衛地素(Vorlex)防治番茄線蟲病及白絹病試驗[1]

杜金池、程永雄、郭芬蓮[2]

一、前　言

據 Goodey [1] 於1933年發表植物寄生性線蟲稱，僅有31種，然今日已增到1,527種以上。爲害番茄之寄生性線蟲，就目前所知，計有殘根線蟲 (Stubby nematode, *Trichodorus christiei*)、根腐線蟲 (Lesion nematodes, *Pratylenchus* spp.) [6] 根瘤線蟲 (Root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* var. *acrita* Chitwood)、穿孔線蟲 (Burrowing nematode, *Radopholus similis*) [4] 長刺線蟲 (Sting nematode, Belonolaimus sp.)、七首線蟲 (Dagger nematode, *Xiphinema* sp.) [7] 腎形線蟲 (Stunt nematode, *Rotylenchulus* sp.)、小尾孔螺旋線蟲 (Spiral nematode, *Helicotylenchus* sp.)、環線蟲 (Ring nematode, *Criconemoides* sp.)、刺線蟲 (Pin nematode, *Tylenchorynchus* sp.)等多種。臺灣情形，依據筆者等多年調查結果，三種線蟲對番茄之爲害最嚴重而普遍，即殘根線蟲 (Stubby nematode, *Trichodorus christiei*)，爲多患性線蟲，Rohde and Jenkins [8] 報告，本種線蟲除嚴重爲害番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 外，尚加害棉花 (*Gossypium herbaceum*, L)、包心白菜 (*Brassica oleracea* L.)、萵苣 (*Lactuca sativa* L.)、向日葵 (*Helianthus annuus* L.)、洋葱 (*Allium cepa* L.)、玉米 (*Zea mays* L.)、大豆 (*Glycine max*(L.)Merr)、苜蓿 (*Medicago sativa* L.)、大頭菜 (*Brussica rapa* L.) 等多種作物。*T. christiei*爲絕對外寄生性線蟲，主要爲害根尖或沿多汁幼根吸食植物汁液，使被害根尖停止生長而喪失生機，支根少而短，根系發育不正常，產生所謂 Stubby root 型病徵。偶而伴隨其他病菌之爲害，引起 Coarse root 病型。根腐線蟲 (Lesion nematodes, *Pratylenchus* spp.) [5] 爲內寄生線蟲之一種，侵入根部，在柔膜組織內吸食養料，使被害根部呈現明顯之褐腐型病斑，故名之爲根腐線蟲。本屬線蟲穿孔侵入根部組織，常誘引其他病菌相繼侵入，加速根部之腐爛。根瘤線蟲 (*Meloidogyne* spp.) [8] 爲本省當前番茄最具有破壞性之寄生性線蟲，爲害茄科，纖維作物，瓜類等經濟作物，引起嚴重之根瘤，罹病植株，地上部停止生長，植株矮化，結實小，地下根部產生瘤狀物，因是而得名「根瘤線蟲病」。

1966年 Madamba *et al* [6] 報告，在感染根瘤線蟲及其他植物寄生性線蟲之病土，施用土壤燻蒸劑能使某些蔬菜作物之產量顯著提高。翌年，氏又發表溴化甲烷 (Methyl bromide) D-D (1, 3-dichloropropene, 1, 2-dichloropropane) 及 Edabrom (1, 2-dibromoethane) 等土壤燻蒸劑能有效地防治根瘤線蟲及煙草苗床之 Spiral nematodes。筆者等 [10] 試驗結果，在番茄定植前2星期施用 70% Fumazone E.C., (1, 2-dibromo-3-chloropropane) 28公升/公頃，或 30%Nemamort E.C. (Dichloro-di-iso-propylether) 100公升/公頃，對 (*Meloidogyne* spp.) 有顯著之防治效果。

