

# 花嘴鴨對插秧期水稻田的棲地選擇

洪美珠<sup>1</sup> 許詩涵<sup>2</sup> 曾信翰<sup>3</sup> 葛兆年<sup>4\*</sup>

## 摘要

洪美珠、許詩涵、曾信翰、葛兆年。2021。花嘴鴨對插秧期水稻田的棲地選擇。台灣農業研究 70(1):54–66。

台灣是重要的水鳥度冬場所，其中花嘴鴨 (*Anas zonorhyncha* Swinhoe) 為每年秋冬大量遷徙來台度冬的鳥類。但天然溼地面臨衰退，不少來台度冬的花嘴鴨轉而暫時棲息於水稻田，故水稻田除了生產水稻，亦成為度冬花嘴鴨族群的庇護所。花嘴鴨因影響水稻生長而受農民排斥甚至驅趕，目前缺乏友善方法來管理水稻及花嘴鴨，因此本研究目的在於從花嘴鴨的棲地利用方式來探討減緩農民與花嘴鴨之間競合的方法，以期水稻田兼顧保有水稻生產與花嘴鴨族群棲息的價值。本試驗於 2020 年 2 月水稻插秧期，在花蓮縣秀姑巒溪的周圍觀察 212 塊被花嘴鴨暫時棲息的水稻田，並收集 9 項地景結構因子及 8 項微棲地因子數據。結果發現，花嘴鴨傾向選擇離河川較近或者灌溉水圳沿線附近的水稻田，推測可能是為了節省往返覓食地與休息地的能量。此外，花嘴鴨傾向避開人工建物，並選擇人工建物比例較少的地點，此現象可能反映了人為干擾的壓力。從微棲地上的選擇來看，花嘴鴨傾向利用周圍有較高的草叢覆蓋度的水稻田，同時發現水稻田周邊有 20–40 cm 高的草叢是花嘴鴨較常利用的棲地，此種選擇可能也和人類干擾有關。平均水深是另一項重要影響因子，花嘴鴨數量有隨著插秧期水稻田的水深而逐漸增加的趨勢，而 3–6 cm 是其造訪頻度最高的水深範圍。由花嘴鴨對水稻田的棲地偏好分析結果，本文建議水鳥度冬期間仍然耕作的水稻田，插秧期水深保持在 3 cm 以下，周圍維持 20 cm 以下的低矮植被，可能減少花嘴鴨暫時棲息水稻田的機會。鄰近秀姑巒溪或寬度大於 3 m 灌溉水圳的水稻田，在水鳥保護上有其價值，建議政府考慮在此類區域提供水鳥保護補助，以鼓勵農民採行友善花嘴鴨的耕作管理方式。

**關鍵詞：**地景生態、農田生態系、灌溉水圳、人為干擾、水深。

## 前言

稻米是全世界重要糧食作物之一，種植面積廣泛占地球無冰陸地區域的 1% 且持續在增加中 (Maclean *et al.* 2002; Elphick 2010)。大部分的稻米生長在湛水的土壤裡，田間的湛水可以抑制雜草與保護秧苗免受極端溫度影響 (Ferrero & Tinarelli 2008; Elphick 2010; Longoni 2010)。同時，也為野生動物，尤其是水鳥，提供了半天然濕地的環境 (Lawler 2001;

Elphick *et al.* 2010)。全世界的天然濕地因人類活動逐漸退化或消失，水鳥也被迫轉而在人工濕地 (例如水稻田) 中尋找食物以獲取能量 (Czech & Parsons 2002; Elphick 2010; Wood *et al.* 2010; Li *et al.* 2015)。世界各地每年有數百萬隻水鳥在遷徙過程中利用水稻田作為中途停留站或作為度冬地 (Elphick *et al.* 2010; Ibáñez *et al.* 2010; Longoni 2010; Vallon *et al.* 2018)，這些水稻田緩衝了天然濕地流失的衝擊，在提供食物與棲息地上發揮越來越多的功

投稿日期：2020 年 7 月 20 日；接受日期：2020 年 12 月 15 日。

\* 通訊作者：nien@tfri.gov.tw

<sup>1</sup> 農委會林業試驗所森林保護組研究助理。台灣 台北市。

<sup>2</sup> 觀察家生態顧問有限公司研究員。台灣 台北市。

<sup>3</sup> 漢林生態顧問有限公司研究員。台灣 雲林縣。

<sup>4</sup> 農委會林業試驗所森林保護組研究員。台灣 台北市。

用。所以，人們對水稻田作為維持生態服務系統的價值，或水鳥繁殖棲息地的保護功能日益重視 (Elphick 2010)。

相較於天然濕地，水稻田環境是簡單且異質性低的棲息地，由多個相似的單元組合 (Elphick 2010; Elphick *et al.* 2010)，但水鳥如何選擇仍然很值得探討。遷移性的大型水禽主要會依地理尺度的順序來選擇棲息地，分別從地理區域、濕地系統、特定地點的位置，最後再到微棲地選擇 (Johnson 1980; Beatty *et al.* 2014; Kaminski & Elmberg 2014; Herbert *et al.* 2018)。台灣的地理區域位在許多水鳥主要遷徙路線上，每年都有大量不同的水鳥來台過境或度冬。水鳥行經濕地環境時，通常需利用一系列間接的環境暗示 (environmental cues) 去快速評估棲息地的品質 (Hollander *et al.* 2011)。在遷徙時間的限制下，這些環境特徵在時間序列上必須可靠且能反映棲息地的品質。例如水稻田可為水鳥提供可預測且集中的食物來源 (Allen 1987; Stafford *et al.* 2010; Herbert *et al.* 2018)，台灣東部的秀姑巒溪與兩側面積廣大的水稻田正具備此項環境特徵。對於特定位置的選擇，水稻田位置周圍景觀棲地的異質性，可能是影響水鳥選擇的重要因子，如不同的水域、灌溉溝渠、草地、森林等土地覆蓋、棲地的連結，或距離天然濕地的遠近等 (Amano *et al.* 2008; Fasola & Brangi 2010; King *et al.* 2010)。而水稻田因人工化環境所帶來的干擾，水鳥在其棲地選擇或行為上都會有所應對。例如美洲鶴 (*Grus americana*) 在人類活動區域較高的地區，通常會避開道路，或者有些個體選擇鄰近馬路但棲地質量相對較高的位置，以補償干擾造成的負面影響 (Pearse *et al.* 2017a, 2017b; Baasch *et al.* 2019)。相較於天然濕地，在水稻田的戴帽鶴 (*Grus monacha*) 會花更多時間警惕或更多的進食以維持活動 (Li *et al.* 2015)。對於微棲地因子的選擇，Ma *et al.* (2010) 回顧文獻指出影響水鳥會使用濕地的重要因子，包括水深、水位波動 (季節性的淹水或人工濕地中的灌溉)、植被、鹽度、食物的可及性、食物類型、濕地大小及濕地連結性等。其中，水深會限制水鳥的覓食機會，因而影響水

鳥的分布已是一致性的結論 (Velasquez 1992; Elphick & Oring 1998; Colwell *et al.* 2000; Isola *et al.* 2000; Ma *et al.* 2010; Behney 2020)。

