

# タケノホソクロバ幼虫の集合性の研究 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

杉 本 毅

Tsuyoshi Sugimoto: Studies on the aggregation of larva of *Artona funeralis*  
Butler II The effect of rearing larva singly on survival, development  
of larva and pupa and its variation with larval stadia

**摘要** タケノホソクロバ幼虫は3~4令期まで集団生活をし、以後分散によって集団を解体する。集団の効果を明らかにするために前報(1962)では幼虫期間中集団の大きさを一定に保ったので分散期前に予想される集団の効果と分散期後の密度効果とが混然として集団の効果を正確に把握できなかった。そこで分散期を境にこれら2つの効果の大きさとその時間的变化を明らかにするために1962年には集団飼育された中から一定個体数を単独飼育に移し、1963年には分散期前に集団から単独飼育への移行が発育に及ぼす影響をより確実に知るために4令期に単独飼育に移した区とふ化直後から単独飼育を行った区とを設けて比較した。

1. 1令分離区では死亡率は1令期に20~30%と高く、以後低下する。他方終令まで集団飼育すると分散期前には殆んど0%、4、5令期以後急激に高まり50~70%となる。また全幼虫期間の総死亡率は1令分離区で40~60%と最高で、5令分離区がこれに次ぎ、2~4令分離区ではかなり低くなり、後者の3区の間には差がほとんどない。
2. 幼虫期間は1、5令分離区で長く、2~4令分離区ではより短かく、且つ後者3区の間には差がほとんどない。4令分離区に比べ1令分離区では2~3日発育が遅れる。
3. 1令分離区では4令分離区に比べ、高令型幼虫の出現頻度がより高い。
4. 1、4令両分離区の幼虫の各令期日数は雌雄、令型をとわず1令期に差がなく、2令期に1令分離区のほうがやや長く、3令期では逆転し以後は1令分離区のほうが長い。しかし両区の間には特に大きな差のある令期はない。
5. 令数の決定時期を1令分離区に現われた5、6令型幼虫が経た各令期日数の差から推定するとすでに2令期には決定されているようである。
6. 蛹期間の長さ、蛹体重は1、4令両分離区の間には差は認められない。

以上より生存、発育の面から推測すると、1令期に集団に対する依存性が最も大で以後はかなり低下する。したがって本種自然個体群は1令期に内、外いずれかの要因によって集団を維持できない状態に陥ると集団構成員は集団に対する依存性が満されず生存、発育にかなりの悪影響を被るであろう。

## はじめに

ササの害虫タケノホソクロバ *Artona funeralis* は卵を卵塊として産下し、ふ化幼虫はいわゆる卵塊性幼虫集団(佐藤、森本、1962)を形成し、中令期にいたってしだいに集団を解体し、1枚の葉当たり1~2個体となる(山口、1960)。幼虫期の一定期間に集合生活を営む昆虫について最近その集合性が種々の面たとえば生存、発育、行動などについて研究されている。こ

れら集合性に関する研究から集団現象の生物学的意義が解明されることが期待される。

ところで前報(1962)で同一卵塊に属する個体がふ化を完了した後、直ちに集団の大きさをいくつかの段階に分けて実験区を設定すると幼虫初期に集団の小さい区ほど死亡率が高くなることが分った。また幼虫期間を通じて死亡個体が現われた場合には逐次補給して常に初期の集団の大きさを保つようにしたので幼虫期

京都府立大学農学部昆虫学研究室(業績第95号)

Laboratory of Entomology, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan. (Contribution no. 95)

後半に集団の大きな区でこみあいの影響が生じ、集団の効果とこの影響とが錯綜して正確に両面の効果を評価することができなかつた。そこでこみあいの効果を取り除き、集団の効果を明らかにするために、さらにその効果の時間的変化を知るために1962年には同一集団から令を逐って単独個体に分離、飼育した。1963年にはふ化直後、単独個体に分離した区と3令期まで集合条件下で経過させ、4令初期に分離した区を設け、後者を対照区として集団の効果、死亡、発育その他2, 3の観点から追求した。

本文に入るに先だち、この研究に当って終始懇切なご指導と温かいご配慮を下された当研究室徳永雅明教授および笹川満広助教授に深く感謝する。またササの同定を快諾して下さった本学林学科重本勝教授、この実験に際し最後まで援助を惜しまなかつた当研究室大林富次郎、河地邦弘の両君に心から謝意を表したい。

### 材料と方法

1962, 63年9月に京都市内下鴨神社境内のササ群落の中のゴキダケ *Arundinaria argenteostriata* (Regel) Ohwi var. *communis* (Nakai) Ohwi の葉裏に産下された下記の4卵塊からふ化した幼虫を実験に用いた。

1962—卵塊 I	約100卵	10月2日ふ化
“ — “ II	同上	9月7日 “
1963— “ I	約130卵	9月17日 “
— “ II	約110卵	同上 “

