

南華大學管理學院旅遊管理學系旅遊管理碩士班

碩士論文

Master Program in Tourism Management

Department of Tourism Management

College of Management

Nanhua University

Master Thesis

從聲音地圖觀點探討諸羅樹蛙生態旅遊研究：

以嘉義縣大林鎮為例

The Research of the Ecotourism of Farmland Green Treefrog from
the Perspective of Sound Map:
A Case Study of Dalin, Chiayi

林奕戎

Yi-Jung Lin

指導教授：許澤宇 博士

Advisor: Che-Yu Hsui, Ph.D.

中華民國 111 年 7 月

July 2022

南華大學

旅遊管理學系旅遊管理碩士班

碩士學位論文

從聲音地圖觀點探討諸羅樹蛙生態旅遊研究：

以嘉義縣大林鎮為例

The Research of the Ecotourism of Farmland Green Treefrog

from the Perspective of Sound Map :

A Case Study of Dalin, Chiayi

研究生：林奕戎

經考試合格特此證明

口試委員：傅德賢

陳淑慧

許澤宇

指導教授：許澤宇

系主任(所長)：許澤宇

口試日期：中華民國 111 年 5 月 24 日

南華大學旅遊管理學系旅遊管理碩士班

一百一十學年度第二學期碩士論文摘要

論文題目：從聲音地圖觀點探討諸羅樹蛙生態旅遊研究：以嘉義縣大林鎮為例

研究生：林奕戎

指導教授：許澤宇 博士

論文摘要內容：

諸羅樹蛙為台灣二級保育類及特有種，分布於雲嘉南，其棲地主要為與人生活重疊的淺山地帶，且其分布狹隘，因此隨著人為開發，其棲地逐漸破碎及消失，族群數量也不斷減少，但若可以了解族群數量、分布情況及其所面對的困境，便可訂定出適合的保育策略。本研究以嘉義縣大林鎮為研究樣區，使用目視遇測法及穿越線鳴叫計數法，透過其鳴叫音量，以 QGIS 繪測定位以了解其分布，並透過卡方檢定來分析其棲地偏好。研究結果顯示，諸羅樹蛙平均鳴叫音量為 80 分貝，且不同個體鳴叫音量大小具顯著差異；此外，其分布與河川水系有極大關係。在棲地偏好方面，對竹林具顯著偏好，水田、鳳梨田則顯著不偏好；本研究亦發現竹林為需要翻新之作物。本研究認為聲音地圖使我們得知諸羅樹蛙數量不多的事實，但可根據聲音地圖架設監測站來觀察族群數量，以得知須將保育資源著重放在哪邊的棲地。而竹林雖時常需要翻新，但可以透過導入生態旅遊及建構學習型組織來降低翻新方式對諸羅樹蛙的影響；此外，在本研究之評估中，可做為大林鎮賞蛙夜觀生態旅遊之潛力點僅 6 處，皆均座落於竹林人為農耕地，因此未來若能透過產業六級化的概念推動生態旅遊以提升竹林產業之附加價值，相信對諸羅樹蛙保育具啟發性的貢獻。

關鍵字：諸羅樹蛙、聲音地圖、棲地保育、生態旅遊、產業六級化

Title of Thesis: The Research of the Ecotourism of Farmland Green Treefrog from the Perspective of Sound Map: A Case Study of Dalin, Chiayi

Name of Institute: Master program in Tourism management, Department of Tourism Management, Nanhua University

Graduate Date: July 2022

Degree Conferred: M.S.

Name of Student: Yi-Jung Lin

Advisor: Che-Yu Hsui, Ph.D.

Abstract

Farmland Green Treefrog is a secondary level protected species and endemic species in Taiwan. It is distributed in Yunlin, Chiayi and Tainan, its habitat is mainly shallow mountainous areas that overlap with human life, and its distribution is narrow. Therefore, with human development, its habitat is gradually fragmented and disappeared, the number of ethnic groups is also decreasing. However, if we can understand the number and distribution of groups and the difficulties they face, we can formulate suitable conservation strategies. This study takes Dalin Town, Chiayi County as the research area. Using the Visual encounter surveys and Audio strip transects, Through the volume of its tweets, map the location with QGIS to understand its distribution, and use the chi-square test to analyze its habitat preference. The research results show that the average decibel of Farmland Green Treefrog is 80, And there are significant differences in the volume of tweets among different individuals; In addition, its distribution is greatly related to the river system. In terms of habitat preference, they had a significant preference for bamboo forests, with paddy fields and pineapple fields being the significant rejection phenomenon; this study also found that bamboo forests are crops that need to be renovated. This study believes that the sound map allows us to know the fact that the number of Farmland Green Treefrog is small, but monitoring stations can be set up

based on the sound map to observe the population number, so as to know which habitats should focus on conservation resources. Although bamboo forests often need to be refurbished, the impact of refurbishment on Farmland Green Treefrogs can be reduced by introducing eco-tourism and constructing learning organizations; In addition, in the evaluation of this study, there are only 6 potential spots that can be used as the ecotourism of frog night watching in Dalin Town, all of which are located in man-made bamboo forest, Therefore, in the future, if we can promote ecotourism through the concept of six-level industrialization to enhance the added value of the bamboo forest industry, I believe it is an inspiring contribution to the conservation of Farmland Green Treefrog.

Keywords: Rhacophorus arvalis, Sound Map, Habitat conservation, Ecotourism, six-level industrialization

目錄

論文摘要內容.....	i
Abstract	ii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vii
表目錄.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	4
1.4 研究限制.....	5
第二章 文獻探討.....	6
2.1 諸羅樹蛙.....	6
2.2 鳴叫聲.....	7
2.3 生態旅遊.....	8
2.4 地理資訊系統.....	9
第三章 研究方法.....	10
3.1 諸羅樹蛙鳴叫之測定.....	10
3.1.1 研究樣區（四個樣區做表格）.....	11
3.1.2 研究方法及時間.....	14
3.1.3 數據處理.....	14
3.2 聲音地圖之建構.....	15
3.2.1 研究地區.....	15
3.2.2 研究方法及時間.....	15

3.2.3 聲音地圖架構.....	16
3.3 棲地偏好之分析.....	17
第四章 研究結果.....	18
4.1 蛙鳴聲有大小聲之別.....	18
4.1.1 鳴叫聲調查結果.....	18
4.1.2 諸羅樹蛙鳴叫位置固定.....	18
4.2 從聲音地圖切入分析.....	19
4.3 諸羅樹蛙棲地偏好.....	21
4.3.1 竹林.....	22
4.3.2 雜木林.....	22
4.3.3 甘蔗園.....	23
4.3.4 果園.....	24
4.3.5 水田.....	24
4.3.6 鳳梨田.....	25
4.4 竹林耕種型態.....	26
第五章 討論與管理意涵.....	27
5.1 討論.....	27
5.1.1 諸羅樹蛙鳴叫之比較.....	27
5.1.2 諸羅樹蛙移動能力不佳.....	27
5.1.3 聲音地圖之發現.....	28
5.1.4 竹林適合諸羅樹蛙生存繁衍.....	30
5.1.5 諸羅樹蛙棲息於竹林的危機.....	32
5.1.6 透過聲音地圖尋找生態旅遊潛力點.....	33
5.2 管理意涵.....	33

5.2.1 諸羅樹蛙鳴叫數據之利用.....	34
5.2.2 諸羅樹蛙棲地管理及現況改善	34
5.2.3 聲音地圖後續用途.....	35
5.3 生態旅遊潛力點之評估.....	36
第六章 結論與建議.....	50
6.1 結論.....	50
6.2 未來研究建議.....	51
參考文獻.....	52
一. 中文文獻.....	52
二. 英文文獻.....	54
附錄一 圖層資料來源及操作.....	59
附錄二 聲音地圖座標.....	76

圖目錄

圖 1.1 IUCN 諸羅樹蛙分佈圖	2
圖 1.2 東華大學諸羅樹蛙分布圖	3
圖 2.1 諸羅樹蛙	7
圖 3.1 四個樣區地點	10
圖 3.2 樣區一場域	11
圖 3.3 樣區二場域	12
圖 3.4 樣區三場域	12
圖 3.5 樣區四場域	13
圖 3.6 聲音地圖研究架構	16
圖 4.1 大林鎮諸羅樹蛙族群分數	20
圖 4.2 大林鎮諸羅樹蛙分布與水系關係	21
圖 5.1 大林鎮灌溉溝渠圖	29
圖 5.2 十分潛力點分布圖	36

表目錄

表 3.1 研究樣區總表.....	13
表 4.1 諸羅樹蛙鳴叫聲統計量.....	18
表 4.2 獨立樣本 t 檢定.....	18
表 4.3 竹林交叉表.....	22
表 4.4 卡方檢定.....	22
表 4.5 雜木林交叉表.....	22
表 4.6 卡方檢定.....	23
表 4.7 甘蔗園交叉表.....	23
表 4.8 卡方檢定.....	23
表 4.9 果園交叉表.....	24
表 4.10 卡方檢定.....	24
表 4.11 水田交叉表.....	24
表 4.12 卡方檢定.....	25
表 4.13 鳳梨田交叉表.....	25
表 4.14 卡方檢定.....	25
表 5.1 樣區 10-1 雷達圖及棲地外觀.....	37
表 5.2 樣區 10-2 雷達圖及棲地外觀.....	38
表 5.3 樣區 10-3 雷達圖及棲地外觀.....	39
表 5.4 樣區 10-4 雷達圖及棲地外觀.....	40
表 5.5 樣區 10-5 雷達圖及棲地外觀.....	41
表 5.6 樣區 10-6 雷達圖及棲地外觀.....	42
表 5.7 樣區 10-7 雷達圖及棲地外觀.....	43
表 5.8 樣區 10-8 雷達圖及棲地外觀.....	44

表 5.9 樣區 10-9 雷達圖及棲地外觀	45
表 5.10 樣區 10-10 雷達圖及棲地外觀	46
表 5.11 樣區 10-11 雷達圖及棲地外觀	47
表 5.12 樣區 10-12 雷達圖及棲地外觀	48
表 5.13 生態旅遊潛力點總表	49



第一章 緒論

1.1 研究背景

全世界超過三分之一（41%）的兩棲類物種已經被列為受威脅（包含極危、瀕危與易危類別）或滅絕的物種 (IUCN, 2022)，而全球兩棲動物越來越少的原因主要是環境和人類威脅所造成的(Collins et al., 2007 & Angulo et al., 2011)，兩棲類目前主要的威脅是棲地破碎、退化與喪失，但除了這些還有人類干擾、汙染、氣候變遷、外來種入侵與疾病使兩棲類數量不斷減少(林春富、陳運萱，2020)。而生態旅遊一直被視為保護物種的一種方式，並且在最小傷害環境與物種的條件下，為當地社區及瀕危物種帶來收入及保護的費用。在旅遊業和極度瀕危青蛙的保護這項研究也表明了旅遊業在全球尺度下具有為全球蛙類保護工作做出貢獻的巨大潛力(Morrison et al., 2012)。在嘉義縣大林鎮有許多的諸羅樹蛙(*Rhacophorus Arvalis*)(Lue, Lai, & Chen, 1995)，而諸羅樹蛙已被列為二級保育類動物，並且被國際自然保護聯盟列為瀕危兩棲類動物，在世界各地，由於人為威脅導致青蛙物種減少，所以對兩棲動物的保護工作都在增加(Mokhatla et al., 2012)。在保育知識越來越普及的狀況下，大林鎮也越來越多鎮民加入了守護諸羅樹蛙的行列，其中也有社區開始了與諸羅樹蛙相關的導覽活動及生態旅遊，而大林鎮的鎮民們不管是無毒的友善耕作或學習如何當導遊來帶民眾認識諸羅樹蛙，大家都用自己的方式為保護諸羅樹蛙盡一份心力。

1.2 研究動機

當我們利用 IUCN 紅皮書中提供的物種地圖來檢視諸羅樹蛙的分佈狀況(圖 1.1)，會發現因分佈範圍太小所以在全球尺度下已看不見諸羅樹蛙的蹤跡，若從台灣的尺度來看的話，諸羅樹蛙的分佈是從雲林一直延伸至台南，並且介於山與平地之間的丘陵地帶，IUCN 提供的資料顯示更新時間為 2004 年 4 月 30 號，而東華大學調查結果也只有到 2016 年，本來在 2010-2015 年仍有的區域也有些都消失了，在當時範圍就已經不大了，可想而知現在的數量可能所剩不多，這也表示此物種已經岌岌可危，雖然仍有研究指出大林鎮的諸羅樹蛙數量並不少，但若是繼續讓諸羅樹蛙的棲地破碎化或讓棲地受到汙染，往後諸羅樹蛙數量必定會加速的減少直到絕種。



圖 1.1 IUCN 諸羅樹蛙分佈圖

資料來源：IUCN (2004)

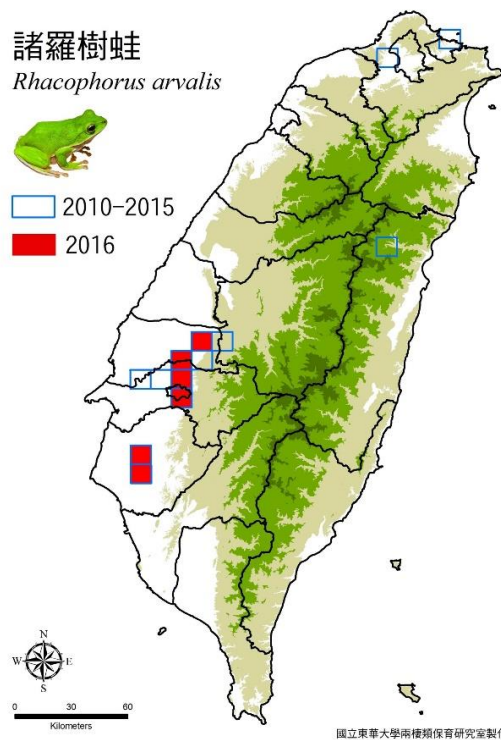


圖 1.2 東華大學諸羅樹蛙分布圖

資料來源：東華大學兩棲類保育研究室 (2016)

往往受威脅之物種都會為其設立保護區，像是櫻花鉤吻鮭有櫻花鉤吻鮭野生動物保護區、黑面琵鷺有曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區、綠蠵龜有澎湖縣望安島綠蠵龜產卵棲地保護區等多種物種保護區（林務局，2019），最初美國黃石國家公園為了保護園區內的動植物，將區域內的居民趕出，這種管理方式忽略了當地人的權利，因此受到了強烈排斥，之後保育人士想到透過生態旅遊可以讓遊客認識當地文化及大自然，甚至為當地帶來收入還可以保護到當地物種，若當地居民從生態旅遊得到合理收入便會成為保護自然的一員(王鑫，2021)。而大林的諸羅樹蛙也剛好符合其狀況，因牠主要棲息於農墾地內，所以牠的生存環境與人的重疊度非常的高，而依據野生動物保育法規定，如有開發利用行為，需要先向地方主管機關提出申請，層報中央主管機關許可；既有之建設、土地利用或開發行為，如對野生動物構成重大影響，中央主管機關得要

求限期改善(陳信佑，2008)，因此設立保護區會使當地居民無法進行開發等工作，所以也意味著為其設立保護區為不太可行的辦法，因此如前段所言，最適合之做法為推動生態旅遊，且諸羅樹蛙多棲息於竹林，因此產業與生態結合，透過生態旅遊推廣諸羅樹蛙保育及當地農產品竹筍，使農民可以得到收益，這樣他們也會更願意去保護諸羅樹蛙。

在過去大林鎮在操作生態旅遊實務上，曾經有因種種環境因素，導致帶著遊客到達諸羅樹蛙棲息地，但其沒發出鳴叫聲因此找不到諸羅樹蛙的窘況；或者是過去調查樹蛙數量使用目測法但必須看到並且確認品種才能紀錄，如果利用聲音來記錄諸羅樹蛙的分布情形的話，我們就可以確認牠們的棲息場域，以後也可以根據聲音地圖來架設觀測站，若可以監測諸羅樹蛙各棲地情形，以後在操作生態旅遊時便可以提前確認場域中的諸羅樹蛙是否有鳴叫，若沒有鳴叫的話可以轉換到有鳴叫的場域，以減少到了棲地卻找不到諸羅樹蛙的窘境。

1.3 研究目的

因目前鮮少有人對於大林鎮諸羅樹蛙的棲息地做出有關環境因素之分析，所以本研究將以嘉義縣大林鎮的諸羅樹蛙為研究對象，針對其棲地之型態與環境特徵加以分析，並提出適合生態旅遊的潛力點及關於保育諸羅樹蛙方向之建議，本研究探討議題如下：

- 一.了解諸羅樹蛙蛙叫是否有大小聲之別
- 二.繪製及分析諸羅樹蛙聲音地圖
- 三.了解諸羅樹蛙目前的棲地環境及偏好
- 四.分析大林鎮上各諸羅樹蛙棲息地是否有適合帶生態旅遊之地點

1.4 研究限制

陳歆(2016)的研究結果指出位於大林鎮省道一號以西雖有諸羅樹蛙分布，但分布甚少，所以本研究便以大林鎮省道一號以東為主要研究地區，且因諸羅樹蛙旺季為7、8月，所以可以蒐集到的資料有限。



第二章 文獻探討

2.1 諸羅樹蛙

諸羅樹蛙屬於台灣特有種，其分布於雲林、嘉義、台南三個縣市，在 IUCN 紅皮書中提供的分布圖可以看到其分布於高山及平原之間的丘陵地區，也就是所謂的淺山地區。觀察蛙類最好的時間為繁殖期，因為牠會發出鳴叫聲來求偶，可以更容易觀察到牠們，三月到十月是牠們的繁殖期，但高峰期出現在七月及八月(楊懿如，2008)，其學名為 *Rhacophorus arvalis*，俗名為 farmland green treefrog，從英文名稱就可以知道牠是生存於農墾地的綠樹蛙，因其棲息於農墾地，所以牠們與人的生活環境的重疊度很高，農民也時常聽到牠們的叫聲，因景觀異質性和兩棲動物多樣性會因種植作物而對其產生負面影響(Boissinot et al., 2019)，所以也意味著當農夫要將原本為諸羅樹蛙棲地的農墾地更改成其他作物時，諸羅樹蛙們也面對牠們棲息地喪失的危機，而棲息地喪失、退化和破碎化仍然是全球兩棲動物數量減少的主要原因(Scroggie et al., 2019)也是諸羅樹蛙族群目前所面對的危機。所以在 2008 年時行政院農業委員會就依據野生動物保育法將其列為珍貴稀有之野生動物也就是二級保育類，也被國際自然保護聯盟(IUCN)紅皮書列為瀕危物種 (Endangered, EN)。



