

# イチゴに寄生するハダニの密度推定法

## 第1報 半促成栽培における場合

合田 健二

### I 諸 言

本県のイチゴに寄生するハダニ類は、カンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA, ナミハダニ *T. urticae* KOCH, 及びニセナミハダニ *T. telarius* (LINNAEUS) の3種が知られているが、<sup>7)</sup> 現在ではカンザワハダニとナミハダニの2種の発生が多い。保温開始前に苗からの持ち込みがあり、防除が適確に行われないと、ハウス内の好適な条件により急速に増殖し、イチゴの収穫後期にはかなりの被害をもたらす。<sup>1)8)</sup>

ハダニの発生予察、被害解析あるいは防除要否の決定には、ハウス内のハダニ密度をできるだけ精度が高く、正しく推定する方法を確立する必要があるが、明確な方法は確立されていない。ハダニの密度推定については、農林水産省の病害虫発生予察特殊調査事業により、ミカンハダニ、リンゴハダニの発生予察法確立に関する研究が行われ、多くの成果をあげている。<sup>9)10)</sup> 野菜のハダニについては本事業により1981年から始まり、本県はイチゴのハダニを担当した。

本報では半促成ハウスにおけるイチゴハダニの密度推定法を確立するために、ハダニの寄生葉位、株当たり抽出葉数、抽出方法、ハウス内におけるハダニの分布型と必要標本数、簡易な密度推定法を確立するために寄生葉率と密度の関係などを明らかにし、グラフ法<sup>5)6)</sup>の検討も行ったので、これらの概要を報告する。

### II ハダニの寄生葉位

#### 1. 調査方法

イチゴの各栽培時期におけるハダニの寄生葉位を調査し、調査葉位を決めるための資料とした。調査は農試場内の1981年10月23日定植の半促成栽培ハウス5棟(A~E)及び8月24日植えの1棟(F)、品種はいずれもダナー、を対象とし、定植後10日経過した11月4日、保温開始直後の1982年1月12日、開花盛期の2月22日、収穫始め4月2日の計4回の調査を行った。

調査対象株は第1回が6棟のハウスからそれぞれ20株抽出し、合計120株の全葉を調査。第2回は各ハウスから30株、合計180株。第3回はFを除く5棟のハウスから各30株、合計150株を調査し、第4回はハダニの発生量が多く、株当たり葉数も多くなったのでAハウスのみを対象に、寄生の認められる株を15株選び、側芽を除く全葉のハダニ雌成虫数を数えた。

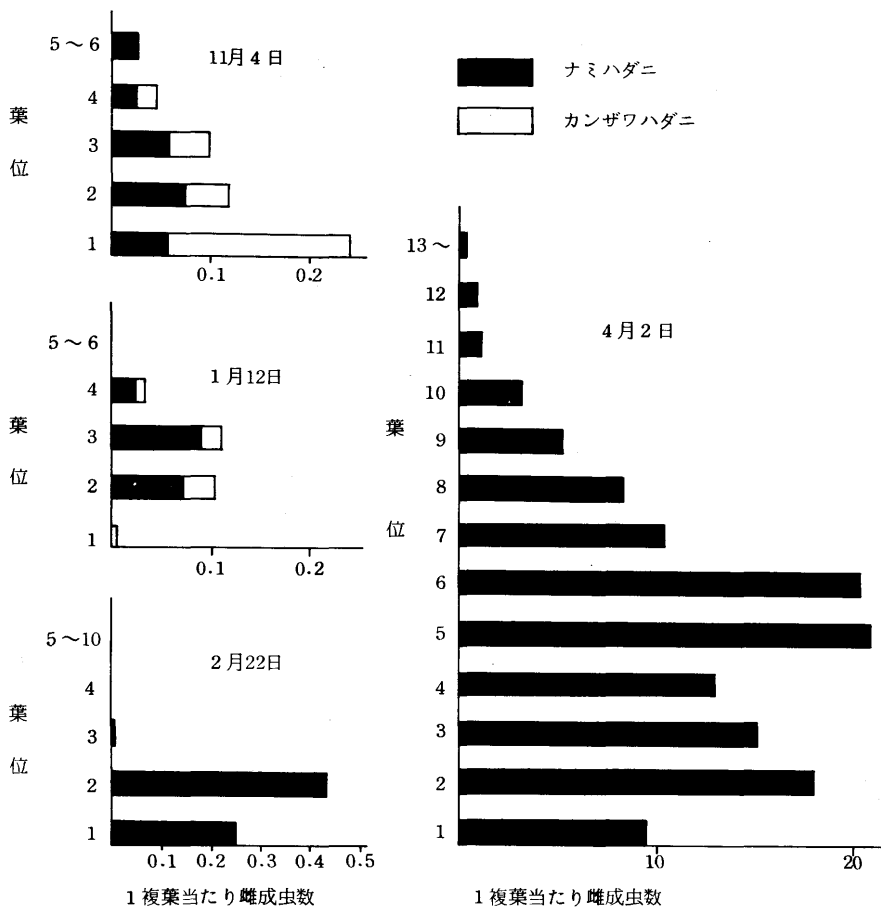
調査の方法は最も古い葉を第1葉とし、順次上位葉に何って第2葉、第3葉とし、複葉単位で調査した。ハダニの種類はナミハダニとカンザワハダニであったが、第3回調査日以降は下葉かきとDDVPの散布により、ナミハダニだけの発生となった。

#### 2. 結果

イチゴの生育時期別ハダニの寄生葉位は第1図に示した。定植後(11月4日)における株当たり葉数は5~6枚であるが、ハダニの寄生は最下位葉に最も多く、上位葉になるにしたがって少なくなった。その傾向はカンザワハダニに強く、ナミハダニは上位葉にもみられた。

保温開始時(1月12日)の株当たり葉数はほとんど変化しないが、最下位葉は枯れる場合が多く寄生は少なくなり、第2~3葉に多くなった。

栃木県農業試験場研究報告第31号



第1図 イチゴの生育時期別ハダニの寄生葉位

また、この時期はカンザワハダニ、ナミハダニともに休眠雌の割合が高かった。

開花盛期(2月22日)の調査では保温開始時からある古い葉で増殖が始まり、1葉当たり虫数は増加したが、新しく展開した葉にはまだ寄生がみられなかった。なお、この間に下葉かき、1回行われ、株当たり2-3枚の葉が除かれているので、この時点の第1-2葉は保温開始時の第3-5葉にあたり、全体の株当たり葉数は10枚前後である。

