

# 太陽能人型驅鳥器之研製

曾祥恩<sup>1</sup> 林學詩<sup>2</sup>

## 摘 要

水稻及小米為臺東縣重要的糧食作物，屆成熟之際常遭鳥類取食為害，尤以有機農田為甚。本研究研製成之太陽能人型驅鳥器，其外觀為擬人化之設計，具有可晃動之頭部，於視覺上可嚇阻鳥類；搭配經強化之拉繩及響片組合，每分鐘可拉動響片24次，製造出100~120分貝之聲響，並加入時間電驛控制，減少鳥類適應性，驚擾鳥類取食。驅鳥器的電力來源由背部的太陽能板供應，藉由光感應器控制白天啟動、夜間停止。經小米田區和番荔枝果園的試驗結果，為害率與對照組比較達顯著差異，顯示驅鳥效果良好；在水稻試驗顯示，對照區產量僅為驅鳥試驗區的70%，顯示驅鳥效果良好，可以減輕農民在經濟和體力上負擔。

**關鍵詞：**鳥害、驅鳥器、小米、水稻

## 前 言

鳥害常發生於農作物甫種植或屆收穫之際，受害者為剛播種之種籽、嫩苗或屆收成作物種子、果實<sup>(18,19,20,21)</sup>。本研究調查顯示小米採用人工驅鳥方式，受損率為2%-64%不等，而小米受損率高或低與驅鳥時人員專注力有關，若完全不防制，損失率達95%以上。目前常見驅鳥方式依功能區分，可分成四大種類：第一種為機械式驅趕器，以人工驅趕、拉繩搖晃及搖控飛機等方式為之；第二種為音響式驅趕器，以雷公炮、沖天炮、猛禽聲及警報音等為之；第三種為炫光式驅趕器，以紅外光、閃光彩帶及雷射光等為之；第四種為圖像式驅趕器，以田間懸掛猛禽圖、人偶及旗幟等為之。部分驅鳥器亦結合數種功能，以提高驅鳥的效果。惟礙於田間狀況、鳥類的適應性、天候或機件功能不佳等因素，往往未能達到預期之驅鳥效果。

臺東地區常見作物-小米，是原住民重要雜糧作物之一<sup>(15,16)</sup>，小米在成熟時由

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺東區農業改良場 技佐

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺東區農業改良場 場長

於種籽粒小，且大部分種植在山區旁，受鳥類危害程度遠勝於水稻<sup>(2,3,4,8,9)</sup>。每年5~6月和11~12月份採收前，小米的種籽吸引許多大小不同鳥類前來啄食<sup>(13,15)</sup>。經行政院農業委員會臺東區農業改良場(以下簡稱本場)調查顯示，部分田區產量損失甚至高達95%。而農民一般以雇工方式進行驅鳥，每期作約需30天，從早上5點開始驅鳥到傍晚6點，每天13小時，以工資每小時100元計算，估計每期作每公頃花費約39,000元。人工驅趕鳥類的方式為在田區四周角落架設響片，此響片連接到牽引線，在人為的拉動下製造聲響進行驅鳥，其效果甚為良好，但長時間驅鳥常使農民疲憊不堪，且雇用人工所費不貲。本研究開發一種以太陽能為動力之驅鳥裝置，具有人形外觀，並以機械化手臂牽引導線拉動響片製造聲音以達到驅鳥目的，可減輕農民勞力負擔，減少作物栽培損失。

## 材 料 與 方 法

### 一、試驗材料

- (一) **單晶太陽能板**：採用可自行發電的太陽能板作為驅動電源，讓驅鳥器不需額外電源，可獨立於田間運作，並依日照條件不同分為50W和100W兩種規格設計。
- (二) **直流永磁式馬達**：採用DC12v/1800rpm/10w直流馬達，外層為鑄鐵和烤漆包覆，內含兩片強力磁鐵和電樞線圈，去驅動東、西、南和北不同方向之手臂，東西向由第1組馬達控制，南北向由第2組馬達控制，使手臂可拉動3600各方向的繩索，透過繩索連接到響片桿。
- (三) **減速機構**：外層為鑄鐵和烤漆包覆，作用將直流馬達軸承端的轉速為1,800rpm，透過75:1的減速機構降低至24rpm，並將扭力放大至0.5kg-m，產生足夠力量以拉動響片。
- (四) **自動控制電路板**：零件包括電晶體7812共2顆，作用為穩壓和偵測太陽能板發電、繼電器1顆，作用為切斷直流永磁式馬達開關。電路板的設計讓太陽能人型驅鳥器可於天亮時自動感應啟動驅鳥，夜間則自動關閉的控制功能。
- (五) **深循環電瓶**：使用DC12V之深循環電瓶，於早晨和黃昏時，太陽能板供電量不足時輔助，依各地日照條件的不同，分為22Ah和36Ah兩種規格。
- (六) **機架本體**：模擬人的體型設計，使人型驅鳥器可依作物高度進行調整，並配合擬人衣物著裝。

- (七) **作動時間控制裝置**：採用DC12V之雙時間電驛，透過上方按鈕切換，設定不同秒、分和小時等亂數設定，可任意隨機拉動繩索，避免鳥類因適應性而效果降低。
- (八) **緊急開關**：能緊急關閉馬達電源，可進行維修或避免危險情形發生。
- (九) **擬人衣物**：採用成人尼龍布材質的黃色雨衣，模擬人外部穿著的衣物，增加變化性。
- (十) **收納和攜帶部分**：本機之太陽能板能以扳手，透過螺絲進行太陽能板之水平(發電)和垂直(收納)位置之調整。使太陽能板垂直時能可收折貼近機體部，減少收納時的體積。另外，在驅鳥器肩膀部位利用鋸管，焊成手把，以方便農民在田間搬運。
- (十一) **繩索和響片**：繩索採用20號釣魚用之布線，響片採用不生鏽之白鐵板。透過拉動繩索來敲擊響片，響片也可採用竹管、金屬管或其它可產生聲響的物體替代。

## 二、作物鳥害情況調查

### (一) 為害水稻之害鳥種類調查

調查本場種植2013年第1期之水稻田抽穗後鳥害情形，自2013年4月10日至6月3日止，共計44日，試區面積為1,193m<sup>2</sup>。每日調查2次位於水稻周圍和上方之鳥網上鳥種，以鳥類圖鑑判斷鳥種和紀錄數量後釋放，調查為害鳥種取食習性及驅鳥器田間安裝位置與適合時期<sup>(1、20)</sup>。

