

コクヌストの産卵と生育に関する試験

山 本 正 宗

神戸植物防疫所大阪支所

I. はじめに

メチルプロマイドによる貯穀害虫のくん蒸効果を判定するため、現在供試用昆虫としてヒラタコクヌストモドキ *Tribolium confusum* JACQUIN DU VAL を使用しているが、効果を正確に判定するためには、より抵抗性の強い昆虫を使用する必要がある。BOND ら (1954・1961) はコクヌスト *Tenebroides mauritanicus* LINNÉ がメチルプロマイドに対して抵抗性が強く、供試用昆虫として適していることを指摘し、その飼育方法などを報告したが、その方法は餌の調整や飼育管理がわずらわしく、植物防疫所において日常業務に使用することは困難である。そこで餌の調整や飼育管理が容易で发育を統一にさせる増殖法の発見を目的としてこの試験を行なった。当初の目的のためにはなお不十分な点が多いが、少々の新知見を得たのでここにその結果を報告する。

本文に入るにさきだち、本稿のご校閲を賜った横浜植物防疫所調査課梅谷献二博士、ご指導ご援助を賜った石田栄一前大阪支所長・沢二郎大阪支所長・深町十吾技官・向野瀬健技官並びに当所所員各位に深く感謝の意を表する次第である。また本試験に使用した小麦全粒粉を長期にわたり提供された前田産業株式会社に対し厚くお礼申し上げる。

II. 予備試験概要

本試験を始めるのにさきだち、1963年以降若干の予備試験を行なったのでその概要を簡単に述べておく。

コクヌストの生育についてはすでに上述した BOND の詳細な研究があるが、この報告と対比させて飼料や飼育方法に検討を加えた。

成虫の飼料: BOND らは成虫の飼料としてオートミールに水を加えてカビを発生させた餌及びオートミールに醸造酵母及び水に溶かした寒天を加えた餌を用いたが、これらの方法は各種のカビの発生をとまらうため栄養的

に不安定と考えられたので、筆者は新たにより安定性の高いと思われる各種の飼料を調製して比較試験を行なった結果、小麦全粒粉に乾燥酵母を加えた飼料が、BOND らの飼料よりも産卵数が明瞭に増加し、より好適であることがわかった。

幼虫の飼料: BOND らは各種の動物質・植物質の飼料を用いて幼虫を飼育した結果、小麦全粒粉を与えた場合がもっとも发育が良いと報告した。筆者は小麦全粒粉と、これにさらに乾燥酵母 5% を添加した飼料について比較飼育を行なった結果、後者の方が死亡率が低く、体重も増加し、发育期間が短縮することがわかった。

産卵器と蛹化器: BOND らはコクヌストが物の裂け目に産卵する習性があることに着目し、卵の平均幅が 0.27 mm であることを考察して、1 辺 25 mm の 2 枚のプラスチック板の間に、厚さ 0.3 mm のより小型の紙をはさみ、周辺に間隙を作った産卵器を考案した。筆者はこれに代るものとして、2 枚のスライドガラスの間に幅 10 mm・長さ 55 mm・厚さ 0.3 mm のケント紙をはさみ、両端を輪ゴムで固定した産卵器（以下、スライドガラス採卵器と呼称する）を作成し、比較試験を行なった結果、後者の方がより大型な点を反映して産卵数が多く、採卵にはより好都合なことがわかった。また、産卵器の設置方法として、飼料表面に水平に置いた場合と垂直に置いた場合とを比較した結果、後者の方が前者の約 2 倍の産卵数を示した（第 1 図版左中参照）。

コクヌストは一般に木質に食入して蛹化することがわかっていて（春田：1949, MONRO: 1951）。また、筆者は製粉工場で小麦粉のダストが腐敗して固まった中で蛹化しているのを観察しているが、飼育において、小麦全粒粉の中では蛹化させることができない。このため BOND らは 1 辺 15 mm の角型のコルクブロックを与えて蛹化させる方法をとっている。筆者は、スギ・キリ材および小麦全粒粉を水で固めたものなどについて蛹化器としての効果を検討したが、いずれもコルクブロックと比較して、食入個体がいちぢるしく減少し、羽化率も低下した。