収穫開始時(4月2日)では下位葉から中位葉で多数寄生のみられる葉が多くなり、上位葉にも見られ出す。多発した葉では、その後成虫等

が次第に上位葉、またわ他の株に移動し、成虫数が極めて少なくなることが観察された。この時期の側芽を除く株当たり葉数13-18枚となる。

3. 考察

定植後におけるハダニの発生は、多くが持込みによるものであり、一般的に密度は低い。定植10日後のA-Eハウスでは1複葉当たり雌成虫数は0-0.06匹であった。Fハウスは定植後2か月経過していたために増殖がみられ、1複葉当たり雌成虫数は0.29匹であった。

葉位別に寄生数をみると、下位にある古い葉ほど寄生が多く、上位葉は少ない傾向がみられた。その傾向はカンザワハダニに強く、ナミハ

## イチゴハダニの密度推定法(I)

ダニは比較的上位にもみられた。この結果は、滝田<sup>7)</sup>が同一場所で行った定植前の株におけるハダニの寄生葉位の調査結果が、当時(1970及び1971)種類がカンザワハダニであったことを考え合わせると、ほぼ一致する。

ほ場の平均密度を調査するために、1株の中から1葉を抽出する場合、最下位葉ばかりを見てゆくと、ハダニ寄生の有無を確認するためには最も確率は高いが、平均密度は過大評価の恐れがある。また、最下位葉は葉の老化や寒さ等により枯死する場合が多く、均質なサンプリング対象とは言えない。逆に上位葉ばかりを見ていたのでは、ハダニはほとんど見つからない。

そこで、寄生葉位を調査した11月4日のデータをを用い、全葉を対象にした場合と、そのうちの中位葉(第2-4葉)のみを対象とした場合の分布型と必要標本数について検討した。

ハウスごとの平均密度( $\bar{x}$ )と平均こみ合い度( $\dot{\bar{x}}$ )を計算し、その関係( $\dot{\bar{x}} = \alpha + \beta \bar{x}$ )をみると次のようになる。

全葉を対象とした場合

$$\dot{\bar{x}} = -0.4546 + 11.2372 \bar{x} \quad (r^2 = 0.983)$$

中位葉を対象とした場合

$$\dot{\bar{x}} = -0.0159 + 2.7159 \bar{x} \quad (r^2 = 0.642)$$

得られた $\alpha$ 、 $\beta$ からIWAO and KUNO<sup>3)</sup>の提唱した一定精度下における必要標本数を求める方法

$$n = \frac{t^2}{D^2} \left( \frac{\hat{\alpha} + 1}{\bar{x}} + \hat{\beta} - 1 \right)$$

により、 $t = 1$ 、 $D = 0.3$ の場合を求めると第1表のようになる。結果をみると、中位葉を対象としたほうが $\alpha$ 、 $\beta$ ともに小さく、平均密度が0.1以上なら中位葉のみを対象としたほうが少ない標本数で済み、安定した結果が得られるが、平均密度が極めて低い場合は、過大評価であることを考慮しつつ、最もハダニの寄生の多い最下位葉を見ると、ハダニを発見するためには効率的である。

保温開始時の1月12日では、最下位葉は枯れる場合が多く、ハダニの寄生は少なくなる。全体に極めて密度が低いが、第2-4葉に多い傾向にあるので、保温開始前と同様に中位葉を調査対象にすれば良いと考えられる。

開花盛期の2月22日の調査では新葉が伸び株当たり葉数は8-10枚になるが、ハダニの寄生は保温開始時からあった古い葉、すなわち、下葉かきされなかった葉のみみられるので調査に当っては注意が必要である。

収穫の始まった4月2日の調査では、多発状態であったために全葉位に寄生がみられたが、上位葉では寄生が少なく、下位葉では多発後の老化葉のために成虫が移動し、卵と若虫だけの寄生がみられる葉が多くなる。調査対象葉位は中位葉が望ましいと考えられる。

以上のことから、密度推定のために1株から1葉を抽出する場合、全期間を通して中位葉を選ぶべきと考えられるが、下位葉に寄生の多い低密度時や開花期では、過大評価であることを考慮しつつ、下位葉を調査したほうが、ハダニ

第1表 本ば定植直後における密度推定のための必要標本数

$\bar{x}$	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2
全葉調査	416	234	175	144	125	119	116
中位葉調査	611	258	139	80	45	33	27

注.  $t = 1$ 、 $D = 0.3$

を発見する確率が高い。

### Ⅲ 株当たり抽出葉数

#### 1. 調査方法

ハウス内の密度推定を行う場合、何株のイチゴから何枚の葉を抽出すれば良いかを検討するために、寄生葉位を調査した4月2日のデータを用いて層別サンプリング<sup>2)</sup>の検討を行った。調査株数は15株、株当たり葉数はまちまちだったので上位から12葉で打ち切り、雌成虫数は  $x = \log(x + 1)$  に変換後、株間と葉位間の2元配置の分散分析を行った。

#### 2. 結果及び考察

分散分析の結果は第2表のとおり、株間、葉位間ともに高い有意差がみられる。ハウス当たりの調査株数を  $nl$ 、1株から抽出する葉数を  $n_s$  とし、株間の分散を  $\sigma l^2$ 、葉位間の分散を  $\sigma s^2$  とすると、全変動  $\sigma x^2$  との関係は

$$\sigma x^2 = \frac{n_s \cdot \sigma l^2 + \sigma s^2}{n_l \cdot n_s}$$

で表わされ、分散分析の結果から  $\sigma l^2 = 1.43366 s^2 = 1.7287$ 、全体の平均密度は9.9だったので、 $\log(x + 1) = 1.037$ 、この標準偏差の10%、すなわち0.1におさえるための標本数は  $n_s = 1$  の場合

$$(0.1)^2 = \frac{1 \times 1.4336 + 1.7287}{n_l \times 1}$$

第2表 株間、葉位間のハダニ密度の分散分析

変動因	自由度	平方和	分散	分散比
全体	179	66.907		
株間	14	20.071	1.434	7.936**
葉位間	11	19.015	1.729	9.569**
誤差	154	27.820	0.181	

