

國立嘉義大學生命科學院

學生學術研究成果優良海報評選獲獎名單

時間:106 年 5 月 24 日

學士組

名次	獲獎人姓名	指導教師
食品科學系		
第二名	林宜瑩、陳冠穎、龔廷凱、陳佶賢	邱義源
第三名	吳苡珊、賴怡欣	吳思敬
水生生物科學系		
第一名	蔡宗諭	郭建賢
第二名	黃子柔	李安進
第三名	劉道格	董哲煌
生物資源學系		
第一名	柳宗佑	許富雄
第二名	陳冠勛	陳宣汶
第三名	張庭瑄	陳宣汶
微生物免疫與生物藥學系		
第一名	謝政修	陳俊憲
第二名	楊芳俞	吳進益
第三名	王心妤	翁博群



碩博士組

名次	獲獎人姓名	指導教師
食品科學系		
第一名	許素容	林淑美
第二名	黃聖育	呂英震
第三名	蔡祐蓁	邱義源
生物資源學系		
第一名	梁哲豪	蔡若詩
第二名	許竹君	許富雄
第三名	張家豪	蔡若詩
生化科技學系		
第一名	張嘉文	張心怡
第二名	曾婉婷	陳政男
第三名	李長悅	廖慧芬

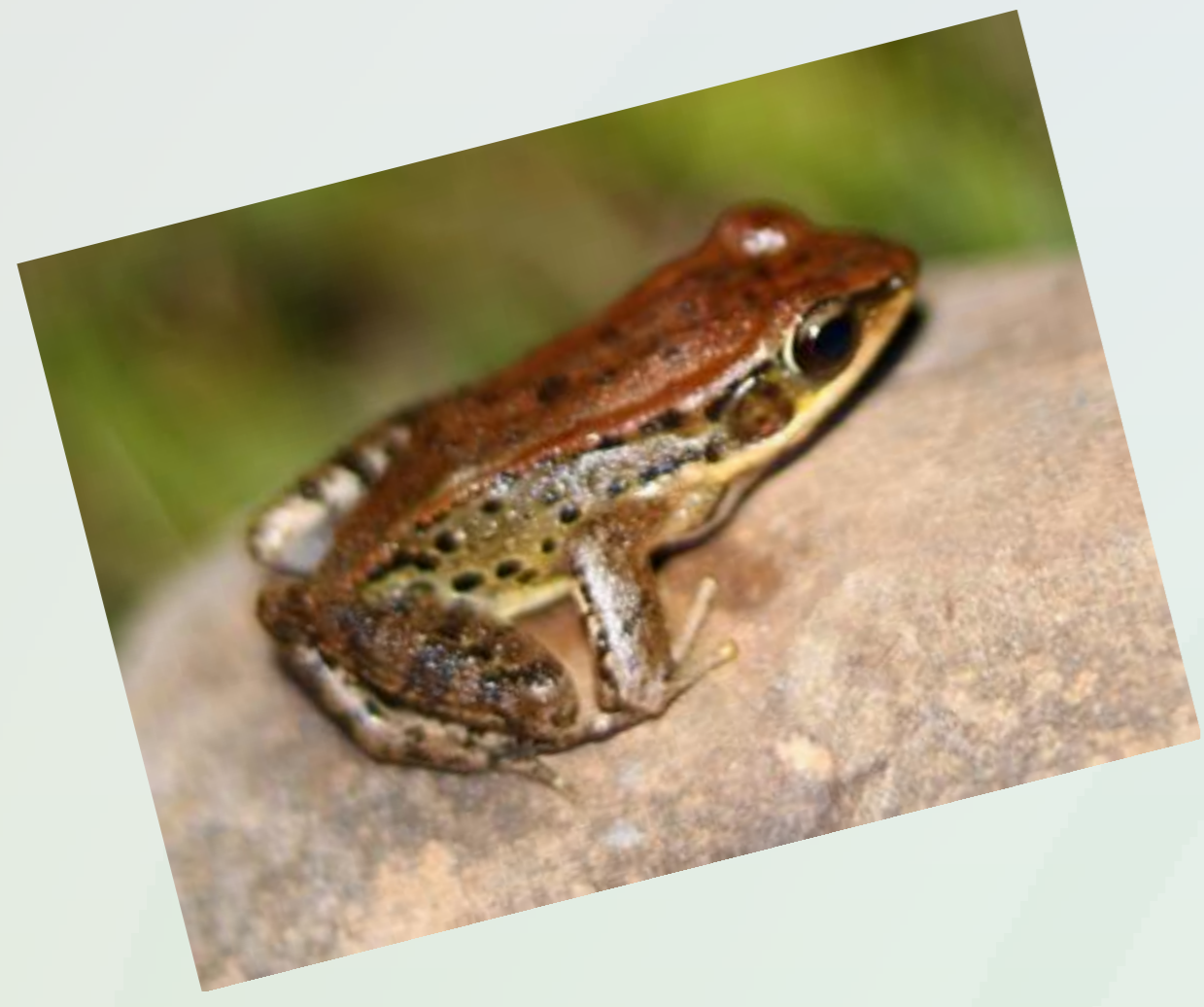
The background features a soft-focus, bokeh effect of green light spots. The top and right edges are framed by vibrant green leaves with detailed vein patterns, some showing a slight shadow or texture.

生物資源學系
學士組

嘉義大學水生植物池之蛙類群集的繁殖活動

The breeding activity of anurans at aquatic plant pond of National Chiayi University

柳宗佑、李京翰、賴韋霖、莊翰、吳冠霖、許富雄*
國立嘉義大學生物資源系



前言

台灣許多低海拔的灌溉水池、人工濕地或栽種水生植物的池塘，經常成為許多蛙類所聚集活動的棲地。這些水域是探討蛙類繁殖活動的理想場所，也是人為干擾環境下的蛙類重要棲息地。本研究即針對嘉義大學植物園的水生植物池進行蛙類鳴叫與繁殖活動調查，同時探討蛙類繁殖活動與溫、濕度等天候因子的關係。

材料及方法

自2015年10月下旬至2017年3月底在嘉義大學蘭潭校區的水生植物池(圖1; N:23°28'24.8", E:120°29'18.9")進行蛙類調查。本研究分別架設一組自動錄音系統(圖2)與溫、溼度記錄器，並進行每週1次的夜間調查。

錄音判讀	<ul style="list-style-type: none"> 利用每日20:00至23:30的錄音資料，每隔15分鐘判讀1分鐘各蛙類的鳴叫強度，每日共判讀15分鐘。 參照北美洲兩棲類監測計畫(NAAMP)之劃分將各種蛙類鳴叫強度區分為0至3分(de Solla et al. 2006)。
夜間調查	<ul style="list-style-type: none"> 記錄夜間調查時之氣溫、水溫與濕度。 進行2次2分鐘的鳴叫聲調查。 利用目視選測法記錄樣區的蛙類。 捕捉標記所發現個體及測量吻肛長、後腳長與體重等形值。
資料分析	<ul style="list-style-type: none"> 以Spearman排序相關來分析鳴叫強度與氣候因子的關係。 比較各蛙種的再捕獲率、性別比、及各重複捕獲個體之最初與最終捕獲的間隔天數(簡稱重複捕獲間隔)。



圖1、嘉義大學植物園位置圖。



圖2、本研究之自動錄音設備。

結果

研究期間共記錄10種蛙類，其中小雨蛙(*Micryletta steinegeri*)、布氏樹蛙(*Polypedates braueri*)、拉都希氏赤蛙(*Hylarana latouchii*)、黑眶蟾蜍(*Duttaphrynus melanostictus*)、以及貢德氏赤蛙(*Hylarana guentheri*)具有較高的鳴叫強度紀錄與觀察數量。藉由不同季節的鳴叫強度變化可發現，拉都希氏赤蛙自8月到隔年4月均頗為活躍；小雨蛙從1月到9月也有頻繁的鳴叫活動；布氏樹蛙活躍於3月至9月；而貢德氏赤蛙則以4月至8月較活躍(圖3)。

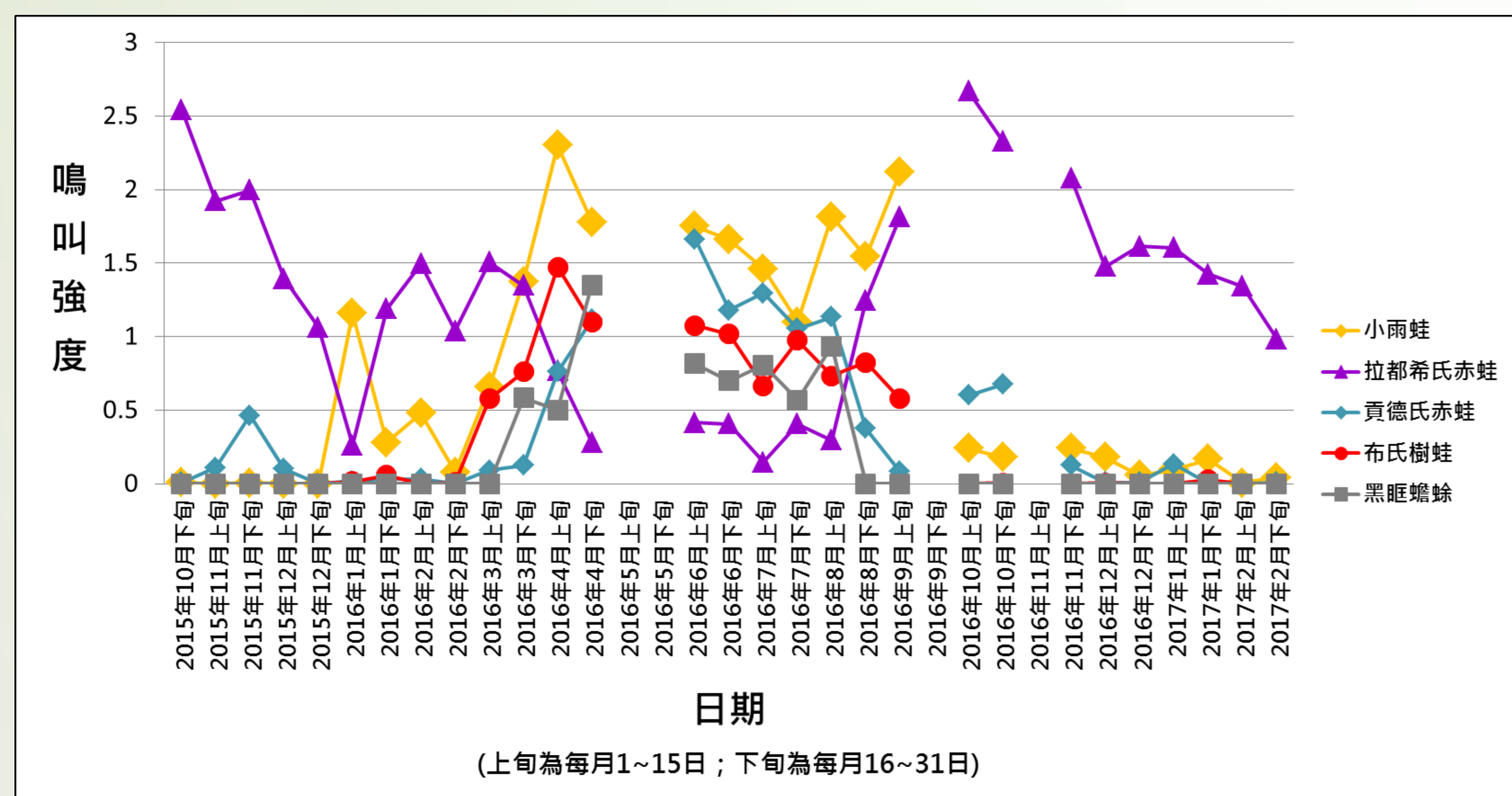


圖3、各蛙種之不同季節的鳴叫強度等級變化。

拉都希氏赤蛙有鳴叫活動夜晚的平均溫度中位數，顯著低於小雨蛙等其他4種蛙類(Kruskal-Wallis test, $P < 0.05$)。拉都希氏赤蛙及布氏樹蛙鳴叫強度與氣溫及水溫呈正相關(圖4)，這可能與這些蛙種的繁殖活躍季節差異及適合的鳴叫溫度有關。此外，利用自動錄音所獲得之鳴叫強度與夜間調查所記錄個體數都呈正相關(Spearman rank correlation, $P < 0.05$)。

