

ヒラタキクイムシの個体生態学的研究 I

—ヒラタキクイムシのマス・カルチャー—*

岩田 隆太郎**・西 本 孝 —**

Studies on autecology of *Lyctus brunneus* (STEPHENS). I.

—Mass culture of *Lyctus brunneus*—

Ryûtarô IWATA** and Koichi NISHIMOTO**

Abstract

An attempt to rear powder-post beetles, *Lyctus brunneus* (STEPHENS), in a mass culture scale was carried out successfully, and some improvements of technique and knowledges were obtained.

The automatic control of the temperature and humidity in the rearing chamber is essential for the mass culture.

The critical condition (25~26°C, 75% R.H.) seems to afford the occurrence of mold on artificial diets, and an advisable condition to prevent mold occurrence is 24.5°C, 70% R.H.

The prescription of the artificial diet of Tôkyô Univ. of Agriculture was used for the mass culture (lauan sawdust 56%, soluble starch 10%, cellulose powder 9%, brewer's yeast powder 25%). For the better solidity of this diet, it is recommended to add more water than is prescribed, viz. 100~120% of water by weight to powder material.

Every caution should be paid against the invasion of natural enemies, above all the mites. And it is also necessary to be careful in handling the miticide β -naphthol (ca. 2.5% alcohol solution) which is toxic to human bodies.

In order to make "the culture renewal" smoother, the activity of new adult beetles on the diet pieces can be controlled by illuminating the rearing chamber all through the day. However, this method requires the regular works to take out beetles from pupal chambers once a week.

The larvae which dropped out from diets can be saved with little labor; sandwiching the frass and diet fragments with live larvae between solid diets, a part of them can bore into diets, and pupate.

The sex ratio seems to be near 1:1. However, in the beginning of rearing, females outnumbered males.

The progeny yield is reduced if the quantity of diet per one ovipositing female beetle is too small; what is called the density effect is observed.

* 第30回日本木材学会大会 (1980年4月, 京都) において講演発表

** 木材防霉防虫実験施設 (Laboratory of Wood Protection)

概 要

わが国で最も重要な乾材害虫であるヒラタキクイムシ *Lyctus brunneus* (STEPHENS) の防除の基礎として、そのマス・カルチャーを試み、その過程で飼育法、およびそれと関連する生態等につき、種々の新知見を得た。

飼育室の機械化による恒温恒湿化、東京農大式人工飼料の水分添加量の改善、飼育室内の恒久的照明による羽化脱出成虫の活動の抑制、落下幼虫の取扱い、等のテクニックを記載し、飼育方法への寄与とした。

個体群の性比（雄／雌）は、およそ1であったが、飼育初期には、雌が雄の数を上回った。

昆虫に対する人工飼料量が少ないと次世代産出量が減少し、密度効果が見られた。

1. 緒 言

木材工業ならびに建築部材に対する乾材食害虫の被害は、わが国を始め諸外国で重要な問題になっているが、*Lyctus brunneus* (STEPHENS) (図1) の防除は目下緊急課題として注目されているところである。

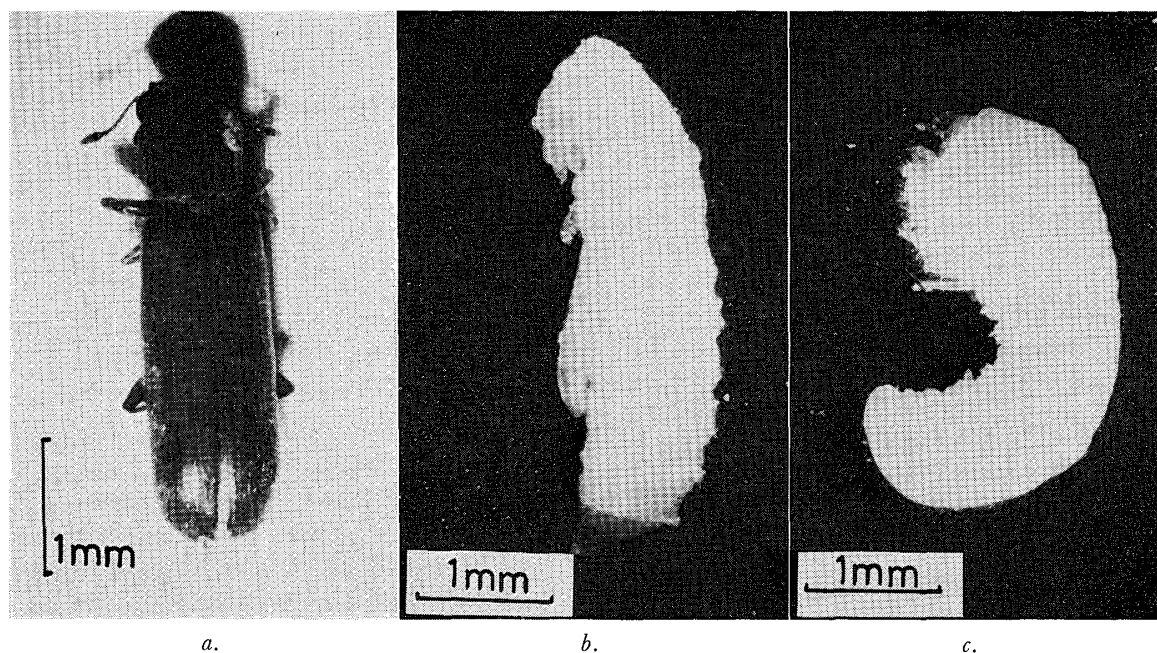


図1. ヒラタキクイムシ *Lyctus brunneus* (STEPHENS)
(a.: 成虫, b.: 蛹, c.: 幼虫)