台灣位於東亞澳遷徙線 (East Asian-Australasian Flyway; EAAF) 上，是水鳥重要的度冬場所，但天然濕地在台灣面臨衰退與消失，不少來台度冬的水鳥轉為利用水稻田 (Lu 2019)。例如每年秋冬大量遷徙至台灣度冬的花嘴鴨 (*Anas zonorhyncha* Swinhoe)，選擇花蓮縣內秀姑巒溪為其主要的度冬棲息地之一 (Shyu & Lin 1993)。花嘴鴨體長可達 63 cm，展翅寬可達 90 cm，雄鳥略大。雌雄同色，身體主要為暗褐色，具有白色眉線與黑色過眼線，虹膜褐色，喙黑色其先端為黃色，腳橙紅色。花嘴鴨的食性為雜食性，以植物性食物為主，例如水生植物的草籽、芽、根、莖及水藻為主，也會攝食水生昆蟲及螺類等動物 (Severinghaus *et al.* 2012)。秀姑巒溪內的食物資源豐富，花嘴鴨早年多棲息於河川內 (Shyu & Lin 1993)，但在近二、三十年來，人為的開發與水文變化致使河川內可利用的天然濕地逐漸消失，花嘴鴨轉而進入兩側的水稻田獲取食物與休息場所 (Shyu & Lin 1993)。花嘴鴨在韓國的度冬地，亦多選擇內陸水域如河流 (47.3%) 和稻田 (28.9%) 作為度冬區域，且水稻田亦證實被用作覓食場所 (Shin *et al.* 2016a)。雖然水稻田緩衝了天然濕地的衰退或消失，但當花嘴鴨進入農田時，尤其在水稻剛插秧時期與農民產生衝突，因為牠們會取食秧苗下方的穀粒，導致秧苗缺損而造成農民的經濟損失 (Shyu & Lin 1993)。農民為驅趕鴨子有時採取對環境不友善的方式 (Chen *et al.* 2019)，例如施放有毒藥物，但此種作法可能同時傷害鳥類、其他生物，甚至一般民眾。因此，有需要探討較友善的水稻田管理措施，並妥予調整，來減低花嘴鴨在插秧期對水稻田的暫時棲息與利用。

另一方面，據估計花嘴鴨總數量達 80–160 萬隻，但整體族群呈現下降趨勢 (BirdLife International 2018)。2000 年有超過 14 萬隻花嘴鴨到達韓國，但在 2003 年則顯著減少至 7–8 萬隻，在韓國的度冬地花嘴鴨的數量亦逐漸下降 (Shin *et al.* 2016b)。因此，雖然花嘴鴨的

族群尚未到瀕危，但應提早對水稻田等人工濕地進行管理，可有助維持花嘴鴨族群量，也友善其他生物及周遭環境。本研究旨在探討水稻插秧期花嘴鴨在地景 (特定位置) 及微棲地的尺度上對水稻田的棲地選擇，從其對棲地的偏好上提出水稻田的現地經營管理，以及政策上之建議，以期緩和水稻插秧期花嘴鴨與農民間的競合，並期以提升水稻田作為水鳥族群庇護所的功能 (Czech & Parsons 2002; Ma *et al.* 2010; Giosa *et al.* 2018)。

## 材料方法

### 研究樣區及花嘴鴨調查

樣區位於花蓮縣花東縱谷中段的秀姑巒溪河谷沖積平原，行政轄區涵蓋玉里鎮與富里鄉，地勢平坦且多為水稻耕作地的農業景觀。2019 年平均溫度 23.1°C，總降雨量 1,579 mm (2019 年玉里氣象站)。每年約在 2 月及 7 月進行插秧，插秧期間水稻田會進行水位的調整等農田管理，此時過境或是留鳥的花嘴鴨，會進入水稻田覓食或棲息。花蓮縣玉里鎮與富里鄉水稻田種植的面積廣泛，所種的水稻品種也相當多樣，例如「台梗 2 號」、「台梗 4 號」、「台梗 16 號」、「台梗 147 號」、「台梗 192 號」、「台梗 205 號」等皆是當地主要的栽培品種。水稻種植方式多以育秧移植為主，插秧的秧苗來自不同的秧苗場，供苗培育約 18–20 d 後會進行機械式插秧。插秧後的前 3 d 不進行淹水以利秧苗與泥土密合，3 d 後放水抑制雜草。淹水後花嘴鴨逐漸進入覓食，主要是拔起秧苗以取食秧苗下殘存的穀粒，導致農民必須重新補秧。當秧苗長高，秧苗下方穀粒消失後，花嘴鴨即不再拔取秧苗。

調查方式採全區一次性調查，在 2020 年 2 月 13 日至 2 月 22 日的冬季插秧期，劃定兩側以台九線與 193 縣道為邊界的範圍，北邊從三民里至南邊的萬寧村 (圖 1)，在劃設範圍內的水稻田進行全面調查，利用望遠鏡觀察、記錄花嘴鴨在水稻田的數量與定位取得其 GPS 位置，且即時測量所在農田的各項微棲地因子如下述。

### 環境因子調查

環境因子調查分為兩部分：地景結構因子及微棲地因子 (表 1)，因子乃參考文獻或現地評估重要者選取之。地景結構因子中，以花嘴鴨所在位置，劃設 500 m 的環域 (buffer zone)，此 500 m 的劃設係依據水鳥飛行、覓食和躲避干擾所需的緩衝距離。鳥類逃脫天敵的驚飛距離 (flight initiation distance; FID) 平均為 145 m (Mayer *et al.* 2019)，而 Fox & Madsen (1997) 建議敏感水鳥的覓食區域需是牠們 FID 的 3 倍，故取 500 m 環域為範圍。地景結構因子中，依據文獻指出水域等地景分類之比例 (He *et al.* 2011)，以及道路、建物 (Lu 2019) 等會影響水鳥對棲地的選擇。另依樣區現地觀察，農田與河流或與較大的灌溉水圳的遠近亦可能是影響因子，故蒐集 9 項地景結構因子分別為：(1) 水域比例 (water area ratio, %)、(2) 綠地比例 (vegetation area ratio, %)、(3) 沙灘地比例 (mudflat area ratio, %)、(4) 建物比例 (built area ratio, %)、(5) 道路比例 (road area ratio, %)、(6) 道路密度 (road density)、(7) 與馬路的接壤 (road adjacency, 以面數代表)、(8) 與建物之距離 (distance to the nearest building, m) 及 (9) 與河流或寬度 > 3 m 灌溉水圳之距離 (waterway distance, m, 以下合稱水道)。而寬度 > 3 m 的灌溉水圳，依現地觀察其水流較和緩，通常有植被適合水鳥棲息。水域依 Google Earth 上取得最相近的日期，即 2019 年 10 月的正射影像資料，繪製秀姑巒溪地面水及灌溉水圳的多邊形，其他各項地景分類如農田、植被、沙灘地、人工建物、道路等，取自國土測繪中心 2015 年的正射影像資料所做的土地利用類型。以上各項地景結構因子數值，係利用 QGIS 3.10 (QGIS.org. 2020) 計算取得。微棲地因子中，依據文獻指出水深與周圍植被覆蓋情形是影響水鳥選擇棲息地的重要因子。此外，依現地觀察到農田的平整與否與秧苗的高度，可能會影響花嘴鴨是否進入水稻田，故總共調查 8 項微棲地因子，分別為農田的 (1) 最大水深 (maximum water depth, cm)、(2) 平均水深 (average water depth, cm)、(3) 農田平整與否 (smooth or unsmooth)、(4) 秧苗高度

