

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

最佳(鄉土)教材獎

030305

蛙蛙哇！台東縣大巴六九藥用植物園區蛙類生態與棲地特性之初探

學校名稱：臺東縣私立育仁高級中學(附設國中)

作者： 國三 洪宇潔 國三 郭典淳 國三 陳 曦	指導老師： 葉建成
---	------------------

關鍵詞：台東、兩棲類、生態

摘要

為瞭解大巴六九藥用植物園區及附近的蛙種組成、時空變化與分布的棲地特性，我們自 2015 年 10 月至 2016 年 12 月期間，每季前往樣區進行調查約 2~3 次，研究採用「穿越帶鳴叫辨識法」和「目視遇測法」。研究共獲得 119 筆紀錄，包括：樹蛙科 3 種、蟾蜍科 2 種、狹口蛙科 2 種、赤蛙科 2 種及叉舌蛙科 1 種，共計 10 種。調查結果顯示，在總隻次和隻次比例上皆以拉都希氏赤蛙最多，為園區內的優勢蛙種。研究期間，因強烈颱風侵襲，導致園區水源中斷數天，造成池水下降，嚴重影響蛙類棲地，蛙類平均隻次因此下降。此外，不同蛙種對棲地的喜好也不一。本研究初步確認了園區蛙種的組成與生態概況，可運用在園區蛙類觀察、蛙類保育與環境教育。

壹、研究動機

蛙類主要分布於淡水水域附近，其生活史依序為繁殖抱接、產卵、孵化為蝌蚪、變態為蛙（楊懿如，2015），屬於完全變態之生物。其形體為蝌蚪時以鰓呼吸，變態為蛙後以肺呼吸，而其潮濕的皮膚亦可協助溶氧、呼吸。

進行生物多樣性保育時，應對其物種的分布資訊做分析（Heyer et al., 1994），在諸多物種中，兩棲類是唯一具有陸域和水域特性的生物，且其數目易監控（Duellman and Trueb, 1986），所以兩棲類生物是重要的指標生物（Wake, 1991）能反映出環境的變化。此外，兩棲類能控制昆蟲的族群大小（呂光洋等，1999；戴孜文和林春富，2003），並成為更高級消費者如鳥類、蛇類的能量來源（吳世卿和羅右翔，2010），故兩棲類在生態系中扮演重要的角色。

本研究樣區選擇大巴六九藥用植物園區（以下簡稱園區），根據園區主人描述，此處有豐富的蛙類生態，如小雨蛙、拉都希氏赤蛙等蛙種，然而，先前無人做過系統性的調查與研究，所以也不確定園區內詳細的蛙種種數、數量及季節性變化。為了瞭解園區內蛙類生態概況，並進一步分析蛙類在各種環境因子下，其數量和種類組成上的差異與變化，故設計於每季前往園區進行蛙調，希望初步的調查結果可以提供園區在遊客用餐參觀園區時，在蛙類生態與環境教育上更詳實的資料。

貳、研究目的

- (一) 了解園區蛙種組成
- (二) 了解園區蛙種出現季節
- (三) 了解園區蛙種隻次及比例
- (四) 了解園區蛙種波動與氣溫的關係
- (五) 了解園區蛙種波動與濕度關係之預測
- (六) 了解園區蛙類的棲地利用

參、研究設備及器材

調查時除須著長衣褲之外，也須穿著雨鞋，以維護自身安全，此外會攜帶手電筒或頭燈、相機、溫溼度計(Digital Min-Max Memory Thermometer, WISEWIND)與水溫度計(Thermo-Hygrome-Clock, WISEWIND)。

肆、研究方法

此園區位於台東縣卑南鄉利嘉山區海拔 550 公尺處，座標為 $22^{\circ}\text{N } 48.547'$ 與 $121^{\circ}\text{E } 2.977'$ (圖一)。調查起點為園區內的 2 個人造池塘，池子直徑各約 3 至 4 公尺(樣區環境圖片如附件一)，池一水深較深，約一公尺，池面乾淨，水生植物稀少，池二水深較淺，約 40 公分，但池內布滿水生植物(蓮花)，沿著園區步道(長約 100 公尺)沿途還包括菜園和停車場，出園區後連接產業道路(此部分的調查路徑全長約 900 公尺)，前 400 公尺產業道路的兩旁為天然的喬木與矮灌木叢；後 500 公尺道路兩旁則以檳榔園或人為開墾地為主(薑園)，近道路兩側有低矮木本植物及草堆。

調查自從 2015 年 10 月開始，2016 年 12 月結束，季節橫跨四季，每季安排時間進入園區進行研究，調查時間每次約 2 小時。本調查採用「穿越帶鳴叫辨識法」和「目視遇測法」(呂光洋等, 1996)，以聽音(蛙鳴)和目視判別，填寫紀錄表時需搭配拍照，以進一步確認蛙種，記錄表上的記錄項目(附件二)包括：蛙類數量、種類、棲地、成體行為等。



圖一、調查樣區相對位置(紅色符號處)

伍、研究結果

(1) 蛙類生態調查次數統計

自 2015 年 10 月至 2016 年 12 月，總共進行蛙調 9 次，其中春、夏、秋季各調查兩次，冬季共調查三次(表一)。

表一、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類生態調查次數

季節		調查次數
2015 年	秋季(8-10 月)	1
	冬季(11-1 月)	2
2016 年	春季(2-4 月)	2
	夏季(5-7 月)	2
	秋季(8-10 月)	1
	冬季(11-1 月)	1
總 計		9

(2) 調查樣本數統計

樣本數以冬季最多，共有 41 筆；夏季次之，有 29 筆；秋季第三，為 27 筆；春季最少，僅有 22 筆(表二)。

表二、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類生態調查樣本數

季節		樣本數
2015 年	秋季(8~10 月)	8
	冬季(11~1 月)	10
2016 年	春季(2~4 月)	22
	夏季(5~7 月)	29
	秋季(8~10 月)	19
	冬季(11~1 月)	31
小 計		119

(3) 蛙種組成

在園區內發現蟾蜍科、叉舌蛙科、狹口蛙科、赤蛙科及樹蛙科共五科(表三，蛙種圖片如附件三)，種類有盤古蟾蜍、黑眶蟾蜍、澤蛙、小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、拉都希氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、日本樹蛙、布氏樹蛙及莫氏樹蛙，共十種，其中有三種屬於台灣特有種，分別是蟾蜍科的盤古蟾蜍、赤蛙科的斯文豪氏赤蛙及樹蛙科的莫氏樹蛙。

表三、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙種名錄

中文名	學名	特有性/保育狀態
蟾蜍科	Bufo	
盤古蟾蜍	<i>Bufo bankorensis</i>	特有種
黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	
叉舌蛙科	Dicroglissidae	
澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	
狹口蛙科	Microhylidae	
小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	
黑蒙西氏小雨蛙	<i>Microhyla heymonsii</i>	
赤蛙科	Ranidae	
拉都希氏赤蛙	<i>Hylarana latouchii</i>	
斯文豪氏赤蛙	<i>Odorrana swinhoana</i>	特有種
樹蛙科	Rhacophoridae	
日本樹蛙	<i>Buergeria japonica</i>	
布氏樹蛙	<i>Polypedates braueri</i>	
莫氏樹蛙	<i>Rhacophorus moltrechti</i>	特有種

