

附掛式水田除草兼施肥機械試驗

黃政龍¹

¹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

摘 要

臺灣地處亞熱帶，雜草生長快速，水稻進行有機或友善環境耕作時禁用除草劑，田間雜草需以人工方式進行防除，但作業效率低，另人工施用追肥亦是費力辛苦的工作，為降低人工除草及施肥的辛勞，提高效率並降低成本，本場研製附掛式水田除草兼施肥機。研成之機械以乘坐式插秧機車體為動力，配合研製之除草及施肥機構，附掛於車體後，作業效率為0.5-0.6公頃/小時。於池上有機水稻田區，進行雜草防除效果及產量試驗，經2次除草，對非宿根性雜草如稗草防治率平均可達69.1%，對具宿根雜草香附子防治率平均約27.4%，對照不除草其雜草密度均較處理前增加；此外，使用2次機械除草與不除草對照，產量顯著增加9.2%。研成之附掛式水田除草兼施肥機械對照人工除草或舊型三行式水田中耕除草機可大幅提升作業效率且施肥均勻方便，運用於有機栽培田區可減少人工作業成本、增加產量，提高農友栽培收益。

一、前言

稻米是國人的主食之一，目前全臺全年栽培面積約27萬公頃，是最大宗作物，產值也居國內單一農產品之冠。雜草管理是水稻栽培成功與否的重要一環，因其影響稻米的產量及品質極大。研究指出，水稻栽培在無除草的情況下可減產約25%⁽¹⁾。早年為抑制水田雜草，主要以人工方式除草，但人工除草費工費時，0.1公頃約需1人/天作業時間；直到化學除草劑的發明，由於效果快、使用便利，遂成為主要的除草方式。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不良影響⁽²⁾，因此政府目前正大力推行有機及友善環境耕作，此類農法不允許

使用化學藥劑，所以雜草管理工作除了插秧前加強整地作業外，並配合覆蓋或合鴨栽培等方式減少雜草，但還要人工輔助除草以降低雜草密度。為解決水田人工除草費時費工，本場曾研發三行式水田中耕除草機，平均作業效率為0.1公頃/小時，然作業時需人工步行隨機器操作，且轉向時需以人力搬抬，對於老農及婦女稍嫌不便。

另外，田間肥培管理除基肥於插秧前，隨整地作業將肥料混入泥土外，插秧後還需進行2-3次追肥，以補充不足之元素。目前主要以人工背負動力撒布機進行撒布，為相當耗費體力的工作，特別是插秧後施用第一次追肥，田間泥土尚未硬化行走較為困難，故一般只在田埂上進行肥料撒布，此方法雖然省時省力，但肥料撒布較不均勻，對肥料利用及後續病蟲害管理均會造成影響。為配合政府推行有機農業的政策，提高農友有機栽培的意願，並降低農友除草及施肥的辛勞，本場研製「附掛式水田除草兼施肥機械」，整合除草及施肥功能，附掛於乘坐式插秧機的主機，將傳統除草或施肥需以人工步行操作的作業方式，提升為乘坐式，可大幅降低人力成本，提高有機水田雜草防除及肥培管理的效率。

二、材料與方法

(一)附掛式水田除草兼施肥機械研製及材料

以三菱(Mitsubishi)LV8D乘坐式插秧機車體為基礎，配合田間除草及施肥所需條件，研製水田除草機構，並加裝施肥機構及升降等輔助機構，完成附掛式水田除草兼施肥機械。

(二)機械性能、雜草防除效果及產量比較試驗

利用研成之附掛式水田除草兼施肥機械，測試田間作業效率等操作性能，並於臺東縣池上鄉有機水稻田試區，分別以機械除草及不除草區各0.1公頃測試。於插秧後3週(第一期作)，以1m²之鐵框範圍逢機調查6點，調查雜草種類及密度，之後進行第一次除草，並於7天後調查雜草變化。第二次中耕除草與第一次間隔14天，再於7天後調查第二次除草後之雜草變化並計算雜草防除率(公式1)。最後各處理區分別逢機取4點，進行產量調查並比較差異。

$$\text{雜草防除率} = \frac{\text{作業前雜草株數} - \text{作業後雜草株數}}{\text{作業前雜草株數}} \times 100\% \quad (1)$$

