

動力插秧機附掛施肥器之研究改良(三)¹

王明茂²

摘 要

利用本計畫研製之水稻插秧兼深層施肥機，一次作業可插秧六行，施肥三條，施肥深度約 6 . 0 公分，並可覆土完全，如以每台作業機每天工作 8 小時估計每日可完成機械插秧兼施肥面積達 1 . 5 公頃以上。該機係利用國產裕農牌 Y P - 6 5 0 型插秧機配裝而成，試驗機經安裝完成後進行田間試驗，本機因輸肥裝置係由插植臂所驅動，因此使插秧與施肥兩項作業同步進行，且插植性能仍能保持插秧機原有之水準。而機械施肥較慣行人工表面撒施肥料除可省工(減少施肥次數 2 ~ 3 次)、省肥(節省氮素用量 2 5 % 左右)外，稻株生育亦較人工施肥良好，結穗纍纍，爰於八十六年五月七日於屏東縣新園鄉黃廣先生示範田召開成果觀摩會。另本機經新園鄉稻作代耕代營隊試用，在第一期作內完成機械施肥面積達 2 0 公頃以上，證實其性能穩定，供稻農採用可達到降低稻米生產成本之目標。

關鍵詞:水稻、插秧機、施肥器、機械性能

前 言

水稻施肥工作，在稻作生產勞動及資材成本項目中佔有重要之比率，依據民國 85 年期台灣農產品生產成本調查報告，水稻進行肥培作業時如將第一、二期作蓬萊稻與在來稻等加總平均，肥料費用每公頃為 5,696 元，佔直接生產費用約 7.0%，尚未包括耗工之施肥工資在內⁽⁷⁾。近年來農民為追求較高之收穫量，對於化學肥料之施用量仍是有增無減，無形中除增加稻米生產成本之負擔外，對稻田地力之維持也有不利之影響。

¹ 本試驗承行政院農業委員會 85 科技-1.8-糧-26(8)及 86 科技-1.8-糧-17(3)等計畫之經費補助。

² 台灣省高雄區農業改良場副研究員。

關於水稻之施肥方法，機械化施肥具有省工、省肥、防止水質被污染及增產等效果^(3,4,8,9)，此在日本已廣泛被稻農採用，而國內於民國七十八年亦曾自日本引進乙台動力插秧機附掛側條施肥器，在高屏地區進行肥效觀察試驗，結果同樣證實了機械施肥之好處，但該機售價高昂每台約新台幣 45 萬元左右。另省產肥料因粉質含量較多，於作業中常會造成輸肥通道之阻塞，欲清除頗為費工與不便，為此，本場爰著手改良引進水稻插秧兼深層施肥機，除維持原有之作業性能，其一次作業可供四行水稻深層施肥之用，作業效能大幅提升，該機已商品化並通過性能測試⁽⁵⁾，正擴大在全省各主要稻作產區進行示範。但當前稻農使用之插秧機逐漸大型化，且代耕制度盛行，致農友紛紛建議本場能朝向六行式插秧機配裝施肥器之改良。本計畫於 85 年度起著手於六行式插秧機配裝施肥器之改良，且試驗雛型機已完成並經兩年來不斷試驗與改良，迄今已達實用階段，而該機經初步試驗操作輕便，以每天工作 8 小時估計可達機械施肥面積為 1.5 公頃左右。本機之作業功能包括插秧兼施肥兩項，對於不同土質之適用性佳，且試驗區之肥效性較慣行表面撒施法或機械側條施肥法，均更能持久，因此，本研究結果於 86 年 9 月 12 日承蒙行政院農業委員會專利暨著作權益委員會第十八次會議審查通過，同意將研究成果辦理技術移轉給合作廠商裕農農機廠股份有限公司，進行商品化設計與量產，俾能加速水稻機械施肥之採用及普及，以達節省勞力、降低生產成本提高產量、進而提高農民收益。

