

## 隨機排程燈光設備應用於防治雁鴨為害水稻秧苗之效果

### **The effect of a lighting device with random schedule on preventing ducks from damaging rice seedlings**

陳炤杰<sup>1,\*</sup> 廖俊傑<sup>1</sup> 蔡哲民<sup>2</sup>

**Chao-Chieh Chen<sup>1,\*</sup>, Chun-Chieh Liao<sup>1</sup> and Jer-Min Tsai<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學系

<sup>2</sup>崑山科技大學資訊傳播系

<sup>1</sup>Department of Biomedical Science and Environmental Biology, Kaohsiung Medical University

<sup>2</sup>Department of Information and Communication, Kun Shan University

\* 通訊作者 e-mail: chen5123@kmu.edu.tw

\*Corresponding author e-mail: chen5123@kmu.edu.tw

## 摘要

在墾丁國家公園龍鑾潭周邊的水稻田中，農民與雁鴨間的衝突時有所聞，雁鴨會在剛插秧的水稻田中覓食，造成秧苗損害。而部分農民則會使用農藥當忌避劑，結果卻造成雁鴨的死亡。本研究測試隨機排程燈光防治設備之驅鳥效果，以期減緩人鴨衝突。我們在恆春鎮龍水里的稻作區（有機與慣行兩區）各選取兩塊水稻田設置燈光防治設備，並針對試驗組及對照組（鄰近）水稻田進行雁鴨為害調查。本研究共調查89塊水稻田（有機區：40塊、慣行區：49塊），調查時間集中在2019年1月份，每3天記錄一次各水田內的雁鴨腳印及秧苗危害量。最後再檢測有機與慣行稻作區間以及試驗組與對照組水田間是否有顯著差異。結果顯示有機區水田受到雁鴨為害的程度顯著高於慣行區水田，而試驗組水田秧苗危害程度則顯著低於對照組水田，但僅出現在有機區。此外，我們也發現有機區水田的雁鴨腳印量與該水田離最近馬路的直線距離呈顯著正相關，顯示距離馬路越遠的水田，越容易遭雁鴨侵入，可見路燈或是夜間行進中的車輛(燈光、聲音)也可能具有驅趕雁鴨的效果。本研究所使用之燈光防治設備能有效降低一半以上的秧苗損害，值得進一步改良及開發，對於改善龍鑾潭周邊及花東地區人鴨衝突的現象應會有莫大的助益。

**關鍵詞：**雁鴨為害、水稻田、防治設備、墾丁國家公園

## Abstract

Wild ducks often intrude paddy fields near Lung-Luan Lake of Kenting National Park and cause damages to rice seedlings. Some farmers apply pesticides as a repellent to keep ducks away but consequently poison the ducks. We tested the effect of a lighting device with random schedule on preventing ducks from entering the paddy fields. We chose two paddy fields from both conventional (n=49) and organic plots (n=40) in Long Shui Village and set up the lighting devices. We surveyed the experimental paddy fields and their surrounding (control) fields every three days periodically in January, 2019. We recorded coverage of duck footprints and the extent of damage on rice seedlings in all paddy fields. Chi-squared tests showed that significantly more duck footprints and rice seedling damage were found in the organic plot than in the conventional plot. Split-plot ANOVA revealed that experimental fields had significantly less rice seedling damage than controlled ones, but this only occurred in the organic plot. In addition, the extent of duck footprints in paddy fields in the organic plot significantly correlated with the distance from the nearest road. This indicated that street lights or passing traffics at night had strong impact on

the activity of wild ducks. In conclusion, the lighting device could reduce more than half of the damage on rice seedlings caused by wild ducks, and thus it was proved to be promising to alleviate the conflict between farmers and wild ducks, especially in paddy fields surrounding Lung-Luan Lake and in Hualien and Taitung counties.

**Key words:** duck damage, paddy field, preventing device, Kenting National Park

收件日期：2019年11月25日

接受日期：2020年03月16日

Received: November 25, 2019

Accepted: March 16, 2020

## 緒言

稻米是人類社會最重要的糧食作物之一，全世界約有114個國家種植稻米，且90%集中在亞洲地區(Lawler 2001, Van Nguyen and Ferrero 2006)。然而，隨著人口的增加，全世界水稻田的面積也持續增長，與野生動物(無脊椎動物、嚙齒動物、鳥類)的衝突隨之增加(Oerke 2006, Pernollet *et al.* 2015)。在鳥類危害稻作的議題中，則以雁鴨對水稻田的影響最常被探討與研究(De Grazio 1978, Katondo 1996, Hohman *et al.* 1996)。雁鴨除了會直接取食秧苗及稻穀之外，也會因棲息或活動而造成秧苗的損壞(De Grazio 1978, Katondo 1996)。