防除方法として経済的かつ永続性のある点で最も有効とされるのは木材防虫剤による木材処理であろう。しかし他のいかなる害虫の防除薬剤におけると同様に、防虫剤の開発には膨大な数の薬剤に対するスクリーニングが必要であり、このためには対象となる昆虫のマス・カルチャー（産業規模の大量飼育）が必要となる。ところが昆虫の中でも一般にその生育期間を木材中で過ごす食材性甲虫は飼育が難しいとされている。その理由は第一に材中に潜む虫を外見的に観察したり検出したりするのが難しいこと、第二には木材という特殊な環境の中で生育するために昆虫が特殊化しすぎ、いろいろな面で思うようには取り扱えないという事態が生ずることである。このため防除研究の基本としてのマス・カルチャー法は、これまでその開発が見られなかった。しかしながら、木質材料の被害の急増に伴ないこの研究が要求されるようになり、木片による飼育という効率の悪い旧来の方法に代って、富栄養化しかつ取扱いが容易な固型人工飼料を用いた飼育が提

唱されるに至った。

我が国における人工飼料を用いた飼育の研究をかえり見ると、まず西ドイツ¹⁾、およびスイス²⁾において考案された人工飼料をもとにしてその配合に改良が加えられ、いわゆる「東京農大式飼料」が考案された³⁾。これはさらにその作製の過程で生じる物性の違いと飼育成績の関係についても検討が加えられた⁴⁾。さらに、そば粉⁵⁾、等の材料による本種の飼育も試みられている。

一方、天然飼料としての木片を用いる飼育により、本種成育と温度・湿度などの環境条件の関係について、表1に示すような知見が得られている。

表1. 既往の研究における *Lyctus brunneus* の木片による
恒温・恒湿下での人工飼育とそのライフサイクル長

報 告 者	気温(°C)	空 気 の 相 対 湿 度 (%)	材 の 平 衡 含 水 率 (%)	飼 料 の 樹 種	ライフサイクル長	備 考
PARKIN ⁶⁾	23		15.6	<i>Quercus</i> sp.	最短 167日	
PARKIN ⁶⁾	27.5		14.2	<i>Quercus</i> sp.	最短 4½カ月	
GAY ⁷⁾	26	80	16	シマソケイ	平均 113.7日	様々な温度、湿度 の中での最良値
GAY ⁷⁾	26	75		アカギリ	{平均 75.5日} {最短 63 日}	
HARRIS and TAYLOR ⁸⁾	25	75	15	<i>Quercus</i> sp.	{11~14週間} {最短 9~10週間}	
ROSEL ⁹⁾	26	75		<i>Eucalyptus obliqua</i>	2½~3½カ月	
ROSEL ⁹⁾	26	75		アカギリ	54~63日	
野淵 ¹⁰⁾	25	50		コナラ、クヌギ	約6カ月	

この表からもわかる通り、2カ月 (= 8~9週間=60日) 前後が *L. brunneus* の木片飼育における可能な限りでの最短ライフ・サイクル長であることが推測される。しかしアカギリのように非常に短いライフサイクルを与える飼料は、同一樹木の辺材中でデンプンや蛋白質などの栄養源の分布が局所的にかたよりを見せ、その部分をはずれると成育速度が大いに落ちることもあり⁹⁾、人工飼育システムに採用すべき飼料としては不向きであるとされている。この点を厳密に適用すれば、飼料としての木片はいかなる樹種であっても、均一性を持つような材料ではないという意味において、マス・カルチャーに用いるには不适当ということになる。

しかし種々の飼育例を示した表1から、気温 25~6°C、相対湿度 75% が最適であることがわかる。

(*Lyctus* の他の種についてもその飼育法が研究されているが、本種と生態がわずかながら異なる場合があり、この点は十分に留意すべきであると考えられる。)

以上に述べた様々な研究をもとに、我が国では本種 *L. brunneus* を、人工飼料を用いて大量に飼育する方法が研究されて来ているが^{3,4,11,12)}、その成功例は極めて少なく、問題点を残している。当研究室ではこれらの状況にかんがみ、本種のマス・カルチャーを研究し、得られた操作方法、注意事項等の新知見につき、ここに詳細に報告する次第である。

