

# 甘藍機械收穫技術

## 鄭榮瑞、施清田、鍾瑞永

### 產業概況

甘藍菜為本省主要三大大宗蔬菜之一，年栽培面積達 8,569 公頃以上，總產量達到 241,792 公噸。栽培期以冬季裏作栽培面積最多，主要栽培地區在彰化、雲林、台中、宜蘭、嘉義、南投等地區，佔全省栽培面積達 77% 以上。國內甘藍種植皆以作畦栽培方式，畦溝中心距 120 公分，畦面寬 75~80 公分，每畦種植二行，行株距為 50 公分 x 50 公分。收穫期依品種不同，自定植至採收適期約為 50~80 天，收穫量因季節及栽培地區差異，每 10 公畝產量 1,500~6,000 公斤，春夏作(3~6 月)約 1,500~3,000 公斤，夏秋作(7~12 月)約 3,000~6,000 公斤，每公頃生產工時 588.1~672.1 小時，其中收穫工時佔 21.6~28.3%，每公頃人工費 84,367~105,648 元，其中收穫費用佔 15.8~24.5%。

### 甘藍栽培機械化進展

甘藍栽培早期除整地已機械化外，自育苗、作畦、移植、管理到收穫各項作業由於農民零散栽培，幾乎全部以人工作業。近年來因蔬菜專業區的形成、產銷班隊的設立，管理工作開始導入中耕管理機、高壓動力噴霧機等，民國 76 年以後因蔬菜穴盤育苗系統的導入，使育苗技術趨於機械化與自動化，農友日漸接受穴盤苗，移植機導入已成必然趨勢，國內正全力發展中，在收穫方面，因蔬菜本身的脆弱性，早期雖然有曳引機承載式收穫機的發展，但並未達到商品化階段。為了穩定大宗蔬菜供應來源、產期調節及產銷一元化，政府將配合穴盤育苗的發展，以集中育苗方式推行集團栽培，並冀望採機械化移植、管理至採收一貫化作業，以圖降低成本，提高競爭力。

### 甘藍收穫機之發展概況

一次收穫型甘藍收穫機於 1960 年代在美國發展成功，唯並未用在新鮮銷售的甘藍收穫上，而以曳引機旁載式或附掛輔助人力處理的甘藍收穫機為主要應用機種。在日本以發展小型結球蔬菜專用收穫機為主，甘藍收穫機由生研機構發展後轉移給小橋工業、日本野馬及久保田等農機公司生產。國內曾有台灣大學與桃園場合作發展曳引機附掛式甘藍收穫機，唯並未實用化。台南場於 85 年度在農委會與農林廳經費補助與輔導下，從日本引進履帶式甘藍收穫機，針對國內甘藍菜之生產環境及作業要求進行田間試驗，探討其最適作業條件與作業模式，期加速國內蔬菜收穫機械化的發展，使農友於短期間內有蔬菜收穫機可利用。

### 甘藍收穫機作業流程與構造

甘藍收穫機之作業流程由搔入引拔、夾持輸送、切根莖、切外葉、甘藍球

與莖葉分離至裝箱等作業依序連貫完成如圖 1 所示。其主要結構依功能分為搔入引拔裝置、夾持輸送與壓送裝置、根部切斷裝置、上部皮帶與側皮帶邊夾送裝置、外葉切除裝置、導引分離輸送裝置、貯存箱裝置、履帶底盤行走裝置及操作裝置等部份。茲分述如下：

