

宜蘭水田紅冠水雞族群量變化與生殖生態學

黃仲震^{1*} 林亞立² 袁孝維³

1.宜蘭縣馬賽國小

2.國立宜蘭大學森林暨自然資源學系

3.國立台灣大學森林環境暨資源學系

摘要

紅冠水雞(*Gallinula chloropus*)是一種適應力很好且世界分布廣泛的秧雞科鳥類，在台灣的水田內也常見其棲息活動。為瞭解水田地景變化及人為經營擾動對紅冠水雞族群量與生殖行為的影響，本研究於 2006 年 7 月至 2007 年 10 月進行調查，調查區位於宜蘭縣冬山鄉永美社區，面積約 247.47 公頃。調查項目包括紀錄樣區內各水田區塊水位與植被高度、紅冠水雞成鳥及幼鳥數量、鳥巢的巢形值與巢位環境因子，並觀察生殖行為。

依水田地景變化及稻作活動所產生的干擾，水田一整年的狀態可區分為蓄水休耕期、翻土插秧期、稻作生長期、收割休息轉作期及田菁翻田期等「五個稻作經營分期」。族群量變化及分布在各稻作經營分期呈現顯著差異，其中稻作生長期提供足夠生殖棲息的植被環境且干擾低，族群量最高；蓄水休耕期因無人為干擾，少量植被便足夠提供群體聚集時的生存棲息，族群量次高。由此可知，族群數量受稻作經營活動的影響呈現明顯的消長。生殖季節時，各稻作經營分期間的成鳥數及幼鳥數也呈現顯著差異。成鳥在高植被的稻作生長期數量最高，為偏好之生殖環境，其他分期則明顯的因稻作活動及地景改變而數量降低；幼鳥的數量主要與成鳥的繁殖行為及繁殖成功率有關。因此，水田的地景變化與干擾主要對紅冠水雞的族群量有影響。

研究期間發現紅冠水雞成功與失敗的孵卵巢數分別為 33 及 23 個，生殖成功率 58.9%。成功巢與失敗巢的巢形值或巢位選擇皆無顯著差異。生殖失敗的原因主要為稻作經營所產生的人為干擾，其次為巢掠食者的破壞。此外，另紀錄紅冠水雞之親鳥於夜間協助幼鳥保暖使用的育幼巢 70 個。在不同棲息地的孵卵巢及育幼巢數有顯著的差異，蓄水田內紅冠水雞對育幼巢的需求明顯增加，推測為缺少足夠植被以供幼鳥夜棲，故築巢供成鳥夜間為幼鳥維持體溫。孵卵巢及育幼巢的巢形值並無顯著差異，但比較水田內兩種巢的巢位選擇，孵卵巢較育幼巢具有高植被的需求，應為避敵考量。將巢位與隨機點的環境因子進行比較，發現孵卵巢具有較高植被需求，且離田埂較遠，而育幼巢則離道路與田埂較遠，兩種巢的巢位選擇因使用方式不同而產生不同的避敵策略。再分別與隨機點相較，兩者都比隨機點的水深較淺，似為了降低築巢時的負擔。

由此可知，棲息在水田上的紅冠水雞族群與生殖皆受稻作活動影響，在生殖季節則因稻作活動造成的不同地景形成不同的生殖策略。

關鍵詞：秧雞科、生殖行為、築巢行為、濕地

Population Fluctuation and Breeding Ecology of Common Moorhen in the Rice Paddies of Yilan

Jung-Ying Huang^{1*} Ya-Lih Lin² Hsiao-Wei Yuan³

1.Masai Elementary School, Yilan Country

2.Department of Forestry and Natural Resources, National Ilan University

3.School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University

Abstract

Common Moorhen (*Gallinula chloropus*) is an adaptable and widely distributed member of the Rallidae around the world. The Common Moorhen in Taiwan often inhabits in the rice paddy. In order to understand the population dynamics and the breeding behaviors of the Common Moorhen rendered by the variation of landscape and the artificial disturbance that come along with paddy field management, a survey was conducted on a 247.47-hactare site located in the Dongshan Township, Yilan County from July 2006 to October 2007. We recorded the presence and appearance of vegetation, the water depth of each paddy patch, the numbers of the adult and the young in the Common Moorhen population, the features of nests, the environmental indices around the nest, the particular reproduction behaviors of the Common Moorhen, and data of other related information.

Based on the impacts occurred on each rice paddy patch and the disturbance rendered by cultivating management, the yearly environment of rice paddy was divided into the following five periods: 1. water immersing and fallow, 2. plowing and rice seedlings transplanting, 3. rice growing, 4. rice harvesting and sesbavia planting, and 5. plowing and water flooding.

Results reveal that the fluctuation and distribution of Common Moorhen population studied depended highly on the five management periods stated above. During the rice growing period, vegetation provided sufficient shelter for moorhens to inhabit, which rendered the highest population size. The water immersing and fallow period showed the least landscape variation and human disturbance of the patches in the study area; therefore, presented the second highest population size. Furthermore, the numbers of the adult varied with the management periods during the breeding season. Each of the five management periods created its special inhabiting environment to the moorhen, and affected the number of the adult profoundly. The number of the juvenile moorhen apparently related to the reproductive behavior (and successful ratio) of the adults. Facts indicate that the moorhen population was highly affected by the cultivating activities in the rice paddy.

During the survey period, 33 reproductive success and 23 reproductive failure nests were recorded. The reproductive success rate was 58.9 %. No significant correlation among the features of the nests and the surrounding environmental factors were detected. The major factors related with reproductive failure were the cultivating activities and nest predators.

In addition, the Common Moorhen studied built two types of nests. Fifty-six egg nests and 70 brood nests were recorded, the ratios of the two nest types were significantly different among the five management periods, and there were more brood nests than egg nests in water immersing paddies. Features of these two types of nest were of no difference. Possibly owing to the anti-predator strategy, compared to brood nests, egg nests were found more often in high vegetation covered spots. In comparison with the randomly selected measurement spots in the same patch, the environmental indices around the egg nests appeared to be in need of more vegetation shelter and farther away from the levees, which may be a response to anti-predator strategy. The lower water level observed on the egg nest spots may be due to energy conservation consideration of the parents during nest building works. Results from similar comparison between the brood nest and the random selected point showed that the brood nest has the same requirement as the egg nest does on the site factors of farther distance from the levee and lower water level.

In conclusion, the variation of landscape and artificial disturbance rendered by rice paddy management are the major cause of the individual reproductive success of the Common Moorhen and the number of adults in the population. The Common Moorhen in the rice paddy alters their breeding strategies to be in accordance with the five cultivating management period.

Key words: Rallidae , breeding behavior, nesting behavior, wetland.

***Corresponding author. E-mail:** ginghgy@ilc.edu.tw

前言

紅冠水雞(*Gallinula chloropus*)屬鶴形目、秧雞科，為世界廣泛分布的鳥種，通常活動於低地接近水域的環境。台灣則從平地到中海拔的水域環境都可見其蹤跡。紅冠水雞是 *Gallinula* 屬中最能適應不同棲息環境的鳥種，因此普遍分布於各種具有水域的棲地，如人工或自然水域環境、靜止或流動的河流等(Wood, 1974; Cramp and Simmons, 1980)。紅冠水雞的覓食棲息地屬於茂密、挺水性的草叢地、淺水域、泥灘岸。覓食方式以涉水或是潛水從水中或植物表面取食，食物類型包含種子、草本與水生植物的嫩芽、昆蟲、軟體動物、兩棲類幼蟲以及小魚等(Wood, 1974; Forman and Brain, 2004; Beedy and Cogswell, 2005)。紅冠水雞覓食活動區域或棲息領域都需要足夠的植被用以逃避危險(McRea, 1997; Forman and Brain, 2004)，可知該鳥種選擇棲息地時，最佳覓食地及安全應該是很重要的考量因素。

