

# マメゾウムシ類の比較生態学的研究

## IV アズキに寄生する5種のマメゾウムシ類の冷温(5°C)に対する抵抗性

梅谷 猷二・加藤 利之・関口 洋一\*

横浜植物防疫所調査課

通常、休眠性を持つ昆虫は、年間通じての日長変化や四季のサイクルのちがう土地では生活を継続できない。また、休眠性を持たない昆虫では気温への適応、とくに耐寒性の強弱がしばしば分布の拡大に支配的な要因となる。このため、昆虫の分布拡大は東西方向におこりやすく、南北方向にはおこりにくい。現在、穀類害虫の多くの種類は、一般に分布範囲が広く、世界共通種も散見されるが、これは餌である穀類の世界的交流という人為的な現象が分布の機会を提供し、もともと耐寒性が強かったり、低温に対する抵抗力の発達しやすい種類が定着を果たしたほか、屋内害虫化という特殊な適応が、本来の能力を越えて分布を拡大させたことも見のがせない。

しかし、一方では重要な穀類害虫で、餌の制約から解放されているにもかかわらず、分布範囲が限定されている種類も少なくない。そして、未分布の地域においてはその侵入を警戒しているが、個々の種類についての基礎的な研究が不十分なために、分布の制限が単なる侵入の機会の多少に起因するものか、昆虫自身の内因的な理由によるものかについての考察は困難な場合が多い。

筆者らは、これらの問題と関連して、休眠性のない5種類の多化性のマメゾウムシ類について、生育不能な冷温である5°C下における各ステージ別の経時的生存率について比較検討を行なったので、ここにとりまとめて報告する。

本文に先だち、実験に協力いただいた当所清水啓技官(現在農事試験場)およびローデシアマメゾウの輸入に当たって甚力いただいた門司植物防疫所尊田望之技官に御礼申し上げる次第である。

### 材料および方法

材料：実験を行なったマメゾウムシ類は、いずれもアズキを加害し、完熟した豆粒だけで生活を継続できる、いわゆるクロス型に属する次記の5種類である。

<i>Callosobruchus chinensis</i>	アズキゾウ
<i>C. maculatus</i>	ヨツモンマメゾウ <sup>1)</sup>
<i>C. rhodesianus</i>	ローデシアマメゾウ <sup>2)</sup>
<i>C. analis</i>	アカイロマメゾウ <sup>3)</sup>
<i>Zabrotes subfasciatus</i>	ブラジルマメゾウ <sup>1)</sup>

このうち、アズキゾウは当所において約10年間累代飼育中の日本産(西ケ原系統)の個体群であるが、他の4種はいずれも日本未分布種で、それぞれ輸入ののち増殖させて供試した。なお、飼育と増殖は25°C、湿度70%に調節した当所バイオトロンにおいて、暗黒条件下でアズキを餌として行なった。

供試したアズキは、北海道産の大納言で、4および5メッシュのふるいで選別して粒の大きさを揃え(10粒重1.98±0.1g)、実験に用いた。

実験方法：25°C下で飼育中の各種類について、卵・幼虫(1令・終令)・蛹・成虫(羽化後24時間以内)の時期に、いろいろな日数段階で冷温(5°C)に接触させたのち、ふたたび25°C下に戻した。成虫を除く各ステージは、アズキに寄生したままの状態で供試し、のちに羽化成虫数を無処理区の場合と対比させることによって冷温抵抗性を比較検討した。また、成虫の場合は25°Cに戻してのち24時間後における死亡数を直接比較した。詳細はつぎのとおりである。

卵・幼虫・蛹——25°Cの条件下で、48時間以内に羽化した成虫多数を、種類別にうすい木箱(30×40×高さ5cm)に入れた2kgのアズキに、24時間自由に産卵させた。この結果、各種類のアズキ1粒当たりの産卵数はつぎのようになった。

- 1) とともにビルマ産。輸入特別許可、農林省指令38農政第846号。
- 2) アフリカ、ローデシア原産、イギリスの Pest Infestation Laboratory より輸入。輸入特別許可、農林省指令42農政B第1975号。
- 3) タイ産。輸入特別許可、農林省指令43横植第1115号。

\* 現在、農林省農政局植防疫課

アズキゾウ	2.1±0.7 卵
ヨツモンマメゾウ	3.2±1.0
ローデシアマメゾウ	0.7 —
アカイロマメゾウ	2.0±0.9
ブラジルマメゾウ	2.1±1.4

この産卵アズキを種類別に 20g ずつ小形シャーレ（直径 9cm）に分入して、そのまま 25°C 下で飼育を続け、卵・1 令幼虫・終令幼虫・蛹の時期に一定数のシャーレを 5°C、湿度 75% に調節した低温度恒温槽に移し、各ステージとも 5 日目ごとに 1 区ずつ再び 25°C 下に戻した。各処理区とも 3 シャーレを 1 区とし、その平均羽化数をオス・メス別にかぞえ、別にもうけた無処理区（5 シャーレ）の場合と比較して冷温接触の期間と死亡率を判定した。

供試したマメゾウムシは種類によって 25°C 下における発育速度に差があるため、産卵アズキをシャーレに分入したさいの余剰のアズキを別に保存し、定期的に内部の虫のステージ構成をしらべ、第 1 図の矢印で示したように、冷温接触時の産卵後経過日数を種類ごとにちがえて、ほぼ同一条件のステージで種間の冷温抵抗性を比較できるように留意した。ただし、アカイロマメゾウの蛹期区（第 2 図 \* 印）のみは、実験時のつごうによって、前蛹期と蛹化直後の個体がほぼ半数ずつ混在している時期に供試した。

また予備試験の結果、各種類とも卵期が冷温にもっとも弱いことが予測できたので、冷温接触のために設定した区数は、供試ステージによって数をちがえた。第 2 図

はその一例としてアズキゾウの場合における区数の設定を示したものでこの図と同様にいずれの種類も無処理区を含めて総計 35 区（シャーレ 107 枚）の範囲で実験を行なった。