圖 2.1 諸羅樹蛙

資料來源：本研究團隊攝影

2.2 鳴叫聲

蛙類主要透過鳴叫來進行溝通(Gerhardt and Huber, 2002 ; Pargana et al., 2003 ; Toledo and Haddad, 2005) , 而蛙類會因種類不同而有不同的聲音頻率, 也因為聲音頻率不同, 所以具有種類辨識使其避免雜交之功能(楊懿如, 2002) 。公蛙會為了吸引母蛙來交配而發出鳴叫聲(Castellano and Rosso, 2006 ; Tobias et al., 2004) , 所以鳴叫聲只有公蛙會發出, 而母蛙並不會發出鳴叫聲, 每年中的三月到十月之間, 因為是他們的繁殖期, 所以也只有在這段的時間可以聽到牠們鳴叫, 而其中又屬七、八月為高峰期(楊懿如, 2008) 。諸羅樹蛙通常都是在樹上面進行鳴叫, 在進行配對時鳴叫占了非常重的地位(Bernal, Guarnizo and Lüddecke, 2005) , 並且鳴叫差異是母蛙選擇公蛙的因素, 母蛙不僅可以透過鳴叫來分辨物種, 更可以透過鳴叫來評價配對品質(Castellano and Rosso, 2006 ; Tobias et al., 2004) , 而成功配對後, 母蛙才會把公蛙從樹上帶下來到地面上有落葉或者是積水的地方進行繁衍。

鳴叫的差異性可以幫助我們了解鳴叫是如何演變以及蛙類的親緣關係(Bernal, Guarnizo and Lüddecke, 2005)，而且新的物種也可能會因鳴叫聲被發現 (Smith et al., 2003)，所以鳴叫聲的功能並不是只用於求偶而已。

2.3 生態旅遊

生態旅遊是旅遊中一個重要的實踐概念，用以確保一個地區中永續旅遊的發展(Phelan et al., 2020)，近年來，隨著環保意識越來越興盛，生態旅遊已然成為了旅遊業中不可或缺的一種旅遊型態(Kaymaz et al., 2021)，而生態旅遊的主要目標是永續、教育、讓農村發展並且保護自然環境和當地文化，“是為了特殊目的而前往相對未受破壞和未受開發的自然區域的旅行，例如研究、監測和造福於自然植物和野生動物、景觀和這些地區的文化景點”(Ceballos-Lascudrain et al., 1993)。也就是說，生態旅遊是一種注重於體驗和了解自然、低碳足跡、限制過度的消費而且以當地為導向，且建立在讓自然資源可以永續為基礎的一種旅遊型態(Fennell, 1999)。從 Ceballos-Lascudrain 提出生態旅遊的各種定義來看，任何永續形式的自然、文化、野生動物和冒險旅遊，若其目的是可以為當地居民創造利益和起到保護之作用，則可以被視為生態旅遊。同時也意味著，一旦自然、文化、野生動物和冒險旅遊對保護環境與當地生計沒有起到任何效用，而只用於提供娛樂活動給遊客的話，便不能將其視為生態旅遊(Forje et al., 2021)。

雖然生態旅遊可以永續地利用自然和文化旅遊景點(Kaymaz et al., 2021)，但也會從不同的角度對一個地區的發展產生很大的影響(Hosseini et al., 2021)。所以我們可以透過改善和發展一個地區的永續生態旅遊，

就可能可以改善這個地區的經濟、社會和環境狀況(Hosseini et al., 2021)，雖然生態旅遊可以減少對自然環境的衝擊並對當地帶來一些正面的影響，但或多或少仍會對自然環境造成影響，所以在實務操作上，需要不斷的監測並且不斷的改進，才能使地方可以永續的發展生態旅遊。

2.4 地理資訊系統

地理資訊系統(Geographic information Systems, GIS) 是套架構豐富又完整的地理資料庫，並且具有可以將各項相關地理資料整合的資訊化作業系統，其中的功能具有資料擷取、編修、更新、儲存、查詢、處理、分析及展示等，地理資訊系統囊括了如都市資訊系統、土地監控系統、地籍資訊系統、交通資訊系統及環境監控系統、流域管理系統等(王秀莉, 2008; 馮宗盛, 2002)。

而所謂的地理資訊是會隨著時間而改變，屬於一種動態的空間資訊，只要是地球上相關的空間資料，無論天上、地下、地上各種現象亦或是人類與環境互動的現象及人為社會互動的現象描述都在地理資訊涵蓋的範圍內。地理資訊涵蓋了兩種特性：其中一種是地理區位(Geographical Location)，用以描述地理空間中相對或絕對位置。另一種是屬性(Attribution)，是由文字與數字構成，用以描述地理空間的現象特徵(陳緯蒼, 2002)。

地理資訊系統 (GIS) 已被應用於支持環境建模，並且能夠儲存、管理/分析以及將大型時間、空間和非空間的數據集可視化，因此它們是處理幾何與文數數據的最有效工具(Rossetto et al., 2018)。這使得 GIS 成為推進和促進使用工具來管理大量數據和複雜環境建模的完美候選者 (Kresic 和 Mikszewski, 2012)。

第三章 研究方法

本研究以嘉義縣大林鎮為研究區域，從 2021 年 6 月至 9 月研究並記錄諸羅樹蛙求偶鳴叫聲分貝與聲音地圖，在諸羅樹蛙鳴叫之測定使用目視遇測法配合分貝儀，在建構聲音地圖部分使用穿越帶調查法加上鳴叫法，最後以卡方分析來分析棲地偏好，並將取得的資訊加以歸納並分析。

3.1 諸羅樹蛙鳴叫之測定

本研究對四塊研究樣區展開調查，樣區位置如下圖(3.1)，樣區資訊在下節進行詳細介紹。



圖 3.1 四個樣區地點

資料來源：本研究整理

3.1.1 研究樣區（四個樣區做表格）

樣區一位於中坑里(N 23°34'47.2"，E 120°29'46.7")，為農墾地，作物為烏殼綠竹筍，竹高約五公尺，竹葉高度約 2.5 公尺，竹林底下植被有整理過，幾乎沒有枯枝在地面上，但仍有許多落葉可以提供給諸羅樹蛙當遮蔽物或，所以便於行走，積水來源為灌溉水與雨水。



圖 3.2 樣區一場域

資料來源：本研究整理

樣區二位於上林里(N 23°34'28.6"，E 120°28'44.6")，樣區旁為三疊溪，其作物為烏殼綠竹筍，竹林高度參差不齊，高度 2~5 公尺不等，竹葉垂至 2 公尺左右，因為樣區幾乎沒有受到人為干擾，所以枯枝落葉堆疊在地上可以做為很好的掩蔽體，物種也較其他樣區豐富，積水處相當大片，積水來源有雨水及灌溉水。



圖 3.3 樣區二場域

資料來源：本研究整理

樣區三位於上林里(N 23°35'12.3"，E 120°28'18.4")，主要植被型態為灌木叢，位於鳳梨田旁，鳳梨屬於旱作，但因中間有道約為 0.5 公尺高水泥牆作間格，因此灌木叢相當茂密，高度約在 1~1.5 公尺，且灌木叢底下皆為積水，所以是提供給諸羅樹蛙很好的產卵處，不僅可以當掩蔽物來抵擋天敵，也可以使卵泡成功孵化。



圖 3.4 樣區三場域

資料來源：本研究整理

樣區四位於中林里(N 23°35'33.5"，E 120°28'35.6")，其為友善耕作沒有用藥的竹林，對面有養雞場，作物為烏殼綠竹筍，因是年輕的竹林並且沒有修剪，竹葉非常茂密，竹子高度約 5 公尺，竹葉 1.5~5 公尺不等，積水狀況良好，積水來源為灌溉水與雨水



圖 3.5 樣區四場域

資料來源：本研究整理

表 3.1 研究樣區總表

樣區	一	二	三	四
土地利用	竹林	竹林	灌木叢	竹林
種植方式	時常整理	自然生長	無	無用藥
植被高度	竹高 5M 葉高 2.5M	竹高 2~5M 葉高 2M	1.5M	竹高 5M 葉高 2.5M
受干擾頻率	高	低	低	中
積水來源	雨水及灌溉水	雨水及灌溉水	雨水	雨水及灌溉水

資料來源：本研究整理

3.1.2 研究方法及時間

從民國 110 年 6 月至 7 月，研究者平均每兩日至樣區調查，調查時間主要為 18:30 至 22:00 間。

調查方法為目視遇測法(visual encounter survey, VES)，此方法需看到樹蛙後才可進行記錄，本研究進行時，如遇公蛙，將其高度、距離、分貝、環境因素及座標利用手機紀錄下來。高度及距離使用測距儀做測量，分貝利用手機程式聲級計測量，座標利用手機程式 Google Maps 做定位並記錄。

3.1.3 數據處理

本研究採用蘇德勝等人(1970)著噪音原理及控制一書中的噪音公式，公式如下：

$$L_2 - L_1 = -20 \log \left(\frac{R_2}{R_1} \right)$$

其中 R_1 為測量點 1 與音源之間的距離(m)

R_2 為測量點 2 與音源之間的距離(m)

L_1 為測量點 1 接收到音源之音量(dB)

L_2 為測量點 2 接收到音源之音量(dB)

接著假設 R_1 為一公尺，並將調查的聲音及距離數據分別帶入 L_2 及 R_2 ，這樣就可得知 L_1 也就是在距離一公尺時鳴叫聲分貝之值，將數據處理後所得之分貝便都是一公尺時的分貝，再以所有一公尺時分貝的總平均數將數據劃分成平均數以上的大聲族群 H 及平均數以下的小聲族群 L，最後放入統計軟體進行獨立樣本 t 檢定以了解是否有大小聲之別。

3.2 聲音地圖之建構

3.2.1 研究地區

本研究以穿越嘉義縣大林鎮中的省道一號以東為調查區域，並以 Google map 街景車行駛之道路作為穿越帶，大林鎮屬副熱帶與熱帶性氣候之間，氣候特徵為高溫、多雨、多風。年平均最高溫與最低溫為攝氏 28 度與 19.1 度。年平均降雨量約 1,726.1 公釐(政府公報，2012)。

3.2.2 研究方法及時間

從民國 110 年 7 月至 8 月，調查時間皆為晚上 7 點至 10 點，使用穿越帶鳴叫計數法 (Audio strip transects, AST) 調查諸羅樹蛙在大林鎮的分布狀況及範圍，以汽車作為交通工具，並以 Google Map 之街景車行駛過的路線作為穿越帶，在馬路上以時速 40km 的速度行使，只要聽到有諸羅樹蛙叫聲就以 Google Map 的方式將座標、棲地型態、族群分數、天氣這些條件紀錄下來，棲地型態分為竹林、果園、水田、雜木林、鳳梨田、香蕉園、甘蔗園、住家；族群分數 1 分為僅一兩隻諸羅樹蛙在叫，5 分為數量五隻左右，但鳴叫聲還是稍微有些中斷，10 分為數量非常多且叫聲此起彼落無中斷，所有數據為兩人共同判定，且兩人皆能明確分辨諸羅樹蛙叫聲；天氣分為晴天、陰天、雨天、雨後，最後將座標數據放入地理資訊系統(Quantum Geographic information Systems, QGIS) 並製作出聲音地圖。

QGIS 是由 Gary Sherman 發起的免費地理資訊系統軟體，並且是由一群志工進行維護(阮韻蘭, 2018)，它可以將點、線、面圖層繪製為向量圖 (Shapefile) 格式，與各種資料庫軟體如：PostgreSQL、MySQL 等進行同時間資料的平行傳送或修改，並且進行各圖層交互的空間分析，

而且使用者也可以下載附加元件來讓 QGIS 的功能更加多元化(黃威陞, 2016)。

現代科技日新月異，政府也隨著時代的變遷而進步，所以政府隨著科技趨勢發展出提供各種資訊的平台也就是政府資料開放平台，而其中就有許多 QGIS 可以使用的向量圖讓民眾做使用，像是衛星雲圖、鄉鎮邊界及河流圖等，並且也讓研究者可以利用 QGIS 進行不同圖層的套疊來更好的呈現研究結果，以下為各圖層使用說明，在最後以套疊後圖層呈現研究結果。

3.2.3 聲音地圖架構

本研究使用了 QGIS 3.20 版本，將調查數據、衛星雲圖、河川河道、河川支流、鄉鎮界線、各里界線、國道省道匯入 QGIS 3.20 以建構出聲音地圖，並透過聲音地圖了解其分布區域及與附近環境因素是否具有關聯，其中諸羅樹蛙棲地數據也可用來分析其對於棲地類型之偏好，研究架構如下：

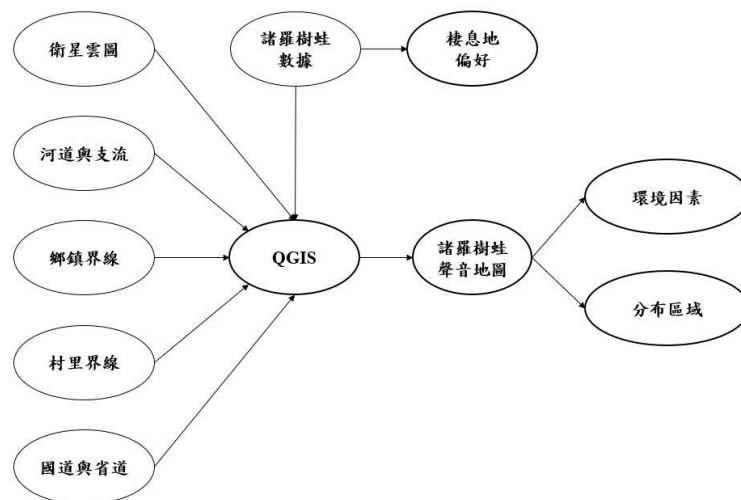


圖 3.6 聲音地圖研究架構

資料來源：本研究整理

3.3 棲地偏好之分析

本研究為調查諸羅樹蛙在各個不同作物類型的棲地之間是否具有特定偏好哪種作物類型之棲地，在建構聲音地圖時記錄下各棲地類型數據中的棲地類型分為竹林、雜木林、甘蔗園、水田、鳳梨田、香蕉園、果園、住家以上八種，並使用卡方檢定進行分析以了解諸羅樹蛙偏好。



第四章 研究結果

4.1 蛙鳴聲有大小聲之別

4.1.1 鳴叫聲調查結果

鳴叫聲實驗中，蒐集到了 192 筆鳴叫聲數據，利用 Excel 算出其平均數為 80.8 分貝，並將 192 筆數據以 80.8 分貝分為 L 群體及 H 群體，L 群體有 85 筆，平均數為 76.44，H 群體有 107 筆，平均數為 84.19，底下為其組別統計量。

表 4.1 諸羅樹蛙鳴叫聲統計量

	群體	個數	平均數	標準差
分貝	L	85	76.4400	2.90206
	H	107	84.1888	2.61636

資料來源：本研究整理

獨立樣本 T 檢定中，變異數顯著性為 0.166，其大於 0.05，故其為假設變異數相等，t 值為 -19.419，顯著性(雙尾)小於 0.001，因其顯著性小於 0.05，故有顯著差異，因此得出諸羅樹蛙鳴叫聲有大小聲之別。

表 4.2 獨立樣本 t 檢定

	Levene 檢定顯著性	t
分貝 假設變異數相等	.166	-19.419***

資料來源：本研究整理

4.1.2 諸羅樹蛙鳴叫位置固定

在研究過程發現諸羅樹蛙每晚鳴叫位置都很固定，通常前一天有見到諸羅樹蛙的竹子或枝條，隔天仍可見到諸羅樹蛙在同樣或相隔不遠的位置鳴叫。研究者亦在研究過程中發現在樣區二中的諸羅樹蛙非常容易

被打擾，樣區二位置位於小路旁，車流量極低，且竹林的主人到竹林的頻率極低，不常到竹林進行一些枯枝的整理，讓竹林自由生長，因此平時在這裡的諸羅樹蛙較不容易受到影響；而在樣區一中，諸羅樹蛙看到有人還是會照常叫，有人在旁邊走動或觀察似乎不會對其造成什麼影響，也沒有轉頭離開或停止鳴叫等動作出現，而樣區一位置在大馬路旁，平時車流量高，到夜晚時仍時常有車經過，且竹林的主人為筍農，時常至竹林整理枝條，因此平時在這裡的諸羅樹蛙可能較常受到影響。

當研究者發現諸羅樹蛙時，利用手電筒的白光照射諸羅樹蛙，若與其有間隔一段距離牠並不會有任何反應，但若將光源閃爍或晃動過劇，牠會停止鳴叫甚至轉頭離開，因此研究者在觀察時若已確定諸羅樹蛙位置並發現其停止鳴叫便會將手電筒關掉，這樣牠很快就會繼續鳴叫了。

4.2 從聲音地圖切入分析

將各圖層匯入 QGIS 後製作出聲音地圖，黑色線條為大林鎮邊界，白色線條為各里邊界，淺藍色線條為河川，紅色線條為省道及國道，紅色渲染為諸羅樹蛙的熱區，越紅代表族群分數越高，反之越低。

- 聲音地圖調查數據中，共蒐集到了 448 筆棲地資料，其中有諸羅樹蛙的棲地占了 175 筆，無諸羅樹蛙的棲地有 273 筆
- 經調查發現將近八成(78.29%)的諸羅樹蛙主要棲息地為竹林。
- 我們在中坑里與三角里各發現了 39 筆(22.29%)諸羅樹蛙棲地，也是大林鎮中最多諸羅樹蛙的里，再來是中林里的 33 筆(18.86%)及上林里的 32 筆(18.39%)。
- 中坑里雖為數量最多的里之一，但大多都聚集在靠近中林及上林里附近，透過聲音地圖可以看到中坑里的山區只有少數兩個

