

ダイコンサルハムシの分布—特に成虫の分散が次の世代の分布に及ぼす影響について*

大竹昭郎・船木 論 (応用昆虫学研究室)

Akio ÔTAKE and Satoshi FUNAKI

The Distribution of *Phaedon brassicae* BALY, with Special Reference to Influences of the Dispersal of the Adults upon the Distribution of their Next Generation

ダイコンサルハムシ *Phaedon brassicae* BALY は、ダイコン、ハクサイなどジュウジバナ科の蔬菜類の重要な害虫のひとつである。畑の周りの雑草の中などにひそんでいたこの甲虫は、8月末あるいは9月初め畑の中へ移ってきて、やつと双葉を出したダイコンやハクサイを食い荒し、時には播き直しを必要とするほどの大きな被害を与える。この害虫の生態は、島根県で野津・園山によって詳しく調べられている。われわれは1957年の秋、松江市乃木の野菜畑で、このサルハムシの分散およびそれに伴う卵あるいは幼虫の畑の中での分布の状態を観察し、更に島根農大構内の実験圃場の一隅にこの虫を放して、その後のサルハムシ個体群の移りゆきを調査した。

動物の分散は、個体群生態学上興味深い問題であると共に、応用面でも非常に重要な研究テーマである。分散の研究は、対象に選んだ動物の分散能力から、およそ2つにわけられよう。すなわち、まず分散能力の高い動物が、どの程度の早さで、どこまで分散するかの研究。こん虫の場合であれば、QUARTERMANらによって大規模に行われた、イエバエなどハエ類の分散の研究など典型的なものといえようし、われわれが扱ったダイコンサルハムシと同じハムシ科に属する害虫では、SMITH & NORMANによる *Diabrotica 12-punctata* の分散の研究などある。これに対し、分散能力の弱い動物を研究の対象に選び、かれらの分散の限界はどこか、異質な環境の下におかれたとき、弱い分散能力が個体群の存続にとつてどのような影響を及ぼすかなどを調べるもうひとつのゆき方がある。ANDREWARTHA & BIRCH⁽¹⁾ (pp.493—494) が紹介している、CLARK⁽²⁾ のハムシの1種 *Chrysomela gemellata* の研究などそのいい例である。このハムシは分散能力が弱いため、食草 (*Hypericum perforatum*) の集落と集落との間隔が広い場合は、それらの間を分散し

てゆくことができず、ある集落でいちじるしく増えて、植物をほとんど完全に枯らしてしまうと、飢えのため大部分の個体は死んでしまうのである。

われわれがここで扱ったダイコンサルハムシの成虫は全く飛ぶことができず、移動は這うことによるのみ行われる。分散能力が高いとは、決していわれぬ種類である。すなわち、上に述べた2つのうち、後者に属する研究対象なのである。

なお、われわれがこの論文をまとめる際に、島根農大応用昆虫学研究室近木英哉助教授からはいろいろと有益な助言を頂いた。ここに厚く感謝したい。

I 野菜畑での調査

松江市乃木で、西向きゆるい斜面につくられた野菜畑が調査の対象に選ばれた。この畑はいくつかに区切られ、いろいろな野菜が栽培されていたが、ダイコンサルハムシの食草となるのはダイコンとハクサイのみである(第1図)。1957年は夏の終りに日照りが続いたため、われわれが調査した畑では、8月末に播いたダイコン、ハクサイはほとんど芽が出ず、9月9日に播き直しが行われた。例年サルハムシの発生が多い畑であるが、1957年は日照りのせい、この害虫の密度は低く、ダイコン、ハクサイに与えた損害はほとんどるに足らぬものであった。

ダイコン、ハクサイが双葉を出し始めた頃から毎日畑を見廻り、9月14日午後サルハムシ成虫を初めて発見すると、直ちに翌日から調査を始めた。畑の中央を通る小道の北側のハクサイおよびダイコンの植えられた区域をa区、南側のダイコンの植えられた区域をb区とした。a区は19、b区は6つの南北に走るうねから成り、おのおのうねには2列に種子がまかれていた。a区の東の7うねがハクサイであるが、ハクサイは発芽率悪く、まば

*島根農大応用昆虫学研究室業績, No. 22.

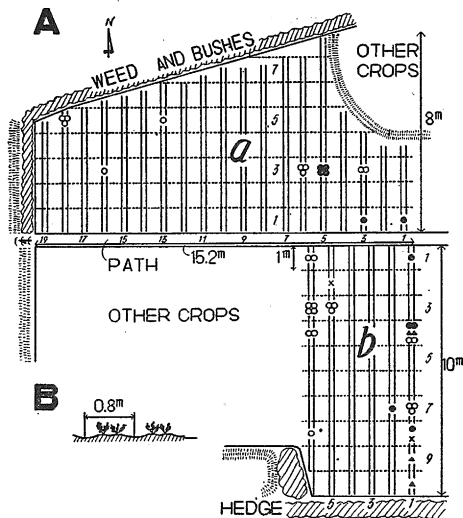


Figure 1. A: The map of a vegetable field at Nogi, Matsue City, in which observations on the distribution of *Phaedon brassicae* were carried out, and the distribution of the adults on the 15th of September, 1957. B: The cross section of a part where radishes (or Chinese cabbages) were cultivated.

Letters *a* and *b* represent the northern and the southern part of the field, respectively, in which radishes and Chinese cabbages were cultivated. Ridges extended from north to south, and each consisted of two rows of plants. Seven of easterly ridges in *a* were those of Chinese cabbages, and the others in *a* and the whole of *b* were of radishes. The length of each ridge was divided into units, a unit being one metre in length. Symbols ●, ▲, × and ○ represent beetles discovered in each unit at 8, 11, 14 and 17 o'clock, respectively, on the 15th of September.