III. 材料および方法

材料として用いたコクヌストは、1963年大阪府下の製粉工場で採集して、以後当所で温度 25°C（ただし夏期は室温）湿度 75% の暗黒条件の定温器で小麦全粒粉と乾燥酵母の混合飼料を用いて累代飼育中のものである。

実験に使用した飼育容器は次の2種類で、試験に応じて使い分けた。

小型容器——直径 9 cm, 高さ 5 cm, ふたの中央に直径 1.5 cm の円孔（和紙を貼付）のある腰高シャーレ。

大型容器——直径 14 cm, 高さ 10 cm, ふたは和紙で全面を覆って用いた。

また、実験中の幼虫の飼料はとくに記入のない限り、小麦全粒粉に乾燥酵母 5% を加えた混合飼料（以下、混合飼料と略称する）を用い、成虫の産卵器は前記のスライドガラス採卵器を使用したものである。

また、すべての実験は湿度 75%, 暗黒条件下で行なった。

その他の温度条件・実験方法については、各項目ごとに述べることにする。

IV. 産卵数に関する試験

i. 方法

成虫に2種の飼料（混合飼料と小麦全粒粉単独）を与えた場合の産卵数のちがいを調査した。方法は小型容器にそれぞれの飼料 15 g と採卵器 1 個を入れ、羽化後 10~26 日目の成虫 3 対づつを放ち、25°C から 25°C 以上の夏期室温下（29.2°C ± 6.5°C）で産卵数と孵化率を調査した。

調査方法は1飼料について3シャーレを用い、90日間にわたり、3日目ごとに産卵数を調査した。

一方、1定量の餌に対する成虫密度と産卵数を調査するため、次の試験を行なった。すなわち、上記と同一条件のシャーレに羽化後7日目以内の成虫を密度を3対、6対に変えて入れ、各シャーレについて90日間の産卵数を調査した。調査は 25°C 定温下および以上の夏期室温下で2回にわたって行なった。

ii. 結果

a. 成虫の飼料と産卵数：成虫の飼料による産卵数のちがいは第1表に示すとおりである。すなわち総産卵数は混合飼料の方が小麦全粒粉単独区よりも 76.5% も増加した。

また、本試験で得られた卵の一部について孵化率を調査した結果は第2表に示すとおりで、小麦全粒粉単独区の卵の孵化率がやや高かった。

第1表 飼料のちがいによる成虫の産卵数（90日間）
（放飼成虫数は各区とも3対）

飼料	反復区	総卵塊数	総卵数	1雌平均産卵数
小麦全粒粉	A	49	2040	911
	B	56	2117	706
	C	61	3109	1036
	平均	55.3	2422	884
小麦全粒粉 乾燥酵母 5%	A	82	3058	1436
	B	108	5021	1674
	C	105	4751	1584
	平均	98.3	4276	1565

第2表 2種の餌で飼育した成虫から採卵した卵の孵化率

反復回数	小麦全粒粉		小麦全粒粉・乾燥酵母 5%	
	調査総卵数	孵化数（率%）	調査総卵数	孵化数（率%）
第1回	237	175 (73.9)	265	189 (71.3)
第2回	190	159 (83.6)	560	424 (75.7)
第3回	181	152 (83.9)	512	366 (71.4)
平均	203	162 (80.5)	446	326 (72.8)

b. 成虫の密度と産卵数：成虫の密度のちがいによる産卵数は第3表に示すとおりである。25°C 定温下では3対区の1雌平均産卵数は1427卵で、6対区よりも3対区の方が44.5%も増加を示した。夏期室温下の場合も同様に3対区の方が9.2%産卵数が多かった。試験中の供試虫の死亡は、25°C 定温では6対区1雌のみにとどまったが、夏期室温区では3対区で1雌、6対区で4雌2雄と3対区に比較していちぢるしく死亡個体数が多かった。

第3表 成虫密度を3対、6対と変えた場合の90日間における産卵数

飼育温度	放飼対数	反復区	卵塊数	卵数	1雌平均産卵数	死虫数
25°C定温	3対	A	72	3560	1187	0
		B	82	3559	1187	0
		C	105	5719	1906	0
		平均	86.3	4279	1427	
	6対	A	119	5980	997	0
		B	112	6336	1056	0
		C	122	5401	909	1♀
		平均	117.7	5906	987	
夏期室温 (29.7±9.2°C)	3対	A	97	4720	1573	0
		B	86	3528	1310	1♀
		C	69	3076	1025	0
		D	115	5367	1789	0
		E	85	3461	1154	0
		平均	90.4	4030	1370	
	6対	A	122	5996	1013	1♀
		B	132	6375	1121	1♀
		C	130	7473	1254	1♂
		D	147	8724	1454	1♀
		E	149	7920	1429	1♂
		平均	136.0	7298	1254	1♀

