

水稻插秧機之發展與本省稻作之革新

The Development of Rice Transplanter and Its Effect on Rice Farming in Taiwan

農復會技正 臺大農工系兼任副教授

彭 添 松

一、序 言

數千年來我國及亞洲各國水稻栽培均以人畜力為主，而插秧工作則完全依靠人力，其工作非但效率低且異常辛苦，據筆者等於民國49年調查本省第一、二期稻作平均插秧工作佔總裁培作業時數（約1200工時）之19%以上，其比率由於近年來整地、病蟲害防治、搬運等逐漸機械化而勢必增高，插秧機械化構成對整個稻作機械化最難的一環，而為急需解決的問題。

二、插秧機研究之概況

多年來各種插秧方式包括插秧機與植苗紙移植法等業經各國技術人員研究，其中插秧機之研究最為積極而有效，如意太利已試銷曳引機拖引之插秧機，每次可插植6行及12行之兩種型式，惟對東亞各小農（每田丘0.2公頃以下）而言一時尚難適合，適於小農用插秧機之研究却以日本最為進步。有關水稻插秧機之研究發明在日本已有七十多年之歷史，其間申請發明專利案件已超過兩百件，不過起初大部分均屬民間無系統之研究發明為主，政府機關之援助很少，所以縱橫各方面的聯繫不夠，以致多年心血均胎死腹中，一直無可實用的機械出現。1940年由於中日戰爭，日本農村勞力缺乏，以插秧作業為中心的科學研究才逐漸展開，首先由日本福岡縣農試所山時技師正式着手研究，此為日本政府機關着手研究插秧機之始。據稱，山時技師曾在該農試所設立工廠試作並試驗已有的插秧機，如濱地式、保田式、西森式、古井式、佐藤式及渡邊式等，惜此項研究隨二次大戰結束而中斷。該項研究當時雖未成功而停止，但已發現研究插秧機的關鍵所在；即插秧機本機與苗圃（秧田）播種機及取秧機在設計上須成為一整體或一系統，同時插秧機械化非僅研究本機機構問題，而且對水稻生理上的基本問題亦須研究與瞭解。

二次大戰後插秧機的研究雖暫告停頓，但到1951年後一般日本民間研究此項問題者又漸多，日本農林

省1955年開始設置有關研究插秧機的助成金，以鼓勵民間的研究，一方面政府農業研究機構亦積極發展此項工作，各方面的研究規模隨由小而擴大。尤其最近數年來，由於日本工商業的發達，農村人口大量轉入都市或工廠，而農村勞力顯著減少，又一般農業機械之普遍化而使農機公司壯大，可積極投資於研究，故此項研究獲得迅速進展。故到1965年起已陸續出現可實用之插秧機並開始銷售，如豆虎式TA-2型，1966年有環流式農研號，星式HRP12型，目前又有井關式P4A型、佐藤式、野馬式FP30-P型及FY-2型、芝浦式RP-2型、大金式DP-20型及PS21型等數種廠牌正式出廠可大量推銷，日本農民已開始可嘗水稻插秧機械化的初步成果。

本省亦有少數零星的從事，於插秧機的研究，如1952年臺灣大學農工系金城及黃國彥兩先生曾着手研究重力式插秧機，雖經四次的試作改良，終因秧苗供應取秧問題而未告成功。又如當時在彰化亦有人研究插秧機而試銷手拉式鋤苗插秧機，亦終因機構複雜，性能不佳等原因而未見推廣。

三、插秧機之分類及特徵

1. 插秧機之種類

由於各國試作插秧機種繁多而各具其特徵，不易把所有插秧機歸類，若依秧苗的供應方式而可分洗根苗用與附土苗用插秧機兩大類，如表1所示。

2. 洗根苗用與附土苗用插秧機之特徵及比較

洗根苗為洗去現行手插用秧苗之根部所附泥土，而附土苗則為用電熱育苗器在箱內育成之苗（如圖1）使用這兩種秧苗的插秧機之特點及比較如下：

（1）育苗所需面積：洗根苗一般以5.6葉的成苗為對象，欲育成健全的成苗，以每3.3m²（坪）播種200~300gr.種子，每公頃插植210,000株（每株3支）計，則需秧田面積300m²以上。附土苗以育成3~4葉幼苗為準，每公頃本田僅需苗床15~30m²。故以附土苗用插秧機較為有利。