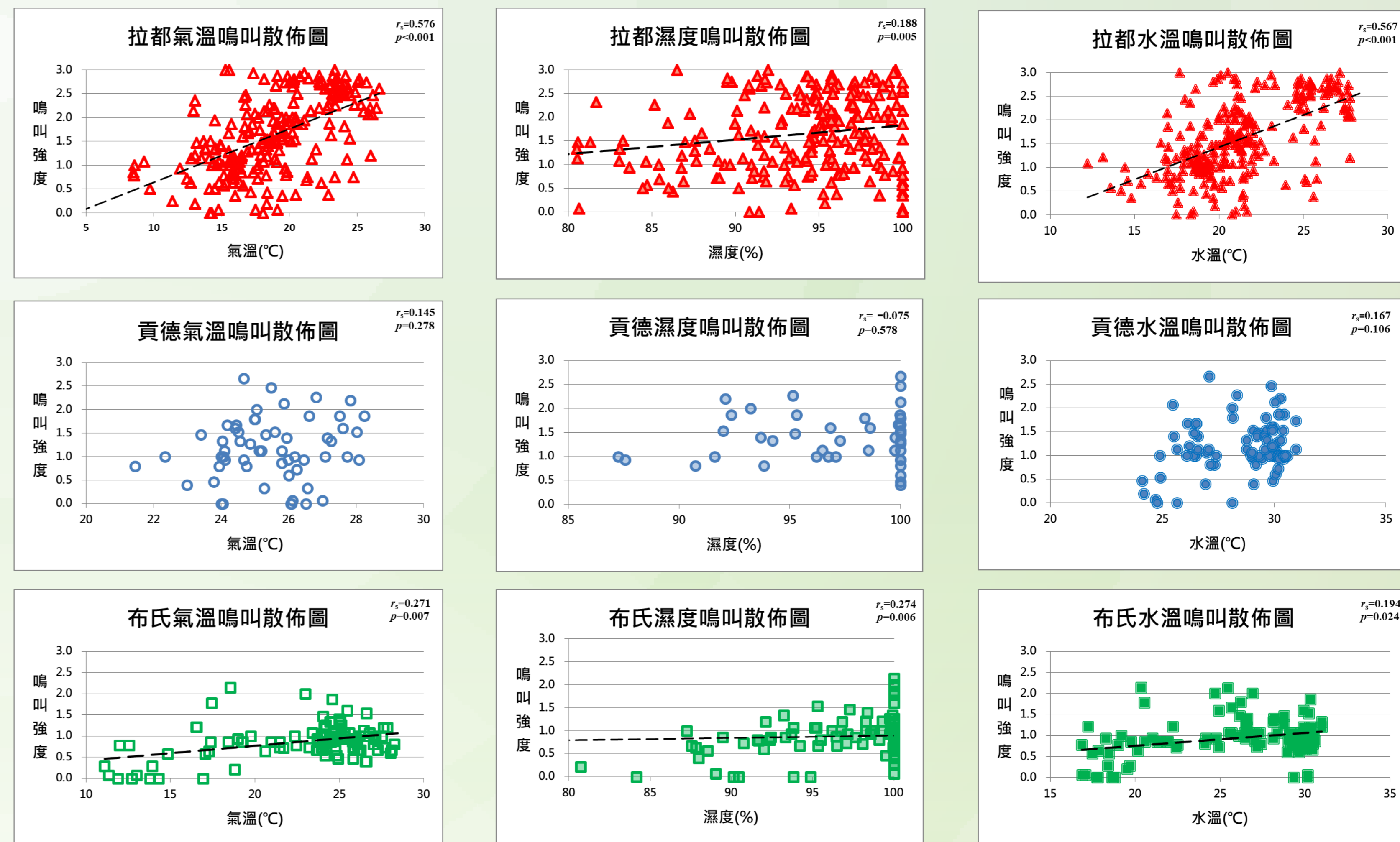


圖4、本研究3種記錄較多之蛙類鳴叫強度與氣溫、濕度與水溫的相關性。

捕捉標放部分，共捕獲4種167隻個體(表1)，捕獲個體均以雄蛙居多，其中拉都希氏赤蛙與布氏樹蛙顯著偏離1:1的性別比(Fisher's exact test, $P < 0.05$)。拉都希氏赤蛙的重複捕獲率較低，僅有13隻個體，其重複捕獲間隔天數介於12至370天(128.2±128.5天)之間；布氏樹蛙擁有最高捕獲率63%重複捕獲24隻，間隔天數介於8至140天(66.1±36.0天)；貢德氏赤蛙與黑眶蟾蜍分別重複捕獲有9隻與8隻，其平均重複捕獲間隔天數分別為69.5±57.6天與66.8±79.0天。

表1、各蛙種之捕捉個體數、重複捕獲率、重複捕獲間隔天數與性別比。

蛙種	捕捉數目	重複捕捉隻數	重複捕捉率	平均重複捕獲間隔天數±SD	重複捕獲間隔天數範圍	性別比
拉都希氏赤蛙	90	13	14%	128.2±128.5	12~370	37:7
布氏樹蛙	38	24	63%	66.1±36.0	8~140	6:1
貢德氏赤蛙	25	9	36%	69.5±57.5	6~147	3:1
黑眶蟾蜍	14	8	57%	66.8±79.0	7~258	3:1

討論

本研究發現台灣低海拔的水生植物池可提供多種蛙類棲息，而自動錄音系統可作為蛙種調查與蛙類繁殖鳴叫活動監測的應用。所記錄蛙種大都採超過3個月的延長性繁殖策略(Prado et al. 2005)，其中拉都希氏赤蛙主要於秋季至隔年春季進行繁殖，而其他蛙種則以春、夏季繁殖為主。各蛙種的繁殖季節與鳴叫活動，可能受到溫度與濕度等氣候因子之不同程度的影響(Walpole et al. 2012)。此外，本研究也發現4種棲息數量較多的蛙種，在池塘附近的活動期間均可達2個月以上，這可能與靜水域蛙種經常具有較高的繁殖棲地忠誠度有關。而近距離之人工池塘的連結，則可提供這些棲息於人為開發或農耕地景的蛙種，有較佳之擴散與延續族群的效用(Le Lay et al. 2015)。

參考文獻

de Solla SR, Fernie KJ, Barrett GC, and Bishop CA. 2006. Population trends and calling phenology of anuran populations surveyed in Ontario estimated using acoustic surveys. *Biodiversity and Conservation* 15: 3481-3497.
 Le Lay G, Angelone S, Holderegger R, Flory C, and Bolliger J. 2015. Increasing pond density to maintain a patchy habitat network of the European Treefrog (*Hyla arborea*). *Journal of Herpetology* 49(2):217-221.
 Prado CPA, Uetanabro M, and Haddad CFB. 2005. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26: 211-221.
 Walpole AA, Bowman J, Tozer DC, and Badzinski S. 2012. Community-level response to climate change: shifts in anuran calling phenology. *Herpetological Conservation and Biology* 7: 249-257.

亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 宿主年齡與其寄生蟲群聚的關係

The relationship between age of Asian banded frog (*Kaloula pulchra*) and its parasite community

陳冠勛、陳淑娜、林釗輝、許富雄、陳宣汶*

Guan-Xun Chen, Shu-Na Chen, Zhao-Hui Lin,

Fu-Hsiung Hsu, Hsuan-Wien Chen*

國立嘉義大學 生物資源學系

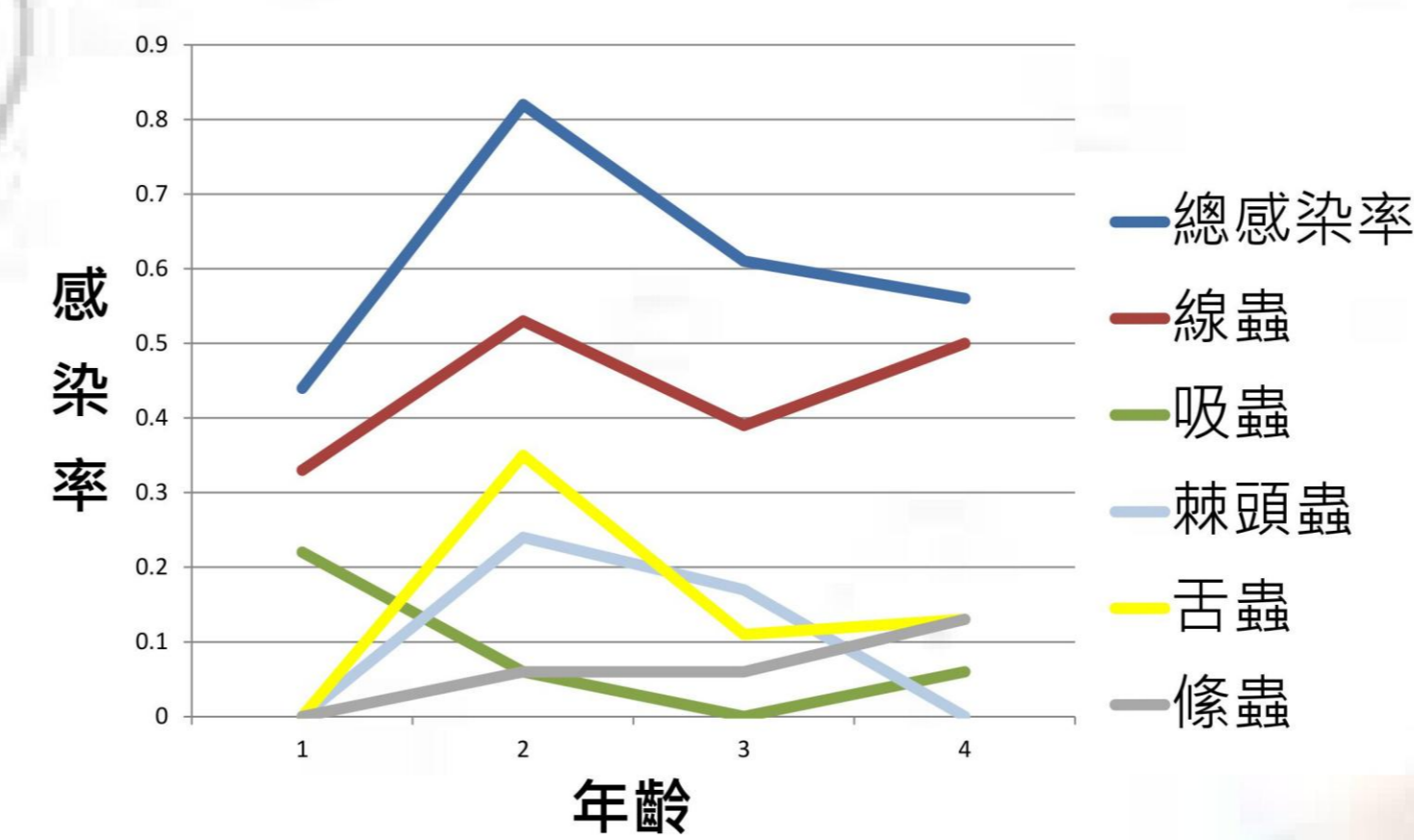
Department of Biological Resources, National Chiayi University

*Email: chen7@mail.ncyu.edu.tw



I 緣起與目的

宿主年齡與體內寄生蟲數量及群聚組成的關係是研究寄生蟲族群動態與野生動物疾病監控的核心議題 (Raffel *et al.*, 2008; Wilson *et al.*, 2002)。而宿主的免疫系統發育被認為是影響寄生蟲群聚組成隨著宿主年齡變化的重要因素 (Hudson and Dobson, 1995; Wilson *et al.*, 2002)。Raffel *et al.* (2009) 提出寄生蟲感染強度及感染率應隨著年齡上升至峰值後下降，並呈現一單峰狀曲線。本研究為探討宿主年齡與其體內寄生蟲群聚的關係及驗證寄生蟲感染強度及感染率與年齡關係是否與 Raffel 所提出的假說相同，我們透過指骨切片鑑齡技術判別出亞洲錦蛙 (圖一) 個體年齡，並將年齡與寄生蟲的感染率、感染強度以及寄生蟲群聚組成進行分析。

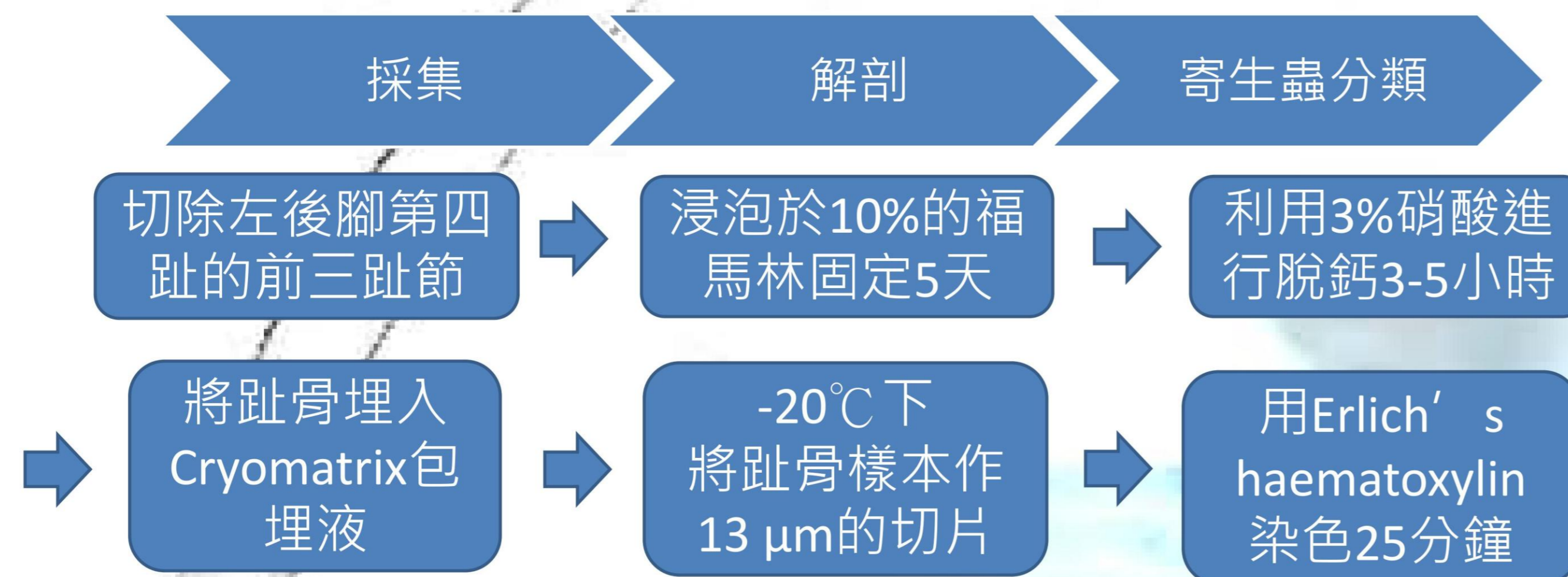


表一：寄生蟲感染強度

平均感染強度 (SD值)(隻)	線蟲	吸蟲	棘頭蟲	舌蟲	條蟲
一歲	5.33±4.60	11.5±6.62	0	0	0
兩歲	2.89±2.12	5±1.21	1.5±0.76	3.17±3.12	1±0.24
三歲	2.43±2.34	0	1±0.38	9±3.77	3±0.71
四歲	9.75±14.59	12±3	0	5±2.25	49±23.45