地方有樹蛙而已，並且當天為下小雨的天氣，非常出乎意料，推測可能因竹林品種不同所導致亦或者山區栽種竹子過程可能有使用農藥所導致。

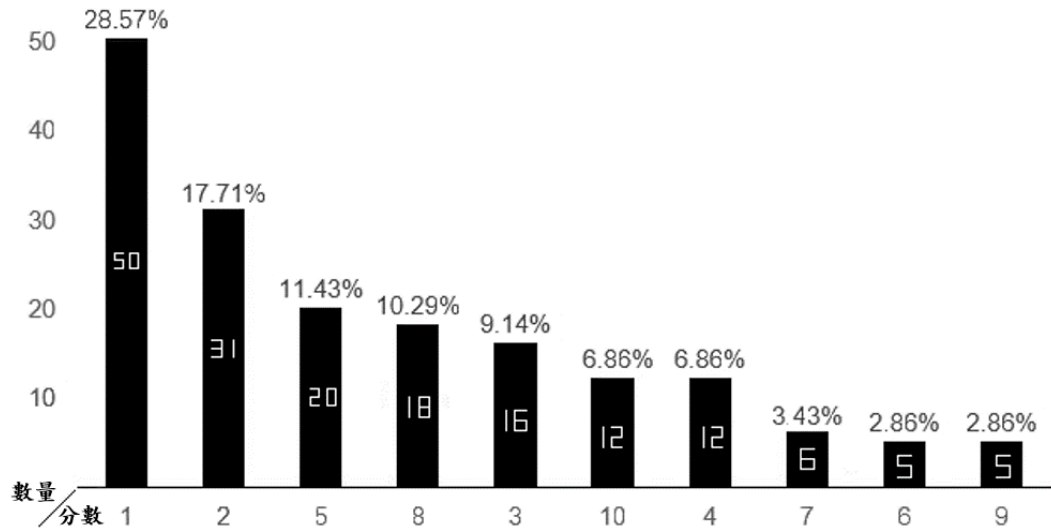


圖 4.1 大林鎮諸羅樹蛙族群分數

資料來源：本研究整理

- 諸羅樹蛙數量評分中(圖 4.4)，最多為 1 分有 50 筆(28.57%)、2 分有 31 筆(17.71%)，而高於 7 分的分數，8 分有 18 筆(10.29%)、9 分有 5 筆(2.86%)、10 分有 12 筆(6.86%)
- 諸羅樹蛙數量評分中 10 分大多聚集在中坑、上林及中林里。

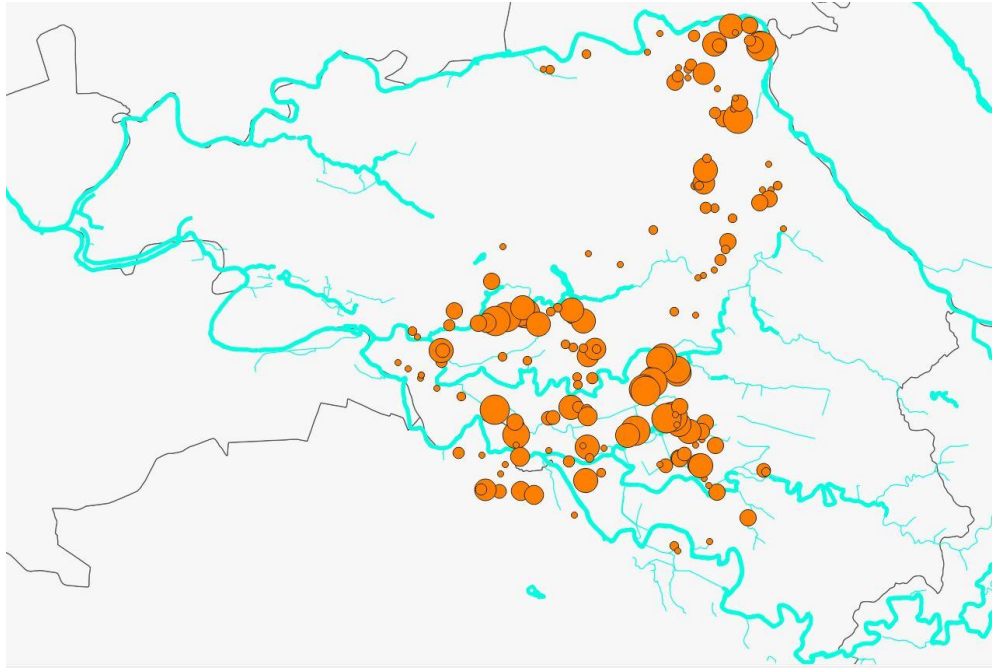


圖 4.2 大林鎮諸羅樹蛙分布與水系關係

資料來源：本研究整理

- 利用聲音地圖來看諸羅樹蛙的分佈(圖 4.5)，可以明顯發現諸羅樹蛙棲息地與河川有高度相關性。

4.3 諸羅樹蛙棲地偏好

在棲地調查數據中，共蒐集到了 448 筆棲地資料，其中有諸羅樹蛙的棲地占了 175 筆，無諸羅樹蛙的棲地有 273 筆，並將以上數據匯入 PASW 中以卡方檢定進行分析，並且在顯著性的部分以 0.01 作為判斷標準，在各交叉表中左邊諸羅樹蛙有表示有諸羅樹蛙的棲地數量，無表示無諸羅樹蛙棲息的棲地數量，雖本研究亦有紀錄住家，但其為人工之水泥建築物，所以諸羅樹蛙不會居住在此種類型的地景，因此不列入分析，而香蕉園紀錄筆數不多，因此將其納入果園，以下為諸羅樹蛙對各棲地偏好之結果：

4.3.1 竹林

首先在諸羅樹蛙與竹林交叉表(表 4.3)可以了解有 137 片竹林是有諸羅樹蛙住的，而 76 片竹林無諸羅樹蛙居住的，如表 4.3:

表 4.3 竹林交叉表

		竹林	
		個數	76
諸羅樹蛙	無	期望個數	129.8
	有	個數	137
		期望個數	83.2

資料來源：本研究整理

表 4.4 卡方檢定

	數值	自由度	p值
Pearson卡方	108.818	1	.000

資料來源：本研究整理

有137片竹林有諸羅樹蛙，明顯高於期望個數83.2，且卡方檢定中p值 <0.01 ，卡方值為108.818，表示諸羅樹蛙對竹林是有顯著偏好的。

4.3.2 雜木林

首先在諸羅樹蛙與雜木林交叉表(表 4.5)可以了解有 26 片雜木林是有諸羅樹蛙住的，而 29 片雜木林無諸羅樹蛙居住，如表 4.5:

表 4.5 雜木林交叉表

		雜木林	
		個數	29
諸羅樹蛙	無	期望個數	33.5
	有	個數	26
		期望個數	21.5

資料來源：本研究整理

表 4.6 卡方檢定

	數值	自由度	p值
Pearson卡方	1.775	1	.183

資料來源：本研究整理

有26片雜木林有諸羅樹蛙，略高於期望個數21.5，但在卡方檢定中顯著性 >0.01 ，卡方值為1.775，表示諸羅樹蛙對雜木林並未有顯著偏好。

4.3.3 甘蔗園

首先在諸羅樹蛙與甘蔗園交叉表(表 4.7)可以了解有 5 片甘蔗園是有諸羅樹蛙住的，而 7 片甘蔗園無諸羅樹蛙居住，如表 4.7:

表 4.7 甘蔗園交叉表

		甘蔗園	
諸羅樹蛙	無	個數	7
		期望個數	7.3
	有	個數	5
		期望個數	4.7

資料來源：本研究整理

表 4.8 卡方檢定

	數值	自由度	p值
Pearson卡方	.035	1	.851

資料來源：本研究整理

有5片甘蔗園有諸羅樹蛙，與期望個數4.7相差不遠，但在卡方檢定中顯著性 >0.01 ，卡方值為0.035，表示諸羅樹蛙對甘蔗園並未有顯著偏好。

4.3.4 果園

首先在諸羅樹蛙與果園交叉表(表 4.9)可以了解有 3 片果園是有諸羅樹蛙住的，而 18 片果園無諸羅樹蛙居住，如表 4.9:

表 4.9 果園交叉表

		果園	
		個數	18
諸羅樹蛙	無	期望個數	12.8
		個數	3
	有	期望個數	8.2
		個數	

資料來源：本研究整理

表 4.10 卡方檢定

	數值	自由度	p值
Pearson卡方	5.682	1	.017

資料來源：本研究整理

有3片果園有諸羅樹蛙，略低於期望個數8.2，在卡方檢定中顯著性 >0.01 ，卡方值為5.682，表示諸羅樹蛙對果園並無明顯的偏好或排斥。

4.3.5 水田

首先在諸羅樹蛙與水田交叉表(表 4.11)可以了解有 2 片水田是有諸羅樹蛙住的，而 109 片水田無諸羅樹蛙居住，如表 4.11:

表 4.11 水田交叉表

		水田	
		個數	109
諸羅樹蛙	無	期望個數	67.6
		個數	2
	有	期望個數	43.4
		個數	

資料來源：本研究整理

表 4.12 卡方檢定

	數值	自由度	p值
Pearson卡方	86.065	1	.000

資料來源：本研究整理

有2片水田有諸羅樹蛙，明顯低於期望個數43.4，在卡方檢定中顯著性 <0.01 ，卡方值為86.065，表示諸羅樹蛙對水田是顯著排斥的。

4.3.6 鳳梨田

首先在諸羅樹蛙與鳳梨田交叉表(表 4.13)可以了解有 2 片鳳梨田是有諸羅樹蛙住的，而 32 片鳳梨田無諸羅樹蛙居住，如表 4.13:

表 4.13 鳳梨田交叉表

		鳳梨田	
諸羅樹蛙	無	個數	32
		期望個數	20.7
	有	個數	2
		期望個數	13.3

資料來源：本研究整理

表 4.14 卡方檢定

	數值	自由度	p值
Pearson卡方	17.016	1	.000

資料來源：本研究整理

有2片鳳梨田有諸羅樹蛙，明顯低於期望個數13.3，卡方檢定中顯著性 <0.01 ，卡方值為17.016，表示諸羅樹蛙對鳳梨田是顯著排斥的。

從研究結果得知諸羅樹蛙對竹林具有顯著偏好，對於果園、甘蔗園及雜木林未有顯著偏好，但對於水田及鳳梨田是顯著排斥的，意即水田或鳳梨田是非常不適合諸羅樹蛙居住的。

4.4 竹林耕種型態

本研究於調查後發現，在夏季期間進行調查時的竹林在年底時已經被整個翻新過了，地面只留下倒塌的竹子及土堆，這種大面積翻新往往都是利用怪手來執行，因此對於棲息於竹林的諸羅樹蛙傷害很大，調查後發現筍農將竹林翻新的原因有竹林染上了竹嵌紋病導致產量及品質下降，筍農為了維持竹林的生產力因此需要將較老的竹子砍掉換成新竹子以保證產量，最後就是因為有其他作物賺的利潤比竹筍多，因此將整片竹林翻新，更換成其他作物種類以提升收入，詳細解決辦法將於下一節提出並討論。



第五章 討論與管理意涵

5.1 討論

5.1.1 諸羅樹蛙鳴叫之比較

行政院環境保護署指出，因每個人感受不同，所以對噪音的感受及受到的影響也不同，而一般所說的噪音即是指不想聽到或讓人感到不舒適的聲音，但當噪音源超過管制標準時，即成為噪音管制法所指的噪音。而通常使人感到舒適的音量為 50 分貝以下；在 50-70 分貝會引起些微的不舒服；若長期處於音量 70 分貝的環境，就會讓人產生焦慮不安，進而引發各種症狀(環保署，2022)。新北市政府環境保護局也指出 40 分貝左右之噪音會影響睡眠，40~65 分貝將影響學習，台灣夜鷹於一公尺時測量為 99.8 分貝，從鳴叫點傳出鳴叫聲最遠至 512 公尺還可達到 43.8 分貝，並且睡眠受到影響人數最多佔全高雄市民的 30.72%(詹子芸，2010)。而諸羅樹蛙位於一公尺時分貝平均為 80.8 分貝，但諸羅樹蛙鳴叫聲之分貝並不如台灣夜鷹高，並且台灣夜鷹鳴叫音頻鳴叫聲的傳遞距離相當遠，約達 600 至 800 m，音量仍有 30 至 40 分貝可被錄音筆所記錄(王穎，2009；詹子芸，2010)，而諸羅樹蛙鳴叫地點位於竹林或農墾地內，因此有許多障礙物阻礙聲音的傳遞，所以諸羅樹蛙的求偶鳴叫聲並不會達到擾民的標準。

5.1.2 諸羅樹蛙移動能力不佳

謝煒智 (2004)的研究指出，諸羅樹蛙在休息與求偶位置之間是垂直型的移動，諸羅樹蛙每晚鳴叫時的位置都很固定，在其研究期間將近一半的研究個體水平移動都不超過一公尺，與本研究調查過程之發現相

同，雖然諸羅樹蛙對於展示場具有很高的忠誠度，但也表示其移動能力非常弱，兩棲動物與大部分的鳥類或哺乳類相比，兩棲動物的散佈力低很多，所以兩棲動物對於環境的變化非常敏感(Callaghan et al., 2021)，因此竹林的定期更新會對諸羅樹蛙造成劇烈的影響。

在研究過程發現有在耕作之樣區中的諸羅樹蛙發現有人還是會照常叫，而較無干擾的樣區中，諸羅樹蛙容易受到影響，雖有文獻指出人類提供食物給野生動物將會導致野生動物對人類餵食產生習慣或依賴(Orams, 2002)，雖未有研究證實動物因時常看見人類而習慣，但本研究推測諸羅樹蛙可能因為常常見到人類而放鬆警戒。當研究者發現諸羅樹蛙時，利用手電筒的白光照射諸羅樹蛙，若與其有間隔一段距離牠並不會有任何反應，但若將光源閃爍或晃動過劇，牠會停止鳴叫甚至轉頭離開，因此研究者在觀察時若已確定諸羅樹蛙位置並發現其停止鳴叫便會將手電筒關掉，這樣牠很快就會繼續鳴叫了。

葉家維(2019)的研究指出，觀察諸羅樹蛙時以定點照射較不會使其受到太多驚嚇，與本研究發現之結果亦同。

5.1.3 聲音地圖之發現

陳歆(2016)的研究結果指出地點與河川的距離是諸羅樹蛙分布的重要因子。並且也有研究指出離水系越近，諸羅樹蛙的分布點也會越多(劉柏麟, 2010)。而本研究將諸羅樹蛙分布圖與河川水系分布圖進行套疊，了解諸羅樹蛙與河川的分布有極大的關係，並且大部分族群分數評分較高的棲地都距離河川很近，只有小部分高分群在距離河川較遠的位置，且本研究透過地籍圖找出灌溉系統與諸羅樹蛙分布做比較，並無發現關聯性，因此本研究推測是因為竹林灌溉來源大多為河水，而灌溉系

統是用來灌溉水田，諸羅樹蛙剛好喜愛住在竹林中，因此會呈現諸羅樹蛙的分布與河川有極大關係且與灌溉溝渠無關聯性。



圖 5.1 大林鎮灌溉溝渠圖

資料來源：國土測繪圖資服務雲(2022)

本研究根據鳴叫聲進行評分製作出聲音地圖，雖無法到達非常精確，但根據聲音地圖的建構仍可得知大林鎮諸羅樹蛙分布狀況，透過本研究的聲音地圖為各棲地鳴叫數量評分過後，發現其實大林鎮的諸羅樹蛙熱點並不多，在 175 個調查點位發現諸羅樹蛙，但其中超過 7 分的只有 41 處而已，不到其中的四分之一，且陳歆（2016）的研究結果亦指出諸羅樹蛙分布於嘉義市、竹崎鄉、民雄鄉、溪口鄉及大林鎮，其中又以大林鎮為諸羅樹蛙分布最多的區域，而這也表示諸羅樹蛙族群的數量已經岌岌可危了，因此需要更加重視諸羅樹蛙保育的問題。

5.1.4 竹林適合諸羅樹蛙生存繁衍

在調查結果中可以發現諸羅樹蛙棲息地還是以竹林為主，因為諸羅樹蛙需要繁殖所以很仰賴潮濕的環境，大林鎮又剛好是烏殼綠竹筍的重要生產地，烏殼綠竹在生產過程需要大量的水源，因此筍農為了提供大量水源都會挖筍溝(私人通訊, 2021)，而竹林到夜晚會排放水氣，整個竹林都會很潮濕，並且研究過程發現二年以上的竹林，竹葉都非常茂密，在這樣濕氣重和枝葉茂密的場域，這樣剛好構成了諸羅樹蛙的棲息地，而諸羅樹蛙多是使用暫時性水域來讓蝌蚪成長(謝煒智, 2004)，因與池塘這種可以維持水量的水域相比天敵相對可以減少很多，暫時性水域如：下雨形成的水窪等，形成暫時性水域後因溼氣重且枝葉茂密，所以也很難被陽光蒸發掉，因此可以說大林鎮在發展竹筍產業的同時剛好也保護到了諸羅樹蛙。

透過卡方檢定發現諸羅樹蛙對於鳳梨田、水田及果園是不偏好的，陳歆(2016)的研究結果指出諸羅樹蛙幾乎不會出現在鳳梨園內，推測是因為鳳梨為旱作，因此做為繁殖場地太乾燥並不適合繁衍後代，亦有文獻表示雖在研究過程有在鳳梨園發現，但比例佔整體記錄相對低很多(龔峰榆, 2021)，並且發現諸羅樹蛙的鳳梨園亦是在竹林或雜木林的邊緣，可能只是當天雨量或濕度夠才會用鳳梨田鳴叫(陳歆, 2016)，且調查結果與本研究相符。

本研究在調查過程亦發現面積較大的水田不會有諸羅樹蛙的族群，在水田中記錄到諸羅樹蛙時，往往都有竹林等其他諸羅樹蛙較不排斥的地景在旁邊，因此推測水田雖然有諸羅樹蛙最需要的元素，也就是水，但其卻缺乏足夠的遮蔽物提供躲避天敵，且農夫可能會因要確保作物生長，所以會放農藥，這樣也會較不利於諸羅樹蛙繁殖，陳歆(2016)的

研究中指出諸羅樹蛙排斥如水田或鳳梨田等的田地景觀，且在水田的分布也較少(邱方宏, 2010)。

邱方宏(2010)與劉柏麟(2010)的研究中表示諸羅樹蛙棲息於未受污染之果園內，而本研究結果顯示諸羅樹蛙對於果園並無偏好，推測原因為以上兩篇研究樣區皆位於雲林，而本研究僅位於大林鎮，因地區農法不同導致調查結果有所差異，但邱方宏(2010)亦指出若是柑橘類的果園需要確保果實的生長因而噴灑農藥，因此諸羅樹蛙很少棲息於柑橘類果園，而對於本研究結果推測，果園的落葉及積水並不如竹林來的多，並且蒸發也較快，因此若有竹林可以當棲地，諸羅樹蛙並不會選擇果園。