### (二) 麻雀每日取食量調查

調查本場水稻田防鳥網上麻雀共30隻，紀錄體長和體重，並隨機取樣6隻麻雀，給予編號1-6號，每隻餵食臺東8號小米，共計20日，結束後釋放，調查麻雀每日的取食量之平均值，作為驅鳥器控制元件參考。

### (三) 冬季蔬菜鳥害調查

於鹿野鄉5兄妹無毒農莊蔬菜田區進行，蔬菜面積為3,123 m<sup>2</sup>，每日調查不同品種蔬菜葉片被鳥啄食後葉片破損情形，調查鳥類對於蔬菜品種為害偏好性及驅鳥器於蔬菜田區驅鳥時之作動及範圍設定參考。

### 三、太陽能人型驅鳥器田間試驗

#### (一) 番荔枝果園驅鳥試驗

於2012年本場番荔枝果園進行試驗，果實在樹上留到軟熟，於2012年8月14日至8月22日，將太陽能人型驅鳥器安置在果園最西側為驅鳥試驗組，最東側則為對照組，驅鳥試驗組和對照組間距離為18m，調查番荔枝果實被鳥害之數量。

#### (二) 小米田驅鳥試驗

於2012年本場第2期小米栽培田進行試驗，將太陽能人型驅鳥器於2012年12月6日至12日，安置於田區，試區面積為378m<sup>2</sup>，於同一區小米田，以機械設置時間前後區分為對照組和試驗組，隨機取樣成熟小米100穗，調查被鳥害穗數和被鳥害穗長度。調查方法採用James and Ramakka的方法<sup>(18)</sup>，使用具有刻度的測量儀器來估算小米穗上的為害率。

#### (三) 水稻驅鳥試驗

於2013年本場第1期作水稻栽培田進行試驗，水稻品種包括臺東30號和臺東33號，總面積6,173m<sup>2</sup>，其中驅鳥處理區為面積3,192m<sup>2</sup>，對照區面積2,981m<sup>2</sup>，驅鳥器安置日期從2013年5月6日至6月14日，共計40日。另外於鹿野鄉尋一臺梗9號有機水稻田進行試驗，總面積3,655m<sup>2</sup>，其中驅鳥試驗區面積為2,624m<sup>2</sup>，對照區面積為1,031m<sup>2</sup>，驅鳥器安置日期為2013年5月20日至6月27日，共計39日。稻穀成熟後，於上述水稻試驗田區取樣調查產量，逢機取樣8處，每處30橫，計算坪割產量後，換算每公頃產量作比較。

## 結果與討論

### 一、太陽能人型驅鳥器之整合設計

太陽能人型驅鳥器經整合設計，製造完成如圖1、圖2。驅鳥的動作，可以區分為電子電路、機械、電機和響片桿等四大部分整合而成，各部份之設計並依作物種類、鳥害種類，以及田間驅鳥實際需求加以建置，以達驅鳥效果。

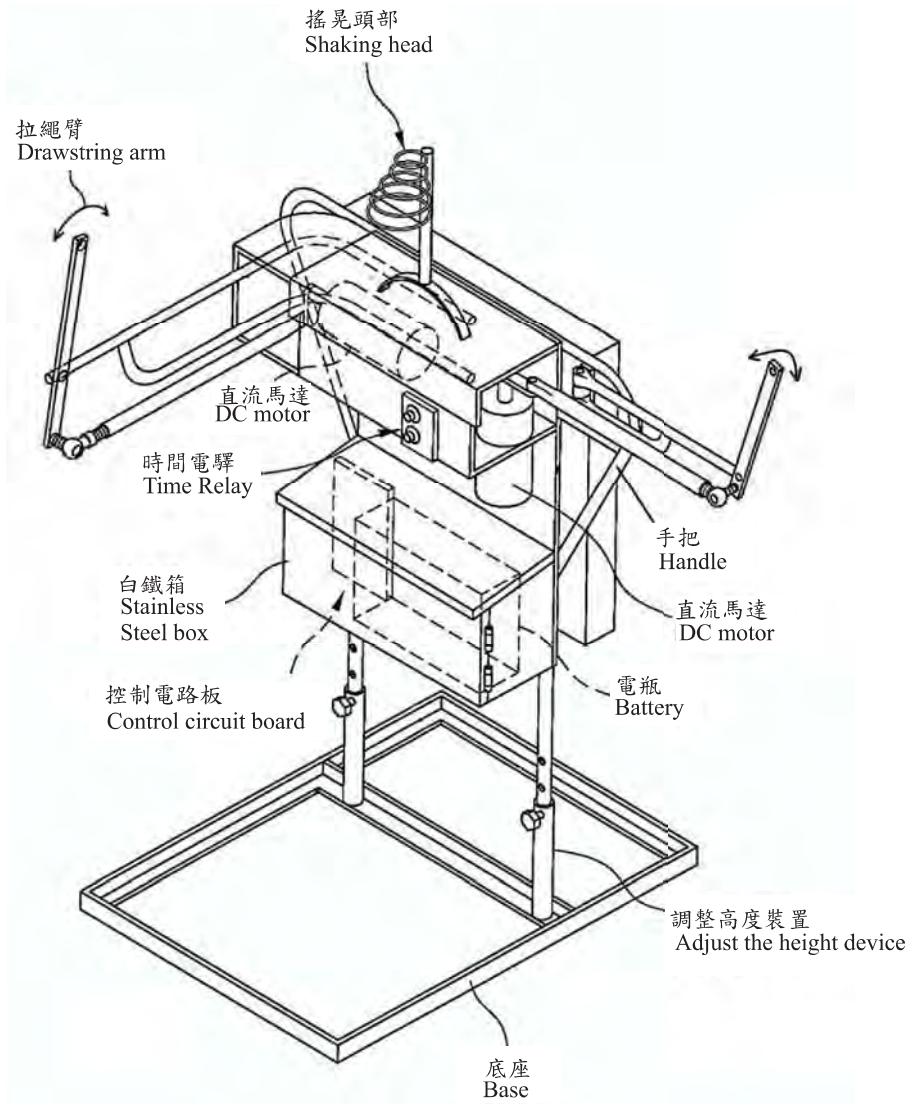


圖1. 太陽能人型驅鳥器細部立體構造圖

Fig.1. Systematic diagram of the Solar Type Birds-Expelling Robot.



