

コクゾウ *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY の 成虫越冬に関する若干の観察

渡 辺 直

横浜植物防疫所調査課

本邦では、保温されていない倉庫の貯蔵米に発生したコクゾウの成虫が秋から冬にかけて倉庫から脱出し、石の下や湿った朽木などにもぐりこんで越冬することはすでによく知られている（高橋，1922，1931）が、その越冬の機構についてはまだ解明されていない。とくに、成虫が越冬を前にして屋外へ脱出する要因や、成虫休眠という適応現象の有無などについてほとんど未知のまま残り残されている。筆者はこれらのことを解明するための手がかりとして、少々の実験を行なった結果、若干の新知見を得たのでここに報告する。本文に先だち、助言をいただいた当所梅谷献二技官に感謝の意を表する次第である。

材 料

本実験に使用したコクゾウは次の2系統である。

①岡山系統—1968年10月28日、岡山県下の一農家の倉庫から入手した加害米から羽化した成虫を直接使用した。

②室内系統—東京都下で採集されたもので、約20年間当所において25°C定温条件下で累代飼育されたものを使用した。

本実験の目的からは、上記①のように農家の倉庫などに生息するコクゾウの系統を使用することが望ましいが、岡山系統は十分な量の成虫が得られなかったため、越冬前期の行動に関する実験だけに供し、他は上記②の室内系統のものを供試した。

