

有機水稻中耕除草機及太陽能捕蟲器之研究

黃政龍¹ 林永順²

¹ 行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 助理研究員

² 行政院農業委員會臺東區農業改良場作物環境課 副研究員兼課長

摘 要

臺灣地處亞熱帶，雜草生長快速，且有機田區禁用化學除草劑，故研製水田中耕除草機，以機械作用翻攪泥水防治水田雜草。研成之三行式水田中耕除草機重量約 20 kg，以 2.4 馬力二行程汽油引擎為動力，驅動自製不銹鋼中耕除草輪，作為翻攪泥水之機構。行走速度約每分鐘 24 ~ 30 m，作業時間每 0.1 ha 需 50 ~ 60 分鐘。對剛萌發且非宿根性雜草如稗草防治達 71 %，每公頃可增加稻米產量 200 kg，約 3.1 %。有機水稻遭受害蟲為害時，因有機栽培時不允許使用化學藥劑防治病蟲害，容易造成損失，利用昆蟲之趨光特性，於夜間以具特定波長之燈光誘捕水稻害蟲，可降低夜行性趨光害蟲為害。研製之溺水式太陽能捕蟲器主體分為：太陽能板、可伸縮高度主體架、蓄電及供電控制單元、誘蟲燈泡、誘捕裝置等 5 大部分。將研成之溺水式太陽能捕蟲器在水稻害蟲發生期間進行試驗，結果顯示可誘捕到葉蟬、斑飛蝨、二化螟及瘤野螟等害蟲。

一、前言

稻米是國人的主食，生產面積約占耕地的 28 %，產值也是國內農產品之冠。水稻栽培作業，從民國 40 年代引進整地機械後，目前田間作業幾乎已機械化。雜草的管理作業良窳影響稻米的產量及品質極大。早期為了抑制田中雜草，於水稻插秧定根後以人工方式除草，但費工費時，直到化學除草劑的發明，因效果快、便利，開始被大量使用。然而農田長期施用除草劑等化學藥品，對土壤及灌排水等農業環境造成影響。特別是目前政府大力推行的有機栽培，田區禁用除草劑，雜草防治需回歸到人工作業的方式。在目前農村勞力取得不易且工資昂貴情形下，廠商自日本引進水田中耕除草機使用，惟部分農友反應，該機機體支撐力不足，操作時容易下陷，且售價偏高。為降低農友除草的辛勞，同時配合政府推行有機農業的政策，提高農友有機栽培的意願，因此研製適用於各種田區且較便宜的水田中耕除草機。

臺東縣有機水稻栽培面積達 195 ha。本場調查臺東地區主要危害水稻之害蟲有：水象鼻蟲、鐵甲蟲、負泥蟲、瘤野螟、二化螟、偽黑尾葉蟬、黑條黑尾葉蟬、電光葉蟬、白翅葉蟬、褐飛蝨、斑飛蝨、南方綠椿象、細針緣椿象、臺灣蜘蛛緣椿象及螻蛄等約有 15 種以上。有機水稻遭受害蟲為害時，因有機栽培不允許使用化學藥劑防治病蟲害，容易造成損失，而病蟲害管理的成功與否與產量密切相關，農民必需更加細心，才能減少害蟲為害。據前人研究，在害蟲發生時使用燈光誘捕，可降低夜行性趨光害蟲為害，但由於田間電力供應及配線不便，常遭遇電力無法供應之問題。使用太陽能供電，便能解決此困擾問題，因而研成溺水式太陽能捕蟲器，並應用在有機水稻之害蟲防治上。

二、材料與方法

(一)水田中耕除草機

1. 試驗材料：50 c.c 小型二行程汽油引擎、直徑 28 cm 割草機傳動桿、35:1 渦輪減速機，中耕除草輪裝置、支撐浮船裝置。
2. 研製試驗方法：設計水田中耕除草機總體結構，並以市售之動力汽油引擎、傳動及減速機構等作為主要元件。並研製中耕除草輪及支撐浮船裝置，組裝成水田中耕除草機。
3. 田間試驗：利用研成之水田中耕除草機，測試調查在有機水稻田中耕除草田間操作性能。於海端鄉有機水稻田試區，分為機械除草及不除草各 0.1 ha，於插秧後 3 週(第一期)及 2 週(第二期)調查雜草生長情形並進行第一次中耕除草，以 1 m² 之鐵框範圍逢機調查 6 點，統計雜草生長情形，於 7 天後調查第一次中耕後雜草變化，第二次中耕除草與第一次間隔 14 天，再於 7 天後調查第二次中耕雜草變化並統計防治效果。另外於池上鄉有機田試區試驗水田中耕除草機與人工除草效果比較，其中人工除草僅一次除草作業，其他調查方法與海端鄉試驗相同。