実験は両年とも9月から11月にかけてふ化後摂食活動を始めるまでに卵塊性幼虫集団の密集状態をくずさないように幼虫を飼育し、1962年には令を逐って逐次5令期まで約20個体づつをとり出して単独飼育を行ない、1963年にはふ化直後と4令起直後とに単独飼育に移した。

飼育容器には蓋付きのプラスチック製シャーレ(内径8.5cm, 高さ1.2cm)を用い、食草としてゴキダケの葉を与えて25~28°Cの採光定温器の中で1日14~15時間蛍光灯で照明しながら飼育した。なお食草のササは葉面からの水分の蒸散によって生ずる乾燥、巻葉を防ぐために水を含ませた脱脂綿で葉柄を包み、さらに脱脂綿中の水分によってシャーレ内が過湿になるのを防ぐために脱脂綿をアルミ箔で密封した。食草は1~3令期には2日に1回、摂食量の増加する4令期以後は毎日1回新しいものととり換えた。特に集合区では幼虫の密集状態をこわさないで、しかも迅速にとり換えるために幼虫集団が定着していない部位を切除した古い葉を新しい葉に密着させ幼虫を集団移動させて新しい葉に定着させた。

前蛹に達した個体は前報と同様に容器の底に敷いた

紙の中でまゆを作らせ、まゆの一部に穴を開けて蛹化したかどうか確かめた。蛹は蛹化後3日目にまゆからとり出し、トーションバランスで体重を測定した。

成虫は25°Cの定温器内で幼虫飼育に用いたシャーレの中に放置し毎日1回空気の入換えを行った。

### 結 果

#### 死亡の起り方

図1の各令期間死亡率は各実験区における各令初期の個体数に対する当該令期間に死亡した個体数の率をもって表わした。また総死亡率は各実験区の供試総個体数に対する蛹化前までの総死亡個体数の率である。

ふ化直後から単独飼育すると1962, 63年のすべての卵塊で1令期中に20~30%に相当する個体が死亡する。また卵塊間で差はあるが2令期にも10%前後の個体が死亡し、3令期に達すると死亡率はかなり低下する。一方この期間中集合飼育すると3~4令期まで殆んど死亡個体が現われない。

次に1962年の3・4令分離区および1963年の4令分離区では分離後の死亡率はいずれの令期ともせいぜい10%である。しかるに集合区では4令期以後極めて急激に死亡個体が増加し、終令で死亡率が70%にも達する卵塊もある。これら両区における4令期以後の死亡の起り方の大きな相違はいずれの区とも2~3令期までは全く同一条件下で飼育されたのであるから明らかに4令期以後の密度の相違に基づくもので集合区の死亡率の激増はこみあいの影響が現われたものと考えられる。

次に2~4令期に集合条件下から単独飼育に移すと、分離当座の令期には死亡率は零かまたは極めて低く、以後の令期においても低い。3・4令期は野外では分散期に当るからこれらの区では比較的自然に近い条件が与えられたことになり、死亡率が低くなつたと考えられる。

次に幼虫期の総死亡率は以上の結果を反映して1令分離区で最も高く約50~60%で、2~4令分離区では1962年の卵塊Iで30%前後、卵塊IIで0%と低くなり、5令分離区で50%, 20%と再び高くなっている。5令分離区で再び死亡率が高くなるのは分散期に当る、3・4令期中に高密度下で飼育されたために生じたこみあいの影響といえる。ところで特に興味あるのは2~4令分離区で幼虫期総死亡率にほとんど差が認められないことである。したがって1令期だけ集合飼育しても、2・3令期まで集合飼育しても分離による影響にほとんど差なく、したがって逆に1令期に集合条件下にあったかが本種の生存にかなりの意味をもつといえる。

