

クスサン幼虫の集合性

森 本 尚 武

信州大学農学部 応用昆虫学研究室

I 緒 論

クスサン *Dictyoploca japonica* Butler は卵を、数10こから100こぐらいの卵からなる卵塊として寄主植物の樹幹に産みつけ、ふ化した幼虫は樹幹から相当離れた葉の裏側で、きわめて強い集合性を保持して生活する。しかし3令初めごろから徐々に集団は崩壊し、4令以後では集合性は全く認められなくなるのが通常である。幼虫は普通5令または6令をへて蛹になるが、そのうちでも集合性の最も強いのは1令期間で、令期間も2・3令のそれぞれ7日前後と比べて1令期間は10~15日と長い。

筆者らは前報においてニカメイガ *Chilo suppressalis* (1960, 1962)、ニジュウヤホシテントウ *Epilachna sparsa orientalis* およびオオニジュウヤホシテントウ *E. vigintioctomaculata* (1965) などの卵塊産卵性の昆虫についての一連の研究によつて、集合生活の特性を明らかにし、集合性の生態的な意義を考察した。つまり幼虫の初期の集合がその種の生態的・生理的性質にきわめて重要な影響を与えていると考えられる。

一般に集合性の問題を扱うには、いろいろの種類について、このような集合の影響をしらべ、それぞれの種の生活様式とにらみ合わせて生態的意義を評価して行かねばならない。このような集合の影響をここで集合の効果 (Effect of aggregation) と名づけ、集合性をもつ昆虫一般について、この効果をより普遍的なものとして考えて行くべきであろう。また一方、集合の効果を個体数変動問題の一環として取り扱つて行かなければならないと思う。

そこで、本報告は、集合性の強いクスサンの幼虫を用いて、死亡・発育に及ぼす集合の効果をしらべた。更に集団の行動をもあわせ観察して、昆虫の集合現象の生態学的な解釈を考察し、その本質を知ろうと試みたものである。

なお本研究は1966年京都大学農学部昆虫学研究室において行なわれたものである。

本文に入るに先立ち種々ご懇切なご指導を賜わつた京都大学農学部昆虫学研究室の内田俊郎教授、および種々ご批判を頂いた同高橋央樹助教授、巖俊一博士に厚くお礼申し上げる。また材料の採集にあつてご援助下さつた同大学院学生の成瀬博行氏にも心から感謝の意を表する次第である。

II 材料と方法

1966年4月に京都大学理学部構内と京都市北部の京都工芸繊維大学工芸学部構内のイチョ

本研究の要旨は日本応用動物昆虫学会昭和42年度大会において発表した。

ウ *Ginkgo biloba* Linn. 並木の樹幹に産卵された越冬卵を採集し、室内に持帰つてふ化した幼虫を室温、自然日長下でイチョウの葉を与えて飼育した。飼育容器には、1令期はプラスチック丸型シャーレ(直径8.0cm, 高さ3.0cm)、2・3令期はガラスシャーレー(直径11.5cm, 高さ7.0cm)を用いた。

餌はふ化幼虫が摂食場所で摂食を開始するまではそのままにし、後1令終りまでは隔日に2令以後は毎日新しい餌ととりかえた。また餌の萎凋を防ぐために水を含んだ脱脂綿を容器中に入れて保湿につとめ、脱皮殻数の記録は毎日一定時刻に行ない、死亡虫数は特定の日に数えて記録した。餌の交換にあたって、中間区および集合区の集団が人為的に破壊されないように古い葉で集団摂食中の幼虫集団のまわりを切りとつて、新しい葉の上に裏むけてそつと置くようにした。

一方、野外のイチョウで生活しているものについてはおもに行動の観察を行ない、特にふ化幼虫が摂食場所へ到達するとき、脱皮するときおよび3令の分散時の行動に重点をおいて観察した。

III 結 果

1 幼虫集団の大きさと死亡率

卵塊からふ化した幼虫を、その翌日単独区、中間区(2~5頭)および集合区(20~40頭)の3区にわけて一定量の餌のもとで飼育した。集合性のとくに強い1令期と2令期の幼虫の死亡率をしらべてその結果を第1表に示した。なお、ふ化後丸1日間は多量の餌を大きなガラスポット中に入れて餌上に幼虫の仮定着を確認してから、その翌日仮定着のいろいろの大きさの集団をとり出して各区にわけた。集団摂食はふ化後大体2日目ぐらいからおこりはじめ、本格的に定着して摂食を行なうのはふ化後7日目あたりからと推定される。ふ化後7日目まで、すなわち摂食場所に定着に失敗をして死亡した幼虫の比率は集団の大きいものほど低く、またふ化後7日目から1令終りまでの死亡率は単独区と中間区ではほとんど差がないが、これらと集合区とを比較すると、いちじるしい差が認められ、集合区ではわずかに7.9%の死亡率しかみられなかつた。一方2令期の死亡率は集団が大きくなるにしたがつて急激