(二)太陽能捕蟲器

1. 試驗材料：20 W 單晶太陽能板、直流蓄電及供電控制單元、5 W 紫黑色光燈泡、5 W 白色光省電燈泡、溺水盤誘捕裝置及單通道分光光譜儀。
2. 研製試驗方法：設計溺水式太陽能捕蟲器，並組裝直流 12 伏特紫黑色或

白色燈泡，測試其各項機械性能。以單通道分光光譜儀測試燈泡波長，並以不同波長燈光方式誘捕夜行性趨光害蟲。

3. 田間試驗：在池上鄉有機水稻田安裝 3 組溺水式太陽能捕蟲器，在水稻蟲害發生期間，組裝紫黑色及白色不同波長之燈泡，在害蟲出沒時間亮燈，進行害蟲誘捕試驗，調查誘捕害蟲種類及效果。

三、結果與討論

(一)水田中耕除草機

1. 研成之水田中耕除草機(圖 1)，動力為二行程汽油引擎，傳動機構使用市面上小型背負式割草機傳動桿，下方以 1/2 吋鐵管連結以增加強度，前方裝設蝸桿蝸輪減速機，以驅動中耕除草輪，中耕除草輪轉動作為前進的動力，並翻攪泥漿及雜草小苗，以抑制雜草生長，甚至埋入泥漿中窒息死亡。除草輪前方裝有分草板，引導水稻葉片及植株，避免受到除草輪打擊傷害，除草輪後方有帆布阻擋泥水飛濺，以 1/2 吋鐵管彎曲作為把手。研製完成之水田中耕除草機主要規格性能如表 1 所示。



圖 1. 水田中耕除草機

表 1. 水田中耕除草機主要機體規格

項 目	規 格 性 能
水田中耕除草機尺寸(長×寬×高)(mm)	1400×900×1000
機體總重(kg)	20
形式	3 行式
動力	二行程 50 c.c 引擎
離合器	Φ77 cm 離心式
傳動減速比	35:1
傳動桿(mm)	Φ28×700
傳動軸(mm)	Φ7×7t
除草輪尺寸(mm)	300×200
浮船尺寸(mm)	320×140×55

2. 除草輪使用不銹鋼製成，不會因田間操作而生銹，使用直徑 16 cm 厚 1.5 cm 之不銹鋼弧形片為爪，每支長 7 cm，再以 6 支或 5 支焊接於 20 × 8 cm 之不銹鋼槽形鐵上，組成一片除草爪，以交錯的方式排列，再焊接於直徑 25 cm 的六角不銹鋼薄板上而成除草輪，輪寬 19 cm。中央之除草輪為左右各半、安裝於減速機兩側，每片之除草爪以 2 支及 1 支交錯排列。除草輪間距為 30 cm，與一般機械插秧機行距相同，並可左右調整約 3 cm，以適應作業時之誤差。
3. 後方配置不銹鋼浮船，表面為流線造型，減少操作時泥漿附著及阻力，可依田間需要調整高度及角度，在泥濘田區可加強機體支撐及減少下沉，並將雜草下壓埋入泥水中，增加操作便利及效能。
4. 水田中耕除草機田間作業時機，視天氣及雜草萌發情況操作，在雜草剛萌發時進行作業，效果最佳。一般第一次除草約在水稻插秧後 15 ~ 20 天，再經 10 ~ 15 天進行第二次中耕除草。操作時田間水深約保持 3 ~ 5 cm，可獲得較佳的操作及成效，若灌水不足無法產生泥漿覆蓋雜草，效果不佳；過深則會使中耕除草輪空轉率提高，降低效率，甚至無法作業。操作時引擎轉速約保持 3,500 ~ 5,000 rpm，除草輪轉數約 100 ~ 140 rpm，行走速度約每分鐘 24 ~ 30 m，作業時間每 0.1 ha 需 50 ~ 60 分鐘。
5. 田間試驗於海端鄉有機水稻田試驗區，100 年第一期作主要雜草為香附子及禾本科雜草如稗草等，經 2 次除草後減少率分別為 12.4 % 及 71.2 %，不處理之對照區香附子及稗草則增加 11.3 % (表 2)。調查其產量，使用機

械除草每公頃 6,727 kg，比對照區每公頃 6,525 kg，增加 3.1 %。第二期作主要雜草新增尖瓣花，經 2 次除草後，各雜草減少率為 8.3 %、69.5 % 及 69.7 %，平均減少率為 57.1 %，不處理對照區香附子、稗草及尖瓣花則增加 17.7 % (表 3)。

