

Studies on the Characteristics of Action of Fumigants II. Entrance of Hydrogen Phosphide into Weevil Body under Conditions of the Failure to Breathe for the Weevil. Kimihiko SATO and Masana SUWANAI (Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo, Japan) Received June 28, 1973. *Botyu-Kagaku*, 38, 213, 1973. (with English Summary 216)

28. くん蒸剤の作用特性に関する研究(第2報) 昆虫が呼吸できない状態におかれた場合のリン化水素の虫体内への侵入経路について 佐藤仁彦, 諏訪内正名(東京農工大学農学部, 東京都府中市幸町) 48. 6. 28 受理

昆虫が不活発になる低温(0°C)および窒素ガス中において、リン化水素を貯穀害虫(アズキゾウムシ成虫ならびにコクゾウ成虫)に対してくん蒸的に作用させた場合の虫に見られる現象を調べた。0°Cおよび窒素ガス中での虫の酸素消費量を測った結果、そのどちらの場合でも虫の呼吸が全く行なわれていないことが判った。また、そのような条件下でのリン化水素の作用では、虫に与える毒性の発現はほとんど見られなかった。

リン化水素は通常の条件下でのくん蒸では極めて強力な殺虫性を示す薬剤であるが、以上の実験事実からすれば、本剤は虫体内に呼吸に伴ってのみ侵入するものと結論される。

Bond *et al.*^{1,2)} はリン化水素が昆虫に対して毒性を発現するためには、酸素が不可欠であると指摘している。また、筆者らは前報³⁾で、リン化水素のアズキゾウムシ成虫に対する毒性の程度は虫がおかれた空気中のリン化水素の濃度が判れば、虫がその空気から呼吸によって消費した酸素の量から推算できると報告した。

本報においては、昆虫を0°Cという低温におき、昆虫の活動を不活発にした場合、あるいは昆虫を窒素ガス中におき、呼吸を著しく減少させた場合の昆虫に対するリン化水素のくん蒸毒性を、アズキゾウムシ成虫ならびにコクゾウ成虫について調べ、あわせて酸素消費量を測定し、呼吸が毒性発現の原因であるということについて考察した。

材 料

供試虫: アズキゾウムシ成虫は前報³⁾と同じ条件のものである。コクゾウ成虫は、28°C恒温器中で玄米を餌にして累代飼育中のもので、羽化後48時間以内のものを供試した。雌雄混性で、平均体重は1.7 mgである。

供試薬剤: 前報³⁾と同じホストキシン aluminum phosphide 錠剤である。

方 法

(1) リン化水素濃度の決定

前報³⁾と同じ方法で行なった。

(2) 0°Cにおけるくん蒸試験

上部を2方コックに連結した招合せナス型フラスコ(160 ml 容)に供試虫20頭を入れ、氷水中に充分長時

間(30分以上)没し、フラスコ内が0°Cになるのを待つ。この条件では供試虫の活動は停止し、仮死状態となる。そこへ、前報³⁾と同じ手順で、リン化水素をフラスコ内へ導入し、所定濃度になるようにした。氷水中に浸漬放置し、所定時間(1時間あるいは4時間)経過後、フラスコを開放し、ガラス製シャーレ(径9 cm, 高さ2 cm)に供試虫を移し、20°C恒温器中で虫の状況を観察した。すなわち、仮死状態にある虫が徐々に蘇生し、歩行しはじめ、次第に活発に活動し、その後活動が鈍り、ノックダウンし、ついには死に至るという過程を詳細に観察し、ノックダウン時間を記録した。

(3) 窒素ガス中におけるくん蒸試験

i) リン化水素含有の窒素ガスの作成

大型ガラスビン(21.5 l 容)に水を充滿させた後、上口部に連結したガラス管を通して窒素ボンベより窒素ガスを送り込み水と置換させた。大型ガラスビン中には微量の水と窒素ガスのみになるようにした後、空気の混入がないよう充分注意しながら、一方の口からホストキシン錠片を投入し、口をふさぎ、窒素ガス中でリン化水素を発生させた。ガスの発生が終了した後、化学分析により、濃度を測定した。

ii) くん蒸試験

(2)と同様のフラスコを準備し、その中へ供試虫20頭を入れ、真空ポンプで30~60秒吸引し、虫の動きが全くなくなるまで操作を2~3回くり返し、フラスコ内の空気を完全に排除した後、先に作成したリン化水素の所定量をガスビペットを使って導入した。その直後、窒素ボンベから窒素ガスをフラスコ内へ導き常圧に戻した。所定時間(1時間あるいは4時間)20°Cに放

