

# 臺灣地區冬季綠肥作物對水稻田根部寄生性線蟲存活之影響<sup>1</sup>

陳殿義<sup>2</sup> 顏志恒<sup>3</sup> 蔡東纂<sup>4,5</sup>

**摘要：**於 1995 年 1 月至 2 月期間持續 1-3 次採樣調查彰化縣秀水、埔鹽、福興、竹塘、溪洲及田中；台中縣霧峰、草屯、龍井、清水；苗栗縣苑裡、通霄、後龍及苗栗市等地區之二期水稻田收成後，輪作油菜、埃及三葉草及苕子等綠肥作物對土壤中植物寄生性線蟲存活之影響。在所檢測之 42 處水稻田，共計有水稻穿根線蟲(*Hirschmanniella* spp.)、螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)、矮化線蟲 (*Tylenchorhynchus* spp.)、根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)及 *Tylenchus* spp.等 5 屬線蟲，其出現頻率(appearance frequency)分別為 100%、73.8%、76.2%、19% 及 92.9%。在同一水稻田區塊中，有覆蓋前述綠肥作物區域之水稻穿根線蟲的密度比未覆蓋區域皆有下降之趨勢，其中在部分線蟲密度較高田區之效果更加明顯，另外對螺旋線蟲、矮化線蟲及 *Tylenchus* spp.也有部分相同情形，但其結果較不一致，至於對根瘤線蟲則不明顯。

**關鍵詞：**綠肥作物、植物寄生性線蟲、水稻穿根線蟲、存活。

## 前 言

水稻為地球上最重要的糧食作物，全世界超過 50% 的人口以稻米為主食，而亞洲地區國家則生產並消費全部 90% 以上的稻米<sup>(9)</sup>。臺灣是東南亞地區主要稻米產地之一，然由於人口眾多且耕地面積有限，因此在過去農業社會對於提升稻田單位面積產量之期望甚殷，因此與水稻相關之生理、育種、土壤、肥料及病蟲害防治等之研究均極為重視，惟對水稻線蟲病害，除水稻白尖病(rice white tip disease)病原線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)外，其他根部寄生性線蟲則乏人注意。

水稻之病原線蟲依寄生部位可分為地上部和地下部寄生兩類線蟲，前者取食莖、葉及花器；後者取食根部組織。目前全世界已知或被評估可能造成稻米產量減少的病原線蟲共計有 10 屬 27 種，其中根部寄生線蟲包括環紋線蟲(*Cricanemoides onoensis*)、包囊線蟲(*Heterodera* spp.)、水稻穿根線蟲(*Hirschmanniella* spp.)、矛線蟲(*Hoplolaimus indicus*)、根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)、針線蟲(*Paralongidorus australis*)、根腐線蟲(*Pratylenchus* spp.)及劍線蟲(*Xiphinema ifacolum*)等<sup>(9)</sup>，另外 *Tylenchorhynchus martini* 和 *Helicotylenchus abunaamai* 雖會感染稻之根部，但對水稻產量之影響則無法獲得證實<sup>(17,25)</sup>，然依世界各地區水稻栽培環境

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2134 號。接受日期：91 年 11 月 22 日。
2. 本所植物病理組助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 國立中興大學農業推廣中心助理研究員。臺灣省 臺中市。
4. 國立中興大學植物病理系副教授。臺灣省 臺中市。
5. 通訊作者，電子郵件：ttsay@mail.nchu.edu.tw；傳真機：(04)22876712。

之不同，其主要病原線蟲種類也隨之而異。台灣之水稻大部分以灌溉田(irrigated)方式栽培，其主要線蟲病害包括由地上部之葉芽線蟲所引起之水稻白尖病<sup>(2,4,5)</sup>，而稻莖線蟲(*Ditylenchus angustus*)所引起之“Ufra”病害則尚未有發生記錄；另外地下部根部寄生性線蟲，根據林氏 1969 至 1970 年止之全省調查報告，包括 *Hirschmanniella oryzae*, *H. gracilis*, *Helicotylenchus crenacauda*, *Tylenchorhynchus martini*, *Criconemoides* sp., *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp., *Xiphinema* sp., 及 *Trichodorus* sp., 等共 9 種，而就分佈廣度和蟲口密度高低而言，以前 5 種線蟲較為重要<sup>(1)</sup>，其中水稻穿根線蟲造成稻苗早期生育受阻、分蘗減少及降低稻米產量之報告最多<sup>(6,12,16,18,20,26,29,30)</sup>。

一般植物寄生性線蟲之防治方法包括休耕(fallow)、淹水(flooding)、抗病品種(resistant cultivars)、輪作(rotation)非寄主作物、化學藥劑處理苗床和田地、種苗浸根及種子粉衣等方法。本省由於地狹人稠及農民勤勞之習性，休耕方法常難以推行，而真正有效之抗病品種則尚未可得，至於大部分屬於劇毒性殺線蟲藥劑對水稻田生態環境破壞及地下水污染，不言可喻。臺灣近年來由於工商業日益繁榮，人民經濟水平相對提升，對生活環境和飲食安全逐漸重視，強調不施用化學肥料和農藥之「有機農業」推廣正方興未艾。因此本研究之目的即在調查本省中部地區二期水稻收成後，植物根圈土壤中之寄生性線蟲相，以及該地區農民習慣常用之冬季綠肥作物如油菜、埃及三葉草及苕子等對線蟲消長存活之影響，以做為水稻線蟲防治及有機栽培之參考依據。