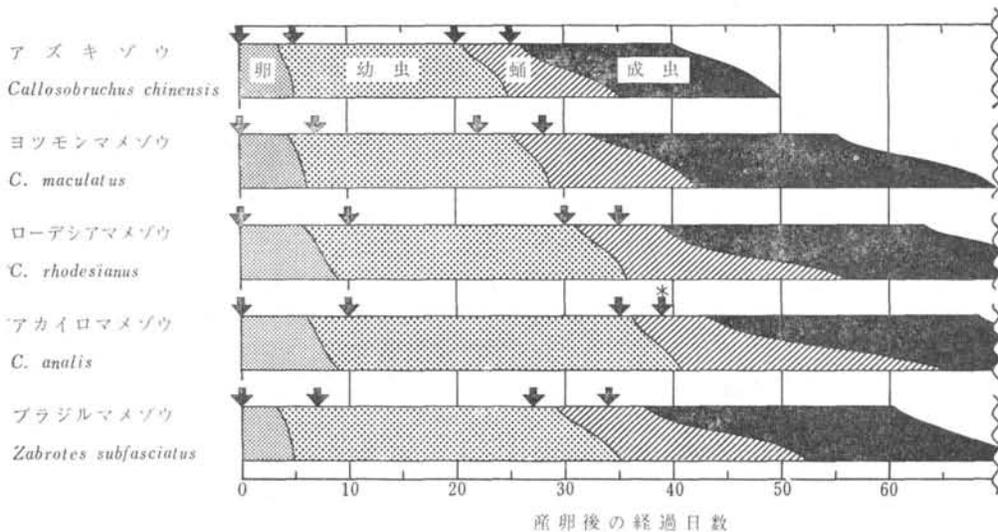
成虫——上記の試験とは別途に 25°C で飼育した羽化最盛期の 24 時間以内に羽化した多数の成虫を、種類別に 20 対ずつ小形シャーレ（直径 9cm）に分入の上、ただちに 5°C 下に置いた。3 シャーレを 1 区として、各種類とも 5 日目ごとに 1 区ずつ再び 25°C に戻し、24 時間後に死亡虫数をかぞえた。なお、簡単な予備試験によって、各個体死亡の冷温接触日数を推定し、各種類とも 8 区（冷温接触最長 40 日間）について実験をおこなった。

## 実験結果

### 卵・幼虫・蛹の場合

供試アズキの、無処理区における羽化数は第 1 表に示したとおりである。このうち、ローデシアマメゾウだけは、最初の供試母虫が十分な数を得られなかったため、羽化数がアズキ 20g（1 シャーレ）について 26 匹前後と少なく、ややばらつきも大きくなったが、他種はいずれも平均 96 匹以上の羽化数を示し、また同一種内においては各シャーレともほぼ一定した羽化数が見られた。このことから、これと同一母集団から区分した処理区の産卵数もほぼ均一と考えられる。以下、はんぎつをさけるために、各処理区の羽化数を 100 として換算した羽化率で標示することとする。

第 1 表で羽化数の種間差は、最初の産卵数がちがって

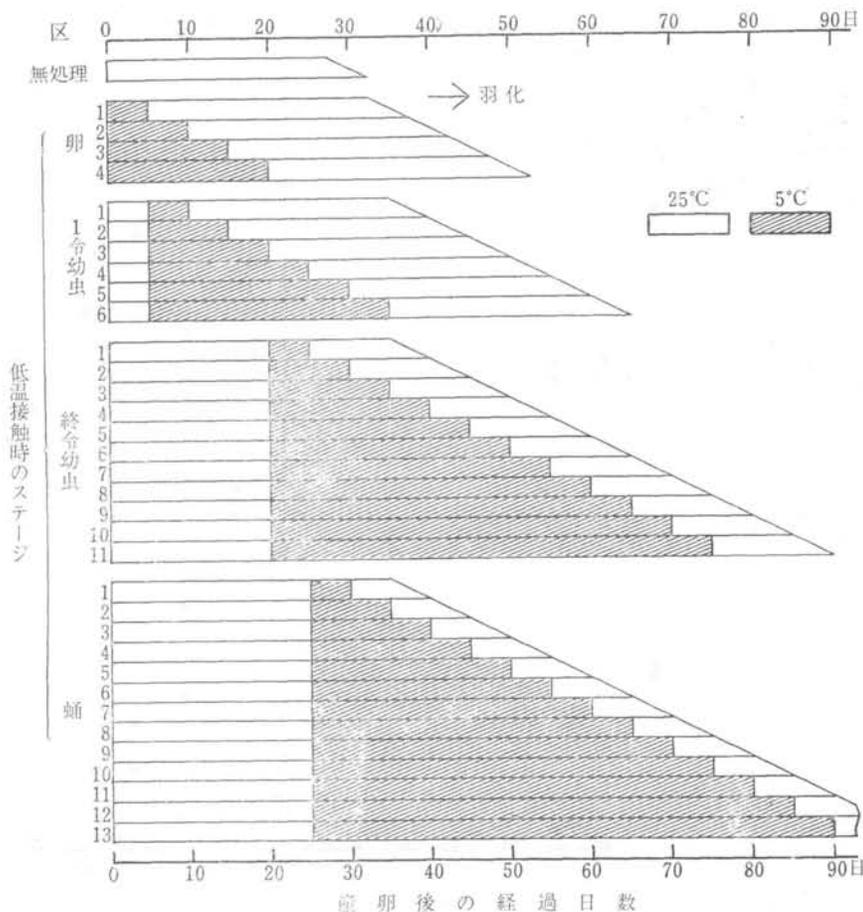


第 1 図 5 種のマメゾウムシ類の 25°C 下における生育、矢印は 5°C に接触させた時期（左より、卵・1 令幼虫・終令幼虫・蛹期）を示す。ただし、\* 印は約半数の前蛹期の個体を含む。

いることの反映で、各種類ともこのていどの産卵数の範囲では密度効果の影響はなく、同一種内の羽化数の差は、そのまま冷温による死亡個体の多少を反映しているとなすことができると思われる。また、羽化成虫の性比も、第1表に示したように、ブラジルマメゾウでは平均 1:0.72 とメスの方が少なく、検定の結果も有意差が

認められた ( $t=4.21, n=4, \alpha<0.02$ )。この原因については不明であるが、他の4種については性比はほぼ 1:1 となり、検定の結果いずれもオス・メス間で有意差は認められなかった。