置後、(2)と同じ方法で虫の状況を観察し、ノックダウン時間を記録した。

(4) 対照試験

前報⁹⁾と同じ方法で、20°Cの空気中において、リン化水素くん蒸を行なって、供試虫の活動状況を観察し、ノックダウン時間を記録した。

(5) 酸素消費量の測定

前報⁹⁾と同じ測定容器を用いて、0°Cおよび20°Cの空气中で測定した。また、この測定法の検定のため、酸素消費量が0であることが判かってはいるが、容器内の空気を窒素ガスと置換した後の虫の酸素消費量をも測定した。用いた虫数は、アズキゾウムシ成虫117頭(0.5g)、コクゾウ成虫294頭(0.5g)であった。

結 果

(1) くん蒸毒性の表示方法

リン化水素の供試虫に対する毒性効果を表わす方法として、筆者⁴⁾が使用した正常虫率(正常に歩行できる虫およびそれに近い活動状況にある虫の百分比)を適用した。

(2) 0°Cにおけるくん蒸

供試虫を225 ppmのリン化水素を含む空気中において、0°Cで1時間あるいは4時間くん蒸した後、空气中に解放した場合の供試虫の活動状況を第1図に示した。同図には、対照区の20°Cでのくん蒸による供試虫の活動状況をも示してある。図の関係から、対照区では1時間以内に全虫がノックダウンしてしまうが、0°Cという低温においてくん蒸された虫は、20°Cの空気

中へ解放されると、徐々に仮死状態から回復し、アズキゾウムシで10~25分、コクゾウで30分~2時間たつと全虫が正常に歩行活動を続けることが判かる。それら蘇生した虫は、アズキゾウムシでは10~20時間経過した頃から徐々に死虫が増えはじめ、300~400時間経過後に全虫がノックダウンするという過程をたどることが、コクゾウでは、30~40時間経過した頃から徐々に死虫が増えはじめ、100~130時間かかって全虫がノックダウンすることが図に示されている。一方、無処理虫を4時間0°Cにとじ込めておいてから20°Cに解放した場合もほぼ同様の活動状況をたどった。

(3) 窒素ガス中におけるくん蒸

供試虫を232 ppmのリン化水素を含む窒素ガス中において、20°Cで1時間あるいは、4時間くん蒸した後、空气中へ解放した場合の供試虫の活動状況を第2図に示した。同図には、対照区の20°Cの空气中でくん蒸したときの供試虫の活動状況をも示してある。図の関係から、対照区では1時間以内に全虫がノックダウンしてしまうが、窒素ガス中においてくん蒸された虫は、20°Cの空气中へ解放されると、アズキゾウムシでは8~14時間後、徐々に死虫が現われ、240~280時間かかって全虫がノックダウンするという経過をたどることが判かる。また、コクゾウでは24~32時間後が死虫が現われ、130~140時間かかって全虫がノックダウンすることが図に示されている。一方、無処理虫を4時間20°Cの窒素ガス中にとじ込めておいてから、空气中へ解放した場合もほぼ同様の活動状況を示した。

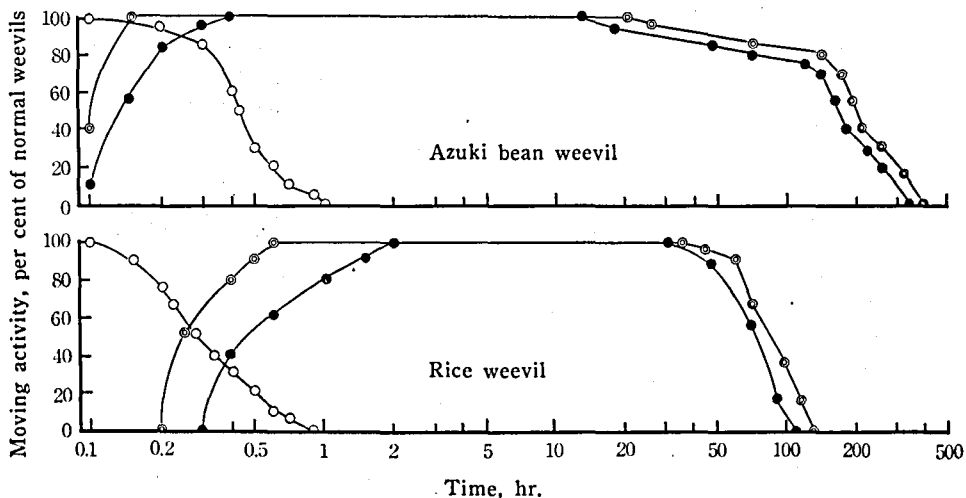


Fig. 1. Relationship between the moving activity of weevils and the time after setting from fumigation with 225 ppm of hydrogen phosphide in air at 0°C during 1 hour (—○—) or 4 hours (—●—) and then transferred in normal air at 20°C. —○—: Moving activity of weevils fumigated with 225 ppm in air at 20°C.