雖然有在雜木林中發現諸羅樹蛙的紀錄，但因數據較少且未達到統計上顯著水準，因此無法將其列入偏好棲地類別中，在龔峰榆(2021)的研究中亦表示雖然有記錄到諸羅樹蛙在雜木林，但比例並不多，但雜木林的環境條件對於諸羅樹蛙確實是適合居住，並且有研究指出有 81.8 % 的兩棲類比例需依靠森林環境生存(Stuart et al., 2004)，並且在陳歆(2016)的研究中亦表示諸羅樹蛙對於森林類型的地景具有顯著偏好，因此可知雜木林對於諸羅樹蛙是具有一定的重要性，而本研究區域大林鎮為淺山地區，淺山地區大部分已受到人為開發，因此原始的雜木林幾乎都已變為農墾地，因此雜木林的面積相較於其他農墾地會少很多並且也很小，也就是棲地破碎化，而每個物種都有其最小棲地面積需求，所以本研究合理懷疑因大林鎮的雜木林棲地破碎化導致諸羅樹蛙對其無顯著偏好，因此本研究並不否認雜木林對於諸羅樹蛙的重要性。

雖有文獻有記錄到諸羅樹蛙會棲息於甘蔗園，但記錄筆數並不多(陳歆, 2016)，而本研究調查結果亦顯示甘蔗園為諸羅樹蛙棲地的占比也相當的低，並且不具有統計上的意涵。

5.1.5 諸羅樹蛙棲息於竹林的危機

在研究過程時發現以鎮的尺度來看，竹林都未串聯，的確面臨著棲地破碎的問題，而棲地破碎化的主因為交通基礎設施的開發如：道路、鐵路、水管管線等等，這些線性的設施將大面積棲地切開，隨著越來越多的道路，原本大面積的棲地也成為了一個個小面積的棲地，在這樣的過程中，不只縮小了棲地能容納的生物的族群及物種數量，也使各個小棲地的基因無法互相交流，因此生物多樣性便會減少（林大利，2016），除了道路的開發，農民將原本是諸羅樹蛙棲地的竹林翻新或改變成其他作物或建築，也是造成棲地破碎化或消失的原因，但將竹林翻新是因為竹林耕作型態的關係，竹子過一段時間生產力便會下降，所以為了維持竹林的生產力，需要淘汰掉老竹，像是烏殼綠竹林為三年進行一次翻新，麻竹林為三到五年進行一次翻新（劉柏麟，2010），或者是因為竹嵌紋病，其特徵為葉片上有條黃或褐色的斑，而嫩葉上其特徵會更明顯，在橫剖的竹筍與竹莖上，會見到褐色或是黑色的斑點，縱剖面上病斑則是呈短釘狀，農民將其俗稱為"筍釘"，會造成竹筍組織硬化，而竹筍的產量會在染病後期或數年後明顯下降，因而導致竹筍品質與經濟價值大幅降低（徐堯輝等人，2004）。而將竹林改變成作物類型，往往是因為竹林收益較其他作物來的低，在陳歆（2016）的研究指出，2006~2014年，嘉義地區的森林面積減少了 189.9 公頃，像是竹林、次生林等，而這些面積大多改成田地景觀，如：低莖作物、旱作及水田，而這些都是諸羅樹蛙不偏好的地景；另外，嘉義地區鳳梨種植面積上升的原因也可能為前幾年陸客來台偏好以鳳梨酥作為伴手禮所導致（農業委員會，2015）。鍾欣芸、陳財輝(2011)研究亦指出，1993年至2009年間，竹林種植面積下降了 5,507 公頃，主要因為產品價格低落及市場

需求下降。從這三個原因來看，竹林翻新似乎為必要之舉，而農民為了節省成本通常是利用怪手將竹林連根拔起的方式來進行翻新，如何從根源減少竹林翻新的情況為目前的首要考量，因此本研究認為可以從提升竹林產業價值及增加農民耕種及保育知識著手，以減少諸羅樹蛙棲地喪失之情況，此部分於管理意涵深入討論。

5.1.6 透過聲音地圖尋找生態旅遊潛力點

為了有效管理或保護物種，往往需要了解物種的地理分佈區域 (Pearce & Boyce, 2006) 以及估計該族群規模 (Driscoll, 1998)，若有辦法提供須受保護族群相關訊息，便可以使管理者或土地的所有人做出更好的決策 (Witmer, 2005)。但欲了解野生動物的分佈狀況常常會受限於人力或時間各方面的問題，因此調查往往具有困難度 (邱方宏, 2010)。透過過去研究雖然知道諸羅樹蛙位於大林鎮數量不少，但大林鎮諸羅樹蛙的實際分佈研究上稍顯不足；因諸羅樹蛙較不易觀察，但透過其在繁殖期會鳴叫吸引母蛙之特性來進行調查，並藉由數據製作成聲音地圖，聲音地圖亦可以表示物種分布狀況，而有文獻指出物種分佈圖可以用來表示生態旅遊的地點與蛙類棲息地熱點的重疊，便可以確定這些地點是否可以作為保護兩棲動物的起點 (Du Preez, 2018)。

5.2 管理意涵

經本研究調查，雖諸羅樹蛙還是大多居住在竹林，但仍然面對著棲息地消失及破碎化的問題，且棲息地破碎化和棲息地之間的連通性改變為人類利用土地導致的主要影響 (Wiens, 2009)，在 2014 年~2020 年間，嘉義地區的竹林面積減少了 4258 公頃 (農業委員會, 2020)，若就本

研究之研究結果來看，所有竹林中有 64% 的竹林有諸羅樹蛙，也就代表棲息地面積約有 2738 公頃左右的諸羅樹蛙變成無家可歸，以下由提升產業價值及學習型組織的角度切入討論諸羅樹蛙棲地保育。

透過本研究結果得知竹林為諸羅樹蛙重要的棲息地，所以本研究便針對竹林的農法及竹農的煩惱來提出解決方案，以提供欲保護諸羅樹蛙之相關單位有可參考的範例

5.2.1 諸羅樹蛙鳴叫數據之利用

根據本研究蒐集來之數據了解諸羅樹蛙平均鳴叫音量為 80.8 分貝，大部分諸羅樹蛙鳴叫聲亦在 80 分貝左右，因此可將此筆數據進行利用，在生態旅遊實務操作時，因諸羅樹蛙是具有保護色的，若導覽員的經驗不足，有時會面臨聽見諸羅樹蛙叫聲但找不到其位置的狀況，而遊客的心情也會受到影響，因此後續研究可以藉由蒐集諸羅樹蛙鳴叫聲數據來製作可推導諸羅樹蛙距離的程式，來輔助經驗不足的導覽員找尋諸羅樹蛙，以此達到提升生態旅遊滿意度之作用。

5.2.2 諸羅樹蛙棲地管理及現況改善

經本研究結果顯示，在大林鎮的諸羅樹蛙棲息地以竹林為大宗，而竹林作為一種人工棲息地，有研究指出以人類為主導的地景也具有透過積極管理使保護價值增加的潛力(Kremen & Merenlender, 2018)，因此本研究建議可以透過架設監測站、學習型組織與操作生態旅遊來達到積極管理之作用，藉此增加竹林對諸羅樹蛙的保護作用及減少竹林翻新情況，使諸羅樹蛙族群數量可以有所增長。

經由聲音地圖之調查後，得知諸羅樹蛙的族群量已經不多的事實，若可以與經營熱點的筍農或地主溝通並架設監測站，以此來監控諸羅樹

蛙族群的穩定性，因不知道若發生非人為或人為的災害，原本位於熱點的族群是否仍可維持族群的大小或將族群延續下去，因此架設監測站便可以將每年數據做比較來了解族群的消長，亦可以知道每年適合推動生態旅遊的地區及需要幫助的族群在哪裡。

然而對於導致竹林翻新的問題，如：竹嵌紋病、維持竹林生產力及更改作物類型，若為社區導入學習型組織，教導農民可以消毒刀具來避免竹嵌紋病，針對為維持生產力修整老竹的部分，透過教導可以利用輪耕方式或者用交錯的方式來鋸掉老竹，但旁邊仍有竹林可以讓諸羅樹蛙棲息，藉此來維持竹林生產力，使農民知識及耕種水平有所增加，而學習型組織可透過與社區附近的學校進行合作，社區提供地點使農民有地方可上課，學校擔任給予知識的角色，使農民知識水平有所增加，且學習型組織還可以幫助社區在生態旅遊實務的操作上可以有所提升，使當地的生態旅遊可以一直永續發展下去。

更改作物類型的主因追根究柢便是經濟因素所導致，而透過導入生態旅遊，像是租借場地或者筍農自己帶導覽，都可以使竹林的附加價值有所增長，並且竹林生產的竹筍也可以推廣給來生態旅遊的遊客，筍農看見自己的產品有通路銷售又對環境友善，而且也可以使人吃的安心，這樣他就不會想要更換成其他作物了，如此一來，竹林翻新的問題減少，諸羅樹蛙就可以有安全的環境生存下去。

5.2.3 聲音地圖後續用途

對聲音地圖評分數據的利用，可以從評分高低著手，將數據與社區分享，社區藉由數據了解各點情況並協助其改善現狀，像是評分較低的

可以透過社區的介入了解其低分原因，並予以輔導，就評分較高的可以藉由社區進行評估並輔導其改善成為適合生態旅遊之場域。

5.3 生態旅遊潛力點之評估

在生態旅遊中最重要的便是物種本身，因為生態旅遊為保護物種的一種方法，但遊客也需要見到該物種才有辦法提升遊客對於生態旅遊的滿意度，若參加生態旅遊卻沒有見到該物種便會使遊客滿意度下降，因此本研究僅針對聲音地圖中族群分數為 10 分的地點進行初步評估，詳細棲地情況有賴於長期追蹤，因此本研究對於(地點易達、停車方便、安全性也就是前往潛力點的路線可否會車、場地是否便於行走與環境舒適度也就是是否有異味或其他導致不舒服因素這五點生態旅遊因素)進行評估並繪製成雷達圖，總表請參閱表 5.13。

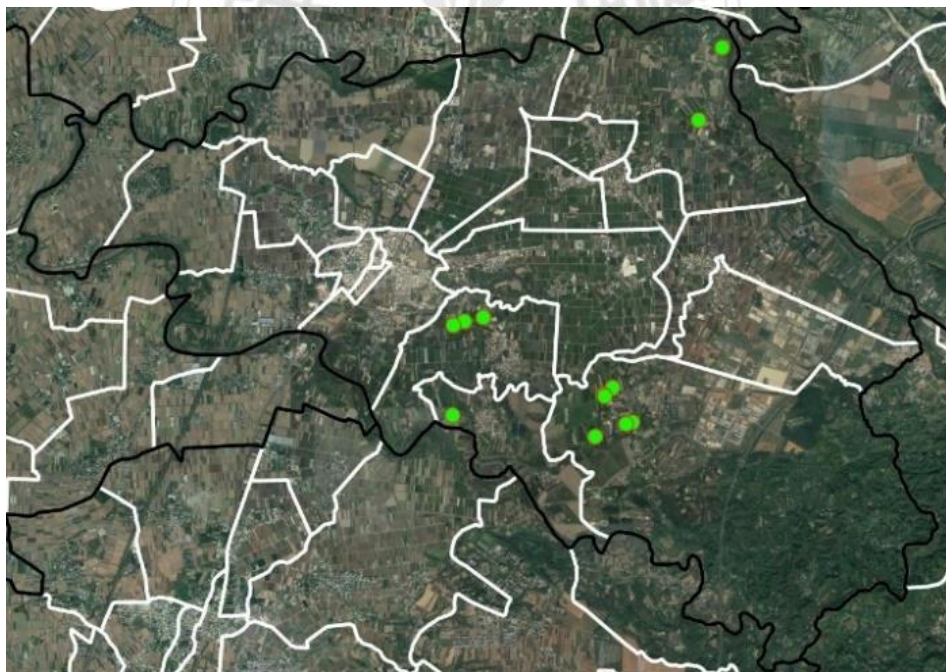
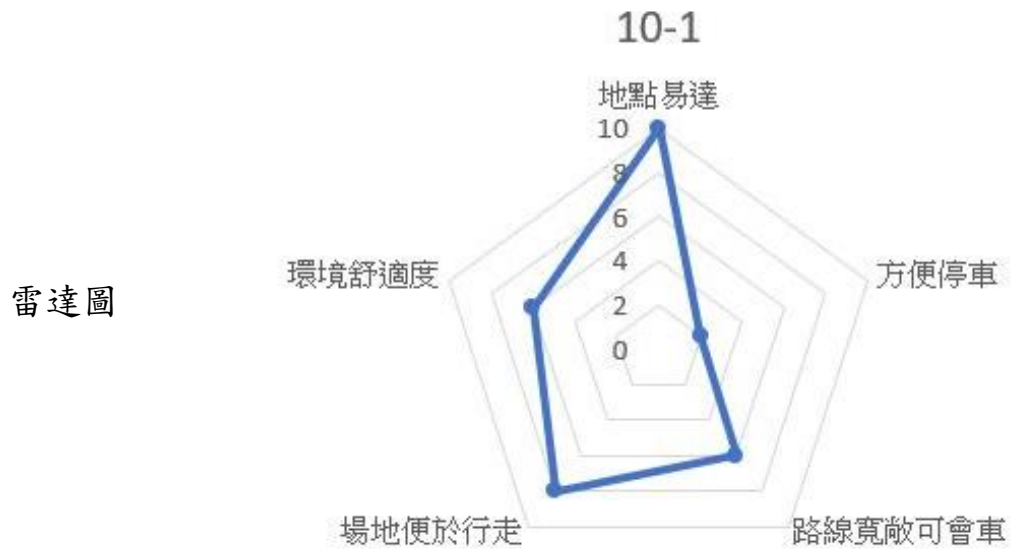


圖 5.2 十分潛力點分布圖

資料來源：本研究整理

樣區 10-1 位於嘉義縣大林鎮上林里(23°35'00.5"N 120°28'00.6"E)，棲地及旁邊地景為雜木林，但樣區內雜木林已被鋸斷，諸羅樹蛙數量是否減少不得而知，且停車不便，因此不推薦。

表 5.1 樣區 10-1 雷達圖及棲地外觀



棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-2 位於嘉義縣大林鎮中林里(23°35'46.1"N 120°28'16.3"E)，棲地為竹林，棲地旁地景為水田，雖然路不夠寬但可以停在外面大馬路並步行進入，但樣區附近有狗出沒且會追車，威脅遊客安全，因此不推薦。

表 5.2 樣區 10-2 雷達圖及棲地外觀

雷達圖



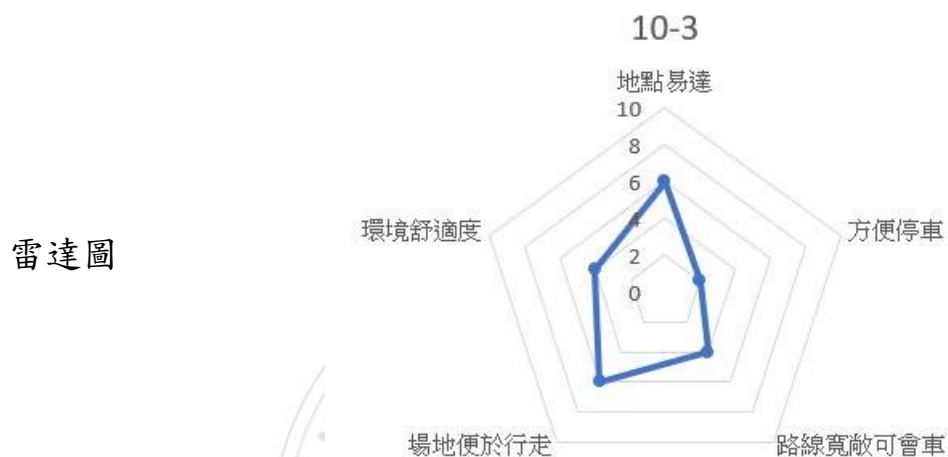
棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-3 位於嘉義縣大林鎮中林里(23°35'44.4"N 120°28'06.7"E)，
棲地及旁邊地景為竹林，路寬同時只能汽車與機車會車，亦無可停車的
空位，在樣區附近有狗出沒且會追車，威脅遊客安全，因此不推薦。

表 5.3 樣區 10-3 雷達圖及棲地外觀



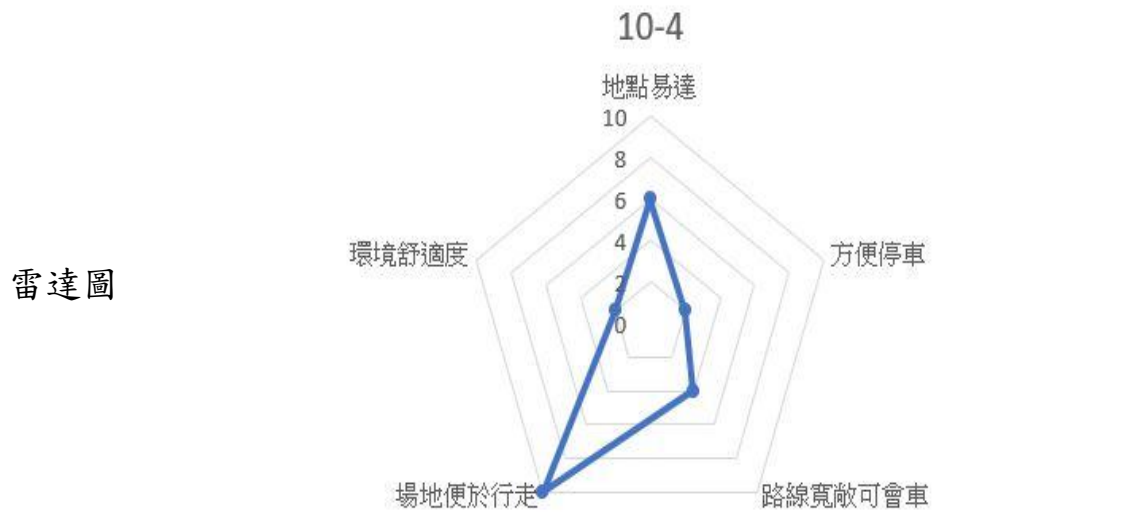
棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-4 位於嘉義縣大林鎮中林里(23°35'42.6"N 120°28'00.9"E)，
棲地及旁邊地景為竹林，路寬同時只能汽車與機車會車，亦無可停車的
空位，樣區旁有養雞場會產生異味，會影響旅遊體驗與造成不舒服，因
此不推薦。