飼料としてはすべて玄米を用いた。

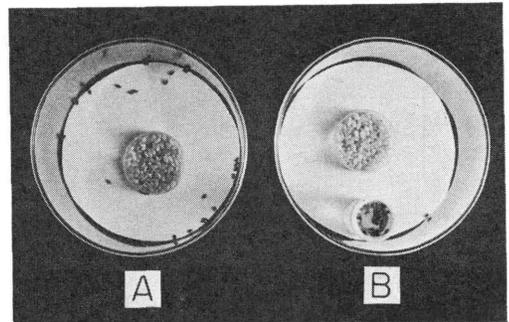
実験はすべて1968年秋季から1969年春季にかけて行なったものである。

方法および結果

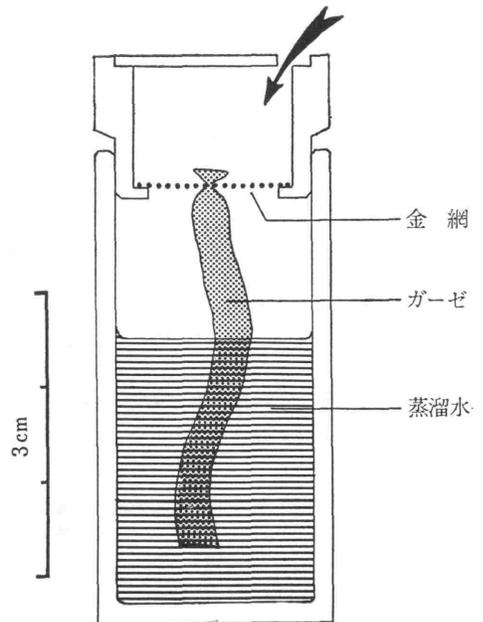
越冬前期の成虫の行動

岡山系統のコクゾウの加害米約500gを金網の換気口のある蓋をしたガラスポット（直径10cm、高さ12cm）に入れ、プラスチックの屋根のある野外網室（1.5×3m

×高さ1.8m）に10月31日から11月6日まで放置し、この期間に羽化した成虫を用いて以下に示すような方法



第1図 成虫の行動に関する実験に用いた容器（12月30日、蓋を取った状態）

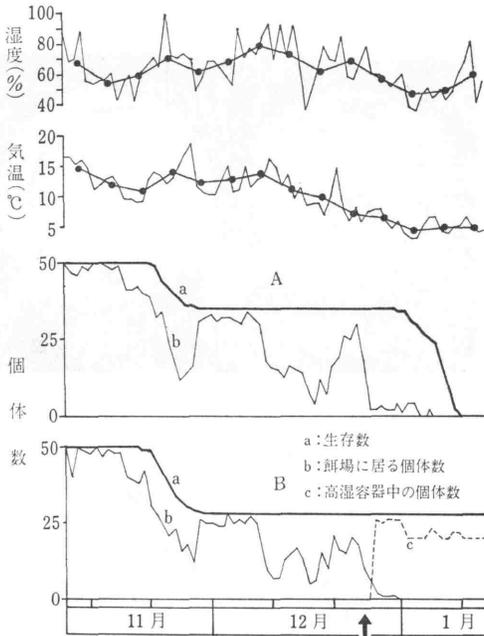


第2図 高温（給水）容器の構造

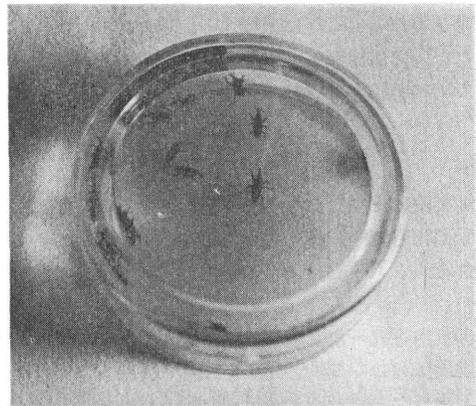
で、ひき続き野外飼育を行なった。プラスチック容器（直径13cm、高さ10cm）の底にろ紙を一枚敷き、玄米5gを入れた小プラスチック容器（直径4cm×高さ1.5cm）を中心に置き、蓋の中央に直径3.5cmの穴をあけ、その部分を金網で被い換気口とした装置（第1図）2個（A、B）に、上記成虫の雌雄25対ずつを分入し、飼育を行なった。また容器Bには厳冬期直前の12月25日に高湿（給水）容器（第2図）を入れ、この容器に成虫が誘引されるかどうかを調べた。玄米は1週間おきに小容器ごと新しいものととりかえ、とり出した玄米は小容器に蓋をして温度25°C、湿度70%の条件に2

カ月放置して次世代の羽化の有無を調べた。

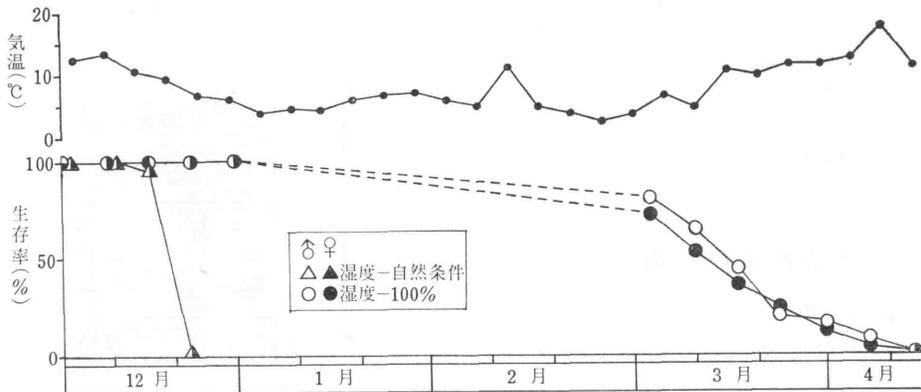
成虫の行動は第3図に示したとおりである。この図の上2段は、横浜地方気象台の資料にもとづく湿度と温度の日変化および5日間の平均値を示したもので、下段A、Bの太線は成虫生存数、細線は玄米を入れた小容器すなわち餌場に居た個体数を示したものである。実験開始から12月下旬に至るまでのA、B両区の生存曲線と餌場に居た個体数の変動には明らかな並行が見られた。11月の下旬に部分的に成虫が餌場から脱出したときに、Aでは約25%、Bでは約30%の個体がすべて餌場から離れて死亡した。その後厳冬期をむかえ、Aでは1月中旬までに全個体が餌場から離れて死亡したが、12月25日に高湿（給水）容器を置いたBでは第1図（12月30日の状態）に見られるように大部分の個体が第3図Bの矢印以降の点線で示したように、高湿（給水）容器の中に入りこんで、生存を続け、3月30日の時点でもなお20匹の生存が確認された。