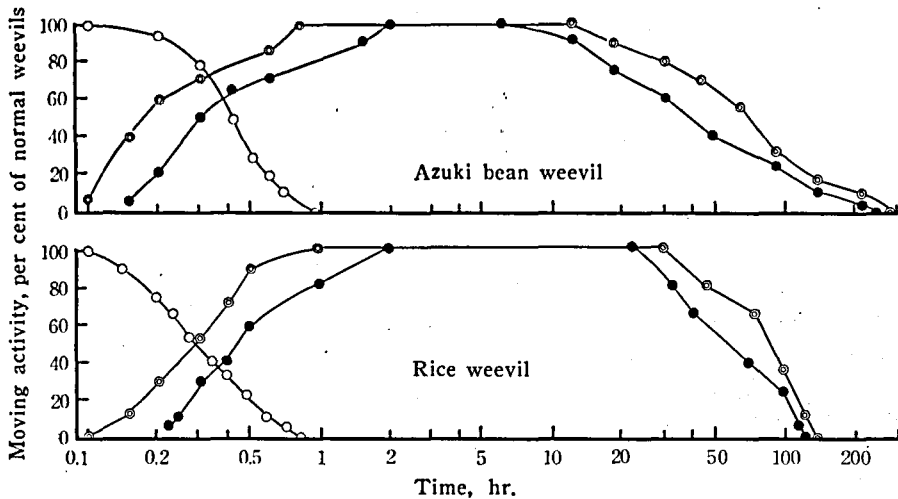


Fig. 2. Relationship between the moving activity of weevils and the time after setting from fumigation with 232ppm of hydrogen phosphide in nitrogen gas at 20°C during 1 hour (—○—) or 4 hours (—●—) and then transferred in normal air at 20°C. —○—: Moving activity of weevils fumigated with 232 ppm.

(4) 酸素消費量

0°Cの空気中に供試虫をおいた場合、20°Cの窒素ガス中においた場合、および対照として、20°Cの空気中に供試虫をおいた場合の供試虫の酸素消費量を測定した値を第1表に示した。この表から、0°Cではアズキゾウムシ、コクゾウともに酸素消費量が0であるが、対照区(20°Cの空気中)では、アズキゾウムシで20 $\mu\text{l/g/min}$ 、コクゾウで32 $\mu\text{l/g/min}$ の酸素が消費されていることが判かる。なお当然のことながら、窒素ガス中での酸素消費量の値は0であった。

考 察

第1図および第2図に示されている結果によれば、0°Cあるいは窒素ガス中において、リン化水素でくん蒸されたアズキゾウムシ成虫およびコクゾウ成虫は、空気中へ解放された後の経過を観察した結果、リン化水素による影響はほとんど受けていないと見なさなければならない。一方、第1表に示されているように、0°Cあるいは窒素ガス中におかれた虫は、酸素消費量の値が0であることから、虫がリン化水素でくん蒸さ

れている期間中に全く呼吸していないものと見なせる。このことは、これらの昆虫では呼吸が進行しなければ、虫体内へのリン化水素の侵入が行なわれないということを示唆する。

前報³⁾において筆者らは、虫が呼吸しない状態におかれれば、リン化水素は虫体内に入ることができないので、毒作用を発揮しないということを推論したが、今回の実験からも同一の結果が得られ、呼吸量とそれに含まれるリン化水素の濃度から毒性の程度が算出できることが立証された。また、この結果は Bond *et al.*^{1,2)}の報告によっても裏づけられる。いいかえれば、リン化水素の虫体内への侵入は呼吸が主体になって行なわれるものである。

N₂ガスおよびCO₂ガス中における殺虫剤のアズキゾウムシ成虫に対する虫体内への浸透移行作用に関して、筆者らが先に報告した⁴⁾が、それによれば、N₂ガスあるいはCO₂ガスにより麻酔されて仮死状態になっているにもかかわらず、供試した有機系殺虫剤では、虫体内への浸透移行が進行しているとみなさなければならないという結論が出された。それらと今回の

Table 1. The uptake amounts of oxygen by azuki bean weevils and rice weevils.

