

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物(生命科學)科

第三名

最佳團隊合作獎

040713

我們的秘密基地—暗影扶疏的生態池—之永續
經營

學校名稱：臺北市立大直高級中學

| | |
|---|--------------|
| 作者： 高二 廖怡舜 高二 陳柏宏 高二 黃一中 高二 許瑄珉 | 指導老師： 賴黃絹 |
|---|--------------|

關鍵詞：生態池、物種多樣性、棲地保育

摘 要

生態保護教育、維護自然環境生態是現今最熱門的話題，就近利用校園所擁有的已重新植栽原生物種之生態水池，開始進行現有物種紀錄與分析、水質分析。

生態池藉由沉水植物的栽種、繁衍茂盛後，可為水中生物提供一個良好孵育的環境，所以紀錄了保育類的貢德氏赤蛙(*Rana guentheri*)、蓋斑鬥魚(*Macropodus opercularis*)，和台灣昔往溼地之台灣萍蓬草(*Nuphar shimadai Hayata*，水蓮花)、大安水蓴衣(*Hygroghila pogonocalyx Hayata*)。根據目前已記錄之數據應可知：本校生態池物種豐富度相當高。生態池水質仍算穩定 - 酸鹼值維持在 7.0~7.2 之間，顯示生態池的緩衝能力高，而高階消費者 - 鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivergatus*)的出現，顯示本校附近生態體系的健全與穩定！

最終期待 - - 生態池成為學子們快樂天堂：萬紫千紅之四季面貌的改變、戲水、戲蝶、再發現新紀錄 達到生態永續經營與生命教育傳承。

壹、研究動機

生態池是我們校園的一大特色。生態池有著清新舒服的感覺，平常在下課、中午吃飯時間，三五好友一起到生態池吃飯、聊天，是一件多麼棒的事，不但可以紓解一下平時的課業壓力、也可以讓眼睛得到充分的休息。在生態池附近，還有著豐富的生物相、也有許多的特有種，像是：台灣萍蓬草、蓋斑鬥魚等。而在各樓層穿堂旁還貼有校內所發現的鳥類介紹。於是我們想：除了這些鳥類外，還有著什麼樣的動植物存在著？這引起了我們的興趣。

一、關於生態池內及其周圍動、植物物種

學校與公園是都市中難得的綠地，若想要能在生活週遭經常觀察到自然生動的動植物，則仰賴維護這些綠地的生態平衡。而水域環境是野生動植物交流匯集最豐富的地方，不論是哺乳類、爬蟲類、兩生類、鳥類、魚蝦貝類等以及各類水生植物，皆因水的滋潤而充滿生氣。水池除了是生物棲息的好處所外，也成為人們生活中的一部份。在利用適當的空間及充足的水源營造生態池，不但能提供人們休憩、教育等機能，還能夠為動植物在都市中營造一個屬於它們的棲息環境，而這對於活化都市機能及生物多樣性保育來說，皆為一重要的貢獻。

在動物界中，兩棲類最能反映環境變化所產生的一些相關後遺症，亦可說適合當作環境變化的指標生物(陳王時，民 91)。且台灣素有「昆蟲王國」的美稱，區區三萬六千平方公里的面積，已知的昆蟲超過一萬五千種，其中有不少是台灣特有種(張永仁，民 87)。而本校生態池的水體採用流動換水，且經過三年前學姊們(游 等，民 92)的調查與清理水池過程中，歸納物種數據可大略將各物種歸類如下：生產者 - 藻類和睡蓮；初級消費者 - 淡水螺；二級消費者 - 吳郭魚、錦鯉、鯽魚、水黽、水蠶；卻沒有多少初級消費者。這個生態體系穩定嗎？經過移除強勢的外來物種且重新植栽後，生態池物種變化如何？現況如何？有否吸引更多的物種進駐？學校生態池的每個季節又是何種風貌？花色如何變化？這些種種都引起我們的好奇！！

二、水質

根據孫慶美等學姊(民 90)研究結果，生態池內池水的 pH 值約為 7.1~7.2，生物需氧量(BOD, mg/L)為 1~2ppm，生態池水屬於貧腐(1.5~)至中腐(~1.8)級，由此可推估本校水池的水質狀況應算不壞，並未受到嚴重污染。經過游宛臻等學姊(民 92)的重新植栽後，水質現況如何？

三、鷹類之相關研究報告

台灣位於亞洲大陸東方之一大海島，島內山高水急、平原少，形成亞熱帶、溫帶、寒帶等氣候，且與大陸隔絕，而產生豐富的生物相，僅在三萬六千平方公里的島嶼上，它擁有特有種、特有亞種留鳥及候鳥等四百五十七種，成為賞鳥及研究鳥類的重要據點(台灣野鳥圖鑑民 80)。猛禽的台灣松雀鷹(*Accipiter virgatus*)、台灣鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*)為陽明山地區共域性的繁殖猛禽。台灣松雀鷹主要食物為鳥類(66.6%)及昆蟲(24.5%)。台灣鳳頭蒼鷹以蜥蜴(45.0%)及鳥類(35.3%)為主食(黃光瀛，民 88)。而本校校園出現哪些禽鳥？有無過境的候鳥？食性又如何？種種問題著時令人好奇。

而高一基礎生物(楊，民 92)也有介紹台灣的生物多樣性(第三章)分布與食性關係(第一章)，然本校校園生態池內的大型動物多為人為的放養，加上不定期餵養，造成族群不斷的繁殖、擴大而影響原本池內的生態平衡。在開學後不久，選擇專題研究科目時，我們便選了生物組，我們的專題研究內容，就是要調查生態池內、池畔有哪些動植物存在著，觀察內容包

括水池附近的灌木、草本植物、爬藤植物、鳥類、魚類、昆蟲，以及環境因子對動植物影響等等，這可以讓我們更了解生態池、更知道它的好，讓大家更愛生態池。

貳、研究目的

- 一、生態池內及其周圍動植物物種調查
- 二、生態池水質現況分析
- 三、鳳頭蒼鷹之紀錄

參、研究設備及器材

- 一、池內及其周圍動植物物種調查：養殖箱、漁網、捕蟲網、數位相機(NIKON COOL PIX4300、FUJIFILM FinePix F610)、生物圖鑑
- 二、生態池水質狀況：pH測量器(HANNA)、溫度計、光度計
- 三、鳳頭蒼鷹觀察：數位攝影機(SONY CDR pc-101)、單筒望遠鏡、雙筒望遠鏡、腳架、攝影機、數位相機(NIKON COOL PIX4300、FUJIFILM FinePix F610)廣口瓶、鑷子、乾燥劑(氯化亞鈷)

肆、研究過程或方法

一、物種的觀察

- (一)先觀察生態池週遭環境及池中生物，並且觀察其生態習性、食性，並將池中的生物紀錄下來。
- (二)比對各種生物圖鑑，將照片及資料整理成有系統的資料。
- (三)畫出生態池之植物分布圖。

二、生態池水質調查

影響池中生態的環境因子有水池溫度、酸鹼值、光度，而這次以溫度、酸鹼值、光度為觀測對象。每日中午監測池中的溫度及酸鹼值，記下目視所見並照相池中動、植物可能的情況(包含分布、生長情況)。

三、鳳頭蒼鷹觀察

- (一)於鷹巢邊的白千層以及鄰近的肯氏南洋杉裝設攝影機(共二台)，每日不定時於訊號轉接處更換影帶。
- (二)每天固定於週一至週五早上(6:40~8:00)、中午(12:30~13:00)和下午(17:00~)，在生態池周圍觀察和觀察鳳頭蒼鷹平日常出沒的據點、紀錄鳥蹤，並拍攝照片。
- (三)不定時觀察(包括假日、課堂時間等)，並在老鷹進食的樹下蒐集食糞、食殘，放入存有乾燥劑之廣口瓶。
- (四)將觀察所得進行比對、分析，並建立可能的能量塔，並討論鳳頭蒼鷹和周圍生態關係。

伍、研究結果

一、生態池內及其周圍動、植物之物種紀錄：

各式動、植物紀錄時間如表一和表二；其中，台灣萍蓬草為全年開花，鳳頭蒼鷹於 93 年 11 月至 94 年 6 月棲息在生態池。將已記錄之物種分類、歸納如下：

(一)生態池內的植物：水蘊草、金魚藻、台灣萍蓬草(圖一之 1-1)、大安水蓴衣(圖一之 1-2)、睡蓮、穗花棋盤腳(圖一之 1-3)、水燈心草、輪傘草、田字草。

(二)生態池內的動物：台灣鬥魚(圖一之 1-4)、鯽魚、吳郭魚、蜻蛉目稚蟲—水蠹、大水黽、粗糙沼蝦。

(三)生態池周圍的植物：

1.蕨類植物：鹿角蕨、海金沙、伏石蕨。

2.裸子植物：肯氏南洋杉、台灣肖楠。

3.雙子葉植物：毛齒木麻黃、白千層、紅花紫薇、大葉桉、印度紫檀、雞蛋花、艷紫杜鵑、欖仁樹、小蠟、菲島福木、榕樹、大冇榕、雀榕、月橘、垂柳、金露花、血桐、馬纓丹、三角葉西番蓮、蛇莓、紅楠、台灣海桐、雙面刺、火炭母草。