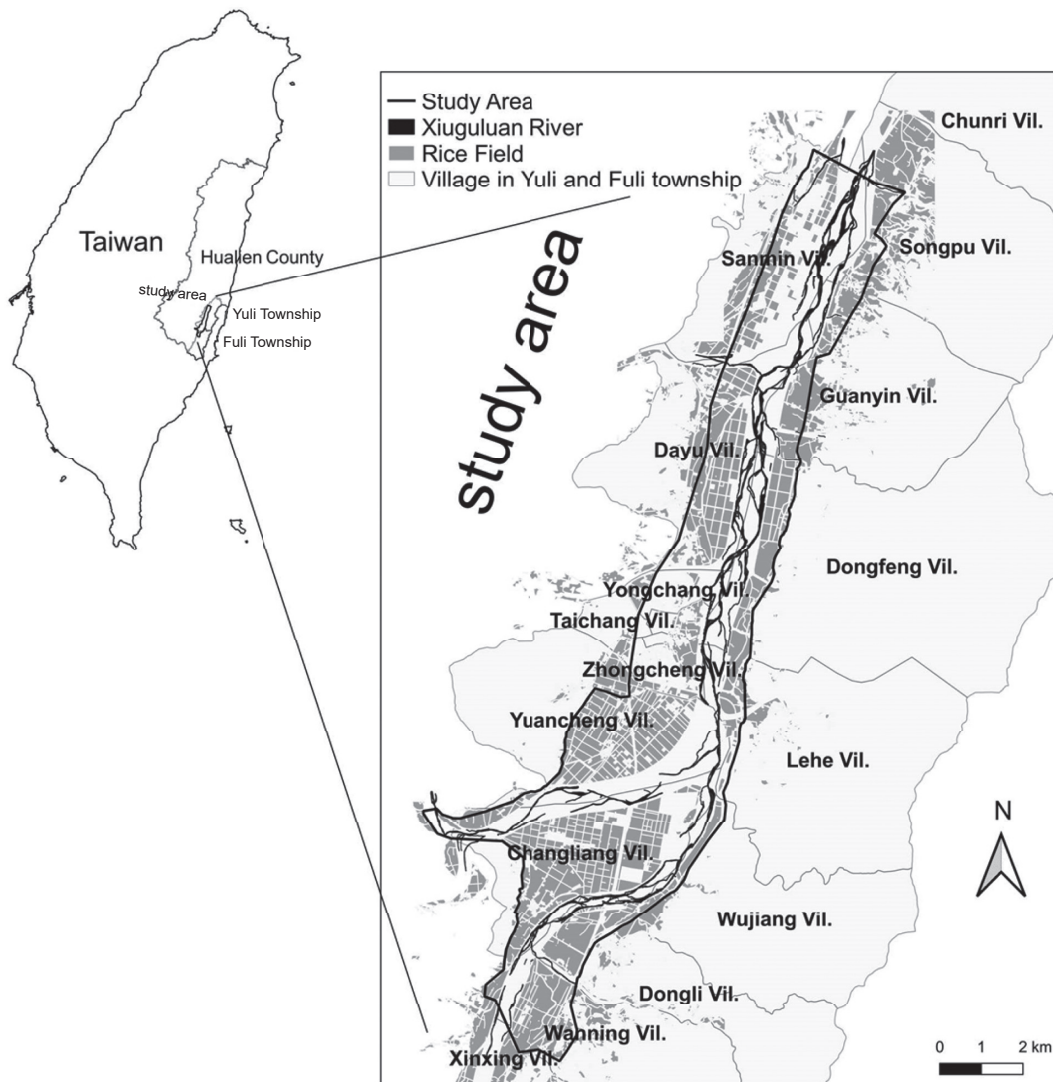


圖 1. 研究樣區位於花蓮縣玉里鎮至富里鄉境內的秀姑巒溪流域旁水稻產區。

**Fig. 1.** The study site was located in the rice producing area beside the Xiuguluan River basin in Yuli Township to Fuli Township, Hualien County, Taiwan.

(seedling height, cm)、(5) 田埂的草叢覆蓋比例 (grass coverage, %)、(6) 田埂的草叢高度 (grass height, cm)、(7) 灌叢覆蓋比例 (shrub coverage, %) 及 (8) 灌叢高度 (shrub height, cm)。

### 統計分析

使用廣義線性模型 (generalized linear model; GLM)，檢驗 9 項地景結構因子以及 8 項微棲地因子。選擇 binomial distribution (log link

function) 分析地景結構因子與花嘴鴨有使用 (1) 與未使用 (0) 水稻田的關係。有使用的水稻田為實際調查到有花嘴鴨的水稻田，未使用的水稻田係利用 QGIS 劃設的研究樣區內隨機取樣 100 個水稻田。另外，選擇 Poisson distribution (log link function) 分析花嘴鴨的數量與水稻田微棲地因子的關係。GLM 在 R3.6.3 (R Core Team 2020) 環境下分析。

表 1. 本研究收集之環境變數及其說明。

Table 1. Environmental variables in the study and their descriptions.

Environmental variable	Description
Landscape structure	
Water area ratio (He <i>et al.</i> 2011) <sup>z</sup>	Ratio of area occupied by water within 500 m buffer zone of each duck position
Vegetation area ratio (He <i>et al.</i> 2011) <sup>z</sup>	Ratio of area occupied by vegetation within 500 m buffer zone of each duck position
Mudflat area ratio (Lu 2019) <sup>z</sup>	Ratio of area occupied by mudflat within 500 m buffer zone of each duck position
Built area ratio (Lu 2019) <sup>z</sup>	Ratio of area occupied by building within 500 m buffer zone of each duck position
Road area ratio (Lu 2019) <sup>z</sup>	Ratio of area occupied by road within 500 m buffer zone of each duck position
Road density (Lu 2019) <sup>z</sup>	Ratio of total length of road network within 500 m buffer zone of each duck position (km km <sup>-2</sup> )
Road adjacency (Lu 2019) <sup>z</sup>	Number of sides of surveyed paddy field adjacent to roads
Distance to the nearest building (building distance) (He <i>et al.</i> 2011) <sup>z</sup>	Linear distance in m from the duck to the nearest edge of building
Distance to the nearest river or irrigation channel with width > 3 m (waterway distance) <sup>y</sup>	Linear distance in m from the duck to the nearest edge of river or irrigation channel with width > 3 m
Micro habitat	
Maximum water depth <sup>y</sup>	The maximum water depth in cm from ten random positions of each surveyed paddy field block
Average water depth (Ma <i>et al.</i> 2010) <sup>z</sup>	The average water depth in cm from ten random positions of each surveying paddy field block
Smooth or unsmooth <sup>y</sup>	The difference of maximum and minimum water depth above 5 cm was determined as unsmooth in the paddy block
Seedling height <sup>y</sup>	Seedling height in cm in each survey field block
Grass height (Ma <i>et al.</i> 2010) <sup>z</sup>	Grass height in cm in the ridge of paddy field
Grass coverage (Ma <i>et al.</i> 2010) <sup>z</sup>	Percentage of grass coverage in the ridge of paddy field
Shrub height (Ma <i>et al.</i> 2010) <sup>z</sup>	Shrub height in cm in the ridge of paddy field
Shrub coverage (Ma <i>et al.</i> 2010) <sup>z</sup>	Percentage of shrub coverage in the ridge of paddy field

<sup>z</sup> Environmental variables collected were based on the paper review.

<sup>y</sup> Environmental variables collected were based on the field observation.

## 結果

在 2020 年 2 月期間調查花蓮縣玉里鎮與富里鄉的秀姑巒溪兩側水稻田花嘴鴨的分布，共調查 212 塊水稻田，記錄 603 隻次花嘴鴨在水稻田。刪除高度相關的協變量 ( $r > 0.5$ ) 後，以水域比例、建物比例、與馬路的接壤、與建築物的距離及與水道的距離等 5 項地景結構因子，進行有無花嘴鴨的二項式回歸分析。其最佳的模型中 [ $\Delta$ Akaike information criterion corrected for small sample sizes ( $\Delta$ AICc) = 0, Akaike weights ( $w_i$ ) = 0.213]，花嘴鴨的出現率與水道距離，以及建物比例呈現顯著負相關 (前者  $P < 0.001$ ，後者  $P < 0.01$ ， $N = 312$ ，表

2)，而與建物的距離呈現顯著正相關 ( $P < 0.05$ ， $N = 312$ ，表 2)。以上顯示，花嘴鴨偏好離水道越近的水稻田區，且會趨避人工建築物 (圖 2)。微棲地因子在刪除高度相關協變量後，共有平均水深、農田平整與否、秧苗高度、草叢比例及高度、樹叢比例及高度等 7 項因子進行普瓦松回歸分析。其最佳的模型中 ( $\Delta$ AICc = 0,  $w_i = 0.099$ )，草叢高度與平均水深與花嘴鴨的分布數量有顯著正相關 (前者  $P < 0.001$ ，後者  $P < 0.01$ ， $N = 212$ ，表 2)，表明花嘴鴨對於水稻田中的水位深度與周圍隱蔽性有一定需求。從草叢高度與水深的造訪頻度分布圖中可看出，草叢高度在 20–30 cm 時，花嘴鴨造訪

表 2. 檢測地景結構因子對花嘴鴨的出現率，以及微棲地因子對花嘴鴨數量的最佳廣義線性模型之統計值。

**Table 2.** Statistics of the best generalized linear model (GLM) examining effects of landscape structure variables on frequency of occurrence of the Eastern spot-billed duck and micro habitat variables on the duck's abundance.

