

ジャガイモ圃場における3種のアブラムシの増殖と分布

渡 辺 直

横浜植物防疫所調査課

関塚 昭明*・西尾 清**

横浜植物防疫所福島出張所

まえがき

最近ジャガイモ葉捲病の発生が増加し、検査上の見地からもその対策検討が急がれており、ジャガイモのウィルス病による病害についてはこれまでに多くの調査研究がなされている。しかし、その媒介者であるアブラムシ類の圃場における発生活長、分布などの調査は不十分であり、このことがウィルス病対策のひとつの支障ともなっている。そこで、筆者らは、ジャガイモ葉捲病を媒介するジャガイモヒゲナガアブラムシ (*Aulacorthum solani* KALTENBACH)、モモアカアブラムシ (*Myzus persicae* SULZER)、バレイショアブラムシ (*Macrosiphum euphorbiae* THOMAS) の3種のアブラムシについての基礎的な資料を得るために、圃場での発生活長、株あたりの分布のし方を調査したところ、若干の知見を得たのでここに報告する。

本文に入るに先だち、本調査を指導された梅谷献二博士、圃場の設定について御配慮をいただいた福島県農業改良課、計算にあたって多大の御協力をいただいた農業技術研究所中村和雄、塩見正衛両技官、および日科技連農林計算センターの方々へ厚くお礼を申しあげる。また、種々有益な論議をして下さった園芸試験場志賀正和技官に心から感謝する。

材料と方法

調査は1966年5月～6月にかけて行ない。調査圃場は下記のとおり設定した。

所在地：福島市東浜町181

圃場面積：30×16.6m

株数：1,650株

畔間隔：約60cm

* 現在 横浜植物防疫所国際課

**現在 横浜植物防疫所直江津出張所

株間隔：約50cm

ジャガイモ品種：男爵

植付期日：1966年3月25日

萌芽開始時期：1966年4月29日

圃場環境：周囲300mにほとんど人家のない畑作地域隣接圃場は主としてキャベツ、ダイコン

その他：植付けより収穫まで殺虫剤の散布なし

調査株は第1図に示したように1畔おき1株おきに250株を選び、後に圃場での発生のかたよりを調べるために便宜的に調査域を8区に区分した。これとは別にジャガイモ地上部の生育状態を調べるために5株を選んだ。

調査日はジャガイモの萌芽開始より1週間後の5月5日を第1回調査とし、6月29日の第9回調査まで、原則として1週間おきに、株あたりのアブラムシの寄生数および、ジャガイモ地上部の生育状態を調べた。

なお、バレイショアブラについては、東北地方に分布が予想されなかったので第4回調査までは対象外としていたが、調査中、多数の発生をみたので第5回調査より他の2種とあわせて調査を行なった。

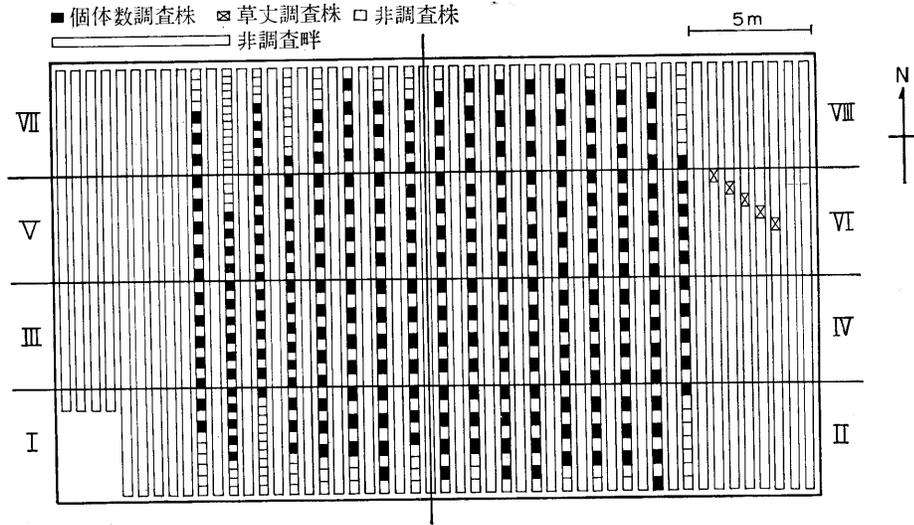
調査中の気象状況は、圃場より南西約1kmに所在する福島地方気象台の資料によって調べた。