各種類のステージ別の 5°C 接触日数と羽化率との関係は第3図に示したとおりである。なお、同一ステージ



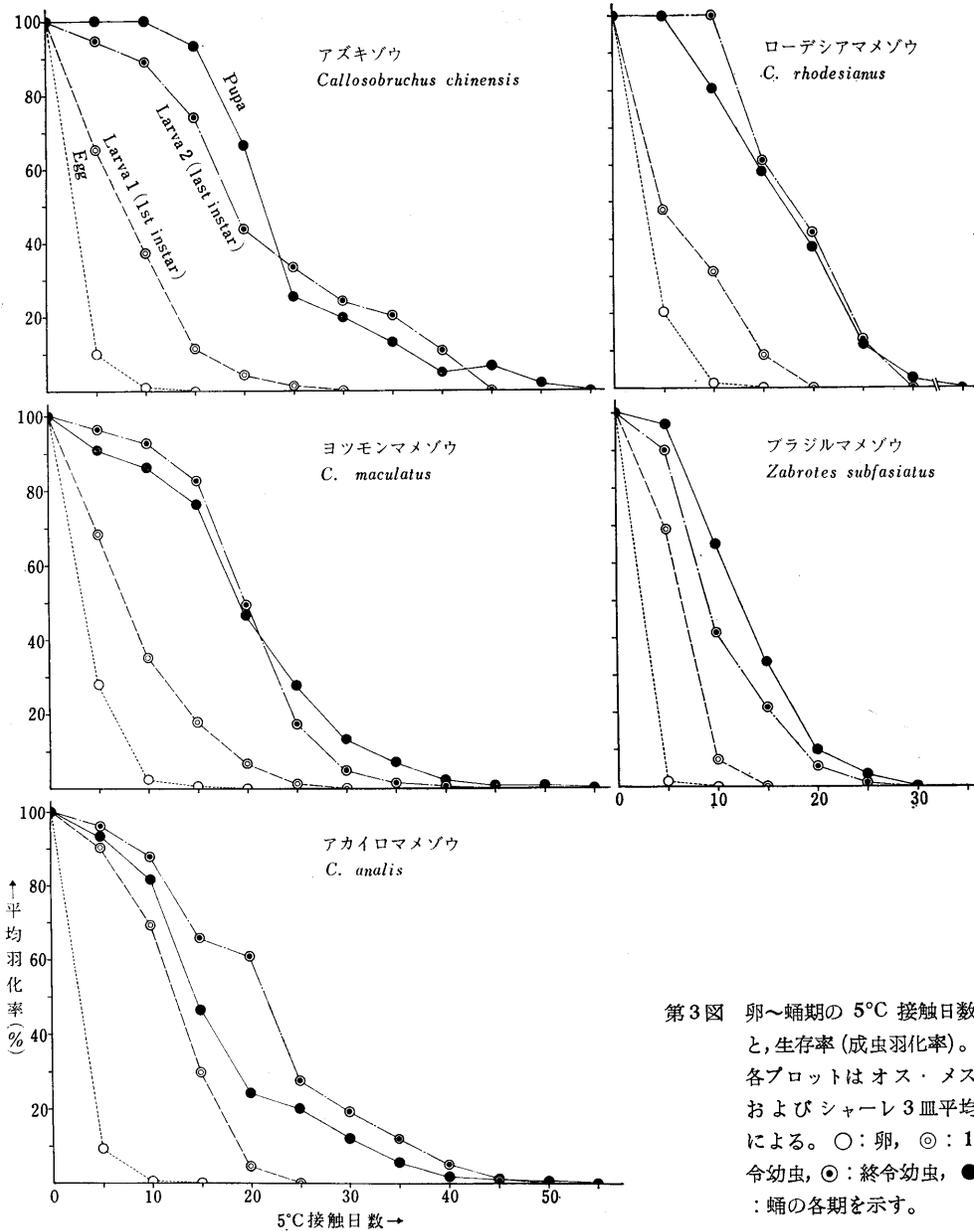
第2図 冷温(5°C)接触実験区の設定の例。アズキノウの場合を示す。各ステージの区数は他種の場合も同じ。1区シャーレ3皿。

第1表 無処理区における各種類の羽化数

反復	アズキノウ	ヨツモンマメゾウ	ローデシアマメゾウ	アカイロマメゾウ	ブラジルマメゾウ
	羽化数 (♂:♀)	羽化数 (♂:♀)	羽化数 (♂:♀)	羽化数 (♂:♀)	羽化数 (♂:♀)
1	143(74:69)	223(106:117)	22(12:10)	98(52:46)	91(49:42)
2	157(79:78)	230(123:107)	23(10:13)	89(46:43)	93(53:40)
3	147(76:71)	232(117:115)	31(20:11)	104(49:55)	93(61:32)
4	158(73:85)	220(122: 98)	24(16: 8)	108(56:52)	101(59:42)
5	141(66:75)	232(116:116)	32(14:18)	101(52:49)	102(57:45)
平均	149.2±7.9	227.4±5.6	26.4±4.2	100.0±6.4	96.0±5.1

では、一般にメスのほうがオスよりもわずかに冷温に対する抵抗力が強い傾向を示したが、検定の結果はいずれも有意差が認められなかったので、第3図はオス・メスの平均をもって作図した。また、アズキノウとローデシアマメゾウの蛹の5日間冷温接触区の羽化率は、無処理区に比べてそれぞれ3、5%増加したが、これも検定の結果ともに有意差が認められなかったので、この図では無処理区と同じく100%羽化率として扱った。

第3図から明瞭のように、いずれの種類も5°C接触に対する抵抗力は卵期がもっとも弱く、1令幼虫がこれにつき、終令幼虫と蛹期がもっとも強い抵抗力を示した。終令幼虫と蛹期の相互間では、アカイロマメゾウにおいて終令幼虫の方が明らかに強い結果を示したが、本種の場合は前述のように、終令幼虫と前蛹〜蛹期との比較になるので、これは参考資料にとどめたい。他の4種についてはいずれも両期の間には有意な差は認められな



第3図 卵〜蛹期の5°C接触日数と、生存率(成虫羽化率)。各プロットはオス・メスおよびシャーレ3皿平均による。○:卵, ⊙:1令幼虫, ⊗:終令幼虫, ●:蛹の各期を示す。