## 材料與方法

在 1995 年 1 月至 2 月期間，自本省中部地區之苗栗縣(苗栗市、後龍鎮、通宵鎮、苑裡鎮)、台中縣(龍井鄉、清水鎮、霧峰鄉)、南投縣(草屯鎮)及彰化縣(田中鎮、福興鄉、溪州鄉、竹塘鄉、埔鹽鄉、秀水鄉)等共計 14 鄉鎮市，合計調查採集 42 處水稻田土樣，其中種植油菜、苕子和埃及三葉草的田區數目分別為 19、12 及 11 個，而每塊田區之調查次數則視各綠肥作物生育情況，連續採集土樣 1-3 次。三種綠肥作物之每塊田區，依面積大小逢機採取 5-10 點根圈土，混合後成為 1 包土樣，另外以同樣方式在同一塊田中採取未覆蓋綠肥作物之田土，此一土樣為每塊田區之對照組處理。前述每包土樣至少 500 公克，每包土樣分成 4 個各 100 公克之次樣品，再以改良式柏門氏漏斗分離法(modified Baermann's funnel method)<sup>(3,10)</sup>分離線蟲，所得之線蟲懸浮液倒入鏡檢皿中，移至 12-80 放大倍率之解剖顯微鏡下靜置後加以檢視，以血球計數器記錄各屬線蟲之數目。

## 結 果

### 中部地區冬季水稻田之植物寄生性線蟲相及其出現頻率

自本省中部地區之苗栗縣(苗栗市、後龍鎮、通宵鎮、苑裡鎮)、台中縣(龍井鄉、清水鎮、霧峰鄉)、彰化縣(田中鎮、福興鄉、溪州鄉、竹塘鄉、埔鹽鄉、秀水鄉)及南投縣(草屯鎮)等共計 14 鄉鎮，合計調查採集 42 處水稻田土樣(表 1.2.3)，共計發現 *Hirschmanniella*、*Helicotylenchus*、*Tylenchorhynchus*、*Tylenchus* 及 *Meloidogyne* 等 5 屬植物寄生性線蟲，其出現頻率分別為 100%、73.8%、76.2%、92.9% 及 19%。在苗栗縣所調查之 10 處水田中，水稻穿根線蟲的平均密度為 1.9 隻，其中密度最高為後龍鄉地區一處的 3.75 隻(表 2)；在台中縣之 7 處田區中，該線蟲之平均密度為 2.5 隻，最高密度為龍井鄉地區一處的 8.25 隻(表 1)；在彰化縣之 21 個田區中，該線蟲之平均密度 16.7 隻，其中以在竹塘鄉一處水田之 84 隻為最高(表 3)；在南投縣草屯鎮的 4 處田區，此一線蟲之最高密度為 2.25 隻。至於螺旋線蟲方面，以龍井鄉、草屯鎮及霧峰鄉等共 7 處田區之密度較高，其中以龍井鄉一處之 105.75 隻為最高(表 1)，其他地區之密度則相對較低，其中以彰化縣地區為最明顯；在矮化線蟲方面，在三個主要調查縣之密度皆不高，其中亦以彰化縣地區為最低，最高密度僅為 4 隻；*Tylenchus* spp. 方面，在三個主要調查地區中，該線蟲之密度呈現極大差異，

表 1. 油菜綠肥作物對水稻田植物寄生性線蟲存活之影響

Table 1. Effect of field mustard (*Brassica campestris*) green manure on the survival of plant-parasitic nematodes in rice fields