V. 幼虫の生育に関する試験

i. 方法

小型シャーレに小麦全粒粉を50g づつ分入し、産卵後48時間以内の卵を10・20・40・80卵の4段階に分けて入れ、各区シャーレを用いて25°C 定温から25°C以上の夏期室温下(30.2±9.5°C)で飼育を行なった。

調査はまず幼虫が終令に達したときに生存個体数と体

重を測定し、同日蛹化材料としてコルクブロック(1辺15mm 角型)を各シャーレに5個づつ入れ、30日経過後から5日目ごとに8回羽化成虫数を調査した。

また、この調査とは別に幼虫の發育経過を調査するため次の試験を行なった。すなわち、24時間以内に孵化した幼虫200個体を大型容器で混合飼料500gを与えて飼育し、40日目に蛹化材料としてコルクブロックを幼虫3個体に1個の割合で与え、70日目から5日目ごとに100日目まで成虫の羽化脱出数ならびに雌雄の別を調査した。また、飼育開始後30・40日目に生存個体と体重を測定した。

この試験は25°C(25°C以上の夏期は室温)で8回反復した。

また、小型容器30シャーレに、1シャーレ当たり混合飼料25gを入れ、孵化後24時間以内の幼虫10個体を放ち、25°C以上の夏期室温(31.9±5.4°C)下で7日目ごとに3シャーレずつ取り出し、幼虫を70%アルコールで固定して頭巾を測定し、令構成・令期などについての調査も行なった。

ii. 結果

a. 幼虫の密度と生育：幼虫の密度と發育経過は第4表に示すとおりである。終令幼虫の生存率は20卵区が最も高く、10卵区・40卵区・80卵区の順に低く、幼虫1個体の平均体重は10卵区が最も重く、密度が高くなるにしたがって減少を示した。

また、40・80卵両区では傷害虫がそれぞれ5.5%観察され、さらに傷害が原因と思われる乾燥固化致死個体が20卵区に2%・40卵区に12%・80卵区に13%認められた。

成虫の羽化率は20卵区が最も高く、10卵区・40卵区・80卵区の順に低く、幼虫生存率と同じ傾向を示した。とくに高密度区においては幼虫生存率に対して羽化率は急激に減少を示し、80卵区では終令幼虫時には約半数が生存していたにもかかわらず、成虫まで生育したのはわずかに15%にすぎなかった。羽化脱出期間は第1図に示したように、各区とも飼育開始後90日目(コルクブロック投入後35日目)頃がピークとなったが、その期間は10卵区が最も短かく、密度が高くなるにしたがって羽化期間が延長する傾向を示した。