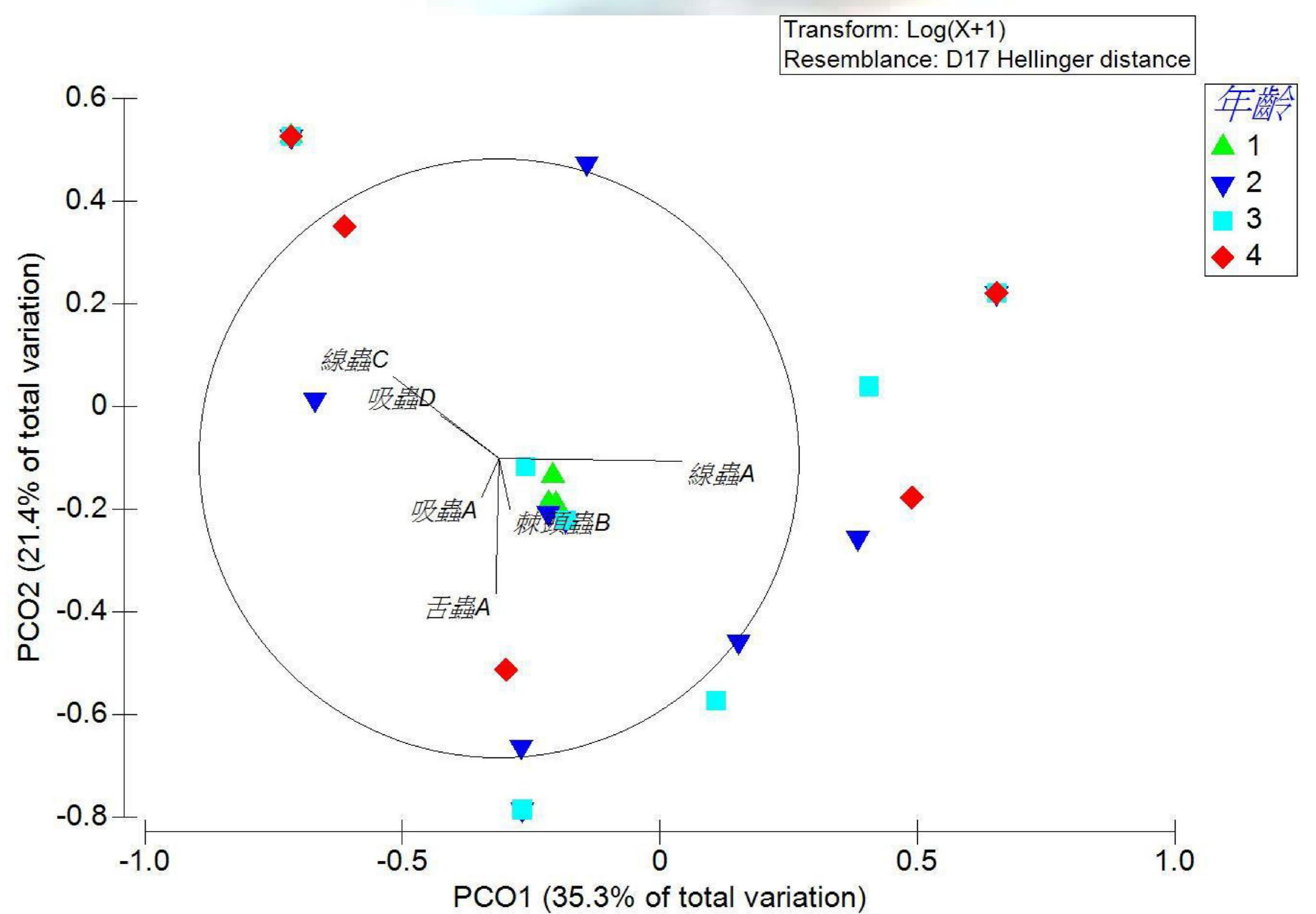
圖四：年齡與感染率關係

II 材料方法



III 結果

- 共採集到五大類寄生蟲，依形態分為10個類型。(圖二)
- 將染色完的骨骼切片標本，根據生長停滯環(LAGs)判讀年齡，得到個體年齡為一至四歲。(圖三)
- 條蟲感染率隨著年齡有增高的趨勢，棘頭蟲感染率及總感染率的趨勢呈單峰狀。(圖四)
- 在各年齡層的寄生蟲群聚組成上，一歲與三歲、一歲與四歲之間，有顯著差異 (Permanova, $P < 0.05$)。(圖五)



圖五：寄生蟲群聚分析

IV 結論與討論

- 總感染率，在兩歲時有特別高的峰值(82%)，符合假說(圖四)。
- 從寄生蟲的平均感染強度角度來看，與假說較不吻合。推測是因部分宿主的感染強度有很大的差異。(表一)
- 未來將針對宿主免疫能力及不同寄生蟲物種生活史因子進行探討，以求更深入了解宿主年齡與寄生蟲群聚的關係。

V 參考文獻

梁高賓。2005。台灣地區外來種亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*) 族群來源與生態之研究。國立臺灣師範大學生命科學研究所碩士論文。

Hudson, P.J., Dobson, A., 1995. Macroparasites: observed patterns in naturally fluctuating animal populations. In: Grenfell, B.T., Dobson, A.P. (Eds.), Ecology of Infectious Diseases in Natural Populations. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 144–176

Lai, S.J., Kam, Y.C., Hsu, F.H. & Lin, Y.S. (2002). Elevational effects on the growth and development of tadpoles of Sauter's frog *Rana sauteri* Boulenger in Taiwan. Acta Zool. Taiwan. 13, 1–10.

Li C., Liao W.B., Yang Z.S., Zhou C.Q., Hu J.C. (2010): A skeletochronological estimation of age structure in a population of the Guenther's frog, *Hylarana guentheri*, from western China. Acta Herpetology 5: 1-11.

Raffel TR, Martin LB, Rohr JR (2008) Parasites as predators: unifying natural enemy ecology. Trends Ecol Evol 23:610–618

Raffel, T. R., LeGros, R. P., Love, B. C., Rohr, J. R. and Hudson, P. J. (2009). Parasite age-intensity relationships in red-spotted newts: does immune memory influence salamander disease dynamics? Int. J. Parasitol. 39, 231-241

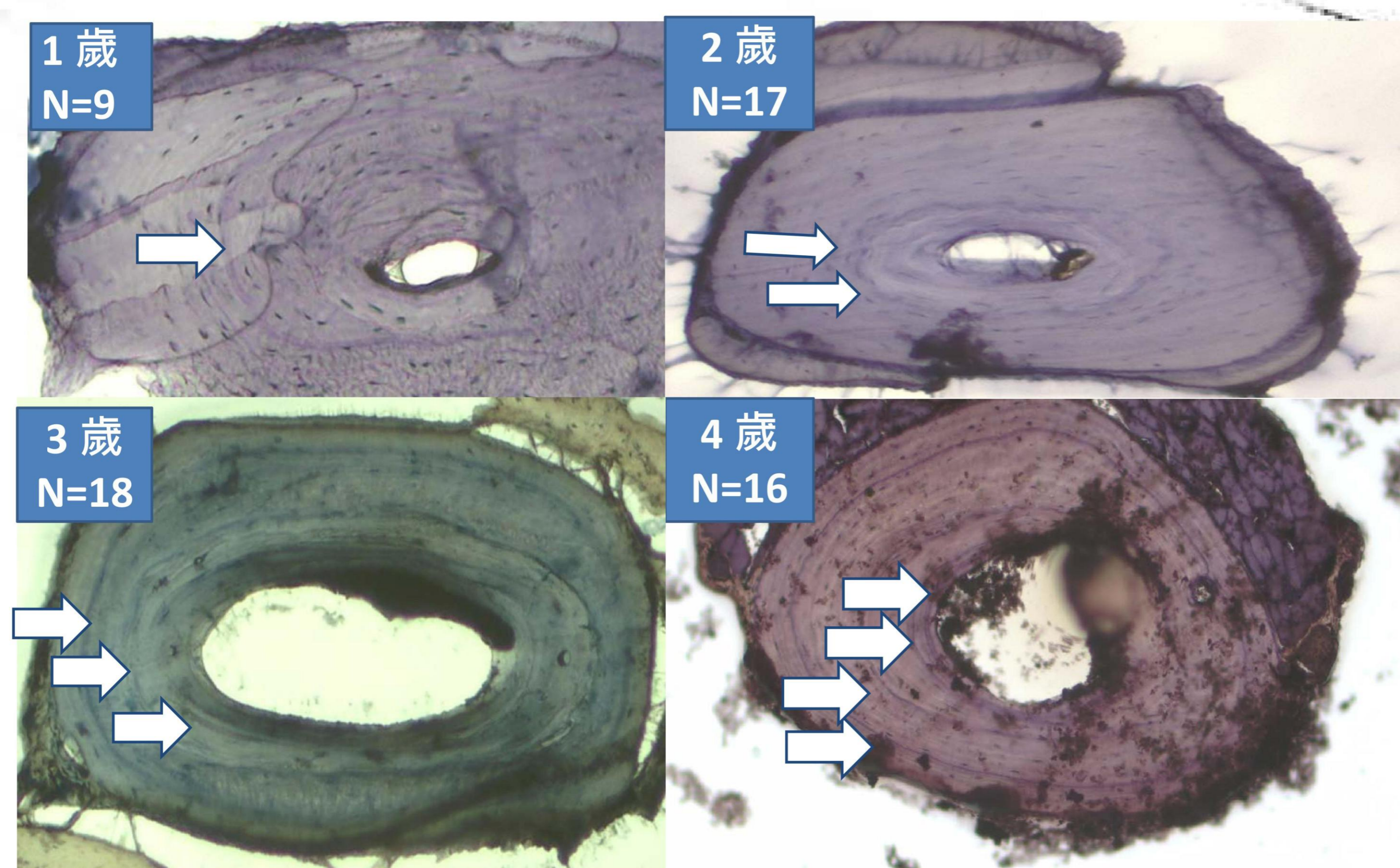
Roberts, L.S., Janovy, J., 2000. G.D. Schmidt & L.S. Roberts' Foundations of Parasitology. McGraw-Hill, New York

Wilson K, Bjørnstad ON, Dobson AP, Merler S et al (2002) Heterogeneities in macroparasite infections: patterns and processes. In: Hudson PJ, Rizzoli A, Grenfell BT, Heesterbeek H, Dobson A et al (eds) The ecology of wildlife diseases. Oxford University Press, New York, pp 6–44



圖一：亞洲錦蛙 (*Kaloula pulchra*)

圖二：寄生蟲照片 (上排左至右:線蟲A,B,棘頭蟲A,B; 第二排左至右:線蟲C,舌蟲A,條蟲; 第三排左至右:吸蟲A,B,D;)



圖三：趾骨切片標本

七股潟湖魚類食性與寄生蟲感染之關係

Trophic ecology and parasite infection of fishes in Chiku lagoon

張庭瑄¹、廖凱鏞¹、陳淑娜¹、薛美莉²、陳宣汶^{1*}

¹國立嘉義大學生物資源學系，嘉義，台灣

²行政院農業委員會特有生物保育研究中心，集集，台灣

Ting-Hsuan Chang¹, Kai-Hung Liao¹, Shu-Na Chen¹,

Mei-Li Shueh², Hsuan-Wien Chen^{1*}

¹Department of Biological Resources, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