第1表 いろいろの集合における幼虫の2令終りまでの死亡率

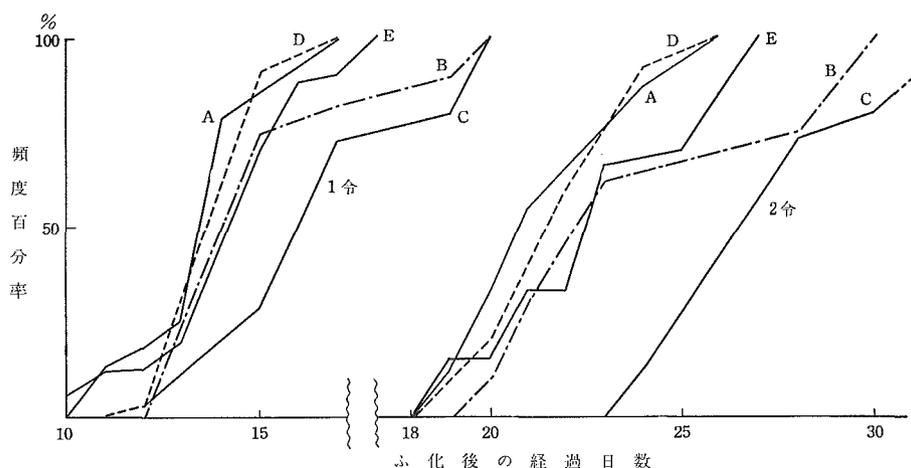
	単 独 区(1)	中 間 区(2-5)	集 合 区 (20-40)
実験開始時の幼虫数	54	48	133
ふ化後7日目までの死亡数 (摂食場所定着失敗による)	22	12	19
同 上 率 (%)	40.7	25.0	14.3
ふ化後7日目から1令終りまでの死亡数	12	11	9
同 上 率 (%)	37.5	30.6	7.9
2 令 期 の 死 亡 数	8	5	4
同 上 率 (%)	40.0	20.0	3.8
1・2令期の合計死亡数	42	28	32
同 上 率 (%)	77.8	58.3	24.0

に低下する傾向がうかがえる。1・2令の合計死亡率からもわかるように集合区の死亡率は単独区のその約 $\frac{1}{4}$ で、本種の生存にとって若令期に集団が大きいことが必要であるといえる。

2 幼虫をいろいろの時期に隔離・集合した場合の幼虫の脱皮の斉一性

幼虫集団の大きさと発育との間にはどのような関係があるのか、またどの時期が集合に対して最も感受性が高いかをしらべるために次の5つの場合について実験を行なった。

(1)ふ化直後すぐに集合にした場合、(2)ふ化直後すぐに隔離した場合、(3)ふ化後7日目まで集合飼育し、その後隔離した場合、(4)ふ化後12日目まで1令終りの時期集合飼育し、その後隔離した場合、(5)ふ化後7日目まで隔離飼育し、その後集合飼育した場合について、それぞれの場合の脱皮の斉一性をしらべた結果が第1図である。



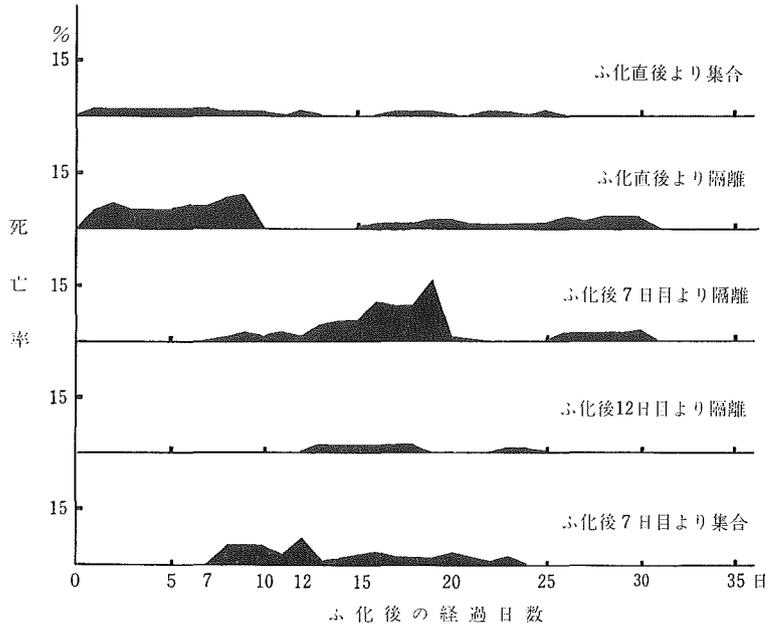
第1図 若令幼虫の発育状態(1・2令幼虫の脱皮の斉一性)

- | | |
|---------------|----------------|
| A 　ふ化直後から集合 | D 　ふ化後12日目から隔離 |
| B 　ふ化直後から隔離 | E 　ふ化後7日目から集合 |
| C 　ふ化後7日目から隔離 | |