らにしか生えていなかった。おのおのうねは、小道の側から1mずつに区劃わけした。

なお、播種が同時に行われたにもかかわらず、*b*区の方が*a*区よりダイコンの発芽が早かった。

9月15日の成虫の分布——この日には、8時、11時、14時、17時の4回、*a*、*b*両区を見廻り、小区劃の中のサルハムシ成虫の数を記録した。その際、植物を手でなげるようにして、葉うらに在る成虫を地上に払い落して数をかぞえた(成虫は採集せず、そのままに置く)。結果は第1図に示される。ダイコンサルハムシの成虫は、畑の周りの雑草の中などから、畑の中へ移動してくるとされているが、第1図からすれば、われわれが初めて成虫を畑の中に見出した翌日に、すでに成虫は畑のかなり奥まで侵入してきていたことが判る。われわれの観察では、この成虫の這う速度はかなり早く、うねに沿って植

物から植物へ移動するばかりでなく、土の上を活潑に歩いて、うねからうねへ渡ってゆく個体もしばしば認められた。この分散能力からのみ考えれば、われわれが調査した程度の広さの畑では、成虫が畑全体に拡がるのは、た易いことのように思われた。

成虫の晝間の活動状態——9月14日の調査でわれわれは、時刻によって記録された成虫の数にいちじるしい違いのあることに気づいた。サルハムシの成虫は、すべての植物上で活動しているわけではなく、一部(場合によっては大部分)は植物の根ぎわの土の中にひそんでいる。われわれが記録したのは、地上にいる個体のみなので、時刻によって記録数が大きく違ってくるのは、地上にいる個体数と地下にいる個体数との比率が時刻によってかなり違ってくることに、主として原因したように思われた。そこで9月16日から23日にかけて、毎日6時、9時12時、15時、18時の5回にわたり、成虫の調査を行った(調査方法は9月15日と同じ)。第2図に9月15日も含め、調査ごとの成虫の記録数(*a*、*b*両区の合計)と、天候および気温を示した。

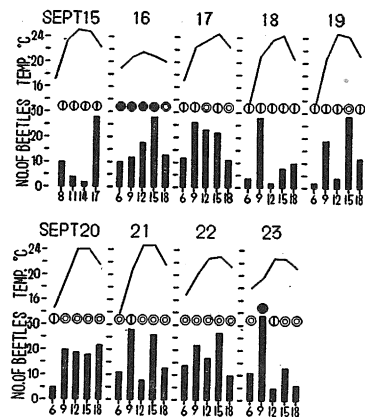


Figure 2. Diurnal activity of the adults of *Phaedon brassicae* in a vegetable field at Nogi, Matsue City, and weather conditions, during the period from the 15th to the 23rd of September, 1957.

Observations were carried out four times at 8, 11, 14 and 17 on the 15th of September. In each of the other days, five observations were made at 6, 9, 12, 15 and 18. Total number of beetles discovered on plants and on the ground is shown in each observation. Symbols represent the weathers when the observations were made: ○ is 'fine', ◎ 'cloudy', and ● 'rainy'.

この図では、ダイコンサルハムシ成虫の一定した日週活動は認められないのである。

そこで、サルハムシ成虫の活動が、どのような内的、外的条件によって左右されるかが問題となるが、われわ

れの不十分な調査からは、はっきりしたことは何も判らなかった。ただ9時と15時に、比較的多くの個体の記録されている場合の多いこと、および曇りあるいは雨の日には、全般に多くの個体が記録されていることから、光がかなり大きな影響を及ぼしているように思われた。そこで、底に土ともみ殻を敷いたガラス容器に10匹のサルハムシ成虫を放し、このような容器を数コ 30°Cの恒温器に入れた。恒温器には10Wの蛍光灯を入れ、それをつけたときと消したときとの虫の行動を観察した。すると、暗い状態では、もみ殻の中にもぐった個体はなく、すべてガラスの壁や、容器に入れたダイコンの幼植物の上にはいたが、蛍光灯をつけると、虫はもみ殻の中にもぐりはじめ、しばらくすると大部分の個体がもみ殻の表面から姿を消してしまった。このように簡単な実験から、結論らしいものを引き出すことはできないが、光の条件が重要であることは間違いなさそうである。

9月16日以後の成虫の分布——上に述べたように、日によって成虫の地上での活動状態にいちじるしい違いがあるので、ある特定の時刻を決めて、その時刻に得られたデーターを毎日の調査の代表とするわけにゆかなかった。そこでわれわれは、おのおのの調査日で、区割ごとに5回の調査の平均記録数を計算し、それをその調査日にその区割にいたサルハムシ成虫の個体数を示す指標とすることにした。もち論、これとて決して正しい代表値とはいえない。しかし、ある日ある区割にサルハムシ成虫がどの程度の密度でいたかのあらましを知ることはで

きるであろう。第3図に、9月16日から23日までの結果をひとまとめにして示した。

先に、9月15日の結果(第1図)から、間もなくサルハムシ成虫は畑全体に分散するであろうと予想した。しかし第3図からすれば、事実はこれに反してa, b, 両区共に中央部にサルハムシが分布してくるのは、かなり遅くなってからなのである。更に第3図からいえることは、区割によって記録数にかなり大きな違いのあることである。ある区割では、いつも沢山のサルハムシ成虫が記録されており、一方、他のある区割からは全然虫が記録されていない。しかも、サルハムシ成虫の密度の高い区割と低い区割とが隣り合っている場合もしばしばある。前に述べたように、ハクサイは発芽率悪く、区割によっては5コか6コしか芽を出していないところもあったので、ハクサイのまかれた区域でのサルハムシ成虫の密度のむらは、このような食草の密度のむらに原因する場合が多いようである。しかし、ダイコンはよく芽を出しており、幼植物の密度のむらは、そういちじるしいものではなかった。また、b区の南の緑が、農家の生垣で蔭になって、日の射すのが遅れるほかは、全般に日当たりがよく、部分的にいちじるしい微気象上の差があるようにも思えなかった。