2. 飼 育 方 法

2.1. 飼 育 設 備

表1にも示した通り、*L. brunneus* の成育速度は、環境の温度湿度により左右され、気温 25~6°C、相対

湿度 75% 前後が死亡率の低い範囲では最も速い値を示す。ここで肝要な点は、この条件を一定にして変化させないことである。一方、昆虫のマス・カルチャーに際しては、一般の小規模飼育とは違い、一つの部屋程度以上のスペースが必要であり、さらにこのスペースを恒湿化する際には機械化が必要となる。そこで本研究室では、図2のような飼育室を設置し、マス・カルチャーに必要なスペースと簡便さを与え、このスペースの恒温・恒湿化に耐えうるシステムを作り出した。恒温・恒湿装置類は全自動で、恒久運転を行なっている。

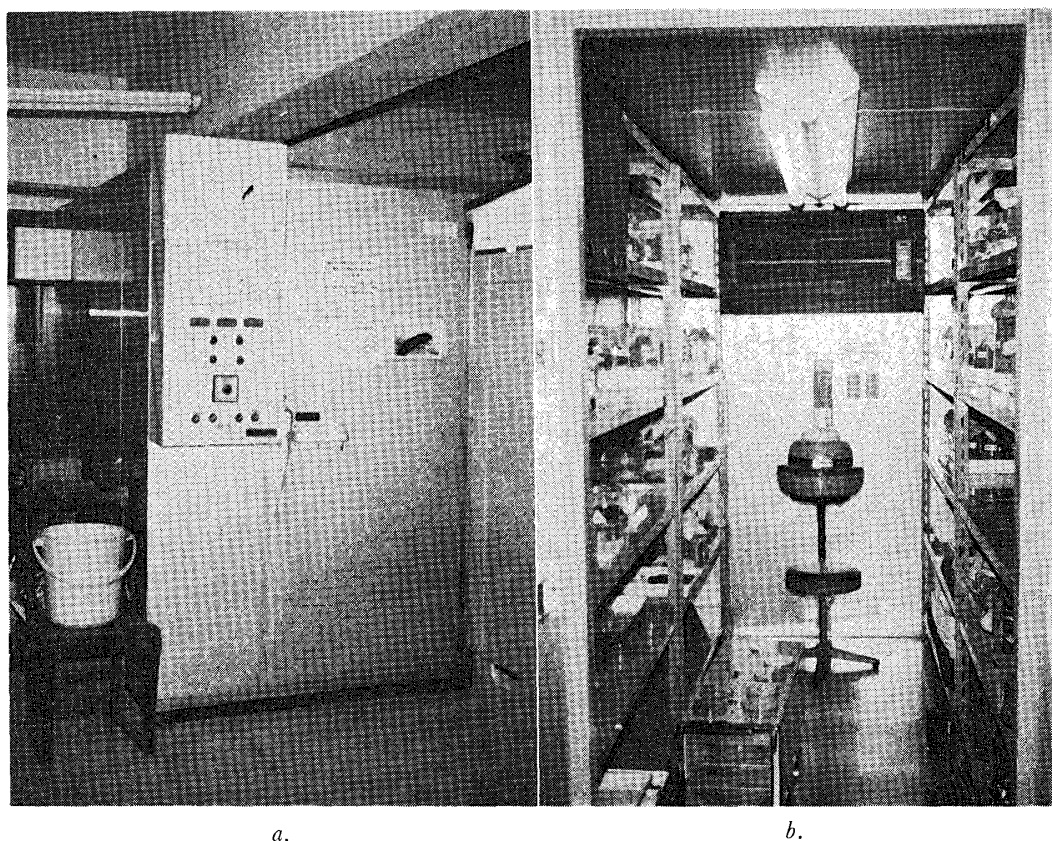


図2. *L. brunneus* マス・カルチャーに用いた飼育室
(a.: 外景, b.: 内部)
(京都大学木材研究所, 附属木材防腐防虫実験施設内)

また、マス・カルチャーの最大の障害の一つであるカビの発生を除くための対策として換気装置、および空気清浄装置を設置し、さらに気温、相対湿度をわずかに下げるなどして万全を期した。(後述)

2.2. 人工飼料作製法

昆虫の飼料としては、ラワン木粉 56%, 可溶性デンプン 10%, セルロース粉末 9%, 乾燥酵母粉末 25% の配合³⁾を標準飼料とした。「標準飼料」中のラワン材は一応心材を除外して肉眼的に見て未着色の部分(辺材)のみを用いた。樹種は定かではないが、いわゆる“red lauans”(Shorea (*Rubroshorea*) spp.)である。木粉はおよそ40メッシュを通過するものを標準として用いた。乾燥酵母粉末はエビオスを使用した。前述の配合のものを乾燥状態のままビニール袋中で振ってミキシングを行ない、これに100~120%の重量比の脱イオン水を加えてこねる。(東京農大式³⁾では、粉体 100 g に対し水 80~90 ml となっているが、これは少し少ないように思われ、あとでもろく崩れやすくなる。)これを長さ 40 cm, 幅 5 cm, 高さ 3 cm の木枠に