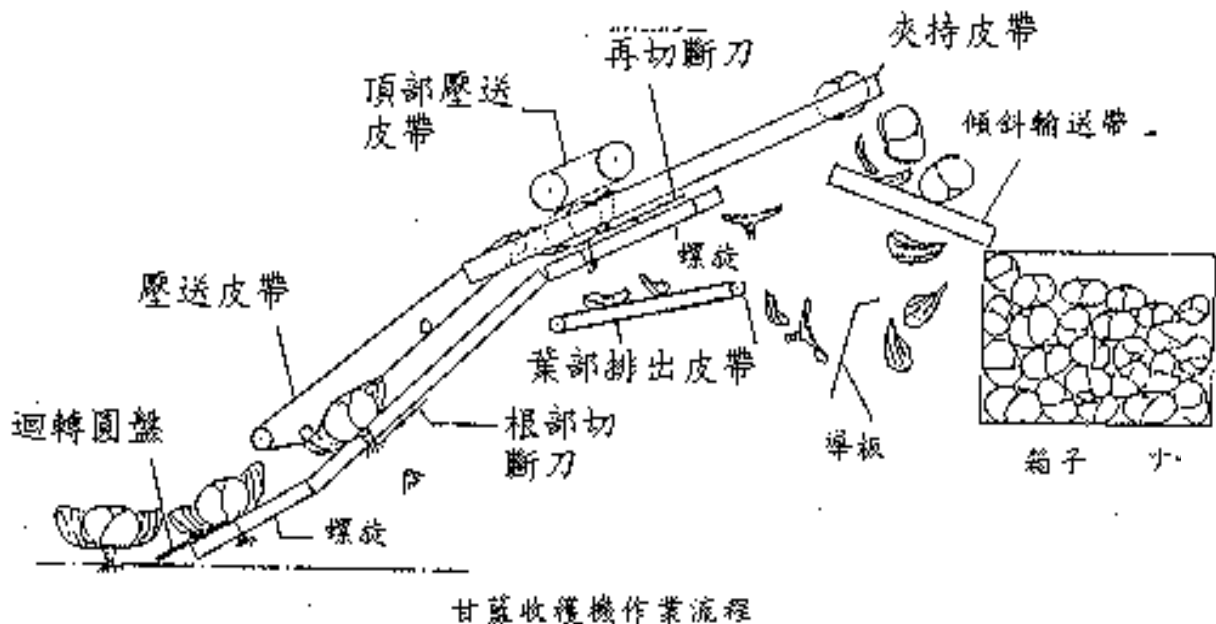


圖 1 甘藍收穫機作業流程

### 一、搔入引拔裝置

由一組外緣有齒狀之圓盤、傳動及調整機構構成，搔入圓盤直徑 300mm，利用兩個圓盤作相對內向迴轉，將甘藍植株導入後面收穫機構。作業前應注意調整左右的圓盤的山與谷間間隙(基準值 5~10mm)及夾持力(基準值彈簧長 45mm)，作業時，調整兩圓盤之前端插入介於地面和甘藍球外葉間。

### 二、夾持輸送與壓送裝置

夾持輸送由兩支外徑 56mm，節距 40mm 之對向迴轉之螺旋滾軸組成，藉螺旋之轉動夾送甘藍莖部之上昇作用將甘藍菜植株拔起輸送。壓送裝置則設於螺旋軸上方的一組皮帶，可配合導引夾持輸送中甘藍維持固定方向，避免輸送中滾落，其後端為擺動式樞軸，前端為浮動式以絞鏈固定，應配合最小可銷售甘藍球大小加以調整。

### 三、根部切斷裝置

設於夾送螺旋下方，由一組直徑 230mm 圓鋸刀及驅動組構成，用以切斷甘藍菜之根莖部。

### 四、側邊夾送裝置與上部皮帶

側邊夾送皮帶共有兩組，分別設於搬送螺旋的兩側，其作用是將甘藍球夾送進行外葉切除並繼續後送至裝箱處，因此可配合最小適合上市的甘藍球徑大小，同時對兩側夾送帶作適當的調整，而上部皮帶一組則設置於兩組側邊皮帶中間的上方，其功能可配合甘藍之形狀調整其與搬送螺旋間之間隙，達到外葉切斷時最平整狀態。兩者的材質皆以特殊海綿皮帶製成，可避免甘藍球之損傷。

## 五、外葉切除裝置

外葉切除裝置由一組直徑 300mm 之圓盤刀、驅動機構及調整機構構成，用以切斷甘藍菜之外莖葉部，藉由調整機構可調整圓盤刀之相對位置，達到控制甘藍球餘留外葉數，以配合市場需求，為避免造成故障，其高度調節時，請在作業離合器「切」的位置進行；補助刀作用為輔助甘藍的外葉和甘藍的莖根的分離，可作適當的調整。