材料與方法

一.試驗設備：

- (一).裕農牌 YP-650 型動力插秧機一台。
- (二).本場研製深層施肥裝置。
- (三).剖土刀與開溝裝置等。

二.試驗材料：

- (一).台肥複合肥料 5 號。
- (二).秧苗、農藥。
- (三).五金及測試儀器等。

三.實施方法：

- (一).本計畫與台中市裕農農機廠股份有限公司合作，試驗機乃利用國產裕農牌新型六行式插秧機來配裝本計畫研製施肥器。
- (二).為使六行式插秧機附掛施肥器之改造工作能很順利進行，使試造之作業機更能合乎使用者要求、爰於 84 年 10 月 13 日召集合作廠商、及曾經使用四行式作業機之農民代表等前來本場進行座談會，俾集思廣益提出建言。
- (三).由於六行式插秧機與四行式插秧機之結構不盡相同，本計畫係將開溝犁直接安裝於浮船上，至於輸肥機構仍採用本場開發深施機之原有機構，改良使其輸肥精度可提昇與操作更便利。
- (四).試驗機分別在本場及屏東縣新園鄉等地，進行田間測試並對所發現缺點加以改良。
- (五).提供一部試驗機供屏東縣新園鄉水稻專業代耕代營中心試用，藉以測定機件耐用性及在不同土質下之適應能力。
- (六).調查施肥之均勻度、肥效、農友使用反應等，並舉辦機械插秧兼施肥之田間操作與機施區成果等示範觀摩檢討會。
- (七).輔導合作廠商進行商品化設計，並進行性能測試申請工作等。

結果及討論

一.試驗機改良：

(一).承載插秧機選擇：

本試驗機需兼顧插秧與施肥兩項作業性能，因此對承載插秧機之選用，必需格外慎重才行。由於國內插秧機現在僅有台中裕農農機廠股份有限公司生產，而該公司產品之 YP-650 型插秧機，於出售時所搭配引擎種類，有汽、柴油之分，以供農友選用。然而本計畫為考慮經安裝施肥裝置之後，依然能保持該機原有平衡性，爰選用柴油引擎，其馬力為 4.8PS，同時這部插秧機亦需備有自動水平與電起動等裝置。

(二).施肥方式之決定：

以日本目前生產插秧機附掛施肥器所採用之施肥方式，計有深層施

肥、側條施肥及雙層施肥等，此三種不同之施肥方式對水稻生育及肥效持久性等，均有明顯差異^(8,9)。以雙層施肥而言，由於肥料效果高，在水稻生育後期養分尚保持過量供應，導致生長過份旺盛，會使稻桿節間伸長，在成熟之前易發生倒伏現象⁽²⁾，另雙層施肥必需採用膏狀肥料，而此種肥料國內尚未製造生產必需仰賴進口，其使用成本偏高，致此施肥方式不予採用。再者以深層施肥方式之肥效亦較優於側條施肥，因此，經再三考慮為配合裕農牌 YP-650 型插秧機之結構、操作上輕便度，以及肥效能持久起見，爰採用二行水稻共用一條肥料之深層施肥方式(如圖 1)，並設定施肥深度為 6.0cm 左右。

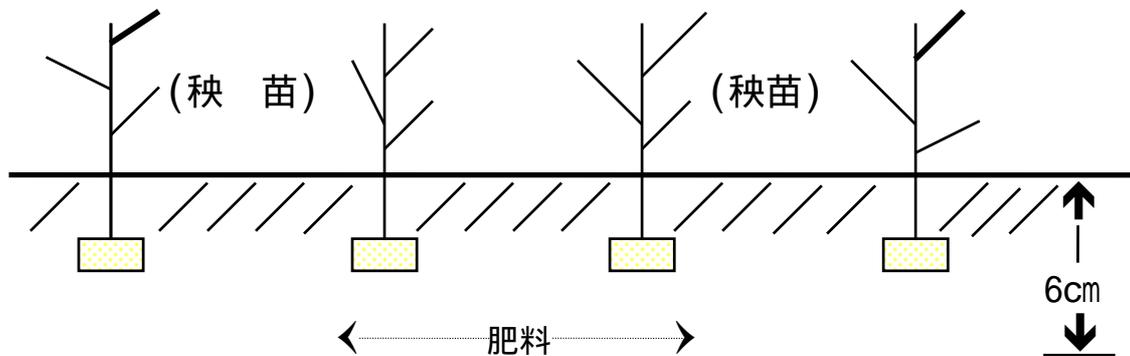


圖 1 . 二行水稻共用一條肥料之深層施肥方式

Fig.1 A line of deep-layer fertilizer was applied in every two rows of rice.