入れ、厚さ 1 cm、同面積 (40 cm×5 cm) の板を上にかぶせて押し、飼料の高さが 2 cm になるまで圧縮してかため³⁾、取り出した後 3 等分して、13 cm 強×5 cm×2 cm のサイズの半固型飼料とする。これを 60～70°C の乾燥器中で約 2 日間乾燥させ、“bake”して固化させる³⁾。乾燥時間は最低 2 日間が必要で、1 日のみではカビが発生しやすく、かつ崩壊しやすい。このようにすると、1 kg の原料から約 15 個の飼料が得られ、1 個の重量は約 65 g、従って比重は約 0.50 となる。これは伊藤・廣瀬⁴⁾が用いて好成績を得た飼料の密度と一致するものである。

2.3. 飼 育 法

飼育容器は容積 900 ml、高さ 18 cm、中央部直径 9 cm、開口部直径 6 cm のマヨネーズ瓶を用い、まずこの底に直径 9 cm の円形ろ紙を敷く。このろ紙は、ガラス面を歩行できない成虫の足がかりとなるものである⁸⁾。

次に *Pyemotes ventricosus* (= *Pediculoides ventricosus*) 等の昆虫寄生ダニ類^{8,9,11,13)} の防除のため、この飼育容器をろ紙ごと消毒する。ROSEL⁹⁾ があげた森林ロームのような土壌類をろ紙のかわりに用いることは、消毒および乾燥の点で問題が残る。

消毒には β -ナフトールのエチルアルコール (約 2.5%) 溶液^{11,13)} を用い、容器の内壁全面にわたって消毒する。一度飼育に使用した容器を再度使用する時には中のフラスを一度水で洗い流してから消毒する。なお、ここで注意すべきことは、 β -ナフトールは、この濃度では *L. brunneus* に対しては無害であるとされているが、本来は人体に対して有毒な薬品で、特に長時間同溶液が手についたまま放置すると、手がしびれて来る。手についた場合には、すみやかに洗浄することが望ましい。

消毒作業が終わると、あらかじめ 30 cm 四方に切って用意したガーゼを、飼育容器の内壁が β -ナフトール・エチルアルコール溶液で濡れている間に容器の口に四重に折りたたんで当て、2 本のゴムバンドでとめ、このままで飼育室内で乾燥させて、同時にガーゼも消毒する。消毒液はアルコール溶液なので 1 日足らずで蒸発し、後に β -ナフトールの結晶が残る。この結晶が昇華し切るまで寄生ダニの侵入が防げるものと思われる。このようにして準備した飼育容器に、先に述べた人工飼料 2 個 (130 g) を投入する。ここへ約 20～50 匹 (性徴^{9,14)} により雌雄を判別した場合は、約 8～20 対の *L. brunneus* 成虫を投入する。このようにした飼育容器を、マス・カルチャーの単位「カルチャー」と称して番号を付し、同時に「カルチャー」開始年月日を記入する。(図 3)

さらにダニ防除のための手段として飼育容器を水を入れたトレイ (写真現像用バット) にひたし、ダニが這い上がって来るのを防ぐ。トレイの中の水は時々とりかえる。

飼育槽内の温度・湿度は本来 25～6°C、R.H. 75% が成育のためには好ましいが、この場合人工飼料表面にカビが発生して飼育に支障を来す¹¹⁾。そこで両方をわずかに下げ、24.5°C、R.H. 70% とした。これにより 2 カ月半の最短ライフサイクル長が 3 カ月に伸びるが、この程度の差は容認されねばならない。この温度、湿度低下はダニの防除にも役立つと考えられる。なお、カビは人工飼料を“bake”する時間が少ない場合にも生じるようである。

生育、変態を完了した成虫は、人工飼料表面近くに作られた蛹室より穴を穿って脱出して外界へ出る。(この際、これに先行する蛹室内での蛹からの「羽化」と、この外界への「脱出」とを合わせて「羽化脱出」(“emergence”) と称する。) ところでこの昆虫は本来夜行性で「脱出」は暗闇の中で行なわれ、飼育室内が照明されると直ちに飼料表面の脱出孔に入り、蛹室、幼虫坑道へと逃げ込んでしまう。

一方、この昆虫が一度飼料に産卵してしまうと、その卵から孵化した幼虫は人工的に移動させてやらない限り一生その飼料片の中で生活することを余儀なくされる。もしこの人工飼料が多数の幼虫に食い尽され、飼料の内部に多くの坑道があげられると、飼料は栄養のないフラスが大量につまった状態となり、幼虫にとっては食入すべき足場を失って空隙中に遊離するか、飼料の外へ「落下」するか、または正常に食入して

