

The Influences of Population Density of Adult upon the Growth and Reproduction of the Case-bearing Clothes Moth, *Tinea pellionella*. Sachio KAWAHARA (Entomological Laboratory, College of Agriculture, Kyoto University, Kyoto). Received Oct. 31, 1962. *Botyu-Kagaku*, 27, 113, 1962 (with English résumé, 119).

18. イガの生態に及ぼす生息密度の影響* 川原幸夫 (京都大学農学部昆虫学研究室)
37. 10. 31 受理

イガ *Tinea pellionella* の増殖におよぼす生息密度効果を調べたところ成虫密度に対して、産卵数には大きな影響はみられなかったが成虫寿命、幼虫の発育、増殖率および次世代成虫の産卵数、体の大きさには顕著な差のあることを知った。

はじめに

この研究の目的は2つある、一つはイガ (*Tinea pellionella* (L.)) の羊毛害虫としての生態的特性をあらかじめにすることと他の一つは繊維類害虫の防蝕試験用昆虫としての本種の有効な大量飼育法を確立しようとするにある。このためにはまず最適な飼育条件を見いだそうとしてさきに筆者はいろいろ異った温度と湿度条件のもとにおける発育・増殖について実験的にしらべその概略を報告した¹⁾。本論文では増殖・発育に関係する要因の中で重要な1つの因子であると考えられる生息密度効果をとりあげ、成虫の生息密度と寿命・産卵、卵・幼虫の発育との関係、次世代成虫の産卵数および大きさとの関係をあらかじめにしようとした。

本文に入るに先立ち終始ご指導を頂きかつご校閲下さった内田俊郎教授に厚くお礼を申し上げる。また有益なご助言を頂いた河野達郎助教授、高橋史樹、巖俊一両博士、実験にあたって種々ご援助願った森本尚武氏はじめ当研究室の皆様に対しても厚くお礼申し上げます。

実験材料と条件

材料には筆者が数年来飼育し続けているイガの系統を用いた、すなわち温度 30°C、関係湿度 50~60%のもとで10%乾燥粉末酵母をふくませ乾燥した純毛フランネルを用いて飼育しているものである。実験条件は温度 30°C、の恒温室で行い、湿度はとくに調節しなかったが大体50% R.H. であった。飼育容器は内径 9cm、高さ 3cm のガラスシャーレを用いた。ガラス蓋の中央には 2cm の穴があけてありここに紙をはって通気を良くした。幼虫の食物にはストックと同じ乾燥粉末酵母を加えた純毛フランネルを与えた。実験方法の詳細については項目ごとに述べるが、成虫の飼育

密度は 1, 2, 4, 8, 16 および32対とし、それぞれ10回~6回のくりかえしを行った。結果はすべてその平均値で示した。

実験結果

1) 成虫の生息密度とその産卵数および寿命との関係

幼虫を1定条件のもとで飼育し、それから羽化した成虫の寿命・産卵数がいろいろ生息密度をかえた場合にどのように変化するかを調べた。まず 30°C、50~60% R.H. のもとで飼育しているストックから羽化後24時間内の交尾中の成虫をとりだし、1対から32対まで6つの段階をつくり、これに純毛黒サージの産卵用布を与えて産卵数、寿命を毎日調べた。結果を第1、

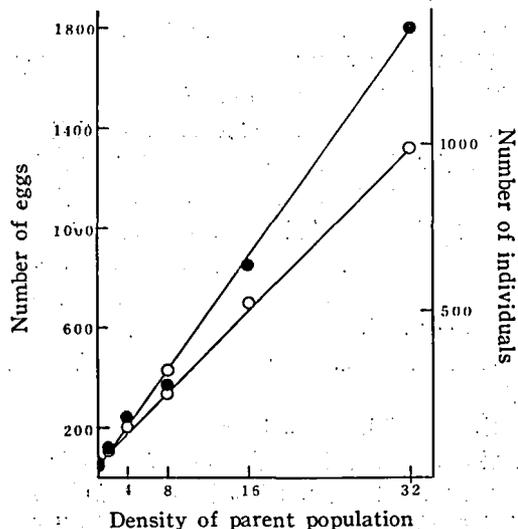


Fig. 1. The effect of adult population density on the number of eggs laid and number of larvae hatched.

