

コクゾウムシ類蛹のリン化水素及び リン化水素・二酸化炭素感受性

後藤 睦郎・岸野 秀昭・今村 守一
廣瀬 裕二・相馬 幸博
横浜植物防疫所調査研究部

Responses of the Pupae of *Sitophilus granarius* L., *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY and *Sitophilus oryzae* L. to Phosphine and Mixtures of Phosphine and Carbon Dioxide. Mutsuro GOTO, Hideaki KISHINO, Morikazu IMAMURA, Yuji HIROSE and Yukihiko SOMA. (Chemical & Physical Control Laboratory, Research Division, Yokohama Plant Protection Station). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 32 :63 - 67 (1996).

Abstract : Responses of the pupae of *S. granarius*, *S. zeamais* and *S. oryzae* were studied with phosphine at 0.5, 1.0 and 2.0g/m³ at 15 °C or 20 °C. A complete mortality for the pupae of 3 species would be obtained for 2 weeks or more at the range of 0.5 ~ 2.0g/m³ at 15 °C. In the fumigation at 20 °C, the LT₉₅ value of the pupae of *S. granarius* was 3.9 days at 0.5g/m³ and 100% mortality was obtained for 10 days. The period for complete mortality against the pupae of *S. zeamais* and *S. oryzae* was 14 days. A practical quarantine fumigation with phosphine would be possible at 20 °C. To reduce phosphine fumigation periods, mortality comparison tests were conducted with phosphine (0.3 ~ 0.6g/m³) and phosphine(0.3 ~ 0.6g/m³) + carbon dioxide (2 ~ 50%) at 15 °C and 20 °C. No significant difference between phosphine alone and mixture of carbon dioxide was observed on the mortalities of the pupae of 3 species.

Key Words : fumigation, carbon dioxide, phosphine, mixture, grain, quarantine treatment, susceptibility, *Sitophilus granarius*, *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*

はじめに

リン化アルミニウム剤は、貯穀害虫の殺虫剤として世界的に使用されているが、コクゾウムシ類の蛹は、リン化アルミニウムの殺虫有効成分であるリン化水素に対して耐性で、0.5 ~ 2.0 g/m³、5日間程度のくん蒸処理では完全殺虫されないとしている(森・川本, 1966; 森ら, 1969)。また、コクゾウムシ類の蛹は炭酸ガスに対しても耐性で、完全殺虫するためには他の害虫よりも長い処理期間を必要とする(相馬ら, 1995; 岸野ら, 1996)。

WINKSら(1990)は、リン化水素と炭酸ガスをポンベに混合充填させたくん蒸剤を開発し、リン化水素によるサイロや倉庫のくん蒸に新たな利用方法を提唱している。リン化アルミニウム剤から含有量の60%以上のリン化水素を発生させるためには、15 °C、38 % R. H. で4~7日を必要とする(楯谷ら, 1974)が、リン化水素を直接使用することにより、リン化水素を発生させるための条件及び日数が不要となる。

そこで、リン化水素ガスを用い、これまで困難だったコクゾウムシ類の蛹の殺虫が可能か、また、炭酸ガ

スと混合処理した場合、相乗的な殺虫効果が得られるかどうか調査したので報告する。

材料及び方法

供試虫

グラナリアコクゾウムシ *Sitophilus granarius* L., コクゾウムシ *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY 及びココクゾウムシ *Sitophilus oryzae* L. の蛹を使用した。

飼料には小麦穀粒を用いた。供試虫の寄生率を向上させ蛹が多く得られるように、水洗後1日風乾して、水分含量を約17%に調整した。飼育は25 °C、70 % R. H. で行い、投薬直前の切開調査で全体の80%以上が蛹化しているものを供試虫として使用した。グラナリアコクゾウムシは、オーストラリアから農林水産大臣の許可(農林水産省指令5横植第2258号)を得て導入し、1年以上累代飼育したものを、ココクゾウムシは国内で採取し、5年以上累代飼育したものを使用した。

くん蒸

くん蒸容器は、ガス通気、投薬、採取孔付きの約5

のガラス製くん蒸ビンを使用した。供試虫はくん蒸温度の 15℃または 20℃に約 24 時間馴化させた後、穀粒をゴース布袋または市販の写真用フィルムケース（底と蓋に直径約 1 cm の穴を開け、穴の部分に 60 メッシュの金網を張ったもの）に入れ、くん蒸ビンの空間部に吊り下げた。