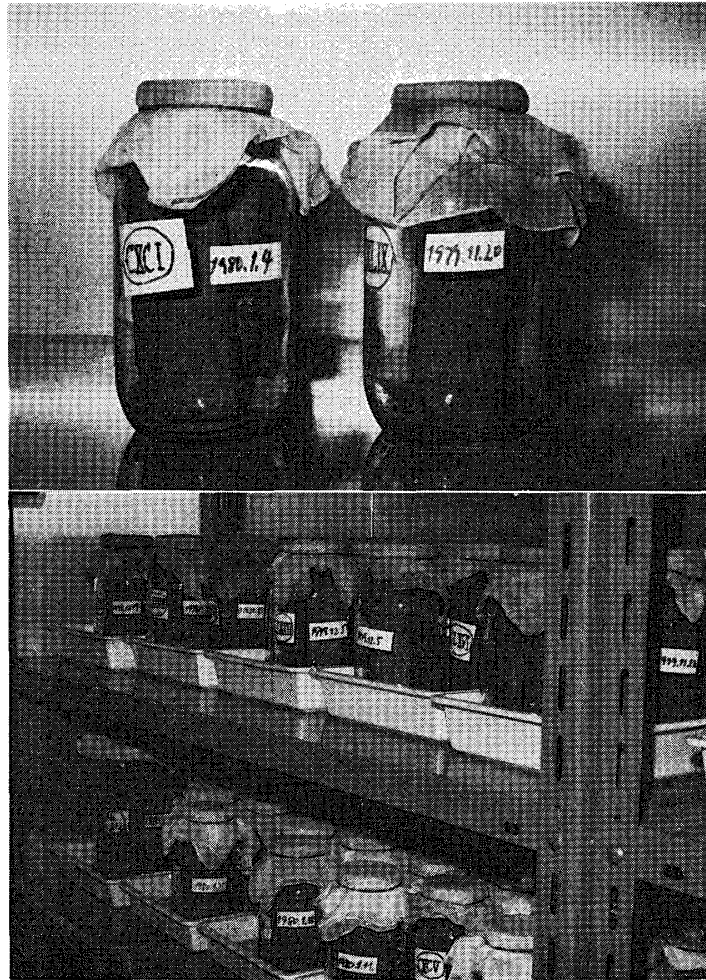


図 3. *L. brunneus* のカルチャー

も栄養不足状態となるかのいずれかで、結局幼虫は死に至るのみとなり全滅する。このような理由から、人工飼料から羽化脱出して来た成虫は、これらが交尾して産卵してしまう前にこの飼料から引きはなし、新たな別の飼料へと移す必要がある。これを怠ると「カルチャーの更新」が行なわれず、2代目の成育の段階で幼虫の死滅か飼料の崩壊が起こる。

そこでこの「カルチャーの更新」をより円滑に行なうために飼育室内は恒久的に照明しておき、羽化した後、成虫が蛹室から脱出孔を穿って外界に顔を出してもそれ以上出て行かないようにして「脱出」を調節した。これによって成虫の活動を抑え、同じ飼料へ再度産卵するのを大幅に防ぐことが可能となった。この場合、成虫の「強制的とり出し」が必要となるが、成虫の暗黒下での自由な活動を許すことによる飼料の崩壊と、カルチャーの全滅が避けられることは確かである。いずれにしろ、*Lycetus* の飼育には時間と労力が必要である。

「強制的とり出し」は腰の強いピンセットをもって成虫の脱出孔のまわりをつきくずすことにより行なう。ピンセットをもって昆虫をつまむ時は、ピンセットに添える人指し指の指紋部をピンセットの中位に当て、この部分で指の肉をつまみではさむようにすると適度のクッションが得られ、虫体を傷つけることがなくなり、またコントロールが利きやすくなる。(図4) また成虫を横転させた後、指にしがみつかせ、2本の指の間にはさむ方法も有効である。

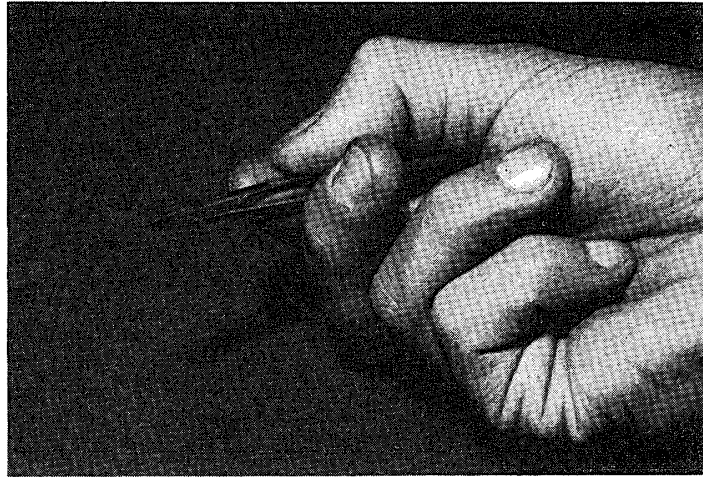


図4. 昆虫をつまむ際のピンセットの扱い方

飼料から羽化脱出した成虫の「強制的とり出し」および「採集」は、本来「カルチャーの更新」の円滑化のため毎日行なうことが望ましい。しかし特定の飼育係が常勤していない場合は前述の恒久的照明状態のもと、1週間に1回⁸⁾の作業でも十分な量のマス・カルチャーが可能である。

次世代の成虫はカルチャー開始後、3カ月前後を経た時点で次々と羽化脱出して来る。この直前に幼虫が多数食入していると見られる人工飼料を耳に押し当てると、内部の幼虫の穿孔活動による「カリカリ」という音がかすかに聞こえ、この音は親世代の成虫の投入量が多い程激しくなる。この方法による幼虫活動の検出は簡易法としてある程度有効と思われる。