(三).施肥裝置試造與改良:

本施肥裝置係直接安裝在插秧機上、為減輕其負荷，又不影響作業機之耐用下，宜選用材質較輕或直徑較小、厚度較薄者，且作業機使用之配件、以直接與肥料有接觸者，包括小螺絲等在內，必需採用不銹鋼或塑膠等材質，才不會被腐蝕。本作業機主要配件分述如下：

- 1.肥料桶：以不銹鋼板製成，試造時之尺寸為長 37.5cm×寬 28.0cm × 高 24.5cm，每桶容重量約 18kg 左右。以每個肥料桶可分供二行水稻施肥之用，在桶之後側有透明存量檢視窗，供操作者察看肥料桶存量之用，且於輸肥輪之頂端加裝肥料開關控制板，以備一次作業無法達

六行插植與施肥時，可任意關住 1~2 條之肥料配出，如此可避免在同一位置重複施肥。而每個肥料桶均附有蓋子及塊狀肥料分離網等在內。本機共有三組獨立施肥機構，對於三組肥料桶之安裝，以左右兩組肥料桶可向前翻起，而中間乙組則可整組提起之方式，以利於用後清洗、肥料用量調節、與剩餘肥料倒出。關於肥料桶之架設係以三個肥料桶之後緣對齊於插植桿傳動軸之前方約 10cm 左右。而本機共置三個肥料桶，一次裝滿複合肥料重達 54kg 之多，然而為考慮在泥濘地稻田使用，以減輕其負荷與下陷和配合補充秧苗時順便加添肥料之需要，可將肥料桶上端高度裁短 3cm，則每桶裝載量會比原來減少約 4.3kg 左右。

2. 輸肥輪：共 3 組，以乙聚龍製成，心軸之材料為不銹鋼以防銹蝕，而輪之圓周面上，共鑿兩個半圓形槽、內裝游動板，藉以螺帽旋轉來調輸肥孔之大小，以達控制肥料輸出量，當螺帽以順時針旋轉則輸肥孔變小，出肥量較小，相反如以反時針旋轉則出肥量加大，同時為使出肥量調節更為準確，在輸肥輪外側加裝一支刻劃板，作為調節輸肥孔大小之指標。本裝置對肥料配出量很穩定，又可視稻田地力、氣候、品種等不同來作適當調節，且調節方法簡單。
3. 集肥杯與肥料輸出管：共 3 組，其出肥口為 Y 形狀，俾使肥料管儘量保持成直線，同時在不銹鋼管之下端，加裝乙段活動節備有快速接頭，可在免使用工具之情況下，拆下清理。而輸肥管之管徑為 39.4mm，並採用透明塑膠管，以供操作者觀看管內是否被阻塞。
4. 犁頭：由乙聚龍製成，其尺寸為長 11.0cm×高 11.0cm ×寬 4.0cm。本犁頭之功用乃將地表剖開成溝，以便將肥料導引入溝內，為此，其最佳安裝地點乃以愈靠近插植爪處，愈能使機械插植秧苗不會發生缺施肥料現象，同時落肥點之位置必需在兩行水稻之正中央，將來水稻之生育才可整齊劃一，否則機施區在生育後期會發生兩行植株較高，另隔兩行植株較矮之現象⁽⁶⁾。而本試驗機之犁頭係安裝在浮船中央凹陷處，並且在犁頭前端加裝乙個剖土刀，以防纏草及處於土質堅硬下加以破土，才不會將浮船頂高。由於犁頭露出浮船下方長約 6.0cm，