番茄發生根瘤線蟲及其他植物寄生性線蟲病害後，常使土壤內某些土壤傳播病原菌更易侵染，而發生複合型病害 (Disease complex)，使番茄提早衰竭死亡。此一現象，在嘉南地區砂質壤土最爲常見。先受線蟲侵害後，在高溫多濕之季節，番茄發生白絹病 (Southern blight, *Corticium rolfsii*) (圖 6a)，罹病株在地際莖部發生褐腐病斑，繼之病患處呈現白色菌絲及菌核，終使植株凋萎死亡。爲期收殺死線蟲兼減土壤病原菌之效，乃選用含有殺菌成份Chloropicrin之燻蒸劑Vorlex進行本項試驗，期收事半功倍之效。茲將試驗結果，整理報告於後，尚祈先進賜教。

1.試驗報告農試字第六二六號　　本試驗期中蒙農復會羅技正宗翥多方鼓勵與關懷，謹致衷心感謝。

2.臺南棉麻試驗分所技正兼植物保護系主任，荐任技士及技術員。

二、試驗材料及方法

(一) 網室藥害觀察

利用方型塑膠栽盆(30×30×30cm) 分別盛裝砂土、黏土，及砂質壤土等三種土壤後施用Vorlex，用藥量爲15公升/公頃。處理方法係先自栽盆中央插入直徑2公分小木棒乙支，深15公分，使栽盆內形成一小圓洞後滴入藥液，再將洞口封實。處理後之各種土壤均分別放置在網室內經過0天，7天及14天等三種不同期間後，移植生長21天之健全番茄苗，每盆各栽5株，觀察不同種類土壤處理 Vorlex後經過不同日數對番茄引起藥害情形，以確定藥劑 Vorlex 處理後最適當之移栽間隔日數。本項試驗，各處理均爲6盆，每盆視同一重複。試驗期間，各種土壤之溫度均維持在31±1°C，土壤濕度爲40±2%M.H.C.。

(二) 田間防治試驗

本試驗於民國59年4月分別在臺南本分所農場及臺南縣歸仁鄉舉行。試驗田之選擇以根瘤線蟲分佈均勻而密度高之砂質壤土爲條件。供試殺線蟲劑 Vorlex 分成三種用藥量，另以 70% Fumazone E.C. 爲標準對照藥劑，連對照不施藥等共5處理，4重複，完全逢機區組排列，小區面積 4.5×4.8=21.6平方公尺。

各種藥劑之施用，採條施法，每間隔30公分，開溝深15公分，幅10公分，均勻施藥後覆土踩實。施藥時土壤保持適當濕度 (30-35%M.H. C.)，土壤溫度爲 26-28°C。施藥後14天定植已生長21天之健全無病番茄苗。每小試區4行，中央2行爲產量調查行，依標準株行距各定植10株，另2行爲根瘤線蟲病發生程度調查行，各移植35株，移植後每隔20天在調查行任意拔取10株檢查根部，調查罹病程度，另在處理後14天及94天各調查土壤內線蟲密度消長，及白絹病發生百分率一次。

根瘤線蟲病罹病程度之調查，分成五級如下：0 (健全) —沒有根瘤，1 (輕) —鬚根有根瘤，2 (中) —主根有根瘤，3 (重) —主根有根瘤，並開始腐爛，4 (死亡) —根部腐爛，地上部莖、葉枯死。並依下列公式再換算罹病指數 (Disease index)，供作各處理間罹病情形之比較。

$$\text{罹病指數}=\frac{1\times n_1+2\times n_2+3\times n_3+4\times n_4}{4N}\times 100$$