Coefficient	Estimate	Std. error	z value	Pr (>  z )
Landscape structure				
GLM (formula = built area ratio + building distance + waterway distance)				
AICc <sup>z</sup> = 264, wi = 0.213				
Intercept	2.79	0.43	6.47	9.6 × 10 <sup>-11</sup> ***
Built area ratio	-0.18	0.06	-2.98	0.003**
Building distance	0.002	0.001	2.33	0.02*
Waterway distance	-0.017	0.002	-7.66	1.9 × 10 <sup>-14</sup> ***
Micro habitat				
GLM (formula = average water depth + seedling height + shrub coverage + grass height)				
AICc = 803, wi = 0.099				
Intercept	0.23	0.17	1.34	0.18
Average water depth	0.08	0.02	3.10	0.002**
Seedling height	0.013	0.0080	1.55	0.12
Shrub coverage	0.008	0.0050	1.63	0.10
Grass height	0.003	0.0007	4.31	0.00002***

<sup>z</sup> AICc: Akaike information criterion corrected for small sample sizes; wi: Akaike weights.

\* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ ; \*\*\* $P < 0.001$ .

頻度最高，30–40 cm 次高 (圖 3)；水深在 3–6 cm 時，花嘴鴨造訪頻度最高 (圖 4)。

## 討論

地景結構因子回歸模型顯示，花嘴鴨偏好離河道或者寬度 > 3 m 灌溉渠道越近，且周圍建築物比例越低與距離人工建築物越遠的水稻田。依樣區內現地觀察，度冬的花嘴鴨大量聚集緊臨樣區水稻田旁的秀姑巒溪且有水之處，沿溪因水泥堤防少干擾，可能是良好的度冬棲息地。白天或晚上可見花嘴鴨從秀姑巒溪方向飛進鄰近兩側的水稻田覓食，可佐證花嘴鴨傾向選擇利用離河道近的水稻田。偏好選擇在河道附近的水稻田，可能因為河道是花嘴鴨經常利用的度冬場域 (Shin *et al.* 2016a)，選擇離河道越近的水稻田進行覓食或其他活動，越可能節省往返水稻田所耗能量。例如紅腹濱鶺 (*Calidris canutus*) 花費在往返休息地 (resting) 與覓食地 (foraging) 的能量不高，僅占每天能量花費的 10% (Piersma *et al.* 1993; Pasquier 2019)；黑腹濱鶺 (*Calidris alpina*) 的覓食地

離休息地越遠，其密度越低 (Dias *et al.* 2006; Pasquier 2019)。

另外，本研究發現花嘴鴨偏好選擇在農業灌溉溝渠附近的水稻田上，惟目前對於農業灌溉水路如何被利用的研究尚不多 (Lawler 2001)。Foster *et al.* (1984) 指出，野鴨繁殖時會利用灌溉溝渠作為交通運輸要道，主要是由於灌溉溝渠的高度隱密性及其與天然濕地的高度連結性。而在本研究所調查的樣區裡，有些灌溉溝渠較為寬廣、水流平緩，內亦有植被覆蓋，可看見不少花嘴鴨停棲其中，應該是使用灌溉溝渠作為臨時的休息地。因此，除了交通運輸功能，推測較為寬廣的灌溉溝渠亦是花嘴鴨等水鳥的棲所。

花嘴鴨活動會選擇周圍建築物比例低且離人工建築物較遠的水稻田區域。人工濕地有較頻繁的人類活動，在有較多的人為干擾下，多數水鳥會避免選擇不合適的棲地例如道路和建築物 (King *et al.* 2010)。其他研究亦指出，建築物或道路對水鳥豐度或棲息地的選擇皆是負面的影響 (Amano *et al.* 2004; King *et al.* 2010; He *et al.* 2011)。在行為的適應上，許多水鳥中

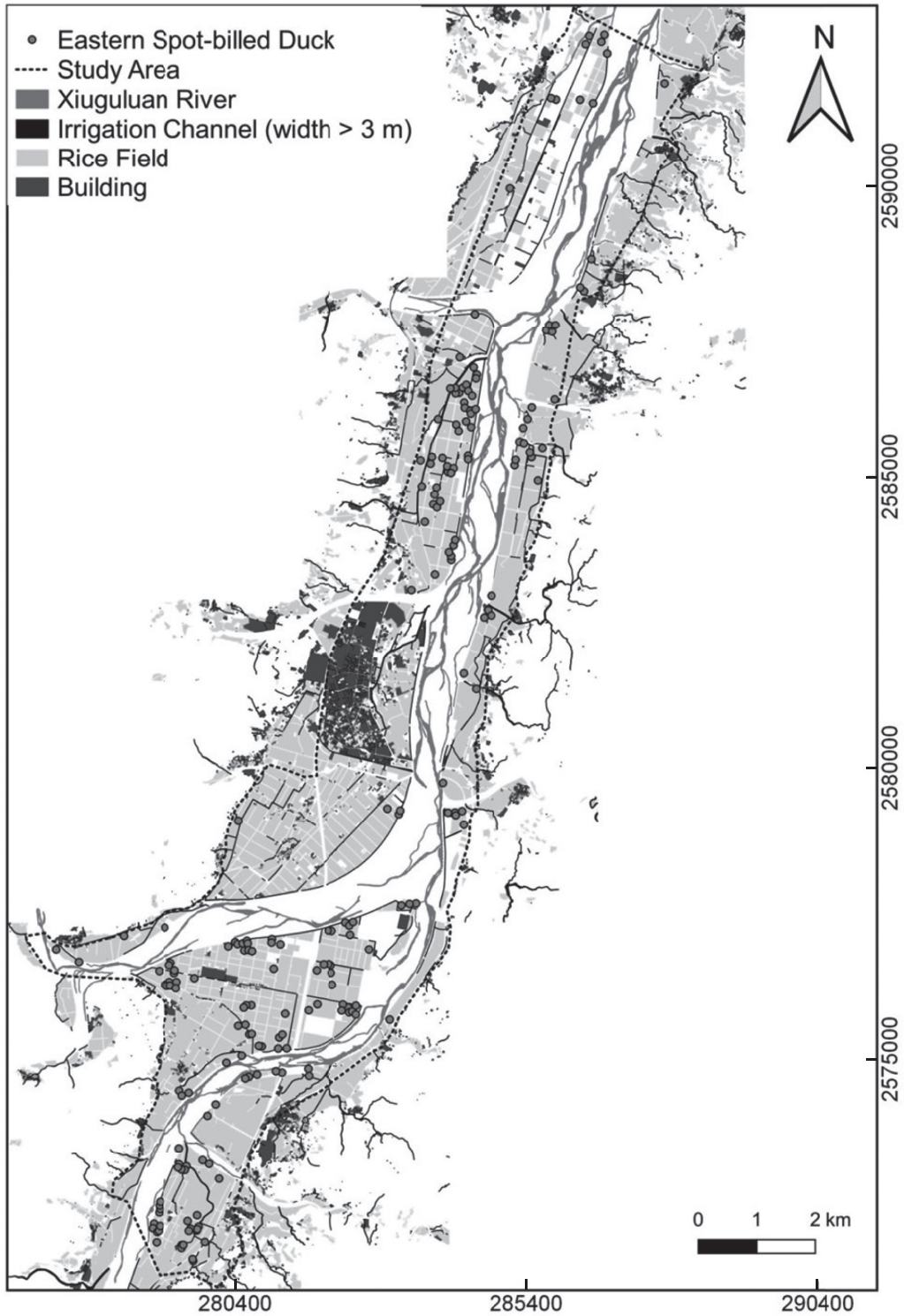


圖 2. 花嘴鴨在研究地區的分布。

Fig. 2. The distribution of the eastern spot-billed duck in the study area.