結 果

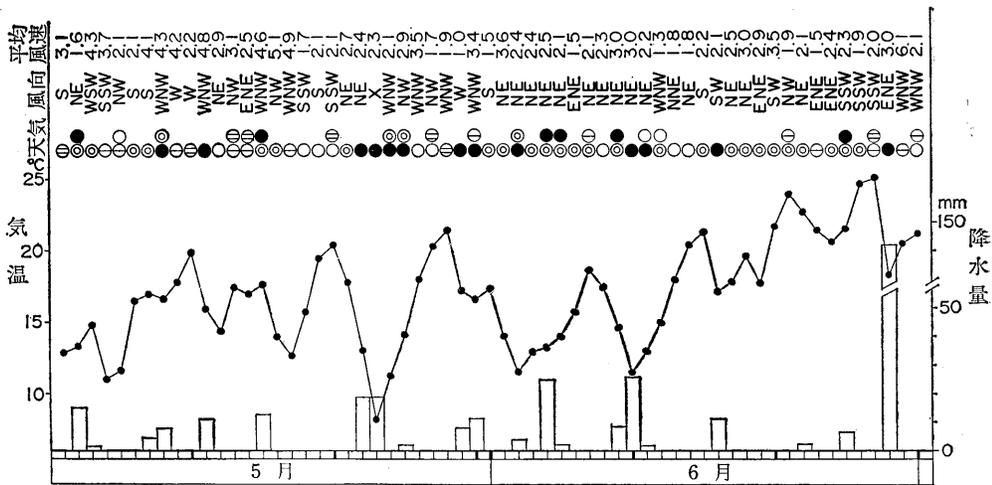
発生活長

圃場付近の気象は第2図に示したとおりであり、6月28日の多量の降水は台風によってもたらされたものである。風向については5月中は西寄りの風が多く、6月に入ると逆に北東寄りの風が多くなった。

ジャガイモの地上部の生育状態および、3種のアブラムシの発生活長は第3図に示したとおりで、3種とも、ジャガイモの全株が開花した6月8日に、個体数がピー



第1図 圃場における調査株の抽出方法



第2図 調査期間中の天候

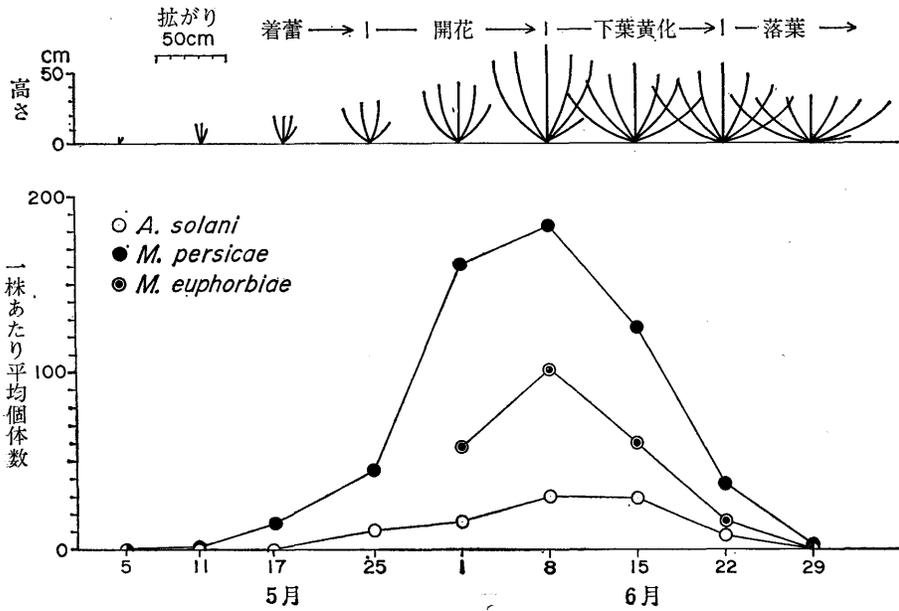
クに達しその後、ジャガイモの下葉が枯れはじめる頃から減少に向かった。発生数の最も多かったのはモモアカで、ピーク時には株あたり平均188.4匹となり、バレイショアブラがこれに次ぎ103.5匹、ヒゲナガでは31.2匹となった。圃場を8区に区分した区ごとの発生消長は第4図に示したとおりでモモアカとバレイショアブラの両種では、東側の区でピークが高くなる傾向がみられた。

