

原 著

Studies on the Characteristics of Action of Fumigants. III. Emergence of the Azuki Bean Weevil, *Callosobruchus chinensis* L., from Azuki Beans Fumigated with Hydrogen Phosphide at Some Developmental Stage of Ones. Kimihiko SATO and Masana SUWANAI (Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo, Japan) Received February 12, 1975, Revised April 7, 1975. *Botyu-Kagaku*, 40, 85, 1975. (with English Summary 88)

15. くん蒸剤の作用特性に関する研究(第3報)アズキゾウムシのリン化水素による発育中くん蒸と羽化について 佐藤仁彦, 諏訪内正名(東京農工大学農学部) 50. 2. 12 受理, 50. 4. 7 訂正受理

アズキ粒表面に付着しているアズキゾウムシの卵及び幼虫期あるいは蛹期の虫を内蔵しているアズキ粒をリン化水素でくん蒸し, その後羽化脱出してくる成虫数を調べ, くん蒸作用の強弱の指標とした。くん蒸剤の濃度, くん蒸時間, くん蒸時の虫の発育令期, 虫の所在位置, 虫の体重などが羽化に及ぼす影響などを検討した。

同一令期にくん蒸した場合, くん蒸時間を一定にしたとき, 濃度の高いほど羽化率が低下し, くん蒸濃度を一定にしたときには, くん蒸時間の長いほど羽化率が低下した。濃度とくん蒸時間の積が一定になるような組合せを選んでくん蒸した場合には, 濃度を高くするか, あるいは, くん蒸時間を短かくしたときの方が, 低濃度で長時間くん蒸よりも羽化率が高かった。また, 同一濃度区内または同一くん蒸時間区内では, 卵期<幼虫期<蛹期の順に高い羽化率となった。

蛹をアズキ粒内から取り出してくん蒸した場合には, アズキ粒内に所在する蛹をくん蒸した場合よりも, 羽化率が低かった。

貯蔵害虫成虫に対するリン化水素のくん蒸殺虫効果には虫の呼吸が関連するが, このことについては既に報告した^{1,2)}。それに対し, 虫の呼吸量が少なく考えられる発育途上の虫の場合にはどのような結果になるであろうか。そのことを知るために, アズキ粒表面に付着している卵および幼虫期, 蛹期の虫を内蔵しているアズキ粒をリン化水素でくん蒸する試験を行なった。この試験では, 処理後, アズキ粒から羽化脱出してくる成虫数がくん蒸作用の強弱の指標となる。試験は濃度およびくん蒸時間を変えて行なわれ, また, 供試虫は種々の発育令期のものが選ばれた。それらのおのおの場合の羽化におよぼす影響が調べられ, 考察が加えられた。

材料および方法

アズキにアズキゾウムシが産卵すると, 約3~4週

間で次世代の羽化成虫の発生をみる(第1表), また, 正常飼育即ち300gのアズキに150~200対の雌雄成虫を放飼し, 24時間産卵させ, 28°C, R. H. 70%で飼育した場合には, 卵期3~4日間, 幼虫期15~16日間, 蛹期6~7日間であるのが普通とされている³⁾。このような実験事実に基づくと, 産卵後所定日数を経過したものであれば, 経過日数に対応し, アズキ表面に付着した卵期あるいは幼虫期, 蛹期の虫を内蔵した実験材料が得られることになる(第2表)。

本試験では, 上記の事実に基づき, 卵が付着または虫を内蔵したアズキ粒(品種:大納言, 水分含量:12%)30粒(約5g)をくん蒸用ガラス容器に差し入れておき, そこへ, 既報¹⁾と同様に, ガスピペットを用いる方法で, リン化水素を5~1,000 ppmの範囲内の所定濃度になるよう注入し, 28°Cで所定時間(1~24時間)くん蒸を継続した。所定時間経過後, くん蒸を打

Table 1. Emergence of azuki bean weevils from azuki beans with normal rearing at 28°C, 70% R. H.

Number of days after oviposition	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Per cent of weevils emerged to total ones*	0.7	5.9	18.3	24.2	19.9	14.2	7.5	4.9	2.4	1.4	0.4

* Number of weevils emerged was 3,100.