—●— number of eggs —○— number of larvae

* 京都大学農学部昆虫学研究室業績第 363 号

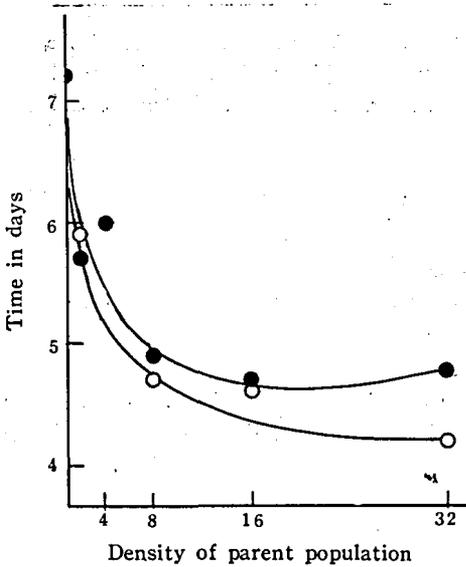


Fig. 2. Duration of adult life at different densities.

—○— female —●— male

2図に示す。産卵数は成虫の密度の高くなるにつれて増加し、成虫密度と産卵数の間には直線的な関係が認められる。すなわち、雌当り産卵数は密度の増加につれて減少することなく、どの密度のもとでも平均50ヶ内外の産卵がみられた。すでに報告した通り、本種の産卵は30°Cのもとでは産卵前期間がきわめて短かく、羽化後1~3日間に大部分の個体が産卵を終ることと関係があるかもしれない。ふ化幼虫数も第1図に示した通り成虫の密度の増加につれて多くなり雌当り幼虫数として表わした場合でも成虫密度による変化は認められない。30°Cにおける成虫の寿命は6日内外であるが、第2図に示した通りあきらかに生息密度が高くなるにつれて短くなる。しかし8対以上では大きな変化はなくほぼ4日内外である。このように成虫の寿命は密度によって大きい影響を受けるのに対し、産卵数はほとんど変わらないのは、産卵期間が寿命の前期である3~4日間に終ることによるらしい。

2) 成虫の生息密度と次世代幼虫、蛹の発育との関係

本種の卵期間は30°C、50~60% R.H.のもとでは大体6日である²⁾。卵のふ化と同時に幼虫の食物として純毛フランネル(5cm×20cm)を与えて成虫密度と幼虫の発育との関係を調べた。まず密度と幼虫体重との関係をするためにふ化後30日目の幼虫を各密度区から任意に5個体ずつとりだしトーションバランスで秤量し発育の指標とした。秤量後はまたもとにもどし同時に生存個体数も調べた。第3図に示す通りふ化後30

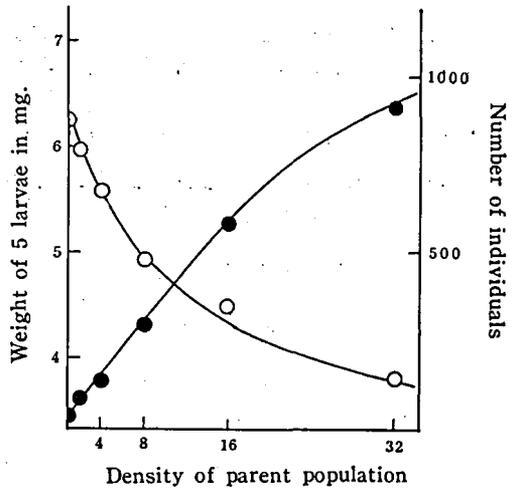


Fig. 3. The effect of adult population density on the body weight of larvae and number of survival at 30 days after hatching.