圖2. 太陽能人型驅鳥器實體圖

Fig.2. Picture of the Solar Type Birds-Expelling Robot.

### (一) 電子電路設計

太陽能人型驅鳥器機體電子電路之設計如圖3，採用50/100W單晶太陽能板作為電源，並經過一顆pn二極體將所產生的電儲存於DC12V的 22/36 Ah深循環電瓶中，此pn二極體主要目的為防止日落後，電瓶的電流回流至太陽能板，造成太陽能板的損壞。機體內電路板上則使用兩顆7812電晶體、繼電器和散熱鋁片<sup>(6,10)</sup>。第一顆 7812 電晶體用於日出後，陽光照射在太陽能板發電，利用一條偵測線來偵測太陽能板的電壓，並同時恆定繼電器中的線圈電壓，讓電流透過線圈的流動而產生磁場，使繼電器線圈激磁接通NO接點，讓直流永磁式馬達轉動。於夜間時，太陽能板未發電，使得繼電器線圈沒有激磁，NO接點就會斷路而停止馬達。第二顆7812電晶體用於穩定馬達電壓，使馬達電壓恆定在DC12V。避免因馬達電壓飆升造成馬達取用電流隨著上升。電流上升除了會造成馬達溫度升高外，也會取用更多的電流並使旋轉速度更加快，此一效應會讓馬達內部磁鐵超過居禮溫度而失磁，造成馬達無足夠旋轉磁場產生旋轉。所以此顆7812電晶體除了穩壓外還需加上散熱鋁板散熱，以避免晶體溫度急遽上升。此電路設計的中心，以維持太陽能人型驅鳥器全自動化驅鳥為主，並透過電瓶的輔助供應，使驅鳥器在雨天、早晨和傍晚時，能持續進行驅鳥作業。

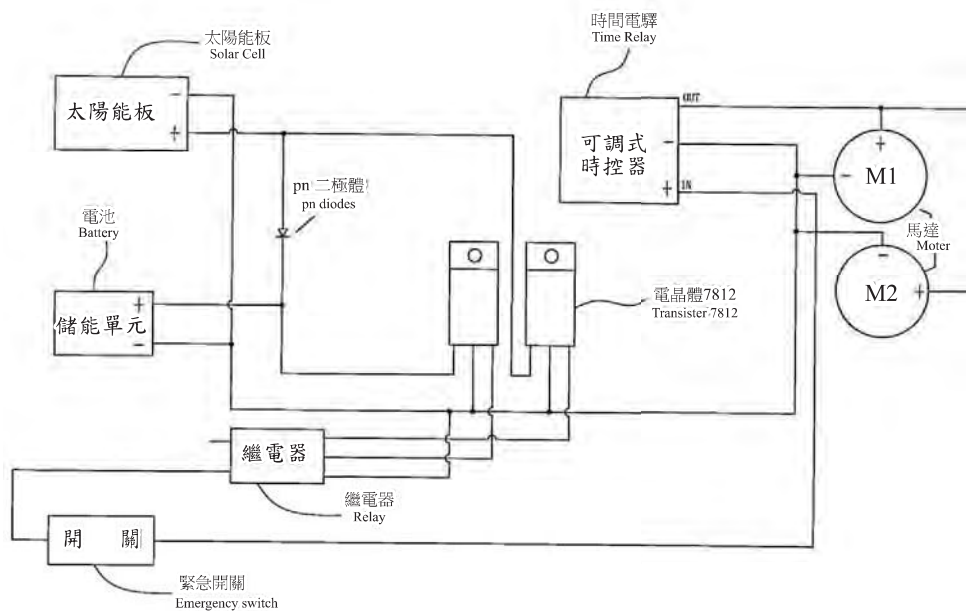


圖3. 太陽能人型驅鳥器機體電子電路圖

Fig. 3. Circuit diagram of the Solar Type Birds-Expelling Robot.

## (二) 機械設計

太陽能人型驅鳥器機體機械設計由上而下，主要分為可搖晃頭部機構、中間部支架、白鐵箱和可調整高度的底座。可搖晃頭部主要由直徑4mm白鐵圓棒焊接而成，藉由拉動繩索的動作，使驅鳥器的頭部同步搖晃增加擬人化。中間部支架為固定一顆時間電驛和兩顆永磁式直流馬達，馬達軸承端轉速為1,800rpm，連接75:1減速機。此時，在減速機軸承端轉速成為24rpm，扭力則放大為0.5kg-m<sup>(11,14)</sup>，透過滾珠軸承拉動一根金屬棒，金屬棒上端有一U型白鐵插銷，將遠方的線牽引集中並綁在驅鳥器手臂之U型插銷(圖4)，可拉動24組任意方向和不同距離的響片(圖5)。將電路板和深循環電池置於白鐵箱中，外部另備緊急開關可以在危險時切斷馬達電源。具調整高度的底座可適應不同作物高度，下方並有鑽孔可將插銷打入土壤中以固定驅鳥器。透過上述的機械結構，維持機體和直流馬達固定，避免拉動時造成機體傾斜。頭部晃動，則可使驅鳥器本體增加變化性，使鳥類產生農民在田間工作錯覺而不敢靠近。



圖4. 將線收集後綁在驅鳥器手臂上

Fig. 4. Wires connected to the arms of the Solar Type Birds-Expelling Robot.