紅冠水雞生殖季節開始前，先產生領域的競爭行為，並構成生殖配偶或生殖組合，整個生殖季節內生殖組合的個體會共同防禦領域。雛鳥為早成鳥，一經孵化後，即全身披茸毛且可立即活動(Forman and Brain, 2004; Gillmor *et al.*, 1983)。鳥巢通常濱臨水域或是築於水體上，巢位棲息地偏好高植被覆蓋度的環境(Cramp and Simmons, 1980; Taylor, 1984; Gibbons, 1989)。Wood (1974)指出紅冠水雞會築不同類型的巢，包括孵卵巢(egg nest)、展示平台(display platform)及育幼巢等，其中育幼巢主要是親鳥協助雛鳥維持體溫之用，建造育幼巢花的時間較孵卵巢少，但兩種巢在外型上十分相近。Segfried and Frost (1975)實驗測試雛鳥咽喉溫度，發現約 3-4 星期的雛鳥才能為適應外界冷空氣且有調節體溫的能力。故雛鳥孵化後親鳥能提供的照顧顯得十分重要，紅冠水雞建造育幼巢以撫育雛鳥目的即在提高幼鳥的存活率。亦有與紅冠水雞築巢行為相關的研究報告卻未提及育幼巢(Petrie, 1984; Gillmor *et al.*, 1983; Forman and Brain, 2004)，其中包括 McRea(1995; 1997)深入研究英國境內溼地的紅冠水雞生殖策略，也亦未提及有關育幼巢的現象。紅冠水雞生殖結束後，部份地區的生殖個體會形成冬季群聚行為並在同一區域覓食活動的現象(Wood, 1974; Gibbons, 1987)。

目前全世界上經營農作的土地面積，約佔了陸域棲息地的 30%，其中許多經營稻作的土地，因產業活動需要形成水域環境，儼然成為許多濕地動物偏好的棲息環境(Tourenq *et al.*, 2001; Pierluissi, 2006)。Zhijun *et al.* (2004)研究指出農耕地因季節性的農耕活動轉換成人工濕地時，可讓許多原本棲息於自然濕地的物種，如紅冠水雞等，在自然溼地喪失後做為補償性棲息地。雖然有許多報告研究紅冠水雞生殖的相關行為，但是多數的研究環境是濕地棲息地，較少是針對棲息於水田中的紅冠水

雞。水田棲息地因人為的稻作經營活動產生諸多不同變因，勢必對於棲息於此類型棲息地上的紅冠水雞造成影響。Giuliano and Daves (2002)研究顯示紅冠水雞族群數量與可利用植物的組成與環境中干擾程度有關。Forman and Brain (2004)及 Taylor (1984)的研究也顯示人為經營植被的活動會降低巢生殖成功率，故鳥巢巢位必然直接影響生殖成功率及族群的適存度(Martin and Roper, 1988; Martin, 1992)。

宜蘭縣境內的水田經營耕作，多以一期稻作，二期轉作綠肥作物為主，冬季蓄水休耕至次年春耕，因此產生了週期性的環境變化。這些變化是否會造成棲息於水田內的紅冠水雞產生不同的生殖策略，而紅冠水雞的族群是否會隨著稻作經營而產生不同的變化或分布情況。另在 7、8 月水田收割翻土後的蓄水田中，經常可以發現紅冠水雞在無植被掩蔽的環境下築巢，且除了孵卵巢外，有更多為成鳥陪伴幼鳥夜棲用之育幼巢，故紅冠水雞在築巢的巢位選擇是否有偏好？夜棲用之育幼巢可能成因為何？

基於以上因素與問題，本研究於 2006 年 7 月至 2007 年 10 月針對宜蘭縣冬山鄉永美社區內水田進行紅冠水雞研究，監測生殖族群數量變化、成鳥與幼鳥數量變化，並調查生殖成敗的原因、巢的類型，及巢位周邊的環境因子。由此調查結果可藉以深入探討動態環境下，紅冠水雞適應後是否會產生對應的行為。紅冠水雞在台灣本島是普遍分布的留鳥，本研究藉由監測水田棲息環境內之族群的生殖行為，不但可反應出受稻作活動影響的情況，可更深入認識該物種的生殖生態學，並且期望透過對紅冠水雞因應人為經營棲息地的生殖與活動模式的探討，提供對生殖或棲息於水田上物種之保育與經營的參考。

材料方法

自 2006 年 7 月起至 2007 年 10 月底進行調查區水田棲息地上紅冠水雞的調查監測。調查內容包括地景區塊變化、紅冠水雞族群組成及分布的變化及紅冠水雞築巢生殖行為監測等工作。

一、研究地點

調查研究區位於宜蘭縣冬山鄉永美社區(24°38' N 121°46' E)，樣區面積約 247.47 公頃(圖 1)。水田 873 個區塊(重劃後由道路、渠道、田埂等界限所圍成的小區域)佔總地景面積 75%；建物 207 個區塊(如建築物、石礫空地、道路等)佔總地景面積 24%；其他非建物區塊(如茭白筍田、荷花水池、菜圃、給排水渠道等)佔總地景面積 1%。本區為一般稻作型態，每區塊受人類稻作經營產生的干擾一致，棲地內提供物種存活的可能食物質量，應屬於均質分布的狀態。

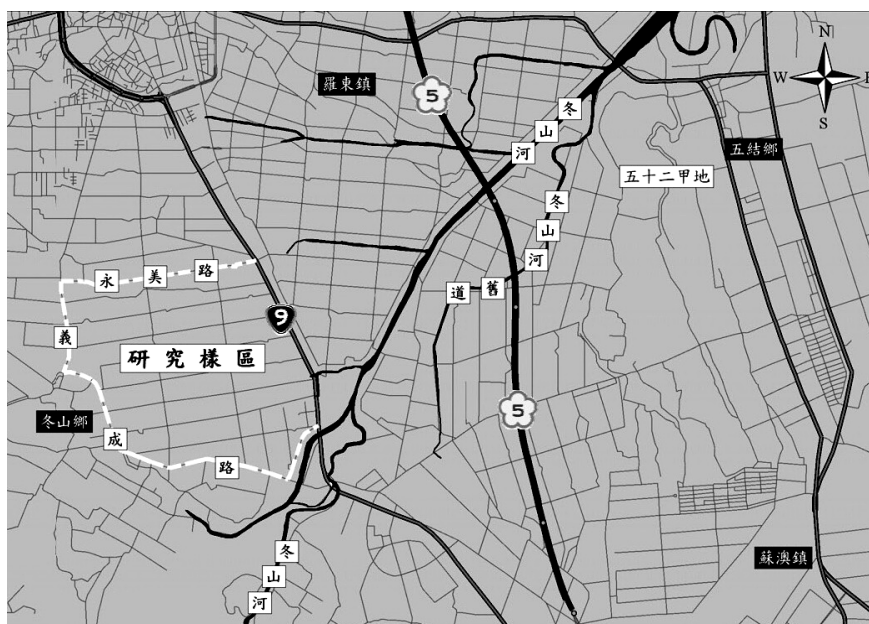


圖 1 調查研究區的地理位置。

Fig.1 Location of study site.

(一)溫度及雨量

依據中央氣象局蘇澳站資料顯示，調查區 2006 年 7 月至 2007 年 10 月的平均溫度 24.0 °C，月平均雨量 372 mm，屬於終年較潮濕的氣候環境。調查期間台灣地區共

發佈 10 個颱風警報，無論暴風圈有無覆蓋或路經宜蘭地區，都為宜蘭帶來許多雨量，造成水田內水位升高。颱風在 8 月份較多，這期間稻米收成完畢後轉作綠肥，綠肥作物植物經常因風雨而傾倒。

表 1 調查區內的稻作經營過程

Table 1 The process of cultivating management in rice paddy .