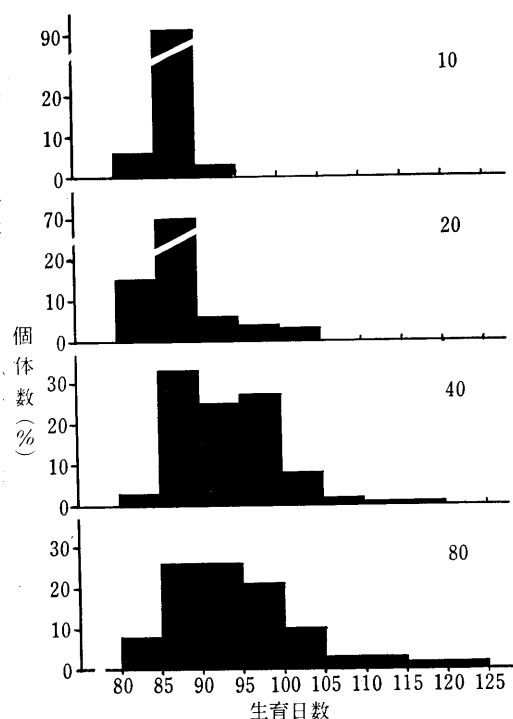
なお、羽化成虫の性比は各区によってまちまちで一定の傾向は認められなかった。

第4表 幼虫の密度と發育経過

反復回数	卵数	終令幼虫				羽化成虫		性比 ♀ : ♂
		個体数	(生存率%)	平均体重 mg	傷害幼虫 %	羽化個体数	(羽化率%)	
5	10	7.6±0.8	(76.0)	53±6.3	0	7.2±0.8	(72.0)	47 : 53
5	20	17.2±1.9	(86.0)	38±3.0	0	14.6±2.7	(73.0)	53 : 47
5	40	28.2±4.2	(70.5)	24±2.7	5.5	19.0±1.2	(47.5)	56 : 44
5	80	36.6±14.1	(45.7)	20±6.3	5.5	12.2±5.4	(15.2)	43 : 57

第5表 小麦全粒粉に乾燥酵母を5%加えた餌による幼虫の發育経過

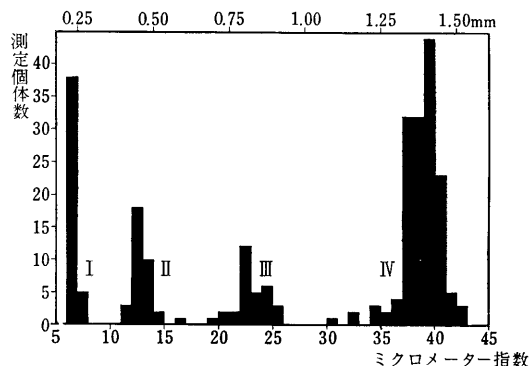
反復区	放飼 幼虫数	30日目の發育		40日目の發育		羽化		性比 ♀ : ♂
		生存率 (%)	平均体重 (mg)	生存率 (%)	平均体重 (mg)	成虫数	(羽化率%)	
A	200	83.5	19	83.5	49	147	(73.5)	54 : 46
B	200	—	—	87.0	49	136	(68.0)	59 : 41
C	200	—	—	86.0	54	147	(73.5)	51 : 49
D	200	88.5	14	87.5	42	145	(72.5)	54 : 46
E	200	81.5	20	76.5	47	131	(65.5)	56 : 44
F	200	92.0	18	88.0	47	149	(74.5)	50 : 50
G	200	89.0	19	83.0	44	150	(75.0)	49 : 51
H	200	96.0	16	91.0	45	157	(78.5)	55 : 45
平均	200	88.4±5	18	85.3±4	47	145.2	(72.6±4)	53 : 47



第1図 幼虫期の密度が生育期間(産卵～羽化)に及ぼす影響

第6表 各測定日における幼虫各令個体数の分布

飼 育 後 の 日 数 (日)										
令	1	7	13	21	27	35	42	48	56	63
I	30	13								
II		12	20	2						
III			6	25						
IV				1	29	28	28	25	24	23



第2図 幼虫の頭巾頻度分布

第1図説明各調査日毎の個体数は、各密度ごとに羽化個体数を合計したものである。

b. 幼虫の發育経過：幼虫の發育経過に関する試験の結果は第5表に示すとおりである。幼虫の生存率は飼育開始30日目では88.4%，40日目では85.3%であった。幼虫1個体の平均体重は30日目では18mg，40日目では47mgであった。また，成虫の羽化率は72.6%で，その性比については有意な差が認められなかった。

幼虫の令と頭巾との関係は第2図に示すとおり完全に4つの山に独立した集団となった。この結果は明らかに頭巾変異が令期によって分離していることを示すものと思われる。

幼虫の令と發育期間については，第6表に各測定日ごとの令期別の個体数の分布を示した。各令期の日数については，調査日の間隔が7日目ごとであったため正確に知ることは出来なかったが，第6表にもとづく前後関係から，一応各令期間は7日前後であると推定することができる。また，27日目以後63日目まで未蛹化幼虫の頭巾に変化が認められなかったことから，本種は4令以後蛹化に適した環境に相遇しなければ以後の發育が停止するものと思われる。