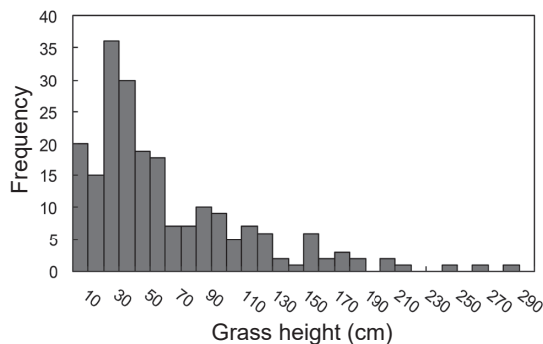


圖 3. 花嘴鴨利用水稻田的周圍草叢高度分布。

**Fig. 3.** The frequency distribution of grass heights in the rice paddies visited by the eastern spot-billed ducks.

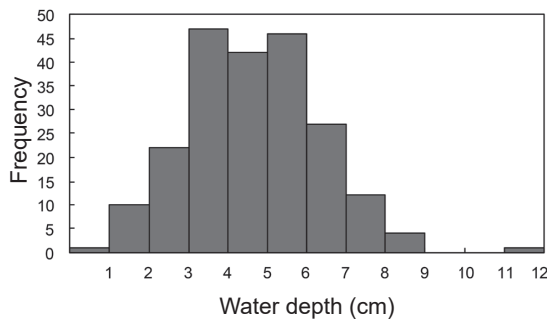


圖 4. 花嘴鴨利用水稻田的水深頻度分布。

**Fig. 4.** The frequency distribution of water depths in the rice fields visited by the eastern spot-billed ducks.

(包括花嘴鴨) 當人或車接近到一定距離時，牠們便會停下覓食開始警戒。若非常靠近時，牠們便會飛離所在地並盤旋尋找下一個覓食地 (Platteeuw & Henkens 1997; Rami & Norazlimi 2017)。人類干擾後進行的飛行，常常造成能量的額外消耗，而降低其適合度 (fitness)。

牠們在微棲地環境的選擇上，也可以看到人類干擾的效應，水稻田周邊草叢的高度越高，花嘴鴨的數量越多；且當草叢高度在 20–30 cm 時造訪頻度最高，30–40 cm 時次高。濕地周圍的植被除了可以提供植食性的水鳥食物 (例如種子與莖葉)，還可以提供隱蔽以避免人類的干擾，特別是在開闊平坦的水稻田區 (Hattori & Mae 2001; Ma *et al.* 2010)。水稻田周圍多被農用道路包圍作為當地農民交通通道，水鳥在交通流量高的田區覓食或棲息受一定程度的干擾 (Ma *et al.* 2010)。若水稻田

周圍有植被的遮蔽來避免干擾，可能減少受人類活動干擾飛離所耗費的能量，應付每年換羽、遷移或繁殖所需的能量較為充裕，甚至可以降低個體死亡率 (Platteeuw & Henkens 1997; Goss-Custard *et al.* 2006; Stafford *et al.* 2014)。所以，即使在道路密度高區域的農田區塊，若有較高的草叢在其周圍，推測花嘴鴨亦較可能選擇進入。無論如何，花嘴鴨所在的水稻田周圍為高度人工化環境，又有人類活動干擾，牠們對水稻田所做的棲地選擇，皆可能影響飛回繁殖地的能量儲存或是生存率，最終影響到總族群量 (Rami & Norazlimi 2017)。

水深是另一項顯著影響花嘴鴨數量分布的微棲地因子。許多研究已指出水深對於水鳥選擇棲息地發揮了重大作用，是水鳥棲地選擇的重要變量 (Colwell & Taft 2000; Isola *et al.* 2000; Ma *et al.* 2010; Behney 2020)。水鳥的型態與攝食策略，決定其可利用之水深範圍，例如較長的脖子、喙和腳的大型水鳥較小型的水鳥，可以在天然濕地較深的水域覓食 (Pöysä 1983; Ma *et al.* 2010; Vanausdall & Dinsmore 2019)；小型水鳥使用的水深小於 5 cm，大型水鳥使用的水深為 5–11 cm。涉水鴨 (dabbling duck) 使用的水深可大於 20 cm，潛水水鳥所需水深大於 25 cm (Isola *et al.* 2000)。Ma *et al.* (2010) 歸納出大型涉水鴨在濕地活動的水深範圍為 5–30 cm。Elphick & Oring (1998) 在研究秋冬有淹水且普遍水深在 10–30 cm 之間的水稻田，綠頭鴨 (*Anas platyrhynchos*) 偏好 7–14 cm 的水稻田，尖尾鴨 (*Anas acuta*) 偏好 14–21 cm 的水稻田。花嘴鴨缺乏資料，但依其體型應與綠頭鴨相當，可能偏好 7–14 cm 的水深。在本研究中，花嘴鴨造訪頻度最高為 3–6 cm 的水深，比較其他涉水鴨偏好的水深範圍相對較淺，可能的原因是本研究調查期間水稻田普遍的水深在 1–8 cm 不超過剛插秧苗之高度。這時花嘴鴨進入水稻田主要取食秧苗下方未發芽的穀粒，即使水位很淺，這些可用的食物資源仍會吸引花嘴鴨進入水稻田利用 (Sesser *et al.* 2018)。

插秧後的水稻田淹水至 3 cm 時，花嘴鴨開始頻繁造訪。在現地的觀察，花嘴鴨在水稻田的覓食方式可依水深而有所不同，在水淺處

能夠行走啄食地面附近可利用的食物如稻田種子，若在水較深處，則以游泳方式濾食水面食物。由此比較，有水或無水的水稻田花嘴鴨都能夠利用。但花嘴鴨最主要覓食方式是用涉水方式，可能也是像綠頭鴨一樣以觸覺線索 (tactile cues) 濾食數公分的水面。以觸覺線索覓食的物種具有全視野，涉水覓食時可同時警戒周圍環境，相較於行走低頭啄食，如此能夠節省抬頭警戒的時間以提升覓食效率 (Guillemain *et al.* 2001, 2002)。因此，一旦水稻田開始淹水至 3 cm 時，可能便於花嘴鴨涉水覓食，推測這是花嘴鴨造訪變頻繁的原因之一。

本研究顯示水越深，花嘴鴨數量有上升趨勢，樣區記錄到花嘴鴨群聚最高的隻次數為 20 隻 (其最大水深為 7.8 cm)，其次為 14 隻 (其最大水深為 8 cm)。7–14 cm 可能為花嘴鴨偏好的水深。因此，在本調查水深 1–8 cm 的範圍內，當水位超過 7 cm 時，推測可能是其所偏好與能利用食物資源的最佳水位。再者，花嘴鴨是群聚型的水鳥，群聚有其生存上的好處，例如可以花較多時間覓食，較少時間警戒 (Pulliam 1973; Randler 2005; Boukhriss *et al.* 2007; Severcan & Yamaç 2011)，並稀釋掠食者的風險，符合 dilution and many eyes hypothesis 假說 (Hamilton 1971; Severcan & Yamaç 2011)。故當水位到達其偏好範圍，花嘴鴨便越會聚集在水稻田內棲息或覓食。