第4図は、個体数の増加および減少率を明らかにするために、第3図の株あたり平均個体数を対数目盛におきかえプロットし直したものであるが、これによると、モモアカのほうが、ヒゲナガよりも初期の増加率が高いが、両種とも、平均密度が10を越える頃から増加率が低

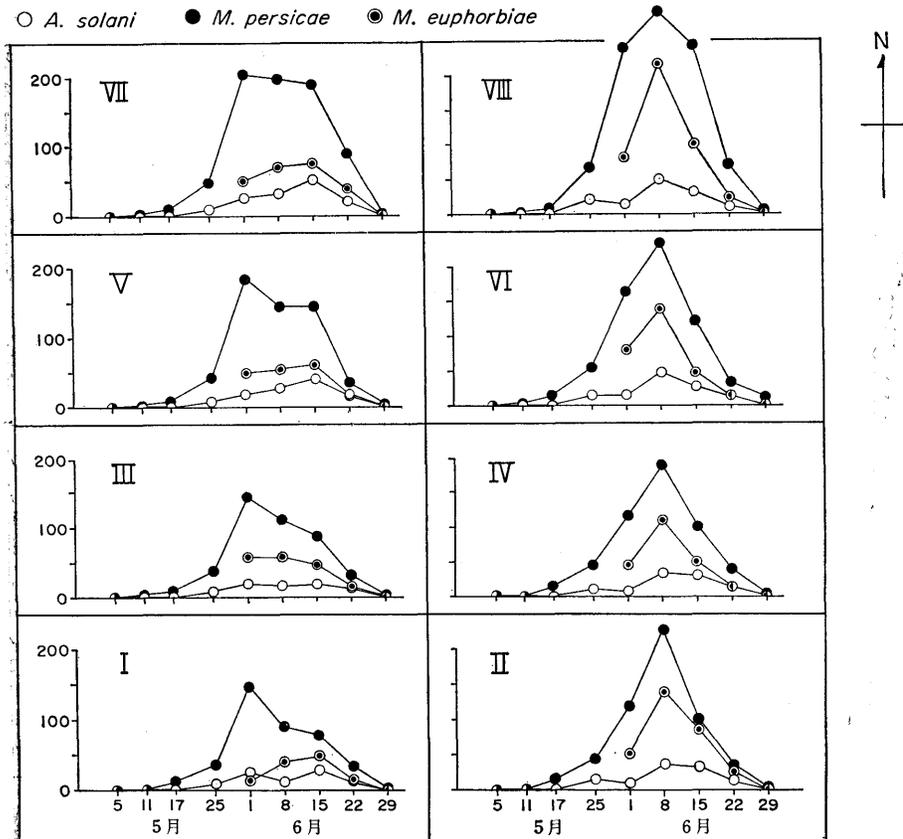
下しはじめるのが見られた。ピーク後では、ヒゲナガ、バレイショアブラとも6月22日から29日にかけて急激に減少率が高くなる傾向が見られたが、モモアカでは減少のし方がよりゆるやかであった。