4.單子葉植物：輪傘草、金絲竹、天堂鳥、螯蟹花、荷蘭鳶尾、觀音棕竹、黃椰子、羅比親王海棗。

(四)生態池周圍的動物：

1.脊椎動物：鳥類有白頭翁、樹鵲、紅嘴黑鵯、五色鳥、珠頸斑鳩、黃頭鷺、夜鷺、翠鳥、紅尾伯勞、鳳頭蒼鷹(圖二之 2-1)；兩生類有黑眶蟾蜍、貢德氏赤蛙(圖二之 2-2)、長腳赤蛙；爬蟲類有斯文豪氏攀蜥。

2.昆蟲：

(1)鱗翅目：大鳳蝶、無尾鳳蝶、青帶鳳蝶、孔雀蛺蝶(圖三之 3-1)、石牆蝶(圖三之 3-2)、樺斑蝶(圖三之 3-3)、紅擬豹斑蝶、白條蔭蝶、黑樹蔭蝶、紫蛇目蝶、台灣黃蝶、台灣三線蝶、沖繩小灰蝶、綠底小灰蝶、黑星?蝶、尖翅褐?蝶、鸞褐?蝶、台灣長尾水青蛾、綠背斜紋天蛾、單線條紋天蛾、雙線條紋天蛾、白薯天蛾、圓端擬燈蛾、黃腹鹿子蛾。

(2)蜻蛉目：紫紅蜻蜓(圖三之 3-4)、黃幼蜻蜓、青黑琵琶、薄翅蜻蜓。

(3)鞘翅目：綠豔白點花金龜、東方白點花金龜、銅點花金龜、青銅金龜、星天牛、扁鍬形蟲(圖三之 3-5)。

(4)膜翅目：舉尾蟻、黃胸泥壺蜂。

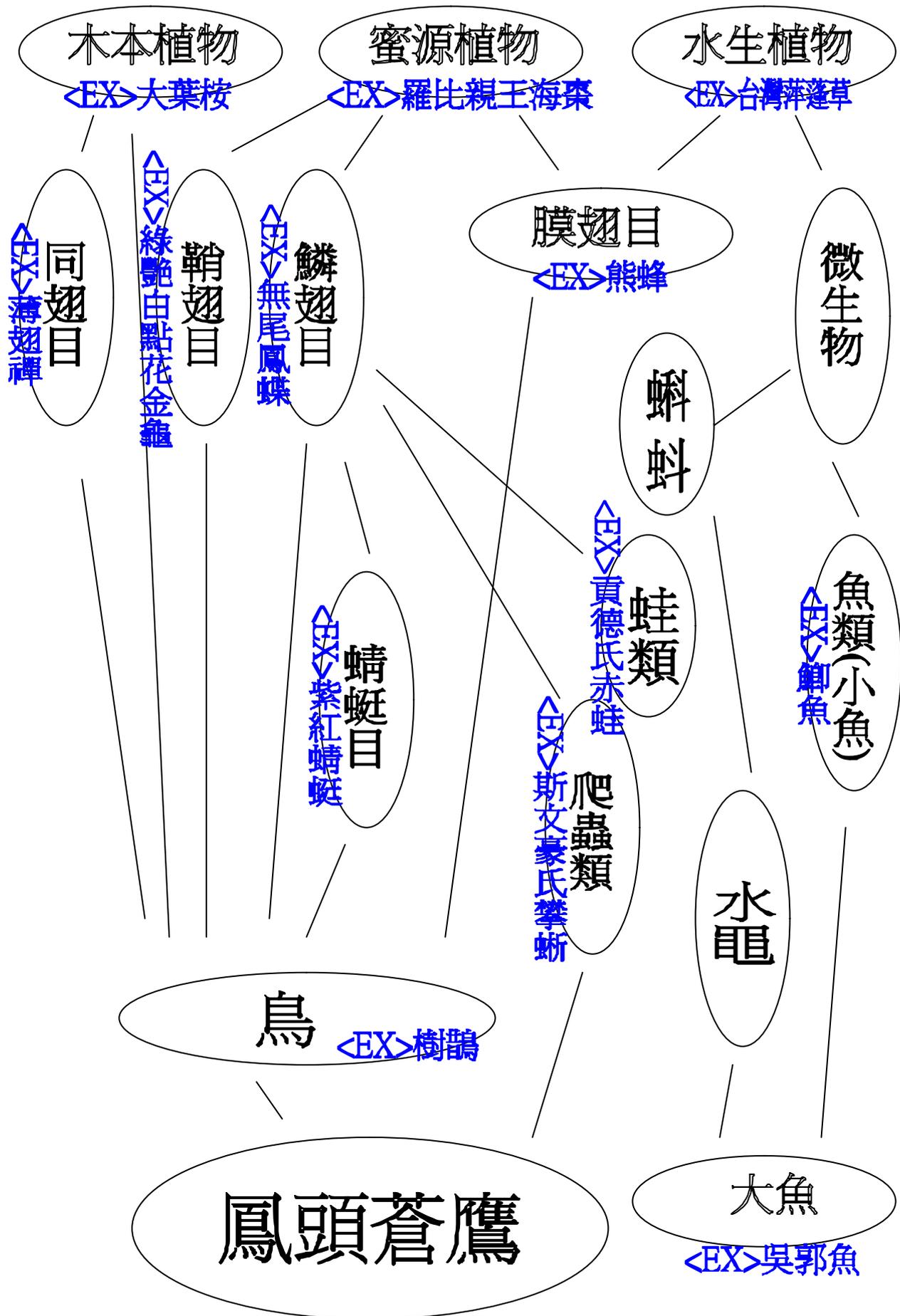
(5)同翅目：熊蟬、薄翅蟬(圖三之 3-6)。

(6)螳螂目：大螳螂。

3.其他：肩斑銀腹蛛、細扁食蚜蠅。

(五)建構生態池之植物分布圖(見圖四)。

(六)本生態池之生物之間可能的食性關係如下頁圖示；並將照片及資料整理成有系統的資料(校方將出版本校生態池物種紀錄書)。



二、生態池水質調查

根據已測量生態池之光度、氣溫、水池酸鹼值與水溫，整理數據如表四至表七所示，生態池內池水的週平均 pH 值約在為 7.0~7.2；生態池岸旁的光度值在九十三年九月、十月氣候明顯異常(如表四)，尤其十月時溫度不穩定，溫差大，雖然平均溫度仍然小於九月，但兩月的平均光度無太大改變；但十月至十一月時，天氣大改變，由熱直接轉冷，光度直直落下；但比對 94 年 9~12 月的平均 pH 值卻無太大改變，最多只有 0.175 的差距(見圖五~圖八)。

三、鳳頭蒼鷹觀察

93 年底在生態池發現鳳頭蒼鷹出現，約四天後找到牠的巢，此對鳳頭蒼鷹於本校生態池的白千層樹上築巢，該樹高約有 12 公尺高，「巢」建築於樹冠下方約一公尺的樹枝分叉處(見圖九)，且巢中心也一直不停添加新葉(多為白千層，偶有 2 次的樟樹枝葉，見 DVD 第兩分五十五秒時)。

鳳頭蒼鷹為肉食性，去年陸續觀察到鳳頭蒼鷹帶回老鼠(50%)、鳥類(26.5%)、蜥蜴(23.5%)、松鼠(11.8%)、蟾蜍(3%)等食物進食，且有固定的進食點和每天接近的進食時間(見表八、圖十和圖十一)。

3 月下旬產 2 卵，雌鷹獨自負責孵卵、護巢的工作，而雄鷹則擔任食物的供應--公鳥會將帶回的食物放在附近，以鳴叫聲通知雌鳥。到 5 月底仍未孵出！確定孵化失敗--0 隻孵出，孵化成功率 0%。

有關鳳頭蒼鷹資料詳列在附錄一，生態紀錄片見所附上之 DVD。

陸、討 論

一、池內與周圍物種之探討

(一)校園內的生物多樣性：

蓋斑鬥魚(*Macropodus opercularis*)是台灣原生種魚類，早期台灣很多池塘、水溝都有牠的蹤跡，而在近年來，因大多池塘遭到工業污染，還有些池塘填平蓋大樓，使得蓋斑鬥魚的數量越來越少，只有在少數未經人類污染的池塘才能發現牠們的蹤跡；而台灣萍蓬草(*Nuphar shimadai* Hayata)的命運也跟蓋斑鬥魚差不多，牠們都是台灣特有的生物，這次見到牠們存在於本校的生態池內，讓我們又驚又喜。而本次調查是本校高中創校以來第一次大規模之調查，尤其是動物，所以並無前人之有系統的研究。經由這次的觀察的總整理如下：

- 1.生態池內：植物共 11 種(不含藻類)、魚類 4 種(含錦鯉)、昆蟲 2 種、蝦 1 種。
- 2.生態池外：雙子葉植物 20 種(以木本為主)、單子葉植物 8 種、鳥類 10 種(含出現但無築巢)、青蛙 2 種、蜥蜴 1 種、昆蟲 40 種(鱗翅目 23 種、蜻蛉目 4 種、鞘翅目 6 種、膜翅目 2 種、同翅目 3 種、螳螂目 1 種、蝗螂目 1 種)。

基於水體檢測配備未提升，本組尚未針對水體進行深入觀察，故池內昆蟲種類明顯少於池外，且多數昆蟲幼蟲尚未發現，顯然這些內容是我們可以進一步深入觀察、紀錄與分析的對象。

在我們長期觀察下，注意到某些族群擴散太快，如：大安水蓑衣原本於東南池岸旁，由於處在優良無污染的環境下，使它生長的十分迅速，再加上幾次的颱風帶動了種子，使得生長環境擴大了三倍；為了避免它的擴張影響到別物種的生長，所以我們有適當的修剪，但絕不過度，因為穩定的生態系間，物種與物種間一定是環環相扣，像大安水蓑衣就是貢德氏赤蛙重要的生活環境。

