

手採茶園改行軌道機採之研究

黃騰鋒 李清柳 張允恭¹

摘 要

台灣產製部份發酵茶之手採茶區如南投竹山、雲林古坑、嘉義梅山及台東、花蓮等，其中甚多茶園為種植於台地或設置平台階段之坡地，具有發展機械作業潛力，有鑑於這些茶區未來將遭遇人力減少，作業成本增加之困境，本計畫乃引進作業精度高且省工之茶園軌道作業系統於南投竹山手採茶園，以實施機採及剪枝為主，中耕施肥等作業為輔，於茶園中分別實施軌道作業機採區，雙人式機採作業區及傳統人工手採區三處理，茶樹經冬季剪枝整型後，於春茶開始採茶作業比較。試驗結果顯示剪採回程之重複剪切率比較，軌道機採作業平均約 1.5%而雙人操作採茶機為 3.3%。証明軌道作業精度高，採摘過程中對採摘面上茶芽的重複剪切情形少，有利於機採之茶菁品質控制。相同試驗茶園面積（4 行 × 30 公尺），手採須 1.57 小時/16 人，以雙人式機採 0.2 小時/2 人，軌道機採 0.42 小時/1 人，由作業時間估算，軌道式之工作效率約為人工手採之 60 倍，而軌道機採之茶菁中含老葉量比雙人機採少，亦即採茶效果優於雙人機採。因此軌道作業在本試區之機採試驗，已充分發揮其省工及作業精度高之優點。

關鍵字：茶、茶園管理、軌道機械作業系統

前 言

台灣茶園機械化作業之引進始自民國五十年代，最初以平坦及緩坡地茶園之管理機械如採茶、剪枝、中深耕、噴藥等作業機之引進應用為主。目前本省中、次級較平坦之茶產區已多實施機械化管理，但隨著七十年代內銷部份發酵茶開始盛行，茶園漸往坡地發展，以致目前之坡地茶園約佔 40%以上，而其中又大部份為產製價位較高之茶產區，由於茶園管理之採茶及田間作業工資高漲，工人難求，茶改場(李、黃，1993)自日本引進茶園軌道式作業系統，實施採茶與剪枝之研究，其作業精度及省工可謂茶園管理作業一大突破。惟施設價格以自日本全套引進而言，每公頃超過 150 萬，(李、黃，1995)乃著手將軌道式作業系統完全國產化，使每公頃施設價格僅進口之 1/3 以下，農民投資之施設成本因而大幅降低。

為提高軌道作業效益，茶改場亦引進並改良各項附掛之作業機具，使茶園管理之採茶、剪枝、中耕施肥、病蟲害防除等，皆可在效率、效果及省工的原則下作業。本省以產製內銷為主之部份發酵茶區，其茶園甚多採平台式種植，如南投名間、竹山、雲林古坑、嘉義梅山、宜蘭冬山及台東花蓮等茶區。這些茶區在未來人力減少，作業成本升高的趨勢下，尤其以手工採摘之雲林、嘉義、南投、花蓮、

1. 行政院農委員會茶業改良場 茶業機械課 研究員兼課長、副研究員、技佐。台灣 桃園縣。

台東茶區，為達確保茶菁採摘品質及降低生產成本，及節省人力與提高作業效率的要求，運用軌道式機械作業系統應為可行之方法。本計畫擬針對本省適宜施設軌道式作業系統之手採茶園，進行施設及使用技術之試驗與改良示範，以提供茶農施設使用之參考。