致可將肥料施入地表內深約 6 公分左右。

- 5.預備秧苗承放架：為應插植田區較長之需要，在三個肥料桶之間，鍍製二個預備秧苗承放架，其空間為長 62.0cm×寬 31.0cm，共可放置六片秧苗。該承放架為可移動式，以便後拉靠近操作者取苗與利用前推之位移來控制機體平衡性。
- 6.輸肥輪傳動：係以插植臂由連桿、搖臂等驅動之，故能使插秧與施肥兩項作業同步進行。
- 7.限制浮船蹺起角度：本研製開溝犁係安裝在浮船中央凹陷處，在犁頭後端加工成半圓形凹槽，以便導引肥料入溝中，而處於一般稻田之土質下使用時，因浮船可沿地面不平自由游動起伏，讓泥漿順著浮船底邊之排水槽排出，而輸出肥料也會很順暢掉入溝中並加覆土。但若在泥濘地使用時會發生浮船尾端下陷太深而阻礙泥漿排出，終而迫使泥漿往掉肥槽冒出，為此，必需在浮船前端之浮動吊桿，加焊一塊扁鐵以控制浮船蹺起角度。

二 . 改良完成機體結構：

本機係利用裕農牌 (Y P - 6 5 0 型) 六行式步行插秧機配裝三組深層施肥器組合而成(如圖 2)。該機以野馬牌 L48A 型 4.8P S (最大馬力) 之單缸四衝程柴油引擎為動力源。機體規格為全長 2 4 4 cm×寬 2 2 5 cm×高 1 2 6 cm。行走部為雙鐵輪 (具有長 8 . 5 cm×寬 7 . 5 cm 之輪葉 8 片)，三浮筒式，行走速度為最高速檔約 1.56m / s ，低速檔約 0.78m / s ，倒檔約 0.50m / s 。操作部包括主離合器、插植離合器、油壓升降裝置 (上升、下降、固定、連動及自動)。貯苗台為後傾式，插植桿為 K 爪式，動力傳動方式為皮帶傳送式。

深層施肥器乃安裝於貯苗台前方與鐵輪後方之間，每組施肥器可分供二行水稻施肥之用。主要配件有肥料桶 (長 3 7 . 5 cm×寬 2 8 cm×高 2 1 cm)、篩網、輸肥輪軸 (具有二個輸肥孔)、輸肥量之調節螺帽、透明塑膠輸肥管、乙聚龍製成之開溝犁 (長 1 1 cm×寬 4 cm×高 1 1 cm)、剖土刀及預備貯苗架兩個等所組成，而輸肥輪乃藉插植臂，由連桿、搖臂等驅動輸肥輪軸，故可使插秧與施肥兩項作業同步進行。



圖 2.改良作業機之外貌

Fig.2 Appearance of developed operation machine.

三 . 試驗機性能測試：

(一).輸肥機構連續運轉性能：

- 1.供試肥料為台肥複合肥料 5 號，在作業機連續運轉四小時後，拆開輸肥孔，經調查尚未發生粘肥現象，但輸肥管之內壁會沾粘一層薄粉狀肥料。
- 2.以肥料是否會卡住於輸肥孔或透明塑膠管內，係受肥料本身之含水率高低與作業環境時之相對濕度等有密切關係。然而為求施肥量能由始至終保持均量起見，建議本機經使用 4~5 小時後，於中午用餐休息時，應對輸肥孔、透明塑膠管、集肥杯等進行清除工作，以免肥料通道被卡住。

(二).肥料配出量測定：

- 1.供試肥料：台肥複合肥料 5 號。
- 2.測定方法：
 - (1).取自動封口之塑膠袋 (長 35.5cmX寬 23.5cm) 三個，分別捆綁在作業機肥料承杯之下方。
 - (2).將台肥複合肥料 5 號加入肥料桶內，然後啟動引擎，操作控制桿使插植臂作動，並以隨機方法搜集掉落肥料 5 0 穴來秤其重量。
 - (3).本項測試共重複 1 0 次。

3.測定結果：

本輸肥機構對肥料配出量，經測定結果詳如附表一。由此穩定性準能符合水稻深層施肥機性能測定之暫訂標準。

表 1.肥料配出量穩定性之調查

Table 1. Investigaton of stability of fertilizer flow.

單位：公克 unit：gr.