分布型の推移

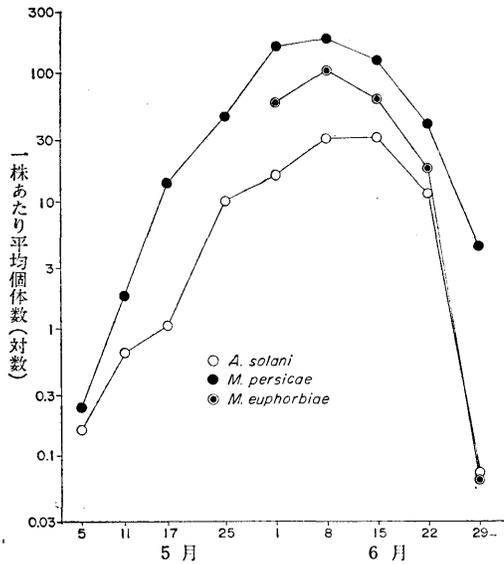
個体分布の集中度あるいは均一度を表わす指数としては、従来、種々の方法が用いられてきたが、本調査のように、個体の密度が変化してゆく過程にそって分布がどのように変化していくかを知るためには Iwao(1968)の提案した平均こみ合い度指数(m^*)と平均値(m)の間の関係を調べる方法が優れている。 m^* は次の式で与えられる。



第3図 3種のアブラムシの発生活消長とジャガイモ地上部の生育
図の上部はジャガイモ地上部の高さ、拡がり、枝数を模式的に示す



第4図 圃場を便宜的に8区分した区内での3種のアブラムシの発生活消長（第1図参照）



第5図 3種アブラムシの増加、減少のしかた (第3図を対数目盛でプロットし直したもの)

$$m^* = \frac{\sum_{i=1}^q x_i(x_i-1)}{\sum_{i=1}^q x_i} = \frac{\sum x_i^2}{\sum x_i} - 1 \quad (1)$$

ここで、 x_i は各調査区画 (株) あたりの個体数、 q は調査区画 (株) 数である。

IWAO (1968) は、 m を横軸に、 m^* をたて軸にとつて、両者の関係が、これまで提案されてきた種々の確率

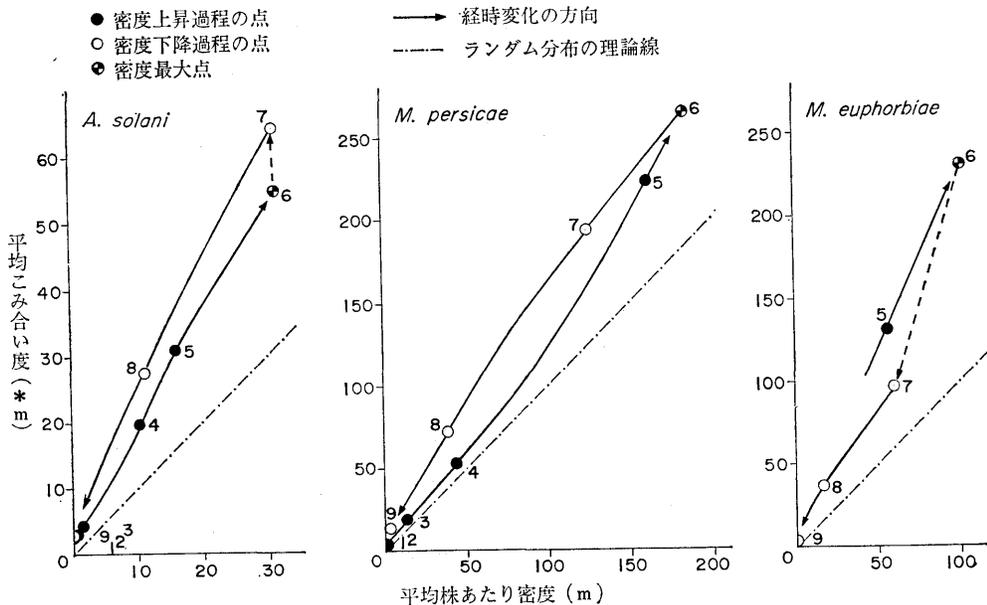
分布モデルでどのように表わされるかを調べたところ、いずれも直線的な回帰を示し、一般的に、

$$m^* = \alpha + \beta m \quad (2)$$

の関係が成立することを明らかにした。すなわち $\alpha=0, \beta=1$ の場合はランダム分布、 $\alpha=0, \beta>1$ では負の2項分布で表わされる集中分布、 $\alpha>0, \beta=1$ ではコロニーのランダム分布、 $\alpha>0, \beta>1$ ではコロニーの集中分布、 $\alpha<0, \beta=1$ では均一分布、 $\alpha=0, \beta<1$ では正の2項分布にあてはまる。