擁有廣大水稻種植面積的臺灣，過去有關雁鴨造成農損的研究大多來自於花蓮及台東地區的秀姑巒溪及花蓮溪流流域周邊(徐保雄及林貴春 1993, 劉小如等 2012)，該區域為害水稻田的雁鴨種類以花嘴鴨

(*Anas poecilorhyncha*)及小水鴨(*Anas crecca*)為主，而為害的時間都集中在夜間至翌日清晨(徐保雄 1994)。雁鴨在插秧初期的為害方式包括直接啄食秧苗根部稻粒及踐踏苗株，而在黃熟期時，也會啄食稻穗及因踐踏而造成稻穀脫粒(徐保雄及林貴春 1993)。

恆春地區的水稻種植面積雖然沒有花、東地區廣闊，但在龍鑾潭周邊的水稻田中，農民與雁鴨間的衝突仍時有所聞，且偶有雁鴨被毒死的事件發生(程建中等 2013, 中央社 2018)。恆春鎮龍水里的插秧期大約從12月底到翌年1月底間，而剛插秧的水稻田對雁鴨來說無疑是最佳的覓食場所。程建中等(2013)發現龍鑾潭地區的雁鴨(亦為花嘴鴨及小水鴨)會在夜間進入剛插秧的水稻田覓食，並對秧苗造成危害，持續約5-6週。有機稻作區秧苗實際受損的比例約3-9%，慣行農法稻作區則因使用農藥進行防治，受損比例不到0.5%。然而，慣行

稻作區使用農藥防治也導致雁鴨中毒死亡，因此水稻田雖是雁鴨喜愛的覓食之處，卻也是雁鴨族群的殞落之地。

徐保雄(1994)曾在頻受雁鴨為害的花蓮地區測試不同的驅離方式，包括防鳥彩帶、音爆驅鳥器及閃光警示驅鳥器，並指出這三者對雁鴨都具有驅離效果，但若同一種方法持續使用10至15天，效果就會越來越差。不過，針對主要在夜晚侵入水稻田的雁鴨來說，閃光警示驅鳥器的防治效果最佳(徐保雄 1994)。因此，本研究便針對燈光防治設備做研發及改良，使用隨機排程控制器來觸發照明設備以降低雁鴨對防治設備的適應性，並測試其驅離效果。此燈光防治設備若能有效降低雁鴨對秧苗的危害程度，未來應可進一步改良及推廣，以減輕部分水稻田區的人鴨衝突。

## 材料與方法

### 一、研究樣區

本研究在2018年12月至2019年1月間於恆春鎮龍水里之水稻田區進行燈光防治設備試驗。此區域的水稻田可分為有機與慣行稻作區，有機稻作區位於赤崁路的西側，靠近龍水里聚落，而慣行稻作區則介於赤崁路與龍鑾潭出水大排之間(圖1)。兩區之差異在於慣行稻作區仍採用農藥、殺草劑及化肥等傳統水稻耕作法，而有機稻作區則改用有機肥料，不用農藥及殺草劑，為當地農會輔導且驗證合格之有機米生產區。

本研究在2018年12月先進行農地勘查、農民訪談及設立試驗樣區，並於

2019年1月開始進行水稻田雁鴨為害評估及測試燈光防治設備。樣區涵蓋89塊水稻田(包括4塊試驗田)，其中有機稻作區40塊，慣行稻作區為49塊，面積共約11.9公頃。

### 二、試驗流程

我們在1月8-9日在慣行及有機稻作區各選取兩塊水稻田放置燈光防治設備(圖1)。每組燈光防治設備包括100 LM/W的LED探照燈(EXPC X-LIGHTING)、隨機排程控制器、汽車電瓶(12伏特直流電源)及電壓轉換器。

試驗期間，燈光防治設備於每天傍晚18:00啟動，並於隔天清晨6:00停止運作。運作期間採用隨機排程通電，每次通電間隔在5-15 min之間，亮燈時間則是15-30 sec(圖2)，兩段時間長度皆由隨機程式控制。隨機排程可藉由智慧型手機App及藍芽控制器進行調整。雁鴨為害調查從2019年1月9日至30日，每3天進行一次雁鴨腳印及秧苗危害記錄。因兩稻作區之插秧時間不同，慣行稻作區調查了8次，而有機稻作區則調查6次。

本研究用來評估雁鴨為害程度的指標包括2個變項，分別為(一)、雁鴨腳印量及(二)、秧苗危害量(程建中等 2013)。調查時調查員以每塊水田中的雁鴨腳印及秧苗危害量佔該水稻田面積的比例來進行評估記錄。(一)、雁鴨腳印量等級：0%、<10%、10-40%、>40%；(二)、秧苗危害量之級距則為：0%、<1%、1-5%、5-15%、15-25%、>25%。此外，我們也使用Google Maps及QGIS地理資訊系統軟體計算每一塊