n_1=罹病程度1之株數

n_2=罹病程度2之株數

n_3=罹病程度3之株數

n_4=罹病程度4之株數

N=調查株數

表1 供試殺線蟲劑種類及其藥量

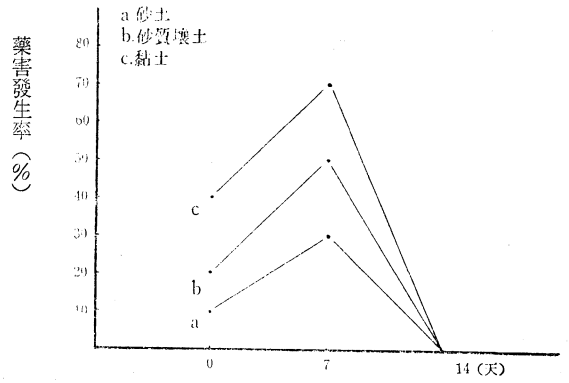
代號	供試藥劑	使用量 l/ha	有效成份
A	Vorlex	100	Methylisothiocyanate, Dichloropropene, Dichloropropane and related chlorinated hydrocarbons, chloropicrin…100%
B	Vorlex	150	同上
C	Vorlex	200	同上
D	Fumazone E.C	28	1, 2-dibromo-3-chloropropane (DBCP) 70%
CK	不處理		

三、試驗結果

(一) 網室藥害調查：

在土壤溫度 31±1°C，及土壤濕度 40±2%M.H.C情況下，無論砂土或砂質壤土或黏土，於施藥後14天移植番茄苗均不引起藥害，施藥後7天移植最易引起藥傷，以黏土最重，其次爲砂質壤土，

圖1 不同土壤處理 Vorle×150 l/ha 番茄藥害發生情形
(土壤溫度31±1°C，土壤濕度 40±2 % M. H. C)



而砂土最輕（圖1、6a）。

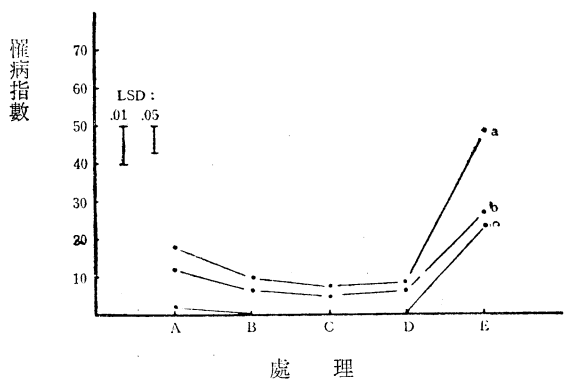
(二) 田間防治結果

1. 防治根瘤線蟲之效果：

番茄定植後60天調查根瘤線蟲病罹病指數結果，歸仁試田無論是 Vorlex 處理或 Fumazone E. C. 處理，對罹病程度之抑制均比對照區顯著，以 Vorlex 200 公升/公頃處理區效果最顯著，罹病指數僅爲7.5，其次 Fumazone E.C. 28 公升/公頃爲8.12，其他依次爲 Vorlex 150 公升/公頃9. 37，Vorlex 100 公升/公頃17.5，對照區最重，達48.12。

臺南試田以 Fumazone E.C. 28公升/公頃處理區效果最好，罹病指數爲31.87，其次爲 Vorlex 200 公升/公頃55，其他依次爲 Vorlex 150 公升/公頃55.62，Vorlex 100公升/公頃63.12，而對照區最重，達70.62（圖2和圖3、6b）。

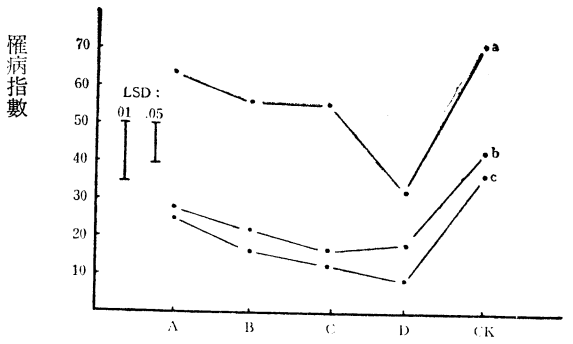
圖2 歸仁試田處理間根瘤線蟲病罹病指數之比較*



*a. 20 days after planting (soil temp. 25—26°C, soil moist 44—46 % M.H.C)
b. 40 days after planting (soil temp. 30—32°C, soil moist 21—27 % M.H.C)
c. 60 days after planting (soil temp. 30—32°C, soil moist. 18—24 % M.H.C)