三、結果與討論

(一)附掛式水田除草兼施肥機械研製結果

研製之附掛式水田除草兼施肥機械，使用8行式乘坐式插秧機車體改裝，將插秧機後方之插秧部拆除，保留前方車台作為動力，配合原有油壓升降結構，附掛研製之除草及施肥機構；為適應不同廠牌之插秧機車體，除草機構無須使用插秧機本身之動力分導頭(PTO)動力，只需拖動及舉升即可作業。因此臺灣目前主要使用之乘坐式插秧機，除了本次試驗的三菱插秧機外，包括久保田(Kubota)、野馬(Yanmar)及井關(Iseki)，皆有對應之連接座可供選擇，方便附掛使用；以插秧機改裝的好處是目前市面上有許多中古插秧機車體流通，價格便宜可節省機械購置成本。研製之除草機構以輓輪、兩道彈簧爪耙及米輪組成(圖1)，依序固定於機體橫桿上，一次作業可除8行水稻間的雜草，與目前主流插秧機的作業寬度相同，優點為田間操作時可順著原插秧路徑行走，減少秧苗損傷，各除草機構可左右調整位置，以適應作業時之誤差。無作業時可將兩側之除草機構向上折疊，減少機體寬度，方便運輸；除草作業時輓輪及米輪可翻攪水田泥土並產生泥漿，破壞雜草根系或直接埋沒植體，影響雜草吸收養分及光合作用運轉等生長，進而死亡或減低競爭力；兩道彈簧爪耙可加強對株間雜草根系破壞，提高除草率。除草時相關機械翻動泥土，同時可改善表土通氣性、促進水稻根系生長，減少相關病害發生。

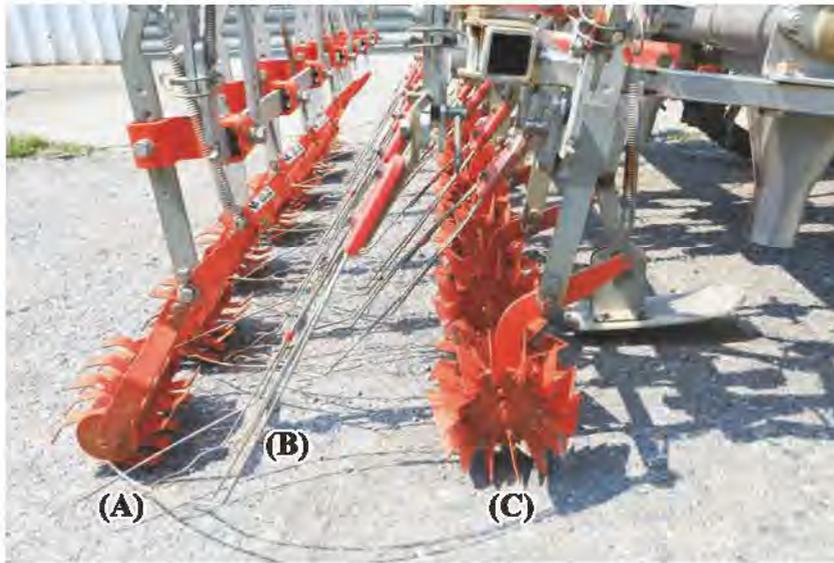


圖1. 研製之除草機構以(A)輓輪、(B)兩道彈簧爪耙及(C)米輪組成。
Fig. 1. The developed weeding mechanism is composed of (A)a roller,
(B)two spring claws and (C)a rice wheel.

施肥機構以不銹鋼肥料桶、減速馬達及螺旋輸送機組成(圖2)，主要固定於除草機體上方與之結合，肥料桶採倒四方錐型式，可避免肥料架橋現象，兩個肥料桶容量共可裝載120公斤有機質肥料，下方以減速馬達經鏈條傳動驅動螺旋輸送機，將肥料均勻輸送至4個出料口，出料口間隔60公分，以隔行配置施肥位置，透過調速器控制減速馬達轉速以調節施肥量，最大施肥量為每小時120公斤有機質肥料，肥料桶上方加裝篩網，避免受潮結塊肥料進入螺旋輸送機造成阻塞，並加裝蓋子以避免肥料於使用中受潮。



圖2. 施肥機構以(A)不銹鋼肥料桶、(B)減速馬達及(C)螺旋輸送機組成。
 Fig. 2. The fertilizer application mechanism is composed of (A)stainless steel fertilizer barrel, (B)gear motor, and (C)screw conveyor.