そこで、本調査の結果から、3種のアブラムシについて、各調査回ごとの m^* と m を計算し、個体数の増加、減少ともなつて $m^* - m$ の関係がどのようになったかを表わしたのが第4図である。まず3種とも各点は、 $\alpha=0, \beta=1$ (図中の点線) よりも上に位置し、株ごとに集中的な分布をしていることがわかった。全調査点をこみにした各点間の直線関係を見ると3種ともバラツキが見られるが、密度の増加と減少にそつて特徴的な傾向が見られた。すなわち、ヒゲナガでは、増加期の点はほぼ直線に乗り、個体数がピークに達した時期から減少に向う際に急激に m^* が高くなり、その後も直線関係が見られた。モモアカでは、増加の初期には直線関係が見られるが、その後、密度の上昇につれて m^* は曲線的に増加し、減少過程では、増加過程の裏がえしの曲線関係が見られた。バレイショアブラでは初期の密度上昇期のデータを欠くが、前2者とは逆に、減少過程のほう

が、増加過程のそれよりも下に位置した。



第6図 3種のアブラムシの増加、減少ともなう平均こみ合い度と平均値との関係 (図中の点に付した数字は調査時期の順を表わす)

第1表 全調査点および増加、減少の過程に分けた場合の $m-m$ の回帰による α, β, γ^2 の結果

種	類	密度変化の過程	回帰を計算した調査番号	α	β	γ^2
ジャガイモヒゲナガアブラムシ	全増減	体	1~9	2.27	1.85	0.98
		増加	1~6	2.19	1.70	1.00
		減少	7~9	3.25	2.00	1.00
モモアカアブラムシ	全増減	体	1~9	9.12	1.33	0.86
		増加	1~4	2.78	1.15	1.00
		減少	7~9	9.98	1.48	1.00
パレイショアブラムシ	全増減	体	5~9	-3.59	2.17	0.96
		減少	7~9	5.48	1.55	0.99

第2表 発生初期における2種のアブラムシの株あたりの頻度分布(第6図参照)

株あたり 個体数	頻度					
	ジャガイモヒゲナガアブラムシ			モモアカアブラムシ		
	5月5日	11日	17日	5日	11日	
0	231	182	164	216	79	
1	13	30	27	28	58	
2	1	16	19	3	41	
3	1	8	15	1	35	
4	1	6	5		16	
5		4	9		7	
6	3	2	4		5	
7		1	1		2	
8			2		4	
9					1	
10			3		1	
11				1	1	
12				1		
13			1			
個体数合計	40	162	264	61	450	

よび、増加過程、またはその1部(ヒゲナガの場合)と、減少過程を直線とみなし、それぞれの回帰を求めることによって、それぞれの α, β を計算し、第1表に示した。表に見られるとおり、ヒゲナガでは、減少過程の α および β の値がいずれも増加過程のそれよりも高くなった。モモアカでも、初期の増加過程と減少過程の間に同様の傾向が見られたが、減少の際の α の値が、増加の際のそれよりもきわめて高くなった。モモアカでは増加初期のデータを欠くが、全点の回帰による β が減少過程のそれよりも高い値となった。