測定數編號 NO of testing	左桶出肥量 Fertilizer flow of left barrel	中桶出肥量 Fertilizer flow of center barrel	右桶出肥量 Fertilizer flow of right barrel	平均 Average
1	419.4	409.1	426.7	418.4
2	438.7	447.8	418.8	435.1
3	429.3	439.9	407.5	425.6
4	414.8	418.3	403.8	412.3
5	436.0	443.9	406.2	428.7
6	433.3	445.9	406.7	428.6
7	421.7	445.8	408.9	425.5
8	428.2	431.3	405.6	421.7
9	418.4	424.9	408.3	417.2
10	418.1	439.6	414.4	424.0
平均 Average	425.8	434.7	410.7	423.7

註：1.依水稻深層施肥機性能測定暫訂標準，以施肥量在平均值之 $\pm 10\%$ 以內者達 90% 以上，才算合格。而本次實測 30 點之平均值為 423.71 公克，其 $\pm 10\%$ 之範圍為 $381.34 \sim 466.08$ 公克，可見各測試點均落在此範圍內。

2.本作業機共安裝三個肥料桶，以各桶配肥量之最高、最低量與平均值相比較，分別為左桶(-) $2.58\% \sim (+) 3.03\%$ ，中桶(-) $5.88\% \sim (+) 3.03\%$ ，右桶(-) $1.68\% \sim (+) 3.90\%$ 之間。

3.在測定施肥量時，需將調好之輸肥孔度，預先量測三次，求出各桶出肥

量之平均值。若發現各桶間之差距已超出 $\pm 5\%$ 之範圍時，應再調整輸肥孔度，然後才進行正式測定，則會使各桶輸肥量更為均勻。

(三).田間試驗：

1.試驗地點：本場與屏東縣新園鄉稻田。

2.試驗期作別：85 年一期作與 86 年一期作。

3.試驗結果：

(1).本機一次作業可插秧六行與施肥三條，每台作業機以工作 8 小時、可完成插秧兼施肥面積在 1.5 公頃以上，而施肥深度在 6.0 公分左右，並可完全覆土。

(2).本機在滿載狀況下，包括裝滿三個肥料桶、秧苗台與預備苗架上各放置六片秧苗時，作業機之行進依然正常(如圖 3)，直進性亦佳，且插植性能亦保持未裝施肥器之原有水準。



圖 3.本機在滿載狀況下之作業情形

Fig.3 Operation under full fertilizer load.

(3).為保持肥料能順暢施入地表內 6cm 之深度並完全覆土，作業時田間應保持 1~2cm 之淺水狀態，如此可使泥漿從浮船底端之凹槽排出，倘田間過乾則泥漿會附著於浮船，甚至於會將掉肥口堵住，操作者必需特別留意灌排水，以免影響施肥精度。

(4).於 86 年一期作曾將本機交由新園鄉水稻代耕代營隊試用，共完成機施

面積達 20ha 左右，可見本作業機能適應於不同土質下使用，作業性能不論插植或施肥等均可達要求被稻農所接受。

四.召開田間操作示範觀摩檢討會：

(一).開會日期：

1.田間操作示範觀摩會:85 年元月 24 日。

2.機施區成果觀摩會:86 年 5 月 7 日。

(二).地點：屏東縣新園鄉後大厝黃廣先生示範田。

(三).參加人員：約 200 名，包括鄉鎮指導員及稻農等。

(四).反應：與會人員對本機在田間作業之性能表示肯定、但該區農友苦於僅有一台作業機致很難等候機械前來行代施肥作業，爰建議政府能列入補助，以減輕該機購置費用之負擔，另對機械施肥區生育良好，結穗纍纍又可減少施肥次數與節省肥料用量等，燃起採用機械施肥之高度興趣。

結論與建議

(一)本計畫研製六行式水稻插秧兼深層施肥機經兩年不斷改良，使作業機性能已趨穩定，該機一次作業可插秧六行，施肥三條，施肥深度達 6 公分左右，並可覆土完全，而每台每天工作 8 小時可完成插秧兼施肥面積達 1.5 公頃以上。

(二)屏東縣新園鄉後大厝稻田採用機械施肥，獲得成果為機施區較人工施肥區可減少施肥次數 2-3 次，節省氮素肥料用量約 25%左右，除外稻株生育良好，結穗纍纍，使採用稻農感到滿意。

