

不同土壤環境條件下加保扶對雙胸蚓 *Bimastus parvus* Eisen之致死效應

黃益田 郭登志

加保扶(Carbofuran;2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranyl methyl carbamate)係系統性(Systemic)及接觸毒性之殺蟲及殺線蟲劑,使用於20種以上之作物,可說使用相當廣泛^(1,3,4)。1980年在美國德州,為防治水稻水象鼻蟲,採用空中撒佈Furadan 3G粒劑,對鳥類及無脊椎動物具毒性效應。同時發現有許多非目標生物死亡,而蚯蚓在52小時後死亡⁽⁵⁾。1993年,郭黃氏曾測定比較本省五種常用農藥免賴得(Benomyl)、殺紋寧(Hymexazol)、滅達樂(Metalaxyl)、滅速克(Methasulfocarb)及加保扶(Carbofuran)對雙胸蚓*Bimastus parvus*之致死效應,顯示免賴得、滅速克及加保扶依一般正常施用濃度處理土壤,對蚯蚓有顯著之致死效應⁽²⁾。本研究係深入探討土壤環境對Carbofuran毒性效應之影響,分兩項試驗進行。

一、不同土壤基質對Carbofuran毒性之影響試驗

本試驗供試之蚯蚓*Bimastus parvus*購自頭份鎮尖山濫坑里江氏蚯蚓養殖場。自卵繭孵化後2週者為幼蚓,孵化後30-40天者為中蚓,具有環帶者為成蚓。

供試土壤取自桃園縣中壢鎮洽溪里、新竹縣竹北市竹義里、新埔鎮旱坑里、五峰鄉竹林村、苗栗縣頭份鎮濫坑里、後龍鎮南龍里等六處,其土壤性質如表1。本試驗自民國82年7月至12月間,在實驗室內進行,實驗期間之平均室溫20-25°C。土壤用9 mesh之網篩過濾後,與供試藥劑充分混合,裝在直徑13公分,高15公分之透明圓塑膠容器中,每一容器裝0.6 kg之土壤,土壤保持微濕狀態。然後將不同大小蚯蚓放飼容器中,每一容器10條,並以2層20支紗之紗布經浸泡飽和食鹽水,陰乾後封口,避免蚯蚓逃逸。本試驗設計採2×3×6複因子試驗逢機區集排列。每處理2重複,加保扶施用與不施用兩變級。使用濃度為100g/3.5kg土壤。蚯蚓分為幼蚓、中蚓、成蚓三變級。土壤基質類別分為後龍砂質壤土(SL)、頭份壤土(L)、竹北砂質壤土(SL)、新埔黏質壤土(CL)、五峰砂質壤土(SL)、中壢壤土(L)六變級。放飼後每隔7天調查蚯蚓存活數及死亡率,共調查四次。

$$\text{死亡率}(\%) = \frac{\text{死亡數}}{\text{放飼數}} \times 100$$

試驗結果如表2、3及圖1所示;加保扶施用於六種不同土壤基質對雙胸蚓*Bimastus parvus*之死亡率有顯著之差異。對蚯蚓之致死效應,因土壤基質之種類、蚓齡大小及加保扶施用與否而有顯著之差異。在六種土壤基質中,以後龍砂質壤土之死亡率最高,平均死亡率98.3%,其次依序為竹北砂質壤土,平均死亡率71.6%、頭份壤土平均死亡率66.6%、新埔黏質壤土平均死亡率61.6%、五峰砂質壤土平均死亡率60%、最低為中壢壤土平均死亡率40%。蚯蚓齡期而言,中蚓比幼蚓及成蚓之死亡率顯著為低。

Table 1. Properties of the soils used in the experiment.

Soil source	Texture	pH	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	CaO (kg/ha)	MgO (kg/ha)
Chungli	L	4.8	2.3	837	542	4,393	232
Chupei	SL	5.3	3.3	115	261	6,911	895
Hsinpu	CL	4.6	2.5	670	892	2,728	580
Wufeng	SL	7.2	4.4	562	1,478	28,903	1,923
Toufen	L	6.7	1.7	34	161	7,653	1,757
Houlung	SL	6.1	0.6	75	141	2,518	431

Table 2. ANOVA for earthworm survivals as influenced by treatments with 3% carbofuran.