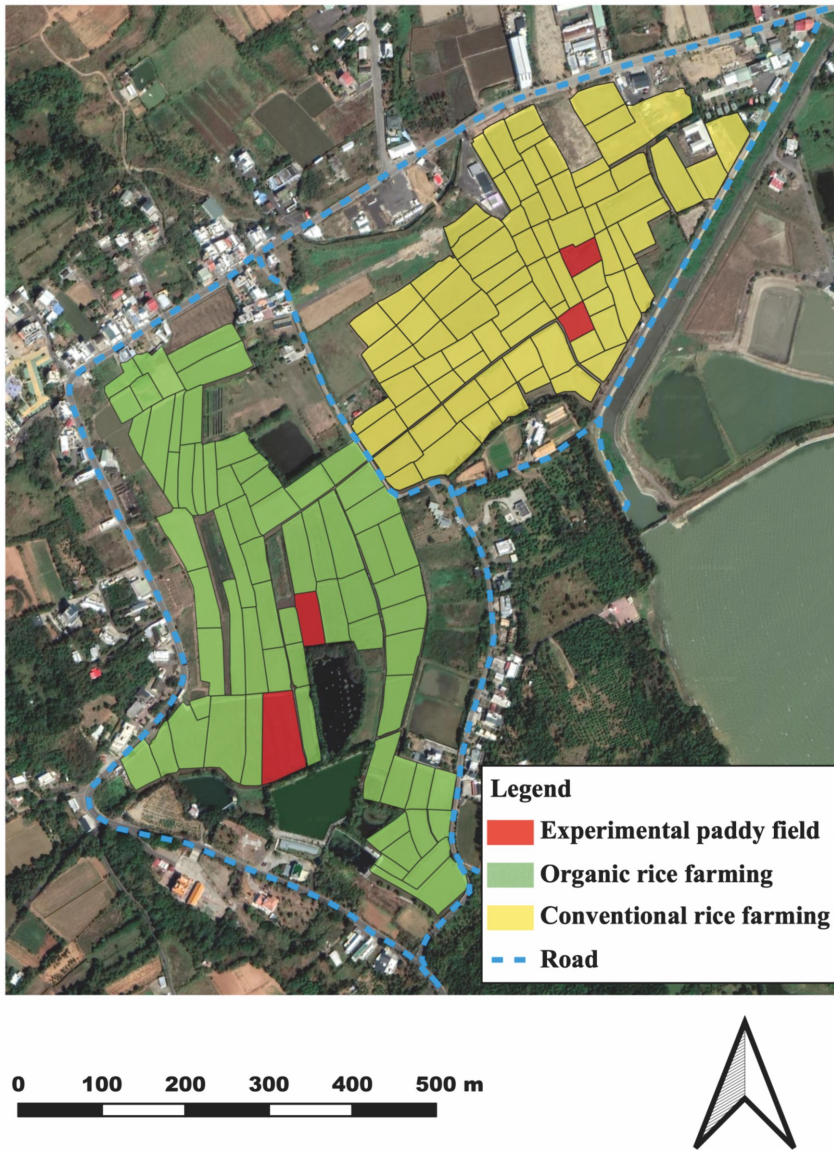


圖1. 龍水里雁鴨為害防治研究樣區圖，綠色為有機稻作區，黃色為慣行稻作區，兩者位於不同區塊，紅色則為架設燈光防治設備之水田。

**Fig. 1.** Study plots of paddy fields on duck damage management in Long Shui Village. The organic plot (green fields) and conventional plot (yellow ones) were at different locations in the village, and red (experimental) fields were equipped with lighting devices.