## 六、莖葉排出輸送帶

設置於莖葉切斷與搬送螺旋裝置的下方，為平面輸送帶構造，用以將殘葉等輸送到排出口。

## 七、導引分離輸送帶

設置於夾送皮帶與裝箱之間一組平面輸送帶，其運動方向與夾送皮帶成直角，用以分離甘藍球與切除後之外莖葉，其後傾角度可配合補助作業者容易作業角度而調整，一般約調傾斜 20 度。

## 八、貯存箱裝置

承載於收穫機後方之裝箱架機構上，為由輕骨架組成之一種可折疊型貯存箱，其大小為長 800mm、寬 1200mm 及高 700mm，可貯放 200kg(約 100-130 個甘藍球)，約可連續作業 50 公尺，裝箱架油壓控制可上下昇降揚程 800 mm，傾斜角度 45 度，以配合實際作業需要。

## 九、動力及行走裝置

甘藍收穫機動力使用 12HP 汽油引擎，行走裝置為履帶底盤式，具有原地轉彎之性能，履帶中心距 750 mm、履帶接地長 1105 mm X 接地寬 250 mm，接地壓為 0.16kg/cm<sup>2</sup>，行走部主變速使用 HST，可無段變速，副變速具有高低兩檔，行走速度前進 0.34 ~ 1.12M/sec，後退 0.37 ~ 1.01M/sec。

## 十、操縱裝置及儀錶

主控操作台包括加油桿、阻風門桿、腳踩主變速離合器兼剎車器、主變速桿、副變速桿、停車剎車桿、動力方向控制桿(可操控引拔部昇降及履帶底盤左右轉向)、作業離合器桿、貯存箱昇降與傾斜角控制桿、使用時數錶等。

## 作業性能與特色

1. 甘藍收穫機為履帶型自走式，一次採收一行，可適用於一畦一行或一畦兩行之栽培方式。
2. 可使甘藍收穫自拔取夾送、切除根部與外莖葉及裝箱作業一貫化。
3. 貯箱一次可裝載 200 公斤(約 100~130 球)，能夠連續作業約 50m 後更換貯箱繼續作業，每 0.1 公頃約需 2.5 小時。
4. 能夠有效率化及計畫性的進行收穫作業，作業效率可較慣行人工作業方式提高 2.5 倍以上。
5. 收穫之甘藍球可淺切保留外葉以配合市場需求，且損傷及切口污染少，95% 可達到出貨狀態要求。
6. 由於切高與搬送皮帶之間隙很容易調整，可適用於不同大小與形狀甘藍球(球重 1-2.5kg，球徑 12-23cm)。
7. 改善甘藍收穫重勞動作業，作業者不需要再彎腰收穫，也不需要再以手搬運重重的甘藍。
8. 可使用在生食用或加工用甘藍收穫，且由於小型化，可利用於大部份的田區作業。

## 圓滿的收穫作業方法

### 1. 栽培田區規劃配合

#### (1) 田區狀態

- a. 栽培田區坡度在 5 度以下。
- b. 避免使用在有塑膠布覆蓋栽培田區。
- c. 有小石或石塊田區宜先清除。
- d. 下雨時不可作業或剛下雨後易因土壤附著阻塞，儘量避免進行收穫作業。

#### (2) 栽培模式

- a. 配合產銷計畫，採集團栽培。
- b. 一畦一行方式：配合機械收穫條件需求，以畦溝對畦溝中心距 65 公分、株距為 40-45 公分較適合，但畦宜整型，否則易因變形造成植株倒伏，影響作業效率及作業精度。
- c. 一畦兩行方式：配合機械收穫條件需求，以畦溝對畦溝中心距 130 公分，行距 65 公分，株距為 40-45 公分較適合。