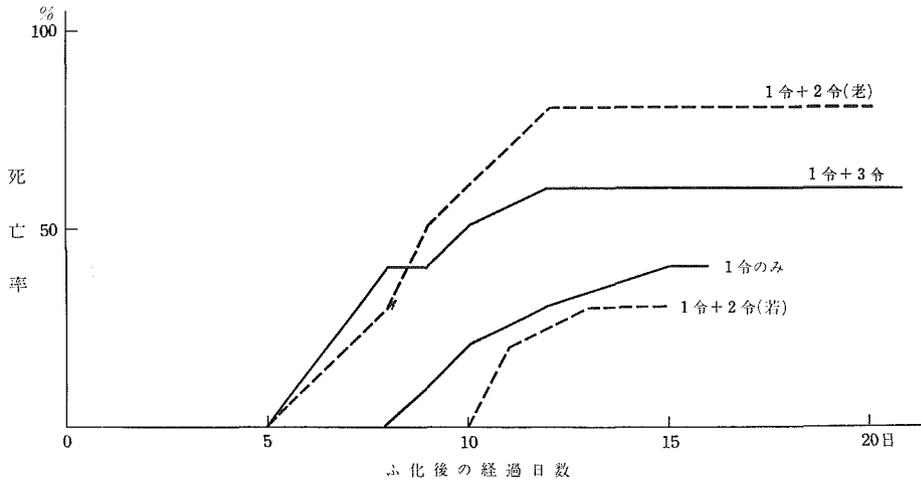
すなわち、1令の傾向が2令にそのまま持ち越される傾向にあり、(1)(4)は(2)(3)の場合に比らべて1・2令ともに脱皮は斉一におこり、また(3)では特に他の区に比らべて発育も遅延することがわかった。一方(3)(4)(5)をそれぞれ比較してみると、発育・脱皮の斉一性に対してはふ化後7日目から12日目の間に集合に対して最も感受性の高い時期が存在するものと考えられる。

3 幼虫をいろいろの時期に隔離・集合した場合の幼虫の死亡率

先に述べたように1・2令の若令幼虫期には集団の大きいものほど死亡率が低いが、この死亡率に対する集合の影響がどの時期に決定されるかをしらべるために次の5つの場合について実験を行なった。



第2図 幼虫をいろいろの時期に隔離・集合した場合の死亡率



第3図 1令幼虫に2令以上の幼虫を加えて作った混合集団における1令幼虫の死亡率

(1)ふ化直後すぐに集合にした場合、(2)ふ化直後すぐに隔離した場合、(3)ふ化後7日目まで集合飼育し、その後隔離した場合、(4)ふ化後12日目まで(1令終りの時期)集合飼育し、その後隔離した場合、(5)ふ化後7日目まで隔離飼育し、その後集合飼育した場合について、ふ化後の経過時間と幼虫の死亡率との関係を示したのが第2図である。その結果(1)(4)は他の場合に比らべて1・2令幼虫ともに死亡率が低かった。また、これは先述の発育および脱皮の斉一性の場合と同じく、死亡に関してもふ化後7日目と12日目との間に集合に対する感受性の最も高い時期が存在するものと考えられる。

4 1令幼虫に2令以上の幼虫を加えて人為的に作った混合集団における1令幼虫の死亡率

集団内の幼虫各個体の相互作用をくわしく解析するために、ふ化後5日目の1令幼虫10頭に次のような2令以上の幼虫10頭を混ぜて、人為的に20頭の混合集団を作つて経過日数と1令幼虫の死亡との関係をしらべたのが第3図である。この際1令のみの集団(対照区)の個体数は10頭であり、また、いずれの場合も集団を作りやすくするために、餌不足をきたさない程度に餌を少ない目に与えることにした。

(1)1令のみの集団(対照区)、(2)2令脱皮直後の幼虫を加えた集団、(3)2令5日目の幼虫を加えた集団、(4)3令脱皮直後の幼虫を加えた集団の4つを用いた。

以上の結果、(3)(4)は(1)(2)の集団に比らべて死亡率がいちじるしく高いことが明らかになった。また、(3)(4)の集団では1令幼虫は発育が極度に遅延し、2令脱皮を待たずに死亡する個体が多いのが目立つた。

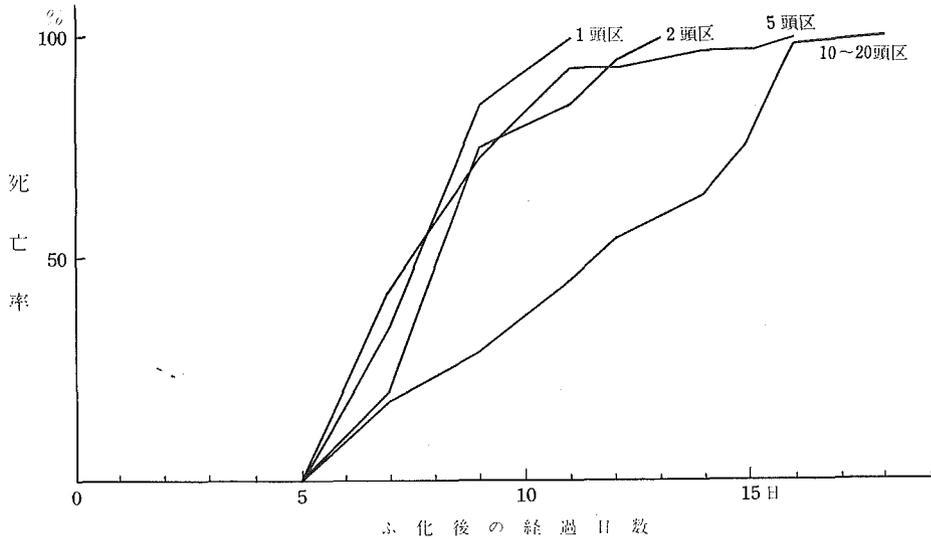
つまり発育差が小さい幼虫では1つの集団として成立つて行くことができるが、令の進んだものと1令幼虫とでは1つの集団を作りえず、令の進んだものみの集団となつて、1令幼虫は死亡するか、もし生存しえても発育がきわめて遅延することが明らかになった。しかし、これらの機構については不明である。