った。ただ、図で見る限りでは、ブラジルマメゾウムシより終令幼虫の方が冷温抵抗性が強い傾向を示しているが、検定の結果は有意差は認められなかった( $t=2.60$ ,  $n=4$ ,  $\alpha>0.05$ )。

ついで、種間における抵抗力を比較すると、第3図からも、一般にローデシアマメゾウムシとアカイロマメゾウムシが他の3種に比べて5°C接触による死亡が早くおこることがわかるが、比較のために第3図のデータをすべて平均死亡日数で図示すると第4図のようになる。

第4図から、各種類とも卵期においては種間差が不明瞭であるが、1令幼虫期ではアカイロマメゾウムシがもっとも抵抗力が強く、アズキゾウムシとヨツモンマメゾウムシがこれにつぎ、ローデシアマメゾウムシとブラジルマメゾウムシがもっとも弱いことがわかる。また、終令幼虫期では、アズキゾウムシとアカイロマメゾウムシが平均約22日間の生存を示し、約18日間のローデシアマメゾウムシと、15日間のヨツモンマメゾウムシがこれにつぎ、ブラジルマメゾウムシは約10日間ともっとも短かかった。蛹期は24日間のアズキゾウムシが最長で、アカイロマメゾウムシの資料を欠くが、以下、ヨツモンマメゾウムシ、ローデシアマメゾウムシ、ブラジルマメゾウムシの順で平均生存日数が顕著に短縮した。

つぎに、5°C接触期間が、25°Cに戻してからの中の生育速度にどのように影響を与えるかを調査した結果は第5図に示したとおりである。この図は、各実験区における平均生育日数から、生育が停止していると思われる5°C接触日数を差引いて、無処理区の平均生育日数と比較したもので、各実験区とも、ふれの大きい少数羽化区のデータははぶいて作図したものである。この図から、

アズキゾウムシなど *Callosobruchus* 属の4種は、ローデシアマメゾウムシの終令幼虫期5°C5日間接触区の唯一の例外を除いて、いずれも冷温接触が、生育期間の延長という形で、その後の生育に影響を与えているのが特徴的である。また、どのステージの場合でも、5°C接触の期間が長いほどその後の生育日数が延長する傾向が認められた。とくにアカイロマメゾウムシの場合はその傾向が顕著で、蛹期の20日間にわたる5°C接触で、無処理区よりも約8日間も羽化日が延長した。これに反し、*Zabrotes* 属のブラジルマメゾウムシでは、いずれのステージも5°C接触によって、その後の生育は1日内外短縮する結果を示した。

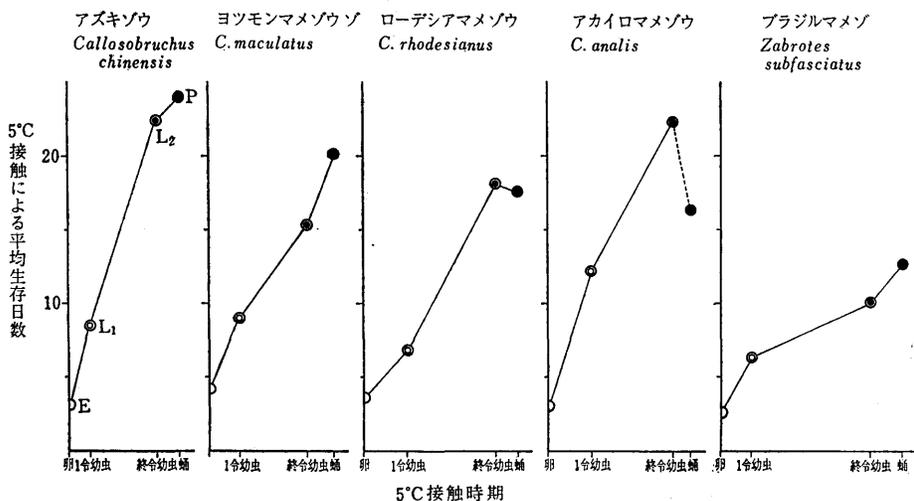
なお、羽化成虫の大きさについては処理・無処理区の間には差異は認められなかったが、アズキゾウムシとブラジルマメゾウムシの長期冷温接触区(1令・終令幼虫期、蛹期)で、一部の個体に鞘翅斑紋が流れる傾向が見られたが、数量的にとらえられるには至らなかった。

成虫の場合

第6図は、25°C下で羽化最盛期の成虫を、羽化直後に5°Cに移した場合の経時的な生存率を示したものである。

図に示したとおり、ブラジルマメゾウムシとローデシアマメゾウムシは、5°C下における死亡傾向に有意な差がなかったが、アズキゾウムシでは平均約6日間オスの方が長命で、逆にヨツモンマメゾウムシでは約10日間、アカイロマメゾウムシでは約6日間メスの方が長命であった。

また、5°C下におけるオス・メス平均寿命を種間で比較して排列するとつぎの結果を示した。



第4図 卵〜蛹期の5°C接触による平均死亡日数。各種類の横軸間隔は生育日数(第1図矢印間)の比率による。各プロットについては第3図参照。

アカイロマメゾウ>ヨツモンマメゾウ>アズキゾウ>  
ブラジルマメゾウ=ローデシアマメゾウ。

考 察

朝比奈 (1958) は、常温よりも低い温度の呼び方として、冷温 (常温→0°C)・低温 (0°C→-50°C)・超低温

(-50°C以下)の4段階を提案したが、これによる昆虫の致死作用は、冷温がその蓄積によるのに対して、低温以下では凍害である点において、機構的にちがっている。筆者たちが行なった実験はこのうちの冷温に対する反応であり、5°Cという温度は、供試したマメゾウムシ類の生育不能な温度の中から任意に選定したにすぎないが、この冷定温は供試した各マメゾウムシ類に対してさまざまな致死作用を示した。