而以本校生態池(內加外)僅有 168.56 平方公尺，一年內已紀錄 58 種動物，相對於台灣本土物種(見表九)比較，本校昆蟲與前四類脊椎動物出現之種數密度皆高於全台灣！真是興奮！！這是否可以表示—本校生態池的物種多樣性可真不小？！——當然，我們得持續觀察、紀錄，以比較年度之間物種是否增加，或進一步分析族群密度如何變化。

(二)物種的出沒(花期)與時間關係(見表一)：

由表一可知，每種植物的開花的月份有些出入，可能是因為氣候的不穩定，導致花的提前或延期開花；而從調查中我們發現，花的花期長短也因植物而異，例如：台灣萍蓬草(*Nuphar*

shimadai Hayata)是全年開花植物；大安水蓴衣(Hygrophila pogonocalyx Hayata)、大葉梭的花期較長，而荷蘭鳶尾則屬於花期較短的植物。一年四季因為溫度和光照度的不同，物種的開花也不一樣，有的物種需要長日照、有的需要短日照、有的需要高溫、有的需要低溫...等等。我們也發現 94 年的印度紫檀開花很稀疏不明顯，但隔年的開花卻十分旺盛長達一、兩週；相反的，荷蘭鳶尾在 94 年時開花時間竟然長達快一個月，而隔年的開花卻只有短短幾日；推測開花的旺盛與稀疏可能有週期性，但手邊的紀錄過於稀少，所以只能在推測的階段。

終年開花的台灣萍蓬草(Nuphar shimadai Hayata)是台灣特有的「水蓮花」，也是六十年代前後吟唱的「孤戀花」之主角！欣見生態池中點點黃花終年不斷、春天時的水蘊草白花點點呼應、秋末冬初大安水蓴衣的紫花相伴，大大增添生態池顏色斑斕！

民國 93 年 10 月開始觀察、紀錄至今年 95 年 2 月，將近紀錄了生態池內、外 60 種的動物！更可喜的是：93 年底出現保育類的「鳳頭蒼鷹(Accipiter trivirgatus)」來築巢！94 年春天又紀錄到也是保育類的「貢德氏赤蛙(Rana guentheri)」！其他鳥類則有紅嘴黑鵯、綠繡眼、五色鳥等之「留校鳥」，其中，五色鳥在生態池的大葉梭枯枝啄出好多個樹洞窩(見圖十二)，也爬梯做近距離觀察，而其餘鳥類尚未進行大搜索鳥巢的築巢地點。昆蟲方面，已確立數種是以生態池為棲息地(見表三食性匯整分析)，如 95 年 3 月已發現扁鍬型蟲的幼蟲等。

(三)食物鏈探討：

可能的食性關係如結果報告第 6 頁所示，可能的食物主鏈為「水中植物 原生物 昆蟲或其稚蟲 兩棲類(魚類) 大型魚類」，只是未積極調查生態池內的一級消費者物種，比照目前登錄的物種調查而言，則稍嫌薄弱。

而生態池邊(陸域)的食物主鏈應是「蜜源植物 植食性昆蟲(鱗翅目等) 肉食性昆蟲 鳥類、攀蜥 鳳頭蒼鷹」，昆蟲種類出現比例與台灣相比，如表五所示，則是「成果輝煌」呀！

物種食性(見表三)統計如下：

生產者：生態池內、外週遭的植物。

一級消費者：各種蝶、蛾、天牛、蜻蜓、豆娘、蟬、金龜、溝鼠、鳥。

二級消費者：水蠹、台灣鬥魚、鯽魚、吳郭魚、錦鯉、

各種鳥、貢德氏赤蛙、黑框蟾蜍、斯文豪氏攀蜥、舉尾蟻。

三級消費者：鳳頭蒼鷹。

(四)生態地位：

本校校園水池的水體採用流動換水，持續進行物種調查過程中，發現有蜻蜓稚蟲 - 水蠹、豆娘稚蟲存在於生態池中。由此可推估本校生態池的水質狀況應仍維持在中腐至貧腐級；本校生態池物種調查過程紀錄到高階消費者 - 鳳頭蒼鷹(Accipiter trivirgatus)的出現，意味環境保育的落實與穩定，也是食物鏈生態塔正常能量流動的表現！

二、生態池水質調查

從開始監測生態池之後，我們進行了一連串的 pH 值還有光度的測驗和紀錄，依表四至表七數據顯示，生態池的東側光照度約為 1497~204Lux、西側光照度約為 1624~87Lux(南側光照度約為 915Lux、北側光照度約為 1840Lux，未列出數據)，此應是樹高遮蔭效果差異。

查閱前幾屆學姊的理化或生物數據(見附錄二)(溫等，民 89；孫等，民 90；游等，民 92)，我們得知生態池內的 pH 值大部分都維持在 7 左右，而且藻種分析水質亦在貧腐至中腐級；而經過第 4 屆學姊們(游宛臻 等，民 92)的重新植栽後，水質現況如何？如表四所示，雖然是冬季季節(93 年底)，生態池溫度約維持在 20 上下，光照度亦佳，整個水池內植物的光合作用還不錯，所以水池 pH 值也還維持在 7 以上。但 93 年的十一月數據則是大幅度上升 - - 生態池 pH 值升至 7.6！於是，我們增加了測量的次數，早上和下午各量一次，以便測量是不是真的因為光照而改變了生態池的酸鹼度？結果如圖六、圖八所示，光度較強時的生態池水之 pH 值均較低，相反的，光度較弱時 pH 值均高，由此可見，似乎光度的強弱會影響酸鹼值的大小，但數據裡有些與我們所推測不符的現象，經由推測，可能是因為光照度不對，所以呼吸作用大於光合作用，導致水質變酸；也有可能是因為天氣太冷，某些魚類死亡，腐屍讓水質變酸。

據圖五和圖八能看出，雖然以每週計算的 pH 值並沒有很平穩，但若以每月平均值分析，每月的 pH 的差值極小；本生態池雖然為活水池(中央有進水噴水口，南側有一大型定位排水口)，但這兩、三年經指導老師強烈呼籲校方禁止餵養生態池中的魚，接手後的我們也未對此區的生物給予人為的外在幫助如：餵食、施肥等，卻一樣可以維持它的穩定性，可以看出本校生態池已經是個漸趨完整、穩定的生態系。

三、鳳頭蒼鷹觀察

黃光瀛(民 88)老師論文曾提及：留棲性台灣松雀鷹(*Accipiter virgatus*)所含蓋海拔高度由 200 到 700 公尺，公的體長 25 公分，體重 130 克；母的體長 36 公分，體重 260 克。台灣松雀鷹的繁殖時間，約三月中旬開始有台灣松雀鷹築巢，四月下旬生蛋，每個窩生 3 到 4 個蛋，孵出約需 28 天，繁殖期間主要由公鳥負責覓食，母鳥則大多待在巢邊守護。公鳥找到食物回到巢附近，會以連續單音呼叫母鳥，母鳥則以數個高音調的聲音回應，然後母鳥飛出巢外；五月下旬陸續孵出，幼鷹經過 21 天餵哺方可離巢，公鳥離巢的時間比母鳥早 1 到 2 天，幼鳥會在巢附近活動，約 3 週後(七月)才飛離。巢由細樹枝構成，淺盤狀，直徑約 30-40 公分，巢盤裡有新鮮綠葉覆蓋。

台灣鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*)是台灣特有亞種的猛禽，為本島尚稱普遍的留鳥，主要棲息於在海拔 200~1200 公尺的闊葉林。頭上至後頸、頰鼠灰色，後頭有冠羽(為其主要特徵)，背部褐色(姚正得，民 79)。在陽明山上觀察一個鳳頭蒼鷹巢，巢裡有兩個蛋，五月初，雛鳥出生，在出生前可以聽到雛鳥在蛋殼裡的叫聲；雛鳥剛好一公一母，且成長迅速。在繁殖前期，母鳥大多停留在巢區附近，夜晚或下雨時會回巢覆蓋幼鳥；而到了繁殖後期，則母鳥也較少在巢區出現。在繁殖期間，紅嘴黑鵝以及這些凶猛的鴉科鳥類會時常成群飛近距離巢 2-3 公尺的地方示威，或者趁親鳥不在時與幼鳥對看，但鳳頭蒼鷹的態度居然視若無睹。六月中旬幼鳥離巢，公雛、母雛均在巢枝附近跳來跳去，公雛雖然體型小，但非常強悍 - 占領食物，通常是公雛獲勝。當牠們比較習慣於飛行時，也會捕捉一些巢區附近簡單易捉的獵物，但是親鳥還持續不斷的供應食物，一直到七月下旬左右。鳥兄妹於八月初離開巢區分道揚鑣，然而都在附近的山區活動(黃光瀛 民 88)。

在 93 年十二月初即發現有似鷹的鳥巢，與校方國中部的鳥類專家—蕭木吉老師再次確認後得知：學校生態池出現台灣鳳頭蒼鷹，且來校築巢，於是開始一連串忙碌的紀錄與觀察。此對鳳頭蒼鷹於本校的白千層樹上築巢，該樹約有 12 公尺高，且為生態池最高的一株(其他約有 9~12 公尺，所以該築巢地點具有隱避性)，巢，建築於樹冠下方的樹枝分叉處，且巢中心也一直不停添加新葉(多為白千層，記錄到 2 次的樟樹葉)(見圖 9-3)。