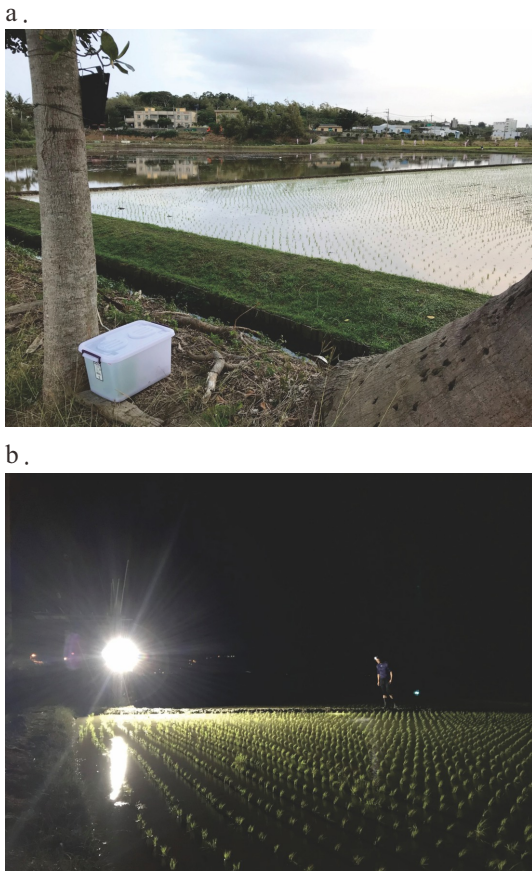


圖2. 燈光防治設備(a)架設方式及(b)夜晚運作之情形。

Fig. 2. Paddy fields with lighting devices setup (a) and operating at night (b).

水稻田的面積、周長及各水稻田中心點至馬路之最短距離。

雁鴨為害資料的收集主要由同一位調查員進行估算，另一位調查員輔助，且在評估調查前兩位調查員已先建立現地估算之統一標準及做充分討論，盡可能降低不同人員間的估算誤差。實地估算方式為沿

著水稻田的田埂走一圈，並仔細查看田埂周邊距離約5 m範圍內是否有鴨腳印及秧苗為害情形，若該片水稻田面積較大則用雙筒望遠鏡輔助，最後再以整塊水田面積來估算鴨腳印及秧苗危害之比例及等級。調查期間正值恆春地區颳落山風的季節，隨著落山風的吹拂，攪動稻田中的水與泥巴，間隔3天後水田中的鴨腳印常會變模糊。因此調查員能藉由鴨腳印的清晰程度、泥沙覆蓋度來判斷是新的或是舊的腳印，可大幅降低重複計算的可能性。

### 三、資料分析

我們以卡方同質性檢定(Chi-squared test)分別測試兩稻作區(有機/慣行)中不同雁鴨腳印及秧苗危害級別之水稻田數目是否具有顯著差異。防治設備試驗結果則採裂區設計(Split-plot design)進行分析，我們將兩稻作區(有機/慣行)視為主樣區(Main plot)，而試驗田(有照明)與鄰近水田(無照明)視為次樣區(Subplot)。不同日期的調查記錄則視為重複測量(Repeated measures)，慣行田區第7-8次調查因數量不多予以刪除，以保持與有機田區相同之樣本數。我們將日期當區集(Block)看待，檢測不同稻作區、有無照明以及此兩因子之交互作用是否會對雁鴨腳印及秧苗危害比例造成影響；並以LSMEANS (最小平方均值)進行交互作用邊際均值的比較，統計分析以SAS 9.4軟體進行分析。此外，我們也將有機稻作區各水稻田6週的平均雁鴨腳印量與該水田與最近馬路的最短距離做一迴歸分析，以判定兩者是否具有顯著相關。

## 結果

### 一、不同稻作區秧苗受雁鴨為害之差異

本研究調查之水稻田共89塊（有機田區：40塊、慣行田區：49塊）。慣行田區8次的記錄中，49塊水稻田中有37塊（75.5%）發現有雁鴨腳印，且有29塊（59.2%）的秧苗受到危害；有機田區6次的記錄中，40塊水稻田中則有38塊（95%）有雁鴨腳印及危害紀錄。卡方檢定發現雁鴨腳印的出現比例級別與樣區間具有顯著差異( $\chi^2 = 10.69, P < 0.05$ ；圖3)。秧苗危害上，慣行田區有20塊水稻田（40.8%）沒有受到任何危

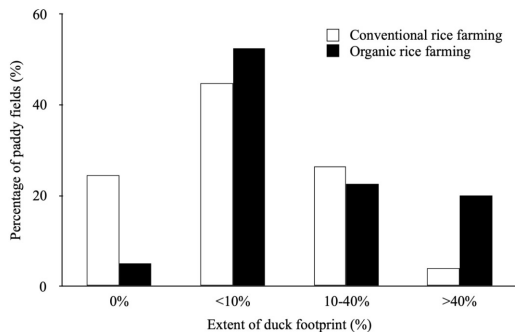


圖3. 恆春鎮龍水里慣行區(n=49)與有機區(n=40)水稻田雁鴨腳印等級比較， $\chi^2 = 10.69, P < 0.05$ 。

Fig. 3. Comparison of extent of duck footprints in paddy fields between conventional (n=49) and organic (n=40) plots in Long Shui Village. The  $\chi^2$  statistic was 10.69 and  $P < 0.05$ .