時間	人為活動	活動頻率	稻作經營活動後之水田地景
2 月底— 3 月初	翻土機翻土	1 次	蓄水
	播灑選擇性農藥，除土壤內的害蟲	1 次	蓄水
	插秧機插秧	1 次	蓄水及秧苗
	插秧初期巡視秧苗定根的情況	約一星期 1 至 3 次	蓄水及秧苗
3 月— 4 月底	插秧初期巡視秧苗生長的情況	約一星期 1 至 2 次	蓄水及秧苗
	秧苗生長	約一星期 1 次	蓄水秧苗生長
	施肥	一次	蓄水秧苗生長
	秧苗生長初期分蘖	約一星期少於 1 次	蓄水秧苗生長
5 月— 6 月底	噴灑農藥	1 次	蓄水稻子生長
	稻子生長分蘖	約一星期少於 1 次	不蓄水稻子生長
	稻穗生長	約一星期 1 至 2 次	不蓄水稻子生長
	噴灑農藥	1 次	不蓄水稻子生長
	稻穗收割前巡察作物生長狀態及病蟲害	約一星期 1 至 3 次	不蓄水稻子生長
7 月—8 月	收割機收割稻子	1 次	不蓄水稻梗
	翻土蓄水、或留稻梗、或焚燒稻梗	1 次	蓄水、或不蓄水稻梗、或焚燒後焦土
	施灑綠肥田菁種籽	1 次	蓄水、或不蓄水稻梗、或焚燒後焦土
9 月	田菁生長	幾乎不巡視	田菁生長
10 月— 隔年 2 月	翻土機-田菁翻田後蓄水	一次	蓄水
	蓄水休耕	幾乎不巡視	蓄水

表 2 調查區水田區塊植被狀態分類依據

Table 2 Criteria of vegetation situations of the rice paddy patches in the survey area.

植被狀態	覆蓋度(%)	密度(株/m ²)	平均高度(cm)
無植被	< 50	< 10	—
低植被	> 50	> 10	< 45
中植被	> 50	> 10	45—90
高植被	> 50	> 10	> 90

(二) 稻作之經營活動

稻作經營活動對紅冠水雞棲息地造成人為的環境與地景改變，並因耕作活動產生不同程度與頻度的干擾，對紅冠水雞數量與繁殖行為具一定的影響。整理研究期間訪問農作經營者結果，得知本調查區的主要水田地景及人為干擾因耕作模式而具有年度週期及規律性的變化(表 1)。

(三) 地景變化

稻作經營活動對水田地景造成週期性改變，利用水田區塊植物高度與覆蓋情形，將其區分為無植被、低植被、中植被、高植被等四種狀態(表 2)，再配合水田內覆水是否超過土面所區分的無水與有水狀態，組合為 8 種地貌描述。

二、紅冠水雞調查

(一) 族群數量調查

利用 10 倍雙筒望遠鏡，依地區搜尋法(area search)進行調查，以每星期 1 次的頻率調查紅冠水雞的數量，並註記成鳥或非成鳥。

(二) 生殖情況調查

以 10 倍雙筒望遠鏡在可能築巢之環境進行搜索。期間若發現個體呈現攻擊、領域、求偶、交配等生殖行為(Petrie, 1984; Gibbons, 1987; Giuliano and Daves, 2002)，便於該個體活動地點之約 100 m 直徑內的環境進行田間搜尋鳥巢的調查。調查時一旦發現鳥巢，以 1-4 天 1 次的頻度先判斷是否為孵卵巢，再行監測每個孵卵巢的生殖過程，直至有雛鳥成功離巢，或確認其生殖失敗為止(Gibbons, 1987; Kenneth, 2002)。

生殖過程的紀錄包括孵卵期、窩卵數，造成生殖失敗的原因等資料。孵卵期的界定為親鳥產第一顆卵至該巢最後一隻雛鳥離巢為止。窩卵數的調查於觀察該巢開始整天有親鳥窩卵行為後第 10 天才計數其巢內的卵數。生殖結束時，至少有一隻雛鳥離巢，即視為巢的生殖成功。反之，若該巢呈現親鳥棄巢或巢中卵被破壞的情況，皆視為生殖失敗(Helm, *et al.*, 1987; Giuliano and Daves, 2002)。

生殖失敗原因以觀察卵的情況做為判斷。歸納為因人類取卵或稻作經營造成生殖中斷的人為因素，或因颱風大雨造成覆巢的自然因素，亦或是巢掠食所造成的生

殖失敗。若發現親鳥中斷孵卵行為，則觀察巢中的卵是否遭受外力破壞而毀損，或巢附近有無散落蛋殼，或巢內無卵且發現巢邊土壤或附近土堤上有遺留痕跡或足跡，則皆視為巢掠食造成之生殖失敗(Petrie, 1984)。

(三) 巢形值與巢位調查

當調查發現鳥巢後，先記錄鳥巢所在的棲地類型，如水田、田埂或深水域(如蓄水池、筊白筍田等)。觀察有成鳥在巢中，並且確定巢內有卵，則為孵卵巢；若鳥巢確定不為孵卵使用，於傍晚至夜間有親鳥、雛鳥、亞成鳥共同或分別使用，則視為育幼巢。巢的界定需持續觀察每個巢連續兩日以上的使用情況，以降低因為親鳥未產卵前的窩巢行為而錯誤判斷巢的類型。若為孵卵巢則隔 3-4 天觀察孵卵情況，育幼巢則每 1-4 天持續觀察使用情況。

巢形值測量包括鳥巢之巢墊高、巢高、巢外部及內部最大直徑(Helm *et al.*, 1987; 陳, 2005)。巢高及巢墊高的測量為先以目視區分巢墊及巢外型，再利用捲尺進行巢墊高的測量；巢高則從基部測量巢的高度。巢外部及內部最大直徑則使用捲尺測量。

巢位選擇調查以巢周邊環境為主，包括植物覆蓋度、植物高度、水深，及巢與道路、田埂、草地之最近距離等。植物覆蓋度及平均植高的測量，前者以巢中心點，在半徑 30 cm 範圍內，5%為單位，以目測方式估算植物投影覆蓋度；植物高度的測量範圍與覆蓋度相同，以隨機點為測量的基點，再以 45°為單位測量圓周上植物高度，共收集 8 個測量值。水深測量則為選定貼近巢邊的隨機點，再使用捲尺進行水深的測量。鳥巢之最近道路、田埂、草地距離的測量，則使用 1000 m 長度測量儀測量該巢與道路、田埂、草地的垂直距離。

為比較紅冠水雞在巢位選擇時，是否有偏好的選擇巢位因子。因此，在發現鳥巢的同一塊區塊內，先將區塊分成 9 大塊方格，利用隨機號碼表產生的 1-9 數字選出區塊內之代表方格，再將大方格分成 9 塊小單位方格，依相同數字選出小單位方格，以此方式循序找出隨機點。並且以該點為測量據點，使用測量鳥巢的巢位選擇之方式測量該點的植物覆蓋度、平均植高、水深、距道路、田埂、草地之最近距離。若為田埂棲息地，則使用隨機點的取樣方式進行調查，調查平均植高、植物覆蓋度，以及與道路、田埂、草地之最近距離。

三、資料整理

調查期共計 15 個月，包括有三個重複 2 次的月份 (7、8、9 月)。資料整理時，地貌、族群量等為重複月平均計算；孵卵巢、育幼巢、繁殖成功率等則為累加計算。

結果與討論

一、稻作經營活動對水田棲地的影響

(一)地景變化與稻作經營活動及分期

本研究自 2006 年 7 月底至 2007 年 10 月底為止，共計調查 33 次地貌變化的情況。依據無植被水區塊、無植被無水區塊、低植被無水區塊、低植被有水區塊、中植被無水區塊、中植被有水區塊、高植被無水區塊、高植被有水區塊等 8 種區塊類別，將每次調查地貌資料將各個區塊劃分 8 種區塊類別外，並計算每次調查之區塊類別的總面積，再以階層式群集法分類，將整年稻作經營活動分成五期(黃, 2006)，即代表每一稻作經營分期內的地景呈現顯著不同的主要地貌類型，故適合以不同稻作經營分期進行討論(表 3)。