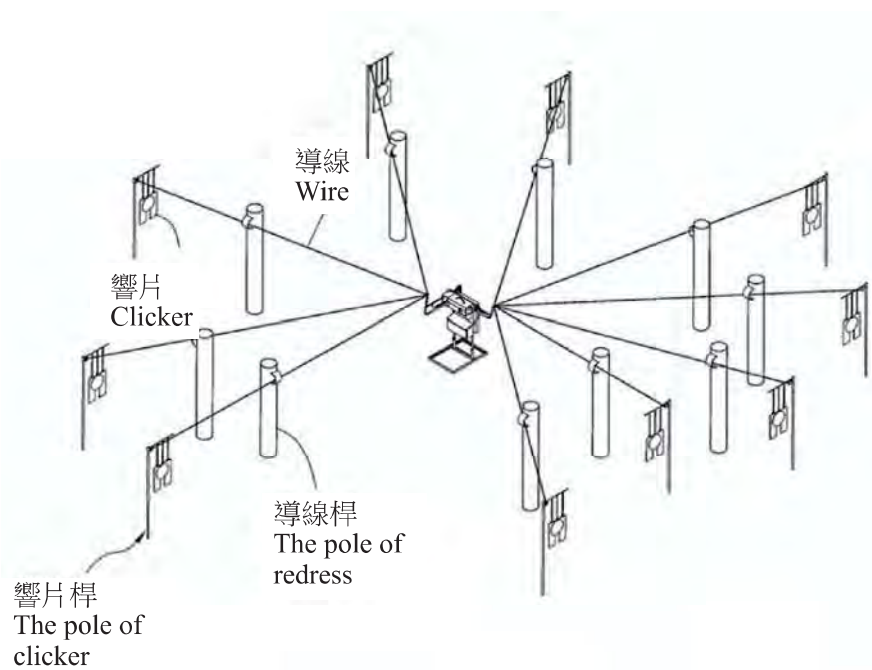


圖5. 太陽能人型驅鳥器田間設置圖

Fig. 5. Field arrangement of the Solar Type Birds-Expelling Robot.

### (三) 作動時間設定

傳統的驅鳥方式常因動作太過制式或規律而效果不佳，因此驅鳥方式必須增加隨機性以降低鳥類的適應力。驅鳥器搭配一組時間電驛，上面有兩組獨立分別驅動左、右方向和前、後方向馬達，而這兩組又可獨立分別調整時間單位：分和秒，變換不同的時間單位倍率增加隨機性。例如：時間轉到刻度3位置，單位是秒和倍率是1，則代表可以讓馬達通電拉繩3秒鐘；時間刻度在3位置，單位是分和倍率是10，則代表可以讓馬達通電拉繩30分鐘。時間電驛可使驅鳥器對於不同方向響片，在不同時間製造聲響產生混淆，使鳥類降低到田間覓食習慣性。。

### (四) 響片設計

太陽能人型驅鳥器拉繩和人工拉繩最大不同點在於敲擊的次數。由於一般人工驅鳥是見鳥類至田區覓食不定時進行驅趕，人力一天拉動敲擊次數不超過100次；而驅鳥器則是由設定之時間電驛進行敲擊，一天可達20,000次。若採用現行之傳統的繩索，3小時內就會磨損斷裂。因此本驅鳥器設計採用特殊的布線，並且搭配特殊連結環，即可解決此一問題(圖6)。田間調查顯示，將鐵管圓棒拉動後去敲擊白鐵片發生聲響可達100-120分貝，具有驅趕鳥類效果。



圖6. 使用於蔬菜田間的響片

Fig. 6. Clickers used in the vegetable field.

## 二、作物鳥害田區調查

### (一) 為害水稻之鳥種調查

為害本場水稻之主要鳥種有麻雀、斑文鳥、白腰文鳥及八哥4種<sup>(1,7,12,17)</sup>，數量比例最高的為麻雀佔69.2%，其次是斑文鳥18.5%，再次之是白腰文鳥10.8%(圖7)，上述3種鳥類自水稻抽穗後持續為害到收割。而八哥的數量最少，且為害時段僅在收割前幾日。因此，在水稻的驅鳥時期，應從水稻抽穗後開始至收穫時止。

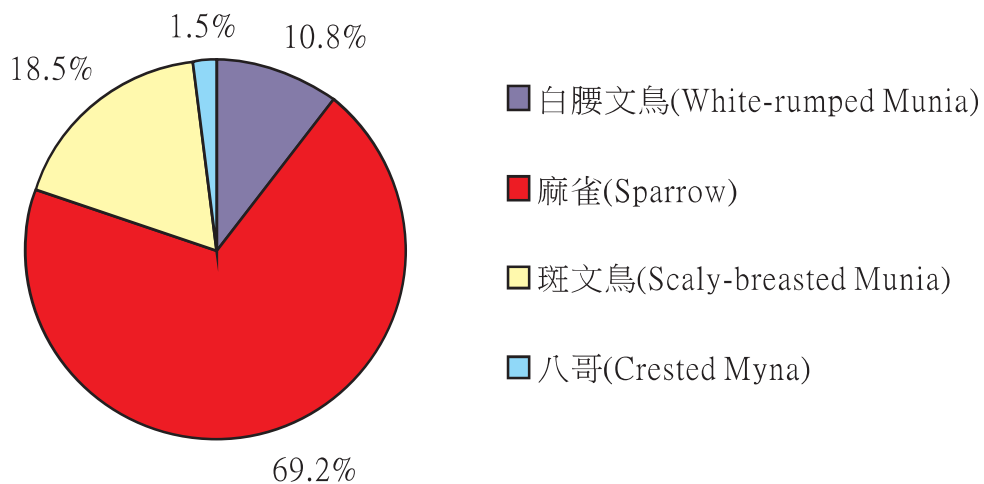


圖7. 水稻害鳥種類調查

Fig. 7. The investigation of bird species for damage rice.

### (二) 麻雀每日取食量調查

調查附著於本場水稻試驗區防鳥網上之30隻麻雀，其平均體長 $11.84 \pm 0.15$ cm，平均體重 $18.04 \pm 0.41$ g，並隨機取樣6隻，每隻麻雀調查20日，每日記錄取食臺東8號小米重量，平均食量為 $9.66 \pm 0.65$ g(圖8)，等同市售塑膠白湯匙裝滿的量，每日可吃下佔體重54%重量的小米。其中，編號5的麻雀取食量明顯高於其他5隻麻雀達2.5倍。根據觀察，編號5麻雀除了正常食用小米，期間曾反覆出現啄食小米後又吐出的行為模式，並可在鳥籠下方見到許多完整的小米粒，其他編號之麻雀，在鳥籠下方出現是啄食小米後的殼，完整小米粒比例不多。