若以每隔20天調查一次之罹病程度觀之，臺南試田在移植後40天內， Vorlex 處理區能有效抑制根瘤線蟲病之發生，且效果爲極顯著；但移植60天以後，藥效已漸消失，因此罹病指數明顯增加。歸仁試田以 70% Fumazone E.C, 及 Vorlex 200 公升／公頃處理之藥效持續最久，番茄定植後 60

圖3　臺南試田處理間根瘤線蟲病罹病指數之比較*



* a. 20 days after planting (soil temp. 26—29°C soil moist. 46—48% M.H.C.)
b. 40 days after planting (soil temp. 31—32° C, soil moist 38—42% M.H.C)
c. 60 days aftar planting (soil temp. 29—30°C, soil moist 40—44% M.H.C)

天尙能有效抑制根瘤線蟲病之發生。Vorlex 100公升／公頃處理區罹病指數增加較迅速，但與對照區比較仍有極顯著之差異。

2. 產量調查

由圖4.分析結果，施藥區與不施藥區間差異顯著，尤其以Vorlex 200公升／公頃處理區及Fumazone E.C. 28公升／公頃處理區效果最好。

3. 株高調查

施藥後 3 個月各處理區之株高均比對照區高，但處理間之差異不顯著。Vorlex 200 公升／公頃株高爲147公分，Fumazone E.C. 爲145.32公分，Vorlex 150公升／公頃爲141.2公分，Vorlex 100公升／公頃爲139.97公分，而對照區最矮小，爲125.32公分（圖 5 、6C）。

圖4　處理間產量之比較

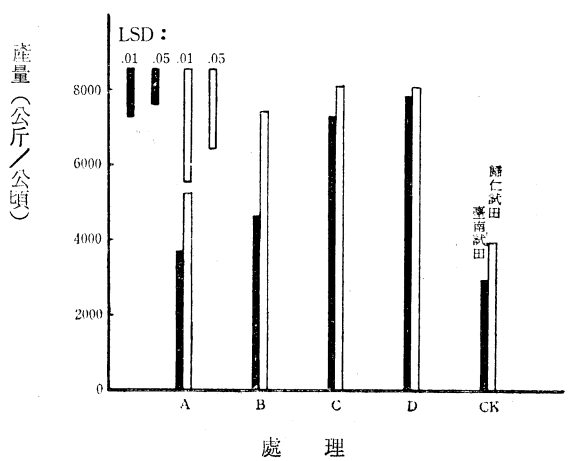
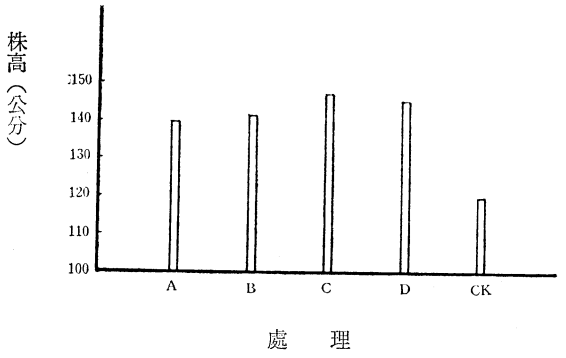