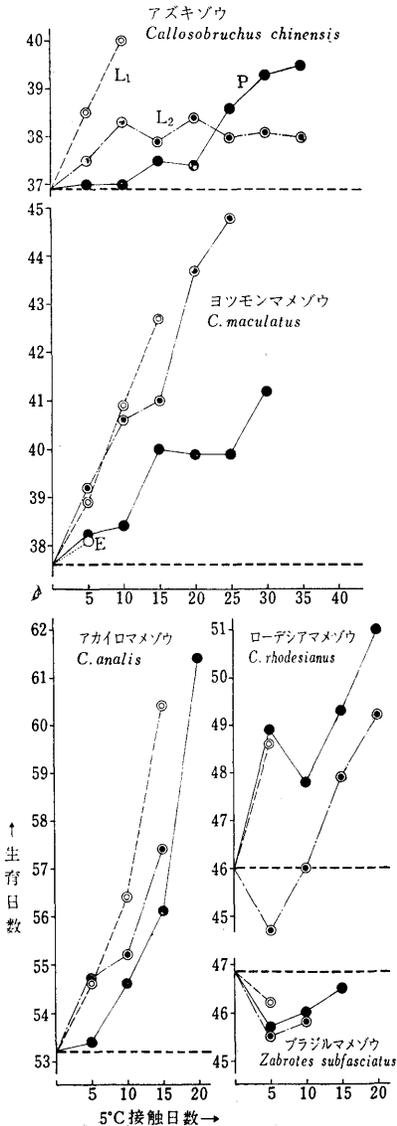
ステージ別の冷温抵抗性

供試したすべての種類で、5°C下において極端に抵抗力が弱かったのは卵期で、1令幼虫、終令幼虫=蛹と生育が進行するに従って判然と抵抗力が強くなるのがわかった。

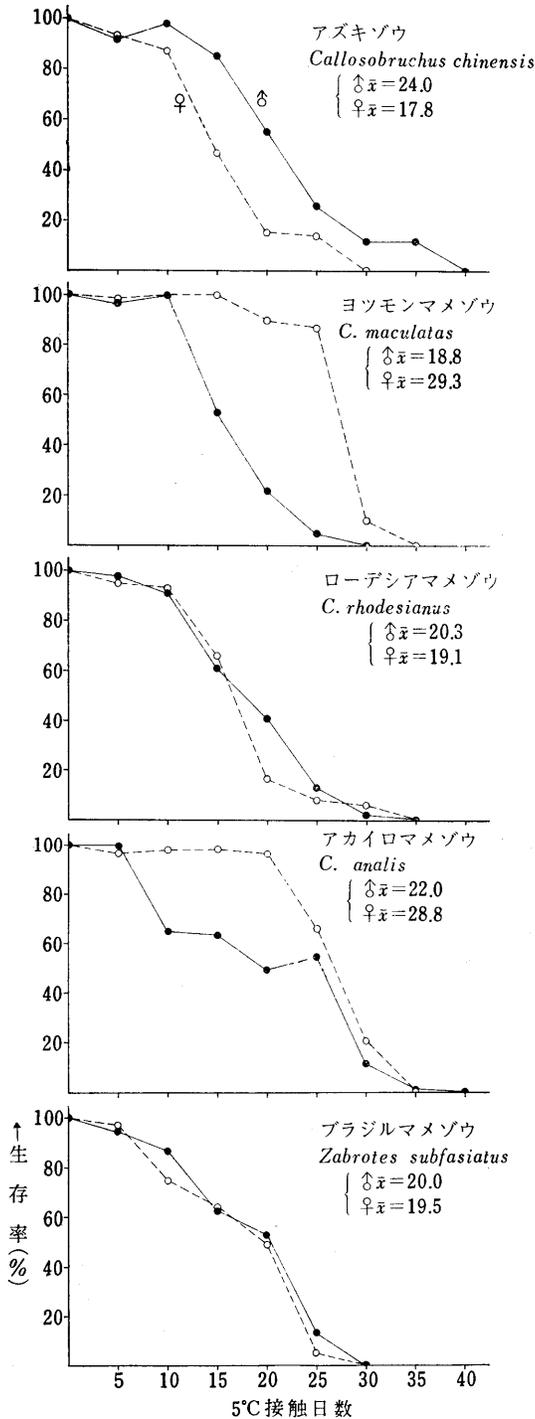
通常、発育零点や凍結温度の場合でも、ステージによって異なった値を示す例は数多く知られており、マメゾウムシ類の冷温抵抗性にこのような差異が生じたのもむしろ当然のことと思われるが、供試したすべての種類で生育の進行とともに冷温抗性が増加する結果が見られたことは注目される。内田 (1957) は従来記録されている各種昆虫の発育零点を集成し、興味ある考察を行なっているが、この中で14種類の昆虫について、ステージによる発育零点のちがいを表示している。発育零点が低いことは、そのまま冷温に対して適応力が大きいとはいきれないかも知れないが、ひとつの目安として考えると、このうち卵期の発育零点が高く、幼虫期、蛹期と低くなるものはアゲハチョウ *Papilio xuthus* 1種のみしか記録されていないので、マメゾウムシ類で見られたこの傾向は従来の記録からは異例に属するともいえよう。供試したマメゾウムシ類のうち、発育零点が記録されているのは後述のようにアズキゾウだけであるが、この場合はステージ別には算出されていない。また、内田の報告では発育零点のステージ別の高低が、とくに休眠性の有無とも関係ないようにうかがえる。おそらく、本試験で認められた冷温低抗性の傾向は、休眠性を持たないクロス型マメゾウムシ類に共通のものであろうが、この結果は四季のある土地へ分布を拡大する場合、越冬にあたって卵態または若令の幼虫態では不利であることを示している。

第7図は日本列島の7個所における冬期平均気温を示したものであるが、この図から供試した5種のマメゾウムシ類はすべて南日本の一部以外での卵態による野外越冬は不可能なことを示している。

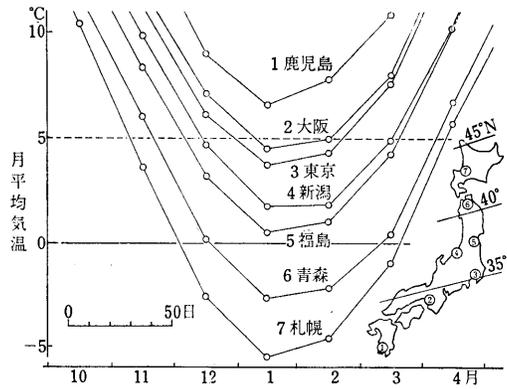
終令幼虫期と蛹期の冷温抵抗力はほぼ等しいが、アカイロマメゾウにおける事例から、前蛹期または蛹化直後のげいし生理的変動期には一時的に冷温抵抗力も低下することが推定される。



