

國立臺灣大學生物資源暨農學院生物環境系統工程學系



碩士論文

Department of Bioenvironmental Systems Engineering

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

黃緣螢棲地復育之調查 - 以臺北市大安森林公園為例

Investigation of Habitat Restoration for the Firefly

Aquatica ficta in Daan Forest Park (Taipei)

蔡旻臻

Min-Chen Tsai

指導教授：張文亮 博士

Advisor: Wen-Lian Chang, Ph.D.

中華民國 106 年 12 月

December 2017

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書



黃綠螢棲地復育之調查 - 以臺北市大安森林公園為例

Investigation of Habitat Restoration for the Firefly
Aquatica ficta in Daan Forest Park (Taipei)

本論文係蔡旻臻君 (R04622045) 在國立臺灣大學生物環境系統工程學系所完成之碩士學位論文，於民國 106 年 12 月 1 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員：

張文亮

(簽名)

(指導教授)

張俊哲

尤中州

系主任：

林錫材

(簽名)



謝誌

回顧重返校園當學生的這幾年，有極大的恩典和喜樂。感謝神，實現我在工作時不敢奢求的夢想：帶領我來到臺大，並成為張文亮老師的學生。我由衷地感謝張文亮老師，願意讓我這一門外漢作您的學生，協助我做學習各樣研究，當我想修習教育學程時，老師甚至給予我鼓勵、自由和幫助。在老師和師母身上的學習，都不斷激勵我要做一位「心甘樂意給予」的老師。感謝張俊哲老師和尤少彬老師，在百般忙碌中抽空當我的口試委員，提供許多寶貴建議給所學仍然不足的我，以讓論文更為完備。感謝大安之友基金會、環藝工程顧問、柳春堂協理、吳加雄博士和億傑學長，在這兩年的研究調查裡，毫不保留地幫助我，解答各種難雜症，後學銘記在心。感謝秘香阿姨，在趕論文的那些日子裡，勞煩阿姨幫忙打電話至研究室，通知我能去辦公室和老師討論。感謝瑞君學姊和吳大哥，在研究的日常幫助我，學習的日常也陪伴我，研究室有您們坐鎮真好，不論是出野外或是做研究，心情都因此踏實許多。感謝錦蓮學姊來到研究室，和學姊從日常生活到屬靈追求的談天說地，總有不一樣的得著，讓我在埋首論文之餘有另一出口。謝謝晉成，在我剛進研究室對系上事物尚不熟悉時幫助我了解，還常有口福享受紅豆湯。謝謝秉文，為研究室帶來許多歡笑，與你一同在大安森林公園的調查，終生難忘。謝謝嘉聰，一起認真準備研討會，還能一起瘋狂但專注地趕實驗。謝謝倚瑄，是研究室事務小能手，又在我感冒急診時主動幫忙實驗。謝謝大安志工燕芬阿姨和朝棟大哥，在我調查微氣候時幫助我，使我充分感受溫暖人情。謝謝文婷、涵雅、詹詹、佩儒、育欣和仲婷的陪伴，讓我那些不著邊際的小煩惱得以抒發。謝謝妹子、宛儀和蚊菱，人生路上有幸能與妳們同跑天路。謝謝我聰明的弟弟，總是願意回答開竅很晚，又愛提出大小奇怪問題的姊姊。最最親愛的爸爸媽媽，我最感謝您們的體諒、陪伴和鼓勵，使我面對自己心之所嚮，能靠主憑信心勇往直前。最後，再次感謝神一路帶領，因為祢親自堅定我，我方能做到。



摘要

在都市重現消失物種的蹤跡，是現代生態棲地營造的重要課題。本研究主要探討黃緣螢 (*Aquatica ficta* (Olivier, 1999)) 在都市中的復育棲地，與其環境因子關係，並於臺北市大安森林公園進行水文、水質、植栽、微氣候和黃緣螢成蟲數量調查。大安復育樣區分兩階段施工：第一階段為 2015 年 9 月中至 2015 年 11 月初，棲地面積 375 m²，水域面積 170 m²；第二階段為 2016 年 7 月初至 2016 年 10 月初，面積增至 2,555 m²，水域面積 480 m²。樣區水域的平均水深為 20.55 cm (±6.84)，平均溶氧 4.95 mg/L (±1.72)，為黃緣螢幼蟲適合棲息的水質狀態。自 2016 年 5 月至 2017 年 8 月，樣區成蟲發生期為 3 月至 11 月，高峰期為 5 月。相較於一般白光路燈，590 nm 路燈雖然對於成蟲分布的影響較少，但照明強度仍有影響。成蟲在樣區微氣候的選擇，較偏好氣溫 20~32 °C，相對溼度 65 % 以上，風速 0.1 m/s 以下和照度 1 lux 以下的範圍。當微氣候在一定的範圍內，成蟲於棲地分布的氣溫較都市氣溫低，公式為 $y = 0.8634 x + 2.3144$ ；相對溼度則較都市相對濕度高，公式為 $y = 0.6891 x + 32.215$ 。根據結果可知，在都市中復育螢火蟲棲地，需使用溶氧量充足的自然水體，搭配螢火蟲棲息的微氣候條件，選植本土原生種植栽，而低風速和低光照是必要營造。由於調查時間僅為 16 個月，對於樣區是否復育成功，尚無法定論。

關鍵詞：黃緣螢、棲地復育、選擇性比例、微氣候、環境因子

Abstract



Reappearance of disappeared species in the city is an important issue of constructing ecological habitats nowadays. This study mainly explored the effect of *Aquatica ficta* (Olivier, 1999) habitat restoration in urban areas, and its environmental impact factors. The research was done on a regular basis for hydrology, water quality, plantation, microclimate surveys, and the number of the firefly observed in Daan Forest Park (Taipei). The habitat restoration of *A. ficta* (Olivier) in Daan was divided into two stages. The first stage was from mid-September 2015 to early November 2015, with an area of 375 m²; water area of 170 m²; the second stage was from early July 2016 to early October 2016, with the expansion of the area to 2,555 m², water area of 480 m². The average water depth of wetland was 20.55 cm (± 6.84) and the average dissolved oxygen was 4.95 mg/L (± 1.72), which meant a suitable habitat environment for the larvae. From May 2016 to August 2017, the adults appeared from March to November, and the peak is May. Compared with the general white street lights, the 590 nm street lights had less effect on the distribution of the adults, but the illumination still had its influence. The adults preferred temperatures 20~32 °C, relative humidity above 65 %, wind velocity below 0.1 m/s and illumination below 1 lux in the microclimate. When the microclimate is within a certain range, the temperature distribution of the adults in the habitat is lower than the urban temperature, and the formula is $y = 0.8634 x + 2.3144$; while the relative humidity is higher than the urban relative humidity, and the formula is $y = 0.6891 x + 32.215$. According to the results, using natural water with enough dissolved oxygen, planting native plants to match with the microclimate, and low wind velocity and low illumination are the key constructions for firefly habitat restoration in the city. As the investigation lasted for only 16 months, there was no

conclusion as to whether the habitat was successful or not.



Key words: *Aquatica ficta* (Olivier), habitat restoration, forage ratio, microclimate, environmental factors

目錄



口試委員會審定書	i
謝誌	ii
摘要	iii
Abstract.....	iv
目錄	vi
圖目錄	viii
表目錄	x
第一章 緒論	1
1.1 前言	1
1.2 文獻回顧	2
1.2.1 黃綠螢	2
1.2.2 微氣候	4
1.2.3 棲地復育	5
1.2.4 螢火蟲復育案例	6
1.3 研究目的	7
第二章 理論與模式	8
2.1 選擇性比例 (Forage Ratio).....	8
第三章 材料與方法	9
3.1 樣區背景	9
3.2 野外調查	18
3.2.1 黃綠螢成蟲調查	18
3.2.2 棲地調查	19
3.2.3 微氣候調查	22

第四章	結果與討論	24
4.1	黃綠螢成蟲調查結果	24
4.2	棲地調查結果	25
4.3	微氣候調查結果	30
4.4	選擇性比例結果	33
第五章	結論與建議	42
參考文獻	43
附錄	48

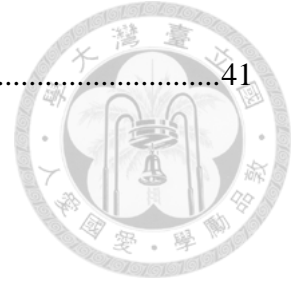




圖目錄

圖 2-1、黃緣螢生命循環圖.....	3
圖 2-2、大安樣區黃緣螢成蟲.....	3
圖 3-1、日治時期黃緣螢採集標本一.....	9
圖 3-2、日治時期黃緣螢採集標本二.....	10
圖 3-3、大安森林公園黃緣螢復育樣區位置圖.....	10
圖 3-4、樣區演變圖.....	11
圖 3-5、水質調查樣點和供水系統圖.....	12
圖 3-6、植栽分布圖.....	15
圖 3-7、道路路燈位置圖.....	16
圖 3-8、黃緣螢幼蟲野放位置圖.....	17
圖 3-9、即將野放之黃緣螢幼蟲.....	17
圖 3-10、穿越線調查路線圖.....	19
圖 3-11、水質調查樣點和供水系統圖.....	21
圖 3-12、調查實景一.....	21
圖 3-13、微氣候調查樣點圖.....	23
圖 3-14、調查實景二.....	23
圖 4-1、黃緣螢成蟲調查結果.....	24
圖 4-2、水深調查樣點.....	26
圖 4-3、黃緣螢生物氣溫-都市氣溫關係圖.....	37
圖 4-4、黃緣螢生物相對溼度-都市相對溼度關係圖.....	38
圖 4-5、黃緣螢生物風速-都市風速關係圖.....	38
圖 4-6、黃緣螢生物照度-都市照度關係圖.....	39
圖 4-7、二期樣區內之黃緣螢幼蟲.....	40

圖 4-8、黃緣螢棲地設計概念圖.....41



表目錄



表 3-1、樣區資料表	11
表 3-2、樣區植栽表	13
表 3-3、颱風累積雨量紀錄表	18
表 3-4、水質調查項目表	20
表 3-5、水質調查樣點表	20
表 3-6、微氣候調查項目表	22
表 3-7、微氣候調查樣點表	22
表 4-1、各樣點水深表	25
表 4-2、水文調查結果表	25
表 4-3、水質檢測結果表	27
表 4-4、黃緣螢停棲植物種類表	28
表 4-5、黃緣螢成蟲與路燈距離表	29
表 4-6、微氣候月平均結果表	30
表 4-7、氣候相差百分比表	32
表 4-8、黃緣螢對氣溫的選擇結果	33
表 4-9、黃緣螢對相對溼度的選擇結果	34
表 4-10、黃緣螢對風速的選擇結果	35
表 4-11、黃緣螢對照度的選擇結果	36



第一章 緒論

1.1 前言

螢火蟲為臺灣早期農村常見之昆蟲，後因都市工業化導致生物棲地破碎，加上當時環境保護意識尚未抬頭，族群漸漸式微。臺北市居民為讓螢火蟲能夠重新回到都市，營造城市中的生態多樣性，同時藉由復育過程寓教於樂，讓市民參與復育活動，喚醒市民對自然保育的重視，達到生態教育目標，因此選定三處公園做為黃緣螢 (*Aquatica ficta* (Olivier, 1999)) 的復育棲地，大安森林公園是其中之一。

Gilbert 指出，位於公園的棲地，會因著時間、地形，以及設計師的設計哲學有很大差異 (Gilbert, 2012)。然而，相較於於市郊公園，大安森林公園作為臺北市市中心最大的都會公園，擁有都市常見的人為干擾、水汙染和光害等環境問題，為降低這些問題在黃緣螢復育過程中造成的衝擊，棲地營造便是重要關鍵。因此，本研究選定大安森林公園的黃緣螢復育樣區，將參考前人文獻並根據本研究結果，探討都市生態棲地演變與黃緣螢復育的關係。



1.2 文獻回顧

1.2.1 黃緣螢

螢火蟲生活史歷經卵、幼蟲、蛹、成蟲四階段，屬完全變態昆蟲 (楊, 1998a)。臺灣目前已記錄的種類共 2 科 14 屬 63 種 (Ho *et al.*, 2012)，並依據螢火蟲幼蟲的生活環境和氣管鰓特徵，分為陸生 (terrestrial)、水生 (aquatic) 和半水生 (semiaquatic) 3 類 (Jeng *et al.*, 2003)；其中，水生螢火蟲有 3 種：黃緣螢、黃胸黑翅螢 (*Aquatica hydrophila*) (Fu *et al.*, 2010) 和條背螢 (*Sclerotia substriata*) (方和何, 2013)。

本研究對象為黃緣螢，屬於鞘翅目科 (Coleoptera)，螢科 (Lampyridae)，熠螢亞科 (Luciolinae)，水螢屬 (*Aquatica*) (Fu *et al.*, 2010)。因成蟲兩片翅鞘間的淡黃色邊紋而名 (賴, 2006)，是臺灣人工繁殖復育較為成功的螢火蟲，最早可追溯到 1994 年 (張, 1994)。主要分布在臺灣海拔 1500 m 以下，曾文水庫以北的山區，緩水流的溼地、水稻田和灌溉溝渠 (何, 2002)。幼蟲靠氣管鰓於水中交換氧氣，終齡幼蟲為五齡至七齡，以五齡幼蟲而言，體長可至 9.62 ± 0.41 mm (Ho *et al.*, 2010)，食物來源主要為螺類、蜆類和蠕類，天敵有長臂蝦 (*Macrobrachium rosenbergii*)、吳郭魚 (*Oreochromis mossambicus*) 等 (何和姜, 1997)。

根據研究，南投縣集集地區的黃緣螢，各成長階段的日數，分別為卵期 19.1 ± 1.5 日，卵色會由淡黃轉白，最終轉灰白；幼蟲期占最多日數， 328.9 ± 33.2 日；上岸化蛹期為 10.9 ± 7.8 日；蛹期 5.6 ± 1.0 日，蛹色會由白轉黑；成蟲期 15.7 ± 5.2 日 (Ho *et al.*, 2010)，其生命循環史如圖 2-1。此地區的成蟲發生期，為每年 3 月至 10 月，第一次高峰期為 4 月 (Ho *et al.*, 2010)；而在屏東九如地區的成蟲，其活動較頻繁的時間，約在日落後 30~60 分鐘 (趙, 2012)。

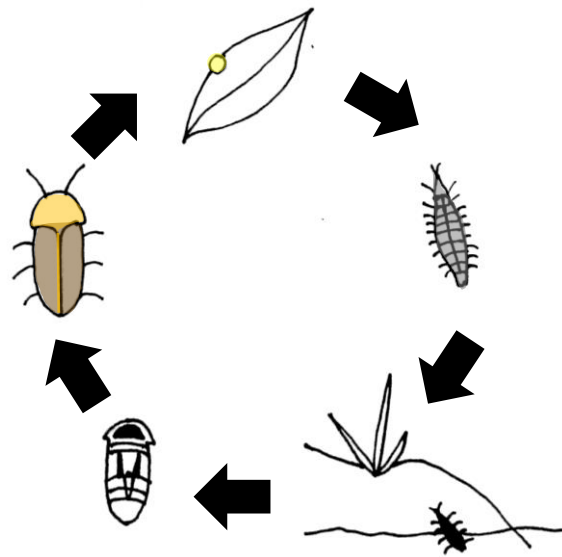


圖 2-1、黃緣螢生命循環圖。由上方順時針起，分別為卵期、幼蟲、上岸化蛹期、蛹期、成蟲期。資料來源：本研究改繪自 Ho, J. Z., Chiang, P. H., Wu, C. H., and Yang, P. S., 2010, Life cycle of the aquatic firefly *Luciola ficta* (Coleoptera: Lampyridae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13(3): 192.

不同於部分螢火蟲雌體不具功能性翅膀以致無法飛行，黃緣螢雄體和雌體雖然皆具備飛行能力，但牽涉其交配模式，主要仍由雄體飛行環繞於水域周邊，同時利用發光信號進行求偶，待雌體以信號回覆後再進行交配 (Fu *et al.*, 2012)。



圖 2-2、大安樣區黃緣螢成蟲。



1.2.2 微氣候

微氣候 (Microclimate) 因子包含氣溫、相對濕度、風速和光照。即是在近地表面的局部區域內所測量的氣候，對於物種在棲地選擇上有一定的參考價值 (Geiger, 2009)；其水平範圍尺度近於地表面，或是植物的覆蓋底下，並受到當地環境的方位、植被、土壤、地形和水循環等因子影響 (吉野，1976)。因此調查微氣候，必須對棲地本身的自然條件有所了解。

巴西研究發現，螢火蟲幼蟲受季節溫度影響，其出現的環境氣溫為 16~26 °C，相對溼度 70~95 %，但較為活躍的氣溫是 20~23 °C，相對溼度是 80 % (Viviani, 2001)。臺灣窗螢 (*Pyrocoelia analis Fabricius*) 的卵孵化率和幼蟲食物密度，也與氣溫和相對溼度呈正相關，為羽化成功率的關鍵因子 (何和黃，2003)；以屏東縣長治地區的臺灣窗螢而言，其不出現在氣溫 16 °C 和相對溼度 64 % 以下，同時還須滿足平均照度為 0.22 lux 和風速 0.7 m/s 以下的環境 (邱，2007)。針對黃緣螢的研究，則有學者發現，在氣溫 22~28 °C 下，幼蟲發育速率隨氣溫升高呈直線關係 (陳和歐陽，2017)，但主要仍受季節溫度影響，並藉由越冬以延續族群生活史 (Ho *et al.*, 2010)；成蟲則是偏好最高溫 26~32 °C 以下，相對溼度 81~92 % 的棲地環境 (王，2014)。


在自然環境中，螢火蟲成蟲的發光行為，多發生在照明強度 0.2 lux 以下 (Picchi *et al.*, 2013)，且照明波長會影響螢火蟲交配和受精卵的產生，視不同種類而定 (宮下，2011)。依據臺灣研究，當照明波長等於或低於 533 nm 時，黃緣螢成蟲的發光信號頻率會變低、強度變大；但當人工光源波長等於或高於 597 nm，黃緣螢成蟲即無顯著的行為變化 (Owens, 2016)。



1.2.3 棲地復育

棲地，被定義為能提供自然資源和環境條件，實現單一或特定物種生命過程的特定區域 (Hall *et al.*, 1997)。生態棲地在都市中的建構，是當今重要環境議題之一。隨著時代演進，全球各地都市向郊區擴張，以容納不斷增加的人口數量，成為唯一持續擴大的棲地 (Ellis & Ramankutty, 2008)。復育 (Restoration)，指為單一物種或物種群提供棲地，使其恢復生態族群 (Gilbert & Anderson, 1998)。首要目標便是確認物種，並考量各項因素，使棲地的狀態和資源達到預定的需求 (Miller & Hobbs, 2007)。然而，若棲地物種族群式微，除了藉人工營造適宜的棲地，還須取棲地附近的族群，經過人為培育後重新移入目標棲地，並持續追蹤該物種族群，期使達到穩定 (楊, 1998b)。總結而言，棲地復育是為彌補因為現代都市開發，被徹底劣化、破碎的天然環境區域，所作的生態補償。但受限於都市腹地大小及人為干擾，公園棲地的面積、形狀，物種多樣性、生態結構、可供遮蔽的微棲地、人為管理 (Gilbert, 2012)、營養能量的循環、食物鏈，以及因都市化改變的生態系統 (Adams, 2010)，便成為棲地營造成功與否的關鍵。當棲地達到穩定時，其物種豐度在自然災害來臨時的變化不大，因為棲地中健全的避難所可供物種躲藏，以保全其生命 (Chuang *et al.*, 2008)，但棲地為達到穩定狀態，至少需要四年至八年，物種才能達到最大豐富度 (Hansson *et al.*, 2005)。另外，棲地的邊緣常是光線、水分、氣溫和風速變化最劇烈的區域，當棲地呈現破碎、不規則，其邊緣和周圍環境之間的邊界長度增加，棲地微氣候即會顯著地改變，進而影響物種族群的變化 (Collinge, 1996)。以森林而言，森林邊緣的光線明顯高於森林內部，導致森林邊緣的溫度較高、相對濕度較低，風速也高於內部風速 (Harris, 1984)。

日本針對螢火蟲天然棲地的調查，發現多符合土地斜率小於 15 %，植被由闊葉林和落葉林組成，水深不大於 50 cm，流速小於 1.0 m/s，水域面積低於 5000 m² 的條件 (Kazama *et al.*, 2007)。而臺灣研究黃綠螢幼蟲的棲地，則指出其主要棲息在



泥質細沙，種植水芹菜 (*Oenanthe javanica*)、水稻 (*Oryza sativa*)、水芋 (*Colocasia esculenta*)、過溝菜蕨 (*Diplazium esculentum*) 等農作的淺水域 (何和姜, 1997)。水質和食物是影響黃緣螢復育成功與否的關鍵 (Fu *et al.*, 2006)，關於水質對於螢火蟲的影響，有日本學者提出，當水中溶氧介於 6.26~9.12 mg/L，pH 6.07~8.46 之間，會正面影響螢火蟲數量的多寡 (Takeda *et al.*, 2006)。臺灣調查則發現，黃緣螢幼蟲出現的水質平均導電度範圍為 149.18~820.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (許, 2008)；有實驗指出，而由於水中硝化作用會消耗氧氣造成水質酸化，因此當水質溶氧量等於或低於 4.5 mg/L 時，水中已有幼蟲呈現死亡狀態 (鄭, 2013)；外國研究亦發現，消毒汙水中的殘留氯為 0.19 mg/L 時，會造成水中生物死亡，包含水蚤(*Daphnia similis*) 和斑馬魚幼苗 (*Danio rerio*) (Da Costa *et al.*, 2014)。

1.2.4 螢火蟲復育案例

以物理棲息地評估方法構建螢火蟲溪流棲地

Construction of A Firefly Stream by Using a Physical Habitat Evaluation Method.