²Endemic Species Research Institute, Jiji, Taiwan

*Email: chen7@mail.ncyu.edu.tw

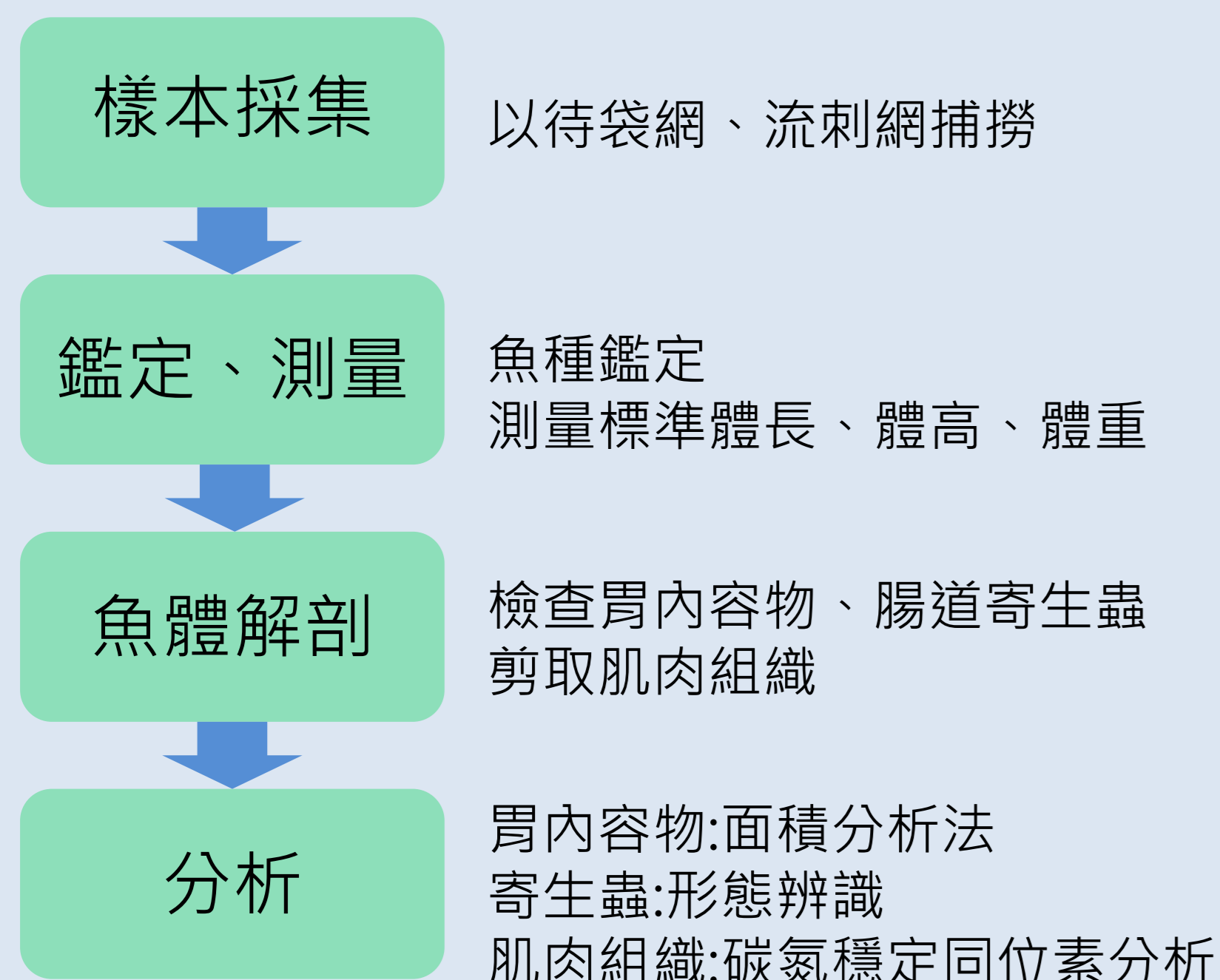


目的

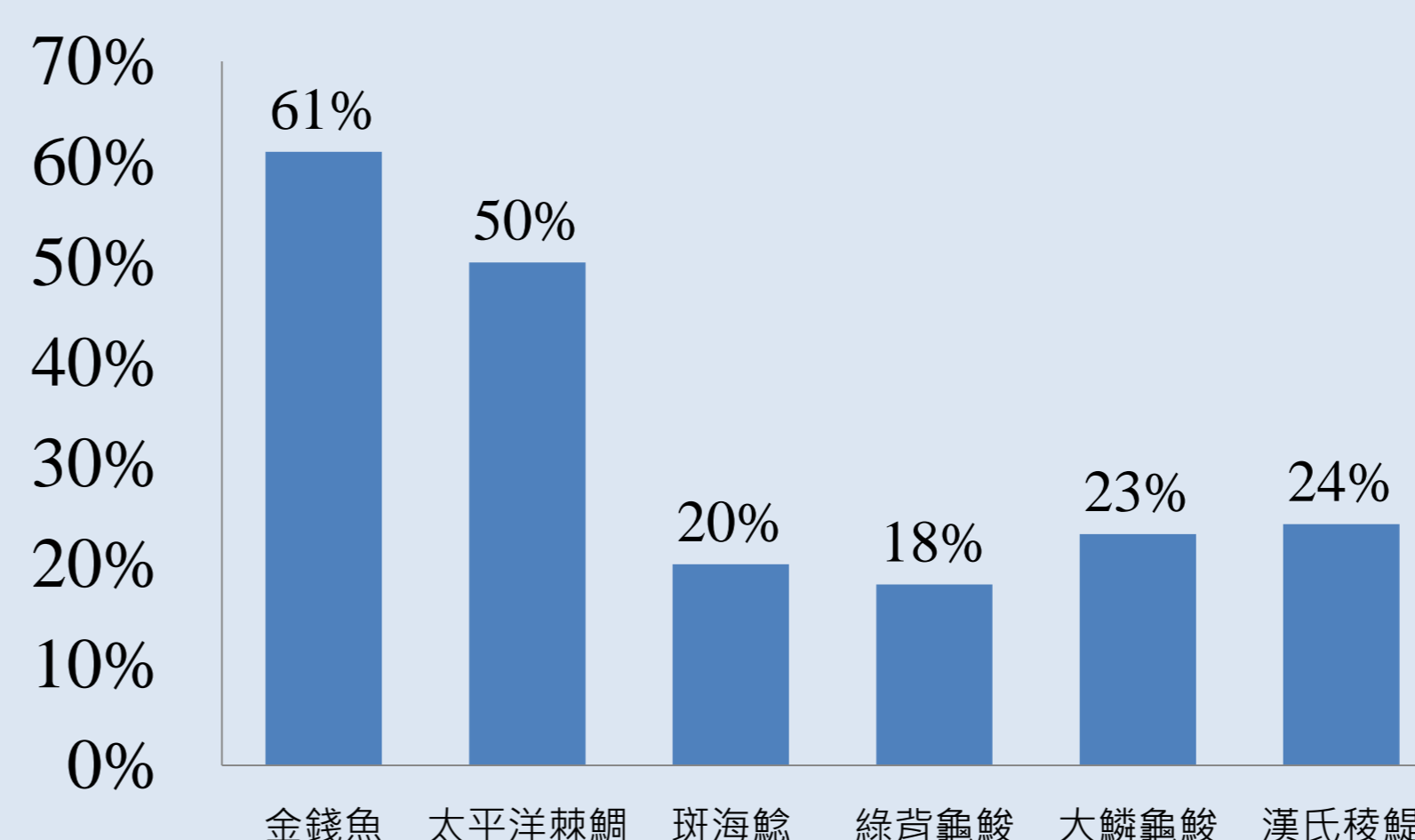
臺南市七股地區是臺灣西南沿海最大的溼地生態系。七股潟湖曾記錄有46科111種魚類(Kuo et al., 2001)，大致可分為食肉、食碎屑與食浮游動物等生態功能群(林幸助等2011)。食物網的建立對於生態系的長期監測是不可或缺的，而食物網的建立可從三個面向去探討，分別為胃內容物、碳氮穩定同位素以及寄生蟲分析，寄生蟲是食物網中的中心元素(Lafferty et al., 2006, 2008)，會藉由與宿主的交互作用，改變不同食物鏈間的關係。本研究結果將有助於濕地生態系之長期監測與該地漁業資源之永續利用。

材料方法

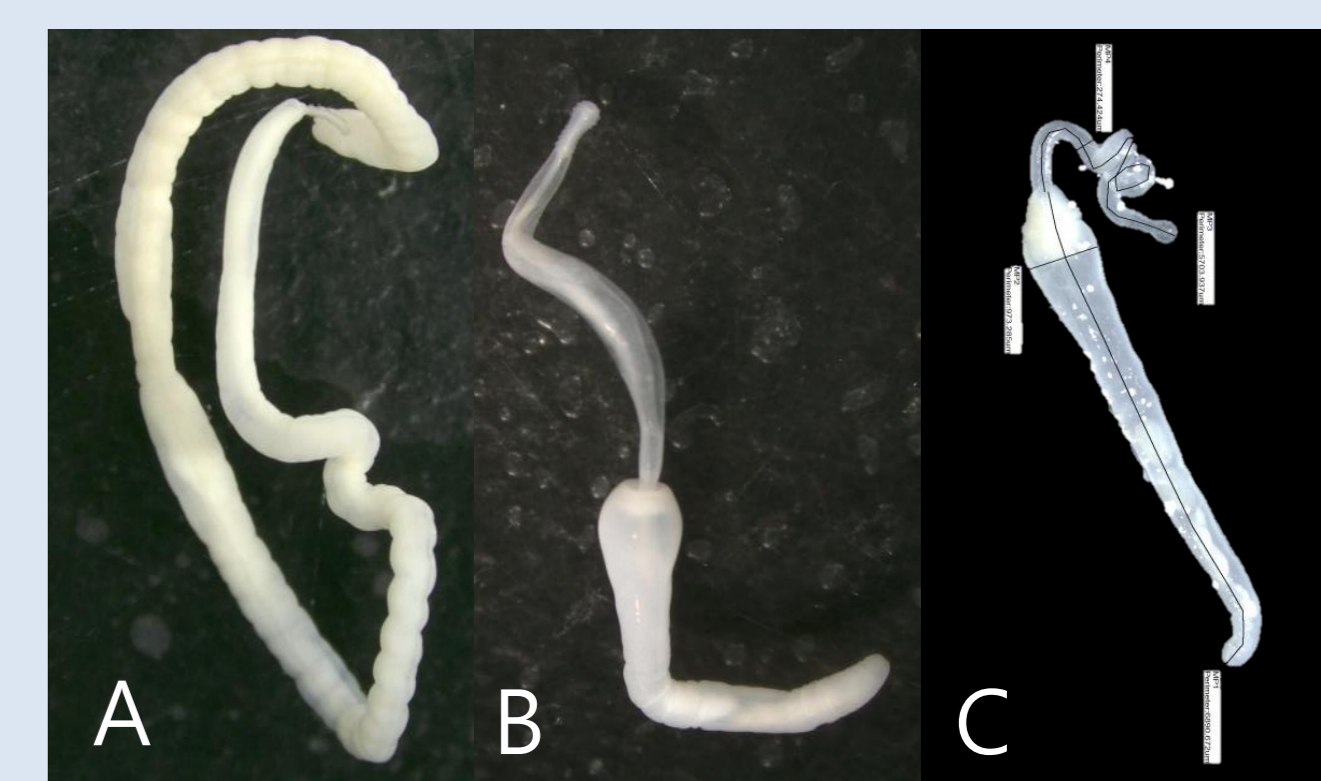
本研究於2014年1月至2016年1月於臺南市台江國家公園七股潟湖內4個固定樣區(如圖一)進行魚類採集並解剖以分析食性與體內寄生蟲，並取肌肉組織進行同位素分析。