表 1. 插 秧 機 之 種 類

插秧機種類	洗根苗用										附土苗用								
秧苗齡	成苗										幼苗				成苗				
供秧法	秧倉式		秧夾式			直接供應儲秧部					直接供應儲秧部								
人力或動力	人力	動力		人力		動力		人力	動力		人力	動力		人力	動力		人力	動力	
插植行數	1	2	2	4	6	2	2	4	2	3	1	1	2	4	4	2	2	6	
每次插植株數	1	10	2	4	6	12	2	4	2	3	1	10	2	4	2	2	2	6	
專用機或附屬機	專	專	附	附	附	專	專	專	附	附	專	專	附	附	附	專	附	附	
行間 (cm)	30	36	30	24 ↓ 30	30	36.4	26	27	30	36	36	24	24 ↓ 33	30	30	33	30	30	
株距 (cm)	15	12.1	15	18	18	10.6	28	21	12 15 18	15	13 ↓ 15	24	12	15	12 15 18	7.5	15	7.5	
插植法	缺插	缺插	壓入	踏入	踏插	缺插	叉插	叉插	缺插	壓入	壓入	重力	作培 薄土	作培 薄土	壓入	踏入	重力	踏入	



圖 1. 電熱育苗器及附土苗

(2)播種前之準備：育成附土苗需準備育苗箱、分隔板、粉碎的細土壤等較耗費人工，所需設備費亦較高，故附土苗較不利。

(3)秧田之準備：附土苗無需在本田劃出一部分做為秧田，故不影響本田上期作物成長時間，亦無需提早準備灌溉水等，故附土苗較有利。

(4)發芽不良之影響：洗根苗發芽不良，僅可能招致已準備的秧苗不足而不影響插植精度，反之，附土苗若有 1.5cm 以上的空間不發芽則可能產生缺株情形，故較不利。

(5)取（供）秧作業：洗根苗取秧目前仍需靠人工方法而耗費人工頗多，附土苗則所需人工很少，故附土苗頗有利。

(6)育苗時期之管理：附土苗較易管理，易防霜凍、鳥害等，故附土苗頗為有利。

(7)插秧前之處理：洗根苗的苗根宜短且個別易於

分離為佳，若根部太長則易纏繞，難於分離而造成缺株情形，故育苗及取苗均需加於相當之處理，因而耗費大量人工，相反地，附土苗則無需此項處理或處理不多而較有利。

(8)苗圃雜草之控制：洗根苗秧田不易控制雜草或控制時耗費較多人工，而附土苗苗圃則易控制雜草，故有利。

(9)秧苗之搬運，附土苗則較難。

(10)插秧機儲秧部之大小：附土苗需儲秧部較大而較為不利。

(11)對於調節秧苗條件之難易：洗根苗由於秧苗的粗細而需調節秧叉開度、角度或大小等；故需相當熟練與技術，反之，附土苗則無需此項調節而較為有利。

(12)插秧深度：插秧時附土苗較洗根苗不易倒伏，故易於淺植而得較多早期有效的基部分蘖，故較有利。

(13)同株內插秧深度之均一性：洗根苗雖先經整理後插植，但較附土苗不易齊整，故附土苗較有利。

(14)每株支數之影響：洗根苗每株支數多則缺株少，折損秧亦減少，但取秧時間則增加，而附土苗則為帶狀苗，以一定大小切斷為一株，故每株支數僅受播種量多寡的影響，故附土苗較為有利。