圖5　番茄定植後三個月各處理之株高調查（歸仁試田）



4. 土壤內線蟲消長及白絹病誘發情形

表2　各處理土壤內線蟲消長情形及白絹病發生百分率 ※

試驗地點	處理 \ 線蟲種類 / 調查時期（處理後）	*Meloidogyne* Spp.		*Trichodorus* sp.		*Helicotylenchus* spp.		*Pratylenchus* spp.		*Rotylenchulus* sp.		白絹病發生百分率%處理後第94日
		第14日	第94日	第14日	第94日	第14日	第94日	第14日	第94日	第14日	第94日	
臺南本分所試田	Vorlex 100L/ha	3	156	0	13	0	9	0	0	0	8	12.5
	Vorlex 150L/ha	3	124	0	15	0	15	0	0	0	5	7.5
	Vorlex 200L/ha	1	37	0	14	0	15	0	1	0	5	0
	Fumazone E. C. 28L/ha	2	8	1	54	1	21	0	5	0	1	2.5
	CK	78	83	26	15	41	31	20	21	20	31	15
歸仁試田	Vorlex 100L/ha	0	29	0	7	2	21	0	1	0	3	0
	Vorlex 150L/ha	0	6	0	5	2	24	0	2	0	9	0
	Vorlex 200L/ha	0	9	0	1	1	13	1	0	0	0	0
	Fumazone E.C. 28L/ha	0	9	0	18	2	14	0	2	0	5	0
	CK	31	37	21	13	31	35	31	31	60	62	10

※1　表列數字爲4重複之平均值

2　線蟲之分離系以100公克根圈土壤按遠心分離比重法行之

由表2觀之，臺南試田根瘤線蟲之密度比歸仁試田高。臺南試田之結果，顯示Fumazone E.C. 對根瘤線蟲（*Meloidogyne* spp.）之持續藥效比 Vorlex 久。Fumazone 28 公升／公頃處理14日後降爲2隻／100公克土壤，而94日後僅增至8隻／100 公克土壤。Vorlex 200 公升／公頃則先降爲1隻／100公克土壤，再增至37隻／100 公克土壤。Vorlex 150 公升／公頃降爲3隻／100 公克土壤

，再增至 124隻／100公克土壤。對照區一直維持在 78—83隻／100公克土壤之間。對 *Trichodorus* spp. 之防治效果，Vorlex 比 Fumazone 好。Vorlex 200 公升／公頃平均自 0 隻／100公克土壤增至14隻／100公克土壤。 Vorlex 150 公升／公頃自 0 隻／100 公克土壤增至15隻／100公克土壤。而 Fumazone E.C. 28公升／公頃自 1 隻／100公克土壤增至54隻／100 公克土壤 。 歸仁試田之結果，Fumazone E.C. 28公升／公頃與 Vorlex 200公升／公頃，對根瘤線蟲之防治效果相似，均自 0 隻增至 9 隻／100公克土壤，對照區自 31隻／100公克土壤增至 37隻／100公克土壤。 對 *Trichodorus* spp. 之效果，仍然與臺南試田相符，即Vorlex E.C. 比Fumazone爲佳。其他線蟲*Helicotylenchus*, *Pratylenchus* 及 *Rotylenchulus*) 之防治效果請參閱表 2 。

白絹病之發生，臺南試田調查結果以 Vorlex 200 公升／公頃效果最好，在番茄生育期間並未發現病株。其次爲 Fumazone E.C. 28 公升／公頃處理區，罹病率爲2.5%。再次爲 Vorlex 150公升／公頃處理區，罹病率爲7.5%。對照區發病最嚴重，爲15%。歸仁試田，對照區之罹病率爲 10%，而處理區均爲O，效果顯著。