第5図 冷温処理が生育期間 (ただし-5°C 接触日数を除く) に及ぼす影響。太破線は無処理区の平均生育日数。各プロットについては第3図参照。



第6図 成虫期（羽化 24 時間以内）の 5°C 接触日数と生存率。  
○：メス、●：オスを示す。



第7図 日本列島7地点における冬期平均気温。

冷温抵抗性の種間差

供試したマメゾウムシ類は、いずれも熱帯起源と考えられる多化性の種類で、休眠性を持たないために北方への分布拡大は冷低温に対する抵抗力が重要な鍵をにぎっていると解される。日本列島のように四季のある土地へ、これらの昆虫の侵入の可否を推定する場合、有効積算温度以前の問題として「何度の低温に何日たえられるか」の解明が必要となることは当然である。

第2表は供試した5種類のおよその分布を示したものである。これらのマメゾウムシ類は重要な害虫にもかかわらず、その詳細な分布地域はわかっていない。この表では既知の分布範囲のほかに、日本における豆類の輸入検疫で、従来未記録の地方から出荷されたものの中から発見された事例もあげてあるが、これらの地域が輸送中の単なる中継地点であったおそれもあるので、表中の白丸は一応参考資料にとどめておきたい。

5種類のうちアズキノゾウは日本に定着している唯一の種類で、現在では北海道を除く全域に分布している。本実験の結果、アズキノゾウはもっとも冷温抵抗性の強い蛹期でも5°C下では平均24日間、最長55日間しか生きられないことになり、これを第7図に示した日本の冬期野外気温にあてはめると、ほぼ関東地方が越冬の限界となる。しかし、実際には青森県にまで分布し、世界における分布を見てもより高緯度のカナダ南部、イギリスにも定着し、本試験による冷温抵抗能力とは一致しない。

この理由については、本種の越冬に外気と断絶された家屋や倉庫などの人為的な要因がからんでいる場合と、生態的または地理的品種が存在する2つの可能性が考えられる。

前者については、アズキノゾウに限らず、クロス型のマメゾウムシ類が、完全熟した豆だけで生活を継続できる屋内害虫として適応している点から、ゴキブリ類のように人

第2表 5種のマメゾウムシ類の分布。

黒丸は文献記録，白丸は同地域出荷の豆類から日本の植物検疫で発見されたものを示す。

	日 本	沖 縄	台 湾	朝 鮮	中 国	東 南 ア ジ ア	オ ス ト ラ リ ア	イ ン ド	中 東	ア フ リ カ	ヨ ー ロ ッ パ	イ ギ リ ス	カ ナ ダ	ア メ リ カ	南 ア メ リ カ
アズキゾウ	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
ヨツモンマメゾウ		○	○	○	●	●	○	●	○	●	●		●	●	●
ローデシアマメゾウ										●					
アカイロマメゾウ		○	○	○	○	●		●	○	●	●			○	
ブラジルマメゾウ		○	○	○	○	●	○	○	○	●	●		○	●	●

家に依存して分布を拡大する可能性は十分考えられるし、また、後者については、すでに一部の昆虫で地域的に発育零点が異なることも知られているので、歴史的な経緯の中で温度反応に地理的勾配が発達している可能性もあり得る。マメゾウムシ類について、低温抵抗性の地理的変異は研究されていないが、筆者等の使用した材料が長年月一定条件で累代飼育されたアズキゾウの一系統にすぎないので、この点は今後追究の要があろう。

また中村(1966)は弘前市(青森県)産のアズキから採集したアズキゾウを実験材料として使用しているが、この材料はすでに野外において産卵されたものである可能性が大きい。これも、本種が北日本において年間を通じての屋内害虫ではなく、野外で活動する時期または個体があることを示唆するものであろう。クロス型のマメゾウムシ類の野外における行動はほとんど未知のまま取り残されているが、もし、関東以北の地方において野外越冬個体の存在が確認されたならば、耐寒性の地理的変異について一考の要があろう。

ヨツモンマメゾウについては、洞谷(1959)が日本に定着しない理由として、冬期の低温が制限因子となっていることを推定している。事実、低温抵抗性も5°Cに関する限りは、第4図に示したように、アズキゾウの場合よりもかなり弱く、この推定を裏付けるが、世界における分布範囲がアズキゾウときわめてよく似ている点やはり本試験結果と合致しない。

アカイロマメゾウの場合は、蛹期におけるデータを欠くが、低温抵抗性はアズキゾウに近く、分布範囲でははるかにせまい。分布拡大に当たって人為的な要因が大きく関与するマメゾウムシ類については、機会の多少の問題もあり、現在の分布地を直接比較することに生物学的な意味はあまりないと思われるが、本種もまたヨーロッパ(ドイツ)が分布の北限となっていることは低温抵抗能力を越えた分布といえる。

また、ヨツモンマメゾウ、アカイロマメゾウとも成虫の5°C下における寿命がアズキゾウよりも長いことが注目される。

一般に成虫寿命は発育零点付近の温度でもっとも長く、それよりも高温になると短命になる(内田・長沢:1949, 平野・梅谷:1953, ほか)が、それよりも低温になっても寿命は短縮する。アズキゾウの発育零点はオス9.7°C, メス10.5°Cである(石倉:1941)が、10°C下における寿命はオス68日, メス81日間と、5°C下における24日, 18日間よりもいちじるしく長い(平野・梅谷:1953)。ヨツモンマメゾウとアカイロマメゾウの発育零点については筆者たちはまだ調査していないが、5°C下における生存日数から見てアズキゾウよりも大巾に高温であるとは予測できない。また、両種とも第2表に示したように沖縄・朝鮮から輸入されたアズキからしばしば発見されており、文献上の記録はないものの、この両地域にもすでに定着している可能性がある。これらの点から考えれば、この両種は倉庫害虫として今後日本に定着する可能性が大きく、本試験に使用した東南アジア系統のもので、5°Cに対する抵抗能力の点からステージによっては南日本の一部において冬期野外気温下でも越冬の可能性があることが推定される。