(15)損傷苗之產生：洗根苗較易被缺，又損傷或折斷，而附土苗則雖有少數苗難免被切斷，但不可能整株被切斷，故附土苗似較有利。

(16)浮苗之形成：附土苗根部有附土，較易插植而不易形成浮苗而較有利。

(17)泥土之搬運：附土苗需在育苗箱加土而插植後在本田亦增加土量，洗根苗則無此情形，故附土苗似較不利。

(18)乾田插植之可能性：目前插秧均為水田整平之後施行，惟將來若機械大型化，考慮大型機械易於在田間行駛時，似可在犁耕耙碎（旱田狀態）後即行機械插植，屆時因附土苗根部保有土壤及水分而似較易被採用。

(19)推廣之難易：本省除極少部分在來種（秈稻）插植用洗根苗外，其他均需附土苗，故用附土苗的插秧機與本省現行法相同，而較易被農民接受，易於推廣。

以上兩種型式插秧機之優劣點可列表如下：

表 2 洗根苗用與附土苗用插秧機之比較

項 目	洗根苗用插秧機	附土苗用插秧機
育 苗 所 需 面 積	×	○
播 種 前 之 準 備	○	×
秧 田 之 準 備	×	○
發 芽 不 良 之 影 響	○	×
取（供）秧作業	×	○
育苗時期之管理	×	○
插秧前之處理	×	○
苗間雜草之控制	×	○
秧苗之搬運	○	×
插秧機儲秧部之大小	○	×
對於調節秧苗條件之難易	×	○
插 秧 深 度	×	○
同株內插秧深度之均一性	×	○
每株支數之影響	×	○
損傷苗之產生	×	○
浮苗之形成	×	○
泥土之搬運	○	×
乾田插植之可能性	×	○
推廣之難易	×	○

四、本省應推廣何種型式之插秧機？

本省雖然已有人從事於插秧機之研究，但因各種原因至今尚未出現可實用之機械，幸而近年來農情較相近的日本已有數種插秧機開始推廣。為加速推動本省插秧機械化，宜就日本已有的插秧機選擇適當型式者為本省推廣之用。自然何者較適合，尚需經過實際田間試驗，惟如前項所述，似以插植幼苗的附土苗用

插秧機較適合於本省農情，又為顧及本省小農經營方式，該插秧機宜具有下列條件：

1. 構造簡單，操作方便。
2. 造價低廉、使用費低、即最好為人力用。
3. 若用動力者，宜為耕耘機之附件以便降低造價。
4. 適於本省目前現行的整地條件。
5. 不影響稻作產量，最好能增產。

為尋求合適之插秧機，農復會於去（56）年協助臺北區農業改良場由日本引進環流式農研號（如圖2）

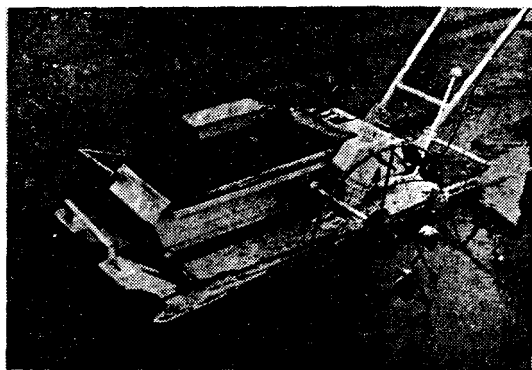


圖 2：手推式插秧機

及大金式TP-21型兩種，兩者均屬附土幼苗用，而前者為人力手推式專用機，每次插植一行一株壓入式；後者則為動力式、小型耕耘機的附屬機，每次插植二行二株為作溝培土式；自然前者構造較簡單而造價亦較低廉，推行插秧機械化初期似以人力手推式較易於推廣。反之，為將來農民要求更高工作效率之插秧機計，多行（兩行以上）式動力插秧機亦需繼續進行研究發展。

