

墾丁地區台灣梅花鹿 (*Cervus nippon taiouanus*) 農損分布  
與防治圍欄之評估

**Spatial Distribution of Crop Damage by the Formosan  
Sika Deer (*Cervus nippon taiouanus*) and Evaluation of the  
Deer-Exclusion Fences in Kenting, Taiwan**

梁又仁<sup>1</sup> 林孟媛<sup>2</sup> 裴家騏<sup>2,\*</sup>

**Yu-Jen Liang<sup>1</sup>, Meng-Yuan Lin<sup>2</sup> and Kurtis Jai-Chyi Pei<sup>2,\*</sup>**

<sup>1</sup>國立屏東科技大學生物資源博士班 912屏東縣內埔鄉學府路1號

<sup>2</sup>國立屏東科技大學獸醫學院野生動物保育研究所 912屏東縣內埔鄉學府路1號

<sup>1</sup>Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology,  
Pingtung, Taiwan.

<sup>2</sup>Institute of Wildlife Conservation, College of Veterinary Medicine, National Pingtung University of  
Science and Technology, Pingtung, Taiwan.

\* 通訊作者 e-mail: [kcjpei@mail.npust.edu.tw](mailto:kcjpei@mail.npust.edu.tw)

\*Corresponding author e-mail: [kcjpei@mail.npust.edu.tw](mailto:kcjpei@mail.npust.edu.tw)

## 摘要

鹿科動物造成的農業經濟損失是目前全世界關注的議題之一。台灣梅花鹿 (*Cervus nippon taiouanus*)自1984年於墾丁國家公園復育至今，野外族群數量快速增長並擴散，並已造成部分墾丁地區發生農損。本研究探討墾丁地區梅花鹿造成農損的樣態及分布，並評估適用於台灣梅花鹿的危害防治圍欄設計。本研究共訪問22位農損戶，結果顯示梅花鹿農損的歷史與分布符合梅花鹿族群的成長和擴散歷程。受損的作物以火龍果 (*Hylocereus undatus*)及黑豆 (*Glycine max*)為主。農損有明顯的區域性，絕大多數發生在港口村和永靖村，與梅花鹿主要分布區和作物種植密集區的重疊有關。在評估適用於台灣梅花鹿的危害防治圍欄方面，本研究測試了防治農損的10 cm×10 cm網目菱形網圍欄及電圍欄。結果顯示，在圈養環境下，菱形網圍欄高度150 cm時可完全阻隔梅花鹿，而電圍欄在135 cm高、16條網線時可有效阻卻鹿隻的穿越；然而，田間的電圍欄測試則顯示在90 cm高、3條網線密度時，就會產生阻隔效果，惟恐觀察紀錄不足，暫時建議以120 cm高、13網線的樣式作為田間使用的基準，而當地自然食物資源與造成鹿隻緊迫因子的多寡，也應納入考慮。本研究建議使用菱形網長期防護多年生、全年性、高經濟的作物；而使用電圍欄作為短期性、季節性和大面積的防護措施。最後，也建議盡量區域性設置大面積的圍欄，以降低成本、增加效益。

**關鍵詞：**墾丁國家公園、菱形網圍欄、電圍欄、田間試驗、梅花鹿危害防治

## Abstract

Crop damage caused by deer has been a major concern worldwide. The Formosan sika deer (*Cervus nippon taiouanus*) restoration program was initiated in Kenting National Park, Taiwan, in 1984. Following the rapid growth in number and expansion in distribution of the deer population, crop damages caused by the deer also occurred in parts of the Kenting area. The present study aimed to understand patterns and spatial distribution of crop damage, as well as to evaluate the effectiveness of deer-exclusion fencing for damage control. We interviewed 22 farmers experiencing deer-inflicted crop damage. The results showed that the history and spatial distribution of the crop damage was consistent with the growth and expansion of the deer population. Pitayas (*Hylocereus undatus*) and black beans (*Glycine max*) were the most damaged crops. The majority of the crop damage occurred in a restricted area between Gang-Kou and Yong-Jing villages, where intensive agricultural practices overlapped with an area of concentrated deer population. Regarding the effectiveness of various deer-exclusion fence

designs, results showed that, under captive conditions, a 150cm-high conventional chain-link fence or 135cm-high, 16-strand electric fence both could effectively stop the deer. Our results also demonstrated that a 90cm-high, three-strand electric fence could exclude the deer efficiently in the field. However, due to the short period of observation, we tentatively recommend 120cm-high, 13-strand electric fences for use in the field. When determining the type and height of the fence, the availability of food resources and the level of stress inflicted on the deer should also be taken into account. We also recommend that chain-link fences be used for permanent protection of perennial or year-round growth and high value products; while electric fences be utilized to protect short or seasonal growth products, or in large-area fields. Lastly, we suggest that regional fencing of a large area should be prioritized for cost reduction and optimal beneficial results.

**Key words:** Kenting National Park, chain-link fence, deer damage control, electric fence, field trial

收件日期：2020年03月16日

Received: March 16, 2020

接受日期：2020年06月01日

Accepted: June 01, 2020

## 緒言

台灣梅花鹿 (*Cervus nippon taiouanus*，以下簡稱梅花鹿) 研判於1969年自野外絕跡 (McCullough 1974)，而墾丁國家公園管理處 (以下簡稱墾管處) 於1984年開始進行復育計畫 (McCullough *et al.* 2009)，並先後於社頂 (Che-Ding) 自然公園 (1994、1995、1997年，共13雄、29雌、8仔)、龍鑾潭 (Long-Luan-Tan) 和草潭 (Tsao-Tan) 梅花鹿環教展示區 (2000、2002年，共22雄、37雌)、九棚 (Jiu-Peng) 基地 (2002、2003年，共32雄、33雌、5仔)；白沙彌 (Bai-Sha-Mi)

(2003年，3雄、6雌)、出火 (Chu-Hou) (2003、2009年，16雄、21雌、8仔)，野放了233頭梅花鹿 (資料來源：墾管處)。多年來，野生梅花鹿的族群量快速增加，且族群分布也呈現逐漸擴散的趨勢，目前數量應已超過1,000隻甚至達1,500隻之譜 (裴家騏 2017)。

梅花鹿是典型的邊際物種 (edge species)，偏好使用森林-草地鑲嵌的棲地環境，其食性亦非常廣泛 (Borkowski and Furubayashi 1998, McCullough *et al.* 2009)。雖然鹿隻通常會避開有人類活動的區域 (Putman and Mann 1990)，然而在環境

承載壓力漸增之下，鹿隻便會為了覓食而進入農地 (Lemieux *et al.* 2000)，此情形已經造成墾丁國家公園所在的恆春鎮 (Heng-Chun Town)及滿州鄉 (Man-Jhou County)部分區域農民的損失 (裴家騏 2015)，也使得農損發生地區的農民及當地居民相較來說，更在意梅花鹿復育後隨之而來的危害議題 (Yen *et al.* 2015)，故有積極發展農損防治措施之必要。