(二)稻作經營分期與干擾程度

本研究除了發現人為經營之稻作活動與地景變化呈現顯著關係外，並進一步探討稻作經營活動與干擾程度的關係。調查區內共有 873 塊水田，人為經營稻作活動的時間並不一致，故區分稻作經營分期內的稻作活動，每一稻作經營分期依據機器下田運作(1 次 1 級分)及單人田中操作(每星期 3 次為 1 級分)所累積的級數，區分各分期的干擾程度(表 3)。

地貌類型可區分不同稻作經營分期，且稻作經營分期產生不同干擾程度，將干擾程度與區塊類別進行分析。結果發現干擾程度(機械干擾、人為撫育)與 8 種的區塊類別總面積有極顯著的關連性(Canonical Analysis, $\rho = 0.9709, \lambda < 0.0001$)，表示干擾程度與區塊類別之間

有極大的相關性。故可判斷稻作經營分期呈現不同的地景變化，也等同於有不同等級的干擾程度。

以上可知，人為經營稻作活動可從地景變化加以分期，也可將活動產生的干擾程度加以分類。因此，從稻作經營分期探討紅冠水雞族群數量與生殖組成的族群數量，便等同於可以反應各期主要的地景狀況，且可解釋各期不同的干擾程度。

二、稻作經營分期與族群數量

將紅冠水雞成鳥與幼鳥的數量在不同稻作經營分期內作分析，發現在不同稻作經營分期內，兩者呈現顯著差異(one-way MANOVA, $\lambda < 0.0001, N = 66$; 圖 2)。

進一步分析成鳥及幼鳥數量與稻作經營分期的關係，結果顯示成鳥數量在不同稻作經營分期呈現明顯的差異(ANOVA, $\rho = 0.0006, N = 66$)，成鳥數在蓄水休耕期與稻作生長期有較大的族群數。前者與冬季聚集行為有關，後者則應為生殖季節時，地景條件影響數量有關。

幼鳥數在不同稻作經營分期也呈現顯著差異($\rho = 0.0011, N = 66$; 圖 2)，故推測幼鳥數應受成鳥的生殖季節及稻作經營干擾所影響，故在稻作生長期呈現高生殖成功個體後，又於收割休息轉作期至田菁翻田期的地貌擾動頻繁後，個體數降低。蓄水休耕期則明顯因冬季聚集行為而再次產生高個體數的波動。

三、生殖生態學

(一)生殖紀錄與成功率

研究調查期間發現，約 10-2 月份紅冠水雞族群呈冬季群聚的現象，約 3 月份才開始有築巢孵卵的行為。進入生殖季節前，個體才開始擴散並有領域性的戰鬥行為，直到佔有固定領域，才進行求偶配對。此外，兩年的 9 月份都發現該年度的最後一個巢。因此推測調查區中紅冠水雞生殖季節約 3-9 月份。

表 3 年度中各個稻作經營分期之稻作活動所產生的干擾程度級數

Table 3 Disturbance degrees of each cultivating management period in a year.

稻作經營分期	月份時間 (約略天數)	主要地貌 狀態	各期的級數		稻作經營的活動
			機械干擾	人為撫育	
蓄水休耕期	10月初-2月底 (150天)	無植被有水區塊	0	0	蓄水休耕
翻土插秧期	3月初-4月底 (60天)	低植被有水、無 植被有水區塊	2	3	翻土機翻土、插秧機插秧、插秧 初期巡視秧苗定根的情況、施 肥、噴灑農藥
稻作生長期	5月初-7月 上、中旬(75天)	高植被無水區塊	0	3	噴灑農藥、稻穗收割前巡察作物 生長狀態及病蟲害、收割機收割 稻子
收割休息轉 作期	7月中-8月底 (45天)	低植被無水區塊	2	1	翻土蓄水、或留稻梗、或焚燒稻 梗、施灑綠肥田菁種籽
田菁翻田期	9月(30天)	無植被有水、中 植被有水區塊	1	0	翻土機翻田

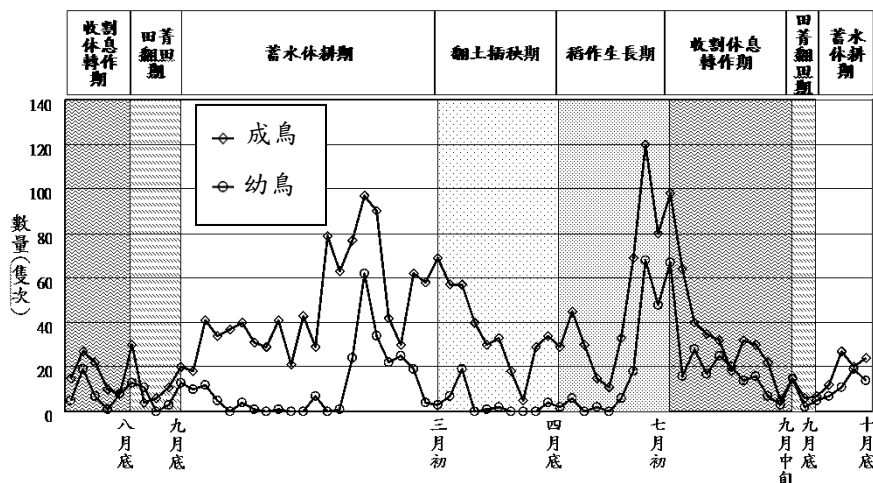


圖 2 各個稻作經營分期內成鳥與幼鳥的數量變化

Fig. 2 Variation of the numbers of adults and chicks along with rice cultivating periods.

調查記錄到的巢，平均窩卵數為 5.36 顆(N = 45)。調查期間紀錄每個巢的平均孵卵期約 26.9 天，每顆卵的孵化時間約 20-21 天。巢中的卵孵化時間從第一顆卵至最後一隻雛鳥孵化完畢約 20-37 天(N = 16)。

本區紅冠水雞築巢的棲息地有三種，分別為水田(N = 33)、田埂(N = 11)、深水域(N = 12)。比較不同築巢棲息環境內成功與失敗巢的巢生殖成功比，發現水田、田埂及深水區此三種不同的築巢棲息環境會影響巢的成功率(Fisher's Exact Test, $\rho = 0.002$)。生殖成功的巢有 33 個，生殖失敗的巢有 23 個，以及生殖結果不明者 5 個，估計生殖成功率為 58.9%(表 4)。

表 4 紅冠水雞在不同棲息地的巢之生殖成功或失敗的數量

Table 4 The numbers of reproductive success and failure nest in different habitat.

生殖結果	棲息地類型			總數(比率)
	水田	田埂	深水域	
成功	15	6	12	33 (58.9%)
失敗	18	5	0	23 (41.1%)

表 5 生殖成功與失敗巢的各項巢形值及巢位選擇因子之比較分析結果

Table 5 Logistic regression results of the nest features and the environment indices of reproductive success and failure egg nests.

項目		Estimate	Standard error	Wald χ^2	Prob. > χ^2
巢形值	巢內部最大直徑(cm)	0.1533	0.1939	0.6256	0.4290
	巢外部最大直徑(cm)	0.0709	0.0783	0.8189	0.3655
	巢墊高(cm)	0.0718	0.1103	0.4240	0.5149
	巢高(cm)	-0.1403	0.0857	2.6817	0.1015
巢位選擇因子	植被覆蓋度(%)	0.0217	0.0131	2.7323	0.0983
	植被高度(cm)	-0.0264	0.0156	2.8579	0.0909
	水深(cm)	-0.1335	0.1081	1.5240	0.2170
	距離最近道路(m)	0.00844	0.0123	0.4699	0.4930
	距離最近田埂(m)	0.00417	0.0258	0.0263	0.8713
	距離最近草生地(m)	-0.0347	0.0485	0.5102	0.4751

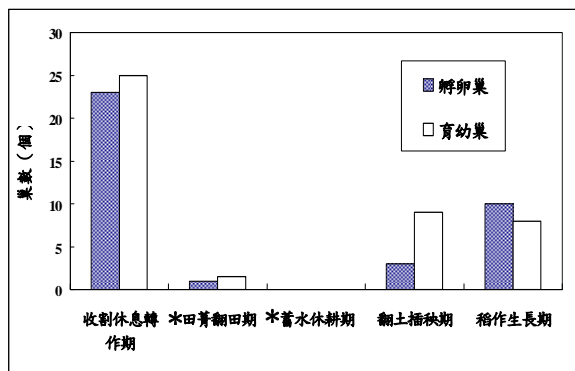


圖 3 稻作經營分期調查所得之孵卵巢與育幼巢的巢數。

*：2006 及 2007 之平均值。

Fig. 3 Numbers of egg nest and brood nest discovered of each rice cultivating period.