表 5.4 樣區 10-4 雷達圖及棲地外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-5 位於嘉義縣大林鎮三角里(23°37'18.7"N 120°30'06.8"E)，
棲地及旁邊地景為竹林，路寬同時只能汽車與機車會車，亦無可停車的
空位，樣區附近有狗出沒且會追車，威脅遊客安全，因此不推薦。

表 5.5 樣區 10-5 雷達圖及棲地外觀



棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-6 位於嘉義縣大林鎮三角里(23°37'53.0"N 120°30'18.8"E)，棲地及旁邊地景為雜木林，此樣區較雜亂，若場地清理後會是適合生態旅遊的潛力點，但此地較偏僻，若遊客無交通工具會較不方便，因此較適合由帶團單位載遊客前往。

表 5.6 樣區 10-6 雷達圖及棲地外觀



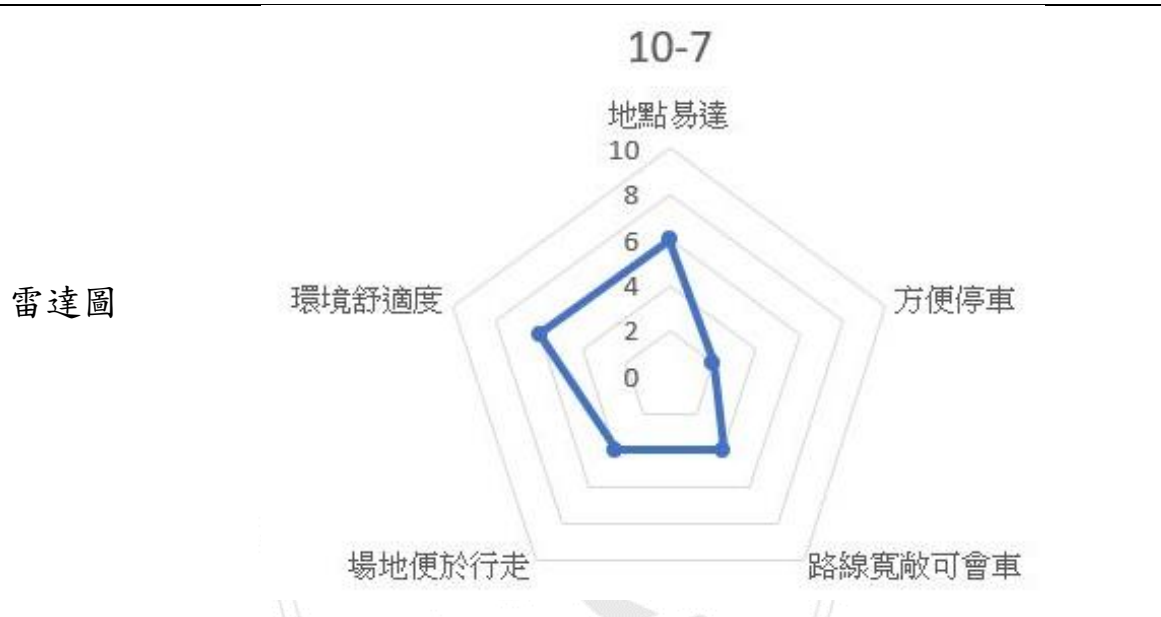
棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-7 位於嘉義縣大林鎮中坑里(23°35'18.5"N 120°29'22.2"E)，
棲地類型為竹林，棲地旁地景為鳳梨田，因其樣區位於私人區域內，因
此無法進入了解棲地情況，路寬勉強可以會車但停車位置少，因此較不
推薦。

表 5.7 樣區 10-7 雷達圖及棲地外觀



棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-8 位於嘉義縣大林鎮中坑里(23°35'10.2"N 120°29'18.1"E)，棲地及旁邊地景為竹林，旁邊雖有養雞場，不過因為有經過處理因此幾乎無異味，但路寬較窄且停車不便，因此建議帶團單位載遊客前往，若有提供停車場，將會非常適合生態旅遊。

表 5.8 樣區 10-8 雷達圖及棲地外觀



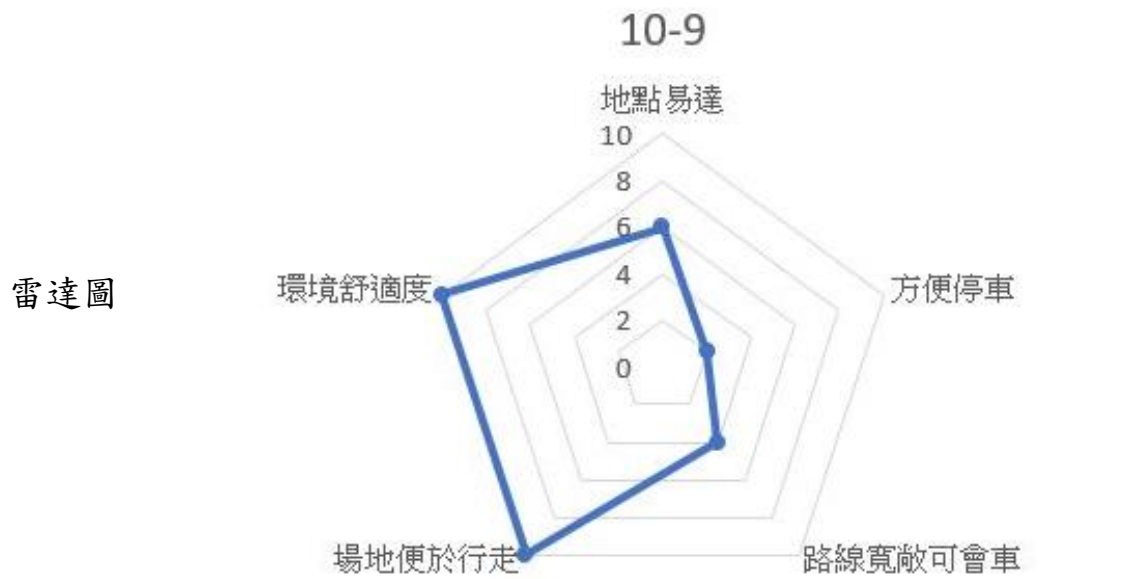
棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-9 位於嘉義縣大林鎮中坑里(23°35'09.4"N 120°29'18.6"E)，棲地及旁邊地景為竹林，旁邊雖有養雞場，不過因為有經過處理因此幾乎無異味，但路寬較窄且停車不便，因此建議帶團單位載遊客前往，若有提供停車場，將會非常適合生態旅遊。

表 5.9 樣區 10-9 雷達圖及棲地外觀



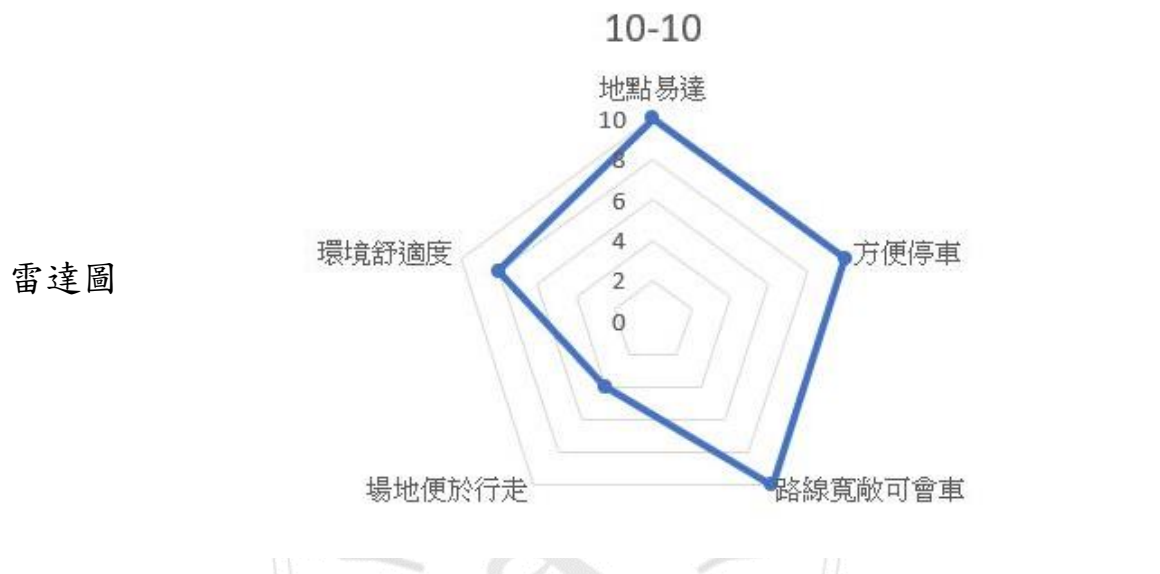
棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-10 位於嘉義縣大林鎮中坑里(23°34'57.1"N 120°29'32.8"E)，棲地及旁邊地景為竹林，雖路寬不夠，但此樣區位於交叉路口，因此可以將車停在大馬路直接步行進入，只需將入口多加整理便適合做為生態旅遊地點。

表 5.10 樣區 10-10 雷達圖及棲地外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-11 位於嘉義縣大林鎮中坑里(23°34'56.4"N 120°29'29.4"E)，
棲地及旁邊地景為竹林，此樣區有些空位可停車，但馬路較窄因此無法
會車，較適合由帶團單位載遊客前往。

表 5.11 樣區 10-11 雷達圖及棲地外觀



棲地
外觀



資料來源：本研究整理

樣區 10-12 位於嘉義縣大林鎮中坑里(23°34'50.5"N 120°29'13.6"E)，
棲地為竹林，旁邊為鳳梨田，此樣區有些空位可停車，但馬路較窄因此
無法會車，較適合由帶團單位載遊客前往。

表 5.12 樣區 10-12 雷達圖及棲地外觀



棲地
外觀



資料來源：本研究整理

從對於各個生態旅遊潛力點的分析可以得知並不是只要有諸羅樹蛙的地方皆適合經營生態旅遊，且從分析結果可以得知在大林鎮上可以作為生態旅遊的地點並不多，這也意味著居民若要將生態旅遊帶入竹林這個產業的話，還是需要透過學習型組織來進行輔導或者是培力，使居民在保育上的知識水準可以有一定的基礎，這樣不管對於生態保育或是生態旅遊的推動上都會產生一定程度的幫助。

表 5.13 生態旅遊潛力點總表

樣區	棲地	旁邊地景	原因	結果
1	雜木林	雜木林	停車不便	不推薦
2	竹林	水田	有狗會追車	不推薦
3	竹林	竹林	有狗會追車	不推薦
4	竹林	竹林	無停車位、異味	不推薦
5	竹林	竹林	無停車位、有狗	不推薦
6	雜木林	雜木林	較偏僻	載遊客前往
7	竹林	鳳梨田	停車位少	不推薦
8	竹林	竹林	停、會車位不便	載遊客前往
9	竹林	竹林	停、會車位不便	載遊客前往
10	竹林	竹林	入口多加整理	適合
11	竹林	竹林	無法會車	載遊客前往
12	竹林	鳳梨田	無法會車	載遊客前往

資料來源：本研究整理

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究認為聲音地圖之評分不僅可以使大眾對於諸羅樹蛙分布情況與數量有初步了解，也使我們得知了一件事實，那就是諸羅樹蛙數量並不如我們所想的那麼多，然而透過架設監測站來觀察各點族群之興衰可以得知須將保育資源著重放在哪些部分。

而對於諸羅樹蛙棲地觀察了解竹林為棲地的大宗，雖然竹林時常需要進行翻新，但了解其原因為竹嵌紋病、維持生產力及更換作物後，究其原因可以透過導入生態旅遊改善竹林的經濟價值，並建構學習型組織來對農民的耕種及保育知識有所加強，以使翻新方式對於諸羅樹蛙的影響有所降低。

本研究亦分析出十分的諸羅樹蛙熱點僅一半較適合做為生態旅遊的場域，表示並非有諸羅樹蛙的棲地皆適合做為生態旅遊之場域，但可以将目前適合經營生態旅遊之場域當作示範區，使更多的筍農或鎮民了解說這種方法是可行的，並且在推動生態旅遊時也讓遊客知道其實只要靠吃竹筍便可以為諸羅樹蛙的保育盡一份力，推動生態旅遊是一條漫長的道路，需要各方的參與及幫助才可使生態旅遊永續經營，但最主要的還是鎮民的凝聚力及向心力，南投埔里鎮的桃米里便是經營生態旅遊的典範，雖然其推動的生態旅遊不是以保育類動物而是以豐富的自然生態做為吸引力，但仍然是值得效訪的對象。

6.2 未來研究建議

1. 本研究根據聲音地圖評分，將音量劃分為 10 種，而各棲地的詳細情況如農法、管理方式等，並無深入探究，因此本研究建議後續研究者可以透過訪談來比較為何會有高低分之差異，並以此做出相對的建議。
2. 本研究建議後續的研究者可以對於生態旅遊潛力點進行深度訪談地主的耕種理念及推動生態旅遊的意願，甚至將社區與其媒合，使其可以實際啟用為生態旅遊之場域；若不適合帶生態旅遊的潛力點，亦可透過輔導將場域進行調整及規劃，使其成為適合生態旅遊之場域。
3. 本研究對於適合作生態旅遊潛力點的評估偏向外部的觀察，而並未對場域內的因子(如：好不好走、是否有落葉、積水等)進行研究紀錄，因此後續研究可針對這些潛力點進行深度量測，並與本研究結果比對是否具有有一些共同性，使整份研究更為完整。
4. 本研究透過聲音地圖對於諸羅樹蛙之分佈已有初步了解，後續研究可對分佈各地族群量進行長期觀測，藉此了解整個族群的興衰，並根據數據做出最適當之保育策略。

參考文獻

一. 中文文獻

1. 王鑫(2021)，發展永續旅遊的途徑之一：生態旅遊，應用倫理研究通訊，24 期，28~44 頁。
2. 王秀莉(2008)，衛星遙測與海洋地理資訊系統之結合與應用，國立台灣海洋大學海洋環境資訊系碩士論文。
3. 阮韻蘭(2018)，地理資訊系統應用對歷史研究歷程之影響，國立中興大學圖書資訊學研究所碩士論文。
4. 邱方宏(2010)，雲林縣諸羅樹蛙棲地適宜性評估與數量估算之研究，環球技術學院環境資源管理系碩士班碩士論文。
5. 林春富、陳運萱(2020)，台灣兩棲類紅皮書名錄與保育，科學發展，570 期，20~26 頁。
6. 林大利(2016)，棲地破碎化的效應，科學發展，520 期，52~57 頁。
7. 林務局(2019)，野生動物保護區，行政院農業委員會林務局自然保育網，取自：<https://conservation.forest.gov.tw/protectarea>
8. 東華大學(2016)，重要蛙種分布的變化-保育類，國立東華大學環境學院自然資源與環境學系，取自：
http://tad.froghome.org/charts/2007-2016/frog_32_4-4-1.html
9. 政府公報(2012)，地方概況-大林鎮，取自 2021 年 12 月 20 日，取自：
https://twinfo.ncl.edu.tw/tiqry/hypage.cgi?HYPAGE=search/search_res.hpg&dtd_id=4&g=0&sysid=00000370

10. 徐堯輝、胡仲祺、陳信宏、張世忠(2004)，竹嵌紋病毒快速檢測試劑套組之開發與應用，農政與農情，146期。
11. 陳歆(2016)，嘉義地區農業土地利用改變對諸羅樹蛙族群的影響，國立嘉義大學農學院森林暨自然資源學系研究所碩士論文。
12. 陳緯蒼(2002)，網路生態工程資訊系統之建置研究，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
13. 陳信佑(2004)，我國設置自然保護區域之執行成果，農政與農情，187期。
14. 黃威陞(2016)，地理資訊系統應用於公車旅次起迄點分析之研究-以臺中市為例，逢甲大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文。
15. 葉家維(2019)，以社區為基礎發展之生態旅遊實踐與反思：以嘉義縣大林鎮上林社區生態賞蛙為例，南華大學旅遊管理學碩士班碩士論文。
16. 馮宗盛(2002)，GIS在土壤液化分析與查詢資訊化之應用，國立海洋大學河海工程學系碩士班碩士論文。
17. 楊懿如(2008)，台灣兩棲動物【野外調查手冊】，臺北：行政院農業委員會林務局。
18. 楊懿如(2002)，聽青蛙唱歌，科學研習，4期，20-25頁。
19. 農業委員會(2015)，農業統計年報(104年)，行政院農業委員會，<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>
20. 農業委員會(2020)，農業統計年報(109年)，行政院農業委員會，<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>

21. 詹子芸(2010)，高雄市都會地區臺灣夜鷹地理分布與棲地因子分析，國立高雄師範大學地理學系碩士論文。
22. 劉柏麟(2010)，雲林縣諸羅樹蛙族群分佈調查與環境因子特性分析，環球技術學院環境資源管理系碩士班碩士論文。
23. 鍾欣芸、陳財輝(2011)，臺灣麻竹產業亟待振興，林業研究專訊，2期，63-66頁。
24. 環保署(2022)，噪音小百科，行政院環境保護署噪音管制資訊網。取自：<https://ncs.epa.gov.tw/noise/B-04-01.html>
25. 謝煒智(2004)，諸羅樹蛙群集展示行為之研究，國立臺灣師範大學生命科學研究所碩士論文。
26. 蘇德勝、陳秀卿、張添晉、蔡朋枝(1970)，噪音原理及控制，台北；臺隆書店。
27. 龔峰榆(2021)，不同空間尺度的諸羅樹蛙族群遺傳結構與地景之關聯性，國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。

二. 英文文獻

1. Angulo, A., Hoffmann, M. & Measey, G.J.(2011), Introduction: Conservation assessments of the amphibians of South Africa and the world, South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
2. Bernal, X. E., Guarnizo, C. & Lüddecke, H. (2005), Geographic variation in advertisement call and genetic structure of *Colostethus palmatus*(Anura, Dendrobatidae) from the Colombian Andes, Herpetologica, Vol.61, No.4, pp.395-408.
3. Boissinot, A., Besnard, A. & Lourdais, O. (2019), Amphibian diversity in farmlands: Combined influences of breeding-site and

- landscape attributes in western France, Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol.269, pp.51-61.
4. Callaghan, C. T., Liu, G., Mitchell, B. A., Poore, A. G. B., & Rowley, J. J. L (2021), Urbanization negatively impacts frog diversity at continental, regional, and local scales. Basic and Applied Ecology, Vol.54, pp.64-74.
 5. Castellano, S. and A. Rosso (2006), Variation in call temporal properties and female preferences in *Hyla intermedia*, Behaviour Vol.143, No.4, pp.405-424.
 6. Ceballos-Lascuráin, H., Lindberg, K. & Hawkins, D. E. (1993), Ecotourism: a guide for planners and managers, Ecotourism Society, North Bennington.
 7. Collins, J. P., Gascon, C. & Mendelson, J. R. (2007), Amphibian Conservation Action Plan: Foreword, IUCN/SSC Amphibian Specialist Group, UK, Cambridge.
 8. Driscoll, D. A. (1998), Counts of Calling Males as Estimates of Population Size in the Endangered Frogs *Geocrinia alba* and *G. vitellina*. Journal of Herpetology, Vol.32, pp.475-481.
 9. Fennell, D. A. (1999), Ecotourism: An introduction. Routledge, London.
 10. Forje, G. W., Tchamba, M. N. & Eno-Nku, M. (2021), Determinants of ecotourism development in and around protected areas: The case of Campo Ma'an National Park in Cameroon. Scientific African, Vol.11.
 11. Gerhardt, H. C. & Huber, F. (2002), Acoustic Communication in Insects and Anurans: Common Problems and Diverse Solutions, University Chicago Press, Chicago, IL.