d. 兩者畦型應平整，且前後頭地不宜有橫畦，最好前後各留 1-1.5m 頭地。

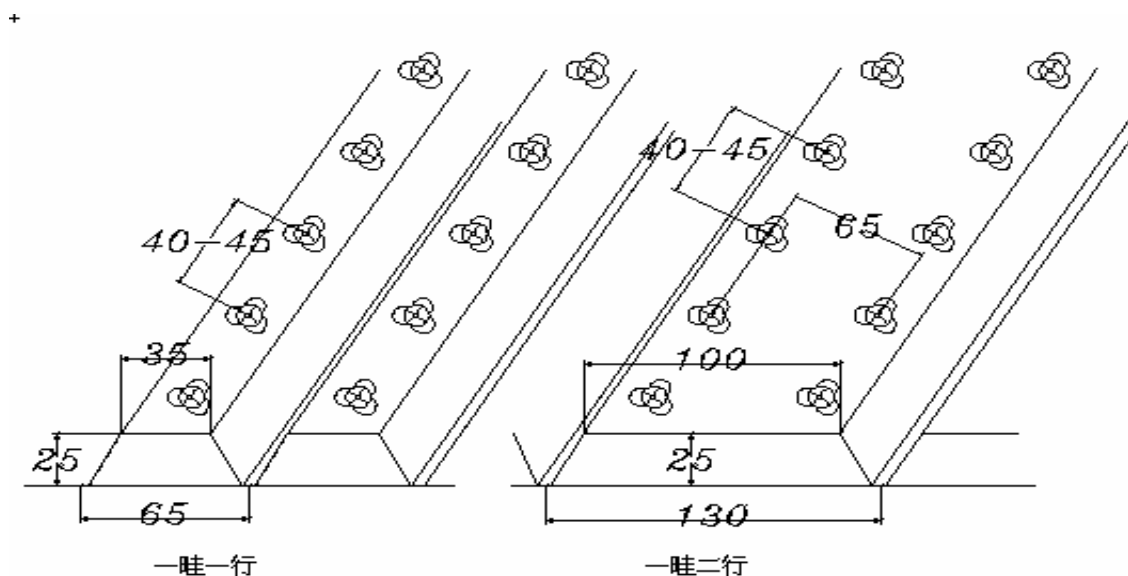


圖 2. 配合甘藍收穫機之甘藍作畦栽培模式

## 2. 作物條件之配合

### a. 甘藍之性狀之配合

甘藍球的倒伏角在 40 度以下；根部拔起力 (  $P$  ) 小於 40kgf；球直徑 (  $D$  ) 120-230mm；球高 (  $H$  ) 100-180mm；球形指數 (  $H/D$  ) 0.6-0.8；球重 (  $W$  ) 3.5 公斤以下；根莖大小 (  $d$  ) 在 20-45mm；根莖長度 (  $h$  ) 60mm 以上、根莖彎折 (  $h_1$  ) 60mm 以上及外葉擴展 (  $WH$  ) 600mm 以下。

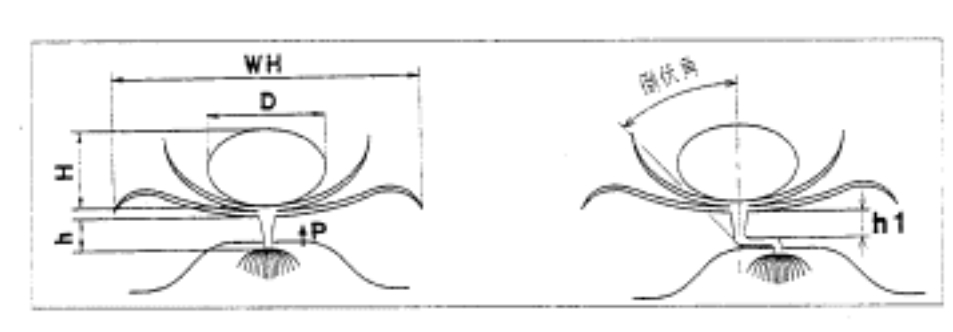


圖 3 適合甘藍收穫機作業之主要物性

### b. 收穫適期

以結球適度地肥大期為收穫適期進行收穫，未成熟或過熟皆不適宜機械收穫(如表 1)。

表 1.甘藍菜品系主要特性表

品種	成熟期 ( 定植後 )	株形	球型	裂球	球重 ( kg )
秋豐	65 天	中等	扁球	不易	1.8-2.2
惠珍	65 天	較小	正球	易	1.5
豐春	65 天	較小	扁球	不易	2.0
海峰	65 天	較小	扁球	不易	2.0
東豐	70 天	大	扁球	不易	2.5
和風	53 天	較小	扁球豐正	不易	2.0
高峰	50 天	中等	扁球	易	2.0
夏光	45 天	較小	尖頭	易	1.3
夏秋	60 天	較大	扁球	不易	2.0
南陽	50 天	較小外葉少	扁球	易	1.8
新峰	50 天	中等	扁球	不易	2.2
春陽	65 天	中等	扁球	不易	1.8
旭光	65 天	中等	正球	不易	1.0