(Sekine *et al.*, 2007)

本研究場址位於日本山口縣榎野川中游，當地政府欲復育源氏螢 (*Luciola cruciata*) 棲地，利用棲息地適宜性標準 (HSC) 來判定榎野川中游現狀，是否能做為源氏螢復育棲地，判定結果不適合。於是藉由文獻資料，先了解螢火蟲棲地的組成：流速、水量、水質、水深、水路形狀、水路長度、護岸等棲地特徵，再沿榎野川設計一人工支流，並運用物理棲息地模擬 (PHABSIM)，針對此溪流的生境條件，提出支流改善工程和水流管理，後續追蹤中也發現源氏螢幼蟲的出現。

馬來西亞雪蘭莪河螢火蟲 (*Pteroptyx tener*) 族群監測

Monitoring the Population of the Firefly *Pteroptyx tener* along the Selangor River,

Malaysia for Conservation and Sustainable Ecotourism. (Khoo *et al.*, 2012)

馬來西亞雪蘭莪河沿岸生態旅遊發達，但也造成河川污染、上游取水和植被清理等汙染問題，使當地螢火蟲的數量減少，於是當地開始進行螢火蟲監測計畫。經過 2006 年 5 月至 2009 年 4 月的監測，比對當地降雨量、相對濕度、溫度、空氣品質，水質和鹽度等數據，發現第三年的高峰期數量，較前兩年高峰期為 6 月至 8 月低且廣，推論是降雨模式改變，或是與樹林共生的螢火蟲棲地減少所致，此結果促使當地政府採取行動保護沿岸植被。

澀水社區地景規劃與 C2C 建築設計

Se Shui Community Landscape Planning and C2C Design. (張，2011)

設計是生產、生活與生態的結合，以社區地景規劃來說，澀水社區的螢火蟲是當地的特色，其再現亦能作為環境指標。設計者提出以下幾點螢火蟲的保育規劃原則：由於螢火蟲保護區位於茶園和居民住家附近，故農家可改為種植有機茶，減少農藥對螢火蟲造成的傷害，並搭配地景和植栽做為緩衝區。社區住家改用黑色窗簾，降低光汙染對螢火蟲的影響；最後，也需限制觀光遊客人數，以維持保護區品質。

1.3 研究目的

由前述文獻可知，因臺灣無相關研究可供都市營造螢火蟲棲地工程參考，故本研究希望藉由水文、水質檢測，植栽、棲地微氣候調查，探討棲地營造和黃緣螢的關係。

第二章 理論與模式



2.1 選擇性比例 (Forage Ratio)

選擇性比例最初由 Savage 在 1931 年，以及 Williams 和 Marshall 在 1938 年提出，用於探討某物種對食物的偏愛程度，其後才被 Manly 等人稱作選擇指標 (selection index)，並運用在物種對某棲地的偏愛程度 (Kerbs, 1999)。

假設物種對某一種類棲地的選擇性為 w_i ，選擇某一棲地的物種數量佔總數量的比例為 o_i ，某一棲地佔全部棲地的比例為 p_i 。若 $w_i > 1$ 是偏愛， $w_i < 1$ 則是迴避，範圍介於 0 至 ∞ 。

$$w_i = \frac{o_i}{p_i} \quad (1)$$

將求得的各 w_i ，代入(2)式，求出物種選擇性標準化後的指標 B_i ，其中 n 為棲地類型數量。藉由標準化總和為 1 的比率，便能知道物種在各類型棲地的選擇程度。

$$B_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2)$$

上述計算皆假定調查的棲地資源皆完全被使用，因此不考慮 p_i 的誤差，即可進行卡方檢定 (G-test)。其中， X^2 為具(n-1)自由度的卡方值， u_i 為某一棲地的物種數量， U 為全部棲地的物種總隻數。

$$X^2 = 2 \sum_{i=1}^n [u_i \ln(\frac{u_i}{Up_i})] \quad (3)$$

當自由度 $df=n-1$ ， X^2 對應的 p 值 ≤ 0.05 ，物種對某棲地的偏愛或迴避是為顯著，而本研究取 p 值 ≤ 0.01 。

第三章 材料與方法



3.1 樣區背景

臺北市大安森林公園位於東經 121°32'08.0"、北緯 25°01'51.8"N，占地 25.93 公頃，海拔高度 7 公尺。「大安」源於「大灣」，意指大水池（簡，2012）。文獻記載，此區為大安庄龍安陂舊址，周遭皆為水田景觀（蔡和劉，2002）。日治時期日本人規劃都市計畫，將龍安陂劃為七號公園，作為都市綠色邊緣（何，1998）。

根據行政院農委會農業試驗所提供的黃緣螢標本，如圖 3-1~3-2。日治時期所稱的臺北州 (Taihoku) (朱，2013) 曾有黃緣螢記錄。在後人稱之為「中條道夫採集遊記」中，當時擔任臺北帝國大學理農學部助手的中條道夫，於 1933 年 4 月 11 日的筆記裡，記錄自己和妻子在臺北住家附近所，採集的螢火蟲標本，經鑑定為 *Luciola picta* E. Olivier，*picta* 應為 *ficta* 誤寫，可推論為黃緣螢學名。由整本筆記內容，中條先生於臺北州的採集範圍有：蟾蜍山、水源區、臺北植物園、士林、烏來和陽明山，其中烏來和陽明山的採集點，會標示為 Urai、Rimogan 和 Sozan，其餘皆以 Taihoku 標示。因此本研究對於龍安陂是否曾為黃緣螢棲息地，尚持保留態度。



圖 3-1、日治時期黃緣螢採集標本一。1917.07.22 楚南仁博 (Jinhaku Sonan) 採自臺北州 (Taihoku)。資料來源：行政院農業委員會農業試驗所昆蟲標本館，本研究拍攝。



圖 3-2、日治時期黃緣螢採集標本二。1935.05.05 中條道夫 (Michio Chujo) 採自臺北州 (Taihoku)。資料來源：行政院農業委員會農業試驗所昆蟲標本館，本研究拍攝。

1949 年國民政府遷臺，初期僅將臺灣視為反共據點，因此未有詳盡的都市計畫，荒蕪蒼涼的七號公園預定地，因而成為違章建築殘破散漫、軍民聚居的眷村社區。1980 年代後期，經過臺北市政府多次協調、拆遷和安置，最終決定以森林公園型式開闢七號公園。直至 1994 年，採開放式設計的大安森林公園才正式啟用 (黃, 1997)。2015 年 9 月，臺北市政府與大安森林之友基金會，參照長期調查結果，於大安森林公園露天音樂臺後方一水池位置，以螢火蟲復育作為目標，重新設計一人工生態棲地，作為黃緣螢復育樣區，如圖 3-3。

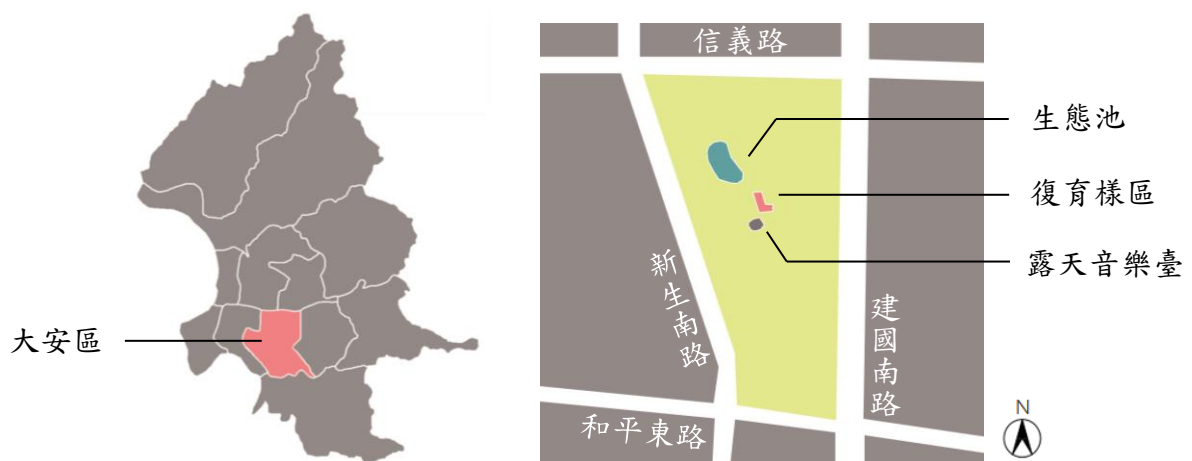


圖 3-3、大安森林公園黃緣螢復育樣區位置圖。左圖：大安區位於臺北市中心；右圖：復育樣區位於大安森林公園中心。

樣區分兩期施工，第一期樣區施工時間為 2015 年 9 月初至 11 月初，面積 375 m²，水域面積 170 m²，海拔高度 7 m，經過一年的觀察和紀錄，2016 年 8 月於南邊增建第二期樣區，施工時間為 2016 年 8 月中至 9 月中，棲地總面積達 2,555 m²，水域面積 480 m²，步道面積 262 m²，占總面積 10 % 海拔高度 8.2 m，由北至南地面斜率為 2 %，如表 3-1、圖 3-4。

表 3-1、樣區資料表

項目位置	施工時間	棲地總面積 (m ²)	水域面積 (m ²)	步道面積 (m ²)	海拔高度 (m)
一期樣區	2015 年 9 月中開工 2015 年 11 月初完工	375	170		7.0
二期樣區	2016 年 7 月初開工 2016 年 10 月初完工	2,555	480	262	8.2

資料來源：環藝工程顧問有限公司

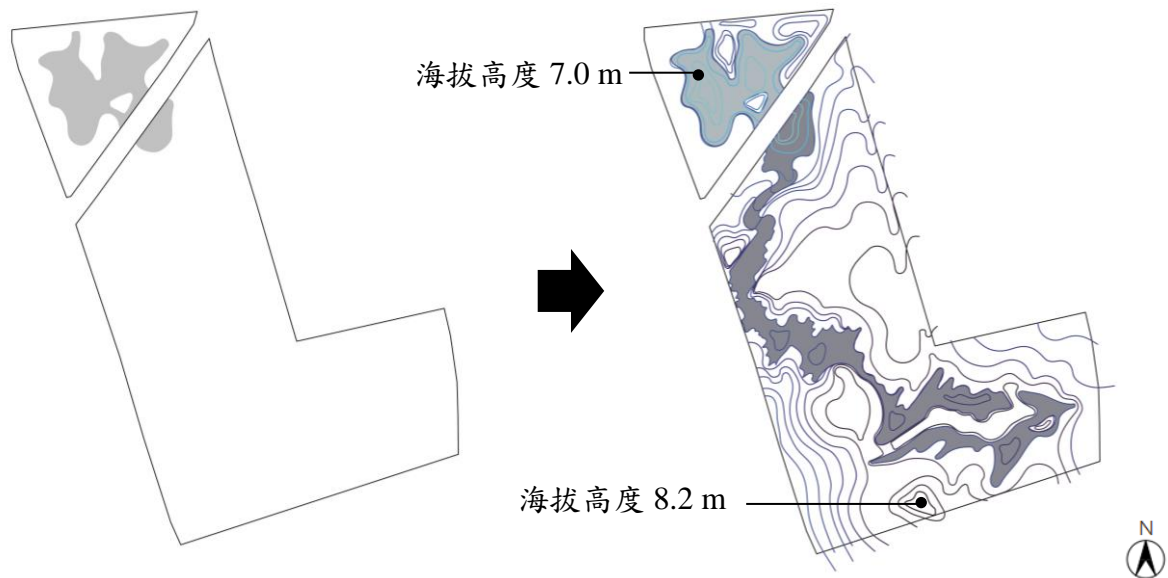


圖 3-4、樣區演變圖。左圖：一期樣區水域位置；右圖：二期樣區等高線圖，海拔高度由南邊 8.2 m 往北邊 7.0 m 遞減。資料來源：參照環藝工程顧問有限公司，大安森林公園生態池擴建工程景觀施工圖，本研究繪製。

樣區水源來自雨水和地下水補注，地下水高度位於地下深度 2.9~4.1 m，地下水井深度為 12 m。供水系統由三種工程構成：海綿道路、雨撲滿和供水泵浦，主要利用樣區海拔高度的落差，讓生態池水順勢由南往北流，為黃緣螢幼蟲棲息的水域提供一定水量。雨水由一期海綿道路工程，滲入道路工程下方的雨撲滿，再由一期的供水泵浦，抽水至一期入水口及二期雨撲滿，二期雨撲滿容量達 30 噸，其供水泵浦再由此抽水入二期生態池，全區入水時間由鈦碼計時器控制，達到有效儲存雨水和供應乾淨水的目的，如圖 3-5。

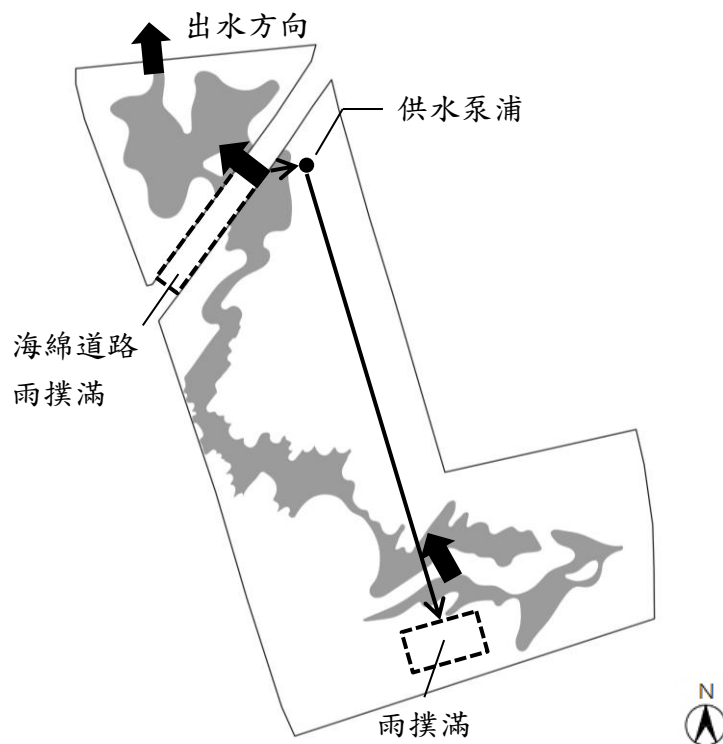


圖 3-5、水質調查樣點和供水系統圖。供水系統：海綿道路、雨撲滿和供水泵浦。地勢由南往北下降，出水方向在樣區北邊。資料來源：參照環藝工程顧問有限公司，大安森林公園生態池擴建工程景觀施工圖，本研究繪製。

樣區植被設計，以保留棲地上原有喬木為主，搭配不同類型的新植植栽，經調查後分別為禾本科植物 1 種、水生植物 6 種、草本植物 22 種、喬木植物 14 種、灌木植物 13 種，共 56 種植物，如表 3-2、圖 3-6。

表 3-2、樣區植栽表

	植物名稱	學名
禾本科植物	桂竹	<i>Phyllostachys bambusoides</i>
水生植物	三儉草	<i>Rhynchospora corymbosa</i>
	大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>
	水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i>
	針蘭	<i>Eleocharis congesta</i>
	臺灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>
	燈芯草	<i>Juncus effusus</i>
草本植物	山月桃	<i>Alpinia zerumbet</i>
	文珠蘭	<i>Crinum asiaticum</i>
	水蕨	<i>Ceratopteris thalictroides</i>
	仙茅	<i>Curculigo orchioides Gaertn.</i>
	射干	<i>Belamcanda chinensis</i>
	桔梗蘭	<i>Dianella ensifolia</i>
	高士佛澤蘭	<i>Eupatorium clematideum</i>
	細葉麥門冬	<i>Liriope minor</i>
	野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>
	過長沙	<i>Bacopa monnieri</i>
	過溝菜蕨	<i>Diplazium esculentum</i>
	尾葉實蕨	<i>Bolbitis heteroclita</i>
	臺灣山菊	<i>Farfugium japonicum</i>
	臺灣姑婆芋	<i>Alocasia cucullata</i>
	臺灣馬蘭	<i>Aster taiwanensis</i>
	輪傘莎草	<i>Cyperus involucratus</i>
	龍船花	<i>Clerodendrum kaempferi</i>
	文珠蘭	<i>Crinum asiaticum</i>
	水蕨	<i>Ceratopteris thalictroides</i>
	仙茅	<i>Curculigo orchioides Gaertn.</i>
	射干	<i>Belamcanda chinensis</i>
	桔梗蘭	<i>Dianella ensifolia</i>

(續下頁)

表 3-2、樣區植栽表 (續)