注. \*\*は1%水準で有意

$nl = 316.2 \div 317$  となり、1株から1葉を抽出する場合、317株の調査が必要ということになる。同様に  $n = 2$  以上の場合を示すと、

$$n_s = 2 \quad n_l = 230 \quad 230 \times 2 = 460$$

$$n_s = 3 \quad n_l = 201 \quad 201 \times 3 = 603$$

$$n_s = 4 \quad n_l = 187 \quad 187 \times 4 = 748$$

となり、次第に1株当たりの抽出葉数を増加させると調査株数は減るが全体の調査すべき葉数は増加する。

一方では、同じ枚数を調査するなら一株から多数の葉を抽出してしまえば、株を選らぶ労力は減少すると考えられる。そこで総労力を  $C$  とし、株を調べる労力を  $Cl$ 、葉を調べる労力を  $C_s$  とすると、 $C$  は

$$C = nl \cdot Cl + nl \cdot n_s c_s$$

で表せる。<sup>2)</sup> とるべき葉数  $n_s$  は

$$n_s = \sqrt{\frac{Cl}{C_s} \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma l}}$$

で求めることができ、<sup>2)</sup> ここで仮に  $Cl = 1.0$ 、 $C_s = 0.7$  とすると、 $n_s = 1.31$ 。  $C_s = 0.5$  とした場合でも  $n_s = 1.55$  となり、1株から1~2枚ということになる。1株からの調査葉数を増加させると総必要標本数も増加し、ハダニの分布はかなり集中度が高く、部分的に発生のみられる場合が多いことも考え合わせると、1株から1葉の抽出でよいと考えられる。

### Ⅳ 抽出方法の検討

#### 1. 調査方法

1株から1枚の葉を抽出する場合、調査者から見て最も見やすい一定の方向に出た葉ばかりを対象として良いか、また、株を選ぶ場合も手近かな1列だけを対象にして良いかを検討した。

イチゴハダニの密度推定法(I)

株番号	入口					
	北側 1・3・5条			南側 1・3・5条		
1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
11	A	0	0	D	0	0
16	0	0	0	0	0	0.3
21	0.3	0	0.3	0	0	0
26	3.7	0.3	0	0.7	19.7	60.3
31	B	5.7	0	0.7	0	0
36	9.3	4.7	7.0	E	18.0	0.3
41	20.7	0	0	4.3	0	0.7
46	0	4.4	0.3	0	0	0.3
51	0	0	0	0	0	0
56	C	0	0	8.3	0.7	0.7
61	0	0	0	F	0	0
66	0	0	0	0	0	3.0
70	0	0	0	0	0	3.3
				0	0.3	15.7

第2図 ハウス内における調査対象株と3複葉の平均値

調査ハウスは農試場内の半促成栽培ハウス(品種ダナー, 1.25 a, 700株), 5条植えの平床で, 南北に2ベットあり, 合計10条. 1条に70株植え付けてある.

調査対象株は南と北のベットごとに1, 3, 5条の3列から5株間隔で抽出し, 1条当たり15株, 合計90株を選んだ(第2図). 対象株からは調査者から見て右側, 左側, 手前の3方向にある中位葉を選び, それらに寄生するハダニ雌成虫数を数えた.

得られたデータから条ごと及びハウス内を6等分してブロックごとの平均値を出し, 平均値間に差があるかどうかの検討を行った. 次に, 右, 左, 手前の葉の方向間の平均値に差があるかどうかの検討を行った. 方向間の差の検定では同一株から3枚の葉を抽出するので, 互いに独立したサンプルとはみなされず, 対応のある3つ以上の平均値の差の検定を行った. データは全て  $x = \log(x + 1)$  に変換している.

2. 結果及び考察

調査の結果は株ごとに3枚の葉の平均値で第2図に示してある. 条間の平均値は有意な差がみられず(第3表), ある1条だけを調査してもかまわないことになる. しかし, 2のハウスでは90株調査の平均値2.18に対して, 1条だけの調査では0.6~5.7までのバラツキが出ることに

第3表 条間, ブロック間の平均値の差  
条間

条	北			南			全体	F
	1	3	5	1	3	5		
平均値	2.65	0.60	1.11	1.58	1.40	5.71	2.18	0.938

ブロック間

ブロック	A	B	C	D	E	F	全体	F
平均値	0.04	3.76	0.55	0.02	7.09	1.58	2.18	4.976**

注. \*\*は1%水準で有意

なり、できるだけ全体から抽出すべきであろう。ブロック間の平均値には有意な差がみられる。図のようなハダニの分布状況からみても、ごく一部の場所だけを調査するのは不適当と考えられる。このハウスの場合、入口の近くだけを見ればほとんど発生がみられず、中央部分だけを見るとかなり高密度に発生している結果になる。

同一株内の葉の方向間には有意な差は認められなかった(第4表)。したがって、対象株内の中位葉を選べば、右側、左側、手前のいずれをみても良いと考えられる。

## V ハウス内のハダニの分布型と必要標本数

### 1. 調査方法

1982年1月11日保温開始の薬剤散布を除いてはほぼ同一に栽培されている半促成イチゴハウス(1.25 a, 品種ダナー, 700株定植)4棟を対象にハダニ密度を調査し、平均こみ合い度との関係を求めて必要標本数を検討した。

調査は各ハウスとも保温開始時から約10日間隔で4月まで、各ハウスとも100株抽出し、1株から中位の1複葉に寄生するハダニ雌成虫数を数えた。ハダニの種類はナミハダニが優占、

第4表 葉の方向別平均値の差  
北ベット

葉の方向	左側	手前	右側	F
平均値	1.53	1.40	1.42	0.06

$$\alpha = 0.05$$

$$-1.90 < \mu_1 - \mu_2 < 2.17$$

$$-1.73 < \mu_2 - \mu_3 > 1.68$$

南ベット

葉の方向	左側	手前	右側	F
平均値	4.18	2.00	2.22	1.49

$$\alpha = 0.05$$

$$-1.90 < \mu_1 - \mu_2 < 6.26$$

$$-2.61 > \mu_2 - \mu_3 < 2.17$$

カンザワハダニが少数みられたが両者とも含めて調査している。各ハウスの平均密度の推移と薬剤防除については第3図のとおりである。

1983年1月11日保温開始の4棟のハウスについても同様に調査を行ったが、標本単位は小葉とした。ハダニの種類は1982年と同様。各ハウスの平均密度の推移と薬剤防除については第4図のとおりである。

### 2. 結果及び考察

1982年の複葉単位での調査は3月下旬から増加が始まり、最高密度は複葉当たり12.5となった。1983年の小葉単位の調査では初期密度が高かったこと、冬の気温が比較的高かったことによりハダニの密度もやや高めに経過し、特に1棟のハウスでは防除薬剤の効果が高かったこともあり、最高密度は小葉当たり33.2匹に達した。