經觀察，此對鳳頭蒼鷹雄鳥於求偶時會發出高昂的叫聲以吸引雌鳥，而雌鳥也已鳴叫回應。至於再實際交配時，前後時間約 6 秒鐘(94 年 3 月 10 日)。

94 年 3 月 22 日下午經監視器拍攝到雌鷹下蛋過程，真是興奮！！過 5 天後，巢中出現第二顆蛋。雌鷹獨自負責孵卵、護巢的工作，而雄鷹則擔任食物的供應(雄鷹的供應不穩定?)，較為特別的是，坐巢期之後期，雄鷹曾經於雌鷹進食時(不在巢內)，二度於巢邊觀望的蛋 - - 理論上，坐巢時雌鷹可是不准雄鷹接近巢邊的呢！是雄鷹不耐煩未孵出小鷹？不會「鷹語」，也不懂其行為，實不知原因呢！有待專家解讀 雌鷹呼喚雄鷹帶食物回巢(如附件 DVD 第七分零九秒時出現的聲音)。鳳頭蒼鷹為肉食性(黃光瀛，民 88)，而由於無法裝上追蹤器以追蹤其各項行蹤，故無法觀察鳳頭蒼鷹捕食的狀況，但由觀察、紀錄鳳頭蒼鷹的食殘與食糞(圖十三)得知，牠們攝食種類包括：鼠、赤腹松鼠、斑鳩、白頭翁、攀木蜥蜴等，但物種比例則與前人不大相似，據姚正得(民 79)指出所攝食物種數百分比分別是鳥類(38.9%)、爬蟲類(27.8%)、鼠類(22.2%)、蛙類(11.1%)；而黃光瀛(民 88)的文獻是蜥蜴(45.0%)及鳥類(35.3%)；我們觀察後所算出的數據則是老鼠(50%)、鳥類(26.5%)、蜥蜴(23.5%)、松鼠(11.8%)、蟾蜍(3%)；經討論推斷，前人(黃光瀛 等，民 88)是在陽明山觀察的，

因位於山上，自然以蜥蜴、鳥類居多；而學校的地點偏低，也較近於都市，故老鼠為獵捕得最先選擇；而且，因為我們是由食殘來記錄，可能因為攝食鳥時容易留下食殘，蜥蜴可能常直接吞入，故記入的蜥蜴較鳥類為少。故其食物攝取比例與當時間之地區來源有關，與食物本身種類較無關。當然食物對象不完全由校內提供，代表著“生態系空間上的連續性”（楊冠政，民 92），即環境維護不是小面積而已，而是大環境的生態保育素養足夠，才能吸引野生動物的進駐呢！但有固定的進食點、每天接近的進食時間（見表八與圖十、十一），顯見其有規律性。而當母鷹在進行孵化時，雄鷹會將帶回的食物放在附近，以鳴叫通知雌鷹。

觀察後發現其領域性就如蕭慶亮（民 90）描述，對於同種猛禽攻擊性較強，表現出防衛領域的行為，但對其他鳥類的攻擊性較弱；當有其他種的鳥類（例如紅嘴黑鵯）相當接近巢或近食點時，並無明顯的驅離行為（黃光瀛，民 88）。較特別的是有一次捕食了鄰近的白頭翁（94 年 6 月）。

產 2 卵，0 隻孵出 - - 孵化成功率 0%！實在傷心，雖然文獻裡，黃光瀛（民 86）先生敘述，鷹類繁殖並不全都成功，在陽明山，松雀鷹的蛋和幼鷹的死亡率相當高 - 孵化率為 78%，孵出的雛鳥只有 67% 能夠安全長大離巢，總計只有將近 40% 的蛋能順利孵出幼鳥離巢。造成繁殖失敗的原因主要為天候因素，佔 33%，其他因素還包括人為破壞、被掠食、擁擠等。雖然台北野鳥協會的何一先先生表示：理論上，野鳥的蛋都應該是有授精、可以孵出的；黃光瀛教授曾在鳥還在安全孵蛋時期表示說：學校這一巢的產卵時間已趨近晚期，南部有的鳳頭蒼鷹幼雛已接近離巢期。

請教專家（台北野鳥協會蕭木吉老師、農委會特有生物保育中心之鳥類專家姚正得先生及陽明山國家公園保育科的黃光瀛老師等），針對孵化失敗的可能原因有下列幾項：

- ① 卵未受精：交配時間未恰當，或雄鳥精子活動力差（ 都可能有問題，應該是初成年者）。此對鳳頭蒼鷹有可能是第一次行交配及孵卵（觀察結果認為有可能是亞成鳥），有經驗不足之疑。
- ② 授精卵帶有毒物：產卵或產精子前的攝食，吃到含有毒性的老鼠。要調查這幾年是否有滅鼠運動（尤其是對面國防部），但還是需等化驗報告出來（詢問榮總與台大毒物中心皆未能接受此件分析）。
- ③ 坐巢過程的第二週連續五天（4/6~10）未進巢坐巢之，導致胚胎分化失敗。何一先先生表示：可能是天氣熱，鳥兒會調節孵蛋的溫度；姚正得先生表示：天熱的孵育動作由母鳥調節；組員柏宏說：氣溫將近 30 ，若坐巢孵蛋，蛋溫會超過 40 ；因為坐巢時是肚子悶著蛋，而空氣不循環—將升高溫度。但是持續五天未孵蛋的行為，實在很令人想不透，且在當時老鷹站巢旁的樹枝上閉著眼睛，一副很虛弱的樣子，所以曾懷疑雌鷹是否生病。

我們組員自己也相互討論，提及可能失敗的原因是否為：①經驗不足：依據專家說法此鳥有可能是第一次行交配及孵卵。黃光瀛教授曾表示：新成鳥的第一胎就有 80% 的失敗率。②公鳥帶回食物的次數過少，導致需要母鳥親自去獵食，誤了孵蛋的時間。

計算過後公鳥的帶回食物率只有 19.3%，但由於未二十四時觀察數據可能不準確，黃光瀛教授說過：鳳頭蒼鷹公鳥是天性使然帶回食物，但怠惰與否便不知。何一先先生也提過：監控並非 24 小時，如何確定公鳥未回來？

但母鳥曾親自去獵食是事實的，雖然黃光瀛教授說：鳳頭蒼鷹會「藏食物」，也可以解決沒有天天帶食物回來的窘境。但是當時母鳥才剛生完，哪來的體力去獵食呢？且蕭木吉老師曾說：若母鳥耐不住飢餓而外出覓食，導致蛋溫下降，將來該孵出小鷹的時間而未孵化出時，母鳥便會棄巢，且會對公鳥大打出手。在記錄的數據中，公鳥在 4 月 11 日之前只帶回兩次食物，4 月 11 日之後才開始有持續帶食物的現象；母鳥在 3 月 22 時生出第一顆蛋，卻在 4 月 6 日至 10 號連續 5 天未進巢孵蛋，期間未曾紀錄公鳥送回食物，不免懷疑是不是食物太少使身體虛弱？而為何公鳥在 4 月 11 日之後才陸續帶食物？這可以呼應{經驗不足}，到了後期才知道嚴重性，才開始送食物？！

猛禽通常位於其所處生態系的食物網頂端，對該生態系通常有指標效果(陳輝勝 民 88)。而為什麼猛禽可以下降至吵雜的平地築巢？顯示生態的何種訊息？推斷是①是近年來台灣生態意識抬頭，較少獵殺是原因之一；②生態環境維護工作做的不錯，食物來源不缺；③本身鷹類生態族群擴張，舊有林地不足以應付新的成鳥，新成鳥敵不過舊成員的領域範圍，便開始往稍微林邊—也就人類的都市邊緣找尋築巢地點；④已逐漸適應人類環境，所以包括對面雞南山的另一邊的東吳大學也出現隼；台北市的植物園內也有鳳頭蒼鷹駐足差不多五年了。

我們在觀察時，曾有非觀察人士發現老鷹，導致群眾圍觀的現象，但雖然老鷹在三、四公尺處，低的不能在低，卻不為所動；可能已經知道我們不會對他做出任何傷害的動作，也正好與黃教授手提出的第一項觀點呼應，也是老鷹正式信任人類的第一步。

可惜！鳳頭蒼鷹今年另築他巢？雖偶見飛入或飛出生態池，但已過築巢繁殖期，確定今年未能進駐本校校園。

柒、結 論

一、生態池建立的目的之一：幾乎一年四季都可見到不同植物的花期；

目的之二：恢復台灣昔往溼地之景色，包括台灣萍蓬草、大安水蓑衣、水茄苳；

目的之三：藉由沉水植物的栽種、繁衍茂盛後，可為水中生物提供一個良好孵育的環境。

根據目前已記錄之數據應可推斷：本校生態池物種豐富度相當高，結合公共藝術造景景觀，本校的生態池已逐漸達成更富教育、休閒娛樂的生態池，漸趨「生態永續經營」的理念。

二、水質仍算穩定，意味生態池的緩衝能力高，是一個穩定的生態體系。

三、高階消費者 - 鳳頭蒼鷹的出現，顯示本校附近生態體系的健全與穩定！雖然今年鳳頭蒼鷹未能回巢產卵，我們仍得持續觀察、紀錄，以周全國內對其各項行為之紀錄。

捌、參考資料及其他

一、參考資料：

王銘琪。草本觀賞植物（二）。台北。渡假出版社。第 55、62 頁。民 87。

王銘琪。草本觀賞植物（一）。台北。渡假出版社。第 112 頁。民 75。

沈建生、蔡玉珍、何晃宜、唐寬恩。大埤地區華興溪流植物觀察手冊。雲林縣。教育部 中小學科學教育研究叢書。第 14、19、26、39、60、74、80、84、95、98 頁。民 89。