第1図と第3図とを総合して考えてみると、最初サルハムシ成虫が数多く侵入してきた部分(例えばa区のもっとも西寄りのうね、b区の東の端のうねの北寄りの部分など)には、その後も引続いて高い密度が維持される

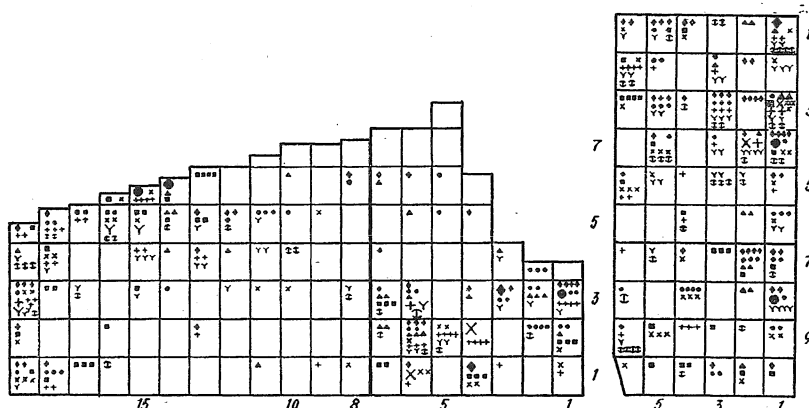


Figure 3. Distribution of the adults of *Phaedon brassicae* in a vegetable field at Nogi, Matsue City, from the 16th to the 23rd of September, 1957.

The average number of beetles discovered in five observations each day is shown in each unit. Different symbols are used every day: ◆, ●, ▲, ■, ×, +, Y and ⊂ represent the results on the 16th, 17th, 18th, 19th, 20th, 21st, 22nd and 23rd, respectively. In each symbol the smaller shows the value 0.2, and the larger 1.0.

傾向があり、それと同時に、a 区の北西の隅のいくつかの区劃のように、いくら遅れて（9月19日ごろになって）高い密度が得られ、それが最後まで続く区劃もある。後ほど実験圃場での調査結果を論ずる部分で述べるが、このサルハムシはある株に集中して卵をうみつける傾向が強い（第3表）。そこからしても、サルハムシ成虫は、見た目には同じように見える畑のうちでも、ある部分——その植物が、全般にサルハムシにとって好ましいような何かある条件にある——にひき寄せられ、そこに比較的長く止まる傾向をもっているように考えられる。従ってこのサルハムシ成虫の這つて分散する能力から予想されるほど速かには、この虫は畑全体に拡がってゆかなかつたのである。

9月24日以後の成虫の調査は、10月1日まで、2,3日おきに午前9時に1回行われた。毎日の記録数があまり多くないので、はっきりしたことはいえないが、2,3日前にはあまり虫のいなかった a 区の中央部から、割りに多くの個体が記録されている。9月末ごろには、サルハムシ成虫はかなりな程度一様に、畑全体に拡がったのではなからうか。

卵および幼虫の分布——成虫の分布に、今まで述べてきたようないちじるしいむらがあつたとすれば、当然、卵あるいは幼虫の分布にもむらが現われるはずである。そこでわれわれは、9月20日から10月8日へかけて5回、一部の幼植物をぬき取って、それらについている卵および幼虫の数を調べた。ただしハクサイは、まばらにしか生えていないので、抜きとることができず、この調査はダイコンのまかれた部分にのみ限られた。調査の方法は、ひとつおきにうねを選び、選んだうねの内でも、またひとつおきに区劃をとって、それらをサンプリングの単位とした。つまり毎回の調査で、ダイコンの植えられた区域のほぼ4分の面積がサンプリングの対象となつたわけで、4回の調査で全部の区劃が一通り調査され、第5回目には第1回目と同じ区劃が再び調べられた。おのおの調査区劃では、普通ダイコンを栽培する際に行われる間引きと同じ程度に植物と植物との間が開くように、幼植物をぬき取った。1区劃でぬき取った幼植物の数は、かなり変異があり、20本を超える区劃もあれば、10本程度の区劃もあった。

このサルハムシは、ダイコンの茎や葉柄に凹みをつくって、そこに卵を1コずつうみつける。穴のみあって、卵のない場合にしばしば出会つたが、これは、成虫が凹みだけつくって卵をうみつけなかつたのか、うみつけれられた卵が落ちるか捕食虫によって食われるかしてなくなつてしまつたのか、すでに卵がかえつて残された卵殻もはげ落ちてしまつたのか、のいずれかである。われわれ

は、穴の数およびふ化後の卵殻の数をも記録したが、以下の議論ではこれらは用いない。幼虫はあまり移動せず葉を食っているが、第3令（終令）幼虫は落ちやすく、ダイコンをぬき取る際に、地上に落ちて見失つた個体はかなりある。幼虫は調査ごとにまとめて、外部形態あるいは頭の幅によって令期を決定した。⁽³⁾

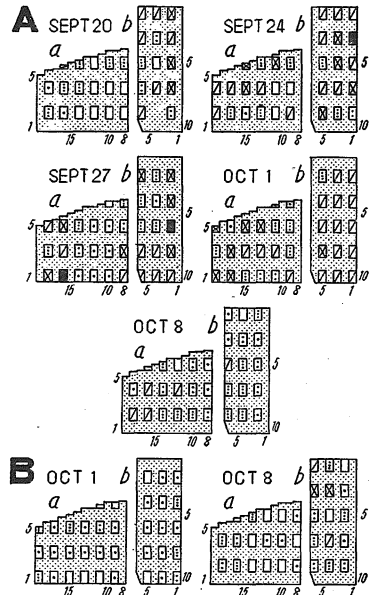
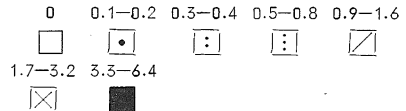


Figure 4. Distributions of the eggs and larvae of *Phaedon brassicae* in a vegetable field at Nogi, Matsue City, during the period from the 20th of September to the 8th of October, 1957. A: Distribution of the eggs. B: Distribution of the larvae.