*：average of 2006 and 2007 data.

(二) 生殖失敗的原因

結果發現該區造成紅冠水雞的孵卵巢生殖之失敗的原因包括人為活動因素(N = 8)、巢掠食(N = 6)及淹水(N = 2)等三個原因，另有原因不明的棄巢(N = 7)情況。

(三) 生殖成功巢與失敗巢之巢型值與巢位選擇因子比較

比較所有生殖成敗的巢於巢形值是否有差異，結果顯示兩者之間的無顯著差異(Binary Logistic Regression, $\rho > 0.05$, N = 50)。生殖成功或失敗的巢在巢內部最大直徑、巢外部最大直徑、巢墊高、巢高等各個巢形值並無顯著差異($\rho > 0.05$)。

分析所有生殖成敗巢於巢位選擇是否有差異，結果顯示兩者無顯著差異($\rho > 0.05$, N = 50)。而生殖成功或失敗的巢在植被覆蓋度、植被高度、水深、距離最近道路、距離最近田埂、距離最近草地等巢位選擇因子亦無顯著差異($\rho > 0.05$)。因此可以推測在不同棲息地上，紅冠水雞生殖個體的築巢行為或巢位選擇的變異並非造成生殖失敗的因素(表 5)。

單獨分析水田中生殖成功與否的情況來看，生殖成功與失敗巢的巢形值無顯著差異($\rho = 0.5143$, N = 33)，再分析巢位選擇，結果亦為無顯著差異($\rho = 0.6673$, N = 33)。

巢形值與巢位選擇並非影響或造成生殖成功或失敗的原因。

(四) 稻作經營分期與巢數

調查區內紅冠水雞所築的鳥巢有兩種，一為孵卵巢，通常不重複使用；另一種用途的鳥巢即為育幼巢，此種巢明顯不使用於孵卵，通常是親鳥照顧雛鳥時使用，偶而為亞成鳥夜棲用。調查期間共發現 131 個巢，包含 61 個孵卵巢(其中生殖結果不明 5 個)，70 個育幼巢。

比較各個稻作經營分期中育幼巢與孵卵巢的關係，發現並兩者在各期的數量並無明顯差異(Chi-Square Test, $\rho = 0.4074$; 圖 3)，顯示兩種巢在不同的稻作經營分期

所佔的比例是一樣的，並不會因為不同的地景經營關係改變築巢行為。

調查發現紅冠水雞生殖築巢時間為 3-9 月，在收割休息轉作期紀錄到的孵卵巢與育幼巢數量皆較其他分期高。此期共紀錄到 100 個巢(68%)築於收割後蓄水無植被水田內。再分析孵卵巢的密度，各月每平方公里平均 0.8-6.6 個，最少及最多的鳥巢密度分別包含在田菁翻田期(9 月)及收割休息轉作期(7 月)，結果呈現差異大，應與生殖季節有關。

(五) 育幼巢的使用情況

調查發現利用育幼巢育幼夜棲行為的天數變異很大，親鳥與雛鳥共同使用育幼巢的天數可從 1 天至 3 個星期左右。親鳥陪伴夜棲的幼鳥鳥齡變異性也很大，雛鳥從孵化至約 3 個星期大的幼鳥都有親鳥陪伴夜間育幼巢的夜棲行為。受親鳥育幼夜棲的雛鳥數量也有很大的差異性，調查發現有 1-5 隻的差別。而沒見過成鳥單獨連續夜棲於育幼巢，因此判斷成鳥築育幼巢並非自行夜棲使用，而僅使用於親鳥陪伴雛鳥做夜棲保暖用。

調查發現孵卵巢的周圍不一定有育幼巢，但是會發現育幼巢的附近都會有孵卵巢。因此判定假如紅冠水雞有合適親鳥與雛鳥使用的夜棲點，應該不會另築育幼巢。

(六) 孵卵巢與育幼巢的比較

研究調查期間收集 61 個孵卵巢及 70 個育幼巢，分別比較發現水田、田埂及深水域等不同棲息地內呈現顯著差異(Chi-Square Test, $\rho = 0.0474$, 表 6)。

表 6 不同棲息地上孵卵巢與育幼巢的巢數

Table 6 The numbers of egg nest and brood nest in different habitat.

巢類別	棲息地			總數
	水田	田埂	深水域	
孵卵巢	38	11	12	61
育幼巢	57	7	6	70

整理紅冠水雞兩種類型的巢型值(N = 131)得知，巢的平均內部直徑 15.06 cm (SD:1.99)、平均外部直徑 30.39 cm (SD:5.60)、平均巢墊高 6.62 cm (SD:4.58)、平均巢高 12.07 cm (SD:6.39)。比較不同棲息地上孵卵巢與育幼巢的巢形值，分析結果發現對不同的棲息地(one-way MANOVA, $\lambda = 0.5754$ 、0.7697、0.4325)，或整體而言($\lambda = 0.2337$)，兩者的巢形值都沒有顯著差異。

進一步比較不同棲息地上孵卵巢與育幼巢在巢位選擇是否有差異性。分析結果發現在水田棲息地中，孵卵巢與育幼巢的巢位選擇在植被覆蓋度與植高平均值呈現顯著差異(T Test, $\rho < 0.05$, 表 7)。

(七) 孵卵巢與育幼巢的巢位選擇

為瞭解紅冠水雞築巢孵卵巢在水田的棲息地中是否有巢位選擇的偏好，比較孵卵巢與隨機點的各项環境因子。

1. 孵卵巢的巢位選擇

比較水田棲息地內(N=38)的紅冠水雞孵卵巢與隨機點之巢位選擇，分析結果孵卵巢在植被覆蓋度及植被高度顯著較隨機點高(Wilcoxon Signed Rank Test, $\rho < 0.05$)。在距離田埂的部份，巢位較隨機點顯著較遠，但距離草地及道路則無顯著差異。此外，水田內孵卵巢的水深顯著較隨機點淺。再比較田埂棲息地的孵卵巢與隨機點，分析結果發現除了與水田內的植被需求有相同的顯著差異外，田埂對於距離草地的需求則明顯較高(表 7)。

2. 育幼巢的巢位選擇

比較育幼巢與隨機點的巢位選擇因子。分析結果發現每種棲息地所築的育幼巢與隨機點的植被覆蓋度及高度都無顯著差異。水深的部份，發現育幼巢的水深顯著較隨機點淺，對道路及對田埂的距離顯著有較遠要求(表 7)。

就田埂棲息地(N=11)而言，人為操作(稻作活動如巡視、施肥、灑農藥等等)的因素造成整體環境因子相近，但築巢的地點便普遍相近，但是與隨機取點而言，具有較高的植被需求，且偏好以接近草地為主(表 7)。

討 論

本研究將研究樣區內整年的稻作活動區分成五個稻作經營分期，而種植稻穀(一期稻作)的時間、地景與黃如鈺(2001)的報告有相近的結果，故可瞭解稻作經營活動的時間各地差異不大，且地面上也會呈現相似地景面貌。再者，各個稻作經營分期不但呈現相異的地景，且因稻作活動不同也產生不相等的干擾程度，故每分期內

