eggs was;

$$y = 1.206x - 11.407$$

where x is the date of deposition of summer eggs expressed as the number of days from April 30 and y is the initial hatching date counted from May 10.

3. Comstock mealy bug, *Pseudococcus comstocki* KUWANA

(1) The diapause intensity in the overwintering eggs of the comstock mealy bug which were laid at different temperatures was examined. It was noticed that the intensity of diapause was somewhat affected by the temperature at which their mothers were kept, although all the eggs laid at constant temperatures between 10 and 25°C entered diapause.

(2) It was found that females reared under a photoperiod of 12 hours laid higher proportions of diapausing eggs than those under photoperiods of 16 or 8 hours. Those reared at 20°C during the first part of development and later transferred to 15°C laid high proportions of diapausing eggs. A combination of a photoperiod of 12 hours with 15°C was more effective to induce diapause.

(3) In the field, the eggs laid after September 10 seemed to enter diapause. If they were incubated at 20°C immediately after oviposition, they required long periods to hatch and their hatching was very sporadic.

(4) To study the diapause development, eggs were exposed to 5°C for different periods, and were subsequently incubated at different temperatures, 15, 20 and 25°C.

It was found that eggs incubated at 15°C required about 100 days of chilling to complete diapause, whereas about 60 days at 20°C and about 20 days at 20°C were sufficient. This could be interpreted as indication that in the diapause development of eggs, there was, at least, one phase in which the development was accelerated by a higher temperature.

(5) When overwintering eggs were collected from the field and incubated on May 10th, they hatched after 7.0, 8.4, 7.4, 7.4 and 4.4 days, at room temperature, 15°C, 20°C, 25°C, and 30°C, respectively. They began to disperse 1—2 days after hatching at 30°C in darkness and 3—4 days at 15°C in the natural photoperiod. The dispersion from the egg mass was completed, irrespective of the photoperiod, in

3 and 10 days at 30°C and 15°C, respectively.

(6) It was found that the comstock mealy bug had two generations per year with two distinct peaks of adult population in Aomori Prefecture. The first brood adults appeared from late June to late July and the second from mid August to early October. The most abundant periods varied from year to year, but, as a rule, it was from early to mid July in the first generation and late August to early September in the second.

(7) Invasion of the nymph into paper bags covering fruits started from early August, most of these were derived from the summer eggs.

(8) In the laboratory, the threshold temperature for the development of the overwintered eggs of this insect was estimated at 8.85°C and the sum of temperature from the diapause termination to hatch was 220 degree-days.

A high correlation was found between the initial date of hatching and the sum of effective temperature calculated from the daily maximum temperatures during March 1 to May 20 in the field. For practical purpose, the initial dates of hatching (y) could be roughly predicted by the sum of daily maximum temperatures during the last 10 days of April (x) by the equation;

$$y = -51.951 - 2.001x, \quad (r^2 = 0.419).$$

(9) The initial date of hatching was well attuned to the growth of apple trees.

From this fact, an equation predicting the hatching date (y) was obtained;

$$y = 1.138x + 4,918, \quad (r^2 = 0.711)$$

where x is the initial date of blooming in variety Ralls.

(10) The dispersion of hatching nymphs from the egg mass was well attuned to the growth of host trees, and both the dates of initiation of dispersion and of 50% dispersion were predictable on the basis of the date of full bloom of apples, namely,

a) Initial dispersion

$$y = 1.581x - 9.817, \quad (r^2 = 0.764)$$

for Ralls,

$$y = 1.967x - 9.817, \quad (r^2 = 0.740)$$

for Delicious,

b) 50% dispersion

$$y = 1.520x - 1.376, \quad (r^2 = 0.704)$$

for Ralls,

$$y = 1.864x + 2.782, \quad (r^2 = 0.558)$$

for Delicious