The part of a area where Chinese cabbages were cultivated was not observed. One quarter to one-third (10-25 plants) of all young plants was picked up in each unit observed. The density of the eggs or larvae in each unit is shown by the number of individuals per plant. Symbols show the density as follows:



Dotted parts were not observed. No larva was recorded on the 20th of September. The results on the larval distributions obtained on the 24th and 27th of September, were omitted, because the densities of the larvae in the field were very low on these days.

調査ごとに調査区劃の株あたりの卵および幼虫の平均個体数を示したのが第4図である。9月20日には、幼虫は1匹も記録されなかつたが、この日の卵の分布は、第3図の成虫の分布とかなりよく一致するようである。前

に述べたように、同時に種子がまかれたにもかかわらず、b区はa区より先に芽を出して、サルハムシ成虫が侵入を始めたころには、b区の方がa区より植物の成育がよかった。その結果と思われるが、b区には成虫の密度のいちじるしく高い区割がいくつかある(第3図)。そしてそれがそのまま、9月20日の卵の分布に現われてきている。9月24日には、20日に較べ卵の密度のむらはかなり減ってきた。しかし、a区の中央部はやはり密度が低い状態のままである。ところが9月27日の調査では、a区の花サイが栽培されている区域に接するうねに属する区割で、高い卵の密度が記録されている。これは花サイにいた成虫が、卵をうむためにダイコンの植えられた区域へ移動してきたためではないかと思われる。サルハムシが好んで卵をうみつける幼植物の茎の部分が、ダイコンに較べ花サイではいちじるしく短かく、土に接するようにして双葉が開いているため、花サイには卵はあまりうみつけられていないようであった(花サイはぬき取って調べていないので、はつきりしたことは判らないが)。第3図で、サルハムシ成虫は花サイに集まる傾向が認められるが、花サイは食物としては好ましいものであっても、卵をうむ場所としては余り適当でなく、卵をうむためには、かれらはダイコンへ移ってゆくのではなからうか。

9月27日のb区では卵の密度のむらが、9月24日の場合よりいちじるしく現われている。これは、何かの原因で成虫が卵をうみに集まらなかったような区割が、たまたま調査の対象に選ばれたためか、サンプリングに伴う区割内の誤差によるものであったかは明らかでない(調査区割内の幼植物の $\frac{1}{4}$ から $\frac{3}{4}$ がぬき取られたのであるから、サンプリングに伴う誤差はそう大きなものとは思えないが)。

10月1日には、卵の密度のむらがあまり目立たなくなっている。前に述べた通り、10月初めごろには、成虫は畑全体にかなり均一に分散していたと思われるが、第4図の結果は、その現われと考えるとよきそうである。10月8日には、卵は全般に少くなっている。9月中ごろ畑へ移動してきた成虫は、あらかた卵をうみ尽し、またうみつけられた卵の多くはふ化して幼虫となったためであろう。一方、幼虫の分布をみると、ここにはいちじるしいむらが認められる。奇妙なのは、9月20日卵の密度の高かったb区のもっとも東寄りのうね内の区割が、幼虫の密度ではいたって低い状態にあることである。しかしその原因はつかめなかった。

最後に、調査ごとに採集個体数をひとまとめにして、

調査株数で割り、この畑でのダイコンサルハムシ未成熟個体群の年齢構成の時期的な移りゆきを示すと、第1表のようになる(さなぎは調べなかった)。ダイコンをぬき取る際に、一部の幼虫を見失ったこと、また10月8日

Table 1. Seasonal change of the age construction in the immature stages of *Phaedon brassicae* in a vegetable field at Nogi, Matsue City, in 1957.

The pupae were not collected, because they pupate in the soil. After an observation was made, the density in each stage was calculated by dividing the number of all individuals collected from young radishes picked up by the number of the plants.

Date	Total no. of radishes observed	Density in immature stage			
		Egg	Larva		
			1st instar	2nd instar	3rd instar
Sept. 20	704	0.678	0	0	0
24	983	1.333	0.011	0	0
27	859	0.979	0.049	0.004	0
Oct. 1	1,076	1.713	0.118	0.043	0.002
8	459	0.510	0.137	0.133	0.102

には、すでに土の中にもぐって、さなぎになった個体がいくらかあったかもしれないことを考えに入れても、卵の密度に較べ、幼虫の密度のいちじるしく低い事実は疑う余地がない。この畑では、卵から幼虫になる際に、環境抵抗によって数多くの個体が死んだことを物語っている。