的不同地景與干擾不僅能代表該期的狀態，亦具有解釋稻作經營活動的情況。因此可知水田棲息地利用稻作經營分期進行時間與空間上的分類，不僅合理且有代表性。故將進一步利用稻作經營分期探討紅冠水雞數量在各期呈現的結果，及各稻作經營分期內或各分期間的轉變是否影響紅冠水雞的生殖行為，以做為紅冠水雞反應該類型棲息環境所形成的適應性行為。

一、 稻作活動影響族群數量及分布

從環境負載力(carrying capacity)觀點來探討，當適宜鳥類棲息的環境有限，必然會限制棲息的族群數量。紅冠水雞普遍活動於有水域的棲地，活動棲息地或領域棲息地需要足夠的植被做為逃避危險時之掩蔽處(Wood, 1974; Cramp and Simmons, 1980; Forman and Brain, 2004)。水田因稻作經營模式而呈現階段性有植被、水域的環境狀態，故此類棲息地提供紅冠水雞所需的棲息環境條件，但不同階段性的棲息地存在不同棲息條件，故由稻作經營分期探討紅冠水雞族群數量與分布。

在翻土插秧期時，以短草蓄水環境為主要地景，儘管此時棲息地具有紅冠水雞棲息所需之水域、植被狀態，但樣區內因翻土、插秧呈現頻繁的人為活動或機械擾動，族群數量上在整年分期的狀態內偏低，且此時分布從冬季聚集的地點開始呈現擴散情況。進入稻作生長期後，水田內不再蓄水，稻子植物體較高且茂密，以高植被無水區塊為主要地貌，但此期人為經營干擾低且水田周邊緊鄰灌溉溝渠，還是具備了紅冠水雞的棲息條件，族群數量明顯達到整年度最高的狀態，且調查區內紅冠水雞的分布比前期的翻土插秧期較為分散。稻熟後的收割休息轉作期間，收割後部份水田進行翻田或焚燒

表 7 不同棲息地巢位選擇因子之比較分析結果

Table 7 The analysis results of the environmental indices among egg nest, brood nest and random points in different habitats.

比較項目	孵卵巢與育幼巢			孵卵巢與隨機採點			育幼巢與隨機採點		
	水田 (N=95)	田埂 (N=18)	深水域 (N=18)	水田 (N=38)	田埂 (N=11)	深水域 (N=12)	水田 (N=57)	田埂 (N=7)	深水域 (N=6)
巢位選擇項目	p-value			p-value			p-value		
植被覆蓋度(%)	+0.0023*	0.4589	0.3441	+<.0001*	+0.0072*	+0.0209*	0.1273	0.1146	0.3463
植高平均值(cm)	+0.0317*	0.6048	0.7520	+0.0019*	+0.0270*	0.1265	0.4675	0.1114	0.1979
水深(cm)	0.5413		0.4404	+0.0006*		0.4515	-0.0004*		0.3949
距最近道路(m)	0.2119	0.9317	0.4506	0.4403	0.3136	0.4156	+0.0038*	0.3766	0.1970
距最近田埂(m)	0.7106		0.2842	+0.0029*		0.2245	+0.0098*		+0.0391*
距最近草地(m)	0.6179	0.1664	0.7592	0.0544	+0.0160*	0.0788	0.3896	-0.0494*	0.3967

* : $\rho < 0.05$

+ - : 比較孵卵巢與育幼巢的平均數大小。+代表前者較後者數值大，-則反之。

空白表示無觀測值

稻梗之土地經營干擾，接著陸續進行二期轉作，此時初期時的地景以低植被的稻梗田為主，無法提供紅冠水雞適宜可以躲藏的環境，且地景上的經營干擾強烈且持續，不利紅冠水雞棲息，故族群數量降低，並較前期的分布狀態呈現部份變動。接續的田菁翻田期，地景以田菁為主，植物體高度多可達 1 m 左右或以上，末期進行翻田再蓄水，雖此期具有植被、水域環境，但末期幾乎所有區塊都會進行翻土蓄水的活動，大量地景改變、密集機械干擾，也不適合紅冠水雞棲息，故族群數量又較前期低，在分布上開始有聚集的情況。而冬季的蓄水休耕期，水田內幾乎沒有任何的人為活動，且棲息地具有紅冠水雞冬天所需的棲息條件，如水域、植被等因素，故族群數量明顯提高，僅次於稻作生長期，但整個樣區內的分布已經明顯呈現冬季聚集的情況。

紅冠水雞具有良好的適應性，Forman and Brain (2004) 研究指出當有適合紅冠水雞生殖的大範圍且連續性的濕地環境，便會持續有移入定居的生殖個體。由以上可知，各期呈現不同植被與水域的環境轉變，其中稻作成長期及蓄水休耕期不但提供原棲息地的個體的生存空間，亦會吸引其他地區(不具有適合之生殖棲息環境)的紅冠水雞個體快速的遷入(immigrate)。但稻作經營的翻土插秧期、收割休息轉作期、田菁翻田期因地景上的機械活動造成改變及擾動，而環境壓力迫使族群開始遷出(emigrate)。再進一步探討該樣區內紅冠水雞選擇水田做為棲息環境的原因，雖本樣區與鄰近的較大面積濕地(五十二甲、梅花湖、無尾港)距離皆超過 5 km 以上，且周邊接連山坡地與交通頻繁的道路，加上一般濕地都有固定紅冠水雞的族群生存，故水田可能是無最佳棲息環境所產生的補償性棲息地。因此，水田棲息地雖提供足夠紅冠水雞的生存棲息條件，但全年的稻作經營分期造成族群量呈現波動，對該物種的族群量消長勢必有極深的相關性。

二、水田與生殖棲息地的關係

本調查發現在宜蘭地區水田中紅冠水雞築巢生殖行為發生在 3-9 月，與翻土插秧期至田菁翻田期時間上相近。本研究結果顯示生殖季節，成鳥及幼鳥數量都受到稻作經營活動影響。McRea (1997) 曾研究指出生殖季節紅冠水雞佔領領域後，則不易更變領域。因此一旦生殖個體進入此類型棲息地上開始生殖，至雛鳥出巢後至獨立期，必須有相當時間讓親鳥得以繁衍、子代得以生存，才足以構成適合於此種物種的生殖棲地。故當成鳥進行生殖時，首要必須選擇合適的棲息，而水田在稻作生長期時提供極佳的植被環境，故數量最高。但相較於前期的翻土插秧期及後期的收割休息轉作期和田菁翻田期，因稻作活動改變地景及人為擾動，對於正值生殖時期的成鳥可能造成生殖行為受阻，如築巢孵卵中斷、領域破壞、配偶結構破壞，或甚至因為擾動而迫使親鳥放棄雛鳥的育雛行為等，故地面擾動變化影響生殖個體甚大；

且生殖時期若中斷後重新建立領域、配對、築巢孵卵的情況，必然會降低生殖成功率，同時也減少當年度的幼鳥數量。故可以發現人為經營土地利用創造了紅冠水雞生殖個體極佳的棲息環境，但也因土地利用降低成鳥選擇水田為生殖棲息地的可能性。

生殖季節幼鳥數量必然伴隨成鳥數量有所增減，但幼鳥從出巢至獨立前除親鳥照顧外，安全及足夠資源的棲息環境亦會影響幼鳥存活率，同時也直接影響族群數量。討論生殖時期的幼鳥數量，結果發現稻作生長期與收割休息期間幼鳥數量並無顯著差異，且收割休息轉作期至田菁翻田期的數量也沒有顯著差異，但此三期分別前後期的翻田插秧期與蓄水休耕期呈現顯著差異，故可知幼鳥數量主要受到生殖季節影響，但結果與各期反應的成鳥數量有差別，可能是因為幼鳥的遷移行為較成鳥弱，故在收割休息轉作期並無明顯數量上的降低，但地景上的擾動亦可能降低幼鳥的存活率，或因干擾而播遷出樣區外，故可發現稻作生長期後幼鳥數量還是呈現降低的狀態。Taylor (1984) 研究英國濕地內的紅冠水雞族群，發現其偏好在有植被的水域中築巢，但是若有人為經營牧草產生植被的變化或是人為的擾動，則造成紅冠水雞的巢生殖成功率降低。本研究也顯示稻作經營活動都直接或間接衝擊成幼鳥的數量。