なお、ヒゲナガとモモアカについて、初期の飛びこみ個体数がどのようであったかを推測するために、第2表には株あたりの個体数を頻度分布のままです。

考 察

以上の結果にもとづいて、3種のアブラムシの分布様式とそれに伴うサンプリングの問題を中心に若干の考察を行なった。

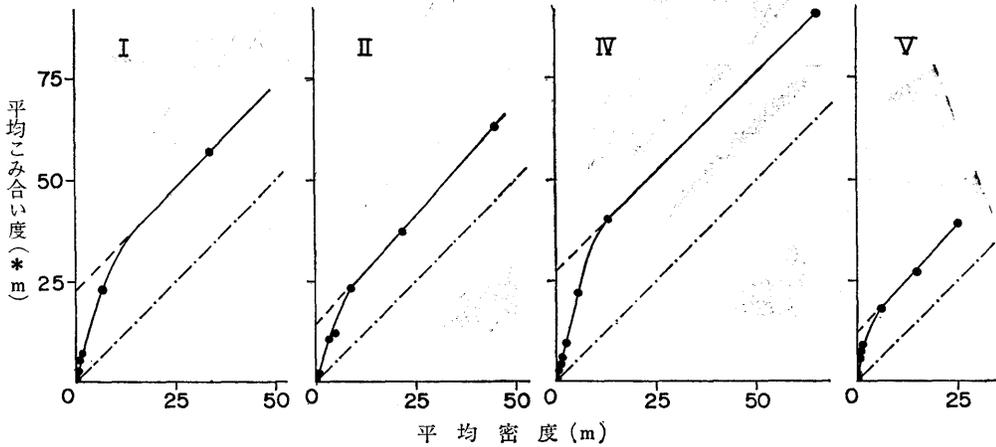
IWAO (1968) は個体の単位空間あたりの密度の変化にともなう分布様式の変化を分析するにあたって、平均こみ合い度(m^*)と平均値(m)の間の回帰を求める方法が、これまで提案された種々の分布型のモデルを総括できる点、あらたに、コロニーの分布の解析が行ない得るという点できわめて優れた方法であることを理論的、かつ実例で示した。このことは UMEYA (1970)、小野(1970)の報告によっても裏付けられている。

さらに IWAO ら (1968)、KUNO (1969) らは、 $m-m$ の回帰式より求められた α, β をもとにして、ある精度をもって個体数を推定するためのサンプリングの方法を提案した。

たとえばある種のアブラムシの圃場での分布から常に α も β も一定値が得られるということになれば、あとは、平均密度がいくらかを知ることにのみによって必要なサンプル数を決定できるということになり、発生予察のための調査法の確立などの面できわめて寄与することが大きいと考えられる。

ところで、このように個体の分布のし方を個体の密度との関連において分析する場合に大別して2つの側面が考えられる。第1は、同一の発育段階の個体群について、あるいは野外では同一時期に、調査域を多数とすることによって、各調査域での m のちがいに関連した m^* の回帰を求める場合、たとえば IWAO (1968) の例示した種々のマメゾウムシの成虫の密度を変えた場合の卵の m と m^* との回帰というような場合である。第2は、ある調査域を設定し、調査を経時的にくり返すことによって、そこに分布する個体群の増殖(移入)や、死亡(脱出)によって起る m の変化に対する m^* の回帰を調べる場合で、本調査がこの例である。

そこで、たとえばヒゲナガの圃場での分布について発生期間を通じて共通の α と β と得るためには、上に述べた第1の点からもまた第2の点からも同じ α と β が得られることが前提となる。本調査の結果は、このような問題に対していくつかの問題を提起している。まず、結果に見られるように増加過程と減少過程で $m-m$ の回帰に差があることがあげられる。これは、増加過程がの分布様式が、増殖の行なわれ方に主として依存しており、一方減少過程が主として死亡や脱出の起りかたに依存しているというきわめて当然の理由によるものであろう



第7図 2種のアブラムシのオオムギ苗上での分布から得られた平均こみ合い度と平均値との関係
(SHIOMI ら (1965) より著者らが計算した値による)
I, II, IV-*Aphis maidis*, V-*Rhopalosiphum prunifoliae*