第3図 湿度、気温の変化と成虫の生存数と行動



第4図 成虫の絶食実験に用いた容器



第5図 湿度のみ100%に調節した場合としない場合の野外における成虫の絶食寿命の比較。

成虫が餌場を離れたとき、気温の低下する夜間や、昼間でも気温の低い場合は容器の底とろ紙の間に集団を形成することがしばしば観察された。気温が7°C前後になると活動がいちじるしく困難となり、5°C前後になると歩行が全く行われなくなった。

なお、1週間おきに交換した飼料の玄米粒を温度25°C、湿度70%に置いたものからは次世代の羽化はいずれも認められなかった。

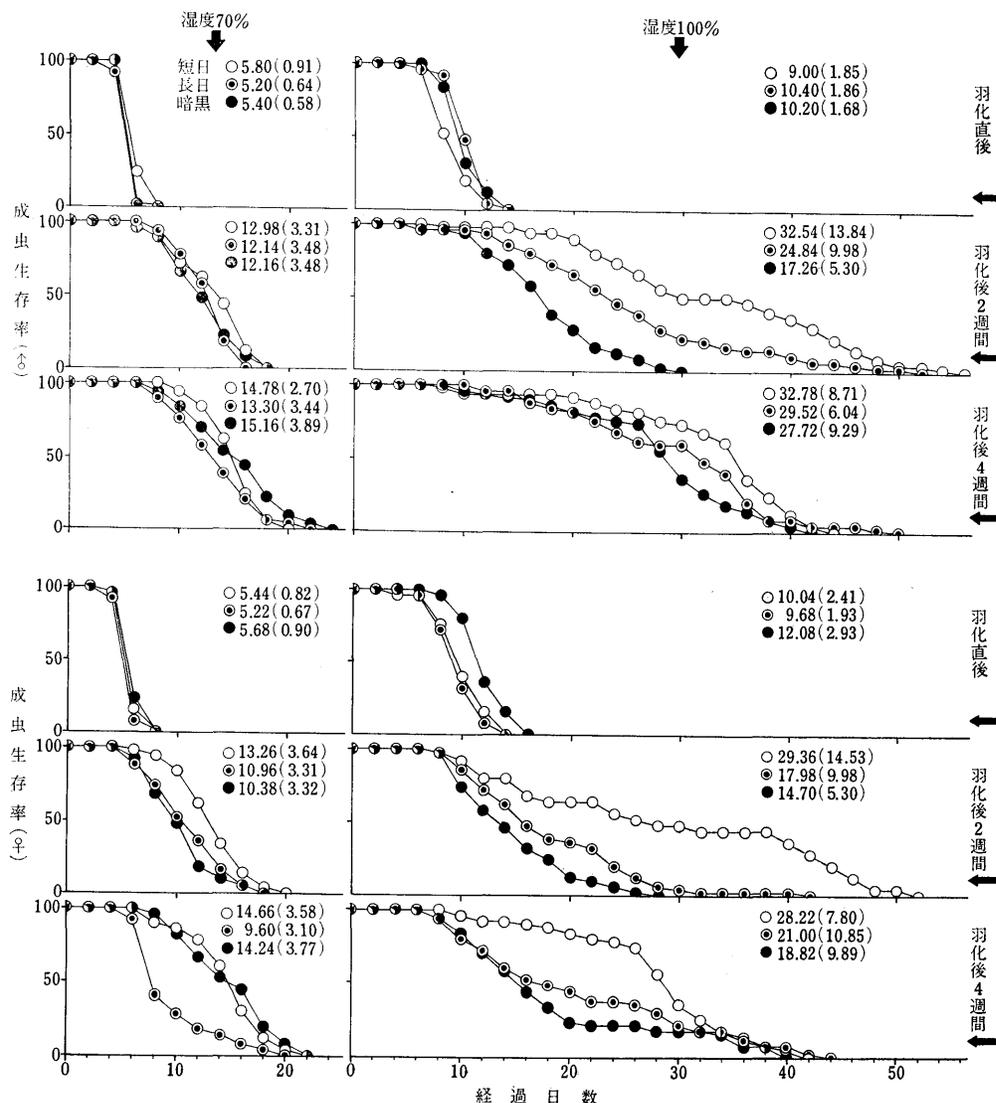
成虫の越冬と湿度条件

羽化後約1カ月を経た室内系統の成虫2,000匹を温度

25°C、湿度70%の条件下で、玄米250gを入れたプラスチック容器(直径13cm×高さ10cm)に入れ、9月

第1表 異なる日長条件での産卵から羽化までの発育日数(25°C, 70% R.H.)

日長(時間)	発育日数		成虫羽化数
	平均値	標準偏差	
10	37.57	3.27	1110
15	36.70	3.37	1056
暗黒	37.83	2.80	1102



第6図 異なる日長条件で、異なる成虫期まで飼育した個体を湿度70%と100%で絶食させた場合の寿命(25°C)、数字は平均値(標準偏差)を示す。

17日から19日にかけて自由に産卵させたのち成虫を除去し、容器を前実験と同一の野外網室内に放置した。この玄米からの次世代成虫の羽化は10月23日から始まったが、11月1日から3日の間に羽化した成虫のうち400匹を新しく玄米250gを入れた上記と同じ大きさの容器に移し、12月13日まで野外飼育を継続した。この羽化後約1カ月間の摂食を行った成虫の絶食生存日数を調べるために、雄雌25匹ずつをそれぞれ第4図に示したような小型プラスチックシャーレ（直径4cm×高さ1.5cm）2個に餌を与えず分入し、そのまま野外網室に放置した。