此外，Ripley (1977) 及 Cramp and Simmons (1980) 研究指出紅冠水雞偏好出現在有足夠的茂生草叢地的中小型水域中，卻不偏好在大型水域中。本研究卻顯示無水高植被無水域的稻作生長期時成鳥數最高，可能與地景上遍布溝渠系統有關，明顯不同於上述文獻所指出的情況，可見在宜蘭縣水田的稻作經營影響紅冠水雞的巢位選擇偏好。

三、生殖成功與失敗

本區的紅冠水雞約 3 月初築巢產卵至 9 月中旬生殖結束，但調查期間發現紅冠水雞在生殖行為上具有很大的變異。然而，原本物種為了延續子代，提高自身生命期生殖成功率(lifetime reproductive success)，勢必需要具備許多能力，包括有彈性調整以因應環境變化的對策，或是具有能提高自身生殖成功率的機會，如每次生殖季能提高巢數，或是照顧雛鳥至獨立等，都是生殖策略的轉換。Segfried and Frost (1975) 指出紅冠水雞能在最佳的情況進行快速且重複的生殖以達到利用 r 策略(提高生殖率)對應 K 策略(增加生殖數量、競爭力、及固定棲息地的生殖個體密度等)的方式提高生命期的生殖成功率，亦提高自身的適宜度。而陳忠應(2005)的研究報告指出紅冠水雞數量偏高的原因似乎是因為終年生殖，且有好的親鳥照顧及可以持續快速的再度築巢孵卵的成功生殖系統，加上在台灣的掠食者較少及雛鳥高存活率的因素，使得族群數量較大。

本研究顯示造成紅冠水雞生殖失敗的主要原因是人為因素，其次為巢掠食者，再次為天候因素，全都屬於

外力因素。在不同的築巢棲息地中，以水田棲息地的失敗率最高，田埂次之，深水域的巢幾乎都成功生殖出子代，顯示紅冠水雞選擇不同築巢棲息地也會影響到生殖成功率。但是比較在各個築巢棲息地中成敗巢的巢形值或巢位選擇都沒有顯著不同，故都不是影響生殖成敗的因素。

再進一步探討水田棲息地中的生殖情況，結果發現水田內的築巢數量最多，卻因稻作活動及巢掠食者造成的高失敗率，推測原因之一是因周邊無合適或足夠生殖之棲息地，故水田還是成爲生殖個體所需的生殖環境因子；其次，就生殖個體而言，水田內的水域環境形成孵卵親鳥及卵與巢掠食者間的天然屏障，是合適的巢位棲息地；且本區內水田所佔的面積比例高，足夠的築巢環境、容易取得的巢材，及足夠的覓食領域等因素，於水田進行生殖所得利益(benefit)較損失(cost)高，故紅冠水雞還是會選擇在水田棲息地內進行築巢生殖。而本樣區的田埂環境多數水泥化，具有植被的泥土田埂比率偏低，加上常爲貓狗出現的路徑，因此降低紅冠水雞選擇築巢的可能性，且結果也顯示此築巢環境具有較高的生殖失敗率。在比較深水域築巢棲息地，結果呈現全部生殖成功的情況，原因是茭白筍田及荷花田的高植被深水域環境有利於降低掠食者的可及性及減少受偵測的可能性，加上此類型棲息地的地景變化通常以一年爲一個週期，農人活動次數較低，因此生殖期間受干擾的情況較低。

四、選擇巢位與避敵策略

本研究調查期間蒐集紀錄 131 個巢，其中包括 61 個孵卵巢，70 個育幼巢。築巢工作由親鳥共同分擔，使用的巢材通常以周邊附近的植物體爲主，7 月收割後，則所發現的巢幾乎以稻梗爲主要巢材。鳥巢調查的數量也以 7、8 月份的收割休息轉作期數量最多，推測可能是巢材方便，且此時的育幼巢數量較孵卵巢高，可能因稻作活動使得地景開闊，以及缺乏足夠夜棲植被，故紅冠水雞必須轉換築巢策略，以提高幼鳥存活率，並同時提高個體的適存度及生命期生殖成功率，所因應棲息類型轉換所形成的生殖行爲。

此外，結果顯示孵卵巢與育幼巢的巢形值相同，但是功能及使用時間的不同，加上卵與雛鳥能自行活動與否的不同，故巢位選擇的在植被的需求上，比較全天使用的孵卵巢以及夜間使用的育幼巢，前者具有較高植被環境，育幼巢則否。

在個別於水田內的巢位選擇因子部份，紅冠水雞選擇較高植被的築巢環境，推測孵卵時高植被可降低被察覺發現的可能性，可以提高孵卵親鳥及卵的存活率；但育幼巢在植被需求上並無明顯偏好，推測可能傍晚回巢時若有植被會降低尋巢的困難度，且夜間有受驚擾，植被阻絕親鳥或雛鳥的視線，都會降低發覺掠食者或是逃離掠食者的可能性，故兩種巢位明顯具有避敵的安全考量。再分別比較隨機點，兩者都離田埂較遠，推測田埂

皆代表掠食者的路徑，因此也具有避敵的考量；但與孵卵巢不同的是，育幼巢離道路較遠，推測可能是缺乏植被的掩蔽，除了可以避離陸域掠食者的路徑外，也可能爲了降低夜間親鳥陪伴幼鳥夜棲時受到道路車輛往的干擾。此外，兩者的巢爲都呈現較淺的水域環境因子，推測應該是爲降低築巢的工作負擔。另外，就田埂棲息地而言，兩者都顯著較隨機取點接近草生地，原因也是躲避掠食者。

有關紅冠水雞在孵卵巢的巢位選擇因子上偏好植被需求，如 Giuliano and Daves (2002)的研究也牧草區內紅冠水雞的鳥巢與隨機點比較發現，植物的覆蓋度與植物高度也呈現顯著差異。Petrie (1984)研究也指出紅冠水雞的巢生殖失敗原因大多是因爲巢掠食的關係，顯示築巢棲息地若有足夠植被則會降低被巢掠食的可能性。因此，巢位選擇除了考量適合的領域、合適棲息的環境結構、足夠生殖所需的食物、也要考量到是否可以保護鳥巢，以避免巢掠食者的掠食。但本研究發現其築巢行爲也因水稻經營活動改變而轉換築巢得偏好，如稻作生長期偏好植被較高的棲息環境，但其它稻作經營期產生的不同地景，紅冠水雞則多築巢於有水域的環境中，故可知，因應人類經營活動產生的地景變動，紅冠水雞則改變築巢的環境因子偏好，深入探討主要影響因素，仍爲考量避敵需求。

五、育幼巢的功能

Segfried and Frost (1975)研究指出紅冠水雞屬於早熟性的鳥種，孵化後則僅需要短暫時間的親鳥照顧，且雛鳥無法自行調整體溫，通常一個星期大才可自行覓食。但本研究調查發現紅冠水雞親鳥有築巢做夜間育幼的行爲，推測是棲息環境無法提供足夠的條件，以致於親鳥在此區必須建築育幼巢以提供雛鳥使用。

紅冠水雞的雛鳥從孵化至能獨立覓食，甚至是能獨立飛行之前，大都會緊跟著親鳥活動，而此時的雛鳥存活率則可能因爲親鳥照顧的情況或是掠食者的因素造成死亡率增高，若能提高初生 6 個星期內的雛鳥存活率則相對會增高族群數量，因此紅冠水雞對於雛鳥育幼行爲的親鳥照顧顯得格外重要，故育幼巢的構築及使用，亦應是爲此目的而產生。