Table 2. Weight and stage of normal azuki bean weevils on the prescribed day after oviposition.

Number of days after oviposition	Weight, mg			Developmental stage
	Range	Mean	S. D.	
2	0.01-0.02	0.013	± 0.003	egg
12	1.2-1.9	1.6	± 0.18	larva
22	6.5-7.5	6.9	± 0.29	pupa

ち切り、資料を空気中へ解放し、以後は、正常の飼育方法と同じ条件で飼育を続け、アズキ粒から羽化脱出してくる成虫を24時間毎に調査した。調査は羽化成虫が認められなくなるまで続けた。それらの結果から、総羽化虫数を正常区のものと比較し、試験区の羽化率を算出した。

上記試験法においては、正常飼育条件下での虫の発育状況およびその後の羽化脱出数などが重要な基礎となる。当研究室の飼育条件下では、正常区の羽化虫数は41回の反復結果によれば、30粒当たり58~90頭のバラッキ ($\bar{x}=76$, S. D. = ± 10.6) が見られる。第1表はこのような正常飼育条件において羽化した約3,100頭の個体を産卵後の日数別羽化分布の百分比として表わしたものである。発育の速い個体では、産卵後22日目に羽化が始まり、遅いものでは、10日おくらで産卵後32日目に羽化した。羽化の最盛期は産卵後24~27日目の4日間であり、この間に、総羽化虫数の76.6%の個体が羽化脱出する状況が示されている。第2表には、産卵後の日数別の令期と体重が示してある。

その他に本研究では考察を進めるに当って、アズキ粒から取出し裸にした蛹を用いてくん蒸試験を行なったが、その方法は上述の方法に準じた。

結 果

産卵後2日目の卵が付着しているアズキ粒を4時間リン化水素でくん蒸した場合のくん蒸濃度(10~1,000 ppm)とその試料から脱出した成虫の羽化率との関係を第1図に示した。羽化率は上記正常区との比から求めたものである。図には、同様に、産卵後12日目の幼虫、22日目の蛹を内蔵したアズキ粒をそれぞれ4時間くん蒸した場合の結果も示してある。

次に、試料は上記と同じ条件のアズキ粒とし、リン化水素の濃度を60ppmに一定にして、時間を1~16時間の範囲で変えてくん蒸した場合のくん蒸時間と羽化率との関係を第2図に示した。

考 察

くん蒸時間を4時間に一定にしたときには(第1図)、試料中の発育令期別にみた場合、どの濃度区において

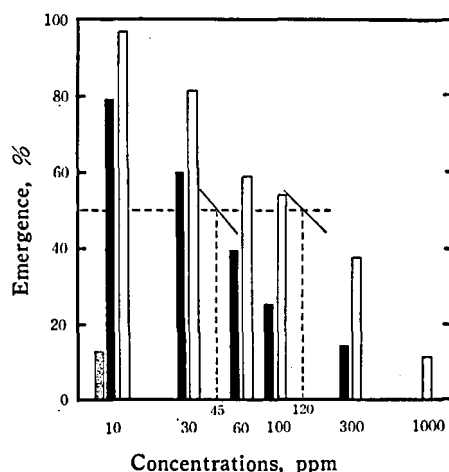


Fig. 1. Emergence of azuki bean weevils from azuki beans fumigated with various concentrations of hydrogen phosphide for 4 hrs at their developmental stages respectively, □: egg stage, ■: larval stage, ▒: pupal stage.

も、同一濃度区内では、卵期<幼虫期<蛹期の順に高い羽化率となっている。第1図において、まず蛹期のもをみると、濃度と羽化率がほぼ直線の関係にある。従って、図から50%羽化率を与える濃度は容易に推定され、120 ppmが得られる。同様に、幼虫期については45 ppmと推定できる。くん蒸試験の結果の整理には、しばしば、濃度とくん蒸時間の積の値が効果判定の一つの基準として用いられる。それで、虫の50%羽化に要する濃度とくん蒸時間の積(以下 EM_{50} に要する CT 値と記す)を計算すると、第4表第3項に示したごとく、蛹期では480 ppm・hr、幼虫期では180 ppm・hr が得られる。

