

ヒラズハナアザミウマの生態と防除に関する研究

村 井 保*

Studies on the Ecology and Control of Flower Thrips,

Frankliniella intonsa (TRYBOM)

Tamotsu MURAI

目 次

緒 言	2
第 1 章 生 態	3
第 1 節 実験および調査方法	4
第 2 節 実験および調査結果	12
1. 寄主植物	12
2. 発消長	13
3. 発育と増殖	15
(1) 飼育方法の検討結果	15
(2) 発 育	17
(1) 発育と温度	17
(2) 発育と日長	18
(3) 発育の地理的変異性	19
3) 増 殖	19
(1) 生殖方法と性比	19
(2) 寿命と産卵数	20
(3) 内的自然増加率	21
4. 休 眠 性	21
(1) 光周反応	21
(2) 光周期の感受期	22
(3) 休眠と温度	23
(4) 休眠の終了	24
5. 行 動	24
(1) 配偶行動	24
(1) 配偶行動と交尾	24
(2) 雌の貯精能力	25
(3) 休眠成虫の配偶行動	25
(2) 飛行行動	25
(1) 飛行行動と雌成虫の日齢	25
(2) 色に対する反応	26
(3) 飛行行動と物理的環境要因	26
第 3 節 考 察	29
第 4 節 ま と め	34

第 2 章 被害 トマト白ぶくれ症の発生

第 1 節 実験および調査方法	36
第 2 節 実験および調査結果	37
1. トマト白ぶくれ症状とその発生原因	37
(1) 症 状	37
(2) ヒラズハナアザミウマによる被害再現試験	38
(3) ヒラズハナアザミウマの発生と白ぶくれ症果発生との関係	39
2. トマト白ぶくれ症の発生状況	39
(1) 国 内	39
(2) 島根県内	40
3. トマト白ぶくれ症果とヒラズハナアザミウマの圃場内分布	41
(1) 白ぶくれ症果の空間分布	41
(2) ヒラズハナアザミウマの空間分布	43
第 3 節 考 察	44
第 4 節 ま と め	45

第 3 章 防除対策

第 1 節 実験および調査方法	47
第 2 節 実験および調査結果	50
1. 化学的防除	50
(1) 薬剤感受性の検定	50
(1) 検定方法の検討	50
(2) 数種薬剤に対する感受性	51
(3) カルタップ水溶剤の効果	51
(2) 現地防除試験	52
(1) 薬剤散布の効果	52
(2) 粒剤施用の効果	53
2. 物理的防除	53
(1) 紫外線除去フィルムの効果	53
(2) シルバーストラップ入りポリフィルムに	

よるマルチおよびシルバーポリテープの効果	54
3. 生物的防除	55
1) シロツメクサ圃場における天敵類の発生	55
2) ヒメハナカメムシの発育と捕食能力	55
3) アザミウマヒメコバチの発育・増殖と寄生能力	56

(1) 発 育	56
(2) 増 殖	57
第 3 節 考 察	58
第 4 節 ま と め	59
要 旨	60
引 用 文 献	61
Summary	68

緒 言

アザミウマ目はウンカ・アブラムシ類などの半翅目とともに単系統のCondylognathaに属し、各種の植物体上で吸汁生活を送るグループの一つである。今日まで約5,000種が世界各地から記録されており、そのうちの約200種が農業害虫として重要視されている。

アザミウマ目Thysanopteraの昆虫は、その目名語源のとおり翅に長縁毛を列生するという形態的特徴を有し、一般にスリップス（thrips, 樹木シラミの意）と呼ばれる。わが国では、アザミウマ亜目Terebrantiaに属する害虫としてイネアザミウマ *Baliothrips biformis* (BAGNALL)・チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* HOOD・ネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANをはじめ、1980年ごろ東南アジアから侵入したミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNYが、クダアザミウマ亜目Tubuliferaではイネクダアザミウマ *Haplothrips aculeatus* (FABRICIUS)、カキクダアザミウマ *Ponticulothrips diospyrosi* HAGA et OKAJIMAなどが著名である。それらによる農作物の吸汁被害はもとより、虫こぶや変色ないし奇形果、あるいはそれらの媒介による病害発生などの被害も大きい。他方、種数は少ないけれども、捕食者や花粉媒介者として生態系に位置している有益種も知られている。

アザミウマ類は幼・成虫ともに極めて微小で、吸汁性であることによって、その飼育や観察の困難さがこれまでのアザミウマ類研究の進展を阻害してきたようである。加えて、常発型あるいは突発型害虫類はわが国における応用昆虫学史の発展に深くかかわってきたのに反して、いわゆるマイナー（minor）的害虫に対しては、とくに経済的被害水準問題が提起されないかぎり、等閑視されてきた感がある。

ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (TRYBOM) は世界各地に広く分布し、ヨーロッパに

おいては古くから放草地のクローバ類やイネ科雑草、ならびにムギ類（コムギ・ライムギ）の“flower thrips”¹¹³⁾として知られているように、わが国でも本種が多く植物の花に寄生することから、花の害虫として知られてきた。また本種はウイルス病Tomato spotted wilt virus (TSWV) の媒介虫であるといわれている¹²⁸⁾。しかし、わが国における本種の生態については、寄主植物が記録^{60, 62)}されているほか、大内⁹⁴⁾がラッカセイ圃場で、岡田と工藤⁹⁴⁾がチャ園における発生消長を調査しているにすぎない。また、国外では、MORISON⁸²⁾が本種の越冬を、LEWIS⁶⁴⁾は水盤トラップによる捕獲数を、JENSEN⁴⁴⁾は秋期の mass flight を、TANG¹¹⁹⁾はアスパラガスにおける産卵・発育を報告している。

わが国における農作物の被害については、1970年ごろからトマト、オクラ、イチゴ、プリンスメロン、ピーマンなどの果菜類に対する被害が各地で問題となり始めた^{41, 124)}。

とりわけ、トマトでは果実に白ぶくれ状の症状がみられた。当初はそれがカメムシ類による被害とか、あるいは灰色かび病菌による“ghost spot”症状のタイプとみなされていた。豊田¹²⁴⁾はこの症状がタイワンハナアザミウマ（ヒラズハナアザミウマの同種異名）の吸汁によって生じると考えた。しかし、従来知られているアザミウマ類による吸汁被害とは異なることから、その加害習性の詳細は不明であった。

島根県においては、1976年ごろ金城町の夏秋雨よけ栽培トマトで被害が発生しはじめ、その商品価値が著しく低下したため栽培上大きな問題となり、防除技術の確立が急がれたことが本研究の端緒となった。また、茨城県では、本種のTSWV伝搬によるピーマンの黄化えそ病が初めて発生し、大きな問題となった¹²⁷⁾。それ以来、本種による直接および間接的な被害が全国各地で顕在化している現状である。

本研究では、本種の野外における発生生態を明らか

にするとともに、花棲性アザミウマ類の飼育法をまず確立し、その生態に関する実験的研究を行ったうえで、防除体系の確立を目指すこととした。

第1章では、各種植物の花粉と蜂蜜液との給餌による本種の簡易飼育法が可能になったことから⁸⁴⁾、実験室内における発育と増殖能力、休眠機構、行動などを、そして野外における寄生植物の範囲、発生動態とその変動要因の解析、飛翔などを検討した。これらの基礎的な生態学的研究によって、本種の発生回数を地域的に推定できたほか、これまで未知であったアザミウマ類の休眠性については、雌の生殖休眠の誘起条件や光周期の感受期、光周反応の地理的変異性などについて明らかにし、さらに交尾時間や飛翔条件についても新知見を得た。

第2章では、まずトマト白ぶくれ症が本種の産卵によって生ずる特異な症状であることを解明した⁸⁵⁾。ついで、全国における本症の発生実態調査を行ったところ、北海道から沖縄県にわたって、とくに夏秋露地または雨よけ栽培トマトに多発生していることが判明した。さらに、ヒラズハナアザミウマと白ぶくれ症果の空間的分布様式を調べ、その被害推定法を提起した。

第3章では、本害虫の管理にあたって有効な化学的・物理的・生物的防除法について検討した。すなわち、数種の薬剤に対する本種の感受性検定と圃場試験の両結果から著効のある薬剤の散布または散粒と、紫外線除去フィルムの被覆やシルバーストラップ入りポリフィルムによるマルチ効果とを組み合わせる総合的防除体系を確立した。さらに、捕食性あるいは捕食寄生性天敵の捕食あるいは寄生能力を調べることによって、それらの利用価値についても論及した。

以上のように、ヒラズハナアザミウマの生態と防除について、1980年以来今日まで研究してきた結果をここにまとめた。これら一連の研究手法やその成果は、今後のアザミウマ類の生態学的研究の指針となるばかりでなく、その総合的管理のために、さらにアザミウマのウイルス保毒と感染機作解明などの疫学的研究にも裨益するところがあると考えられる。

謝辞：本論文を取りまとめるにあたっては、京都府立大学農学部教授笹川満廣博士から適切な御指導と綿密な御校閲を賜った。また、岡山大学農業生物研究所前所長安江安宣博士、同助教授河田和雄博士、岡山大学農学部教授中筋房夫博士には終始適切な指導と激励を賜った。ここに心から深く感謝申し上げる。

本研究の実施にあたって、島根県農業試験場元病虫

科長石井卓尔博士、同主任研究員野田博明博士からは研究遂行上の便宜、激励、指導をいただいた。農林水産省中国農業試験場元虫害研究室長三田久男氏、同虫害研究室長佐藤昭夫氏には便宜と助言を受けた。慶応義塾高等学校采川昌昭博士にはアザミウマ類、愛媛大学農学部教授立川哲三郎博士には寄生蜂、農林水産省農業環境技術研究所長谷川仁氏にはカメムシの同定をしていただいた。さらに、農林水産省農業資源研究所微生物分類研究室長亀谷満朗博士、同東北農業試験場第2虫害研究室天野和宏氏、北海道立中央農業試験場病虫部中尾弘志氏、および宮崎県総合農業試験場病虫部野中耕次氏には地域個体群の採集に協力をいただいた。三井東圧株式会社瀬戸道也氏、エス・デイ・エス・バイオテック株式会社吉田守氏には資材の提供および色板の測光に、岡山県農業試験場田中福三郎博士には文献の提供に、岡山大学農業生物研究所積木久明博士には過冷却点の測定に、同所教授兼久勝夫博士には機器の使用にそれぞれ便宜を与えていただいた。島根県農業試験場病虫科長多久田達雄氏はほか科員各位、同元畑作科研究員藤井英介氏、同元果樹科主任研究員伊藤武義氏、同野菜花き科主任研究員秋光昇氏、同生物工学科主任研究員春木和久氏には研究遂行上の便宜、協力をいただいた。現地試験については元浜田農業改良普及所品川正氏の協力を得た。これらの方々に深く感謝の意を表する。

なお、本研究の一部は農林水産省総合助成試験事業の助成を受けた。記して謝意を表する。

第1章 生 態

ヒラズハナアザミウマの生態に関しては、寄主植物^{60, 62)}や発生消長^{59, 92, 94)}、秋期の mass flight⁴⁴⁾ならびに発育や産卵¹¹⁹⁾についての断片的な報告がある程度で、総合的な研究は全く行われていない。そこで、本種の発生生態、発育、増殖、休眠性、各種行動について、野外および実験室内において調査・研究を行い、本種の生態解明を試みた。

寄主植物については、黒沢⁶²⁾が52種を記録しているほか、トマト、オクラ¹²⁴⁾、プリンスメロン⁴¹⁾に対する被害が報告されている。また、上住・西村¹²⁵⁾によると、本種は多種の花木に寄生するというけれどもその実態は明らかでない。そこで、本種の寄主植物の範囲を明らかにするため、島根県農業試験場の圃場周辺の開花植物および花き類を中心に発生の有無を調

査した。

発生消長については、大内⁹⁴⁾によるクローバの花および白色粘着トラップを用いた春期の発生調査と、JENSER⁴¹⁾による秋期の mass flight が断片的に報告されているだけで、年次および季節的変動要因としての気象条件の解析などについては全く検討されていない。そこで、本種の野外における5年間の発生推移と季節的変動要因としての気象条件ならびに産卵雌率の季節的変動や越冬方法について調査した。また、生殖方法と性比についても詳細な研究が行われていない。そこで、本種の個体群動態を検討するための指標として、野外における性比の季節的および年次的変動を調査した。また、親世代の性比と次世代のそれとの関係について実験的に検討した。

アザミウマ類、とくにアザミウマ亜目の種は植物の表皮組織中に産卵するため採卵が困難であるほか、飼育には多くの時間と労力を要することが生態究明上の一つの障壁となっていた。そこで、各種花粉と蜂蜜液による簡易飼育法を確立し、それによって、本種の発生と温度・日長との関係ならびに増殖と温度との関係についての実験が可能となった。

アザミウマ類の発生に関しては多くの報告があるが、詳細な研究は少なく、一連の温度や日長条件下での発生期間が調査されている種が少ないばかりでなく、発生のための有効積算温度が算出されている種も少ない。さらに、多くのアザミウマ類の発生にみられる地理的変異性や年間の発生世代数についても全く検討されていない現状に堪がみて、本種のそれらについて逐一解明した。また、本質的な増殖能力を示す内的自然増加率については、ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNY を除いて、アザミウマ類では研究されていない。そこで、本種の個体群増殖と温度との関係を調査した。

アザミウマ類の休眠に関しては、KAMM⁴⁹⁾が *Anaphothrips obscurus* MÜLLER で光周期による生殖休眠について報告している程度で、他は多くの種に休眠性のあることを示唆するにとどまっている^{1, 68)}。花棲性のアザミウマ類では全く研究されていないので、本種の休眠性について実験的に検討し、産卵に対する光周期の影響、光周期の感受期、光周反応の地理的変異性、休眠およびその終了と温度との関係などを明らかにした。

アザミウマ類の行動に関しては、数種のアザミウマの配偶行動についての BUFFA¹⁶⁾ や SHULL¹¹³⁾、

BAILEY⁸⁾、FRASSEN と MANTEL²³⁾ などの断片的な観察がある。LEWIS^{65, 66, 67)} は *Limothrips cerealium* HALIDAY の飛翔行動について詳細な研究を行っている。本種に関しては、山本ら¹²⁶⁾および中垣・白井⁸⁷⁾の色に対する反応、JENSER⁴⁴⁾の秋期における mass flight が報告されているだけで、配偶行動はもとより飛翔行動についても詳細な観察がない。そこで、本種の配偶行動と飛翔行動について詳しく検討した。

第1節 実験および調査方法

1. 寄主植物

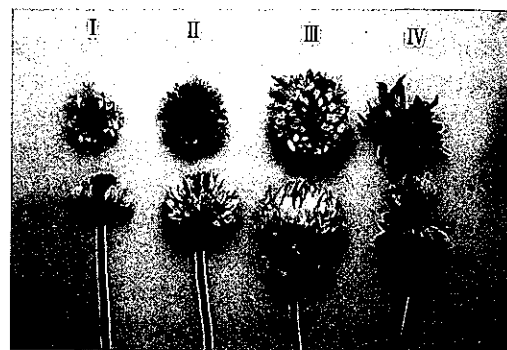
1980年5月から1984年10月にかけて島根県農業試験場（出雲市芦渡町；以下島根農試という）内を中心として県内各地で、各種植物の花を採集し、ビニール袋に入れて持ち帰り、ヒラズハナアザミウマの寄生の有無を調査した。なお、寄生していたアザミウマ類は、できるかぎり、カナダバルサムでプレパラート標本を作成して同定し、雌成虫については後日、成熟卵の有無も観察した。

2. 発生消長

1) シロツメクサ花内の寄生虫数調査

ヒラズハナアザミウマの年間の発生推移を明らかにするため、長期間にわたって開花がみられるシロツメクサを栽培した。植生圃場は島根農試内の2aとし、開花調査のために1m² (1m×1m) のコドラートを5か所設けた。

はじめに、シロツメクサの花のステージによって寄生するアザミウマの発生ステージが異なることが予想されたので、第1図に示したように、花のステージを



第1図 シロツメクサの花のステージ

4段階（第I～VI）に分け、それぞれにおけるアザミウマの発生ステージ別寄生虫数を予備調査し、採集

する花のステージを決めた。その結果、成虫および幼虫がともに採集できる第II～第IIIステージの花（第1表）を採集することとした。

第1表 シロツメクサの花のステージとヒラズハナアザミウマの発生ステージ

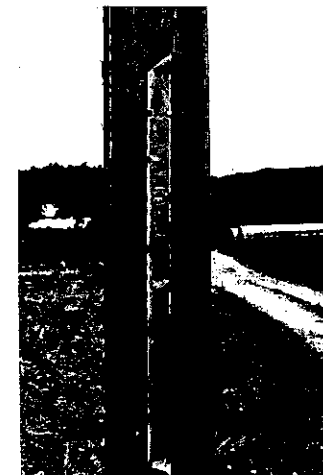
花のステージ	発生ステージと寄生虫数*			
	雌成虫	雄成虫	幼虫	蛹
I	26	8	0	0
II	61	18	20	0
III	60	23	47	1
IV	1	1	12	2

* 5花当たりの寄生虫数

1981年から1985年の5か年間、5月上旬から11月下旬まで半旬ごとに開花数を調査するとともに圃場全域からランダムに10～50花を採集した。採集した花はビニール袋に入れて研究室に持ち帰り、白色紙上で花をたたき、落下したヒラズハナアザミウマの幼・成虫をキシレンに浸漬した後、全てプレパラート標本に作成し、発生ステージ別個体数を数えた。また、雌成虫については、成熟卵の存否も調査した。

2) 粘着トラップによる誘殺数調査

1982年から1985年の4年間、前述の圃場において、一辺20cm、高さ180cmの合板製の角柱を立て、その南面に幅5cm、長さ50cmの青色吊り下げリボン（青龍：昭和電工株式会社製、以下粘着トラップという）を地面から高さ120～170cmの位置に貼りつけ（第2図）、



第2図 粘着トラップ設置状況

4月上旬から11月下旬まで半旬ごとにヒラズハナアザミウマの誘殺数を調査した。なお、1982年4～7月にはシロツメクサ植生圃場内の3か所に、1982年8月以降は1か所に粘着トラップを設置し、リボンは半旬ごとに新しいものと交換した。また、誘殺されたアザミウマは全てプレパラート標本に作成した。

3) 越冬調査

シロツメクサ圃場およびその周辺の雑草地ならびに茶園で、1983年および1984年の1月上旬から、随時、25cm四方内にある枯れ葉や表土などを深さ約5cmにわたって採取し、ツルグレン越冬虫を抽出した。なお、電燈（100ワット）照明期間は7～10日とした。

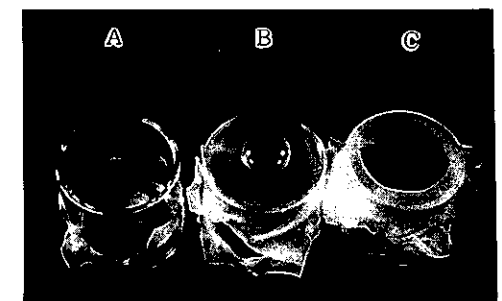
3. 発生と増殖

1) 飼育方法

飼育方法を確立するために、1980年8月から1981年6月の間に、20±1℃・全明条件下で、以下の各飼育実験を試みた。

(1) 供試虫と採卵方法

1980年8月、島根農試内のシロツメクサおよびトマトの花から採集したヒラズハナアザミウマを供試した。採卵はMITSUHASHI⁷⁸⁾がウンカ・ヨコバイ類で行った水中採卵方法を応用した。すなわちガラス管（内径3.6cm、高さ4cm）を用いて、第3図に示したように雌雄成虫を別々にチャの花弁とともに入れ(A)、シーロン



第3図 アザミウマ飼育容器

フィルム（富士写真フィルム株式会社製、以下フィルムという）でガラス管の両端を密閉した（以下、飼育容器という）。そして、片面のフィルム上に水滴1mlを載せ(B)、それを覆うのにさらにフィルムで封じた(C)。この方法によって、成虫は花粉や水（または蜂蜜液）を摂取でき、しかも第4図に示したように、フィルムを通じて水中に産卵できた⁸³⁾。産下された卵は第5



第4図 フィルムを通して産卵中のアザミウマ



第5図 アザミウマのふ化装置

図のように、引き伸ばさないシーロンフィルム上に移し、それを水を張ったシャーレ（直径9cm）に入れ、乾燥しないように蓋をして保存し、ふ化幼虫を得た。

(2) 供試花粉とその採取法

飼育に供試した花粉は主としてチャの花から採集した。そのほかに、花粉の種類とアザミウマの発育との関係などを調査するため、イチゴやナシ、チューリップ、クロマツの花粉を用いた。それぞれの開花初期に蕾あるいは雄花を多量に採集し、取り出した葯だけを $25 \pm 1^\circ\text{C}$ の定温室に一昼保存した後、ふるい(60メッシュ)にかけて花粉だけを採取した。花粉はサンプル瓶

(50ml)に入れて、 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ の低温室に保存し、順次餌として供試した。

(3) 幼虫の飼育法

花粉による幼虫飼育の可否を検討するため、水または蜂蜜液を花粉に添加して飼育した。比較のために水、蜂蜜液、イチゴ葉、トマト果実だけの単独飼育を行った。また、花粉の種類による飼育の適否も検討した。

花粉による飼育では、ふ化幼虫1匹を2mgの花粉（試験区によりチャの花粉を用いた場合と各種植物の花粉を用いた場合とがある）とともにガラス管（内径1.6cm、高さ3cm）に入れた（第3図）。水または蜂蜜液による単独飼育では、前記と同様の飼育容器でフィルムを通じて幼虫が吸汁できるようにした。以上の飼育では、幼虫の発育期間中、花粉、水あるいは蜂蜜液を取り替えることはなかった。イチゴの葉およびトマト果実による飼育では、ふ化幼虫とともにイチゴ葉（ $10 \times 10\text{mm}$ ）またはトマト果実片（ $5 \times 5 \times 5\text{mm}$ ）を前記と同様の飼育容器に入れ、フィルムで密閉し、餌は適宜取り替えた。この場合、水や蜂蜜液を与えなかった。各飼育方法とも20～40匹を個体別飼育し、毎日発育状態を調べた。

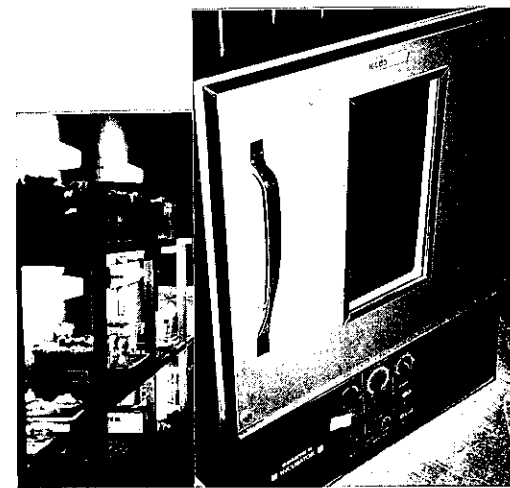
(4) 雌成虫の寿命および産卵に及ぼす花粉の影響

花粉が雌成虫の生存日数や産卵数にどのような影響を与えるかを検討するために、上述と同じ飼育容器を用いてアザミウマの単独または集合飼育を行った。まず、チャの花粉と蜂蜜液を与えて、羽化後の雌成虫が死亡するまで個体別に飼育し、生存期間を求めた。なお、餌は2日ごとに取り替えた。

羽化数日後の雌成虫に2日間、チャの花粉と蜂蜜液を与え、3日目からは花粉と蜂蜜液、花粉と水、蜂蜜液のみの各給餌区に切り替えて飼育した。そして、1容器当たり5匹供試し、フィルムを通じて水または蜂蜜液中に産下した卵数を試験開始日から9日間、毎日数えた。なお、花粉、蜂蜜液、水は毎日取り替えた。また、チャのほかにイチゴ、ナシ、チューリップ、クロマツの花粉を用いて個体別飼育を行い、産卵数を羽化後10日間調査した。なお花粉および蜂蜜液は2日ごとに取り替えた。

(5) 室内実験の環境設定

室内で以下に行う諸実験は、第6図に示したような各温度に設定した定温室および定温器（サンヨー電気株式会社製）内で行った。日長は第7図に示したような日長調節箱（幅50cm、高さ40cm、奥行き45cmの3室からなる）を用い、3室とも6ワット白色蛍光灯1本



第6図 定温室と定温器



第7図 3連制日長調節箱

で照明し、室ごとにタイマーで日長時間を調節した。照明中、温度の上昇を防ぐため軸流ファン（日本サーブ株式会社製）によって底面から外気を送風し、設定温度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内に制御した。

2) 発 育

(1) 発育と温度

供試虫：1980年から累代飼育している島根県出雲市産ヒラズハナアザミウマを用いた。

各発育期間： $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、長日条件（16時間照明）で、チャの花粉と水を餌として飼育した雌成虫から得られた産卵後8時間以内の卵を、第5図に示したふ化装置にセットし、長日条件の $15 \sim 28^\circ\text{C}$ の各温度区におけるふ化虫数を毎日定期的に調査し、卵期間を求めた。なお、 25°C 以上の区では1日2回ふ化状況を観察した。ついで、ふ化直後の幼虫を、ガラス管（内径1.6cm、高さ3cm）

内にチャの花粉とともに入れ、10%蜂蜜液をフィルムを通じて吸汁させた（以下花粉による飼育法という）。飼育温度は $12.5 \sim 25^\circ\text{C}$ の6温度区で、長日条件下での発育を毎日定期的に調査した。花粉と蜂蜜液は原則として羽化まで取り替えなかった。しかし、 15°C 区では第1齢および第2齢幼虫期間に各1回、交換した。さらに、幼虫および蛹期間の調査で得られた羽化雌成虫を同じ条件下で飼育し、産卵前期間を調べた。なお、花粉と蜂蜜液は2日ごとに取り替えた。

(2) 発育と日長

発育に及ぼす日長の影響を明らかにするため、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ で、10～14時間照明の各日長条件下での発育を調査した。

(3) 発育の地理的変異性

発育の地理的変異性を検討するため、第2表に示した系統のうち札幌、筑波、出雲、金城、宮崎の各個体

第2表 実験に供試したヒラズハナアザミウマの系統

系統名	採集場所	採集年次	採集植物
旭川	北海道旭川市	1986年 6月	シロツメクサ
札幌	北海道長沼町	1983年 7月	シロツメクサ
盛岡	岩手県盛岡市	1986年 6月	シロツメクサ
筑波	茨城県谷田部町	1983年 9月	シロツメクサ
出雲	島根県出雲市	1981年 8月	シロツメクサ
金城	島根県金城町	1984年 7月	シロツメクサ
宮崎	宮崎県佐土原町	1983年 10月	カボチャ

群について、各温度区における発育ステージ別の発育期間を調べた。設定温度は卵期間中は $15 \sim 28^\circ\text{C}$ 、幼虫および蛹期間ならびに産卵前期間中は $12.5 \sim 25^\circ\text{C}$ とし、それぞれ4～6温度区を設けた。

3) 増 殖

(1) 生殖方法と性比

① 野外における性比

前述の発生長調査で得られた成虫について、性比（♀/♂+♀）の季節的および年次的変動を検討した。

② 親・子世代の性比

ガラス管飼育容器（内径3.6cm、高さ4cm）に羽化後4～6日目の未交尾雌雄を、雌：雄が10：1、5：1、2：1、1：1、1：2の比で入れ、 $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ・14時間日長で、花粉による飼育法を行った。供試した親世代の雌雄成虫は、幼虫期から個体別飼育をしたもので、

各区とも雌成虫40匹ずつとした。2日おきに4回採卵し、ふ化した幼虫を全て成虫まで飼育し、性比を求めた。また、未交尾雌および交尾を確認した雌成虫については子世代の性比も比較した。

(2) 寿命と産卵数

長日条件（16時間照明）下で12.5～25℃の各温度区で羽化した雌成虫を、花粉による飼育法によって個体別（1区当たり20～40匹）に飼育し、死亡日までの産卵数を毎日調査した。なお、餌は2日ごとに取り替えた。

4. 休眠性

1) 光周反応

出雲市のヒラズハナアザミウマ雌成虫を20±1℃、長日（14時間照明）および短日（10時間照明）条件で、花粉による飼育法で産卵させ、同じ条件でふ化幼虫を飼育し、さらに、羽化した雌成虫を個体別に飼育して、毎日産卵状況を観察した。なお、餌は2日ごとに取り替え、全個体が産卵し終えるまで調査した。北海道旭川市、同長沼町、岩手県盛岡市、茨城県谷田部町、島根県出雲市、同金城町、宮崎県佐土原町で採集した7系統（第2表）を、20±1℃、各種日長条件で卵から飼育し、羽化後、長日条件（14L10D）に移して産卵状況を調査した。休眠雌成虫は羽化後20日間の産卵の有無で判定した。

20℃、9L15D条件で、暗期の各時期ごとに1時間の光パルス挿入して、卵期から羽化期まで飼育し、羽化後は16L8D条件下で産卵状況を調査した。なお、供試虫は花粉による飼育法で、餌は2日ごとに交換し、羽化までは集団で、羽化後は個体別飼育をした。休眠は羽化後20日間の産卵の有無で判定した。

2) 光周期の感受期

実験1：各発育段階における日長条件（長日：24L0D、短日：10L14D）を第3表に示したように組み合わせて飼育し、羽化後の産卵状況を調査した。ただし、本試験では日長条件の変更を1日に1回午前中に行った。そのため、変更した発育ステージの1日目には多くの個体で前の日長条件（暗期）を受けることになった。なお、飼育温度は20±1℃で、花粉による飼育法で個体別飼育を行い、羽化後は2日ごとに餌を替えた。

実験2：日長条件を長日は14時間照明、短日を10時間照明とし、幼虫期を第1齢および第2齢期に区別し、1日に2回発育状態を観察し、その間に発育が進んだ個体を短日条件に移した。そのほかは実験1の方法に準

第3表 光周期感受時期判定のための短日処理の組み合わせ（1）

実験区	供試虫数	発育ステージ別日長条件			
		卵	幼虫	蛹	成虫
1	47	S	S	S	S
2	10	S	S	S	L
3	40	S	S	L	L
4	40	L	S	S	L
5	40	L	S	L	L
6	40	S	L	L	L
7	40	L	L	S	L
8	15	L	L	L	S

S：10L14D（10時間照明）

L：全明条件

第4表 光周期感受時期判定のための短日処理の組み合わせ（2）

実験区	供試虫数	発育ステージ別日長条件				
		卵	第1齢幼虫	第2齢幼虫	蛹	成虫
A	100	S	S	S	S	L
B	51	S	S	S	L	L
C	63	S	S	L	L	L
D	60	S	L	L	L	L
E	50	L	S	L	L	L
F	50	L	L	S	L	L
G	40	L	L	L	S	L
H	22	L	S	S	L	L
I	50	L	S	S	S	L

S：10L14D（10時間照明）

L：14L10D（14時間照明）

じた（第4表）。各区とも22個体以上を供試した。

3) 休眠と温度

10L14D、16～25℃の温度条件で、卵から飼育し、羽化後の産卵状況を調査した。なお、休眠は羽化後15～20日間の産卵の有無で判定した。供試虫（各区とも38個体以上）。飼育法とも前実験に準じた。

休眠成虫（卵から羽化まで20℃、10時間照明で飼育）を羽化後10日間、5～20℃の4温度区で飼育した後、5℃に移して5日ごとに死亡個体数を調査した。非休

眠成虫についてもほぼ同様に調べた。

また、休眠および非休眠成虫ならびに第2齢幼虫の自発的過冷却点も調査した。過冷却点を測定するにあたっては、成虫または幼虫1匹が通れるくらいの細いガラス管に約10匹の供試虫を入れ、両端をゴム粘土で密封した。そのガラス管に銅-コンスタンタン熱電対をセロファンテープで固定し、全体を発泡スチロールで覆って超低温冷凍機に入れ、供試虫の体温変化をデジタルレコーダで記録した。

4) 休眠の終了

休眠成虫を羽化後10日間15℃に置いた後、所定の期間（10～70日）低温（5℃）にさらし、さらにその後20℃、16L8D条件に移して産卵状況を調査した。また、非休眠成虫についても低温処理期間を10～30日とし、その後の産卵状況を調査した。

5. 行動

1) 配偶行動

(1) 配偶行動と交尾時間・回数

羽化直後および羽化後5日目の雌雄成虫を内径4mm、長さ4cmのガラス管（以下交尾観察容器）の両端から別々に入れて、配偶行動を観察した。雌雄が接触し、交尾に至るまでの時間（交尾前時間）および交尾継続時間を調査した。また、交尾観察容器に1匹の雌と数匹の雄成虫を入れ、交尾行動を1時間観察した。反対に、雄1匹に対して順次未交尾雌を放ち、2時間の間に交尾した雌の数およびそれぞれの交尾継続時間を調査した。この場合、交尾済み雌は順次除去して、新しい雌を追加した。

(2) 雌の貯精能力

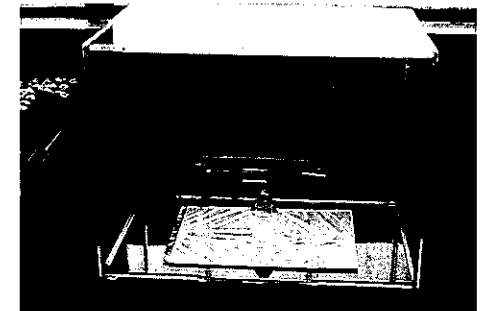
本種は単為生殖では次世代が全て雄となる。交尾雌の精子保持能力は次世代における雌の出現割合によって判定することができるから、6分間以上交尾した雌を供試して、2日ごとに採卵し、ふ化した個体を羽化するまで飼育した後、経時的性比を調べた。

(3) 休眠成虫の配偶行動

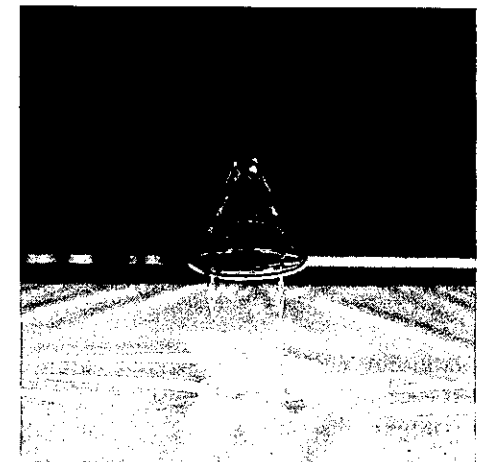
休眠成虫と非休眠成虫との可能な雌雄の組み合わせの交尾前時間および交尾時間を調査した。なお、雌雄が接触しても1時間以上交尾しない場合は交尾不能とみなした。また、休眠雄（10L14D条件下で飼育した雄をここでは便宜上、休眠雄とした）の精子形成の有無を判定するため、非休眠雌と組み合わせで次世代の性比を調査した。