5 不適な餌を与えて飼育した場合の集団の大きさと死亡率

前述のような集合の効果をもより明白にえる目的で非常に硬いイチョウの葉を用いて、ふ化後5日目にいろいろの大きさの集団、つまり1、2、5および10~20頭の4段階を設けて飼育し、幼虫の死亡率をしらべてみた。その結果を第4図に示した。この図から明らかなように、単独区ではふ化後11日目(分離後6日目)で全個体が死亡したが、集団の大きい区では、いずれは全個体が死亡するにしても、だんだん生き長らえる傾向が認められた。すなわち最も大きい集団の10~20頭区では単独区の2倍の日数を生き長らえたことになる。これは集団の効果、幼虫の摂食に強くあらわれていて、数匹の幼虫が一緒になつてかじりつき、摂食が容易になるものと考えられる。

6 1令幼虫の集団をいつたん隔離した場合再び自力で集合する能力

ふ化の翌日幼虫が餌上に仮定着をして集団を作つてから13日目までの1令幼虫について毎日一定時刻に幼虫集団を乱して1頭ずつ隔離した50頭前後の幼虫を葉を多くつけたイチョウの枝にばらまき、24時間たつた翌日の一定時刻に集団ができているかどうかをしらべた。なおこの際毎日使用する集団は新しいものを用い、一度使用したものは次の実験には用いないようにした。たとえば5日目に使用した集団はふ化後4日間は集合生活をしてきたことになる。この結果を第2表に示した。またこの表のうちから各日に1頭でいる割合(集団を作りえなかつた幼虫の割合)と5頭以上の集団を作りえた幼虫の割合についてグラフで示したの



第4図 不適な餌(硬葉)で飼育した場合の集団の大きさと死亡率

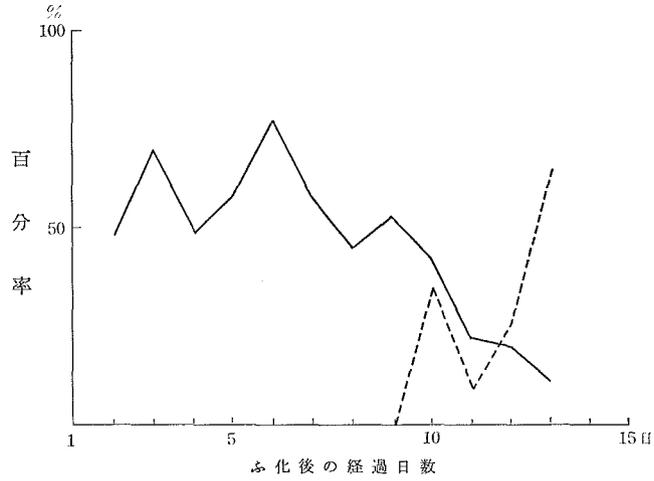
第2表 いったん隔離した幼虫が1日後に再び自力で作る集団の大きさ

	集 団 の 大 き さ								幼虫総数	
	1	2	3	4	5	6	7	8以上		
ふ化後の経過日数	2	24(48.0)	10(40.0)	2(12.0)						50
	3	32(69.5)	7(30.5)							46
	4	24(48.9)	11(44.8)	1(6.3)						49
	5	25(58.1)	4(15.2)	4(26.7)						45
	6	33(76.7)	3(14.0)		1(9.3)					43
	7	28(58.3)	10(41.7)							48
	8	25(45.4)	10(36.4)	2(10.9)	1(7.3)					55
	9	29(52.7)	7(25.5)		3(21.8)					55
	10	20(42.5)	3(12.8)		1(8.5)	2(21.3)		1(14.9)		47
	11	12(22.6)	4(15.1)	4(22.6)	4(30.2)	1(9.5)				53
	12	10(20.4)		4(24.5)	2(16.3)		2(24.5)	1(14.3)		49
	13	5(11.6)	3(14.0)		1(9.3)	1(11.6)	1(14.0)		※1(17)(39.5)	43