水鳥為農業系統提供諸多的生態系服務，例如在農作期間，稻稈的分解與雜草問題對水稻農民是很大的挑戰，但透過水鳥尤其是大型的涉水鴨，牠們的踩踏可以將稻稈壓扁、推入水下與併入泥土裡，藉此能增加泥土中微生物對稻稈的分解效率 (Bird *et al.* 2000; Brogi *et al.* 2015)。另外，涉水鴨在冬季主要是種子取食者 (Guillemain *et al.* 2002)，能降低雜草的種子種類 (從 38 降至 21 種) 及密度 (降低 90%) (Li *et al.* 2012)。又在整個稻米生長季期間，水稻與稻鴨共作 (integrated rice duck farming; IRDF) 對於雜草的抑制更明顯，因為牠們激起混濁的水而阻止雜草種子發芽，踩踏雜草幼苗或以幼苗為食 (Zhang *et al.* 2009; Furuno 2012; Brogi *et al.* 2015)。在樣區中，本研究觀察到

日夜都有花嘴鴨在水稻田活動且時間相當長，例如 2 月記錄到花嘴鴨 05:40 天亮前進入水稻田至 09:00 仍在活動。在這長時間的活動中估計花嘴鴨對稻稈的分解，或者雜草的抑制應有相當的貢獻。建議未來有更多對花嘴鴨在水稻田的行為與對水稻田效益的研究，不僅可善加運用花嘴鴨提供的水田稻稈清除或雜草抑制等生態系統服務、減少農民管理成本，更可促進水田生態系統的永續經營。

## 結論

從維護生態系服務價值的觀點而言，本研究發現鄰近河道或較寬廣灌溉水圳的水稻田較受花嘴鴨偏好，在水鳥保護上具有較高價值。因此，建議農政單位可考慮在河川邊緣或農用水路邊緣提供補助 (棲地維護獎勵金)，鼓勵農民對花嘴鴨友好的水稻種植方式。針對這些農田提供維護重要棲地的生態服務給付，將可提高農民於休耕期間蓄水、提供水鳥使用，以及不使用除草劑、毒鼠藥、獸鈹、毒餌、鳥網等友善耕作方式的意願。未來亦可進一步將這些區域劃設為水稻田友善耕作的示範區，爭取更多農民認同及學習，若有更多的水道邊緣區域用作水鳥的避難所，應可擴大本地对全球水鳥保護的貢獻。在農民對農田的管理方面，插秧期水稻田水位深度在 3–6 cm 是花嘴鴨偏好利用的範圍，建議水鳥度冬期間，農民將冬季休耕的水稻田貯水 3 cm 以上，可以提供花嘴鴨作為中途停留站或度冬地。並且在水稻田周圍保留一些高於 20 cm 的植被，可以增加花嘴鴨對水稻田的利用率。相反的，水鳥度冬期間仍然耕作的水稻田，建議插秧期水深保持在 3 cm 以下，周圍維持 20 cm 以下的低矮植被，減少花嘴鴨利用水稻田的機會，可減輕農民的損失。

## 誌謝

本研究承蒙行政院農業委員會 108 農科-10.4.1-森-G1 科技計畫補助，以及兩位審查者提供寶貴建議，特此一併感謝。

## 引用文獻

- Allen, A. W. 1987. Habitat Suitability Index Models: Mallard (Winter Habitat, Lower Mississippi Valley). U.S. Fish and Wildlife Service. Bailey's Crossroads, VA. 37 pp.
- Amano, T., K. Ushiyama, G. Fujita, and H. Higuchi. 2004. Factors affecting rice grain density unconsumed by white-fronted geese in relation to wheat damage. *Agric. Ecosyst. Environ.* 102:403–407. doi:10.1016/j.agee.2003.09.021
- Amano, T., Y. Kusumoto, Y. Tokuoka, S. Yamada, E. Y. Kim, and S. Yamamoto. 2008. Spatial and temporal variations in the use of rice-paddy dominated landscapes by birds in Japan. *Biol. Conserv.* 141:1704–1716. doi:10.1016/j.biocon.2008.04.012
- Baasch, D. M., P. D. Farrell, A. T. Pearse, D. A. Brandt, A. J. Caven, M. J. Harner, G. D. Wright, and K. L. Metzger. 2019. Diurnal habitat selection of migrating whooping crane in the Great Plains. *Avian Conserv. Ecol.* 14:6.
- Beatty, W. S., E. B. Webb, D. C. Kesler, A. H. Raedeke, L. W. Naylor, and D. D. Humburg. 2014. Landscape effects on mallard habitat selection at multiple spatial scales during the non-breeding period. *Landscape Ecol.* 29:989–1000. doi:10.1007/s10980-014-0035-x
- Behney, A. C. 2020. The influence of water depth on energy availability for ducks. *J. Wildl. Manage.* 84:436–447. doi:10.1002/jwmg.21811
- Bird, J. A., G. S. Pettygrove, and J. M. Eadie. 2000. The impact of waterfowl foraging on the decomposition of rice straw: Mutual benefits for rice growers and waterfowl. *J. Appl. Ecol.* 37:728–741. doi:10.1046/j.1365-2664.2000.00539.x
- BirdLife International. 2018. *Anas zonorhyncha*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22736042A132303839. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22736042A132303839.en> (visit on 05/05/2020)
- Boukhriss, J., S. Selmi, A. Béchet, and S. Nouira. 2007. Vigilance in greater flamingos wintering in Southern Tunisia: Age-dependent flock size effect. *Ethology* 113:377–385. doi:10.1111/j.1439-0310.2007.01335.x
- Broggi, A., C. A. Pernollet, M. Gauthier-Clerc, and M. Guillemain. 2015. Water fowl foraging in winter-flooded ricefields: Any agronomic benefits for farmers? *Ambio* 44:793–802. doi:10.1007/s13280-015-0678-0
- Chen, C. C., C. C. Liao, C. C. Wu, and C. M. Tsai. 2019. 2018–2019 bird survey and monitoring in two important wetlands: Longluntan and Nanren Lake. Kenting National Park research report. Kenting National Park Headquarters, Pingtung County, Taiwan. <https://ws.ktnp.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMjQ1L3JlbGZp-bGUvNjczMi8xMTE4MjgvZW10YmJiY2EtYzBkYy00MzU4LWlzMDEtMzM3NWY2Y2Q2OD-k0LnBkZg%3D%3D&n=MTA3LTEwOOwivUwS-4gemHjeimgea%2FleWcsOmzpemhneuglOeptuio-iOeVq1%2FntZDmoYjloLHlkYoucGRm&icon=.pdf> (visit on 04/20/2020) (in Chinese with English abstract)
- Colwell, M. A. and O. W. Taft. 2000. Waterbird communities in managed wetlands of varying water depth. *Waterbirds* 23:45–55.
- Czech, H. A. and K. C. Parsons. 2002. Agricultural wetlands and waterbirds: A review. *Waterbirds* 25:56–65.
- Dias, M. P., J. P. Granadeiro, M. Lecoq, C. D. Santos, and J. M. Palmeirim. 2006. Distance to high-tide roosts constrains the use of foraging areas by dunlins: Implications for the management of estuarine wetlands. *Biol. Conserv.* 131:446–452. doi:10.1016/j.biocon.2006.02.020
- Elphick, C. S. and L. W. Oring. 1998. Winter management of Californian rice fields for waterbirds. *J. Appl. Ecol.* 35:95–108. doi:10.1046/j.1365-2664.1998.00274.x
- Elphick, C. S. 2010. Why study birds in rice fields? *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:1–7. doi:10.1675/063.033.s101
- Elphick, C. S., P. Baicich, K. C. Parsons, M. Fasola, and L. Mugica. 2010. The future for research on waterbirds in rice fields. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:231–243. doi:10.1675/063.033.s117
- Fasola, M. and A. Brangi. 2010. Consequences of rice agriculture for waterbird population size and dynamics. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:160–166. doi:10.1675/063.033.s112
- Ferrero, A. and A. Tinarelli. 2008. Rice cultivation in the E.U. ecological conditions and agronomical practices. p.1–24. *in: Pesticide Risk Assessment in Rice Paddies: Theory and Practice.* (Capri, E. and D. Karpouzas, eds.) Elsevier. Amsterdam, Netherlands. 266 pp. doi:10.1016/B978-044453087-5.50002-3
- Foster, J. H., W. E. Tillett, W. L. Myers, and J. C. Hoag. 1984. Columbia Basin wildlife/irrigation development study. Report No. REC-ERC-83-6. U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation, Ephrata, Washington, USA. <https://www.usbr.gov/>