五、插秧機之試驗成績

如前項所述，本省引進插秧機雖僅一年多，但其中人力手推式插秧機已試驗一年，動力式亦已試驗一季，效果甚佳。如下表3為臺北區農業改良場就手推式插秧機的工作性能，對水稻生長之影響與現行手插方式之比較試驗及初步調查結果。由表3中顯示插秧機插植者，雖其穗數較少，但因其每坪株數增加，而其穗重亦增加，故產量（精穀重）較手插者高出7.72或29.87%之多。又利用插秧機不僅可節省約一半的育苗時數，且插秧工作效率可提高3~4倍。本試驗因增加產量而又降低生產成本，若換算成本收益比較則利用插秧機，其淨收益可增加高達46或62%之巨，此項初步成績頗令人興奮與滿意。

表 3 手推式插秧機試驗結果

調 查 項 目	插 秧 機		手 插		指 數 (%)	
	56 年 2 期	57 年 1 期	56 年 2 期	57 年 1 期	56 年 2 期	57 年 1 期
行 株 距 (cm)	36.9×13.6	30×12	22.5×22.5	22.5×22.5	—	—
每 坪 株 數	69	79	64	64	108.00	123.44
株 高 (cm)	102.71	113.35	98.59	112.20	104.71	101.02
穗 長 (cm)	19.09	18.98	18.10	18.31	105.46	104.33
穗 數 (支)	11.59	13.31	12.76	13.88	90.83	96.27
穗 重 (gr)	1.65	2.12	1.44	2.02	114.58	104.95
千 粒 重 (gr)	23.22	26.00	23.00	27.50	100.96	94.55
蘖 稈 重 (kg/ha)	2,770	4,884.54	2,712	3,155.08	102.13	153.55
精 穀 重 (kg/ha)	3,238	5,012.17	3,006	3,859.39	107.72	129.87
育苗所需工時 (hr/ha)	24.1	37.1	38.5	79 *	62.6	47.1
插秧所需工時 (hr/ha)	28.1	33.2	115.7	108.0	24.0	30.7

(* 包括本田劃線工時在內)

動力插秧機在臺北區農業改良場亦開始試驗，雖然僅有一季的成績（如表 4），但結果亦令人鼓舞。由表 4 顯示出增產的效果與手推式相似，但其工作效

率雖為每次可插植兩行，但祇有手插的 4 倍左右，與手推式相差不顯著，而育苗所需工時則嫌多。不過此係初次試用，若操作技術熟練後或可獲得改善。

表 4 動力式插秧機試驗結果

調 查 項 目	插 秧 機	手 插	指 數 (%)
行 株 距 (cm)	33×13.1	22.5×22.5	—
每 坪 株 數	74	64	115.62
株 高 (cm)	110.75	105.92	104.56
穗 長 (cm)	21.29	20.18	105.50
穗 數	13.91	13.04	106.67
穗 重 (gr)	2.42	1.96	123.46
千 粒 重 (gr)	24.33	26.81	90.48
蘖 稈 重 (kg/ha)	4,257.6	3,340.4	127.45
精 穀 重 (kg/ha)	4,329.5	3,527.9	122.72
育 苗 所 需 工 時 (kg/ha)	55.4	92 *	60.22
插 秧 所 需 工 時 (hr/ha)	27.5	108.0	25.46

(* 包括本田劃線工時在內)

手推式插秧機在日本已有幾個地區進行試驗，其結果（1966）如表 5，由該結果顯示在比較溫暖地區利用插秧機較手插者有提高產量的趨勢，而這種增產之主要原因似係由於單位面積內增加插植株數，因而使穗數增加的結果。又穗數的增加應與培育強健插秧及因淺植而提高早期有效分蘖的結果有關。

六、插秧機與稻作機械化之關係

稻作機械化中，插秧機械化為最難解決的一環，

而現在已略見曙光。將來收穫機械化亦應加速研究成功，以早日完成全面稻作機械化體系。現在若提到本省農業機械化往往使一般人祇聯想到耕耘機一項，即整地及搬運機械化，而令人有偏跛之感，稻作機械化體系之確立，將可使整個農業機械化使人一新耳目。插秧機之成功對於水稻栽培節省工時之可能性大大地提高，如圖 3 所示為日本農業機械研究所研究日本稻作所需工時（收穫以前）與插秧機之進步與省時的可能性。