が、同時に、この2つの過程に大きく分けて、分布様式を論じられるという可能性をも示唆しているように思われる。

それでは、増殖過程に限った場合、たとえば本実験結果より得られたヒゲナガでの $\alpha=2.19$, $\beta=1.70$ という値がある程度一般性をもち得るであろうかという問題を考えてみなければならぬ。アブラムシでは春から夏にかけては一般に胎生雌による増殖力が大きく密なコロニーの形成が見られる。このようにコロニーを形成する種の分布を m^*-m の回帰で分析する場合に注意しなければならないのは、区画(株)あたり、どれだけのコロニーを許容し得るかという点である。SHIOMI ら (1964) はオオムギの苗を7~8 cm 間隔に植え、株上にアブラムシをランダムに接種した場合のその後の増殖と移動に関連した分布の経時的変化を追っている。これをもとに著者らが m^*-m の関係を算出したところ第6図のようになった。(I, II, IV-*Aphis maidis*, V-*Rhopalosiphum prunifoliae*)。この図を見ると、増加の初期は負の2項分布的であるが、ある点を過ぎるとコロニーのランダム分布として理解し得る。実際に SHIOMI ら (1964) も、この回帰が大きく変わる点を境に過密を避けるための盛んな株間移動 (ITO, 1952) が活発になることを観察している。この SHIOMI ら (1964) の実験結果と本調査の結果を比べてみると m^*-m の回帰の傾向が異なっている。すなわち本調査の場合は、 m が高くなっても β が低下しないという傾向である。このことから、本調査の場合は、過密を避けるための株間移動がさほど活発ではなかったこと、いいかえれば、株上でのアブラムシの増加とともにジャガイモの株も成長し(第2図)株のアブラムシ個体数に対する容量が、大きくなっていったのでは

ないかということが推測される。

そこで、一般に、区画の個体に対する許容度が大きく、しかも個体の区画間移動があまり行なわれずに個体が増え続けていくような過程を考えてみると、このような場合の m^*-m の関係は、増殖力を持った個体の飛びこみ(主として初期の飛びこみ)数とその後の増殖力によって大きく左右されてしまう。すなわち、もしも飛びこみがごく少数ならば、その後の増殖によって集中度はきわめて高くなるが、飛びこみが多数にランダムに行なわれたような場合は、その後の増殖による集中度は、前者よりも低いものとなる。本調査においてもそのことがいえる。飛びこみ個体はまずランダムに分布したであろう(志賀, 1965)と考えられる。そこでヒゲナガとモモアカを比べてみると、第2表に見られるとおり、ヒゲナガのほうが、初期の飛びこみ個体数ははるかに少なかったことがうかがえる。したがって増加過程においてヒゲナガのほうが β の値がはるかに高い(第1表)ことは、種の持っている特性ではなく、たまたま圃場への飛びこみ個体数が、モモアカよりも少なかったことによるという推論も可能性である。いいかえればヒゲナガの場合でも、飛びこみ個体のより多い圃場では、その後の集中度は低くなり β の値が本調査の結果よりも低くなるであろうということが十分考えられる。したがって本調査で得られた α, β 値の一般性は疑わしいといえるだろう。

結論として、個体数推定のための種に共通な α, β を m^*-m 法によって求める際に、アブラムシのように、増殖によって密なコロニーが形成される個体群では、ジャガイモの株あたり、あるいはダイコンの株あたりというように、コロニーの大きさや数に対して許容度の大き

い単位で分布を調べることは不適當であるといえる。逆にサンプルの単位を枝あたり、葉あたりというふうにし、さくといふとある上限サイズをもったコロニーの分布としてのその種において一般性の高い α, β 値が得やすくなるということが理論的に考えられる。しかし、この場合でも、寄生植物が、ミカンの木（小野，1970）のように葉あたりという単位がとりやすい場合と、生育過程にあるジャガイモの植物体というふうな実際上株より以下の単位がとりにくいものがあり、今後このような問題に留意した調査が必要であると考えられる。

なお、これらのアブラムシがウィルス病を媒介するという点に関連して株間移動という点が問題となるが、本調査の結果からは、アブラムシ持有の過密回避のための無翅虫を中心とした株間移動は活発でなかったことが推測されるので、今後の調査では高密度によって起る有翅虫の出現と移動についてのくわしい情報を得ることが必要であると考えられる。

摘 要

福島県下のあるジャガイモ圃場において、ジャガイモ葉捲病ウィルスの媒介昆虫である3種のアブラムシ、ジャガイモヒゲナガアブラムシ (*Aulacorthum solani*)、モモアカアブラムシ (*Myzus persicae*)、バレイショアブラムシ (*Macrosiphum euphorbiae*) について、株あたりの個体数を1966年5月1日より1週間おきに9回調査し、それらの発生活長と分布様式をしらべたところ、以下のようなことがわかった。