各調査日のデータをそれぞれ独立とみなし、ハウス単位で平均密度( $\bar{x}$ )及び平均こみ合い度( $\bar{y}$ )を求め、各月ごとに $\bar{x} - \bar{y}$ の回帰及び全データの回帰( $\hat{x} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \bar{y}$ )を求めた。

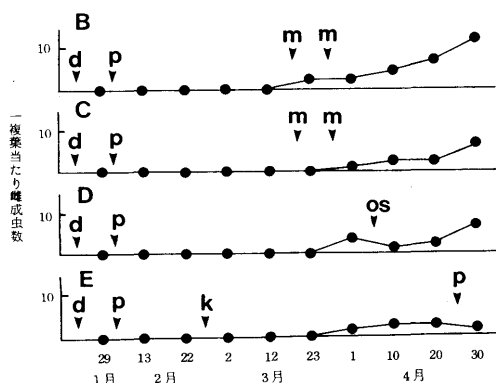
その結果を第5、6表に示した、全般的に $\alpha > 0$ 、 $\beta > 1$ で分布型は一定平均値を持つコロニーの集中分布となるが、基本集合度示数 $\alpha$ の値は1~2月では低く、ハダニの増殖は進んでいないことを示している。3月、4月と時期が経過するにつれ $\alpha$ の値は高くなり、コロニー単位での増殖が進んだことを示した。密度-集合度係数 $\beta$ は1~2月で高く、局部的な発生であることを示しているが、ハダニの増殖に伴って分散が生じ、 $\beta$ の値は次第に低下した。

Iwao and Kuno<sup>3)</sup>の提唱した $\alpha$ 、 $\beta$ を使って一定精度のもとに必要な標本数を求める式

$$N = \frac{t^2}{D^2} \left( \frac{\hat{\alpha} + 1}{\bar{x}} + \hat{\beta} - 1 \right)$$

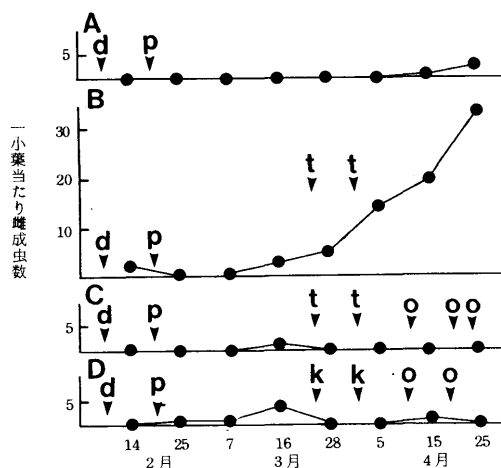
に従い、全データを用いて得た $\alpha$ 、 $\beta$ を使って求めると、複葉単位で調査した場合、 $\alpha$ 、 $\beta$ の値が大きいために極めて多数の標本が必要に

イチゴハダニの密度推定法 (I)



第3図 各ハウスのハダニの発生状況と殺ダニ剤散布状況(1982)

注 d:DDVP P:プリクトラン K:ケルセン m:モレスタン OS:オサダン,ケルセン,オイル剤,無処理4/1 つづ



第4図 各ハウスのハダニの発生状況と殺ダニ剤散布状況(1983)

注 d:DDVP p:プリクトラン t:トクチオンくん煙 o:オイル剤

なる(第5図). 小葉単位の場合は比較的少なくて済み,  $t = 1$  (推定値の信頼度 68%)・相対精度  $D = 0.3$  とすれば, 平均密度が5以上の高密度時では50枚の標本で済み,  $D = 0.2$  としても100枚の調査で良い. しかし, 実際のは場では0~2までの低寄度であることが多く, 低密度時における調査法が問題となる.

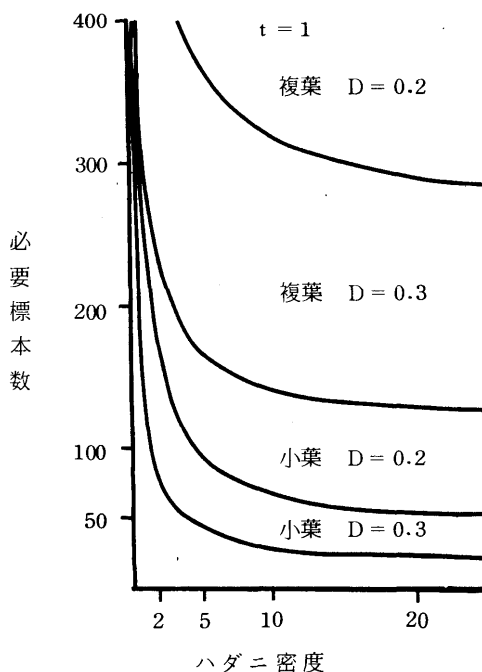
標本の単位を複葉とするか小葉とするかの問題は, 明らかに小葉とすべきである. 小葉のほうが標本数が少なくて済み, 労力も単純に考えれば1標本当たりまで済む. ハダニの分布様式

第5標 複葉単位でみた  $x = \alpha + \beta \bar{x}$  の関係(1982)

月	全体の平均	$\alpha$	$\beta$	$\gamma^2$	$n$
1~2	0.03	-0.05	33.79	0.714	16
3	0.34	3.11	45.14	0.978	12
4	4.11	50.57	6.37	0.170	16
1~4	1.91	18.41	7.78	0.294	44

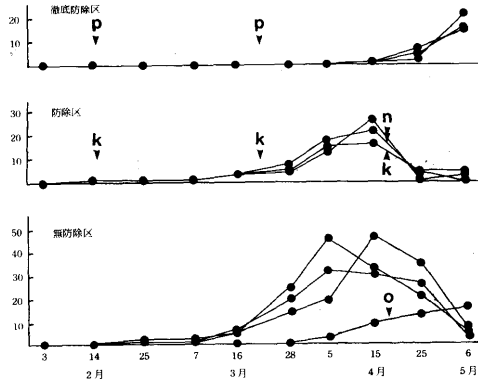
第6表 小葉単位でみた  $x = \alpha + \beta \bar{x}$  の関係 (1983)

月	全体の平均	$\alpha$	$\beta$	$\gamma^2$	$n$
1~2	0.39	1.73	13.70	0.789	12
3	1.39	4.86	8.09	0.592	12
4	6.13	6.27	2.57	0.792	12
1~4	2.63	8.04	2.67	0.654	36