目前研製之附掛式水田除草兼施肥機械重量為150公斤，附掛於三菱LV8D插秧機後總重量為950公斤(含油料)，加上肥料桶最大容納重量後約為1,100公斤，與目前插秧機之最大操作重量相同，經臺東市、池上鄉及玉里鎮等水田測試，田間作業時均無下陷情形發生。附掛式水田除草兼施肥機械草機主要規格性能如表1所示。

表1. 附掛式水田除草兼施肥機械主要機體規格

Table 1. The specification of attached-type paddy weeding and fertilizing machine

Item	Specification
Dimension (L×W×H)	1,400×900×1,000(mm)
Weight	150 kg
Rows of weeding	8 rows
Fertilizer buck capacity	120 kg
Power of fertilization	12V, 150W DC moter
Fertilization type	Screw transfer, 4 output ports
Fertilization output rate	120 kg/hr

(二)機械性能、雜草防除效果及產量試驗結果

附掛式水田除草兼施肥機械作業效率依田間縱向長度不同而有所差異，經臺東市、池上鄉及玉里鎮等水田測試，機械除草作業效率為0.5-0.6公頃/小時，統計人工除草效率為0.0125公頃/小時，如機械除草以2次作業計算，至少可提升20倍效率。另人工施肥作業效率約為5小時/公頃，以機械除草兼施肥，則每公頃之作業效率可提升21.25倍，可大幅增進有機水田雜草管理及施肥效率。

施肥精準度試驗，將肥料桶以不同肥料裝載量，分別為全滿(60公斤)、半滿(30公斤)及10公斤不同裝載量時，以減速馬達最高轉速120rpm情況下，量測4個肥料出料口每分鐘排出量，重覆4次統計各出口之差異(表2)，每個肥料出口輸出介於486-521公克，各出料口無論是全滿、半滿或只剩10公斤時，肥料量輸出之變動率小於7%，符合農機測定方法與暫行基準。

表2. 不同肥料裝載時各出口之肥料出料量

Table 2. Output rate by different fertilizer buck load situation from each output ports (g/min)

Output port	Different fertilizer buck load		
	Full (60kg)	Half (30kg)	10kg
I	513.5	509.8	486.0
II	510.0	502.3	500.5
III	521.0	511.5	499.8
IV	514.8	508.8	502.8
Mean±S.E.	514.81±2.29	508.06±2.02	497.25±3.80

本機械附掛式水田除草兼施肥機械田間除草作業最佳時機，需視田間天氣及雜草萌發情況調整，以雜草剛萌發初期進行除草作業，效果最佳。操作時田間水深保持3~5公分，可獲得較佳的操作及成效，如田間湛水不足，則產生之泥漿不足，雜草抑制效果不佳，且容易使田間泥土整塊附著於除草機構上，造成不平。機械除草試驗於池上鄉萬朝段進行，田區今(108)年已由轉型期進入有機栽培，種植品種為高雄139號，於2月3日插秧，分別於3月5日及19日進行雜

草密度調查及進行除草作業(表3)，田區雜草主要為以禾本科稗草為主，並有少量莎草科香附子，在機械除草前平均每平方米有稗草116.5株，香附子14株，第一次除草後減少為稗草62.2株，香附子11.3株，再經第二次除草稗草減少為36株，香附子為10.2株，防除率稗草為69.1%，香附子為27.4%。對照不除草期間稗草由104株增加為120株，增加15.4%，香附子由11株增加為13.5株，增加22.7%，於6月18日收穫，比較機械除草與不除草之水稻產量差異，機械除草處理產量平均為4,824.5公斤/公頃，不除草處理為4,418.3公斤/公頃，增加9.2%產量，達顯著差異。(表4)。