一般而言，要採取有效的農損管理，需要先了解農損發生的地點、時間、範圍，以及受損作物的種類與受損樣態 (Lemieux *et al.* 2000)，以做適當的防治資源分配，並採用合適的危害防治方法 (Conover and Decker 1991, Treves *et al.* 2006)。就鹿科動物的危害防治方法而言，有以控制族群數量為目標的狩獵及生育控制 (Kaur and Prabha 2014)，也有以驅避隔離為手段的驅避劑及圍欄等方式。其中，利用圍欄來控制鹿科動物的危害是一項實用的防治方法 (Curtis *et al.* 1994, Cooke and Lakhani 1996, Schmidt and Knight 2000, Peterson *et al.* 2003)，除了直接阻絕、抑制農損發生外，還具有有效期長、非致死性、較不易受天氣條件限制及建構簡便等優點。圍欄的阻絕亦有兩種形式，一種是純物理屏障，即以一般圍欄的設置來阻止動物穿越，另一種電圍欄 (電網)則除了可提供物理屏障外，還可藉由電擊的方式造成動物的心理障礙，並進而避免接近 (Curtis *et al.* 1994)。

近年來墾管處針對梅花鹿危害農作物的問題，採取危害補助的處理方式。自2011年開始在墾丁國家公園境內開放梅花

鹿農損補助申請，除提供肥料補助外，也協助受害農民架設尼龍軟質安全圍網做為防治措施 (內政部營建署 2016)。然而，軟質安全圍網容易導致鹿角或四肢纏繞，實際使用上常有梅花鹿被安全圍網緊纏致無法掙脫而窒息死亡，或因持續掙扎造成體力消耗致死的狀況發生，除造成鹿隻損傷，影響梅花鹿復育成果外，亦可能造成遊客觀感不佳，因此軟質安全圍網的使用有待改善 (裴家騏 2015)。

在台灣，除了早年程中江 (1988)對於社頂梅花鹿復育區的管理用圍籬提供過基本規格外，沒有針對台灣梅花鹿的防治用圍欄的形式進行過探討。另外，梅花鹿野放至今，除王穎 (2010)的報告中，曾提及梅花鹿損害作物的種類與形式外，有關農損的歷史、現況及分布位置等防治關鍵資訊，則尚未有相關研究。因此，本研究除蒐集墾丁地區梅花鹿農損情形外，並針對目前補助軟質安全圍網的成效進行評估，同時也測試坊間容易取得的硬質菱形鐵網圍欄和電圍欄之應用方法，以期在兼顧材料取得便利性及實用性考量下，提高梅花鹿農損防治的效益。

## 材料與方法

### 一、墾丁地區梅花鹿農損現況調查

#### (一) 墾管處補助尼龍軟質安全圍網架設農戶訪談

本研究於2016年8月至2017年7月間，針對受安全圍網補助的農戶進行訪談，以了解墾管處補助安全圍網架設的成效。根據墾管處的紀錄，2011年到2017年間總共受理了28件農地補助安全圍網架設的申請，

另外還有2件 (2013年)提供肥料補助。在28個補助安全圍網架設的農戶中,除了1戶(港口村 (Gang-Kou Village))已經沒有種植作物、1戶 (社頂)是野豬的危害、2戶 (龍水里(Long-Shuei-Li)、草潭各一)種植竹子和蓮霧屬非固定受損作物和2位 (港口村、永靖村(Yong-Jing Village)各一)不願意接受訪談外,我們對其他22 (=78.6%)農損戶均進行了訪談,包括林業試驗所的港口苗圃。受訪者中,位於港口村的農損戶最多,共18戶,另外4戶分別各位於永靖村、社頂自然公園、埔頂 (Pu-Ding)草原及响林村(Xiang-Ling Village)。訪問採開放式問答,內容包括:農損作物與作物面積、作物受損樣態、農損歷史、梅花鹿危害的季節變化、軟質安全圍網的效果、圍網後仍有農損的原因及所採取的因應措施等。

## (二) 墾丁國家公園及周邊地區梅花鹿農損分布位置普查

為了解墾丁國家公園及其周邊地區梅花鹿造成農損的空間分布,本研究進行黑豆 (*Glycine max*)、火龍果 (*Hylocereus undatus*)的農損分布普查。以黑豆、火龍果為標的之原因有三:第一,雖然恆春鎮、滿州鄉的農作物以盤固拉牧草 (*pangola grass, Digitaria decumbens*; 以下簡稱牧草)、洋蔥 (*Allium cepa*)、水稻 (*Oryza sativa*)為大宗,但近年來黑豆、火龍果的種植面積上亦有逐年增加的趨勢 (資料來源:恆春鎮公所與滿州鄉公所資訊網);第二,黑豆、火龍果為相對高經濟價值的作物,農民對於其損害的關注程度較高。舉例來說,在22個受訪的安全圍網補助案例之

中,便有20位為火龍果與黑豆的農戶,占90.9%,此或可歸因於黑豆、火龍果農戶對於作物損害的重視,而黑豆、火龍果遭梅花鹿損害的痕跡易於辨識與舉證,亦是原因之一;第三,黑豆、火龍果農地易於識別,其中黑豆種植集中在乾(冬)季,且種植前必需先以耕耘機整地,故裸露的農地土表易與牧草地分辨,而火龍果則是植栽外觀與種植方式皆迥異於其他作物,這些特徵使得研究人員可在短時間內大面積地標定它們的位置。

這兩種作物農地位置標定的步驟如下:研究人員先對照衛星影像中農業區的位置,將滿州鄉與恆春鎮的農業區劃設成單位為2 km x 2 km的方格,再以空拍機 (型號:Yuneec Typhoon H)依序於各方格以100-200 m的地面高度進行掃描,並在操作螢幕上辨識出火龍果與黑豆農田之後,操作空拍機飛至農田的正上方,拍下具地理標籤資訊的照片。之後再將航拍照片的座標資訊與Google Earth對比,以描繪農地種植範圍(以作物種植區為界),輸出為多邊形kml圖層,再以QGIS計算多邊形的面積。少部分位於禁航區內的農田(例如龍鑾潭附近為核三廠的禁航區),研究人員則以騎乘摩托車方式進行實地調查,並以手持GPS記錄農地座標位置。在取得黑豆與火龍果的農地分布資訊後,對農戶進行訪談,以了解農地有無遭受梅花鹿損害及其概況。

## 二、阻隔台灣梅花鹿之一般圍欄高度與電圍欄樣式試驗

根據台灣本地一般圍欄之使用習慣及市售材料的普及性,本研究的圍欄試驗採

用Goddard *et al.* (2001) 及Palmer *et al.* (1985)所建議的一般圍欄 (conventional deer fencing)及Penn State電圍欄兩種型式，圍網材質則分別選用市面常見10 cm×10 cm網目的菱形鍍鋅鐵網，及Poly tape的尼龍-鋁線複合電網線。本研究經東華大學動物實驗管理小組審查同意 (IACUC編號：105001)，並經墾管處許可 (計畫編號：492-105-01)。

### (三) 試驗地點

本研究在社頂梅花鹿復育園區內面積約0.53 ha的研二區 (21.9641°N, 120.8271°E)內，進行兩種圍欄在控制環境下的試驗，另外，也在港口溪下游南側 (港口村)發生農損的田間 (21.9865°N, 120.8338°E)進行電圍欄的田間試驗。其中，研二區的試驗對象為一群由3隻成年公鹿、6隻成年母鹿和2隻幼鹿所組成之鹿群。區內除自然生長之植物可供鹿隻取食外，也提供牧草任飼，並額外補充精料 (約2公斤/日)等補充性食物。研二區內的試驗場地是利用既有的三面高約1.9 m的復育園區圍籬和一面試驗圍欄所圍起來的一處寬約18 m、長約26 m的長方形試驗場地。非試驗期間，將精料放置在試驗場地內，提供鹿隻無障礙的自由取食。試驗期間則在長端 (26 m寬處)架起試驗用圍欄，將鹿隻阻隔於試驗場地之外，場內繼續放置精料以吸引鹿隻嘗試進入。