Source	df	Anovas	Mean square	F. value
Replication	1	2.35	2.35	2.41
Application or not (A)	1	21.13	21.13	21.65**
Earthworm age (B)	2	22.02	11.01	11.29**
Soil substrate (C)	5	14.57	2.91	2.99*
A × B	2	0.25	0.12	0.13
B × C	10	10.80	1.08	1.11
A × C	5	20.79	4.16	4.26**
A × B × C	10	10.58	1.05	1.08

*, **: Significant at 5% and 1% level, respectively.

Table 3. Influence of 3% carbofuran on the mortality of *Bimastus parvus* at different stages.

Earthworm	Mortality (%)			
	7	14	21	28 DAT
Small earthworm	25.0	50.0	56.7	65.0
Intermediate earthworm	15.0	39.2	46.7	57.5
Mature earthworm	16.7	52.5	64.2	76.7

DAT: Days after treatment.

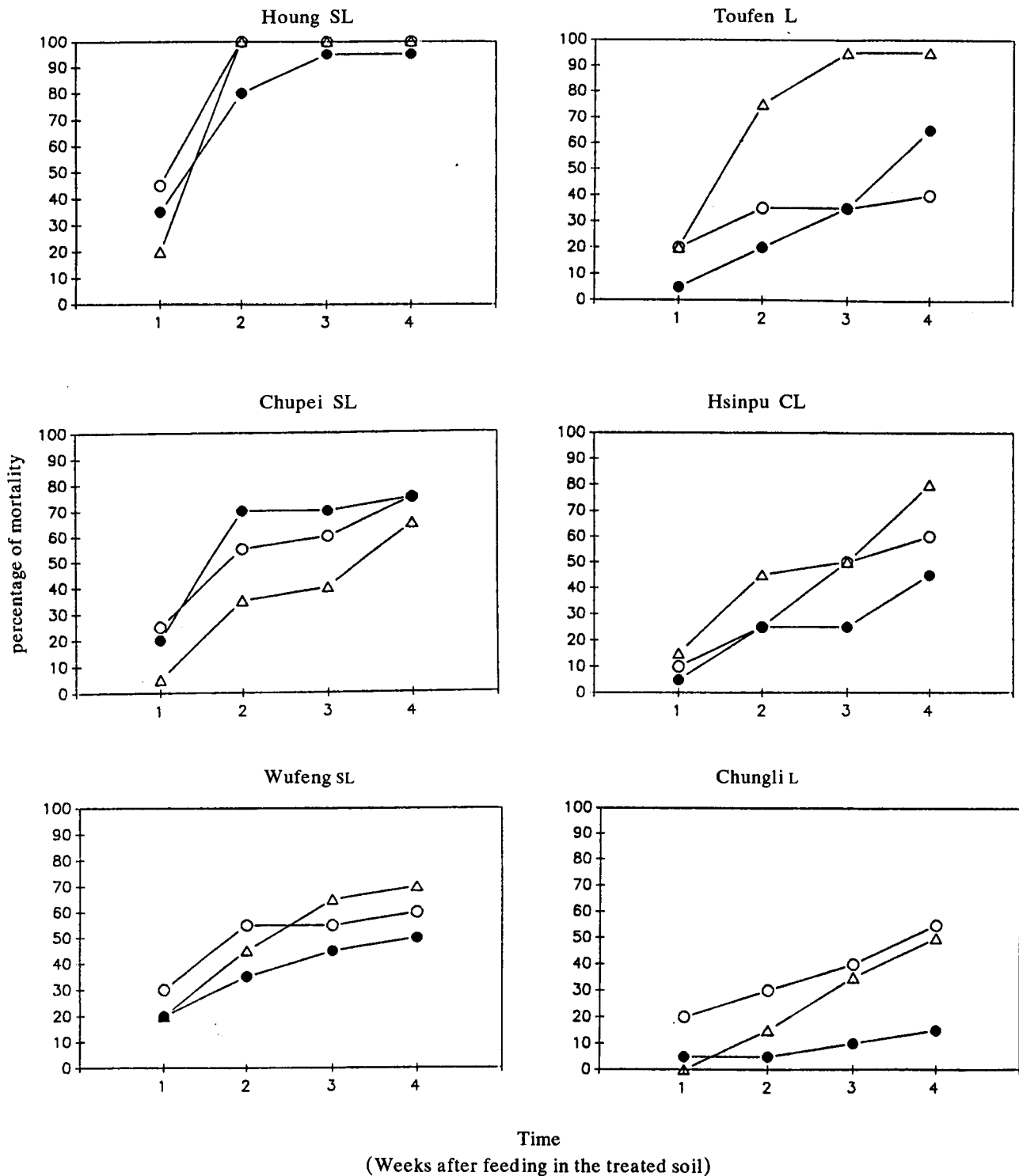


Fig 1. Lethal effects of carbofuran on the earthworm *Bimastus parvus* in different soil substrates.

Δ : Small earthworm \circ : Intermediate earthworm \bullet : Mature earthworm

二、不同有機質肥料對Carbofuran毒性之影響試驗

供試蚯蚓為成蚓。供試土壤為新埔黏質壤土。供試有機質肥料包括醱酵過牛糞(CM)、豬糞(PM)、風乾雞糞(HC)、勇將牌有機肥(YC)及稻草堆肥(RC)。其所含之肥分：牛糞；氮0.3-0.5%、磷0.1-0.5%、鉀0.1-0.2%。豬糞；氮3.6-3.8%、磷3.0%、鉀0.44%。雞糞；氮3.4-4.4%、磷2.3-3.5%、鉀1.0-1.5%。勇將牌有機肥；氮1.2%、磷0.8%、鉀0.8%、有機質60%。