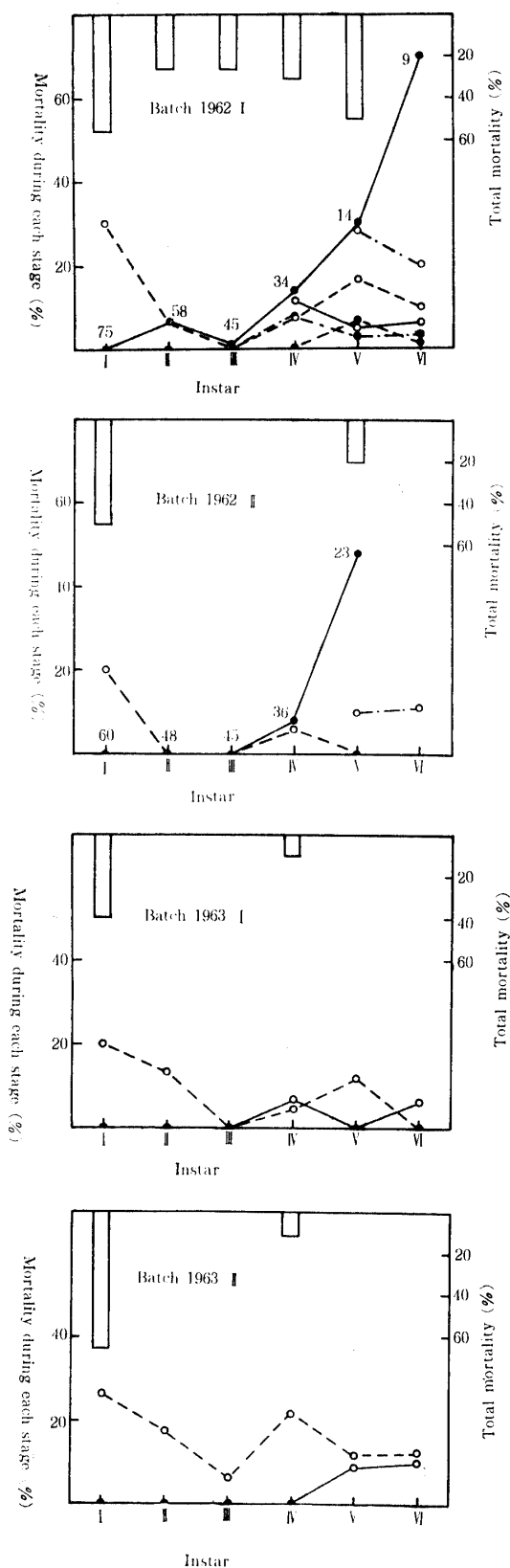


Fig. 1. The mortality during each larval instar and total mortality for all larval stages in each treatments. Upper abscissas show the instar of isolation of larvae.

なお1令分離区で4または5令期に4卵塊とも死亡個体がかかり生じているのは1令初期に分離したことの後作用と考えられる。

幼虫期間の長さ

蛹化に成功した全個体がふ化後、化蛹に至るまでの期間を幼虫期間の長さとして扱った(図2)。1962年

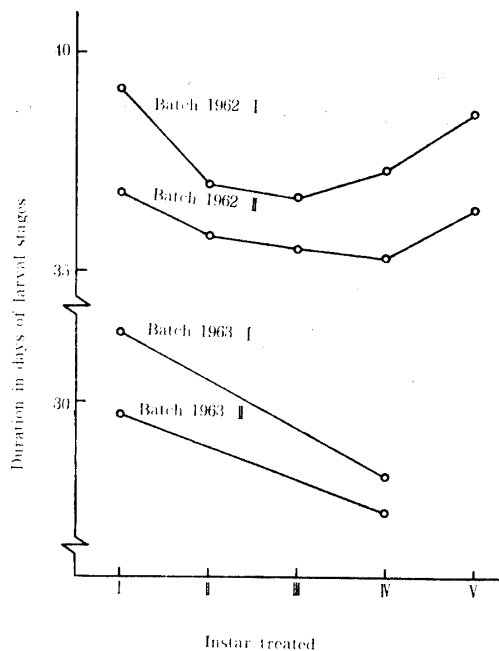


Fig. 2. Durations in days of larval stages in each treatment.

の卵塊 I では幼虫期間の長さは1令分離区で最も長く分離の時期が遅れるにつれて短縮し、3令分離区で最も短くなるが、これを境に以後逆転して長くなる傾向を示している。2~4令分離区では各区の幼虫期間の長さの差は極くわずかで、むしろ差がないといえる。次に卵塊 II では幼虫期間の長さは卵塊 I とほぼ同様に1令分離区で最も長く、2~4令分離区の間にはほとんど差なく、4令分離区を境に5令分離区で再び長くなる。したがって1令期を集合条件下で経過すれば以後3令期に至るまで集合条件下で経過した期間の長短は幼虫期間の長さあまり影響しないようである。これは死亡率の変化ともよく似た傾向で本種の集合性の問題を考える上に興味あることである。また卵塊 I, IIとも5令期で単独個体に分離すると幼虫期間の長さがやや長くなるのは死亡の起り方と同様に4令期におけるこみあいの影響が現われたことを示し

- reared in mass;
- isolated for all larval stages;
- isolated after 2nd instar;
- isolated after 3rd instar;
- isolated after 3th instar;
- isolated after 5th instar;
- numerals along lines in mass rearing show the size of aggregation.