本附掛式除草兼施肥機械，與本場過去研發之三行式水田中耕除草機之作業效率相比可提升5倍⁽³⁾，對於有機水田雜草發生情形，更可掌握防除時效，避免錯過時機而增加除草難度，且以乘坐方式操作減輕人員作業辛勞，可提升水稻有機栽培之意願；惟使用之機體較大，田間迴轉時會損傷部分水稻秧苗，但係發生於水稻生長初期，對後期產量影響不大。對無宿根性或宿根性之雜草的防治效果，與三行式水田中耕除草機比較，都約略提升約8%，但宿根性雜草之防治效果依然不佳，主要因香附子具有宿根難以用阻斷光合作用或破壞根系方式防除，傳統多以人工將宿根及植體移除田間，才可避免藉由宿根供給養分而又再次萌發。

表3. 機械除草與不除草雜草防除效果比較

Table 3. Comparison between mechanical weeding and non-weeding of weed growth

Weeding method	Weed variety	Weed numbers (stem/m ²)			Control rate (%)
		Before weeding	First weeding	Second weeding	
Mechanical weeding	Barn Grass	116.5	62.2	36.0	69.1
	Nutgrass Flatsedge	14.0	11.3	10.2	27.4
Non-weeding	Barn Grass	104.0	118.2	120.0	-15.4
	Nutgrass Flatsedge	11.0	12.5	13.5	-22.7

表4. 不同除草方式對水稻產量影響

Table 4. Effect of different weeding methods on rice yield

Weeding method	I	II	III	IV	Mean±S.E.
Mechanical weeding	4,912	4,786	4,811	4,789	4824.5±29.7 ^a
Non-weeding	4,366	4,495	4,389	4,423	4418.3±28.1 ^b

四、結論

有機栽培或友善環境耕作雖然耗時費工，但有利生態環境與永續農業發展，是值得推廣的栽培方式。本場研製之附掛式水田除草兼施肥機械重量約150公斤，與插秧機重量相當，且在不同條件田區進行試驗，皆不會下陷，除草效果可達67%，同時可改善土壤通氣性，促進根系生長；施肥機構操作簡單，不需耗費人力背負肥料撒布機，撒布更為均勻，除草時兼具施肥功能，可將肥料混入土中，提高肥效及作業效率，且動力主機可與插秧機共用，節省機械購置成本，目前刻正辦理技術移轉，未來推廣農友使用，可提高有機或友善環境栽培意願。

參考文獻

1. 邱建中、洪武澄、侯福分。1983。稻田雜草防治。臺中區農推專訊16:23-30。
2. 陸應政。1994。水田中耕除草機。花蓮區農業專訊10:15-16。
3. 黃政龍、曾祥恩。2009。水稻有機栽培中耕除草機之研製。臺東區農業專訊70:11-13。

Study on Attached-Type Paddy Weeding and Fertilization Machine

Jeng-Lung Huang¹

¹Associate Researcher of Taitung DARES, COA.

Abstract

Taiwan is located in the subtropical zone, the weeds grow rapidly. The organic and friendly environment rice cultivation cannot use herbicides. Field weeds need to be controlled by manual operation, but the efficiency is low. And manual to apply additional fertilizer is also a laborious and hard work. To reduce the labor of manual weeding and fertilization, improve efficiency and reduce the cost, we developing the attached-type paddy weeding and fertilizer application machine. This machine is powered by the riding type rice transplanter body, and cooperates with the developed weeding and fertilizing mechanism. After attached to the vehicle body, the working efficiency is 0.5-0.6 ha/hr. In the organic paddy field in Chihshang, the weed control effect and yield tests were carried out. After 2 times of weeding, the average rate of control of non-planty weeds such as valerian was 69.1%, and scented weeds was about 27.4 %, weed density increased with no mechanical weeding. Using mechanical weeding twice, the rice yield increased significantly 9.2% than no weeding. The attached paddy field weeding and fertilizing machinery is more powerful than manual weeding or old type three-row paddy field weeding machine, it also can greatly improve the operation efficiency and uniform fertilization. It can be used in organic cultivation fields to increase production and improve farmers cultivate income but reduce people's work.