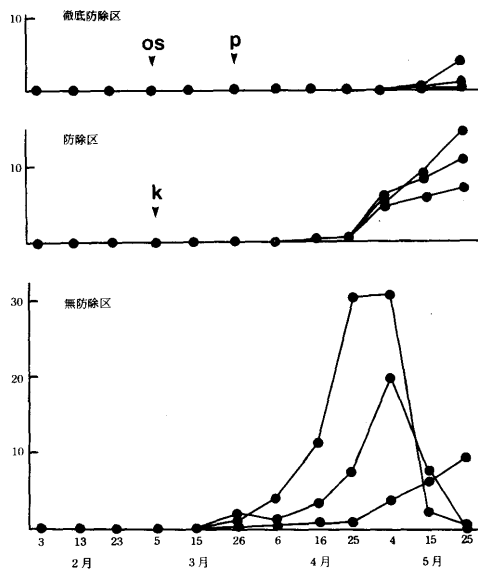


第5図 ハダニ密度を推定するための必要標本数

栃木県農業試験場研究報告第31号



第6図 各防除区のハダニ密度推移と防除状況(1983)  
注. p:プリクトラン k:ケルセン n:nk-128 o:オイル剤



第7図 各防除区のハダニ密度推移と防除状況(1984)  
注. os:オサダン p:プリクトラン k:ケルセン

は、発生初期～中期にかけては、ハウス内の局部的に極めて集中的な分布をし、1葉に寄生するハダニ雌成虫数が200を越える場合もみられる。したがって、1枚の標本に大きな労力をかけるより、減らした労力を標本数を増加させるほうに向けると良いと考えられた。

VI 防除法の違いによるハダニの分布型と必要標本数

1. 調査方法

1983年1月11日及び1984年1月10日保温開始の半促成栽培ハウス(1.25a, 700株, 品種ダナー)を対象に、防除法の違いによってハダニの分布型や必要標本数に違いがみられるかどうか検討した。

方法は、1棟のハウス内を10等分し(1区70株)、徹底防除区、防除区、無防除区を3反復で設け、殺ダニ剤の種類と散布回数を変えてハダニの発生量をコントロールした(第6, 7図)。



イチゴハダニの密度推定法(I)

発生したハダニはいずれもナミハダニが中心であったが、1983年は多発し、1984年は低温の影響で発生は少なかった。

ハダニの調査は、約10日間隔で各区とも全株から1小葉を抽出して平均密度( $\bar{x}$ )と平均こみ合い度( $\dot{\bar{x}}$ )を求め、2-5月までの調査日のデータを、それぞれ独立とみなして $\bar{x} - \dot{\bar{x}}$ の関係をみた。

2. 結果及び考察

それぞれの区の $\bar{x} - \dot{\bar{x}}$ 関係から得られた $\alpha$ 、 $\beta$ は第7表に示した。徹底防除区の $\alpha$ の値は低くほとんど増殖のないことを示しているが、 $\beta$ の値は比較的高く、分布も局所的な傾向を示す。しかし、同一ハウス内で試験を行ったために、無防除区がピークを過ぎてからハダニの飛込みが多くなり、 $\beta$ の値を低下させたことが考えられ、飛込みが少ない一般防除ハウスでは、更に $\beta$ の値は高くなると考えられる。

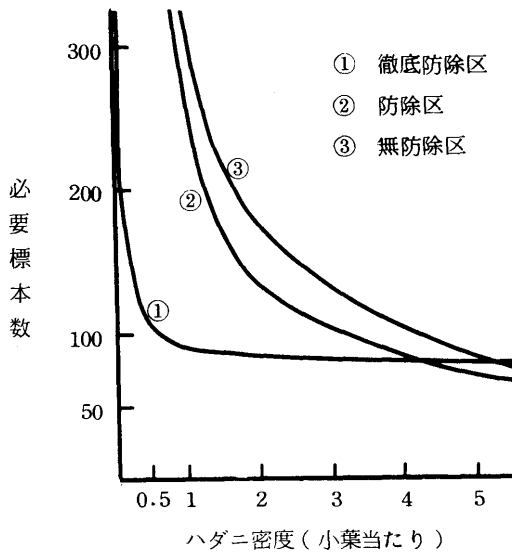
全般的な傾向として、防除圧が高いほど $\alpha$ の値は低く、 $\beta$ の値は高くなるようであるが、この傾向はVで示した発生した発生量の異なる時期別の $\alpha - \beta$ 関係とも一致する。このことは、

第7表 防除法を違えた場合の $x = \alpha + \beta \bar{x}$ の関係

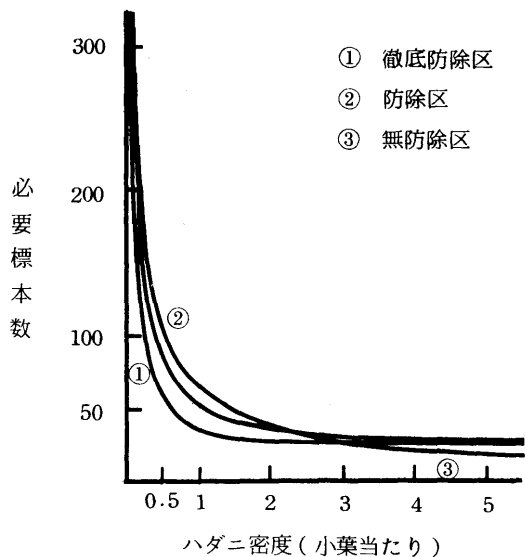
1983年	$\bar{x}$	$\alpha$	$\beta$	$r^2$	$n$
徹底防除区	0.71	0.43	7.55	0.579	27
防除区	5.37	27.13	2.99	0.322	27
無防除区	11.70	19.65	2.50	0.759	27
1984年	$\bar{x}$	$\alpha$	$\beta$	$r^2$	$n$
徹底防除区	0.17	0.27	2.92	0.654	48
防除区	2.13	2.33	2.68	0.771	48
無防除区	4.18	4.23	1.77	0.856	48

防除圧というより、密度の違いを $\alpha$ 、 $\beta$ が示しているとも考えられ、それほど防除の違いを考慮する必要はない。回帰の寄与率( $r^2$ )の値は、無防除区と比較して防除区や徹底防除区では低い傾向がみられた。このことはハダニ本来の分布型が、防除によってみだされた結果だと考える。