Location		<i>Hirschmanniella</i> spp.			<i>Helicotylenchus</i> spp.			<i>Tylenchorhynchus</i> spp.			<i>Tylenchus</i> spp.			<i>Meloidogyne</i> spp.		
		1 <sup>z</sup>	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Lung-jing (龍井鄉)	1	2.25 <sup>y</sup>	2.00 a	0.50 a	13.25 b	24.00 a	5.25 b	1.50 b	4.00 a	0.50 a	2.00 a	3.50 a	0 a	2.75 a	0 a	0.75 a
	CK <sup>x</sup>	8.25 a	1.75 a	1.25 a	58.75 a	31.25 a	30.25 a	8.00 a	4.75 a	1.75 a	3.00 a	2.00 a	1.00 a	4.25 a	2.50 a	0.50 a
	2	— <sup>w</sup>	1.00 a	0.50 a	—	56.25 b	81.25 a	—	1.50 b	2.00 a	—	1.00 a	1.00 a	—	0	0
	CK	—	2.50 a	0 a	—	105.75 a	32.00 b	—	6.75 a	3.25 a	—	2.00 a	3.25 a	—	0	0
Ching-shuei (清水鎮)	1	0.75 a	1.25 a	—	0	0 a	—	0	0	—	53.75 a	7.00 a	—	0 a	0	—
	CK	2.50 a	0.50 a	—	0	0.25 a	—	0	0	—	17.50 b	4.25 a	—	0.25 a	0	—
	2	1.25 a	1.50 a	—	0 a	0.25	—	0.25	0.50 a	—	61.75 a	3.75 b	—	0	0	—
	CK	1.75 a	2.50 a	—	0.25 a	0.25	—	0.25	0 a	—	6.25 b	89.50 a	—	0	0	—
	3	—	0.50 a	0.75	—	1.00 b	2.00 a	—	0.25 a	0 a	—	5.50 a	3.75 a	—	0	0
	CK	—	1.00 a	0.75	—	5.50 a	4.00 a	—	2.00 a	1.75 a	—	10.00 a	12.25 a	—	0	0
Tsautuen (泰山鎮)	1	1.75 a	0 a	—	6.75 a	18.50 a	—	6.75 a	1.50 a	—	20.75 a	7.25 a	—	0.50 a	0.25 a	—
	CK	0.75 a	1.25 a	—	1.00 b	0.75 b	—	0 b	0.25 a	—	2.25 b	11.50 a	—	0 a	0 a	—
	2	0.75 a	0	—	13.25 a	4.25 b	—	2.50 a	1.00 b	—	2.25 a	2.75 a	—	0.50 a	0 b	—
	CK	1.00 a	0	—	7.25 a	42.25 a	—	1.25 a	3.25 a	—	1.75 a	3.00 a	—	0 a	2.00 a	—
	3	0.25 b	1.25 a	—	3.75 a	8.50 a	—	0.50 a	9.25 a	—	0.75 b	9.75 a	—	1.75 a	0	—
	CK	2.25 a	1.00 a	—	8.50 a	11.75 a	—	3.00 a	3.50 a	—	17.00 a	3.75 a	—	0 a	0	—
Wufeng (霧峰鄉)	1	—	0.50	0.25 a	—	15.25 a	4.50	—	0.50 a	0.75 a	—	2.50 a	1.75 a	—	0	0
	CK	—	0.50	0.50 a	—	1.25 b	4.50	—	0 a	0.50 a	—	1.75 a	3.75 a	—	0	0
	2	—	2.25 a	—	—	5.00 b	—	—	3.25 a	—	—	25.25 a	—	—	0	—
	CK	—	1.00 a	—	—	13.75 a	—	—	7.25 a	—	—	20.00 a	—	—	0	—
Yuanli (苑裡鎮)	1	—	0 b	0.50 b	—	0	0	—	0	0	—	33.60 a	6.50 b	—	0	0
	CK	—	2.00 a	3.25 a	—	0	0	—	0	0	—	28.75 a	23.75 a	—	0	0
	2	—	0 b	0.25 b	—	0.25 a	0 b	—	0 b	0 b	—	1.50 b	8.75 b	—	0	0
	CK	—	2.50 a	3.25 a	—	1.00 a	3.50 a	—	3.00 a	2.50 a	—	56.25 a	198.00 a	—	0	0
Tianjung (田中鎮)	1	—	1.50 a	—	—	0 a	—	—	0	—	—	0 a	—	—	0	—
	CK	—	1.75 a	—	—	0.50 a	—	—	0	—	—	1.25 a	—	—	0	—
	2	—	3.50 a	—	—	1.25 a	—	—	1.00 a	—	—	6.50 a	—	—	0	—
	CK	—	5.00 a	—	—	0.50 a	—	—	0.25 a	—	—	0 b	—	—	0	—
Shijou (溪州鄉)	1	—	10.75 b	—	—	0.50	—	—	1.50 a	—	—	5.50 a	—	—	0	—
	CK	—	28.75 a	—	—	0.50	—	—	0.25 a	—	—	0 b	—	—	0	—
	2	—	11.75 a	—	—	0.25 a	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
	CK	—	7.25 a	—	—	0 a	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Jutang (竹塹鄉)	1	—	3.50 b	—	—	0	—	—	0 a	—	—	0 a	—	—	0	—
	CK	—	12.00 a	—	—	0	—	—	0.25 a	—	—	0.75 a	—	—	0	—
	2	—	6.50 b	—	—	0	—	—	0	—	—	0.25	—	—	0	—
	CK	—	21.00 a	—	—	0	—	—	0	—	—	0.25	—	—	0	—
	3	—	29.50 b	—	—	0	—	—	0	—	—	0.50 a	—	—	0	—
	CK	—	84.00 a	—	—	0	—	—	0	—	—	0 a	—	—	0	—

<sup>z</sup> The survey date, 1: 1995/1/10 ; 2: 1995/1/20 ; 3: 1995/2/6.

<sup>y</sup> Means (No. of nematodes per 100g soil) followed by the same letter in each column in the same field are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test analysis.

<sup>x</sup> The area was not covered with field mustard.

<sup>w</sup> Not tested.