(4) 蛙種出現季節

園區內以秋季出現種類最多，有九種(表四)，春季與夏季居次，各出現七種，冬季最少，有六種。每季皆出現的有四種，包括黑眶蟾蜍、拉都希氏赤蛙、莫氏樹蛙和布氏樹蛙。盤古蟾蜍及斯文豪氏赤蛙除了夏季之外，其餘三個季節皆有紀錄；小雨蛙則是除了冬季之外，其餘三個季節皆有紀錄。黑蒙西氏小雨蛙在夏、秋季出現。澤蛙僅出現於夏季，而日本樹蛙則只出現於秋季。

表四、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙種出現季節

蛙種	春 (2~4 月)	夏 (5~7 月)	秋 (8~10 月)	冬 (11~1 月)
盤古蟾蜍	0		0	0
黑眶蟾蜍	0	0	0	0
小雨蛙	0	0	0	
黑蒙西氏小雨蛙		0	0	
澤蛙		0		
拉都希氏赤蛙	0	0	0	0
斯文豪氏赤蛙	0		0	0
日本樹蛙			0	
莫氏樹蛙	0	0	0	0
布氏樹蛙	0	0	0	0

(5) 蛙種隻次及比例

根據統計，在調查樣區中隻次最多的蛙種是拉都希氏赤蛙，共計 96 隻次，佔調查總隻次(297)的 32.3%(表五)，其次是布氏樹蛙的 41 隻次，13.8%。黑蒙西氏小雨蛙位居第三，共 36 隻次，佔 12.1%，較少出現的蛙種為澤蛙和日本樹蛙，分別只佔 1.0%和 1.3%。其中台灣特有種盤古蟾蜍、莫氏樹蛙和斯文豪氏赤蛙分別記錄到 28 隻次、26 隻次與 10 隻次，共佔總隻次的 21.6%。

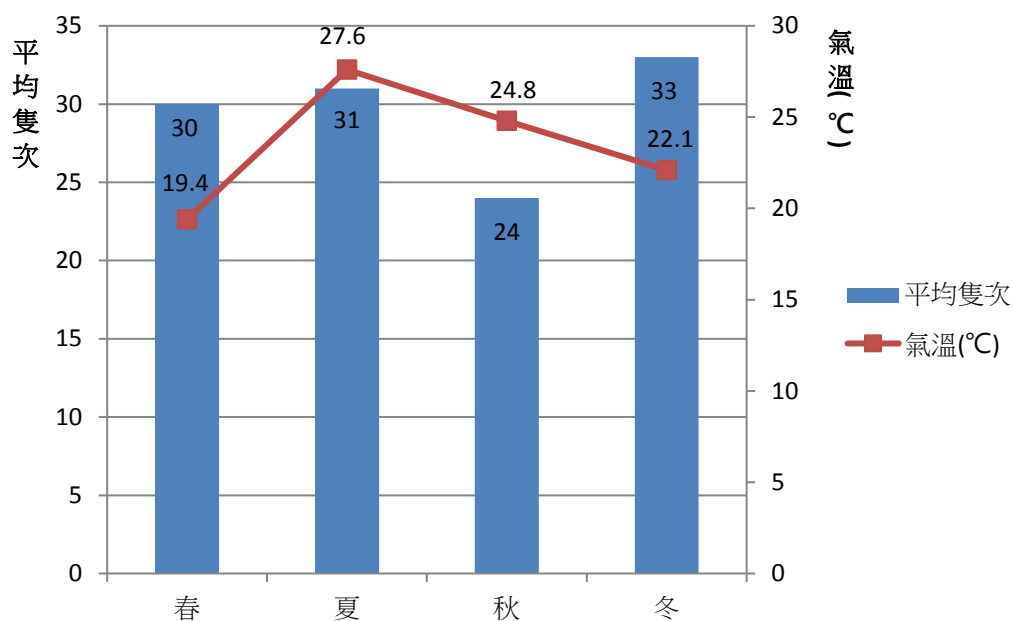
在平均隻次方面，以黑蒙西氏小雨蛙居冠，為 5.1 ± 3.1 (n=8)，其次為小雨蛙的 4.4 ± 3.6 (n=7)，第三位則是拉都希氏赤蛙，為 4.3 ± 3.4 (n=25)。

表五、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙種隻次及比例

蛙種	總隻次	隻次比例	平均隻次	樣本數
拉都希氏赤蛙	96	32.3%	4.3 ± 3.4	25
布氏樹蛙	41	13.8%	2.0 ± 0.8	21
黑蒙西氏小雨蛙	36	12.1%	5.1 ± 3.1	8
小雨蛙	31	10.4%	4.4 ± 3.6	7
盤古蟾蜍	28	9.4%	1.8 ± 0.9	16
莫氏樹蛙	26	8.8%	1.7 ± 0.8	15
黑眶蟾蜍	22	7.4%	1.8 ± 1.1	14
斯文豪氏赤蛙	10	3.4%	1.4 ± 0.6	7
日本樹蛙	4	1.3%	1.0 ± 0	4
澤蛙	3	1.0%	1.5 ± 0.5	2
總計	297	100%		119

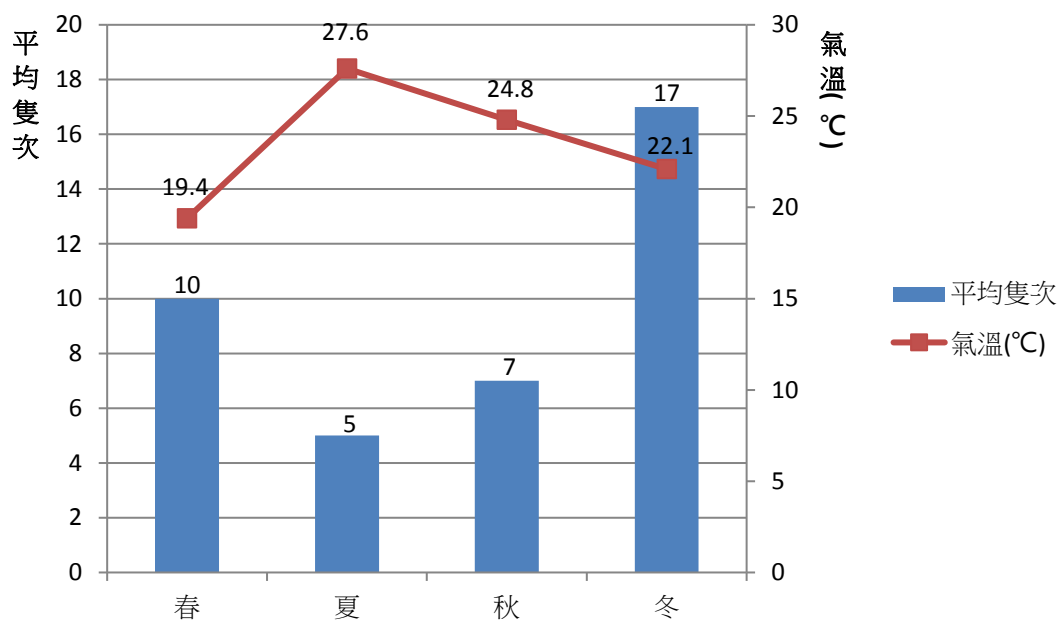
(6) 蛙種隻次波動與氣溫的關係

園區內蛙類隻次波動與季節的關係，以冬季時蛙類的平均隻次最多，為 33 隻(圖二)；夏季次之，為 31 隻；春季第三，為 30 隻；秋季最少，為 24 隻。各季的平均氣溫，在夏季達到最高，為 27.6°C，秋、冬季逐漸下降，分別為 24.8°C 與 22.1°C，最低為春季的 19.4°C。四季中，除了秋季隻次較低之外，其他季節之間的平均隻次差異只在 1~3 隻次之間。