12. Hosseini, S. M., Paydar, M. M. & Triki, C. (2021), Implementing sustainable ecotourism in Lafour region, Iran: Applying a clustering method based on SWOT analysis, Journal of Cleaner Production, Vol.329.
13. IUCN. (2004, April 30), Farmland Green Treefrog, THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES.
<https://www.iucnredlist.org/species/58974/11863580>
14. IUCN. (2022), THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES.
<https://www.iucnredlist.org/>
15. Kaymaz, Ç. K., Çakır, Ç., Birinci, S. & Kızıllan, Y. (2021), GIS-Fuzzy DEMATEL MCDA model in the evaluation of the areas for ecotourism development: A case study of “Uzundere”, Applied Geography, Vol.136.
16. Kresic, N. & Mikszewski, A. (2012), Hydrogeological conceptual site models: data analysis and visualization, CRC press, Florida.
17. Kremen, C., & Merenlender, A. M. (2018), Landscapes that work for biodiversity and people, Science, Vol.362, No.6412.
18. Lue, K.Y., Lai, J.S. & Chen, Y.S. (1995), A New Rhacophorus (Anura: Rhacophoridae) from Taiwan, Journal of Herpetology, Vol.29, No.3, pp.338-345.
19. Mokhatla, M., Measey, G.J., Chimimba, C.T., & Rensburg, B.J. (2012), A biogeographical assessment of anthropogenic threats to areas where different frog breeding groups occur in South Africa: implications for anuran conservation. Diversity and Distributions, Vol.18, pp.470-480.

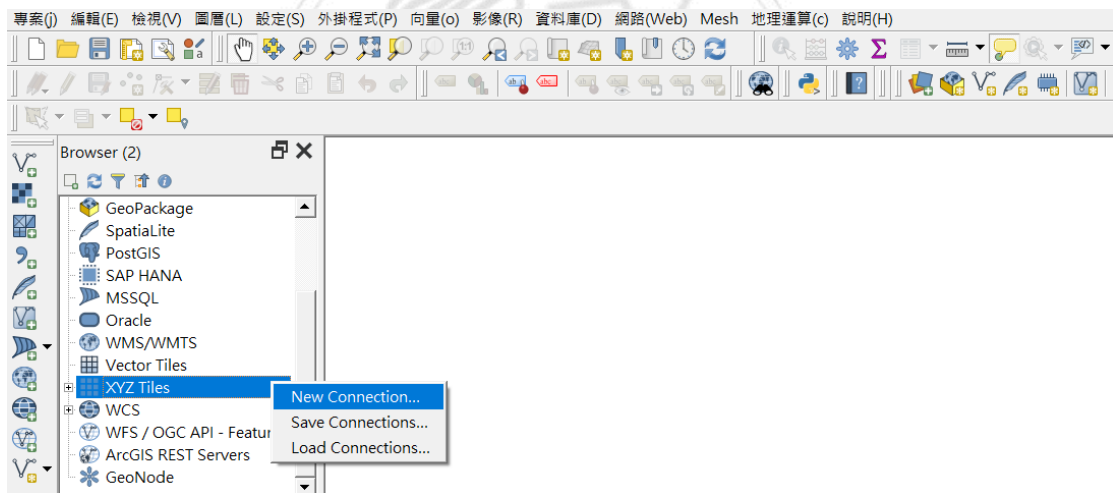
20. Morrison, C., Simpkins, C., Castley, J. G. & Buckley, R. C. (2012), Tourism and the Conservation of Critically Endangered Frogs. PLoS One, Vol.7, No.9, e43757.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043757>
21. Orams, M. B. (2002), Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts, Tourism Management, Vol.23, No.3, pp.281-293.
22. Pargana, J.M., Márquez, R., Reques, R., Sánchez-Herraiz, M.J., Tejedo, M. & Crespo, E.G. (2003), The mating call of *Pelodytes ibericus* (Anura: Pelodytidae), Herpetological Journal, Vol.13, pp.199-204.
23. Pearce, J. L., & Boyce, M. S. (2006), Modelling Distribution and Abundance with Presence-Only Data, Journal of Applied Ecology, Vol.43, No.3, pp.405-412.
24. Phelan, A.M., Pinar, W.F., Ng-A-Fook, N. & Kane, R.G. (2020), Reconceptualizing Teacher Education: A Canadian Contribution to a Global Challenge, University of Ottawa Press, Ottawa.
25. Rossetto, R., De Filippis, G., Borsi, I., Foglia, L., Cannata, M., Criollo, R. & Vázquez-Suñé, E. (2018), Integrating free and open source tools and distributed modelling codes in GIS environment for data-based groundwater management, Environmental Modelling & Software, Vol.107, pp.210-230.
26. Rodríguez-Prieto, I., & Fernández-Juricic, E. (2005). Effects of direct human disturbance on the endemic Iberian frog *Rana iberica* at individual and population levels. Biological Conservation, Vol.123, pp.1-9.

27. Scroggie, M. P., Preece, K., Nicholson, E., McCarthy, M. A., Parris, K. M. & Heard, G. W. (2019), Optimizing habitat management for amphibians: From simple models to complex decisions, Biological Conservation, Vol.236, pp.60-69.
28. Smith, M. J., Roberts, J.D., Hammond, T.J. & Davis, R.A. (2003), Intraspecific variation in the advertisement call of the sunset frog *Spicospina flammocaerulea* (Anura: Myobatrachidae): A frog with a limited geographic distribution, Journal of Herpetology, Vol.37, No.2, pp.285–291.
29. Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L. & Waller, R. W. (2004), Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide, Science, Vol.306, No.5702, pp.1783-1786.
30. Tobias, M.L., Barnard, C., O’Hagan, R., Horng, S.H., Rand, M. & Kelley, D.B. (2004), Vocal communication between male *Xenopus laevis*, Animal Behaviour, Vol.67, pp.353-365.
31. Toledo, L. F. & Haddad, C. F. B. (2005), Acoustic repertoire and calling behavior of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). Journal of Herpetology, Vol.39, pp.455-464.
32. Wiens, J. A. (2009), Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation, Landscape Ecology, Vol.24, No.8, pp.1053-1065.
33. Witmer, G. W. (2005), Wildlife population monitoring: some practical considerations. Wildlife Research, Vol.32, No.3, pp.259.
34. Preez, Z.D. (2018), Ecotourism potential of frogs in South Africa, Environmental Sciences thesis, The North-West University.

附錄一 圖層資料來源及操作

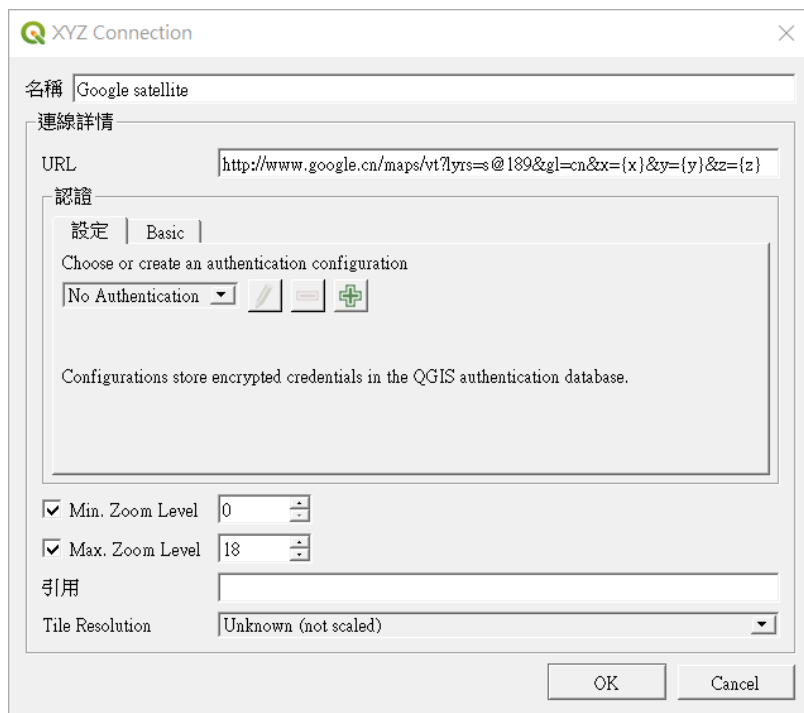
一. 衛星雲圖

藉由衛星雲圖，我們可以了解到諸羅樹蛙於大林鎮的分布大概位在哪些區域，加入圖資之步驟為 1.在 QGIS 中的 XYZ Tiles 點擊右鍵並點選建立新連結(圖 1.1)，步驟 2.將圖層取名，並輸入 Google Satellite 連線網址便可以與 Google Satellite 連線，連結網址來源為(<https://gis.stackexchange.com/questions/295097/qgis-3-2-2-openlayers-plugin-isnt-listed-to-install#>)(圖 1.2)，步驟 3.建立連結後只要點兩下或點擊右鍵再選擇將圖層加入項目中便可以查看圖資(圖 1.3、1.4、1.5、1.6)，利用 QGIS 建立與 Google Satellite 連線之步驟如下：