在田間試驗方面，本研究於港口溪下游南側一塊有農損紀錄的黑豆農地上，建置了一處寬約18 m、長約45 m的長方形試驗場地。該場地的一側長邊緊鄰樹林，梅花

鹿常由此側進入農地，因此，將長約45 m的電網圍籬沿此側邊界架設，其他三邊均無圍網，並設置顯目地警告標示牌。田間試驗的對象為野生鹿群，該農地附近的鹿群密度很高，約為116.4隻/km<sup>2</sup> (裴家騏等2017)。

### (四) 試驗過程

研二區一般圍欄的試驗期為2016年11月12日至12月21日。菱形鐵網圍欄起始高度為60 cm，以每回合加高30 cm的方式逐步試驗梅花鹿對圍欄的行為反應，直到150 cm高時停止。每個回合僅進行連續24小時的測試，而且在一個回合試驗完成後，間隔7-14天後再進行下一回合之測試，以避免對鹿隻造成緊迫傷害 (Vercauteren *et al.* 2010)。電圍欄試驗期為2017年3月13日至6月11日，除了將菱形鐵網改為poly tape材質之電網外，其他試驗場地條件與試驗流程皆與一般型圍欄試驗相同，惟高度設計不同。

電圍欄以高度90 cm間距45 cm的2條網線作為起始回合，視鹿隻鑽/跳過狀況而在次一回合增加網線，以增加對梅花鹿的阻攔強度。原則上，當鹿隻鑽過2條網線之間時，次一回合即在該鑽過高度的中間增加1條新的網線以縮小間距，如：90 cm高，2條網線時，鹿隻從45 cm到90 cm之間鑽過，下回合則在45-90 cm中間加1條網線。而如果鹿隻跳過圍網，則次一回合就在原本的高度上，再增加1條網線，最終視鹿隻鑽/跳狀況而終止試驗。本試驗總共測試了7種阻攔強度不同的圍欄高度/網線數組合，依次為90 cm (2條網線)、90 cm (3條網線)、

90 cm (5條網線)、90 cm (7條網線)、120 cm (8條網線)、120 cm (13條網線)、135 cm (16條網線)(圖2)，最後在135 cm高、16條網線時結束試驗。電網以Zareba ESP3M-Z型太陽能電牧器供電，輸出電壓為5000V以上，輸出焦耳為0.07 J，其電流量甚低，且以脈衝方式間歇通電，因此動物觸電後僅有少許疼痛及驚嚇效果，有機會可以逃脫，故動物及人類並不會因高電流持續通電而造成生命危險。

田間試驗在2016年11月17日至2017年3月12日期間為未通電狀態，架設樣式為90 cm高、2條間距45 cm的網線，僅記錄鹿隻前來覓食的狀況。於2017年3月13日開始通電。田間電圍欄試驗的調整規則與前述研二區電圍欄試驗相同，在回合中記錄到鹿隻穿越圍欄後，視穿越位置於下回合增加網線密度或高度，直至6月30日因農田主人採收黑豆為止結束測試，此時田間電圍欄試驗的網線組合為90 cm高、7條網線(圖2中A, B樣式)。

#### (五) 行為定義、次數計算與資料分析

所有試驗皆以自動相機作為鹿隻面對圍網反應行為的記錄工具，使用型號有Reconyx XR6、HC500與KeepGuard Kg780等。相機以離地60 cm高水平架設於圍欄旁，拍攝範圍約為距離圍欄2公尺處，並涵蓋全部試驗圍欄。XR6與KG760使用錄影模式，每次感應觸發後錄影10 sec、間隔1秒再錄影10 sec，直到動物離開無感應才停止；HC500僅具近似錄影功能(near video)，惟仍可以平均0.2張/秒無間斷連拍，直到動物離開。以每次梅花鹿進入拍

攝範圍、觸發相機，至離開畫面後停止拍攝的過程為一次完整的拍攝事件(event)，並記錄每次拍攝事件出現的鹿隻數量，並將鹿隻面對圍欄的行為區分如下，分別計算其行為隻次：

1. 穿越行為(Crossing behavior)：本研究所稱之穿越行為包括鹿隻面對圍欄時，所展現之跳躍或鑽越的行為。
2. 跳躍行為(Jump over)：鹿隻展示欲從圍欄最高處跳越圍欄的行為。若完成穿越圍欄的過程，則稱為跳躍成功，若穿越圍欄的過程中止，則稱為嘗試失敗。
3. 鑽越行為(Pass through)：鹿隻展示欲從電圍欄網線間鑽越的行為。若完成穿越圍欄的過程，則稱為鑽越成功，若穿越圍欄的過程中止，則稱為嘗試失敗。
4. 靠近圍欄行為(Close to fence)：鹿隻僅靠近圍欄，但未展示任何穿越的行為。
5. 穿越行為百分比(Crossing behavior %)：梅花鹿面對一般圍欄與電圍欄時，其穿越行為次數占總觀察行為(穿越行為+靠近行為)次數的比例。穿越行為百分比=(跳躍行為次數+鑽越行為次數)/(總觀察行為次數)\*100%。

本研究以Spearman's rank correlation分析梅花鹿穿越行為百分比與一般圍欄高度、電圍欄阻攔強度之相關性。另外以Fisher's exact test分析梅花鹿在圍欄試驗中，各回合穿越成功次數與嘗試失敗次數比例之差異。

## 結果

一、墾丁國家公園及周邊地區梅花鹿農損概況

### (一) 受安全圍網補助農戶農損概況與安全圍網成效

22位墾管處的補助安全圍網架設農損戶中，受危害的作物除了埔頂的牧草及林業試驗所（屬港口村農戶之一）的苗木植栽外，農損戶發生損害的作物以黑豆（13戶）及火龍果（7戶）為主。牧草雖僅1戶通報，然其種植面積大，危害仍造成相當程度之損失（總額約70~100萬；吳先生個人聯絡）。梅花鹿造成的農作物損害形式主要是啃食（22戶），其次為踩踏（6戶）、磨角（1戶）及排泄物汙染（1戶）等損害。在梅花鹿造成的農損歷史方面，社頂（1戶）有10年以上受危害的歷史，時間最久，永靖村（1戶）及埔頂草原（1戶）5年左右，港口村（18戶）約1年至3年左右，而响林村（1戶）則是訪談當年（2017）年才出現危害通報的案例，歷史最短。

黑豆的受損季節為其生長季節（10-2月、2-6月），也是台灣南部的乾季時期（10-4月；資料來源：中央氣象局），在發芽後至收成前，都會受到鹿隻的危害，但在發芽期及生成豆莢後所造成的損失最為嚴重。火龍果則為全年皆會受危害的作物，除夏季的果實盛產期損失程度最高外，在其餘季節梅花鹿也會因啃食火龍果植株的莖部，導致果實生長點被破壞而無法結果。牧草所受之危害主要為排泄物之汙染，會嚴重影響牧草的收購價格，啃食反而是次要之影響。牧草的收成期為7至8月、12至1月及3至4月，在牧草的生長期及收成期都可能受到梅花鹿危害。另外，其他作物種類例如木瓜、香蕉、地瓜葉等，也會遭受梅花鹿的啃食，然而因零星種植，且時常是種植於大面積高經濟作物旁造成的連帶