在苗栗市及彰化縣之部分田區呈現高密度之情形，其中以福興鄉一處之 246.5 隻為最高(表 3)；至於根瘤線蟲方面，在彰化縣地區之鄉鎮均未檢出該屬線蟲，其他二個縣及草屯鎮部分田區則檢出該線蟲。

### 油菜對水稻田植物寄生性線蟲存活之影響

採樣調查 19 處水田冬裡作栽培油菜綠肥作物之植物寄生性線蟲相消長情形(表 1)，依據每塊田區 1-3 次的調查結果顯示，台中縣龍井鄉、清水鎮及霧峰鄉；南投縣草屯鎮；彰化縣田中鎮等地區之 12 處水田之水稻穿根線蟲蟲口密度偏低，其在油菜之根圍土壤中之蟲口密度和對照組無顯著差異，但是在苗栗縣苑裡鎮和彰化縣溪州鄉和竹塘鄉等之 7 個水田中，水稻穿根線蟲在對照組之密度明顯較前 12 處水田高，相對油菜之根圍土之密度較低，兩者都有顯著差異，另外部分田區連續三次調查結果也顯示，水稻穿根線蟲在油菜之根圍中並無增殖情形；對螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)之存活影響方面，除草屯鎮和霧峰鄉各一處水田出現相反結果外，其他 6 處油菜根圍土中之螺旋線蟲密度都顯著地比對照組為低；在矮化線蟲

表 2. 埃及三葉草綠肥作物對水稻田植物寄生性線蟲存活之影響

Table 2. Effect of Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.) green manure on the survival of plant-parasitic nematodes in rice fields

Location		<i>Hirschmanniella</i> spp.			<i>Helicotylenchus</i> spp.			<i>Tylenchorhynchus</i> spp.			<i>Tylenchus</i> spp.			<i>Meloidogyne</i> spp.				
		1 <sup>z</sup>	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Miaoli (苗栗市)	1	0	b <sup>y</sup>	0.25	0.25 a	0	0.50 a	0.50 b	0	2.50 b	0.25 b	5.00 a	5.75 b	4.25 b	0	0	1.50 a	
	CK <sup>x</sup>	2.25 a	0.25	1.00 a	0	2.50 a	4.00 a	0	18.00 a	8.75 a	0.75 a	25.00 a	26.25 a	0	0	0	a	
	2	0	0.25 a	—	0	0	a	—	1.50 b	2.25 a	—	92.25 b	48.50 a	—	0	0	—	
	CK	0	1.00 a	—	0	0.25 a	—	—	9.50 a	1.50 a	—	158.3 a	57.25 a	—	0	0	—	
	3	— <sup>w</sup>	1.75 a	0.25 b	—	0	0	—	5.50 a	0.50 b	—	11.25 a	4.75 b	—	2.25 b	0	b	
CK	—	2.00 a	2.50 a	—	0	0	—	6.00 a	5.75 a	—	9.50 a	50.25 a	—	41.75 a	9.25 a	—		
Tung-shiau (通霄鎮)	1	0.25 a	0	b	0.25	0	0	a	0	0	0	0.50	0.50 a	5.25 a	0	0	0	
	CK	1.50 a	5.00 a	0.25	0	0.75 a	0	0	0	0	0.50	1.00 a	6.50 a	0	0	0	0	
	2	0.25 a	0	a	0.75 b	0	0	0	1.75 a	0	0	3.25 a	2.50 a	1.00 a	0	0	0	
CK	0.25 a	0.75 a	3.75 a	0	0	0	0	a	0	0	2.25 a	5.50 a	0	a	0	0	0	
Yuanli (苑裡鎮)	1	—	0	a	0.25 b	—	0	0	—	0	0	—	47.75 a	115.80 a	—	0	0	
	CK	—	2.00 a	3.25 a	—	0	0	—	0	0	—	28.75 a	23.75 b	—	0	0	0	
	2	—	1.25 a	0.25 b	—	0	a	0	b	—	1.00 a	0.25 b	—	49.75 a	9.50 b	—	0	0
	CK	—	2.50 a	3.25 a	—	1.00 a	3.50 a	—	3.00 a	2.50 a	—	56.25 a	198.00 a	—	0	0	0	
Houlung (後龍鎮)		2.25 a	1.50 a	1.25 a	0	0	0	a	0	a	0.75	0.75 a	9.50 a	7.75 a	2.25 b	0	0	11.50 a
	CK	2.75 a	3.75 a	2.50 a	0	0	0.25 a	0.25 a	0.75	1.00 a	4.25 b	5.00 a	33.50 a	0	0	0	0	b
Shiou-shuei (秀水鄉)	1	0.50 b	2.75 b	0.25 a	5.50 a	2.50 b	1.00 a	6.50 a	0.25 a	0.50 b	57.75 b	6.25 b	9.25 a	0	0	0	0	
	CK	4.00 a	16.50 a	1.50 a	0	b	6.50 a	2.25 a	2.00 a	0.75 a	4.25 a	117.00 a	23.50 a	3.75 a	0	0	0	0
	2	1.25 b	2.00 b	—	2.25 a	0.50 a	—	2.50 a	0	—	1.00 a	0.50 a	—	0	0	—	—	
CK	30.50 a	41.25 a	—	1.50 a	0	a	—	3.00 a	0	—	2.00 a	1.25 a	—	0	0	—	—	
Tsautuen (草屯鎮)		—	0	a	—	—	1.00 a	—	—	1.00 a	—	—	3.75 a	—	—	0	—	
	CK	—	0.25 a	—	—	—	0.75 a	—	—	0.75 a	—	—	1.75 a	—	—	0	—	

<sup>z</sup> The survey date, 1: 1995/1/10; 2: 1995/1/20; 3: 1995/2/6.

<sup>y</sup> Means (No. of nematodes per 100g soil) followed by the same letter in each column in the same field are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test analysis.

<sup>x</sup> The area was not covered with field mustard.

<sup>w</sup> Not tested.