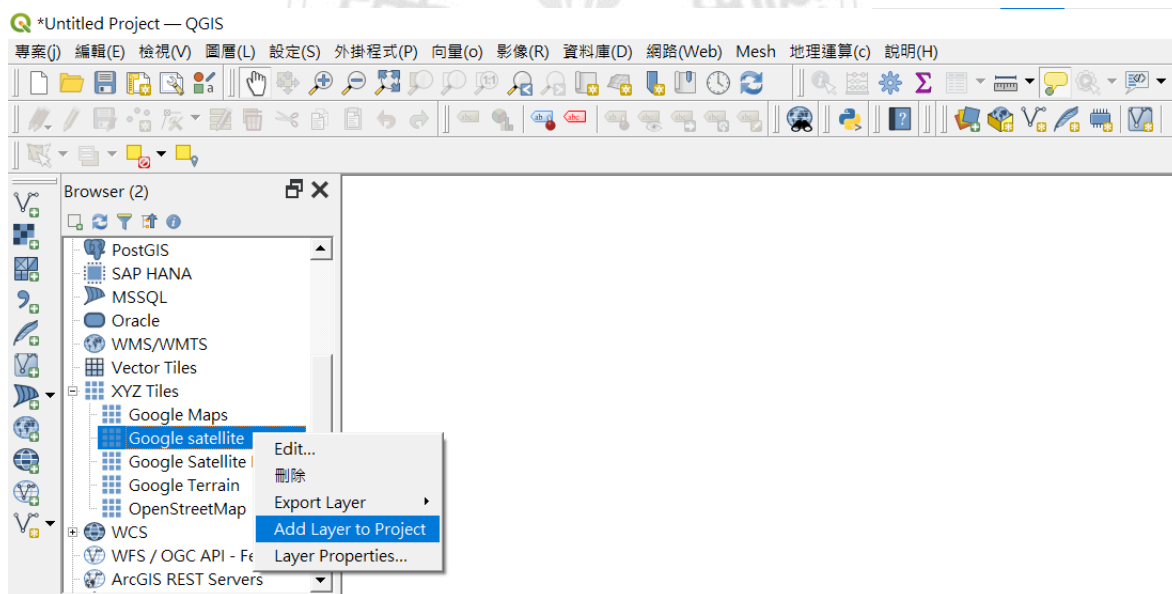
(圖 1.1)步驟 1

資料來源：本研究整理



(圖 1.2)步驟 2

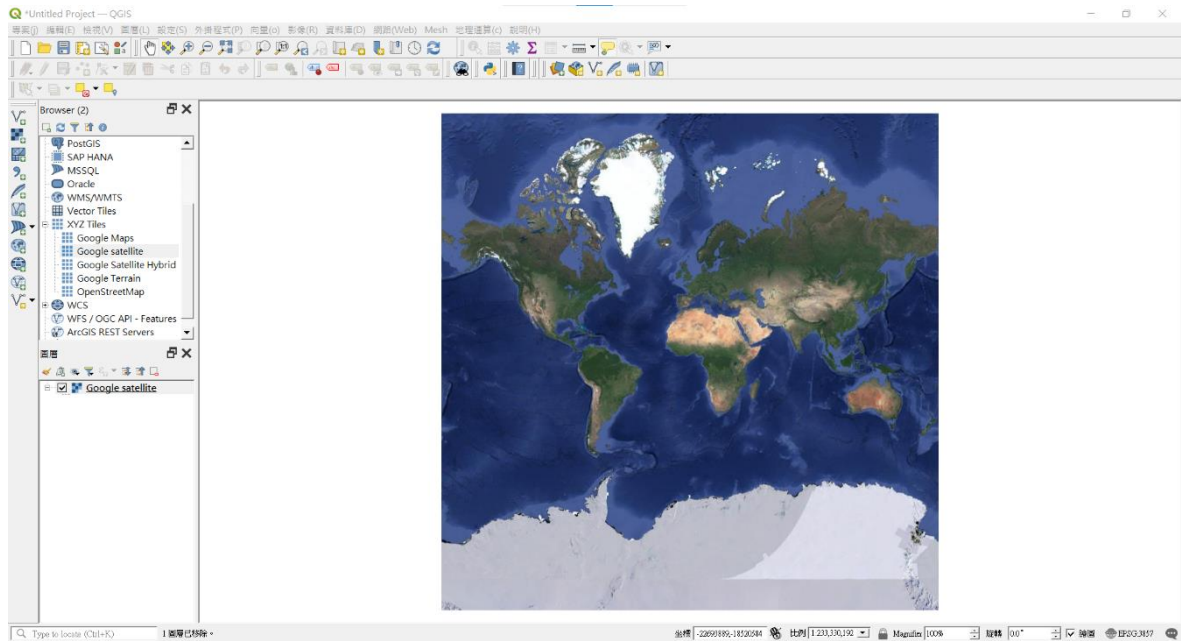
資料來源：本研究整理



(圖 1.3)步驟 3

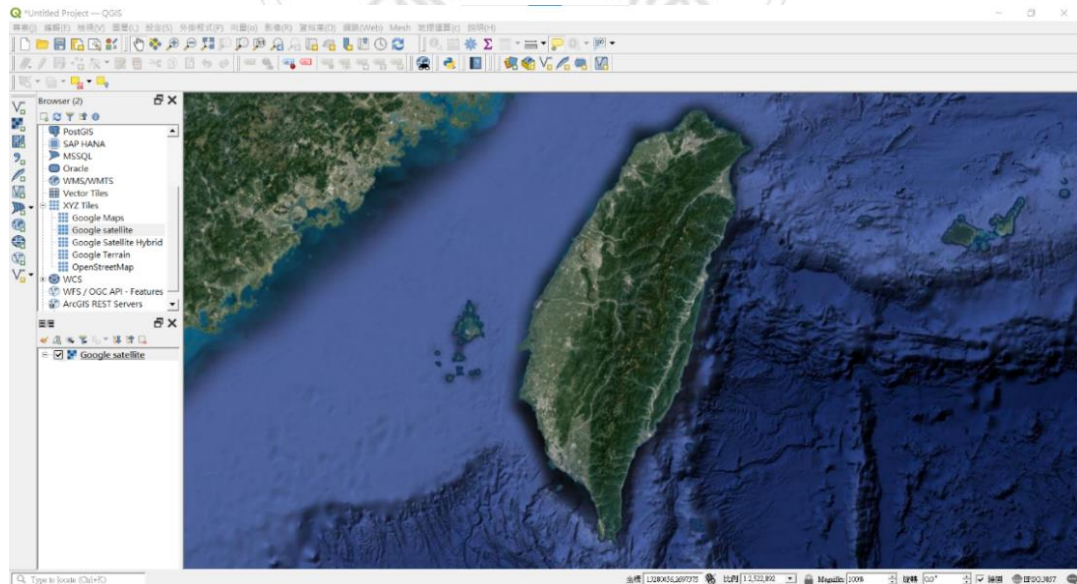
資料來源：本研究整理

只要利用滾輪或調整比例尺就可以將圖資縮放至需要的大小，成果如下：



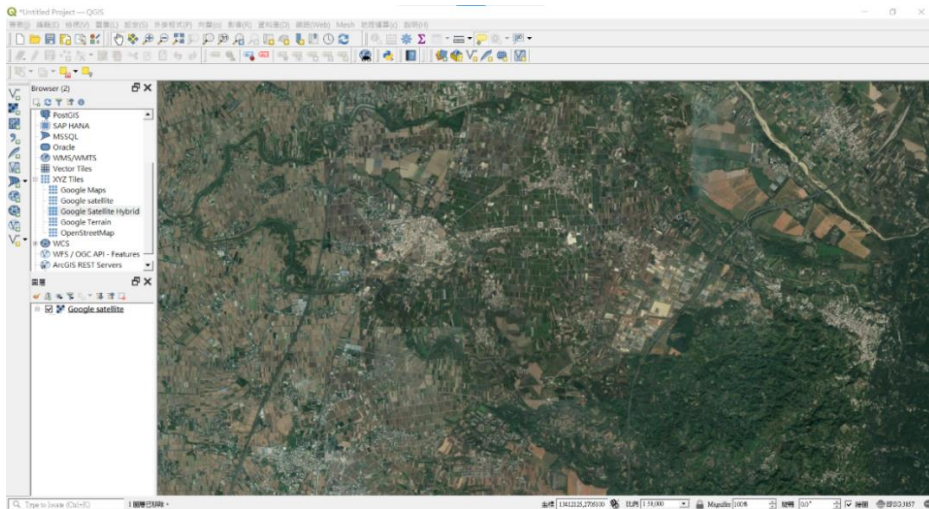
(圖 1.4)全球衛星雲圖

資料來源：本研究整理



(圖 1.5)台灣衛星雲圖

資料來源：本研究整理

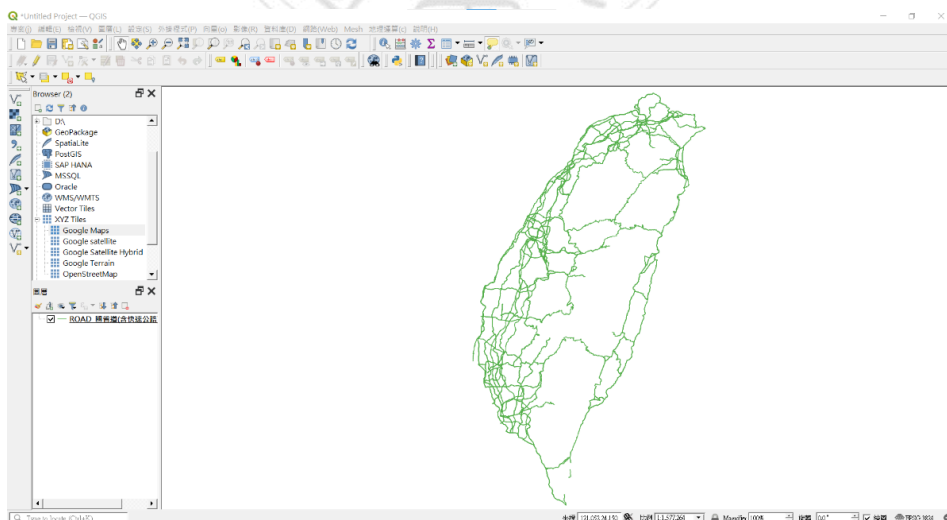


(圖 1.6)大林鎮衛星雲圖

資料來源：本研究整理

二. 省道與國道

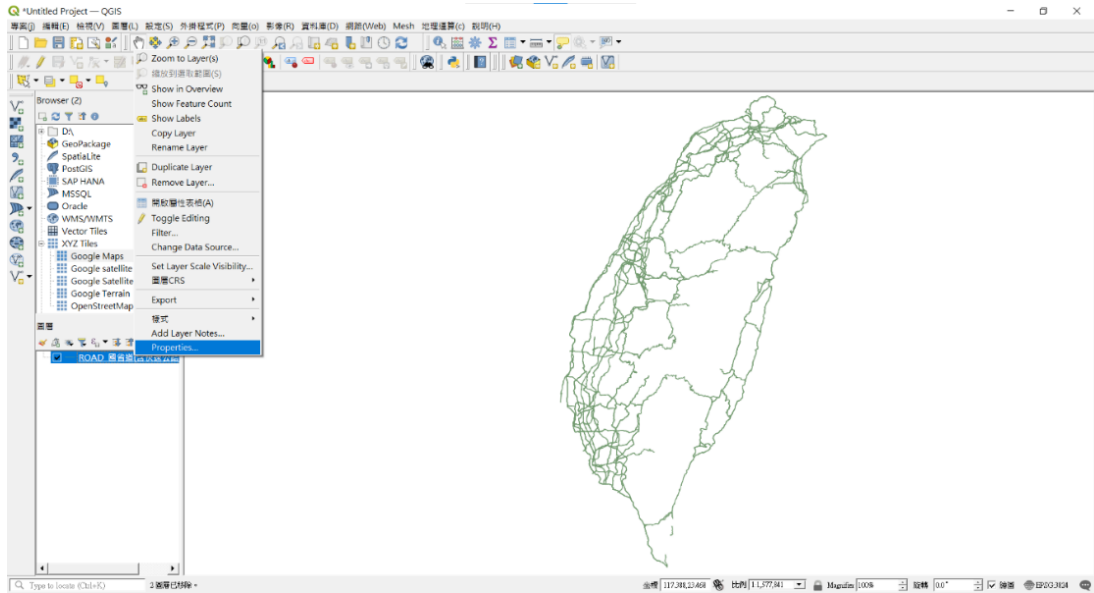
因本研究之研究範圍為大林鎮省道一號以東，所以要利用省道一號作為大林鎮東西之分隔線，以利資訊的呈現，加入圖資步驟為 1.先到政府資料開放平台之資料集裡搜尋國道及省道(含快速公路以上等級)道路中線，步驟 2.將檔案下載並解壓縮後再將台灣省道及國道的 shp 檔使用滑鼠拖曳至 QGIS 即可呈現台灣國道及省道(圖 2.1)：



(圖 2.1)台灣國道及省道

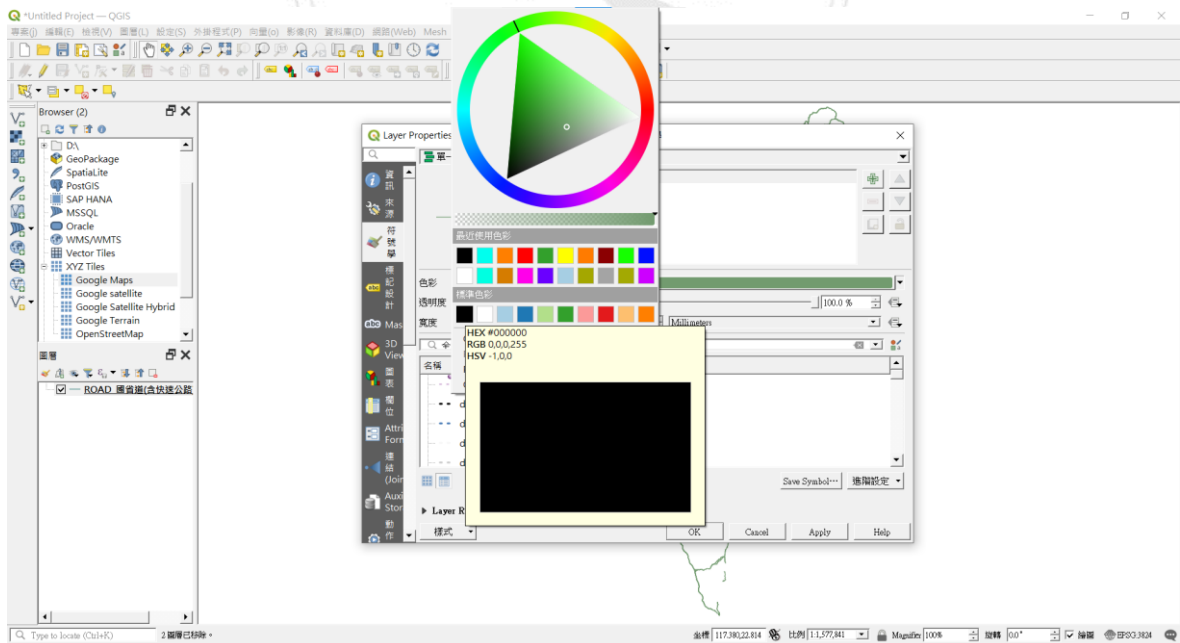
資料來源：本研究整理

若欲更改樣式至適合呈現之方式，可以對著圖層點擊右鍵並選擇 properties(圖 2.2)，接著就可以依據需求選擇色彩及樣式(圖 2.3)，並變更為較好閱讀的樣式(圖 2.4)。



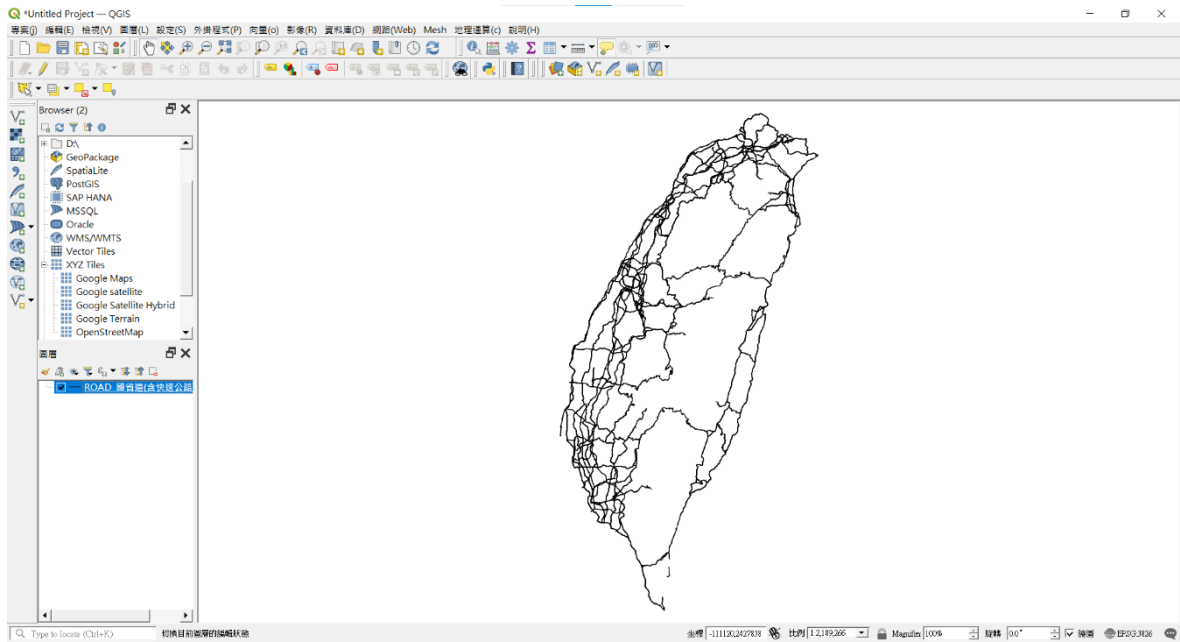
(圖 2.2)更改屬性

資料來源：本研究整理



(圖 2.3)更改顏色或樣式

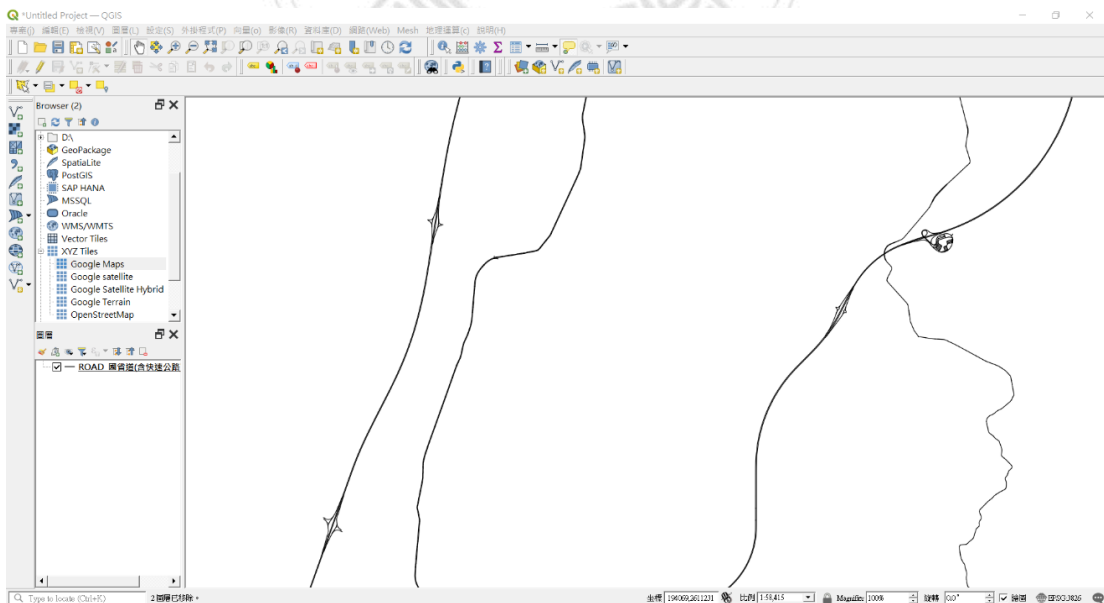
資料來源：本研究整理



(圖 2.4)變更後成果

資料來源：本研究整理

大林鎮共有兩條國道及省道穿越而過，從圖 2.5 中最底下延伸出的線條來看，分別為國道一號(左一)、省道一號(左二)、國道三號(左三)與省道三號(左四)，大林鎮國道及省道圖如下：

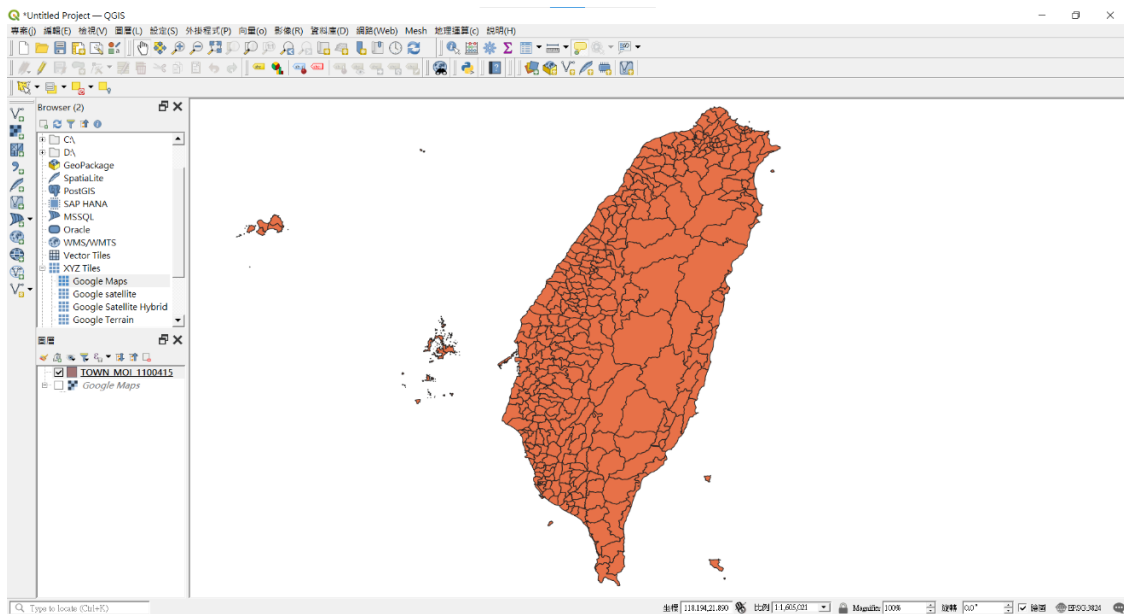


(圖 2.5)大林鎮國道及省道圖

資料來源：本研究整理

三.鄉鎮市區界線圖

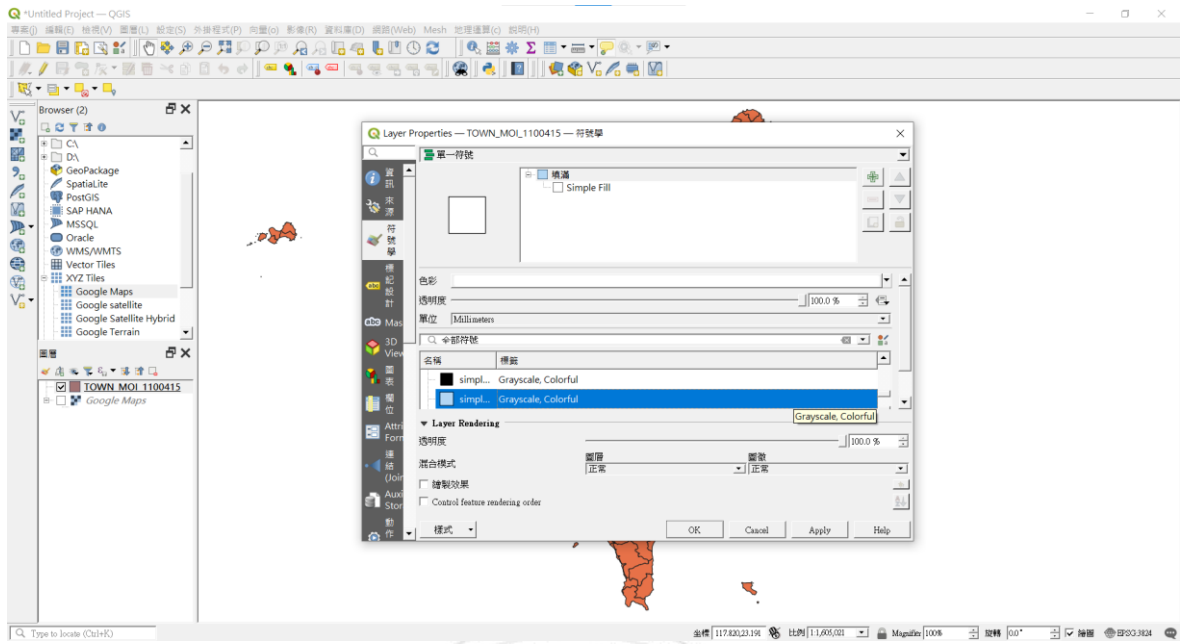
因本研究範圍以大林鎮為主，所以須使用鄉鎮市區界線圖之圖層來製作大林鎮與各鄉鎮之界線，以利資料的閱讀，加入圖層步驟為 1.先到政府資料開放平台之資料集裡搜尋鄉鎮市區界線(TWD97 經緯度)，步驟 2.將檔案下載並解壓縮後再將鄉鎮界圖之 shp 檔使用滑鼠拖曳至 QGIS 即成功匯入圖層(圖 3.1):