損害，因此損失相較主要經濟作物而言較輕微。這些其他作物因生產季節各異，以及農民種植習慣，全年都有不定期受損的情形。

在軟質安全圍網架設成效評估方面，除了1位尚未進行圍網之外，其餘的21戶受補助後都在農地架設起軟質安全圍網（大約都是1.5 m高）。其中，有15戶（=71%）在架設後仍有農損發生。而鹿隻在安全圍網架設後的入侵方式，有跳躍越過、鑽圍網縫隙、鑽破損的漏洞，或從無圍網處進入農地。為因應梅花鹿繼續危害的問題，這15戶中有5戶再度申請安全圍網補助、3戶就原本之安全圍網進行補強、2戶採取自圍電網的方式增加防護、4戶僅表示無奈並無其他作為、1戶則表示將由黑豆改種植牧草。需注意的是，上述兩戶改圍電網的農戶都是自行將家用220 V的交流電作為電網（鐵絲線）的通電來源，而非專業動物危害防治設備。

### (二) 墾丁地區梅花鹿農損分布

本研究共收集滿州鄉响林、滿州、永靖、港口以及恆春鎮水蛙窟（Shiu-Wa-Kou）、埔頂、社頂、龍鑾潭共111筆的黑豆、火龍果有種植農地資訊，接近全數調查（圖1A）。黑豆、火龍果的農地位置絕大部分都在永靖村與港口村，且集中於縣道200甲的西南方，及港口溪東北方的帶狀區域內（圖1B），僅有少部分位於响林、滿州、啞狗海（Ya-Gou-Hai）、龍鑾潭與恆春市郊。這些農地中，黑豆農地有51筆，總種植面積為21.32 ha，有農損紀錄的有17筆（33.3%）、面積合計為8.70 ha（40.8%）；火龍果農地有54筆，總種植面積為12.05 ha，

有農損紀錄的有14筆 (25.9%)、面積合計為3.31 ha (25.4%)，有2筆在乾季時才會發生梅花鹿農損。其他種類農地有6筆，分別為龍鑾潭 (2筆，種植蓮霧與竹筍)；社頂 (1筆，種植雜項)；埔頂 (1筆，種植牧草)；水蛙窟 (1筆，種植地瓜等雜項)；港口 (1筆，為林試所港口苗圃)，這些由於作物複雜多樣，故不進行面積計算。

黑豆的農損位置，除1筆位於永靖村南邊外，其餘皆位於港口、永靖兩村的帶狀

種植密集區內，且都在新厝路 (Rd. Xin-Cou)以西、200甲以南區域，新厝路以東的黑豆田則無梅花鹿農損發生紀錄 (圖1)。火龍果農損狀況亦類似，但不同的是，火龍果農損紀錄集中在港口溪下游近出海口段南岸區域，而北岸僅有2筆農損紀錄，且皆發生於乾季。另外，此帶狀種植密集區的西北邊，亦即永靖村周邊，有較大範圍的火龍果農田分布，但僅有2筆農損紀錄位於村落南端靠近白沙彌山處。另外在外圍區

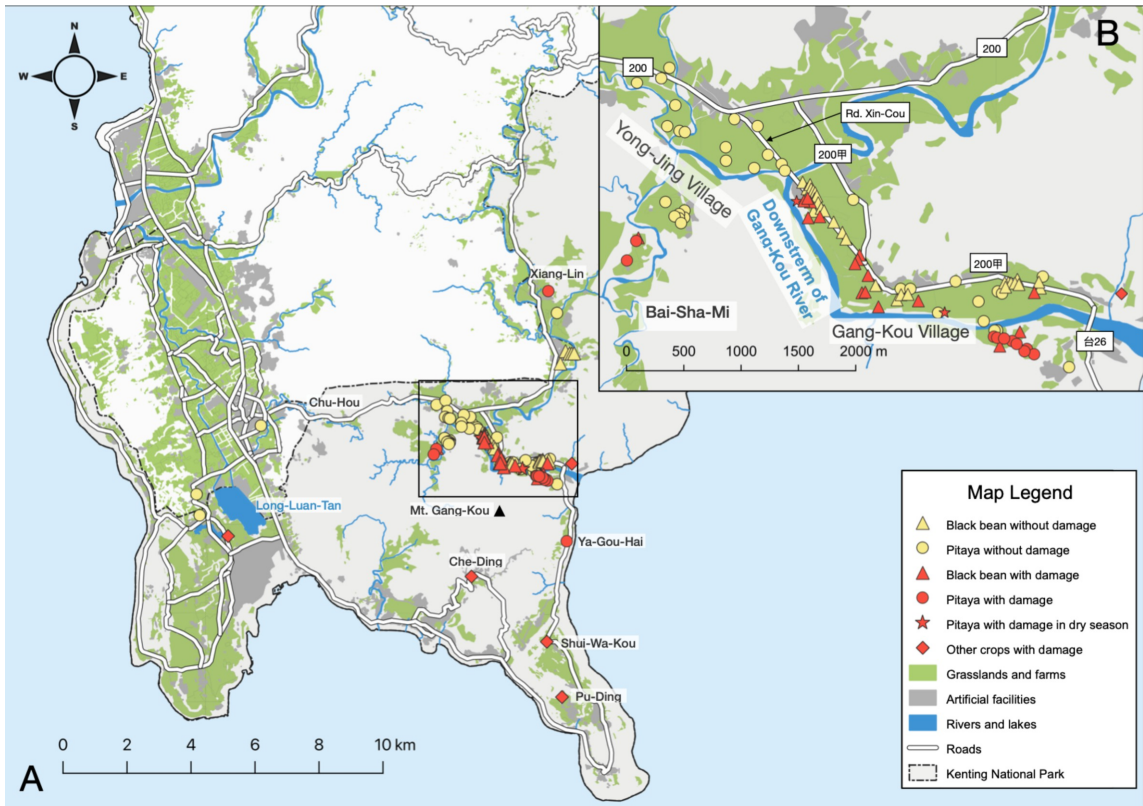


圖1. 墾丁地區梅花鹿農損空間分布圖。

Fig. 1. Spatial distribution of deer crop damage by the sika deer in Kenting.