(*Tylenchorhynchus* spp.)方面，除草屯一處水田外，其他 4 處亦顯示出和前述相同之結果；在 *Tylenchus* spp. 線蟲方面，在清水鎮、草屯鎮及田中鎮等之 4 處水田中，該屬線蟲在油菜根圈土中之密度皆顯著比對照組為高，但是該蟲在其中 3 處水田之第二次調查中，在油菜根圈土中之密度則有明顯下降趨勢，另外其他 3 處則以對照組之密度顯著較高；在根瘤線蟲方面，調查發現之蟲口密度皆不高，兩者間除草屯鎮 1 處水田之對照組密度較高外，其餘皆無顯著差異。

**埃及三葉草對水稻田植物寄生線蟲存活之影響**

採樣調查苗栗縣之苗栗市、通霄鎮、苑裡鎮、後龍鎮；彰化縣秀水鄉和南投縣草屯鎮等之 11 處冬裡作栽培埃及三葉草對水稻田中植物寄生性線蟲消長情形(表 2)，調查結果顯示，除苗栗市、後龍鎮及草屯鎮各一處水田無顯著差異外，其餘 8 處都顯示埃及三葉草之根圈土中水稻穿根線蟲之密度都顯著地比對照組低，尤其在彰化縣秀水鄉地區二處水田之結果最為明顯。在螺旋線蟲方面，除秀水鄉一處水田之第一次調查結果外，在第二、三次之調查中，合計有 3 處水田出現和前述相同之結果；在矮化線蟲方面，在 1-3 次的調查結果中，則有 5 處田區出現和前述相同之結果；在 *Tylenchus* spp. 方面，除苑裡鎮一處水田外，另有 6 處田區亦出現同樣結果；在根瘤線蟲方面，在苗栗市和後龍鎮各一處田區則出現相反之結果。

**表 3.** 彰化地區冬季綠肥作物苕子對水稻田植物寄生性線蟲存活之影響

**Table 1.** Effect of hairy vetch (*Vicia dasycarpa* Tenore) green manure on the survival of plant-parasitic nematodes in rice fields at Changhua area

Location		<i>Hirschmanniella</i> spp.			<i>Helicotylenchus</i> spp.			<i>Tylenchorhynchus</i> spp.			<i>Tylenchus</i> spp.		
		1 <sup>z</sup>	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Fushing (福興鄉)	1	2.75 a <sup>y</sup>	8.75 a	0 b	1.00 a	1.75 a	0	0.25 a	0.75 a	0	0 a	0.25 a	0 a
	CK <sup>x</sup>	7.75 a	11.25 a	3.25 a	3.00 a	2.25 a	1.25 a	0.75 a	1.00 a	0	1.50 a	0 a	0.25 a
	2	4.25 a	7.25 b	0.50 b	0.75 a	0	0	1.00	0 a	0.25	0.50 a	0.25 a	0.25 a
	CK	10.75 a	25.25 a	7.00 a	0 a	0	0	1.00	0.50 a	0.25	0 a	0.25 a	0 a
	3	1.25 a	0.50 b	0.50 a	0.25 a	0 a	0	0	1.00 a	0	0	1.75 a	0
	CK	2.00 a	5.00 a	0.50 a	0.25 a	0.25 a	0	0	0 a	0	0	0 a	0
	4	0.75 b	2.25 b	0 b	0	0	0	0	0 a	0	0 a	0	0
	CK	9.00 a	19.25 a	7.00 a	0	0	0	0	0.25 a	0	0.75 a	0	0
	5	— <sup>w</sup>	3.25 b	0.50 b	—	0.75 a	0	—	0.50 a	0.25 b	—	244.5 a	20.75 a
	CK	—	13.00 a	5.50 a	—	0.25 a	0	—	2.50 a	4.00 a	—	246.5 a	37.75 a
Puyan (埔鹽鄉)	1	—	7.25 b	2.00 b	—	0	0	—	0	0	—	0	0
	CK	—	50.75 a	24.00 a	—	0	0	—	0	0	—	0	0
	2	—	2.25 b	3.50 b	—	0	0	—	0	0	—	0	0
	CK	—	22.75 a	30.75 a	—	0	0	—	0	0	—	0	0
Shiou-shuei (秀水鄉)	1	2.75 b	1.75 a	0.50 a	0	0.25 a	0	0	2.25 a	0	0.25 a	31.50 a	0.50 a
	CK	9.00 a	2.00 a	0.50 a	0	0 a	0	0	1.00 a	0	0.75 a	42.50 a	0.25 a
	2	—	6.25 a	1.00 b	—	0	2.00 a	—	0.25 a	0.50 a	—	0.50 a	0.25 a
	CK	—	13.25 a	4.25 a	—	0	0.25 a	—	0 a	0.75 a	—	0 a	0.50 a
	3	—	9.25 a	—	—	0 a	—	—	1.75 a	—	—	5.75 a	—
	CK	—	7.75 a	—	—	0.25 a	—	—	2.00 a	—	—	4.00 a	—
	4	—	—	4.00 a	—	—	0	—	—	0 a	—	—	0 a
	CK	—	—	5.25 a	—	—	0	—	—	0.50 a	—	—	0.75 a
	5	—	—	0.50 b	—	—	0 a	—	—	0.50 a	—	—	16.00 a
	CK	—	—	5.50 a	—	—	0.50 a	—	—	0.75 a	—	—	35.50 a

<sup>z</sup> The survey date, 1: 1995/1/10 ; 2: 1995/1/20 ; 3: 1995/2/6.