圖二、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類隻次波動與氣溫、季節的關係

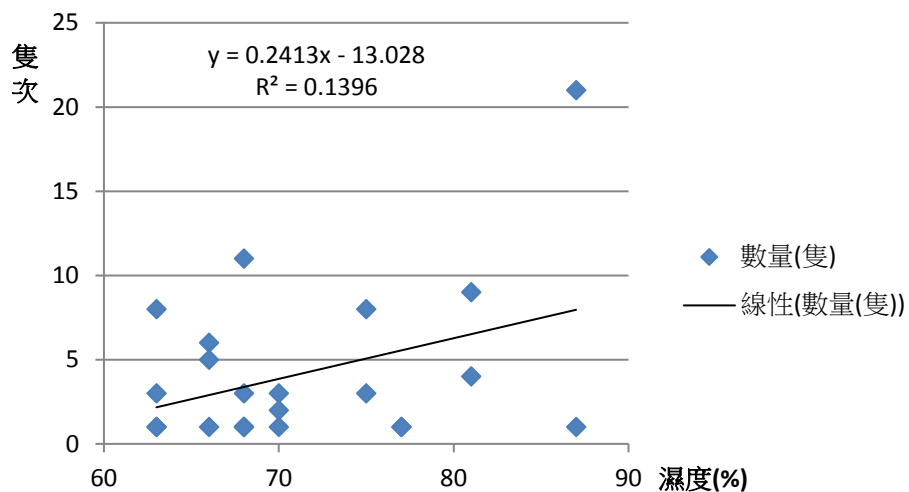
在總隻次方面，以拉都希氏赤蛙所佔比例最高，為 32.3%(96 隻次)，故選此蛙種進一步分析其出現與季節的關係。根據圖三，拉都希氏赤蛙平均隻次以冬季的 17 隻最高；其次為氣溫最低的春季，為 10 隻，秋季有 7 隻，夏季氣溫最高，但發現隻次最少，只有 5 隻。夏、秋季在拉都希氏赤蛙的全年出現比例中佔少數，冬季的平均隻次皆高於其他季節。



圖三、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區拉都希氏赤蛙隻次波動與氣溫、季節的關係

(7) 蛙種隻次波動與濕度關係之預測

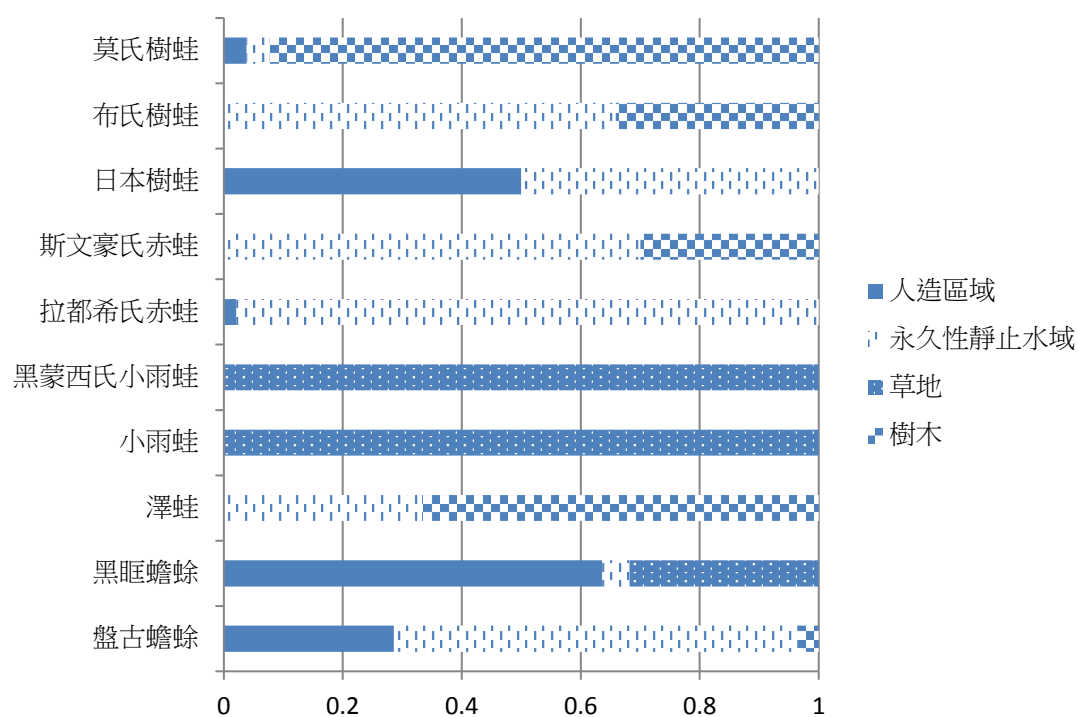
資料中以拉都希氏赤蛙總隻次的佔比最高(圖四)，故選取此蛙種來分析蛙類出現與濕度的關係變化。根據圖三顯示，此蛙出現的相對濕度介於 60%至 87%之間，其中以相對濕度在 65%至 70%間的調查筆數與數量皆最多，然而，因為 R^2 (可信度) <0.5 ，故此項結果可靠性不足。