飼育を続けて行くと、①飼育室を暗黒にした場合、飼料から幼虫が自然落下する、②成虫の強制的とり出しの過程でも若干の幼虫を飼料から同時にあばき出してしまう、③飼料中の幼虫の密度が高くと、飼料が崩壊してしまい多数の幼虫がこぼれ落ちる、などの事態が生じる^{3,4)}。このような幼虫は、マス・カルチャーの際の最大の厄介物となる。なぜなら、これらは再度人為的に人工飼料にかけた適当な穴の中に投入してやらねば生存できず、この幼虫の数が極めて多い場合、多大な労力を必要とするからである。そこでこれらの幼虫を労力をかけずに救済して成虫に至らしめるために次の方法を考案した。

通常のカルチャー用の飼育容器よりは大き目のもの(1l~3l容ビーカー等、ありあわせのガラス容器)を用意して前述のように消毒し、標準の人工飼料を手で分割して、一部を容器の底のろ紙の上に直接敷きつめ、ここへ幼虫の生存している飼料碎片をふりかける。さらにこの上に残りの人工飼料を置き、また飼料碎片をふりかけ、これを繰り返す、最終的には未食入の人工飼料を幼虫の生存する飼料碎片でとりかこむようにする。飼料碎片中の幼虫はもがきながら、より狭い空間を求めて動きまわり、遂にはその一部が適当な体の支えを得て新しい人工飼料の中に食入して行くのが見られる。1カ月程経て、この人工飼料をとり出し、他のカルチャーと同様の扱いで見守ると、やがて食入孔とは別の所に脱出孔をあけて成虫が出て来る。この方法により、全体の生存率は低い、ある程度成育した幼虫の一部が救済される。

3. 飼育結果と考察

3.1. 飼育経過

1978年9月より *L. brunneus* のマス・カルチャーを本格的に開始したが、それ以降現在(1980年5月)に至るまでの経過の概要として、得られた成虫の数の変化を図5に示す。

図5におけるこれらの成虫を、飼育の初期から雌雄判定の作業を中止する直前までの間にかけて4週間ご

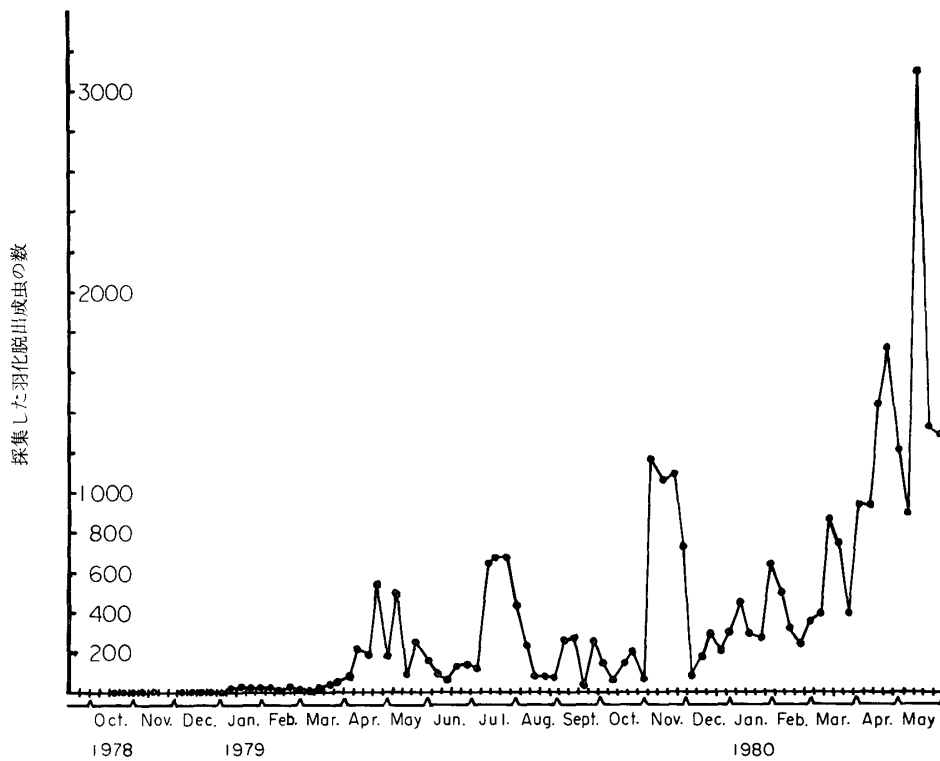


図5 週単位での成虫採集数の変化

表2. 羽化脱出成虫の性比の推移

期	間	♂の数 (N_M)	♀の数 (N_F)	性比 ($N_M:N_F$)
1978. 10. 15~1979. 1. 6 (12週間)		7	19	0.37 : 1
1979. 1. 7~	2. 3	41	144	0.29 : 1
2. 4~	3. 3	35	95	0.37 : 1
3. 4~	3. 31	72	81	0.89 : 1
4. 1~	4. 28	517	534	0.97 : 1
4. 29~	5. 26	503	544	0.92 : 1
5. 27~	6. 23	231	237	0.97 : 1
計		1406	1654	0.85 : 1