<sup>y</sup> Means (No. of nematodes per 100g soil) followed by the same letter in each column in the same field are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test analysis.

<sup>x</sup> The area was not covered with field mustard.

<sup>w</sup> Not tested.

### 苕子對水稻田植物寄生性線蟲存活之影響

調查彰化縣地區冬季裡作苕子對水稻田植物寄生線蟲消長情形(表 3), 在福興鄉、埔鹽鄉及秀水鄉等三地區共計採樣 12 處田區。在 1-3 次的連續調查結果顯示, 除秀水鄉二處水田外, 其他 10 處苕子根圈土壤中之水稻穿根線蟲密度都顯著地比對照組為低, 尤其以埔鹽鄉二處田區最為明顯; 在螺旋線蟲及矮化線蟲方面, 全部水田中該二屬線蟲之密度皆很低, 其中僅有福興鄉一處顯示矮化線蟲在苕子之根圈土壤中之密度比對照組處理顯著為低; 在 *Tylenchus* spp. 方面, 雖然在福興鄉和秀水鄉等共 3 處田區之密度頗高, 但是和其他田區一樣, 苕子處理和對照組處理二者皆無顯著差異。

## 討 論

稻依世界各地區生育環境的不同, 可以分成 5 種主要的栽培類型<sup>(19)</sup>, 各類型之氣候環境及地理條件對稻田中植物寄生線蟲相及個別線蟲之為害程度有深遠影響<sup>(9)</sup>。台灣地區屬於亞熱帶型氣候, 高溫多濕, 雨水充足, 且稻田大部分以灌溉水方式, 築畦栽培, 因此較常發生於溫帶地區之病原線蟲, 如稻包囊線蟲、在台灣地區尚未發現, 其他如根瘤線蟲、根腐線蟲及劍線蟲等屬於在山地栽培較 較常發生之病原線蟲在本省水稻田中則較少發生<sup>(1)</sup>, 另外在國外屬於灌溉田或高地田(upland)較常發生之病原線蟲, 如矛線蟲及針線蟲等則在本省尚未發現。在本次調查中部地區之 42 處水稻田中, 一共發現 5 屬之植物寄生線蟲, 其中水稻穿根線蟲, 螺旋線蟲, 矮化線蟲及根瘤線蟲和林氏<sup>(1)</sup>記載之結果相類似, 但環紋線蟲、根腐線蟲、劍線蟲及殘根線蟲(*Trichodorus* spp.)等在本次所調查的中部地區 42 處水稻田中均未發現, 其最主要原因可能在於本次調查之稻田全部均屬於以灌溉水方式栽培, 其次為調查地區範圍大小不同及栽培作物相之改變所導致。

依據林氏<sup>(1)</sup>及本次之調查結果, 水稻穿根線蟲為本省水稻田最普遍發生的病原線蟲, 而調查報告估計全世界 58% 的水稻田遭受該屬線蟲感染, 並造成 25% 的產量損失<sup>(14)</sup>。水稻穿根線蟲是以內寄生潛移性(migratory endoparasitic)的方式寄生於水稻根系, 取食皮層組織, 造成空洞化及形成根表面褐化壞疽病斑, 嚴重時呈現根腐情形<sup>(7,14,20)</sup>。進而造成植株生育受阻, 尤其在土壤貧瘠地區, 稻穀產量減少最為顯著<sup>(20)</sup>。水稻穿根線蟲在稻田休耕期間之存活方式, 除了在稻收割後未腐化之根系及新長出之根系外<sup>(15,21)</sup>, 許多的田間雜草及作物都是該線蟲之寄主植物<sup>(9)</sup>, 而其存活時間方面, 線蟲在根部組織內比曝露在土壤中為長, 但是在淹水狀態下, 則因根腐爛而存活時間反而更短<sup>(15,21)</sup>。水稻穿根線蟲(*H. oryzae*)在無寄主植物但有適當土壤濕度的環境下, 其族群數目會呈現緩慢下降, 但是可至少存活 7 個月<sup>(27)</sup>, 經一年後, 線蟲族群可以完全滅除<sup>(11)</sup>, 但是在持續乾燥狀況下, 線蟲由於呈現靜止狀態, 其存活時間反而可以存活超過一年<sup>(24)</sup>。另外該線蟲在高溫 35-45°C 及低溫 8-12°C 下, 在無寄主植物狀態下存活<sup>(21)</sup>, 另外在不同範圍土壤 pH 值下之缺氧狀態亦可存活<sup>(8)</sup>。由上述問題之了解及台灣地區水稻田之耕作方法及農民勤勞習慣, 休耕、淹水及輪作等方法都不可行。於 1995 年水稻二期作收成後, 針對中部地區農民常用之水稻田冬季裡作主要綠肥作物, 如油菜、埃及三葉草及苕子等對水稻根部寄生線蟲存活之影響情形進行採樣調查, 結果顯示三種作物皆能降低水稻穿根線蟲的存活, 尤其在彰化縣之埔鹽鄉、秀水鄉、竹塘鄉及溪州鄉等地區, 該線蟲之蟲口密度比中部海線地區之後龍鎮、通霄鎮、清水鎮、龍井鄉等地區為高, 其減少水稻穿根線蟲存活之效果更加顯著, 而對螺旋線蟲、矮化線蟲及 *Tylenchus* spp. 等之影響情形則不一致。油菜為十字花科一年生草本植物; 埃及三葉草和苕子則屬於豆科一年生草本植物, 而水稻穿根線蟲之寄主植物大部分是屬於禾本科(Gramineae)和莎草科(Cyperaceae)的田間雜草及作物<sup>(6,9,21,22)</sup>, 因此顯然上述三種綠肥作物應不是該線蟲的寄主植物, 在加上其本身綠肥作物的效應, 對水稻生長的助益應可預期, 但是否為螺旋線蟲、矮化線蟲、根瘤線蟲及 *Tylenchus* spp. 的適合寄主則需進一步接種測定。