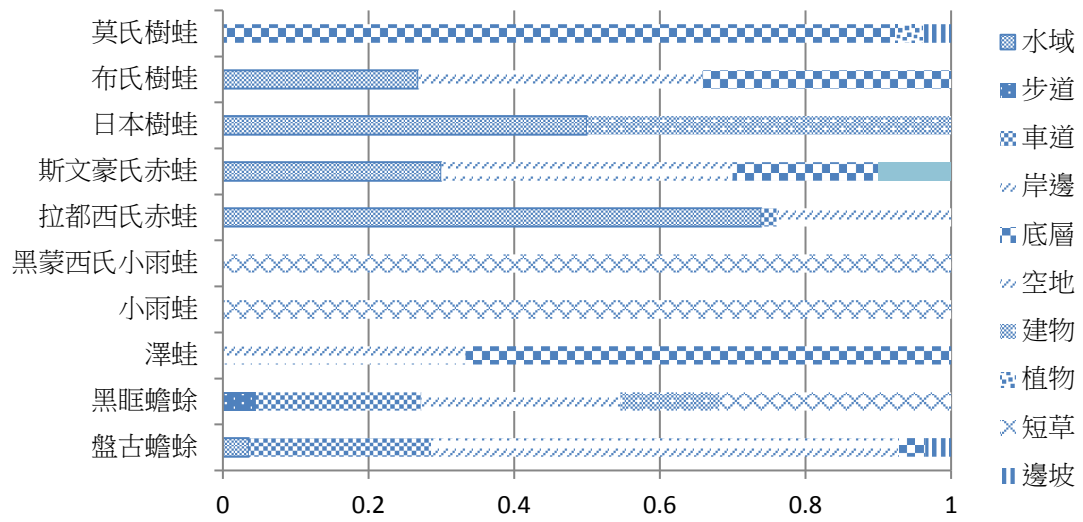
圖四、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區拉都希氏赤蛙隻次波動與濕度關係

(8) 蛙類的棲地利用

根據圖五、圖六顯示，園區內除了小雨蛙和黑蒙西氏小雨蛙之外，其餘皆有出現於「永久性靜止水域」，且以此棲地類型為主，如布氏樹蛙、斯文豪氏赤蛙、拉都希氏赤蛙和盤古蟾蜍。黑眶蟾蜍出現在「人造區域」的比例超過六成。日本樹蛙出現在「人造區域」與「永久性靜止水域」各半。黑蒙西氏小雨蛙和小雨蛙皆分布於水域附近的「草地」(短草)。拉都希氏赤蛙有 90% 以上分布在「永久性靜止水域」。而莫氏樹蛙和澤蛙的棲地類型皆是以「樹木」(喬木底層)為主。莫氏樹蛙、黑眶蟾蜍、盤古蟾蜍皆運用了三種棲地，黑蒙西氏小雨蛙和小雨蛙皆只運用一種棲地，其餘則皆運用兩種棲地。



圖五、2015 年 10 月至 2016 年 12 月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類微棲地類型



圖六、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類微棲地屬性

陸、討論

(1) 蛙種組成

本調查的結果顯示本樣區內共有十種蛙類，其中有三種屬於台灣特有種，分別是盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙和莫氏樹蛙。蛙種多分布在園區內的池一和池二附近，出園區的產業道路兩旁則僅發現蟾蜍科，莫氏樹蛙則出現在園區出口及薑園下方的森林底層。

(2) 蛙種隻次及比例

在園區內十種蛙類中，拉都希氏赤蛙在總隻次及比例上皆居首位，且一年四季皆可發現，顯示拉都希氏赤蛙為此樣區的優勢蛙種。拉都希氏赤蛙廣泛分布於台灣全島平地、中低海拔山區，生長在有水草的積水池、流動緩慢的溝渠或溪流繁殖，甚至生活在都市中，是適應力很強的蛙類。全年皆可進行生殖活動，但主要集中在春、秋季(表六，整理自楊懿如，2017.3.26)。

表六、蛙種繁殖季節(根據楊懿如的青蛙學堂，2017.3.26)

蛙種	春 (2~4 月)	夏 (5~7 月)	秋 (8~10 月)	冬 (11~1 月)
盤古蟾蜍			0	0
黑眶蟾蜍	0	0	0	
小雨蛙	0	0		
黑蒙西氏小雨蛙	0	0		
澤蛙	0	0	0	
拉都希氏赤蛙	0	0	0	0
斯文豪氏赤蛙	0	0	0	
日本樹蛙	0	0	0	
莫氏樹蛙		0	0	
布氏樹蛙	0	0		

(3) 蛙種隻次波動與季節、氣溫、濕度之關係

除了拉都希氏赤蛙，四季皆有紀錄的蛙類還有黑眶蟾蜍、莫氏樹蛙和布氏樹蛙。黑眶蟾蜍在亞洲各地皆有出沒，夜行性，常出現在住宅附近、草澤、稻田、空地等開墾地活動，是適應人類環境的兩棲類(楊懿如，2017.3.26)。布氏樹蛙廣泛分布於全台一千公尺以下的果園及雜木林裡，平常棲息在樹上，繁殖期主要在春、夏兩季，尤其是春雨及梅雨時(楊懿如，2017.3.26)。莫氏樹蛙為台灣特有種，在潮濕的山區終年可繁殖(蔡雯嘉和楊懿如，2012)，是台灣分佈最廣的樹蛙(向高世等，2009)。

在蛙種隻次波動與季節關係上，由圖二可看出冬季調查資料中的蛙類發現隻次是最多的，雖高於春季與夏季，但僅多出 2~3 隻。秋季的蛙類平均隻次是最低的，僅 24 隻，主因可能是 7 至 9 月颱風季的影響，2016 年 7 月 8 日的強烈

颱風尼伯特(Nepartak)(中央氣象局, 2017.3.26)對園區兩個水池造成嚴重破壞, 池水水源斷了數天, 導致池水水位下降, 水生植物大量枯黃, 棲地的巨大改變可能是秋季蛙類數量減少的原因。

基本上, 台東低海拔山區屬於熱帶氣候, 此處的蛙類是不用冬眠的, 唯獨遇到寒流來襲, 蛙類才會挖洞躲藏, 度過寒冷天氣(楊懿如, 2017.3.27)。因大部分蛙類的繁殖期集中在春、夏兩季(表六), 繁殖季節期間, 雄蛙會鼓起鳴囊大聲鳴叫(盤古蟾蜍沒有鳴囊不會鳴叫)(楊懿如, 2017.3.26), 讓人們認為夏季蛙類較多。從調查期間四季的平均氣溫變化來看, 春季的氣溫最低, 為 19.4°C, 冬季氣溫還高出春季 2.7°C, 是否是暖冬導致冬、春與夏季蛙類活動與數量的變化不大, 光從這一年的調查資料尚無法確定此項說法。

單獨以拉都希氏赤蛙在不同季節的平均隻次來看, 也可發現秋季的隻次僅有 7 隻, 明顯少於冬季的 17 隻, 數量的變化可能與颱風破壞棲地有關。然而, 春、夏季的數量也少於冬季, 原因仍待進一步研究與確認。

在拉都希氏赤蛙數量波動與相對濕度間的關係, 由於 R^2 (可信度) < 0.5, 結果可信度不足, 主因應是樣本數不夠, 唯有增加調查努力量才可能得到比較清楚的結果。

(4) 蛙種與棲地利用

在棲地利用上, 較廣泛利用棲地的有莫氏樹蛙、黑眶蟾蜍和盤古蟾蜍, 由此推測此三種蛙類的適應能力佳。此外, 從日本樹蛙和澤蛙在園區內發現的隻次較少, 且只在單一季節出現來看, 此樣區可能較不適合牠們的棲息, 或其競爭力相較其他蛙種弱。