材料與方法

一、試驗材料：

軌道作業系統及採茶剪枝等機具，台茶 12 號成木茶園。

二、試驗方法：

- (一) 軌道作業系統作業精度試驗：以軌道式作業機械採茶與雙人操作機械採茶兩種方式，比較兩種機械作業方式之重複剪切率及漏失率以探討其作業精度。
- (二) 軌道作業系統應用茶園管理機械於手採茶園試驗：以採茶剪枝為主，輔以其他田間管理機械之使用，比較軌道式機械作業與原手採、剪枝等傳統作業方式之效率與效果。試驗採三處理、四重複，處理行長 30 公尺，各處理分別如下：
 1. 軌道式作業機械採茶：以單人操作作業台車附掛之採茶機實施機採。
 2. 雙人式機械採茶：以二名作業人員操作採茶機實施機採。
 3. 手採對照區：以採茶工進行手工採摘。
- (三) 調查及記載項目：軌道系統設置成本、各項採摘作業成本與效率、茶樹生育及製茶品質等資料。

結果與討論

一、軌道機械作業系統作業精度試驗：

(一) 茶菁重複剪切率測試：

雙人式採茶機剪採一行茶樹，必須以去、回各剪採約一半之樹冠面，標準的機械操作方法為去程須將樹冠面剪至超過中心線約 10 公分的整個茶菁生長面上的茶菁剪採，而回程則由樹裙至中心線剪採，亦即去、回程之間約有 10 公分的重疊部份，目的在使採摘面易於保持弧形及便於控制回程時採茶機剪採的深度。但由二名作業員操作採茶機時，由於機台重約 14 公斤，集菁袋中之茶菁在採摘過程中愈集愈多，全須由兩人拖動，致影響操作者不易維持剪菁高度。當回程時，茶樹冠面中心線附近須重疊與接合，便會有因深度控制不當而接合差的情形發生，深度不夠，則有部份茶菁無法自採摘面以上完全剪採，深度太大，則會剪下許多不帶心芽之短茶菁與片段枝梗及茶葉，此種情形不利於茶菁品質，更影響製茶品質。

作業精度主要針對回程剪採作業時被重複剪切之片段茶芽枝梗與茶菁量予分析比較。表一為重複剪切比較，由回程剪採茶菁中取樣，並分析其中重複剪切之茶菁及葉片含量，結果顯示，雙人機採作業之重複剪切率高於軌道機採，且兩者間達顯著差異，此結果完全吻合軌道機採之作業穩定度及精度高於雙人機採作業之認知。

表一、不同機採之茶菁重複剪切率比較（百分比）
Table 1. Comparison on the ratio of repeated cut tea shoots for different mechanical plucking method (%)

處 理	重 複				平 均
	I	II	III	IV	
軌道機採	1.8	1.1	1.1	2.1	1.525 ± 0.506 ^b
雙人機採	5.2	2.7	2.5	2.9	3.325 ± 1.261 ^a

（二）茶菁漏失率比較：

機採作業進行時，剪採之茶菁被採茶機風管吹入集菁袋中，由於操作者之剪刀角度控制不當，會造成部份茶菁無法順利吹入集菁袋中，致部份留置在樹冠面上，部份會掉落茶行間，為取得剪採後漏失之茶菁，於試驗中分別在不同剪採處理之茶行地面上鋪設長度三米之集菁袋，以便收集剪採過後留置在採摘面上及掉落茶樹叢下的茶菁，將收集之去回程漏失量與此段三米長之茶行之去回雙程剪採量求得比值，此比值即為去程與回程之漏失率，如表二。試驗結果顯示，軌道機採與雙人機採之茶菁漏失無論去，回程皆無顯著差異，而兩者在正常操作下之茶菁漏失量均合於機採標準 2%以下之要求。

表二、去回程茶菁漏失量比較（百分比）
Table 2. Loss of plucked tea shoots for different mechanical plucking to and fro (%) .