害；有機田區則僅有1塊水稻田（2.5%）沒有受到危害。卡方檢定發現兩樣區間秧苗危害程度具顯著差異( $\chi^2 = 19.43, P < 0.001$ ；圖4)。上述結果顯示有機田區受到雁鴨侵入及為害的程度均顯著高於慣行田區。

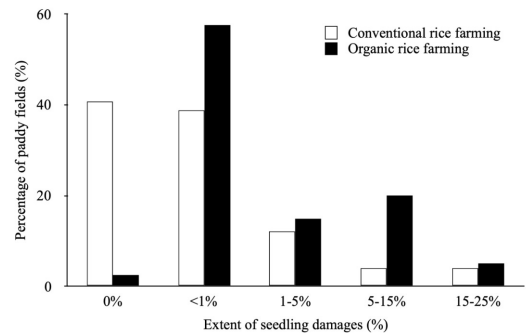


圖4. 恆春鎮龍水里慣行區(n=49)與有機區(n=40)水稻田秧苗危害等級比較，有機區有一塊水稻田是受紅冠水雞 (*Gallinula chloropus*) 為害。卡方值 ( $\chi^2 = 19.43, P < 0.001$ ) 為合併最高兩項(5-15%, 15-25%)後之結果。

Fig. 4. Comparison of extent of seedling damage in paddy fields between the conventional (n=49) and organic (n=40) plots in Long Shui Village. One damaged paddy field in the organic plot was mainly caused by Eurasian Moorhen (*Gallinula chloropus*). The highest two classes were incorporated due to small sample size, and the resulting  $\chi^2$  was 19.43 with  $P < 0.001$ .

表1. 2019年龍水里不同稻作區(Plot)及燈光處理(Treatment)對各水田雁鴨腳印量之影響

**Table 1.** ANOVA table of split-plot design analysis on duck footprints in paddy fields of different treatments in Long Shui Village, 2019

	SS	DF	MS	<i>F</i>	<i>P</i>
Block	516.85	5	103.37	2.03	0.099
Plot	875.52	1	875.52	9.21	0.029
Error 1	475.35	5	95.07		
Treatment	54.19	1	54.19	1.06	0.310
Plot*Treatment	4.69	1	4.69	0.09	0.764
Error 2	1732.38	34	50.95		
Total	3658.98	47			

表2. 2019年龍水里不同稻作區(Plot)及燈光處理(Treatment)對各水田秧苗受雁鴨為害程度之影響

**Table 2.** ANOVA table of split-plot design analysis on seedling damages by ducks in paddy fields of different treatments in Long Shui Village, 2019

	SS	DF	MS	<i>F</i>	<i>P</i>
Block	18.00	5	3.60	5.03	0.002
Plot	19.06	1	19.06	5.03	0.075
Error 1	18.95	5	3.79		
Treatment	6.42	1	6.42	8.96	0.005
Plot*Treatment	4.85	1	4.85	6.77	0.014
Error 2	24.35	34	0.87		
Total	88.46	47			

二、隨機排程燈光設備對雁鴨之防治效果

我們若將試驗田與其鄰近水田的資料做一比較，並將6次的調查(不同日期)當重複測量來看，Split-plot ANOVA的結果顯示稻作區(有機、慣行)之效應對雁鴨腳印量具顯著影響( $F = 9.21, P < 0.05$ ；表1)，然而對有無燈光防治處理則無顯著差異( $F = 1.06, P = 0.31$ ；表1)。因此，若僅就各水田內雁鴨腳印的多寡來看，稻作區差異的影響遠大於有無燈光防治處理之影響。若就秧苗危害比例來看，稻作區(有機、慣行)之效應並

未達顯著水準( $F = 5.03, P = 0.075$ ；表2)，然而有無燈光防治處理則具顯著差異( $F = 8.96, P = 0.005$ ；表2)；而稻作區與燈光防治處理之交互作用也達顯著水準( $F = 6.77, P = 0.014$ ；表2)。我們進一步用LSMEANS將涉及交互作用的四組平均值做一比較(圖5-6)，發現慣行區實驗組與對照組水田之秧苗危害率並無顯著差異，但有機區實驗組水田之秧苗危害率則較對照組水田顯著下降(約剩1/3；圖6)，顯示本研究使用的燈光防治設備具有一定的防治效果。

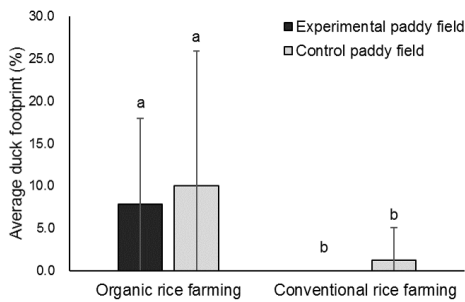


圖5. 慣行區與有機區之試驗田與鄰近水稻田的平均雁鴨腳印(%)差異，不同英文字母(a,b)代表具有顯著差異，由左至右樣本數依序為12、60、16、104。

Fig. 5. Extent of duck footprints between experimental and control paddy fields in the two plots. Different letters represent significant difference in duck footprints among the four means. Sample sizes were 12, 60, 16 and 104 in the order of left to right.