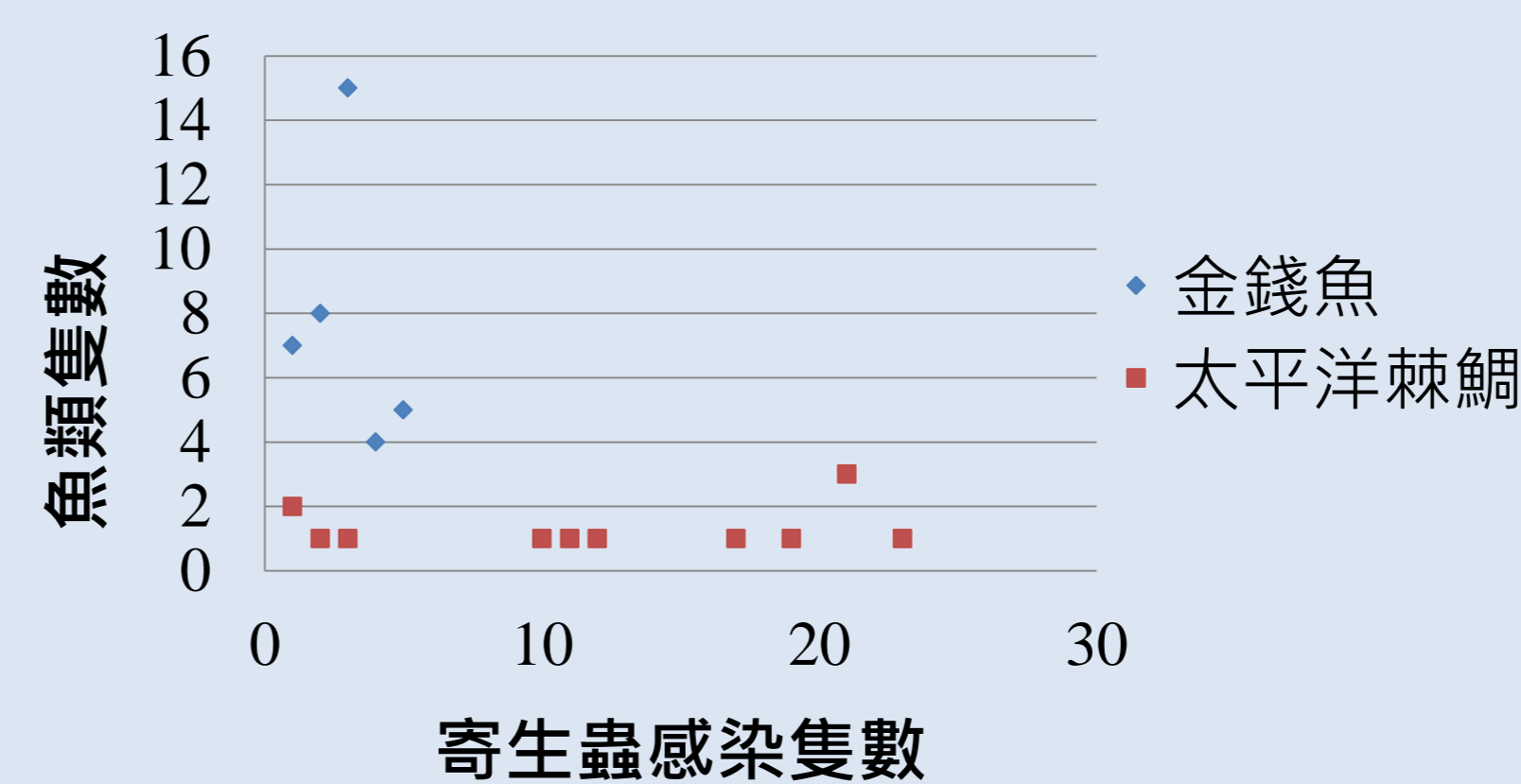
圖一：採樣樣區圖。紅點為樣點位置。



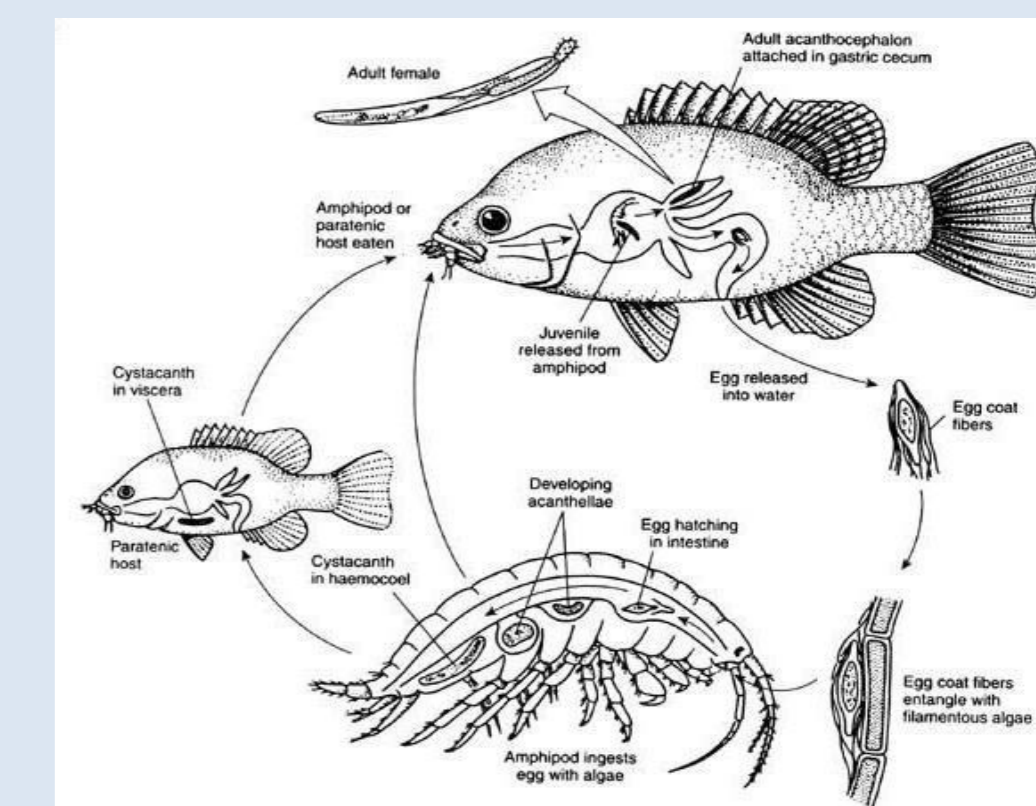
圖三：魚類寄生蟲感染率



圖四：A為金錢魚 *Filisoma longcementglandatus*，B為金錢魚 *Longicillum* sp.，C為太平洋棘鯛 *Longicillum* sp.



圖五：金錢魚和太平洋棘鯛感染強度

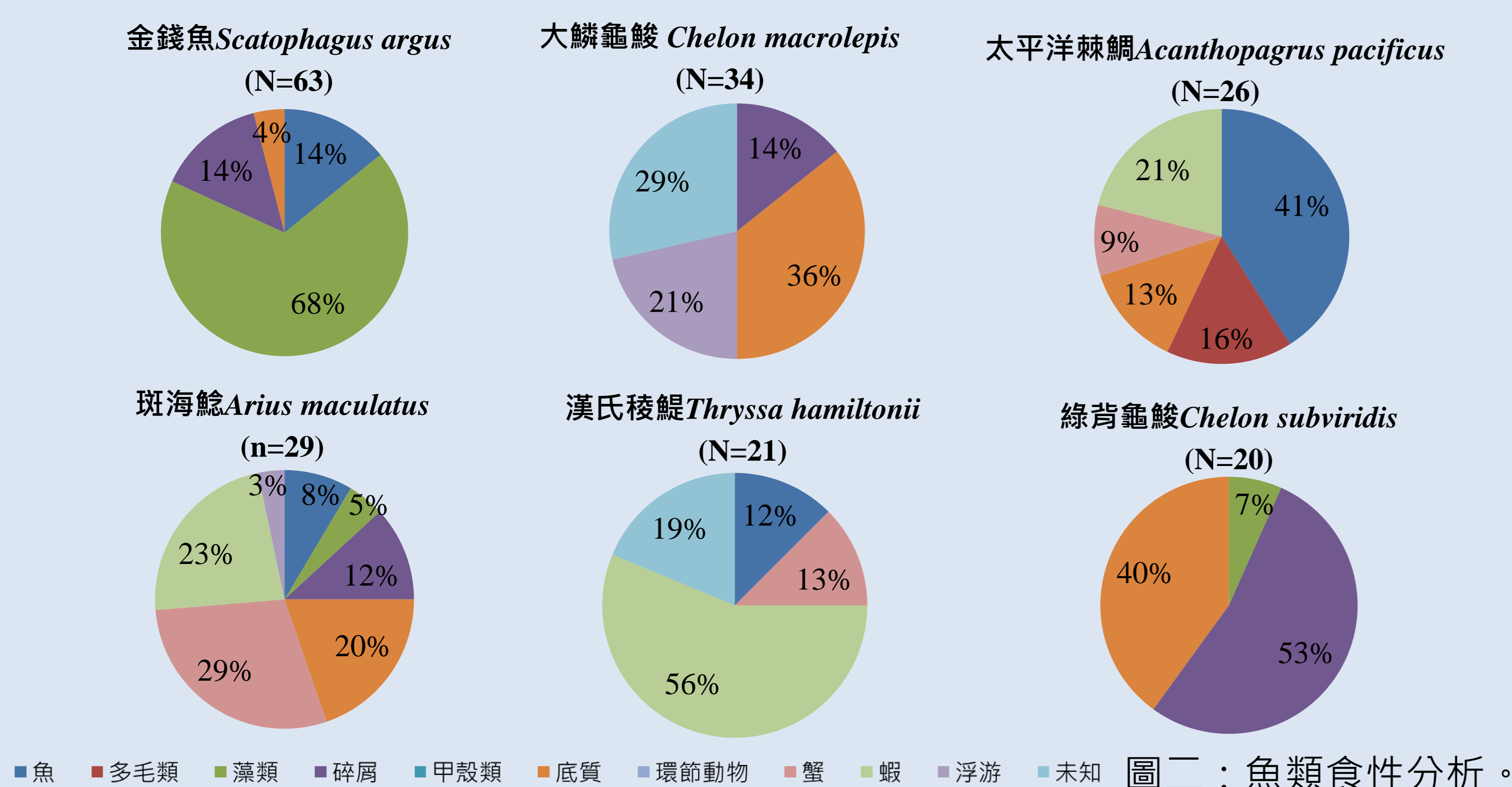


圖六：魚類棘頭蟲之生活史

結果

(一)胃內容物分析

2014年1月至2016年1月共採集26科43種共384隻次之魚類；其中僅採數量(N)多於20隻次的6種魚種，食性分析結果顯示：大致上可分為底棲肉食(斑海鯨 *Arius maculatus*)、底棲雜食(金錢魚 *Scatophagus argus*、大鱗龜鯪 *Chelon macrolepis*、綠背龜鯪 *Chelon subviridis*)、肉食(太平洋棘鯛 *Acanthopagrus pacificus*、漢氏稜鯢 *Thryssa hamiltonii*)。(圖二)。

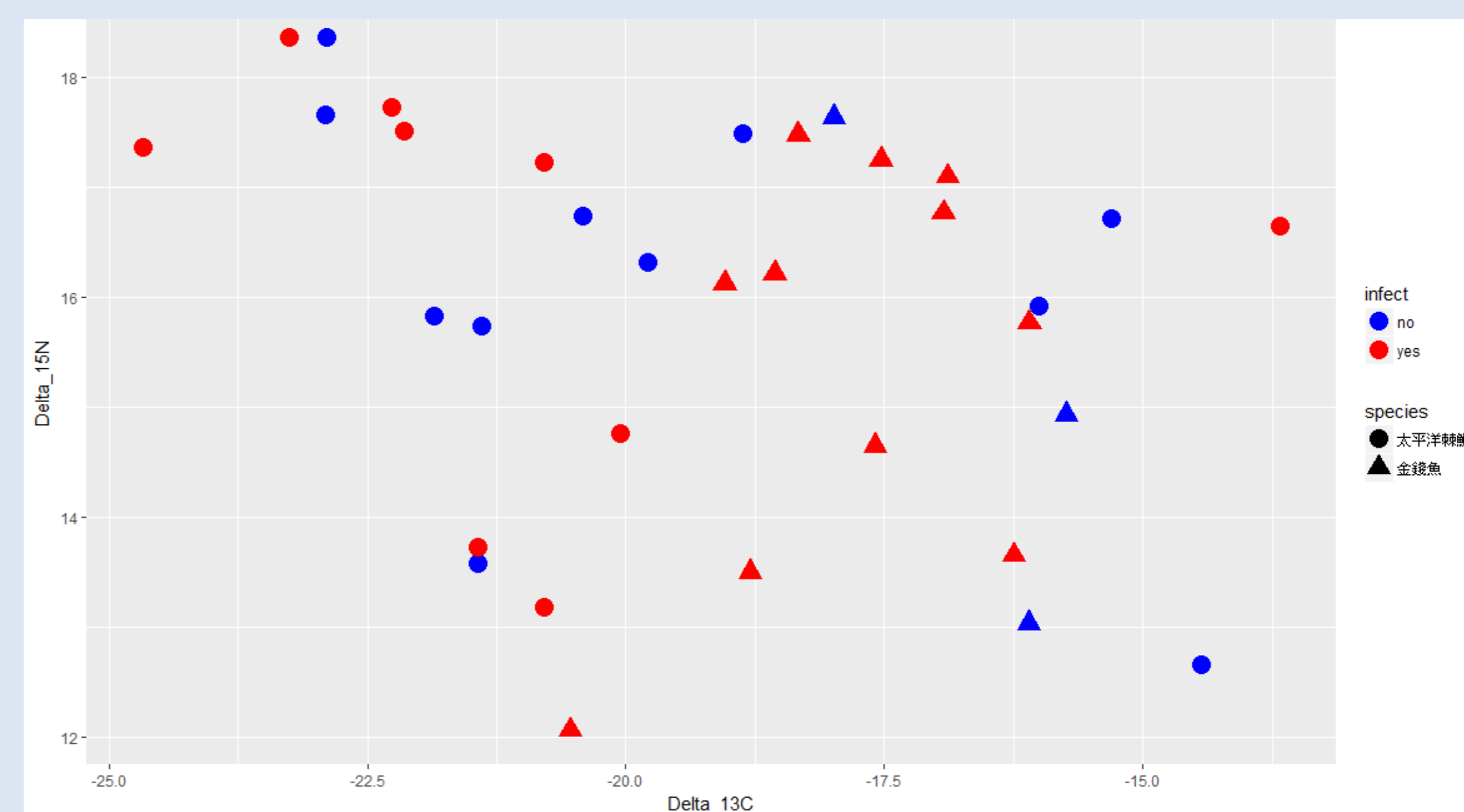


(二)寄生蟲分析

魚類的寄生蟲感染率(prevalence)以金錢魚61%為最高，其次為太平洋棘鯛50%，其餘均在25%以下(圖三)。目前在金錢魚體內所發現之寄生蟲全為棘頭蟲(acanthocephalan)；初步由外觀形態與口器(proboscis)和體長比例區分，可分成兩大類(如圖四A、B)，其中A種類可能 *Filisoma longcementglandatus* (感染率=14%)，而B種類則為 *Longicillum* sp.(48%)；而 *Longicillum* sp. 也是太平洋棘鯛主要感染的寄生蟲(50%) (圖四C)。

(三)碳氮穩定同位素分析

金錢魚和太平洋棘鯛穩定同位素分析結果顯示兩者 $\delta^{15}\text{N}$ 無顯著差異， $\delta^{13}\text{C}$ 也無顯著差異，分為有無感染寄生蟲來看，也無顯著差異，但可以發現太平洋棘鯛分為兩群，原因還有待進一步探討。



圖七：金錢魚和太平洋棘鯛穩定同位素分析

討論

本研究中金錢魚與太平洋棘鯛，由胃內容物及同位素結果顯示，兩者食性不盡相同，但卻感染相同類群寄生棘頭蟲；推測應該是兩者均食用到此類棘頭蟲生活史中甲殼類/端足類中間宿主(圖六)，顯示顯示寄生關係研究可協助建立物種間的營養關係。對於魚類寄生性棘頭蟲在七股潟湖中的生活史、與宿主攝食行為的關係和對水域濕地食物網中能量傳遞的影響，有待後續進一步的研究探討。

參考資料

- 林幸助、劉弼仁、許皓捷、邵廣昭、謝蕙蓮、李麗華、陳添水、張原謀、謝宗欣、蘇惠珍、薛美莉、邱郁文、羅文增。2011。台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷。內政部營建署。
- 陳慧瑜、施秀惠。2006。棘頭蟲對魚類研究和環境監控之貢獻。臺大漁推 18期 第11-24頁。
- Chen, H. W., W. C. Liu, A. J. Davis, F. Jordán, M. J. Hwang, and K. T. Shao. 2008. Network position of hosts in food webs and their parasite diversity. *Oikos* 117:1847-1855.
- Chen, H. W., K. T. Shao, C. W. J. Liu, W. H. Lin, and W. C. Liu. 2011. The reduction of food web robustness by parasitism: fact and artefact. *International Journal for Parasitology* 41: 627-634.
- Lafferty, K.D., Dobson, A.P., Kuris, A.M., 2006. Parasites dominate food web links. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 103, 11211-11216.