濃度を60 ppmに一定にした場合(第2図)同一くん蒸時間内で比較すると、前実験の場合と同様に、蛹期にくん蒸したとき最も羽化率が高く、次いで幼虫期、卵期の順となっている。第2図から上記と同様にして50%羽化率を与えるくん蒸時間が推定され、蛹期で

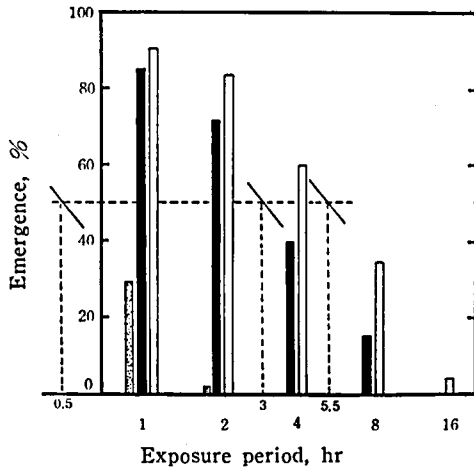


Fig. 2. Emergence of azuki bean weevils from azuki bean fumigated with 60 ppm of hydrogen phosphide for various exposure periods at their developmental stages respectively, ▨: egg stage, ■: larval stage, □: pupal stage.

5.5 hr, 幼虫期で3.0 hr, 卵期で0.5 hrがそれぞれ得られる。これらの値をもとに、 EM_{50} に要するCT値は第4表第5項に示したごとく、蛹期、幼虫期、卵期に対して、それぞれ330, 180, 30 ppm·hrと推定される。このように令期別にみると、蛹期くん蒸のときの EM_{50} に要するCT値が最大であり、次いで幼虫期くん蒸、卵期くん蒸となっている。これらの事実から、蛹期が最も感受性の低い令期であることが判る。なぜ、このように蛹期の虫が最もリン化水素に対する感受性が低いのだろうか。この問題に関して考察する。

蛹は硬いアズキ粒の内部に所在するため、通常のくん蒸処理の場合には、蛹の体表が直接薬剤に曝されることはない。しかし、もし体表が薬剤に曝されるとどのような結果になるだろうか。そこで、両者を比較するために、次のような試験を行なった。産卵後22日目

の試料が内蔵されているアズキ粒中より蛹体を取り出し、くん蒸処理した。裸にした蛹を30 ppmで4時間くん蒸処理した後の羽化を調べた結果は第5表の通りである。裸にしたコントロール区が70%羽化したのに対し、くん蒸処理区では35%の羽化率であり、コントロール区の50%となる。この値は、アズキ粒内に所在する蛹を30 ppmで4時間くん蒸したときの羽化率81% (第1図)にくらべてかなり低い。また、 EM_{50} に要するCT値を比較すると、裸にしてくん蒸した方は、30 ppm×4 hr=120 ppm·hrであり、アズキ粒内に所在している蛹をくん蒸した方は、第4表第3項、第5項にみるごとく、480~330 ppm·hrであることから、前者の値が後者の値の1/4~1/3になる。この相違は何によるのであろうか。主要要因として、アズキ粒内への薬剤の透過性が考えられる。即ち、蛹が裸の状態では、直接薬剤が蛹体に触れ、体内へ取り入れられるが、アズキ粒内に所在する場合、薬剤は硬いアズキの殻を通り抜けないと蛹体に到達することができない。これらの差がCT値の差となってあらわれてきたものと考える。

次に、裸の蛹をくん蒸した場合と卵期にくん蒸した場合の羽化率を比較してみると、上記のごとく、裸の蛹の EM_{50} に要するCT値は120 ppm·hrであるのに対し、卵期くん蒸の方は第4表に示すごとく30 ppm·hrである。裸の蛹および卵は、両者ともくん蒸すると薬剤に直接触れる状態にあるにもかかわらず、両者間に、 EM_{50} に要するCT値が4:1という差をきたしている。この原因は何であらうか。まず、第2表に示すように、平均体重は、蛹が6.9 mgであるのに対し、卵は0.013 mgである。つまり530:1の差がある。この差が薬剤に対する感応性に差を生じさせるものと考える。第2に、生理作用の差が考えられる。即ち、一般に蛹よりも卵の方が生理的活動が旺盛であるとされているので、蛹よりも卵の方が薬剤を体内に取り入れる速さと量において優っているために差を生じると考える。

Table 3. Emergence of azuki bean weevils from the beans fumigated with hydrogen phosphide on the prescribed day after oviposition.