炭酸ガスは、濃度 10%以上ではガス混合器（GB-2 B, 小島製作所）を用いて、空気と混合した一定濃度のガスをくん蒸ビン内に通気させて行い、また、濃度 5%以下のときは減圧したくん蒸ビンにシリンジを用いて投薬した。

リン化水素は、減圧したくん蒸ビンにリン化水素（10.3%のリン化水素と残りは窒素のガス）をシリンジを用いて投薬した。

混合ガスの場合は、最初に炭酸ガスを投薬し、次にリン化水素を投薬した。

投薬後は空気を入れて常圧に戻した後、くん蒸ビン内を密栓し、マグネットスターラーを用いて約 5 分間かく拌した。対照区も同様に作成し、ガス通気孔を開けたまま保管した。炭酸ガス濃度は、炭酸ガス・酸素同時測定装置（UR-126G, 光明理化学工業）により、リン化水素濃度は TCD 検出器付きガスクロマトグラフ（GC-14A, 島津製作所）により測定した。また、くん蒸中の温度は、自動温度記録計（熱電対型、チノ）で測定した。

殺虫効果の確認

くん蒸終了後に穀粒を取り出し、飼育容器に入れて 25℃, 70% R. H. 下に保管した。殺虫効果は約 7 日おきに調査し、その時点で生きている成虫の数を生虫数とした。くん蒸処理したものは成育が遅れる傾向がある（相馬ら, 1995）ため、羽化予定日から更に 30～50 日間継続して調査した。生虫数には前蛹を主とする老齢幼虫から羽化したものも若干数あると思われたが、リン化水素に対する前蛹の感受性（HOWE, 1973）及び炭酸ガスに対する幼虫の感受性（相馬ら, 1995）は蛹よりやや高い程度であり、また、混入割合が全体の 20%以下であったことから、供試虫はすべて蛹として取扱い、殺虫率は対照区の羽化数から計算した。

結果及び考察

リン化水素単独くん蒸に対するコクゾウムシ類の蛹の感受性

コクゾウムシ類を 15℃, 0.5, 1.0 及び 2.0 g/m³ でくん蒸した場合のくん蒸日数と殺虫率の関係は、Table 1 のとおりである。害虫の種類別に感受性を比較すると、グラナリアコクゾウムシの LT₅₀ 値（1.6～2.8 日）が他の 2 種（2.4～4.3 日）よりも短く、感受性の高い傾向がみられた。薬量別では、3 種とも LT₅₀ 値に有意な差は認められず、薬量を増加することで

Table 1. Estimated LT₅₀ and LT₉₅ values for the pupae of *S. granarius*, *S. zeamais* and *S. oryzae* fumigated with phosphine at doses of 0.5, 1.0 and 2.0 g/m³ at 15℃.

Species	Dose (g/m ³)	n	LT ₅₀ (95%FL) (day)	LT ₉₅ (95%FL) (day)
<i>S. granarius</i>	0.5	546	2.8 (1.9-4.1)	18.2 (10.3-52.9)
	1.0	834	1.6 (1.1-2.1)	12.8 (8.6-23.3)
	2.0	990	1.9 (1.4-2.4)	8.5 (6.1-13.9)
<i>S. zeamais</i>	0.5	1,134	4.0 (2.8-6.2)	26.1 (13.8-86.6)
	1.0	1,302	3.1 (2.4-4.1)	25.5 (15.7-54.2)
	2.0	1,278	4.3 (3.3-5.7)	19.0 (12.5-36.8)
<i>S. oryzae</i>	0.5	1,302	4.2 (2.9-6.5)	27.1 (14.2-93.2)
	1.0	1,458	2.4 (1.8-3.1)	19.2 (12.3-37.9)
	2.0	1,704	3.6 (2.8-4.7)	16.1 (10.7-30.1)

Table 2. Estimated LT₅₀ and LT₉₅ values for the pupae of *S. granarius* fumigated with phosphine at a dose of 0.5 g/m³ at 20℃.

n	LT ₅₀ (95%FL) (day)	LT ₉₅ (95%FL) (day)	100% Mortality (day)
2,781	1.0 (0.8-1.1)	3.9 (3.4-4.7)	10*

Two replicates.