(三)推行水稻機械施肥時要教育農友，千萬不可將硫酸銨、過磷酸鈣、氯化鉀等單質肥料混合供機械施用，因其粉質含量過多，致易肇成阻塞現象。農友最好能選用台肥公司特別將一般市面銷售複合肥料經篩選加工者，再拿來供水稻機械施肥使用，如此才可使機械施肥之作業進行更順利。

(四) 機械施肥成功與否關鍵之一在於肥料的品質⁽¹⁾，而省產複合肥料迄今仍未製造水田機械施肥專用肥料，致使機械作業中會發生粉質肥料粘住於輸肥孔或輸肥管上，為此，操作者必需特別注意肥料輸出通道是否順暢，宜在輸肥管出口加裝感應器，除外另採預警方式以趁早發出訊號給操作者，則

有待嗣后加強改良。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會 85 科技-1.8-糧-26(8)及 86 科技-1.8-糧-17(3)等計畫之經費補助。計畫執行期間由合作廠商裕農農機廠股份有限公司鼎力協助，承本場林場長富雄與作物環境課邱課長明德等全力支持與指導，以及農機研究室全體同仁合作，文稿承國立中興大學農機系系主任盛中德教授斧正，謹此致謝。

參考文獻

1. 王明茂 . 1990 . 動力插秧機附掛施肥器之研究改良(一) . 農工學報 36(4):109-115。
2. 邱運全、蕭光輝 . 1991 . 機械施肥(雙層施肥)提高稻米品質或栽培法試驗 . 稻作改良年報、p.361-367。
3. 邱運全、蕭光輝 . 1992 . 水稻機械施肥省工栽培法試驗 . 稻作改良年報 . p.407-410。
4. 王明茂 . 1992 . 動力插秧機附掛施肥器之研究改良(二) . 農工學報 . 38(1):93-98。
5. 台灣省農業試驗所 . 1994 . 農機具性能測定報告 . 第 114 號 p.1-7 。
6. 王明茂 . 1994 . 水稻插秧兼深層肥機之改良與示範 . 高雄區農業改良場研究彙報 . 6(1):53-68。
7. 農林廳編印 . 1997 . 台灣農產品生產成本調查報告 . 民國 85 年期 . p.1-16。
8. 植田榮藏 . 1990 . 高生產省力的稻作□關□實證調查 . 技術□普及 . 27(7):63-67。
9. 前田忠信 . 1990 . 側條□深層基肥□□水稻□生育調節 . 農及園 . 65(6):721-724。

Studies on the Improvement of Fertilizer Applicator Annex to Power Rice Transplanter¹

Wang. M. M.²

Abstract

The power rice transplanter combined with deep-layer fertilizer applicator was developed by this study. This machine could transplant six rows of rice plants at one time and fertilizer was incorporated with soil completely at 6 cm under ground. The efficiency of the machine including transplanting and fertilizer application was over 1.5 ha/day, if the machine works for 8 hrs per day.

This machine was derived from transplanter of YP-650 type which was provided by the Yu-Nung Company. The fertilizer applicator was attached to the transplanter. The field tests indicated that transplanter and applicator could work simultaneously because conveying fertilizer was propelled by the transplanter arm. Fertilizer application with the machine could reduce about 2 to 3 times per crop season and save 25% of nitrogen fertilizer than that of traditional manual fertilization .

The rice plants grow well and more grains were harvested from the experimental fields. On May 7, 1997 at Mr. Huang Guang paddy fields in Shin-yen village, Pingtung, a field day was laid out to introduce the machine to farmers. Besides, the machine was lent to farmer who is in charge of farm machinery operation, he could finish 20 ha during the first rice crop of 1997. It indicated that the machine has good characteristic and maintain in good shape on the field test. Thus, it is worth while to recommend the machine to farmers.

Keywords: rice, transplanter, fertilizer applicator, machine characteristic.

¹ This project was supported from the Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, R. O. C.

² Associate Agronomist, Kaohsiung District Agricultural Improvement Station.