ローデシアマメゾウは1902年、アフリカのローデシアから始めて記載された種類で、その後、アフリカ南部各地でアズキゾウとして記録された種類の中に本種が混同されていることがわかり、大巾に分布地が追加されたが、現在までにアフリカ以外の地域からは記録されていない(梅谷・加藤:1968)。本種がアフリカから他の熱帯地域にさえも分布が確認されていないのは、寄主である豆類の移動の頻度の影響か、または調査不十分な点が多分に関係していると思われるが、今回調査した低温抵抗性も、同属の3種に比べてやや弱く、5°C下における成虫寿命も短い。結論は発育零点をはじめ、今後

の調査にまたねばならないが、日本へ侵入の機会があったとしても、定着の可能性はヨツモンマメゾウやアカイロマメゾウに比べて低いと思われる。

ブラジルマメゾウは供試した5種類の中で、唯一の *Zabrotes* 属のものであるが、5°C に対する抵抗力は他の4種に比べていちじるしく弱い。わずかに同温度下における成虫寿命がローデシアマメゾウと似るほかは、もっとも抵抗力の強い蛹期でも、平均死亡日数はアズキゾウの約半分にすぎない。また、LÉPESME (1944) は、本種の生育可能温度が 19°~35°C と記述しているが、この最低限界 19°C はアズキゾウの約 10°C に比べていちじるしく高温といえる。これらの点から本種の日本での越冬は他種に比べて可能性がうすいように思われる。しかし、本種の既知の分布範囲 (第2表) を見ると、検疫における新発見地域を除いてもドイツ・ポーランドなどの冬期寒冷地における記録は、実験的に得られた冷温抵抗性からは説明できない。ただ、新大陸原産と考えられている本種の被害は熱帯圏においていちじるしく、温帯地域においては実害の点でとくに問題となっていないので、もし、屋内害虫として日本に定着することがあってもアズキゾウに匹敵する害虫にはなりにくいであろう。もっとも、本種はアズキのほか、好んでインゲンも加害するので、貯蔵インゲンに目ばしい害虫の存在しない日本としては過少に評価することはできないと思われる。

以上のように、本実験で判明した低温に対する抵抗性は、必ずしも現実の分布範囲とは一致せず、その分布拡大が本来の耐冷温能力を越えて行なわれていることを示した。これは、屋内害虫として越冬が外気から断絶した場所で行なわれるためか、生態的または地理的品種が発達したためか本実験の範囲内では不明である。ただ、アズキゾウが長年月の経緯にもかかわらずアズキの主生産地である北海道に定着していない事実は、そのような適応力にも限界があることを示していると思われる。

一方、本実験で行なった 5°C 下における抵抗力の判定にも多くの問題が残されている。まず、成虫寿命は羽化直後の個体を対象として調査したが、致種のマメゾウムシ類の成虫で栄養物の摂取や交尾の有無が寿命に大きく関与する (梅谷・清水: 1968) ことが明らかにされており、材料とした成虫の生理的条件によっては冷低温に対する抵抗力にも当然差が現われると思われる。また、幼虫時の生育温度は、成虫寿命に影響を与えないことがアズキゾウでたしかめられている (梅谷: 未発表) が、他のステージの場合は冷温に接触させたときに、それまでの生育温度のちがいがどのような影響を与えるかは未知である。さらには、冷温抵抗性の地理的变化の有無、発育零点などはぜひ明らかにしておくかなければならない

であろう。

#### 冷温接触による生育遅延

冷温に接触させた区、25°C 下における全生育期間が、*Callosobruchus* 属の4種では無処理区よりも倍長し、その程度は各ステージとも長期冷温接触区とも長くなる傾向が見られ、*Zabrotes* 属のブラジルマメゾウでは逆に短縮したのは奇妙な現象である。25°C から 5°C にアズキを移したことによって起こるアズキ粒内の含水量の変化は、1カ月にわたる測定の結果、重量比で -0.15~+0.20% の範囲で増減が認められたにすぎず、これがその後の生育に影響を与えたとはいえない。高島ら (1969) はコクヌストモドキ *Tribolium castaneum* とヒラタコクヌストモドキ *T. confusum* の冷温抵抗性を調査し、冷低温にさらされた個体とその程度によって加温後も 3~4 日間仮死状態を続けていることを観察している。このため、*Callosobruchus* 属の4種の生育遅延は、あるいは 25°C に戻して後の回復期間が加算されたためかも知れない。しかし、冷温抵抗性のもっとも弱いブラジルマメゾウでは、逆に1日間内外無処理の場合よりも短縮した点はこの説明では満足されない。この現象にはさらに複雑な因子が複合して関与していると解されるが、それを追究することはできなかった。

### 摘 要

アズキを加害する多化性のマメゾウムシ類について、生育不能な冷温 5°C 下における経時的死亡率を、いろいろなステージについて調査した。

材料としたのは下記の5種類で、アズキゾウ以外はすべて日本未定着の種類である。

- Callosobruchus chinensis* アズキゾウ (日本産)
- C. maculatus* ヨツモンマメゾウ (ビルマ産)
- C. rhodesianus* ローデシアマメゾウ (アフリカ産)
- C. analis* アカイロマメゾウ (タイ産)
- Zabrotes subfasciatus* ブラジルマメゾウ (ビルマ産)

これらの各種類を 25°C 下で飼育し、卵・幼虫 (1令および終令)・蛹の時期に種々の日数段階で 5°C の冷温にさらして、羽化成虫数の減少を無処理区と比較することによって冷温に対する抵抗能力を調べた。また、羽化直後の各成虫についても、経時的に 5°C から 25°C に移し、生死を判別して同様に抵抗力を調査した。結果はつぎのとおりである。

1. いずれの種類も冷温に対する抵抗力は卵期がもっとも弱く、1令幼虫期がこれについで。とくに卵期は平均3日間内外の冷温接触で死亡した。終令幼虫・蛹期へと生育が進行すると抵抗力は顕著に増大する。

アカイロマメゾウでは蛹期の正確なデータを欠くが、その他の種類では終令幼虫・蛹の両ステージの抵抗力に明らかな差異は認められなかった。また、いずれの種類でも成虫期を除いてオス・メス間の抵抗力に有意な差は認められなかった。

2. 成虫期の冷温抵抗力はローデシアマメゾウとアカイロマメゾウが弱く、オス・メスともに5°C下で平均20日間内外で死亡した。アズキゾウはオスの方が強く、ヨツモンマメゾウとアカイロマメゾウでは逆にメスの方が強かったが、オス・メス平均すると冷温下における長命の順位はつぎのようになった。