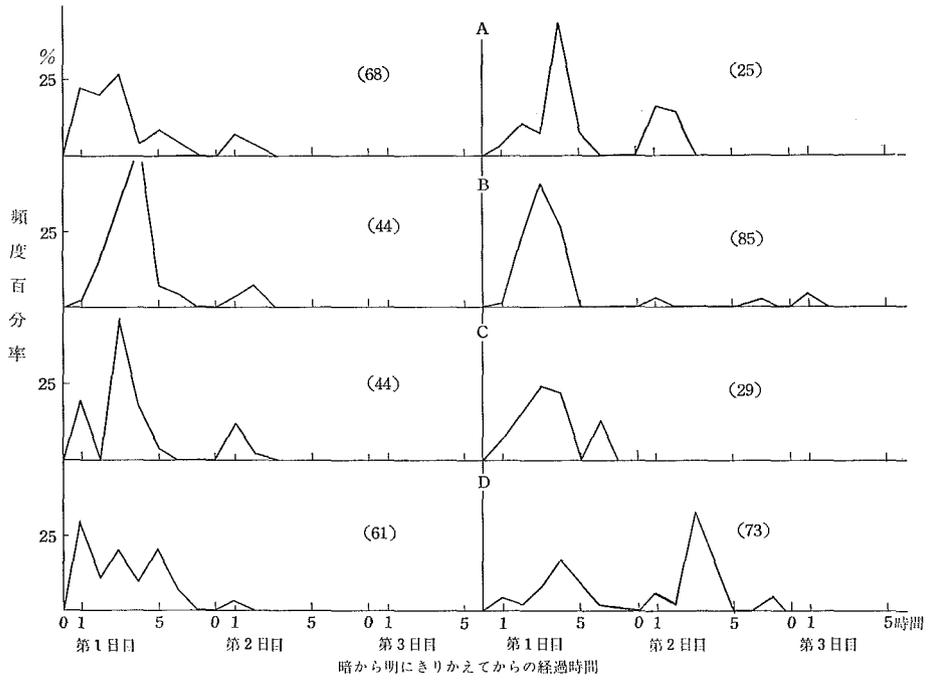
()内の数字は幼虫総数に対する各集団の割合を示す。

※()内の数字は集団の大きさを示す。

が第5図である。一応5頭以上を重視したのは、2~4頭の集団はby chanceで作られる可能性があると考えたからである。これらから明らかなことは、日がたつにつれて3頭以上の集団を形成する割合が増加し、1頭のみを形成できない幼虫の割合が減少すること、また5頭以上の大きな集団を作る能力をもった幼虫が10日目から現われることである。これは、ふ化後初期の幼虫は摂食量がわずかなために、移動分散する能力があまり必要でなく、いつ



第5図 いったん隔離した幼虫が1日後に再び自力で集合する割合
 1頭ずついる場合（実線）
 5頭以上の集団でいるもの（破線）



第6図 卵のふ化状態
 A：卵塊そのまま B：1卵塊中の卵を1こずつ隔離したもの
 C：1卵塊中の卵を針で任意に殺して卵のかたまり具合を乱したもの
 D：1卵塊を数この小片に切断したもの ()内の数字はふ化卵数を示す

たん集団が乱されると隔離されて仲間はずれになってしまうのであろう。一方日がたつにつれて餌の摂食量も多くなり、1枚の葉を食する時間が短かく、だんだんと他の葉へ分散して行かねばならず、その際いつたん集団は乱れるが、集団を作ることが生存上必須条件であることから、またすぐに再び集団を作つて摂食する能力を持合わせねばならないであろうと考えられる。

またふ化後10日目ころからいつたん隔離しても再び5頭以上の比較的大きい集団を作る能力が現われることは、先述したように死亡、発育、脱皮の斉一性に対する集合の感受性の高い時期とほぼ一致する点できわめて興味深い。

7 卵塊からのふ化の状態と幼虫の行動

イチョウの樹幹に産み付けられた卵塊を採集し室内に持ち帰つて25°C, 75% R. H. の恒温温室で青色蛍光灯を用いて長日状態(16時間照明)において卵のふ化の状態をしらべ、その数例を第6図に示した。すなわち、(1)卵塊そのままの区、(2)卵塊中の卵を1箇ずつばらばらに隔離した区、(3)1卵塊中の卵を針でランダムに殺し、卵のかたまり具合を乱した区、(4)1卵塊を数箇の小片に切断した区について、1卵塊からの卵のふ化数を時間単位に記録した。いずれの区も2~3日にわたつてふ化が起こつたが、第1日目にふ化する個体が多かつた。(4)を除いては各卵塊の処理による影響ははつきりした規則性をもたないと思われる。しかし、(4)では他の区とくらべて山の型が異なり、他の区の1日目の山が比較的立つている(ふ化が比較的斉一に起つた結果を示す)のに比らべて、ふ化が不斉一に起つた傾向を示している。各区によるめいりような差はないにしても先の森本らのニカメイガ(1962)や、ナガメ(1965)の実験結果から考えて、1卵塊中の卵のかたまり方を乱すと、ふ化が不斉一になることを本種でも暗示しているものとも考えられる。