c. 生育整齊度

能在希望的結球大小、外葉等生育整齊的狀態進行收穫，若有生育不整齊情形，在機械收穫適期前可以人力方式先將收穫適期之甘藍收取，以增加收量。

3. 收穫作業前田區準備

為能有效率的作業，如圖 4 所示部份請以手工收穫。

<單向收穫作業>

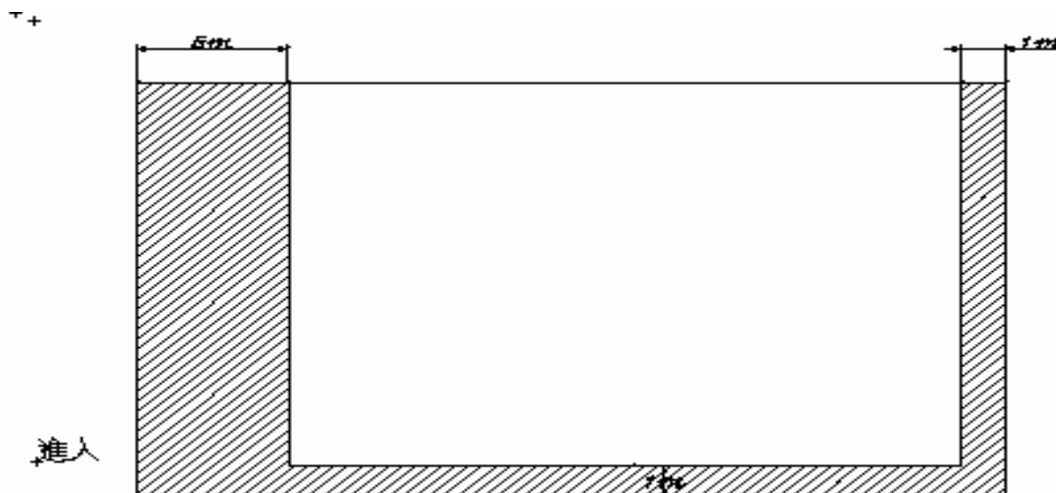


圖 4.單向收穫作業時人工採收部份示意圖

#### 4.收穫作業的方法

由於甘藍收穫機每次僅能收穫一行，且收穫頭偏置，因此收穫方法可由田區右邊沿著種植行進行單向前進後退收穫或單向迴繞收穫(如圖 5 所示)。

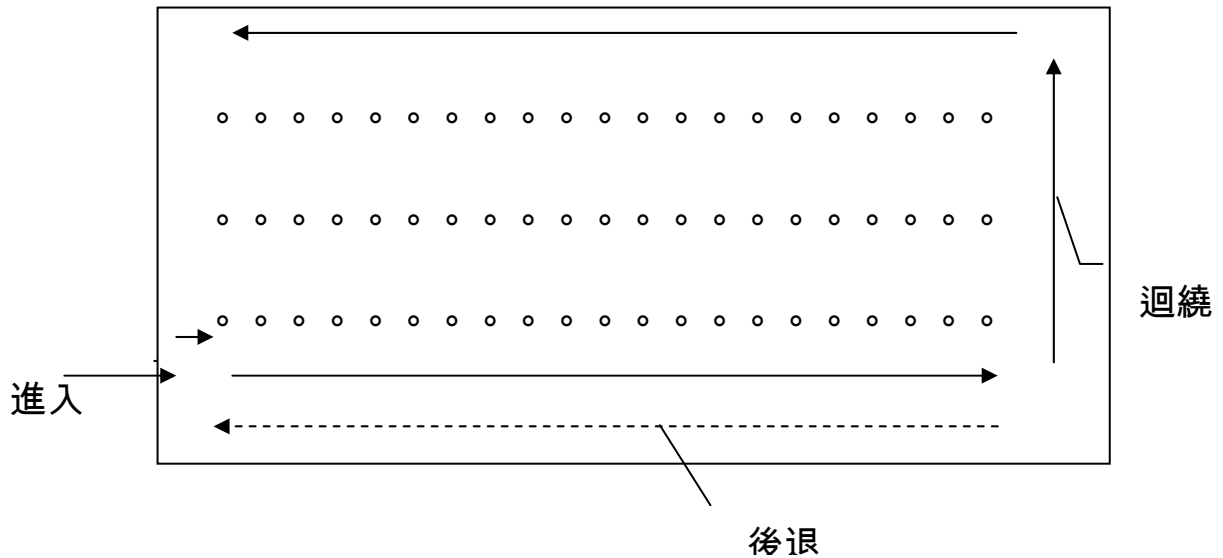


圖 5.甘藍收穫機田間作業法

#### 作業中注意事項

- (1) 埂邊迴轉時，遇有水泥田埂等情況時，履帶之一部份會爬上田埂，絕對禁止急轉彎，否則會造成脫軌及履帶切損。
- (2) 有補助者一起作業時，在引擎起動前或作業離合器桿推入前必須事先警示，確保協助者安全。
- (3) 在小田區或田區邊角等惡劣情況作業時，為確保安全，請以低速作業。
- (4) 對掘取、搬送、切斷及分離各部有異常發生時，為確保安全，請務必停止引擎後再檢查。
- (5) 作業中引擎熄火時，必須將電源切至 **OFF** 位置，如果仍置於 **ON** 的位置，將導致電瓶電力消耗。
- (6) 對回轉刃等因莖葉纏繞作清除時，避免空手不保護直接清理，以免造成傷害。
- (7) 機體於越過畦或田埂等請以直角方式跨越，於凹凸地面時，因重心之位置變更，機體從仰起至下伏急劇變換，請特別注意，若落差太大請使用跳板。