Concentration of hydrogen phosphide, ppm	Exposure period, hr	Per cent of emergence				
		2*	7	12	17	22
100	1.2	16	72	83	94	96
60	2.0	2	39	72	79	84
30	4.0	0	19	60	76	81
10	12	0	1	6	28	34
5	24	0	0	0	9	17

* Number of days after oviposition.

Table 4. CT value* for 50% emergence of azuki bean weevils estimated from Fig. 1, and Fig. 2.

Developmental stage	Exposure for 4 hours		Exposure with 60 ppm	
	C, ppm	CT, ppm·hr	T, hr	CT, ppm·hr
egg	—	—	0.5	30
larva	45	180	3.0	180
pupa	120	480	5.5	330

* The product of concentration of hydrogen phosphide, C, and the exposure period, T.

Table 5. Emergence of azuki bean weevils from exposed pupae fumigated with 30 ppm hydrogen phosphide for 4 hours without azuki beans.

	No. of pupae fumigated	No. of emerged adults	Per cent of emergence	Corrected emergence, %
Control	20	14	70	100
30 ppm for 4 hrs	20	7	35	50

濃度×くん蒸時間＝一定 (120 ppm·hr) になるような組合せを選んで (第3表) 羽化率を比較すると、第1図にみるように、30 ppm で4時間くん蒸した場合、卵期、幼虫期、蛹期各くん蒸区の羽化率は、それぞれ0, 60, 81%となっている。また、第2図のように、60 ppm で2時間の処理では、卵期、幼虫期、蛹期につき、2, 72, 84%となっている。つまり、120 ppm·hr の処理では、卵期区ではほとんど羽化をみないが、幼虫期区では60～70%、蛹期区では80%程度の羽化率となる。これらの結果から、濃度とくん蒸時間の積が120 ppm·hr になるように濃度を考慮し、くん蒸時間を打ち切るという方法で、産卵後2日目の卵を付着しているアズキ粒を供試して、くん蒸したときに得られた羽化率をまとめたものが、第3表第3項の数値である。同様にして、産卵後7日目、12日目、17日目および22日目の虫を内蔵したアズキ粒を供試してくん蒸したときに得られた数値は第4項以降の通りである。産卵後の口数を変えたいずれの試料区についても、濃度を高くしてくん蒸時間を短かくしたときよりも、濃度を低くしてくん蒸時間を長くしたときの方が低い羽化率となることが示されている。産卵後の口数が増すにつれてこのような傾向は弱まるが、時間に関する因子の重みが大いようである。

最後に、蛹をくん蒸した場合の羽化と、成虫をくん蒸した場合のノックダウンについて検討してみる。上記のごとく、アズキ粒内に所在する蛹がくん蒸処理されたときの EM₅₀ に要する CT 値は 330～480 ppm·hr (第4表) であり、蛹が裸にされてくん蒸されたときの値は 120 ppm·hr (第5表) であるのに対し、すで

に報告したように¹⁾、成虫がくん蒸された場合、50% ノックダウンに要する濃度とノックダウン時間の積は、30°C のとき、約 60 ppm·hr である。これらのことから、蛹くん蒸による羽化と成虫くん蒸によるノックダウンの相違はあるにせよ、蛹はアズキ粒内に所在するときは勿論のこと、裸の場合でも、成虫にくらべてリン化水素に対し感応性が低いといえる。この原因として考えられることは、一般に、成虫は呼吸量が多く、蛹は少ないとされていることから、成虫と蛹との呼吸を中心とした生理作用の差であろう。

文 献

- 1) 佐藤仁彦, 樋口義広, 諏訪内正名: 防虫科学, 38, 22 (1973).
- 2) 佐藤仁彦, 諏訪内正名: 防虫科学, 38, 213 (1973).
- 3) 農林省横浜植物防疫所: 植物検疫シリーズ 2, 20 (1966).

Summary

Emergence of the azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L., from azuki beans in which the weevils were developing, fumigated with various concentrations of hydrogen phosphide for the prescribed exposure period at egg, larval and pupal stage of ones, were observed respectively.