—●— number of larvae —○— body weight

日の幼虫体重は飼育密度が高くなるにつれて軽くなる。ふ化後30日の生存個体数は成虫の密度が8対まではふ化当時と変化なく密度と個体数の間には直線性を示し死亡個体はほとんど認められないが、32対ではふ化当時と比較して生存率は低くなり、死亡個体のあることがわかった。ふ化後30日までの死亡率は第6図に示した。

3) 成虫の生息密度と次世代幼虫、蛹期間との関係
イガの幼虫、蛹の発育所要日数は温度および湿度のちがいによって大きく影響されることはすでに報告した⁴⁾。すなわち本種の発育は比較的高い温度あるいは高い湿度のもとではほとんどの個体が揃って羽化するが温度が25°C以下湿度70% R.H.以下の条件のもとでは発育速度、羽化期間は長くなり著しい変異性を示す。本種の幼虫はふ化と同時にかみきった毛を吐き出した糸でつづり合わせて巣をつくり脱皮、蛹化、羽化まで巣の中で行うので正確な蛹期間を測るのは困難であるのでここでは幼虫期、蛹期をふくめた発育日数で示す。いろいろの生息密度のもとで毎日羽化してくる個体数の消長を5日毎にまとめて羽化頻度分布曲線で示すと第4図となる。

すでに報告したように、本種の発育は個体変異が大きく好適温度条件と考えられる27°C~30°C、75% R.H.のもとでの発育所要日数は40日から70日にわたる。第4図に示したように、本実験の場合もいずれの生息密度においても羽化期間はきわめて長期にわたる。また、その型は高密度を除いて2山型を示す。しかし生息密度のちがいによるふ化から羽化までの日数

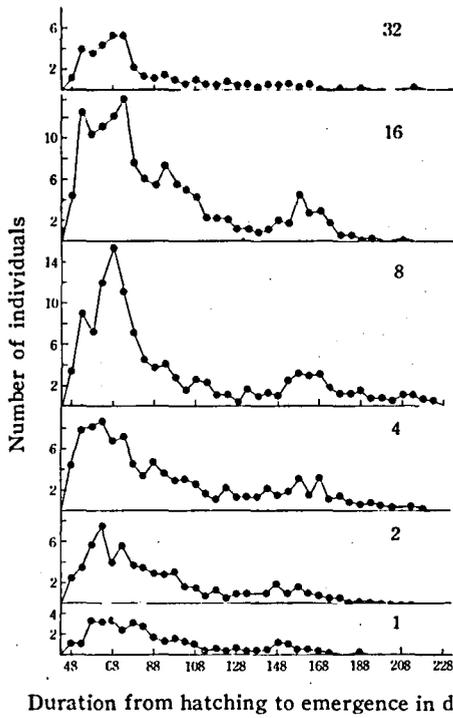


Fig. 4. The effect of adult population density on the postembryonic period.

は大きな変化はなく、各区ともふ化後45日から始り、羽化期間もあまり差異は認められなかった。

各生息密度区の平均発育所要日数の計算は筆者の前報と同じ方法によった。すなわち、横軸に発育日数の逆数を取り、縦軸に羽化頻度分布曲線を累積値の百分率になおしこれを Probit 転換すると直線性を示す。この直線から同帰式を計算し Probit 5 の点をおろしたところをもって発育日数の中央値とし、またその標準偏差(逆数正規性についての)を求めた、結果を第1表に示す。

Table 1. Mean duration of larval and pupal developmental period calculated from the median of emergence curve.

Density	1	2	4	8	16	32
Days	81.0	80.0	80.5	76.0	77.0	71.5
S. D.	43.47	46.52	55.55	35.71	36.36	46.51

発育所要日数の中央値は飼育密度が高くなるにつれて短くなる傾向が認められる。しかしここに得られた値は前報と比較して大きい。これは飼育条件、と

くに湿度条件を一定にしなかったことに原因があるように思われる。

4) 生息密度と増殖率および死亡率との関係

いろいろ成虫の密度をかえて産卵させふ化した幼虫

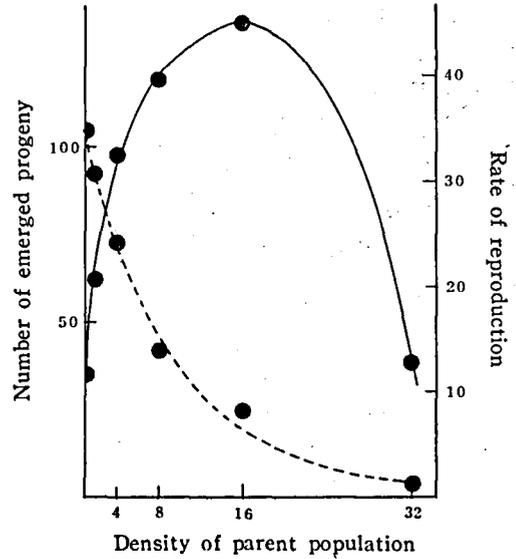


Fig. 5. The relation between the population density of parent generation and the emerged number of its progeny.