得られた $\alpha$ 、 $\beta$ から Iwao and Kuno<sup>3)</sup>の方法により必要標本数を求めると第8、9図のよ



第8図 各防除区ごとの必要標本数(1983)



第9図 各防除区ごとの必要標本数(1984)

うになる。防除圧が強く、終始低密度で経過するハウスでは、 $\alpha$ が小さいためにそれほど多くの標本数は必要でないと考える。

### VII 簡易密度推定法

イチゴハウス内のハダニ密度を知ることは、発生量の予察、防除要否決定のために重要なことであるが、できるだけ省力化された方法で行えることが必要である。そこで、雌成虫の寄生葉率と1小葉当たりの寄生虫数の関係を明らかにし、直接虫を数えない簡易密度推定法を検討した。また、グラフ法の適応についても検討した。

#### 1. 寄生葉率と密度の関係

##### 1) 調査方法

1982年及び1983年の一般防除ハウスでのハダニの発生活消長を調査した各々4棟のデータを基に、Gerrard and Chiang<sup>4)</sup>の提唱した。

$$\lambda = \alpha [-\ln(1-P)]^\beta$$

の方法で寄生葉率と密度の関係を検討した。それぞれのハウスのハダニの発生活消長と防除については第3, 4図に示してある。前述のとおり、1982年は複葉を、1983年は小葉を標本単位にしている。標本は1ハウスから100株を選び、1株から1葉を選んで寄生するハダニ雌成虫数を

数えた。

#### 2) 結果及び考察

1982年の複葉単位でみた各調査日のハウスごとの寄生葉率を  $\log[-\ln(1-P)]$  とし、1葉当たり雌成虫数を  $\log x$  として両者の関係をみると(第8表)、月ごとにみた場合全体に適合率( $r^2$ )が悪く、特に1~2月の低密度時が悪い。ハウスごとに各調査日の結果をまとめて両者の関係をみると、全体に似たようなハダニの発生活消長を示したにもかかわらずCハウスでの適合率が悪い。それは、ハダニの発生初期が極めて集中度が高く、1枚の葉に200以上の雌成虫が寄生する場合もみられ、これらのデータが両者の関係をみだしている。1~2月の低密度時の適合率が悪いのもこのためと考えられる。

1983年の小葉単位でみた場合(第9表)、調査時期ごとにみても $\beta$ の値は1.2~1.4と変動が少なく、適合率が高い。ハウス間の差は、かなり異なった発生活消長を示したにもかかわらず、終始低密度に経過し、集中度の高いデータの多かったCハウスを除いては変動が少ない。したがって、寄生葉率からハウス内のハダニ密度を推定する場合も、小葉を単位として調査したほうが安定した結果が得られる。

小葉で調査した場合、適合率が高く $\beta$ の値も比較的安定していることから、調査時期やハウスごとの寄生密度の違いなどを一括して寄生葉

第8表 複葉単位でみた  $\lambda = \alpha[-\ln(1-p)]^\beta$  の関係(1982)

調査時期	$\alpha$	$\beta$	$r^2$	$n$
1~2月	-0.7916	0.2152	0.079	16
3月	1.2576	1.1602	0.471	12
4月	1.0997	0.6118	0.532	11
ハウス名	$\alpha$	$\beta$	$r^2$	
B	1.8371	1.7245	0.843	11
C	-0.3557	-0.1980	-0.09	11
D	1.8857	1.6509	0.759	11
E	1.3532	1.2107	0.699	11
全体	1.6251	1.3973	0.681	44

第9表 小葉単位でみた  $\lambda = \alpha[-\ln(1-p)]^\beta$  の関係(1983)

調査時期	$\alpha$	$\beta$	$r^2$	$n$
1~2月	1.0296	1.2859	0.795	12
3月	0.9974	1.3791	0.792	12
4月	0.9540	1.4709	0.961	12
ハウス名	$\alpha$	$\beta$	$r^2$	
A	0.7078	1.0632	0.912	9
B	0.9218	1.3461	0.801	9
C	0.2775	0.9420	0.154	9
D	1.3717	1.6936	0.942	9
全体	0.9631	1.3536	0.887	36

イチゴハダニの密度推定法 (I)

第10表 小葉でみた寄生葉率(p)と平均密度推定値( $\hat{m}$ )の関係(1982)

p	$\hat{m}$	p	$\hat{m}$	p	$\hat{m}$
1	0.018	10	0.437	40	3.700
2	0.047	12	0.567	45	4.578
3	0.081	14	0.710	50	5.593
4	0.121	16	0.864	55	6.774
5	0.165	18	1.029	60	8.160
6	0.212	20	1.206	65	9.810
7	0.263	25	1.701	70	11.809
8	0.318	30	2.257	80	17.493
9	0.357	35	2.938	90	28.405

率と1小葉当たり雌成虫数との関係を見ると、

$$\log \bar{x} = 0.9631 + 1.3536 \log [-\ln(1-P)]$$

$$n = 32 \quad r^2 = 0.887$$

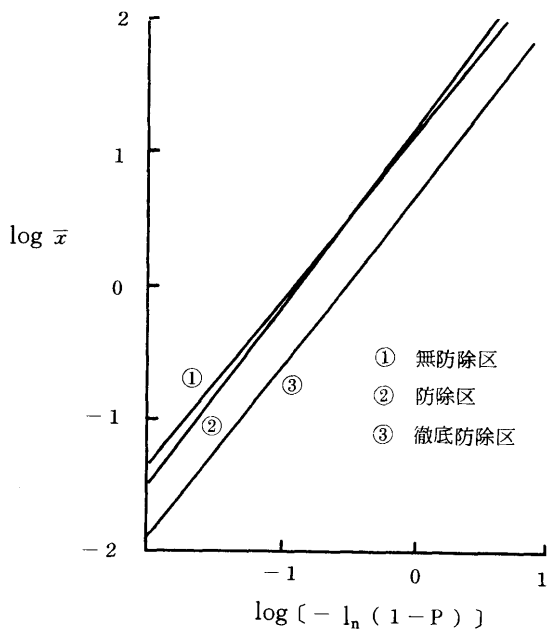
が成立し、適合率も比較的高い。この関係式を利用して、ハウス内の寄生葉率を調査すれば、