The results varied depending on concentration of the fumigant, on exposure period to one and on developmental stage of the weevils being fumigated.

The higher concentration, the longer exposure period and the earlier stage being fumigated were, the less emergence was always.

When the product of concentration and exposure

period was a constant, the higher concentration was or the shorter exposure period was, the more emergence weevils was at all times.

Toxicity of Some Organophosphates and Carbamates Against *Epilachna vigintioctopunctata*

F. O. P. KATIYAR and S. P. MUKHARJI (Department of Entomology and Agricultural Zoology, Faculty of Agriculture, Banaras Hindu University, VARANASI-221005, INDIA) Received February 8, 1975, Revised March 28, 1975. *Botyu-Kagaku*, 40, 89 1975.

16. ニジュウヤホシテントウに対する数種有機リン剤およびカーバメート剤の殺虫力

O. P. KATIYAR and S. P. MUKHARJI (Banaras Hindu 大学農学部昆虫学および農業動物学教室) 50. 2. 8 受理, 50. 3. 28 訂正受理

シャーレ内の殺虫剤被膜にニジュウヤホシテントウの終令幼虫および成虫を接触させ、殺虫力の比較を行なった。幼虫の LC_{50} 値では carbaryl, fenitrothion, monocrotophos および phosphamidon は dimethoate よりそれぞれ 3.0, 1.8, 1.6 および 1.3 倍殺虫力が強かった。成虫に対しては carbaryl, fenitrothion, phosphamidon, monocrotophos および malathion は dimethoate よりも 20.4, 14.3, 8.6, 5.4 および 2.5 倍殺虫力が強かった。Fenthion の LC_{50} と LC_{90} 値および dimethoate の LC_{90} 値以外ではすべての殺虫剤は幼虫よりも成虫に殺虫力が強かった。

Epilachna vigintioctopunctata F. and some other species are very serious pests, causing immense damage to brinjal (*Solanum melongena* L.), potato (*S. tuberosum*), Dhatura (*Datura stramonium*), nightshade (*S. nigrum*) and other solanaceous plants in India and abroad. The other species of *Epilachna* are reported to feed on several bean varieties (Anderson, 1955)¹⁾, wheat, maize, oats, barley (Walker, 1957²⁾; Smithers, 1957³⁾), peppers (*Capsicum* sp.) (Peterson, 1956⁴⁾), cucurbits (Melamed, 1956⁵⁾). Koyama (1950)⁶⁾ reported 29 spp. of plants under 7 different families as food plants of *E. vigintioctomaculata* Motschulsky. According to Pukinskaya (1965)⁷⁾ *E. vigintioctomaculata* is an important pest of potato in Soviet Far East, that caused 50-60 per cent damage in Sakhalin in some years and 50-100 per cent in Maritime Province in 1960. Rehman (1940)⁸⁾ mentioned that the grubs confine to the lower surface and the adults to the upper surface of the leaves of brinjal and other solanaceous plants. The adult beetles are reported to be more injurious than the grubs and are also susceptible to various insecticides (Shi *et al.*, 1960⁹⁾ and Jotwani *et al.*, 1962¹⁰⁾).

Materials and Method

The eggs of *E. vigintioctopunctata* were collected from the brinjal and potato fields and were kept in the laboratory for mass culture at the temperature ranging $27 \pm 2^\circ\text{C}$ and relative humidity 70 ± 10 per cent. The grubs on hatching were separated and reared on brinjal leaves provided with water soaked cotton at their petioles, to maintain freshness and turgidity of the leaves. The grubs in last instar (16-17 days old measuring about 7×3 mm) and adults (3-4 days old) were used to assess the relative toxicity of six organophosphorus and one carbamate insecticides (Table 1), of commercial grades.

One per cent stock solution of each insecticide was prepared by dissolving them in acetone except carbaryl which was dissolved in methanol. The stock solutions were kept in the refrigerator and were utilized for preparing various concentrations of each insecticide to find out median lethal concentrations and ultimately to study the relative efficacy.

One cc of individual concentration was taken in each piece of petridishes (10 cm dia.) and rotated quickly to make a uniform film on the walls and the bottom of the petridishes. Ten test