處 理	去 程	回 程
軌道機採	0.625 ± 0.189 ^a	1.325 ± 0.741 ^a
雙人機採	0.525 ± 0.189 ^a	1.525 ± 0.457 ^a

二、軌道作業機械於手採茶園之應用試驗：

（一）茶菁採收量比較：

由手採改用機採須經過春茶前的冬季剪枝整型後，自次年春茶開始實施機採，至當年秋茶後，茶樹冠面之茶芽才開始生長至較適合機採之程度，至第二年之春茶始成為正式機採茶園，本試驗第二年之春、秋、冬三季產量如表三所示，夏茶留養不採。處理間 4 行×30 公尺之採收量在機採間無顯著差異，而手採與兩機採處理間有顯著差異，兩機採之茶菁收量明顯高於手採。

表三、茶菁產量比較（4 行×30 公尺）

Table 3. Comparison on the yield of fresh tea shoots. (kg/4rows×30m length)				
處 理	春 茶	秋 茶	冬 茶	平 均
軌道機採	24.8 ^a	21.4 ^a	24.0 ^a	23.4 ^a
雙人機採	23.1 ^a	24.3 ^a	22.3 ^a	23.2 ^a
手 採	15.7 ^b	17.9 ^b	15.1 ^b	16.2 ^b

（二）茶芽百芽重比較：

全年中，試區僅採摘春、秋、冬三季，夏茶留養，各茶季之芽重經於 30 cm×30 cm 密度框中隨機取樣分析比較，各處理間並未有差異顯著，兩機採處理之芽重稍高於手採處理，結果如表

四所示，原手採區經改行機械採摘至第二年，其茶芽重量並未明顯減小，此情形可能與實施夏季留養有關。

表四、各處理之春、秋、冬茶芽重 (g/900 cm²)

Table 4. Comparison on the weight of tea shoots (g/900 cm²)

處 理	春 茶	秋 茶	冬 茶	平 均
軌道機採	61.5 ^a	65.4 ^a	41.8 ^a	56.2 ^a
雙人機採	59.8 ^a	67.1 ^a	38.0 ^a	54.9 ^a
手 採	57.4 ^a	65.1 ^a	37.1 ^a	53.2 ^a

(三) 茶芽密度比較：

各處理之茶芽密度於 900 cm² 密度框中隨機取樣比較結果如表五顯示，手採處理與兩機採處理間呈顯著差異，而軌道機採與雙人機採之差異不顯著，此種情形與以往手採茶區茶園改行機採後，茶芽密度增加情形一致。

表五、各處理之春、秋、冬茶芽密度 (芽/900 cm²)

Table 5. Comparison on the density of tea shoots (shoots/900 cm²)

處 理	春 茶	秋 茶	冬 茶	平 均
軌道機採	109.8 ^a	109.1 ^a	105.6 ^a	108.2 ^a
雙人機採	117.1 ^a	103.1 ^a	97.0 ^a	105.7 ^a
手 採	100.3 ^a	102.3 ^a	65.1 ^b	89.2 ^b

(四) 茶菁採摘工時比較：

各試區春茶採收花費之工時，在各處理之 4 個行長 30 公尺之試驗小區中，以軌道機採，雙人機採及人工手採分別作業，經量測及分析之結果如表六所示，表中之軌道機採作業僅須一人作業，而雙人機採作業人員二人。

表六、春茶茶菁收量與工時比較

Table 6. Comparison on the yield tea shoots and plucking time.

處 理	作業 人數 (人)	作業 時數 (小時)	總作業 時數 (小時)	估計每公頃 作業時數 (小時)	處理產 量合計 (公斤)	處理產 量平均 (公斤)	估計單位 面積產量 (公斤/公 頃)	採摘 成本 (元)
A(軌道機採)	1	0.42	0.42	23.3	99.0	24.8a	5.500	6,990
B(雙人機採)	2	0.20	0.40	22.2	92.5	23.1a	5.139	6,660
C(人工手採)	16	1.57	25.12	1395.6	62.9	15.7b	3.494	140,000

註：1.軌道機採及雙人機採每人一小時工資以 300 元計。

2.人工手採之採茶工資以每公斤茶菁 40 元計。

上列資料僅以純粹作業人員計算，協助收集及搬運者不計入。本試區因行長僅 30 公尺，在軌道作業時，由於剪採至茶行末端便須停機再轉換採茶機方向，若行長增長，則整體作業時間將因減少機械停機及變換方向而減少。各處理之茶菁採摘量軌道機採與雙人機採均明顯高於手採，原因在於手採茶園茶芽生長密度較低。而軌道機採與雙人機採則未達差異水準，惟軌道機採之產量稍多於雙人機採處理。