表 5 日本插秧機插植密度及產量與地區間之關係

調 查 項 目	北 海 道		東 北 省		東 海 省		四 國		九 州	
	插秧機	手 插	插秧機	手 插	插秧機	手 插	插秧機	手 插	插秧機	手 插
插 秧 時 期 (月日)	5:19	5:30	5:19	6:2	5:11	5:10	6:15	6:24	6:21	7:1
每 坪 株 數	33.7	21.8	23.1	23.1	18.4	20.2	26.0	13.5	23.1	20.0
穗 數 (支/m ²)	474	421	389	347	355	300	383	293	356	296
每 穗 粒 數	65	81	97	115	75	74	84	102	84	—
精 穀 重 (kg/ha)	4,040	4,130	5,150	5,400	4,150	4,110	5,390	5,200	5,980	5,470

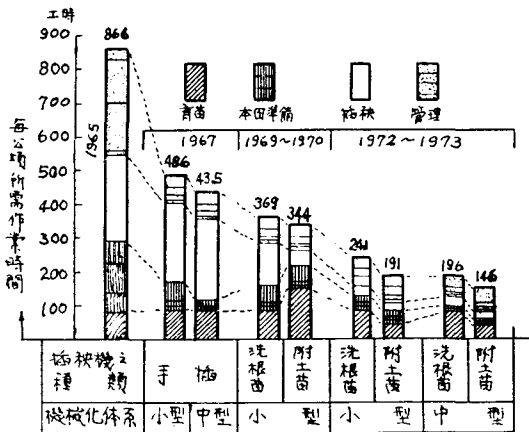


圖 3：插秧機之進步與省時之可能

由圖 3 可知插秧機械化後，由原來每公頃需 866 工時可望降低到 146 工時，有顯著的省時省工的效果。筆者等於民國 49 年曾調查本省此項稻作所需工時（收穫前）一，兩期水稻平均每公頃需 883 工時，與日本 1965（民 54）年 866 工時比較頗為相近，若本省插秧機械化進度與日本相若，則本省稻作將可達到既省工而又增產的境域矣。

七、本省稻作機械化所遭遇之問題與稻作革新

誠然即使本省解決插秧機械化問題後，稻作尚有中耕除草及收穫機械化的問題待加強或解決！問題當不少而不小。由於近年來本省農村人口向城市工商或服務業轉移加劇，農村勞力逐感缺乏，尤其農忙期已頗感不足，這些問題的解決非僅需要而更屬急需待決的懸案。應如何加速求得解決，已超過從事於農業機械工作者單方面解決的能力。過去本省農機工作者與稻作專家鮮有聯繫，通力合作研究更屬稀少，而大都稻作專家亦僅注重品種改良或栽培法的改善，而鮮有注意農機具之配合以求增產及降低成本者。為促成本

省全面稻作機械化之早日獲得成功，本省稻作專家與農機工作者雙方勢必攜手合作才能收事半功倍之效。否則將來由於勞力的缺乏，農民終將不易沿用現行栽培法或不願用易倒伏的品種等，影響本省稻作至巨。當前如何進行合作以解決何種問題列舉下列數點以供農業界先進之參考，協助與支持！

1. 插秧機插植與行株距之關係：插秧機插植行株距愈寬其工作效率自然愈高，而現行之正條密植法（22.5cm×22.5cm）則徒增機械操作之困難；但行株距太寬當然影響產量，故應尋求最適於插秧機之行間與株距，仍待稻作專家之試驗研究。

2. 插秧機插植與施肥之關係：如前述插秧機插植水稻增加早期有效分蘗，生理狀態與現行手插者可能有出入；因之，施肥量與施肥適期亦應改變，其關係如何亦應及早獲得解答，以利插秧機之推廣。