四、討論與結論

利用殺線蟲劑防治植物線蟲病害，亦如應用殺蟲、殺菌劑防治植物蟲害、病害，應詳加選擇，視線蟲種類選用適當殺線蟲劑，方能收到最大效果。依據本試驗 ，對幾根線蟲 (Stubby nematode. *Trichodorus christiei*) 、根腐線蟲 (Lesion nematodes. *Pratylenchus* spp.) 、及小尾孔螺旋線蟲 (Spiral nematodes, *Helicotylenchus* spp.) 之防治，衛地素 Vorlex 優於 Fumazone E.C. (70%DBCP) ，對根瘤線蟲 (Root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp.) 則 Fumazone E.C. 之藥效比 Vorlex 好（圖 2 、圖 3 表 2 ）。Graham （3 ）之報告，對菸草根瘤線蟲之防治，Vorlex 比 Bay 68138 10G, Macap 10 G, Temik 10G, Furadan 10G, Dasanit 10G, Vidden D 100% 等藥劑爲劣，但比 EDB, Chevron 9006-6 等爲佳。另據 Duncan & Barker (2) 應用 Vorlex 防治番茄線蟲病害結果，對 *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp. 及 *Tylenchorhynchus* spp. 等 3 屬線蟲比 Nemagon E.C. (亦即 DBCP, 與 Fumazone E.C. 有效成份相同) 優越，但對 *Meloidogyne* spp. 及 *Heterodera* spp. 則 Nemagon E.C. 較佳 。上述 Duncan & Barker 之試驗結果與本報告完全相符（表 2 ）。鑑於上列事實，吾人認爲 Vorlex 雖係一種優越殺線蟲劑，可用以殺滅土壤內多種寄生性線蟲，如*Trichodorus* sp., *Pratylenchus* spp.,*Helicotylenchus* spp. 和 *Tylenchorhynchus* spp. 等，但對 *Meloidogyne* spp. 並非最佳藥劑。

部份殺線蟲劑如 DBCP 等並不具殺菌效力，如 D-D 和 EDB 等雖有殺菌效能，但用以防治線蟲之藥量並不足以殺滅菌類 (1) 。因此上列殺線蟲劑防治所謂 「線蟲與菌類複合型病害」 時，僅能提供殺線蟲效果，並減少因線蟲侵害植物根部造成傷口後之菌類侵染；至於菌類自行侵染而起之病害則毫無防治效果。本試驗Fumazone E.C. 處理區可減少白絹病之發生率，但並不能完全阻止發生，理由在此。返觀 Vorlex 非但有殺線蟲效能，更具殺菌功效，因此對於「線蟲與菌類複合型病害」可兼收殺線蟲治菌類雙管齊下之效。其他 Vorlex 100 公升／公頃及150公升／公頃處理區， 因用藥量不夠，效果稍差。

本試驗施用殺線蟲劑各處理區對番茄生育均有促進作用，並顯著增加單位面積產量。Vorlex 200 公升／公頃及 Fumazone E.C. 28 公升／公頃兩處理區與未施藥區相比極爲顯著，其增產量歸仁試田爲4,460公斤／公頃及4,426公斤／公頃；臺南試田爲4,670公斤／公頃及5,265公斤／公頃。此一結果固然直接因殺滅土壤內寄生性線蟲及其他微生物所致，但施用殺線蟲劑後亦往往改變土壤內之養分種類及其含有量，而間接使作物生長及產量受到影響。(1)

綜觀本試驗結果，吾人之結論爲在線蟲病發生猖獗並常併發白絹病之臺南平原番茄栽培地區，無論砂土、砂質壤土或黏土，只要土壤濕度適中，土壤溫度高於 25°C，在移植前14天施用Vorlex 200

公升／公頃，可有效防治某些重要寄生性線蟲（包括 *Meloidogyne* spp., *Rotylenchulus* spp., *Helicotylenchus* spp.）之爲害，兼可抑制土壤傳播病害白絹病（*Corticium rolfsii*）之發生，殺蟲兼治病，又增加單位面積產量，不失爲一舉數得之良策。

五、摘　要

1.本試驗分別在網室及臺南本分所農場及臺南縣歸仁鄉兩地進行田間防治試驗。

2.衛地素（Vorlex）對 *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Trichodorus* spp. 之防治效果優於 DBCP（Fumazone E.C.），對 *Meloidogyne* spp. 則 Fumazone E.C. 之藥效比 Vorlex 好。

3.殺線蟲劑 Vorlex 及 Fumazone E.C. 具有促進植株生育作用，並提高單位面積之產量。各藥劑處理間番茄果實之增產與對照區相比，均爲顯著，尤以 Vorlex 200 公升／公頃及 Fumazone E.C. 28公升／公頃等兩處理區爲極顯著。