表 2. 海端鄉 100 年第一期作水田中耕除草機除草效果比較

株/m ²	水田中耕除草機		對照(不除草)	
	香附子	稗草	香附子	稗草
作業前	28.3	80.3	29.0	81.5
第一次作業後	25.2	51.8	29.5	87.0
第二次作業後	24.8	23.2	30.5	92.5
總減少率(%)	-12.4	-71.2	5.2	13.5

表 3. 海端鄉 100 年第二期作水田中耕除草機除草效果比較

株/m ²	水田中耕除草機			對照(不除草)		
	香附子	稗草	尖瓣花	香附子	稗草	尖瓣花
作業前	20.0	64.0	14.2	22.0	69.5	16.0
第一次作業後	18.5	34.7	8.6	26.5	76.0	18.0
第二次作業後	18.3	19.5	4.3	27.5	79.5	19.5
總減少率(%)	-8.5	-69.5	-69.7	25.0	14.4	21.9

6. 另一田間試驗於池上鄉有機水稻田試驗區進行。第一期作主要雜草有水莧菜、鴨舌草、香附子，及禾本科的雜草如稗草等。經 2 次除草後，雜草平均減少率為 63.5 % (表 4)。第二期作經 2 次除草後，雜草平均減少率為 64.1 % (表 5)。

表 4. 池上鄉 100 年第一期作水田中耕除草機除草效果比較

株/m ²	水田中耕除草機				對照(人工除草)			
	水莧菜	鴨舌草	香附子	稗草	水莧菜	鴨舌草	香附子	稗草
作業前	3.9	3.9	2.4	9.5	4.4	3.8	2.2	9.4
第一次作業後	2.2	2.2	1.7	4.8	0.5	0.6	0.6	1.4
第二次作業後	1.2	1.2	2.0	2.8				
總減少率(%)	-69.2	-69.2	-16.7	-70.5	-88.6	-84.2	-72.7	-85.1

表 5. 池上鄉 100 年第二期作水田中耕除草機除草效果比較

株/m ²	水田中耕除草機				對照(人工除草)			
	水菟菜	鴨舌草	香附子	稗草	水菟菜	鴨舌草	香附子	稗草
作業前	4.5	4.3	1.7	10.1	4.8	4.5	2.3	9.6
第一次作業後	2.9	2.6	1.4	6.6	0.6	0.5	0.5	1.0
第二次作業後	1.4	1.3	1.4	3.3				
總減少率(%)	-68.9	-69.8	-17.6	-67.3	-87.5	-88.9	-78.3	-89.6

(二) 太陽能捕蟲器

1. 太陽能捕蟲器機械構造

溺水式太陽能捕蟲器主要由主體架、太陽能板、蓄電及供電控制單元、紫黑色誘蟲燈泡、溺水盤誘捕裝置等組成，溺水盤使用加水後，可加入少量清潔劑或礦物油，防止昆蟲脫逃。感測時間內亮燈，昆蟲趨光飛入溺水盤溺水，水盤水位可調整，溢滿水位，底部自動排出蟲腐污水。

表 6. 溺水式太陽能捕蟲器規格

項 目	規 格 性 能
機體尺寸(長×寬×高)	85×60×180 cm
太陽能板	20 W 單晶矽太陽能板
捕蟲直流燈泡	5 W 紫黑色燈泡或 5 W 白色省電燈泡
照明燈泡	5 W LED 直流燈泡
蓄電池	12V-12AH
溺水盤(長×寬×高)	49.5×35×9 cm
定時方式	光敏電阻或直流定時器
光敏電阻設定時間	2.5/5.0/10 小時

2. 溺水式太陽能捕蟲器不同安裝方式：溺水式太陽能捕蟲器可以單一燈光及溺水盤安裝，也可以一對二方式加裝一組燈光及溺水盤，或太陽能主體與燈光、溺水盤分離，一對二方式安裝，增加捕蟲數量。以一對二方式安裝溺水式太陽能捕蟲器宜使用紫黑色 5 W 燈泡，電路電壓達 7 伏特以上即可起動燈亮，有足夠電力供電；但若使用 2 個白色省電燈泡，耗電量較多，遇連續多日陰雨天，電壓降低至 10 伏特以內，可能有充電不足情形，因白色省電燈泡啟動電壓需 10 伏特以上，電壓不足，可能無法