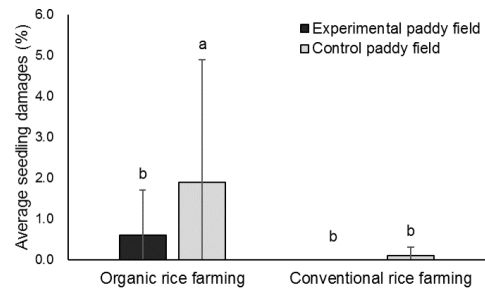


圖6. 慣行區與有機區之試驗田與鄰近水稻田的平均秧苗危害(%)差異，不同英文字母(a,b)代表具有顯著差異，由左至右樣本數依序為12、60、16、104。

Fig. 6. Extent of seedling damage between experimental and control paddy fields in the two plots. Different letters represent significant difference in seedling damage among the four means. Sample sizes were 12, 60, 16, and 104 in the order of left to right.

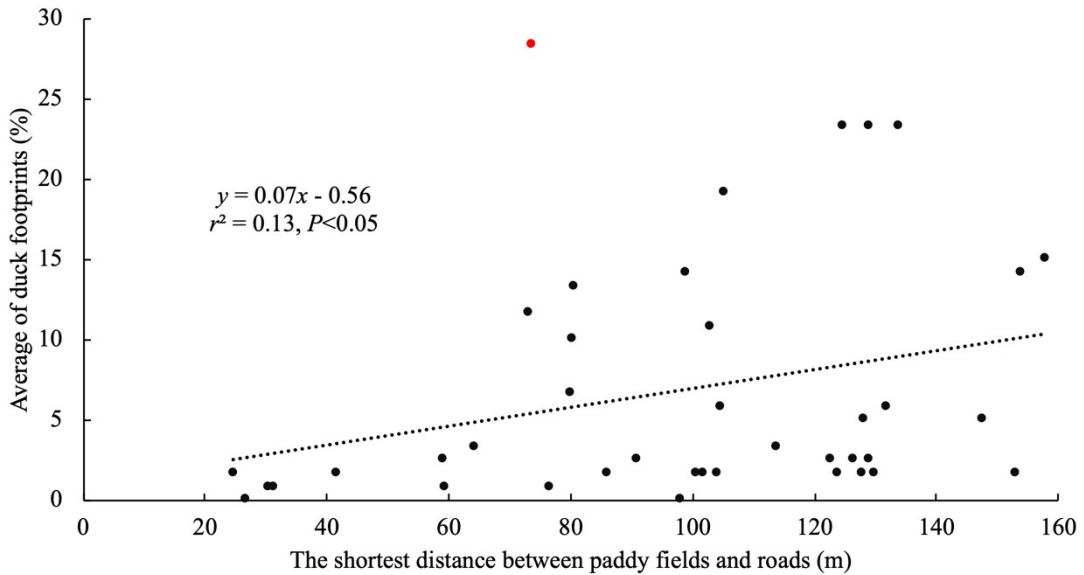


圖7. 有機區各水田平均鴨腳印量(6次記錄)與該水田與道路最近距離的關係。紅(最高)點為離群值，未納入分析。

**Fig. 7.** Average amount of duck footprints (from 6 surveys) in paddy fields in organic plot positively correlated with the distance from the nearest road. The data with red was an outlier and was not included in the analysis.

另外，本研究也發現有機稻作區各水稻田的雁鴨腳印量與該水田與最近馬路的最短距離呈顯著正相關( $y = 0.42x - 3.33, r^2 = 0.13, P < 0.05$ ; 圖7)，意即距離馬路越遠的水稻田，越有可能被雁鴨侵入。

## 討論

研究結果顯示有設置燈光防治設備的試驗組水田鴨腳印量雖較對照組水田減少一些，但並未達顯著差異(圖5)，不過在有

機區內，試驗田的秧苗危害率下降到只有對照組的1/3，且達顯著差異。此結果顯示此照明設備雖無法明顯阻擋雁鴨侵入，但確實可降低侵入後的為害。在試驗田中，實際上每次亮燈時間僅15-30 sec，且間隔5-15 min才亮一次燈，所以整個夜晚有燈光照射的時間其實僅占3.75%，多數時間還是處於漆黑狀態，對於防止雁鴨侵入的效果有限，也導致試驗田與對照組水田間雁鴨腳印量並無顯著差異。不過若燈光一旦亮起，雁鴨就會被嚇走，那麼試驗田被雁鴨