植物種類	中文名稱	學名
灌木植物	九節木	<i>Psychotria rubra</i>
	山黃梔	<i>Gardenia jasminoides</i>
	有骨消	<i>Sambucus chinensis</i>
	方莖金絲桃	<i>Hypericum subalatum</i>
	田代氏石斑木	<i>Rhaphiolepis indica</i>
	金平氏冬青	<i>Ilex maximowicziana</i>
	厚葉石斑木	<i>Rhaphiolepis indica</i>
	琉球黃揚	<i>Buxus liukiensis</i>
	臺灣山桂花	<i>Maesa japonica</i>
	臺灣金絲桃	<i>Hypericum formosanum</i>
	臺灣野牡丹藤	<i>Medinilla formosana</i>
	臺灣溲疏	<i>Deutzia taiwanensis</i>
	臺灣糯米條	<i>Abelia chinensis</i>
喬木植物	大花紫薇	<i>Lagerstroemia speciosa</i>
	大葉鞍	<i>Eucalyptus robusta</i>
	水社柳	<i>Salix kusanoi</i>
	水柳	<i>Salix warburgii</i>
	水黃皮	<i>Pongamia pinnata</i>
	芒果樹	<i>Mangifera indica</i>
	肯氏南洋杉	<i>Araucaria cunninghamii</i>
	阿勃勒	<i>Cassia fistula</i>
	風箱樹	<i>Cephalanthus naucleoides</i>
	榕樹	<i>Ficus microcarpa</i>
	樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i>
	蓮霧	<i>Syzygium samarangense</i>
	穗花棋盤腳	<i>Barringtonia racemosa</i>
大花紫薇	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	

資料來源：環藝工程顧問有限公司，大安森林公園生態池擴建工程景觀施工圖，本研究整理。

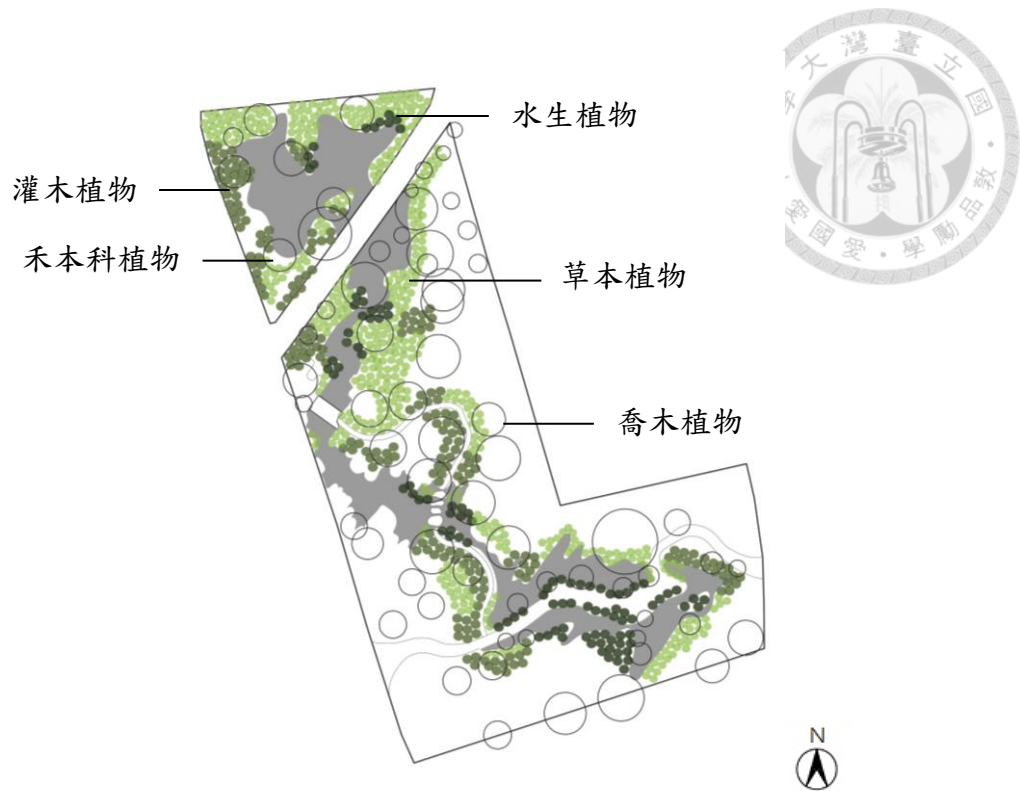


圖 3-6、植栽分布圖。保留棲地上原有大型喬木，在水域周邊種植水生植物，再以草本植物和灌木植物混植圍塑棲地水域。資料來源：參照環藝工程顧問有限公司，大安森林公園生態池擴建工程景觀施工圖，本研究繪製。

復育團隊為了降低人工光源對黃緣螢的干擾，同時又能保留公園死角的安全性，特別於 2016 年一期樣區施工時，於樣區周遭設置五座高度 4 m、波長 590 nm 的夜間路燈，如圖 3-7。此外，考量黃緣螢取自外地會影響本地基因庫，致使數量減少 (山野井等，2015)，黃緣螢幼蟲取自臺大昆蟲系和臺北市立動物園，種源分別是永建生態園區和動物園後山。在志工教導下由市民參與野放，野放位置共七個點，如圖 3-8~圖 3-9。

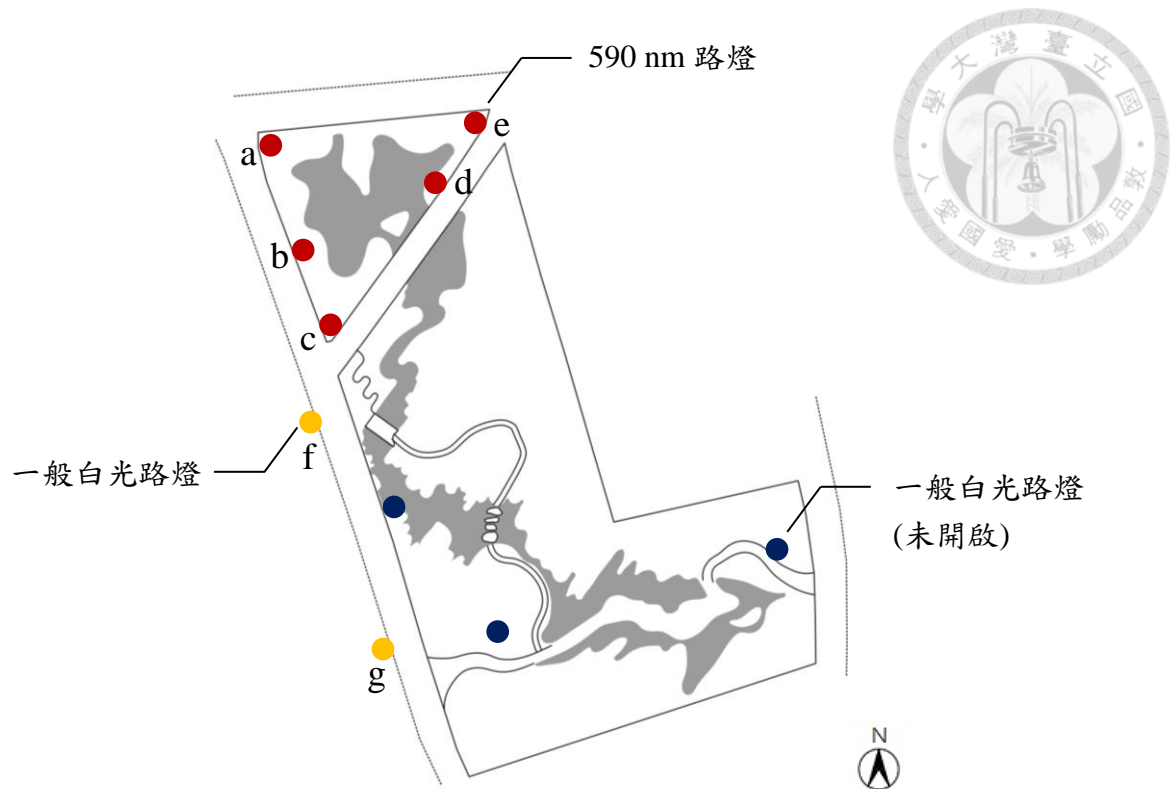


圖 3-7、道路路燈位置圖。五座 590 nm 路燈設置於一期樣區周遭，編號 a ~ e；二期樣區周圍一般白光路燈編號 f、g，樣區內的一般白光路燈，於調查時間內皆未開啟。資料來源：參照環藝工程顧問有限公司，大安森林公園生態池擴建工程景觀施工圖，本研究繪製。

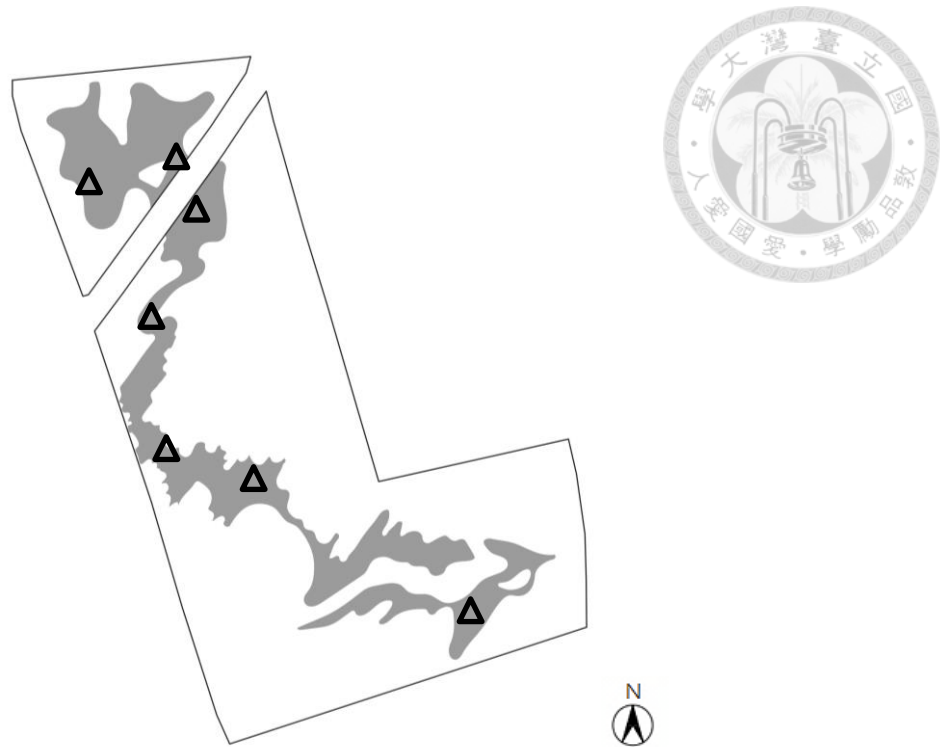


圖 3-8、黃緣螢幼蟲野放位置圖。▲為野放位置點。資料來源：臺灣大學昆蟲學系昆蟲保育研究室。



圖 3-9、即將野放之黃緣螢幼蟲



3.2 野外調查

3.2.1 黃緣螢成蟲調查

本研究以穿越線調查法調查黃緣螢成蟲數量，時間為 2016 年 5 月至 2017 年 8 月，其中 2016 年 6、7 月未調查；調查期間有五次颱風紀錄，如表 3-3。

表 3-3、颱風累積雨量紀錄表

雨量累積結束日期	颱風名稱	臺北測站警報期間總雨量 (mm)
2016/09/15	莫蘭蒂	21.3
2016/09/18	馬勒卡	190.5
2016/09/28	梅姬	93.0
2016/10/06	艾利	15.2
2017/07/30	尼莎	43.6

資料來源：颱風資料庫，臺北測站。

成蟲調查為每周一次的夜間調查，選擇無雨的夜晚，於日落後連同微氣候因子一併調查。調查方法始於穿越線起點，依固定方向等速前進巡視樣區，並紀錄成蟲隻數、出現以及停留位置。調查路線如圖 3-10。

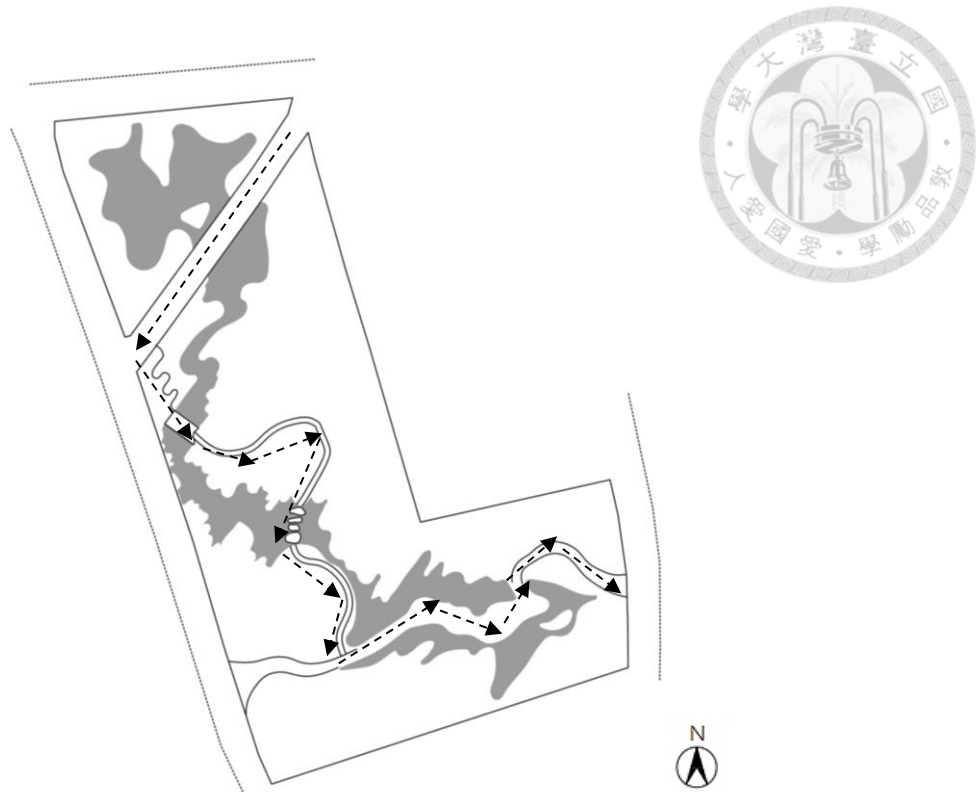


圖 3-10、穿越線調查路線圖。調查路線始於一期樣區海綿道路，終於二期樣區。

3.2.2 棲地調查

生態池池水調查時間為 2016 年 4 月至 2017 年 6 月，其中 2016 年 6 月未調查，為每月月中一次，上午 9:00 至 10:00 的日間調查。調查方法以攜帶式儀器做現場檢測，項目有四項：電導度 (Electric conductivity, EC)、溶氧 (Dissolved oxygen, DO)、pH 和水溫；並於當日採集池水水樣，回實驗室做水質實驗分析，項目有六項：分別為自由有效餘氯、總磷、正磷酸鹽、氨氮、硝酸鹽氮和懸浮固體物，所有項目均依照行政院環保署環境檢驗所公告的檢驗方法進行檢測，如表 3-4；調查樣點共七個，如表 3-5、圖 3-11；而調查實景則如圖 3-12。



表 3-4、水質調查項目表

檢測項目	單位	分析方法
電導度 (EC)	μS/cm	攜帶式儀器 (WTW Cond-315i) 現場量測
溶氧 (DO)	mg/L	攜帶式溶氧計 (WTW Oxi-315i) 現場量測
pH		攜帶式 pH 計 (suntex TS-130) 現場量測
水溫 (°C)	°C	攜帶式 pH 計 (suntex TS-130) 現場量測
自由有效餘氯	mg/L	分光光度計法 (NIEA W408.51A) 分析
總磷 (TP)	mg/L	分光光度計/維生素丙法 (NIEA W427.53B) 分析
正磷酸鹽 (PO ₄ -P)	mg/L	分光光度計/維生素丙法 (NIEA W427.53B) 分析
氨氮 (NH ₄ -N)	mg/L	納氏比色法 (NIEA W416.50A) 分析
硝酸鹽氮 (NO ₃ -N)	mg/L	馬錢子比色法 (NIEA W417.50A) 分析
懸浮固體物 (SS)	mg/L	103°C ~105°C 乾燥法 (NIEA W427.53B) 分析

表 3-5、水質調查樣點表

樣點	樣點敘述
1	一期樣區入水口
2	二期樣區入水口
3	二期樣區曝氣管區
4	二期樣區石塊跌水區
5	一、二期樣區池水交接處
6	一期樣區池水
7	一期樣區出水口

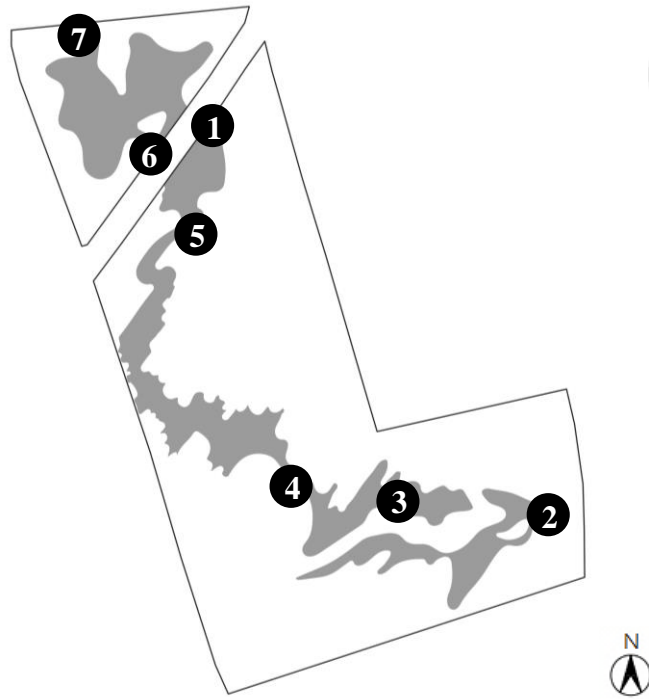


圖 3-11、水質調查樣點和供水系統圖



圖 3-12、調查實景一。於一期樣區海綿道路上，以攜帶型儀器檢測水質電導度、溶氧、pH 和水溫。



3.2.3 微氣候調查

微氣候調查時間是 2016 年 5 月至 2017 年 8 月，其中 2016 年 6 月和 7 月未調查。調查項目是氣溫、相對溼度、風速和照度，均以攜帶式儀器現場計測，如表 3-6。調查方式為每週擇一無雨的夜晚量測，繞行黃緣螢復育樣區兩次，日落時一次，日落後半小時一次。2016 年 9 月二期樣區完工後，調查樣點從十五個增至二十二個，如表 3-7、圖 3-13，調查實景則如圖 3-14。

表 3-6、微氣候調查項目表

檢測項目	單位	分析方法
氣溫	°C	攜帶式氣溫計 Lutron (AM4202) 現場量測
相對溼度	%	攜帶式溼度計 Lutron (AM-4205A) 現場量測
風速	m/s	攜帶式風速計 Lutron (AM-4205A) 現場量測
照度	lux	攜帶式光照計 Lutron (LX-1102) 現場量測