起動燈亮，故使用白色省電燈泡以 1 個為宜。

- 感測亮燈方式：溺水式太陽能捕蟲器設計有二種亮燈啟動方式(一)標準規格產品是利用光敏電阻感測，外部亮度降低到設定值時，積體電路板電路接通，燈泡亮燈並開始計時，一般倍數定時積體電路板電路設定為 2.5/5/10 小時，利用撥鍵方式撥 1 為燈泡亮 2.5 小時、撥 2 為燈泡亮 5 小時、撥 3 為燈泡亮 10 小時，也可特殊設定為 2/4/8 小時或 3/6/12 小時，依應用目的而定。(二)配合夜晚或清晨昆蟲出沒時間誘捕，安裝特殊設計直流定時器，在固定時間亮燈，如在柑桔果園誘捕斑星天牛及宰胸天牛，設計在夜晚及清晨二時段亮燈，增加誘捕效果。



圖 2. 光敏電阻感測亮燈



圖 3. 直流定時器定時亮燈

- 電力供應：溺水式太陽能捕蟲器供電之太陽能板，為維持晴雨天皆有良好性能，宜採用安裝 20 W 單晶矽太陽能板、12V12AH 蓄電池供電。積體電路板元件遇陰天，於太陽能板低電壓時也能充電增加電量。一般有陽光日子照射 1 天，以單一 5 W 燈泡每天亮燈 5 小時計，約可維持 5 天供電量。
- 溺水式太陽能捕蟲器之蓄電池電壓一般有陽光照射日子，可維持在 12.5 ~ 13.2 伏特，配合安裝地點位置、氣候條件及誘捕昆蟲種類，可選擇不同瓦數之紫黑色光或白色光省電燈泡使用，每具太陽能捕蟲器之燈泡及溺水盤使用數量，可參考圖 4 耗電數據安裝。

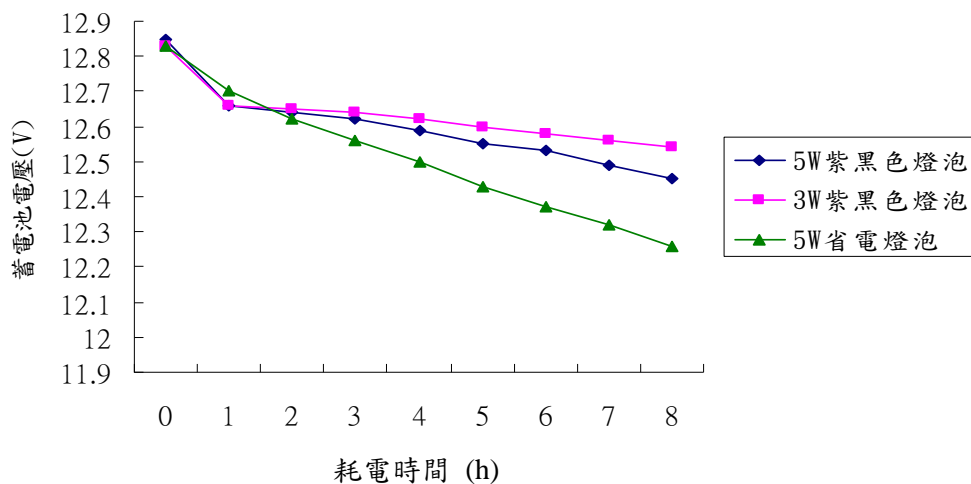


圖 4. 紫黑色光燈泡及省電白色光燈泡耗電時間與蓄電池電壓之關係

6. 溺水式太陽能捕蟲器在有機水稻田應用概況

由於臺東縣池上鄉萬安地區 100 年第 2 期作有機水稻區發生葉蟬為害，並有少量瘤野螟及二化螟蟲發生，安裝溺水式太陽能捕蟲器(圖 5)，並以 5 W 紫黑色光燈泡及 5 W 省電白色光燈泡進行比較試驗，結果顯示可誘捕到葉蟬(含偽黑尾葉蟬、黑條黑尾葉蟬、電光葉蟬及白翅葉蟬)、瘤野螟及二化螟等害蟲(圖 6、7、8)。其中紫黑色燈光可誘捕到各種害蟲，效果最佳；白色光燈泡則捕到較少量之害蟲，僅電光葉蟬之誘捕量多於紫黑色燈光誘捕者。在本場有機水稻試區，於斑飛蝨發生期，安裝一對二溺水式太陽能捕蟲器，紫黑色燈泡亦發揮良好誘捕效果。



圖 5. 有機水稻安裝溺水式太陽能捕蟲器



圖 6. 太陽能捕蟲器誘捕葉蟬



圖 7. 太陽能捕蟲器誘捕二化螟



圖 8. 太陽能捕蟲器誘捕斑飛蝨

7. 溺水式太陽能捕蟲器在有機水稻田安裝紫黑色燈泡時，對夜行趨光害蟲有良好誘捕效果，其誘捕功能與紫黑色燈泡波長密切相關。以單通道分光光譜儀測試 5 W 紫黑色燈泡波長約為 366.7 nm，如圖 9 所示。