域，如啞狗海、响林則各有1筆火龍果農損紀錄。而鄰近龍鑾潭周邊的2筆火龍果農地，皆無梅花鹿農損發生。

## 二、阻隔台灣梅花鹿之一般圍欄高度與電圍欄樣式試驗

### (一) 一般圍欄試驗

由於菱形網的網目僅為10 cm，故無論成幼鹿隻皆只能用跳躍方式穿越菱形網圍欄，試驗期間一般圍欄皆無發生鹿隻卡角或纏網的情形。梅花鹿的穿越行為百分比與圍欄高度呈現高度負相關 (Spearman's rank correlation,  $r=-1.000$ ,  $P<0.01$ )，亦即菱形網的高度越高，梅花鹿跳躍行為出現的越少，並且到了150 cm的高度時，雖然仍有相當隻次的鹿隻靠近，但沒有任何鹿隻展示出跳躍的行為 (表1)。至於梅花鹿在不同高度的跳躍成功和穿越失敗的次數比

例，則沒有顯著差異 (Fisher's exact test,  $P=0.101$ )，菱形網圍欄在60 cm、90 cm及120 cm高度時，梅花鹿雖然有嘗試失敗的記錄，但都可跳過 (表1)。本試驗結果顯示影響梅花鹿跳躍意願的一般圍欄高度閾值應介於120 cm和150 cm之間，高於此閾值則梅花鹿跳躍意願大大降低，低於此閾值則對跳躍意願與成功率的影響不大。

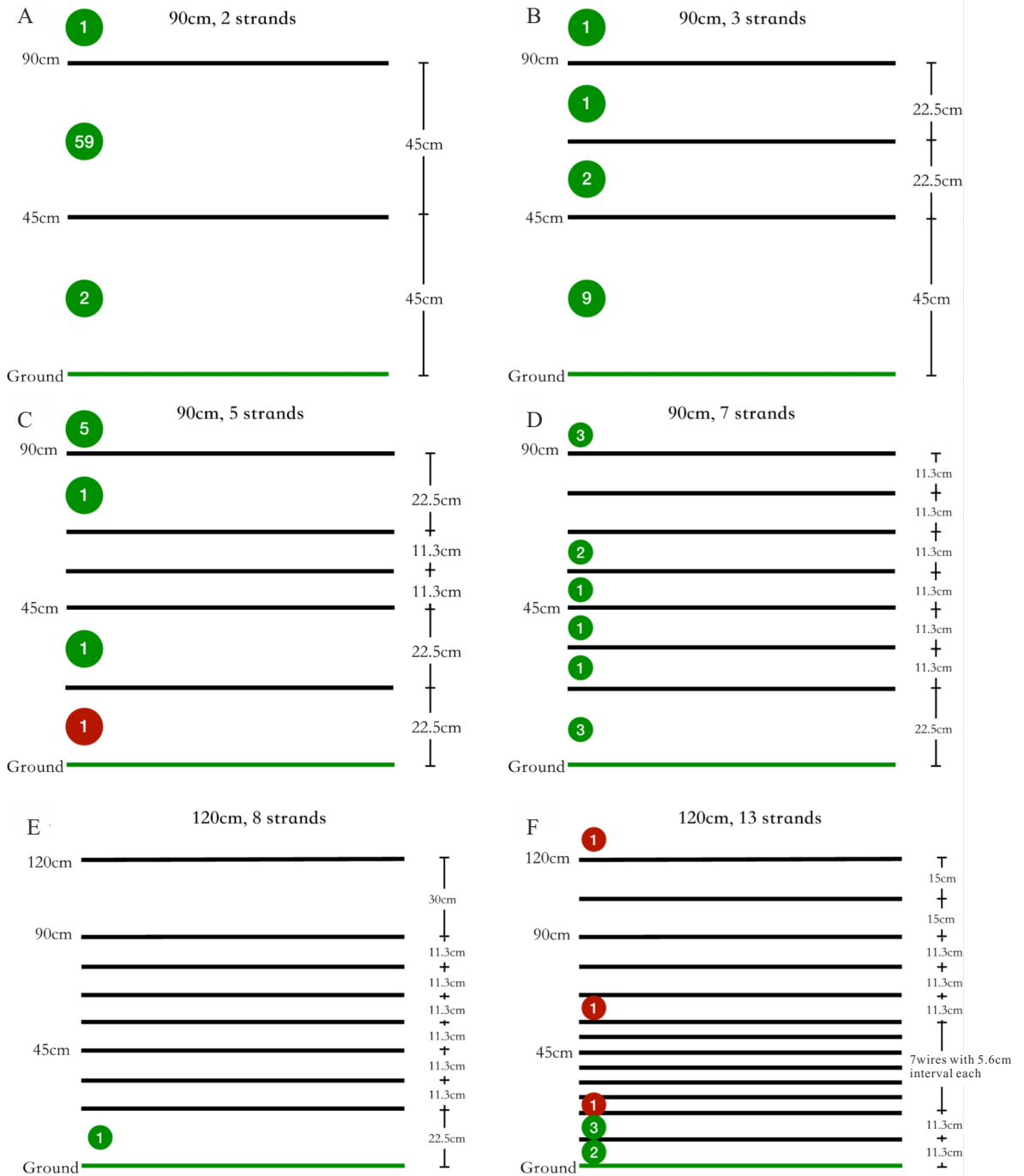
### (二) 研二區之電圍欄試驗

試驗期間電圍欄亦無發生鹿隻卡角或纏網的情形。試驗結果顯示，在90 cm高時，梅花鹿起初多選擇從較大的間距鑽越 (圖2A-B)，隨著網線數量增加 (網線間距減少)，梅花鹿選擇跳躍穿越圍欄的比例增加 (圖2C-D)。在圍欄高度增加至120 cm後，雖然在8條網線的回合時鑽越次數大幅降低 (圖2E)，然而在網線數增加至13條時，鑽越次數雖然上升，惟鑽越失敗的次數也隨之

表1. 梅花鹿農損危害防治方法之研二區一般圍欄試驗結果

**Table 1.** Results in conventional fence test in deer damage control experiments in Section 2, Cheting Sika Deer Sanctuary

Fence height, cm	Jumping behavior		Closing to fence	Total	Crossing behavior ratio (%)
	Success	Failure			
60	31	0	44	75	41.3
90	14	2	68	84	19.0
120	11	1	59	71	16.9
150	0	0	67	67	0.0
Total	56	3	238	297	-



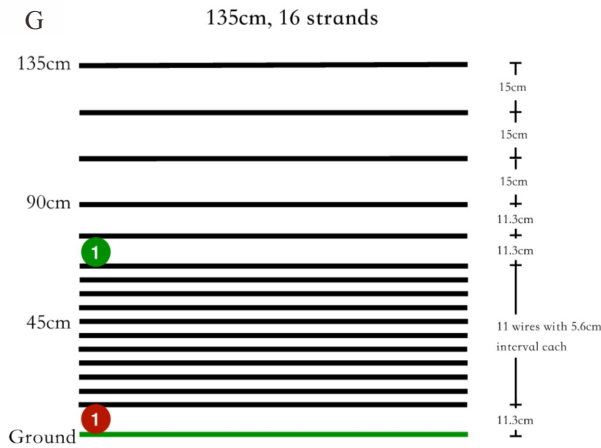


圖2. 研二區梅花鹿農損危害防治試驗之7種高度/網線數的電圍欄組合樣式以及鹿隻穿越的位置。綠色圓圈代表成功穿越之位置，紅色圓圈代表穿越失敗的位置，圓圈內的數字代表穿越次數。

**Fig. 2.** Seven height/strand spacing patterns of electric fence in deer damage control experiments in Section 2, Cheting Sika Deer Sanctuary. Green circles indicate the position where the sika deer crossed successfully, and red circles indicate the position where the sika deer tried to cross but failed, the number in circles indicate the number of crossings by the sika deer.