2) 飛翔行動

(1) 飛翔行動と温度・成虫の日齢

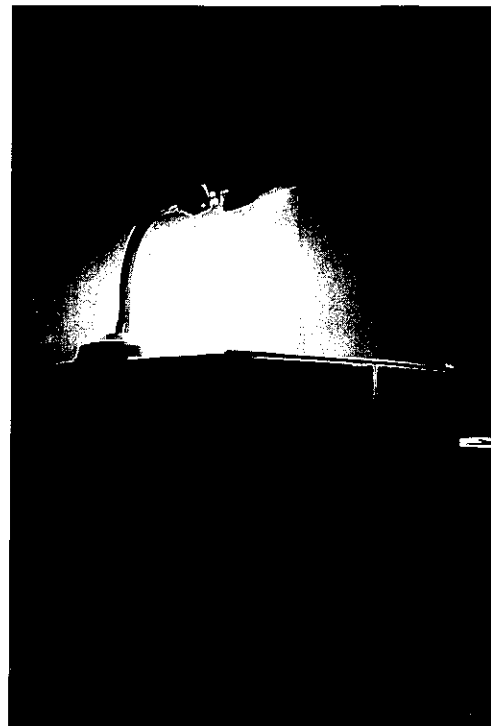


第8図 アザミウマの飛翔観察箱



第9図 アザミウマの飛翔台

飛翔箱：飛翔行動を観察するため第8図に示したような飛翔箱を作成した。それは飛翔台と容器からなり、前者は内径2cm、高さ5cmのガラス管に直径3cmの漏斗を逆に載せたもので、その中に蜂蜜液で湿らしたる紙片と成虫を入れ底をフィルムで密閉した（第9図）。また、歩行による脱出を防ぐため、その先端の周囲には粘着剤を塗布した。容器は透明の硬質塩化ビニール板製（40×30×30cm）で、内部底面には、粘着剤を塗布した白色セルロイド板（18×25cm、厚さ0.8mm）を敷き、その中心部に飛翔台を設置し、天井中心部の内側に同様のセルロイド板（10×10cm）を張り付けたものである。さらに、飛翔箱を段ボール箱に入れ、天井中心部にだけ光があたるように天井上部から60ワット白熱灯で照明した（第10図）。

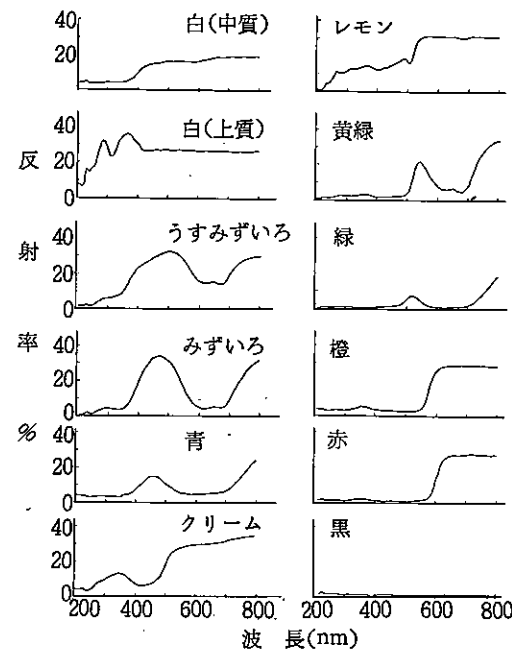


第10図 照明中の飛翔調査装置

供試虫は20℃、16L8D条件で飼育し、羽化後5日以上経過した個体（少なくとも供試前5日間は設定温度条件に移しておいた）である。15℃から25℃の定温および変温区における飛翔の有無および飛翔距離を1日後に調査した。また、羽化後の日齢と飛翔との関係については、羽化直後と同5日目、同18日目の個体を用いて、20～25℃の変温条件で観察した。

(2) 色に対する反応

実験1：島根農試内のシロツメクサ植生圃場で、地面から高さ1.2mに長さ20mの針金を張り、それに粘着剤を塗布した正方形（10×10cm）の各種色紙を50cm間隔に吊り下げた。そして、1982年7月5日～10日の5日間に色紙に付着した個体数を調査し、各色に対する本種の反応を比較した。なお、紙は四国製紙株式会社製の10色のカラーケント紙ならびに上質と中質紙で、それぞれ3枚ずつとした。また、各色紙は粘着剤（金龍スプレー：昭和電工株式会社製）を塗布した状態で、自動式測色色差計（スガ試験機株式会社製）による45°方式光学系を使用して測色した。測色結果はCIE1931表色系によって表示した。供試した各色の反射スペクトル第11図、測色結果は第5表に示したとおりである。



第11図 各色紙の反射スペクトル

第5表 各種色紙の測光結果

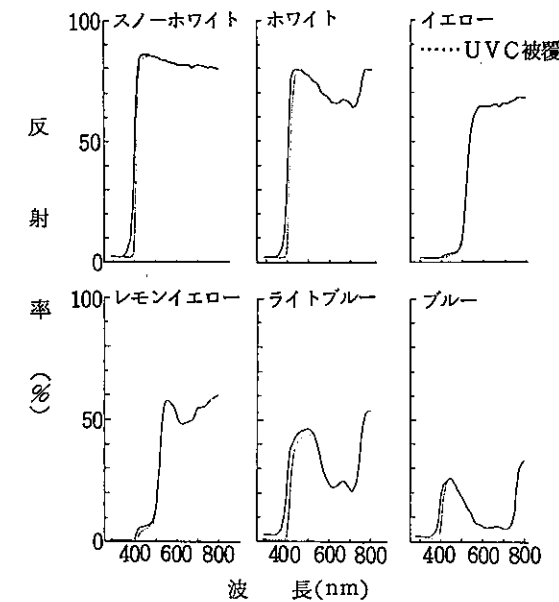
色紙の種類	反射測色 (CIE1931表色系)		
	明るさの刺激値Y	主波長(nm)	刺激純度(%)
白(中質)	5.7	590	4
白(上質)	13.8	487	4
うすみずいろ	13.2	490	26
みずいろ	8.9	485	58
青	2.0	480	69
クリーム	13.3	576	57
レモン	16.5	573	84
黄緑	7.1	563	82
緑	2.1	511	28
橙	5.0	601	81
赤	3.1	621	68
黒	1.1	511	3

実験2：実験1と違って、1984年6月にはシロツメクサ圃場、9月にはソバ圃場で、それぞれ各種色板を用いて調査した。色板は8×10cmの白色セルロイド（厚さ0.2mm）に各種のカラー・スプレー塗料（神東塗料株式会社製）を塗布し、ラップフィルムで覆った上に粘

着剤を塗布したもので、1m間隔に吊り下げ、試験は3反復とした。なお、各色板の測光結果および反射スペクトルは第6表および等12図に示したとおりであった。また、それぞれの色について、紫外線の影響を調べるため、紫外線除去フィルムをラップフィルムの下に貼ったものも設置した。

第6表 各種色板の測光結果

色の種類	反射測色 (CIE1931表色系)		
	明るさの刺激値Y	主波長(nm)	刺激純度(%)
ブルー	10.4	480	45.0
スノーホワイト	82.7	490	1.6
ホワイト	70.4	488	6.7
ライトブルー	33.9	488	16.8
レモンイエロー	47.6	576	88.0
イエロー	48.5	580	92.0



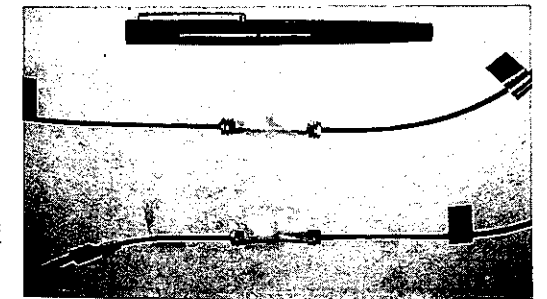
第12図 各色板の反射スペクトル

実験3：寄生植物がない場所での飛翔の有無を明らかにするため、島根農試本館西側テラスの5、8、12mの高さに青色粘着トラップ（青龍トラップ：7.5×10cm）を2枚ずつ設置し、1982年7月5日から8月10日まで半旬ごとにトラップ高別の誘殺数を調査した。

(3) 飛翔行動と物理的環境要因

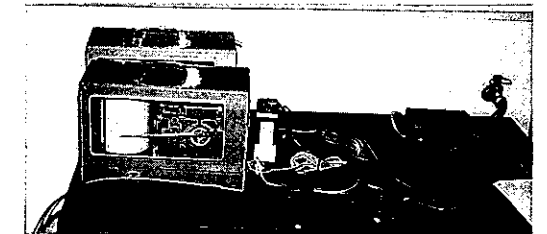
1983年7月3～5日の3日間、島根農試内のシロツメクサ植生圃場に、一辺20cm、高さ1.8mの角柱を立て、その四面の地上高1.2m～1.7mの位置に青色粘着吊り下げリボンを取り付けた。毎日、午前5時から午後8時まで、1時間ごとに東西南北の各面に誘殺された個体数を数え、気象条件（農試観測データ）との関係を解析した。

また、活動時間帯を知るために光電スイッチを利用した記録装置を考案した。それは活動容器と記録装置とからなり、前者はシリコンチューブコネクタ（T字型、内径2mm）を用いて、第13図のように赤外線受光部（OMRON—立石電機株式会社製、E32—TC200）を両端に設置した。なお、光が透過する部分の



第13図 アザミウマの活動容器

約3/4をアルミ箔で覆い、感度を調節した。アザミウマが活動的な時は、赤外光を遮断する回数が増加することになり、そのとき形成される電気的変量は光ファイバー式光電スイッチ増幅器（OMRON—立石電気、E3S—X2CE4）により信号（1遮断1信号）に変換され、自記電接计数器（太田計器製作所株式会社製）に記録できる（第14図）。長時間連続的に記録す



第14図 アザミウマの活動自動記録装置

るため、活動容器の中央には蜂蜜液を含ませた脱脂綿を入れ、供試虫が吸水できるようにした。20℃・16L8Dと25℃・12L12D条件で飼育した雌成虫の活動を

同一条件で調査した。

第2節 実験および調査結果

1. 寄生植物

第7表 ヒラズハナアザミウマの寄主植物

科 名	種 名
キク	キク、ダリア、センジュギク、クジャクソウ、アキノキリンソウ*、アスター*、マリーゴールド*、ヒマワリ*、ノアザミ
キキョウ	キキョウ、ツリガネニンジン、ホタルブクロ
ウリ	キュウリ、メロン、カボチャ、スイカ、ニガウリ*、シロウリ
マツムシソウ	マツムシソウ
アカネ	クチナシ
ゴマ	ゴマ
ナス	ナス、トマト、ピーマン、トウガラシ、タバコ、ジャガイモ、ペチュニア*
シソ	タツナミソウ、サルビア*、ウツボグサ
ヒルガオ	アサガオ、ヒルガオ
キョウチクトウ	キョウチクトウ
リンドウ	リンドウ、トルコギキョウ*
カキノキ	カキ
ツツジ	ツツジ、サツキ、アセビ*
アカバナ	オオマツヨイグサ
ジンチョウゲ	ジンチョウゲ*
スマレ	スマレ、パンジー*、タチツボスミレ*
ツバキ	ツバキ、チャ
アオイ	オクラ、アオイ、ワタ、ムクゲ、フヨウ、ハイビスカス
ミカン	ミカン
マメ	エンドウ、インゲン、ソラマメ、ナンキンマメ、ダイズ、アズキ、ササゲ、シロツメクサ、ムラサキツメクサ、スズメノテッポウ、エニシダ、レンゲ、ルビナス*、マルバハギ
バラ	イチゴ、バラ、ウメ*、ボケ*、ヤマブキ
アブラナ	ダイコン、ハクサイ
ユキノシタ	アジサイ
モクレン	ハクモクレン*
キンボウゲ	キツネノボタン*、ボタン、シャクヤク
スイレン	ハス
ナデシコ	ナデシコ、セキチク、カーネーション、カスミソウ*
ヒユ	ケイトウ、センニチコウ*
アカザ	サトウダイコン
タデ	ソバ、イタドリ
クワ	イチジク
バショウ	バナナ
イリス	イリス、シャガ、アヤメ、グラジオラス
ユリ	ユリ、タマネギ、ネギ、アスパラガス
ヒガンバナ	アルストロメリア*、スイセン
スベリヒユ	マツバボタン
ゴマノハグサ	ムラサキサギゴケ*、クガイソウ
イソマツ	スターチス*
サクラソウ	オカトラノオ
イネ	イネ

*は本研究の初記録種

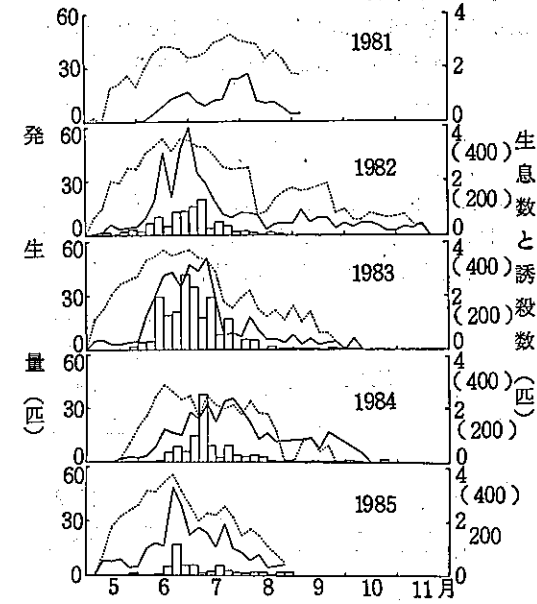
5年間にわたってヒラズハナアザミウマの寄主植物を調査した結果、71種の植物の花に寄生することを認めた(第7表)。そのうち23種の寄主植物は今回、初めて確認されたものである。この結果、本種の寄主植

物は、これまで確認されたもの^{41, 60, 62, 125)}を含めて、40科 108種となる。

2. 発生活長

1) 発生活長

1981～1985年の5か年間のヒラズハナアザミウマの発生活長は第15図に示したとおりで、シロツメクサの



第15図 シロツメクサ圃場における発生活長

—は発生量/1花, ----は生息数/㎡ (log (N+1))

□は粘着トラップによる誘殺数〔() 内の数値〕を示す

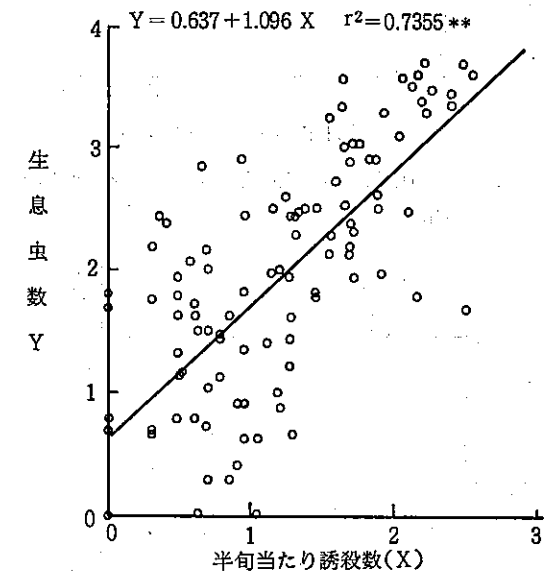
開花期間中を通じて発生が認められた。シロツメクサの開花開始とともに発生し、初発生期は1984年を除いた4年間とも5月上旬であった。1984年は冬から春にかけて低温であったことによってシロツメクサの開花開始が遅れたため、5月19日から発生を認めた。5か年とも発生開始から6月中下旬までは指数関数的に増加し、1983年度のような多発生年には成虫が1㎡当たり約8,000頭、花当たりでは約60頭に達した。その後、発生密度は減少したが、10月中旬ごろまで発生が認められた。年によって終息時期は異なり、1982年のように11月下旬まで認められることもあった。

粘着トラップによる誘殺数の結果では、最も早い年では4月第2半旬から、最も遅い年でも5月第6半旬から誘殺が認められ、シロツメクサ花における調査結果と同様に6～7月に発生のピークがあり、その後減

少した。また、終息は早い年では10月下旬、遅い年では11月下旬であった。

2) シロツメクサ花と粘着トラップによる発生量

1982年～1985年の4か年間の調査から、シロツメクサ花における発生量と粘着トラップによる誘殺数との関係を検討した。その結果、第16図に示したように、半旬当たりの誘殺数(対数変換値log(X+1))と



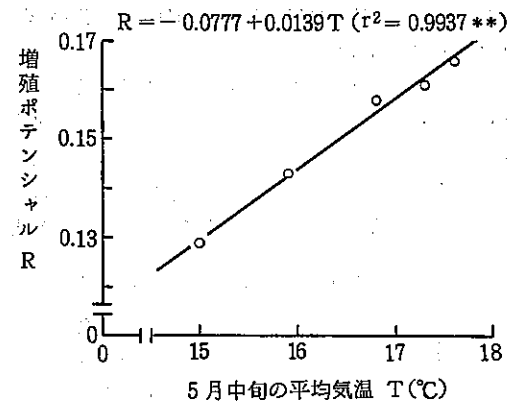
第16図 半旬当たり誘殺数と1㎡当たりの生息虫数との関係

Xはlog(X+1), Yはlog(Y+1)

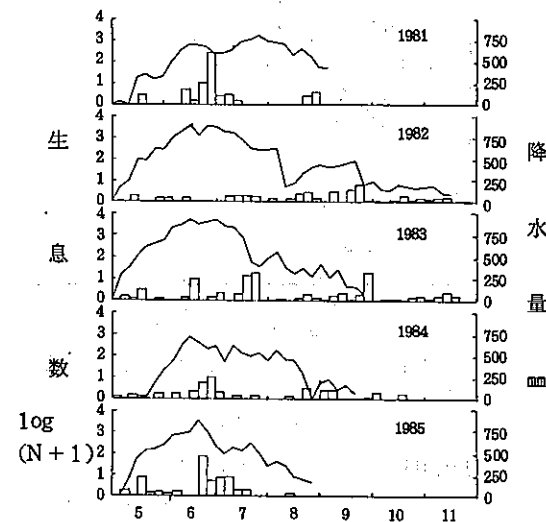
その半旬の初日における1㎡当たりの生息成虫数(対数変換値log(Y+1))との間には高い相関(r=0.8576**)が認められた[log(X+1)=0.637+1.096 log(X+1)]。

3) 季節的変動要因としての気象条件

ヒラズハナアザミウマの5月上旬から6月下旬にかけての発生激増期における増殖率と気象要因、とりわけ気温との関係について検討することにした。すなわち、6月下旬までの増殖ポテンシャル(R)を算出し、各時期における気温との関係を調べた。その結果、第17図に示したように、5月中旬の平均気温と6月下旬までの増殖ポテンシャルとの間に高い相関関係(r=0.9968**)が認められ、その回帰式はR=-0.0777+0.0139T(T:5月中旬の平均気温)となった。また、降水量との関係についてみると、6月中旬以降の連続的な降雨によってヒラズハナアザミウマの発生量が減少することがわかる(第18図)。すなわち、1981



第17図 5月中旬の平均気温と増殖ポテンシャルとの関係



第18図 ヒラズハナアザミウマの発生と降水量との関係 — は生息数/㎡, □ は降水量を示す

年は6月第3半旬から第6半旬の間に571.7mm, 1985年は6月第5半旬から7月第2半旬には493mm, 1984年は6月第4半旬から7月第1半旬には293.2mm, 1983年は6月第4半旬に132.8mm, さらに7月第3半旬から第5半旬には338.7mmの連続的あるいはまとまった降雨があったことによって発生量が著しく減少した。なお、1982年には6月16日と8月7日のシロツメクサの刈り取りによって発生量が減少した。

最高密度期における発生量は、発生開始期と増殖ポテンシャルから算出できる。本種はシロツメクサの開花とほぼ同時に発生が認められることから、発生開始

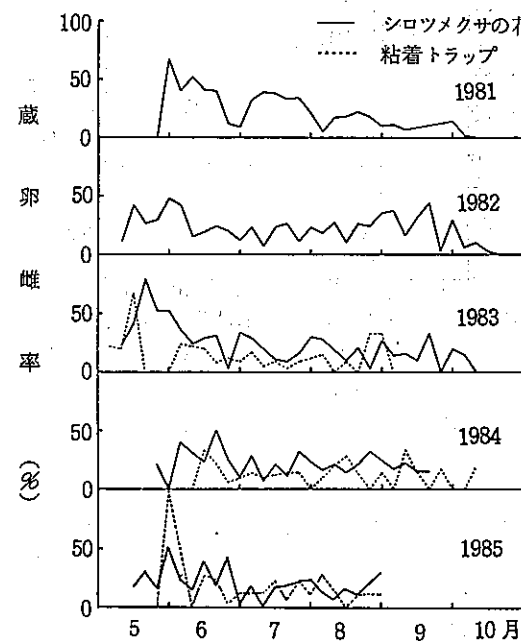
期は開花初日を用いればよい。一方、増殖ポテンシャルは5月中旬の平均気温との関係から求められているので、6月下旬（発生最盛期）の発生量は下式により求めることができる。

$$Y = (0.0139T - 0.0777) \times (X - C)$$

ただし、Yは1㎡当たりの密度（ $\log(N+1)$ ）、Tは5月中旬の平均気温、Xは5月1日を起算日とする日数、Cは5月1日を起算日としたシロツメクサ開花初日である。

4) 蔵卵雌率の季節的変動

1981～1985年に、卵巣がよく発達し、成熟卵を持っている雌成虫の割合を調べたところ、5か年とも5～6月における蔵卵雌率が比較的高い傾向を示した（第19図）。しかし、その値は50%以下が多く、そ



第19図 蔵卵雌率の季節的変動

の後は10～30%の間で変動した。また、10月中旬以降に採集した個体は全く成熟卵を蔵卵していなかった。さらに、粘着トラップで誘殺された個体よりシロツメクサの花で採集した個体のほうが蔵卵雌率は高かった（第8表）。

5) 越冬方法

ツルグレン法によって1月中旬には枯れ葉から雌成虫を描出できたが、3月には越冬虫を抽出することができなかった（第9表）。

第8表 粘着トラップおよび花で採集した平均蔵卵雌率

年次	採集方法と蔵卵雌率(%)	
	粘着トラップ	シロツメクサの花
1981	—	23.2
1982	—	20.5
1983	12.0	22.7
1984	11.3	23.0
1985	12.0	21.3

第9表 ツルグレン法による越冬調査結果

採集年月日	抽出虫数	
	枯れ葉	表土
1983.I.12	♀2	—
1984.I.12	♀1	—
.I.17	♀1	0
.III.8	0	0
.III.9	0	0
.III.12	0	—
.III.15	0*	—
.III.19	—	0**
.III.26	0	—
.III.28	—	0

注：*：チャ園 **：シロツメクサ圃場
その他はシロツメクサ圃場周辺の雑草地

第11表 各種餌による发育

餌	供試個体数	ステージ別发育期間(日)*				
		第1齢幼虫	第2齢幼虫	第1齢蛹	第2齢蛹	ふ化～羽化
花粉+蜂蜜液	20	3.2±0.4 (0.0)	3.7±0.7 (5.0)	1.6±0.5 (5.0)	3.8±0.4 (10.0)	12.3±0.6 (10.0)
花粉+水	20	2.9±0.7 (15.0)	3.8±0.9 (50.0)	1.7±0.6 (75.0)	4.0±1.0 (90.0)	13.0±0.0 (90.0)
イチゴ葉	30	3.3±0.6 (0.0)	6.5±0.4 (50.0)	1.5±0.5 (53.0)	3.1±0.5 (53.0)	14.4±2.4 (53.3)
トマト果実	30	3.2±0.5 (0.0)	3.0±0.6 (10.0)	1.5±0.6 (16.0)	2.2±0.7 (20.0)	9.9±0.7 (20.0)
蜂蜜液	20	11.9±2.7** (100.0)	—	—	—	—
水	40	4.6±1.4** (100.0)	—	—	—	—

*: $\bar{X} \pm S.D.$, () の値は累積死亡率を示す。

**：生存期間

3. 发育と増殖

1) 飼育方法の検討結果

(1) 花粉と蜂蜜液給餌による发育の可否

考案した飼育装置（第3図）でヒラズハナアザミウマ雌成虫を飼育すると、水または蜂蜜液によく産卵し、ふ化装置（第5図）でよくふ化させることができた。この場合の卵期間は20℃で約5日、ふ化率は58%であった（第10表）。したがって、これら装置によって簡

第10表 ふ化率と卵期間

供試卵数(卵)	ふ化率(%)	卵期間(日)*
100	58	5.1 ± 0.5

*: $\bar{X} \pm S.D.$

易かつ効率的に採卵、ふ化が可能になったことが明らかとなった。

餌の種類による发育の違いをみると、蜂蜜液だけの飼育では全個体が第1齢幼虫期中に死亡した。しかし、その生存期間は約12日で、水だけを与えたときの約2.6倍も長かったことから、蜂蜜液が本種幼虫の发育に助長効果があることがわかった（第11表）。チャの花粉に水または蜂蜜液を添加して飼育するか、イチゴの葉またはトマト果実を用いて飼育すると、羽化するまで生存しつづける個体を得られた。そして、羽化するまでに至った個体の割合は、チャの花粉と蜂蜜液の給餌区では90%と最も高く、ついで、トマト果実での80%、イチゴの葉での46.7%であって、チャの花粉と水の給餌区では10%にすぎなかった。ふ化から羽化までの发育期間は、トマト果実区で最も短くて約10日、

ついでチャの花粉と蜂蜜液区では約12日、チャの花粉と水区では13日、イチゴ葉区では約14日となった。以上の結果から、ヒラズハナアザミウマはイチゴ葉、トマト果実でも飼育できるけれども、チャの花粉に蜂蜜液を添加して飼育した場合にはより一層生存率が高く、发育の揃った羽化成虫を得ることが明らかになった。

第12表 花粉の種類と发育

花 粉	供 試 個体数	ス テ ー ジ 別 発 育 期 間 (日) *				
		第1 齢幼虫	第2 齢幼虫	第1 齢蛹	第2 齢蛹	ふ化～羽化
イチゴ	20	2.7±0.6 (15.0)	2.9±0.6 (15.0)	1.7±0.5 (15.0)	3.0±0.0 (15.0)	10.3±0.6 (15.0)
ナシ	20	2.8±0.5 (15.0)	3.6±0.4 (15.0)	1.4±0.5 (15.0)	3.2±0.4 (15.0)	10.5±0.5 (15.0)
チューリップ	20	3.1±0.6 (10.0)	3.3±1.1 (10.0)	1.8±0.5 (10.0)	3.0±0.5 (10.0)	11.2±1.4 (10.0)
クロマツ	20	2.9±0.4 (10.0)	3.2±0.6 (15.0)	1.8±0.4 (15.0)	3.2±0.4 (15.0)	11.1±0.7 (15.0)

* : $\bar{X} \pm S.D.$ 、() の値は累積死亡率を示す

ともにそれぞれ11日前後であった。ただし、チューリップの花粉区では发育に個体差がみられたのに反して、その他の花粉区での发育は斉一であった。また、羽化するまでに至った個体の割合はいずれの花粉区でも85～90%と高率であった。以上から、餌としての花粉はチャに限らず、供試したいずれの植物の花粉でも幼虫の发育に好適であることが明らかとなった。

(2) 花粉飼育による雌成虫の生存期間と産卵数

チャの花粉と蜂蜜液の給餌飼育で得られたヒラズハナアザミウマ雌成虫の平均生存期間は、20℃で71.0日（最短～最長：13～155日）であった。平均産卵前期間は2.7日で、平均産卵数は374.8個（最小～最多：7～765個）であった。産卵は長期間にわたり、羽化後10～70日間では1日当たり約6個ずつを毎日産卵した。したがって、本飼育法が羽化後の发育にも好適であることが明瞭である。

採卵はウンカ類の人工採卵法を応用したが、餌として水あるいは蜂蜜液だけを与えた場合には2～3日間は産卵するが、その後は産卵しなかった。しかし、花粉を用いて幼虫飼育ができたことから、産卵に対する花粉の効果を知る必要があった。それを検討した結果は第13表に示したとおりである。チャの花粉と蜂蜜液

したがって、花粉と蜂蜜液は本種の幼虫飼育に好適な餌条件であるといえる。

次に、チャ以外の植物、すなわちイチゴ、ナシ、チューリップ、クロマツの花粉にそれぞれ蜂蜜液を添加した場合も幼虫はよく发育し、羽化することがわかった（第12表）。ふ化から羽化までの发育期間は各花粉区

第13表 産卵に対する花粉の影響

日 数	餌条件別の産卵数 *		
	花粉+蜂蜜液	花粉+水	蜂蜜液
1	37	32	24
2	23	30	24
3	28	34	7
4	25	43	0
5	40	32	1
6	35	38	0
7	25	38	0
8	45	35	2
9	36	41	0
合計 **	228	261	10

* : 最初の2日間はチャの花粉と蜂蜜液で飼育し、3日目以降は各餌条件で飼育した。また、各餌条件とも5個体の合計産卵数

** : 3～9日目の産卵数

で2日間飼育した雌成虫に同一給餌を続けると毎日産卵したのに対して、チャ花粉の添加を中止して蜂蜜液

だけで飼育すると、その直後にいくらか産卵した後はほとんど産卵しなくなった。他方、蜂蜜液のかわりに水をチャの花粉に添加して飼育を継続しても産卵数には差が認められなかった。以上の結果から、餌の一部として水または蜂蜜液を花粉に添加することが必要で、とくに花粉は産卵に欠かせない餌条件であることが一層明らかになった。

さらに、ヒラズハナアザミウマは、イチゴ、ナシ、チューリップ、クロマツのどの花粉を用いて飼育しても、産卵前期間は3日前後で各花粉区間に差が認められないし、よく産卵した（第14表）。羽化後10

第14表 花粉の種類と産卵

花 粉	供 試 虫数(匹)	産 卵 前 期間(日)*	平 均 産卵数**
チャ	37	2.7 ± 0.8	42.9
イチゴ	8	3.3 ± 0.9	54.1
ナシ	10	3.1 ± 1.1	72.1
チューリップ	8	3.4 ± 0.6	49.4
クロマツ	11	2.9 ± 0.5	40.8

* : $\bar{X} \pm S.D.$

** : 羽化後10日間の産卵数

日間の総産卵数はナシで最も多くて平均72個、ついでイチゴ、チューリップ、チャ、クロマツの順となった。したがって、供試したいずれの植物の花粉も本種の産卵に適しているといえる。

2) 発 育

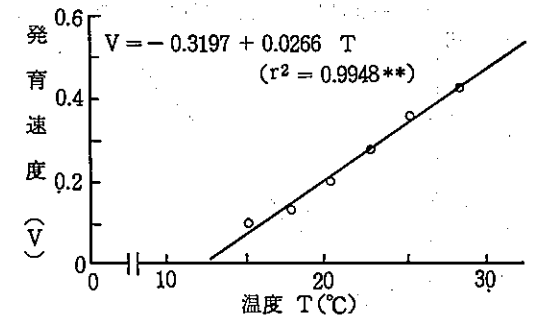
(1) 发育と温度

各温度条件下でのヒラズハナアザミウマの卵期間は第15表に示したとおりである。本種の卵期間は温度が

第15表 飼育温度と卵期間

温度(℃)	卵期間(日) *
15	10.3 ± 0.8
17.5	7.5 ± 0.6
20	5.1 ± 0.3
22.5	3.0 ± 0.5
25	2.8 ± 0.4
28	2.4 ± 0.4

* : $\bar{X} \pm S.D.$



第20図 卵の发育と温度との関係

第16表 发育零点と有効積算温度

发育ステージ	发育零点	有効積算温度
卵期間	12.0	37.6
幼虫+蛹期間	11.0	99.1
産卵前期間	13.6	23.4

第17表 飼育温度と幼虫および蛹期間

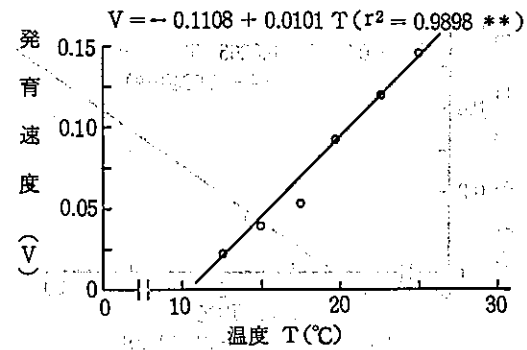
温度(℃)	幼虫および蛹の发育期間(日) *
12.5	45.6 ± 2.8
15	24.1 ± 2.1
17.5	18.3 ± 0.9
20.0	11.6 ± 0.8
22.5	8.2 ± 0.4
25	6.9 ± 0.3

* : $\bar{X} \pm S.D.$

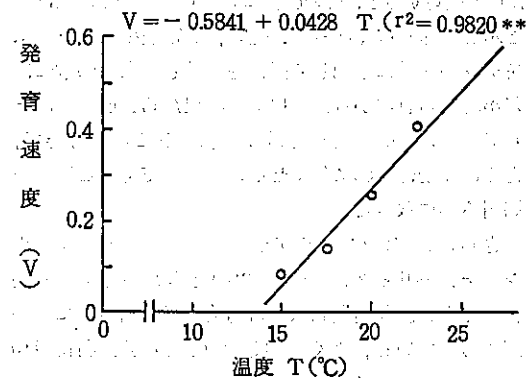
高くなるにつれて短縮した。この結果から求めた温度(T)と发育速度(V)との回帰式は $V = -0.3197 + 0.0266T$ （第20図）となり、发育零点および有効積算温度は、それぞれ12.0℃、37.6日度となった（第16表）。

各温度条件下での幼虫+蛹の发育期間は第17表に示したとおりである。第2 齢幼虫期と第2 齢蛹期がほぼ同じで、第1 齢蛹期が最も短かった。幼虫および蛹期間も卵期間同様に温度依存的で、温度と发育速度との回帰式は $V = -0.1108 + 0.0101T$ （第21図）で、发育零点は11.0℃、有効積算温度は99.1日度となった（第16表）。

産卵前期間は第18表に示したとおりである。12.5℃では40日経過しても産卵する個体がなく、卵巣の发育



第21図 幼虫、蛹の発育と温度との関係



第22図 産卵前期間と温度との関係

第18表 飼育温度と産卵前期間

温度(°C)	産卵前期間(日)*
12.5	—
15	12.0±4.3
17.5	7.3±1.3
20	3.9±0.8
22.5	2.5±0.5

*: $\bar{X} \pm S.D$

が抑制された。温度と発育速度との回帰式は $V = -0.5841 + 0.0428T$ (第22図) で、発育零点は13.6℃,

第19表 日長別の発育期間

日長 (時間)	性	供試 虫数	ステージ別と発育期間(日)*				合計
			第1齢幼虫	第2齢幼虫	第1齢蛹	第2齢蛹	
10	♀	17	3.1±0.2	3.0±0.5	1.6±0.5	2.9±0.3	10.5±0.5
	♂	21	3.1±0.2	2.2±0.4	1.4±0.5	2.9±0.3	9.6±0.6
11	♀	17	3.0±0.0	2.7±0.5	1.5±0.5	2.9±0.3	10.1±0.5
	♂	19	3.1±0.2	2.1±0.2	1.3±0.5	3.0±0.2	9.4±0.5
12	♀	20	3.0±0.0	3.4±0.6	1.4±0.5	2.9±0.3	10.6±0.7
	♂	19	3.1±0.3	2.4±0.6	1.5±0.5	2.8±0.4	9.9±0.6
13	♀	13	2.9±0.3	3.0±0.6	1.2±0.4	2.9±0.4	10.0±0.4
	♂	23	2.9±0.4	2.7±0.8	1.4±0.5	2.7±0.5	9.8±0.9
14	♀	9	3.0±0.0	2.6±0.5	1.7±0.5	2.6±0.5	9.8±0.7
	♂	28	3.0±0.0	2.4±0.6	1.4±0.5	2.8±0.6	9.6±0.7