1小葉当たりの寄生虫数を推定することができる(第10表)。

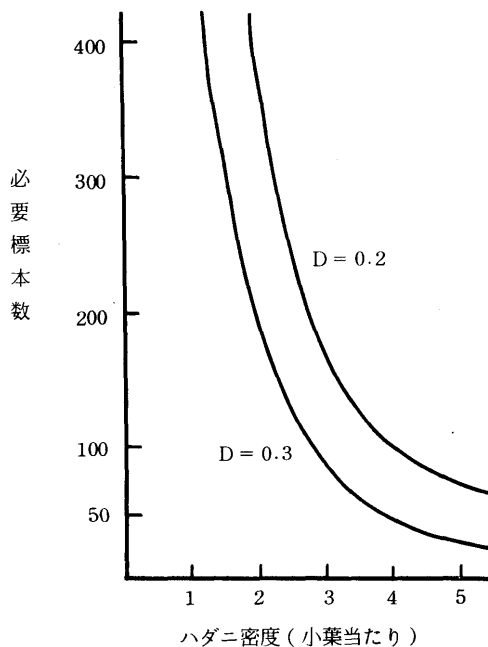
2. 防除法の違いと寄生葉率の関係

1) 調査方法

一般防除ハウスでの寄生葉率と密度の関係は、発生初期や低密度で経過したハウスでの適合率が悪かった。発生量の違いが両者の関係に影響



第10図 各防除区の寄生葉率  $\log[-\ln(1-p)]$  と密度 ( $\log \bar{x}$ ) の関係



第11図 寄生葉率から密度を推定する場合の必要標本数

第11表 防除の違いによる平均密度と寄生葉率の関係

徹底防除区	$\log \bar{x} = 1.2888$	$\log \{-l_n(1-P)\} + 0.6722$	$r^2 = 0.996$
防除区	$\log \bar{x} = 1.3127$	$\log \{-l_n(1-P)\} + 1.1677$	$r^2 = 0.895$
無防除区	$\log \bar{x} = 1.2181$	$\log \{\bar{x} l_n(1-P)\} + 1.1219$	$r^2 = 0.962$

を与えるかどうかを検討するために、防除法を変えて密度をコントロールした1984年の防除ハウスのデータを基に、各防除区ごとの寄生葉率と密度の関係を求めた。

各区の防除状況と密度の推移は第7図に示してある。1区210株、全株から1小葉づつ抽出し、1小葉当たり雌成虫数を出した。

2) 結果及び考察

各調査日の寄生葉率を  $\log \{-l_n(1-P)\}$  とし、1小葉当たり雌成虫数を  $\log \bar{x}$  として両者の関係をみると第11表のようになる。いずれも適合率は高く、 $\beta$ の値も安定しており、防除区と無防除区はほとんど同様に密度の推定が可能であるが、防除が徹底し密度が低い場合は同じ寄生葉率でも推定値はやや低くなる(第10図)。

一般防除ハウスから求めた寄生葉率と密度の関係は、低密度時や低密度に経過したハウスで適合率が悪かったが、防除ハウスの徹底防除区では比較的適合が良く、両者の関係は防除圧によってそれほど影響は受けないと考えられる。適合率の違いはそれぞれの標本数の違い(一般防除ハウスは100, 防除ハウスは210)とも考えられるので、寄生葉率から密度を推定する場合の必要標本数について検討した。

寄生葉率(P)と平均密度(m)の間に

$$\hat{m} = a \{-l_n(1-\hat{P})\}^D$$

の関係が求められる時、分散  $V(\hat{m})$  は

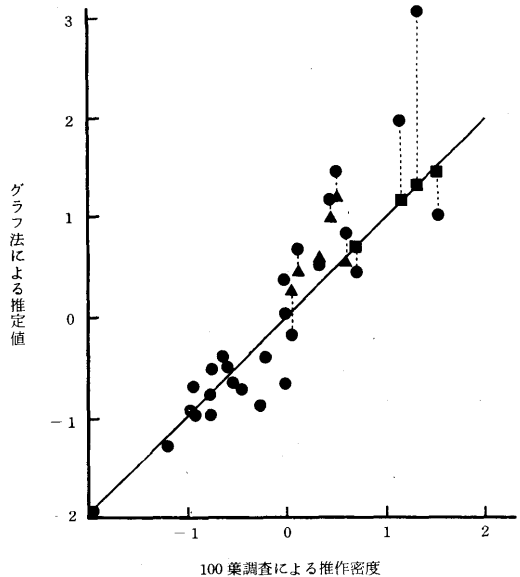
$$V(\hat{m}) = \frac{1}{q} \cdot \frac{\hat{P}}{1-\hat{P}} [a \cdot b \{-l_n(1-P)\}^{b-1}]^2$$

この時の必要標本数 N は

$$N = \frac{q \times V(\hat{m})}{m^2 \times D^2}$$

で求められる。一般防除ハウスの小葉単位の調査で得た  $\hat{m} = 0.9631 \{-l_n(1-P)\}^{1.3536}$   $q=700$ , から  $D=0.2$  及び  $D=0.3$  の場合の必要標本数を求めると第11図のようになる。

高密度時では、例えば  $m=4$  のとき  $D=0$ 。



第12図 イチゴハダニ密度のグラフ法による推定

注: ●は(0.1) ▲は(0.2) ■は(1.4) のグラフを使用、破線は同じデータを違ったグラフで推定したことを示す。

## イチゴハダニの密度推定法( I )

2で100枚、 $D=0.3$ で50枚程度の標本数で十分であるが、低密度ではかなりの標本が必要ということになる。一般防除ハウスで寄生葉率と平均密度の関係を求める場合、低密度時では標本数が少なく適合率が悪かったと考えられる。したがって、寄生葉率から平均密度を推定しようとする場合、多発条件下で、いちいち一枚ごとのハダニ数を数えるのが困難な場合に使うのが良いと考えられる。

### 3. グラフ法による密度推定

#### 1) 調査方法

イチゴに寄生するハダニは、特に低密度時において集中度の高い分布を示し、密度の推定に多大の労力を要する。寄生葉率と密度の関係も低密度時では不安定となり、信頼のおける推定値にならない。そこで塩見<sup>6)</sup>の提唱したグラフ法による密度推定が可能かどうか検討した。

使用したデータは、1983年の小葉単位で行った4棟のハウスの発生消長を調査したデータ(第4図)を使い、100小葉の調査から得た平均密度とグラフ法による推定値と比較した。