稻草堆肥；氮1.47%、磷0.6%、鉀2-2.5%。採2x6複因子試驗，隨機排列。五種有機質肥料處理：牛糞堆肥25t/公頃，豬糞堆肥15t/公頃，稻草堆肥2t/公頃，勇將基肥2t/公頃，雞糞堆肥3t/公頃，以不施用有機質肥料為對照。施用加保扶粒劑100g/3.5kg，以不施用為對照。共12種組合處理，三重複，其他試驗處理過程如上所述。

試驗結果如表4所示，施藥後第10週死亡率在6.7-23.3%之間。第4週後以施用牛糞堆肥25t區死亡率最高達100%，依次為稻草堆肥2t區96.7%，豬糞堆肥15t區83.3%，不施用區83.3%，雞糞堆肥3t區73.3%，勇將基肥2t區73.3%。施用加保扶與否，蚯蚓死亡率差異極顯著，顯示有機肥施用在本試驗中並未造成毒害作用。

Table 4. Effects of organic fertilizers on the mortality of *Bimastus parvus* to carbofuran.

Application rate	Mortality (%)							
	1		2		3		4 WAT	
	CF	CK ₂	CF	CK ₂	CF	CK ₂	CF	CK ₂
CM 25t	23.3	0	83.3	0	100.0	0	100.0	3.3
PM 15t	16.7	0	43.3	0	70.0	0	83.3	0
RC 2t	6.7	0	73.3	0	96.7	0	96.7	0
YC 2t	10.0	0	63.3	0	73.3	0	73.3	0
HC 3t	23.3	0	56.7	0	60.0	0	73.3	0
CK ₁	10.0	0	46.7	0	73.3	0	83.3	0

CF: Cabofuran treatment.

CK₁: Compost not applied.

WAT: Weeks after treatment.

CK₂: Cabofuran not treated.

在各種殺蟲劑中，加保扶(Carbofuran)使用相當廣泛。1974年Gilman及Vardanis測定LC₅₀為4mgkg⁻¹(7)。1979年Stenersen測定Carbofuran 64mgkg⁻¹還不能殺死Eisenia fetida(10)。根據1983年Haque and Ebing之報導(8)，5% Carbofuran製劑對蚯蚓之LC₅₀為566.2 mgkg⁻¹，表示主成分28 mgkg⁻¹。不同研究者所得結果不一致係由於所用基質不同。本試驗以推薦之濃度施用探討其結果，對其毒性作用尚待進一步測試。