園區內發現的蛙種除了小雨蛙和黑蒙西氏小雨蛙之外, 皆有出現於「永久性靜止水域」, 小雨蛙和黑蒙西氏小雨蛙分布於水域附近的「草地」(短草); 莫氏樹蛙和澤蛙大多分布於「樹木」(底層); 黑眶蟾蜍大多分布於「人造區域」, 其他蛙種的棲息地大多為「永久性靜止水域」。呈現這項結果可能是因為蛙類為外溫動物, 須保持潮濕的皮膚以協助溶氧呼吸(楊懿如, 2015), 所以兩棲類動物較常出現於潮濕的環境或水陸域交界地帶(施心翊等, 2006)。而黑眶蟾蜍利用較多的棲地是「人造區域」的原因, 乃因其皮膚粗糙, 耐旱較佳, 故較能適應乾燥環境, 是典型的陸棲性蛙類(楊懿如, 2010)。此外, 產業道路兩旁的蛙種(僅蟾蜍科)數量較少的原因, 可能是人為常噴灑除草劑導致道路兩旁植被常成枯黃狀態, 不適合多數蛙類生存。

最後, 因為蛙調為時只有一年多, 且每季大多只調查 2 次, 導致樣本數略嫌不足, 我們相信蛙類的季節性變化受到許多變因影響, 若要更完整呈現出此處蛙類的生態概況, 需要增加每季的蛙調次數, 在樣本數足夠的情形下, 才能更進一步了解園區蛙種組成及其與環境因子間的關係。

柒、結論

(1) 台灣共有三十四種蛙類，而園區則發現十種，包括：拉都希氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、莫氏樹蛙、布氏樹蛙、小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、澤蛙、日本樹蛙、黑眶蟾蜍和盤古蟾蜍。其中屬於台灣特有種的是盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙以及莫氏樹蛙。

(2) 拉都希氏赤蛙在低海拔山區的穩定水源附近為優勢種。在總隻次中約佔了三分之一。園區內的十種蛙種皆有分布於永久性靜止水域或其附近區域，顯示兩棲類皆分布於水域與陸域交界帶。夏季至秋季間侵襲台灣的颱風對蛙類的生存是一大威脅，可能造成棲地破壞、水源短缺，造成蛙類數量減少。

(3) 此研究能讓更多人了解園區內的蛙類多樣性，園區主人可善加利用這些研究結果，例如：製作生態解說立牌或規劃餐後的生態導覽，推廣蛙類知識及生態保育的觀念。若往後持續進行調查，將能有更齊全的資料作分析，並討論兩棲類與氣候變遷的關係。

捌、參考文獻

(1)中文部分

- 向高世、李鵬翔和楊懿如 (2009)。台灣兩棲爬行類圖鑑。貓頭鷹出版社。336 頁。
- 呂光洋、杜銘章和向高世 (1999)。台灣兩棲爬行動物圖鑑。大自然出版社。343 頁。
- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡天順、何一先和鄭振寬 (1996)。台灣野生動物資源調查—兩棲類動物資源調查手冊。行政院農業委員會。
- 吳世卿和羅右翔 (2010)。全球兩棲類生物多樣性降低因素之探討。科學教育月刊第 330 期 11~21 頁。
- 施心翊、張育菁和楊懿如 (2006)。花蓮縣低海拔地區兩棲類組成與棲地利用之研究。生物科學第四十九卷第一期 51~64 頁。
- 楊懿如 (2010)。臺灣蛙類的分布及棲地利用。台灣博物季刊 29(3): 46~49 頁。
- 楊懿如 (2015)。淺談臺灣蛙類生活史。臺灣自然年刊 4: 5 至 9 頁。
- 蔡雯嘉和楊懿如 (2012)。太魯閣國家公園莫氏樹蛙繁殖活動之海拔變異。國家公園學報 2012 年第二十二卷第四期 1~10 頁。
- 戴孜文和林春富 (2003)。兩棲類的覓食。自然保育季刊, 41~48 頁。








(2)英文部分

- Duellman, W.E. and Trueb, L. (1986). *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill. New York.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A. McDiarmid, R.W. Hayek, L.C. and Foster, M.S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibian*. Smithsonian Institution, Washington and London, p.364.
- Wake, D.B. (1991). Declining Amphibians Populations. *Science* 253: 860.

(3)網路資料

- 中央氣象局，2017。中央氣象局颱風警報發布概況表。取自 http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/typhoon?year=2016&num=201601&name=NEPARTAK&from_warning=true 2017.3.26
- 楊懿如的青蛙學堂 <http://www.froghome.idv.tw> 2017.3.26
- 楊懿如的青蛙學堂—秋冬賞蛙 http://www.froghome.idv.tw/html/class_2/diy_6.html 2017.3.27








附件一、大巴六九藥用植物園區樣區環境照片

	
<p>1-1 池一環境</p>	<p>1-2 池一環境(右下短草區為小雨蛙棲地)</p>
	
<p>1-3 池一環境(近池邊潮濕處為日本樹蛙發現處)</p>	<p>1-4 池一環境(左側石塊間為布氏樹蛙、拉都希氏赤蛙出現的棲地)</p>
	
<p>1-5 池二環境(拉都希氏赤蛙的大本營)</p>	<p>1-6 池二環境(布氏樹蛙常躲在水管內)</p>
	
<p>1-7 園區內步道</p>	<p>1-8 園區環境(菜園)</p>

附件一、大巴六九藥用植物園區樣區環境照片

	
<p>1-9 園區環境(停車場)</p>	<p>1-10 園區外之泰安產業道路</p>
	
<p>1-11 園區外之泰安產業道路(6K 轉彎處)</p>	<p>1-12 園區外之泰安產業道路(6K 轉彎處以上)</p>

附件三、大巴六九藥用植物園區蛙種照片

	
3-1 拉都希氏赤蛙	3-2 黑蒙西氏小雨蛙
	
3-3 布氏樹蛙	3-4 莫氏樹蛙
	
3-5 盤古蟾蜍	3-6 黑眶蟾蜍
	
3-7 日本樹蛙	

【評語】 030305

1. 此作品研究大巴六九藥用植物園區蛙類生態，採用穿越線法，進行橫跨一整年的實地生態調查，詳實調查園區及附近的蛙種組成、時空變化與棲地的分布特性等生態概況，具有野地實察的研究精神，相當值得鼓勵，唯調查時的安全性要特別留意。
2. 科學研究的方法適切，有系統地收集觀察數據並加以分析，將來可運用在園區蛙類觀察、鄉土保育與環境教育教材設計。
3. 作品具有鄉土性，但一年多的調查期間，僅有總數二百餘蛙隻的紀錄，樣本數量明顯過少。此外，如何藉「穿越帶鳴叫辨識法」和「目視遇測法」來種確判斷蛙種，亦缺少說明；園區內水體是自然還是人造？蛙類是否有引入棲地？調查的時間是白天還是夜晚、這些問題會影響蛙種類及族群數量，此外，只有公蛙會鳴叫，計數上以聽覺判斷會有誤差。