為害的時間平均來說應該會小於10 min。反觀對照組水田，因無燈光驅趕，雁鴨為害的時間應該遠超過10 min，結果也顯示其秧苗危害量是試驗田的3倍，兩者達顯著差異。

有機田區受到雁鴨侵入及為害的程度均明顯高於慣行田區，此結果與2013年的調查一致(陳炤杰等 2020)。兩區除了種植水稻的農法不同之外，慣行田區大多以農藥當忌避劑防治雁鴨，但有機田區則以物理防治為主，結果秧苗危害情形也顯著不同。雖然此研究並未針對兩區之防治方法進行比較，但在秧苗剛種下的幾週內，兩區操作上最大的差別就是防治方法上的不同。2013年曾在慣行田區裡租了一片水田(共12塊，1.2甲)，並請農民依有機農法耕種，結果其受雁鴨為害程度也是顯著高於比鄰的慣行區水田。足見秧苗受雁鴨為害不是地點的問題，而是操作農法及防治方法之不同所致(陳炤杰等 2020)。

無論是在慣行田區或有機田區，農民為了驅趕雁鴨或多或少都會採用物理性防治措施：如稻草人、旗幟、警示燈、炮台及音響廣播等，此外農民也會在晚飯後出來巡田趕鴨子。根據農民的使用經驗，稻草人及旗幟對於雁鴨的防治效果欠佳，音響廣播及閃光警示燈初期可防治雁鴨進入水田，但等雁鴨逐漸習慣之後，效果便大打折扣。炮台雖具威嚇作用，但花費相對較高，若遇上東北季風強盛時，用於點燃鞭炮的香燒得快，鞭炮很快就會被用盡，作用時間也大幅縮短。此外，花蓮農業改良場曾測試音爆驅鳥器，係利用液化瓦斯加壓產生爆炸聲，音量在80-120分貝間，

每隔15-20 min發聲一次，可持續使用10-15天，效果良好(徐保雄1994，徐保雄及林貴春1993，Cummings 2016)。但龍水里水稻田多數在聚落附近，並不適合採用。國外的防治經驗建議最好不要只依賴一種防治設備，並且在時間及空間上要常做更換，效果較好(Dolbeer et al. 1994)，Linz et al. (2011)也建議農民每2-3天要移動防治設備以延續其效果。可見防治設備之所以有效，在於能出其不意並讓雁鴨警覺到人的存在，才能產生威嚇效果。本研究所使用之隨機排程燈光設備就是利用此原理達到防治效果。

從資料分析中，我們也發現有機區水田中的雁鴨腳印量與該水田離最近馬路的距離呈顯著正相關，也就是說離馬路越遠的水稻田，雁鴨越容易侵入。推測警戒性極高的雁鴨會偏好在人為干擾程度較低的水稻田中活動。而馬路邊的水田，因有路燈照射到以及較常受到經過車輛的燈光及噪音干擾，因此比較沒有雁鴨侵入利用。所以，未來在擬定相關防治對策時，建議以村里稻作區為單位，優先針對距離馬路較遠的水稻田設置防治設備，如此不僅可以減少購買防治設備的成本，也能充分發揮防治設備的效果。

本研究組合之燈光防治設備(不含電費)約3千多元，其中排程控制器約1,000元，照明設備2,100元。若秧苗補植花費1分地以1,000元計算，那麼3分地的水田設置一套燈光防治設備，連續使用2年以上即能為農民節省荷包。本研究使用汽車電瓶(12伏特直流電源)來供給電源，一顆蓄滿電的電瓶僅能維持一組燈光防治設備2夜的電能，

未來若可以設置持續性的電源，可再降低人力及成本。

隨著全球自然濕地面積的大量消失 (Finlayson and Davidson 1999)，許多人工濕地(例如：水稻田)也逐漸成為野生動物的重要棲息環境(Czech and Parsons 2002, Toral and Figuerola 2010)。本研究利用燈光防治設備驅趕在夜晚進入水稻田覓食活動的雁鴨，一方面可減輕秧苗受為害程度，另一方面也能降低雁鴨因誤食農藥而死亡的危機，預期能紓解雁鴨與農民之間的衝突。然而，對於座落在國家公園周遭的水稻田，更積極的作法應是輔導農民從事有機米耕種，營造友善的雁鴨生存環境，但配套措施則是要想辦法補償農民受雁鴨為害的損失以及補助購買有效的防治設備。