アカイロマメゾウ>ヨツモンマメゾウ>アズキゾウ>ブラジルマメゾウ=ローデシアマメゾウ

3. 冷温抵抗力で比較するとアズキゾウがもっとも強く、蛹期には5°C下で最長55日間にわたってたえられることがわかった。ヨツモンマメゾウとアカイロマメゾウがこれに続き、ローデシアマメゾウではやや弱く、ブラジルマメゾウがもっとも弱かった。

4. しかし、各種類の世界における分布と、実験的に得られた冷温抵抗力は一致せず、理論的には越冬不可能な北方地域まで分布が拡大している例がローデシアマメゾウを除く他の4種類で認められた。

5. この理由は、冷温抵抗力に同一種内に地理的変異があるためか、屋内害虫として越冬時に野外温度から隔離されるかの、いずれかにあると思われるが、これをたしかめることはできなかった。

6. 以上の結果、日本未分布のヨツモンマメゾウとアカイロマメゾウは、屋内ではもちろん、南日本の一部では野外越冬も可能なことが推定された。また、ローデシアマメゾウとブラジルマメゾウの侵入定着のおそれは、上記の2種に比べると少ないが、屋内害虫としての特殊な生活型からその可能性を否定することはできない。

7. *Callosobruchus* 属の4種では、各ステージで5°C接触期間が長くなるほど、25°C下におけるその後の生

育が遅延し、*Zabrotes* 属のブラジルマメゾウでは逆に短縮する傾向が認められたが、その原因についてはたしかめることができなかった。

## 引用文献

- 朝比奈英三 (1958) 生細胞の凍結。細胞化学シンポジウム, 第8集: 1~28.
- 平野千里・梅谷献二 (1953) アズキゾウムシ成虫の生存日数と体脂肪量の減少について。応用昆虫, 9: 111~114.
- 石倉秀次 (1941) アズキゾウムシの全発育期間に及ぼす温度並に湿度の影響。応用動物, 13: 118~131.
- 桐谷圭治 (1959) 貯穀害虫の研究における諸問題。大阪植物防疫, 7: 1~44.
- LÉPESME, P. (1944) Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. *Encycl. Ent., Ser. A*, 22.
- 中村 央 (1966) アズキゾウムシ成虫に見られた生態的2型。日生態会誌, 16: 236~241.
- 高島文雄・小形比都志・新国 忠 (1969) コクヌストモドキ *Tribolium castaneum* HERBST とヒラタコクヌストモドキ *Tribolium confusum* DUVAL の低温抵抗性。植防研報., No. 7: 17~22.
- 内田俊郎・長沢純夫 (1949) アズキゾウムシの寄生蜂 *Neocatolaccus mamezophagus* ISHII et NAGASAWA の発育日数と成虫生存日数。昆虫, 17 (2): 1~15.
- 内田俊郎 (1957) 昆虫の発育零点。応動昆., 1: 46~52.
- 梅谷献二・加藤利之 (1968) 輸入検疫で新たに発見された害虫 (32) ローデシアマメゾウムシ。横浜植物防疫ニュース, No. 360: 2.
- 梅谷献二・清水 啓 (1968) マメゾウムシ類の比較生態学的研究 III. 3種のマメゾウムシ成虫に対する給餌が寿命と産卵数に及ぼす影響。植防研報., No. 5: 39~49.

## Summary

# Studies on the Comparative Ecology of Bean Weevils IV Tolerance to Low Temperature (5°C) of the Five Species of Bean Weevil Infesting Azuki Bean

By

Kenji UMEYA, Toshiyuki KATO and Yoichi SEKIGUCHI

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

Five species of the plurivoltin bean weevil that can repeat generations on mature grains of azuki bean were reared at 25°C (75% R.H.) and then exposed to a low temperature of 5°C. Resulting mortality was studied in relation to time and different stages of the development. The species employed and their origin are *Callosobruchus chinensis* (Japan), *C. maculatus* (Burma), *C. rhodesianus* (Rhodesia, Africa), *C. analis* (Thailand) and *Zabrotes subfasciatus* (Burma). All these species except *C. chinensis* are not known to occur in Japan. The results of the study are summarized here.

1. With all the species tested, egg stage was most susceptible to the low temperature, showing a complete death within the average of 3 days. They became increasingly resistant as they developed but no appreciable difference was noticed in the resistance of last instar larvae and pupal stage. Within one species, no difference between the male and female was recognized in the resistance of each developmental stage with an exception of adult stage. In the adult stage, no sexual difference in the degree of resistance was seen with the species *C. rhodesianus* and *Z. subfasciatus*, but in *C. chinensis*, male survived longer than female, whereas the phenomenon in reverse was observed with *C. maculatus* and *C. analis*.

2. Average days before the death of various stage of the species at 5°C are shown in the following table.

Species / Stage	Egg	Larva		Pupa	Adult
		1st Inst.	Last Inst.		
<i>Callosobruchus chinensis</i>	3.1	8.5	22.4	24.0	20.9
<i>C. maculatus</i>	4.1	9.0	15.4	20.1	24.1
<i>C. rhodesianus</i>	3.6	6.8	18.1	17.6	19.7
<i>C. analis</i>	3.0	12.2	22.3	—	25.4
<i>Zabrotes subfasciatus</i>	2.6	6.3	10.1	12.7	20.0

3. When the results as shown in the table and the maximum survival days of the species are taken into consideration, it is speculated that *C. maculatus* and *C. analis* can overwinter in the outdoor condition in some areas in the south of Japan. A slight

chance for the overwintering may exist for *C. rhodesianus* while such possibility is totally precluded for *Z. subfasciatus*. With the exception of *C. rhodesianus*, however, these species have expanded their distribution toward the north of the Northern Hemisphere much beyond the limit of their low temperature tolerance as obtained in this study. The reason for this is uncertain. It may be either due to the characteristic of these species as indoor insects which enable them to overwinter in warehouses and other shelters unaffected by the outdoor temperature or the possible development of more resistant 'local races' in the age-old process of adaptation.

4. Throughout the stages tested, the low temperature treatment accelerated the succeeding development of *Z. subfasciatus* by ca. one day while that of the four species of the genus *Callosobruchus* was delayed from one to nine days. The cause of this development aberration could not be determined.