The background features a soft, light green bokeh effect with out-of-focus circular spots. Green leaves with serrated edges are visible at the top and right sides of the frame, some with bright highlights.

生物資源學系
碩博士組



台灣中南部地區檳榔園對常見貓頭鷹分布的影響

梁哲豪，張家豪，蔡若詩

國立嘉義大學生物資源學系暨生物多樣性中心

前言

森林及山坡地的開發，使得原始棲地林相組成改變。當地生態環境產生變化，進而影響鳥類組成(Sberze et al. 2010)。當棲地受到的人為開發及干擾越多時，可能降低物種數量及分布。現今台灣由北到南，於山坡地上均可見到大片種植的經濟作物檳榔，使得台灣山坡地的生態環境產生大幅度改變。

然而現今，台灣在檳榔園對於鳥類造成何種影響的研究仍舊不多，其中夜間猛禽調查的研究更是鮮少。目前對於夜間猛禽的研究，多著重於其生活習性及食性等方面，少有著重於探討不同棲地類型對於夜間猛禽的影響。

目的

了解環境變量如何影響檳榔園及次生林內的兩種常見貓頭鷹，並推估兩種貓頭鷹的密度及分布。

研究方法

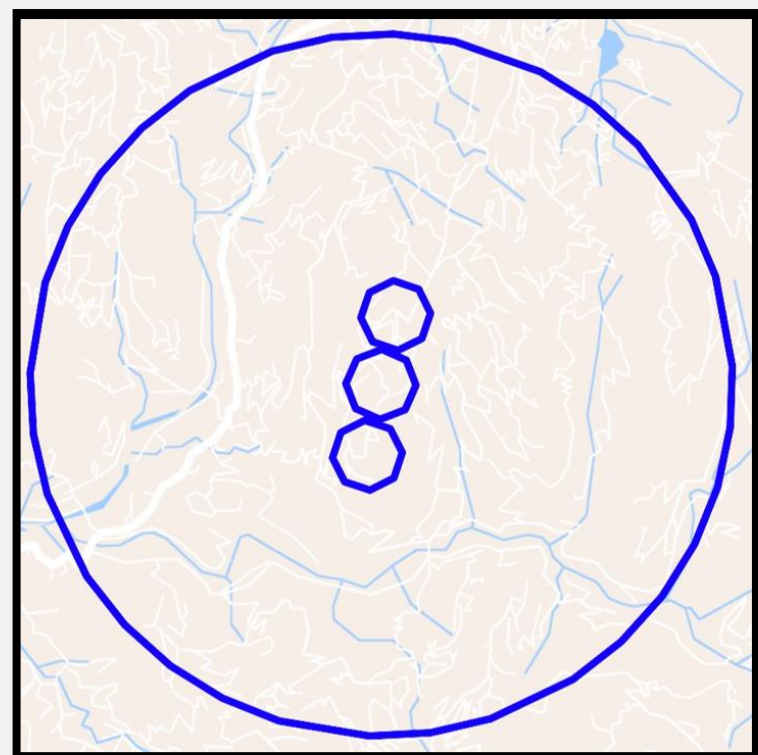
目標物種

本研究的目標物種分別為領角鴉(*Otus lettia*)及黃嘴角鴉(*Otus spilocephalus*)。領角鴉棲息於海拔1,200公尺以下的闊葉林中層，是平地最常見的貓頭鷹，也相當適應人為開發的地區。黃嘴角鴉棲息於海拔50至2,200公尺山區的闊葉林邊緣。這兩種貓頭鷹的主要棲息地皆為闊葉林，而檳榔園的開發會導致闊葉林減少，可能使得其偏好棲息地改變，進而影響其分布。



樣區選擇

於台灣中南部(南投、雲林、嘉義、台南)一帶，將棲地類型分為檳榔園及次生林，各自選取20個半徑2公里的樣區。樣區分布於海拔100公尺至1100公尺，每個樣區中設置3個半徑200公尺的樣點，共40個樣區，120個樣點。



鳥類調查

於2017年3月至4月晚上，每個樣點進行三次定點回播調查，紀錄看到及聽到的兩種貓頭鷹及天氣因子。

分析方法

使用Program PRESENCE進行Royle N-Mixture Model分析，估計每個樣區貓頭鷹密度及影響密度的環境變量。

結果

環境變量

黃嘴角鴉

表一. 利用Royle N-Mixture Model分析資料，並以AIC、 Δ AIC、AIC權重及參數數量解釋影響黃嘴角鴉估計密度及偵測率之最佳解釋模型。本表僅呈現AIC權重在95%以內的模型。

Model	AIC	Δ AIC	AIC wgt	no.Par.
$\lambda(H,E1),r(.)$	705.87	0.00	0.5327	4
$\lambda(H),r(.)$	706.93	1.06	0.3135	3
$\lambda(H,E2),r(.)$	709.32	3.45	0.0949	5
$\lambda(H,E1),r(hum)$	712.39	6.52	0.0204	4

領角鴉

表二. 利用Royle N-Mixture Model分析資料，並以AIC、 Δ AIC、AIC權重及參數數量解釋影響領角鴉估計密度及偵測率之最佳解釋模型。本表僅呈現AIC權重在95%以內的模型。

Model	AIC	Δ AIC	AIC wgt	no.Par.
$\lambda(H),r(.)$	721.03	0.00	0.5214	3
$\lambda(H,E1),r(.)$	722.04	1.01	0.3147	4
$\lambda(H,E2),r(.)$	723.80	2.77	0.1305	5
$\lambda(H),r(hum)$	728.29	7.26	0.0138	3

- 黃嘴角鴉最佳解釋模型為 $\lambda(H,E1),r(.)$ ，表示最能解釋影響黃嘴角鴉估計密度的環境變量為棲地類型(H)、海拔梯度(E1)。而偵測率不受任何因素影響。
- 領角鴉最佳解釋模型為 $\lambda(H),r(.)$ ，表示最能解釋影響領角鴉估計密度的環境變量為棲地類型(H)。而偵測率不受任何因素影響。
- 兩者模型中， Δ AIC小於2為可參考模型，影響估計密度的環境變量皆包含棲地類型(H)及海拔梯度(E1)。

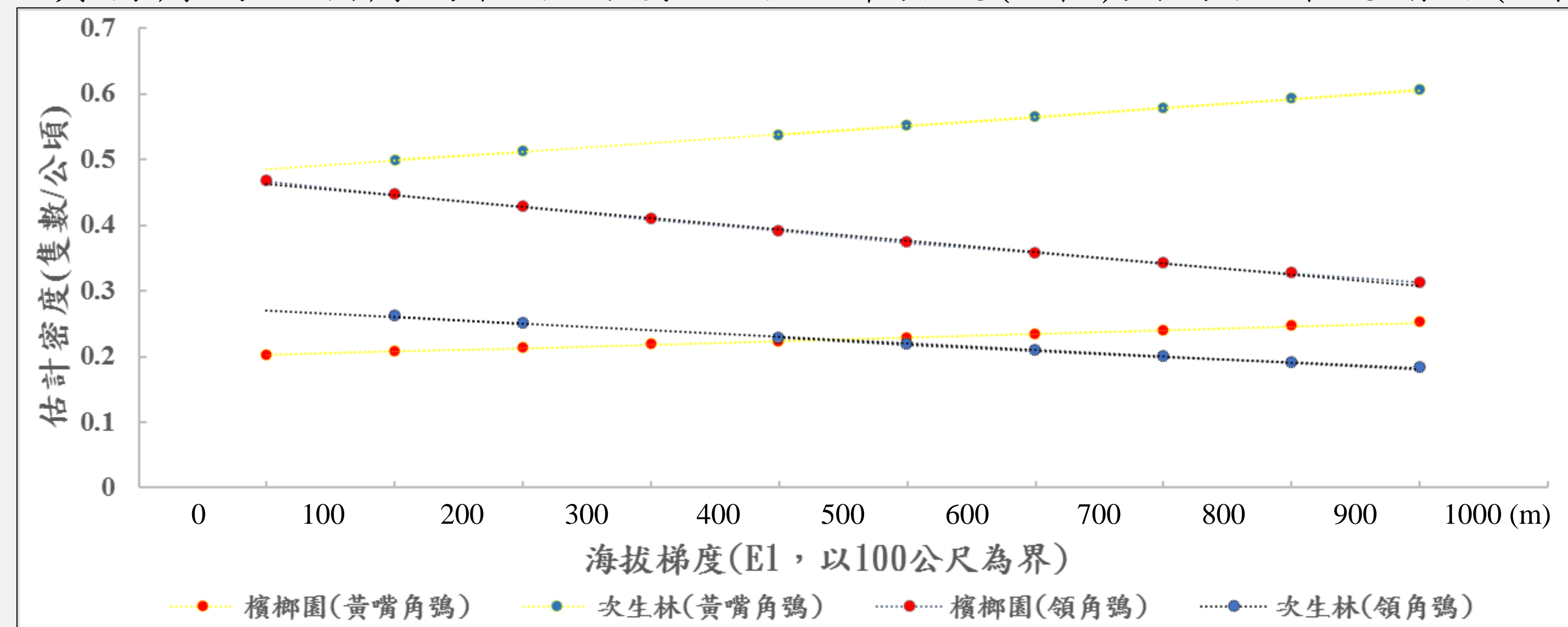
λ : 估計密度
 r : 偵測率
H: 棲地類型
hum: 濕度
E1: 海拔梯度 (100公尺為界)
E2: 海拔梯度 (500公尺為界)
(.): 指該模型不受任何因子影響

估計密度與分布

表三. 兩種貓頭鷹於檳榔園與次生林中的估計密度。

棲地類型	估計密度(隻數/公頃)	黃嘴角鴉	領角鴉
檳榔園	0.22±0.07	0.37±0.11	
次生林	0.53±0.18	0.21±0.06	

圖1. 黃嘴角鴉及領角鴉在不同棲地的估計密度(Y軸)與海拔梯度關係(X軸)。



討論及未來方向

- 結果顯示棲地類型是影響兩種貓頭鷹數量的重要因子。黃嘴角鴉明顯偏好次生林，檳榔的種植可能導致黃嘴角鴉偏好棲地減少。
- 結果顯示領角鴉偏好檳榔園，但在兩棲地類型密度相差不遠，領角鴉可能較適應人為環境，因此受到的影響較小。
- 未來將考慮比較繁殖季及非繁殖季的分布情形，以及進一步討論棲地內部空間組成的影響。

文獻

- Hines, J. E. (2006). Program PRESENCE.
- Royle, J. A. 2004. N-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics* 60:108-115.
- Sberze, M., Cohn-Haft, M., & Ferraz, G. (2010). Old growth and secondary forest site occupancy by nocturnal birds in a neotropical landscape. *Animal Conservation*, 13(1), 3-11.