ている。次に1963年の結果も62年と同様に2卵塊とも3令期まで集合飼育をし、以後単独飼育をしたときに比べて、初令期から単独飼育すると発育が明らかに平均2~3日遅れる。

なお幼虫期間の長さは1962年と63年とに供試した卵塊の間で約1週間の差がある。この差は実験誤差か、卵塊間の差か不明である。

各令期日数

1令分離区で発育が遅延する過程を明らかにするために、1963年の卵塊Iを用いて1令分離区と4令分離区

するために1令分離区における各令期日数から4令分離区のそれを相対応するもの間で引いた差を右図に示した。また1963年卵塊IIについても同様に図示した。

ところで卵塊間で若干差があるが各令期日数は1令期にほとんど差なく、2令期に1令分離区のほうがやや長く、3令期では逆に1令分離区のほうがやや短くなる。この3令期に於ける逆転は2卵塊ともに見られるもので、1・2令期の発育遅延に対する1種の時間的な補償作用と云えるかもしれない。このため両区の幼虫は3令眠にほぼ同時に入る結果となる。1令分離区では4令期以後再び各令期日数は長くなるが、前蛹期間にほとんど差は見られない。したがって特にある令期に1令分離区の幼虫の発育が遅れるのではなく、幼虫期間全体にわたって少しづつ遅れていることが分る。

令数の変化と令型の決定時期

まず令数の変化を各実験区で比較する(表1)。1962年には2卵塊ともに各実験区の標本数が少なかったので信頼度がかなり低下するが、だいたい両卵塊とも1令分離区で6令以上の令数を経る個体の出現頻度が高く、4令期までに単独飼育に移すと分離の時期が遅れるほど6令型以上の個体の出現頻度が低下するようである。そして5令分離区で6令以上の令数を経る個体の出現頻度が再び高くなる傾向がみられ、特に卵塊Iでは5令型の個体は現われていない。5令分離区で6令以上の令数をとる幼虫の出現頻度が再び高くなる傾向は死亡率、幼虫期間の長さに見られた傾向に対応するもので4令期中のこみあいの影響を反映している。

1962年には両卵塊において7令型幼虫が極くわずかに現われている。

次に1963年には2卵塊とも5・6令型幼虫だけが現われ、卵塊Iでは両令型幼虫総個体数当りの各令型幼虫の出現頻度をみると、1令分離区で6令型幼虫が66.7%と5令型に比べて多く、4令分離区では逆に36.1%と少ない。したがって6令型幼虫の出現頻度は1令分離区のほうが4令分離区に比べて大となる。次に卵塊IIでは1令分離区で6令型幼虫の出現頻度は45.0%とやや5令型幼虫より少ない。一方4令分離区では20.5%と著しく6令型幼虫の出現頻度は低くなり、したがって4令分離区に比べて1令分離区のほ

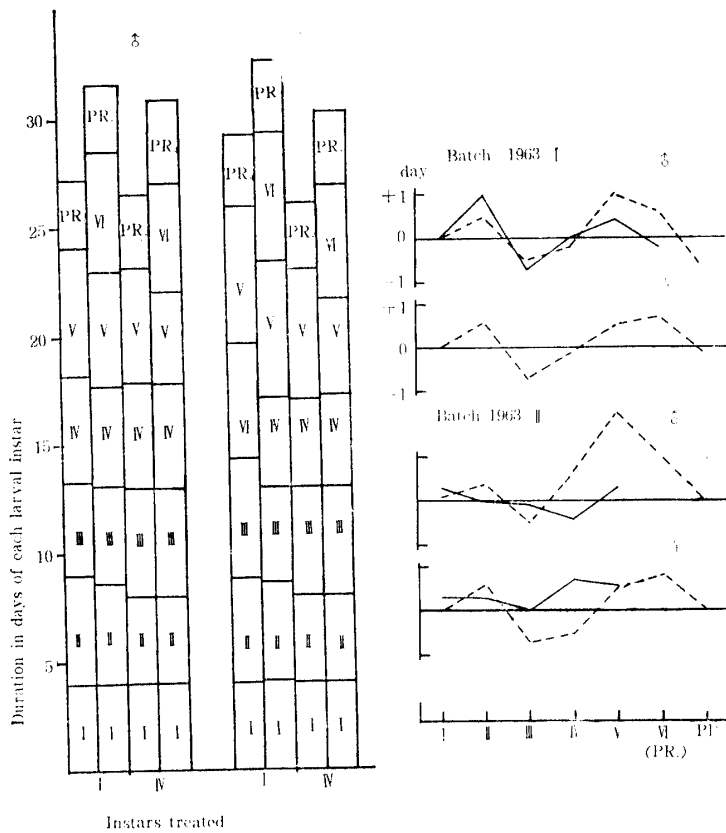


Fig. 3. Durations in days of each larval instar in two treatments from egg batch 1963-I.

Left: Durations in each larval stadium according to sexes and instar types.

Right: Differences of duration in each instar between two treatments according to sexes and instar types, including those in egg batch 1962-II.

PR.: Prepupal stages.

—: Differences of duration in each instar in 5th instar type larvae.

- - - : Differences of duration in each instar in 6th instar type larvae.

とについて各令期日数の面から検討を試みた(図3)。ただし、この場合には羽化に成功した個体だけしかも雌雄各々について令型別に検討したので幼虫期間の長さはいくぶん前項と異なる。

まず上記2区各々の令型別各令期日数の平均値を雌雄別に示したのが図2の左図であるが、理解を容易に

Table 1. The frequency of larvae of some instar types in each treatment (%). Numerals in brackets show No. of larvae.