VI. 考 察

コクヌストの生態について春田(1949)は，本種は食肉性で他の昆虫を捕食する習性を有し，中でもコクゾウの幼虫を好んで捕食すること・幼虫の發育にはこのような動物質の餌が必須であることを報告しているが，一方，COTTON(1923)・BONDら(1954)などはトウモロコシ・小麦・小麦全粒粉・オートミール・酵母・グリセリン等の材料を調合した植物質の餌だけで飼育を行っている。すなわちコクヌストは生きた昆虫のような動物質の餌でも，純植物質の餌でもともに摂食して生育することが可能な昆虫ということが出来る。しかし，コクヌストをメチルプロマイドくん蒸の効果判定用供試虫として利用する必要性から，この試験はいずれも植物質の飼料のみを与えて行なったものであるが，前述の諸結果は，本種が単独の植物質飼料で極めて順調に生育することはもちろん，穀類の1次害虫として従来いわれているよりも，かなり重要視すべき種類であることを示唆するものであろう。

本種を大量に増殖するためには，まず多くの卵を効率的に得なければならない。前述のごとく，この点に関しては多くの報告があるが，筆者が本調査において始めて

試みた小麦全粒粉と乾燥酵母5%の混合飼料は，成虫の飼料としてこの目的のためにはきわめて好適なことを示した。すなわちこの混合飼料は他の飼料よりも材料の種類が少なく，調整も容易で変質しにくいことなどから，今後の大量飼育のためには有力な飼料となろう。

成虫の密度が産卵におよぼす影響については1容器当たりわずかに3対と6対の2密度区について比較したのみであるが，3対区の方が1雌成虫当たりの産卵数が多く，この程度の低密度でもすでに棲息密度の影響が現われた。また，25°C以上の夏期室温で行なった試験では6対区に死亡個体がいちじるしく多く，6対区の個体間の干渉がかなりはげしいことを示した。このことは本種の採卵に当たって高密度はきわめて悪い結果をもたらすことを示すものと思われる。

温度が産卵に及ぼす影響については，夏期の25°C以上の室温と25°C定温の両区を比較しても産卵数に有意な差は認められなかったが，1シャーレに6対入れて飼育した場合は，25°C定温より25°C以上の夏期の方が産卵数が増加した。このことは採卵のためには25°C以上の温度がより有効なことを示すようにも思われる。しかし，この場合でも3対区の方が6対区よりも産卵数が多く，他の障害も少ないので，一応めやすとして本虫の飼育密度は，前記の条件下では1容器当たり3対が適しているものと推定される。

幼虫の飼料についても，筆者が試みた前記の混合飼料はきわめて良好な結果を示し，BONDらがもっとも好適であると指摘した小麦全粒粉よりもさらに生育が促進され，終令幼虫の生存率，成虫の羽化率共に高い結果を示した。少例の調査ではあるが，このことから乾燥酵母がコクヌストの幼虫の發育を促進し，特に羽化率を高くすることに関与していることが推定される。

幼虫期の密度が生育におよぼす影響については，成虫の場合と同様に高密度になるほど密度効果が強く現われ，終令期における幼虫の生存率は40卵区以下の密度区ではいずれも70%以上で有意差は認められなかったが，80卵区では46%と有意に減少しており，体重も密度が高くなるにしたがって漸次減少した。また，高密度区に損傷個体が多く観察されたことも個体間の干渉のはげしさを示すものと思われる。

幼虫期の密度の差異が成虫の羽化におよぼす影響については，羽化率は10卵区・20卵区で有意な差は認められなかったが，40卵区・80卵区では有意に減少し，羽化脱出期間も密度が高くなるにしたがって長くなる傾向を示していることから，密度が高くなるに従って幼虫期

の栄養摂取量が少なく、また、ばらつきも大きくなり生育に長期を要するものと推定される。

以上の結果から、コクヌストは成虫・幼虫共に小麦全粒粉に乾燥酵母を5%加えた餌で比較的管理も簡易に飼育することが可能であることがわかった。この餌を用い、成虫を1シャーレに3対入れて温度25°C (25°C以上の夏期は室温)・湿度75%で飼育すれば、90日間に1雌成虫当たり1,500卵を産卵する。幼虫は餌500gに200個体(餌2.5gに1個体)を入れて飼育すれば、終令幼虫の生存率は85.3%、成虫の羽化率は72.6%、すなわち145個体が羽化する。一世代の経過日数については、本試験の条件では卵期7~8日、幼虫期は約40日、蛹期および羽化後コルク片から成虫が脱出する最盛日までの期間は約45日で、卵から成虫まで約88日で経過することなどが判明し、くん蒸効果判定用昆虫として大量飼育することは、これらの方法で、かなり容易であると結論することができる。