* n = 405

ん蒸日数を大幅に短縮することは困難であると考えられる。また、LT₉₅値は、最も短いグラナリアコクゾウムシであっても0.5 g/m³で18.2日、2.0 g/m³で、8.5日であった。HOLEら(1976)は15℃、16日間(0.39 g/m³)でグラナリアコクゾウムシ蛹を完全殺虫できるとしているが、本試験結果からそれ以上の日数が必要と考えられる。

グラナリアコクゾウムシを20℃、0.5 g/m³でくん蒸した場合のくん蒸日数と殺虫率の関係は、Table 2のとおりである。LT₅₀及びLT₉₅値は1.0日及び3.9日であり、15℃のくん蒸と比較して大幅に日数が短縮され、10日間のくん蒸では完全殺虫されることが判明した。

リン化水素は、低濃度長時間くん蒸で高い殺虫力を

示すことが知られているが、反対に短時間で高い殺虫効果を得ることは困難であるとされている(森・川本, 1966; 中北, 1993)。今回の試験結果も同様の傾向が認められ、15℃では薬量を増加しても3種コクゾウムシ類を短期間で完全殺虫することは困難であると考えられる。

一方、グラナリアコクゾウムシを20℃、0.5 g/m³でくん蒸した結果、15℃と比較してLT₅₀及びLT₉₅値が大幅に短縮され、10日間のくん蒸で完全殺虫された。また、リン化アルミニウムを使用した試験では25℃、0.5 g/m³、5日間で完全殺虫されている(森・川本, 1966)ことから、くん蒸温度によって感受性はかなり変化し、20～25℃では5～10日間のくん蒸で完全殺虫が可能であると考えられる。

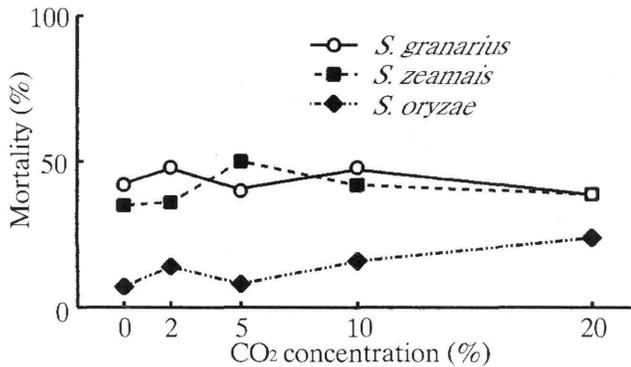


Fig. 1. Mortality of the pupae of *S. granarius*, *S. zeamais* and *S. oryzae* fumigated by mixture gas with 0.5 g/m³ of phosphine and 0, 2, 5, 10 and 20% carbon dioxide for 3 days at 15°C.

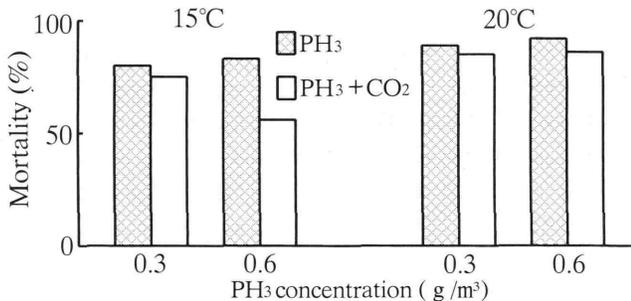


Fig. 2. Mortality of the pupae of *S. zeamais* fumigated by phosphine at doses of 0.3 and 0.6 g/m³ and by mixture gas with 0.3 and 0.6 g/m³ of phosphine and 40% carbon dioxide for 5 days at 15°C and 20°C.

Table 3. Mortality of the pupae of *S. granarius*, *S. zeamais* and *S. oryzae* fumigated by mixture gas with 0.5 g/m³ of phosphine and 0, 30, 40 and 50 % carbon dioxide for 7 and 14 days at 20 °C.

Species	Dose		7 days exposure		14 days exposure	
	PH ₃ (g/m ³)	CO ₂ (%)	n	Mortality (%)	n	Mortality (%)
<i>S. granarius</i>	0.5	0	111	99.1	127	100
	0.5	30	111	98.2	127	100
	0.5	40	111	98.2	127	100
	0.5	50	111	93.7	127	100
<i>S. zeamais</i>	0.5	0	156	99.4	167	100
	0.5	30	156	98.1	167	100
	0.5	40	156	96.8	167	99.4
	0.5	50	156	98.1	167	100
<i>S. oryzae</i>	0.5	0	191	97.4	196	100
	0.5	30	191	90.0	196	100
	0.5	40	191	90.0	196	94.4
	0.5	50	191	95.3	196	99.5

Two replicates.