呂勝由、楊遠波、劉和義。台灣為管束植物簡誌 第二卷。台北。行政院農業委員會。第 52、54、92、169、170、172 頁。民 86。

姚正得。民 79。陽明山國家公園鳳頭蒼鷹的繁殖習性初探。中華民國野鳥學會鳥類研究保育叢刊第 1 號。第 27~40 頁。

孫慶美、陳湘靜、陳怡婷、陳佩吟。校園水池藻種與水質相關性之研究。台北。??高級中學。民 90。

陳王時。台灣 31 種蛙類圖鑑。台北。台灣野鳥協會。第 16、34 頁。民 91。

陳運造。野生觀賞植物（一）。台北。渡假出版社。第 17、64、158、164 頁。民 87。

陳運造。野生觀賞植物（二）。台北。渡假出版社。第 9、14、45、93、97、149 頁。民 85。

陳運造。野生觀賞植物（三）。台北。渡假出版社。第 17、64、158、164 頁。民 86。

陳輝勝。民 88。2000 台灣猛禽生態研討會。台灣猛禽研究會。第 ? 頁。

陳輝勝。民 88。棲地破碎化對墾丁國家公園鳳頭蒼鷹的影響及其生物學研究。中華民國野鳥學會鳥類研究保育叢刊第 7 號。第 9~14 頁。

張永仁。昆蟲圖鑑 2。台北。遠流出版事業股份有限公司。第 339 頁。民 90。

張永仁。台灣的昆蟲 - 蝶蛾篇。台北。渡假出版社。第 8、17、23、27、38、58、66、75、94、109、115、124、129、131、152、162、181、183、184、211 頁。民 88。

- 張永仁。台灣的昆蟲 - 甲蟲篇。台北。渡假出版社。第 58、77、79、101、181 頁。民 88。
- 張永仁。昆蟲圖鑑 台灣七百多種常見昆蟲圖鑑。台北。遠流出版事業股份有限公司。第 20、36、50、71、72、106、114、115、124、220、229、230、234、236、249、254、261、262、266、269、272、286、288、299、307、326、337 頁。民 87 年。
- 張學文。台灣常見的鳥類。高雄。台灣省政府教育廳。第 19、25、40、115、116、119、161、172 頁。民 87。
- 張憲昌。藥草 (二)。台北。渡假出版社。第 23、96、122 頁。民 79。
- 郭城孟。台灣維管束植物簡誌 第一卷。台北。行政院農業委員會。第 59、77 頁。民 86。
- 黃光瀛。民 88。台灣猛禽研究通訊試刊第 18 期。
- 黃光瀛。民 86。台灣猛禽研究通訊試刊第 20 號。
- 紹廣昭、林沛立。溪地釣的魚 - 淡水與河口的魚。第 37、156 頁。民 87。
- 游宛臻、吳嫻蓁、吳韋芃。許一個生態池 校園水池改造與永續經營。台北。??高級中學。民 92。
- 溫治寧、郭品均、楊全琮。荷花池的水質研究。台北。??高級中學。民 89。
- 楊冠政。基礎生物全。台北。龍騰文化。第 54 頁。民 92。
- 廖日京、劉棠瑞。樹木學(上)。台北。台灣商務印書館。第 174、304、488、572 頁。民 69。
- 廖日京、劉棠瑞。樹木學(下)。台北。台灣商務印書館。第 675、779、850、859、931、990、995、1011。民 70。
- 鄭錫奇、姚正得、許富雄、林瑞興、陳元龍、林德恩、賴蕭如、林春?、楊耀隆、陳榮宗。台灣保育類野生動物圖鑑 南投。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。第 50、190、264 頁。民 92。
- 蕭慶亮。台灣賞鷹圖鑑。台中。晨星出版社。第 96 頁。民 90。

二、表

表一、93 年 10 月至 95 年 3 月生態池植物開花之時間

| | 民國 93 年 | 民國 94 年 | 民國 95 年 |
|------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 月 | | 台灣萍蓬草、輪傘草 | 台灣萍蓬草、輪傘草 |
| 2 月 | | 台灣萍蓬草、荷蘭鳶尾、輪傘草 | 台灣萍蓬草、小蠟、火炭母草、輪傘草、蛇莓、杜鵑花、(印度紫檀今年提前冒芽) |
| 3 月 | | 台灣萍蓬草、蛇莓、荷蘭鳶尾 (印度紫檀冒芽) | 台灣萍蓬草、杜鵑花、小蠟、毛齒木麻黃 印度紫檀、荷蘭鳶尾 |
| 4 月 | | 台灣萍蓬草、荷蘭鳶尾、水蘊草、睡蓮、毛齒木麻黃 | 台灣萍蓬草、印度紫檀、荷蘭鳶尾、毛齒木麻黃、 |
| 5 月 | | 台灣萍蓬草、水蘊草、睡蓮、紅花紫薇、三角葉西番蓮、荷蘭鳶尾、大冇榕、雀榕 | 台灣萍蓬草、水蘊草、月橘、 |
| 6 月 | | 台灣萍蓬草、睡蓮、螯蟹花、白千層、雞蛋花 | 台灣萍蓬草、雞蛋花、月橘 |
| 7 月 | | 台灣萍蓬草、睡蓮、螯蟹花、白千層、雞蛋花 | |
| 8 月 | | 台灣萍蓬草、睡蓮、大葉桉 | |
| 9 月 | | 台灣萍蓬草、睡蓮、大葉桉 | |
| 10 月 | 台灣萍蓬草、大安水簍衣、輪傘草 | 台灣萍蓬草、睡蓮、大葉桉 | |
| 11 月 | 台灣萍蓬草、大安水簍衣、輪傘草 | 台灣萍蓬草、大安水簍衣、輪傘草 | |
| 12 月 | 台灣萍蓬草、輪傘草 | 台灣萍蓬草、大安水簍衣、輪傘草 | |

台灣萍蓬草為全年開花。

表二、93 年 10 月至 95 年 3 月生態池之動物種類紀錄

| | 民國 93 年 | 民國 94 年 | 民國 95 年 |
|------|------------------------|---|------------------------------|
| 1 月 | | | 石牆蝶、鳳頭蒼鷹、紅擬豹斑蝶 |
| 2 月 | | 鳳頭蒼鷹在生態池上空盤旋 | 鳳頭蒼鷹、肩斑銀腹蛛、細扁食蚜蠅、黑樹蔭蝶、扁鍬形蟲幼蟲 |
| 3 月 | | 翠鳥、紅尾伯勞、台灣長尾水青蛾、黑框蟾蜍 (3/22 鳳頭蒼鷹下蛋!!) | 夜?、紅嘴黑?、樹鵲 |
| 4 月 | | 五色鳥、黑框蟾蜍、貢德氏赤蛙(和卵泡)、台灣鬥魚(和卵泡)、舉尾蟻、斯文豪氏攀蜥 | 貢德氏赤蛙、台灣鬥魚、五色鳥、沖繩小灰蝶、台灣紋白蝶 |
| 5 月 | | 夜鷺、星天牛、青銅金龜、綠豔白點花金龜、東方白點花金龜、銅點花金龜、斯文豪氏攀蜥、溝鼠 | 台灣三線蝶、貢德氏赤蛙、斯文豪氏攀蜥、石牆蝶、台灣紋白蝶 |
| 6 月 | | 黃頭鷺、沖繩小灰蝶、薄翅蟬、熊蟬、騷蟬、無尾鳳蝶、紫蛇目蝶、白條蔭蝶、台灣三線蝶、尖翅褐?蝶、黃腹鹿子蛾、圓端擬燈蛾、白薯天蛾、綠斜背天蛾 | 大蚊 |
| 7 月 | | | |
| 9 月 | | 鴿角鴉(過境)、鳳頭蒼鷹 | |
| 10 月 | 紅嘴黑鵯、樹鵲、 | 紅嘴黑鵯、樹鵲、 | |
| 11 月 | 鳳頭蒼鷹(已築巢)、斯文豪氏攀蜥、紅擬豹斑蝶 | 樺斑蝶、紅嘴黑鵯、樹鵲、 | |
| 12 月 | 石牆蝶、青黑琵琶、大螳螂 | 樺斑蝶、鳳頭蒼鷹 | |