Batch	Instar isolated	Frequency of larvae of each instar type			
		V	VI	VII	
1962-I	I	33.3 (3)	66.7 (6)		
	II	46.7 (7)	46.7 (7)	6.6 (1)	
	III	54.1 (6)	36.3 (4)	9.4 (1)	
	IV	44.4 (4)	44.4 (4)	11.1 (1)	
	V		100.0 (6)		
1962-II	I	33.3 (5)	60.1 (9)	6.6 (1)	
	II	40.0 (4)	60.0 (6)		
	III	50.0 (6)	50.0 (6)		
	IV	58.3 (7)	41.7 (5)		
	V	37.5 (3)	50.0 (4)	12.5 (1)	
1963-I	Total	33.3(11)	66.7(22)		
	I	♂	46.7 (7)	53.3 (8)	
		♀	22.2 (4)	77.8(14)	
	Total	63.9(39)	36.1(22)		
	IV	♂	74.5(38)	25.5(13)	
♀		10.0 (1)	90.0 (9)		
1963-II	Total	55.0(11)	45.0 (9)		
	I	♂	54.5 (6)	45.5 (5)	
		♀	55.5 (5)	44.5 (4)	
	Total	79.5(31)	20.5 (8)		
	IV	♂	90.0(18)	10.0 (2)	
♀		68.4(13)	31.6 (6)		

く、2令期にはやや6令型幼虫のほうが短くなり、以後6令型幼虫はいずれの令期においても5令型幼虫より短い。ただし前蛹期間の長さは両令型幼虫の間に差は認められない。したがって発育期間の長さだけから1令分離区の令型の決定時期を推定すると、2令期までには令型が決定されているといえる。しかし2令期までの決定づけがどのくらいの不変性をもつかはこの実験では分らない。

発育の斉一性

1令分離区と4令分離区の幼虫の発育の斉一性を比較するために、幼虫期の各令脱皮時に脱皮完了個体の時間的出現頻度を累積百分率で示した(図4)。

1令期には1令分離区で極くわずかの個体がモードの前後に出現し、脱皮時期にややばらつきが見られる。一方集合区では脱皮が一斉に行われる。2, 3令期には1令分離区でモードを中心に変異はしだいに大きくなるが、集合区の個体は常に一斉に脱皮を行なっている。しかし3令期まで集合条件下にあった個体を4令初期に1個体に分離すると4令期にやや不斉一となり、5, 6令期の脱皮およ

うが6令型幼虫の出現頻度が高くなり、卵塊Iとほぼ同じ傾向を示している。以上1962, 63年の4卵塊の結果から4令期までに単独飼育に移すと分離令期の早いほど令数が多くなることが分る。次に1963年の2卵塊について各区ごとに雌雄別に令数の変化を比較すると、雄では両区とも1令分離区で6令型幼虫の出現頻度が高いが雌の場合には卵塊IIで同じ傾向を示すのに反し、卵塊Iでは4令分離区で6令型幼虫が90%と非常に多く現われている。

なお1令分離区の平均幼虫期間の長さは5, 6型幼虫の幼虫期間の長さが4令分離区のそれに比べてやや長く且つ6令幼虫の出現頻度が高いために4令分離区よりも長くなったといえる。

1令分離区で6令型幼虫の出現頻度が高いことが分ったが、次にその令型はいつ決定されるだろうか。諸星(1949)は令数の決定の機構をホルモンの量的平衡関係から説明しているが、幼虫の種々の形質は発育に伴ってそれぞれ一定の変動を示すはずで巖(1962)はアワヨトウ *Leucania separata* を密度をかえて飼育したときの令数決定の過程を頭巾を用いて追跡している。ここでは各令期日数の面から追跡する(図3, 左図)。1令期間の長さは両令型幼虫の間で全く差がな

び蛹化時の脱皮においては1令分離区とほぼ同程度に不斉一となる。また成虫の羽化期を雌雄別にみても両区ともほぼ同程度の不斉一性を示している。したがって4令期以前特に一方が集合条件下にある時期には両区の脱皮の斉一程度には差があるが、この差をただちに集合生活による個体間の何らかの相互作用に帰結することは危険で、1令分離区で幼虫期前半に不斉一性の現われる原因としてシャーレ間の条件の不斉一性も考えられる。この点については今後試みたい。

蛹期間の長さ

蛹期間の長さは1令分離区と4令分離区との間に差は認められない(表2)。また同一実験区内でも雌雄ともに各令型幼虫の間に差は認められない。*Plusia gamma* (Zaher and Long, 1959) で幼虫期間の長さと蛹期間の長さの間に負の相関が認められるとの報告があるが本種ではこの相関は極めて低い。