コクゾウムシ及びココクゾウムシの蛹は、グラナリアコクゾウムシに比較してやや感受性は低いと考えられるが、20 °C、0.5 g/m³、14 日間の条件では、Table 3 のとおりいずれも完全殺虫されていることから、これらの種類についても 20 °C 以上の条件での実用化が可能と考えられる。

混合ガス（リン化水素+炭酸ガス）くん蒸に対するコクゾウムシ類の蛹の感受性

コクゾウムシ類の蛹を 15 °C で、リン化水素（0.5 g/m³）に炭酸ガス（0, 2, 5, 10 及び 20 %）を添加して 3 日間くん蒸した場合の殺虫効果は、Fig.1 のとおりである。3 種とも、炭酸ガスを添加しても、特に殺虫効果の変化は認められず、殺虫率は全ての区で 50 % 以下であった。

コクゾウムシの蛹を 15 °C 及び 20 °C で、リン化水素（0.3 及び 0.6 g/m³）に炭酸ガス（0 及び 40 %）を添加して 5 日間くん蒸した場合の殺虫効果は、Fig.2 のとおりである。15 °C 及び 20 °C 区とも、炭酸ガスを添加したくん蒸では、リン化水素単独くん蒸と比べ殺虫率が増加せず、むしろ低下する傾向が認められた。

コクゾウムシ類の蛹を 20 °C で、リン化水素（0.5 g/m³）に炭酸ガス（0, 30, 40 及び 50 %）を添加して 7 日及び 14 日間くん蒸した場合の殺虫効果は、Table 3 のとおりである。7 日及び 14 日間くん蒸とも、炭酸ガスを添加したくん蒸は、リン化水素単独くん蒸とほぼ同等の殺虫率を示したが、7 日間では殺虫率が若干低下する傾向が認められた。DESMARCHELIER ら

(1984) は、リン化水素に炭酸ガスを 25 ~ 75 % 添加してグラナリアコクゾウムシ及びココクゾウムシの蛹をくん蒸した場合の感受性は、リン化水素単独の場合を上回らないとしており、本試験も同様の傾向を示した。

以上の結果から、3 種コクゾウムシ類の蛹は、リン化水素単独くん蒸に対し極めて耐性であるが、20 °C では 0.5 g/m³、10 日または 14 日間で完全殺虫が可能であることが明らかになった。二酸化炭素との混合ガスでは、リン化水素単独くん蒸に比較して特に相乗的な殺虫効果は認められず、30 % 以上混合した場合はむしろ殺虫率が低下する傾向が認められた。

引用文献

- DESMARCHELIER, J. M. and R. WOHLGEMUCH (1984) : Response of Several Species of Insects to Mixtures of Phosphine and Carbon Dioxide. Controlled Atmosphere and Fumigation in Grain Stages. Elsevier, Amsterdam : 75 - 81.
- HOLE, B. D., C. H. BELL, K. A. MILLS and G. GOODSHIP (1976) : The Toxicity of Phosphine to All Developmental Stages of Thirteen Species of Stored Product Beetles. J. stored Prod. Res. 12 : 235 - 244
- HOWE, R. W. (1973) : The Susceptibility of the Immature and Adult Stages of *Sitophilus granarius* to Phosphine. J. stored Prod. Res. 8 : 241 - 262.
- 岸野秀昭・後藤睦郎・今村守一・相馬幸博 (1996) :

- 貯穀害虫の二酸化炭素くん蒸に対する感受性
1. グラナリアコクゾウムシ, タバコシバンムシ, ノシメマダラメイガ, スジマダラメイガ及びスジコナマダラメイガの二酸化炭素くん蒸における温度及び時間の影響. 植防研報 32: 57-61.
- 森 武雄・池上雍春・楯谷昭夫 (1969): 磷化水素に対するコクゾウムシの感受性. 植防研報 7: 67-69.
- 森 武雄・川本 登 (1966): 磷化アルミニウム剤の性状と効果に関する研究. 植防研報 3: 24-35.
- 中北 宏 (1993): ポストハーベスト農産物と農薬. 化学と生物 31: 665-673.
- 相馬幸博・岸野秀昭・後藤睦郎・薮田重樹・松岡郁子・加藤利之 (1995): 貯穀害虫の二酸化炭素くん蒸に対する感受性 1. コクゾウ, グラナリアコクゾウ及びヒラタコクヌストモドキの二酸化炭素くん蒸における温度, 時間及び酸素濃度の影響. 植防研報 31: 25-30.
- 楯谷昭夫・佐伯聰・川本登 (1974): リン化アルミニウム剤の分解におよぼす温湿度の影響. 植防研報 12: 28-30.
- WINKS, R. G. and R. F. RYAN (1990): Recent Development in the Fumigation of Grain with Phosphine. 5th Int. Work Conf. Stored Prot., Bordeaux : 9-14 Sept.