表 3-7、微氣候調查樣點表

樣點	樣點敘述	樣點	樣點敘述
A	草溝	L	野薑花叢
B	草溝	M	橋邊
C	590 nm 路燈	N	一般白光路燈
D	道路旁	O	二期樣區入口處
E	出水口	P	大安水蓼衣灌木叢
F	山桂花灌木叢	Q	射干灌木叢
G	水柳	R	金絲桃灌木叢
H	590 nm 路燈	S	臺灣欒樹
I	榕樹	T	榕樹
J	入水口	U	榕樹
K	水柳	V	肯氏南洋杉

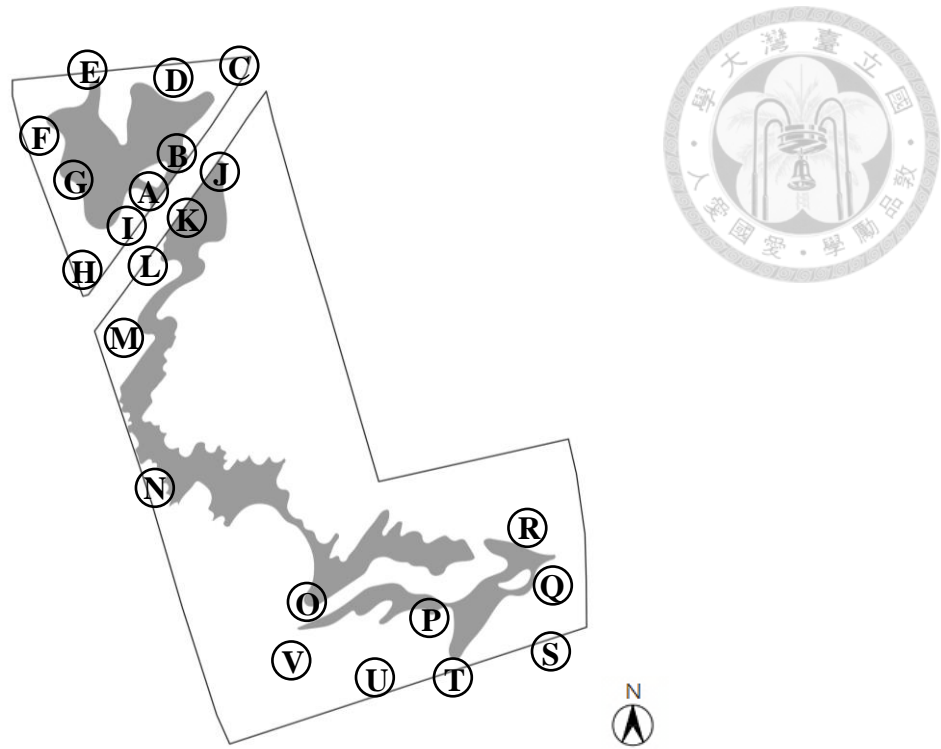


圖 3-13、微氣候調查樣點圖



圖 3-14、調查實景二。以攜帶型儀器於當日日落時間進行微氣候調查。



第四章 結果與討論

4.1 黃緣螢成蟲調查結果

黃緣螢成蟲調查，始於 2016 年 5 月 9 日至 2017 年 8 月 16 日，其中 2016 年 6 月至 2016 年 7 月未調查，調查結果以月份為單位，如圖 4-1。由調查可知，黃緣螢在大安復育樣區的發生期為 3 月至 11 月，與南投縣集集地區黃緣螢的成蟲期略為不同 (Ho *et al* , 2010)，2017 年觀察到第一隻黃緣螢的日期為 3 月 23 日，並以 5 月的 130 隻為高峰期。此外，2016 年 9 月和 2017 年 7 月有颱風襲臺紀錄，但當月份仍有黃緣螢成蟲出現，推論颱風對此樣區黃緣螢成蟲羽化的影響，較不明顯。

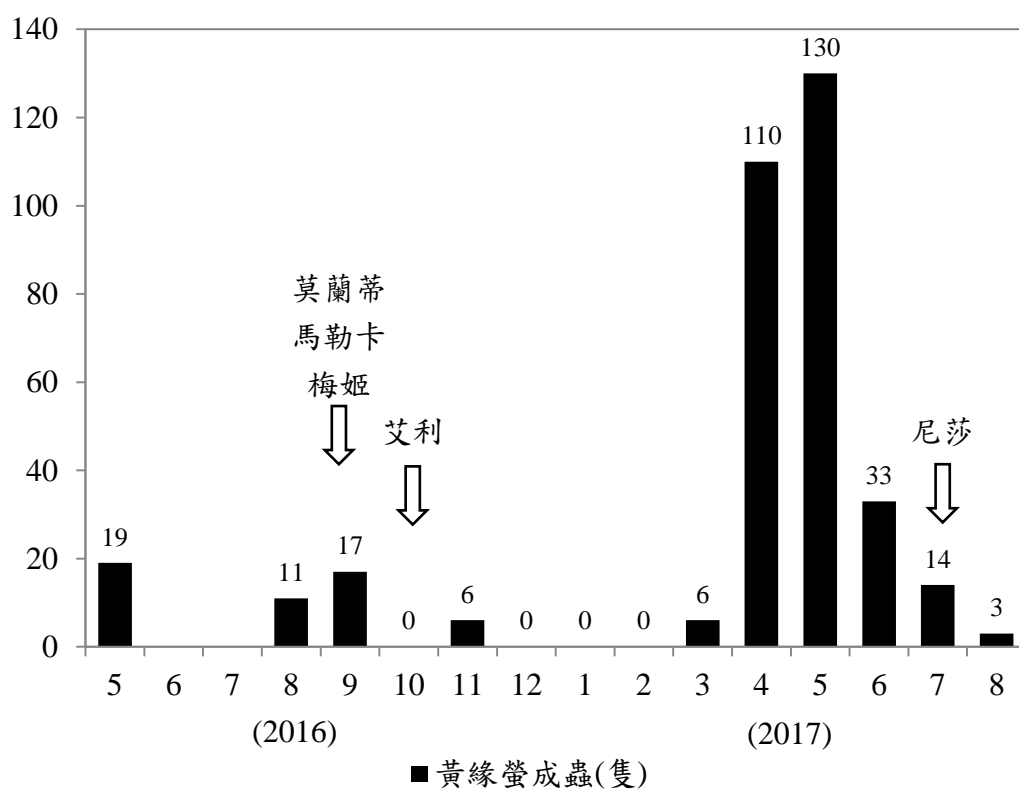


圖 4-1、黃緣螢成蟲調查結果



4.2 棲地調查結果

水文調查中，各樣點水深皆小於 50 cm，如表 4-1；樣區水域周長為 385 m，水域面積從一期 170 m²，擴增至二期 480 m²，地表斜率為 2%，平均水深為 20.55±6.84 cm，皆符合日本學者針對螢火蟲自然棲地條件，所提出的理論 (Kazama *et al.*, 2007)。水力停留時間 (Hydraulic retention time, HRT) 為 1.59 天，會隨水質結果調整，如表 4-2、圖 4-2。

表 4-1、各樣點水深表

樣點	水深 (cm)	樣點	水深 (cm)	樣點	水深 (cm)
1	23.00	12	23.00	23	21.00
2	24.00	13	11.00	24	13.00
3	20.00	14	26.00	25	20.00
4	17.00	15	13.00	26	17.00
5	24.00	16	25.00	27	25.00
6	26.00	17	17.00	28	23.00
7	17.00	18	21.00	29	25.00
8	29.00	19	8.00	30	29.00
9	25.00	20	29.00	31	20.00
10	6.00	21	33.00		
11	3.00	22	24.00	平均水深	20.55±6.84

表 4-2、水文調查結果表

管徑 (m ²)	流速 (m/s)	水域 面積 (m ²)	平均 水深 (m)	水域 體積 (m)	HRT (day)
0.055	0.6 (一期) 2.0 (二期)	480.0	0.2255	92.88	1.59

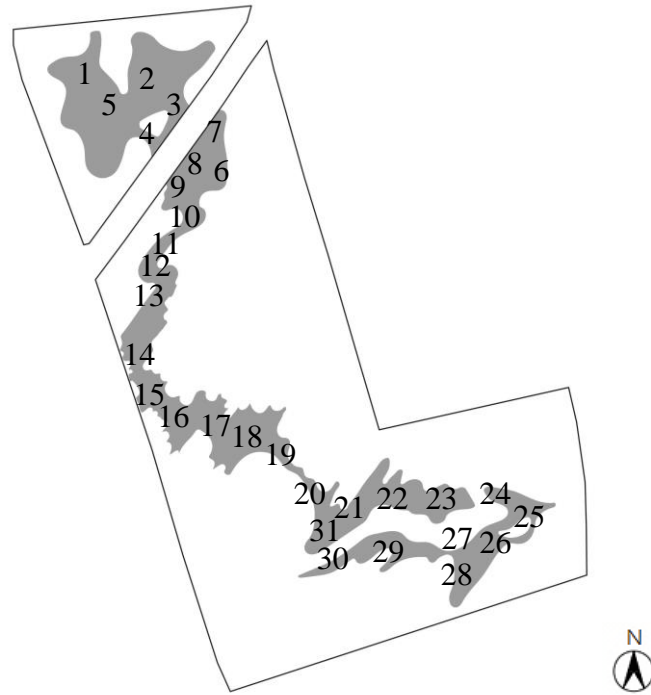


圖 4-2、水深調查樣點

水質調查如表 4-3，結果顯示全年度平均溶氧為 4.95 ± 1.72 mg/L，符合水質溶氧必須控制在 4.5 mg/L 以上 (鄭, 2013)，而 2016 年 11 月至 2017 年 2 月水中溶氧較高，推論是冬季水中生物活動力下降所致。此外，2017 年 5 月觀察到的黃綠螢隻數為 130 隻，溶氧 6.16 ± 0.10 mg/L，pH 6.72 ± 0.40 ，與日本學者認為水質落於 pH 6.07~8.46，溶氧 6.26~9.12 mg/L 之間，會正面影響黃綠螢數量多寡的理論相符 (Takeda *et al.*, 2006)。其他水質平均如總磷 0.21 ± 0.04 mg/L、正磷 0.19 ± 0.03 mg/L、硝酸鹽氮 0.14 ± 0.08 mg/L 和氨氮 0.09 ± 0.13 mg/L，則會影響水力停留時間基本 1.59 天的調整。自由餘氯濃度在 2017 年 1、2 月有高於 1 mg/L 之值，超過水中生物的容忍範圍 (Da Costa *et al.*, 2014)，經詢問得知工作人員以自來水源澆灌植栽，改善後濃度明顯下降。針對上述結果，大安樣區的生態池營造，可繼續作為幼蟲生長棲地；唯溶氧部分在季節氣溫升高期間須常注意，可藉增加曝氣或跌水設計，維持 4.5 mg/L 以上的濃度。

表 4-3、水質檢測結果表

項目	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽氮 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)	黃綠 螢 (隻)
2016/04	462.67 \pm 3.40	2.38 \pm 0.28	7.45 \pm 0.07	24.77 \pm 0.42	--	0.18 \pm 0.00	--	0.16 \pm 0.00	--	--	--
2016/05	508.50 \pm 1.50	2.79 \pm 0.24	7.42 \pm 0.00	25.10 \pm 0.00	--	--	--	--	--	--	19
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	489.67 \pm 6.13	5.53 \pm 1.25	7.49 \pm 0.08	25.20 \pm 0.78	0.24 \pm 0.00	0.23 \pm 0.00	0.08 \pm 0.00	0.33 \pm 0.07	--	4.17 \pm 2.38	--
2016/08	538.00 \pm 29.81	3.67 \pm 0.39	7.26 \pm 0.06	28.50 \pm 1.28	0.24 \pm 0.02	0.19 \pm 0.01	0.12 \pm 0.04	0.05 \pm 0.01	--	13.06 \pm 9.60	11
2016/09	547.14 \pm 14.27	4.94 \pm 0.77	8.13 \pm 0.14	26.49 \pm 0.23	0.21 \pm 0.02	0.17 \pm 0.01	0.06 \pm 0.03	0.03 \pm 0.01	0.18 \pm 0.09	8.05 \pm 6.25	17
2016/10	529.14 \pm 2.47	3.54 \pm 1.94	7.08 \pm 0.13	25.20 \pm 0.60	0.20 \pm 0.03	0.19 \pm 0.03	0.18 \pm 0.02	0.08 \pm 0.04	0.24 \pm 0.09	15.75 \pm 9.98	0
2016/11	531.57 \pm 4.20	5.71 \pm 3.11	6.91 \pm 0.38	23.07 \pm 0.93	0.24 \pm 0.01	0.21 \pm 0.01	0.27 \pm 0.05	0.09 \pm 0.06	0.10 \pm 0.07	11.18 \pm 7.66	6
2016/12	532.43 \pm 3.66	6.70 \pm 1.60	7.01 \pm 0.14	22.40 \pm 0.56	0.22 \pm 0.01	0.20 \pm 0.01	0.08 \pm 0.01	0.12 \pm 0.05	0.06 \pm 0.01	8.11 \pm 5.29	0
2017/01	530.00 \pm 1.69	5.23 \pm 0.76	7.22 \pm 0.15	18.96 \pm 0.89	0.22 \pm 0.05	0.16 \pm 0.06	0.07 \pm 0.03	0.09 \pm 0.02	0.77 \pm 0.37	25.21 \pm 15.85	0
2017/02	531.14 \pm 3.14	5.53 \pm 0.76	7.52 \pm 0.08	20.33 \pm 1.22	0.25 \pm 0.05	0.19 \pm 0.03	0.08 \pm 0.06	0.01 \pm 0.01	0.41 \pm 0.44	12.75 \pm 16.68	0
2017/03	526.71 \pm 5.92	4.99 \pm 1.11	6.42 \pm 0.37	22.19 \pm 0.70	0.16 \pm 0.05	0.19 \pm 0.02	0.12 \pm 0.03	0.03 \pm 0.02	0.18 \pm 0.16	11.71 \pm 15.13	6
2017/04	518.71 \pm 2.49	4.36 \pm 0.85	5.58 \pm 0.05	22.00 \pm 0.69	0.19 \pm 0.02	0.18 \pm 0.02	0.09 \pm 0.05	0.06 \pm 0.03	N.D.	5.36 \pm 3.29	110
2017/05	485.00 \pm 11.14	6.16 \pm 0.10	6.72 \pm 0.40	23.30 \pm 0.21	0.21 \pm 0.01	0.18 \pm 0.02	0.20 \pm 0.06	0.08 \pm 0.07	N.D.	7.57 \pm 3.67	130
2017/06	430.86 \pm 28.93	4.36 \pm 0.58	6.92 \pm 0.50	25.00 \pm 0.33	0.21 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02	0.21 \pm 0.03	0.11 \pm 0.02	N.D.	15.68 \pm 10.38	33
平均	513.91 \pm 34.48	4.95 \pm 1.72	7.01 \pm 0.66	23.31 \pm 2.44	0.21 \pm 0.04	0.19 \pm 0.03	0.14 \pm 0.08	0.09 \pm 0.07	0.2 \pm 0.3	11.86 \pm 11.69	--

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

大安樣區植栽調查中，以大安水蓼衣和野薑花繁衍快，需要人為管理清除，與臺中市鑷村黃緣螢復育樣區情形相同（鄭，2013）。調查發現，黃緣螢成蟲停棲的植物種類，主要以草本植物為主，其中又以水生植物大安水蓼衣，和草本植物野薑花佔多數，如表 4-4。

表 4-4、黃緣螢停棲植物種類表

植物種類	中文名稱	株高(cm)	黃緣螢(隻)
水生植物	大安水蓼衣*	100	69
	水毛花*	100~120	14
	燈芯草*	100~110	11
	三儉草*	100~110	1
黃緣螢(總隻數)			95
草本植物	野薑花**	150~170	53
	細葉麥門冬**	25	17
	桔梗蘭**	80	14
	射干**	120	12
	尾葉實蕨**	20	11
	過溝菜蕨**	25	11
	山月桃**	80	10
	高士佛澤蘭***	75	6
	輪傘莎草**	95	5
	文珠蘭**	60	5
	姑婆芋***	75	4
	過長沙**	40	3
黃緣螢(總隻數)			151
木本植物	(灌木)		
	厚葉石班木***	75	6
	臺灣金絲桃**	110	4
	琉球黃楊***	95	2
	方莖金絲桃***	70	1
	(喬木)		
水柳/水社柳***	370	1	
黃緣螢(總隻數)			14

* 挺水, **水邊, ***陸地

本研究未調查人工照明對黃緣螢影響，測量黃緣螢成蟲和路燈最短的直線距離，得到結果如表 4-5。a~e 為波長 590 nm 路燈，f、g 為一般白光路燈。在波長 590 nm 的照明環境，距離路燈 0~5 m 的區間，可觀察到黃緣螢成蟲，5~10 m 區間增加至 109 隻，590 nm 路燈的範圍共記錄到 204 隻；而在一般白光照明的環境裡，則共有 145 隻成蟲，在距離路燈 0~5 m 和 5~10 m 的區間，成蟲僅各為 5 隻，且無明顯行為變化，直至距離 15 m 以上，數量才增至 125 隻。由上述結果推論，相比於一般白光路燈，590 nm 路燈對黃緣螢成蟲分布的影響較低，但其照明強度仍有影響，與研究指出黃緣螢對於照明波長有所反應的結果相似 (Owens, 2016)。

表 4-5、黃緣螢成蟲與路燈距離表

路燈編號		黃緣螢成蟲距離路燈(隻)			
		0~5(m)	5~10(m)	10~15(m)	15~(m)
590 nm 路燈	a	0	0	1	0
	b	9	21	28	0
	c	0	43	21	0
	d	14	45	18	4
	e	0	0	0	0
黃緣螢(總隻數)		23	109	68	4
一般白光 路燈	f	5	5	7	10
	g	0	0	3	115
黃緣螢(總隻數)		5	5	10	125



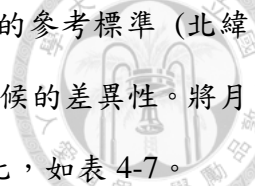
4.3 微氣候調查結果

樣區微氣候調查始於 2016 年 5 月 9 日，終於 2017 年 8 月 16 日；其中，2016 年 6 月和 7 月未調查，月平均結果如表 4-6。以 2017 年 5 月黃綠螢高峰期，平均氣溫 24.60 ± 1.54 °C，平均相對溼度 85.80 ± 6.99 % 而言，較巴西學者觀察螢火蟲活躍的氣溫為 20~23 °C，和相對溼度 80 % 的範圍稍高出一些 (Viviani, 2001)。另外，2017 年 4 月之後所測得的平均照度皆趨近於 1 lux，推論因氣溫上升，樣區內植被快速生長，致使照度下降。