—●— number of progeny
 ...●... rate of reproduction

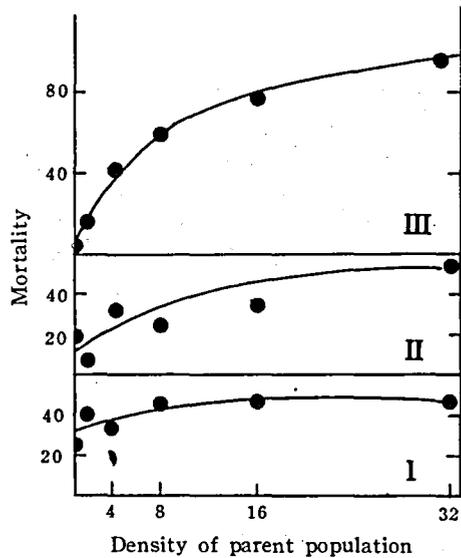


Fig. 6. The effect of adult population density on the mortality at each stage (upper III: larval and pupal stage, middle II: at 30 days after hatching, : bottom I: egg stage).

に一定量の食物を与えて飼育し、羽化してくる成虫の数を示すと第5図の通りである。また卵から羽化までの各期の死亡率を図に示したのが第6図である。第5図からあきらかなように親の密度が1対から8対までは密度が高まるにつれて羽化虫数は多くなり16対において最高を示す。32対になると急に減少する。雌当り増殖率は1対が最も多く順次密度が高くなるにつれて低下するがこの関係は多くの昆虫について知られているように双曲線の式で示される。親の密度が32対の場合はずかに雌当り1匹しか羽化し得ない結果となった。

5) 次世代成虫の性比、産卵数および大きさ
いろいろ密度の異った区から羽化してくる成虫の体

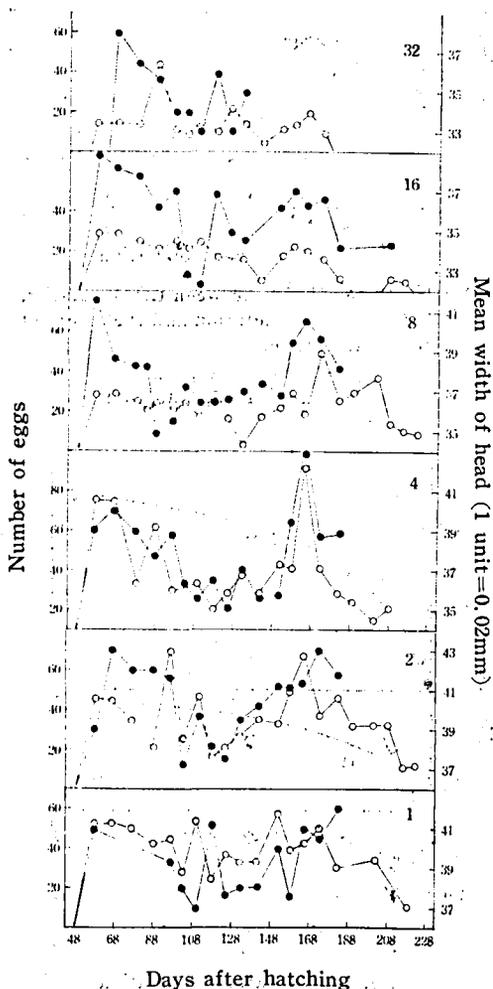


Fig. 7. Changes of fecundity and head width of the emerged moth with the process of whole emerging period of moth. The observation were 6 different densities.