增加(圖2F)。最終回合，在135 cm、16條網線的組合時，僅有2次從11.3 cm處鑽越的紀錄，且僅有1次成功(圖2G)。整體而言，鹿隻對電圍欄展示出鑽越行為的次數遠大於

跳躍行為(94次:11次)，且多傾向由該回合網線間距較寬處嘗試鑽越。其穿越行為百分比略有起伏(表2)，但與電圍欄阻攔強度呈現高度負相關(Spearman's rank correlation,  $r=-0.974$ ,  $P<0.01$ )，亦即隨著電圍欄網線間距降低和圍欄高度提高，梅花鹿展示穿越行為的比例越低。若分析鹿隻在面對各種電網間距時的鑽越情形，可以發現隨著網線間距逐漸縮小，成功鑽越的比例也減少，當網線間距至5.6 cm時，成功鑽越比例降至0%(表3)，在不同網線間距下，鹿隻成功鑽越和嘗試失敗的次數比例有顯著差異(Fisher's exact test,  $P<0.001$ )。

### (三) 田間電圍欄試驗

本研究在田間電圍欄未通電期間，總共記錄到19隻次的梅花鹿出現在田間樣區，平均每日為0.22隻次，其中並有11隻次鹿隻進入試驗農地覓食。但在電圍欄通電後，僅觀察到3隻次的鹿隻出現於圍欄旁，平均每日為0.03隻次，其中僅有1隻次的鹿隻在90 cm高、2條網線的樣式時(如圖2A)，成功鑽過45 cm到90 cm間的位置進入農地覓食。另外2隻次則只有靠近90 cm高、3條網線的樣式(如圖2B)，其中1隻次在低頭覓食時曾誤觸網線而驚嚇逃離，都沒有穿越電圍欄進入農地覓食的情形。

## 討論

本研究結果顯示，目前墾丁地區梅花鹿造成農損的區域相當集中，也有明確的範圍，有利於規劃有效的危害管理方案，以防止進一步擴張甚至可望縮小目前的危害範圍。就現況而言，恆春鎮與滿洲鄉普

表2. 梅花鹿農損危害防治方法之研二區電圍欄試驗結果

**Table 2.** Results in electric fence test in deer damage control experiments in Section 2, Cheting Sika Deer Sanctuary

Fence height, cm [numbers of strand]	Crossing behavior				Closing to fence	Total	Crossing behavior ratio (%)
	Jumping over		Passing through				
	Success	Failure	Success	Failure			
90 [2]	1	0	61	0	5	67	92.5
90 [3]	1	0	12	0	22	35	37.1
90 [5]	5	0	2	1	12	20	40.0
90 [7]	3	0	8	0	9	20	55.0
120 [8]	0	0	1	0	6	7	14.3
120 [13]	0	1	5	2	30	38	21.1
135 [16]	0	0	1	1	12	14	14.3
Total	10	1	90	4	96	201	-

表3. 梅花鹿農損危害防治方法之研二區電圍欄試驗結果中，不同網線間距鑽過隻次比較

**Table 3.** Comparison of prevention efficiency of different electric strand spacing in deer damage control experiments in Section 2, Cheting Sika Deer Sanctuary

Strand spacing, cm	Passing behavior		Total	Passing through ratio (%)
	Success	Failure		
45	70	0	70	100
22.5	9	1	10	90
11.3	11	2	13	84.6
5.6	0	1	1	0

遍種有火龍果、黑豆及牧草等作物，但大部分都在永靖村及港口村，集中於200甲西南側、港口溪下游東北側所環繞的區域，此為永靖村及港口村的農業密集區，亦是梅花鹿農損集中區域(圖1B)，其他農損則位於墾丁國家公園東、南部周邊的森林邊緣的農地。另根據訪談，墾丁地區的梅花鹿農損大約在2007年左右開始出現，範圍則由梅花鹿復育區所在地的社頂，隨著時間逐漸向北、向南擴大，之後為北邊的埔頂、港口與南邊的永靖，而距離最遠、北邊的响林農損歷史最短。梅花鹿曾在1994-1997於社頂進行數次的野放，故社頂的野生梅花鹿存在歷史最早，而其他地區的梅花鹿族群除了少數來自於後續多次的移地野放外，大多數都應該是由社頂擴散而來，也因此目前在墾丁地區，梅花鹿的密度分布呈現由社頂向外逐漸減少的模式(裴家騏 2017)。

根據陳怡君等(2003)的調查，以排遺計數估算港口溪南方山區的梅花鹿估計有2-5隻/km<sup>2</sup>。至2009年時，使用同樣方法，當地梅花鹿數量估計已達16隻/km<sup>2</sup>(王穎與陳順其 2009)。裴家騏(2017)的自動相機估算，港口溪下游南岸密度可能達65.7隻/km<sup>2</sup>之譜。雖然不同調查方式的結果存在誤差，範圍也不盡相同，但是本研究期間在港口溪下游南岸隨處可見梅花鹿痕跡，梅花鹿個體亦非常容易目擊，間接佐證此區的梅花鹿數量成長迅速。埔頂亦有類似狀況，以埔頂北方的水蛙窟為例，2003年以目擊法推測此區密度為6隻/km<sup>2</sup>(陳怡君等 2003)，至2009年，目擊法估算此區周邊平均密度已達38.8隻/km<sup>2</sup>(王穎與陳順其

2009)，而2017年水蛙窟則估計為47.2隻/km<sup>2</sup>(裴家騏 2017)。有蹄類密度跟造成的農損規模通常呈現正相關(Bleier et al. 2012)，因此，目前在港口溪南岸與水蛙窟當地農損的發生，應該與梅花鹿族群近年的成長和擴散有關。

需要注意的是，鄰近南仁山區的响林距離主要野放地點都很遠，而當地受損的農田歷來缺少調查資訊，且梅花鹿的數量資訊亦不明。根據裴家騏(2017)年的調查，該區域並無梅花鹿的紀錄，過去也多認為此處梅花鹿密度甚低，然而近年農損開始發生，應代表此區已有梅花鹿進入，未來應持續監測此區梅花鹿的農損發生頻率。另外，港口溪下游東北側與新厝路間的黑豆與火龍果農損皆出現在乾季，顯示梅花鹿在乾季水位降低時可渡溪活動，惟農損尚未跨越縣道200甲，這可能是因為當鹿隻將道路認知為屏障時，便比較不會在例行的覓食活動中跨越(Putnam 1997)。

至於縣道200甲東北側與龍鑾潭周邊火龍果農地的梅花鹿農損甚少或沒有發生，其原因應該是當地還沒有穩定的梅花鹿族群分布或活動(裴家騏 2017)。這兩處除了可能的道路屏障效應外，儘管村落與人口不多，但相對密集的居民活動應該也降低了鹿隻進入的意願。若道路及其沿線人為活動對梅花鹿的移動確實會造成限制，則區域性農業危害防治策略的擬定上，即可將這些可能的阻隔效益納入，建議應該要更細緻的了解當梅花鹿面對不同的道路及沿線環境時，其移動行為的改變與模式，以更適切地擬定因地制宜的防治策略。

目前在墾丁地區受梅花鹿危害嚴重的作物中，火龍果因育種及人為照顧，其營

養價值也較野外的植物要高，因此成為吸引鹿隻覓食的目標 (Takatsuki 2009)。另外，雖然森林的植物在乾季仍可滿足梅花鹿的營養需求(裴家騏、陳則仁，2004)，但因為生長量有限，限縮了鹿隻的食物來源(Maruyama 1981)，此時營養價值相對較高的黑豆便成為吸引鹿隻覓食的另一個目標。由於這兩種作物都具有相當的經濟價值，甚至已經有多年的投資，因此，當地農民大面積轉作其他作物種類的可能性很低。目前，要降低他們的農業損失，除了控制梅花鹿野外的族群數量外，現階段農地保護(例如：圍欄的設置)仍會是鹿隻農損防治的重要方案。