作品海報

摘要

為瞭解大巴六九藥用植物園區及附近的蛙種組成、時空變化與分布的棲地特性，我們自2015年10月至2016年12月期間，每季前往該區進行調查約2~3次，研究採用「穿越帶鳴叫辨識法」和「目視過測法」。研究共獲得119筆紀錄，包括：樹蛙科3種、蟾蜍科2種、狹口蛙科2種、赤蛙科2種及叉舌蛙科1種，共計10種。調查結果顯示，在總隻次和隻次比例上皆以拉都希氏赤蛙最多，為園區內的優勢蛙種。研究期間，因強烈颱風侵襲，導致園區水源中斷數天，造成池水下降，嚴重影響蛙類棲地，蛙類平均隻次因此下降。此外，不同蛙種對棲地的喜好也不一。本研究初步確認了園區蛙種的組成與生態概況，可運用在園區蛙類觀察、蛙類保育與環境教育。

壹、研究動機

蛙類主要分布於淡水水域附近，其生活史依序為繁殖抱接、產卵、孵化為蝌蚪、變態為蛙（楊懿如，2015），屬於完全變態之生物。其形體為蝌蚪時以鰓呼吸，變態為蛙後以肺呼吸，而其潮濕的皮膚亦可協助濡氣、呼吸。

進行生物多樣性保育時，應對其物種的分布資訊做分析（Heyer et al., 1994），在諸多物種中，兩棲類是唯一具有陸域和水域特性的生物，且其數目易監控（Duellman and Trueb, 1986），所以兩棲類生物是重要的指標生物（Wake, 1991）能反映出環境的變化。此外，兩棲類能控制昆蟲的族群大小（呂光洋等，1999；戴敦文和林春富，2003），並成為更高級消費者如鳥類、蛇類的能量來源（吳世鵬和羅右翔，2010），故兩棲類在生態系中扮演重要的角色。

本研究樣區選擇大巴六九藥用植物園區（以下簡稱園區），根據園區主人描述，此處有豐富的蛙類生態，如小雨蛙、拉都希氏赤蛙等蛙種，然而，先前無人做過系統性的調查與研究，所以也不確定園區內詳細的蛙種數量、數量及季節性變化。為了瞭解園區內蛙類生態概況，並進一步分析蛙類在各種環境因子下，其數量和種類組成上的差異與變化，故設計於每季前往園區進行蛙調，希望初步的調查結果可以提供園區在遊客用餐參觀園區時，在蛙類生態與環境教育上更詳實的資料。

貳、研究目的

- (一) 了解園區蛙種組成
- (二) 了解園區蛙種出現季節
- (三) 了解園區蛙種隻次及比例
- (四) 了解園區蛙種波動與氣溫的關係
- (五) 了解園區蛙種波動與濕度關係之預測
- (六) 了解園區蛙類的棲地利用

參、研究設備及器材

調查時除須著長衣褲之外，也須穿著雨鞋，以維護自身安全，此外會攜帶手電筒或頭燈、相機、溫濕度計（Digital Min-Max Memory Thermometer, WISEWIND）與水溫度計（Thermo-Hygro-Clock, WISEWIND）。

肆、研究方法

此園區位於台東縣卑南鄉利嘉山海拔550公尺處，座標為22°N 48.547' 與 121°E 2.977'（圖一）。調查起點為園區內的2個人造池塘，池子直徑各約3至4公尺（樣區環境圖片如附件一），池一水深較深，約一公尺，池面乾淨，水生植物稀少，池二水深較淺，約40公分，但池內布滿水生植物（蓮花），沿著園區步道（長約100公尺）沿途還包括菜園和停車場，出園區後連接產業道路（此部分的調查路徑全長約900公尺），前400公尺產業道路的兩旁為天然的喬木與矮灌木叢；後500公尺道路兩旁則以樟樹園或人為開墾地為主（圖圖），近道路兩側有低矮木本植物及草堆。

調查自從2015年10月開始，2016年12月結束，季節橫跨四季，每季安排時間進入園區進行研究，調查時間每次約2小時。本調查採用「穿越帶鳴叫辨識法」和「目

視過測法」（呂光洋等，1996），以聽音（蛙鳴）和目視判別，填寫紀錄表時需搭配拍照，以進一步確認蛙種。記錄表上的記錄項目（附件二）包括：蛙類數量、種類、棲地、成體行為等等。



圖一、調查區相對位置(紅色符號處)

伍、研究結果

(1) 蛙類生態調查次數統計

自2015年10月至2016年12月，總共進行蛙調9次，其中春、夏、秋季各調查兩次，冬季共調查三次(表一)。

表一、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類生態調查次數

年份	季節	調查次數
2015年	秋季(10月)	1
	冬季(11-1月)	2
2016年	春季(2-4月)	2
	夏季(5-7月)	2
	秋季(8-10月)	1
	冬季(11-1月)	1
總計		9

(2) 調查樣本數統計

樣本數以冬季最多，共有41筆；夏季次之，有29筆；秋季第三，為27筆；春季最少，僅有22筆(表二)。

表二、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙類生態調查樣本數

年份	季節	樣本數
2015年	秋季(10月)	8
	冬季(11-1月)	22
2016年	春季(2-4月)	22
	夏季(5-7月)	29
	秋季(8-10月)	19
	冬季(11-1月)	31
小計		129

(3) 蛙種組成

在園區內發現蟾蜍科、叉舌蛙科、狹口蛙科、赤蛙科及樹蛙科共五科(表三)，種類有盤古蟾蜍、黑腹蟾蜍、澤蛙、小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、拉都希氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、日本樹蛙、布氏樹蛙及莫氏樹蛙，共十種，其中有三種屬於台灣特種，分別是蟾蜍科的盤古蟾蜍、赤蛙科的斯文豪氏赤蛙及樹蛙科的莫氏樹蛙。

表三、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九藥用植物園區蛙種名錄

科名	學名	特有性/調查地點
蟾蜍科	Bufoinae	
盤古蟾蜍	<i>Bufo bankanensis</i>	特種
黑腹蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	
澤蛙科	Dicroglossidae	
澤蛙	<i>Faganyana limphocaris</i>	
樹蛙科	Micophyllidae	
布氏樹蛙	<i>Micophylla fuscipes</i>	
莫氏樹蛙/小雨蛙	<i>Micophylla heymonsi</i>	
叉舌蛙科	Ranidae	
日本樹蛙/中蛙	<i>Hylaema latouchi</i>	
斯文豪氏赤蛙	<i>Odorrana swinhonis</i>	特種
樹蛙科	Blasiochirostidae	
日本樹蛙	<i>Buergeria japonica</i>	
小杜樹蛙	<i>Polypedates formosus</i>	
莫氏樹蛙	<i>Rhacophorus molitorius</i>	特種

(4) 蛙種出現季節

園區內以秋季出現種類最多，有九種(表四)，春季與夏季居次，各出現七種，冬季最少，有六種。每季皆出現的有四種，包括黑腹蟾蜍、拉都希氏赤蛙、莫氏樹蛙和布氏樹蛙。盤古蟾蜍及斯文豪氏赤蛙除了夏季之外，其餘三個季節皆有紀錄；小雨蛙則是除了冬季之外，其餘三個季節皆有紀錄。黑蒙西氏小雨蛙在夏、秋季出現。澤蛙僅出現於夏季，而日本樹蛙則只出現於秋季。