—○— number of eggs —●— head width

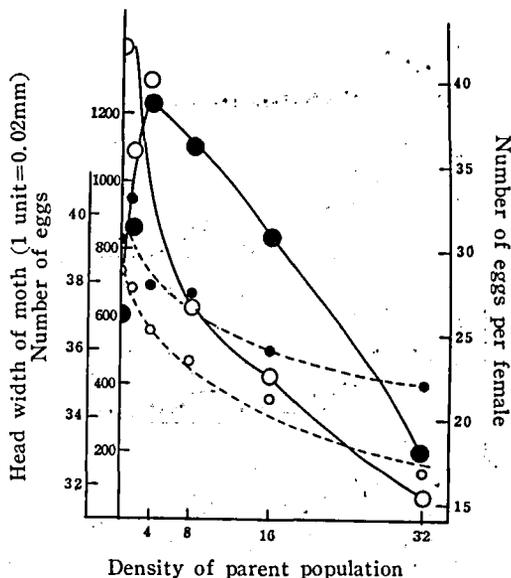


Fig. 8. Total number of deposited eggs, mean number of eggs deposited per female and head width of moth in the progeny population at different densities.

—●— total number of eggs deposited
—○— mean number of eggs deposited per female
·····○····· mean head width of male
- · - · - ● - · - · - mean head width of female

の大きさおよび産卵数がどのように変化するかを調べるために、各区から羽化してくる成虫を毎日ほぼ一定時刻に採卵ビン(径6cm, 高15cm)にうつし、産卵用黒サージの布を与えて産卵数および寿命を調べ、同時に雌雄をわけた。死亡個体はその日のうちに頭巾を測定した。各密度区から毎日羽化してくる成虫の雌当り産卵数の変化および雌成虫の頭巾の大きさの変化を5日~10日毎にまとめて図示したのが第7図である。各密度区から羽化した成虫の総産卵数および雌当り平均産卵数、雌雄羽化成虫の平均頭巾を第8図に示す。雌当り産卵数の推移はいずれの生息密度のもとでも羽化初期に多く中期に減少しついで後期にまた多くなり2山型を示す。雌成虫の頭巾についても、産卵数の変化の消長と相似た傾向的变化を示す。すなわち羽化成虫の産卵数、頭巾の変化は全羽化期間についてみれば2山型で示され、これは羽化曲線とまったく同じ型で表わされることから興味ある結果と思われる。全羽化成虫総産卵数は親の密度が4対から羽化したものが最も多く、これをさかいて密度が高くて低くなっても減少する。これを雌当り産卵数としてみると、4対まではほとんど変化しないが、8対以上では傾向的に低下することが認められる。羽化成虫の

頭巾は雌雄とも密度が高くなるにつれて狭くなり体型は小型となる。次世代成虫の性比は第2表に示す通り飼育密度が高くなるにつれて雌の割合が低くなり定向的に値は小さくなった。

Table 2. The relation between the adult population density and the sex ratio of progeny population.

Density	1	2	4	8	16	32
♀/♀+♂	0.476	0.596	0.468	0.469	0.376	0.324

考 察

幼虫期を30°Cで飼育しここから羽化した成虫雌はすでに卵巣はよく発達しており、ほとんどの個体が羽化後直ちに交尾、産卵を始める⁹⁾。また寿命も比較的短い。成虫をいろいろ生息密度をかえて寿命、産卵数を調べた結果、密度が高くなるにつれて産卵数は増加し、雌当りの産卵数はほとんど変化がみられず、密度効果は認められなかった(第1図)。これは本種が羽化後食物をとらないこと、密度の範囲が高密度に及んでいないことによるものと思われる。成虫の寿命は密度が高まるにつれてわずかに短縮化するが、これは成虫自体の個体間の相互作用により生理的寿命が変化してきたことに起因するものと考えられる。

前報⁹⁾で指摘したように本種の発育は個体変異が大きく不揃いである。とくに温度27°C以下、湿度70%以下の条件のもとでは発育は遅れ、羽化期間はきわめて長期にわたる。したがって羽化曲線の型は発育期間の長い方に著しくのび、羽化の頻度分布曲線を累積値の百分率になおし probit 転換すると1本の直線とはならず、ある1つの交点をもった2本の直線で示される。すなわち早く羽化してくる群と、おそく羽化してくる群の2つのグループにわかれることが認められ、この2群の割合も不適な環境条件に対応して変化してきた。本実験の場合も前報で述べたことと全く同じような傾向を示し、どの生息密度のもとでも発育の遅れる群が認められたが、これは本実験が湿度条件を一定にしなかったことと、何れの密度区においても単位食物量あたり個体数が多かったことに原因があるのかもしれない。しかし温度、湿度、生息密度の3要因によっていずれもはっきりと2群にわかれることは重要視せねばならないと考えられる。発育速度は個体群増殖の速度に影響を与える。一般に生息密度が高くなると発育速度が遅くなること多くの昆虫について調べられているが個体群全体の個体の発育所要日数を長くする原因は複雑である。生息密度と発育所要日数との関係をしらべた研究は多い。内田¹³⁾がアズキノムシ *Cal-*