蛹体重

蛹体重は1963年の卵塊Iについて測定した(表2)。両実験区の間で令型別に蛹体重を比較すると雄では両令型ともやや1令分離区のほうが大となり、雌では6

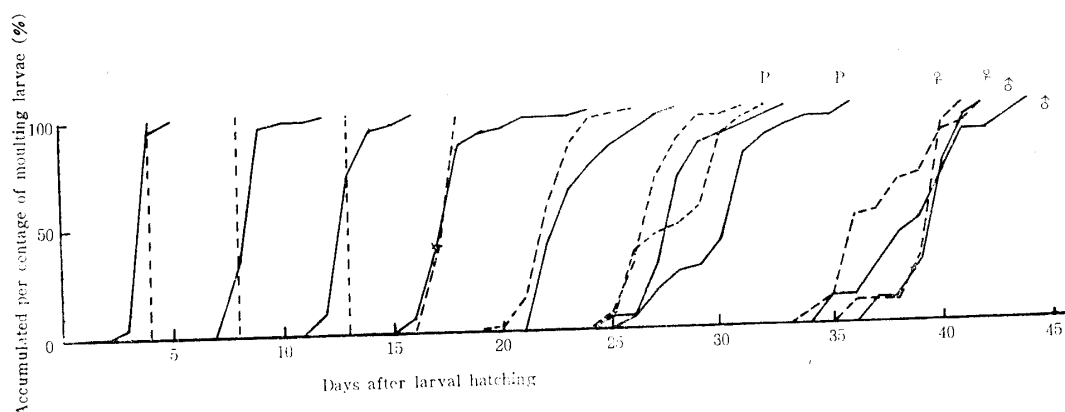


Fig. 4. The individual variation of days of each moulting and pupation in two treatments from egg-batch 1963-I.

————— : isolated for all larval stages, ..... : isolated after the 4th instar.

P : individual variation of days of pupation

♂ : individual variation of days of emergence of male adult.

♀ : individual variation of days of emergence of female adult.

Table 2. The duration in days of pupal period and pupal weight in mgr. in two treatments from the egg-batch 1963-I.

Treatment	Instar type	No. of pupae	Pupal duration	Pupal weight
I	♂ V	7	10.0±0.53	41.3± 3.5
	♂ VI	8	9.8±0.43	54.5± 5.4
	Total	15	9.9±0.50	48.2±11.6
	♀ V	4	9.5±0.50	55.1±12.6
	♀ VI	14	9.2±0.52	69.9± 7.1
	Total	18	9.2±0.53	69.4±20.2
IV	♂ V	18	9.6±0.59	39.5± 5.0
	♂ VI	13	9.6±0.78	51.5± 8.6
	Total	31	9.6±0.65	44.5± 8.7
	♀ V	1	9	46.4
	♀ VI	9	9.6±0.48	72.5± 5.7
	Total	10	9.6±0.49	69.9±29.6

令型で4令分離区の方がいくぶん大きくなる傾向がある。次に同一実験区内では6令型幼虫のほうが5令型幼虫に比べ大である。したがって1令分離区と4令分離区との平均蛹体重は雌雄ともに6令型幼虫の出現率の高い方が大となるはずで、上の結果とよく符合している。

### 考 察

卵塊として産卵され、ふ化後幼虫が集団を形成する昆虫のうちにはニカメイチュウ *Chiro suppressalis* (森本, 1960), ミナミアオカメムシ *Nezara viridula* (桐

谷, 1964) などのように幼虫期の一定期間を集団として経過し、以後しだいに分散をして集団を解体するものと、ドクガ類 (水田, 1960; 岡本ほか, 1962) などのように終令まで集団で経過するものがある。もちろん前者では集団で経過する期間の長さは種によって異なる。本種はすでにのべたように前者に属し、3~4令期まで集団で経過する。

森下 (1961) は動物の集団を分類して、個体間に何らかの相互誘引性が働いて成り立つ集団を「むれ」と称した。ヤガの1種 *Plusia gamma* (Long, 1955), チャドクガ *Euproctis pseudoconspersa* (杉浦, 1961) およびカイコ *Bombyx mori* (奥井, 1963 a, b) によってこれらの集団は「むれ」に属することが実証されている。特にカイ

コでは個体認知に嗅覚が働き各個体は相互に接近し、接触感覚によって集団を維持すること、またモンシロチョウの1種 *Pieris brassicae* (Long, 1955) の幼虫では吐出された糸が媒体となることが認められている。この点について本種では未検討であるが、本実験で集合区の食草を交換するために幼虫集団を古い葉から新しい葉へ集団移動させると新しい葉の上でしばらくはいまわる個体が現われるが、やがてこれらの個体も必ず集団の中に定着する。この現象は何らかの誘引作用が個体間に働いて、はいまわっている個体を集団内に定着させたと想像される。以上の点から本種の幼

虫集団も「むれ」に属すると考えられる。

ところでこの集団にはどのような機能があるのだろうか。本実験で初令期から単独飼育をすると、死亡率が1, 2令期に約20~30%, 他方3令期まで集団飼育をするとこの間ほぼ0%になる。また幼虫の発育期間も単独飼育すると2~3日長く、明らかに幼虫初期に単独飼育に移すと他個体との相互作用を絶つこととなり生存、発育上不利をきたす。