鳳頭蒼鷹於 93 年 11 月至 94 年 6 月棲息在生態池。

表三、生態池內外之動物之食性統計

| 物 種 | 食 性 種 類 | 物 種 | 食 性 種 類 |
|--------|---------------------|---------|---------------------|
| 鯽魚 | 雜食性,主要攝食浮游生物、水生植物 | 青帶鳳蝶 | 紅楠、玉蘭 |
| 台灣鬥魚 | 攝食水生昆蟲及其他幼蟲、浮游動物和藻類 | 黑星? 蝶 | 棕櫚科植物 |
| 粗糙沼蝦 | 雜食而偏於肉食 | 沖繩小灰蝶 | 黃花酢漿草 |
| 鳳頭蒼鷹 | 鳥類、鼠類或松鼠類、蜥蜴 | 台灣長尾水青蛾 | 楓香、樟樹 |
| 翠鳥 | 魚 | 白薯天蛾 | 幼蟲：牽牛花、甘藷 |
| 黃頭鷺 | 以昆蟲和其他陸生小動物 | 綠背斜紋天蛾 | 幼蟲：日日春(曾發現其取食) |
| 樹鵲 | 雜食性，果實、昆蟲、爬蟲、 | 雙線條紋天蛾 | 幼蟲：日日春(曾發現其取食) |
| 紅嘴黑鵯 | 花蜜、果實和昆蟲為主食 | 星天牛 | 幼蟲危害柑橘、柳樹 |
| 紅尾伯勞 | 昆蟲、兩棲類、蜥蜴、幼鼠或幼蛇 | 扁鍬形蟲 | 成蟲：腐果，幼蟲：腐植土 |
| 五色鳥 | 雜食性 | 青銅金龜 | 成蟲：腐果，幼蟲：腐植土 |
| 夜鷺 | 魚類、貝類、青蛙或昆蟲 | 銅點花金龜 | 成蟲：花蜜，幼蟲：腐植土 |
| 白頭翁 | 昆蟲、植物枝果實 | 綠豔白點花金龜 | 成蟲：花蜜，幼蟲：腐植土 |
| 朱頸斑鳩 | 穀類及漿果 | 東方白點花金龜 | 成蟲：花蜜，幼蟲：腐植土 |
| 黑眶蟾蜍 | 節肢動物，偶而也捕食蛞蝓及小蝸牛 | 黃胸泥壺峰 | 幼蟲偏肉食性，成蟲植食性 |
| 貢德氏赤蛙 | 小型節肢動物 | 舉尾蟻 | 雜食 |
| 長腳赤蛙 | 小型節肢動物 | 紫紅蜻蜓 | 幼蟲：小型水生動物 成蟲：小型昆蟲 |
| 斯文豪氏攀蜥 | 昆蟲及其他小型無脊椎動物 | 黃紉蜻蜓 | 幼蟲：小型水生動物 成蟲：小型昆蟲 |
| 石牆蝶 | 寄主植物：桑科之無花果 | 薄翅蜻蜓 | 幼蟲：小型水生動物 成蟲：小型昆蟲 |
| 紫蛇目蝶 | 幼蟲：觀音棕竹、黃椰子、羅比親王海藻 | 青黑琵螽 | 幼蟲：小型水生動物 成蟲：小型昆蟲 |
| 白條蔭蝶 | 幼蟲：各種竹葉和芒草 | 高砂雄禪 | 植物汁液 |
| 黑樹蔭蝶 | 幼蟲：颱風草 | 薄翅禪 | 植物汁液 |
| 台灣三線蝶 | 幼蟲：葛藤 | 大螳螂 | 昆蟲 |
| 紅擬豹斑蝶 | 幼蟲以柳樹為食 | 細扁食蚜蠅 | 成蟲喜訪花，幼蟲會攝食蚜蟲等植物小害蟲 |
| 無尾鳳蝶 | 寄主植物：柑橘類植物、 | 大水黽 | 動物腐屍 |
| 大鳳蝶 | 柑橘類植物 | 肩斑銀腹蛛 | 昆蟲 |

表四、93 年 11 月至 12 月生態池之水質調查

| | | | | | |
|------|---------|-------|-------|-------|-----|
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第一週 | 光度(LUX) | 6940 | 12430 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 20 | 19 | 水溫() | 19 |
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第二週 | 光度(LUX) | 6880 | 12220 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 21 | 21 | 水溫() | 18 |
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第三週 | 光度(LUX) | 3900 | 6590 | 酸鹼度 | 7.2 |
| | 氣溫() | 19 | 19 | 水溫() | 17 |
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第四週 | 光度(LUX) | 13330 | 16240 | 酸鹼度 | 7.6 |
| | 氣溫() | 23 | 24 | 水溫() | 19 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第一週 | 光度(LUX) | 7620 | 3640 | 酸鹼度 | 7.6 |
| | 氣溫() | 19 | 20 | 水溫() | 16 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第二週 | 光度(LUX) | 4410 | 1510 | 酸鹼度 | 7.4 |
| | 氣溫() | 20 | 20 | 水溫() | 17 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第三週 | 光度(LUX) | 3440 | 3710 | 酸鹼度 | 7.3 |
| | 氣溫() | 22 | 22 | 水溫() | 19 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第四週 | 光度(LUX) | 3210 | 4920 | 酸鹼度 | 7.4 |
| | 氣溫() | 21 | 22 | 水溫() | 19 |

表五、94 年 9 至 10 月生態池之水質調查

| | | | | | |
|-----|---------|-------|-------|-------|-----|
| 9 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第一週 | 光度(LUX) | 7580 | 7270 | 酸鹼度 | 7 |
| | 氣溫() | 30 | 29 | 水溫() | 28 |
| 9 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第二週 | 光度(LUX) | 14490 | 8750 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 29 | 29 | 水溫() | 27 |
| 9 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第三週 | 光度(LUX) | 9120 | 10970 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 29 | 30 | 水溫() | 28 |
| 9 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第四週 | 光度(LUX) | 8970 | 12470 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 31 | 30 | 水溫() | 29 |

| | | | | | |
|------|---------|-------|-------|-------|-----|
| 10 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第一週 | 光度(LUX) | 14970 | 14700 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 26 | 25 | 水溫() | 25 |
| 10 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第二週 | 光度(LUX) | 9020 | 13460 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 27 | 25 | 水溫() | 25 |
| 10 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第三週 | 光度(LUX) | 7780 | 5530 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 26 | 26 | 水溫() | 24 |
| 10 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第四週 | 光度(LUX) | 10380 | 7260 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 26 | 25 | 水溫() | 24 |

表六、94 年 11 月至 12 月生態池之水質調查

| | | | | | |
|------|---------|-------|------|-------|-----|
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第一週 | 光度(LUX) | 7960 | 8250 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 24 | 24 | 水溫() | 22 |
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第二週 | 光度(LUX) | 4020 | 4390 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 23 | 24 | 水溫() | 23 |
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第三週 | 光度(LUX) | 4920 | 3640 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 25 | 24 | 水溫() | 22 |
| 11 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第四週 | 光度(LUX) | 13540 | 3960 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 24 | 25 | 水溫() | 22 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第一週 | 光度(LUX) | 7590 | 2240 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 18 | 17 | 水溫() | 15 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第二週 | 光度(LUX) | 2020 | 840 | 酸鹼度 | 7 |
| | 氣溫() | 16 | 15 | 水溫() | 14 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第三週 | 光度(LUX) | 8120 | 2660 | 酸鹼度 | 7.2 |
| | 氣溫() | 17 | 16 | 水溫() | 14 |
| 12 月 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| 第四週 | 光度(LUX) | 7300 | 4340 | 酸鹼度 | 7 |
| | 氣溫() | 15 | 14 | 水溫() | 14 |

表七、95年1月至3月生態池之水質調查

| | | | | | |
|------------|---------|-------|------|-------|-----|
| 1 月 第一週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | x | x | 酸鹼度 | 6.9 |
| | 氣溫() | 19 | 19 | 水溫() | 17 |
| 1 月 第二週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 13830 | 8480 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 20 | 19 | 水溫() | 18 |
| 1 月 第三週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | x | x | 酸鹼度 | x |
| | 氣溫() | x | x | 水溫() | x |
| 1 月 第四週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | x | x | 酸鹼度 | x |
| | 氣溫() | x | x | 水溫() | x |
| 2 月 第一週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 4680 | 2290 | 酸鹼度 | 7.1 |
| | 氣溫() | 18 | 19 | 水溫() | 17 |
| 2 月 第二週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 3210 | 1030 | 酸鹼度 | 7 |
| | 氣溫() | 19 | 19 | 水溫() | 17 |
| 2 月 第三週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 9180 | 8070 | 酸鹼度 | 7.2 |
| | 氣溫() | 18 | 17 | 水溫() | 16 |
| 2 月 第四週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 8420 | 4460 | 酸鹼度 | 6.9 |
| | 氣溫() | 18 | 18 | 水溫() | 16 |
| 3 月 第一週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 11610 | 7870 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 18 | 19 | 水溫() | 16 |
| 3 月 第二週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 2160 | 1320 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 19 | 18 | 水溫() | 16 |
| 3 月 第三週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | 4830 | 3790 | 酸鹼度 | 7.0 |
| | 氣溫() | 17 | 18 | 水溫() | 15 |
| 3 月 第四週 | | 東側 | 西側 | | 池水 |
| | 光度(LUX) | x | X | 酸鹼度 | x |
| | 氣溫() | x | X | 水溫() | x |

表八、鳳頭蒼鷹進食點與進食時間分析表

| 進食地點 | 東北角池邊的白千層 | 東側的白千層 | 印度紫檀 |
|-------------|-----------|--------|------|
| 進食點次數百分率(%) | 53.3 | 42.2 | 4.4 |

| 進食時間(小時) | 7~9 | 9~11 | 11~13 | 13~15 | 15~17 | 17~19 |
|--------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 進食時間次數百分率(%) | 52 | 11 | 20 | 3 | 11 | 3 |

表九、生態池之動物物種密度比較

| 面積(平方公尺)/ 密度 | 本校 | | 台灣 | |
|--------------|--------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | 168.56 | (密度-種數/m ²) | 36,152 ×10 ⁶ | (密度-種數/m ²) |
| 淡水魚類(含河口魚類) | 3 | 0.0178 | 155 | 0.00429 ×10 ⁻⁶ |
| 昆蟲類 | 40 | 0.237 | 18000 | 0.49790 ×10 ⁻⁶ |
| 兩棲類 | 3 | 0.0178 | 30 | 0.00083 ×10 ⁻⁶ |
| 爬蟲類 | 1 | 0.0059 | 90 | 0.00249 ×10 ⁻⁶ |
| 鳥類 | 11 | 0.0653 | 500 | 0.01383 ×10 ⁻⁶ |
| 哺乳類 | (1) | | 70 | 0.00194 ×10 ⁻⁶ |

三、圖



圖 1-1 台灣萍蓬草
(*Nuphar shimadai* Hayata)



圖 1-2 大安水蓴衣
(*Hygrophila pogonocalyx* Hayata)



圖 1-3 穗花棋盤腳
(*Barringtonia racemosa* (L.) Blume ex DC.)