II 実験圃場で成虫を放す試験

野菜畑で認められた現象の説明を、より正確なものとするため、松江市乃木の島根農大の構内に、ひとまとまりの小さなダイコン畑をつくり、ここで実験を行った。圃場の設計は第5図に示したように、約10cmの高さに土を盛って平らにし、そこに数本南北に浅くうねを立てて、おのおのうねに2列ずつダイコンの種子をまいた(8月末)。おのおのうねは50cmごとに区切って1区割とした。小さな畑を6つ設けたのは、畑と畑との間の溝を越えて、どの程度の速さでサルハムシ成虫が分散してゆくかをみるためである。われわれがこの圃場を設けた場所は、建物の間にあるため、建物の影響で日の当たる時間によって部分による変異が大きく、なるべく一様な環境条件を必要とするわれわれの分散の実験を行う場所としては、決して好ましいものではなかった。しかしその附近では、サルハムシを引き寄せるような作物は、それまでほとんどつくられていない。従ってこの畑へ、われわれが放した以外のサルハムシ成虫が侵入してくる危険は

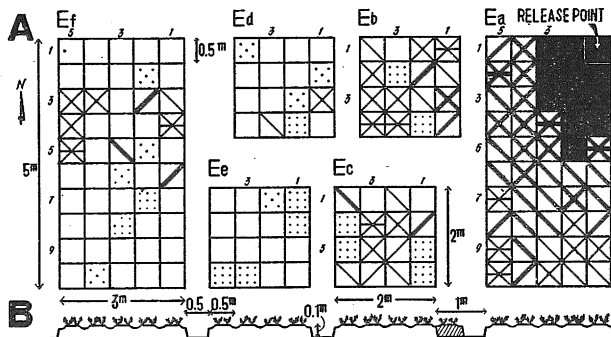


Figure 5. A: The map of the experimental plots prepared at Nogi, Matsue City, in the autumn of 1957, and the dispersal of the adults of *Phaedon brassicae*. B: The cross section of the experimental plots.

Four or five ridges, each of which consisted of two rows of young radishes, extended from north to south in each plot.

A ridge was divided into units, a unit being half a metre in length. At 8 on the 21st of September, 400 beetles were released in the unit which lay in the northeastern corner of Plot Ea, and then observations were made at 8 and 17 every day until the 1st of October. Symbols in units represent the dates when beetles were first discovered:

Sept. 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 Oct. 1

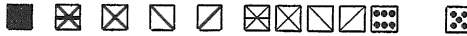


Table 2. The discovery rate of adults of *Phaedon brassicae* in the experimental plots at Nogi, Matsue City.

Four hundreds were released at a corner of an experimental plot at 8 on the 21st of September, 1957.

Date	No. of individuals discovered	Discovery rate
Sept. 21		
17	208	52.0
22		
8	146	36.5
17	176	44.0
23		
8	110	27.5
17	129	32.3
24		
8	138	34.5
17	144	36.0
25		
8	48	12.0
17	100	25.0
26		
8	131	32.8
17	64	16.0
27		
8	104	26.0
17	41	10.3
28		
8	79	19.8
17	70	17.5
29		
8	65	16.2
17	26	6.5
30		
8	54	13.0
17	74	18.5
Oct. 1		
8	47	11.7
17	20	5.0

まずなさそうであった(絶対にないとはいいい切れないが)。

成虫を放す実験——9月21日8時、畑Eaの東北の角の1区劃に、野外から集めてきた400匹のダイコンサルハムシ成虫を放し、その日の17時から始めて10月1日まで毎日8時と17時に区劃ごとの成虫の数をかぞえた。調査の要領は、先のダイコンおよびハクサイの畑の場合と同じである。第2表に調査ごとのサルハムシの発見率を示した。最初のうちはかなり高い割合いでみつけ出されている。

第5図に、虫を放してからある区劃に到着するまでの日数を示し(初めて1匹あるいはそれ以上の成虫が見出された日をもって、その区劃へのサルハムシ成虫の到着日とする)、第6図に、発見率の高かったいくつかの調査について、サルハムシ成虫の分布の有様を示した。放した日のうちにEaの $\frac{1}{2}$ ほどに拡がったが、翌日は思ったほど拡がらず、2日目にはEaのほぼ北半分に分布し、Ebの1区劃にも姿を現わした。成虫は放したうねに沿って南へ拡がるのではなく、放した区劃を中心にほぼ扇形にEaの内を拡がっていったのである。Eaの区劃がすっかり埋まるのは案外遅く、7日目であった(もっとも

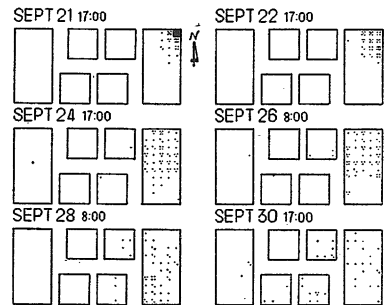


Figure 6. Distributions of the adults of *Phaedon brassicae* in the experimental plots in those six observations in which the discovery rates were considerably higher, in the autumn of 1957.

The beetles were released at the northeastern corner of the easternmost plot at 8 on the 21st of September. The number of insects discovered in each unit is shown as follows:

1-2 3-4 5-8 9-16 17-32 33-64 65-



われわれが見つげ出さなかつただけで、実際はもっと早くEa全体に拡がっていたのかもしれない)。ところが一方、Efでは早くも3日目に、中ほどの区劃で2匹の成

虫が見つげ出された。つまり、活動的な一部の個体は、かなりな距離を歩いてもっとも離れた Ef へまで分散していったが、一方、動きの少ない個体は同じ期間中、放された場所からあまり遠くないところに止っていたのである。森下はアリジゴクを用いた実験で、動きやすい個体と動きの少ない個体のあることを明らかにしているが、ダイコンサルハムシ成虫にも同じような傾向があるのかもしれない。

先に述べたように、日の当る時間が圃場の部分によって違い、建物の影で南側は北側より日の当る時刻がかなり遅れていた。Ea の南半分へサルハムシ成虫の分散が遅れたのは、そのような微気象的な条件の差に原因したのかもしれない。