(五) 採工成本比較：

以工資每小時 300 元計算，同一試區之軌道作業由表六計算，須花費人工費 126 元，而以雙人式採茶機在小試區中二人之作業費用為 120 元，人工手採以重量計酬，每公斤茶菁採工 40 元，則處理所需手採工資為 2,516 元，人工手採成本顯然高於雙人機採與軌道機採甚多，表六資料顯示，換算成每公頃之機採與手採成本差值達 10 萬元以上，以軌道設施成本在估計 15 年使用年限，每年分攤成本 41,360（李、黃 2001），若長期使用而言，採摘成本並未因改行軌道機採而增加，加計秋、冬茶採摘則全年採摘成本將明顯降低。

(六) 製成毛茶含梗量比較：

採摘後之茶葉製成毛茶後，將各處理之毛茶取樣並分析其中含枝梗量，可了解茶芽生長情形，各處理之春、冬毛茶含梗量比較如表七。軌道機採含梗量比雙人機採少，可証明軌道機採因採茶精度高，茶菁生長較整齊，冬、春茶之季節間含梗量，各處理皆有冬茶大於春茶之情形，其原因應為本區之雨季夏茶為停採留養，至秋茶採收前始整型，故冬茶茶芽在正常管理與採摘下，因茶芽長度較長致檢除之梗較多。

表七、各處理毛茶含梗量比較（百分比）

Table 7. Comparison on the stalk content of made tea (%).

處 理	毛 茶 含 梗 率	
	春 茶	冬 茶
軌道機採	3.0	7.6
雙人機採	5.0	8.6
手 採	2.4	4.3

(七) 製茶品質比較：

第二年正常機採之茶菁與手採處理茶菁分別製茶，再以人工品評計分，各處理之春、秋、冬三季品評平均分數如下表八。

表八、各處理之製茶品質比較

Table 8. Comparison on the sensory test of tea quality.

茶季	處 理	品 評 項 目				合 計 (100%)
		形 狀 (10%)	色 澤 (10%)	水 色 (20%)	香 味 (60%)	
春茶	軌道機採	8.0	7.5	15.5	42.5	73.5
春茶	雙人機採	8.0	8.0	15.5	42.5	74.0
春茶	手 採	8.2	7.8	14.8	41.2	72.0
冬茶	軌道機採	7.0	6.5	14.0	39.5	67.0
冬茶	雙人機採	7.0	6.5	14.0	39.5	67.0
冬茶	手 採	7.0	6.5	14.5	40.0	68.0

品質評分結果軌道機採，雙人機採與手採之間並無顯著差異。

結 論

- 一、應用軌道機械作業系統於採茶作業的各項試驗結果，可以明顯看出軌道機採之重複剪切比率少於雙人機採，其差異達顯著水準，由此結果可肯定軌道機採不須依靠較高作技術且剪菁品質佳、省工又減少操作勞累度。而剪菁品質亦可從製成毛茶中含梗量以軌道機採小於雙人機採得以証實，軌道作業優於雙人機採作業。
- 二、由於軌道機採能精準地將茶菁應採摘部份剪採，故對促進下一季茶芽萌發有優於較不具精度的雙人機採，從茶菁收量結果可得到証明。
- 三、軌道機採僅以 1 人操作即可負擔採茶及運搬出茶菁，而雙人機採之二位機械操作人員只負責機採，搬出茶菁的工作須另 1 人負責，因此實際上在茶菁採摘作業時，雙人機採所花人工將多出 1 人以上，故在實際作業估計工時成本時，雙人機採應予增加，以花費人工成本而言，軌道機採與雙人機採皆遠小於人工手採，因此在採工不足且須顧及採菁品質及技術要求低之情形下，軌道機採可考慮採行。
- 四、軌道機採之春、冬茶製茶品質與雙人機採及手採比較，經以官能品評判定，品質間無明顯差異，雖然毛茶含梗量多於手採，但經過適當的檢梗精製後，茶葉品質與手採更為接近。
- 五、軌道作業系統之應用並不僅止於採茶、剪枝，本計畫於試驗中之施肥、中耕亦都採行經改良後可適用於此系統之機械，各項機械作業效率及效果皆能有效發揮。
- 六、軌道作業系統之推廣，與設施成本有絕對關係，經國產化之軌道作業系統之田間軌道設施與作業台車等成本每公頃約需 54 萬元，對農民之初期負擔甚大，但此系統之使用期限可達十年以上，若以長期的省工、精度高、作業效率高且品質佳等方面考量，軌道作業系統應有可供採行的理由。