圖 1-4 蓋斑鬥魚
(*Macropodus opercularis*)

圖一、生態池內的部份動、植物圖像(1-1~1-4)



圖 2-1 鳳頭蒼鷹



圖 2-2 貢德氏赤蛙

圖二、生態池周圍的部分動物圖像(2-1~2-3)

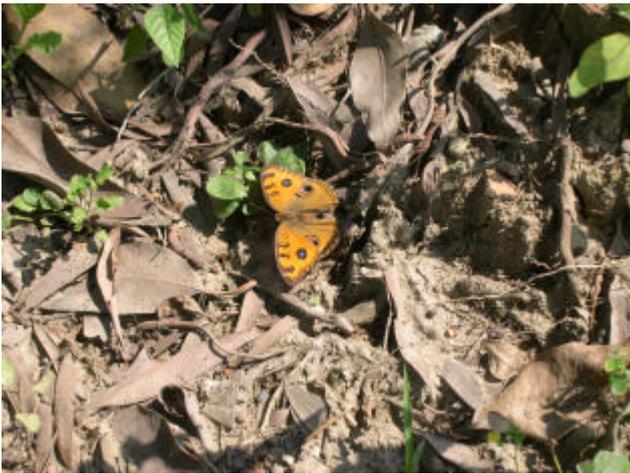


圖 3-1 孔雀蛺蝶



圖 3-2 石牆蝶



圖 3-3 樺斑蝶



圖 3-4 紫紅蜻蜓

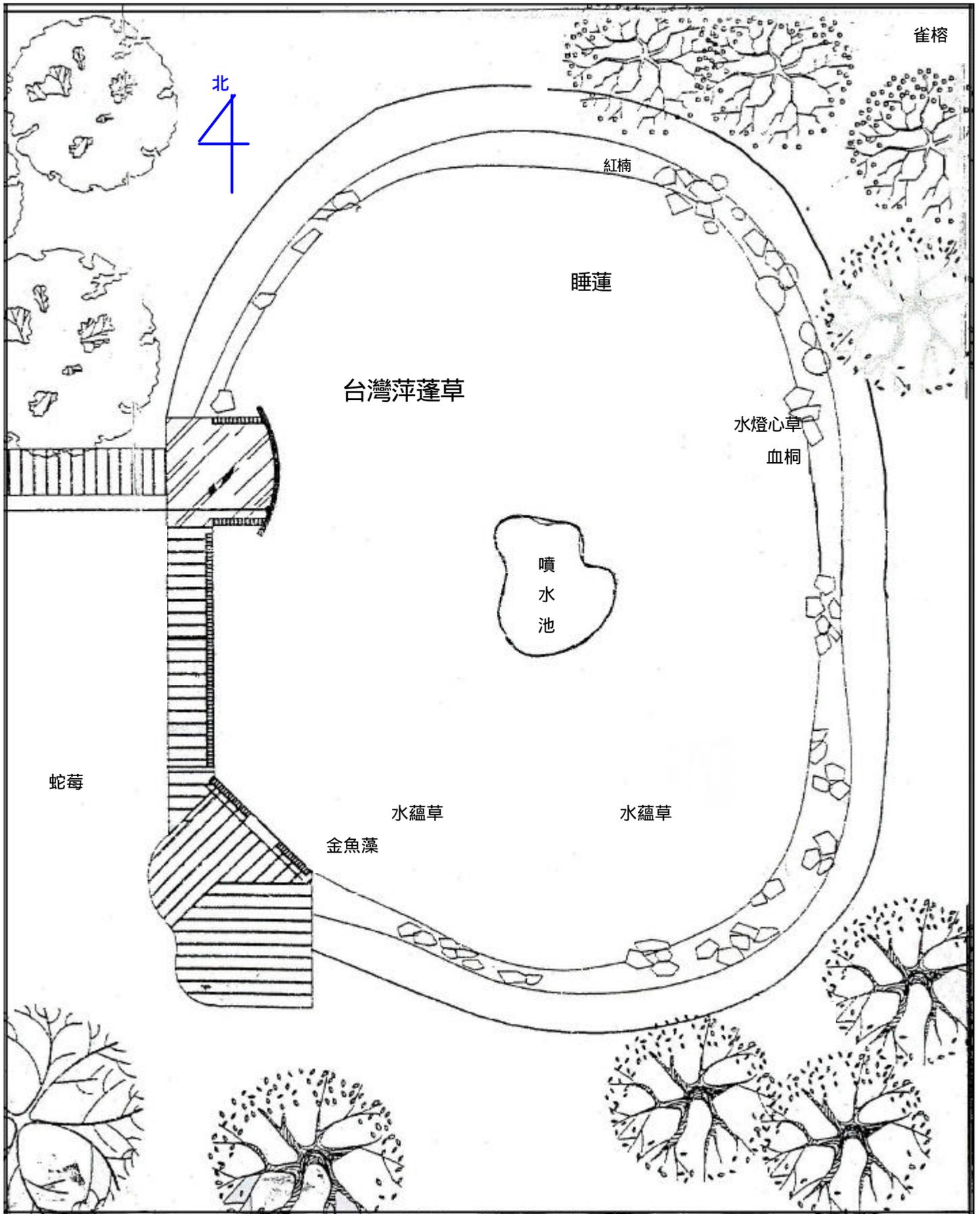


圖 3-5 扁鍬形蟲



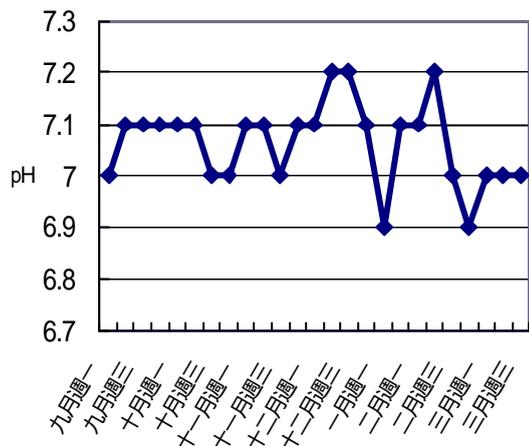
圖 3-6 薄翅蟬

圖三、生態池周圍的部分動物圖像(3-1~3-6)

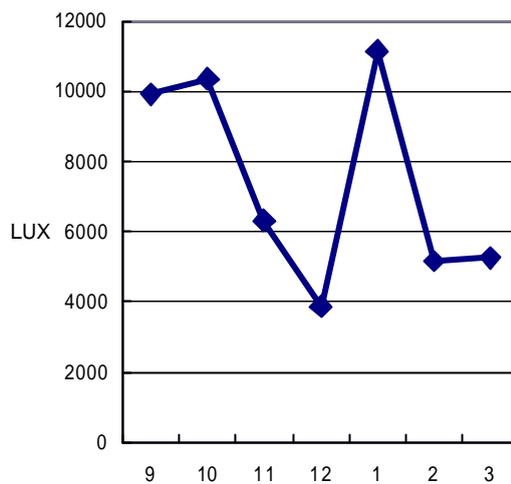


| | | | | | | | |
|------|------|-----|------|---------|-------|-----|-------|
| 木麻黃 | 雞蛋花 | 風車草 | 垂柳 | 黃椰子 | 台灣萍蓬草 | 田字草 | 肯氏南洋杉 |
| 白千層 | 艷紫杜鵑 | 榕樹 | 金絲竹 | 觀音棕竹 | 睡蓮 | 蛇莓 | 台灣肖楠 |
| 紅花紫薇 | 欖仁樹 | 大冇榕 | 天堂鳥 | 羅比氏親王海棗 | 大安水蓼衣 | 金露花 | |
| 大葉校 | 小蠟 | 雀榕 | 蜘蛛蘭 | 水蘊草 | 穗花棋盤腳 | 血桐 | |
| 印度紫檀 | 菲島福木 | 月橘 | 荷蘭鳶尾 | 金魚藻 | 雙面刺 | 馬纓丹 | |