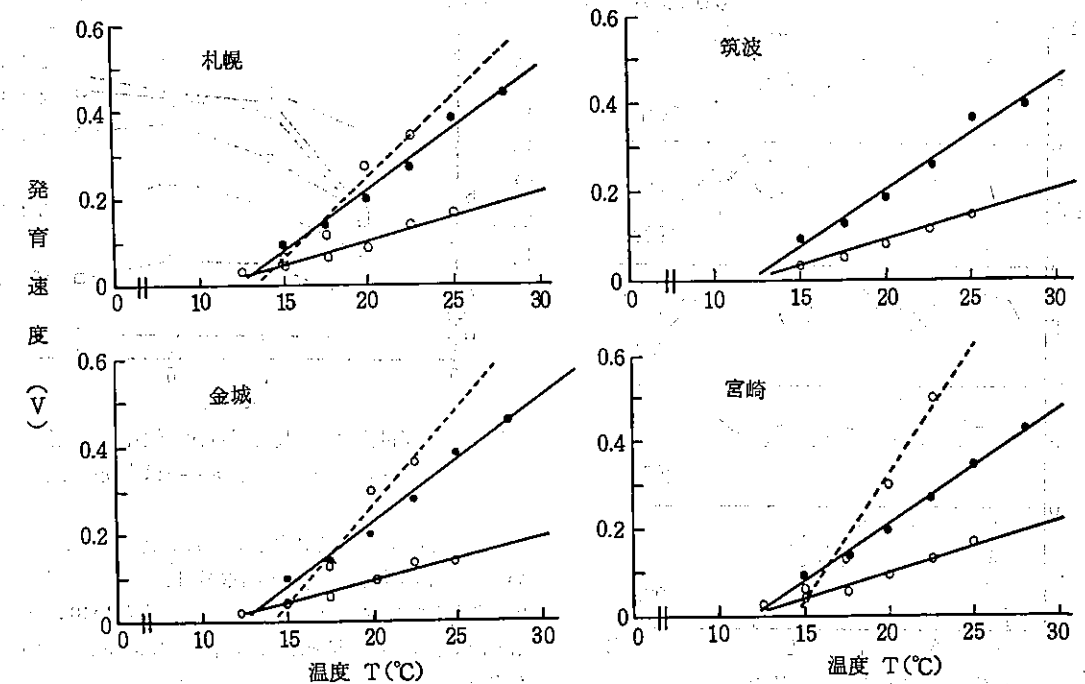
*: $\bar{X} \pm S.D$

有効積算温度は23.4日度となった(第16表)。

以上の結果、ヒラズハナアザミウマの発育が温度依存性であるとする、島根県出雲市における本種の年間発生世代数は12回となることが明らかとなった。

(2) 発育と日長

ヒラズハナアザミウマの各日長条件下での発育期間は第19表に示したとおりである。10～14時間日長ではいずれもふ化から羽化までに10日前後を要し、各発育ステージともにそれらのあいだに有意差が認められなかった。このことから、本種の発育には日長が大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。



第23図 4系統の発育と温度との関係

---○--- は産卵前期間, —●— は卵期間
—○— は幼虫+蛹期間を示す

第20表 4系統の発育零点と有効積算温度

系統	ステージ別の発育零点(°C)			有効積算温度(日度)		
	卵	幼虫+蛹	産卵前期間	卵	幼虫+蛹	産卵前期間
札幌	12.2	10.9	13.2	35.7	89.5	27.2
筑波	12.1	12.2	—	38.8	86.2	—
金城	12.2	10.6	14.2	34.7	101.1	22.7
宮崎	11.9	11.3	14.4	38.6	85.5	17.3

(3) 発育の地理的変異性

出雲市のほか、国内4か所で採集したヒラズハナアザミウマの発育ステージごとの温度と発育速度との関係を第23図に、卵期から産卵前期における発育零点および有効積算温度を第20表に示した。

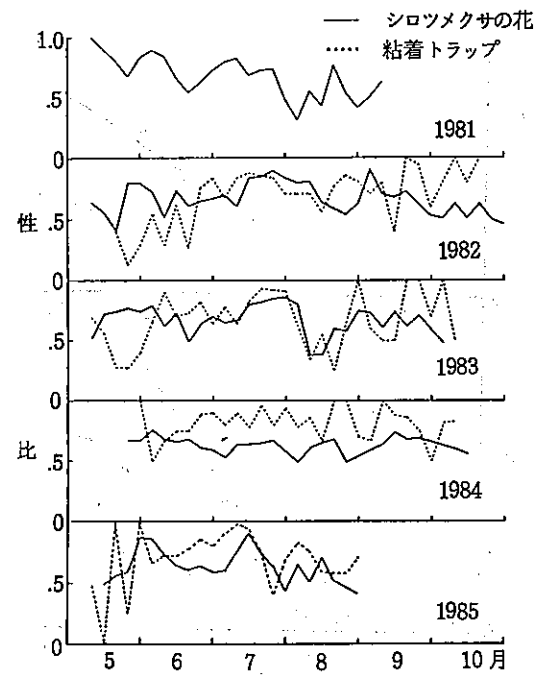
系統間に発育の差は認められなかった。また、発育零点および有効積算温度も系統間に有意な差が認められなかった。しかし、低温においては北方の系統ほど発育が速い傾向がみられた。

3) 増殖

(1) 生殖方法と性比

① 野外における性比

シロツメクサの花および粘着トラップによる発生消長調査で得たヒラズハナアザミウマの性比の季節的変動を第24図に示した。性比は0.5～0.9(雌のほうが雄よりやや多い)と大きく変動し、花および粘着トラップによる個体群ともによく似た変動パターンを示した。とくに、花の調査では5か年間の変動パターンは類似し、5月下旬～6月中旬、7月、8～9月に性比が大



第24図 野外における性比の季節的変動

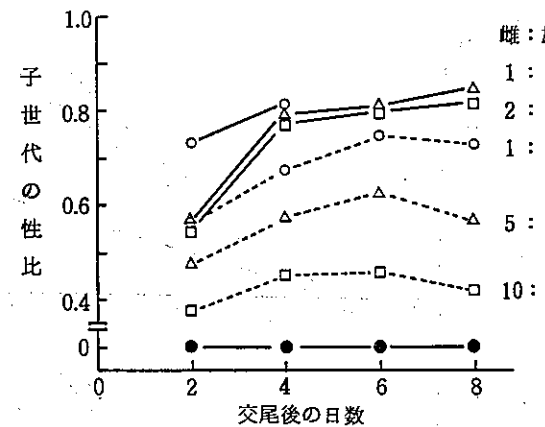
第21表 性比の年次変動

年次	性比	
	シロツメクサ花	粘着トラップ
1980	0.57	—
1981	0.61	—
1982	0.67	0.72
1983	0.67	0.75
1984	0.63	0.84
1985	0.65	0.79
平均	0.63	0.78

きくなるという周期的な変動が認められた。また、性比の年次変化は小さく、平均性比はシロツメクサの花では0.63、粘着トラップによる調査では0.78となり、各年とも粘着トラップによる誘殺個体群の性比のほうが花上のそれよりも大きかった（第21表）。

② 親・子世代の性比

親世代の雌雄比を変え、子世代の性比を経時的に調査した結果、各区とも飼育開始後2日目までに産下された子世代の性比が最も小さく、0.5前後であった（第25図）。4日目以後のものの性比は2日目のそれ

第25図 親世代の雌雄比と子世代の性比との関係
○—○は交尾確認、●—●は未交尾を示す

より大きかった。とくに親世代の雌雄比が1:1あるいは2:1の場合には、子世代の性比が大きくなり、0.8前後までになった。しかし、雄の少ない10:1や5:1区では、飼育開始後8日目までに産下された子世代の性比は0.6にも達しなかった。

未交尾雌が産下した卵からふ化した102匹は全てが雄であった。一方、交尾を確認した雌が産んだ子世代個体の性比は、交尾4日後に産まれたもので0.82であった。以上の結果は、本種の生殖方法が産雄単為生殖であることを示している。

(2) 寿命と産卵数

各温度区における成虫の寿命と産卵数は第22表に示したとおりである。生存期間は長く、25℃区では平均

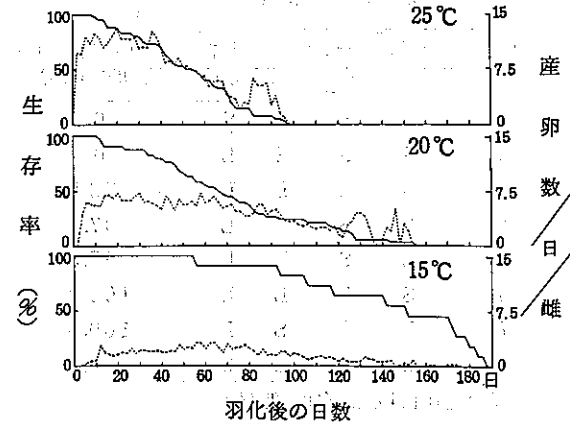
第22表 飼育温度と成虫寿命・産卵数

温度(℃)	平均生存日数(日)	1雌当たりの産卵数(個)
12.5	100<	0
15	87.9	177.7
20	64.9	360.7
25	52.0	498.3

52日で、最長96日間も生存した個体があった。また、12.5℃では200日以上生存した個体があった。1雌当たりの産卵数は25℃区で最も多くて約500個、最高700個産卵した個体もあった。

各温度区における生存曲線を見ると、成虫の寿命は温度が高いほど短くなり、死亡率50%に達するまでの期間で比較すると、15℃では151日、20℃では60日、25℃で

は55日となり、15℃区では25℃区の約3倍の日数を要した（第26図）。

第26図 齢別生存曲線 (Lx) と齢別産卵曲線 (Mx)
—はLx、……はMxを示す

(3) 内的自然増加率

各温度区における個体群増殖のパラメータをみると、純繁殖率 (Ro) は15℃で176.9倍、20℃で299.6倍、25℃では394.7倍となった（第23表）。1日当たりの内的自然増加率は25℃では0.1580で、15℃の約3倍となり、1か月後の増加率は、25℃では約114倍、15℃では約5倍となることがわかった。

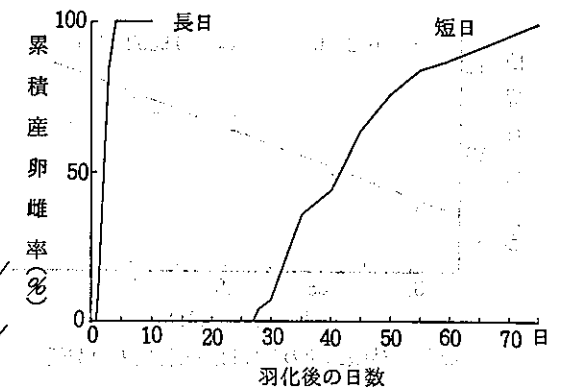
第23表 飼育温度と個体群増殖のパラメータ

温度(℃)	1世代平均 期間(日)	純繁殖率 (Ro)	1日当たりの内的 自然増加率 (r)
15	96.7	176.9	0.0535
20	59.1	299.6	0.0966
25	37.8	394.7	0.1580

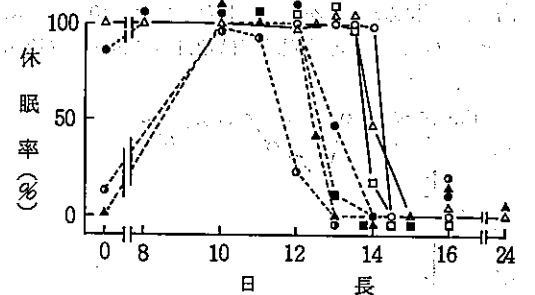
4. 休眠性

1) 光周反応

長日 (14時間照明) および短日 (10時間照明) 条件で飼育したヒラズハナアザミウマの羽化後の産卵状況を第27図に示した。長日条件では羽化後3日目にはすべての個体が産卵を開始したのに対して、短日条件では羽化後20日経過しても産卵する個体がなく、産卵前期間が最も長い個体は75日を要した。以上の結果から、本種は光周期による生殖休眠を行うことが明らかとなり、長日型の光周反応を示すことがわかった。



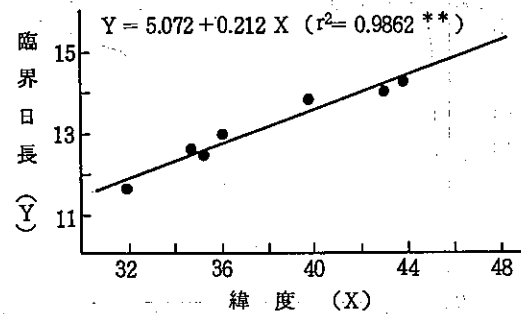
第27図 長日および短日条件での産卵



第28図 光周反応曲線の地理的変異性

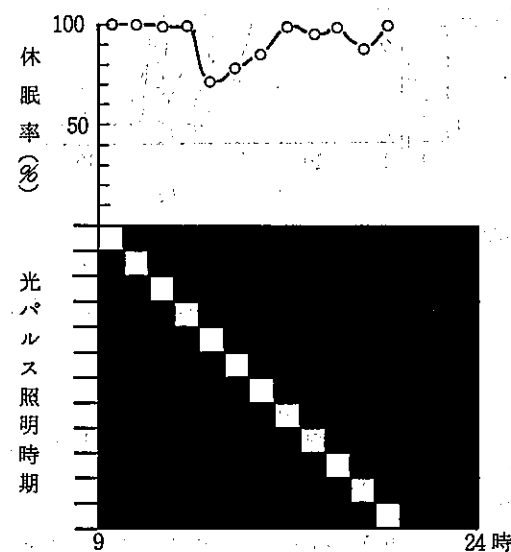
○—○は旭川、△—△は札幌、□—□は盛岡、●—●は筑波、▲—▲は出雲、■—■は金城、●—●は宮崎系統を示す

光周反応に地理的変異性がみられるかどうかを検討したところ、北海道旭川市、同長沼町、岩手県盛岡市、茨城県谷田部町、島根県出雲市、島根県金城町および宮崎県佐土原町産のヒラズハナアザミウマはいずれも長日型の光周反応を示した（第28図）。休眠誘起の臨界日長は緯度が高い個体群ほど長くなり、旭川市産で14時間15分、長沼町産で13時間58分、盛岡市産で13時48分、谷田部町産で12時間57分、出雲市産で12時間25分、金城町産12時間33分、佐土原町産で11時間36分であった。緯度 (X) と臨界日長 (Y) との間には高い相関 ($r=0.993^{**}$) が認められ、回帰式 $Y=5.072+0.212X$ が得られた（第29図）。このことから北へ5度高くなると、ほぼ1時間長くなることがわかった。また、全暗条件下では休眠性が異なり、緯度が高い個体群ほど休眠性が高かった。



第29図 休眠誘起の臨界日長と緯度との関係

暗期の4～6時間目に1時間の光パルスを入れて暗期を中断すると、休眠が阻止される個体が現われた。とくに暗期の4時間目に中断した区で休眠阻止効果が高く、非休眠雌率は28%に達した。また、10時間目にもピークがあり、非休眠雌率は12.1%であった(第30図)。



第30図 光パルスによる暗期中断の休眠阻止効果

2) 光周期の感受期

卵から羽化まで短日条件で飼育した個体は、羽化後全明に移しても20日間以上産卵しなかった。卵あるいは蛹の時期にのみ短日条件で飼育した個体は全て羽化後すぐに産卵した。羽化後20日経過しても産卵しなかった個体(休眠虫)は全て、幼虫期に短日条件で飼育したものであった。また、羽化までを長日で、羽化後短日条件で飼育したところ、産卵を休止しなかった(第

第24表 各发育段階における短日処理と産卵との関係(1)

実験区	发育ステージ別日長条件	羽化後20日間の産卵雌率(%)
	卵 幼虫 蛹 成虫	
1	S S S S	0
2	S S S L	0
3	S S L L	72.5
4	L S S L	97.5
5	L S L L	97.5
6	S L L L	100.0
7	L L S L	100.0
8	L L L S	100.0

S : 10 L 14 D (10時間照明)

L : 全明条件

第25表 各发育段階における短日処理と産卵との関係(2)

実験区	发育ステージ別日長条件	羽化後20日間の産卵雌率(%)
	卵 第1齡幼虫 第2齡幼虫 蛹 成虫	
A	S S S S L	0
B	S S S L L	80.0
C	S S L L L	100.0
D	S L L L L	100.0
E	L S L L L	100.0
F	L L S L L	98.0
G	L L L S L	100.0
H	L S S L L	95.5
I	L S S S L	4.0

S : 10 L 14 D (10時間照明)

L : 14 L 10 D (14時間照明)

24表)。さらに、長日条件を14時間照明に変えても同様の結果が得られた(第25表)。幼虫期を第1齡および第2齡に分けて短日処理を行ったところ、休眠虫は第2齡幼虫期に短日処理した区で現われた。しかし、幼虫期間のみの短日処理では成虫休眠誘起には不十分であった。

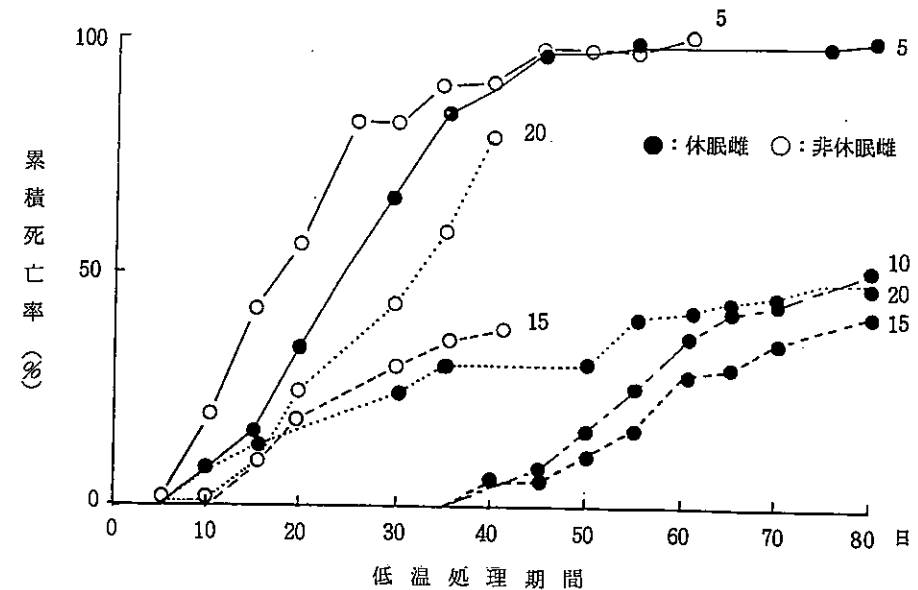
以上の結果から、本種の光周期に対する感受性は幼虫期に最も高いが、卵期から蛹期にかけての累積的

第26表 生殖休眠と温度との関係

温度(°C)	供試個体数	羽化後の経過日数と産卵雌率(%)
		10日 20日 30日
16	45	0.0 0.0 0.0
20	97	0.0 0.0 0.0
23	49	100.0 100.0 100.0
25	38	100.0 100.0 100.0

第27表 自発的過冷却点

供試虫	自発的過冷却点(°C) *
休眠成虫	-28.8 ± 1.5 (-26.4 ~ -31.0)
非休眠成虫	-27.5 ± 2.7 (-24.8 ~ -31.2)
第2齡幼虫	-24.1 ± 3.4 (-17.4 ~ -27.6)

* : $\bar{X} \pm S.D.$ (最高～最低)第31図 羽化後10日間の温度と耐寒性
数字は羽化後10日間の温度

効果が大きいことが明らかとなった。また、成虫期には感受性がなく、不可逆的な休眠を行うことがわかった。

3) 休眠と温度

ヒラズハナアザミウマの生殖休眠と温度との関係は第26表に示したとおりである。23°C以上の温度区では、短日条件でも、供試した全ての個体が羽化後直ちに産卵を開始した。しかし、20°C以下では、羽化後30日経過しても産卵を開始する個体がなかった。以上の結果から、本種の休眠の限界温度は20～23°Cの間にあることがわかった。

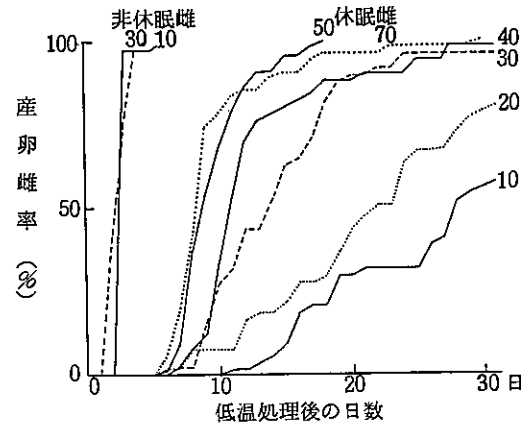
休眠成虫および非休眠成虫とも、羽化後直ちに5°Cに移した場合、40日後には死亡率が90%に達した

(第31図)。しかし、休眠成虫は羽化後10日間10～20°Cに置いた後5°Cへ移すと、低温処理が80日経過しても累積死亡率は50%に達しなかった。非休眠成虫は羽化後10日間15°Cあるいは20°Cに置いた後5°Cへ移すと、羽化後直ちに5°Cに移した時より死亡率は低かった。したがって、ヒラズハナアザミウマ成虫は羽化後の急激な温度の低下に対しては弱い、徐々に低下するときには長期間低温に耐え得る。さらに、休眠成虫は非休眠成虫よりも耐寒性があることが明らかとなった。

しかし、過冷却点は非休眠成虫と休眠成虫ともおよそ-25°Cから-31°Cで、両者間に差がなく、幼虫のそれよりも低かった(第27表)。

4) 休眠の終了

ヒラズハナアザミウマの休眠打破に対する低温の効果は第32図に示したとおりである。非休眠成虫は低温処理期間にかかわらず、低温処理後5日以内に全ての個体が産卵を開始した。休眠成虫は低温処理期間が長くなれば休眠の覚醒が斉一化する傾向が認められた。



第32図 休眠打破と低温処理との関係
数字は低温処理期間を示す

50および70日間の低温処理では休眠覚醒傾向にほとんど差がなく、50%休眠覚醒率は処理後7日であった。したがって、休眠成虫は産卵開始まで少なくとも5日間の休眠間発育を必要とすることが示唆された。

5. 行 動

1) 配偶行動

(1) 配偶行動と交尾

ヒラズハナアザミウマの配偶行動を観察した結果、雌に接近した雄は触角で軽く接触し、互いに認知してから、雌の周りで触角を振るわせながら雌の腹部や頭部に接触する。そして、雌の体を前脚で軽く押さえながら雌の上に乗る、腹部を曲げて生殖器を雌の生殖口に挿入する。しばらくこの状態が続き、交尾終了前には雄が雌の体から離れ、反射側を向く。変尾中は静止しているのが普通であるけれども、雌が歩行しながら交尾しているのも観察された(第33図)。羽化直後および羽化5日目の個体とも交尾観察容器内での交尾前時間はほとんどが30秒以内で、交尾時間は平均6分以上であった(第28表)。

1度交尾した雌は、雄のディスプレイに対して腹部を持ち上げたり、左右に振ったりして拒否行動を示した。しかし、既交尾時間が短かった場合には再交尾する個体があった(第29表)。

第28表 交尾前時間と交尾時間

供試虫 の日齢	供試 対数	交尾 対数	平均交尾前時間 (最小~最大)	平均交尾時間 (最小~最大)
1日	12	11	1'31" (0~12'58")	6'32" (1'55"~9'46")
5日	10	10	6" (0~1'38")	8'50" (6'27"~12'36")



第33図 ヒラズハナアザミウマの交尾

第29表 既交尾雌の交尾

既交尾時間	供試 虫数	再交尾 虫数	平均交尾 前時間	平均交尾 時間
2分以内	3	3	0'58"	6'29"
2~6分	9	1	2'41"	10'58"
6分以上	31	2	7'43"	1'36"

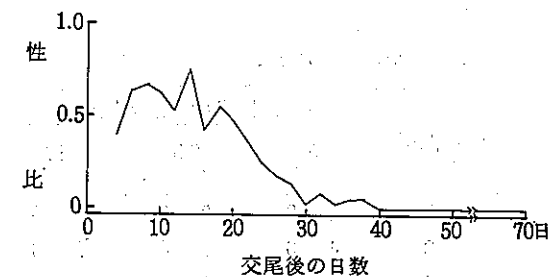
雄については、供試した3個体とも連続して交尾し、交尾回数の少ない個体でも2時間中に6回も交尾行動を示した(第30表)。交尾時間は、5回目までは6以上要したのに対して、6回目は約2分間であった。また、10回以上交尾した個体でも10回目以降には交尾時間が短くなった。以上の結果から、ヒラズハナアザミウマの雄は連続して交尾を行うが、雌は1回だけであることが判明した。

第30表 雄の交尾能力

交尾回数	個 体 別 交 尾 時 間		
	No. 1	No. 2	No. 3
1	8'25"	7'8"	6'50"
2	6'34"	5'21"	7'32"
3	8'46"	8'12"	6'23"
4	6'32"	6'41"	5'26"
5	7'29"	7'36"	8'11"
6	2'7"	5'12"	6'24"
7	—	6'46"	7'16"
8	—	6'13"	10'15"
9	—	4'28"	6'37"
10	—	7'34"	5'19"
11	—	3'48"	1'52"
12	—	8'7"	3'22"
13	—	—	2'51"
14	—	—	5'37"

(2) 雌の貯精能力

交尾を確認した雌が産んだ子世代の性比の経時的変化をみると、交尾後20日目まではほぼ0.5以上で変動したのに対して、それ以降は日時の経過とともに値が減少し、40日目以降には雌が全く出現しなかった(第34図)。以上の結果から、ヒラズハナアザミウマ雌成虫は1回交尾して、その後20℃で産卵し続けても、20~39日間は精子を保持できることがわかった。



第34図 交尾雌が産んだ次世代の性比の経時的変化

第33表 雌成虫の日齢と飛翔行動

羽化後の 日数	供 試 個体数	飛 翔 部 位 と そ の 割 合 (%)							
		飛翔 台内	飛 翔 距 離 (cm)	~2	~4	~6	~8	~10	天井
0	57	50.9	5.3	24.6	7.0	3.5	1.8	1.8	5.3
5	48	0	6.3	22.9	16.7	16.7	6.3	2.1	12.5
18	34	5.9	2.9	17.6	35.3	20.6	5.9	0	11.8

(3) 休眠成虫の配偶行動

休眠雌と休眠雄との組み合わせでは、14対のうち8対で交尾行動が観察され、交尾前時間は長かった(第31表)。休眠雌と非休眠雄との組み合わせでは、11対のうち7対が交尾し、その交尾前時間は著しく短かった。

第31表 休眠成虫の配偶行動

組み合わせ	供試 対数	交尾 対数	平均交尾 前時間	平均交尾 時間
休眠雌+休眠雄	14	8	8'23"	8'33"
非休眠雌+休眠雄	10	10	3'6"	9'9"
休眠雌+非休眠雄	11	7	1'8"	15'38"

第32表 休眠雌と交尾した雌が産んだ次世代の性比

交尾後の日数	次 世 代 の 性 比	
	調査個体数	性 比
2日	31	0.58
4日	48	0.73
計	79	0.67

非休眠雌と休眠雄との組み合わせでは、全ての対で交尾行動が観察され、交尾前時間は休眠雌雄の組み合わせの場合よりも短かった。したがって、休眠雌は交尾行動が多少抑制されるようであった。交尾時間はどの組み合わせでもほとんど7分以上であった。また、第32表に示したように、非休眠雌と休眠雄との組み合わせでは、次世代に雌が出現した。このことから、休眠雄の精子形成には異常がなく、本種の休眠性は雌にのみみられる生理現象であることがわかった。

2) 飛翔行動

(1) 飛翔行動と雌成虫の日齢

雌成虫の日齢別の飛翔行動調査では、羽化5日目および同18日目の個体はほとんどが飛翔し、10%以上のものが天井に達した。しかし、羽化直後の個体は半数以上が飛翔しなかった(第33表)。以上の結果から、本種は、羽化直後には十分な飛翔能力を持たないけれども、いったん獲得するとそれを維持することがわかった。

(2) 色に対する反応

1982年の初夏のシロツメクサ圃場での調査では、供試した12色の色紙のうちレモン色、青色、みず色に多く誘引され、緑、赤、黒色にはほとんど誘引されなかった(第34表)。1984年の初夏のシロツメクサ圃場およ

第34表 色紙の色別誘引虫数

色紙の種類	平均誘引虫数*
白(中質)	42.3 d
白(上質)	30.0 de
うすみずいろ	19.0 de
みずいろ	127.7 ab
青	121.7 ab
クリーム	99.7 b
レモン	149.3 a
黄緑	48.7 d
緑	14.3 de
橙	28.0 de
赤	14.0 de
黒	3.0 e

*: 同一英小文字間はDuncan's multiple range test (5%)で有意差がない。

第35表 色板の色別誘引虫数

		平均誘引虫数*	
色の種類		シロツメクサ圃場	ソバ圃場
ブルー	CL	48.3 a	10.0 a
	UVC	38.0 ab	10.0 a
スノーホワイト	CL	47.3 a	9.0 ab
	UVC	36.0 ab	6.3 ab
ホワイト	CL	40.0 ab	5.7 abc
	UVC	27.3 bc	7.3 abc
ライトブルー	CL	24.3 bc	7.0 bcd
	UVC	16.3 c	3.0 cd
レモンイエロー	CL	11.0 c	2.0 cd
	UVC	14.0 c	3.3 bcd
イエロー	CL	14.0 c	1.3 d
	UVC	8.7 c	1.7 cd

*: 同一英小文字間はDuncan's multiple range test (5%)で有意差がない。

CL: 普通ビニール被覆、UVC: UVC400被覆

び秋期のソバ圃場では、ブルーとスノーホワイトに多く誘引され、黄色系色に対する誘引数は少なかった。紫外線除去フィルム(UVC)を被覆すると誘引が少なくなる傾向があった(第35表)。以上の結果から、ヒラズハナアザミウマは480~490nmの波長および近紫外部の波長(300~400nm)に正の走性があると思われる。

飛翔高度については、シロツメクサ圃場においてトラップの地上高1.5m前後に多く誘殺されたが、調査日によって変化が大きかった(第36表)。本種の寄主植物がない場所では8.5mの高さまで雌は誘殺されたが、12mの高さでは調査期間中全く誘殺されなかった(第37表)。

第36表 シロツメクサ圃場における地上高別誘殺数

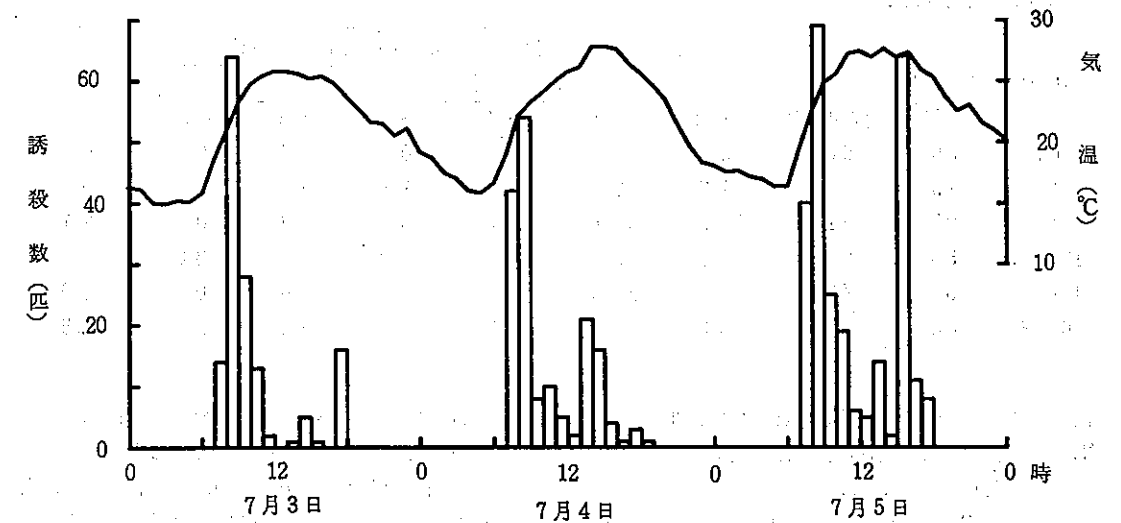
地上高(cm)	日別誘殺虫数			
	7月3日	7月4日	7月5日	合計
160~170	20	25	65	110
150~160	22	31	54	107
140~150	32	47	59	138
130~140	27	27	33	87
120~130	24	18	25	67

第37表 飛翔高度別誘殺虫数

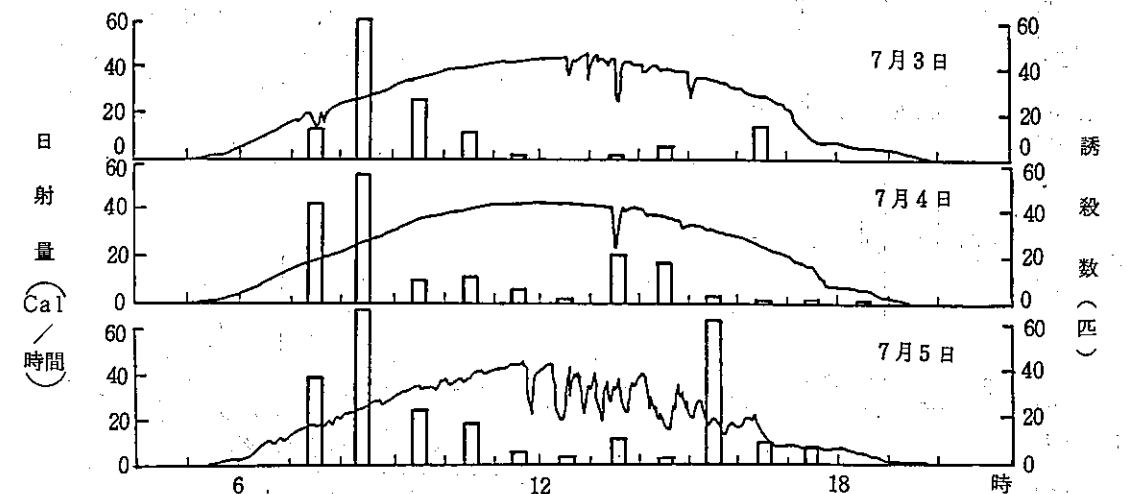
月・半旬	地上高(m)別誘殺虫数					
	5		8.5		12	
	雌	雄	雌	雄	雌	雄
7・2	3	2	2	0	0	0
3	4	0	1	0	0	0
4	2	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8・1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0

(3) 飛翔行動と物理的環境要因

シロツメクサ圃場における本種の時刻別誘殺数は第35図に示したとおりである。



第35図 シロツメクサ圃場における誘殺時刻



第36図 日射量の変化と誘殺時刻

— は日射量, □ は誘殺数

本種の多発生期における3日間の調査では、夜間には全く誘殺されず、午前中に多数誘殺された。ただし、気温20℃以下の早朝は全く誘殺されなかった。3日間とも午前8時から9時の間の誘殺数が1日のうちで最も多かった。また、午後にはかなり誘殺される時間帯は日によって異なった。その原因は第36図に示したように日射量の変化に求められる。以上の結果から、ヒラズハナアザミウマの飛翔行動の誘起には光と20℃以上