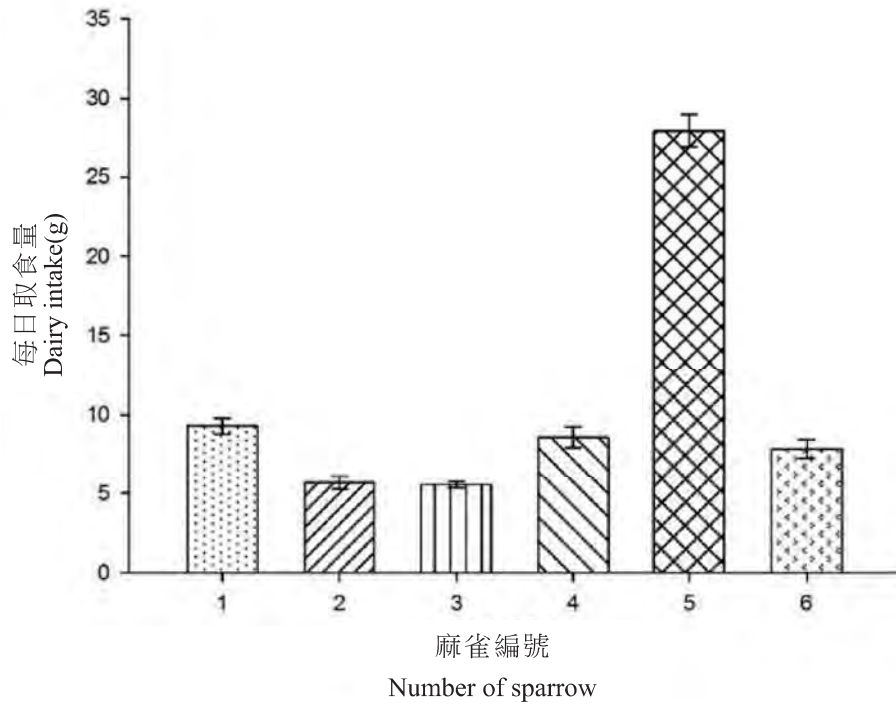


圖8. 麻雀每隻每日取食量

Fig. 8. Dairy intake of sparrow. (Mean± SE, n=20)

### (三) 冬季蔬菜受鳥害比例調查

本次調查地點位於鹿野鄉瑞豐村的5兄妹無毒農莊，共調查15種有機蔬菜，調查日期為2012年12月26日，蔬菜種類有青蔥、蘿蔔、包心白菜、萵苣、甘藍菜、青花菜、蘿蔓萵苣、大蒜、葉萵苣、菠菜、花椰菜、球莖甘藍、荷葉白菜、青江白菜和芥菜等。本區冬季生長的蔬菜容易有鳥類的危害，調查結果顯示，以青花菜的受鳥害情況最嚴重，高達86.9%，其次是甘藍菜的56.6%，再次之是包心白菜的45.0%，再來是球莖甘藍的31.6%，其餘芥菜、蘿蔔、青江白菜、花椰菜、菠菜和荷葉白菜的為害率都在10%上下，具特殊氣味或食味的蔬菜，如青蔥、蘿蔓萵苣、萵苣、大蒜和葉萵苣等，則未發生鳥類為害情形(表1)。試驗顯示，在甘藍菜、包心白菜和芥菜等遭鳥為害比例較高的蔬菜，需架設驅鳥器以減少損失。

表1. 鳥類為害蔬菜種類百分比

Table 1. Percentage of birds infestation on different kinds of vegetable.

蔬菜種類	調查筆數	受害筆數	百分比
Vegetables	Total(piece)	Bird infestation (piece)	Percentage(%)
青花菜(Broccoli)	389	338	86.9
甘藍菜(Cabbage)	754	427	56.6
包心白菜(Chinese cabbage)	605	272	45.0
菠菜(Spinach)	842	35	4.2
球莖甘藍(Kohlrabi)	266	84	31.6
蘿蔔(Radish)	4,178	350	8.4
萵苣(Lettuce)	758	0	0
大蒜(Garlic)	1,891	0	0
葉萵苣(Arden lettuce)	148	0	0
蘿蔓萵苣(Romaine lettuce)	166	0	0
青蔥(Green Onion)	772	0	0
荷葉白菜(Chinese mustard)	1,605	20	1.3
花椰菜(Cauliflower)	124	6	4.8
青江白菜(Qing-jiang-cai)	1,050	70	6.7
芥菜(Mustard)	136	15	11.0

### 三、太陽能人型驅鳥器田間試驗

#### (一) 番荔枝果園驅鳥試驗

本次試驗將番荔枝在樹上留置軟熟後，果實香氣吸引鳥類前來啄食之鳥害試驗。調查果園最東側和西側樹上果實被害顆數進行統計(圖9)，共調查9日。將調查期間每日果實被害數量經兩樣品均值成對t值檢定，對照組和試驗組被鳥害果實粒數達顯著差異<sup>(5)</sup>，顯示驅鳥器具有減少鳥害功效(圖10)。試驗顯示，現在番荔枝未遭受鳥害原因為農民採收時為硬番荔枝果實，若採收為成熟軟番荔枝，遭受鳥害比例會上升。



圖9. 遭鳥害的番荔枝果實

Fig. 9. Sugar apple fruits damaged by birds.

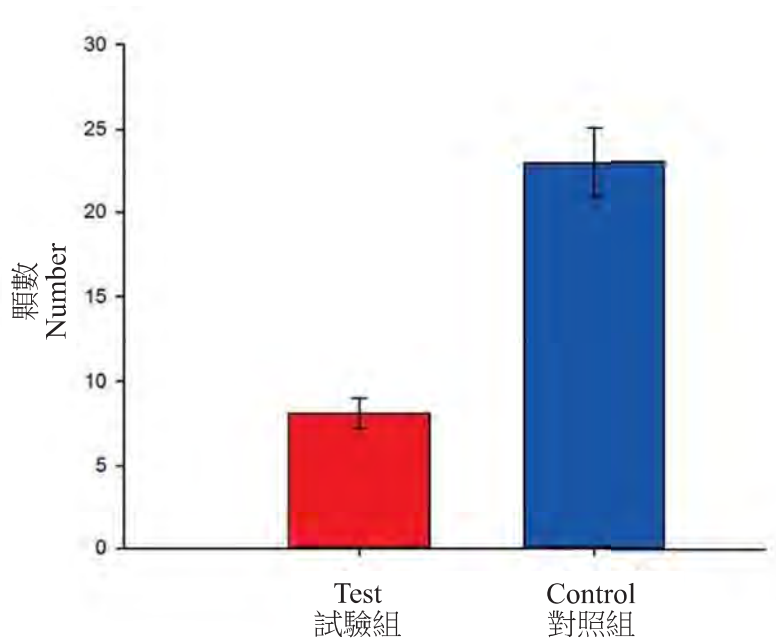


圖10. 番荔枝驅鳥試驗果實受害數量比較

Fig. 10. The number of damaged sugar apple fruits caused by birds.  
(Vertical bars represent  $\pm$ SE of means. n=9)