- (8) 作業中引擎及排氣管週邊處所若有雜物等堆積、阻塞時應立即停止引擎清除，避免發生火災事故。

#### 效益分析

使用機械之目的在於可達到省時、省工或省錢。本機兩人共同作業其作業

能力每公頃需 25 小時,與現行人工採收方式工作效率比較可提高 2.5 3.8 倍(圖 6);作業成本則由於本機售價高達 1,448,000 元,以目前作業能力估算則每公頃收穫費用達 46,163 元,較現行人工採收方式收穫費用 13,330-25,883 元高出 3.5-1.8 倍,以機械使用而言已達到省時省工效果,但降低成本則未達到,究其原因為其售價偏高,與機械作業能力不成正比,因此要能大量推廣給農友使用則除大幅降低售價外,有效提高作業能力更顯重要(圖 7)。

### 結語

為改善甘藍收穫作業辛勞度,降低人力需求,可以有計畫、有效率的進行收穫作業,使用收穫機作業為必然趨勢,目前引進之日製自走式甘藍收穫機一次採收一行,經田間試驗顯示,機械作業性能穩定,收穫品質佳,且機型小,頗適合台灣地區使用。而為了配合機械採收能發揮最佳作業效率,經試驗結果採一畦一行時,畦距以 65 公分,株距以 40 公或採一畦兩行時,畦距 130 公分,行距 65 公分及株距 45 公分較適宜,唯此種栽培方式與本省慣行一畦兩行的方式(畦距 120 公分,行距 50 公分及株距 50 公分)所發展之移植機、病蟲害防治機械略有差異,需適度調整因應。而由於其售價過高與機械作業能力不成正比,造成收穫費用大增,若要能大量推廣給農友使用,則應大幅調降售價與正確使用機械以提高作業能力,並一併規劃進行針對國內使用環境的高效能、泛用性甘藍收穫機的國產化開發。