の温度が必要で、日射量の変化も影響するものと思われる。

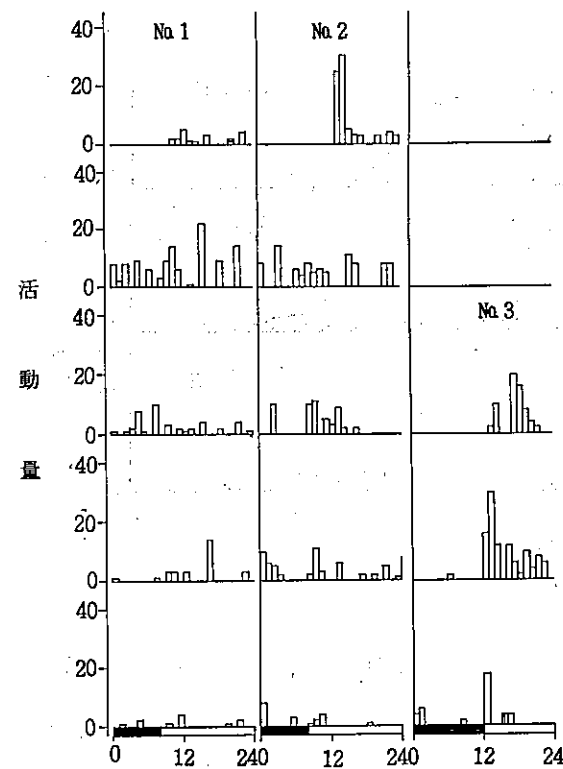
一方、実験室内では15および20℃区でわずかな飛翔がみられたにすぎない(第38表)。25℃区では、28個体中22個体が飛翔し、そのうち2個体は飛翔箱の天井まで飛んだ。変温条件下でも、10℃から15℃への変温では飛翔個体が少なく、天井まで飛翔した個体はなかった。しかし、15℃から20℃および20℃から25℃への変

第38表 飛翔行動と温度

温度℃	供試 個体数	飛翔部位とその割合(%)							
		飛翔台内	飛翔距離(cm)						
			～2	～4	～6	～8	～10	～12	天井
15	60	96.6	0	1.7	0	0	1.7	0	0
20	79	91.1	1.3	3.8	2.5	1.3	0	0	0
25	28	21.4	14.3	32.1	17.9	3.6	3.6	0	7.1
10-15	53	92.5	1.9	0	0	1.9	0	3.8	0
15-20	53	43.4	7.5	35.8	3.8	5.7	1.9	0	1.9
20-25	48	0	6.3	22.9	16.7	16.7	6.3	2.1	12.5

温区では多くの個体が飛翔し、とりわけ、20℃から25℃への変温区では供試した全個体が飛翔し、48個体中6個体が天井まで達した。

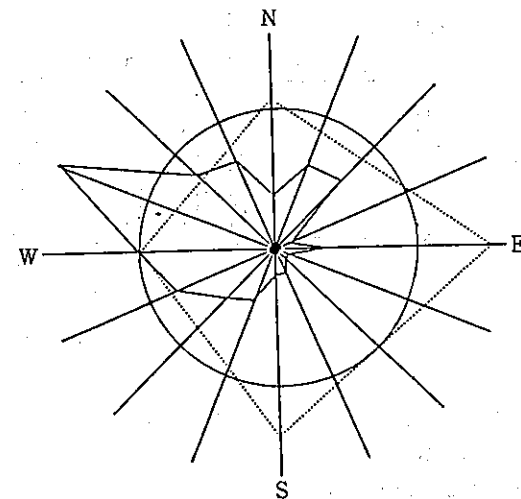
また、25℃・12L12Dおよび20℃・16L8D条件下では、明期における活動量が多くなる傾向がみられ、



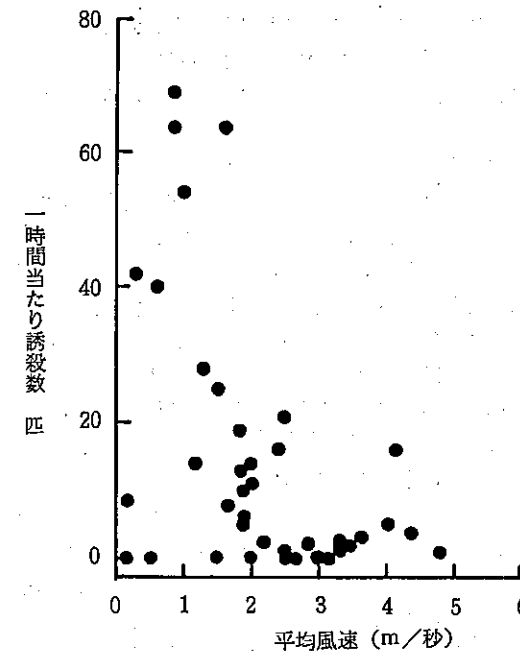
第37図 活動自動記録装置によるヒラズハナアザミウマの活動時間
No.1, No.2は20℃・16L8D, No.3は25℃・12L12D条件

とくに前者ではそれが顕著であった(第37図)。

誘殺方向と風向との関係についてみると、7月3日は西と東向きのトラップで誘殺数が多く、風向きは南西から北寄りであった。7月4日は南と東向きのトラップで多く誘殺され、風向きは西と北寄りであった。7月5日は東向きのトラップで誘殺数が多く、風向きは西よりであった。3日間の総誘殺数は東向きのトラップで最も多く、西向きのトラップで最も少なく、風向きは西よりの風が多かった(第38図)。以上の結果から、ヒラズハナアザミウマは風向きと逆の方向に多く誘殺されることがわかった。ただし、風速が2m以上



第38図 誘殺方向と風向(3日間)
——は風向頻度, ...は誘殺数
○・●は誘殺数100匹, 頻度10を示す



第39図 風速と飛翔

になると誘殺数が非常に減少する(第39図)。本種が青色トラップに誘引されることから、本種の飛翔(飛び立ち)は風上に向かって行われることが示唆された。

第3節 考 察

1) 寄主植物と発生活長

アザミウマ類の寄主植物に関しては、農作物を中心に多数記載されている。特に農業上重要な種については詳細に調べられている。ネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANN⁶²⁾、ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNY⁶¹⁾ などのように寄主範囲の広いものが多い。一方、ワサビクダアザミウマ *Liothrips wasabiae* HAGA et OKAJIMA⁴⁰⁾ やカキクダアザミウマ *Ponticulothrips diospyrosi* HAGA et OKAJIMA²⁵⁾ などのように特定の植物に限られているものもある。本種も多くの植物に寄生することが知られている^{60, 62, 125)}。本研究では新たに17科23種の寄主植物を追加し、これまで確認されたものを含めて40科108種に寄生することが判明した。今回、島根県農業試験場内および県内のトマト圃場周辺の野菜および花き類に限定して調査したにもかかわらず新たな寄主植物を追加することができたことから、本種にはさらに多くの寄主植物が存

在するものと推察される。

このように広範な植物の花に寄生することは本種の管理上留意すべき点と考えられる。すなわち、農作物の圃場周辺の開花植物が本種の発生源となる可能性が十分にある。したがって、圃場周辺の開花植物の除去が防除手段の一つとして位置付けられるであろう。

寄主植物と発生活長の両調査から、本種の発生期間が長期に及ぶことがわかった。出雲市では、4月下旬から12月上旬までのシロツメクサの花上における発生が認められ、早い年には4月第2半旬にすでに確認された。また、3月中旬にはウメやスイセンの花で寄生を認めた。札幌市でも4月下旬から10月下旬まで発生が認められるという⁵⁹⁾。したがって、本種は適温時(後述)には早春から飛翔していることが示唆された。

本種の発生活長に関して、北海道と鹿児島県とで単年度の調査が行われている。前者(札幌市)では、7月下旬～8月に⁵⁹⁾、後者(大隅)では、クローバ圃場で6月上旬から下旬に、ラッカセイ圃場では6月下旬から7月上旬に発生のピークがあるという⁹⁴⁾。島根県出雲市では、年によって多少異なるが、ほぼ6月下旬～7月中旬に発生のピークが認められた。北海道および鹿児島県内における単年度の調査結果と出雲市における年次調査のそれとの比較は困難であるが、本種の発生活長は地域によって異なることが推察される。本種が花棲性であるがゆえに発生のピーク時期は各地域における調査場所での開花最盛期を反映していると思われるから、発生活長は各地域における開花植物の開花時期や量に支配されるであろうと考える。また、北へゆくほどシロツメクサなどのマメ科植物の開花期は遅れ、本種の増殖期間も短縮することによって発生量も相対的に少なくなるものと推察される。これは、島根県内の調査で1984年のようにシロツメクサの開花開始が遅れた年には、本種の発生開始が遅く、ピーク時の発生量も少なかったことから裏付けられた。季節的変動パターンは各年ともよく似ていた。まず、5～6月の発生激増はシロツメクサの開花量の最多期に当たるとはいえ、5月中旬の平均気温が増殖ポテンシャルに大きな影響を及ぼした結果であることが明らかとなった。このことは実験的に求めた内的自然増加率と比較しても、この期間の増殖率が大きいことがわかる。ついで、6月中旬(梅雨期)以降、個体数が減少しはじめたのは、降水量が大きな変動要因であると推察された。一般にアザミウマ類の蛹は胞嚢を欠くために植物体から落下しやすく、蛹の期間は地表や地中

で過ごすことが多い。本種の蛹も花の落下とともに地面に落ちる。その結果、降雨、とくに一時的な多量の降雨によって多くの個体が流亡することが考えられる。EVANS²¹⁾ や、ANDREWARTHA と BIRCH⁴⁾ はバラの花に寄生する *Thrips imaginis* BAGNALL の発生量を調査し、個体数が季節的に変動するとし、生息数は餌量ではなく、物理的環境要因によって制御されることを示した。本種の季節変動については、降水量の直接的な気象要因の影響とともにシロツメクサの開花量による餌量の影響も認められる。とくに最盛期の発生量は5月中旬の平均気温とシロツメクサの開花開始時期によって予測できた。これによって本種の発生量の予察が可能である。

本種の発生回数については、各地域とも不明であった。そこで室内飼育によって発育零点と発育有効積算温度を求め、発生回数の推定を試みた。ヒラズハナアザミウマの発育零点（卵期：12.0℃、幼虫～蛹期：11.0℃、産卵前期：13.6℃）は、これまでに報告されたアザミウマ類 (*Thrips imaginis* BAGNALL, *Haplothrips victoriensis* BAGNALL, *Taeniothrips laricivorus* KRATOCHVIL, *Heliothrips fasciatus* PERGANDÉ など) と比較すると、高温グループに属している。しかし、同じ高いグループに属すミナミキイロアザミウマ（卵期：11.3℃、幼虫～蛹期：11.5℃）と比べると、本種は世界的に分布し、わが国においても北海道から沖縄県まで広く分布していることから、ミナミキイロアザミウマより低温に対しても適応しているといえる。国内各地で採集した個体群の発育零点には大きな差がなかった。しかし、北海道や金城町産のように冬季の気温が低い地帯の個体群は低温区における発育が他の地域産のものより速かった。各地域個体群の発生回数は、札幌では5回、出雲市では12回、宮崎県では14回と推定され、地域によって大きく異なった。また、光周期は本種の発育には影響しなかったけれども、成虫に対しては生殖休眠を誘起することから、発生地域における臨界日長を考慮すると、それぞれの発生回数は上記の回数より1回減少するものと思われる。

次に産卵雌率の割合は5か年とも5～6月に比較的大きくなる傾向を示し、それ以後は50%以下で経過した。この傾向は大内⁸⁴⁾ も指摘している。本種が寄生する花の寿命は比較的短い。成虫は花から花へと絶えず移動しなければならない。したがって、本種は本質的に移動性を持っているが、開花量の多い時期には近くの花に移るだけで比較的定着しているものと考

えられる。そのため5～6月は産卵雌率が高くなったと思われる。そして、10月中旬以降採集された雌成虫は全く成熟卵を産卵していないことから生殖休眠が示唆された。

2) 発 育

アザミウマ類の生態に関する実験的研究を行うに当たって、その飼育方法が確立されているか否かはその研究進展に大きく影響する。従来、アザミウマ類の飼育は寄主植物の葉や茎などを用いて行われてきたが、それには多くの時間と労力を要した。とりわけ、アザミウマ亜目の種は植物の組織中に産卵することから、採卵や産卵調査などを容易にするため様々な工夫がなされてきた^{7, 10, 35, 91, 104, 110, 120, 129)}。しかし、花棲性のアザミウマ類については飼育方法が確立されていなかった。MITSUHASHI と KOYAMA⁷⁹⁾ はヒメトビウソカ *Laodelphax striatellus* FALLEM で、MITTLER と DADD⁷⁷⁾ はモモアカアブラムシ *Myzus persicae* (SULZER) で、薄膜（パラフィルムM膜）を通して液体飼料を吸汁させる人工飼育法を確立した。アザミウマ類ではSAKIMURA と CARTER¹⁰⁸⁾ が薄膜（fish skin）を用いてネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANN の飼育を試みた結果、第2齢幼虫と成虫は薄膜を通して液体飼料を吸汁したのに対して、第1齢幼虫は吸汁できなかった。これは薄膜の材質が適さなかったためと思われる。それ以後、薄膜を利用したアザミウマ類の飼育法は試みられていない。本研究では、薄膜としてシーロンフィルムを用いた結果、蜂蜜液を餌として第1齢幼虫の吸汁・生存が可能であった。しかし、蜂蜜液だけでは、第1齢幼虫は脱皮することなく、成虫もほとんど産卵しないことから、栄養源として蜂蜜液のみでは不十分と思われる。そこで、本種の訪花性から推測して、この飼育法に花粉を添加することによって飼育の可否を検討した。その結果、実験に供した5種類のどの花粉でも発育が順調で、寄主植物として知られていなかったマツやチューリップの花粉でも発育し得ることがわかった。さらに、その方法によって、薄膜を通じて液中に産卵することもわかった。ANDREWARTHA²⁾ は *Thrips imaginis* BAGNALL がキンギョソウ (*Antirrhinum*) の花粉給与によって産卵が促進されることを明らかにしており、ヒラズハナアザミウマでも同様の結果を得たことになる。KIRK⁵⁶⁾ は花粉を摂食するアザミウマ類を多数記載しているが、それらのアザミウマ類にもこの飼育法が適用できると考

アザミウマ類の発育は比較的速いことが知られている。これまで調査された種に比べると、本種の発育は一層速い。アザミウマ亜目はクダアザミウマ亜目より、また花棲性アザミウマは葉棲性アザミウマより発育が速い傾向があるようである。花は花粉と蜜があるためアザミウマ類にとっては栄養的に富んでいるとはいえ、短期間のうちに落花するためアザミウマ類が利用できる期間は短いから、アザミウマ類は花の寿命に適應するよう進化してきたと考えられる。

動物の増殖率は次世代に残る雌の数とその内的自然増加率とで決まるから、性比が大きいかほど増殖率は大きくなる。通常の両性生殖では雌雄比が1:1で、季節的にも大きな変化が認められない。そのため、その個体群動態を明らかにするうえで性比の変化を考慮する必要はない。しかし、産雌単為生殖を行う昆虫では性比が変化する可能性があるゆえ、個体群動態の解析にはその把握が必要となる。

アザミウマ類の生殖方法は種によって異なる。一般に産雌単為生殖 (Arrenotoky) を行うものが多く、それらの種では未受精卵は全て雄となる。本種もこの生殖法をとることを明らかにした。一方、単為生殖をするネギアザミウマは、わが国では雄を産出せず、雌のみを産出することが知られている¹⁰⁴⁾。また、スーダンでも雌のみが発生するといわれている⁷²⁾。しかし、地域によっては雄が出現し、その雌雄比は中近東やイランでは1:1⁶⁸⁾、ハワイでは1,000:1¹⁰³⁾であるという。また、イギリスでは雄は野外に発生するけれども施設内には発生しないことも知られている⁸²⁾。これに関して、最近ポーランドのZAWIRSKA¹³¹⁾ は生殖方法の異なる二つのバイオタイプが存在することによると報告している。

本種の性比の年次的変動は小さかったが、季節的変動は大きいことがわかった。その変動には、大内⁹⁴⁾ が示したように、周期性の存在が暗示された。これは狭いガラス容器での実験においても、雄の割合が少ないと次世代には雄が多く出現した結果からも推定される。また、雌雄比が10:1では次世代の雌の割合が8日間経過しても増加しなかったことから雄の交尾能力の限界が示唆された。

アザミウマ類の生存期間および産卵数に関しては多くの報告がある^{3, 18, 40, 52, 53, 70, 71, 98, 100, 102, 104)}。それらと比較すると、本種の生存期間は長く、産卵数はきわめて多かった。同じ花棲性の *Thrips imaginis* BAGNALL の1雌当たり平均200卵の2.5倍であった。こ

れは花棲性のアザミウマ類の特徴と思われる。本実験では、餌として花粉と蜂蜜液を用いたことによって生存期間と産卵数の増大をもたらしたと考えられる。しかし、花棲性の種は寄生中絶えず花粉と蜜を得ることができるので、ここで得られた値は本種の本質的な産卵能力として評価できる。本種の1日当たりの産卵数は温度が高いほど多かった。しかし、12.5℃では長期間生存したにもかかわらず全く産卵しなかったことから、産卵の限度は12.5～15℃にあると思われる。

アザミウマ類の内的自然増加率に関しては、河合^{52, 53)} がミナミキイロアザミウマで報告しているのみである。本種の1日当たりの内的自然増加率は性比を0.8として計算すると、15～25℃の温度域ではミナミキイロアザミウマのそれより少し大きい値であった。施設野菜の重要害虫であるアブラムシやハダニ類の1日当たり内的自然増加率は、たとえば20℃で、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* (SULZER) は0.244³⁶⁾、ワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER は約0.3⁵⁷⁾、ナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH は0.165、カンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA は0.148³⁷⁾と報告されている。このことからアザミウマ類の内的自然増加率はハダニ類とほぼ同程度と考えられる。

本種の発生生態に関する調査で、10月中旬以降の雌成虫の卵巣には成熟卵が全く認められなかったことと、発育調査で卵から羽化までの発育には日長の影響が認められなかったことから、本種は成虫で越冬し、生殖休眠を行う可能性が考えられた。そこで、産卵に対する日長の影響について検討した。

光周反応をもつ昆虫は150種以上知られている¹¹⁾。アザミウマ類の光周反応としては、KOPPA⁵⁸⁾ が *Anaphothrips obscurus* MÜLLER の短翅型は短日によって生じることを、KAMM⁴⁹⁾ がその成虫休眠を報告している。しかし、光周期の感受期や臨界日長、休眠成虫の行動あるいは生理的特徴などについては調べられていない。ヒラズハナアザミウマは20℃の長日条件（14時間照明）では羽化後2～3日で産卵を開始する。一方、短日条件（10時間照明）では羽化後20日経過しても産卵する個体がなく、30日後くらいから産卵個体が出現した。このことから本種も光周反応による生殖休眠を行うことが明らかとなった。また、この休眠は自律的に覚醒することも明らかとなった。

光周条件に対する昆虫の感受性は蛹を除くすべての発育段階にみられ、生活環調節に重要な意義をもっているといわれる。本種は生殖休眠を行うことから、成

虫期も含めて、各ステージごとに短日処理を行い、その感受時期を検討した。その結果、幼虫期間を除いた各发育ステージだけの短日処理では休眠に至る個体なかった。しかし、幼虫期だけの処理でも休眠に至った個体は少なかった。また、成虫期の短日処理では産卵を停止しなかった。これらのことから、本種の休眠は光周期の累積的な効果に基づくものと考えられる。このような光周期の累積的な効果はSAUNDERS¹⁰⁹⁾やROCK¹⁰¹⁾によっても唱えられており、温度によってその効果が異なる。本種の場合、20℃では少なくとも10回の光周期を与える必要があると思われる。さらに、EARLEとNEWSON²⁰⁾がワタミゾウムシの1種 *Anthonomus grandis* BOHEMAN で報告しているように、本種の休眠も不可逆的であると思われる。本種のように花に依存する花棲性種は、開花する花の少ない冬季は生存にとって不利な環境である。さらに、本種のように、发育零点が比較的高い種では冬季における发育は不可能になる。このことから成虫休眠は本種の生活史の適応として重要な意義をもつと考えられる。これまでに報告された *Anaphothrips obscurus* MÜLLER のほかに、他の温帯産アザミウマ類も本種と同様の成虫休眠が普遍的な現象であると思われる。

多くの長日型の昆虫で得られた結果から、高温は長日とともに休眠阻止の作用を及ぼすことが知られている^{11, 109)}。本種についても23℃以上の温度では、光周期が休眠条件でも、休眠が阻止された。また、この休眠の限界温度は種によって異なることから、種の特長と思われる。

休眠の割合を日長の関数としてプロットした曲線を光周反応曲線とよばれている。この曲線の臨界日長付近は昆虫の適応上の意味があり、自然選択の結果が反映されているという¹⁰⁹⁾。地理的変異性はこの臨界日長の変化として表わすことができ、本種の地理的変異性を検討したところ、臨界日長と緯度との間に高い相関関係が認められ、緯度が5度増えると臨界日長が1時間長くなることが認められた。この傾向と類似した結果が、*Wyeomyia smithii* (COQ)^{13, 14)} や *Aedes sierrensis* (LUDLOW)⁴⁸⁾ などのカ類で得られている。このように本種の休眠誘起の臨界日長に地理的変異性が認められたことは、各地域個体群が遺伝的に固定されていると推察できる。

休眠虫の行動的および生理的な特徴については多くの報告がある¹¹⁾。成虫休眠を行う昆虫では、休眠に入ると摂食をしなくなり、光に対して負の走光性を示

し、寄主植物から離れて地面に潜ったりすることが知られている¹⁹⁾。また、越冬場所への移動も知られている^{15, 17, 28, 29, 33)}。本種の非休眠成虫を花粉と蜂蜜液で飼育すると2~3日経過後には花粉にカビが生えるが、休眠成虫と同じように飼育してもカビがあまり生えないことから、休眠成虫の摂食が抑制されていることがうかがえる。

休眠期の環境に対する反応の特性として耐寒性は重要な適応的役割を果たしている¹⁷⁾。

低温に対する抵抗性は氷点以上の0~10℃に耐える能力(耐寒性)と氷点以下の温度に耐える能力(耐凍性)と区別しなければならない。そこで、休眠成虫の耐寒性および耐凍性について検討した。休眠、非休眠成虫とも羽化後すぐに5℃へ移すと40日後には死亡率が90%に達した。羽化後10日間10~20℃で順化すると80日経過しても死亡率は低かった。その場合、休眠虫のほうが非休眠虫よりも死亡率が低かった。したがって、タカハシショウジョウバエ *Drosophila takahashii* STURTEVANT⁵⁴⁾ やカオジロショウジョウバエ *Drosophila auraria* PENG²⁶⁾、クイーンズランドミバエ *Dacus tryoni* (FROGGATT)^{74, 75)} で報告されているように、本種も低温の順化によって耐寒性を獲得することがうかがえる。本種は生存期間が長いから、越冬中の個体には光周期によって休眠した個体と非休眠した個体とが含まれる。その場合、非休眠個体は12.5℃以下の温度では産卵しないことから温度依存的に産卵が抑制されていると考えられる。しかし、非休眠個体はわずかに耐寒性が劣ることから越冬時における死亡率は休眠成虫のそれよりも高いと思われる。休眠性と耐寒性との関係については、朝比奈・丹野⁶⁾ や朝比奈・竹原⁵⁾ が報告しているように、休眠に入った個体は低温に遭遇する以前に耐寒性を具えていることが知られているから、本種も休眠性を獲得する以前から耐寒性を具えているのかもしれない。

本種の自発的過冷却点は幼虫で高く、成虫では低く、非休眠雌と休眠雌との間には差が認められなかった。このことから、成虫態の越冬が主となると思われる。しかし、冬でも平均気温が12℃以上の沖縄などでは各发育態で越冬することが推察される。また、本種の過冷却点がミナミキイロアザミウマのそれ(積木・永井、未発表)よりも低いことは、本種が世界的に広く分布する根拠となる。

昆虫の休眠打破には、ある程度の低温処理期間が必要であることがよく知られている¹¹⁾。本種は自律

的に休眠覚醒するとはいえ、その覚醒は斉一ではない。そこで、本種に対しても一定の低温処理を行うと休眠覚醒が揃うようになった。すなわち、5℃の低温処理が50日以上では同じような覚醒傾向を示し、その処理期間の長短にかかわらず覚醒までに少なくとも5日間が必要であった。この期間は休眠間发育期間と考えられる。

光パルスによる暗期中断、いわゆるスケルトン光周期によって光周測時に概日系が関与していることが多くの昆虫で証明されている¹⁰⁹⁾。そこで、本種についてもスケルトン光周期を検討したところ、暗期の4時間目と10時間目の1時間パルスでいくらかの休眠阻止効果が認められ、4時間目のほうの効果が大きかった。この現象から本種においても測時機構の存在が示唆された。

3) 行 動

害虫の行動に関する研究はその防除の視点からも重要な意義をもっている。配偶行動の解析から性フェロモンの研究へと進展し、また、飛翔行動にかかわる色や光に対する走性を知ることによって、その発生量や時期を調査することができる。また、飛翔能力を知ることによって移動を解析することができる。

アザミウマ類の交尾時間に関しては、*Haplothrips verbasci* (OSBORNE) では16~18秒、*Caliothrips fasciatus* PERGANDE では3~10分、*Aeolothripidae* では20~60分持続し、通常、交尾時間はクダアザミウマ亜目よりアザミウマ亜目のほうが長いといわれている⁶⁸⁾。

本種の交尾時間はほとんどの個体が6分以上であった。雌は、BAILEY⁸⁾ が *Caliothrips fasciatus* PERGANDE で報告しているように、1度交尾すると雄を拒否する行動が認められるのに対して、雄は別の雌と多回交尾をする。*C. fasciatus* の交尾雌は、産卵初期にはすべて雌を、後半には全て雄を産むという。ヒラズハナアザミウマにはそのような産み分けがみられなかった。また、本種の雌は1回の交尾(20℃)で毎日産卵しつづけ、約40日間精子を蓄えておくことができた。このような貯精能力から判断して、越冬雌はすでに交尾を終えているものと考えられる。

休眠条件で飼育された雌雄は交尾に至るまでの時間が長くなり、ともに交尾に対して消極的であった。雌では交尾を拒否する割合が大きく、雄では交尾に至るまでの時間が長くなった。これは休眠虫の行動的な特徴と考えられる。さらに休眠条件が雄の精子形成に

影響を及ぼすかどうかを検討したところ、休眠雌と交尾した非休眠雌は雌を産出したことから、雄の精子形成には異常が生じないことがわかった。雄の休眠性については多くの研究があるが、顕著な例は知られていない^{9, 22, 73, 97)}。PENERとORSHAN⁹⁶⁾ はバッタの一種 *Oedipoda miniata* (PALL.) の雄の交尾頻度が短日条件では少なくなることを報告している。本種の雄についても交尾に至るまでの時間が長かったことからその頻度が少なくなることも考えられる。

アザミウマ類の色に対する反応は、ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNY^{50, 124)}、チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* HOOD⁹³⁾、*Frankliniella occidentalis* (PERGANDE)⁸⁰⁾、*Liothrips cerealeum* HALIDAY⁶³⁾ などで研究されている。種によって選好する色が異なり、チャノキイロアザミウマでは黄色、*F. occidentalis* では白色、ミナミキイロアザミウマでは白色と青色に多く誘引される。本種については山本¹²⁶⁾ と同様の結果が得られた。しかし、本研究では、最初の実験では黄色と青色に、2回目の実験では青色と白色に誘引された。青色は各実験に共通して誘引性があつたのに対して、白色と黄色については反応が異なった。これは微妙な色の違いによるものと考えられる。測光結果から各色の表示値には明瞭な傾向が認められなかったけれども、主波長が480nmのとき刺激度が大きいと誘引性が高いことがわかった。また、400nm前後の反射率が高く、かつ600nm前後の波長の反射率が低いときのほうが誘引性があつた。さらに、紫外線除去フィルムで被覆して400nm以下の波長を除去すると、いくぶん誘引性が劣つたので、この波長域にも本種が誘引されると思われた。結論としては、青色系統の色が安定的に本種を誘引することから、青色トラップは本種の発生調査に利用できるといえる。

アザミウマの飛翔行動については *Liothrips cerealeum* HALIDAY で詳細な研究が行われている^{65, 66, 67)}。アブラムシと同様に空中プラントンといわれるように、非常に高いところでの採集記録がある^{24, 67)}。本研究でも高さ8.5mのトラップに誘殺された。しかし、アザミウマ自体の飛翔能力については不明な点が多いとされている。

飛翔時刻に関しては山本¹²⁶⁾ の報告があり、本研究でも昼間に誘殺されることがわかった。すでにLEWIS⁶⁸⁾ も認めているとおり、これはアザミウマ類に普遍的な行動時間帯といえる。また、アザミウマ類の飛び立ち温度は20℃前後と報告されていることや、本種の飛翔

が温度変化の大きい時間帯に多かったことから、飛翔に及ぼす気温の影響が大きいと思われる。このことは室内における飛翔試験によっても裏付けられた。日射量の変化も影響したから、気温以外の気象的变化も飛び立ちに左右するかもしれない。

本種の飛翔については、それが密度依存的に起こる現象であることが示唆された。すなわち、粘着トラップへの半旬誘殺数とその半旬の初日におけるシロツメクサ花上の生息虫数との間には高い相関がみられたからである。さらに、圃場内に設置した粘着トラップへの誘殺数は圃場への飛び込みではなく、圃場からの飛び立ちを反映している。したがって、本種の圃場内の生息密度調査に粘着トラップが利用できると思われる。

本種は開花量の多い時期には定着個体が多く、反対に少ない時期には飛翔個体が多いと思われる。また、羽化直後の個体では飛翔率が低かった。これはアブラムシ類でいわれているように、一定の飛翔筋成熟期間があり、かつ体が硬化していない、いわゆる teneral development¹²²⁾ の個体であるゆえに飛翔を行わなかったと推察される。この teneral development は *Limothrips cerealium* HALIDAY では 20℃ で 5 時間ぐらいで、この期間は温度依存的であるため、温度が高いと短縮するという⁶⁸⁾。本種は、完全に teneral development を終了するためには、25℃ で少なくとも 1 日を要すると思われる。

粘着トラップで捕獲された雌個体の蔵卵率はシロツメクサから採集した個体のそれよりも低かったことから、飛翔個体は成熟卵を形成していないという有利性をとっているであろう。飛翔と胚子形成との関係については、アブラムシ類で研究されており、有翅型は一定の飛翔期間を経た後に胚子の発育が起こるという⁴⁶⁾。さらに、いったん胚子が形成されると、飛翔筋が自己分解されて定着することも知られている⁴⁵⁾。花棲性アザミウマでは成虫は絶えず花を求めて移動するため、アブラムシ類とは異なり、飛翔筋の自己分解は生じないと思われる。

誘殺方向と風向との関係をみると、本種は風上に向かって飛翔しており、それに要するエネルギーを有効に利用しているものと考えられる。これは色に対する定位飛翔とともにアザミウマ類の能動的な飛翔を意味していると考えられる。また本研究で考案した飛翔観察装置によると、無風状態で飛翔台から真上に 30cm の高さまで飛翔した。これだけの飛翔能力があれば上昇気流にのることは容易であると思われる。

アザミウマ類の mass flight は、ヨーロッパ産の *Anaphothrips obscurus* MÜLLER, *Chirothrips manicatus* HALIDAY, *Frankliniella intonsa* (TRYBOM), *Limothrips cerealium* HALIDAY, *Limothrips denticornis* HALIDAY, *Melanthrips fuscus* (SURZER) などで古くから知られ、“thunder flies” とか “storm flies” とよばれている⁶⁸⁾。JENSEN⁴⁴⁾ はハンガリーで本種の秋期における mass flight を観察し、越冬地への飛翔と考えている。秋期に卵巣が発達していないことは越冬地への移動にとって有利であることは多くの害虫で知られている。本種の越冬については、カキクダアザミウマ *Ponticulothrips diospyrosi* HAGA et OKAJIMA²⁵⁾ や *Liothrips cerealium* HALIDAY⁶⁹⁾ のような集団越冬は確認できなかったが、枯葉の下などに少数の越冬個体を見つけることができた。これが春季の発生源となるには余りにも少なすぎる。アメリカ合衆国やアフリカでもアザミウマ類の長距離移動の可能性が示唆されている^{47, 115)}。本種についても春季や秋季における海外からの飛来の可能性は否定できないけれども、本種の休眠性に地理的変異性が認められたことから各地域での個体群は遺伝的に固定されていると考えられ、南方からの飛来の可能性は少ないと思われる。また、たとえ飛来しても、その地の個体群の主体とはなりえないであろう。

第4節 まとめ

1) 寄主植物

本種の寄主植物は、本研究で新たに 23 種を追加し、これまでに確認されたものと合わせて 40 科 108 種となった。

2) 発生消長

本種はシロツメクサの開花開始とともに発生し、初発生期はほぼ 5 月上旬であった。発生開始から 6 月下旬までは指数関数的に増加した。その後、発生密度は減少するとはいえ、10 月中旬～11 月下旬までの発生が認められた。また、成虫態で越冬すると考えられた。

3) シロツメクサ花と粘着トラップによる発生量

シロツメクサ花における発生量と粘着トラップによる誘殺数との関係を検討した結果、半旬当たりの誘殺数 (対数変換値 $\log(X+1)$) とその半旬の初日における 1 m² 当たりの生息成虫数 (対数変換値 $\log(Y+1)$) との間には高い相関 ($r=0.858^{**}$) が認められ、回帰式は $\log(Y+1)=0.637+1.096\log(X+1)$ となった。

4) 季節的変動要因としての気象条件

5 月中旬の平均気温 (T) と 6 月下旬までの増殖ポテンシャル (R) との間には高い相関関係 ($r=0.994^{**}$) が認められ、その回帰式は $R=-0.0777+0.0139T$ となった。また、6 月中旬以降の連続的な降雨によって発生量が減少することがわかった。

最高密度期 (6 月下旬) までの発生量 (Y) は、シロツメクサの開花初日 (C) と 5 月中旬の平均気温 (T) とから、下式により求めることができた。

$$Y=(0.0139 T-0.0777) \times (X-C)$$

ただし、Y は 1 m² 当たりの密度 ($\log(N+1)$)、X は 5 月 1 日を起算日とする日数、C は 5 月 1 日を起算日としたシロツメクサ開花初日である。

5) 蔵卵雌率の季節的変動

5～6 月における蔵卵雌率が比較的高い傾向を示した。しかし、その値は 50% 以下のことが多く、その後は 10～30% の間で変動した。また、10 月中旬以降に採集した個体は全く成熟卵を蔵卵していなかった。

6) 飼育方法の確立

本種は花粉と蜂蜜液によって飼育が可能で、水または蜂蜜液によく産卵し、ふ化装置でよくふ化させることができた。また、餌としての花粉はチャに限らず、イチゴ、ナシ、チューリップ、クロマツのいずれの植物の花粉でも幼虫の発育に好適であり、また、産卵にも適していることが明らかとなった。これによって、本種の大量簡易飼育法を確立することができた。

7) 発育

本種の発育は温度が高くなるにつれて短縮した。卵、幼虫 + 蛹、産卵前期間の発育零点は 12.0℃、11.0℃、13.6℃、有効積算温度は、それぞれ 37.6、99.1、23.4 日度となり、出雲市での年間発生世代数は 12 回、北海道で 5 回、宮崎では 14 回と推定された。また、発育には日長が大きな影響を及ぼさなかった。国内 5 か所で採集した系統間に発育の差は認められなかった。ただし、低温では北方の系統ほど発育が速い傾向がみられた。

8) 生殖方法と性比

未交尾雌が産下した卵からふ化したものは全て雄であった。一方、交尾を確認した雌が産んだ子世代個体の性比は、交尾 4 日後に産まれたもので 0.82 であった。以上の結果から本種の生殖方法は産雄単為生殖であることが判明した。