VII. 摘 要

コクヌストをメチルプロマイドくん蒸の効果判定用昆虫として利用するため、入手の容易な飼料を用い、しかも調整と飼育管理が簡易で生育の整いな本虫をより効率的に増殖することを目的として試験を行なった。

1. 成虫は小麦全粒粉に乾燥酵母を5%加えた餌を用い、1シャーレに3対を入れて飼育すると最も産卵数が多く、90日間に1雌平均1,500卵を産卵した。この卵の孵化率は73.3%であった。

2. 採卵の効率を高くするため、1シャーレに成虫を3対と6対の2区に分けてその産卵を比較した結果、1雌当たりの産卵数は3対区の方が多かった。比較した6対区では25°C以上の夏期室温での試験で死亡個体がいちじるしく多く、高密度で飼育すると摂食・産卵の妨害、闘争などの阻害要因をとまうことが推定される。

3. 幼虫は小麦全粒粉に乾燥酵母を5%加えた餌500gに孵化直後の幼虫200個体を入れて飼育し、飼育

開始40日目に蛹室材料として幼虫3個体に1個の割合でコルクブロックを与えると85日目を最盛期として成虫が羽化脱出した。この飼育方法において、終令羽虫の生存率は85.3%、成虫の羽化率は72.6%であった。

4. 小麦全粒粉に乾燥酵母を5%加えた餌により幼虫の脱皮回数と令発育所要日数を調査した結果、幼虫は3回脱皮し、4令を経過し、各令期間は約7日であった。また、本虫は4令を経過しても蛹化に適した環境(木質等に食入)を与えなければ蛹への変態をなし得ないことが観察された。

5. 幼虫期の密度の差異がその生育と成虫の羽化におよぼす影響については、密度が高くなると幼虫の体重、成虫の羽化率は減少し、羽化は長期間にわたる傾向を示した。幼虫期の高密度は摂食妨害や闘争をとめない、損傷個体を生じたり、生育を抑制されることが推定される。

この試験において成虫の羽化率が最も高く本虫の増殖のために効率が高かったのは、1シャーレに餌50gを入れ、20卵を放飼した区であった。

VIII. 引用文献

- BOND, E. J. and H. A. U. MONRO (1954) Rearing the Cadelle *Tenebroides mauritanicus* (L.) (Coleoptera: Ostomidae) as a Test Insect for Insecticidal Research. *Canad. Ent.*, **86**: 402~408.
- BOND, E. J. and H. A. U. MONRO (1961) The Toxicity of Various Fumigants to the Cadelle, *Tenebroides mauritanicus*. *Jour. Econ. Ent.*, **54**: 451~454.
- COTTON, R. T. (1923) Notes on the Biology of the Cadelle, *Tenebroides mauritanicus* LINNE. *Jour. Agric. Res.*, **26**: 61~68.
- 春田俊郎 (1949) オオコクヌスト及びコクヌストの生態について. *昆虫*, **17**: 78~80.
- MONRO, H. A. U. (1951) *Insect Pest in Cargo Ships*. Publication 855 Canada Dep. Agric.

Summary

Studies on the Oviposition and Development of the Cadelle, *Tenebroides mauritanicus* LINNÉ

By

Masamune YAMAMOTO

Osaka Branch, Kobe Plant Protection Station

A trial experiment was initiated to seek a method of mass production of *Tenebroides mauritanicus* L. by using readily available feeds.