日本樹蛙



盤古蟾蜍



黑腹蟾蜍



黑蒙西氏小雨蛙

表四、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區蛙類出現季節

種類	春 (2/4-3/31)	夏 (5/1-7/31)	秋 (8/1-10/31)	冬 (11/1-1/31)
拉都希氏赤蛙	0	0	0	0
黑腹蟾蜍	0	0	0	0
日本樹蛙	0	0	0	0
黑腹亞氏小樹蛙	0	0	0	0
澤蛙	0	0	0	0
黑蒙西氏小雨蛙	0	0	0	0
斯文豪氏赤蛙	0	0	0	0
日本赤蛙	0	0	0	0
黑腹蟾蜍	0	0	0	0
拉都希氏赤蛙	0	0	0	0

(5) 蛙類隻數及比例

根據統計，在調查樣區中隻數最多的蛙種是拉都希氏赤蛙，共計96隻次，佔調查總隻次(297)的32.3%(表五)，其次是布氏樹蛙的41隻次，13.8%。黑蒙西氏小雨蛙位居第三，共36隻次，佔12.1%，較少出現的蛙種為澤蛙和日本樹蛙，分別只佔1.0%和1.3%。其中台灣特有種盤古蟾蜍、莫氏樹蛙和斯文豪氏赤蛙分別記錄到28隻次、26隻次與10隻次，共佔總隻次的21.6%。

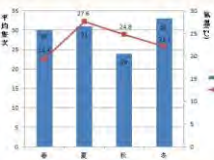
在平均隻數方面，以黑蒙西氏小雨蛙居冠，為5.1±3.1(n=8)，其次為小雨蛙的4.4±3.6(n=7)，第三位則是拉都希氏赤蛙，為4.3±3.4(n=25)。

表五、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區蛙類隻數及比例

種類	隻數	百分比	平均隻數	樣本數
拉都希氏赤蛙	96	32.3%	4.3±3.4	25
日本樹蛙	41	13.8%	2.6±0.8	21
黑蒙西氏小雨蛙	36	12.1%	5.1±3.1	8
日本樹蛙	31	10.4%	4.5±2.4	7
盤古蟾蜍	28	9.4%	1.8±0.9	16
澤蛙	26	8.8%	1.7±0.8	15
黑腹蟾蜍	22	7.4%	1.8±1.1	14
斯文豪氏赤蛙	10	3.4%	1.4±0.8	7
日本赤蛙	4	1.3%	1.0±0.0	4
盤古蟾蜍	3	1.0%	1.0±0.5	2
總計	297	100%		119

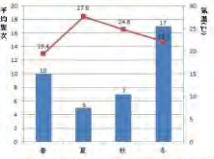
(6) 蛙類波動與氣溫的關係

園區內蛙類數量波動與季節的關係，以冬季時蛙類的平均數量最多，為33隻(圖二)；夏季次之，為31隻；春季第三，為30隻；秋季最少，為24隻。各季的平均氣溫，在夏季達到最高，為27.6°C，秋、冬季逐漸下降，分別為24.8°C與22.1°C，最低為春季的19.4°C。四季中，除了秋季隻數較低之外，其他季節之間的平均隻數差異只在1-3隻次之間。



圖二、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區蛙類波動與氣溫、季節的關係

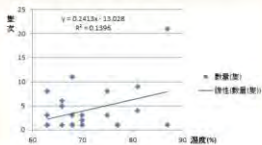
在總隻數方面，以拉都希氏赤蛙所佔比例最高，為32.3%(96隻次)，故進一步分析其出現與季節的關係。根據圖三，拉都希氏赤蛙平均隻數以冬季的17隻最高；其次為氣溫最低的春季，為10隻，秋季有7隻，夏季氣溫最高，但發現隻數最少，只有5隻。夏、秋季在拉都希氏赤蛙的全年出現比例中佔少數，冬季的平均隻數皆高於其他季節。



圖三、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區拉都希氏赤蛙波動與氣溫、季節的關係

(7) 蛙類波動與溫度關係之預測

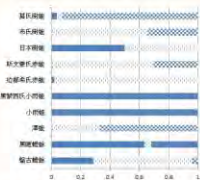
資料中以拉都希氏赤蛙總隻數的佔比最高(圖四)，故選取其蛙種來分析蛙類出現與溫度的關係變化。根據圖三顯示，此蛙出現的相對濕度介於60%至87%之間，其中以相對濕度在65%至70%間的調查數據與數量皆最多，然而，因為R²(可信度)<0.5，故此項結果可靠性不足。



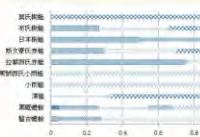
圖四、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區拉都希氏赤蛙波動與濕度關係

(8) 蛙類的棲地利用

根據圖五、圖六顯示，園區內除了小雨蛙和黑蒙西氏小雨蛙之外，其餘皆有出現於「永久性靜止水域」，且以此棲地類型為主，如布氏樹蛙、斯文豪氏赤蛙、拉都希氏赤蛙和盤古蟾蜍。黑腹蟾蜍出現在「人造區域」的比例超過六成。日本樹蛙出現在「人造區域」與「永久性靜止水域」各半。黑蒙西氏小雨蛙和小雨蛙皆分布於水域附近的「草地」。拉都希氏赤蛙有90%以上分布於「永久性靜止水域」。而莫氏樹蛙和澤蛙的棲地類型皆是以「樹木」(喬木底層)為主。莫氏樹蛙、黑腹蟾蜍、盤古蟾蜍皆運用了三種棲地，黑蒙西氏小雨蛙和小雨蛙皆只運用一種棲地，其餘則皆運用兩種棲地。



圖五、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區蛙類微棲地類型



圖六、2015年10月至2016年12月台東縣卑南鄉大巴六九農用植物園區蛙類微棲地屬性

► 陸、討論

(1) 蛙種組成

本調查的結果顯示本樣區內共有十種蛙類，其中有三種屬於台灣特有種，分別是盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙和莫氏樹蛙。蛙種多分布在園區內的池一和池二附近，出園區的產業道路兩旁則僅發現蟾蜍科，莫氏樹蛙則出現在園區出口及置圍下方的森林底層。

(2) 蛙種隻數及比例

在園區內十種蛙類中，拉都希氏赤蛙在總隻數及比例上皆居首位，且一年四季皆可發現，顯示拉都希氏赤蛙為此樣區的優勢蛙種。拉都希氏赤蛙廣泛分布於台灣全島平地、中低海拔山區，生長在有水草的積水池、流動緩慢的溝渠或溪流繁殖，甚至生活在都市中，是適應力很強的蛙類。全年皆可進行生殖活動，但主要集中在春、秋季(表六，整理自楊誌如，2017.3.26)。



拉都希氏赤蛙



布氏樹蛙



莫氏樹蛙

表六、蛙種繁殖季節(根據楊懿如的青蛙學堂, 2017.3.26)