比較的簡単にこのサルハムシ成虫は、溝を渡って他の畑へ移ってゆくわけであるが、第6図からすれば、9月28日ごろまでは、Ea 以外へ分散した個体は、Ea に止まっている個体に較べ、数が少いようである。しかし9月30日の Eb, Ec では、かなり高い割合でサルハムシが見つげ出されている。一部の成虫は一挙にかなり離れたところまで移動したにしても、全体の傾向としては、時間をかけて Ef の方向へだんだんと分散していったことがうかがわれる。このことは後ほど卵や幼虫の分布と関連して更にはっきり示される。

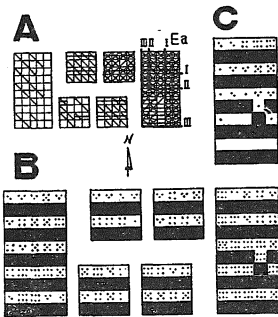


Figure 7. A: The map of the experimental plots showing the dates when units were observed.

The symbol / represents the 26th of September, — the 3rd of October, and \ the 10th of October, 1957. Plot Ea is divided into three parts, I, II and III, for the present purpose (see Fig. 8).

B and C: Distributions of the larvae (B) and pupae (C) of *Phaedon brassicae* on the 22nd of October, 1957.

As for the pupae in the soil an observation was made in Plot Ea alone. The number of individuals collected in each unit is shown as follows:

1—2 3—4 5—8 9—16 17—32 33—64 65—

• • • • • • • •

Blackened parts were not observed.

9月末には発見率がいちじるしく落ちたので、成虫の調査は10月1日で打切った。なお、実験圃場では、ある特定の区劃に特に成虫が集まるような傾向はみられなかった。

卵、幼虫およびさなぎの分布—9月26日、10月3日、10日、の3回、幼植物をぬき取って卵および幼虫を調べた。調査の要領は、先の野菜畑での調査とはほぼ同じである。調査した区劃は第7図Aに示されている。Eaは3回とも全部調べられたが(もっとも、植物の密度の低い一部の区劃は、1回あるいは2回しか調べられなかった)、Ea以外の畑をもEa同様にくわしく調べることは、労力の関係でできなかった。特に植物の密度の低い区劃以外は、幼植物の数は区劃当り30~45本であったが、9月26日には適当な間隔でそれらのうちの10本がひきぬかれ、10月3日および10日の調査では、5本がぬき取られた。Efは10月10日にのみ調べられた。Efでは原則として1区劃おきに調査したが、その東寄りのうねには根腐病が出て、植物の密度の低い区劃が多いため、予定の区劃数をとることができなかった。Eeの一部にも根腐病がでて、思い通りの区劃数が調べられなかった。

9月26日から10月10日へかけての3回の調査の結果

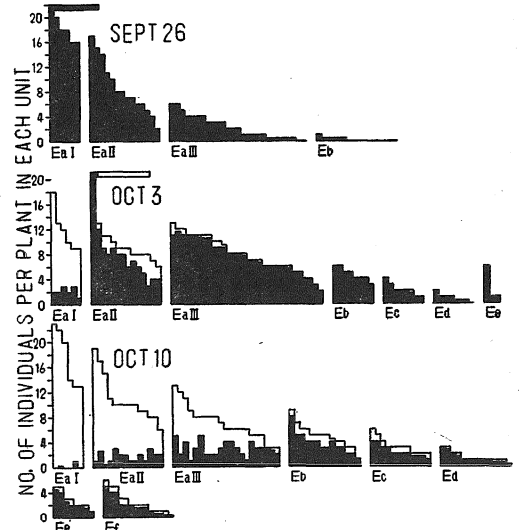


Figure 8. Difference in the densities of the eggs and larvae of *Phaedon brassicae* among the experimental plots at Nogi, Matsue City, on the 26th of September, the 3rd and 10th of October, 1957.

Plot Ea was divided into three parts as shown in Fig. 7 A. In each plot (each part in the case of Ea), units are put in order of the density. The solid part is the eggs and the hollow part the larvae.

Table 3. The mean, variance and test for the random distribution, of the numbers of eggs of *Phaedon brassicae* on young radishes, in each of 9 of 47 units observed in Plot Ea on the 26th of September, 1957.

From each of three groups of units which contained the different mean numbers of eggs, namely, 18-17, about 6 and about 1.5, three units were taken up at random, the total number being 9. Ten young plants in each unit were picked up for examination.

Mean (\bar{x})	17.8	17.6	16.8	6.0	6.0	5.7	1.6	1.5	1.5
Variance (V)	35.73	99.38	55.51	10.67	13.11	24.68	0.49	3.17	2.72
V/\bar{x}	2.01	5.65	3.30	1.78	2.19	4.33	3.27 [※]	2.11	1.81
P	>0.05	>0.01	>0.01	Nonsignificant	>0.05	>0.01	>0.05	>0.05	≐0.05

※ The value of \bar{x}/V .

※※ Excessively even.