非生物因子與蛙類鳴叫活動之間的關係：溫度與濕度的重要性

Relationship between abiotic factor and anuran calling activity:

The importance of temperature and humidity

許竹君¹ 許富雄¹ 張俊文²

國立嘉義大學生物資源系暨生物多樣性中心¹

行政院農業委員會林業試驗所²

前言：

氣候變遷對生物的影響一直是許多研究人員所關注的議題(Visser and Both 2005; Lawler *et al.* 2010)，其中兩棲類是經常被用來探討相關議題的生物類群之一。由於兩棲類屬外溫動物，加上其生活史離不開水域環境(Qian *et al.* 2007)，因此溫度與濕度變化對牠們的活動及繁殖都會造成影響(Todd *et al.* 2011)，但隨著不同棲息習性的蛙種、季節變化、甚至是一天24小時的日夜變異，溫度與濕度變化都可能對蛙類活動造成不同程度的影響(Bertoluci 1998; Moriera and Lima 1991)。本研究希望瞭解台灣低海拔之靜水域蛙類在一天24小時的鳴叫活動變化，並進一步探討其鳴叫活動與溫度及濕度之間的關係。

材料與方法：

- 研究時間：2016/12/1—2017/2/28
- 研究地點：南投縣魚池鄉蓮華池研究中心
- 自動錄音調查法：

24小時錄音：
每小時間隔15分鐘錄製1分鐘

攜回實驗室

錄音資料判別：

- 蛙種
- 鳴叫強度(分6級)
→參考北美兩棲類監測計畫(North American Amphibian Monitoring Program)鳴叫等級

北美兩棲類監測計畫(NAAMP)鳴叫等級(de Solla *et al.* 2006)

- 等級0：沒有鳴叫聲
等級1：每隻個體的鳴叫聲皆可清楚分辨，且個體間不同時鳴叫
等級2：個體同時鳴叫，但鳴叫聲不連續，而每隻個體仍可清楚分辨
等級3：不同鳴叫聲重疊且連續，且個體數量無法分辨計數

將NAAMP等級進行轉換

NAAMP	0	1	2	3
鳴叫個體數	1	2	3-5	
轉換後級數	0	1	2	3

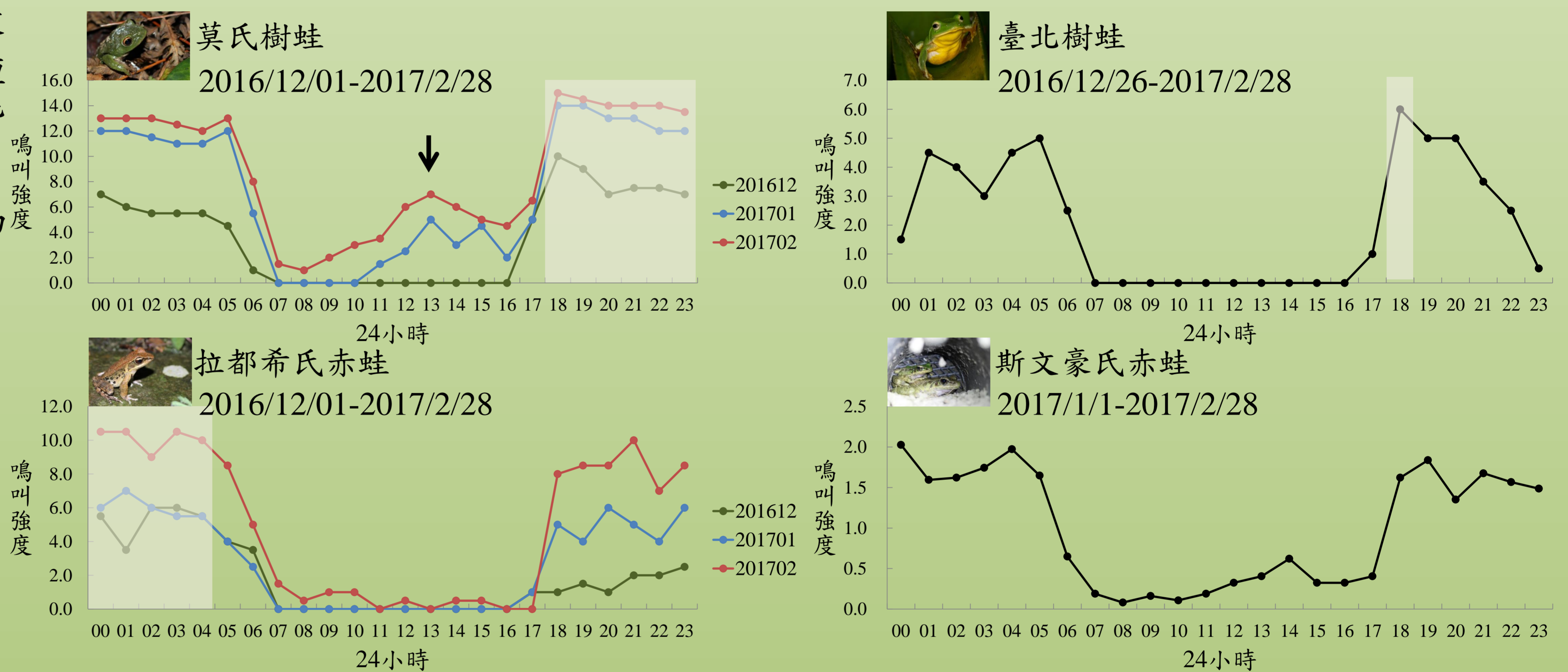
- 氣候因子測量：
 - 氣溫、濕度→HOBO溫溼度記錄器(HOBO, Pro v2 Internal Temp/RH Data Logger)
 - 水溫→HOBO水溫記錄器(HOBO, Pendant Temperature w/Light Data Logger)
- 統計分析：

以Kruskal-Wallis檢定比較蛙類在不同時段的鳴叫強度是否有差異，並使用Spearman排序相關係數(Spearman's rank correlation coefficient)檢測蛙類鳴叫與溫度、濕度及水溫間的關係

結果：

研究期間共記錄14種蛙類，其中鳴叫頻度較高的蛙類有莫氏樹蛙(*Rhacophorus moltrrechtii*)、拉都希氏赤蛙(*Hylarana latouchii*)、臺北樹蛙(*R. taipeianus*)及斯文豪氏赤蛙(*Odorrana swinhoana*)，莫氏樹蛙、拉都希氏赤蛙與斯文豪氏赤蛙的鳴叫強度有隨月份延後而增強的現象，且均以2月份的鳴叫強度最高。在24小時的鳴叫強度變化中，上述4種蛙類在夜晚時段(18:00-06:00)的鳴叫強度皆較白天時段(07:00-17:00)高($P < 0.001$)，但莫氏樹蛙在下午時段(12:00-17:00)也有較為頻繁的鳴叫活動(圖一)。

分析各蛙種鳴叫強度與溫度及濕度之間的關係，莫氏樹蛙的鳴叫強度與氣溫及水溫呈負相關，但與濕度呈正相關；拉都希氏赤蛙的鳴叫強度與氣溫呈負相關，但與濕度間呈正相關；臺北樹蛙的鳴叫強度與濕度及水溫呈正相關；而斯文豪氏赤蛙的鳴叫強度與氣溫及水溫呈負相關，但與濕度呈正相關(表一)。



圖一、莫氏樹蛙、拉都希氏赤蛙、臺北樹蛙及斯文豪氏赤蛙24小時鳴叫強度變化

表一、鳴叫活動與氣溫、濕度及水溫的關係

	氣溫		濕度		水溫	
	r_s	P	r_s	P	r_s	P
莫氏樹蛙	-0.408	0.000	0.324	0.000	-0.187	0.000
拉都希氏赤蛙	-0.263	0.000	0.358	0.000	-0.008	0.771
臺北樹蛙	0.013	0.686	0.448	0.000	0.353	0.000
斯文豪氏赤蛙	-0.399	0.000	0.365	0.000	-0.187	0.000

表二、各蛙種之鳴叫氣溫、濕度及水溫範圍

	鳴叫氣溫(°C)		鳴叫濕度(%)		鳴叫水溫(°C)	
	區間	std	區間	std	區間	std
莫氏樹蛙	9.0-27.2	2.6	66.4-100.0	4.7	11.1-19.1	1.6
拉都希氏赤蛙	12.5-23.1	2.1	77.6-100.0	3.6	14.2-19.1	1.0
臺北樹蛙	10.7-28.0	2.5	52.0-100.0	4.9	14.4-18.6	4.3
斯文豪氏赤蛙	9.4-18.5	1.9	69.6-100.0	4.3	11.1-18.4	1.5

討論：

依據本研究所發現的24小時鳴叫強度變化，顯示上述4種蛙類的鳴叫高峰期落在不同的時段，其間的差異可能與不同蛙種具有不同的內生節律(endogenous rhythm)有關(Cui *et al.* 2011)。而莫氏樹蛙的鳴叫起始時間有提早至下午時段開始的現象，尤其是在1至2月份更為明顯，這可能與該蛙種在進入繁殖高峰後，因種內鳴叫競爭加劇所致。而不同蛙類的鳴叫強度會受到不同氣候因子的影響，除了臺北樹蛙之外，皆與氣溫呈負相關，且依據不同蛙種而有不同鳴叫的臨界溫度(表二)；相較於乾燥的環境，高濕度有助於聲音的傳播(Harris 1966)，使各蛙種鳴叫強度與濕度呈正相關；但相較於上述其他3種蛙類，臺北樹蛙鳴叫強度受水溫影響較大且呈正相關($r_s > 0.3$)，這可能受其繁殖季節與生理特性的影響。不同蛙類的鳴叫強度會受到不同氣候因子的影響，除了各蛙種對環境的生理適應程度不同，也可能受到各蛙種鳴叫時所選擇棲息之微棲地特質的影響(Navas 1996)。

參考文獻：

Cui, J. G., Song, X. Y., Fang, G. Z., Xu, F., Brauth, S. E., & Tang, Y. Z. 2011. Circadian rhythm of calling behavior in the Emei music frog (*Babina daunchina*) is associated with habitat temperature and relative humidity. *Asian Herpetological Research* 2(3): 149-154.

Klaus, S. P., & Loughheed, S. C. 2013. Changes in breeding phenology of eastern Ontario frogs over four decades. *Ecology and evolution* 3(4): 835-845.

Oseen, K. L., & Wassersug, R. J. 2002. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia* 133(4): 616-625.

Qian, H., Wang, X., Wang, S., & Li, Y. 2007. Environmental determinants of amphibian and reptile species richness in China. *Ecography* 30(4): 471-482.

Saenz, D., Fitzgerald, L. A., Baum, K. A., & Conner, R. N. 2006. Abiotic correlates of anuran calling phenology: the importance of rain, temperature, and season. *Herpetological Monographs* 20(1): 64-82.

Steelman, C. K., & Dorcas, M. E. 2010. Anuran calling survey optimization: developing and testing predictive models of anuran calling activity. *Journal of Herpetology* 44(1): 61-68.

圖片來源：網路資源、維基百科



棲地結構對淺山鳥類群聚的影響

Effect of the habitat structure on lowland bird community

張家豪、許富雄、蔡若詩
國立嘉義大學生物資源學系暨生物多樣性中心

前言

淺山泛指海拔1000公尺以下的區域，海拔高度從低海拔延伸到部分中海拔，一般緊鄰平原地區，是人為開發區和自然環境間的緩衝地帶，因此相對於高海拔地區，被開發的程度也較高。在臺灣中南部淺山地區，最常看到的棲地類型為次生林、果園與檳榔園。自70、80年代開始檳榔為的重要經濟作物，有「綠色黃金」之稱，產值相當高同時大量栽植於臺灣各地。

而種植為了管理方便及增加收益，檳榔園常以高密度且單一物種的方式種植，使得棲地內植被結構單一(張敬昌,2002)。鳥類對於植被結構或是組成改變是敏感的。林下層能提供鳥類食物資源、避難所或繁殖場所(Nájera & Simonetti,2010)，但檳榔園中的林下層植被都除去。檳榔種植與開發對於整體鳥類群聚影響目前尚不清楚。因此本研究想了解檳榔園和次生林內棲地結構差異對鳥類群聚的影響。

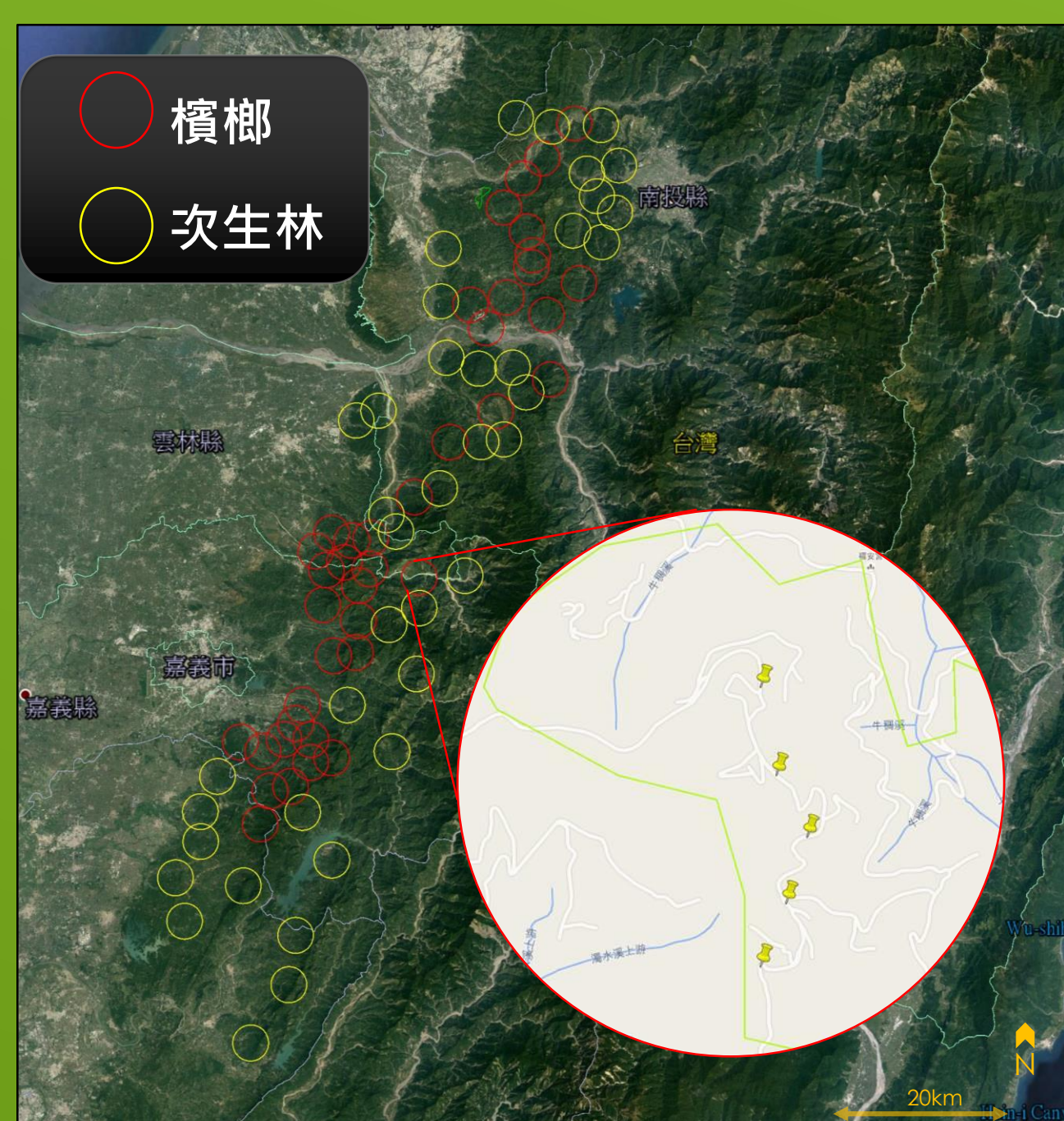


方法

於2015年及2016年的3至5月進行，分別於南投縣、雲林縣、嘉義縣及台南市設立樣區。沿著道路劃設5個半徑100m樣點用定點計數法進行鳥類調查，記錄所有聽到及看到的鳥種。將鳥種依覓食特性分成六類不同同功群分別為空中蟲食者、樹層蟲食者、樹層雜食者、灌層蟲食者、地面蟲食者及地面雜食者。