表 4-6、微氣候月平均結果表

月份	平均氣溫 (°C)	平均相對溼度 (%)	平均風速 (m/s)	平均照度 (lux)	黃綠螢 (隻)
2016/05	24.40±0.50	93.87±3.77	0.22±0.22	4.49±1.67	19
2016/06	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--
2016/08	28.78±1.80	72.03±2.53	0.14±0.05	6.67±0.56	11
2016/09	27.44±1.01	89.62±4.22	0.15±0.13	7.07±0.38	17
2016/10	25.92±1.98	84.55±7.18	0.68±0.08	5.22±0.67	0
2016/11	23.01±3.24	84.76±7.64	0.11±0.08	4.23±0.42	6
2016/12	17.63±2.73	90.44±3.69	0.08±0.02	4.33±0.08	0
2017/01	18.23±1.57	85.06±4.00	0.05±0.04	4.50±0.00	0
2017/02	20.49±0.04	77.82±11.88	0.17±0.02	4.83±0.33	0
2017/03	17.29±3.93	79.83±6.51	0.16±0.14	5.17±0.98	6
2017/04	24.72±2.74	79.56±8.81	0.08±0.05	2.74±1.28	110
2017/05	24.60±1.54	85.80±6.99	0.21±0.33	1.55±0.18	130
2017/06	29.00±1.74	82.71±8.78	0.07±0.08	1.43±0.13	33
2017/07	27.63±1.66	86.47±8.71	0.00±0.00	1.28±0.13	14
2017/08	29.18±2.17	81.53±10.35	0.27±0.35	1.61±0.17	3

n=22, --未調查，平均值±標準差



本研究以樣區附近的臺北市新生國小測站，作為都市氣候的參考標準（北緯 25°01'46.8"N，東經 121°31'59.8"E），藉以比對都市氣候和樣區氣候的差異性。將月平均微氣候，與國小測站月平均氣候數據相比，求出相差百分比，如表 4-7。

自 2016 年 12 月至 2017 年 3 月，氣溫相差比約 1~2 % 的結果可知，當氣溫 20 °C 左右時，都市和樣區差異性不大。由於氣溫變化會影響相對濕度，當氣溫低於 20 °C，都市相對溼度 80 % 以上，樣區相對濕度和都市的差異性約為 5 %。都市和樣區之間的風速結果，沒有明顯差異；照度部分，從 2016 年 5 月至 2017 年 8 月，兩者之間的相差比有增加趨勢，以 2016 年 8 月和 2017 年 8 月相比較，照度相差比增加 16 %，且根據 2017 年 2 月至 8 月所測得的結果，照度相差比逐漸趨於穩定，皆為 90 % 左右，推論植被生長的關係，造成樣區的平均照度下降，。

表 4-7、氣候相差百分比表

項目 月份	都市	樣區	氣溫	相對	都市	樣區	相對	都市	風速	樣區	風速	風速	當夜	樣區	照度	照度
	氣溫 (°C)	平均 氣溫 (°C)	相差比 (%)	濕度 (%)	相對 濕度 (%)	相對 濕度 (%)	濕度 (%)	(m/s)	(m/s)	平均 風速 (m/s)	相差比 (%)	(lux)	(lux)	平均 照度 (lux)	相差比 (%)	
2016/05	25.63	24.49	4.46%	86.00	93.89	-9.17%	0.43	0.25	42.31%	19.33	4.49	76.78%	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	29.60	28.80	2.70%	63.50	72.03	-13.43%	2.00	0.14	93.06%	25.00	6.67	73.33%	25.00	6.67	73.33%	73.33%
2016/09	28.13	27.44	2.45%	82.67	92.60	-12.02%	1.00	0.15	85.00%	39.33	7.07	82.02%	39.33	7.07	82.02%	82.02%
2016/10	26.63	25.94	2.58%	78.00	84.69	-8.57%	1.78	0.18	90.06%	29.25	5.22	82.15%	29.25	5.22	82.15%	82.15%
2016/11	24.10	23.03	4.44%	76.33	84.76	-11.04%	1.03	0.02	97.80%	29.00	4.37	84.95%	29.00	4.37	84.95%	84.95%
2016/12	17.90	17.63	1.50%	85.33	90.44	-5.99%	1.03	0.09	91.20%	27.00	4.33	83.95%	27.00	4.33	83.95%	83.95%
2017/01	18.55	18.23	1.74%	83.00	86.95	-4.76%	1.35	0.01	99.33%	27.50	3.82	86.12%	27.50	3.82	86.12%	86.12%
2017/02	20.95	20.48	2.27%	67.00	78.00	-16.42%	0.65	0.17	74.13%	47.30	5.16	89.09%	47.30	5.16	89.09%	89.09%
2017/03	17.75	17.29	2.59%	73.00	79.83	-9.36%	1.00	0.16	83.64%	47.14	5.17	89.03%	47.14	5.17	89.03%	89.03%
2017/04	25.93	24.95	3.77%	71.50	79.56	-11.27%	1.58	0.08	94.73%	24.88	2.74	88.99%	24.88	2.74	88.99%	88.99%
2017/05	25.63	24.55	4.21%	77.25	85.80	-11.06%	0.65	0.21	67.13%	15.09	1.55	89.70%	15.09	1.55	89.70%	89.70%
2017/06	31.03	29.00	6.52%	70.75	82.71	-16.91%	1.45	0.07	95.37%	14.02	1.43	89.77%	14.02	1.43	89.77%	89.77%
2017/07	30.45	27.63	9.26%	71.25	86.47	-21.37%	0.45	0.00	99.97%	15.68	1.26	91.93%	15.68	1.26	91.93%	91.93%
2017/08	31.07	29.88	3.81%	71.67	77.82	-8.59%	1.33	0.48	63.83%	16.31	1.64	89.92%	16.31	1.64	89.92%	89.92%

n=22, --未調查



4.4 選擇性比例結果

為更深入了解黃緣螢成蟲偏愛的微氣候環境，將測得的微氣候數據透過 Surfer 軟體繪製成等高線圖，結合調查所記錄的黃緣螢成蟲位置，得到成蟲於樣區的微氣候分布圖，再利用選擇性比例，將微氣候因子各自劃分為氣溫八種類型、相對溼度七種類型、風速七種類型和照度四種類型，求得黃緣螢在微氣候因子裡各自偏愛的範圍，如表 4-8~表 4-11。

表 4-8、黃緣螢對氣溫的選擇結果

月份	氣溫 (°C)								總數 (隻)	X ²
	16~18	18~20	20~22	22~24	24~26	26~28	28~30	30~32		
2016/05	0	0	3**	9**	7**	0	0	0	19	40.5
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	0	0	0	0	0	3**	0	8**	11	32.8
2016/09	0	0	0	0	0	10**	7**	0	17	47.6
2016/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2016/11	0	0	0	0	5**	1**	0	0	6	19.5
2016/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/01	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.0
2017/02	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.0
2017/03	0	2	0	2	2	0	0	0	6	11.7
2017/04	0	0	8	49**	4	32**	17**	0	110	167.2
2017/05	0	0	11	3	58**	58**	0	0	130	276.4
2017/06	0	0	0	0	0	6**	15**	12**	33	68.8
2017/07	0	0	0	0	6**	2**	5**	1	14	24.7
2017/08	0	0	0	0	0	0	0	3	3	12.4

n=8, --未調查, *p<.05, **p<.01 (極顯著差異)

表 4-9、黃緣螢對相對溼度的選擇結果

月份	相對濕度 (%)							總數 (隻)	X ²
	65~70	70~75	75~80	80~85	85~90	90~95	95~100		
2016/05	0	0	5**	0	0	8**	6**	19	32.9
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	3**	8**	0	0	0	0	0	11	33.8
2016/09	0	0	0	5**	0	12**	0	17	45.5
2016/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2016/11	0	5**	0	0	0	1**	0	6	17.9
2016/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/03	0	0	0	4*	2*	0	0	6	15.71
2017/04	1	20**	1	34**	13	41**	0	110	124.8
2017/05	0	0	32**	44**	38**	16**	0	130	160.3
2017/06	0	13**	2	12**	0	0	6**	33	48.2
2017/07	0	4**	0	0	2**	2**	6**	14	18.7
2017/08	0	3	0	0	0	0	0	3	11.6

n=7, --未調查, *p<.05, **p<.01 (極顯著差異)

表 4-10、黃緣螢對風速的選擇結果

月份	風速 (m/s)							總數 (隻)	X ²
	0~0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.9	0.9~1.1	1.1~		
2016/05	14**	5**	0	0	0	0	0	19	52.0
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	11**	0	0	0	0	0	0	11	42.8
2016/09	9**	3**	0	3**	1	1	0	17	22.5
2016/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2016/11	6**	0	0	0	0	0	0	6	23.3
2016/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2017/03	6**	0	0	0	0	0	0	6	23.3
2017/04	85**	23**	2	0	0	0	0	110	296.2
2017/05	88**	15	10	0	0	2	15	130	239.7
2017/06	28**	4	1	0	0	0	0	33	95.3
2017/07	14**	0	0	0	0	0	0	14	54.4
2017/08	3	0	0	0	0	0	0	3	11.6

n=7, --未調查, *p<.05, **p<.01 (極顯著差異)

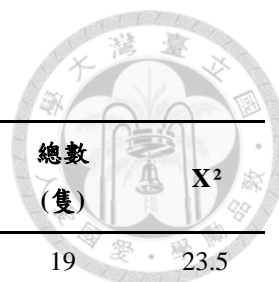


表 4-11、黃緣螢對照度的選擇結果

月份	照度 (lux)				總數 (隻)	X ²
	0~1	1~5	5~10	10~		
2016/05	5**	13**	1	0	19	23.5
2016/06	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--
2016/08	0	10**	1	0	11	23.8
2016/09	11**	4	2	0	17	17.4
2016/10	0	0	0	0	0	0.0
2016/11	6**	0	0	0	6	16.6
2016/12	0	0	0	0	0	0.0
2017/01	0	0	0	0	0	0.0
2017/02	0	0	0	0	0	0.0
2017/03	5*	1	0	0	6	11.2
2017/04	87**	23	0	0	110	192.1
2017/05	118**	12	0	0	130	280.4
2017/06	31**	2	0	0	33	76.4
2017/07	12**	2	0	0	14	27.3
2017/08	3	0	0	0	3	8.3

n=4, --未調查, *p<.05, **p<.01 (極顯著差異)

以上分析結果的顯著水準皆為 0.01 以下，表示黃緣螢成蟲對各微氣候因子的選擇並非隨機，在氣溫、風速和照度三項因子的選擇上也較集中。由表 4-8 可知，黃緣螢在樣區內選擇的氣溫範圍介於 20~32 °C 之間，其中又以 26~28 °C 成蟲數量最高，與永建園區調查在最高溫 26~32 °C 以下，為黃緣螢適合棲息的範圍相符 (王，2014)。對比氣溫顯著選擇，黃緣螢成蟲對相對溼度的選擇較為發散，分布介於 65~100 % 之間，如表 4-9。顯示相對溼度對此樣區內的成蟲分布並非關鍵因子，與屏東地區臺灣窗螢不出現在相對濕度 64 % 以下的環境相似 (邱，2007)，也落於永建園區黃緣螢所偏好的相對濕度 81~92 % 範圍。另外，從表 4-10~表 4-11 可知，黃緣螢成蟲對風速和照度的選擇極為顯著，其偏好風速 0~0.3 m/s 和照度 0~1 lux

的環境，僅 3 隻落於風速 0.5~0.7 m/s，以及 23 隻於 1~5 lux 的環境中，和 Picchi 等人於義大利調查螢火蟲自然棲地，照度多在 0.2 lux 以下 (Picchi *et al.*, 2013)，以及臺灣窗螢出現在平均照度 0.22 lux 以下，和風速低於 0.7 m/s 的環境氣候相符 (邱，2007)。由此推測，螢火蟲能承受的風速和照度皆為相同，或許與其體長尺寸有關。

接著，為了比較黃緣螢在都市氣候尺度中，所選擇的微氣候範圍，本研究亦將黃緣螢在此四項微氣候因子中所偏好的類型，取各區間的中間值，經標準化後得到生物微氣候數值，並與都市測站氣候數值比較，得到如圖 4-3~圖 4-6 之結果。

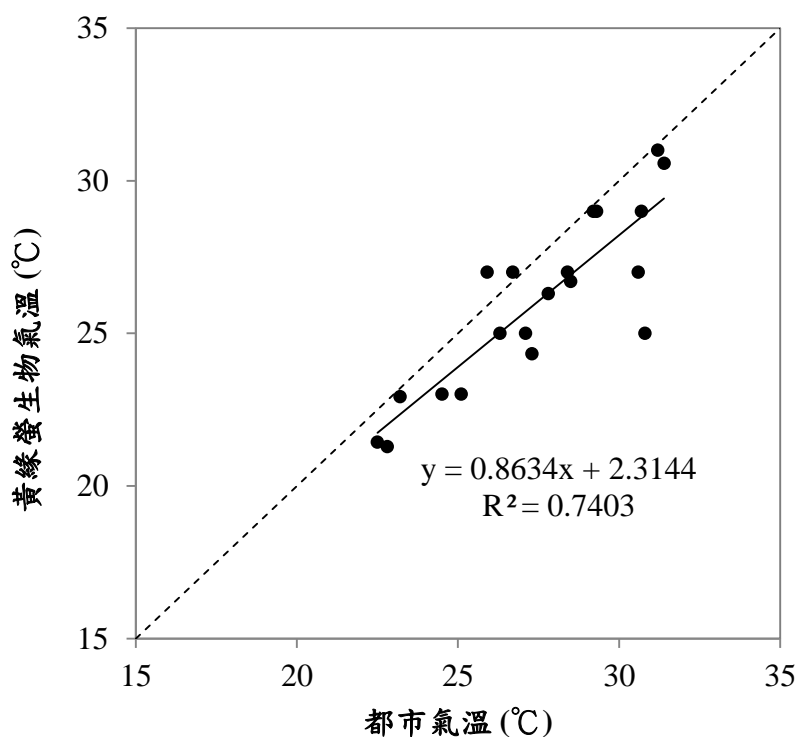


圖 4-3、黃緣螢生物氣溫-都市氣溫關係圖

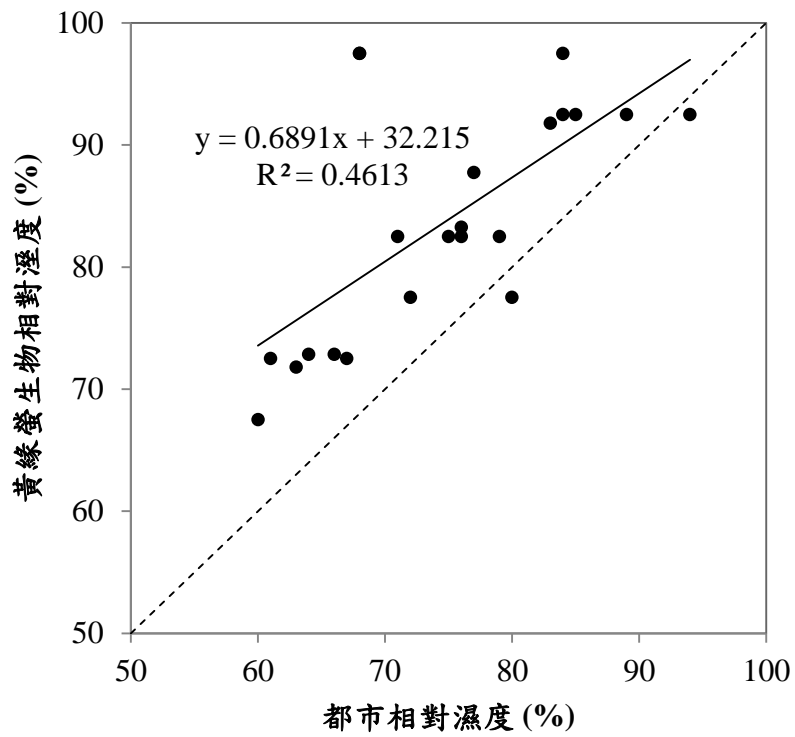
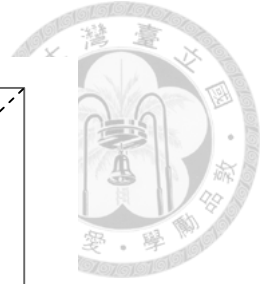


圖 4-4、黃綠螢生物相對溼度-都市相對溼度關係圖

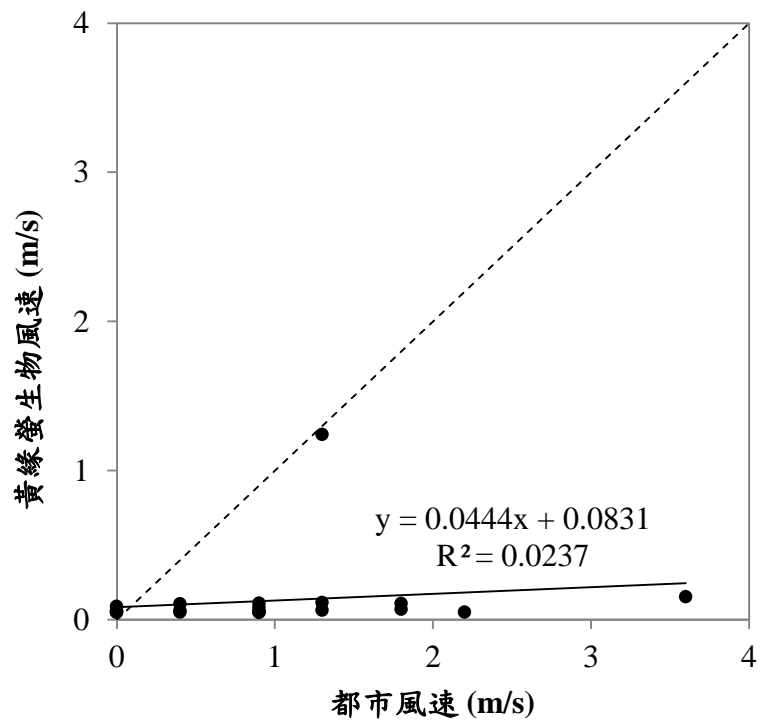


圖 4-5、黃綠螢生物風速-都市風速關係圖

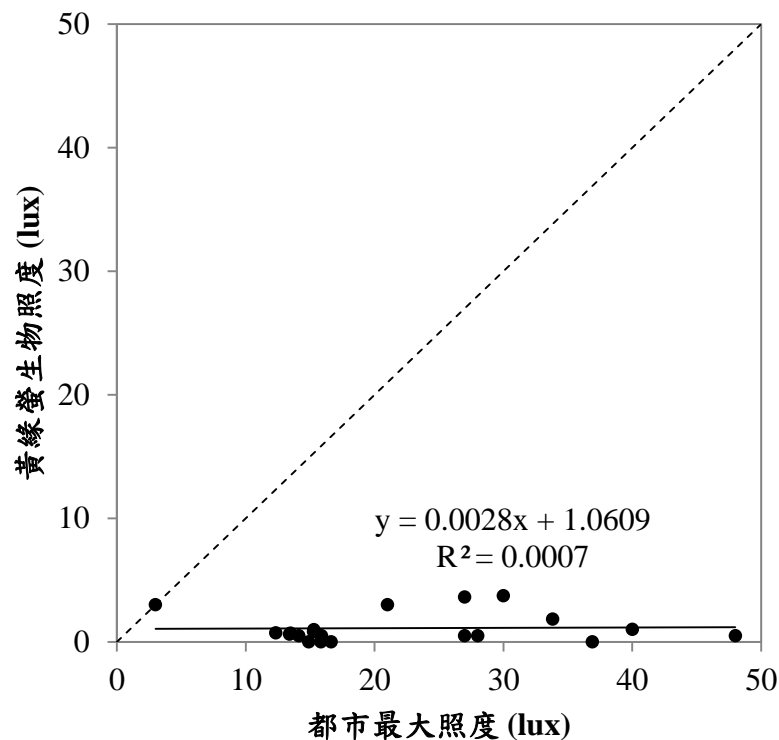
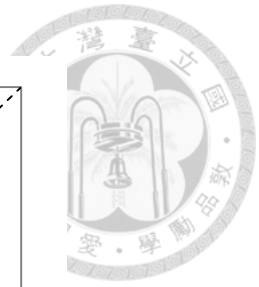