1. 5月初旬ヒゲナガとモモアカではジャガイモの発芽と同時に、有翅虫の飛びこみが始まり、ジャガイモが成長し開花するまでの時期に盛んに増殖が行なわれ、6月初旬が発生のピークとなり、その後6月末にかけて急激に個体数が減少することがわかった。初期データを欠くバレイショアブラでも同様な発生ピークと減少が見られた。

2. 発生のピークはモモアカが一番高く、バレイショアブラがこれに次ぎ、ヒゲナガが一番低かった。

3. 発生活長に伴う密度の変化に関連した分布様式を m^*-m 法 (Iwao, 1968) によって解析したところ、3種とも全調査時期を通じて集中的な分布であったが、増加の過程と減少の過程から得られた回帰にはちがいが

見られ、ヒゲナガとモモアカでは減少過程のほうがより集中的でありバレイショアブラでは、その逆であった。

4. アブラムシ持有の無翅虫による株間移動はあまり行なわれなかったであろうということが推察された。

5. 個体数ある精度でもって推定するための m^*-m 法によるサンプリングの問題について考察を行ない、アブラムシのようにコロニーを作りながら増殖する個体群に対しては、サンプリングの単位を、株あたり、枝あたりあるいは葉あたりなどのように選ぶかが、きわめて重要な問題であるということを指摘した。

引用文献

- 伊藤嘉昭 (1952) アブラムシ数種の増殖型式持に棲息密度と移動との関係について 個体群生態 1: 36~48
- Iwao, S. (1968): A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. 10: 1-20.
- Iwao, S. and E. Kuno (1968) Use of the regression of mean crowding on mean density for estimating sample size and the transformation of data for the analysis of variance. Res. Popul. Ecol. 10: 210-214
- Kuno, E. (1969) A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. Res. Popul. Ecol. 11: 127-136.
- 小野勇一 (1970) カンキツ害虫のサンプリング 植物防疫 24: 211~215
- 志賀正和 (1965) ナタネ畑におけるモモアカアブラムシの定着と分布, 九病虫研会報 11: 74~78
- Shiomi, M. and Nakamura (1964) Experimental studies on the distribution of the aphid counts. Res. Popul. Ecol. 5: 79-87.
- Umeya, K. and T. Kato (1970) Studies on the comparative ecology of bean weevils. V. Distribution of eggs and larvae of *Acanthoscelides obtectus* in relation to its oviposition and boring behaviour. Res. Popul. Ecol. 12: 35-50.

Summary

Studies on the Distribution Pattern of Three Species of Aphids in a Potato Field

Naoshi WATANABE

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

Akira SEKIZUKA and Kiyoshi NISHIO

Fukushima Branch, Yokohama Plant Protection Station

The frequency distribution of the individuals per plant was sampled for the three species of aphids, *Aulacorthum solani*, *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae* in a potato field in Fukushima Prefecture. The data analyzed were nine sets of samples obtained in the period from 1st May to 29th June at a week interval in 1966.

Results were summarized as follows.

1. In both *A. solani* and *M. persicae*, winged females began to establish themselves on the plants just after the spring up of the potatoes in early May, followed by rapid increase in number with the development of the plant, followed by the peak in early June when the plants were flourish, and they rapidly decreased by late June. In *M. euphorbiae*, the data of which in the initial periods were not obtained, the time of peak or the mode of decreasing in number was same as the former two species.
2. The peak of density was highest in *M. persicae*, followed by *M. euphorbiae*, and lowest in *A. solani*.
3. The distribution pattern for the increasing or decreasing process of the aphids number was analyzed with the $m^* - m$ method proposed by IWAO (1968). The distribution patterns of three species were contagious, at any time. There were some differences between the regressions of m^* to m for the increasing and decreasing processes; in *A. solani* and *M. persicae*, the contagiousness in the increasing process was lower than that of decreasing one, and *vice versa* in *M. euphorbiae*.
4. It was assumed that the plant-to-plant movement of apterous females had not frequently occurred in the three species.
5. Application of the sampling methods proposed by IWAO et al. (1968) or KUNO (1969) to the aphid population was discussed and the importance of the capacity of sampling unit for the development of the colony was emphasized.