土壤性質對Carbofuran在田間之效應有顯著之影響。1980年Flickinger等報導：土壤類型及組成可影響加保扶之持續效力(persistence)，在酸性土壤中其降解速度緩慢，在中性土壤則水解(hydrolysis)較迅速(6)。本試驗證實在不同性質的土壤中Carbofuran之致死效應有顯著的差異(表4)。此結果與Benomyl施用於不同性質土壤之結果類似，亦以MgO與蚯蚓死亡率之相關性最高，而與P₂O₅之相關性次之(3)。其不同點則為作用相反，一為正相關，一為負相關。此外，亦證實有機質與死亡率是

負相關性，即有機質含量愈高則死亡率愈低。由此亦可知，不同類農藥在不同性質之土壤中其所受交感之機制亦有所不同。

Table 5. Correlation of earthworm mortality with properties of carbofuran-treated soil.

Soil property	Correlation coefficient (r)	Theoretical r	
		0.01	0.05
pH	0.303		
OM	-0.510		
P ₂ O ₅	-0.778	0.811	0.917
K ₂ O	-0.441		
CaO	-0.202		
MgO	0.867*		

上表 n=6

參考文獻

1. 郭登志、黃益田。1992。土壤污染對蚯蚓之影響。第三屆土壤污染防治研會論文集 p.45-60。國立中興大學土壤系編印。
2. 郭登志、黃益田。1993。五種常用農藥對雙胸蚓 *Bimastus Parvus* Eisen 之效應。中華農學會報 新第162：33-42。
3. 郭登志、黃益田。1993。免賴得對雙胸蚓 *Bimastus parvus* Eisen 之致死及再生異常抑制效應。中華農學會報 新第163:56-73。
4. 陳秋男。1992。農藥使用要覽。行政院農業委員會編印。
5. 孫定國、廖龍盛。1978。實用農藥 p.395-398。華成出版 台中。
6. Flickinger, E.L., K.A. King, W.F. Stout and N.M. Mohn. 1980. Wildlife hazards from furadan 3G application to rice in Texas J. Wildl. Manage. 44(1):190-197.
7. Bouwman, H. and A.J. Reinecke. 1987. Effects of carbofuran on the earthworm, *Eisenia fetida*, using a defined medium. Bull Environ. Contam. Toxicol. 38:171-178.
8. Gilman AP, Vardanis A. 1974. Carbofuran. Comparative toxicity and metabolism in the worm *Lumbricus terrestris* L. and *Eisenia foetida* S. Agric Food Chem 22:625-628.
9. Haque A. Ebing W. 1983. Toxicity determinations of pesticides to earthworms in the soil substrate. Z. Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz 90:395-408.
10. Stenersen J. 1979. Action of pesticides on earthworms. Part I: The toxicity of cholinesterase-inhibiting insecticides to earthworms as evaluated by laboratory tests. Pestic Sci 10:66-74.

Scientific Notes

The Lethal Effects of Carbofuran on the Earthworm *Bimastus parvus* Eisen under Different Soil Conditions

Yih-tyang Huang¹ and Teng-chih Kuo²

Summary

Tests were conducted to study the lethal effects of carbofuran on the earthworm *Bimastus parvus* Eisen. The lethal effects of carbofuran on earthworms were significantly affected by the soil substrates, age of worms and different sources of organic fertilizers. Significant difference in toxic effect of carbofuran to earthworms in the six soil substrates was observed. The highest mortality for mature worms was found in Houlung sandy loam soil, next were Taofeng loam soil, Wufung sandy loam soil, Hsinpu clay loam, Chupei sandy loam soil, respectively, and Chungli loam soil exhibited the lowest mortality. Intermediate worms exhibited significantly lower mortality ($p \leq 0.05$) than small and mature worms. Mortality fluctuation due to carbofuran was also affected by organic fertilizer treatments, application of 25t/ha cattle manure exhibited the highest mortality, next were rice straw at 2t/ha, pig manure at 15t/ha and then check treatment, YC compost at 2t/ha and chicken manure at 3t/ha, respectively.

Key words: Carbofuran, Earthworm, *Bimastus parvus* Eisen, Lethal effects.

¹ Research Fellow, Taoyuan District Agricultural Improvement Station.

² Professor, National Hsinchu Teachers College.