圖 4-6、黃綠螢生物照度-都市照度關係圖

由圖 4-3，黃綠螢生物氣溫為 21.3~31.0 °C，落在都市氣溫 22.5~31.4 °C 的區間。當黃綠螢生物氣溫 21.29 °C，都市氣溫為 22.8 °C，相差 1.51 °C；黃綠螢生物氣溫為 25.0 °C，都市氣溫則為 30.8 °C，兩者相差 5.8 °C。顯示當氣溫介於一定範圍內時，都市氣溫越高，生物氣溫與其差距越大。相對濕度則是呈現相反結果，如圖 4-4。黃綠螢生物相對濕度為 72.5~97.5 % 時，都市相對溼度落於 60~94 %。當黃綠螢生物相對溼度為 67.5 %，都市相對溼度 60 %，兩者相差 7.5 %；黃綠螢生物相對溼度 89 %，都市相對溼度則是 92.5 %，相差 3.5 %；顯示都市相對溼度越低，生物相對溼度與其差距越大。以上結果表示，黃綠螢成蟲在大安樣區中，會選擇較都市氣溫低、相對溼度高，且變化較為緩和的微棲地環境，符合表 4-7 的結果。風速和照度部分，成蟲皆選擇趨近於 0 m/s 和 0 lux 的微棲地環境，與前述黃綠螢偏好低風速和低照度一致，如圖 4-5 和圖 4-6。

由上述研究結果得以下結論，大安樣區雖然位處都市中，但其所測得的微氣候明顯和都市氣候有差異性，從表 4-7 可知，平均氣溫最高可相差到 9.26%，相對溼度最高差 21.37%，照度相差比則是隨著樣區完工時間越久，越趨近於 90%。相對溼度對樣區內的黃緣螢非關鍵因子，氣溫雖然與季節變化有關，但黃緣螢成蟲仍偏好氣溫高的環境，推論氣溫和黃緣螢幼蟲發育速率成正比有關（陳和歐陽，2017）；此外，低風速和低照度則是營造螢火蟲棲地的關鍵要素。由圖 4-3 至圖 4-6 可知，黃緣螢生物氣候和都市氣候具備一定的差異，藉由成蟲偏好的微氣候結果，了解大安樣區在都市氣候中營造的微氣候狀態，可作為黃緣螢成蟲棲息環境。雖然調查時間僅為 16 個月（Hansson *et al.*, 2005），本研究對樣區復育成功與否，持保留態度；但在後續追蹤中，二期樣區水域確實仍有幼蟲棲息，如圖 4-7。



圖 4-7、二期樣區內之黃緣螢幼蟲。2017 年 12 月 5 日攝於二期生態池，體長尺寸約 1 cm，推測為四齡蟲。

將研究結果繪製成概念剖面供將來復育工程參考，如圖 4-8。黃緣螢幼蟲生長之水域平均水深在 20 cm 以內，並利用雨撲滿工程儲存乾淨雨水；外圍種植喬木形成森林邊緣，降低都市氣候的影響，可利用黃緣螢生物氣候-都市氣候得出的公式，氣溫： $y = 0.8634x + 2.3144$ ，相對溼度： $y = 0.6891x + 32.215$ 。水邊種植水生植物和草本植物，亦能運用植生浮島增加黃緣螢棲息環境。外圍照明採用波長 590 nm、強度 0.1 lux 以下的路燈，燈具可為一般直立型或近地面型。

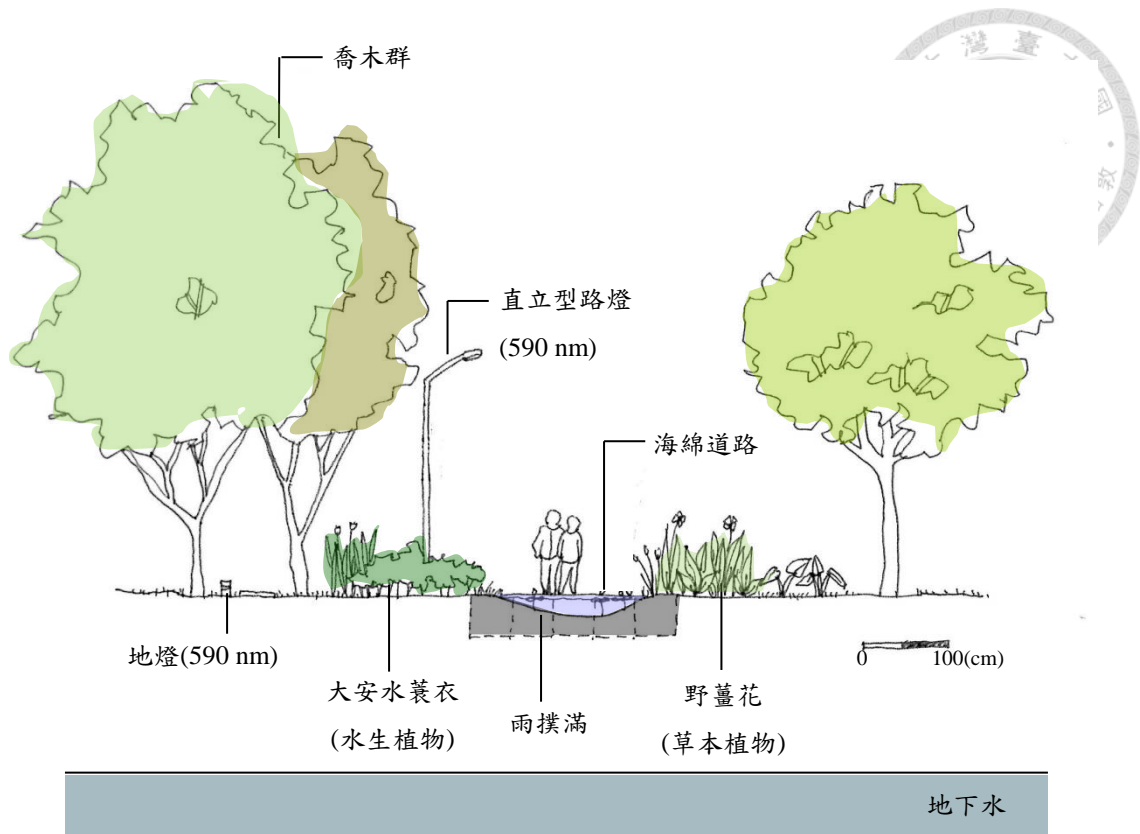


圖 4-8、黃綠螢棲地設計概念圖。棲地外圍種植喬木，喬木下方以草本植物和水生圍繞水域，水域設置海綿道路及雨撲滿工程，盡量減少照明或採用 590 nm 照明。

第五章 結論與建議



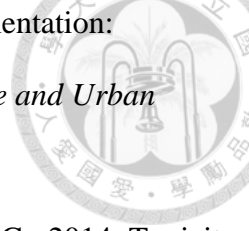
針對大安森林公園黃緣螢復育棲地的結論與建議，分為兩點討論。首先，黃緣螢棲地水域需避開自來水混用，平均水深不超過 20 cm，水中溶氧需維持在 4.5 mg/L 以上，並注意水中氮、磷濃度不能過高，並保持棲地的潮濕。水生植物和草本植物以本土原生種為主，搭配木本植物種植。環境照明波長可採用 590 nm，強度在 0.1 lux 以下。其次，水域需設置緩衝區，避免水中氮、磷過高和水質優養化，雨水不足以補充水量時，需使用地下水補注。如遇鄰近音樂臺表演，須以黑布圍塑棲地避免照明干擾，不過公園內設置的安全性照明，可能仍會導致螢火蟲數量減少。另外，步道設計應避免穿越棲地，減少人為干擾，但無法防止外來種野放和擅取植物等問題，需要人為管理和維護。

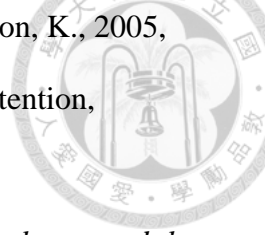
參考文獻



1. 山野井貴浩，佐藤千晴，古屋康則和大槻朝，2015，ゲンジボタルの国内外来種問題を通して生物多様性の保全について考える授業の開発，環境教育，第 25 卷，第 3 期，第 75-85 頁。
2. 方華德和何健鎔，2013，保育類黃胸黑翅螢之屬級更名與生物學概述，自然保育季刊，第 81 期，第 59-62 頁。
3. 王彤，2014，都市中螢火蟲棲地微氣候與水文之調查-以木柵永建生態園區為例，國立台灣大學生物環境系統工程學系，碩士論文。
4. 吉野正敏，1976，小氣候，大明堂株式會社。
5. 朱耀沂，2013，臺灣昆蟲學史話 (1684~ 1945)，國立臺灣大學出版中心。
6. 何佩穎，1998，都市地景高級化現象及其迷思—以台北市大安森林公園為例，淡江大學建築研究所碩士論文。
7. 何健鎔，2002，台灣 21 種螢科幼蟲之形態及生物學，國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。
8. 何健鎔和姜碧惠，1997，台灣地區二種幼蟲水生的螢火蟲，自然保育季刊，第 17 期，第 42-46 頁。
9. 何健鎔和姜碧惠，2002，螢光水影，行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
10. 何健鎔和黃獻文，2003，溫度與卵大小對臺灣窗螢卵期、孵化率與一齡幼蟲耐饑餓能力之影響，臺灣昆蟲，第 23 卷，第 4 期，第 305-311 頁。
11. 邱劭章，2007，屏東縣長治地區台灣窗螢 (*Pyrocoelia analis* Fabricius) 之生殖週期與棲地選擇，國立高雄師範大學生物科技研究所碩士論文。
12. 宮下衛，2011，ゲンジボタル・ヘイケボタルの産卵に対する LED 照明の影響，土木学会論文集 G (環境)，第 67 卷，第 1 期，第 21-29 頁。

- 
13. 張雯婷，2011，*澀水社區地景規劃與 C2C 建築設計*，私立逢甲大學建築學系所，碩士論文。
 14. 張錦洲，1994，*台灣產黃緣螢人工飼育之研究*，國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。
 15. 許仁財，2008，*東勢林場內黃緣螢棲地多樣性復育*，國立中興大學水土保持學系所碩士論文。
 16. 陳素瓊和歐陽盛芝，2017，溫度對黃緣螢發育的影響，*國立臺灣博物館學刊*，第 70 卷，第 1 期，第 45-63 頁。
 17. 黃大洲，1997，*一座公園的誕生：大安森林公園紀事*，中視文化公司。
 18. 楊平世，1998a，*火金姑—螢火蟲*，中華民國自然生態保育。
 19. 楊平世，1998b，*台灣螢火蟲研究的回顧與展望*，*螢火蟲生態保育研討會論文集*，第 1-9 頁。
 20. 趙于震，2012，*屏東九如地區黃緣螢棲地環境調查研究*，國立屏東科技大學水土保持研究所碩士論文。
 21. 蔡厚男和劉淑瑛，2002，都市公園設計評析—以大安森林公園、中山美術公園及萬華民俗公園為例，*中國園藝*，第 48 卷，第 1 期，第 67-84 頁。
 22. 鄭文玲，2013，*農村地區螢火蟲棲地營造之研究—以台中市鎌村社區為例*，國立中興大學水土保持學系所碩士論文。
 23. 賴胤就，2006，*台灣螢火蟲家族*，多識界圖書文化有限公司。
 24. 簡宏逸，2012，重探臺北市內[古亭]和[大安]地名源流：一個跨學科考證的嘗試，*文史台灣學報*，第 4 期，133-166 頁。
 25. Adams, C. E., 2010, *Urban wildlife management*. CRC press.
 26. Chuang, L. C., Shieh, B. S., Liu, C. C., Lin, Y. S., and Liang, S.H., 2008, Effects of typhoon disturbance on the abundances of two mid-water fish species in a mountain stream of northern Taiwan. *Zoological Studies*, 47(5): 564-573.

- 
27. Collinge, S. K., 1996, Ecological consequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, 36(1): 59–77.
28. DaCosta, J. B., Rodgher, S., Daniel, L. A., and Espíndola, E. L. G., 2014, Toxicity on aquatic organisms exposed to secondary effluent disinfected with chlorine, peracetic acid, ozone and UV radiation. *Ecotoxicology*, 23(9): 1803-1813.
29. Ellis, E. C., and Ramankutty, N., 2008, Putting people in the map: Anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8): 439-447.
30. Fu, X. H., Ballantyne, L. A., and Lambkin, C. L., 2010, *Aquatica* gen. nov. from mainland China with a description of *Aquatica Wuhana* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae). *Zootaxa*, 2530: 1-18
31. Fu, X., Nobuyoshi, O., Zhang, Y., and Lei, C., 2006, A rearing apparatus and diet for the aquatic firefly *Luciola leii* (Coleoptera: Lampyridae). *The Canadian Entomologist*, 138(3): 399-406.
32. Fu, X., South, A., and Lewis, S. M., 2012, Sexual dimorphism, mating systems, and nuptial gifts in two Asian fireflies (Coleoptera: Lampyridae). *Journal of insect physiology*, 58(11): 1485-1492.
33. Geiger, R., Aron, R. H., and Todhunter, P., 2009, *The climate near the ground*. Rowman and Littlefield.
34. Gilbert, O. L., and Anderson, P., 1998, *Habitat creation and repair*. Oxford University Press on Demand.
35. Gilbert, O., 2012, *The ecology of urban habitats*. Springer Science and Business Media.
36. Hall, L. S., Krausman, P. R., and Morrison, M. L., 1997, The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 173-182.

- 
37. Hansson, L. A., Brönmark, C., Anders Nilsson, P., and Åbjörnsson, K., 2005, Conflicting demands on wetland ecosystem services: nutrient retention, biodiversity or both?. *Freshwater Biology*, 50(4): 705-714.
38. Harris, L. D., 1984, *The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*. University of Chicago press.
39. Ho, J. Z., Chen, Y. F., Cheng, S. H., Tsai, X. L., and Yang, P. S., 2012, Two new species of *Rhagophthalmus* Motschulsky (Coleoptera: Rhagophthalmidae) from Matzu Archipelago, Taiwan with biological commentary. *Zootaxa*, 3274(1): 1-13.
40. Ho, J. Z., Chiang, P. H., Wu, C. H., and Yang, P. S., 2010, Life cycle of the aquatic firefly *Luciola ficta* (Coleoptera: Lampyridae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 13(3): 189-196.
41. Jeng, M. L., Lai, J., and Yang, P. S., 2003, Lampyridae: a synopsis of aquatic fireflies with description of a new species (Coleoptera). *Water beetles of China*, 3: 539-562.
42. Kazama, S., Matsumoto, S., Ranjan, S. P., Hamamoto, H., and Sawamoto, M., 2007, Characterization of firefly habitat using a geographical information system with hydrological simulation. *Ecological modelling*, 209(2): 392-400.
43. Khoo, V., Nada, B., Kirton, L. G., and Phon, C. K., 2012, Monitoring the population of the firefly *Pteroptyx tener* along the Selangor River, Malaysia for conservation and sustainable ecotourism. *Lampyrid*, 2: 162-173.
44. Krebs, C. J., 1999, *Ecological Methodology*. Addison Welsey Educational Publishers. Inc., Menlo Park, California.
45. Miller, J. R., and Hobbs, R. J., 2007, Habitat Restoration - Do we know what we're doing? *Restoration Ecology*, 15(3): 382-390.
46. Owens, A. C. S., 2016, 光害對黃緣螢視覺生態方面的影響，國立臺灣大學昆

蟲學研究所碩士論文。

- 
47. Picchi, M. S., Avolio, L., Azzani, L., Brombin, O., and Camerini, G., 2013, Fireflies and land use in an urban landscape: The case of *Luciola italica* L. (Coleoptera: Lampyridae) in the city of Turin. *Journal of insect conservation*, 17(4): 797-805.
48. Sekine, M., Goto, M., Ito, N., Tanaka, K., Kanao, M., and Inoue, T., 2007, Construction of a firefly stream by using a physical habitat evaluation method. *Ecology And Civil Engineering -Tokyo-*, 10(2): 103
49. Takeda, M., Amano, T., Katoh, K., and Higuchi, H., 2006, The habitat requirement of the Genji-firefly *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae), a representative endemic species of Japanese rural landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 15(1): 191-203.
50. Viviani, V. R., 2001, Fireflies (Coleoptera: Lampyridae) from Southeastern Brazil: Habitats, Life History, and Bioluminescence. *Annals of the Entomological Society of America*, 94(1): 129-145.