4.施用殺線蟲劑能有效抑制白絹病，其效果依順序爲 Vorlex 200公升／公頃>Fumazone E.C. 28 公升／公頃>Vorlex 150公升／公頃>Vorlex 100 公升／公頃>CK。

五、參考文獻

1. Christie, J.R. 1959. Plant nematodes their biono mics and control. Agri. Exp. Sta. Univ. of Fla. 26-52pp.
2. Duncan, H.E. and K.R. Barker. 1970. Tomato (Trellised) Nematodes (*Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., and *Tylenchorhynchus* spp.). In Hickey, K.D, (ed.). Fungicide and Nematicide test results of 1969. 25 : 143.
3. Grahan, T.W. 1970. Tabacco Root-Knot nematode (*Meloidogyne incognita*) lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*). In Hickey, K.D. (ed.). Fungicide and Nematicide tests results of 1969. 25 : 141-142.
4. Feder, W.A. and J. Feldmesser. 1957. Additions to the host list of *Radophorus similis*, the burrowing nematode. Plant Disease Deptr. 41 (1) : 33.
5. Mountain, W.B. and J.C. Fisher. 1954. Stunting of tomatoes associated with *Pratylenchus penetrans* and apparent migrant from on adjoining peach orchard. Plant Disease Deptr. 38 (12) : 809-810.
6. Madamba, C.P., Deanon, J.R., Bontoc, G.B. and Goseed, C.G. 1966. Yield responses vegetable and field crops to soil fumigation for the control of plant parasitic nematodes. Abstract in Jour. Philippine Phytopath. 2 (1/2) : 12-13.
7. Palo, A.V. and Calinga, R.H. 1969. The control of the Root-Knot nematode I. Bioassy of concentration Gradients of Zinophos. The Philippine Journal of Plant Industry 33 : 95-96.
8. Rohde, R.A. and W.R. Jenkins. 1957. Host range of a species of *Trichodorus* and its host-parasite relationships on tomato. phytopathology 47 (5) : 295-298.
9. Schindler, A.F. 1954. Root glling associated with daggar nematode, *Xiphinema diversicandatum* (Micoletzky, 1927) Thorne, 1939 (abs.). phytopathology 44 (7) : 389.
10. 杜金池、程永雄，番茄根瘤線蟲病防治試驗，臺灣農業季刊5（4）：1－6

CONTROL OF TOMATO NEMATODES AND SOUTHERN BLIGHT BY VORLEX (METHYLISOCYANATE, DICHLOROPROPENE, DICHLOROPROPANE AND RELATED CHLORINATE HYDROCARBANS, CHLOROPICRIN)

by

C. C. Tu, Y. H. Cheng, and F. L. Kuo*

English Summary

Test of Vorlex was carried out in the screenhouse to determine the waiting days that it caused no phytotoxicity to tomato seedlings in different kinds of soil. It was observed, under soil temperature 31±1°C and soil moisture 40±2% M.H.C., that no phytotoxicity was caused on tomatoes transplanted at 14 days after the treatment of Vorlex in sandy soil, sandy loam, or clay soil.

Field tests were conducted for the purpose of determining the most effective dosage of vorlex for the plant height and yield of tomato, and for control nematodes and southern blight complex. It was found that vorlex was better effects to control *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Helicotylenchus* spp., and *Trichodorus christiei* than Fumazone E.C. (DBCP), as to control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) Fumazone E.C. seemed to be slightly better than Vorlex. Plant height of tomato plants in all chemical treated plots was significantly taller than that of untreated ones. It was not differ significantly among chemicals and dosages applied. However, very significant differences in yield of tomato were observed in the treatments with vorlex 200 liter/hectare and Fumazone E.C. 28 liter/hectare. No southern blight on the plot treated with Vorlex 200 liter/hectare was observed. Results indicated that Vorlex applied at the dosage of 200 liter/hectare could effectively control the tomato nematodes and nematode-southern blight complex disease in the fields.