- ts/techreferences/rec/REC-ERC-83-06.pdf (visit on 05/04/2020)
- Fox, A. D. and J. Madsen. 1997. Behavioural and distributional effects of hunting disturbance on waterbirds in Europe: Implications for refuge design. *J. Appl. Ecol.* 34:1–13. doi:10.2307/2404842
- Furuno, T. 2012. The One-Duck Revolution: Why Asia Does Not Do European Farming. Takao Furuno. Morrisville, NC. 128 pp.
- Giosa, E., C. Mammides, and S. Zotos. 2018. The importance of artificial wetlands for birds: A case study from Cyprus. *PLoS One* 13:e0197286. doi:10.1371/journal.pone.0197286
- Goss-Custard, J. D., P. Triplet, and A. D. West. 2006. Critical thresholds of disturbance by people and raptors in foraging wading birds. *Biol. Conserv.* 127:88–97.
- Guillemain, M., P. Duncan, and H. Fritz. 2001. Switching to a feeding method that obstructs vision increases head-up vigilance in dabbling ducks. *J. Avian Biol.* 32:345–350.
- Guillemain, M., G. R. Martin, and H. Fritz. 2002. Feeding methods, visual fields and vigilance in dabbling ducks (Anatidae). *Funct. Ecol.* 16:522–529. doi:10.1046/j.1365-2435.2002.00652.x
- Hamilton, W. D. 1971. Geometry for the selfish herd. *J. Theor. Biol.* 31:295–311. doi:10.1016/0022-5193(71)90189-5
- Hattori, A. and S. Mae. 2001. Habitat use and diversity of waterbirds in a coastal lagoon around Lake Biwa, Japan. *Ecol. Res.* 16:543–553. doi:10.1046/j.1440-1703.2001.00416.x
- He, P., D. J. Kong, Q. Liu, H. Z. Yu, J. L. Zhao, and X. J. Yang. 2011. Roosting-site characteristics of wintering black-necked cranes (*Grus nigricollis*) at Napahai, Yunnan. *Zool. Res.* 32:150–156. (in Chinese with English abstract) doi:10.3724/SP.J.1141.2011.02150
- Herbert, J. A., A. Chakraborty, L. W. Naylor, W. S. Beatty, and D. G. Kremenetz. 2018. Effects of landscape structure and temporal habitat dynamics on wintering mallard abundance. *Landsc. Ecol.* 33:1319–1334. doi:10.1007/s10980-018-0671-7
- Hollander, F. A., H. V. Dyck, G. S. Martin, and N. Titeux. 2011. Maladaptive habitat selection of a migratory passerine bird in a human-modified landscape. *PLoS One* 6:e25703. doi:10.1371/journal.pone.0025703
- Ibáñez, C., A. Curcó, X. Riera, I. Ripoll, and C. Sánchez. 2010. Influence on birds of rice field management practices during the growing season: A review and an experiment. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:167–180. doi:10.1675/063.033.s113
- Isola, C. R., M. A. Colwell, O. W. Taft, and R. J. Safran. 2000. Interspecific differences in habitat use of shorebirds and waterfowl foraging in managed wetlands of California's San Joaquin Valley. *Waterbirds* 23:196–203.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65–71. doi:10.2307/1937156
- Kaminski, R. M. and J. Elmsberg. 2014. An introduction to habitat use and selection by waterfowl in the northern hemisphere. *Wildfowl (Spec. Issue)* 4:9–16
- King, S., C. S. Elphick, D. Guadagnin, O. Taft, and T. Amano. 2010. Effects of landscape features on waterbird use of rice fields. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:151–159. doi:10.1675/063.033.s111
- Lawler, S. P. 2001. Rice fields as temporary wetlands: A review. *Isr. J. Zool.* 47:513–528. doi:10.1560/X7K3-9JG8-MH2J-XGX1
- Li, S. S., S. H. Wei, R. L. Zuo, J. G. Wei, and S. Qiang. 2012. Changes in the weed seed bank over 9 consecutive years of rice-duck farming. *Crop Prot.* 37:42–50. doi:10.1016/j.cropro.2012.03.001
- Li, C., L. Zhou, L. Xu, N. Zhao, and G. Beauchamp. 2015. Vigilance and activity time-budget adjustments of wintering hooded cranes, *Grus monacha*, in human-dominated foraging habitats. *PLoS One* 10:e0118928. doi:10.1371/journal.pone.0118928
- Longoni, V. 2010. Rice fields and waterbirds in the Mediterranean region and the Middle East. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:83–96. doi:10.1675/063.033.s106
- Lu, L. C. 2019. Effects of urban sprawl and habitat management on avian diversity and habitat preferences in fallow rice paddies of Yilan. Master Thesis, Graduate Institute of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University. Taipei, Taiwan. 71 pp. (in Chinese with English abstract) doi:10.6342/NTU201902577
- Ma, Z., Y. Cai, B. Li, and J. Chen. 2010. Managing wetland habitats for waterbirds: An international perspective. *Wetlands* 30:15–27. doi:10.1007/s13157-009-0001-6
- Maclean, J. L., D. C. Dawe, B. Hardy, and G. P. Hettel. 2002. Rice Almanac: Source Book for the Most Important Economic Activity on Earth. 3<sup>rd</sup> ed. CABI Publ., Wallingford, UK. 253 pp. doi:10.1079/9780851996363.0000
- Mayer, M., D. Natusch, and S. Frank. 2019. Water body type and group size affect the flight initiation distance of European waterbirds. *PLoS One* 14:e0219845. doi:10.1371/journal.pone.0219845
- Pasquier, R. F. 2019. Birds in Winter: Surviving the Most Challenging Season. Princeton University Press. Princeton, NJ. 304 pp.