一方野外観察によると、同一卵塊でも、おのおの異なつた日にふ化した幼虫群はそれぞれ別にまとまつて行動をし、別の箇所でも集団を作る傾向が認められた。つまり小さい集団は第2、第3日目にふ化した幼虫であり、大きい集団は第1日目のものであろう。もし何らかの要因によつてふ化が不斉一になれば、それだけ集団も小さくなることが考えられ、集合の効果から考えてその後の幼虫の種々の性質にきわめて重大な影響を及ぼすであろうと推測される。

また幼虫は、ふ化直後から吐糸し、この糸が集団形成に大きな役割を演じているものと考えられる。すなわち多数のふ化幼虫は吐糸しながら摂食場所を求めて Wandering を行ないその糸を繫として多数の幼虫が集合することが野外および室内で観察された。

3令分散期における幼虫の行動を野外で観察したところによると、3令への脱皮時に、1集団中で他に先がけて脱皮した個体が集団を離脱し、どんどんと別の葉に移つて行くが、この時集団は徐々に崩壊して行くことになるのであろう。一方2令への脱皮時には、1集団中で先に脱皮した幼虫もその場所でじつと動かずに定着し、集団から逸脱することなしに脱皮が終ればまた集団を形成して摂食できるのである。しかし分散についてのくわしい機構は明らかでない。

Ⅳ 考 察

最近昆虫の集合性に関する研究が室内で実験的に、また一方野外でもその意義がいろいろ評価されるようになってきた。すなわち種々の集合性昆虫の生理生態的性質に対する集合効果が明らかにされつつある。集合性昆虫には中令まできわめて強い集合生活をし、その後分散して行く型のものが非常に多く、特に若令期の集合がその後の幼虫の生存や発育に重大な影響を与えることが多々報告されてきている。たとえばチャドクが *Euproctis pseudocons-persa* (水田, 1960), マツノハバチの1種 *Neodiprion pratti banksianae* (Ghent, 1960), *N. swainei* (Lyons, 1962), タケノホソクロバ *Artona funeralis* (杉本, 1962, 1964), ニカメイガ *Chilo suppressalis* (森本, 1960; 森本ら, 1962), ミナミアオカメムシ *Nezara viridula* (Kiritani 1964; 桐谷ら 1966), ニジュウヤホシテントウ *Epilachna sparsa orientalis* とオオニジュウヤホシテントウ *E. vigintioctomaculata* (森本, 1965), ナガメ *Eurydema rugosum* (森本, 1965; Kiritani *et al.* 1966) などであつて、卵および幼虫の集団の大きいものほどいろいろの生理生態的性質にプラスの効果が大きく現われることが報告された。

すでに述べたように、クスサンの幼虫でも上述の例と同じく幼虫の生存、発育などに集合効果がプラスに現われ、集合性昆虫一般についてより普遍的な事実を与えてきた。

一方、このような集合効果の機構を解析した研究はきわめて少なく、若令期の集合が重要であるとはいうものの、どのようにしてその後の幼虫に影響を与えるのかは明らかでない。

そこでクスサンの幼虫を用いて解析した結果から、若令期でも特に1令の後期すなわちふ化後7日目と12日目の間に集合に対する最も感受性の高い時期が存在するものと考えられる。つまり何らかの要因によつてこの感受期に集団が乱されるとその集団は致命的な影響を受けて生存できなくなるであろう。また幼虫の行動の観察によつて集団の形成には吐糸が関与していることも明らかになつた。つまりふ化した幼虫が吐糸によつて他の個体を摂食場所に誘導する現象が見られ、オオモンシロチョウ *Pieris brassicae* (Long, 1955) の場合にみられたと同じ機構である。一方分散期の幼虫の行動の観察によつて集団の崩壊の過程も幾分明らかになり、集合性をもつ昆虫一般について多くの示唆を与えるものと考えられる。しかし集合性の解析を行なうにあつて最も重要と考えられる幼虫の行動の研究はほとんどなく、わずかにオオモンシロチョウ (Long, 1955), ニカメイガ (森本ら, 1962), マツノハバチの1種 (Ghent, 1960), ユーカリノハバチ *Perga affinis affinis* (Carne, 1962), およびナガメ (森本, 1965) などの例があるにすぎない。今後特に行動面の解析を行ない、幼虫のふ化時の行動、摂食場所に到達するまでの行動、摂食行動、集団の維持および分散期の行動をしらべ、集合性の本質をとらえて行く必要がある。

集合の効果は集まることによつて個体にどのようなプラスの影響があるかをしらべて行くと明らかになる。ところが前述のようにその機構についての研究はほとんどない。フランスの Chauvin (1957) は個体群内の各個体間の相互作用の機構を "マス効果" (effet de masse) と "グループ効果" (effet de groupe) の2つに分類し、前者は環境の生物的条件づけを通じての個体間の相互作用であり、後者は行動を通じて起こる個体間の直接の相互作用によつて