* Senior Plant Pathologist, Head, Department of Plant Protection, Plant Pathologist, and Technicion, respectively, Tainan Fiber Crops Experiment Station, TARI.

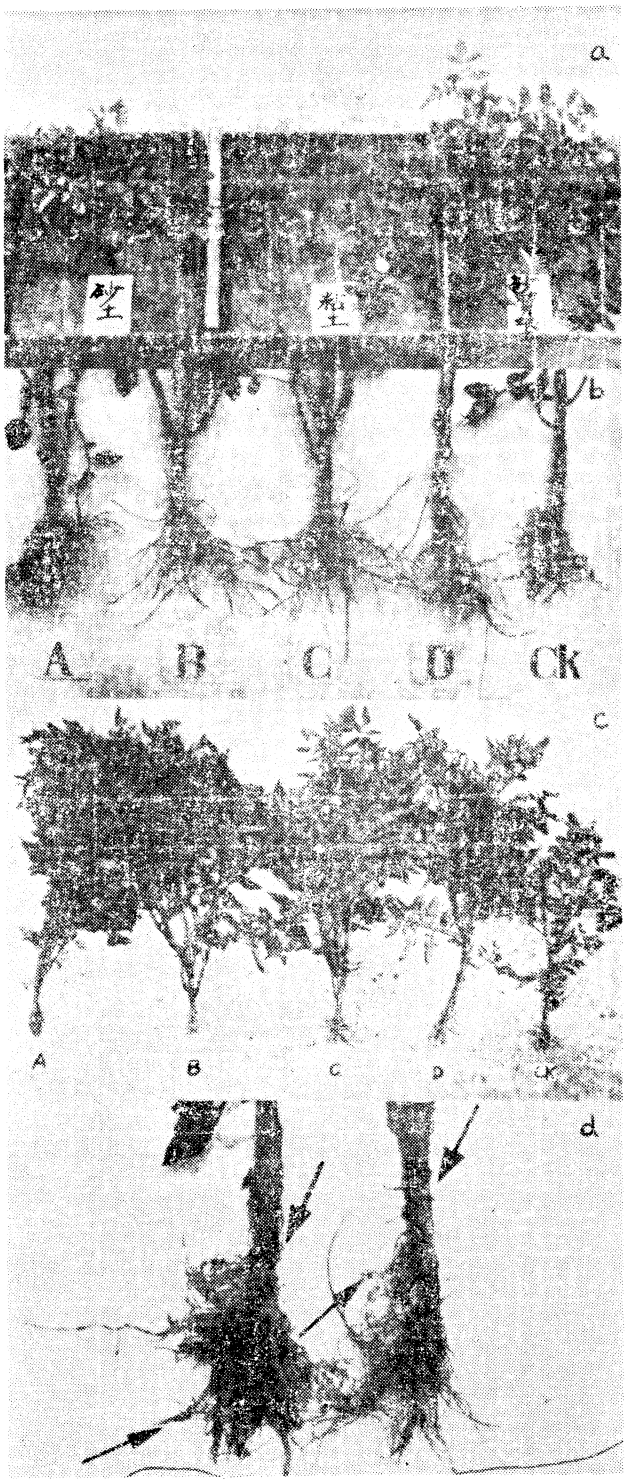


圖 6　a. 砂土、黏土及砂質壤土處理Vorlex 150l/ha經 7 日後移栽番茄苗發生藥害情形。 b. 田間試驗施用 Vorlex 100 l/ha (A) 150l/ha (B) , 200l/ha (C) FumazoneE.C. 28l/ha (D) ，及無施藥 (CK) 後60日番茄發生根瘤線蟲病情形。 c. 各處理間番茄株高比較。 d.線蟲—白絹病複合型病害，(上方箭頭表示白絹病徵，下方箭頭表示罹患根瘤線蟲病病徵) 。