野外における性比は 0.5～0.9 (雌のほうが雄よりやや多い) と大きく変動し、花および粘着トラップに

による個体群ともによく似た変動パターンを示した。また、性比の年次的変化は小さく、平均性比はシロツメクサの花では 0.63、粘着トラップによる調査では 0.78 となり、粘着トラップによる誘殺個体群の性比のほうが花上のそれよりも大きかった。

親世代の雄の割合が多いと、子世代の性比は大きくなり、0.8 前後までになった。しかし、雄の少ない (雌:雄が 10:1 や 5:1 など) 場合には、子世代の性比は 0.6 にも達しなかった。

9) 寿命と産卵数

成虫の生存期間は長く、25℃ 区では平均 52 日で、最長 96 日間も生存した個体があった。また、12.5℃ では 200 日以上生存した個体があった。

1 雌当たりの産卵数は、25℃ 区で最も多くて約 500 個、最高 700 個産卵した個体があった。羽化時の生存率を 100%、性比を 0.8 として個体群増殖のパラメータを算出すると、純繁殖率 (R_0) は 15℃ で 176.9 倍、20℃ で 299.5 倍、25℃ では 394.7 倍となった。1 日当たりの内的自然増加率は 15℃ では 0.0535、20℃ では 0.0966、25℃ では 0.1580 であった。

10) 休眠性

④ 光周反応

本種は光周期による生殖休眠を行うことが明らかとなり、長日型の光周反応を示すことがわかった。休眠誘起の臨界日長は緯度が高くなるほど長くなり、旭川市産で 14 時間 15 分、長沼町産で 13 時間 58 分、盛岡市産で 13 時間 48 分、谷田部町産で 12 時間 57 分、出雲市産で 12 時間 25 分、金城町産 12 時間 33 分、宮崎産で 11 時間 36 分であった。緯度 (X) と臨界日長 (Y) との間には高い相関が認められ、回帰式 $Y=0.213X+4.837$ が得られた。また、全暗条件下では休眠性が異なり、緯度が高いものほど休眠性が高かった。

暗期の 4～6 時間目に 1 時間の光パルスを入れて暗期を中断すると、休眠が阻止される個体が現われた。とくに暗期の 4 時間目に中断した区で休眠阻止効果が高く、非休眠雌は 28% に達し、10 時間目にも小さなピークがあった。このことから測時機構の存在が示唆された。

⑤ 光周期の感受期

本種の光周期に対する感受性は幼虫期に最も高いが、卵期から蛹期にかけての累積的な効果のほうが大きいことが明らかとなった。また、成虫期には感受性がなく、不可逆的な休眠を行うことがわかった。

③ 休眠と温度

本種の休眠の限界温度は20～23℃の間であることがわかった。成虫は羽化後の急激な温度の低下に対しては弱いが、徐々に低下するときには長期間低温に耐え得る。さらに、休眠成虫は非休眠成虫よりも耐寒性があることが明らかとなった。しかし、過冷却点是非休眠成虫と休眠成虫ともにおおよそ-25℃から-30℃の間で、両者間に差がなく、幼虫のそれよりも低かった。

④ 休眠の終了

休眠成虫は低温処理期間が長くなれば休眠の覚醒が斉一化する傾向が認められた。50および70日間の低温処理では休眠覚醒傾向にほとんど差がなく、50%休眠覚醒率は処理後7日であった。したがって、休眠成虫は産卵開始までに少なくとも5日間の休眠期間発育を必要とすることが示唆された。

11) 配偶行動

羽化直後および羽化5日目の個体とも交尾前時間はほとんどが30秒以内で、交尾時間は6分以上であった。雄は連続して交尾を行うが、雌は通常1回だけであることが判明した。また、雌成虫は1回交尾して、その後20℃で産卵し続けても20～39日間は精子を貯蔵できることがわかった。

休眠雌は交尾行動が多少抑制されるようであった。また、非休眠雌と休眠雌との組み合わせでは、次世代に雌が出現した。このことから、休眠雄の精子形成には異常がなく、本種の休眠性は雌にのみみられる生理現象であることがわかった。

12) 飛翔行動

雌成虫は羽化直後には十分な飛翔能力をもたない。しかし、いったん獲得すると、それを維持することがわかった。480～490nmの波長および近紫外部の波長(300～400nm)に対して正の走性を示すようである。飛翔高度については、シロツメクサ圃場においてトラップの地上高1.5m前後に多く誘殺されたが、寄主植物のない場所では8.5mの高さまで雌が誘殺された。飛翔行動は夜間には認められず、その誘起には光と20℃以上の温度が必要で、日射量の変化も影響するものと思われる。温度の変化(上昇)が飛翔誘起に大きな影響をもつことがわかった。また、本種の飛翔(飛び立ち)は風上に向かって行われ、風速が2.5m以上になると飛翔が抑制されることが示唆された。

第2章 被害

— トマト白ぶくれ症の発生 —

近年、わが国ではアザミウマ類による農作物の被害が各地で問題となっている。ヒラズハナアザミウマの被害は古くから花き類でよく知られており、近年では、イチゴの褐変果、プリンスメロンの汚斑点果、トマトの白ぶくれ症などが知られている。これら被害のうち、島根県では、1976年ごろから山間部的那賀郡金城町の雨よけハウス栽培トマトで白ぶくれ症が発生し、商品価値を著しく低下させるため、栽培上大きな問題となった。

この症状は、従来知られているアザミウマ類による吸汁被害^{41, 34, 95, 117, 118})と異なることから、その加害習性の詳細は不明であった。また、白ぶくれ症の発生実態については、豊田¹²⁴⁾の断片的な報告しかなく、不明な点が多かった。そこで、本症状の原因究明および発生分布について調査、検討を行った。

第1節 実験および調査方法

1. トマト白ぶくれ症状とその発生原因

1) 症状

県内各地のトマト栽培地で、各種のトマト果面傷害果をできるかぎり採集し、類似した傷害果の形態的特徴を比較検討した。また、島根農試内の圃場で、白ぶくれ症果の発現状況を観察した。

2) ヒラズハナアザミウマによる被害再現試験

当初、問題となった金城町周辺のトマト栽培地における害虫相の調査および豊田¹²⁴⁾の報告から、トマト白ぶくれ症はトマトの開花期前後におけるアザミウマ類による被害と想定された。そこで、トマトの花に寄生するアザミウマ類のうち最も多かったヒラズハナアザミウマを用いて被害再現試験を行った。

・試験1

供試虫：試験前日にシロツメクサの花から採集した成虫を用いた。

供試トマト：既寄生を防ぐため、あらかじめガラス室で栽培した鉢植えのトマト(品種：強力米寿)を用いた。

方法：3～4花が開花中の花房をそれぞれビニール袋で覆い、その中に1花房当たり雌雄成虫10匹を放し、10日後に被害果発生の有無を調査した。なお、1980年8月10日には露地圃場で、1981年7月31日と9月10日にはガラス室内で行った。

試験2

加害状況を詳細に知るために本試験を行った。

供試虫：花粉と蜂蜜液による飼育法⁸⁴⁾で飼育した本種の産卵可能雌と未産卵雌ならびに雄成虫を用いた。産卵可能雌とは産卵開始を確認した個体であり、未産卵雌は花粉を摂食させていない産卵前期間中の個体である。

供試トマト：試験1に準じた。

方法：1花だけ残した花房を硫酸紙で覆い、その中に各供試虫を5匹ずつ2日間放飼し、10日後に被害の有無を確かめた。なお、本試験は1981年9月と10月にガラス室内で行った。

試験3

前記試験と同様に、鉢植えのトマト花房に雌成虫を5日間放飼した。雌成虫の回収後、花卉、がくを取り除き、子房の産卵部を実体顕微鏡下に置いて、白ぶくれ症の発現状況を観察した。

3) 発生圃場調査

1983年、浜田市国分町の夏秋露地栽培トマト(品種：ときめき、5月20日定植)の圃場(15a)を8区画に分け、各区から系統抽出法で20株を選び、第3段花房開花最盛期(6月9日)にヒラズハナアザミウマの寄生虫数を、第3段果房結実期(7月8日)に被害果を調査した。そして本種の寄生花率および花当たり生息密度と白ぶくれ症果の発生量との関係を検討した。

2. トマト白ぶくれ症の発生状況

1) 国内における発生調査

トマト白ぶくれ症の全国的発生概況を知るため、1981年4月に全国各都道府県の関係試験場宛に、その発生確認年次、発生時期、被害度等についてアンケート方式で問い合わせた。

2) 県内における発生調査

島根県における本症状の発生分布を知るため、1980年から随時、県内のトマト圃場を巡回調査し、本症状の発生の有無を調査した。また、県内の農業改良普及所および病虫害防除所ならびに農家から持ち込まれた被害果を鑑定し、本症状果の発生を確認した。

1982年5月中旬から8月下旬の間には、県内各地の各種作型のトマト栽培圃場からランダムに20株を選び、その全果実について発生状況を調査した。さらに、1980年から84年の5か年間、出雲市芦渡町および浜田市国分町の夏秋栽培トマト圃場から、それぞれランダムに50～60株を選び、7月中旬から下旬に第1段果房から第5段果房までの被害果を調査した。

3. トマト白ぶくれ症果とヒラズハナアザミウマの空間分布

1) 白ぶくれ症果の空間分布

1980～84年の5か年間、県内の19圃場で20～180株のトマトについて株単位に白ぶくれ症果を調査した。平均こみあい度(m)と平均密度(m)を求め、Iwao⁴²⁾のm-m^{*}回帰分析法によって被害果の株当たりの分布様式を分析した。また、1982年5月7～10日に島根農試圃場に定植した夏秋露地栽培トマト(品種：ときめき)180株について、6月11日に全果実の被害痕数(産卵痕)を調査し、MORISHITA⁸¹⁾の指数によって被害痕の果実当たりの分布型を判定した。

2) ヒラズハナアザミウマの空間分布

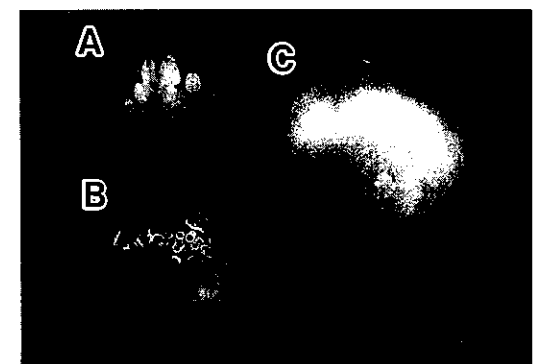
トマト圃場における本種の発生分布型を明らかにするため、1980～83年の4年間、出雲市および浜田市の夏秋露地栽培トマトの22圃場で本種の発生初期から最盛期に、1圃場当たり30～200株をランダムに選び、花単位に寄生した成虫数を調査した。そして、Iwao⁴²⁾のm-m^{*}回帰分析法によって花当たりおよび株当たりの成虫の分布様式を解析した。

第2節 実験および調査結果

1. トマト白ぶくれ症状とその発生原因

1) 症状

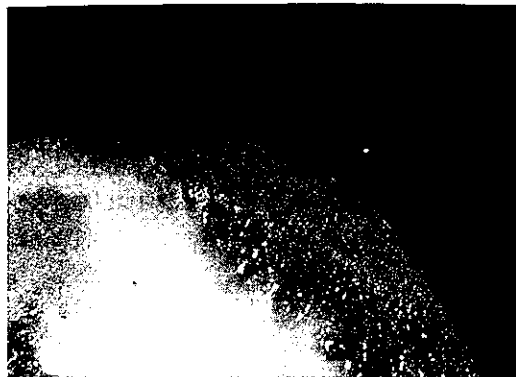
トマトの果面傷害には、白ぶくれ症状のほかに灰色かび病菌によるghost spot症状、カメムシ類の吸汁加害によるものがある(第40図)。そのうち、トマト白ぶくれ症は、症状部が白く、やや長楕円形に地腫れ状に盛り上がり、そのほぼ中心部にえくぼ状の陥没点



第40図 トマト果面傷害

A：白ぶくれ症果 B：灰色かび病菌によるGhost spot症状果
C：カメムシ類による吸汁被害

があることによって、ほかの症状と容易に区別することができる。被害の著しい果実では、複数の白ぶくれが重なり、数個の陥没点が見られる。この症状は落花後間もない幼果にもすでに初期症状として認められ、果実が肥大すると白ぶくれの斑紋は大きく、明瞭になる。また、症状は果頂部から果腹部にかけて多くみられる。この症状は未熟な緑色果実で特に目立ち、著しい場合には、その部分が着色不良となる。その斑紋部を切断してみると、明らかに果肉の肥大が認められ、陥没部分にはカメムシ類の吸汁によるような唾液鞘が認められない(第41図)。また、表皮組織の破壊も認められない。



第41図 白ぶくれ症果の断面

2) ヒラズハナアザミウマによる初害再現試験

3~4個の花をつけた花房に放飼した試験1では、雌成虫放飼区で白ぶくれ症が発生した。しかし、その被害率は低かった(第39表)。花房に1花だけ残して放飼した試験2では、産卵可能雌放飼区でのみ本症

第39表 ヒラズハナアザミウマによるトマト
白ぶくれ症再現試験1

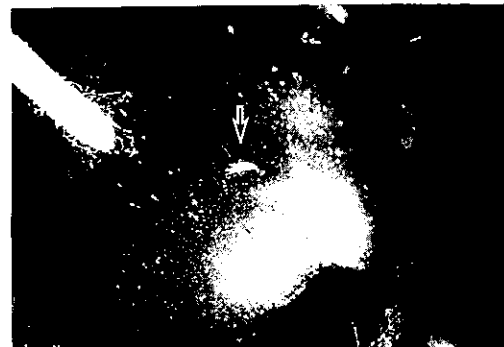
試験区	供試花房数	被害果房率(%)	着果数	被害果率(%)
雌成虫放飼区1	7	70.2	19	31.6
雌成虫放飼区2	6	33.3	11	18.2
雌成虫放飼区3	10	80.0	35	37.1
雄成虫放飼区	9	0.0	16	0.0
無放飼区1	9	0.0	24	0.0
無放飼区2	10	0.0	25	0.0
無放飼区3	9	0.0	28	0.0

状が発生し、被害率が高かった(第40表)。さらに、試験3では、雌成虫放飼5日後には子房、雌ずい、花弁などに産下卵を確認したほか、ふ化脱出する幼虫を観察することもできた(第42、43図)。子房の産卵部

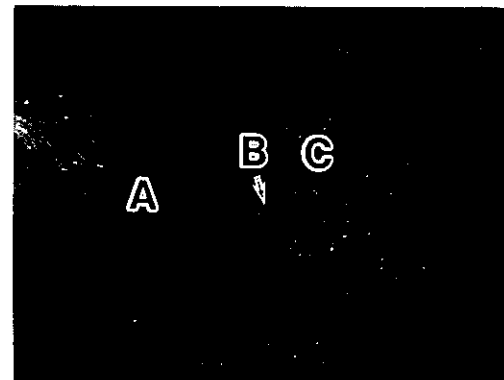
第40表 ヒラズハナアザミウマによるトマト
白ぶくれ症再現試験2

試験区	供試花数	着果数	被害率(%)
産卵雌放飼区1	5	5	80.0
産卵雌放飼区2	10	10	70.0
未産卵雌放飼区1	5	5	0.0
未産卵雌放飼区2	10	10	0.0
雄放飼区	5	4	0.0
無放飼区1	5	5	0.0
無放飼区2	15	14	0.0

注) 産卵雌:産卵開始を確認した個体
未産卵雌:産卵前期間中の個体で、花粉を摂食させていない。



第42図 トマト幼果からふ化脱出中のヒラズハナアザミウマ幼虫



第43図 ふ化直後のヒラズハナアザミウマ幼虫と初期白ぶくれ症状
A:ふ化直後の幼虫 B:産卵痕 C:初期白ぶくれ症状

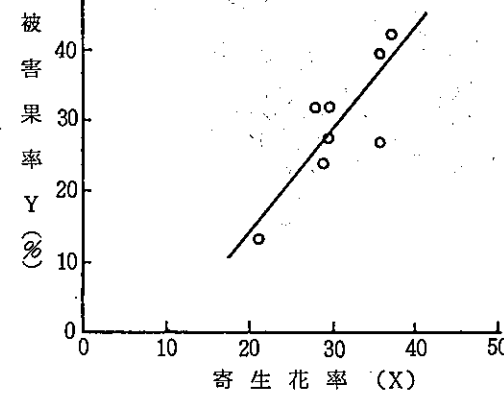
周辺は幼虫のふ化前には白斑状となるが、ふ化脱出後には産卵痕が陥没するのに対し、白斑部はふくれ上がり、白ぶくれ症となることがわかった。白ぶくれの部分には、アザミウマの吸汁による表皮組織の破壊は決して認められなかった。

以上の結果から、トマト白ぶくれ症はヒラズハナアザミウマの産卵によって生じる特異な症状であることが判明した。

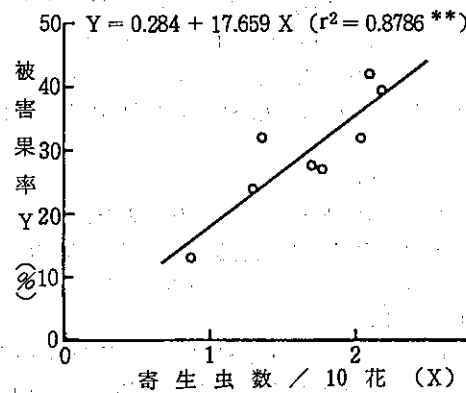
3) ヒラズハナアザミウマの発生と白ぶくれ症発生との関係

ヒラズハナアザミウマ雌成虫の寄生花率(X)と被害率(Y)の間には高い正の相関($r=0.9148^{**}$)が認められた(第44図)。その回帰式は $Y=1.453X$

$$Y = -14.893 + 1.453X \quad (r^2 = 0.8368^{**})$$



第44図 ヒラズハナアザミウマ寄生花率と白ぶくれ症果の発生との関係
 $X, Y: \text{Arcsin}\sqrt{\text{百分率}}$



第45図 ヒラズハナアザミウマの花当り寄生虫数と白ぶくれ症果の発生との関係
 $X: \ell n(X+1), Y: \text{Arcsin}\sqrt{\text{百分率}}$

-14.893 となり、寄生花率50%では被害率が約60%となることがわかった。また、本種のトマト10花当たりの寄生虫数($\ell n(X+1)$)と被害率(Y)との間に高い正の相関($r=0.9373^{**}$)が認められた(第45図)。その回帰式は $Y=17.659\ell n(X+1)+0.284$ となり、花当たりの1匹の寄生によって被害率が約50%となることもわかった。

ヒラズハナアザミウマ雌成虫の花当たり寄生虫数と寄生花率の関係をみると、各調査区とも花当たり寄生虫数は1匹以上のことが多く、寄生花率は40%以下であった。

2. トマト白ぶくれ症の発生状況

1) 国内

(1) 発生都道府県

44道府県からアンケートに回答があったうち、本症状の発生が確認されたのは島根県を含めて28道府県であった。また、現地から直接、発生情報を得ている6県を加えると、本症状は北海道から南は沖縄県まで広く分布していることが判明した(第46図)。

(2) 初発発生年次

がが国で本症状の発生が確認されたのは比較的新しく、1950年代後半に徳島県や宮崎県で確認されたのが一番古い記録である。そのほかは1970年以降に確認された所がほとんどで、70年代には20道府県にも及んでいる(第46図)。

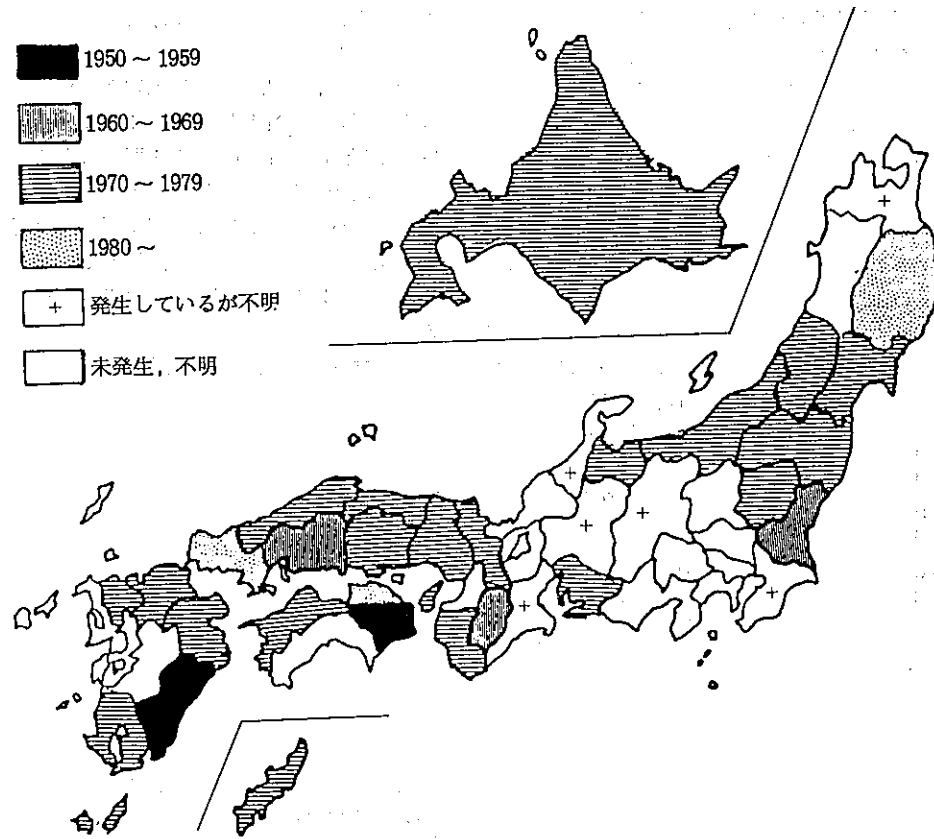
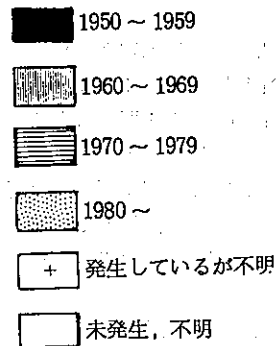
(3) 発生時期とその作型

わが国における本症状の発生は、4月から11月まで認められ、冬期間には全く認められなかった。沖縄県では4月から認められているが、多くの府県では5月下旬からであり、特に6~7月に発生する地域が最も多かった(第41表)。また、トマトの作型では、

第41表 トマト白ぶくれ症の発生時期

発生時期(月)	発生を確認した都道府県数
4	1
5	10
6	13
7	13
8	10
9	4
10	4
11	3

初発生年次



第46図 トマト白ぶくれ症の発生分布 (1982年現在)

第42表に示したように、夏秋露地栽培（雨よけ栽培を含む）で本症状の発生が最も多かった。

第42表 トマト白ぶくれ症の発生と作型

作 型	発生を確認した都道府県数
露地栽培（雨よけを含む）	16
半促成栽培	5
トンネル栽培	3
抑制栽培	3
促成栽培	1

(4) 被害程度

被害程度は地域および年次によって異なり、少発生

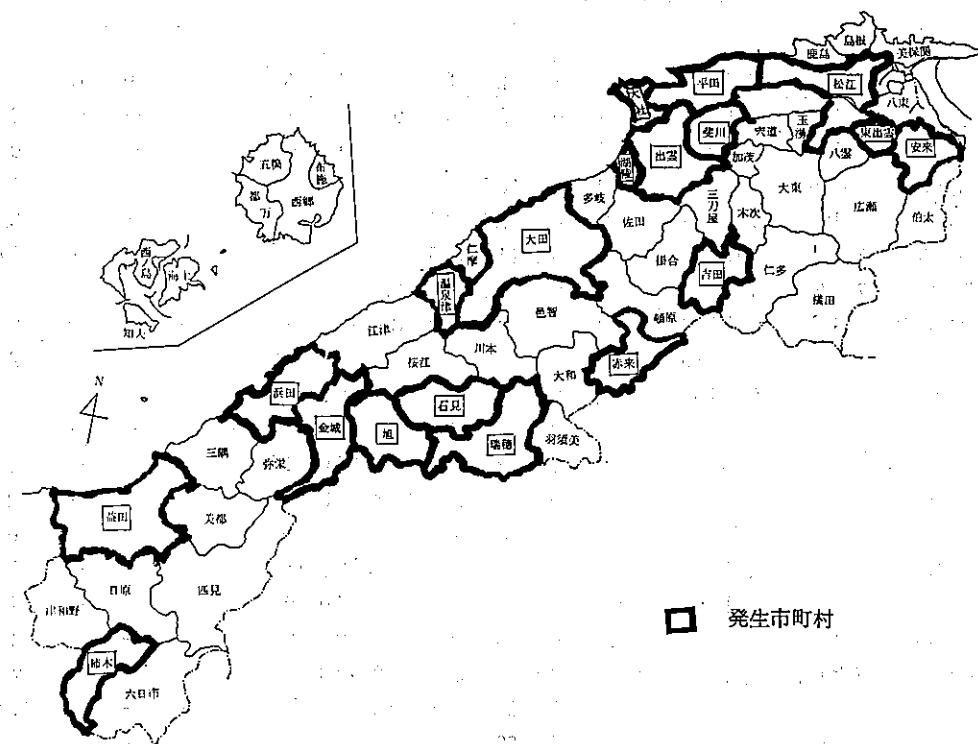
年には被害率が10%未満であったのに対し、多発生年にはそれぞれが20～30%以上であった。また、50%以上の圃場が認められる県もあった。数県では、選果時の品質検査でランクが格下げられて問題になったという。

2) 島根県内

本症状の発生は最初、山間部で認められた。しかし、県内における発生分布、発生状況および発生推移については不明であったために、それらを調査した。

(1) 発生地

1980年から84年までの調査および普及所等からの診断依頼のあったトマト果面傷害果の鑑定の結果、第47図のように、県内のトマト主要栽培地帯を中心に19市町村で本症状の発生が確認された。とくに、雨よけ栽培地帯の金城町および石見町で多発し、現地では品質



第47図 島根県における白ぶくれ症の発生分布

低下のため大きな問題になった。

(2) 発生状況調査

白ぶくれ症は5月下旬から、県内全域の夏秋露地、夏秋雨よけおよび半促成栽培の各作型で認められた。石見町の雨よけ栽培圃場では、平均被害率が30%以上にも及ぶ圃場も認められた。被害果は6月上旬以降開花した果房に多く、夏秋栽培では第2段果房から第4段果房に、半促成栽培では上位果房に多かった。(第43表)。

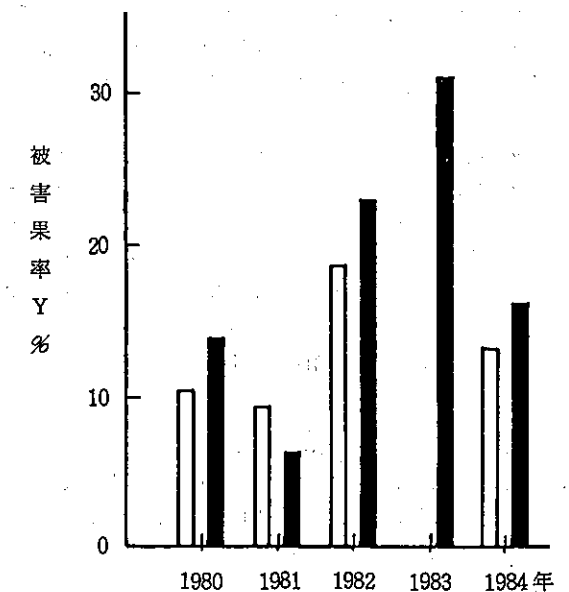
(3) 発生推移

白ぶくれ症発生の年次変動は大きく、調査2地点ともほぼ同様の傾向を示した(第48図)。少発生年では被害率が10%未満、多発生年には30%以上であった。

3. トマト白ぶくれ症果とヒラズハナアザミウマの圃場内分布

1) 白ぶくれ症果の空間分布

トマト圃場における本症状果の分布について調査し、あわせて被害発生調査における必要サンプル数についても検討を加えた。



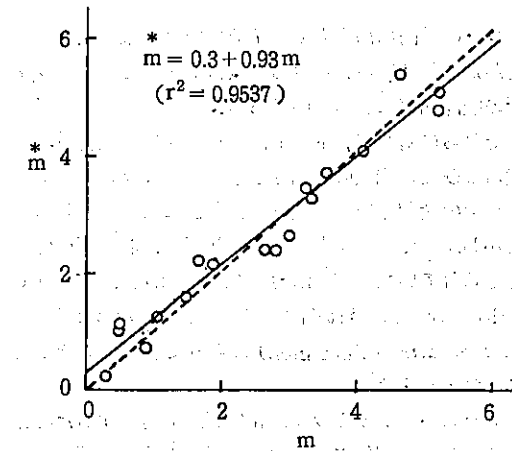
第48図 島根県における白ぶくれ症発生の年次変動
□: 出雲市, ■: 浜田市

第43表 島根県におけるトマト白ぶくれ症果発生状況

調査地点	調査月日	定植時期	作型	果房段位別被害果率(%)										総被害果率(%)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
安来市東赤江町	5月18日	4月上旬	半 促	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	0
" "	5月29日	4月上旬	半 促	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	0
浜田市国分町	6月10日	5月中旬	露 地	0	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
" "	6月24日	5月中旬	露 地	0	1.5	8.2	0	—	—	—	—	—	—	3.1
出雲市高松町	7月2日	5月中旬	露 地	3.4	14.5	17.6	—	—	—	—	—	—	—	9.4
出雲市芦渡町	7月3日	5月上旬	露 地	0	2.5	20.9	6.7	0	—	—	—	—	—	9.1
安来市東赤江町	7月10日	4月上旬	半 促	0	0	2.2	8.5	10.5	34.3	—	—	—	—	9.8
" "	"	4月下旬	半 促	—	—	—	0	3.3	4.5	—	—	—	—	2.7
" "	"	5月上旬	露 地	0	8.7	4.5	9.5	6.7	0	—	—	—	—	6.2
" "	"	"	"	0	5.0	7.9	26.9	50.0	—	—	—	—	—	18.3
" "	"	"	"	0	2.9	18.8	19.4	37.0	14.3	—	—	—	—	18.0
" "	"	"	"	0	0	17.4	33.3	33.3	—	—	—	—	—	12.8
" "	"	6月上旬	"	0	10.3	36.4	—	—	—	—	—	—	—	10.7
東出雲町揖屋	"	4月下旬	半 促	—	—	0	0	12.5	11.1	—	—	—	—	5.4
松江市生馬町	"	5月上旬	"	0	0	0	0	5.0	0	—	—	—	—	1.1
平田市伊野町	"	"	露 地	0	3.8	0	9.1	0	0	—	—	—	—	1.9
石見町中野	7月13日	6月上旬	雨よけ	4.1	35.9	32.9	12.2	13.8	—	—	—	—	—	24.1
" "	"	"	"	2.1	30.4	27.5	10.2	11.4	—	—	—	—	—	19.9
" "	"	"	"	3.4	32.2	19.5	9.6	15.8	—	—	—	—	—	18.2
" "	"	"	"	0	45.2	43.4	23.3	15.4	0	—	—	—	—	32.8
" "	"	"	"	7.5	26.9	42.3	44.7	11.1	—	—	—	—	—	29.5
" "	"	"	"	3.4	30.4	22.8	7.3	0	—	—	—	—	—	17.7
" "	"	6月下旬	"	43.6	7.7	50.0	33.3	—	—	—	—	—	—	29.7
益田市中吉田町	7月17日	4月下旬	露 地	—	—	—	—	0	20.0	16.3	8.3	11.1	—	13.3
" "	"	"	"	—	—	—	0	0	0	0	0	—	—	0
" 河成町	"	5月上旬	"	—	—	—	22.7	24.0	17.1	33.3	0	—	—	20.6
" 飯田町	"	"	"	—	—	0	6.7	6.3	0	—	—	—	—	4.2
" "	"	"	"	—	0	3.7	6.9	11.1	0	0	0	—	—	5.2
" 中吉田町	"	"	"	0	0	0	7.7	0	0	0	—	—	—	1.7
" "	"	6月中旬	"	0	0	2.4	6.3	0	—	—	—	—	—	1.8
" "	"	"	"	2.0	4.5	4.0	0	0	—	—	—	—	—	2.6
出雲市高松町	8月28日	5月中旬	"	—	—	—	—	—	1.9	7.8	4.4	5.9	4.7	5.0

調査した圃場での株当たり平均被害果数は、最も多い圃場で5.2個、最も少ない圃場で0.3個であった。調査した19圃場におけるトマト白ぶくれ症果の株当たり平均個数とバリエーションの比は13圃場でほぼ1に等しく、1より大きい圃場は3か所、1より小さい圃場は3か所にすぎなかったことから、株当たり白ぶくれ症果はランダムに分布する圃場が多いことがわかった。

これら平均値と平均こみあい度との関係は第49図に示したとおりで、両者の間には $r=0.9766^{**}$ の高い相関がみられ、その回帰直線の切片 α （基本集合度示数）は0.3角度 β （密度-集合度係数）は0.93であった。これは白ぶくれ症果の株当たりの分布様式がコロニーを単位としてランダムに分布することを示している。また、 α と β から求めた被害発生調査における必要サ

第49図 トマト白ぶくれ症果の株当たり平均発生数 m と平均こみあい度 m^* との関係

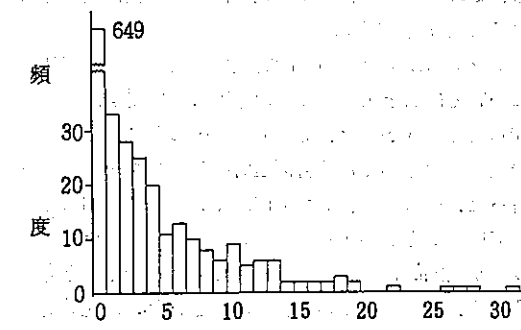
ンプル数 N は次式のとおりととなった。

$$N = -3.1 + 57.7/X$$

ただし、 X は株当たり平均被害果数、相対精度0.3、危険率95%として計算した。これから第5段果房まで着果したトマトでは被害果率が5%の少発生下でも50株前後、30%以上の多発生下では10株の調査でもよいことがわかった。

本症状はヒラズハナアザミウマの産卵によって生ずることから、寄生者の花当たりの分布や、その産卵習性は果実当たりの産卵痕数に反映されるものと思われる。そこでトマト果実当たりの被害痕（産卵痕）数を調べた。

その結果、果実当たりの初害痕数の最高は31個で、平均1.4個であった（第50図）。また、 I_d 指数は7.15で、果実当たりの被害痕は集中分布することがわかった。



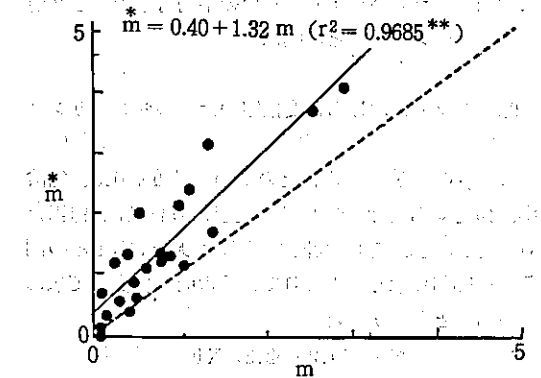
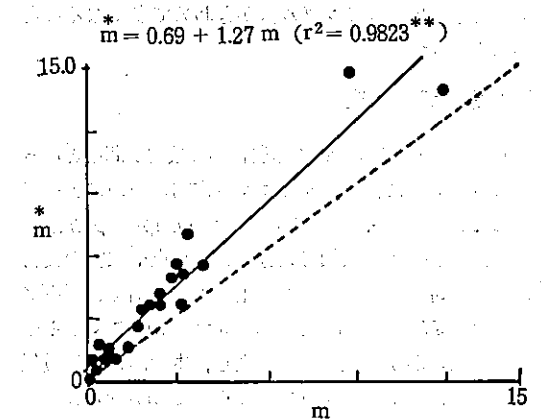
第50図 トマト果実当たりの産卵痕数の頻度分布