起こる場合と解釈される。

いずれにしても集合が各個体にプラスに働く点は同じであるがその機構が上の2つのいずれに当たるかはつきりすれば、それぞれの種の集合の意義も明らかになるであろう。それゆえにいろいろの種について集合効果をしらべ、その機構をも考察して行くことは重要なことである。Utida (1967) はブラジルマメゾウムシ *Zabrotes subfasciatus* の幼虫の集合性を解析し、乾燥豆に産まれた卵塊の方が単独区に比らべて幼虫の死亡率も低く、発育も速くなることがわかり、またこの集合性の影響は幼虫が集合することによつて生ずる水分の保存に起因していることを推定し、集合が環境の条件づけによつていることを指摘し、先の Chauvin の分類の“マス効果”に当たると考察した。

一方 Chauvin の分類の“グループ効果”に当たる例は比較的多く、ゴキブリ *Blattella germanica* (Chauvin, 1946)、コオロギ *Gryllulus domesticus* (Chauvin, 1946) およびナガメ *Eurydema rugosum* (Kiritani *et al.*, 1966) などの報告があり、直接の刺戟 (mutual stimulation) によるものであろう。クスサンの幼虫の集合効果の機構もこの“グループ効果”のカテゴリーに属し、先述の摂食時の行動や人為混合集団内の個体の発育促進遅延などから集団内の各個体の直接の相互刺激が働いているものと考えられる。

集合性昆虫にみられる集合効果の中において、一般に“グループ効果”は“マス効果”よりも致命的な影響を与えるものと考えられる。つまりマス効果に当たる先のブラジルマメゾウムシの例のように、もし湿潤な豆で飼育すると、集合区と単独区で集合効果のあらわれ方の程度が小さくなる。すなわち、“マス効果”は環境が良好ならば(その種の生存のためにより適しているならば)打ち消されてしまうことになるであろうと考えられる。しかし一方“グループ効果”は生存上欠くことのできない必須条件として働き、集団に対して何らかの1次死亡要因(たとえば気候など)が作用して集団の大きさが縮小されて集団が小さくなると集合の効果から明らかなようにそこに2次死亡要因が追加される結果となり、総合死亡率がきわめて高くなつて集合性昆虫独特の死亡型 all or none 的となるであろう (Kiritani *et al.* 1962; 森本, 1963, 1966)。つまり小さい集団は消えうせ、大きい集団のみが残る。また大きい集団も上述のように何らかの要因によつて集団縮小が起こると、結果としては小集団となり消えうせてしまうことになり、結局その種の生存などの生態的性質に適した集団の大きさが問題となる。

V 摘 要

クスサンの幼虫の集合の効果を実験的にしらべ、野外での行動の観察もあわせ行ない、また集合の効果の機構をも追究考察した。

1. 集団の大きいものほど餌にくいつきやすく、1・2令幼虫の死亡率も低かつた。
2. 幼虫をいろいろの時期に隔離集合したところ、死亡・発育および脱皮の斉一性に対してふ化後7日目から12日目の間に、集合の最も感受性の高い時期が存在することが明らかになつた。
3. 1令幼虫に2令以上の幼虫を加えて人為的に作った混合集団における1令幼虫の死亡率をしらべると1令幼虫に令の進んだ幼虫を混ぜた集団ほど1令幼虫の死亡率が高いことが

わかつた。つまり、令差の大きい幼虫は1集団を作りにくいのである。

4. 集合の効果をより明白につかもうとして不適な硬葉を餌として与え、いろいろの大きさの集団を作つて飼育したところ、集団の大きいものほど長く生きる傾向がみられた。

5. 1令幼虫の集団を一旦隔離し1日後に再び自力で集合する力を持つているかどうかをふ化後の経過日数との関係においてしらべたところ、ふ化後のごく初期にはこの能力はほとんどないが、日がたつにつれて集団を作る能力は増し、ふ化後10日目には大きな集団を作ることが可能になつた。

6. 卵のふ化の状態をいろいろな条件のもとでしらべた。つまり卵塊内の卵のかたまり具合を乱すことによつてふ化の斉一性にどのような影響をもたらすかをみたが、めいりような規則性はえられなかつたにしても、1卵塊を数箇の小片に切つた場合に他と異なつたふ化曲線をえ、卵のかたまりを乱すとふ化が不斉一なることを示唆しているものと思われる。いずれにしても1卵塊中の卵は2~3日にわたつてふ化し、おのおの異なつた日にふ化した幼虫集団は別々の異なつた箇所でそれぞれの集団を作つて生息することが観察された。

7. 集団形成には、幼虫の行動が関与していることは明らかであるが、本種では吐糸によつて摂食場所に誘導が行なわれ、集団を形成することが推測される。また分散期の行動も観察された。

以上のような結果から、他のいろいろの集合性昆虫についての集合効果の一般性に多くの示唆を与えるものと考えられる。また集合効果のあらわれ方の機構としては個体間の刺激として、いわゆる“グループ効果”であることを考察した。