## (二) 小米田驅鳥試驗

本試驗為2012年第二期播種之小米田。在小米抽穗後，於12月4日設置一具太陽能人型驅鳥器和8支響片(圖11)，並在導線上綁上反光彩帶增加驅鳥效果，設置保護範圍為整個小米田區。調查分兩階段，第一階段為實驗組，設置有太陽能人型驅鳥器，調查田區小米穗被害穗數和被害穗長度，第二階段為對照組，移除太陽能人型驅鳥器，調查已經成熟小米穗數和被害穗長度，結果如表2。將驅鳥組的被害穗總長和穗數與對照組相較，以兩樣品均值比較試驗檢視實驗組和對照組結果，實驗組的被害穗總長和穗數與對照組相較下均達顯著差異( $P < 0.05$ )<sup>(5)</sup>。顯示太陽能人型驅鳥器在小米試驗中，對於鳥類具有顯著的嚇阻作用。研究也顯示，單一麻雀個體食量大，在小米收穫前若沒有驅鳥，小米損失高達95%以上。



圖11. 太陽能人型驅鳥器設置在小米田進行試驗

Fig. 11. Solar Type Birds-Expelling Robot setted up in a millet field.

表2. 小米田設置太陽能人型驅鳥器鳥類為害情形調查

Table 2. Millet damage data with/without Solar Type Birds-Expelling Robot.

處理 Treatment	小米總長(公分) The total spike of millet(cm)*	小米被害穗數 Number of spike lost	小米被害穗長(公分) The lost spike length of millet(cm)
試驗組Test	2,212.8±17.2	2.8±0.5	2.8±0.5
對照組Control	2,229.0±11.2	15.8±0.9	23.5±1.6

### (三) 水稻驅鳥試驗

本試驗在本場栽培之臺東30和33號水稻田進行試驗(圖12)，坪割調查每公頃產量比較(圖13)。結果顯示，在臺東30號部分，對照區的產量為試驗區之68%；臺東33號部分，對照區的產量為試驗區之69%。在本場水稻臺東30和33號產量試驗顯示，驅鳥器對於上述鳥種具有驅趕效果。

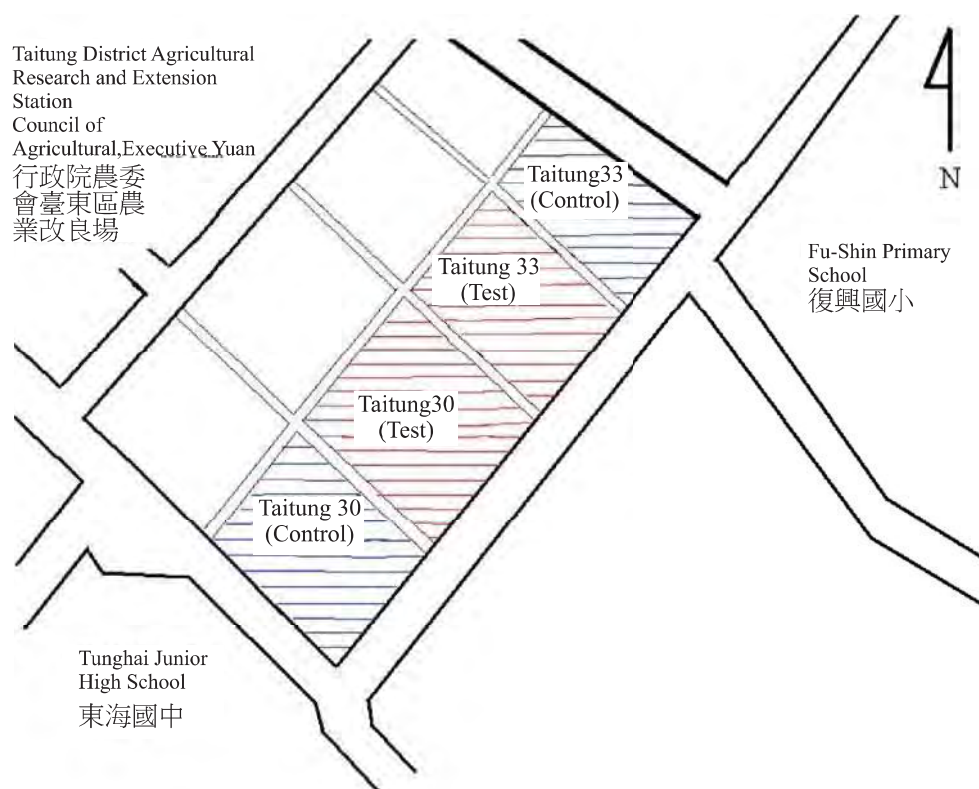


圖12. 太陽能人型驅鳥器應用於水稻臺東30和33號之試區位置圖

Fig. 12. The location map in Taitung DARES for setting a Solar Type Birds-Expelling Robot with TT30 and TT33 rice varieties.