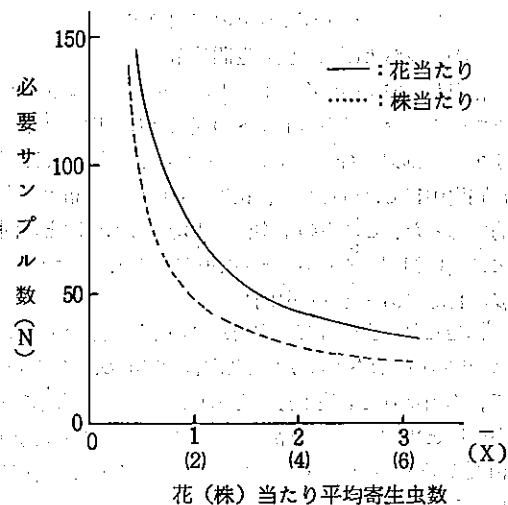
2) ヒラズハナアザミウマの空間分布

(1) 花および株単位の空間分布

花当たり成虫の分布：トマト圃場におけるヒラズハナアザミウマ雌成虫のトマトの花当たり平均値 $\bar{x}$ とバリエーション s の比 $(s/\bar{x})$ はいずれも1より大（22調査圃場中15では有意）で、花当たり成虫の分布は集中的であった。これらの平均値と平均こみあい度との間には高い相関がみられ $(r=0.9841^{**})$ 、 α は0.40、 β は1.32であった（第51図）。

株当たり成虫の分布：株当たりの平均値とバリエーションの比はいずれも1より大（22調査圃場中の20で有意）で、株当たりでも集中分布を示した。また、平均こみあい度と平均値との関係は第52図に示したように高い相関がみられ $(r=0.9823^{**})$ 、 α は0.69、 β は1.27であった。

第51図 トマト花当たり雌成虫の $m-m^*$ 関係第52図 トマト株当たり雌成虫の $m-m^*$ 関係



第53図 ヒラズハナアザミウマの平均寄生虫数と必要サンプル数との関係

(2) トマトにおける密度推定のためのサンプリング数

α と β の値が求められたので相対精度を0.3, 危険率95%とすると平均密度 X (花当たりは XF , 株当たりは XT)と調査必要花数 NF および株数 NT との関係は第53図に示したとおりで, その曲線は次式で求められることがわかった。

$$NF = 14.2 + 62.2 / XF$$

$$NT = 12.0 + 75.1 / XT$$

これから, トマトにおけるヒラズハナアザミウマの調査では平均密度が花当たり0.5匹, 株当たり1匹以下のときには必要サンプル数がきわめて多くなることがわかった。

第3節 考 察

近年, アザミウマ類による農作物の被害が問題となっており, その被害はアザミウマや作物の種類によって異なる。ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNYの被害は果菜類で大きく, 生長点や果実の食害によって奇形果や萎縮などの生育阻害を招く。ネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANNはタマネギやネギの葉にかすり状の食痕を生じ, 生育阻害や品質低下を招く。チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* HOODはチャの若葉を褐変させ, カンキツ類・ブドウ・カキなどの果面を灰褐色にコルク化する症状を生じる。ヒラズハナアザミウマでは, プリン

メロンの果面に汚斑点や, イチゴの奇形果を生じることが知られている。これらの被害はすべてアザミウマ類の吸汁加害によるものである。

それらに対して, トマト白ぶくれ症は, 被害再現試験および被害発生の詳細な観察から, ヒラズハナアザミウマの産卵という特異な加害習性によって生じることがわかった。しかもそのような症状はわが国以外では知られていない (LEWIS私信)。しかし, ブドウで halo-spot といわれる同様な症状が *Frankliniella occidentalis* (PERGANDE) によって生じることが報告されている⁴³⁾。

ヒラズハナアザミウマは花に好んで寄生するため花器のいろんな部位に産卵する。子房上位の果菜類では子房部に産卵しやすく, トマトと同様の被害が発生する可能性があり, これまでにオクラ, エンドウ, インゲンなどで確認している (村井, 未発表)。また, トマトの花には本種以外のアザミウマも寄生することから, それらの種も白ぶくれ症を発生させる可能性がある。しかし, 今のところその発生機構については明らかでない。

ヒラズハナアザミウマの発生量と症状果発生量の量的関係について検討したところ, トマトの花当たり雌成虫1匹が寄生していても被害果率は約50%であった。このことは, 本種が花に寄生しても, 子房部に必ず産卵するとは限らないことを意味しているし, 放飼試験でも被害果率が100%にならなかったことから裏付けられる。また, 花当たり1匹の寄生による被害果率は50%であるにもかかわらず, 寄生率と被害果率はほぼ等しかった。このことは, 雌成虫がトマトの花に複数寄生して初めて被害果が生じることを示し, 花当たり寄生虫数と寄生率との関係と一致する。すなわち, このことから, トマト花単位の雌成虫は集中分布することが示唆される。

トマト白ぶくれ症の全国的発生分布および被害状況についてはもとより本症状の原因についても詳細には知られていなかった。そこで, 全国におけるこの症状の発生状況を知るため各都道府県にアンケート調査を行った。その結果, トマト白ぶくれ症は全国的に発生していることがわかった。これは, ヒラズハナアザミウマが全国的に分布することから当然の結果と考えられる。しかし, この症状が確認されたのは比較的新しく, また, 多くの地域では1970年代以降に確認されている。豊田¹²⁴⁾が1972年に報告しているにもかかわらず, アンケート調査時点では多くの地域でカメム

シによる被害あるいはghost spot症状の一種として考えられており, ヒラズハナアザミウマによることがあまり知られていなかったことによると思われる。また, 本症状のため選果段階で品質ランクが格下げられ, 栽培上問題となっている県もあったことから, 近年, 市場における外観的な質的要望の高まりも発生年次の確認と関係があるように思われる。

本症状の発生は全国的には夏秋栽培の5~8月に多い傾向にあり, 島根県においても同様であった。これはヒラズハナアザミウマの発生消長がそのまま反映されたものと思われる。また, 本症状発生の年次変動も大きく, その被害果率は少発生時には10%未満, 多発生時には30%以上となり, アンケート調査による回答と同様であり, 時として大きな問題となることが発生推移調査からも裏付けられた。

各作物における害虫の空間分布型を明らかにすることはその個体群密度推定のための基本的事項である。アザミウマ類の空間分布に関する研究は少なく, わずかにキュウリやメロンでのミナミキイロアザミウマについて行われている程度である^{38, 51)}。すなわち, ミナミキイロアザミウマの成虫は株間を活発に移動するため, 株当たりではランダム分布するという。そこで, 本研究ではトマト圃場における白ぶくれ症果およびヒラズハナアザミウマの発生分布について調査し, さらに被害果および本種の発生調査における必要サンプル数についても検討を加えた。

夏秋栽培トマト圃場において, 株単位の白ぶくれ症果はランダム分布の傾向を示した。白ぶくれ症果がコロニーを単位として分布することは, 同じ果房に複数の被害果が生じる傾向があることを示し, ヒラズハナアザミウマがトマトの花房に集中した結果と推察される。また, 本種は株間の移動よりも株内の花房間を移動する性質をもっていると思われる。被害痕数, すなわちヒラズハナアザミウマの産卵痕は果実当たり集中分布の傾向を示した。これは, ヒラズハナアザミウマが花に寄生するという習性が反映された結果で, 特定の花, すなわち多くの花をつけた花房や花粉を多く形成している花に対して一時的あるいは重複的に産卵が集中するためと考えられる。このことはヒラズハナアザミウマがトマトの花および株当たり集中分布の傾向を示したことからも裏付けられた。

白ぶくれ症果の発生調査では比較的少ないサンプル数でよく, 50株調査で十分と思われる。

ヒラズハナアザミウマの発生調査では, とくに, 発

生初期に極めて多くのサンプルを必要とすることがわかった。本種は花に特異的に寄生するため, 茎葉を調査する必要がなく, 株は花の集団とみなされるので花単位の調査をすればよいことになる。この場合, 調査株を限定せず花を調査する方法と, 限定した株のすべての花を調査する方法とがある。前者は花を持ち帰って調査する場合に採用でき, 比較的多くのサンプルを調査できる。後者は圃場での調査に採用でき, 即座に発生傾向を把握できるが, 多くのサンプルを調査できない。また, 株当たりの開花数によって変わるけれども, 前者の方が総調査花数は少なく済む。これらのことから高密度時にはどちらの方法でもよく, 低密度時には前者の方法を採用するとよい。

第4節 ま と め

1) 症 状

トマト白ぶくれ症は, ヒラズハナアザミウマの産卵によって生じる特異な症状であることが判明した。症状部は白く, やや長楕円形に地腫れ状に盛り上がり, そのほぼ中心部にえくぼ状の陥没点がある。この症状は落花後間もない幼果にもすでに初期症状として認められ, 果実が肥大するにつれて白ぶくれ斑紋は大きく, 明瞭になる。また, 症状は果頂部から果腹部にかけて多くみられる。

2) ヒラズハナアザミウマの発生と白ぶくれ症果発生との関係

ヒラズハナアザミウマ雌成虫の寄生花率(X)と被害果率(Y)の間には高い正の相関($r=0.9148$)が認められ, その回帰式は $Y = -14.893 + 1.453X$ となった。また, 本種のトマト10花当たりの寄生虫数($\ln(X+1)$)と被害果率(Y)の間にも高い正の相関($r=0.9373$)が認められ, その回帰式は $Y = 0.284 + 17.659 \ln(X+1)$ となった。

3) トマト白ぶくれ症の発生状況

本症状は北は北海道から南は沖縄県まで広く分布する。1950年代後半に徳島県や宮崎県で確認されたのが一番古い記録である。そのほかは1970年以降に確認された所がほとんどで, 70年代には20道府県にも及んでいる。

本症状の発生は6月から11月まで認められ, 冬期間には全く認められなかった。とくに6~7月に発生する地域が最も多かった。また, トマトの作型では, 夏秋露地栽培(雨よけ栽培を含む)で本症状の発生が最も多かった。

被害程度は地域および年次によって異なり、少発生年には被害果率が10%未満であったのに対し、多発生年にはそれが20~30%以上であった。

島根県ではトマト主要栽培地帯、とくに、雨よけ栽培地帯の金城町および石見町で多発生した。5月下旬から各作型で認められた。被害果は6月上旬以降開花した果房に多かった。

4) 白ぶくれ症果とヒラズハナアザミウマの空間分布

① 空間分布

本症状果の株当たり平均値(m)と平均こみあい度(m)との間には高い相関($r=0.9766$)があり、その回帰直線の切片 α (基本集合度示数)は0.3角度 β (密度-集合度係数)は0.93であった。白ぶくれ症果の株当たりの分布様式がコロニーを単位としてランダムに分布することがわかった。

果実当たりの被害痕数の最高は31個で、平均1.4個であった。 $I\delta$ は7.15で、果実当たりの被害痕は集中分布することがわかった。

ヒラズハナアザミウマ成虫のトマト花当たりの平均値と平均こみあい度との間には高い相関がみられ($r=0.9841$)、 α は0.40、 β は1.32であった。また、株当たりの平均値と平均こみあい度との間にも高い相関がみられ($r=0.9823$)、 α は0.69、 β は1.27であった。

② トマトにおける密度推定のためのサンプリング数

白ぶくれ症果の発生調査では株当たり平均被害果数をX、相対精度0.3、危険率95%とすると、必要サンプル数Nは次式のとおりとなった。

$$N = -3.1 + 57.7/X$$

これから、白ぶくれ症果の発生調査では比較的少ないサンプル数でよく、50株調査で十分と思われる。

また、ヒラズハナアザミウマの発生調査では、相対精度を0.3、危険率95%とすると、平均密度X(花当たりはXF、株当たりはXT)と調査必要花数NFおよび株数NTとの関係は、次式で求められることがわかった。

$$NF = 14.2 + 62.2/XF$$

$$NT = 12.0 + 75.1/XT$$

これから、トマトにおけるヒラズハナアザミウマの調査では平均密度が花当たり0.5匹、株当たり1匹以下のときには必要サンプル数が極めて多くなることがわかった。

第3章 防除対策

ヒラズハナアザミウマは多くの果菜類および花き類の害虫であるにもかかわらず、害虫防除において最も重要な手段となる化学的防除に関してもほとんど研究されていない。1985年10月現在、40種の殺虫剤がアザミウマ類の防除剤として登録されている。しかし、ヒラズハナアザミウマに対して登録された薬剤はないという現状である。そこで、まず化学的防除について検討した。

近年、ハダニ類、アブラムシ類、コナガなどに対する薬剤の感受性低下が問題となっている。アザミウマ類でも、ミナミキイロアザミウマにみられるように、一部薬剤に対する感受性の低下が懸念されている。感受性低下の実情を把握するためには、ハダニ類、アブラムシ類、コナガですでに行われているように、感受性の検定方法が確立されていなければならない。ミナミキイロアザミウマについてはその検定方法が検討されている^{89, 129}) が、ヒラズハナアザミウマについては全く検討されていない。また、有効薬剤の選抜に当たっても感受性検定方法の確立が急務である。そこで、虫体浸漬法、フィルム法およびろ紙接触法などによって本種の薬剤感受性検定方法について検討した。また、数種の薬剤に対する感受性を検討し、その中でも有機リン剤とは作用機作も異なるカルタップ剤については発育ステージ別に殺虫効果を検討した。

農業登録制度上、本種に対して使用できる薬剤は現在のところなく、栽培現地では本種の防除が困難視されている。そこで、現地圃場で、トマトに使用でき、かつ他種害虫との同時防除が可能な液剤を中心に、本種に対する(あるいは白ぶくれ症)防除効果を検討した。また、省力的な防除薬剤として、残効性のある数種粒剤がトマトに寄生するアブラムシ類やオンシツコナジラミなどに対して使用可能であることから、それらの粒剤の効果についても検討を加えた。

農業の安全使用上あるいは抵抗性害虫の出現を抑制するために薬剤の過多の連用は控えなければならない。とりわけ施設栽培においては重要な問題である。そこで、減農薬の立場から、またすでにいくつかの病虫害の防除に効果が認められている紫外線除去フィルム、シルバー・ストライプ入りマルチおよびシルバー・ポリテープなどの物理的防除法、さらに捕食寄生性および捕食性天敵の利用による生物的防除についても検討した。

本種の天敵については全く研究されていないので、その基礎的調査として本種が多発生するシロツメクサ圃場における天敵類の発生推移を調べた。また、捕食性天敵ヒメハナカメムシ *Orius sauteri* POPPIUS については、その発育とヒラズハナアザミウマ幼虫捕食能力を、捕食寄生性天敵アザミウマヒメコバチ *Ceranisus brui* (VUILLET) については寄生能力ならびに発育と増殖を検討した。

第1節 実験および調査方法

1. 化学的防除

1) 薬剤感受性の検討(室内実験)

(1) 検定法

供試虫：ヒラズハナアザミウマは1981年8月、島根農試内のシロツメクサの花から採集した後、チャの花粉と蜂蜜液を餌として累代飼育をし、羽化後5~10日の雌成虫を各濃度区とも20匹ずつ用いた。

供試薬剤と濃度：マラソン乳剤(50%)、DDVP乳剤(50%)、DMTP水和剤(50%)の3種類の有機リン剤を用い、それぞれ希釈倍率を250~8,000倍の6段階とした。なお、DMTP水和剤の浸漬法では16,000と32,000倍液も用いた。各濃度とも展着剤(アグラール)を1/10,000の割合で加えた。

処理法：処理は虫体浸漬法、フィルム法、ろ紙接触法によった。

① 虫体浸漬法：ガラス管瓶(内径3.6cm、高さ4cm)に所定濃度の薬液を入れ、供試虫20匹を20~30秒間浸漬した。そして、漏斗に載せたテトロンゴース上に薬液とともに供試虫を注ぎ出したのち、ゴースをろ紙へ移し、水分を取り除いた。このように処理した虫を飼育容器に移し、10%蜂蜜液を与えて22℃の定温室に置き、24および48時間後の死虫数を調査した。

② フィルム法：ガラス管(内径3.6cm、高さ4cm)に供試虫を20匹入れ、両端をシーロンフィルムで密閉した。一方のフィルム上には所定濃度の薬液を0.5ml載せ、さらにフィルムで封じた。22℃の定温室に置いて24時間後の死虫数を調査した。なお、供試虫は各薬剤濃度区とも処理前2時間絶食させた。

③ ろ紙接触法：直径3.6cmのろ紙に所定濃度の薬液0.05mlをマイクロシリンジで均一に滴下した(この量は1㎡当たり約50mlの散布量に相当する)。滴下後、60分間風乾の後、前述のガラス管の一端にろ紙を載せてフィルムで覆った。容器内には供試虫20匹入れて、他端を密閉し、10%蜂蜜液を与え、22℃で24、48時間

後の死虫数を調査した。

なお、虫体浸漬法による場合は、MEP乳剤、ダイアジノン乳剤、フェンバレーレート・マラソン水和剤、マラソン・BPMC乳剤、カルタップ水溶剤およびアセフェート水和剤の500~8,000倍液の各5区も設定した。

(2) カルタップ水溶剤の効果

① 卵に対する効果

産下後1日経過したヒラズハナアザミウマの卵をカルタップ水溶剤1,000倍液に10分間浸漬し、後日そのふ化状況を観察した。なお、試験は3反復とした。

② 幼虫および成虫に対する効果

ヒラズハナアザミウマ第1齢および2齢幼虫にクロマツの花粉を給餌するとともに、シーロンフィルムを通じてカルタップ水溶剤1,000倍液吸収に伴う発育状況を調査した。また、同様に処理した成虫については、2日後の生死を調査した。生存個体については花粉と水を与えて飼育し、産卵およびふ化の良否を調査した。

2) 現場防除試験

(1) 液剤による防除

島根県浜田市国分町の夏秋露地栽培トマト圃場(品種：強力米寿、定植：1983年5月14日、面積：10a)で、MEP乳剤、DMTP水和剤、DDVP乳剤、フェンバレーレート・マラソン水和剤およびTIA-230水和剤のヒラズハナアザミウマに対する防除効果を検討した。トマト定植40日目(6月23日：第4、5段花開花期)に動力噴霧機を用いて、各薬剤とも1000倍液を10a当たり200ℓ散布した。そして、散布直前と散布2日後および散布9日後の3回、各区20株の全花について寄生虫数を調査した。

同町の夏秋露地栽培トマト圃場(品種：ときめき3号、定植：1983年5月20日、面積10a)では、DMTP水和剤の散布回数とその防除効果を検討した。第1回散布は定植後20日目に、第2回散布はさらに5日後、第3回散布はさらに7日後にそれぞれ1回ずつ散布した。定植後50日目には各段果の白ぶくれ症被害果率を調査した。なお、試験は2反復とした。

(2) 粒剤による防除

島根県浜田市国分町の夏秋露地栽培トマト圃場(品種：ときめき3号、定植：1983年5月14日、面積：10a)でアセフェート、ジメトエート、ダイアジノンおよびモノクロトホスの各粒剤のヒラズハナアザミウマに対する防除効果を検討した。トマト定植35日後(6月18日)に株当たり2gの株元に施用した。施用直前

と施用10日後の2回、各区10株の全花について寄生虫数を調査した。なお、試験は2反復とした。

アセフェート粒剤2g区については、その施用回数（施用時期）と防除効果の関係をみるために、国分町の夏秋露地栽培トマト圃場（品種：ときめき3号、定植：1983年5月20日、面積：10a）で6月28日と7月22日に各区20株の白ぶくれ症果発生の有無を調べた。試験は3反復とした。

また、国分町の夏秋露地栽培トマト圃場（品種：サターン、定植：1984年5月15日、面積：10a）で、定植後21日目（6月5日）および42日目（6月26日）の2回、アセフェート粒剤を株当たり2gと3gを株元施用した。7月10日に各区10株の寄生虫数と被害果数を調査した。試験は3反復とした。

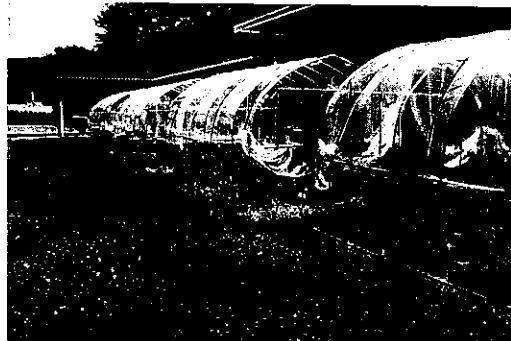
2. 物理的防除

1) 紫外線除去フィルムによる防除

(1) 圃場試験

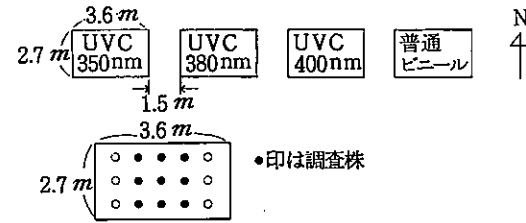
島根農試圃場において、3種の紫外線除去（UVC）フィルム（350nm、380nm、400nm以下の波長を除去するフィルム）を用いて、防除効果を調査した。

シロツメクサ植生圃場に設置した3.6×2.7mのパイプハウスの裾を1m開けるようにしてUVCフィルムおよび対照区としての普通ビニールをそれぞれ被覆した（第54図）。



第54図 紫外線除去フィルムによる防除試験状況

各ハウスには第55図に示すように鉢植えのトマトを15株ずつ入れた。搬入後、各区とも両戸口の株を除いた9株について、1週間ごとに全花について寄生成虫数を着果した果実については最終調査日に被害果数を調査した。なお、本試験は2連制とし、1981年および1982年の2回行った。1981年度のトマト品種は強力米寿で、7月20日に各ハウスに設置した。1982年は供試



第55図 紫外線除去フィルムによる防除試験区と鉢植えトマトの配置図

品種としてサターンを用い、6月15日に設置した。

(2) 紫外線除去フィルムのヒラズハナアザミウマの発育・産卵に及ぼす影響

チャの花粉と蜂蜜液を与える飼育法でヒラズハナアザミウマを飼育し、飼育容器を紫外線除去フィルムおよび普通ビニールで被覆したものと同被覆のものを、野外の直射日光の当たらない場所に置き、各発育期間を調査した。さらに、羽化した雌成虫の産卵数を10日間調査した。なお、調査は1982年10月5日から行い、各区とも20個体ずつ供試した。

2) シルバーストライプ入りポリフィルムのマルチおよびシルバーポリテープによる防除

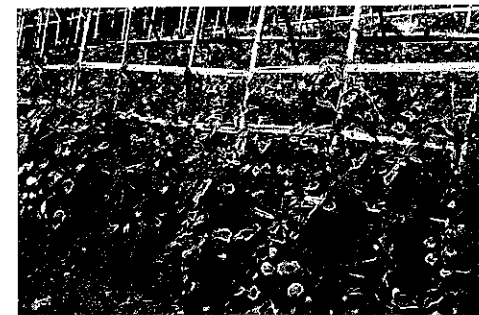
島根農試内の夏秋露地栽培トマト圃場（品種：強力米寿、定植：1984年5月23日、面積2a）にシルバーストライプ入りポリフィルムでマルチした区と裸地区とを設けた（第56図）。6月下旬から8月上旬までは



第56図 シルバーストライプ入りポリフィルムによるマルチ

ば半月ごとに、予め選定した各区10株についてヒラズハナアザミウマ寄生虫数と被害果数を調査した。なお、本試験は3反復とした。

浜田市国分町の夏秋露地栽培トマト圃場（品種：サターン、定植：1984年5月6日、面積10a）ではシルバーポリテープの効果を検討した。シルバーポリテ



第57図 シルバーポリテープの設置状況

プは、定植時に地上30～120cmの間に、畝に沿って水平に4本張った（第57図）。定植38日後（6月13日）にテープ区および無テープ区とも各10株について寄生虫数および被害果数を調査した。なお、本試験は2反復とした。

3. 生物的防除

1) シロツメクサ圃場における天敵類の発生量

1981年から1984年の4か年間、シロツメクサ圃場におけるヒラズハナアザミウマの発生消長調査時に捕食性天敵ヒメハナカメムシ *Orius sauteri* POPPIUS とハナグモ *Misumenops tricuspidatus* (FAB.) の発生個体数もあわせて調査した。

2) ヒメハナカメムシの発育と捕食能力

供試虫：ヒメハナカメムシは1982年8月に島根農試のシロツメクサ圃場で採集した個体およびヒラズハナアザミウマ幼虫を餌として飼育した個体を用い、ヒラズハナアザミウマは1981年からチャの花粉で累代飼育している個体である。

ヒメハナカメムシは植物組織内に産卵するため、ヒラズハナアザミウマの飼育と同様に、シーロンフィル

ムを通して液中に産卵させる方法で採卵し、ふ化幼虫を得た（第58図）。そのふ化幼虫1匹とヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫5匹をともに飼育容器（アザミウマの個体別飼育容器）に入れて飼育をした。被食者は毎日新しいものと交換し、捕食者の発育と捕食数を調査した。

また、内径3.6cm、高さ4cmのガラス製円筒飼育容器内のヒメハナカメムシ成虫1匹に対してヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫を5、10、20、40匹の密度で与え、1日当たりの捕食量を調査した。なお、ヒメハナカメムシ成虫は1日絶食させた個体を供試し、5反復とした。

以上の調査はすべて22±1℃、16時間日長条件で行った。

3) アザミウマヒメコバチの発育・増殖と捕食寄生能力

(1) 飼育方法

1985年9月下旬から10月上旬にかけて出雲市芦渡町のチャの花で採集したアザミウマヒメコバチ *Ceraninus brui* (VUILLET) をヒラズハナアザミウマの飼育法に準じて飼育した。飼育容器としては外径8cm、高さ5cmのガラス円筒製容器を用い、容器当たり寄生蜂を5～6匹、各アザミウマの幼虫100～150匹を放飼した。ダイズの葉を与えたダイズウスイロアザミウマ *Thrips setosus* MOULTON以外のアザミウマ類（ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (TRYBOM)、ネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANN、ハナアザミウマ *Thrips hawaiiensis* MORGAN、ビワハナアザミウマ *Thrips coloratus* SCHMUTZ およびシナクダアザミウマ *Haplothrips chinensis* PRIESTNER) に対してはクロマツの花粉を餌とし、それぞれの第1齢幼虫に対する産卵、寄生の可否を観察した。

また、21±1℃、16時間照明の日長条件下で、ヒラズハナアザミウマ、ハナアザミウマ、ネギアザミウマを寄主として、寄生蜂の発育期間を調査した。

(2) 発育・増殖

供試虫：アザミウマヒメコバチは1985年10月から累代飼育している個体で、試験には採集後2～3世代目と4～5世代目の個体を供試した。寄主としてのアザミウマは1980年から累代飼育しているヒラズハナアザミウマを用い、寄主による発育の違いを検討するためにヒラズハナアザミウマと同様に1984年から累代飼育しているハナアザミウマとネギアザミウマを用いた。



第58図 ヒメハナカメムシの卵と捕食中の幼虫

発育：前述の飼育方法により，寄生蜂を1日放飼し，蜂が蛹化（黒いマミーとなる）すると，別のガラス容器（内径3cm，高さ3cm）に移し羽化までの発育期間を調査した。また，蛹化時に最大体長と最大体幅を測定した。以上の調査は15～25℃，16時間日長条件で行った。

さらに，採集後2～3世代目の個体と4～5世代目の個体の発育についても21±1℃，16時間日長条件で調査した。なお，4～5世代目についてはその親の発育期間（蛹期間）を3グループ（短：30日以内，中：40～60日，長：60日以上）に分けた。

また，羽化の斉一化に対する蛹期間の低温処理の影響を検討するため，蛹化後所定の期間（22～50日）5℃に入れた後，20℃に戻して羽化までの期間を調査し

た。

増殖：飼育容器としては外径8cm，高さ5cmのガラス製円筒容器を用い，容器当たり寄生蜂を1匹，ヒラズハナアザミウマふ化幼虫を50～60匹放飼した。毎日，新しいふ化幼虫を与え，寄生蜂の生存期間と産卵数を調査した。なお，産卵数は蛹化数で評価し，調査は20±1℃，25±1℃，16時間日長条件で行った。

第2節 実験および調査結果

1. 化学的防除

1) 薬剤感受性の検定

(1) 検定方法の検討

各検定法について，薬量と死虫率との関係をプロビット法によって求めた（第44表）。虫体浸漬法では，

第44表 薬剤感受性検定方法と薬剤3種の雌成虫に対する効力

検定方法	薬剤名	処理 または 調査時間	薬量—死虫率		LC ₅₀ (%)	LC ₉₅ (%)
			回帰直線式	相関係数		
虫体浸漬法	DDVP乳剤	24時間	$Y=2.668X+1.085$	0.989**	0.015	0.061
		48時間	$Y=2.684X+1.167$	0.981**	0.013	0.055
	マラソン乳剤	24時間	$Y=3.263X+0.580$	0.992**	0.011	0.036
		48時間	$Y=3.263X+0.580$	0.992**	0.011	0.036
	DMTP水和剤	24時間	$Y=5.093X+0.564$	0.982**	0.003	0.006
		48時間	$Y=5.046X+0.661$	0.990**	0.003	0.006
フィルム法	DDVP乳剤	4時間	—	—	—	—
		4時間	$Y=1.430X+2.391$	0.890*	0.033	0.471
	マラソン乳剤	24時間	$Y=2.084X+2.593$	0.984**	0.007	0.044
		24時間	—	0.801NS	—	—
	DMTP水和剤	24時間	—	0.801NS	—	—
		48時間	$Y=1.904X+2.463$	0.829*	0.008	0.057
ろ紙接触法	DDVP乳剤	4時間	—	—	—	—
		24時間	$Y=1.275X+1.310$	0.902*	0.392	7.649
	マラソン乳剤	48時間	$Y=1.890X+1.218$	0.950**	0.050	0.372
		24時間	$Y=1.873X+1.301$	0.966**	0.034	0.256
	DMTP水和剤	24時間	$Y=1.873X+1.301$	0.966**	0.034	0.256
		48時間	$Y=2.123X+1.612$	0.980**	0.014	0.085

**は危険率は1%で有意、*は危険率5%で有意、NSは有意な相関なし。

DDVP乳剤，マラソン乳剤，DMTP水和剤のいずれも薬量と死虫率との間には高い相関が認められた。また，LC₅₀，LC₉₅の値は処理24および48時間後とも大差がなかった。

フィルム法では，DDVP乳剤はガス効果のため250～8000倍の各濃度区とも短時間に供試虫が全て死亡し

たために検定できなかった。また，DMTP水和剤の24時間処理では薬量と死虫率との間に相関が認められなかった。

ろ紙接触法では，DDVP乳剤はフィルム法と同様に供試虫は全て死亡し，検定できなかった。また，マラソン乳剤，DMTP水和剤とも効果の現われるのが

第45表 ヒラズハナアザミウマ雌成虫に対する薬剤6種の殺虫効果

薬剤名	希釈倍数と補正死虫率(%)*				
	×500	×1,000	×2,000	×4,000	×8,000
MEP乳剤	100.0	100.0	100.0	86.5	42.2
ダイアジノン乳剤	85.5	76.1	34.0	15.8	6.5
フェンバレーレート・マラソン水和剤	96.0	46.5	25.5	6.4	6.7
マラソン・BPMC乳剤	14.6	6.7	1.7	3.9	0.0
カルタップ水溶剤	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
アセフェート水和剤	9.8	10.4	0.0	0.0	0.0

*：補正死虫率はAbott（1925）による。

第46表 ヒラズハナアザミウマ雌成虫に対する薬剤感受性

薬剤名	薬量—死虫率の回帰直線式	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₅ (ppm)
MEP乳剤	$Y=4.715X-0.422$	70.6	157.6
ダイアジノン乳剤	$Y=2.275X-0.888$	257.0	1358.6
フェンバレーレート・マラソン水和剤	$Y=2.680X-0.005$	292.0	1199.7

第47表 カルタップ水溶剤の卵に対する効果

区	ふ化率(%)*
処理区	66.4±11.8
無処理区	74.3±6.1

*： $\bar{X} \pm S.D$

遅く，虫体浸漬法に比べるとLC₅₀，LC₉₅の値はともに大きかった。

以上の結果から，ヒラズハナアザミウマの薬剤感受性検定方法としては，虫体浸漬法が最も安定しており，薬剤の効力比較にも利用できることがわかった。

(2) 数種液剤に対する感受性

前試験の結果，虫体浸漬法が薬剤の効力比較にも利用できることから，他の数種の薬剤についても効果を検討した。供試した6薬剤の各濃度区でのヒラズハナアザミウマ死虫率は第45表に示したとおりである。カルタップ水溶剤，アセフェート水和剤およびマラソン・BPMC乳剤の殺虫効果は認められなかった。効果が認められたのはMEP乳剤，ダイアジノン乳剤および

第48表 カルタップ水溶剤の第1齢幼虫に対する効果

区	死虫率(%)
処理区	100
無処理区	0

フェンバレーレート・マラソン水和剤で，LC₅₀値はそれぞれ71ppm，257ppm，292ppmであった（第46表）。常用濃度ではMEP乳剤が有望であることがわかる。

(3) カルタップ水溶剤の効果

ヒラズハナアザミウマの卵に対してはカルタップ水溶剤の殺卵効果が認められなかった（第47表）。第1齢幼虫に対しては顕著な殺虫効果を示した（第48表）のに対して，第2齢幼虫に対してはほとんどの個体が羽化するまで生存した（第49表）。しかし，その羽化個体は体が黒化するまでに全て死亡した。

また，雌成虫に対しては，本剤1000倍液を吸汁したものは2日後にその1/3が死亡した（第50表）。生存個体は餌を替えて産卵させると，全て正常に産卵

第49表 カルタップ水溶剤の第2齢幼虫に対する効果

区	供試虫数	ステージ別死虫数 幼虫 蛹 成虫
処理区	60	2 3 55
無処理区	60	1 0 0

し、また、その卵は正常に発育し、ふ化した。

2) 現地防除試験

(1) 液剤散布の効果

供試した5薬剤のヒラズハナアザミウマに対する防

第50表 カルタップ水溶剤の雌成虫に対する効果

区	供試虫数	処理2日後の死虫数	産卵数*	産下卵のふ化状況
処理区	30	10	18.0	正常
無処理区**	30	0	17.6	正常

* : 1雌当たりの2日間の平均産卵数

** : 10羽蜂蜜液とマツの花粉で飼育

除効果は第51表に示したとおりである。各薬剤区と散布2日後には無散布区の半分以下の寄生密度であり、特にDMTP水和剤とMEP乳剤の防除効果は顕著

第51表 ヒラズハナアザミウマに対する液剤5種の防除効果

薬 剤 名	10花当たり寄生虫数(四)		
	散布前(23/V I)	散布2日後	散布9日後
DMTP水和剤	6.4	0.3 (4.9)	1.8 (49.2)
MEP乳剤	18.1	2.3 (13.3)	5.6 (54.1)
DDVP乳剤	9.9	4.5 (47.5)	5.2 (91.9)
フェンバレーレート			
・マラソン水和剤	6.5	2.6 (41.8)	3.2 (86.2)
T I A - 230 水和剤	8.3	3.9 (49.1)	3.9 (82.2)
無 散 布	9.1	8.7 (100)	5.2 (100)