文獻較少談及育幼巢的現象，僅有 Wood (1974)研究農耕牧草環境中的報告有提及育幼巢的使用與研究。對照本研究的水田常見育幼巢之情況，推測可能是不同棲息環境產生的不同巢類型的需求，因牧草區與水田環境(包括荷花田以及茭白筍田在內)地景植被呈單一化且缺少密集植被結構，使得雛鳥夜間無法維持體溫，故此兩種類型棲息地上常必須由親鳥建造鳥巢以夜棲育幼的方式協助維持其體溫。

但研究調查發現親鳥築育幼巢多在領域範圍內，卻捨棄孵卵巢另築育幼巢，是否因巢位不同的需求而促使親鳥必須另築育幼巢，還是孵卵巢內因爲使用過久，而

可能有調查人員無法用視線辨識的因素存在，如寄生蟲或是病菌，或是因為孵化時蛋液所產生的意味容易引來掠食者，因此才有育幼巢的產生？這些都是值得更進一步的研究與討論。

結 論

紅冠水雞為台灣地區普遍分布之留鳥，在許多水域環境都可見其棲息生殖，但是隨著自然濕地的喪失，棲息地縮減對於族群必然造成壓力，但水田創造了另一種補償性棲息地，也成為替代的生殖環境。

春天時，連續性的地景利於生殖個體行短距離播遷，並佔有領域。在稻作生長期，高植被環境同時也利於生殖個體進行生殖與育雛。故水田環境不僅提供紅冠水雞足夠的棲息環境，亦提供生殖空間，對於整個族群數量的補充具有重要的棲息地意義。同時間，水田亦是許多鳥種棲息或生殖的重要場域，故維持固定的水田面積、降低土地利用的轉型，也是減少棲息環境的破壞，及減緩以水田為棲息生殖場域的鳥種之生存壓力。

宜蘭水田經營為一期稻作、二期轉作及冬季蓄水休耕的狀態。對於紅冠水雞的生殖個體，儘管稻作生長期提供絕佳的生殖環境，但也因稻作收割活動使得棲息地改變，植被不足加上蓄水環境，促使該物種普遍因環境改變生殖策略，改換於少植被的水域環境內築巢，並在卵孵化後使用大量育幼巢，增加親鳥照顧以延長雛鳥存活率。故在生殖季節，水田內無論是稻作生長期或蓄水環境，都為適合紅冠水雞做為生殖場域的環境，故在土地利用的經營管理或維護該鳥種生殖棲息地的保育立場，兩方面都不至於造成極大的衝突。同時，宜蘭水田因稻作經營而整年呈現不同時期的地景，也印證了紅冠水雞具有良好的適應能力，不僅可以快速移居合適棲息環境，且可在生殖行為呈現生殖策略的行為改變。

目前隨著政策經濟的轉型及現代人生活習慣的改變，目前宜蘭境內的休耕田隨之提高，但近年來倡導市容造景，多數田則不行蓄水，而改種植單一性的開花植物。故單從物種保育的角度而言，此結果必然壓縮到該物種的生存空間，且長遠考量，亦會降低其他鳥類做為補償濕地的可能性。因此，建議未來縣府相關單位規劃宜蘭境內的水田政策，若能持續以水蓄田為主，並於農閒之際進行小部分的水生植物栽種，相信除了能善用水田的功能，以達到涵養水源、調節溫度等效果，並能創造紅冠水雞偏好的生殖棲地。進而再從保護護傘種(umbrella species)的概念出發，此近似的棲地環境或許亦能提高未知或已知的物種生存空間。

參考文獻

陳忠應。2005。紅冠水雞的生態學研究。國立中山大學生物學系碩士班論文。高雄。

- 黃如鈺。2001。專家系統與影像處理期末報告--利用多時段航空照片判釋水田。資料來源：
<http://lab.geog.ntu.edu.tw/course/esip/final/90/prima/專家系統與影像處理期末報告.doc>。
- 黃仲囊。2006。宜蘭地區水田地景與紅冠水雞生殖生態學研究。國立宜蘭大學自然資源學系碩士論文。宜蘭。
- Beedy, E. and H. Cogswell. 2005. California wildlife habitat relationships system. California interagency wildlife task group. California. http://www.dfg.ca.gov/whdab/cwhr/lha/lha_B148.pdf.
- Cramp, S., and K.E.L. Simmons. 1980. The birds of the western Palearctic, Univ. Oxford Press, Oxford.
- Forman, D.W. and P.F. Brain. 2004. Reproductive strategies used by Moorhens (*Gallinula chloropus*) colonizing an artificial wetland habitat in south Wales. J. Nat. Hist. 8:389-401.
- Gibbons, D.W. 1987. Seasonal reproductive success of the Moorhen (*Gallinula chloropus*) the importance of male weight. Ibis 131:57-68.
- Gibbons, D.W. 1989. Juvenile helping in the Moorhen, *Gallinula chloropus*. Anim. Behav. 35:170-181.
- Gillmor, R., P.A.D. Hollom, R. Hudson, E.M. Nicholson, M.A. Ogilvie, P.J.S. Olney, C.S. Roselaar, K.H. Voous, D.I.M. Wallace, J. Wattel, and M.G. Wilson. 1983. Handbook of the birds of Europe the middle east and north Africa: the birds of the Western Palearctic, Volume III. Waders to Gulls. pp.108-121. Oxford University Press, Oxford.
- Giuliano, W.M. and S.E. Daves. 2002. Avian response to warm-season grass use in pasture and hayfield management. Biol. Cons. 106:1-9.
- Helm, R.N., D.N. Pashley, and P.J. Zwank. 1987. Notes on the nesting of the Common Moorhen and Purple Gallinules in southwestern Louisiana. J. Field Ornithol. 58:55-61.
- Kenneth D.R. 2002. Northern pintail nest site selection, nest success, reneating ecology, and survival in the intensively farmed prairies of southern Saskatchewan: An evaluation of the ecological trap hypothesis. pp.1-65. Ph.D. dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Martin, T.E. 1992. Interaction of nest predation and food limitation in reproductive strategies. Current Ornithol. 9:163-197.
- Martin, T.E. and J.J. Roper. 1988. Nest predation and nest-site selection of a western population of the Hermit Thrush. Condor 90:51-57.
- McRae, S.B. 1995. Temporal variation in responses to intraspecific brood parasitism in the Moorhen. Anim. Behav. 49:1073-1088.

- McRae, S.B. 1997. Relative reproductive success of female Moorhens using conditional strategies of brood parasitism and parental care. *Behav. Ecol.* 9(1):93-100.
- Petrie M. 1984. Territory size in the Moorhen(*Gallinula chloropus*): An outcome of RHP(resource holding potential) asymmetry between neighbours. *Anim. Behav.* 32:861-870.
- Pierluissi, S. 2006. Breeding waterbird use of rice fields in southwestern Louisiana. Master thesis. pp.43-55,253-258. University of Illinois, USA.
- Ripley, D. S. 1977. Rails of the world. *Am. Sci.* 64(6):628-635.
- Segfried, R.W. and P.G.H. Frost. 1975. Continuous breeding and associated behaviour in the Moorhen (*Gallinule chloropus*). *Ibis* 117:102-109.
- Taylor, K. 1984. The influence of water course management on Moorhen breeding biology. *Brit. Birds* 77:144-148.
- Tourenq, C., R.E. Bennetts, H. Kowalski, E. Vialet, J.-L. Lucchesi, Y. Kayser, and P. Isenmann. 2001. Are rice fields a good alternative to natural marshes for waterbird communities of the Camargue, southern France. *Biol. Cons.* 100:335 - 343.
- Wood, N.A. 1974. The breeding behaviour and biology of the Moorhen. *Brit. Birds* 67:104-115; 137-158.
- Zhijun, M., L. Bo, Z. Bin, J. Kai, T. Shimin, and C. Jiakuan. 2004. Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds? - A case study on Chongming Island, China. *Bio. Cons.* 13:333-350.

99年10月1日投稿

99年12月5日接受