由於全世界環保意識的抬頭, 有關植物性農藥(botanical pesticides)之研究日益受到重視, 至今已報導有 150 種植物的植體抽出物對植物寄生性線蟲具有毒性作用<sup>(28)</sup>, 但大部分只針對根瘤線蟲、包囊線蟲及根

腐線蟲等根部內寄生性(endoparasitic)線蟲，其中 *Sphenoclea zeylanica* 能夠降低水稻穿根線蟲在田間之存活，並且發現其葉片之水抽出物對 *H. oryzae* 有毒性作用<sup>(23)</sup>。輪作田菁(*Sesbania rostrata* Brem.)對水稻之增產效果明顯，去除其綠肥效應(green manure effect)因素後，其作用機制歸因於該作物對 *H. oryzae* 之陷阱效應(trapping effect)<sup>(13)</sup>。許多由十字花科作物，如 *Brassica campestris* Linn.、*B. hirta* Moench.、*B. integrifolia* Linn. *B. nigra* (Linn.) Koeh.所製成之豆餅(oil cake)加入土壤中後，對根瘤線蟲(*M. incognita*, *M. javanica*)及大豆包囊線蟲(*Heterodera avenae*)等具有防治效果，其作用機制不外豆餅中氨氣(ammonia)的釋出或其中酚化合物成分對線蟲的毒性作用<sup>(28)</sup>。由本次田間實際調查所得之初步結果顯示，三種綠肥作物皆能顯著加速降低水稻穿根線蟲在二期水稻收成後的存活情形，其中在彰化縣竹塘、埔鹽及秀水等部分調查田區之該線蟲密度相對於其他田區為高，其降低線蟲存活之效果，更加明顯。前述三種綠肥作物在田間降低線蟲存活之可能作用機制可大致歸納以下原因，供往後進一步探討：1.三種綠肥作物之根系在田間直接分泌對線蟲具有抑制或殺生的物質，2.在採回之土樣中包含三種綠肥作物之根系組織，經置放於封口塑膠袋及土樣打碎的準備過程中，產生對線蟲不利的物質，進而導致分離線蟲的效果產生差異，3.是否具有陷阱植物(trap plants)的作用，4.綠肥作物改變土壤之物理、化學及生物等特性，間接影響線蟲的存活力。另外探討這三種綠肥作物之地上部植體是否對水稻穿根線蟲具有抑制作用，以及對稻田中其他植物寄生性線蟲的消長影響，進而對後期作物所造成的衝擊，這些利弊得失都必需加以一併評估分析。

## 引用文獻

1. 林奕耀。1970。臺灣水稻根部寄生性線蟲之研究。國立中興大學農林學報 19:63-77。
2. 洪元平。1959。臺灣稻葉白尖病。植物保護學會會刊 1:104-109。
3. 黃昭雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌。1972。臺灣植物寄生線蟲。中研院植研所專刊第一號，61 頁。
4. 陳脈紀。1961。水稻線蟲心枯病之研究。中興大學農林學報 9,10:103-116。
5. 蔡東纂、程永雄、鄧堯銓、李明達、吳文希、林奕耀。1998。臺灣水稻白尖病病原線蟲—*Aphelenchoides besseyi* 之生態及防治策略。植物保護學會會刊 40:277-286。
6. Babatola, J. O. and Bridge, J. 1979. Pathogenicity of *Hirschmanniella oryzae*, *H. spinicaudata* and *H. imamuri* on rice. J. Nematol. 11:128-132.
7. Babatola, J. O. and Bridge, J. 1980. Feeding behaviour and histopathology of *Hirschmanniella oryzae*, *H. imamuri* and *H. spinicaudata* on rice. J. Nematol. 12:48-53.
8. Babatola, J. O. 1981. Effect of pH, oxygen and temperature on the activity and survival of *Hirschmanniella* spp. Nematologica 27:285-291.
9. Bridge, J., Luc, M., Plowright, R. A. 1990. Nematode Parasites of Rice, pp. 69-108. In: M. Luc, R. A. Sikora & J. Bridge eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB international, Wallingford, UK. 629 pp.
10. Dropkin, V. H. 1980. Introduction to Plant Nematology. Univ. Missouri. Columbia. 293 pp.
11. Fortuner, R. and Merny, G. 1979. Root-parasitic nematodes of rice. Revue de Nématologie 2:79-102.
12. Fortuner, R. 1985. Nematode damage assessment problems and solutions for a rice nematode: *Hirschmanniella oryzae*. California Plant Pest and Disease Report 4:2-7.
13. Germani, G., Reversat, G. and Luc, M. 1983. Effect of *Sesbania rostrata* on *Hirschmanniella oryzae* in flooded rice. J. Nematol. 15:269-271.
14. Hollis, J. P. and Keoboonrueng, S. 1984. Nematode parasites of rice. P.95-146 in: Plant and Insect Nematodes. Nickle, W. R. (Ed.) New York & Basel, Marcel Dekker:

15. Ichinohe, M. 1988. Current research on the major nematode problems in Japan. *J. Nematol.* 20:184-190.
16. Jonathon, E. I. and Velayutham, B. 1987. Evaluation of yield loss due to rice root nematode *Hirschmanniella oryzae*. *Internat. Atoll. Net. Newsl.* 4:8-9.
17. Joshi, M. M. and Hollis, J. P. 1976. Pathogenicity of *Tylenchorhynchus martini* swarmers to rice. *Nematologica*: 22:123-124.
18. Khuong, N. B. 1987. *Hirschmanniella* spp. in rice fields of Vietnam. *J. Nematol.* 19:82-84.
19. Khush, G. S. 1984. Terminology for rice growing environments. P.5-10 In: Terminology for Rice Growing Environments. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
20. Mathur, V. K. and Prasad, S. K. 1972. Role of the rice root nematode, *Hirschmanniella oryzae* in rice culture. *Indian J. Nematol.* 2:158-168.
21. Mathur, V. K. and Prasad, S. K. 1973. Control of *Hirschmanniella oryzae* associated with paddy. *Indian J. Nematol.* 3:54-60.
22. Mathur, V. K. and Prasad, S. K. 1973. Survival and host range of the rice root nematode, *Hirschmanniella oryzae*. *Indian J. Nematol.* 3:88-93.
23. Mohandas, C., Rao, Y. S. and Sahu, S. C. 1982. Cultural control of rice root nematodes (*Hirschmanniella* spp.) with *Sphenoclea zeylandica*. *proc. Acad. Sci. Indian (Animal Sciences)*. 90:373-376.
24. Muthukrishnan, T. S., Rajendran, G., Ramamurthy, V. V. and Chandrasekaran, J. 1977. Pathogenicity and control of *Hirschmanniella oryzae*. *Indian J. Nematol.* 7:8-16.
25. Padhi, N. N. and Das, S. N. 1984. Some aspects of the ecological behaviour of *Helicotylenchus abunaamai* Siddiqi, 1972. *Indian J. Nematol.* 14:25-29.
26. Panda, M. and Rao, Y. S. 1971. Evaluation of losses caused by the root-nematode (*Hirschmanniella mucronata*) in rice (*Oryza sativa* L.). *Indian J. Agric. Sci.* 41:611-614.
27. Park, J. S., Han, S. C. and Lee, Y. B. 1970. Studies on the ecology and feeding preference of *Hirschmanniella oryzae*. *Research Reports of the Office of Rural Development, Korea, Plant Environment*, 13:93-98.
28. Prakash, A., and Rao, J. 1997. Section B: Botanical pesticides against nematodes. p.299-344. in: Botanical Pesticides in Agriculture. (A. Prakash & J. Rao eds.) CRC Press, Florida, 461 pp.
29. Venkitesan, T. S., Nalinakumari, T. and Saty Kumar, J. 1979. Distribution of rice root nematode in Kerala. *Indian J. Nematol.* 9:55.
30. Yamsonrat, S. 1967. Studies on rice-root nematodes (*Hirschmanniella* spp.) in Thailand. *Plant Dis. Rep.* 51:960-963.

# Effects of Winter Green Manures on the Survival of Plant-Parasitic Nematodes in Rice Fields in Taiwan<sup>1</sup>

Diann-Yih Chen<sup>2</sup>, Jyh-Herng Yen<sup>3</sup> and Tung-Tsuan Tsay<sup>4,5</sup>

## Summary

Survey of the effects of the green manure, including field mustard (*Brassica campestris* L.), Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and hairy vetch (*Vicia dasycarpa* Tenore), on the survival of plant-parasitic nematodes of 42 rice field after the second crop season of 1995 were conducted 1-3 times in the central area of Taiwan. The preliminary results indicated that there were five genera of plant-parasitic nematodes, including *Hirschmanniella* spp., *Helicotylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Tylenchus* spp. and *Meloidogyne* spp., were found in the rice field, the appearance frequency were 100%, 73.8%, 76.2%, 92.9% and 19%, respectively, and the three kinds of winter green manure all could significantly reduce the survival of *Hirschmanniella* spp., especially in some field with high density of the nematodes, but the effects on the *Helicotylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. and *Tylenchus* spp. were not consistent.

**Key words:** Green manure, Plant-parasitic nematode, *Hirschmanniella* spp., Survival.

- 
1. Contribution No.2134 from Taiwan Agriculture Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : November 22, 2002.
  2. Assistant Researcher, Department of plant pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
  3. Assistant Researcher, Agricultural Extension Center, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
  4. Associate Professor, Department of Plant Pathology, NCHU, Taichung, Taiwan, ROC.
  5. Corresponding author, e-mail: tttsay@mail.nchu.edu.tw ; Fax: (04)22876712.