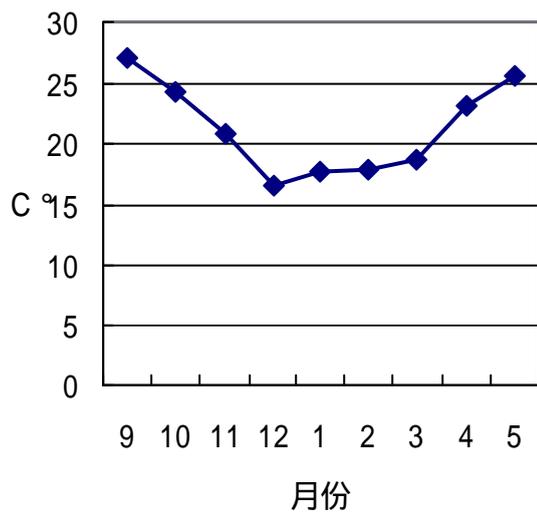
圖四、生態池之植物分布圖



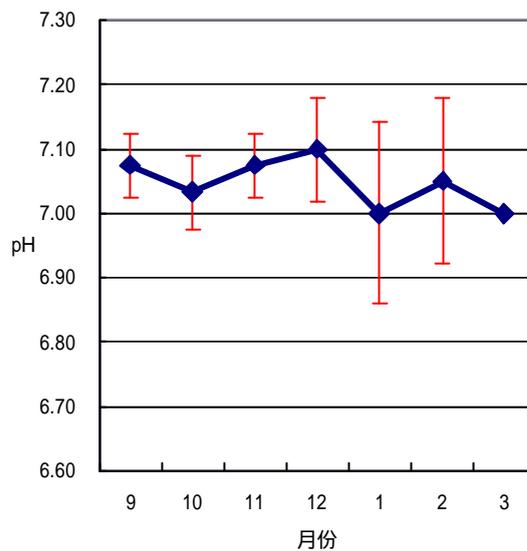
圖五、94年九月至95年三月每週平均酸鹼值的走向



圖六、94年九月至95年三月每月平均光度的走向



圖七、94年九月至95年三月每月平均溫度的走向



圖八、94年九月至95年三月每月平均酸鹼值的走向



圖 9-1 鳳蒼巢遠照圖一



圖 12-1 樹洞遠照圖



圖 9-2 鳳蒼巢遠照圖二



圖 12-2 樹洞近照圖

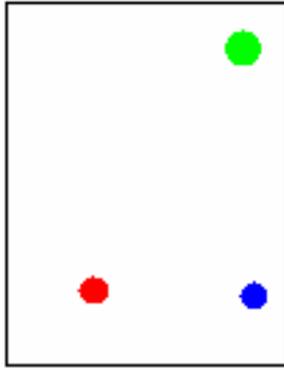


圖 9-3 鳳蒼巢近照圖
圖九、鳳頭蒼鷹巢景



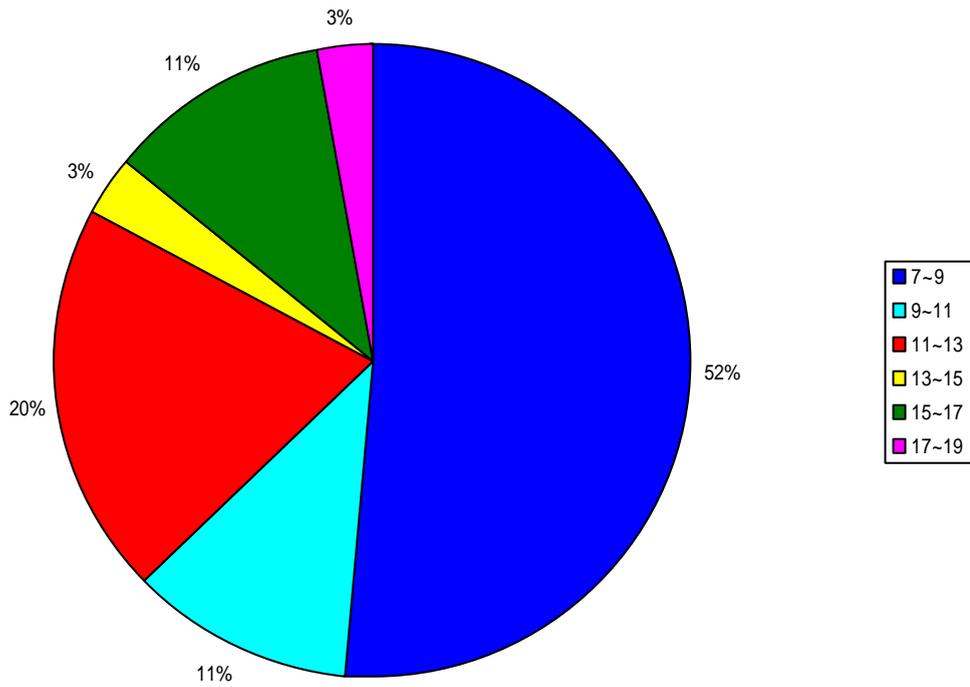
圖 12-3 樹洞近照圖

圖十二、五色鳥啄過的樹洞(12-1~12-3)



綠色為東北角池邊的白千層，
藍色為東側的白千層，
紅色為印度紫檀。

圖十、鳳頭蒼鷹在本校生態池之進食點分佈圖



圖十一、鳳頭蒼鷹在本校生態池之進食時間比較圖



圖十三、鳳頭蒼鷹的食殘與食糞。

甲：剝開之食糞(老鼠的毛)。

乙：食糞(毛狀物)。

丙：食殘—鼠類。

丁：食殘—赤腹松鼠頭骨及其他。

戊：食殘—赤腹松鼠尾巴。

己：食殘—斑鳩類鳥骨與羽毛。

四、附錄

附錄一、鳳頭蒼鷹(Accipiter trivergatus)



(陳柏宏 攝)

型態特徵：公鳥寬約 70cm，長約 41~43cm，重約 360g；母鳥寬約 90cm，長約 45~48cm，重約 600g。雌鳥體型較大，翼後緣圓突大而明顯。雄鳥體型較小，翼後緣圓突也較小，尾下覆羽白色較長。成鳥頭頂及頰為鼠灰色具冠羽，喉部白色底有粗喉中線。背部鼠灰色，翼暗褐色。胸部為白色底有赤褐色縱斑，橫斑邊緣有細黑色線。尾有四條橫紋，尾下覆羽白色特長有明顯白色蓬鬆。足部黃色，跗蹠及各趾粗壯。幼鳥背及翼為淡褐色，各羽緣較淡色。腹部為縱斑。眼睛虹膜為淡褐色。

生態習性：台灣普遍留鳥，出現於山腳至低中低海拔的闊葉林或開墾區，較少出現於針葉林區。有時出現於市區之公園及樹林區。對於同種猛禽攻擊性較強。表現出防衛領域的行為，但對其他猛禽的攻擊性較弱。以鳥類、鼠類或松鼠類、蜥蜴為主食，次要為蛙類及昆蟲。其獵物範圍相當大，綠叢鶯、夜鶯及赤腹鷹皆可為其獵物。另位也會尋找其他種鳥類的鳥巢，捕捉雛鳥。求偶約在一月至三月初進行。巢築於山腰之樹林，位於接近樹頂或稍下方之濃密的樹枝分叉處，以枯枝組成，內襯新鮮樹葉。巢上有樹葉遮蓋，週遭較空曠，以方便其進出。繁殖於 3 月至 7 月，約生兩卵，抱卵期約 38 日，在抱卵及育雛期間，雄鳥負有供應食物及警界的任務。雄鳥捕捉到獵物，會先拔毛處理，再攜回至巢附近鳴叫。雌鳥聞聲隨即外出接應食物回巢。雄鳥也擔任守衛的任務，常停在巢附近枯枝上警戒。由於具有領域性的關係，自立後的幼鳥(約 48 日)將被親鳥驅逐，另覓尋居處。可繁殖年齡約 2 至 3 年。

屬台灣珍貴稀有保育類動物。

附錄二、水質相關數據

附表 1. ??、至德和實踐三處水樣的檢測結果其中五項製表(溫治寧 等, 民 89)

| | PH 值 | 溶氧量 (DO) (mg/L) | 生化需氧量 (BOD ₅) (ml/L) | 懸浮固體 (SS) (mg/L) | 大腸桿菌群 (CFU/100ml) |
|----|------|--------------------|-------------------------------------|---------------------|----------------------|
| ?? | 7.12 | 5.21 | 2.03 | 41 | 300 |
| 至德 | 7.20 | 5.81 | 5.81 | 75 | 1400 |
| 實踐 | 7.27 | 6.41 | 4.00 | 23 | 200 |

附表 2. 環保署地面水體分類水質標準(保護生活環境相關環境基準) (溫治寧 等, 民 89)

| 分 級 | 基準值 | | | | | | |
|--------|-----------------|----------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------|
| | 氫離子濃度 指數(PH) | 溶氧量 (DO) (m/L) | 生化需氧量 (BOD) (mg/L) | 懸浮固體 (SS)(mg/L) | 大腸桿菌群 (CFU/100ml) | 氨氮 (NH ₃ -N) (mg/L) | 總磷(TP) (mg/L) |
| 甲 | 6.5-8.5 | 6.5 以上 | 1 以下 | 25 以下 | 50 個以下 | 0.1 以下 | 0.02 以下 |
| 乙 | 6.0-9.0 | 5.5 以上 | 2 以下 | 25 以下 | 5,000 個以下 | 0.3 以下 | 0.05 以下 |
| 丙 | 6.0-9.0 | 4.5 以上 | 4 以下 | 40 以下 | 10,000 個以下 | 0.3 以下 | - |
| 丁 | 6.0-9.0 | 3 以上 | - | 100 以下 | - | - | - |
| 戊 | 6.0-9.0 | 2 以上 | - | 無漂浮物 且無油污 | - | - | - |

附表 3. 腐水質範圍(孫慶美 等, 民 90)

| 範圍 | 0.5<S<1.5 | 1.5<S<2.5 | 2.5<S<3.5 | S>3.5 |
|------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 水質情況 | 貧腐 | -中腐 | -中腐 | 強腐 |

評 語

040713 我們的秘密基地-暗影扶疏的生態池-之永續經營

1. 本研究探討作者之學校的生態池，觀察細微對生態之永續經營有助益。
2. 觀察鳳頭蒼鷹：築巢、生蛋、孵化之過程，雖然無孵化但此經營可供後者永續觀察重要之資料。