() の数値は補正密度指数

$$\text{補正密度指数} = \frac{(\text{処理区の散布後生息密度}) \times (\text{無処理区の散布前生息密度})}{(\text{処理区の散布前生息密度}) \times (\text{無処理区の散布後生息密度})} \times 100$$

あった。DMTP水和剤およびMEP乳剤は散布9日後でも他3剤の散布2日後と同程度の密度抑制効果を示した。しかし、各薬剤散布区とも散布9日後にはヒラズハナアザミウマの密度は回復傾向であり、残効性はやや劣った。

DMTP水和剤の散布回数とトマト白ぶくれ症果の発生との関係を見ると、それぞれの散布時期における開花段階での被害が少なく、1回散布では1～3段果房、2回散布では2～4段果房、3回散布では2～5段果房の被害果発生を抑制することができた(第52表)

第52表 DMTP水和剤の散布回数と白ぶくれ症防除効果

散布回数	トマトの果房段階と被害果率(%)					総被害果率(%)
	1	2	3	4	5	
3回	14.7	4.0	11.0	7.3	4.9	7.8 a
2回	12.7	8.6	6.0	7.7	11.5	9.0 a
1回	9.7	7.4	13.2	25.3	33.2	14.5 b
無散布	18.1	14.9	30.4	45.0	40.9	33.2 c

同一英小文字間は、Duncan's multiple range test (5%) により有意な差がない。

(2) 粒剤施用の効果

ヒラズハナアザミウマの発生最盛期に行った防除試験であったが、供試した4薬剤区とも無処理区の寄生虫数より少なかった(第53表)。しかし、各薬剤ともその効果は顕著でなく、4薬剤のうちアセフェートおよびモノクロトホスの各粒剤の防除効果がやや優れていた程度である。

アセフェート粒剤の施用回数とトマト白ぶくれ症果発生との関係は第54表に示したとおりである。被害果は各施用区とも無処理区より少なかった。定植時の1回施用では1～2段果房、定植時から2回施用では1

第53表 ヒラズハナアザミウマに対する粒剤4種の防除効果

薬 剤 名	10花当たり寄生虫数(四)	
	施用前(18/V I)	施用10日後
アセフェート粒剤	6.2	4.8 (30.2)
ダイアジノン粒剤	5.7	4.3 (36.1)
ジメトエート粒剤	5.0	6.3 (52.7)
モノクロトホス粒剤	7.5	4.4 (24.9)
無 処 理	5.4	10.5 (100)

() の数値は補正密度指数

第54表 アセフェート粒剤の施用回数と白ぶくれ症防除効果

施用回数	施 用 時 期			トマトの果房段階と被害果率(%)					総被害果率(%)
	定植時	定 植 20日後	定 植 39日後	1	2	3	4	5	
3回	○	○	○	0.0	1.4	0.8	28.8	12.3	5.8 a
2回	○	○	—	0.0	1.0	2.5	18.8	27.5	6.8 a
1回	○	—	—	0.7	5.9	17.8	38.7	25.4	13.7 b
無処理	—	—	—	11.5	32.7	31.1	51.6	31.8	28.6 c

同一英小文字間は、Duncan's multiple range test (5%) により有意な差がない。

～3段果房、定植時から3回施用では1～5段果房の被害発生を抑制することができた。また、1～5段果房までの総被害果率は2回および3回施用区では1回施用区よりも少なかった(2回と3回施用区との間には有意差なし)。以上の結果から、定植時から2～3回施用で第5段果房までの被害発生を抑えることがわかった。

さらに、アセフェート粒剤の施用量の違いによる効果を被害果率についてみると、トマト生育期の株当たり3gの2回施用によって、顕著な防除効果が認められた(第55表)。また、2回目施用の2週間後の寄生

密度についても3g/株施用区は低かった。

2. 物理的防除

1) 紫外線除去フィルムの効果

(1) 防除効果

ヒラズハナアザミウマの発生が少なかった1981年および発生が多かった1982年とも3種のUVCフィルム被覆区の被害果発生率はいずれも普通ビニール被覆区のそれより少なく、高い防除効果が認められた(第56、57表)。とくに少発生条件下ではその効果が顕著であった。しかし、両試験ともUVCフィルム間の差は明らかでなかった。

(2) 紫外線除去フィルムのヒラズハナアザミウマの発育・産卵に及ぼす影響

紫外線除去フィルムを被覆した時のヒラズハナアザミウマの発育期間および産卵数は第58表に示したとおりである。UVC400nm被覆区における発育期間と産卵数は普通ビニール区および無被覆区との間に有意な差が認められなかった。このことから、UVCフィルムは本種の発育や産卵に影響を及ぼさないことがわかった。

第55表 アセフェート粒剤の施用量と白ぶくれ症防除効果

施用量	被害果率(%)	10花当たり寄生虫数
3 g	0.5	1.3
2 g	6.5	2.5
無処理	14.9	5.6

第56表 少発生年のヒラズハナアザミウマに対するUVCフィルムの防除効果

フィルムの種類	被覆後の日数と10花当たり平均寄生虫数(四)					被害果率(%)
	7日	14日	21日	28日	35日	
UVC 400nm	0.2	0.5	0.0	0.0	0.2	0.6 a
UVC 380nm	0.9	0.3	0.0	0.4	0.2	0.0 a
UVC 350nm	0.3	0.1	0.1	0.4	0.4	1.5 a
普通ビニール	2.1	4.5	2.6	2.6	3.9	15.6 b

同一英小文字間は、Duncan's multiple range test (5%) により有意な差がない。

第57表 多発生年のヒラズハナアザミウマに対するUVCフィルムの防除効果

フィルムの種類	被覆後の日数と10花当たり平均寄生虫数(四)				総被害果率(%)
	7日	14日	21日	28日	
UVC 400nm	2.4	3.8	5.3	2.3	16.5 a
UVC 380nm	0.9	2.9	4.0	3.1	27.0 a
UVC 350nm	2.0	4.4	6.3	4.3	26.7 a
普通ビニール	8.1	8.4	13.9	11.3	50.2 b

同一英小文字間は、Duncan's multiple range test (5%) により有意な差がない。

第58表 UVCフィルムのヒラズハナアザミウマの発育・産卵に及ぼす影響

被覆条件	発育ステージ別発育期間(日) *					合計	産卵前期間* 産卵数*
	第1齢幼虫	第2齢幼虫	第1齢蛹	第2齢蛹			
UVC 400nm	2.1±0.3	3.1±0.5	1.6±0.5	3.2±0.4	9.9±0.3	2.6±1.0	28.7±7.4
普通ビニール	2.3±0.4	3.2±0.6	1.2±0.4	3.2±0.5	9.7±0.5	2.7±1.1	22.1±7.5
無被覆	2.4±0.5	3.2±0.6	1.2±0.4	3.2±0.4	10.0±0.5	2.5±1.0	27.9±8.8

*: $\bar{X} \pm S.D$

** : 羽化後10日間の1雌当たりの産卵数

2) シルバーストラップ入りポリフィルムによるマルチおよびシルバーポリテープの効果
シルバーストラップ入りポリフィルムでマルチした区の被害果発生率は無マルチ区のそれと比べて、第1～2段果房では少なかった。しかし、第3段果房以上

では顕著な差が認められなかった(第59表)。シルバーポリテープを処理した区および無処理区における被害果率は第60表に示したとおりで、第1～4段果房の被害果率には差がなく、被害の発生を抑制する効果は認められなかった。

第59表 シルバーストラップ入りポリフィルムマルチによるヒラズハナアザミウマの防除効果

区	果房段位と被害果率(%)					花当たり寄生虫数(四) *					
	1	2	3	4	5	6	21/VI	27/VI	2/VII	11/VII	16/VII
マルチ区	6.9	35.3	20.0	26.9	23.1	20.7	1.1	2.0	2.1	1.9	2.4
無マルチ区	18.5	45.1	18.6	30.8	18.2	16.2	1.2	2.2	3.5	2.0	2.3

* 21/VI : 第2～3段花房 27/VI : 第2～4段花房 2/VII : 第3～5段花房 11/VII :

第4～6段花房 16/VII : 第5～7段花房

第60表 シルバーポリテープのヒラズハナアザミウマに対する防除効果

試験区	被害果率(%)		10花当たり寄生虫数(四) *	
	1～2段果	3～4段果	6月13日	7月24日
テープ処理区	5.0	11.0	1.2	39.4
無処理区	4.9	13.0	0.4	48.6

* 6月13日：第2～3段花房 7月24日：第5段花房

3. 生物的防除

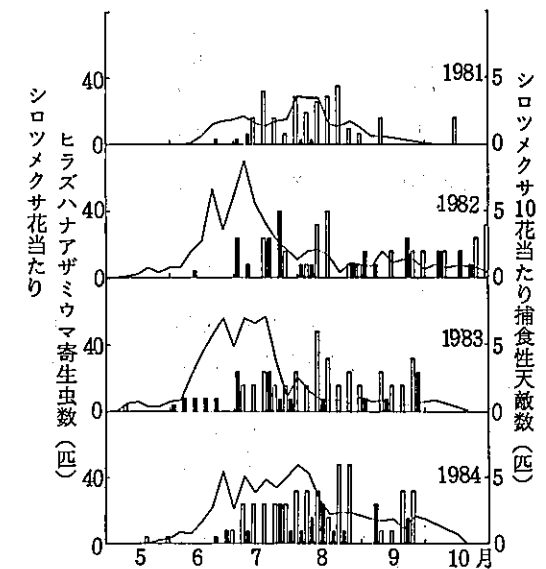
1) シロツメクサ圃場における天敵類の発生

シロツメクサ圃場におけるヒラズハナアザミウマの天敵類の発生推移は第59図に示したとおりである。4か年の調査で、ヒメハナカメムシとハナグモの計2種の捕食性天敵が認められた。2種とも6～7月にかけてのヒラズハナアザミウマの個体数増加期には少なく、7月のピーク時に発生数が多くなった。とくにヒメハナカメムシはヒラズハナアザミウマの発生ピーク時に、ハナグモはそれ以降に多くなる傾向があった。

2) ヒメハナカメムシの発育と捕食能力

22±1℃、16時間の日長条件で、ヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫を餌として飼育したヒメハナカメムシの発育期間を第61表に示した。本種の幼虫は5齢を經過し、第5齢期間が最も長かった。また、雄は雌より発育がわずかに速かった。

ヒメハナカメムシの全幼虫期間中におけるヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫の総捕食量は約37頭で、脱皮ごとに捕食量は増加し、第5齢幼虫期の捕食量は全捕食量の約60%であった(第62表)。



第59図 ヒラズハナアザミウマ捕食性天敵類の発生消長
— はヒラズハナアザミウマ寄生虫数
■ はヒメハナカメムシ、□ はハナグモ

第61表 ヒメハナカメムシの発育期間

性 供試虫数	齢 期 と 発 育 期 間 (日) *					平均幼虫* 期間(日)
	第1齢	第2齢	第3齢	第4齢	第5齢	
雌 14	3.8±0.8	2.4±0.6	2.2±0.4	2.7±0.6	5.2±0.6	16.3±1.4
雄 10	3.7±0.5	2.5±0.7	2.4±0.7	2.3±0.7	5.0±0.5	15.8±1.0
計 24	3.8±0.7	2.4±0.7	2.3±0.6	2.5±0.7	5.1±0.5	16.1±1.2

* $\bar{X} \pm S.D$

第62表 ヒメハナカメムシ幼虫の捕食量

供試虫数	ヒメハナカメムシの齢期と捕食量(四) *					合計*
	第1齢	第2齢	第3齢	第4齢	第5齢	
11	1.1±0.3	2.0±0.9	3.7±1.5	8.7±1.9	22.0±4.1	37.5±4.3
	(0.3)	(0.8)	(1.6)	(3.5)	(4.3)	(2.3)

* $\bar{X} \pm S.D$ 、() の数値は1日当たり捕食量(四)

成虫の1日当たりの捕食量は餌密度の増加とともに増大した(第63表)。餌密度(X)と成虫の捕食量(n)との関係をHOLLING³⁰⁾のDisc equationによって求めると、次式のようにになった。

第63表 ヒメハナカメムシのヒラズハナアザミウマ幼虫捕食量

餌密度(匹)*	平均捕食虫数(匹)
5	4.0
10	6.4
20	7.3
40	11.0

*: 第2齢幼虫、各密度区とも5反復

$$\frac{1}{n} = 0.8513 \frac{1}{X} + 0.0787$$

これから、ヒメハナカメムシ雌成虫の1日当たりのヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫捕食量の上限は約13匹となった。

3). アザミウマヒメコバチの発育・増殖と寄生能力
シロツメクサ圃場での天敵発生調査では認められなかったアザミウマヒメコバチが、チャの花に生息していたので、その発育や増殖と捕食寄生能力について検討した。

(1) 発 育

寄主アザミウマ6種のうち、ヒラズハナアザミウマ亜目の5種に対しては捕食寄生を完了し、次世代を得ることができた。しかし、クダアザミウマ亜目のシナクダアザミウマには産卵行動は認められたが、次世代を得ることはできなかった。

ヒラズハナアザミウマ、ネギアザミウマ、ハナアザミウマの3種を寄主として飼育した結果は第64表に示したとおりである。卵～幼虫の期間はハナアザミウマを寄主とした場合に最も短かった。蛹期間には寄主に

第64表 アザミウマヒメコバチの寄主別発育期間

寄 主	発 育 期 間(日) *	
	卵+幼虫期	蛹 期
ネギアザミウマ	18.5±0.5	115.4±16.8
ヒラズハナアザミウマ	18.2±1.6	133.4±26.7
ハナアザミウマ	14.3±0.9	115.1±16.8

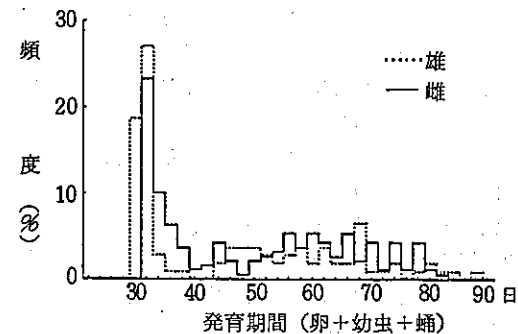
* $\bar{X} \pm S.D.$ 、17.5±1℃・16L8D 条件

よる差は認められなかった。また、蛹の大きさはヒラズハナアザミウマを寄主とした場合に最も大きかった(第65表)。さらに、卵から成虫羽化までの発育期間

第65表 アザミウマヒメコバチの蛹の寄主別大きさ

寄 主	蛹 の 大 き さ *	
	最大体幅(mm)	最大体長(mm)
ヒラズハナアザミウマ	0.32±0.02	0.98±0.06
ネギアザミウマ	0.28±0.02	0.82±0.03
ハナアザミウマ	0.28±0.01	0.82±0.05

*: $\bar{X} \pm S.D.$



第60図 アザミウマヒメコバチの発育期間の頻度分布

は雌雄とも30日前後が最も多く、40日以内のものが全体の約50%を占めた(第60図)。しかし、発育期間の変異は大きく、その最短～最長所要日数は雌では31～77日、雄では29～87日であった。このうちの幼虫期間は10日前後でほとんど差がないことから蛹期間の変異性に起因していることがわかる。

本種の卵+幼虫期の発育は温度依存的で、温度が高いほど発育が速かった(第66表)。蛹期間については、

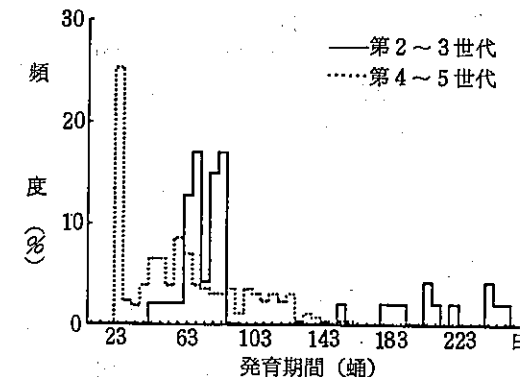
第66表 飼育温度とアザミウマヒメコバチの発育期間

温度(℃)	発 育 期 間(日) *	
	卵+幼虫期	蛹 期
15.0	22.8±0.9	107.1±14.7
17.5	18.2±1.6	133.4±26.7
20.0	13.5±1.0	105.9±63.1
22.5	10.3±1.0	38.2± 8.3
25.0	8.4±0.8	38.5± 7.4

* $\bar{X} \pm S.D.$

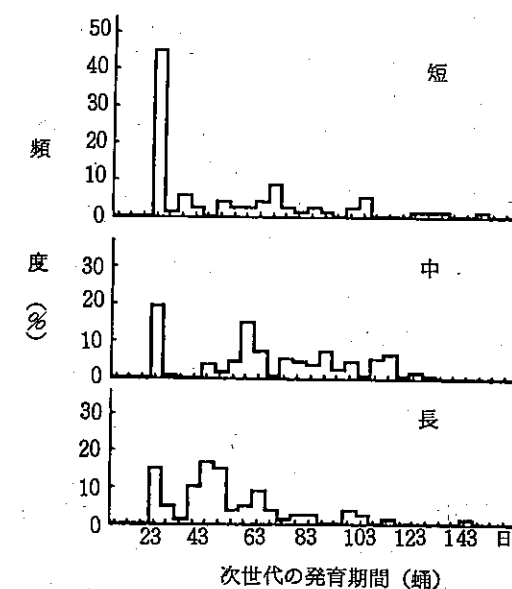
20℃以下では非常に長く、平均で100日以上であり、22.5℃以上では40日未満であった。

成虫を10月に採集して累代飼育をした2・3世代目と4・5世代目の蛹期間を比較すると、両者に変異性が認められたほか、2・3世代目の蛹期間は非常に長く、すべて40日以上であったのに対して、4・5世代目のそれは短く、羽化した個体の半数は40日未満であった(第61図)。そこで、親世代の蛹期間を30日以下、



第61図 発育期間にみられる世代間差

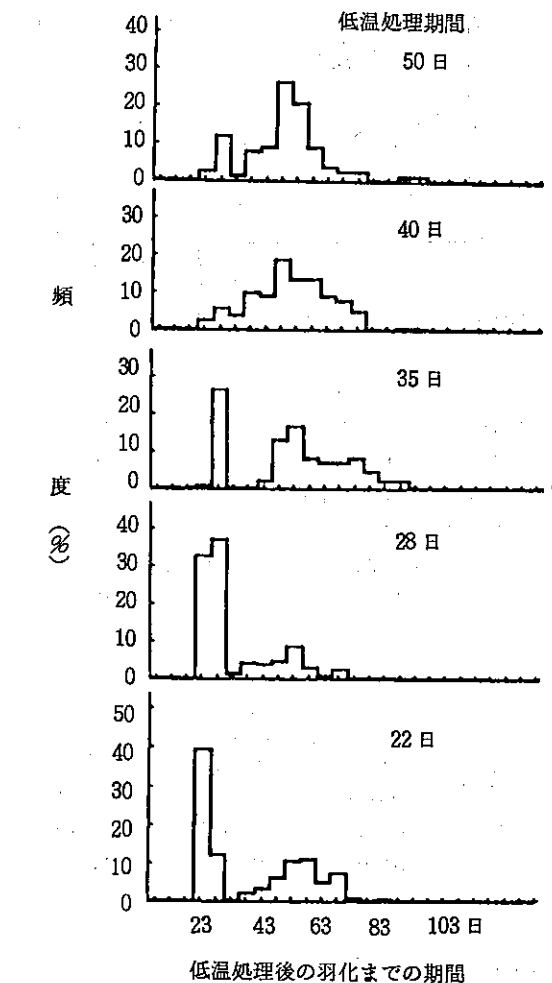
40～60日、60日以上の3グループに分け、それぞれ次世代蛹期間を調査した。その結果は第62図に示したとおりで、親世代の蛹期間が最も短い区では次世代のそれも短くなる傾向が認められた。他の2区では蛹期間



第62図 親世代の蛹期間と次世代の蛹期間との関係

の変異が大きく、とくに発育の遅いグループでそれが顕著であった。

一連の低温処理のうち22日間と28日間の処理では処理後30日以内にそれぞれ51%および70%の個体が羽化し、羽化率に対する低温処理の効果が認められた(第63図)。しかし、35日以上処理ではその効果が認められなかった。



第63図 羽化の斉一化に対する低温処理の効果

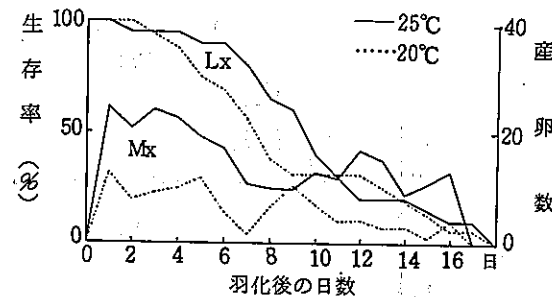
(2) 増 殖

本種の生存期間と産卵数は第67表に示したとおりである。25℃では1雌当たりの平均産卵数は162個で、最も多く産卵した個体は280個に達した。平均生存期間は10.4日であった。産卵は羽化直後から始まり、羽化後6日目まで毎日20卵前後を産み、死亡するまで産

第67表 アザミウマヒメコバチの産卵数と寿命

温度(°C)	平均生存期間(日)	平均産卵数(卵)
20	9.1(3~18)	61.0
25	10.4(2~18)	161.8

() 内は最小~最大値



第64図 アザミウマヒメコバチの齢別生存曲線 (Lx) と齢別出生曲線 (Mx)

卵がつづいた(第64図)。また、羽化後9日間生存する個体は50%以上を占めた。いま、羽化時点での生存率を100%、性比を1.0として、寄主の場合と同様にして日別産卵数と日別生存率から個体群増殖のパラメータを求めた(第68表)。本種は羽化までの発育期間が長いので内的自然増加率の値は小さく、0.1を越えなかった。

第68表 個体群増殖のパラメータ

温度(°C)	1世代の平均期間(日)	1日当たり内的自然増加率(r)	純繁殖率(Ro)
20	87.5	0.047	63.4
25	52.0	0.098	161.9

第3節 考 察

わが国におけるアザミウマ類の防除に関しては、ミナミキイロアザミウマで総合的に研究されている^{86, 89, 116, 117}。その他のアザミウマでは、チャノキイロアザミウマ¹²¹やワサビクダアザミウマ⁴⁰で断片的なものが報告されている。

ヒラズハナアザミウマに関してはほとんど研究されていない現状である。現在の害虫防除は農薬による化学的防除が主である。しかし、近年、紫外線除去フ

ィルムやシルバーマルチ利用など物理的防除の有効性が認められたり、一部の害虫では天敵を利用する生物的防除が試みられたりしている。しかし、アザミウマ類の生物的防除に関しては、わが国では全く知見がない。本研究ではヒラズハナアザミウマに対する化学的および物理的防除法を検討し、さらに生物的防除法についても有望な天敵についての基礎調査を行った。

圃場における防除試験を行うに立って、本害虫に対する各種薬剤効果を検討した。

まず、薬剤感受性の検定方法について検討した霞原¹³⁰および西野⁸⁹はミナミキイロアザミウマの第1, 2齢幼虫に対して、キュウリの葉片をDMTP水和剤およびBPMC乳剤の溶液に浸漬して検定しているが、成虫については検討していない。本研究では成虫を対象として、また、寄主植物を用いない方法についても検討した。その結果、虫体浸漬法がDDVP乳剤のようにガス効果がある薬剤に対しても有効であり、供試した各薬剤とも薬液濃度と死虫率との間に高い相関が認められ、アザミウマ類の薬剤感受性検定方法として利用できることが明らかになった。この方法によってDMTP水和剤とMEP乳剤の効果が著しいこともわかった。この2薬剤の実用濃度としては1000倍液で効果が期待できると思われる。供試薬剤のうち成虫に対する殺虫効果が認められなかったカルタップ水溶剤は第1齢幼虫に対して顕著な殺虫効果が認められ、第2齢幼虫は蛹脱皮し、正常に羽化しても羽化後の体表が黒化することなく、すべて死亡した。このことは、カルタップ剤が外骨格の形成を阻害することを示唆する。これまでアザミウマ類に対しては全く検討されていなかったことから、今後、新農薬の開発においてこのような作用特性をもつ製品の検討が期待される。

本種の発生圃場での防除試験例は少なく、長野県ではトマトに寄生する本種に対してアセフェート水和剤が有効であることが知られている(柴本, 未発表)。本研究でもトマト圃場で試験した結果、感受性検定結果と同様にDMTP水和剤とMEP乳剤の効果が認められた。しかし、残効性が劣ることから、ほぼ1週間ごとに3回散布する必要性が認められた。これは本種が圃場外から絶えず飛来侵入し、開花した花に寄生するためと考えられている。したがって、各段位の花房の開花期ごとに1回は散布する必要があると思われる。トマトは果実の収穫が始まると、農薬の安全使用基準に則って薬剤散布はできない。このことから夏秋栽

培では発生増加率に当たる6月に1週間おきの3回散布が有効である。また、省力防除を目指した粒剤施用については、トマトで実力可能なアセフェート粒剤の効果が高く、定植時からの2~3回、20日ごとに株元に施用すると効果が高い。この粒剤はアブラムシ、オンシツコナジラミなどにも有効であるため同時防除剤としても利用価値がある。

化学的防除はトマトのような生果菜では薬剤の残留が消費者にとって問題となる。一方、生産者は効率的かつ経済的な化学防除を行う必要がある。そのため薬剤の散布回数の軽減が図られている。そのなかでも農業資材を利用した防除法の採用が近年注目を浴びている。紫外線除去フィルムは灰色かび病菌の孢子形成や菌核病菌の子のう盤形成を阻害したりすることからハウスの野菜で実用化されている^{31, 32}。また、ミナミキイロアザミウマやアブラムシ、オンシツコナジラミなどでも紫心線除去フィルムやシルバーポリマルチの効果が報告されている^{55, 111, 116, 117}。本研究でもそれらの効果が認められたとはいえ、それだけでは完全な防除は困難である。したがって、薬剤の散布または散粒と物理的防除とを組み合わせ、効率的防除を図ることが望まれる。

害虫の生物的防除は古くから行われている。近年、施設栽培の果菜類の害虫・ハダニ類に対しては、有力天敵の大量増殖法が確立され、需要に応じる体制が採られている。アザミウマ類の天敵としては、捕食性カメムシ、寄生蜂、線虫などが知られている⁶⁸。そのうち、捕食性カメムシとしてOrieus属のハナカメムシ類が有力天敵として世界的によく知られている^{12, 39, 90, 104, 123}。また、寄生蜂としては、幼虫寄生性のヒメコバチ科Eulophidae、卵寄生性のタマゴヤドリコバチ科Trichogrammatidaeやホソバネヤドリコバチ科Mymaridaeに属する種が知られている^{1, 68}。

アザミウマ類に対する生物的防除の試みは国外で幾つかの例がある。そのうち最も成功したのはGynai-kothrips ficorum (MARCHAL)に対してフィリピンからハワイに導入されたハナカメムシの1種Mantandoniola moraguesi Put.である⁶⁸。SAKIMURA¹⁰⁷はハワイのネギアザミウマ防除にカリフォルニアからThripoctenus russelli Crw.を、日本からT. bruiの導入放飼を試みている。近年、オランダでは施設野菜のネギアザミウマに対して、ハダニ類の捕食性天敵であるカブリダニの一種Amblyseius mackenziei Sch. & Pr.の放飼が開始されてい

る⁹⁹。しかし、これら天敵類の生態については不明な点が多く、実用化にはほど遠い感がある。そこで、本研究ではヒラズハナアザミウマに対して有望と思われる捕食性天敵ヒメハナカメムシと捕食寄生性天敵アザミウマヒメコバチの2種の実用化に向けた基礎的生態を調査した。ヒメハナカメムシの捕食行動は圃場でもよく観察され、シロツメクサ圃場でのアザミウマの発生制御要因の一つである。しかし、本種はアザミウマ以外のアブラムシやダニ類なども寄主とする多食性であることから、選好性の有無について今後、検討する必要がある。また、本種は光周期による成虫休眠を行う(永井, 未発表)ことから、圃場での増殖あるいは定着を期待する場合には、放飼期間が限られてくると考えられる。

ヒラズハナアザミウマの寄生蜂として、SAKIMURA¹⁰⁵はThripoctenus brui VUILLET (Ceraninus bruiの同種異名)を記録している。アザミウマヒメコバチの産卵数はSAKIMURA¹⁰⁶が報告した数よりも多いことがわかった。また、幼虫期から蛹期にかけての発育速度には個体間変異が大きく、本種の利用についてはなお問題点が多く含まれているようである。蛹期間が長いことは、天敵を導入するための運搬にとっては好都合である。しかし、30日以内に羽化する個体が50%以下であることから、放飼するときに時間的損失が多いと思われる。発育の速い個体が産んだ次世代においても、また、蛹期間に低温処理しても処理後の羽化までの期間にも変異性が認められた。低温処理によって多少、羽化の斉一化をはかることが可能であるとはいえ、本種の発育に変異性が存在することは本質的な特性と考えられる。本種はヒラズハナアザミウマを餌として大量増殖が可能であることから、今後の実用化に向けて生態を踏まえた放飼方法や保護について検討する必要がある。それによって本害虫の管理体制が確立されるものと期待する。

第4節 ま と め

1) 化学的防除

① 薬剤感受性

ヒラズハナアザミウマの薬剤感受性検定方法としては、虫体浸漬法が最も安定しており、薬剤の効力比較にも利用できることがわかった。

DMTP水和剤、MEP乳剤、マラソン乳剤、DDVP乳剤の本種に対する防除効果は高く、LC₅₀値はそれぞれ30ppm, 71ppm, 110ppm, 150ppmであった。

カルタップ水溶剤は第1齢幼虫に対しては顕著な殺虫効果を示したのに対して、第2齢幼虫に対してはほとんどの個体が羽化するまで生存した。しかし、その羽化個体は体が黒化するまでに全て死亡した。また、雌成虫に対しては、本剤1000倍液を吸汁したものは2日後にその1/3が死亡するにすぎなかった。さらに、生存個体は餌を替えて産卵させると、全て正常に産卵し、その卵は正常に发育し、ふ化した。

② 現場圃場試験

液剤散布では、DMTP水和剤とMEP乳剤の防除効果が顕著で、開花期の散布が有効であった。しかし、残効性はやや劣った。粒剤施用ではアセフエートおよびモノクロトホスの防除効果がやや優れていた程度である。アセフエート粒剤の定植時から2〜3回施用で第5段果房までの被害発生を抑えることがわかった。施用量は株当たり3g施用によって、顕著な防除効果が認められた。

2) 物理的防除

① 紫外線除去フィルムによる防除

UVCフィルム被覆は普通ビニール被覆より被害果および寄生虫数が少なく、高い防除効果が認められた。とくに少発生条件下ではその防除効果が顕著であった。また、UVCフィルムは本種の发育・産卵を及ぼさないこともわかった。

② シルバーストライブ入りポリフィルムによるマルチおよびシルバーポリテープの効果

シルバーストライブ入りポリフィルムでマルチすると、低い第1〜2段果房では被害果は少なく、防除効果が認められた。シルバーポリテープによる被害発生抑制の効果は認められなかった。

3) 生物的防除

① シロツメクサ圃場における天敵類の発生

本研究で、ヒメハナカメムシとハナグモの計2種の捕食性天敵が認められた。2種とも6〜7月にかけてのヒラズハナアザミウマの個体数増加期には少なく、7月の発生ピーク時以降に多くみられた。とくにヒメハナカメムシはヒラズハナアザミウマの発生ピーク時に、ハナグモはそれ以降に多くなる傾向があった。

② ヒメハナカメムシの发育と捕食能力

本種の幼虫は5齢を経過し、第5齢期が最も長かった。また、雄は雌より发育がわずかに速かった。ヒメハナカメムシの全幼虫期間中におけるヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫の総捕食量は約37頭で、第5齢幼虫期の捕食量は全捕食量の約60%であった。ヒメ

ハナカメムシ雌成虫の1日当たりのヒラズハナアザミウマ第2齢幼虫捕食量の上限は約13匹となった。

③ アザミウマヒメコバチの发育・増殖と寄生能力

ヒラズハナアザミウマをはじめアザミウマ亜目の5種に対しては捕食寄生を完了し、次世代を得ることができた。しかし、クダアザミウマ亜目のシナクダアザミウマには産卵行動は認められたが、次世代を得ることはできなかった。

卵〜幼虫の发育期間はハナアザミウマを寄主とした場合に最も短かった。蛹期間には寄主による差が認められなかった。また、蛹の大きさはヒラズハナアザミウマを寄主とした場合に最も大きかった。卵から成虫羽化までの发育期間の個体間変異は大きく、これは蛹期間の変異性に起因した。

本種の卵+幼虫期の发育は温度依存的で、温度が高いほど发育が促進された。蛹期間については、20℃以下では非常に長く、平均で100日以上であり、22.5℃以上では40日未満であった。

親世代の蛹期間が短いと次世代のそれも短くなる傾向が認められた。しかし、親の发育速度にかかわらず次世代に変異性が認められた。蛹期間の低温処理は羽化率一に対して効果があつた。とくに28日間の処理効果が最も大きく、処理後30日以内に70%の個体が羽化した。

1雌当たりの平均産卵数は162個で、最も多く産卵した個体は280卵に達した。平均生存期間は10.4日であった。産卵は羽化直後から始まり、25℃では羽化後6日目まで毎日20卵前後を産み、死亡するまで産卵がつづいた。羽化時点での生存率を100%、性比を1.0として求めた純繁殖率は、25℃で161.9倍、1日当たりの内的自然増加率の値は小さく、25℃で0.098であった。

要 旨

1970年ごろから、日本の各地で果菜類に特異な症状が現われ始めた。それが花棲性のヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (TRYBOM) の寄生と関連しているのではないかと想定のもとに、1980年から7年間にわたって主として島根県内のシロツメクサおよびトマト圃場における個体群について調査した。まず野外における発生実態を把握するとともに、室内では基礎的な生態学的研究を行い、ついでトマト白ぶ

くれ症発生の原因究明、さらに総合的な防除法について検討した。得られた主要な結果を要約すれば、以下のとおりである。

1. 本種は年4(北海道)〜13回(宮崎県)発生し、トマト・ピーマンなどの果菜類をはじめとして、40科108種の植物の花に寄生する。成虫態で越冬し(沖縄県を除く)、晩春から初夏(梅雨期を除く)にかけて個体群は指数的に増大する。発生量盛期(6月下旬)までの増殖ポテンシャルは5月中旬の平均気温を知ることによって、また発生量はシロツメクサの開花初日と5月中旬の平均気温との関係から予察できる。

2. チャ、イチゴ、ナシ、チェーリッパ、クロマツなどの植物の花粉と蜂蜜液との給餌によって幼虫・成虫ともに容易に飼育できる。

3. 成虫の寿命は極めて長く、1日当たりの内的自然増加率は20〜25℃で0.097〜0.158である。産雄単為生殖を行うから、野外における性比は季節的に大きく変動する。

4. 長日型の光周反応を示し、光周期は卵期から蛹期にかけて累積的感受されるようである。雌は20℃前後の短日条件下で生殖休眠をし、非休眠虫より耐寒性が優れることは生活史戦略としての適応的意義がある。