は、分布図として示さず、区劃の位置を無視して、区劃ごとに卵および幼虫の密度を棒グラフとして表わした(第8図)。その際 Eaは便宜的に第7図Aに示したようにI, II, IIIの3つの区にわけた。最初成虫が放された附近の6区劃をI区, その周りの14区劃をII区, 残りをIII区としたのである。

10月22日に最後の調査を行ったが、このときの調査はそれまでと方法を変えた。なぜなら、このときは3令幼虫が多かったが、植物をぬき取ると、かれらは地上に落ちて多くの個体を見失うおそれがあったからである。1区劃おきに調べていったが、植物はそのままにして、葉の間にいる幼虫をピンセットでつまみとって、調査区劃内の全部の幼虫の数を記録した。Eaについては、幼虫採集後、土をシャベルで掘り起して、土の中のさなぎを採集した。調査の結果は第7図B, Cに示す。この日には、すでに新しい成虫がいくらか現われていたが、個体数が少ないので図では省略した。

9月26日には幼虫は1匹もとれなかった。卵の密度はEaのI区がいちじるしく高く、II区, III区の順で密度が低くなっている。Ebでは、卵は記録されているが密度はいたって低い。

9月26日のEaの結果のうち、株当りの卵の平均数が約17, 約6, 約1.5の3種類の密度の区劃をそれぞれ3つずつ任意にとり出して、おのおのの平均、分散および離隔係数を第3表に示した。株ごとの卵の数の頻度分布が、ポアソン分布とみなせるのが1区劃, ポアソン分布より均一の度の高いのが1区劃, 他はすべて集中度の高い分布であった。この時期には、幼植物の成育程度は比較的良好であったが、それにもかかわらず、一部の特定な株に集中的にうみつけれられる傾向があったのである。

10月3日には幼虫がかなり現われた。第8図から明らかのように、Eaでの幼虫の密度は、9月26日の卵のそれと同じく、I区が高く、II区, III区の順に低くなっている。一方、卵の密度は逆に東北の角に近いほど低まる

傾向にある。卵と幼虫との合計した密度は、3区の間でそうひどく違わないが、卵の密度と幼虫の密度との比率には3つの区できわ立った違いが認められたのである。このことは、サルハムシを放した最初の時期にI区で盛んに卵をうんでいた成虫が、だんだんとII区, III区へと移動していったことをはっきり物語っている。EbはEaの南端とほぼ同じような密度にあり、その他の畑は一般にそれより密度が低かった。

10月10日の調査結果は、10月3日のそれとほぼ同じ傾向にある。Efが初めて調べられたが、Ec, Ed, Eeとおよそ似たような密度を示した。卵と幼虫との密度を合計した値は、10月3日と余り変りがないが、これは、10月初めごろには、放した成虫の大部分が、すでに卵をうみ尽していたことを意味すると考えてよさそうである。10月10日には各令の幼虫が採集されている(第4表)。われわれは区劃別に幼虫の令期を判定しなかったが、もしそれをしていれば、サルハムシ個体群の年令構成の畑の部分による違いが更にはっきりしたであろう。

10月22日には、Eaでさなぎの分布が調べられたが(第7図C)、東北の角では多くの個体がさなぎになっていたのに、他の区劃では大部分がまだ幼虫の発育段階にあった。これは卵および幼虫の分布について今まで論じてきたこととよく一致している。幼虫とさなぎとを合計した密度は、やはりEaが他を引き離して高いが、他の畑でも幼虫が40匹以上採集された密度の高い区劃がいくつかあった。歩く能力の低いサルハムシ幼虫が、畑から畑へ移動したことはほとんどなかったと思われるので、上の事実は、最後にはEa以外の畑でも成虫がかなり数多く分布していたことを意味していると考えてよい。なお、10月末には、Eaの成虫を放した区劃とその周りの数区劃とでは、植物は幼虫に食い荒されて、ほとんど軸ばかりとなっていたが、それでもなお、かなりの幼虫がこれらの植物に止まって、わずかに残された葉を食べていた。

Table 4. Seasonal change of the age construction in the immature stages of *Phaedon brassicae* in the experimental plots at Nogi, Matsue City, in 1957.

The pupae were excluded. As for the method of calculating the density, see Table 1.

Date	Total no. of radishes observed	Density in immature stage			
		Egg	Larva		
			1st instar	2nd instar	3rd instar
Sept. 26	569	4.974	0	0	0
Oct. 3	702	5.120	1.352	0	0
10	508	2.130	1.175	1.598	0.425

第1表と同じような表を実験圃場についても掲げた(第4表)。野菜畑の場合のように、卵の密度に較べて幼虫のそれがいちじるしく低いというような傾向はなかった。実験圃場は、われわれが調べた野菜畑より播種が早く、しかも、野菜畑へ成虫が現われた時期よりいくらか遅れて、実験圃場で虫が放されている。日当り、風通しの点でも両者はかなり大きく異っていた。1957年秋の初めは、松江地方は例年にない乾燥が続いたが、もし第1表にみられたサルハムシの高い死亡率が、乾燥に原因したものであったなら、日当りよく植物はごく小さかった野菜畑の条件より、日射時間がいくらか少く植物はかなり成育していた実験圃場の条件の方が、サルハムシにとって好ましいものであったろうことはた易く想像できる。

III ま と め

われわれは比較的分散能力の弱いダイコンサルハムシについて、成虫が畑の中をどのように分散してゆくか、また成虫の弱い分散能力が、卵や幼虫の分布にどのような影響を及ぼすかを明らかにするために、1957年秋、野菜畑での観察および、実験圃場での実験を行った。

野菜畑(ダイコンとハクサイを栽培)は9月中旬ごろから毎日見廻り、9月14日サルハムシ成虫を初めて発見すると、直ちに翌日から、畑の中の成虫の分布の定期的な調査を行った。畑の周りの雑草の中などから移動してきた成虫は、割合に簡単に畑の中心部へ侵入してゆくが、中央部には入ってゆく個体の数は少く、多くは畑の縁の部分に止まっている。成虫が畑全体にかなり一様に分布するのは、サルハムシの畑への侵入が行われてからかなり後である。(この調査の過程で、昼間の地上でのサルハムシ成虫の活動状況が、外部条件——主として気象条件と思われる——によって影響され、非常に不規則であることが判った。)