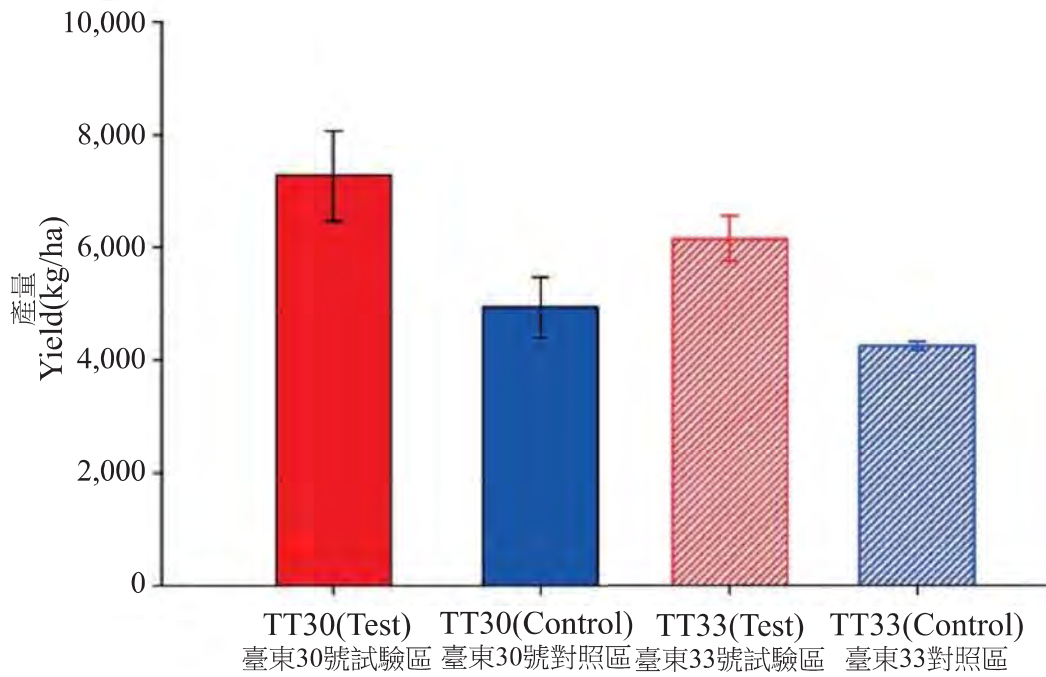


圖13. 臺東30和33號水稻田區對照區和試驗區每公頃產量比較

Fig. 13. The comparison of rice yield with/without Solar Type Birds- Expelling Robot in TT30 and TT33 rice field.

在栽培臺梗9號之有機水稻田進行試驗(圖14)，坪割調查每公頃產量比較(圖15)，結果顯示對照區產量為試驗區的70%，而有機水稻田驅鳥試驗區每公頃產量為5,098公斤，較慣行水稻臺東33號的6,147公斤和臺東30號的7,272公斤產量低。

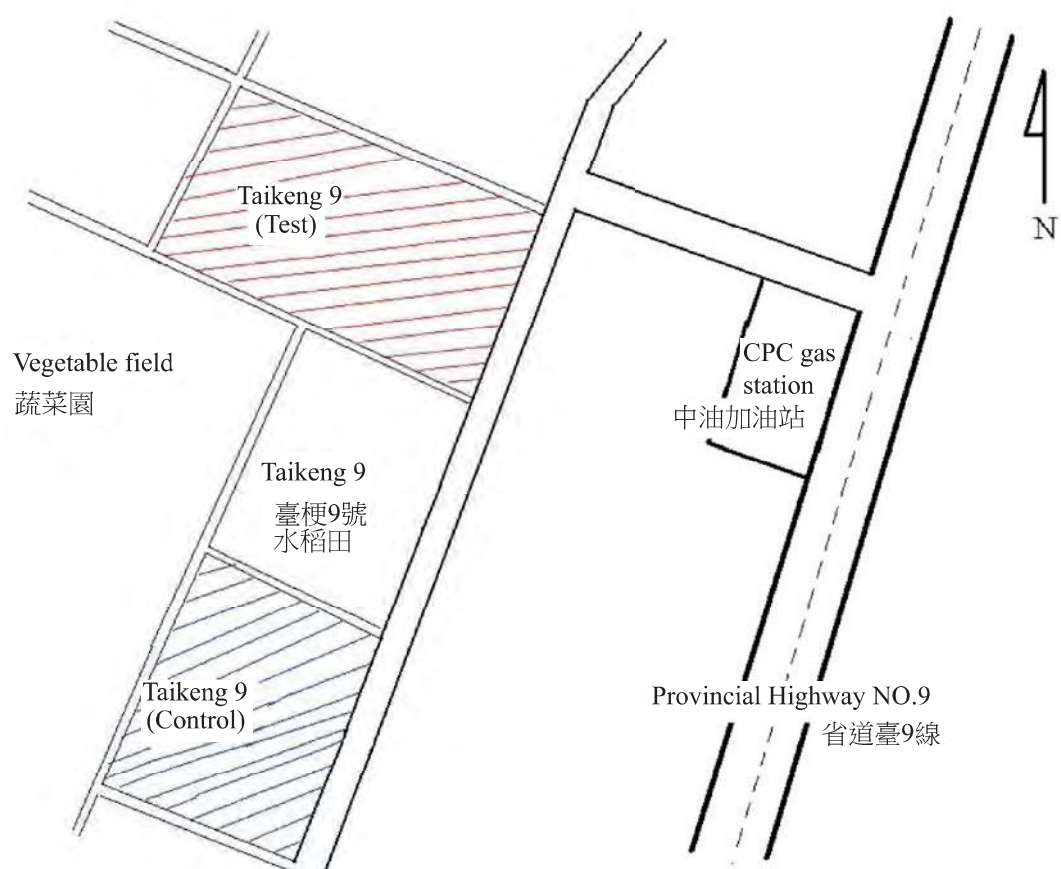


圖14. 太陽能人型驅鳥器用於臺梗9號水稻田之試區位置圖

Fig. 14. The location map for setting Solar Type Birds-Expelling Robot with Taikeng 9 rice.