5. 雌は1回しか交尾しないのに対して、雄は多回交尾を行い、1回当たり6分以上の時間を要する。

6. 開花量と生息密度に依存して飛翔個体が増える。そのとき480〜490nmの波長や1m前後の風速、青色トラップに対して正の走性を示す。ただし、気温や日射量の変化が飛翔に影響するようである。

7. トマト白ぶくれ症はヒラズハナアザミウマの産卵によって生ずる症状で、雌成虫の寄生花率および花当たりの寄生虫数と被害果率との間には高い正相関が認められる。とくに6〜7月、夏秋露地栽培(雨よけ栽培を含む)トマト圃場における発生が著しく、被害果率が20〜30%以上に達することがある。なお、被害発生量調査には50株のサンプリングで十分である。

8. 成虫はトマトの花当たり、株当たりともに集中分布をし、果実当たりの被害(産卵)痕も集中分布を示す。一方、株当たりの被害果はランダム分布を示す。

9. 薬剤の感受性検定には虫体浸漬法が最も安定している。

10. 開花期におけるDMTP水和剤あるいはMEP乳剤の散布(1000倍液を1週間おきに3回)や、定植時からのアセフエート粒剤の散粒(3g/株を20日ごとく2〜3回)によって被害がかなり抑制できる。ま

た、紫外線除去フィルムによる被覆や、シルバーストライブ入りポリフィルムのマルチによっても防除効果が認められる。したがって、本書害虫管理に対しては化学的・物理的防除の組み合わせと、環境管理(圃場周辺の開花雑草の除去)が重要である。

11. 2種の天敵、ヒメハナカメムシとアザミウマヒメコバチの捕食あるいは捕食寄生による自然制御が評価されるけれども、いずれも多食性で、後者は发育期間に変異性が大きいことから、それらの利用については検討の余地がある。

引用文献

- 1) ANANTHAKRISHNAN, T. N. (1984): Bioecology of thrips. Indira Publishing House, Oak Park, 233pp.
- 2) ANDREWARTHA, H. G. (1935): Thrips investigation 7. On the effect of temperature and food upon egg production and the length of adult life of *Thrips imaginis* BAGNALL. J. Coun. Sci. Ind. Res. Aust. 8:281-288.
- 3) ANDREWARTHA, H. G. (1936): Thrips investigation 8. The influence of temperature on the rate of development of the immature stages of *Thrips imaginis* BAGNALL and *Haplothrips victoriensis* BAGNALL. J. Coun. Sci. Ind. Res. Aust. 9:57-64.
- 4) ANDREWARTHA, H. G. and BIRCH, L. C. (1954): The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press, Chicago, 782pp.
- 5) 朝比奈英三・竹原一郎 (1964): イラガ前蛹の耐凍性。補遺. I. 低温科学 生物編 22:79-90.
- 6) 朝比奈英三・丹野皓三 (1966): セクロピア蚕の休眠蛹の耐凍性. II. 低温科学 生物編 24:25-34.
- 7) BAILEY, S. F. (1932): A method employed in rearing thrips. J. Econ. Entomol. 25:1194-1196.
- 8) BAILEY, S. F. (1933): The biology of the bean thrips. Hilgardia 7:467-522.
- 9) BARNES, J. K. (1976): Effect of temperature on development, survival, oviposition, and diapause in laboratory popula-

- tions of *Sepedon fuscipennis* (Diptera: Sciomyzidae). Environ. Entomol. 5:1089-1098.
- 10) BEAVERS, J. B. and EWART, W. H. (1971): Observations on citrus thrips biology and an improved method of rearing them in the laboratory. J. Econ. Entomol. 64:1124-1127.
- 11) BECK, S. D. (1980): Insect photoperiodism. 2nd edition, Academic Press, New York, 387pp.
- 12) BENNETT, F. D. (1965): Observations on the natural enemies of *Gynaikothrips ficorum* MARCHAL, in Brazil. Tech. Bull. Commonw. Inst. Control 5:117-125.
- 13) BRADSHAW, W. E. (1976): Geography of photoperiodic response in a diapausing mosquito. Nature 262:384-386.
- 14) BRADSHAW, W. E. and LOUNIBOS, L. P. (1977): Evolution of dormancy and its photoperiodic control in pitcher plant mosquitoes. Evolution 31:540-567.
- 15) BRAZZEL, J. R. and NEWSON, L. D. (1959): Diapause in *Anthonomus grandis* BOH. J. Econ. Entomol. 52:603-611.
- 16) BUFFA, P. (1907): Trentuna specie di Tisanotteri italiani. Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem. 23Pisa. 60pp [LEWIS, T. (1973): Thrips: their biology, ecology and economic importance. Academic press, London, 349pp.]
- 17) DANILEVSKY, S. (1961): Fotoperiodizm i sezonnoe razvitiye basekomykh. 昆虫の光周性. 日高敏隆・正木進三訳. 東大出版会, 東京, (1966) 293pp.
- 18) DEV, H. N. (1964): Preliminary studies on the biology of the Assam thrips *Scirtothrips dorsalis* HOOD on tea. Indian J. Ent. 26:184-194.
- 19) DEWILDE, J. and DEBOER, J. A. (1961): Physiology of diapause in the abult colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). II. Diapause as a case of pseudo-allatectomy. J. Insect Physiol. 6:152-161.
- 20) EARLE, N. W. and NEWSOM, L. D. (1963): Initiation of diapause in the boll weevil. J. Insect Physiol. 10:131-139.
- 21) EVANS, J. W. (1933): Thrips investigation 1. The seasonal fluctuations in numbers of *Thrips imaginis* BAGNALL and associated blossom thrips. J. Coun. Sci. Ind. Res. Aust. 6:145-159.
- 22) FERENZ, H. -J. (1975b): Photoperiodic and hormonal control of reproduction in male beetles, *Pterostichus nigrita*. J. Insect Physiol. 21:331-341.
- 23) FRASSEN, C. J. H. and MANTEL, W. P. (1964): Notes on copulation of thrips. Tijdschrift Entomologie. 107:341-344.
- 24) GLICK, P. A. (1960): Collecting insects by airplane with special reference to dispersal of the potato leafhopper. Tech. Bull., U. S. Dep. Agric. 1222:1-16
- 25) 逸見 尚 (1979): カキを加害する新しいスリップス カキクダアザミウマ *Liothrips sp.* 植物防疫 33:231-235.
- 26) HIGUCHI, C. and KIMURA, M. T. (1985): Influence of photoperiod on low temperature acclimation for cold-hardiness in *Drosophila auraria*. Physiol. Entomol. 10:303-308
- 27) HODEK, I. and CERKASOV, J. (1960): Prevention and artificial induction of imaginal diapause in *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae, Col.) Nature 187:345
- 28) HODEK, I. and CERKASOV, J. (1961): Experimental influencing of the imaginal diapause in *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae, Col.) Acta Soc. Zool. Bohemoslov. 25:70-90.
- 29) HODEK, I. and CERKASOV, J. (1963): Imaginal dormancy in *Semiodotia undecimnotata* SCHNELD. (Coccinellidae, Col.) II. Changes in water, fat and glycogen content. Acta Soc. Zool. Bohemoslov. 27:298-318.
- 30) HOLLING, C. S. (1959): Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Canad. Ent. 91:385-398.
- 31) HONDA, Y. and YUNOKI, T. (1977): Control of Sclerotinia disease of greenhouse eggplant and cucumber by inhibition of development of apothecia. Plant Dis. Repr. 61:1036-1040
- 32) HONDA, Y., TOKI, T. and YUNOKI, T. (1977): Control of gray mold of greenhouse cucumber and tomato by inhibiting sporulation. Plant Dis. Repr. 61:1041-1044.
- 33) HUGAGANS, J. L. and BLICKENSTAFF, C. C. (1964): Effect of photoperiod on sexual development in the alfalfa weevil. J. Econ. Entomol. 57:167-168.
- 34) 福田仁郎・飯久保昌一・奥代重敬 (1954): 所謂柿のえかきについて. 東海近畿農試研報 園芸部 2; 172-187.
- 35) 福本 誠・山口福男・山下優勝 (1970): ネギアザミウマの飼育方法について. 中国農研41:80-81.
- 36) 古野鶴吉・山田偉雄・腰原達雄 (1978): モモアカアブラムシの個体群増殖に及ぼす湿度の影響. 九農研 40:105.
- 37) 古野鶴吉・腰原達雄 (1978): ハダニの個体群増殖に及ぼす湿度の影響. 九病虫研会報 24:125-126
- 38) 池田二三高・久保田栄・石川 毅・高橋啓之 (1984): メロン温室及びその周辺におけるミナミキイロアザミウマの発生態. 静岡農試研報 29:33-40
- 39) ILLINGWORTH, J. F. (1931): Yellow spot of pineapples in Hawaii. Phytopath. 21:865-880
- 40) 石井卓爾・北村憲二 (1975): ワサビクダアザミウマ *Liothrips sp.* (Thysanoptera) の生態と防除に関する研究 第1報 生活環と行動並びに防除法. 島根農試研報 13:12-29.
- 41) 石崎久次・竹谷宏二 (1973): プリンスメロン果実の汚斑点に関する研究 1. ヒラズハナアザミウマとの関係. 北陸病虫研会報 21:106-111.
- 42) IWAO, S. (1968): A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. 10:1-20.
- 43) JENSEN, F. D., FLAHERTY, D. L., KASINATIS, A. N., KIDO, H. and MOLLER, W. J. (1982): Grape pest management. Division of agricultural sciences of University of California, Berkeley, 312pp.
- 44) JENSER, G. (1973): Observations on the autumn mass flight of *Frankliniella intonsa* (TRYBOM) (Thysanoptera: Thripidae). Acta Phytopath. Sci. Hung. 8:227-230.
- 45) JOHNSON, C. G. (1957a): Studies on the degeneration of the flight muscles of alata aphids. I. A comparative study of the occurrence of muscle breakdown in relation to reproduction in several species. J. Insect Physiol. 1:248-266.
- 46) JOHNSON, C. G. (1969): Migration and dispersal of insects by flight. Methuen & Co. Ltd., London, 763pp.
- 47) JOHNSTON, H. B. (1925): *Heliothrips indicus* (BAGNALL) injurious to man in the Sudan. Entomologists mon. Mag. 61:132-133
- 48) JORDAN, R. G. and BRADSHAW, W. E. (1978): Geographic variation in the photoperiodic response of the western tree-hole mosquito, *Aedes sierrensis* (LUDLOW). Ann. Entomol. Soc. Am. 71:487-490
- 49) KAMM, J. A. (1972): Environmental influence on reproduction, diapause, and morph determination of *Anaphothrips obscurus* (Thysanoptera: Thripidae). Environ. Entomol. 1:16-19.
- 50) 河合 章 (1982): ミナミキイロアザミウマに対する白色粘着トラップの誘引性に関する検討. 九病虫研報 28:132-134.
- 51) 河合 章 (1983): ミナミキイロアザミウマ個体群の生態学的研究 I. 施設栽培のキュウリにおける発生態. 応動昆 27:261-264
- 52) 河合 章 (1985): ミナミキイロアザミウマ個体群の生態学的研究 VII. 増殖能力に及ぼす温度の影響. 応動昆 29:140-143
- 53) 河合 章 (1986): ミナミキイロアザミウマ個体群の生態学的研究 X. 異なる作物上での増殖の比較. 応動昆 30:7-11.
- 54) KIMURA, M. T. (1982a): Cold hardiness and preimaginal period in two closely related species, *Drosophila takahashii* and *D. lutescens*. Kontyu, 50:638-648
- 55) 木村 裕 (1982): マルチ資材によるアブラムシ類の防除. 植物防疫 36:469-473.
- 56) KIRK, W. D. J. (1984): Pollen-feeding

- in thrips (Insecta:Thysanoptera). J. Zool., London 204:107-117.
- 57) KOMAZAKI, S. (1982): Effects of constant temperatures on population growth of three aphid species, *Toxoptera citricidus* (KIRK-ALDY), *Aphis citricola* VAN der GOOT, and *Aphis gossypii* GLOVER (Homoptera: Aphididae) on citrus. Appl. Ent. Zool. 17:75-81.
- 58) KOPPA, P. (1970): Studies on the thrips (Thysanoptera) species most commonly occurring on cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 9:191-265.
- 59) KUDO, I. (1971): Observations on relative abundance, phenology and flower preference of Thysanoptera in Sapporo and the vicinity. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Zool. 17:610-627.
- 60) KUDO, I. (1972): Notes on Thysanoptera collected from Masutomi (Yamanashi), central Japan. Kontyu 40:233-243.
- 61) 工藤 徹 (1981): 果菜類を加害するミナミキイロアザミウマ. 植物防疫 35:285-288.
- 62) 黒沢三樹男 (1968): 日本産総翅類の研究. Insecta Matsu. Suppl. 4:1-94.
- 63) LEWIS, T. (1959b): A comparison of water traps cylindrical sticky traps and suction traps for sampling Thysanopteran populations at different levels. Ent. exp. & appl. 2:204-215.
- 64) LEWIS, T. (1961): Records of Thysanoptera at Silwood Park, with notes on their biology. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) 36: 89-95.
- 65) LEWIS, T. (1963): The effect of weather on emergence and take-off of overwintering *Limothrips cerealium* HALIDAY (Thysanoptera). Ann. appl. Biol. 51:489-502.
- 66) LEWIS, T. (1964): The weather and mass flight of Thysanoptera. Ann. appl. Biol. 53:165-170.
- 67) LEWIS, T. (1965): The species aerial density and sexual and sexual maturity of Thysanoptera caught in mass flights. Ann. appl. Biol. 55:219-225.
- 68) LEWIS, T. (1973): Thrips: their biology, ecology and economic importance. Academic press, London. 349pp.
- 69) LEWIS, T. and NAVAS, D. E. (1962): Thysanopteran populations overwintering in hedge bottoms grass litter and bark. Ann. appl. Biol. 50:299-311.
- 70) LOAN, C. and HOLDWAY, F. G. (1955): Biology of the red clover thrips *Haplothrips niger* (OSBORN). Canad. Ent. 87: 210-219.
- 71) LUBINKHOF, J. and FOSTER, D. E. (1977): Development and reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera Thripidae) reared at three temperatures. Kansas Ent. Soc. 50:313-316.
- 72) MACGILL, E. I. (1927): The biology of Thysanoptera with reference to the cotton plant. 2. The relation between temperature and life-cycle in a saturated atmosphere. Ann. appl. Biol. 14:501-512.
- 73) MACLEOD, E. G. (1967): Experimental induction and elimination of adult diapause and autumnal coloration in *Chrysopa carnea* (Neuroptera). J. Insect Physiol. 13:1343-1349.
- 74) MEATS, A. (1973): Rapid acclimatization to low temperature in the Queensland fruit fly, *Dacus tryoni*. J. Insect Physiol. 19:1903-1911.
- 75) MEATS, A. (1976): Developmental and long-term acclimation to cold by the Queensland fruit fly (*Dacus tryoni*) at constant and fluctuating temperatures. J. Insect Physiol. 22:1013-1019.
- 76) 南川仁博・刑部 勝 (1979): 茶樹の害虫 日本植物防疫協会, 東京, 322pp.
- 77) MITTLER, T. E. and DADD, R. H. (1962): Artificial feeding and rearing of the aphid *Myzus persicae* (SULZER) on a completely defined synthetic diet. Nature 195:404.
- 78) MITSUHASHI, J. (1970): A device for collecting planthopper and leafhopper eggs (Hemiptera:Delphacidae and Deltocephalidae). Appl. Ent. Zool. 5:47-49.
- 79) MITSUHASHI, J. and KOYAMA, K. (1971): Rearing of planthoppers on a holidic diet. Ent. exp. & appl. 14:93-98.
- 80) MOFFITT, H. R. (1964): A color preference of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. J. Econ. Entomol. 57:604-605.
- 81) MORISHITA, M. (1959): Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Facul. Sci. Kyushu Univ. Ser. E; 2:215-235.
- 82) MORISON, G. D. (1957): A review of British glasshouse Thysanoptera. Trans. R. ent. Soc. Lond. 109:467-534.
- 83) MUNGER, F. (1942): Notes on the biology of the citrus thrips. J. Econ. Entomol. 35:455.
- 84) 村井 保・石井卓爾 (1982): 花粉による訪花性アザミウマ類の簡易飼育法. 応動昆 26:149-154.
- 85) 村井 保・石井卓爾 (1985): トマト白ぶくれ症の原因とその発生. 島根農試研報 20:1-11.
- 86) 永井清文・野中耕次 (1982): 紫外線除去フィルムによるミナミキイロアザミウマの防除. 植物防疫 36:466-468.
- 87) 永井清文・野中耕次・山本栄一 (1981): 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第2報 数種薬剤の2種混用による防除効果. 九病虫研会報 27:100-101.
- 88) 中垣至郎・白井 央 (1982): ヒラズハナアザミウマの色彩反応. 関東東山病虫研年報 29:149.
- 89) 西野敏勝・小川義雄・小野公夫・浜 久助 (1982): ミナミキイロアザミウマに対する数種薬剤の防除効果. 九病虫研会報 28:137-141.
- 90) NOLTE, H. W. (1951): Beitrage zur Morphologie und Biologie des Larchenblasenfusses (*Taeniothrips laricivorus* KRAT.). Beitr. Ent. 1:110-139.
- 91) NUGALIYADDE, L. and HEINRICHS, E. A. (1984): Biology of rice thrips, *Stenchaetothrips biformis* (BAGNAL) (Thysanoptera: Thripidae) and a green house rearing technique. J. Econ. Entomol. 77:1171-1175.
- 92) 岡田利承・工藤 徹 (1982): チャ園で採集されたアザミウマ類とその季節的消長. 応動昆 26:96-102.
- 93) 大場正明・小泊重洋 (1978): 茶園におけるチャノキイロアザミウマの走性について. 関東東山病虫研会報 25:118.
- 94) 大内義久 (1975): ヒラズハナアザミウマの春季における発生動態. 九病虫研会報 21:6-8.
- 95) 尾添 茂・多久田達雄・広沢敬之 (1970): スリップス類の加害によるワサビ茎葉の黒斑と生育異状. 植物防疫 24:428-430.
- 96) PENER, M. P. and ORSHAN, L. (1980): Reversible reproductive diapause and intermediate states between diapause and full reproductive activity in male *Oedipoda miniata* grasshoppers. Physiol. Entomol. 5: 417-426.
- 97) PENER, M. P. and ORSHAN, L. (1983): The reversibility and flexibility of the reproductive diapause in males of a "short day" grasshopper, *Oedipoda miniata*. In diapause and life cycle strategies in insects (eds. V. K. BROWN and I. HODEK) pp. 67-85. Junk, The Hague.
- 98) PUTMAN, W. L. (1942): Notes on the predacious thrips, *Haplothrips subtilissimus* Hal. and *Aeolothrips melaleucus* Hal. Canad. Ent. 74:37-43.
- 99) RAMAKERS, P. M. J. and VAN LIEBURG, M. J. (1982): Start of commercial production and introduction of *Amblyseius mackenziei* SCH. & PR. (Acarine:Phytoseiidae) for the control of Thrips tabaci LIND. (Thysanoptera:Thripidae) in glass-houses. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent 47:541-545.
- 100) RIVNEY, E. (1935): Ecological studies of the greenhouse thrips, *Heliothrips haemorrhoidalis*, in Palestine. Bull. ent. Res. 26:267-278.
- 101) ROCK, G. C., SHAFFER, P. L. and SHALTOUT, A. D. (1983): Tufted apple bumoth (Lepidoptera:Tortricidae): Photoperiodic induction of larval diapause and

- stages' sensitive to induction. Environ. Entomol. 12:66-70.
- 102) RUSSELL, H. M. (1912a): The bean thrips (*Heliothrips fasciatus* PERGANDE). Bull. Bur. Ent. U. S. Dep. Agric. 118:49pp.
- [LEWIS (1973): Thrips; their biology, ecology, and economic importance. Academic press, London. 349pp.]
- 103) SAKIMURA, K. (1932): Life history of *Thrips tabaci* on *Emilia sagitata* and its host plant range in Hawaii. J. Econ. Entomol. 25:884-891.
- 104) SAKIMURA, K. (1937a): The life cycle and seasonal histories of *Thrips tabaci* LIND. in the vicinity of Tokyo, Japan. 応用動物 9:1-24.
- 105) SAKIMURA, K. (1937b): On the bionomics of *Thripoctenus brui* VUILLET, a parasite of *Thrips tabaci* LIND., in Japan (I). Kontyu 11:370-390.
- 106) SAKIMURA, K. (1937c): On the bionomics of *Thripoctenus brui* VUILLET, a parasite of *Thrips tabaci* LIND., in Japan (II). Kontyu 11:410-424.
- 107) SAKIMURA, K. (1937d): Introduction of *Thripoctenus brui* VUILLET, parasite of *Thrips tabaci* LIND., from Japan to Hawaii. J. Econ. Entomol. 30:799-802.
- 108) SAKIMURA, K. and CARTER, W. (1934): The artificial feeding of thysanoptera. Ann. Entomol. Soc. Am. 27:341-342.
- 109) SAUNDERS, D. S. (1976): Insect Clocks. 昆虫時計. 正木進三訳, サイエンス社 東京, 387pp.
- 110) ŞENGONCA, Ç. and GERLACH, S. (1983): A new developed method <leaf-island> for observations on thrips in the laboratory. Türk. Bit. Kör. Derg. 7:17-22.
- 111) 真梶徳純・藤原孝之・天野 洋 (1983): オンシツコナジラミのハウス内への飛び込みと定着に及ぼす紫外線除去フィルムの影響. 千葉大園学報 32:99-105.
- 112) SHULL, A. F. (1914a): Biology of Thysanoptera. I. Factors governing local distribution. Am. Nat. 48:161-176.
- 113) SHULL, A. F. (1914b): Biology of Thysanoptera. II. Sex and life-cycle. Am. Nat. 48:236-247.
- 114) SHULL, A. F. (1917): Sex determination in *Anthothrips verbasci*. Genetics 2:480-488.
- 115) STANNARD, L. J. (1968): The thrips or Thysanoptera of Illinois. Bull. Ill. St. nat. Hist. Surv. 29:215-552. [LEWIS (1973) Thrips; their biology, ecology and economic importance. Academic press, London, 349pp.]
- 116) 鈴木 寛・玉城信弘・宮良安正 (1982): ミナミキイロアザミウマの物理的防除法. 九病虫研報 28:134-137.
- 117) 鈴木 寛・宮良安正 (1984): ミナミキイロアザミウマの生態及び防除に関する研究(1)農業用被覆資材による物理的防除法. 沖縄農試研報 9:85-93.
- 118) 田中 正・尾田啓一 (1970): イチゴを加害するアザミウマ類とその被害. 植物防疫 24:236-238.
- 119) TANG, C. C. (1976): Ecological studies on green asparagus thrips, *Frankliniella intonsa* (TRYBOM), in Taiwan. J. Agri. Res. China 25:299-309 [Rev. Appl. Ent. 65:1498-1499].
- 120) TANIGOSHI, L. K. and NISHIO-WONG, J. Y. (1981): Greenhouse rearing of citrus thrips *Scirtothrips citri* for experimental testing. J. Econ. Entomol. 74:213-214.
- 121) 田代重哉 (1982): カキを加害するチャノキイロアザミウマの生態と防除. 植物防疫 36:257-260.
- 122) TAYLOR, L. R. (1957): Temperature relations of teneral development and behaviour in *Aphis fabae* SCOP. J. Exp. Biol. 34:189-208.
- 123) TOMINIC, A. (1950): Observations on the biology and control of the olive thrips (*Liothrips oleae* COSTA). Zaranie Slas 2:73-85 [Rev. appl. Ent. (A) 41:245-246].
- 124) 豊田久蔵 (1972): トマトおよびオクラ果の白ぶくれ症(新称)について. 九病虫研会報 18:23-27.
- 125) 上住 泰・西村十郎 (1975): 原色花の病害虫. 農山漁村文化協会, 東京, 469pp.
- 126) 山本栄一・永井清文・野中耕次 (1981): 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第1報 成虫の飛翔. 九病虫研会報 27:98-99.
- 127) 米山伸吾・栃原比呂志 (1979): 茨城県の冬春作ピーマンにおける Tomato spotted wilt virus (TSWV) の発生について. 日植病報 45:565-566.
- 128) 興良 清・斉藤康夫・土居養二・井上忠男・都丸敬一編 (1983): 植物ウイルス事典 朝倉書店, 東京, 632pp.
- 129) 葭原敏夫・河合 章 (1982): ミナミキイロアザミウマのキュウリ葉片による個体飼育. 九農研 44:117.
- 130) 葭原敏夫・河合 章・升田武夫・遠藤正造 (1984): ミナミキイロアザミウマの薬剤感受性検定法. 九病虫研会報 30:132-135.
- 131) ZAWIRSKA I. (1976): Untersuchungen über zwei biologische Typen von *Thrips tabaci* LIND. (Thysanoptera: Thripidae) in der VR Polen. Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz 12:6, s. 411-422.

Summary

This study was carried out in order to make clear the ecology and control of flower thrips, *Frankliniella intonsa* (TRYBOM), and to confirm the occurrence of white swelling spot of tomato caused by this thrips.

1. Ecology

1) In this study, *F. intonsa* was newly found on 23 species of plant and it was cleared that this thrips dwelled on flowers of 108 species of plant.

2) Surveys on the seasonal prevalence of adult of *F. intonsa* were conducted at white clover field in Izumo from 1981 to 1985. Initial date of adult occurrence was recorded on the beginning of May. *F. intonsa* occurred from the beginning of May to the ending of November at the clover field of Izumo. There was the peak of occurrence from the middle of June to the ending of July every year. Towards the peak occurrence, population of *F. intonsa* increased exponentially. Several generations seemed to be synchronized at the peak occurrence.

Correlation coefficient (r) between the numbers of trapped by sticky trap for every 5 days and the numbers of adult thrips on white clover flowers at the first day of 5 days (per 1 m²) was 0.8576 and the linear regression equation, $\log(Y+1) = 0.637 + 1.096 \log(X+1)$ was obtained. Correlation coefficient (r) between the mean temperature (T) of the middle of May and reproductive potential (R) from May to June was 0.9937, and the linear regression equation, $R = -0.0777 + 0.0139 T$ was obtained.

Moreover, continuous rain fall at rainy season affected the abundance of thrips to decrease. The abundance (Y) of thrips at the end of June (high density period, X) was calculated by the initial date (C) of flowering of white clover and average temperature (T) of the middle May. The equation, $\ln(Y+1) = (0.0139 T - 0.0777) \times (X - C)$ was obtained. (Y shows the density of thrips per 1 m², X and C are expressed by days from May 1).

Incidence of ovaries maturing female was mostly lower than 50%. There was no ovaries maturing females after the middle of October. This suggested that *F. intonsa* overwintered in the state of reproductive diapause.

3) *F. intonsa* were reared on pollens (of tea, pear, strawberry, tulip and pine) and honey solution through thin membranes in glass vessels. Without pollen, young larvae of *F. intonsa* were unable to grow and adult females laid only a few eggs. Owing to the presence of pollens, flower thrips could lay large numbers of eggs and complete their whole life cycle. Mass rearing of flower thrips is practically possible by this method.

4) The threshold temperature of development for egg, larva and pupa, and preoviposition was 12.0, 11.0 and 13.6°C, and the thermal constants, was 37.6, 99.1 and 23.4 day-degrees, respectively. It was estimated that *F. intonsa* has 12 generations a year in Izumo, 5 generations in Sapporo and 14 generations in Miyazaki, respectively.

5) Virgin females of *F. intonsa* produced only male offspring, whereas fertilized females produced mostly females with some males (sex ratio=0.8). Sex ratio of field population was from 0.5 to 0.9, and the average sex ratio of adult on white clover flower and by sticky trap was 0.63 and 0.78, respectively. Current sex ratio was affected by previous one.

6) The adult longevity was 52 days at 25°C and the generation time (T) became shorter as the rearing temperature became higher. The net reproductive rate (R_0) was maximum at 25°C. The intrinsic rate of natural increase (r) became higher as the rearing temperature became higher. The value was 0.1580 at 25°C and 0.0535 at 15°C, respectively.

7) It was found that reproductive diapause of *F. intonsa* was induced by photoperiod and displayed long day response. Transitional temperature on photoperiodic response was lower than 23°C. The second larval instar constituted the responsive stage for the determination of reproductive diapause. However, short photoperiod during only the second instar larva seemed to be insufficient for diapause induction. There seemed to be an accumulative effect of egg, larval and pupal photoperiodic experience, whereas the adult form was insensitive to short photoperiod. Geographical variation was found in critical daylength for diapause induction. The critical day lengths of Asahikawa, Sapporo, Morioka, Tsukuba, Izumo, Kanagi and Miyazaki strain was 14hr 15min, 13hr 58min, 13hr 46min, 12hr 57min, 12hr 5min, 12hr 33min and 11hr 36min, respectively. The critical day length (in hours) for reproductive diapause induction was found to depend on latitude (in degree); relationships could be quantified by the following equation.

$$\text{Critical daylength} = 4.837 + 0.213 \times \text{latitude}$$

The critical daylength tended to increase about 1 hr for each 5 increase in latitude.

The diapausing females seemed to acquire cold resistance gradually. Super cooling point of diapausing female was about -25°C, which was similar to that of active females. However, super cooling point of larva was higher than that of adult.

Diapause state of *F. intonsa* came to complete spontaneously. When diapausing females were exposed to low temperature during more than 50 days in order to start reproduction rapidly as nondiapausing females. Diapause development took at least 5 days at 20°C to start reproduction.

8) Mating of *F. intonsa* lasted more 6 min. at 20°C. Male mated several times with different females. Females usually mated only once and sperm is stored in the spermatheca during more than 20 days at 20°C. Diapausing females developed a tendency to suppress their mating behaviour. Females copulated with diapausing males, reared at the condition for diapause induction, produced female offsprings. This suggested that diapause of *F. intonsa* developed only in females.

9) Teneral adult of *F. intonsa* could not fly immediately. *F. intonsa* was much more attracted to blue and white. It was suggested that *F. intonsa* was attracted to the wave length from 480 to 490 nm and also ultra violet wavelength (300-400nm). *F. intonsa* preferred to fly above a height of about 1.5m on the white clover field. Adults were caught even at 8.5m. No thrips flew at night. Maximum flight density usually occurred morning (8-10 hours) and afternoon (14-15 hours). Flight induction of *F. intonsa* seemed to need temperature more than 20°C and variation of quantity of solar radiation. On the experiment for flight ability, flight induction of female was affected by rising temperature more than constant temperature. It was suggested that *F. intonsa* orientated against wind and thrips could not fly at wind velocity more than 2.5m per second.

2. Injuries--White swelling spot on tomato--

1) It was proved that white swelling spot on tomato fruit was caused by oviposition

of flower thrips *Frankliniella intonsa* (TRYBOM).

2) Correlation coefficient (r) between the percentage of flowers that abut female thrip infested ($\text{Arcsin}\sqrt{\%}, X$) and the percentage of injured fruit ($\text{Arcsin}\sqrt{\%}, Y$) was 0.91 and the linear regression equation, $Y=1.453X-14.893$ was obtained. Correlation coefficient (r) between the number of abut female thrips per 10 flowers of tomato (X) and the percentage of injured fruit ($\text{Arcsin}\sqrt{\%}, Y$) was 0.93 and the linear regression equation, $Y=17.659 \ln(X+1) + 0.284$ was obtained.

3) It was found that white swelling spot on tomato fruit occurred in all over Japan and mainly from May to August in western Japan and the percentage of injured fruit reached more than 30% in some prefectures. There was a marked variation in annual occurrence of injured fruit.

4) The numbers of injured fruit per plant showed random distribution and the calculated values of the intercept α , called the index of basic contagion and the slope β , designated as the density-contagiousness coefficient in the $m-m^*$ regression equation was 0.3 and 0.93, respectively. However, the number of white swelling (Oviposition hole) per fruit showed the contagious distribution and the calculated values of $I\delta$ index was 7.15. It was suggested that abut female of *F.intonsa* infested and laid eggs in aggregation in each flower.

5) The number of *F.intonsa* female adult per flower and plant of tomato showed the contagious distribution and the calculated values of the intercept α and the slope β in the $m-m^*$ regression equation, was 0.40 and 1.32, and 0.69 and 1.27, respectively. the mean densities per flower and plant was X_f and X_t , respectively, sample sizes (N_f and N_t) required in simple random sampling method to attain a precision, $D=0.3$, were estimated to be the following equations.

$$N_f = 14.2 + 62.2/X_f$$

$$N_t = 12.0 + 75.1/X_t$$

3. Control

1) Chemical control

It was found that insect dipping method is the most effective evaluation method for susceptibility of *F.intonsa* to several insecticides. DMTP (Methidathion), MEP (Fenitrothion) and Malathion were found to be effective. Cartap had no effect for adult but had effect for larval stage of this thrips.

On field experiment for the pest control, spraying two insecticides in flowering period DMTP wettable powder (36%) and MEP emulsion (50%) diluted in 1/1000 were effective method for the control of flower thrips. Plant foot treatments of Acephate (5%) and Monocrotophos (5%) granule (3g per plant) were also effective method. Duplicate application of the chemicals was necessary for achieving sufficient efficacy on both spraying and soil treatment.

2) Physical control

Using potted tomato plants in a plastic house, alighting of adults of the flower thrips *F.intonsa*, was observed when provided with three different ultraviolet absorbing vinyl films (absorbs wavelengths shorter than 350, 380 or 400nm, respectively) as house material. Alighting of adults was less frequent to any of three experiment houses than to the house with normal vinyl film. On the other hand, ultra violet absorbing film had no influence

fluence on the growth and oviposition of alighted thrips. Silver stripe mulching film was also effective control for *F.intonsa*.

3) Biological control

In this study, natural enemies of *F.intonsa*, anthocorid bug, *Orius sauteri* POPPIUS, and spider, *Misumenops tricuspidatus* (FABRICIUS) were found at clover field. Both predators increased after the peak occurrence of *F.intonsa*.

Orius sauteri predated about 37 the second instar larvae of *F.intonsa* in the whole larval developmental stages. The 5th instar larva ate 60% of its food. It was estimated that female adult bug ate about 13 larvae of *F.intonsa* per day.

Parasitoid, *Ceranisus brui* (VUILLET), attacked to 5 species of Terebrantia (*Thrips tabaci*, *T.setosus*, *T.hawaiiensis*, *T.coloratus* and *F.intonsa*) and completed their whole life cycles. This parasitoids attacked to *Haplothrips chinensis*, but they could not develop.

The developmental period and body size of *C.brui* synchronized with those of their host thrips. There was a marked variation in pupal development of *C.brui*. It was found that the development of offspring had a tendency to be rapid when the development of mother was rapid, and there were effect of simultaneously emergence in chilling treatment at pupal stage. 28 days chilling treatment was the most effective, 70% of pupa emerged within 30 days after this treatment.

The adult longevity was 10.4 days at 25°C. and the net reproductive rate (R_0) was 161.9 times. The intrinsic rate of natural increase (r) per day was 0.098 at 25°C.

As a result, it was suggested that introductions of *Orius sauteri* and *Ceranisus brui* were effective measures to control flower thrips.



I ヒラズハナアザミウマの各発育態
左から第1齢幼虫、第2齢幼虫、第1齢蛹、第2齢蛹、雌成虫、雄成虫



II アザミウマの飼育装置



III ヒメハナカメムシ成虫



IV ハナグモ



V 産卵中のアザミウマヒメコバチ



VI アザミウマヒメコバチの前蛹と蛹