至於雜糧、蔬果、葉菜類等其他作物，由於多為附帶種植在高經濟作物旁，若單獨架設圍欄，其花費與經濟效益難成比例。而像牧草這樣的作物，其用途便是作為牛、羊等反芻經濟動物的食物，對鹿隻而言也符合其養分需求，且生長期比一般野草長，確實容易成為鹿隻的食物來源(Takatsuki 2006)。不過，墾丁地區梅花鹿對牧草的最大危害並非肇因於啃食，而是鹿群的過度踐踏和排泄物的污染，但這些損害並不容易察覺或量化。這些作物的危害防治方案則需要考慮如何提升圍欄的效率(如聯合鄰地架設圍欄)，或是採用較低成本的圍欄方式。

根據訪談，除了墾管處補助的尼龍軟質安全圍網在農損防治的效益不高外，也因為至2017年仍持續有梅花鹿纏網致死的案例發生，顯示此類材質的缺點有改善的迫切性。同時，有2位農民自圍電網以加強防護，然而他們是採用220V之家用電源規

格，不僅會造成動物觸電死亡，而農民在務農及日常維護時，也可能因誤觸而導致嚴重的安全事件。建議應該積極宣導甚至輔導農民正確使用電圍欄的知識，並採用專業設計之安全電牧器(Conover 2001)，如此，才是對動物及人類都是安全的防治措施。

針對圍欄的改善，本研究顯示在處於自願性的狀態且有覓食誘因之狀況下，150 cm高10 cm×10 cm網目菱形網的一般圍欄對梅花鹿具有良好的阻攔效果，然而在自然環境下，可能會有其他導致鹿隻緊迫的因子存在，例如人類的出現或犬隻的追獵，並可能因此迫使鹿隻提升跳躍高度至其體能極限(Vercauteren *et al.* 2010)。因此，有效阻隔梅花鹿的一般圍欄高度，應該視當地鹿隻緊迫因子的多寡或強度再適度的調高。

在電圍欄試驗方面，鹿隻在圈養環境中、高取食需求下各圍網樣式皆有鑽越記錄，然而，鹿隻穿越行為百分比隨著電圍網阻攔強度增強而顯著降低(表2)，同時鹿隻也傾向鑽越較大的網線間距(圖2)。這些結果顯示電網線可能造成了梅花鹿的心理障礙(Curtis *et al.* 1994)，並產生如同其他家畜面對電網般的學習適應行為，例如選擇較大間距處鑽越(McKillop and Sibly 1988)，或學會避免接觸電網線，使觸電次數隨著時間而降低(McDonald 1981)。然而，鹿隻的穿越行為雖然在前5回合逐次降低，但在第6回合(120 cm、13條網線)時，有明顯增加的現象(表2、圖2E-F)，此可能是鹿隻學習適應的結果。鹿隻善於觀察並模仿其他個體的行為，若有個體成功通過

電圍欄，其他的鹿隻便會仿效其行為而通過，從而使圍欄的效力降低 (Vercauteren *et al.* 2006)。電圍欄的用途一般僅為限制家畜行動，本研究在研二區的電圍欄將大部分的食物與飲水供應隔離於電圍欄的一側，在對飲食的渴求下，鹿隻嘗試穿越電網的意願與次數應該較大，並得以在短時間適應通過較小的網線間距。

不過，在最終 (第7) 回合 (135 cm、16條網線) 時，鹿隻的穿越百分比又明顯下降 (表2、圖2G)；並且在面對5.6 cm的網線間距時，僅有1次嘗試穿越且失敗的記錄 (表3)。此間距已小於圈養環境下，紅鹿 (*Cervus elaphus*) 的7 cm有效攔阻間距的建議門檻 (Blaxter *et al.* 1974)，顯示學習適應可能仍有其限制。不過，本研究畢竟未進行長時間測試，無法確定梅花鹿是否會在適應後，增加通過5.6 cm網線間距的意願，因此，在田間實際應用的過程中，應該與農民合作執行長期監測與檢討，以作為即時調整的參考。

本計畫的田間電圍欄試驗在90 cm高、3條網線時結束，此回合僅有2隻次靠近電圍欄的紀錄。相較於研二區，田間的梅花鹿在未通電時每日僅出現0.22隻次，而研二區電圍欄試驗期間的日均觀察數量可達9.57隻次，兩者之間鹿隻密度差異極大。另外，研二區內的鹿隻對試驗場地內飲食的需求甚高，而田間試驗所在的港口溪下游，雖為農損密集發生的地區，但此區域野外鹿隻食物的可選擇性應該相對高出許多，因此，田間的電圍欄阻攔強度應可低於研二區。不過，在權衡防治成效與架設成本增加有限的情形下 (見後段)，本文仍建

議使用120 cm、8條網線的樣式 (圖2之5)，作為田間電圍欄架設的基準，並在實際應用時再視成效進行調整。

比較2種圍欄的架設成本，菱形網一般圍欄的初始建設費用較高 (150 cm高，每公尺寬約需100元的材料費，惟須注意鐵材為浮動價格)，但如果維護得當可維持10年以上，適合作為多年生、全年性、高經濟作物的長期防護措施。電圍欄組件中以太陽能電牧器佔主要成本 (每組約6,000元)，網線則相當便宜，因此隨著圍網長度的增長，每公尺架設成本會降低。以本研究田間試驗的農地840 m<sup>2</sup>為例，120 cm高、8條網線，每公尺只需要約40元的圍網材料費 (惟其中的支撐鋼筋為浮動價格)。又因為電網的拆裝方便，適合作為短期性、季節性的防護措施，也適合種植面積較大的作物 (如牧草)，可攤提電牧器成本，降低每公尺架設的單價。不過，鬱閉、少光照地帶並不適用，長期使用的日常維護成本也較高。因此，在實務上應該要配合受損作物、生長季節與地區等特性，選擇適當的圍欄類型，才可達到預期之防治效果。

另外，由於田間環境常有地形上的高低起伏，圍網的農田與周遭地形如存在高低差，可能使圍網的高度相對降低，有利鹿隻穿越，或是從不平整的地面縫隙中鑽入，成為鹿隻穿越的破口。研究人員在進行訪談時，即發現有不少的梅花鹿常從圍欄損害處、或是崎嶇地形所產生的隙縫侵入，故在田間的應用上，無論一般圍欄或電圍欄，都應視實際架設條件而對可能的縫隙進行補強。圍欄亦要常常安排人力修繕破損之處，除了保持阻攔效力於最佳狀

態外，人為活動的存在亦會讓周邊鹿隻提高警戒，進而增加圍網的效益 (Vercauteren *et al.* 2006)，而且即便發生了農損事件，也能在第一時間進行補救。本研究在進行安全網補助農戶訪談時，便有一戶農主因故長時間未出現在農田，在梅花鹿穿過圍欄破口時未及時發現，因而造成了嚴重的損害。

最後，圍欄雖然可以阻擋動物進入受保護的農地，但也可能因此增加鄰近無保護農地的受損機率或受害程度 (Isleib 1995, Sánchez-Prieto *et al.* 2010)。因此，建議將已受損和可能受損之農地，以區域性規畫方式設置較大面積的圍欄，以擴大保護範圍，並增加成本效益。然而要設置較大型的圍欄，除了需徵得範圍內所有地主的同意外，在維護上也需投入更多人力 (McKnight 1969)，因此在執行實務上仍有其需要克服之處。