- Pearse, A. T., M. J. Harner, D. M. Baasch, G. D. Wright, A. J. Caven, and K. L. Metzger. 2017a. Evaluation of nocturnal roost and diurnal sites used by Whooping Cranes in the Great Plains, United States. Open File Report 2016-1209. U.S. Geological Survey, Reston, VA.
- Pearse, A. T., G. L. Krapu, and D. A. Brandt. 2017b. Sandhill crane roost selection, human disturbance, and forage resources. *J. Wildl. Manag.* 81:477–486. doi:10.1002/jwmg.21215
- Piersma, T., R. Hoekstra, A. Dekinga, A. Koolhaas, P. Wolf, P. Battley, and P. Wiersma. 1993. Scale and intensity of intertidal habitat use by knots *Calidris canutus* in the western Wadden Sea in relation to food, friends and foes. *Neth. J. Sea Res.* 31:331–357. doi:10.1016/0077-7579(93)90052-T
- Platteeuw, M. and R. J. H. G. Henkens. 1997. Possible impacts of disturbance to waterbirds: Individuals, carrying capacity and populations. *Wildfowl* 48:225–236.
- Pöysä, H. 1983. Resource utilization pattern and guild structure in a waterfowl community. *Oikos* 40:295–307. doi:10.2307/3544594
- Pulliam, H. R. 1973. On the advantages of flocking. *J. Theor. Biol.* 38:419–422. doi:10.1016/0022-5193(73)90184-7
- QGIS.org. 2020. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org> (visit on 03/10/2020)
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org> (visit on 03/17/2020)
- Rami, R. and N. A. Norazlimi. 2017. The effects of disturbance on the abundance and foraging behaviour of shorebirds and waterbirds in the tropical mudflat areas. *Sains Malays.* 46:365–372. doi:10.17576/jsm-2017-4603-02
- Randler, C. 2005. Coots *Fulica atra* reduce their vigilance under increased competition. *Behav. Processes* 68:173–178. doi:10.1016/j.beproc.2004.12.007
- Sesser, K. A., M. Iglecia, M. E. Reiter, K. M. Strum, C. M. Hickey, R. Kelsey, and D. A. Skalos. 2018. Waterbird response to variable-timing of drawdown in rice fields after winter-flooding. *PLoS One* 13:e0204800. doi:10.1371/journal.pone.0204800
- Severcan, Ç. and E. Yamaç. 2011. The effects of flock size and human presence on vigilance and feeding behavior in the Eurasian Coot (*Fulica atra* L.) during breeding season. *Acta Ethol.* 14:51–56. doi:10.1007/s10211-010-0089-y
- Severinghaus, L. L., T. S. Ding, W. H. Fang, W. H. Lin, M. C. Tasi, and C. W. Yen. 2012. The Avifauna of Taiwan. 2<sup>nd</sup> ed. Vol. 1. Forest Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei. 663 pp. (in Chinese)
- Shin, Y. U., M. S. Shin, H. S. Lee, S. W. Han, S. M. Jung, and H. S. Oh. 2016a. A study on spot-billed ducks' daily habitat use pattern during wintering period in Korea. *Korean J. Environ. Ecol.* 30:328–334. (in Korean with English abstract) doi:10.13047/KJEE.2016.30.3.328
- Shin, Y. U., M. S. Shin, H. S. Lee, Y. M. Kang, O. K. Moon, H. S. Park, and H. S. Oh. 2016b. Study for habitat usage of spot-billed duck in Korea, using GPS-Mobile telemetry (WT-200)1a. *Korean J. Environ. Ecol.* 30:146–154. (in Korean with English abstract) doi:10.13047/KJEE.2016.30.2.146
- Shyu, B. S. and G. C. Lin. 1993. The investigation of ecology on the Hsiukuluan river and prevention studies on the damage of rice from wild ducks. *Bull. Hualien Dist. Agric. Res. Ext. Stn.* 9:35–44. (in Chinese)
- Stafford, J. D., R. M. Kaminski, and K. J. Reinecke. 2010. Avian foods, foraging, and habitat conservation in world rice fields. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:133–150. doi:10.1675/063.033.s110
- Stafford, J. D., A. K. Janke, M. J. Anteau, A. T. Pearse, A. D. Fox, J. Elmberg, J. N. Straub, M. W. Eichholz, and C. Arzel. 2014. Spring migration of waterfowl in the northern hemisphere: A conservation perspective. *Wildfowl (Spec. Issue)* 4:70–85.
- Vallon, M., C. Dietzen, S. Laucht, and J. D. Ludwigs. 2018. Focal species candidates for pesticide risk assessment in European rice fields: A review. *Integr. Environ. Assess. Manag.* 14:537–551. doi:10.1002/ieam.4054
- Vanausdall, R. A. and S. J. Dinsmore. 2019. Habitat associations of migratory waterbirds using restored shallow lakes in Iowa. *Waterbirds* 42:135–153. doi:10.1675/063.042.0201
- Velasquez, C. R. 1992. Managing artificial saltpans as a waterbird habitat: Species' responses to water level manipulation. *Col. Waterbirds* 15:43–55. doi:10.2307/1521353
- Wood, C., Y. Qiao, P. Li, P. Ding, B. Lu, and Y. Xi. 2010. Implications of rice agriculture for wild birds in China. *Waterbirds (Spec. Pub.)* 33:30–43.
- Zhang, J. E., R. Xu, X. Chen, and G. Quan. 2009. Effects of duck activities on a weed community under a transplanted rice-duck farming system in southern China. *Weed Biol. Manag.* 9:250–257. doi:10.1111/j.1445-6664.2009.00346.x

# Habitat Selection of the Eastern Spot-billed Duck (*Anas zonorhyncha*) in Rice Paddies during the Seedling Transplanting Period

Mei-Jhu Hong<sup>1</sup>, Shih-Han Hsu<sup>2</sup>, Shin-Han Tseng<sup>3</sup>, and Chao-Nien Koh<sup>4,\*</sup>

## Abstract

Hong, M. J., S. H. Hsu, S. H. Tseng, and C. N. Koh. 2021. Habitat selection of the eastern spot-billed duck (*Anas zonorhyncha*) in rice paddies during the seedling transplanting period. *J. Taiwan Agric. Res.* 70(1):54–66.

Taiwan is an important winter spot for waterbirds. Among them, the eastern spot-billed duck (*Anas zonorhyncha* Swinhoe) migrates to Taiwan for a large amount from autumn to winter every year. However, area of natural wetlands in Taiwan is decreasing, and many ducks coming to Taiwan for winter turn to use rice paddies. Recently, rice paddies have become a shelter for the eastern spot-billed duck in winter, in addition to the purpose of food production. However, the ducks are not welcomed or even driven by farmers because they affect the growth of rice. At present, there is a lack of friendly method to manage both rice paddies and the ducks. The purpose of this study is to explore ways to mitigate conflicts between rice farmers and the ducks based on the duck's habitat use. It is hoped that rice paddies serve the dual purpose of providing food production and functioning as man-made wetlands that harbor the ducks. In February 2020, we surveyed 212 paddy fields used by the ducks in the rice transplanting period around Xiuguluan River in Hualien County. Data of 9 landscape structure variables and 8 microhabitat variables were collected for each of the fields. It was found that the eastern spot-billed duck chose a rice paddy closer to the river or near the irrigation channel, possibly to save energy on flying between foraging and resting sites. In addition, the ducks seemed to avoid buildings and chose a site with a low built area ratio, which might reflect the pressure of human interference. From the perspective of micro habitat choice, the ducks may choose the paddy field covered by higher grass, and it was found that the most commonly chose grass height around the paddy field was 20–40 cm. This choice may also be related to human interference. Water depth is another important determining factor. The number of the ducks gradually increased with the increasing water depth of the rice paddy during the transplanting period, and 3–6 cm was the most frequently visited water depth range. Based on the result of the preference of the ducks on the paddy field, it suggests that paddy fields cultivated during the winter, kept the water depth below 3 cm during the seedling transplanting period, and maintained surrounding vegetation height below 20 cm would reduce the utilization of paddy fields by the duck. Paddy fields adjacent to Xiuguluan River or irrigation channels with a width greater than 3 m are suggested suitable for waterbird protection. It is recommended the government to consider providing subsidies on waterbird protection in this area so as to encourage the rice farmers to manage their paddies in a duck-friendly way.

**Key words:** Landscape ecology, Farmland ecosystem, Irrigation channel, Human disturbance, Water depth.

---

Received: July 20, 2020; Accepted: December 15, 2020.

\* Corresponding author, e-mail: nien@tfri.gov.tw

<sup>1</sup> Research Assistant, Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>2</sup> Researcher, Observer Ecological Consultant Co., Ltd., Taipei, Taiwan, ROC.

<sup>3</sup> Researcher, Hanlin Ecological Consultant Agency, Yunlin County, Taiwan, ROC.

<sup>4</sup> Research Fellow, Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, ROC.