losobruchus chinensis について得た結果は、ある親の密度において平均発育日数はもっとも短かく、これをはなれるにつれて両方に長くなる。巖¹⁴⁾がアワヨトウ *Leucania unipuncta* で調べた結果によると幼虫期、蛹期における発育日数は中間密度が最も短かくこれより低密度、高密度で逆に長くなると述べており、幼虫期のそれは個体間の相互作用の結果、また蛹期のそれは幼虫期密度効果の後作用の表われであろうと述べている。Titschack¹⁵⁾はコイガ *Tineola bisselliella* で生息密度と発育との関係を調べているが、この場合はある密度まで高くなると幼虫期間は長くなるが、ある密度以上では反対に短くなるかと述べている。本実験の場合は生息密度が高くなるにつれて、発育日数の中央値はかえって短くなる傾向が認められる。これは高橋¹⁶⁾によってコナメダラメイ *Ephestia cautella* であきらかにされた第1の原因、すなわち個体数増大による相互作用の結果として食物不足によって発育の遅れた個体が羽化するまでに至らず死亡個体となって表われてきたため、平均発育日数が早くなり羽化頻度分布曲線に影響してきたものと考えられる。

いろいろの昆虫で生息密度が高くなると羽化率は低下し、羽化率と生息密度との間には双曲線状の関係があることが認められている。本実験の場合は、卵がふ化してから30日位までは生息密度による死亡率のちがいははっきりみられないが、発育の進むにつれて高い密度のもとでは幼虫個体間の相互作用が強くなり、体重は軽くなり、食物不足が原因で死亡率を高める結果として羽化率は急激に低下する。一般に昆虫個体群を限られた空間内で飼育すると、ある中間の生息密度で次世代の個体数が最大となるが、最初の1個体あたりの次世代の個体数を最大にする生息密度と単位空間あたりの次世代の個体数を最大にする生息密度とは異った値を示し、一般に前者の方が低い密度で得られているが^{12,10)}、この実験の場合も上に述べた結果とよく一致した。

次に各生息密度から羽化した成虫の大きさ、および産卵数について考察する。すでにいろいろの昆虫について生息密度と体の大きさとの関係は大逆比例の関係を示すことが知られている^{10,11)}。また体の大きさはある密度のときが最大で、それ以上密度が高くなったとき、あるいはそれ以上に密度が低くなっても体の大きさは小型になってくることも知られている。森⁹⁾はショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* を用いて生息密度と体の大きさの変化をしらべた実験で、ある一定密度以上の飼育条件下では羽化初期の始めと終りに体長の長い個体がでて、中間には短いものが羽化してくるのを見出した。この原因として羽化個体数の頻度と関連づけて、羽化個体数の多い期間は体

が小さく羽化期の最初と最後の羽化個体数の少いときに体の大きい個体が出現することから、各時期に羽化してくる個体のうける生存競争の強さが異なるためではなからうかとしている。Titschack¹³⁾はコイガ *Tincola bisselliella* について生息密度と体重の関係をしらべた結果、与える食物量が少い場合は羽化初期の個体が重く次第に軽くなり、与える食物が多いと羽化初期の個体が最も軽く、次第に重くなり最後に羽化してくる個体が最も重い。与える食物が中間の場合(1匹当り10 mg)は、羽化成虫の体重は羽化初期と後期が重く、中間期に羽化するものは軽くなると述べている。さらに Richard⁹⁾はグラナリアコクゾウ *Calandra granaria* で体重を測定し羽化初期のものは体重軽く羽化最盛期が最も重く、後期に羽化してくる個体は再び軽くなることを見出しこれを Weight cycle と名付けている。