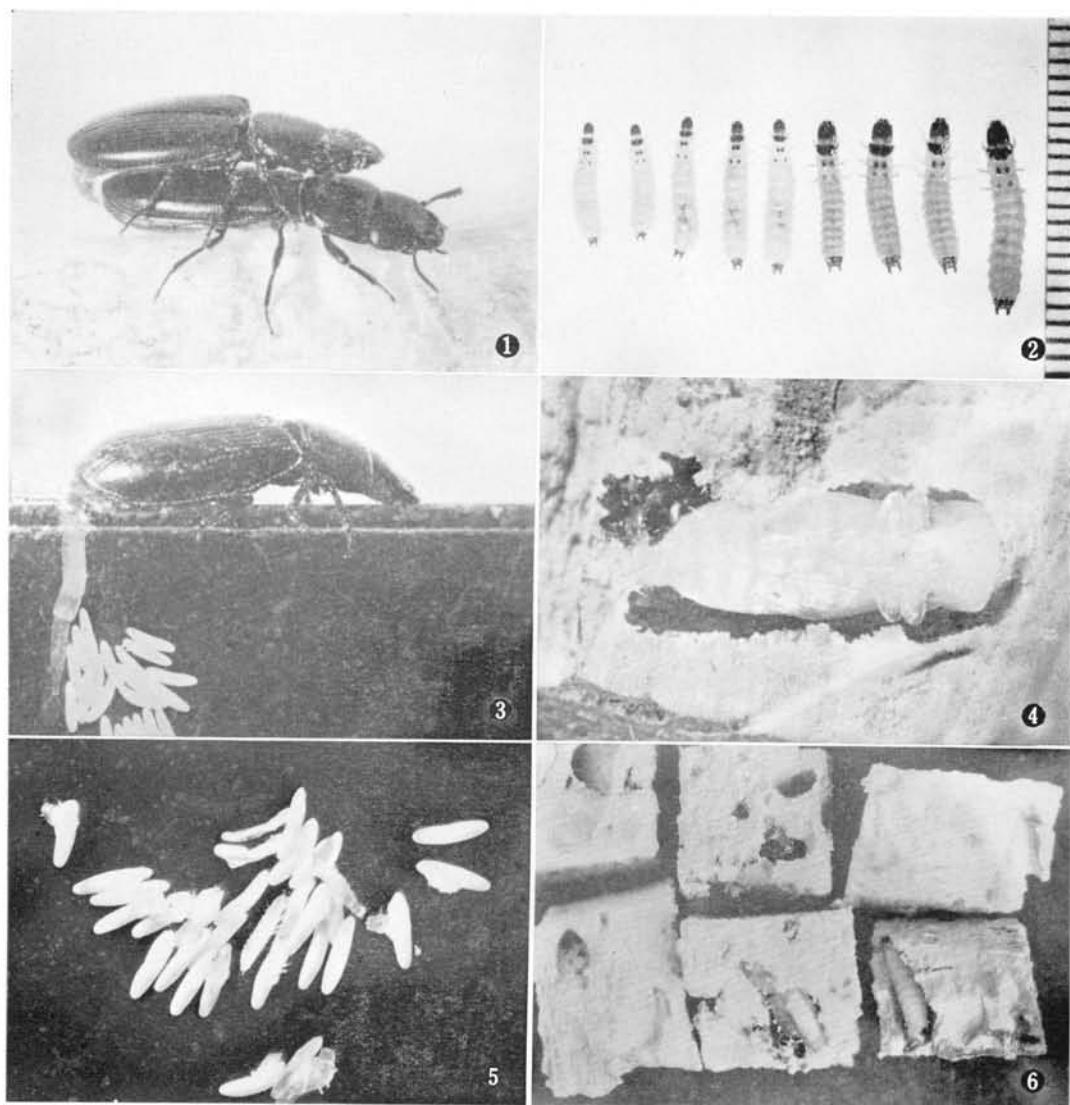
(1) When the adults were reared on crushed wheat grains mixed with 5% dried yeast, the maximum egg deposit was obtained by caging three pairs of adult in one petri dish. The average egg deposit for one female was 1,500 in 90 days and the average hatching ratio was 73%.

(2) The egg deposit from three pairs of adult was consistently higher than that from six pairs for one petri dish. This is apparently caused by an over population which has a tendency to increase interference among the individual adults.

(3) When 200 larvae were reared on 500 g of the same diet at 25°C and pieces of cork were provided as pupation site after 40 days, the emergence of adults occurred with the maximum peak around 85 days. The rate of survival of fourth instar larvae was 85% and the adult emergence was 73%.

(4) The larvae were found to complete four instars on this diet. Each instar period took about 7 days. The presence of a favorable site was found to be essential to induce the pupation of matured larvae.

(5) The high population density during the larval period tends to reduce the larval weight, the rate and uniformity of adult emergence. The maximum adult emergence was obtained with 20 eggs reared on 50 g of diet for one petri dish.



左上，成虫の交尾，中，雌成虫の産卵状況，下，幼虫の孵化。

右上，3令（左5匹）及び4令（右4匹幼虫（目盛は mm.）），中，コルクブロック内の蛹，下，コルクブロック内の各ステージ。