Allee (1938) は集団生活が個体間の相互刺激を通じて個体の生活機能を高める点に有利性を見出し、さらには集団の起源をもここに求めようとしている。筆者には本種のような卵塊性幼虫集団においてはむしろ何らかの原因で集団を形成するにいたった幼虫がその過程で集団生活に適応し、集団に対して各個体が依存性を持つに至った反面、個体としての生活機能の低下をきたし集合条件下で生活機能の見かけ上の高まりが見られるとするほうが妥当と思われる。したがって初令期の単独飼育によって生じる高い死亡率は、集団からの隔離のために個体の集団に対する依存性が満たされない結果で、チャドクガ(水田, 1960), ニカメイチュウ(森本, 1960), *Anisota senatoria* (Hitchcock, 1961), ミナミアオカメムシ(桐谷, 1964)にも同様の死亡率の変化が見られる。

次に集団に対する依存性が幼虫の発育につれてどのように変化するか2, 3の観点から検討する。まず死亡率の面からみると、ふ化後から単独飼育をすると幼虫初期の死亡率が20~30%, 総死亡率が40~60%とかなり高いのに反し、ふ化後から1~3令期の各眠までにそれぞれ集団飼育をすると幼虫期間を通じて各令の死亡率は極めて低く、しかも幼虫期中の総死亡率はほとんど差が認められない。すなわち1令期に集団飼育されたかどうか、換言すれば1令期に他個体との間に何らかの相互作用をもったかどうか幼虫の生存に大きな影響をもつことになる。したがって集団に対する依存性は1令期に最も大きく、2, 3令期に野外では集団を保っているが集団に対する依存性はかなり低下し、生存にはほとんどかわりないといえる。また幼虫の発育期間の長さについても同様の関係がある。マツノキハバチの1種 *Neodiprion pratti banksianae* (Ghent, 1960) でも1令期の集合条件の有無が極めて重要で、*Anisota* (Hitchcock, 1961) でも同様の傾向がうかがえる。チャドクガ(水田, 1960)では1~3令期に単独飼育すると生存不可能で4令期でもかなりの死亡率を示す。以上から一般に集団に対する依存性は発育の進行につれて低下し、集合期間の初期が生存上重要な意味をもつといえる。また発育につれて依存性が低下するという事は同時に集団に対して独立性

をもつということに他ならない。

ところで1962年の実験で3令期以後単独飼育すると死亡率が極めて低いのに全幼虫期間、密集条件下で飼育すると4令期以後急激に高死亡率を示す。これは上にのべた集団に対する依存性に密接に関連するもので森下(1950)はヒメアメンボ *Gerrilis locustris* の自然個体群の密度平衡保持機構において分散と移動が重要な役割を果たすことを主張し、伊藤(1952)はアブラムシ類の増殖しつつある個体群においても同様の機構が成り立っていることを観察し、生物は環境が閉鎖されていなければ好適な場所へ移動することによって密度の平衡を保っていることを確かめている。また同様の機構ではアギキゾウムシ *Callosobruchus chinensis* (河野, 1952)において個体群圧力が原動力になっていることが確かめられている。したがって本種は分散期までに集団に対する依存性を解消した後、上と同様の機構に基づく分散によって密度調節を行うのに、この実験ではシャーレ内という閉鎖環境下で飼育を行ったために発育に伴って相対的に密度が高くなり、遂には過剰密度を生じて死亡という形で密度調節機構が働いたものといえる。

ところで本種の集団にとって生存、発育上1令期が重要なことが明らかになったが、これは本種の個体群動態にどのように関与するのであろうか。本種は卵、幼虫期にハチ類、クモ類などの寄生者、捕食者、寄生菌類等の生物学的および豪雨などの物理的死亡・集団破壊要因にさらされていることがしばしば観察される。したがって何らかの原因によってふ化幼虫が集団を形成できない状態に卵粒が産下され、または卵塊が破壊されたとき、また幼虫集団の維持が不可能なまでに1令期に集団が破壊されたとき、これらの場合には外的要因に基づく一次的死亡の上に集団の破壊による二次的死亡が生じ、幼虫期の死亡率が非常に高くなることが考えられる。法橋(1963)はミナミアオカメムシの幼虫集団に働く死亡要因の強さによって幼虫集団の存続は全または無として(all or none)決定されると報じている。これは恐らく幼虫集団の維持にはある水準以上の個体数が必要なことを示唆していると考えられる。

## 引用文献

- Allee, W. C.(1958) : The social life of animals.  
Boston, Beacon : pp. 233.  
Ghent, A. W.(1960) : Behaviour **16** : 110~148.  
Hitchcock, S. W.(1961) : Jour. Econ. Ent., **54** :  
502~503.  
Hokyo, N. and K. Kiritani (1963) : Res. Popul.