引用文献

1. Carne, P. B. (1932) The characteristics and behaviour of the saw-fly, *Perga affinis affinis*. Australian J. Zool. 10:1-34
2. Chauvin, R. (1946) Notes sur la physiologie comparée des orthoptères. V. L'effet de groupe et la croissance larvaire des blattes, du grillon et du pharémoptère. Bull. Soc. Zool. franc. 71:39-48
3. Chauvin, R. (1957) Réflexions sur l'écologie entomologique. Soc. Zool. Agric. Talence (Gironde) pp. 78
4. Ghent, A. W. (1960) A study of the group-feeding behaviour of larvae of the jack pine sawfly, *Neodiprion pratti banksianae*. Behaviour 16:110-148
5. Kiritani, K. and N. Hokyo (1962) Studies on the life table of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 6:124-140
6. Kiritani, K. (1964) The effect of colony size upon the survival of larvae of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 8:45-54
7. 桐谷圭治・中筋房夫・法橋信彦(1966) ミナミアオカメムシの卵塊および幼虫集団サイズと生存率 応動昆 10:205-211
8. Kiritani, K. and K. Kimura (1966) A study on the nymphal aggregation of the cabbage stink bug, *Eurydema rugosum*. Appl. Entomol. and Zool. 1:21-28
9. Long, D. B. (1955) Observations on sub-social behaviour in two species of Lepidopterous

- larvae, *Pieris brassicae* L. and *Plusia gamma* L. Trans. Roy. Ent. Soc. London 106: 421-437
10. Lyons, L. A. (1962) The effect of aggregation on egg and larval survival in *Neodiprion swainei* Midd. Canadian Entomol. 94:49-58
 11. 水田国康(1960)集合性の違う2種のドクガ類幼虫の飼育実験。応動昆 4:146-152
 12. 森本尚武(1960)ニカメイガの幼虫密度が幼虫・さなぎおよび成虫の形質に及ぼす影響について。応動昆 4:197-202
 13. 森本尚武・佐藤安夫(1962)ニカメイガ卵のふ化の斉一性と幼虫集団の形成について。応動昆 6:190-195
 14. 森本尚武(1963)集合生活をする害虫の量的発生予察に対する1考察(応動昆第7回シンポジウム記録) 応動昆7:270-272
 15. 森本尚武(1965)ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの卵塊性集団の生態的性質について。応動昆 9:73-78
 16. 森本尚武(1965)ナガメ *Eurydema rugosa* の卵のふ化斉一性について。応動昆 9:125-126
 17. 森本尚武(1966)集合生活をする昆虫に対する天敵の働き方。応動昆第10回大会講演要旨
 18. 佐藤安夫・森本尚武(1962)ニカメイチュウの卵塊性幼虫集団に関する生態学的研究。応動昆 6:95-101
 19. 杉本 毅(1962)タケノホソクロバ幼虫の集団の大きさがその発育と死亡率とに及ぼす影響。応動昆 6:196-199
 20. 杉本 毅(1964)タケノホソクロバの集合性の研究II, 単独飼育が幼虫, 蛹の生存, 発育に及ぼす影響の時間的变化について。京府大学術報告 16:25-33
 21. Utida, S. (1967) Collective oviposition and larval aggregation in *Zabrotes subfasciatus* Boh. J. stored Product Res. 2:315-322

**Larval Aggregation of the Japanese Giant Silk Moth,
Dictyoploca japonica Butler**

By Naotake MORIMOTO

Laboratory of Applied Entomology, Fac. of Agric., Shinshu Univ.

Summary

This species lays eggs in a mass and the hatched larvae have a strong tendency to form aggregation, though this habit diminishes gradually as development advances. In the present paper, the author intended to know the influence of larval aggregation on the mortality and the development and to discuss the mechanism of this influence.

The rearing experiments were carried out under the condition of room temperature and natural daylength in May and June.

The results obtained are summarized as follows:

1) Mortalities of the 1st and 2nd instar larvae decreased with the increase in the size of larval aggregation.

2) To determine a most susceptible period for aggregation effect, larvae were isolated or aggregated at the various larval stages. There was a critical period of the development for the larval aggregation during the period from the 7th to the 12th day after the hatching.

3) The larval aggregation mixed with different instars were set up experimentally and examined the interaction between them. When the old larvae were mixed with the 1st instars, the development of the 1st instars was protracted and the mortality became high.

4) Various sizes of larval aggregation were set up on the matured leaves as food. The mortality was reduced with the increase in the size of larval aggregation up to the 17th day after hatching. But finally, they all died out prior to the 1st moult due to hardness of food enough to feed.

5) Up to the 11th day after hatching, young larvae have low ability to establish the aggregation within a day, when the aggregated larvae were isolated singly. The frequency of larvae establishing aggregation increased gradually after this time.

6) There was no consistent relationship between the size of egg mass and the synchronism of hatching from a mass. It takes 2 or 3 days for the completion of hatching from an egg mass and the larvae tend to form their aggregation

in each day.

7) Formation of larval aggregation is due to the silk trail from newly hatched larvae.

In the present species, there was a striking effects of aggregation on the larval mortality and the larval development.

These effects of aggregation should be due to mutual stimulation of larvae and the mechanism of the effects is similar to the so-called "effet de groupe" according to Chauvin.