## 誌謝

本研究獲105年度墾丁國家公園管理處委託辦理計畫補助，計畫編號：492-105-01，並感謝研究期間社頂梅花鹿復育園區的工作人員鼎力協助、以及訪談社區居民的配合。另外感謝Ian Best給予英文摘要撰寫時的建議，在此一併誌謝。

## 引用文獻

王穎。2010。99年度墾丁國家公園及鄰近地區臺灣梅花鹿調查計劃及其族群經營管理探討。內政部營建署墾丁國家

公園管理處研究報告。

王穎、陳順其。2009。98年度墾丁國家公園及鄰近地區臺灣梅花鹿調查計劃及其族群經營管理探討。內政部營建署墾丁國家公園管理處研究報告。

中央氣象局。台灣月平均降水量 (1981-2010)。

[https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan\\_precp.htm](https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan_precp.htm)

內政部營建署。2016。105年至108年國家公園中程計畫，52頁。

程中江。1988。鹿場圍籬。台灣梅花鹿復育研討會專輯，112~126頁。

屏東縣滿州鄉公所資訊網。農特產品  
[https://www.pthg.gov.tw/townmto/Photo\\_Content.aspx?n=65277F8B40D72DE1&s=E4D6088892172DF9](https://www.pthg.gov.tw/townmto/Photo_Content.aspx?n=65277F8B40D72DE1&s=E4D6088892172DF9)

屏東縣恆春鎮公所資訊網。農特產品。  
<http://www.hengchuen.gov.tw/ContentView.aspx?id=288f41f9c49f46869e7689ddb53a673>

陳怡君、王穎、陳順其。2003。墾丁國家公園及鄰近地區臺灣梅花鹿追蹤調查研究。內政部營建署墾丁國家公園管理處研究報告。

裴家騏。2015。104年度墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查 (2)及農作物損害探討 (1)。內政部營建署墾丁國家公園管理處研究報告。

裴家騏。2017。106年度墾丁國家公園臺灣梅花鹿野外族群監測調查及族群管理策略研擬。內政部營建署墾丁國家公園管理處研究報告。

- 裴家騏、陳則仁。2004。墾丁社頂地區台灣梅花鹿的食物品質。台灣林業科學 19 (4) : 353-62。
- Blaxter K. L., Kay R. N. B., Sharmen G. A. M., Cunningham J. M. M. and Hamilton W.J. 1974. Farming the red deer. Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh.
- Bleier, N., R. Lehoczki, D. Újváry, L. Szemethy, and S. Csányi. 2012. Relationships between wild ungulates density and crop damage in Hungary. *Acta Theriologica* 57:351-359.
- Borkowski, J., and K. Furubayashi. 1998. Home range size and habitat use in radio-collared female sika deer at high altitudes in the Tanzawa Mountains, Japan. *Annales Zoologici Fennici* 35:181-186.
- Conover, M. R. 2001. Resolving human-wildlife conflicts: the science of wildlife damage management. CRC press.
- Conover, M. R., and D. J. Decker. 1991. Wildlife damage to crops: perceptions of agricultural and wildlife professionals in 1957 and 1987. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 19: 46-52.
- Cooke, A., and K. Lakhani. 1996. Damage to coppice regrowth by muntjac deer *Muntiacus reevesi* and protection with electric fencing. *Biological Conservation* 75: 231-238.
- Curtis, P. D., M. J. Fargione, and M. E. Richmond. 1994. Preventing deer damage with barrier, electrical, and behavioral fencing systems. *Proceedings of the Sixteenth Vertebrate Pest Conference*: 15.
- Goddard, P., R. Summers, A. Macdonald, C. Murray, and A. Fawcett. 2001. Behavioural responses of red deer to fences of five different designs. *Applied animal behaviour science* 73: 289-298.
- Isleib, J. 1995. Deer exclusion efforts to reduce crop damage in Michigan and Northeast Wisconsin.
- Kaur, K., and V. Prabha. 2014. Immunocontraceptives: New Approaches to Fertility Control. *BioMed Research International* 2014: 1-15.
- Lemieux, N., B. K. Maynard, and W. A. Johnson. 2000. A regional survey of deer damage throughout Northeast nurseries and orchards. *Journal of Environmental Horticulture* 18: 1-4.
- Maruyama, N. 1981. A study of the seasonal movements and aggregation patterns of sika deer. *Bulletin of Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology* 23: 1-85.
- McCullough, D. R. 1974. Status of larger

- mammals in Taiwan. Tourism Bureau... Taiwan, Republic of China.
- McCullough, D. R., S. Takatsuki, and K. Kaji. 2009. Sika deer: biology and management of native and introduced populations. Springer Science & Business Media.
- McDonald, C. L. 1981. How cattle respond to electric fences. *Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 22*: 99–101.
- McKillop, I. G., and R. M. Sibly. 1988. Animal behaviour at electric fences and the implications for management. *Mammal Review* 18: 91–103.
- McKnight, T. L. 1969. Barrier fencing for vermin control in Australia. *Geographical Review*: 330-347.
- Palmer, W. L., J. M. Payne, R. G. Wingard, and J. L. George. 1985. A practical fence to reduce deer damage. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 13: 240-245.
- Peterson, M. N., R. R. Lopez, N. J. Silvy, C. B. Owen, P. A. Frank, and A. W. Braden. 2003. Evaluation of deer-exclusion grates in urban areas. *Wildlife Society Bulletin*: 1198-1204.
- Putman, R. 1997. Deer and road traffic accidents: options for management. *Journal of Environmental Management* 51: 43-57.
- Putman, R., and J. Mann. 1990. Social organisation and behaviour of British sika deer in contrasting environments. *Deer* 8: 90-94.
- Sánchez-Prieto, C. B., J. Carranza, J. Pérez-González, S. Alarcos, and C. Mateos. 2010. Effects of small barriers on habitat use by red deer: Implications for conservation practices. *Journal for Nature Conservation* 18:196-201.
- Schmidt, L., and J. Knight. 2000. Electric fencing to control deer and elk on montana's farms and ranches. Rep. MT 2000 10.
- Takatsuki, S. 2006. Ecological history of sika deer. *Shika no seitaiishi*. University of Tokyo Press, Tokyo, Japan.
- Takatsuki, S. 2009. Effects of sika deer on vegetation in Japan: a review. *Biological Conservation* 142:1922-1929.
- Treves, A., R. B. Wallace, L. Naughton-Treves, and A. Morales. 2006. Co-Managing Human–Wildlife Conflicts: A Review. *Human Dimensions of Wildlife* 11:383-396.
- Vercauteren, K. C., M. J. Lavelle, and S. Hygnstrom. 2006. Fences and Deer-Damage Management: A Review of Designs and Efficacy. *Wildlife Soc B* 34:191–200.
- Vercauteren, K. C., T. R. Vandeelen, M. J.

Lavelle, and W. H. Hall. 2010. Assessment of abilities of white-tailed deer to jump fences. *Journal of Wildlife Management* 74:1378-1381.

Yen, S.-C., K.-H. Chen, Y. Wang, and C.-P. Wang. 2015. Residents' attitudes toward reintroduced sika deer in Kenting National Park, Taiwan. *Wildlife Biology* 21:220-226.