## 建議

- 一、為了降低人鴨衝突，農政單位應設法補償農民秧苗損失，提供農民非致命性且有效的防治方法，以減少鴨害並降低雁鴨遭毒害之事件發生。
- 二、未來可嘗試縮短燈光防治設備亮燈間隔時間，如從5-15 min，調降至2-5 min，如此可縮短驅趕時間間隔，應該會更有效率。
- 三、此燈光防治設備亦可加裝噪音效果，在亮燈時同時啟動音效，對於驅趕雁鴨應該會更具威嚇作用。但須注意不可設置在住家附近的水田中，以免影響睡眠。

## 謝誌

本論文為內政部城鄉發展分署及墾丁國家公園管理處委託高雄醫學大學執行的計畫案「107-108年度龍鑾潭及南仁湖兩處重要濕地（國家級）鳥類調查監測計畫」（計畫編號：486-107-02-493）之部分成果。特別感謝墾丁國家公園保育課課長及諸位課員的大力支持與協助，以及吳禎祺在秧苗危害調查上之指導及幫忙。感謝龍水里林順和總幹事及王永諒先生提供水稻田供實驗之用。也感謝編輯及審查委員寶貴的意見，使本文更趨完善。

## 引用文獻

- 中央社。2018。墾丁龍鑾潭3隻白額雁驗出農藥。<https://www.cna.com.tw/news/alog/201811260231.aspx>. Accessed 6 September 2019.
- 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。
- 徐保雄。1994。水稻，雁鴨為害防治技術。花蓮區農技報導 24:1-3。
- 陳炤杰、吳禎祺、劉姿岑。2020。龍鑾潭周邊雁鴨為害水田秧苗情形。台灣生物多樣性研究 22(2): 69-82。
- 陳炤杰、蔡哲民、廖俊傑、吳禎祺。2019。107-108年度龍鑾潭及南仁湖兩處重要濕地（國家級）鳥類調查監測計畫。墾丁國家公園管理處。
- 程建中、陳炤杰、郭耀綸、賴宜鈴、黃大駿、張珩、傅耀賢、蔡哲民、沈英謀、王建仁、陳淵琮。2013。102年度

- 墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖國家重要濕地生態調查及棲地維護計畫。墾丁國家公園管理處。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2012。台灣鳥類誌，第二版，上冊。林務局，663頁。
- Cummings, J. 2016. Geese, ducks and coots. Wildlife damage management technical series 4. <http://digitalcommons.unl.edu/nwrcwdmts/4>
- Czech, H. A. and K. C. Parsons. 2002. Agricultural wetlands and waterbirds: a review. *Waterbirds* 25: 56-65.
- De Grazio, J. W. 1978. World bird damage problems. pp. 9-24. *In*: W. E. Howard, (ed.). Proceedings of 8th Vertebrate Pest Conference. Davis, California.
- Dolbeer, R. A., N. R. Holler and D. W. Hawthorne. 1994. Identification and control of wildlife damage. pp. 474-506. *In*: T. A. Bookhout (ed.). Research and management techniques for wildlife and habitat. Fifth ed. The Wildlife Society, Bethesda, Md, USA.
- Finlayson, C. M. and N. C. Davidson. 1999. Summary report. pp. 1-13. *In* C. M. Finlayson and A. G. Spiers.(eds). Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory. Supervising Scientist Report 144/Wetlands International Publication 53. Supervising Scientist, Canberra, Australia.
- Hohman, W. L., T. M. Stark and J. L. Moore. 1996. Food availability and feeding preferences of breeding fulvous whistling-ducks in Louisiana rice fields. *Wilson Bulletin* 108: 137-150.
- Katondo, J. 1996. Ecology of Anatidae and their damage to rice crops at Lower Moshi irrigation scheme, northern Tanzania. *Gibier Faune Sauvage* 13: 737-750.
- Lawler, S. P. 2001. Rice fields as temporary wetlands: a review. *Israel Journal of Zoology* 47: 513-528.
- Linz, O. M., H. J. Homan, S. W. Werner, H. M. Hagy and W. J. Bleier. 2011. Assessment of bird management strategies to protect sunflower. *BioScience* 61: 960-970.
- Oerke, E. C. 2006. Crop losses to pests. *The Journal of Agricultural Science* 144: 31-43.
- Pernollet, C. A., D. Simpson, M. Gauthier-Clerc and M. Guillemain. 2015. Rice and duck, a good combination? Identifying the incentives and triggers for joint rice farming and wild duck conservation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 214: 118-132.
- Toral, G. M. and J. Figuerola. 2010. Unraveling the importance of rice fields for waterbird populations in Europe. *Biodiversity and Conservation* 19:

3459-3469.

Van Nguyen, N. and A. Ferrero. 2006.  
Meeting the challenges of global rice  
production. Paddy Water Environment  
4: 1-9.