3. 插秧機與中耕除草之關係：目前插秧機採用寬行密植方式，將來亦可能以此方式為主；則現行人工除草法因寬行與密植而可能增加困難與不方便，除研究適合水田的中耕除草機外，採用剷草劑亦為有效的徒徑。

4. 收穫機與育種之關係：若欲製造一種收穫機完全適應於目前栽培品種則常遇到困難與周折，一為水稻易倒伏，一為易脫粒而損失率太高；故為減少設計收穫機困難，在育種方面除培育高產量品種外，兼能育成不易倒伏，矮種而不易脫粒的品種。在外國為配合機械化而育種者，如美國研究蕃茄機械化收穫而育成同一時期開花結果的品種即屬一例。

5. 收穫機與栽培法之關係：在日本已有兩三種小型水稻收割機及小型聯合收穫機開始推廣，但目前似難適應於本省現行農情，除了因水稻易倒伏，易脫粒外，由於栽培法的不同，如一期作水稻收穫時田面未排水而地面鬆軟，而使收穫機難於進入田區工作，亦為主要原因之一。過去由於一期與二期稻作間時間短

促，一期作收穫前不排水之原因是否由於爲保持田地鬆軟而易於牛耕，抑或尙有其他理由？如今採用耕耘機整地則上述理由似已消失，因此似亦可改變現行耕作法，而有助於機械收穫。

6. 稻作機械化與聯合栽培：稻作機械化勢必引進新機械與新技術，新型機械因工作效率高而價格可能亦不低，實非每一小農戶所能全部購置，同時使用新型機械尙需新技術，如何順利地推廣新型機械？如何訓練農民使共同有效地利用農機？尙需慎重研究。例如目前盛行耕耘機代耕工作，雖亦爲一種共同利用農機方式，但據臺灣省政府農林廳於民國 55 年抽樣調查本省 300 多臺耕耘機使用情形時發現少數耕耘機每年利用僅 100 小時左右，而部分耕耘機之利用則高達 2,000 小時，顯然無組織無系統的農機推廣，很難使各機械充分有效地被利用。故如何組織農民或採用聯合栽培的方式，又如利用插秧機時採共同育苗的方法等均待研究推行。

以上僅列舉六點，但應尙有許多各種問題待研究解決；總之，爲配合工業時代之來臨而促進本省稻作之革新，機械化爲必經而必需採取的途徑，若欲順利的推展則端賴各方面的密切配合，尤其稻作專家對水稻栽培機械化能供獻更大的助動力。

八、結 語

據說多年前日本農業界曾經流傳一句話：「誰發

明插秧機就爲誰立銅像」如今插秧機已達實用階段，但反末聞有銅像之立，概衆人之功也，係積衆人之血汗始有今日，亦即合作之成果也，發明之功大小難分，衆人銅像則難立矣。吾人亦應聚工農各方面之精華，通力合作以早日促成本省稻作全盤機械化，若由插秧機械化之初步成功爲始則幸甚矣。

九、參 考 文 獻

1. 梁桐、彭添松：臺灣省十一種農作物生產作業工時之調查研究（民國49年）
2. 田原虎次：田植機の實用化に関する研究（1958年）
3. 三浦 保：田植機時代の到來（日本農業機械化研究所1966年）
4. 三浦 保：現在の植機の構造と調節法（日本農業機械化研究所1967年）
5. 宮澤福治：「兼用田植機」目下開發中（日本農林省農事試驗場1968年）
6. 日本農業機械化協會：田植機械利用農家の實態（1968年）
7. 日本農業機械化研究所：田植機の進歩と省力の可能性（1965年）
8. 臺北區農業改良場：農業機械研究試驗工作報告（民國56及57年）

土木建築承辦

林明德營造廠

經理 林天河

雲林縣臺西鄉山寮村三九號
電話：臺西一號

慶祝農業工程學會五七年度年大會

后里農田水利會

全體會員代表敬賀