得られたデータは小葉当たり密度が0~1匹までが20点、1~4匹までが8点、5匹以上が4点、合計32点で、最高密度は33.2匹であった。

使用したグラフは塩見<sup>6)</sup>の(0, 1)、(0, 2)及び(1, 4)のグラフであるが、密度の低い場合は低密度用(0, 1)グラフ<sup>5)</sup>も使用した。

グラフのaから密度 $\hat{\mu}$ を求め、bから精度の推定値 $S\hat{\mu}$ を求め、95%信頼限界は

$$\hat{\mu} \pm 1.96 \sqrt{S\hat{\mu}/N}$$

によって得た。

#### 2) 結果及び考察

小葉当たり密度が0~1匹までは(0, 1)のグラフを使用して推定した値と100小葉調査による推定値間に大きな差はなく、推定可能である。しかし、95%信頼限界の大きい場合もみら

れ、標本数が100では精度の高い推定値とは言えない。また、1匹の項のなかった例が3点あり、推定ができなかった。小葉当たり密度が1匹前後から(0, 1)のグラフでは推定値間の差は大きくなり、5匹以上ではほとんど不可能であった。(0, 2)のグラフを使ってもほとんど改善されなかったが、(1, 4)のグラフを使用すると高密度時の適合性は高くなった。(第12図)

以上のように、高密度時では結果が不安定であり、密度に応じて別のグラフを使用する必要が出てくるなど不便と考えられるので、低密度時に(0, 1)グラフを使用するのが良いと考えられる。ただし、推定値の信頼度を68%程度に置くなら標本数は100枚で十分であるが、調査目的によってはさらに標本数を多くとる必要がある。

## Ⅶ 摘 要

ナミハダニを中心としたイチゴハダニの半促成栽培ハウスにおける密度推定法について検討した。

1. ハダニの寄生葉位は低密度時では下位の葉に多く、高密度になるとほとんど全葉に寄生がみられる。
2. 密度推定のための標本は1株から1葉を中位葉から選ぶとよい。
3. ハウス内の条間及びブロック間の平均値間には大きな差がみられたが、葉の方向間には差がみられなかった。
4. 小葉単位で調査した場合、一般防除ハウスの平均こみあい度と平均密度との関係は、 $\alpha=8.04$ 、 $\beta=2.64$ 、 $r^2=0.654$ であり、一定平均値を持つコロニーの集中分布であった。
5. ハウス内密度を目標精度を0.3(0.2)、信頼度を68%にした場合の平均密度と標本数の関係を明らかにした。1葉当たり5匹以上の密廓では50(100)葉抽出すればよい。

栃木県農業試験場研究報告第31号

6. 標本単位を複葉にすると、 $\alpha$ 、 $\beta$ の値が大きくなり、必要標本数も大きくなる。
  7. 防除ハウスでの平均こみ合い度と平均密度の関係は低密度時における関係と同様な傾向を示した。このときは、防除圧によってそれほど $\alpha - \beta$ 関係に影響はないと考える。
  8. Gerrund and Chiangの方法によって、寄生葉率と平均密度の関係を検討した。得られた回帰式は  $\log x = 0.9631 + 1.3536 \log [ - \ln(1 - P) ]$   $r^2 = 0.887$ となり、この式によって平均密度を推定できる。
  9. この場合の必要標本数は、平均密度4以上では  $D = 0.3$ で50枚、 $D = 0.2$ で100枚程度よいが、低密度時は多数の標本が必要となる。
  10. 低密度の場合は塩見のグラフ法によって密度を推定することができる。
1. 井上雅央・森由美子・藤島千栄美(1983)奈良農試研報14:82-84
  2. 伊藤嘉昭・村井実(1977)動物生態学研究法(上巻)PP. 32-35, 古今書院
  3. Iwao, S. and E. kuno (1968) Res. Popul. Ecol. 10:210-214
  4. Gerrard, D. J. and H. C. Chiang (1970) Ecology 51:237-245
  5. Shiyomi, M (1977) Appl. Ent Zool. 12:18-26
  6. 塩見正衛(1978)植物防疫32:277-282
  7. 滝田泰章・尾田啓一・高橋三郎(1973)栃木農試研報17:60-69
  8. 滝田泰章(1974)栃木農試研報18:87-90
  9. 農林省農産園芸局植物防疫課(1977)農作物有害動物発生予察特別報告29号
  10. 農林省農産園芸局植物防疫課(1978)農作物有害動物発生予察特別報告30号

引用文献

## イチゴハダニの密度推定法( I )

Density-estimating Methods for *Tetranychus urticae* KOCH on Strawberry.

I. In case of the semi-forcing Vinylhouse.

Kenji AIDA

Sampling methods and simply estimating methods for the population density of strawberry mite, predominantly *T. urticae*, were examined in the semi-forcing vinylhouse. The results obtained were summarized as follows:

1. The strawberry mites inhabited on the lower foliage at the low density. After the density had increased, they were distributed on almost all leaves.
2. It was desirable for estimation of density that the sample should be chosen from middle foliage and that sampling should be made one leaf per plant.
3. The mean density of mites among each row or blok in a vinylhouse showed a significant difference, while that of each direction of leaves in a plant showed no significant difference.
4. When the sampling unit was leaflet, the relation of the mean crowding to the mean density was as follows:  $\alpha = 8.04$ ,  $\beta = 2.64$   $r^2 = 0.654$  This means that the distribution pattern of mites in a pesticide spraying vinylhouse is a dispersed distribution of colonins with a fixed mean value.
5. The relation of the mean density to the sampling size was examined with the precision of aimed at 0.3( 0.2) and reliability of 68 % , respectively. The necessary sampling size was 50 (100) leaflets when the density was approximately 5 per leaflet.
6. When the sampling unit was a commpound leaf, the values of  $\alpha$  and  $\beta$  were so large that the sampling size should be made very large.
7. The relation of mean crowding to the mean density in the pesticide spraying vinylhouse showed the same tendency as that in the low density vinylhouse. It can be considered that spraying was of no effect on the relation between mean crowding and the mean density.
8. The corrolation of frequency of occurrence(P)and the mean density(X)was analyzed by the method of Gerrund and Chiang. The regression equation obtaind was  $\log x = 0.9631 + 1.3536 \log [1_n( 1 - P) ]$  and the value of coefficient was 0.887. The mean density can be estimated by this equation.
9. In this case, the necessary sampling size was 50 (100) leaves when the precision was aimed at 0.3 (0.2) and the density was approximately 4 per leaflet.
10. In case of low density, the population density can be estimated by Shiyomi' s graphic method.