すでに前報⁹⁾で述べ、さきにもふれたように本種の発育は個体変異が大きい、とくに飼育温度が低く、環境湿度が低い場合は羽化曲線は2山型を示し、温湿度に依存してその個体数比は変化することを報告した。この中で発育の早い個体群をA群とし、発育遅延群をB群とし、同一個体群の中に発育に関して異った変異性をもつ2群のあることを述べたが、この両群の性質の差異についてはまったくわからなかった。本実験の場合でも、高密度を除いたいずれの密度区においても、羽化曲線は2山型を示し前報で述べた結果と同じ傾向を示した。

内田¹⁴⁾はヨツモンマメゾウムシ *Callosobruchus quadrimaculatus* の飼育個体群の中に体型、体重、産卵数、生存日数、発育日数等について著しく異った2型のあることを見出した。一方は飛ぶ型、他方は飛ばぬ型でこの2型は生息密度のちがいで生ずるが、飛ばぬ型が低含水量の食物で飼育したとき、環境温度の高い時に生じ、さらに飛ばぬ型は発育日数が長く羽化曲線の後期にかたまって羽化することが知られている。本実験の場合も羽化曲線は2山型で示され、それから羽化した成虫の産卵数は羽化初期に多く、ついで少くなり、また後期に多くなる。また成虫雌の頭巾も羽化曲線の型と同じように、羽化の始めと終りで大きく中間に小さくなり、ほぼ相似た傾向を示す。このことから前報で指摘した通り、同一個体群の中に発育に関して異った変異性をもつ2群のあることが、本実験の場合でもはっきり示され、前述した内田がヨツモンマメゾウムシであきらかにした結果と類似の現象のあることが暗示される。この2群が生理的に異ったものであるかどうかについては、本実験から推定することは困難であるが、生態学的に興味ある問題である。このように温度、湿度、生息密度条件の変化によって

発育日数その他について2群にわかれる現象は貯穀害虫のみならず、野外の昆虫においても共通にみられるところの不適な環境条件に対応して生じた一つの適応現象であろうと考えられる。

雌当り総産卵数は密度が高くなるにつれて減少しているが、食物量当り空間当りの産卵数は親の密度4対の場合が最高である。このことはコナマダラメイガで高橋¹⁰⁾が指摘した通り生息密度の変化によって成虫の体の大きさが変わってくるので、産卵数も当然変化することを考慮すれば当然の結果といえる。羽化成虫の体の大きさはいずれの生息密度から羽化した成虫についても雄より雌の方が大きく密度が高くなるにつれて小さくなる傾向があるが、これはコナマダラメイガを用いて高橋があきらかにし、長沢¹¹⁾がアズキゾウムシの翅鞘の大きさを測定して得た結果と同じである。

つぎに羽化成虫の性比は、生息密度が高くなるにつれて雌の割合が低下し性比は傾向的に小さくなった。最近 Andersen¹²⁾はいくつかの昆虫について生息密度と性比の関係について考察しているが、その中で Titschack¹³⁾がコイガであきらかにした結果について解析している。本実験の場合にも Andersen が述べているような理由で性比が変化してきたのかもしれないが、コイガの場合は食物量が多いときは雌の割合が高く、食物量が少いときに性比が低下している。

次に今まで述べてきた結果について総括して、本種の大量飼育の観点からみると、本種の増殖に適した最初の親の密度、すなわち単位食物当りの羽化虫数を最高にするのは16対の場合である。しかし、各区から羽化してきた成虫すべてを用いて産卵させた場合、すなわち続いて増殖をはかるときは最初の親の密度が4対~8対のとき高い値を示す。このことから本種を殺虫剤に対する生物試験用昆虫として大量に飼育することを目的とし、しかも幼虫を用いる場合においては、ここに用いた食物量当り最初の親の数は4対が適当であり、さらに増殖のみを目的として飼育する場合は親の数を4対以上16対を用いて増殖をはかるのが有効な方法であると思われる。

摘 要

- 1) 単位食物量当りの成虫の密度をいろいろかえてイガの産卵数・寿命を調べた結果、生息密度が高くなるにつれて産卵数は直線的に増加する。寿命は密度が高くなるにつれてわずかに短くなる。(第1, 2図)
- 2) ふ化後30日経過した幼虫体重は密度の増加につれて傾向的に軽くなるが、死亡率は高密度をのぞいて顕著な差はみられない。(第3図)。
- 3) ふ化から羽化までの発育日数の中央値は密度の増加とともにわずかに短縮化する。羽化頻度分布曲線