また、これと同様の方法で絶食状態においた成虫の入っている容器を、蒸留水を底に満たし、蓋の換気口をろ紙でふさいだデシケーター（内径20cm×高さ30cm）に入れ、野外気温下でも湿度を100%にした場合に、寿命がどのように変化するかをも同時に調べた。死亡個体数は毎日調査し、死亡個体の除去を行った。また成虫を入れた小型プラスチックシャーレは汚染を防ぐために1週間ごとに新しいものととりかえた。

結果は第5図に示したとおり、湿度を調節しなかった区では、12月中に全個体が死亡した。これに対し、底に水を満たしたデシケーターで飽和湿度を与えた区では、翌年の2月を過ぎるまで大部分の個体が生存を続け、3月に入って死亡個体が増えるようになったが、寿命の長いものは4月中旬まで生存した。

成虫の絶食寿命に及ぼす日長の影響

羽化後1~4週間を経過した室内系統の成熟成虫4500匹を玄米750gを入れたガラスポット（直径12cm×高さ20cm）に放ち、温度25°C、湿度70%、暗黒条件下で2日間産卵させたのち成虫を除去した。この玄米を250gずつ3分し、ガラスポット（直径12cm×10cm）に分入し、暗黒および、10W蛍光灯下約50cmで10時間および15時間の異なる日長条件を与え、いずれも温度25°C、湿度70%の当所バイオトロン条件下で飼育を行なった。

これらの3種の異なる日長条件下で発育した個体のうち羽化最成期（最高羽化日の前後4日間）に羽化した成虫を使用して、以下のような方法で絶食寿命を調べた。

1. 羽化後24時間以内の成虫を日長条件別に雄雌25匹ずつを別々に選んだものを2組作り、いっぽうは前記バイオトロン湿度条件をそのまま利用した湿度70%の条件下で、他方はデシケーターの使用による湿度100%の条件下で、それぞれ、温度25°C、暗黒の状態の前項の実験と同様の方法で絶食状態に置き、毎日死亡個体を記録し、死亡個体の除去と成虫を入れた容器の更新を行った。

2. 羽化直後の成虫を100~200個体に分け、プラスチック容器（直径13cm×高さ10cm）に1個体あたり玄米2.5gにあたる充分な量の飼料を与え、羽化後2週間まで幼虫・蛹期と同一日長条件で飼育を継続したのち、1.と同様の処理によって調査を行った。