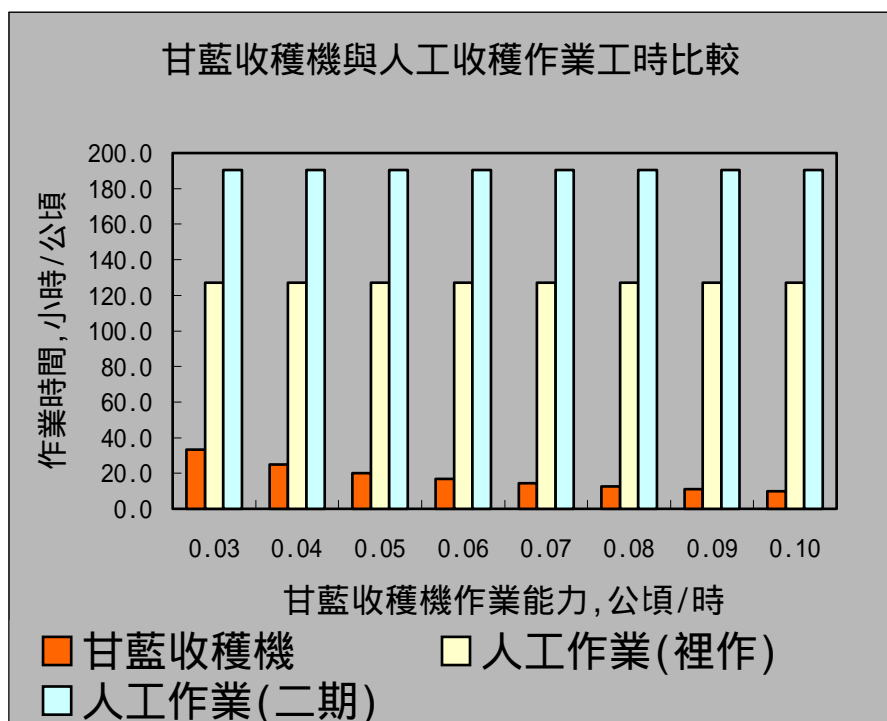


圖 6.甘藍收穫機

與人工收  
穫作業下



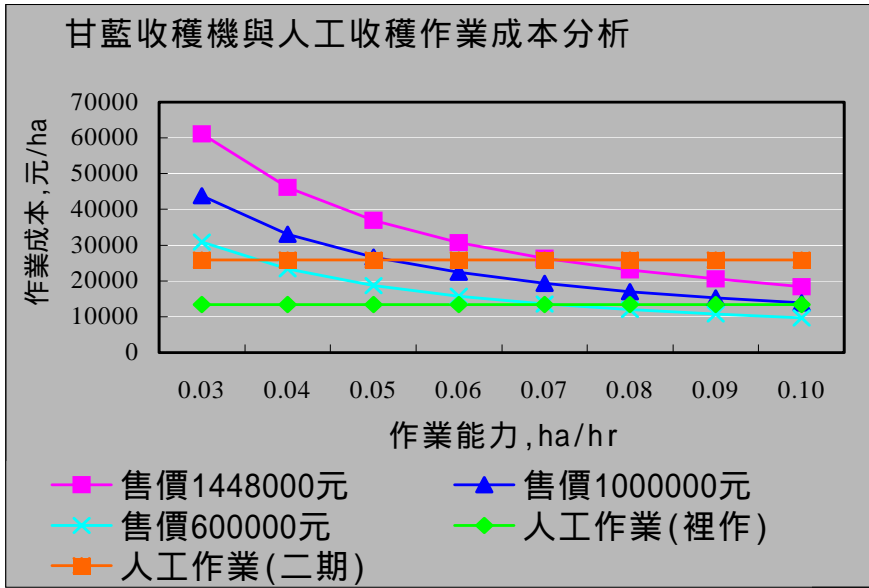


圖 7.甘藍收穫機  
與人工收  
穫作業成  
本比較

幻燈片說明：

圖 8.履帶式單行甘藍收穫機  
圖 9.甘藍收穫機引拔搔入圓盤  
圖 10.甘藍收穫機田間收穫作業(前視圖)

圖 11.甘藍被引拔、螺旋夾持輸送及壓送作業情形  
圖 12.甘藍引拔、輸送、切根、切莖葉至裝箱一貫化作業  
圖 13.輔助者將切斷之甘藍球與莖葉分離作業情形

圖 14.甘藍收穫機田間收穫作業(後視圖)  
圖 15.右側為收穫之甘藍背面，左側為正面之情形  
圖 16.莖葉被切除排放於地面情形