蛙種	春 (2~4月)	夏 (5~7月)	秋 (8~10月)	冬 (11~1月)
盤古蟾蜍	○	○	○	○
黑眶蟾蜍	○	○	○	○
小樹蛙	○	○	○	○
黑蒙西氏小雨蛙	○	○	○	○
澤蛙	○	○	○	○
拉都希氏赤蛙	○	○	○	○
斯文豪氏赤蛙	○	○	○	○
日本樹蛙	○	○	○	○
莫氏樹蛙	○	○	○	○
石斑樹蛙	○	○	○	○

(3) 蛙種波動與季節、氣溫、濕度之關係

除了拉都希氏赤蛙, 四季皆有紀錄的蛙類還有黑眶蟾蜍、莫氏樹蛙和布氏樹蛙。黑眶蟾蜍在亞洲各地皆有出沒, 夜行性, 常出現在住宅附近、草澤、稻田、空地等開墾地活動, 是適應人類環境的兩棲類(楊懿如, 2017.3.26)。布氏樹蛙廣泛分布於全台一千公尺以下的果園及雜木林裡, 平常棲息在樹上, 繁殖期主要在春、夏兩季, 尤其是春雨及梅雨時(楊懿如, 2017.3.26)。莫氏樹蛙為台灣特種, 在潮濕的山區終年可繁殖(蔡雯嘉和楊懿如, 2012), 是台灣分佈最廣的樹蛙(向高世等, 2009)。

在蛙種波動與季節關係上, 由圖二可看出冬季調查資料中的蛙類發現隻次是最多的, 雖高於春季與夏季, 但僅多出2-3隻。秋季的蛙類平均隻次是最低的, 僅24隻, 主因可能是7至9月颱風季的影響, 2016年7月8日的強烈颱風尼伯特(Nepartak)(中央氣象局, 2017.3.26)對園區兩個水池造成嚴重破壞, 池水水源斷了數天, 導致池水水位下降, 水生植物大量枯黃, 棲地的巨大改變可能是秋季蛙類數量減少的原因。

基本上, 台東低海拔山區屬於熱帶氣候, 此處的蛙類是不用冬眠的, 唯獨遇到寒流來襲, 蛙類才會挖洞躲藏, 度過寒冷天氣(楊懿如, 2017.3.27)。因大部分蛙類的繁殖期集中在春、夏兩季(表六), 繁殖季節期間, 蛙蛙會鼓起鳴囊大聲鳴叫(盤古蟾蜍沒有鳴囊不會鳴叫)(楊懿如, 2017.3.26), 讓人們認為夏季蛙類較多。從調查期間四季的平均氣溫變化來看, 春季的氣溫最低, 為19.4°C, 冬季氣溫還高出春季2.7°C, 是否是暖冬導致冬、春與夏季蛙類活動與數量的變化不大, 光從這一年的調查資料尚無法確定此項說法。

單獨以拉都希氏赤蛙在不同季節的平均隻次來看, 也可發現秋季的隻次僅有7隻, 明顯少於冬季的17隻, 數量的變化可能與颱風破壞棲地有關。然而, 春、夏季的數量也少於冬季, 原因仍待進一步研究與確認。

在拉都希氏赤蛙數量波動與相對濕度間的關係, 由於R²(可信度)<0.5, 結果可信度不足, 主因應是樣本數不夠, 唯有增加調查努力量才能得到比較清楚的結果。

(4) 蛙種與棲地利用

在棲地利用上, 較廣泛利用棲地的有莫氏樹蛙、黑眶蟾蜍和盤古蟾蜍, 由此推測此三種蛙類的適應能力佳。此外, 從日本樹蛙和澤蛙在園區內發現的隻次較少, 且只在單一季節出現來看, 此樣區可能較不適合牠們的棲息, 或其競爭力相較其他蛙種弱。

園區內發現的蛙種除了小雨蛙和黑蒙西氏小雨蛙之外, 皆有出現於「永久性靜止水域」, 小雨蛙和黑蒙西氏小雨蛙分布於水域附近的「草地」(短草); 莫氏樹蛙和澤蛙大多分布於「樹木」(底層); 黑眶蟾蜍大多分布於「人造區域」, 其他蛙種的棲息地大多為「永久性靜止水域」。呈現這項結果可能是因為蛙類為外溫動物, 須保持潮濕的皮膚以協助溶氧呼吸(楊懿如, 2015), 所以兩棲類動物較常出現於潮濕的環境或水陸域交界地帶(施心翊等, 2006)。而黑眶蟾蜍利用較多的棲地是「人造區域」的原因, 乃因其皮膚粗糙, 耐旱較佳, 故較能適應乾燥環境, 是典型的陸棲性蛙類(楊懿如, 2010)。此外, 產業道路兩旁的蛙種(僅蟾蜍科)數量較少的原因, 可能是人為常噴灑除草劑導致道路兩旁植被常被成枯黃狀態, 不適合多數蛙類生存。

最後, 因為蛙類為時只有一年多, 且每季大多只調查2次, 導致樣本數略嫌不足, 我們相信蛙類的季節性變化受到許多變因影響, 若要更完整呈現出此處蛙類的生態概況, 需要增加每季的蛙調次數, 在樣本數足夠的情形下, 才能更進一步了解園區蛙種組成及其與環境因子間的關係。

► 參、結論

(1) 台灣共有三十四種蛙類, 而園區則發現十種, 包括: 拉都希氏赤蛙、斯文豪氏赤蛙、莫氏樹蛙、布氏樹蛙、小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙、澤蛙、日本樹蛙、黑眶蟾蜍和盤古蟾蜍。其中屬於台灣特種的是盤古蟾蜍、斯文豪氏赤蛙以及莫氏樹蛙。

(2) 拉都希氏赤蛙在低海拔山區的穩定水源附近為優勢種。在總隻次中約佔了三分之一。園區內的十種蛙種皆有分布於永久性靜止水域或其附近區域, 顯示兩棲類皆分布於水域與陸域交界帶。夏季至秋季間侵襲台灣的颱風對蛙類的生存是一大威脅, 可能造成棲地破壞、水源短缺, 造成蛙類數量減少。

(3) 此研究能讓更多人了解園區內的蛙類多樣性, 園區主人可善加利用這些研究結果, 例如: 製作生態解說立牌或規劃餐後的生態導覽, 推廣蛙類知識及生態保育的觀念。若往後持續進行調查, 將能有更齊全的資料作分析, 並討論兩棲類與氣候變遷的關係。

► 圖、參考文獻(聽, 如作品說明書)

附件一、大巴六九藥用植物園區樣區環境照片



1-1 池一環境



1-2 池一環境(右下方草區為小雨蛙棲地)



1-3 池一環境(近池邊湖邊處為日本樹蛙發現處)



1-7 園區內步道



1-8 園區草地(菜園)



1-9 園區停車場



1-4 池一環境(左側右側均為布氏樹蛙、拉都希氏赤蛙出現的棲地)



1-5 池二環境(拉都希氏赤蛙的大本營)



1-6 池二環境(布氏樹蛙常棲在水旁)



1-10 園區外之泰安藥業道路



1-11 園區外之泰安藥業道路(6K轉彎處)



1-12 園區外之泰安藥業道路(6K轉彎處以上)