附錄

附表一、黃緣螢成蟲調查記錄

日期	黃緣螢(隻)	日期	黃緣螢(隻)
2016/05/09	6	2017/03/02	0
2016/05/19	5	2017/03/14	0
2016/05/23	8	2017/03/23	2
2016/08/15	8	2017/03/30	4
2016/08/29	3	2017/04/04	7
2016/09/05	7	2017/04/10	15
2016/09/22	5	2017/04/17	40
2016/09/29	5	2017/04/24	48
2016/10/06	0	2017/05/2	44
2016/10/17	0	2017/05/08	40
2016/10/24	0	2017/05/18	32
2016/10/31	0	2017/05/25	14
2016/11/07	5	2017/06/01	14
2016/11/14	0	2017/06/07	12
2016/11/24	1	2017/06/20	6
2016/12/01	0	2017/06/26	1
2016/12/08	0	2017/07/05	6
2016/12/15	0	2017/07/11	2
2017/01/09	0	2017/07/19	4
2017/01/18	0	2017/07/26	2
2017/02/15	0	2017/08/09	1
2017/02/20	0	2017/08/16	2

附表二、水質調查資料-樣點 1

樣點 1	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	466	2.8	7.38	25.2	--	0.18	--	0.16	--	--
2016/05	510	3.0	7.41	25.1	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	481	4.6	7.41	24.3	0.24	0.23	--	0.84	--	1.00
2016/08	526	3.3	7.25	27.4	0.22	0.20	0.17	0.06	--	4.67
2016/09	554	4.1	8.06	26.2	0.20	0.18	0.09	N.D.	0.13	3.00
2016/10	531	0.5	6.87	24.3	0.26	0.26	0.17	0.12	0.19	8.25
2016/11	536	3.2	6.57	23.5	0.25	0.25	0.16	0.22	0.00	1.50
2016/12	532	5.0	6.88	22.5	0.23	0.22	0.08	0.13	0.05	4.25
2017/01	534	4.3	7.23	20.1	0.32	0.28	0.12	0.10	1.06	32.00
2017/02	532	5.0	7.45	21.9	0.23	0.22	0.07	0.01	0.13	2.75
2017/03	541	3.8	5.52	23.3	0.24	0.24	N.D.	0.09	0.03	3.25
2017/04	524	3.2	5.67	22.9	0.23	0.23	0.07	0.12	N.D.	1.75
2017/05	494	6.2	6.88	23.5	0.23	0.21	0.21	0.05	N.D.	2.25
2017/06	488	3.6	7.25	25.8	0.22	0.21	0.22	0.15	N.D.	1.50
平均	517.79 \pm 24.9	3.76 \pm 1.29	6.99 \pm 0.66	24 \pm 1.82	0.24 \pm 0.03	0.22 \pm 0.03	0.14 \pm 0.06	0.17 \pm 0.21	0.23 \pm 0.35	5.51 \pm 8.2

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表三、水質調查資料-樣點 2

樣點 2	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氮氣 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09	561	4.5	7.95	26.1	0.23	0.18	0.12	N.D.	0.08	4.33
2016/10	528	4.3	7.09	24.6	0.19	0.19	0.23	0.16	0.09	2.25
2016/11	534	3.6	6.60	23.9	0.22	0.21	0.32	0.11	0.00	1.50
2016/12	532	5.6	6.91	22.9	0.23	0.21	0.08	0.12	0.04	2.50
2017/01	529	5.4	7.30	20.0	0.17	0.17	0.08	0.08	0.40	14.25
2017/02	538	5.0	7.39	22.2	0.34	0.21	0.19	0.02	0.08	0.50
2017/03	526	4.8	6.60	23.2	0.21	0.20	0.17	0.03	0.03	1.25
2017/04	519	5.9	5.54	22.8	0.20	0.19	0.16	0.10	N.D.	3.25
2017/05	504	6.2	6.92	23.6	0.22	0.22	0.29	0.06	N.D.	3.00
2017/06	435	5.2	7.42	24.8	0.25	0.25	0.26	0.08	N.D.	13.50
平均	520.6 \pm 31.63	5.05 \pm 0.74	6.97 \pm 0.62	23.41 \pm 1.57	0.23 \pm 0.04	0.20 \pm 0.02	0.19 \pm 0.08	0.08 \pm 0.04	0.1 \pm 0.13	4.63 \pm 4.74

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表四、水質調查資料-樣點 3

樣點 3	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09	532	5.6	8.18	26.5	0.19	0.16	0.05	0.01	0.13	6.00
2016/10	534	3.1	7.14	25.7	0.17	0.16	0.16	0.07	0.35	17.00
2016/11	522	12.9	7.80	24.4	0.23	0.20	0.25	0.03	0.21	7.25
2016/12	530	9.5	7.19	23.3	0.21	0.19	0.09	0.11	0.08	9.00
2017/01	529	5.9	7.06	19.4	0.20	0.11	0.06	0.08	0.69	12.00
2017/02	529	5.4	7.54	20.5	0.18	0.17	N.D.	0.02	0.43	3.00
2017/03	524	4.5	6.57	22.0	0.11	0.17	0.13	0.00	0.06	1.50
2017/04	518	4.5	5.63	22.5	0.18	0.18	0.14	0.06	N.D.	4.75
2017/05	488	6.0	6.79	23.4	0.19	0.17	0.20	0.24	N.D.	9.00
2017/06	443	4.4	6.96	24.8	0.19	0.18	0.20	0.10	N.D.	6.75
平均	514.9 ± 27.05	6.18 ± 2.75	7.08 ± 0.66	23.25 ± 2.12	0.19 ± 0.03	0.17 ± 0.03	0.14 ± 0.06	0.07 ± 0.07	0.28 ± 0.21	7.62 ± 4.26

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表五、水質調查資料-樣點 4

樣點 4	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09	558	5.8	8.11	26.6	0.21	0.16	0.04	0.03	0.13	4.00
2016/10	529	1.1	7.13	25.7	0.18	0.17	0.15	0.07	0.29	9.75
2016/11	531	6.1	6.85	23.4	0.26	0.20	0.30	0.06	0.17	17.50
2016/12	541	7.5	6.88	22.6	0.21	0.20	0.07	0.08	0.08	2.50
2017/01	530	5.6	7.29	18.9	0.18	0.17	0.05	0.07	0.55	17.75
2017/02	528	4.9	7.49	20.3	0.26	0.16	0.04	0.01	0.29	13.75
2017/03	525	7.4	6.50	22.0	0.10	0.20	0.14	0.01	0.49	47.50
2017/04	518	4.2	5.54	21.9	0.17	0.16	0.11	0.04	N.D.	2.00
2017/05	486	6.2	6.79	23.3	0.21	0.18	0.26	0.08	N.D.	6.50
2017/06	439	4.0	6.60	24.8	0.19	0.18	0.16	0.12	N.D.	23.50
平均	518.5 \pm 31.58	5.28 \pm 1.78	6.92 \pm 0.64	22.95 \pm 2.24	0.20 \pm 0.04	0.18 \pm 0.02	0.13 \pm 0.08	0.06 \pm 0.03	0.29 \pm 0.16	14.47 \pm 12.99

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表六、水質調查資料-樣點 5

樣點 5	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09	531	5.6	8.38	26.6	0.19	0.17	0.07	0.04	0.38	21.67
2016/10	527	5.9	7.31	26.0	0.20	0.17	0.18	0.05	0.21	34.00
2016/11	532	5.5	6.94	22.6	0.24	0.21	0.30	0.02	0.13	23.75
2016/12	529	7.5	7.16	22.1	0.21	0.19	0.10	0.11	0.07	17.50
2017/01	530	6.1	7.40	18.3	0.22	0.11	0.08	0.13	0.65	24.50
2017/02	529	7.1	7.62	19.4	0.19	0.17	0.02	0.02	0.32	12.25
2017/03	523	5.3	6.64	21.5	0.12	0.18	0.11	0.05	0.29	13.00
2017/04	519	5.0	5.57	21.6	0.18	0.17	0.10	0.02	N.D.	11.75
2017/05	481	6.0	6.85	23.2	0.19	0.17	0.18	0.08	N.D.	8.25
2017/06	412	5.2	7.52	24.9	0.20	0.19	0.20	N.D.	N.D.	35.75
平均	511.3 \pm 36.08	5.92 \pm 0.77	7.14 \pm 0.7	22.62 \pm 2.54	0.19 \pm 0.03	0.17 \pm 0.02	0.13 \pm 0.08	0.06 \pm 0.04	0.29 \pm 0.18	20.24 \pm 8.96

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表七、水質調查資料-樣點 6

樣點 6	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氮氣 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	464	2.1	7.41	24.9	--	--	--	--	--	--
2016/05	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	494	4.7	7.46	25.1	0.24	0.23	0.08	0.52	--	6.75
2016/08	579	3.5	7.20	27.8	0.27	0.17	0.11	0.06	--	8.00
2016/09	530	5.3	8.27	26.6	0.19	0.16	0.05	N.D.	0.20	5.00
2016/10	529	5.6	6.93	24.8	0.17	0.17	0.17	0.04	0.33	14.00
2016/11	534	5.2	6.90	22.0	0.24	0.20	0.30	0.10	0.10	14.00
2016/12	531	7.2	7.17	21.6	0.21	0.20	0.09	0.08	0.05	13.50
2017/01	529	5.4	7.34	18.6	0.18	0.11	0.04	0.08	1.54	15.25
2017/02	530	6.2	7.62	19.1	0.27	0.16	N.D.	0.00	1.46	5.00
2017/03	525	4.0	6.54	21.6	0.15	0.18	0.09	0.03	0.22	6.50
2017/04	518	4.3	5.59	21.3	0.17	0.16	0.09	0.05	N.D.	6.50
2017/05	473	6.3	7.04	22.9	0.20	0.18	0.11	0.01	N.D.	11.00
2017/06	395	4.1	6.00	25.0	0.21	0.18	0.23	0.11	N.D.	15.25
平均	510.08 \pm 43.46	4.92 \pm 1.29	7.04 \pm 0.67	23.18 \pm 2.68	0.21 \pm 0.04	0.17 \pm 0.03	0.12 \pm 0.08	0.1 \pm 0.14	0.56 \pm 0.6	10.06 \pm 3.97

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表八、水質調查資料-樣點 7

樣點 7	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	溶氧 (mg/L)	pH	水溫 ($^{\circ}\text{C}$)	總磷 (mg/L)	正磷 (mg/L)	硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	自由餘氯 (mg/L)	懸浮固體 (mg/L)
2016/04	458	2.3	7.55	24.2	--	0.17	--	0.16	--	--
2016/05	507	2.6	7.42	25.1	--	--	--	--	--	--
2016/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/07	494	7.3	7.59	26.2	0.23	0.22	--	0.60	--	4.75
2016/08	509	4.2	7.34	30.3	0.22	0.20	0.07	0.04	--	26.50
2016/09	564	3.7	7.98	26.8	0.24	0.17	0.03	0.02	0.21	12.33
2016/10	526	4.3	7.09	25.3	0.21	0.19	0.19	0.07	0.19	25.00
2016/11	532	3.5	6.72	21.7	0.23	0.21	0.24	0.08	0.08	12.75
2016/12	532	4.6	6.91	21.8	0.22	0.22	0.08	0.23	0.06	7.50
2017/01	529	3.9	6.95	17.4	0.24	0.15	0.09	0.09	0.49	60.75
2017/02	532	5.1	7.51	18.9	0.27	0.23	0.09	0.01	0.19	52.00
2017/03	523	5.1	6.60	21.7	0.16	0.20	0.08	0.03	0.16	9.00
2017/04	515	3.4	5.51	21.0	0.17	0.16	0.01	0.04	N.D.	7.50
2017/05	469	6.2	5.76	23.2	0.20	0.17	0.15	0.06	N.D.	13.00
2017/06	404	4.0	6.67	24.9	0.21	0.19	0.18	0.09	N.D.	13.50
平均	506.71 \pm 38.65	4.29 \pm 1.29	6.97 \pm 0.67	23.46 \pm 3.24	0.22 \pm 0.03	0.19 \pm 0.03	0.11 \pm 0.07	0.12 \pm 0.15	0.2 \pm 0.13	20.38 \pm 17.37

n=7, --未調查, 平均值 \pm 標準差, N.D.未檢出

附表九、微氣候調查資料-氣溫

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2016/05/09	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.4	24.4	24.4	24.7	24.5	24.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/19	23.8	23.9	23.9	23.8	23.8	23.6	23.6	23.7	23.7	23.7	23.6	23.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/23	24.8	24.8	24.8	24.8	24.9	24.9	24.9	24.8	24.8	24.9	24.8	24.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/15	30.6	30.6	30.6	30.6	30.6	30.7	30.7	30.6	30.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/29	27.4	27.2	27.2	26.9	26.9	26.8	26.9	26.7	26.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/05	28.7	28.7	28.8	28.8	28.6	28.6	28.6	28.6	28.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/22	26.1	26.1	26.2	26.1	26.3	26.0	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2	26.1	26.2	26.2	26.3	26.2	26.3	26.1	--	--	--	--
2016/09/29	27.7	27.7	27.6	27.6	27.5	27.4	27.4	27.4	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.4	27.4	--	--	--	--
2016/10/06	28.2	28.1	28.1	28.2	28.2	28.1	28.0	28.0	28.0	28.1	28.1	28.1	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	--	--	--	--
2016/10/17	26.6	26.6	26.7	26.7	26.7	26.7	26.6	26.6	26.6	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	27.0	27.0	26.9	27.0	--	--	--	--
2016/10/24	26.3	26.3	26.3	26.2	26.3	26.3	26.2	26.2	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.3	26.2	26.2	26.2	--	--	--	--
2016/10/31	22.8	22.8	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.6	22.6	22.7	22.7	22.7	22.7	22.7	22.6	22.6	--	--	--	--
2016/11/07	25.2	25.3	25.2	25.2	25.1	25.1	25.1	25.1	25.0	25.1	25.0	25.1	25.3	25.6	25.6	25.5	25.5	25.5	--	--	--	--
2016/11/14	25.5	25.5	25.6	25.6	25.7	25.6	25.5	25.4	25.4	25.3	25.3	25.3	25.4	25.5	25.4	25.2	25.0	25.0	--	--	--	--
2016/11/24	20.1	19.3	19.1	19.0	18.9	18.8	18.7	18.5	18.5	18.4	18.4	18.4	18.3	18.2	18.1	18.0	17.9	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
2016/12/01	18.7	18.8	18.5	18.8	18.8	18.8	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.8	18.7	18.7	18.8	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
2016/12/08	20.3	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.3	20.3	20.3	20.3	20.4	20.4	20.3	20.3	20.3	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
2016/12/15	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	14.0	13.9	14.0	13.9	13.9	13.8	13.8	13.7	13.7	13.7	13.8
2017/01/09	16.7	16.8	16.7	16.7	16.6	16.6	16.6	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.6	16.6	16.5	16.5	16.6	16.6	16.7

(續下頁)

附表九、微氣候調查資料-氣溫 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/01/18	19.9	19.9	19.8	19.8	19.7	19.7	19.7	19.7	19.8	19.8	19.7	19.8	19.9	19.9	19.9	19.9	19.8	19.7	19.7	19.7	19.8	19.8
2017/02/15	21.0	20.6	20.4	20.1	20.2	20.2	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.4	20.5	20.5	20.4	20.4	20.4	20.4	20.5	20.5	20.6
2017/02/20	20.6	20.6	20.5	20.5	20.5	20.4	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.6	20.7	20.7
2017/03/02	13.4	13.3	13.3	13.3	13.1	13.1	13.2	13.1	13.2	13.2	13.3	13.2	13.2	13.2	13.2	13.0	12.9	12.8	12.9	12.9	13.2	13.2
2017/03/14	14.2	14.3	14.2	14.2	14.1	14.1	14.1	14.3	14.3	14.2	14.2	14.3	14.4	14.3	14.3	14.4	14.4	14.2	14.2	14.2	14.2	14.3
2017/03/23	18.7	18.8	18.7	18.7	18.7	18.6	18.7	18.6	18.6	18.6	18.7	18.7	18.7	18.7	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
2017/03/30	23.4	23.3	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.1	23.2	23.1	23.1	23.0	22.9	22.8	22.8	22.8	22.9	22.9
2017/04/04	22.4	22.3	22.1	22.1	22.1	22.0	21.9	21.9	21.9	22.0	22.0	21.9	21.8	21.7	21.7	21.7	21.7	21.7	21.8	21.8	21.8	21.8
2017/04/10	28.7	28.6	28.6	28.4	28.4	28.5	28.4	28.4	28.4	28.3	28.4	28.4	28.4	28.3	28.4	28.3	28.2	28.1	28.1	28.1	28.2	28.4
2017/04/17	27.2	27.3	27.2	27.3	27.4	27.5	27.4	27.4	27.4	27.5	27.4	27.4	27.4	27.3	27.1	27.0	27.0	27.3	27.2	27.2	27.1	27.0
2017/04/24	22.4	22.3	22.3	22.1	22.0	21.9	22.0	21.9	22.0	22.0	22.5	22.3	22.2	22.0	22.0	22.3	22.3	22.4	22.6	22.6	22.7	22.7
2017/05/02	24.6	24.8	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	25.0	25.1	25.0	25.2	25.3	25.3	25.4	25.3	25.3	25.3	25.3	25.4
2017/05/08	25.9	25.9	26.0	26.0	26.9	25.9	25.9	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.1	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.2	26.2	26.3	26.3
2017/05/18	24.9	25.1	25.2	25.3	25.4	25.3	25.1	25.2	25.2	25.3	25.4	25.4	25.4	25.3	25.3	25.3	25.3	25.0	25.2	25.2	25.2	25.4
2017/05/25	22.0	22.0	22.0	21.9	21.9	21.8	21.9	21.9	21.9	21.8	21.8	21.7	21.8	21.7	21.7	21.5	21.6	21.6	21.6	21.6	21.7	21.7
2017/06/01	30.4	30.2	30.1	30.3	30.1	30.3	30.4	30.5	30.5	30.4	30.4	30.3	30.5	30.5	30.3	29.8	29.9	29.8	30.0	30.0	30.0	30.2
2017/06/07	29.4	29.4	29.6	29.6	29.4	29.5	29.6	29.4	29.4	29.4	29.3	29.1	29.1	29.2	29.1	29.0	28.9	28.8	28.8	28.9	28.8	28.9
2017/06/20	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.1
2017/06/26	30.4	30.4	30.4	30.5	30.6	30.7	30.6	30.6	30.5	30.5	30.6	30.6	30.5	30.4	30.5	30.5	30.3	30.3	30.4	30.3	30.3	30.3

(續下頁)

附表九、微氣候調查資料-氣溫 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/07/05	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.4	25.2	25.1	25.1	25.1	25.1	25.0	24.9	24.8	24.8	24.8	24.8	24.7	24.7	24.8	24.8
2017/07/11	27.8	27.7	27.6	27.5	27.5	27.5	27.6	27.6	27.6	27.5	27.6	27.6	27.6	27.3	27.6	27.4	27.4	27.3	27.3	27.3	27.4	27.4
2017/07/19	30.1	30.1	28.9	29.6	30.1	30.2	30.0	30.0	29.9	29.7	29.7	29.9	29.7	30.0	29.5	29.4	29.3	29.1	29.2	29.2	29.2	29.3
2017/07/26	28.3	28.3	28.1	28.0	27.8	28.0	28.1	28.1	28.2	28.2	28.2	28.3	28.2	28.3	28.1	28.1	28.5	28.7	28.6	28.9	28.9	28.9
2017/08/02	28.8	28.7	28.7	28.8	28.8	28.9	28.7	28.7	28.7	28.7	28.6	28.6	28.7	28.6	28.7	28.7	28.6	28.5	28.6	28.7	28.7	28.7
2017/08/09	31.9	31.7	31.8	31.8	31.8	31.9	31.8	31.6	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.6	31.6	31.5	31.3	31.3	31.6	31.4	31.4	31.4
2017/08/16	30.8	30.8	30.8	30.8	30.6	30.5	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.5	30.5	30.5	30.6	30.6	30.5	30.5	30.6	30.6	30.6	30.5
2017/08/31	28.8	28.7	28.7	28.8	28.8	28.9	28.7	28.7	28.7	28.7	28.6	28.6	28.7	28.6	28.7	28.7	28.6	28.5	28.6	28.7	28.7	28.7

n=22, --未調查, 單位: °C

附表十、微氣候調查資料-相對溼度

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2016/05/09	98.6	98.6	98.7	98.6	98.7	98.7	98.7	98.7	99.5	97.0	98.7	98.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/19	87.7	87.9	88.9	87.9	88.4	90.6	88.5	89.6	89.8	91.6	90.3	89.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/23	93.8	93.8	93.9	93.9	93.5	93.6	93.6	94.0	93.6	94.3	94.0	93.9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/15	74.2	75.6	74.1	73.8	74.5	74.1	74.6	74.5	75.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/29	66.9	68.6	68.3	69.6	69.3	69.0	70.2	72.0	71.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/05	92.4	92.3	91.6	92.9	92.9	92.9	92.6	92.9	93.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/22	92.6	91.5	92.6	92.5	92.7	93.3	91.7	93.5	93.4	92.9	92.5	92.9	92.1	92.6	92.2	92.1	92.4	93.1	--	--	--	--
2016/09/29	92.6	91.5	92.6	92.5	92.7	93.3	91.7	93.5	93.4	92.9	92.5	92.9	92.1	92.6	92.2	92.1	92.4	93.1	--	--	--	--
2016/10/06	73.9	74.6	73.3	73.6	73.1	73.2	74.7	74.4	74.1	74.0	74.0	74.8	75.1	75.0	74.8	74.2	74.2	75.2	--	--	--	--
2016/10/17	94.8	95.0	94.5	94.2	95.0	94.8	95.1	95.2	95.1	94.6	94.5	94.4	94.3	93.8	93.6	93.9	93.5	93.5	--	--	--	--
2016/10/24	82.9	82.3	82.4	82.8	82.2	82.0	82.4	83.0	83.5	82.4	82.3	83.3	83.0	82.3	81.6	81.9	82.6	82.8	--	--	--	--
2016/10/31	87.3	87.2	86.9	87.0	87.6	87.5	87.8	88.1	87.2	87.5	87.4	88.3	88.3	87.3	87.6	87.1	87.9	87.8	--	--	--	--
2016/11/07	74.0	74.8	76.2	74.4	74.6	74.1	74.7	74.8	74.5	77.5	76.2	76.5	74.0	71.2	72.4	71.8	71.8	72.1	--	--	--	--
2016/11/14	89.5	87.4	86.6	86.6	86.2	86.4	87.8	88.1	88.3	88.1	88.9	89.2	87.1	87.1	88.1	88.1	88.2	88.7	88.7	89.3	89.6	89.2
2016/11/24	84.2	87.5	87.8	88.2	89.1	91.3	91.5	91.4	91.9	91.8	92.0	93.1	92.6	93.3	93.4	93.6	94.6	94.9	95.4	95.2	95.8	95.9
2016/12/01	93.2	93.7	93.3	93.5	92.4	93.3	94.1	93.3	93.5	93.5	93.5	93.6	93.1	92.9	93.1	92.5	92.5	93.8	92.6	92.1	92.4	93.1
2016/12/08	93.1	92.8	92.6	92.6	92.3	92.1	92.7	92.9	93.1	93.1	93.0	93.3	93.2	92.9	92.7	93.1	93.4	93.3	93.1	93.4	93.4	93.2
2016/12/15	86.2	84.5	85.3	85.4	86.0	88.9	84.5	87.2	85.4	85.7	86.3	87.3	84.0	84.1	82.5	82.8	82.9	84.3	85.58	85.2	85.2	85.5
2017/01/09	80.5	80.2	80.6	80.9	80.3	82.2	82.6	80.9	83.6	80.6	80.3	80.9	80.9	81.5	81.0	81.4	81.7	81.9	80.7	80.1	80	80.5