誌 謝

本計畫承中正農業科技社會公益基金經費補助，及執行期間陳組長啟峰關心與指導，特此致謝。又承竹山鎮農會協助洽選試驗農戶，並提供各項支援，且試驗農戶鄭人文班長於試驗期中，鼎力支持與合作，使得本計畫得以完滿與順利進行，特此一併深致謝忱。

參考文獻

- 1.王康男. 1982. 索引式單軌車之試驗研究(二). 農業工程學報 28(2): 91- 98。
- 2.涂本玉. 1982. 坡地農業機械研究之進展. 農業工程學報 28(4): 61-63。
- 3.翁金瑞、蘇重生. 1983. 陡坡地動力絞盤作業機械之研究改良. 農業工程學報 29(3): 32-48。
- 4.劉昆揚. 1983. 農用索道設計研究. 農業工程學報 29(3): 17-29。
- 5.邱進返、邱瑞騰、廖文如. 1987. 鹿谷、名間茶葉生產成本調查. 台灣省茶業改良場 75 年年報。
- 6.廖文如、張森富. 1988. 茶樹栽培之管理工時與成本分析. 農業工程學報 34(1): 40-45。
- 7.梁浩旋、張森富. 1990. 平地茶園栽培機械作業分析。
- 8.李清柳、黃騰鋒. 1993. 坡地茶園軌道式管理機械系統之試驗研究. 台灣省茶業改良場 82~84 年年報。
- 9.李清柳、黃騰鋒. 2001. 茶園軌道設施改良應用於採茶剪枝之研究. 第二屆海峽兩岸茶葉科技學術研討會論文集· pp. 347-352。

Study on Using the Rail Mechanical Plucking Management System in Hand Plucking Tea Area

Teng-Feng Huang Chin-Liou Lee Yeun-Kung Chang¹

Summary

In order to introduce the merits of labor saving and high operation accuracy of rail mechanical operation system to the farmers of hand plucking tea areas, we have compared rail mechanical plucking, two men mechanical plucking and hand plucking. The ratio of repeated cut tea shoots were 1.5% and 3.0%, respectively, for rail mechanical plucking and two men mechanical plucking. This proved the high operation accuracy of rail mechanical plucking. The required plucking time for the same tea field area (4 rows x 30 meters), rail mechanical plucking were 0.42 hrs, 0.2 hrs, and 1.57 hrs, respectively, for rail mechanical plucking with 1 operator, two men mechanical plucking and hand plucking of 16 pluckers. The plucking cost of 1 kg fresh tea shoots for rail mechanical plucking and two men mechanical were NT\$ 1.3, but NT\$ 40 for hand plucking. The comparison of plucking labor need, plucking time and plucking cost showed that either way of mechanical plucking was more efficient than hand plucking.

Better fresh tea shoots from rail mechanical plucking may result in better tea quality. Obviously this rail mechanical plucking method is better than two men mechanical plucking of tea.

Key words: Tea, Field management, Rail mechanical operation system

1. Senior Agronomist, Associate Agronomist, Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