は高密度をのぞいて2山型となった。(第1表, 第4図)。

4) 羽化率は最初の成虫密度16対のときが最高を示し, これより密度が高くなっても低くなっても羽化率は低下する(第5図)。羽化成虫の総産卵数は最初の親の密度4対のときが最も多く, ついで8対の場合である(第8図)。

5) 羽化した成虫の産卵数は羽化初期に多く中期で減少し, 後期に多くなり2山型を示す。頭巾も羽化の始めと終りで大きく中間で小型となる(第7図, 第8図)。羽化成虫の平均頭巾は密度が高くなるにつれて定向的に小さくなり, 雌より雄の方が小さい。性比は密度の増加につれて低下する(第2表)。

6) 以上のことから本種の発育, 増殖に適した親の密度は4対~16対を用いて飼育するのがより有効な方法であろうと推論した。

文 献

- 1) Andersen, F.S.: *Oikos* 12, 1 (1961).
- 2) Cheema, P.S.: *Bull. Ent. Res.* 47, 167 (1956).
- 3) 巖 俊一: 個体群生態学の研究 3, 60 (1956).
- 4) 川原幸夫: 防虫科学 24, 191 (1959).
- 5) 川原幸夫: 防虫科学 25, 78 (1960).
- 6) 森 主一: 動物学雑誌 60, 106 (1951).
- 7) 長沢純夫: 個体群生態学の研究 1, 136 (1952).
- 8) Richards, O.W.: *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 118, 49 (1948).
- 9) 高橋史樹: 応動誌 21, 179 (1956).
- 10) 高橋史樹: 個体群生態学の研究 3, 27 (1956).
- 11) Titschack, E.: *Z. ang. Ent.* 23, 1 (1936).
- 12) Utida, S.: *Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ.*, 48, 1 (1941).
- 13) 内田俊郎: 応動 18, 4 (1954).

Résumé

In the previous paper, the influences of temperature and relative humidity on the life history of the case-bearing clothes moth, *Tinea pel-*

lionella were described. Present paper deals with the effects of the density of adult population on the growth and reproduction of this species.

Experiments were made in the room controlled at 30°C, and 50 percent of relative humidity. The population of parent adults were kept in logarithmic scale as 1, 2, 4, 8, 16, and 32 pairs in a glass vessel of 9cm in diameter and 3cm in height.

The total number of eggs were increased lineary with the increase of the parent density and the average number of eggs per female did not change. The mean duration of adult life becomes short in both sexes with the increase of density. Larvae were reared on the wool flannel impregnated with 10 percent yeast powder. Body weight of larvae at 30 days after hatching becomes light with advancing densities, while the mortality of larvae was not affected excepting extreme high density. The mean duration from hatching to emergence was slightly long at the low densities of larval population. In 16 pairs, the emerged number of adult was maximum and the percentage of it decreases to the initial population of parents with the increase or decrease of density. In 4 pairs, the total number of eggs deposited by the emerged adult was maximum. The higher the adult densities, the smaller become the head width of the emerged adult. The body size of adult was affected by the rearing condition of larval stage. Head width of female was larger than that of male. Sex ratio was decreased at high larval density.

From these results described above, it may be concluded that the parent densities from 4 to 16 pairs were estimated to be optimum for the mass propagation of this species using wool flannel.

抄 録

殺虫剤の代謝について

F. Korte u. C. Rechmeier; Insektizide im Stoffwechsel, I. Microsynthese von Aldrin-[¹⁴C] und Dieldrin-[¹⁴C] F. Korte, G. Ludwig u. J. Vogel; Insektizide im Stoffwechsel, II.

Umwandelung von Aldrin-[¹⁴C] und Dieldrin-[¹⁴C] durch Microorganismen, Leberhomogenate u. Moskito-Larven F. Korte u. M. Stiasni; Insektizide im Stoffwechsel, III Microsynthese von ¹⁴C-markiertem Telodrin F. Korte u. H.-J. Schreiber; Insektizide im Stoffwe-