とにまとめて、その性比を表わしたものが表2である。

これによると、飼育の初期では性比の値が著しく低い。*L. brunneus* の性比の既往の研究に見る値を表3に掲げたが、これによると性比は通常1:1、または雄が雌を少し上まわる程度であり、ALTSON のみが「雌が雄を上まわる」と述べている。

このあたりの数字の一般性、およびその変化の原因は明らかではない。一方、1979年4月~7月頃に大阪府下においてラワンの造作材に自然発生した *L. brunneus* の個体群についてその雌雄を調べた所、73♂81♀で、0.90:1の性比であった。自然発生の本種の性比の調査例は皆無であり速断は下しえないが、性比は1に近いとしても良いであろう。

表 3. 既往の研究に見る *Lyctus brunneus* の性比

報 告 者	性比 ($N_M : N_F \equiv N_M / N_F$)	備 考
ALTSON ¹⁵⁾	1 >	一般的知見として
PARKIN ¹⁴⁾	7 : 5	木片飼育虫
GAY ⁷⁾	1 : 1	木片飼育虫
HARRIS and TAYLOR ⁸⁾	1 : 1	木片飼育虫
伊藤・廣瀬 ⁴⁾	1.10 : 1	人工飼料飼育虫

3.2. 生態学的知見

マス・カルチャーに必要な基本資料のうち、1匹の雌成虫の産卵数は最も重要なものの一つである。本種 *Lyctus brunneus* 1雌当たりの産卵数は、GAY⁷⁾ によると最大 221, 最小 0, 平均 76, 伊藤・廣瀬¹⁶⁾ によると最大 117, 最小 0, PARKIN¹⁴⁾ によると平均 70 とされているが、これらすべてが次世代の産出に寄与するわけではなく、次世代の羽化脱出数は1雌当たりでは、HARRIS and TAYLOR⁸⁾ によれば 20~40 (木片飼育), PARKIN¹⁴⁾ によれば約 20 (木片飼育), 飯島ら³⁾ によれば産卵数の「約 1/5」(人工飼料飼育) とされている。また当研究室における最大数として、1匹の雌による 110 匹の次世代産出を記録している。しかしながら、一般に昆虫の雌1匹の産卵数(または抱卵数)は、その雌成虫の体長(または体重)等により大きく左右されると考えられ、さらにこれらが産みつけられた後の次世代の羽化脱出数の産卵数(または抱卵数)全体に対する割合は、様々な環境抵抗が働いて決して 100% とはならず、環境条件により大きく減少する。したがって次世代の羽化脱出数を固定して考えるのは誤りである。

本昆虫のマス・カルチャーについて最大の次世代産出数を与える飼育条件を考えた場合、飼料片中の幼虫の個体密度が残された唯一にして最大の要因となり、これに対しては親世代の産卵雌成虫1匹あたりの飼料の量がそのパラメーターとなる。そこで昆虫に対する投与人工飼料重量によって次世代の産出数がどう変化するか(「密度効果」)について、マス・カルチャーの過程で得た飼育記録をもとに調べて見た。その結果を図6に示す。

これによると密度効果は明らかに出ており、飼料が多い程産出も良いということがわかる。しかしこの飼料量にも上限があり、これ以上の量を与えても無駄になるということが考えられ、今後この点についても検討して行く。逆に産卵雌1匹当たりの飼料量が 3.5 g を下まわると正常な個体数保持がなされないのと同時に飼料が崩壊し、多数の落下幼虫を生じるのが見られる。

本種のマス・カルチャーに対して障害となる生物として前述のカビ、および天敵のダニ類があるが、この他にカッコウムシ類^{11, 14, 17, 18)} および寄生蜂^{11, 12, 18)} が存在する。後二者は本研究室におけるマス・カルチャーの前段階としての本種加害材からの成虫の採集の過程で大量に発生したが、それ以後マス・カルチャーの過程では、外部との隔絶により発生を見ていない。

またカルチャーのろ紙上、およびフラスに、*Liposcelis* sp. (チャタテムシ目、コナチャタテ科の一種)、および人工飼料にジンサンシバンムシ (*Stegobium paniceum* (LINNÉ)) (シバンムシ科の一種、酒井雅博氏同定) (いずれも乾燥植物質の害虫) がわずかに発生したが、害はなく間もなく消失した。このうち *Liposcelis* に対しては注意を要すると考えられる。