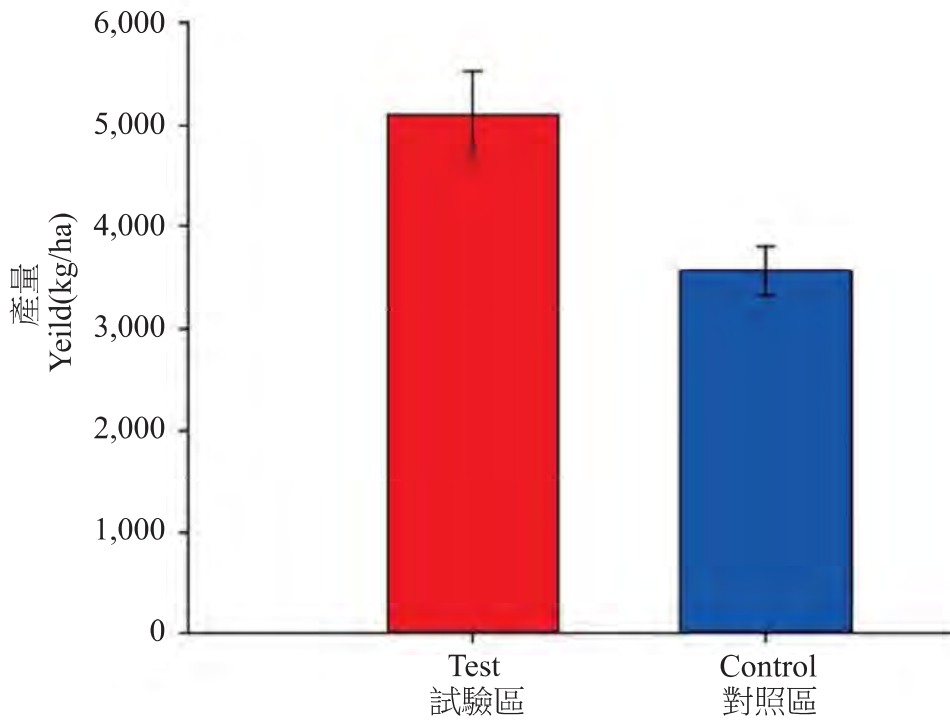


圖15. 臺梗9號有機水稻驅鳥試驗產量比較

Fig. 15. The comparison of Taikeng 9 organic rice yield when setting up Solar Type Birds-Expelling Robot.

## 結 論

從麻雀食量研究顯示，麻雀每日可食佔體重超過50%食物，無論對小米或水稻，收成前一個月的為害期，都會造成嚴重的損失。研製之太陽能人型驅鳥器經多次田間試驗，結果顯示無論是在水稻、小米和番荔枝等栽培作物的鳥害具有抑制效果。在水稻的三處試驗顯示，對照區產量為試驗區的70%，小米和番荔枝在對照組的產量與試驗組達顯著差異，同時對於農民在僱用人工的費用和體能上都能減輕不少負擔。

## 誌 謝

本機型研發蒙102農科-8.2.1-東-E(1)計劃經費補助，農機研究室的黃政龍、陳景文、洪志源和陳一清的協助相關調查，使本研究順利完成，謹此誌謝。

## 參考文獻

1. 王嘉雄、谷口高司。1991。臺灣野鳥圖鑑，47-61。新北市：亞舍圖書有限公司。
2. 方蕙菁。2007。嘉南平原稻作區的鳥類群聚與鳥害探討。碩士論文。嘉義：國立嘉義大學生物資源學所。
3. 何郁青。1999。永續發展農業及野生動物保育-以秀姑巒溪流域雁鴨問題為例。碩士論文。花蓮：國立東華大學。
4. 何健鎔。1988。臺灣田間兩種鳥類危害之觀察。啟農雜誌 58：54-59。
5. 沈明來。2005。試驗設計學，13-66。臺北：九州圖書文物有限公司。
6. 李志文、陳世昌。2012。電子學，26-101。新北市。台科大圖書股份有限公司。
7. 邱祈榮。2001。評量臺灣地區生態永續發展指標-以野鳥族群為例調查計畫。臺北：行政院環境保護署。
8. 洪士程。2003。植物保護圖鑑系列8-水稻保護，200-204。臺北：行政院農委會動植物防疫檢疫局。
9. 徐保雄、林貴春。1993。秀姑巒溪流域生態調查暨雁鴨為害水稻防治技術研究。花蓮區農業改良場研究彙報 9：35-44。
10. 高銘盛。2009。基礎電子學。二版，1-124。臺中：滄海書局。
11. 張澤厚。1995。機械設計。初版，30-51。臺北：財團法人徐氏基金會。
12. 許富雄。2001。鳥類資源的調查方法。特有生物研究3：81-90。
13. 曾祥恩、林學詩。2013。太陽能人型驅鳥器應用於農作物鳥害之研究。行政院農委會臺東區農業改良場102年試驗研究推廣成果研討會專刊。
14. 郭塗註。1996。電工機械(上)。二版，25-212。臺北：大中國圖書公司。
15. 陳振義、王勝、王柏蓉、蘇炳鐸。2009。小米新寵兒 - 臺東8號。豐年 59(20)：34-36。
16. 陳振義、王柏蓉。2011。小米品種(系)選育。行政院農委會臺東區農業改良場100年報：26-30。
17. 顏重威。1998。臺灣的野生鳥類(留鳥)。再版，34-47。臺北：渡假出版社。
18. James, M. R., and V. F. Ramakka. 1979. Estimating bird damage to sorghum and millet in chad. *The Journal of Wildlife Management* 43(2):540-544.
19. O'Connor, R. J., and M. Shrubbs. 1986. *Farming and Birds*. Cambridge University Press, Cambridge, England.

20. Patrick, J. W., S. Tinker, and H. Greenwood. 1982 .Indirect assessment of avian damage to agriculture. *Journal of Applied Ecology* 19:773-782.
21. Wilson, E. A., E. A. Leboeuf , K. M. Weaver, and D.J.Lebance.1989.Delayed seeding for reducing blackbird damage to sprouting rice in southwestern Louisiana. *Wildlife Society Bulletin* 17:165-171.

## Development of a Solar Type Birds-Expelling Robot

Hsinag-En Tseng<sup>1</sup>, Hsueh-Shih Lin<sup>2</sup>

### Abstract

Rice and millet are important crops in Taitung, but usually mass damage occurs before harvest due to birds feed, especially in organic farm. To offer a better way for bird-expelling, we developed a solar type birds-expelling robot. In a human-like appearance, the robot consists of a shaky head that functions to expel birds. The robot uses strengthen wires to pull clickers in a frequency of 24 times per minutes which creates expelling sound of 100-120db. It also employs a timer relay, to reduce bird suitability so as to upgrade its efficiency. The expelling robot equips a solar cell that generates power at daytime and stop automatically in night. Test results in millet and sugar apple fields show that the robot significantly affects the yield when compared to control groups. In rice field trails, result shows rice yield of control group is only 70% of test group. Test result also indicates that the robot device can reduces cost and ease farmers' burden.

**Key words:** Bird-causing crop losses, Bird Repeller, Millet, Rice.

---

<sup>1</sup>Junior Technical Specialist of Taitung DARES,COA.

<sup>2</sup>Director of Taitung DARES,COA.