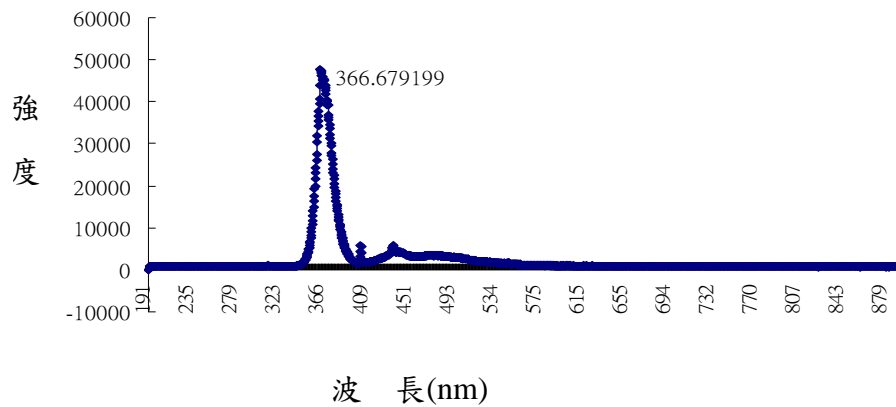


圖 9. 溺水式太陽能捕蟲器紫黑色燈泡測試波長

四、結論

研成之三行式水田中耕除草機重量約 20 kg，操作方便，後方配置不銹鋼浮船，泥濘田區操作不易下陷，如有機體下陷現象亦有足夠動力脫困，中耕除草輪為不銹鋼製品，使用後不會銹蝕。作業時間每人每 0.1 ha 需 50 ~ 60 分鐘。對剛萌發且非宿根性雜草如稗草防治可達 71 %。配合田間肥培管理，追肥可於中耕除草前施用，作業時將肥料打入土中，以減少肥份之流失，提高肥效，稻米產量每公頃增加 200 kg 約 3.1 %，水田中耕除草機可抑制雜草，同時改善土壤通氣性，促進水稻根系生長，減少化學除草劑使用，提高農友有機栽培收益。

太陽能捕蟲器安裝位置與誘捕效果密切相關，利用太陽能供應電源，田間無配電線供電之困擾，選擇任何有陽光照射位置，可就地安裝，或以一對二方式安裝燈泡及水盤，提升誘捕效果。在水稻田使用安裝紫黑色光燈泡，顯示可誘捕到偽黑尾葉蟬、黑條黑尾葉蟬、電光葉蟬及白翅葉蟬、斑飛蟲、二化螟及瘤野螟等害蟲，充分發揮捕蟲效果。在水稻收穫後休閒期，放置庭院，無需配置線路、換裝 12 伏特直流 LED 燈泡後，即可做為庭院照明用途。

參考文獻

1. 丁文彥、黃秋蘭、江瑞拱。2008。臺東有機米之栽培與管理。p.5-6。
2. 姚美吉。2010。燈光誘捕。作物害蟲之非農藥防治資材。農業試驗所特刊 142: 115-118。
3. 莊益源。2008。燈光誘捕裝置防治鱗翅目蛾類害蟲。高雄區農業改良場農業專訊 66: 12-13。
4. 陳文雄、張煥英、陳昇寬、林明瑩。2005。柑桔窄胸天牛之生態與防治。臺南區農業改良場農業專訊 51: 15-19。
5. 陸應政。1994。水田中耕除草機。花蓮區農業專訊 10: 15-16。
6. 張煥英。2010。窄胸天牛燈光誘捕。作物害蟲之非農藥防治資材。農業試驗所特刊 142: 119-120。
7. 蔡秀隆。2008。有機水稻栽培。作物有機栽培 p.9-34。
8. 楊恩誠、李德威。2003。色光在害蟲防治上的應用。農業世界雜誌 243: 22-25。
9. 楊恩誠、洪于善。2001。「色誘」昆蟲的理論基礎及其應用。出自「跨世紀臺灣昆蟲學研究之進展研討會專輯」，p.69-77。臺中：國立自然科學博物館編印。
10. 羅幹成、李啟陽。2003。斑星天牛。植物保護圖鑑系列 9-柑橘保護。動植物防疫檢疫局編印 p.10-16。
11. 羅幹成。2003。嘴壺夜蛾。植物保護圖鑑系列 9-柑橘保護。動植物防疫檢疫局編印 p.79。