3. 羽化後4週間まで上記2.と同様の飼育を行ったのち、1.と同様の処理によって調査を行った。また羽化後の成虫飼育を行ったときに使用した玄米は羽化後4週間目ですべての成虫を除去し、温度25°C、湿度70%、暗黒状態に2カ月間放置し、次世代羽化数を調べた。

それぞれの日長条件下での産卵から羽化までの平均発育日数と総羽化数は第1表に示したとおりで、いずれも日長の違いによる明瞭な差異は認められなかった。

絶食実験の結果は第6図に示したとおりである。この図に見られるように、羽化直後から絶食させた成虫の場合は両湿度区とも日長の違いによる寿命の差は認められなかった。これに対して、羽化後2週間玄米を摂食させ飼育した後絶食させた成虫では、全日長区とも羽化直後に絶食させた場合より大幅に寿命の伸びが見られ、さらに日長の違いによる寿命の差は湿度70%の区では明瞭ではないが、湿度100%の区では、短日飼育したものが寿命がもっとも長く、長日、暗黒の順に短命となった。羽化後4週間の摂食期間のち絶食させた成虫でもこれとほぼ同様の傾向が見られたが、長日飼育した雌を湿度70%の条件下に置いた場合が例外的に短命となった。

また、羽化後4週間まで摂食させたときに使用した玄米からの次世代羽化数は第2表に示すとおりで、雌成虫あたりの次世代数には日長の差異による明瞭な影響は見られなかった。

第2表 異なる日長条件下で、羽化後4週間まで成虫飼育を行ったとき使用した玄米からの次世代羽化数（25°C, 70% R. H.）

日長 (時間)	飼育成虫数		死亡数 ♀	次世代 羽化数	1♀あたり 次世代数
	♂	♀			
10	84	85	5	1166	14.1
15	51	54	2	784	14.8
暗黒	92	101	4	1559	15.2

考 察

多くの昆虫では越冬時に乾燥に対する耐性が高まることが知られており、これは昆虫の越冬態に見られるひとつの特性ともいえる（ダニレフスキー、1961）が、コクゾウの場合は様相を異にしている。すなわち、本実験から明らかなように、コクゾウの越冬世代の成虫は冬期の野外の空気湿度のもとでは全く越冬不可能であるのに対し、高湿度条件が与えられれば、成虫自身がその条件下に移動することによって野外気温下でも越冬が可能となる。このことは、コクゾウが冬期に石の下や、倉庫周辺の間隙で越冬する習性を持つ要因として、冬期の低温という条件よりも乾燥条件を回避することのほうが強く働いていることを示唆しているものと思われる。

コクゾウが貯穀という人為的な環境で生活するようになった現在もこのような習性を持っていることは次のように推論されるのではなからうか。すなわち、貯穀の出現しない時代に、野外で禾本科植物の種子を餌としていたと思われるコクゾウが、冬期条件に耐えるために、耐乾性を高める方向ではなく、移動力のある成虫自身がこれらの寄生植物周辺の湿気の高い土中などにもぐりこむ性質を持つことによって乾燥を回避するという方向へ適応が進み、その性質が現在も失なわれていないためではなからうかと考えられる。

そこで問題となるのは、成虫の高湿場所への移動が必然的に絶食を伴うことである。越冬に先だつ種々の生理的な転換において多くの多化性昆虫が依存しているのはいうまでもなく日長の変化である。この点を明らかにするために日長条件と絶食寿命との関係を調べたわけであるが、鮮明な結果は得られなかったものの、飼育時の短日条件が、高湿度条件下での絶食耐性を高める現象が見られた。この性質は、ほとんど暗黒条件下にある農家の倉庫などで生活する個体群よりも、野外の自然日長条件下の個体群にとって有利であるといえる。