(續下頁)

附表十、微氣候調查資料-相對溼度 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/01/18	92.5	93.3	93.3	93.1	92.9	93.1	93.1	93.1	92.7	93.3	93.3	92.7	92.1	92.0	92.3	93.0	93.2	93.6	92.8	92.7	92.2	92.3
2017/02/15	66.0	67.4	66.4	67.8	65.8	66.9	66.6	66.3	66.9	65.9	65.9	65.5	65.6	65.3	65.2	66.0	65.7	65.2	65	65	64.6	65.6
2017/02/20	89.9	90.2	89.5	90.0	90.5	90.8	90.8	90.3	90.0	90.2	90.4	90.3	90.1	90.2	90.6	90.2	90.5	90.2	89	89.3	89.3	89.3
2017/03/02	67.9	68.3	68.2	68.3	69.1	70.0	70.2	70.8	70.5	69.2	70.5	70.0	71.2	69.8	73.2	71.5	70.3	71.2	70.6	69.3	69.4	69.9
2017/03/14	76.1	81.9	77.3	78.7	80.0	83.1	76.2	78.1	79.3	79.3	74.9	76.8	76.3	80.1	76.4	74.9	80.0	80.7	77.1	78.3	75	76.8
2017/03/23	87.8	88.9	85.5	85.6	87.5	87.5	87.3	86.7	87.9	85.6	86.5	87.0	87.6	88.0	85.1	86.0	85.4	86.6	85.5	85.4	84.8	84.7
2017/03/30	83.7	84.4	85.2	84.2	84.2	85.8	84.7	84.7	84.5	83.4	83.6	84.2	84.2	84.6	84.7	86.9	86.1	86.8	85.5	84.7	84.3	85.3
2017/04/04	69.1	70.2	70.8	70.1	70.0	72.0	70.7	72.6	71.4	73.0	71.5	71.6	71.6	71.5	71.6	69.8	70.7	71.3	70.6	70.6	70.3	69.7
2017/04/10	69.7	79.8	70.0	71.9	70.3	71.5	71.0	70.8	70.8	70.7	71.8	70.8	70.3	70.7	70.9	71.5	71.9	72.3	71.3	70.8	70	70.4
2017/04/17	85.3	86.1	84.2	84.3	83.5	83.6	84.0	83.3	83.7	83.8	83.6	83.1	85.0	84.1	85.4	85.0	84.8	83.6	84	84.5	85.3	85.4
2017/04/24	92.4	91.7	91.9	93.4	93.2	93.5	93.3	93.1	93.1	92.7	93.1	93.3	93.1	93.3	92.7	89.8	89.7	89.1	87.7	87.2	87.5	90.9
2017/05/02	85.1	84.8	82.7	82.4	82.1	82.7	83.3	82.1	84.2	82.5	82.0	80.6	81.4	81.4	81.3	81.9	79.7	81.1	81.3	81.5	81.5	81.6
2017/05/08	90.8	90.0	88.9	88.9	88.8	89.0	88.9	89.5	88.6	88.5	88.2	88.2	88.4	88.6	88.9	88.9	88.9	88.9	87.1	87.1	87.2	86
2017/05/18	81.0	77.7	77.8	77.4	77.8	78.9	78.7	77.8	77.1	75.5	75.3	77.0	75.3	76.6	75.8	75.9	75.7	76.9	77.5	75.9	75.4	75
2017/05/25	94.5	95.1	95.3	95.7	95.8	95.2	95.0	95.2	95.6	95.7	95.7	95.9	96.0	96.0	96.1	96.2	96.6	96.1	95.4	95.1	95.1	95.2
2017/06/01	71.8	73.3	71.4	73.6	74.6	71.7	71.5	71.3	71.0	72.1	71.8	71.9	71.2	71.5	71.9	74.4	74.1	78.9	73.1	73.2	72.1	72.5
2017/06/07	82.7	81.4	80.8	80.0	81.9	80.7	80.9	80.9	81.8	82.6	83.3	83.4	83.0	82.5	83.8	83.7	86.0	84.9	84.1	84.8	84.1	84.7
2017/06/20	96.7	96.7	96.7	96.6	96.5	96.5	96.5	96.6	96.6	96.5	96.5	96.5	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.5	96.5
2017/06/26	79.6	79.7	78.5	78.7	77.9	78.8	79.4	78.1	79.1	77.9	78.2	78.2	78.5	78.3	77.9	79.2	80.8	79.0	78.8	78.8	78.9	78.9

(續下頁)

附表十、微氣候調查資料-相對溼度 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/07/05	97.5	97.2	97.0	96.7	96.5	96.6	97.0	96.7	96.6	96.6	96.7	96.8	96.8	96.8	96.9	97.1	97.3	97.3	97.3	97.4	97.5	97.7
2017/07/11	90.1	89.0	88.7	89.0	89.7	89.7	92.5	91.1	90.4	89.7	90.3	90.4	89.8	88.3	91.0	91.4	91.1	92.5	90.5	90.2	89.9	89.6
2017/07/19	72.8	72.7	73.1	73.9	71.7	71.6	72.3	70.8	72.4	72.7	72.6	74.3	72.1	72.1	73.8	74.1	73.8	74.6	75.1	74.1	73.8	74.5
2017/07/26	86.0	85.7	85.4	86.0	87.2	86.6	87.1	85.3	86.9	86.6	86.5	86.4	85.9	85.6	83.2	83.0	84.1	84.9	85.2	85.1	84.8	84.3
2017/08/02	82.3	83.7	82.9	82.2	82.5	82.5	83.6	82.5	83.7	83.1	83.8	84.0	83.1	83.0	82.6	82.7	83.1	83.9	83	83	82.8	82.6
2017/08/09	70.9	71.9	71.4	71.3	71.7	71.2	71.8	72.0	72.9	72.4	72.6	72.7	72.6	72.3	71.9	72.0	72.9	72.9	72.1	72.5	73.1	72.4
2017/08/16	72.1	72.0	71.7	72.0	72.6	73.0	73.7	74.6	74.5	73.7	74.0	73.4	72.9	73.2	72.9	73.1	73.9	72.9	72.8	72.9	72.9	72.6
2017/08/31	82.3	83.7	82.9	82.2	82.5	82.5	83.6	82.5	83.7	83.1	83.8	84.0	83.1	83.0	82.6	82.7	83.1	83.9	83	83	82.8	82.6

n=22, --未調查, 單位: %

附表十一、微氣候調查資料-風速

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2016/05/09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/19	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/23	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/15	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/05	0.1	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/22	0.0	0.6	0.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2	0.1	0.0	0.6	--	--	--	--
2016/09/29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	--	--	--
2016/10/06	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.2	0.4	1.2	0.0	--	--	--	--
2016/10/17	0.1	0.1	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	--	--	--	--
2016/10/24	0.0	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	1.5	0.0	--	--	--	--
2016/10/31	0.1	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	--	--	--	--
2016/11/07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	--	--	--	--
2016/11/14	0.0	0.0	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2016/11/24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
2016/12/01	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0
2016/12/08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2016/12/15	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/01/09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

(續下頁)

附表十一、微氣候調查資料-風速 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/01/18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/02/15	0.0	0.0	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.2	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
2017/02/20	0.0	0.6	1.4	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.5	0.2	0.0
2017/03/02	0.8	0.3	1.2	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	1.0	0.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.2	1.4
2017/03/14	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.8	0.3	0.2
2017/03/23	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.1	0.3	0.1	1.3	0.6	0.3
2017/03/30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/04/04	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6
2017/04/10	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	1.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.4	0.6	0.0	0.0
2017/04/17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/04/24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
2017/05/02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/05/08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0
2017/05/18	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	4.0	1.0	0.0	0.0	3.5	0.1	4.4	1.3	0.0	0.0	0.1	0.1	1.3	0.0
2017/05/25	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
2017/06/01	0.3	0.0	0.6	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.9	0.0
2017/06/07	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/06/20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/06/26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(續下頁)

附表十一、微氣候調查資料-風速 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/07/05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/07/11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/07/19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/07/26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2017/08/02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	2.0	0.0	0.0	6.0	1.0	1.2	0.7	0.2	0.7
2017/08/09	0.0	0.0	0.0	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.0
2017/08/16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0
2017/08/31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	2.0	0.0	0.0	6.0	1.0	1.2	0.7	0.2	0.7

n=22, --未調查, 單位: m/s

附表十二、微氣候調查資料-照度

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2016/05/09	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/19	3.00	23.00	2.00	2.00	2.00	6.00	28.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	--	--	--	--	--	--	--
2016/05/23	2.00	4.00	22.00	4.00	3.00	3.00	6.00	27.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/15	2.00	2.00	19.00	3.00	2.00	2.00	2.00	21.00	2.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/08/29	2.00	2.00	16.00	4.00	2.00	2.00	5.00	29.00	3.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/05	2.00	3.00	11.00	3.00	2.00	2.00	3.00	30.00	3.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2016/09/22	2.00	3.00	18.00	2.00	2.00	2.00	4.00	33.00	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	3.00	40.00	2.00	2.00	3.00	--	--	--	--
2016/09/29	2.00	3.00	17.00	3.00	2.00	2.00	5.00	26.00	2.00	3.00	2.00	2.00	6.00	5.00	48.00	2.00	2.00	2.00	--	--	--	--
2016/10/06	2.00	2.00	19.00	3.00	2.00	2.00	6.00	31.00	2.00	5.00	2.00	2.00	6.00	4.00	18.00	2.00	2.00	3.00	--	--	--	--
2016/10/17	2.00	5.00	19.00	3.00	3.00	3.00	6.00	26.00	2.00	3.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	--	--	--	--
2016/10/24	1.00	2.00	18.00	3.00	3.00	2.00	7.00	2.00	29.00	3.00	2.00	2.00	7.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	--	--	--	--
2016/10/31	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	7.00	31.00	2.00	4.00	2.00	2.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	--	--	--	--
2016/11/07	2.00	2.00	18.00	3.00	2.00	2.00	7.00	27.00	2.00	4.00	1.00	2.00	6.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	--	--	--	--
2016/11/14	1.00	3.00	21.00	3.00	2.00	1.00	5.00	30.00	3.00	3.00	1.00	2.00	5.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2016/11/24	1.00	3.00	21.00	3.00	2.00	1.00	5.00	30.00	3.00	3.00	1.00	2.00	5.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
2016/12/01	1.00	2.00	20.00	4.00	2.00	2.00	9.00	24.00	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
2016/12/08	2.00	2.00	20.00	3.00	2.00	2.00	6.00	29.00	2.00	3.00	1.00	2.00	6.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	1.00
2016/12/15	1.00	2.00	22.00	4.00	2.00	2.00	8.00	28.00	2.00	3.00	1.00	1.00	5.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00	1.00
2017/01/09	1.00	2.00	22.00	3.00	2.00	1.00	7.00	33.00	2.00	3.00	1.00	2.00	6.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00

(續下頁)

附表十二、微氣候調查資料-照度 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/01/18	1.00	1.00	18.00	2.00	1.00	1.00	4.00	22.00	1.00	2.00	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2017/02/15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2017/02/20	0.15	2.67	34.33	5.02	1.25	0.05	10.43	47.30	1.77	3.81	0.54	1.17	4.57	0.16	0.01	0.26	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017/03/02	0.15	4.44	24.57	6.47	0.77	1.55	15.18	58.40	2.66	3.42	0.85	0.60	8.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017/03/14	0.62	2.72	34.21	5.26	2.07	2.49	14.21	56.30	2.02	3.30	1.06	1.13	6.75	0.64	0.19	0.97	1.22	1.10	0.62	0.25	0.10	0.00
2017/03/23	0.33	3.79	28.05	3.63	1.49	0.48	13.40	39.10	1.21	3.80	0.79	0.84	7.47	0.67	0.25	0.87	1.15	0.99	0.63	0.30	0.12	0.05
2017/03/30	0.19	0.32	20.31	3.86	1.46	0.01	10.38	34.75	0.83	3.08	0.51	0.61	0.65	0.28	0.16	0.84	0.92	0.78	0.41	0.09	0.08	0.03
2017/04/04	0.33	3.01	28.28	4.75	2.56	0.28	8.34	36.91	0.86	4.53	0.30	0.54	0.42	0.24	0.02	0.32	0.34	0.26	0.04	0.01	0.01	0.01
2017/04/10	0.31	1.17	26.69	3.76	1.77	0.55	9.72	33.82	0.74	3.12	0.30	0.30	0.72	0.08	0.17	0.40	0.32	0.26	0.07	0.02	0.02	0.02
2017/04/17	0.05	0.16	11.69	0.84	0.24	0.33	3.42	13.48	0.03	0.64	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2017/04/24	0.01	0.03	12.80	0.99	0.22	0.27	2.11	15.29	0.59	0.01	0.16	0.03	0.02	0.01	0.15	0.23	0.10	0.05	0.07	0.01	0.01	0.05
2017/05/02	0.01	0.30	15.83	1.10	0.81	0.09	1.52	11.19	0.27	1.27	0.15	0.09	0.15	0.16	0.11	0.64	0.63	0.41	0.35	0.02	0.02	0.01
2017/05/08	0.01	0.01	13.39	0.62	0.15	0.01	1.49	12.08	0.01	0.62	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2017/05/18	0.01	0.01	15.26	0.92	0.22	0.31	1.00	0.12	14.38	0.87	0.01	0.01	0.22	0.08	0.01	0.02	0.05	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01
2017/05/25	0.18	0.46	15.88	1.58	0.84	0.51	0.94	14.50	0.28	0.99	0.06	0.14	0.20	0.31	0.06	0.65	0.76	0.65	0.34	0.05	0.01	0.01
2017/06/01	0.02	0.53	14.89	1.13	0.63	0.50	1.00	13.51	0.07	0.21	0.02	0.03	0.05	0.03	0.03	0.24	0.21	0.15	0.03	0.02	0.02	0.02
2017/06/07	0.02	0.08	12.34	0.78	0.28	0.03	0.98	11.50	0.05	0.36	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2017/06/20	0.09	0.17	14.11	0.94	0.65	0.35	1.55	12.86	0.02	0.58	0.09	0.04	0.09	0.10	0.02	0.30	0.36	0.32	0.02	0.02	0.01	0.01
2017/06/26	0.18	0.55	14.72	1.12	0.65	0.51	1.96	10.94	0.20	0.88	0.09	0.03	0.33	0.27	0.03	0.22	0.34	0.27	0.05	0.04	0.03	0.03

(續下頁)

附表十二、微氣候調查資料-照度 (續)

日期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
2017/07/05	0.01	0.06	16.63	0.94	0.27	0.13	1.18	12.87	0.02	0.20	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01	0.09	0.07	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01
2017/07/11	0.02	0.02	8.28	1.43	0.18	0.41	0.29	13.37	0.36	0.15	0.02	0.02	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2017/07/19	0.02	0.02	5.02	0.70	0.02	0.24	0.16	16.79	0.02	0.45	0.02	0.05	0.02	3.57	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
2017/07/26	0.02	0.02	8.21	0.72	0.02	0.31	0.57	15.92	0.02	0.33	0.02	0.02	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02
2017/08/02	0.02	0.02	15.46	0.56	0.65	0.69	1.60	12.76	0.02	0.04	0.02	0.07	0.51	0.03	0.03	0.24	0.22	0.22	0.04	0.02	0.02	0.02
2017/08/09	0.03	0.03	13.48	0.65	0.10	0.62	2.82	17.92	0.22	0.22	0.22	0.07	0.22	0.04	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
2017/08/16	0.05	0.07	16.41	0.71	0.74	1.87	2.55	13.43	0.15	0.37	0.05	0.05	0.16	0.37	0.22	0.45	0.52	0.48	0.31	0.10	0.03	0.03
2017/08/31	0.02	0.02	15.46	0.56	0.65	0.69	1.60	12.76	0.02	0.04	0.02	0.07	0.51	0.03	0.03	0.24	0.22	0.22	0.04	0.02	0.02	0.02

n=22, --未調查, 單位: lux



a、樣點 1



b、樣點 2



c、樣點 3



d、樣點 4



e、樣點 5



f、樣點 6

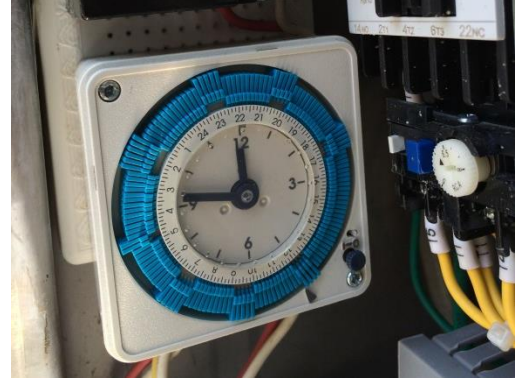


g、樣點 7

附圖一、水質採樣點



a、供水泵浦



b、鈦碼計時器



c、一期海綿道路



d、海綿道路下方雨撲滿



e、一期樣區



f、590nm路燈



g、二期施工



h、二期樣區

附圖二、樣區實景