4. ま と め

L. brunneus のマス・カルチャーについては細心の注意 および 時間と労力を惜まない限り成功すると思われる。これについて得られた知見を列記する。

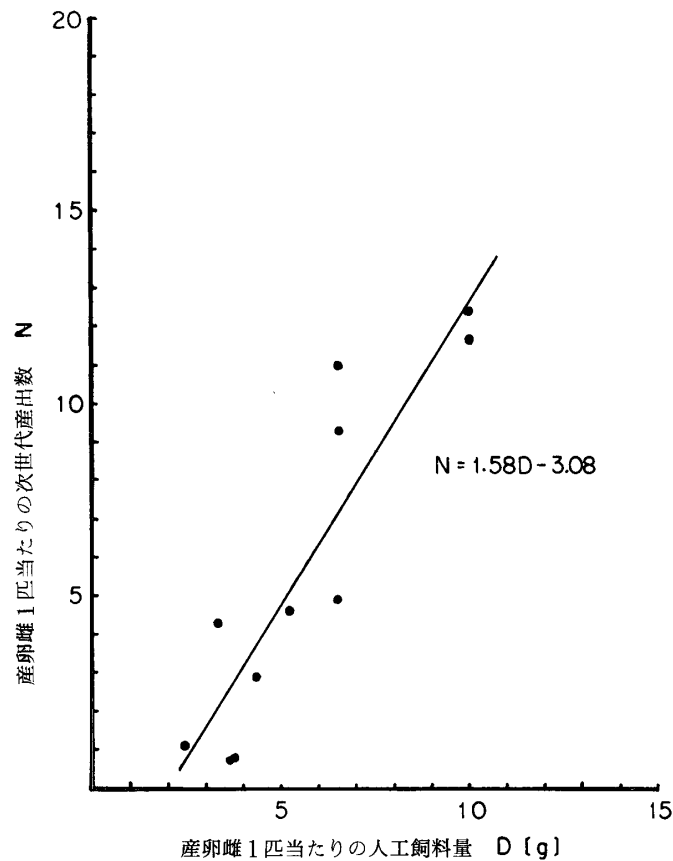


図6 人工飼料飼育における密度効果

- ① 機械化による飼育室の恒温恒湿化は本種マス・カルチャーに不可欠である。
- ② 気温 25～6°C, 相対湿度 75% が最短ライフサイクル長を与えるが, カビの発生の恐れのためこれを少し下げてそれぞれ 24.5°C, 70% とすることが望ましい。
- ③ 東京農大式人工飼料では, 固化のため原料に添加する水分量の指定が少ないと考えられる。固型保持には原料に対して 100～120% の水分の添加が必要である。
- ④ ダニ等の天敵の防除には細心の注意をはらわねばならないが, ダニに対して用いる β -ナフトールは人体に有害なので注意が必要である。
- ⑤ 「カルチャーの更新」をより円滑に行なうために, 1 週間に 1 回の「羽化脱出成虫の強制的とり出し」を前提として飼育室内の照明を恒久的に点燈することにより, 羽化した成虫の同飼料での活動を抑制することができる。
- ⑥ 落下幼虫は低い生存率ながらこれを救済することが劣せずして可能である。
- ⑦ 性比はおおよそ 1 に近いが, 飼育初期に雌が雄の数を上まわった。
- ⑧ 投入成虫に対する飼料の量が少ないと次世代産出が落ちる。

謝 辞

最後に, 本研究のための昆虫の提供および助言を賜った東京農業大学林学科林産化学研究室, 住友化学工業株式会社生物科学研究所, 朝日特殊合板株式会社に対し厚く御礼申し上げる次第である。

文 献

- 1) CYMOREK, S.: Proc. 12th Int. Congr. Entom. (London, 1964), vol.1, 687~689 (1965)
- 2) WÄLCHLI, O.: (未発表) (3), 11) より)
- 3) 飯島倫明, 松垣宮都, 芝本武夫: 木材学会誌, **24** (3), 201~205 (1978)
- 4) 伊藤高明, 廣瀬忠爾: 日本応用動物昆虫学会誌, **23** (3), 188~191 (1979)
- 5) 鈴木憲太郎: 第30回日本木材学会大会(京都)研究発表要旨集, 242 (1980)
- 6) PARKIN, E. A.: Ann. Appl. Biol., **30**, 136~142 (1943)
- 7) GAY, F. J.: Austr. J. Zool., **1**, 102~110 (1953)
- 8) HARRIS, E. C. and TAYLOR, J. M.: Timb. Technol., **68**, 193~195, 197 (1960)
- 9) ROSEL, A.: Pest Technol., **4** (4), 78~82 (1962)
- 10) 野淵 輝: 第28回日本木材学会大会(名古屋)研究発表要旨集, 319 (1978)
- 11) 森 八郎: 木材保存, No. 5, 11~23 (1976)
- 12) 松垣宮都: 農薬, **24** (2), 50~53 (1977)
- 13) GAY, F. J. and GREAVES, T.: J. Council. Sci. Indust. Res. Austr., **15** (4), 315~317 (1942)
- 14) PARKIN, E. A.: Ann. Appl. Biol., **21**, 495~518 (1934)
- 15) ALTSON, A. M.: J. Linn. Soc. Zool., **35**, 217~227, pl.12 (1923)
- 16) 伊藤高明, 廣瀬忠爾: 日本応用動物昆虫学会誌, **22** (2), 68~73 (1978)
- 17) ST. GEORGE, R. A.: J. Agr. Res., **29** (1), 49~51 (1924)
- 18) 小島俊文: 林学会雑誌, **16** (2), 128~130 (1934)