さらにすゝんで休眠性の有無を論ずるには、この実験でくわしく調べなかった越冬前の成虫の産卵活動の停止が、単に低温、乾燥の直接の影響として現われるのか、越冬世代に特有な適応現象として現われるのかを明らかにすることが必要であり、この点については今後の研究に待ちたい。また、本実験に使用した実験内で20年間

累代飼育されてきたコクゾウの個体群にこのような日長反応が認められた事実は、本種の野外における生活、しいては害虫化の問題に今後追究すべき重要な課題を含んでおり、従来、本種については飼育の際に日長条件が考慮されていなかった傾向は一考の要があるのではなからうかと思われる。

摘 要

コクゾウの成虫越冬に関連する実験を行い、次のことが明らかにされた。

1. 岡山県の1農家の倉庫内の被害米より11月初旬に羽化した成虫を横浜の野外条件で飼育した場合は、1月上旬までに全個体が餌場を脱出して死亡したが、飼育の途中で、高湿度（水分）要求が満たされることによって越冬が可能となった。

2. 実験室内で20年間累代飼育してきた系統を用い、9月中旬から12月初旬まで、幼虫、蛹、成虫期（羽化後1カ月まで）を通して野外条件で玄米を飼料とし飼育したのち、野外条件のまま絶食させた場合は越冬不可能であったが、野外気温下でも飽和湿度を与えて絶食させれば、越冬が可能となった。

3. 上記2.と同じ系統を用い、25°C、湿度70%の一定条件のもとで、短日（10時間）、長日（15時間）、暗黒の3種の異なる日長条件で幼虫を玄米で飼育し、羽化した成虫について、25°C暗黒条件のもとで湿度70%および100%の条件下での絶食寿命を調べた。その結果、羽化直後の成虫では、幼虫・蛹期の日長の違いによる差は認められなかったが、羽化後2週間、および4週間を幼虫期と同一の日長・温度条件で餌を十分与えて飼育したのち、湿度100%で絶食させた場合は短日条件で飼育したものが最も寿命が長く、長日、暗黒の順に短命となった。

引用文献

- ダニレフスキー（日高敏隆・正木進三訳）（1961）昆虫の光周性，東京大学出版会。
 高橋 奨（1922）貯穀害虫の越冬に就きて，病害虫雑，9：165～178。
 高橋 奨（1931）米穀の害虫と駆除予防，明文堂，東京。

Summary

Some Observations on the Hibernation of Adults of Rice Weevil, *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (Coleoptera : Rhynchophoridae)

By

Naoshi WATANABE

Research Division, Yokohama Plant Protection Station

In Japan, most of the adults of *Sitophilus zeamais* inhabiting in the unheated building, leave stored rice in late autumn to early winter to hibernate under stones or wooden material outside the building.

In an attempt to make clear the mechanism of this hibernation habit, some experiments were undertaken. Results are summarized as follows.

1. The infested rice grains were collected in a farm storehouse and the adults emerged from these grains in early November were fed on rice grains in containers at natural temperature and humidity conditions. Suffering from dry and chilling air, all of the adults left grains and were dead by next January. When the small container which kept moisture was inserted, most of the adults crept into the container and survived the winter safely.

2. The individuals from laboratory stock which was kept for twenty years, were fed on the rice grains through larval, pupal and adult stage at natural condition from mid-September to early December and thereafter forced to starve. The starved adults could not live for a long time at the natural winter condition, but most of them could pass the winter when provided with saturated humidity.

3. The adults from the laboratory stock were allowed to oviposit on the rice grain in darkness. These grains were exposed to varying degrees of photoperiod; short (10 hr), long (15 hr) and darkness at 25°C and 70% R.H. The adults emerged from these grains were forced to starve at 70% and 100% R.H., respectively, in darkness at 25°C. In the adult which had just emerged, no photoperiodic effect was observed on the starvation longevity both at 70% and 100% R.H. Contrary, when the adults had been fed on rice grains for two or four weeks after the emergence under the same photoperiodic conditions of larval stage and then starved at 100% R.H., the adult life span was longest at the short photoperiod, shorter at the long photoperiod and shortest at the darkness.