Temperature °C	Atmosphere	Oxygen uptake, $\mu\text{l/g/min}$	
		Azuki bean weevil	Rice weevil
0	Normal air	0	0
20	Nitrogen gas	0	0
20	Normal air	20	32

実験の結論と比較すると、有機系殺虫剤の場合には、呼吸によって体内へ入るよりも虫体表面から吸着や拡散などの物理化学的現象によって体内に入るものが主体となるものと考えられ、本実験の結果とは異なった侵入様式をとるものと考えらるべきである。

結 論

アズキゾウムシ成虫およびコクゾウ成虫は低温(0°C)におかれると、活動が極めて不活発になり、呼吸は極めて小さくなることが実験から判かった。このような状態または、虫が酸素を含まない窒素ガス中におかれ、呼吸ができないような条件においては、たとえ虫にリン化水素ガスが接触したとしても、虫はリン化水素を体内に取り入れないことが実験事実から判かった。

文 献

- 1) Bond, E. J., H. A. Monro and C. T. Buckland: *J. stored Prod. Res.*, 3, 289 (1967).
- 2) Bond, E. J., J. R. Robinson and C. T. Buckland: *Ibid*, 5, 289 (1969).
- 3) 佐藤仁彦, 樋口義広, 諏訪内正名: 防虫科学, 38, 22 (1973).
- 4) 佐藤仁彦, 諏訪内正名, 畑中 勲: 応動昆, 14, 49 (1970).

Summary

The effect of the low temperature, 0°C, and of nitrogen gas atmosphere on the toxic action of hydrogen phosphide to the adult of the azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L. and the rice weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. were investigated, and the uptake amounts of oxygen by the both weevils under the same conditions were measured.

The weevils were exposed to a high concentration of hydrogen phosphide in a flask containing air of 0°C or nitrogen gas of 20°C for an hour or four hours. Then these weevils were transferred into air at 20°C. In the meantime, they recovered from narcosis, moved normally and knocked down gradually over a long period, while the weevils fumigated in air with the same concentration of the fumigant at 20°C knocked down within an hour.

Hydrogen phosphide was not toxic to the weevils at 0°C or in nitrogen gas atmosphere since they could not respire under these conditions.

The Development of Resistance to Carbamate Insecticides in the Smaller Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallén. Kozaburo OZAKI, Yoshitaka SASAKI and Minoru UEDA* (Kagawa Agricultural Experiment Station, Takamatsu, Kagawa, Japan). Received September 7, 1973. *Botyu-Kagaku*, 38, 216, 1973. (with English Summary 220)

29. ヒメトビウンカにおけるカーバメイト剤抵抗性の発達 尾崎幸三郎, 佐々木善隆, 上田 実* (香川県農業試験場, 高松市仏生山町) 48. 9. 7 受理

ヒメトビウンカの感受性系統をカーバメイト系の種々の殺虫剤で連続淘汰し、それぞれの殺虫剤に対する抵抗性の発達、生化学的形質とマラソン (malathion), (S-[1,2-bis(ethoxycarbonyl)ethyl] dimethyl phosphorothiolothionate), 感受性の変化について検討した。NAC (Sevin, carbaryl), 1-naphthyl methylcarbamate, による淘汰では、最終淘汰の F₁₅ までに、抵抗性発達の徴候はみられなかった。一方 PHC (Baygon, arprocarb), o-isopropoxyphenyl methylcarbamate, MTMC, (Tsumacide), m-tolyl methylcarbamate, とメソミル methomyl (Lannate), S-methyl N-(methylcarbamoyloxy) thioacetimidate, による淘汰では低レベルの抵抗性発達が認められた。NAC とメソミルによる淘汰では、最終淘汰の F₁₅ あるいは F₂₅ までに、中間か高活性のエステラーゼ泳動帯をもつ個体は出現しなかったが、PHC と MTMC による淘汰では、E₇ または E₈ 泳動帯の中間と高活性個体が出現した。MTMC で淘汰したヒメトビウンカは、マラソンにも、MTMC に対する以上の抵抗性を示した。

ヒメトビウンカにおけるリン剤抵抗性の発達は稲しまはがれ病の防除対策を著しく昏迷させるのではないかと懸念されたが、リン剤抵抗性のヒメトビウンカはカーバメイト系の各種殺虫剤に交差抵抗性を示さず、しかも大多数のカーバメイト系殺虫剤はヒメトビウンカに対する殺虫力が極めて高いことから¹²⁾、その後の防

* 現在、科研化学株式会社、東京都文京区本駒込 2-28-8