- Ecol., **5** : 23~30.
- 伊藤嘉昭 (1952) : 个体群生態学の研究, **I** : 36~48.
- Iwao, S. (1962) : Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ., **84**, Ent. Ser., **12** : pp. 79.
- 河野達郎 (1952) : 个体群生態学の研究, **I** : 109~118.
- Long, D. B. (1955) : Trans. R. Ent. Soc. Lond., **106** : 421~437.
- 水田国康 (1960) : 応動昆, **4** : 146~152.
- 森本尚哉 (1960) : 同上, **4** : 197~202.
- 森下正明 (1950) : 京大生理生態業績, **65** : pp. 149.
- (1961) : 動物生態学, 朝倉書店 : pp. 536.
- 諸星静次郎 (1949) : カイコの發育機構, 明文堂 : pp. 135.
- 岡本秀俊・松沢 寛 (1962) : 香川大農学報, **14** : 40~47.
- 奥井一満 (1963) : 応動昆, **7** : 102~108, 321~326.
- 佐藤安夫・森本尚武 (1962) : 同上, **6** : 95~101.
- 杉本 毅 (1962) : 同上, **6** : 196~199.
- 杉浦哲也 (1961) : 三重大農学報, **14** : 45~54.
- 山口 杲 (1960) : 衝動, **11** : 173~180.
- Zaher, M. A. and D. B. Long (1959) : Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A), **34** : 97~109.

### Summary

The female of *Artona funeralis* lays eggs in batch on the leaf of bamboo-grass. The larvae hatched from the egg batch keep the compact aggregation up to the third or fourth instar and then gradually disperse to one a leaf.

The author pointed out in the previous paper (1962) that the larvae seemed to receive the effect of aggregation before the dispersal period and the density effect after that period.

In 1962, to clear up those two effects on the mortality and the larval duration, one larva per vessel was isolated in each instar from members of aggregation with the replications of some twenty. In 1963 to analyse in more detail what effect do larvae receive on their development when reared in isolation before dispersal period, the larvae kept in isolation immediately after their hatches were compared with ones having aggregated up to the end of the third instar and reared singly after the fourth instar with replications of about sixty.

If the larvae were kept in isolation immediately after hatch their mortality was 20-30% in the first instar. Though they died little afterward for some instars, they died a little more again in the fourth or fifth instar. On the other hand, when the larvae were reared in the aggregation for all larval stages they did not die at all up to the third instar. Afterward the larvae, however, took extraordinarily high percentages of mortality. But larvae, reared in mass up to the third instar and singly after the fourth instar, died little for all larval stages. So he may be

able to conclude that the larvae receive the effect of aggregation before dispersal period and the density effect after that period. Now the larvae isolated for all larval stages took the highest total mortality during larval stages and the ones isolated after the fifth did high in the second. When they were reared under the aggregated situation up to the end of the first, second or third instar and afterward under the solitary condition, they died little and there were little difference between those mortality. Those facts seem the dependency on aggregation is strongest in the first instar larvae and so suggest that if the damages, for example, parasites, predators, diseases or storms, destroy the aggregation of the first instar larvae, many solitary larvae will appear and die secondarily in addition to the primary death.

The larval durations tended to be shorter when the larvae were reared in the aggregated condition until the end of first to third instar and afterward under the solitary condition and also there were little differences between those durations as in the mortality. In the case of 1963, similarly, the larvae kept isolated for all larval stages developed more slowly in 2 or 3 days than larvae isolated after the fourth instar.

Then in 1963 the fifth and sixth instar type larvae appeared in all two treatments. When the larvae were reared in isolation for their all larval stages, the proportion of the sixth instar type larvae was more. On the other hand when reared in isolation after the fourth instar, that was vice versa. And the larval duration of the sixth instar



type larvae was longer in 3 or 4 days than fifth instar type larvae. Irrespective of instar types or sexes the larvae kept in isolation for their all larval stages developed a little more slowly. Accordingly the difference in the mean durations of both larvae kept in isolation for their all larval stages and after the fourth instar is determined by the frequency of those two instar types in each treatment in addition to the difference between the larval durations of the corresponding instar type larvae from two treatments.

When it is compared between the larvae kept in isolation for all larval stages and after the fourth instar how long is the duration of their each instar, there is found no difference in the first instar and the former is a little longer afterward except the third instar, while in the third instar vice versa. Consequently the develop-

mental durations are almost equal up to the end of the third instar. There was found no extraordinarily large differences of duration between two treatments in any instar of all larval stages.

Now, when in larvae, reared singly for all larval stages, it is compared between the both fifth and sixth instar type larvae how the length of durations of their each instar varies with the development of larvae, the sixth instar type larvae were found to develop in a little smaller rate after the second instar.

Accordingly the instar types of larvae kept in isolation for all larval stages seemed to be determined up to the second instar.

There seemed to be no significant differences in the mean pupal duration and pupal weight between the corresponding instar type larvae from two treatments in both sexes.