成虫の分布の調査と共に、一部の幼植物をぬき取っ

て、それらについている卵と幼虫の数を調べ、成虫の分布の状態と、卵あるいは幼虫のそれとを比較した。すると、初めの時期には、卵は成虫の密度の高かった場所に多くみつけれられている傾向が認められた。しかし季節が進むと、畑の中の卵の分布は、均一な状態にかなり近づくようになっていった。幼虫は畑全体の密度が低かったのは、はっきりしたことは判らないが、分布にはかなりなむらも認められた。

野外の調査と同時に進められた圃場試験では、小さなダイコン畑をいくつか設け、それらのうちのひとつの一隅に、9月21日400匹のダイコンサルハムシ成虫を放し、野菜畑の場合と同様に、成虫の分布の観察と、数回植物をぬき取るることによって、卵および幼虫の分布の調査を行った。また10月22日の最後の調査では、土を掘り起してさなぎの分布をも調べた。

畑の一隅に放した成虫は、うねに沿って拡がってゆくだけでなく、放した地点を中心として、ほぼ扇形に畑の中を分散していった。畑と畑とを隔てる溝は、比較的た易く越えて、別な畑へ拡がってゆく。一部の個体は、放して間もなく、虫が放された畑からもっとも遠く離れた畑に到達した。しかし全体の傾向としては、放された地点からだんだんと遠くへ分散してゆくようである。

成虫が放された付近で盛んに卵をうみ、やがて周りへ散ってゆくという傾向は、卵の分布のむらの時間的な変化および、卵と幼虫あるいは幼虫とさなぎとの密度の比の場所によるいちじるしい不均一から、はっきりと示すことができた。

なお、比較的成育のそろった植物の間でも、ある特定の植物に集中して卵がうみつけられる傾向が認められた。しかし、どういう条件にある植物が特に好まれたかは判らない。

引用文献

- (1) ANDREWARTHA, H. G. & L. C. BIRCH: "The distribution and abundance of animals." Chicago, Ill., Univ. Chicago Press, 782 pp., 1954.
- (2) CLARK, L. R.: Australian J. Zool., 1: 1—69, 1953.
- (3) 船木 論: 応動昆, 2. (2): 144—146, 1958.
- (4) 森下正明: 日生態会誌, 4 (2): 71—79, 1954.
- (5) 野津六兵衛・園山 功: "菜菔サルハムシに関する研究成績. 第I報". 島根農試, 162pp., 1926.
- (6) QUARTERMAN, K. D., J. W. KILPATRICK & W.

※原著をみず。

- MATHIS : J. econ. Ent., 47 (3) : 413—419, 1954. (8) SMITH, C. E. & N. ALLEN : J. econ. Ent., 25
 (7) QUARTERMAN, K. D., W. MATHIS, & J. W. (1) : 53—57, 1932.
 KILPATRICK : J. econ. Ent., 47(3) : 405—412, 1954.

Summary

Phaedon brassicae BALY (Coleoptera : Chrysomelidae) is one of the most injurious insects to cruciferous vegetables in Japan : early in autumn the adults, which move only by crawling, invade into fields and eat radishes or Chinese cabbages there. That is the season when the vegetables begin to extend their seed leaves.

In the autumn of 1957, the writers made a series of observations upon the distribution of this species in a vegetable field (Fig. 1) and at the same time a release experiment of the adults in plots arranged for the purpose (Fig. 5), at Nogi, Matsue City.

In the vegetable field the observations began with those upon adults on the 15th of September, the next day on which several adults had first been discovered, and continued day by day until the 1st of October. From these observations it was shown that some of the beetles having invaded into the field arrived rather sooner at the centre of the field, though the greater portion of them remained for a considerably long time at the edges of the field (Figs. 1 and 3). But late in September or early in October beetles were observed to be distributed rather evenly in the field.

In the process of these observations it was clarified that the adults did not display any regular diurnal activity on the ground (Fig. 2).

The distributions of eggs and larvae in the field were examined five times during the period from the 20th of September to the 8th of October (Fig. 4), and the result was that the distribution of eggs corresponded pretty well to that of adults: at first eggs were found abundantly at the edges of the field and then they were distributed rather evenly all over the field. As for the larvae, their distribution was uneven, but particulars could not be ascertained, because their density was very low.

At 8 on the 21st of September, 400 beetles were released at the northeastern corner of the experimental plots, where radishes had previously been

cultivated, and then their dispersal was observed twice a day (Figs. 5 and 6; Tab. 2). They not only moved along ridges, but also dispersed crawling across them: the area invaded by the insects spread fanwise from the release point. It is noteworthy that a few insects were discovered in the remotest plot from that in which they had been released as early as three days after.

The distributions of eggs and larvae in the experimental plots were observed four times on the 26th of September, the 3rd, 10th and 22nd of October, on the last of which the writers made an observation upon pupae in the soil, too (Figs. 7 and 8). On the 26th of September no larva was recorded, and the density of eggs was conspicuously high in the part near the release point.

The more distant the place was from the release point, the lower the density became. In each of the other three observations it was noticed that the ratio of the density in any immature stage to that in the preceding stage remarkably differed among three parts of the plot as seen in Fig. 7A: the ratio of the larvae to the eggs, on the 3rd and 10th of October, and that of the pupae to the larvae, on the 22nd of that month, were both the highest in and around the release point, and the lowest in the remotest part from the release point (Fig. 8). It means that the average age of individuals distributed around the release point was the oldest and in the remotest place the youngest. And moreover, the total density of the eggs and the larvae or the larvae and the pupae did not so much differ among the three parts. These facts seem to prove that the beetles released gradually spread all over the plot, depositing their eggs.

Besides, it was clarified that there existed a tendency that eggs were concentratively laid on some particular young radishes, even if they were all alike growing (Tab. 3).