植被調查部分在每個樣點選取1個10mX10m方格，測量檳榔樹、喬木、枯木、竹子、香蕉及灌木數量。另外再選取三個1m X 1m測量地表覆蓋度、草本高度、樹冠層覆蓋度及樹冠層高度。

利用T-test比較次生林與檳榔鳥類多樣性差異，探討檳榔園及次生林間的鳥類相似性利用非計量多向度量度法(Non-metric multi-dimensional scaling,NMDS)；比較次生林與檳榔覓食同功群密度差異利用U-test無母數分析；比較次生林與檳榔植被結構差異利用主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)；探討鳥類組成與各棲地變數間的關係則利用多變量冗餘分析(distance-based Redundancy Analysis, dbRDA)。



圖一、樣區於台灣中部淺山地區的分佈圖。檳榔與次生林分別有40個，樣區內有5個調查樣點。

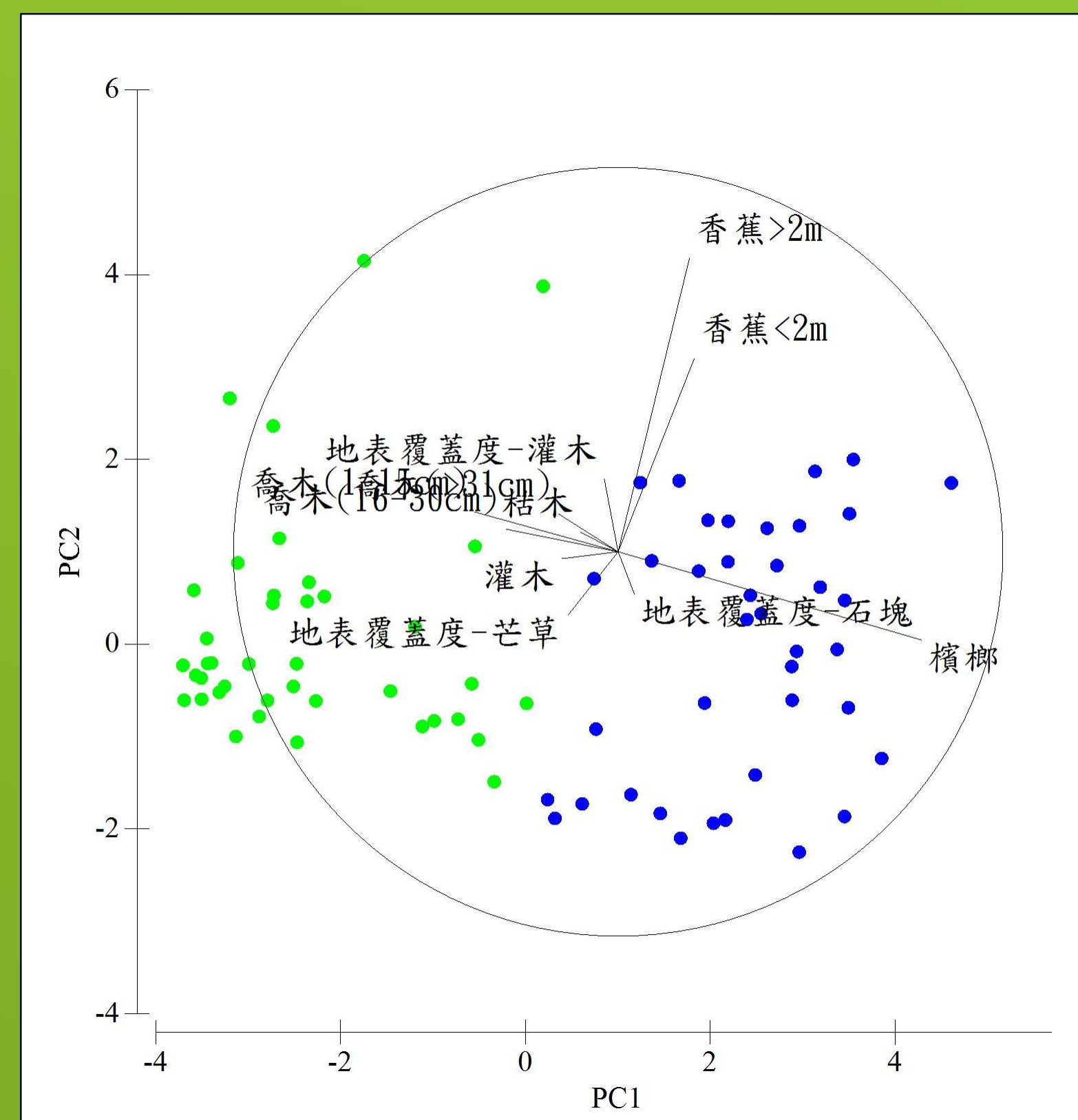
結果

調查結果總共紀錄到52種10472隻次，次生林49種5454隻次，檳榔49種5018隻次。次生林的平均樣點鳥種數(7.1±0.47)顯著高於檳榔(6.2±0.49, p=0.012)，而平均樣點鳥隻數次生林(13.6±1.17)與檳榔(12.5±1.53, p=0.255)沒有顯著差異。檳榔及次生林中鳥種組成有顯著差異(PERMANOV, p=0.001)。

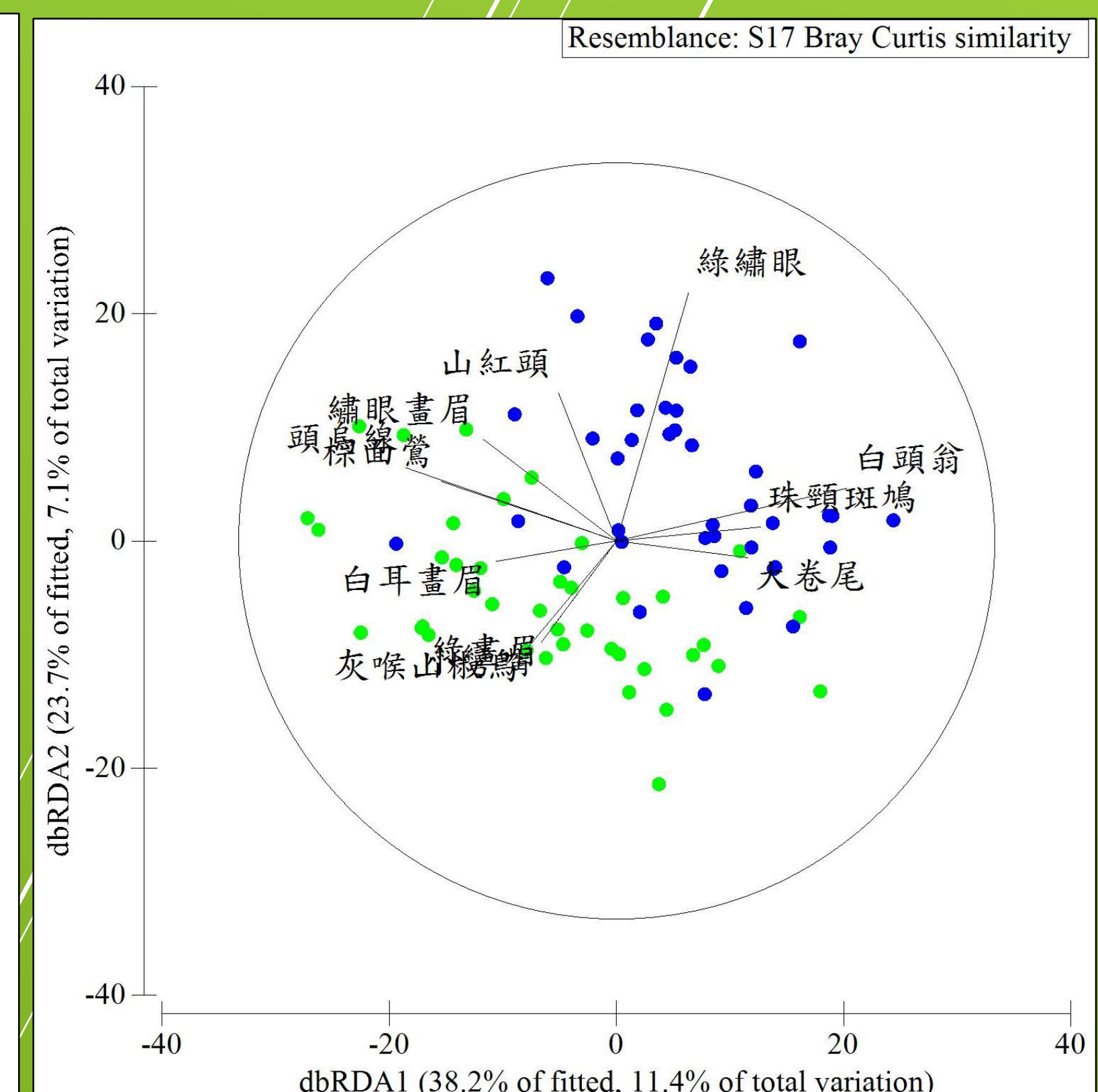
覓食同功群密度中，空中飛擊蟲食、樹層蟲食、灌叢蟲食者在次生林中顯著高於檳榔；樹層雜食與高草層蟲食者在檳榔顯著高於次生林(表一)。

表一、不同覓食同功群的在檳榔及次生林樣區的密度比較。p值粗體表示兩組有顯著差異。

覓食同功群	密度(隻數/m ²)		p
	檳榔	次生林	
空中飛擊蟲食者	11.9	19.6	<0.001
樹層蟲食者	19.8	25.6	0.02
樹層雜食者	73.8	60.9	0.02
灌叢蟲食者	35.2	50.4	<0.001
高草層蟲食者	2.2	0.6	<0.001



圖二(左)、利用PCA對樣區植群結構組成做探討，綠色圓圈代表是次生林，藍色圓圈代表檳榔樣區(PC1 43.2% of variation, PC2 11.2% of variation)。



圖三(右)、利用dbRDA分析植群結構對鳥類影響，綠色圓圈代表是次生林，藍色圓圈代表檳榔樣區，向量為鳥種。

結果顯示，檳榔與次生林中植群結構差異來自檳榔、喬木與灌木數量，地表植被差異來自莎草、灌木、裸露地比例(圖二)。而在植群結構與鳥類的關係中，灰喉山椒鳥(*Pericrocotus solaris*)、小彎嘴(*Pomatorhinus musicus*)與白耳畫眉(*Heterophasia auricularis*)偏好出現於次生林中；綠繡眼(*Zosterops japonicus*)與白頭翁(*Pycnonotus sinensis*)偏好出現於檳榔中；頭烏線(*Schoeniparus brunneus*)與山紅頭(*Cyanoderma ruficeps*)偏好出現灌木多樣區中。

討論

檳榔與次生林鳥隻數有差異而鳥種數沒有差異，NMDS結果顯示兩者間的鳥種有差異。次生林能夠提供更多物種使用，但鳥隻數可能受到樣區內優勢物種數量影響而沒有差異。

在覓食同功群中，空中蟲食、樹層蟲食與灌叢蟲食者密度在次生林比檳榔多，是次生林植被結構較複雜且能提供的資源較多。綠繡眼偏好在檳榔樣區出現，因使用檳榔樹來進行築巢及育雛，而白頭翁偏好出現在開闊環境，所以在檳榔園較多。

未來將加上地景尺度了解檳榔與次生林鑲嵌情形如何影響鳥類多樣性，及鳥類在棲地內的行為進行探討。