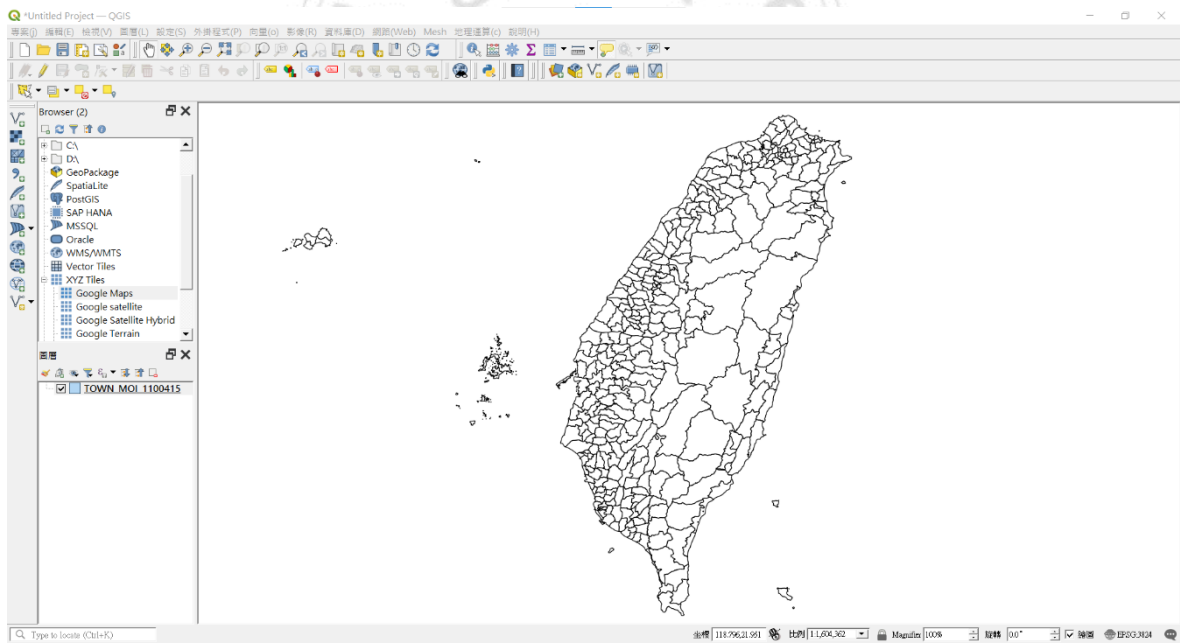
(圖 3.1)台灣鄉鎮市區界線圖

資料來源：本研究整理

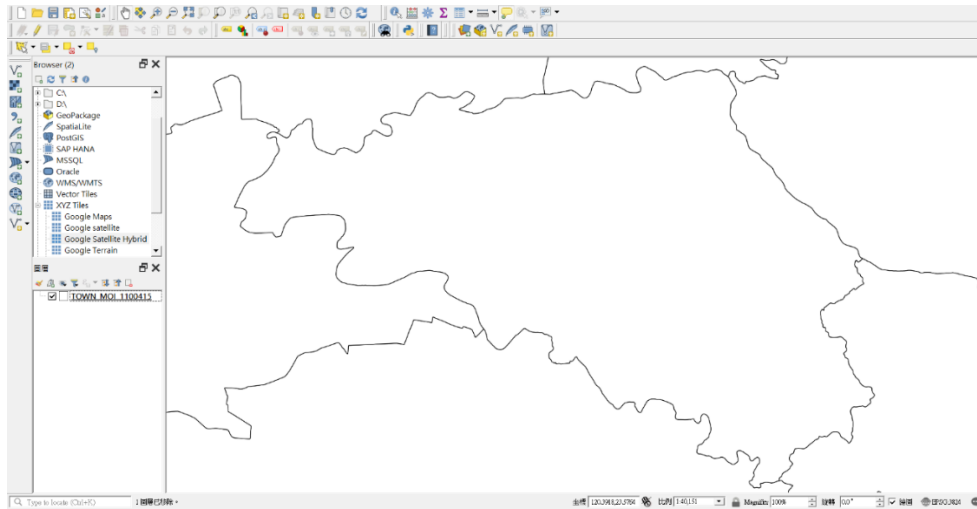
因本研究只需要鄉鎮間的界線，所以將樣式切換為中空的方格(圖 3.2)如下:



(圖 3.2)變更樣式
資料來源：本研究整理



(圖 3.3)變更後成果
資料來源：本研究整理

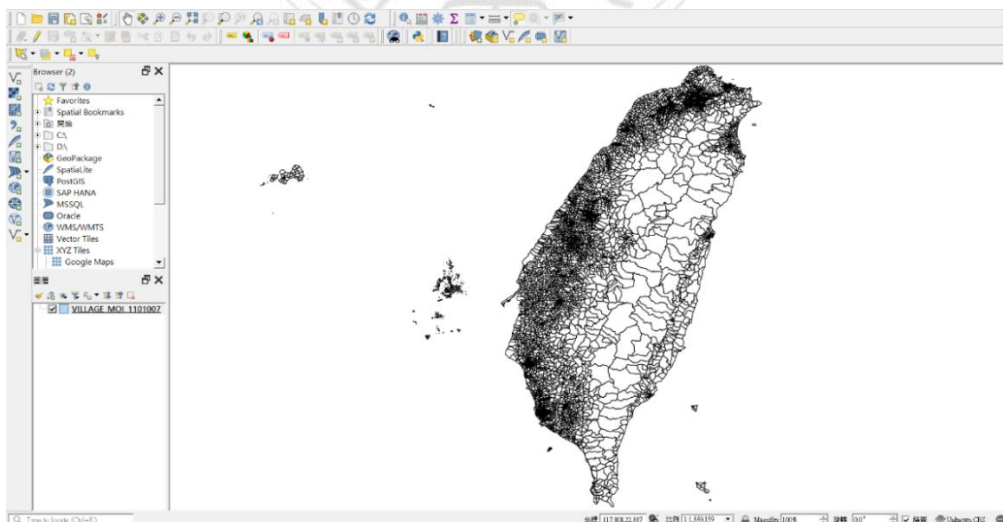


(圖 3.4) 大林鎮鄉鎮市區界線圖

資料來源：本研究整理

四. 村里界線圖

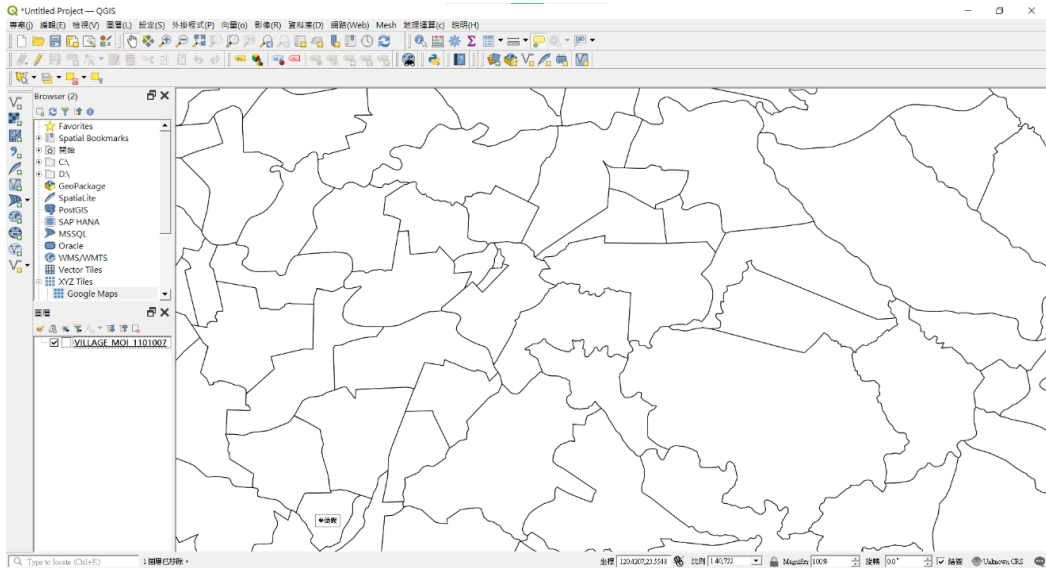
本研究為了瞭解生態旅遊潛力點主要聚集在哪些社區，所以使用村里界線圖來做各里界線之劃分，加入圖層步驟為 1.先到政府資料開放平台之資料集裡搜尋村里界圖(TWD97_123 分帶)，步驟 2.將檔案下載並解壓縮後再將村里界圖之 shp 檔使用滑鼠拖曳至 QGIS 即可成功匯入圖層 (圖 4.1)，樣式及顏色更改方式同鄉鎮市區界線圖一樣：



(圖 4.1)台灣村里界線圖

資料來源：本研究整理

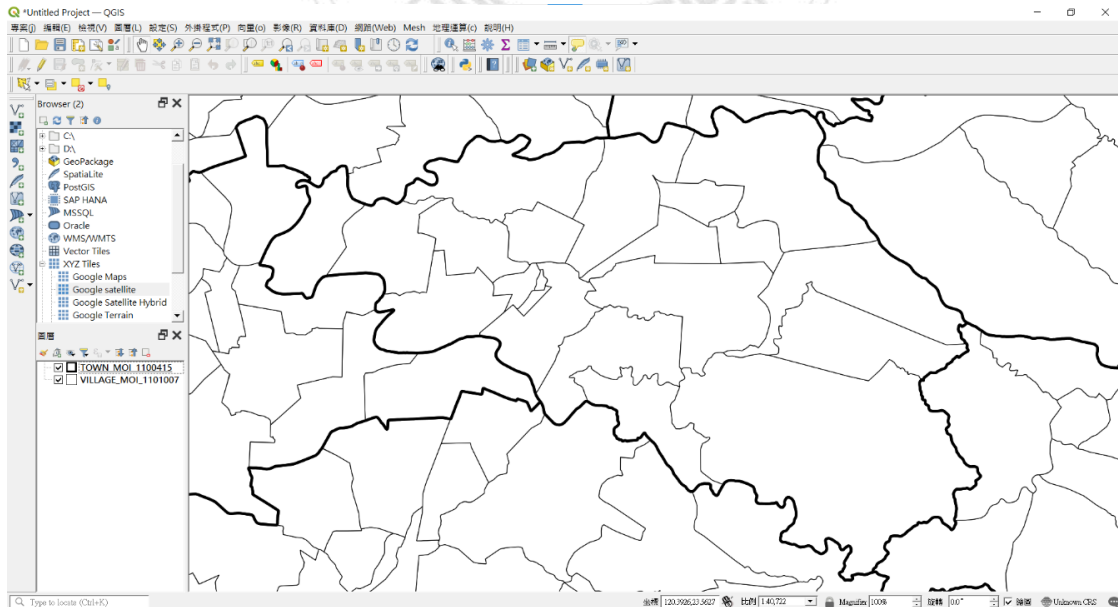
由於大林鎮村里界線圖(圖 4.2)過於雜亂，無法辨識出位於大林鎮確切範圍內的各個村里：



(圖 4.2):大林鎮村里界線圖(套疊前)

資料來源：本研究整理

所以加入鄉鎮界線圖作套疊來使大林鎮界線凸顯出來(圖 4.3)，將線條越少的圖層放在越上層可以使研究者更好地閱讀及分析圖層資料：

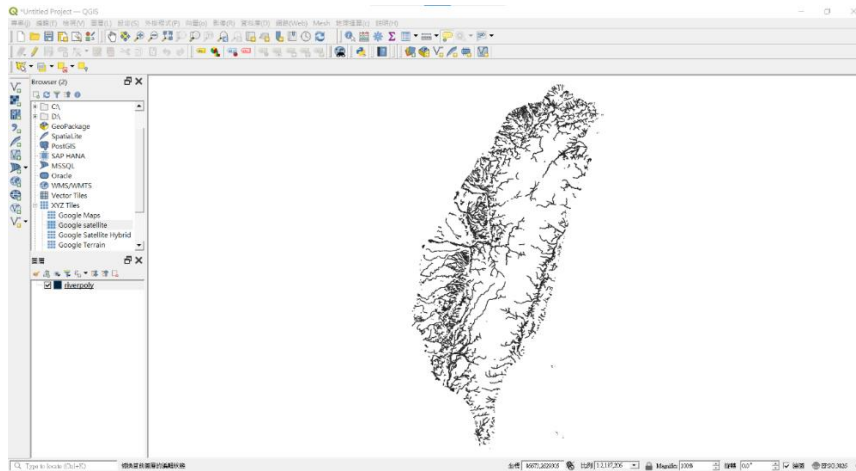


(圖 4.3):大林鎮村里界線圖(套疊後)

資料來源：本研究整理

五.河川(河道)、(支流)

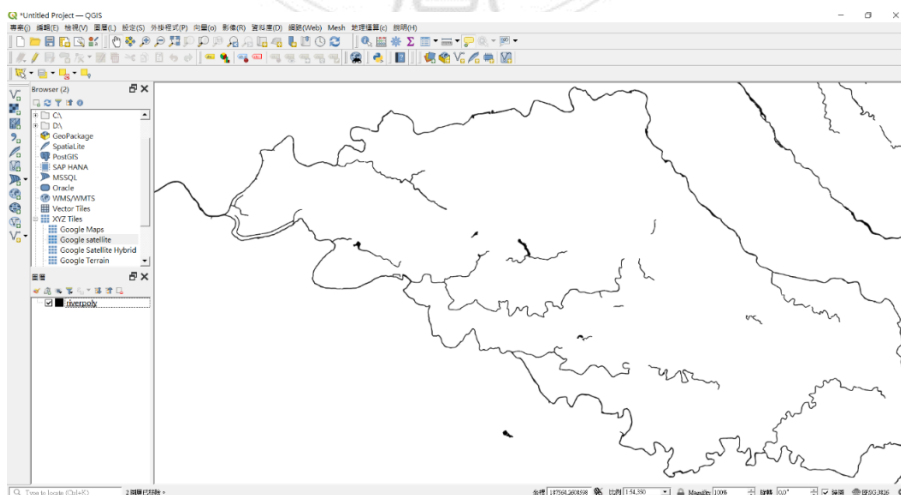
水對於蛙類來說是非常珍貴且重要的資源，因此本研究想藉由河川圖資來了解諸羅樹蛙的分布點位與河川之間的關係，加入圖層步驟為 1. 在水利地理資訊服務平台裡點選圖資供應中的圖資下載並點選河川(河道)，步驟 2.將檔案下載並解壓縮後再將河川(河道)之 shp 檔使用滑鼠拖曳至 QGIS 即可成功匯入圖層(圖 5.1):



(圖 5.1)台灣河川(河道)圖

資料來源：本研究整理

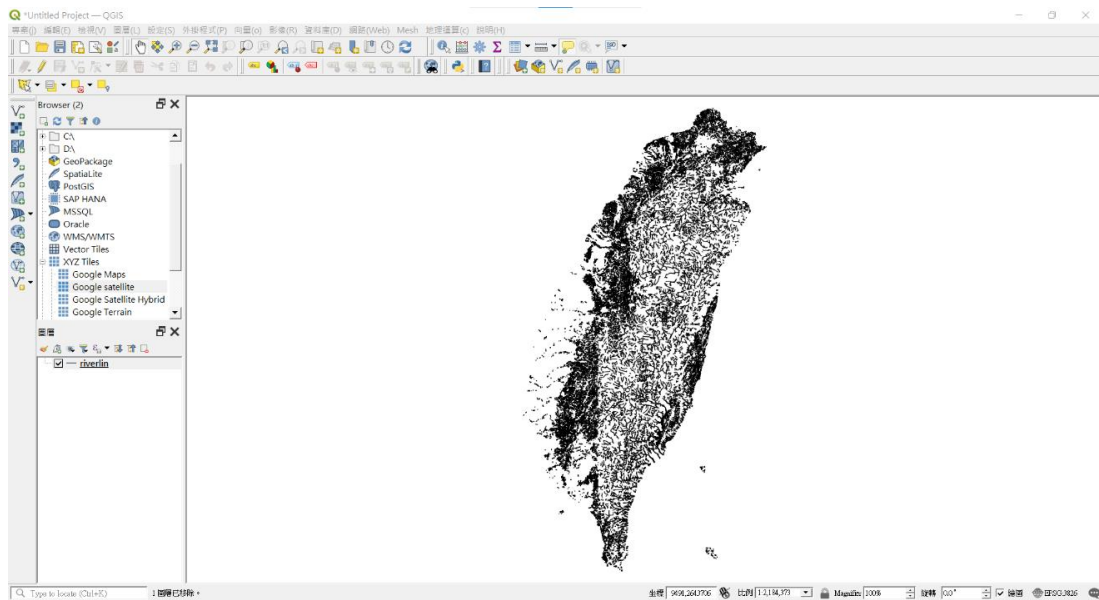
藉由河川河道圖(圖 5.2)可以看出大林鎮的邊界其實與河川幾乎重疊:



(圖 5.2)大林鎮河川(河道)圖

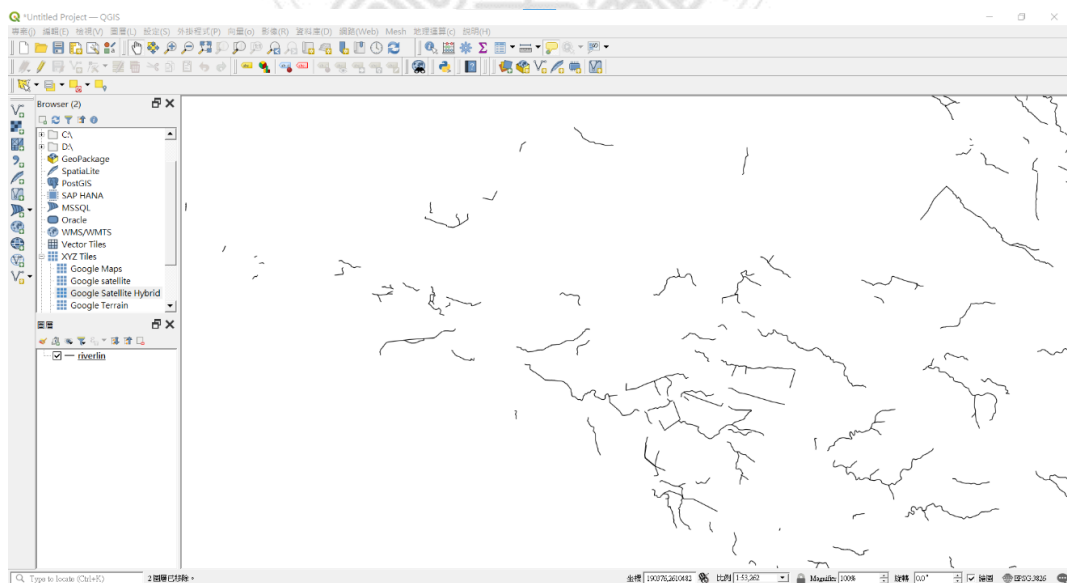
資料來源：本研究整理

而河川(支流)加入圖層步驟為 1.在水利地理資訊服務平台裡點選圖資供應中的圖資下載並點選河川(支流)，步驟 2.將檔案下載並解壓縮後再將河川(支流)之 shp 檔使用滑鼠拖曳至 QGIS 即可成功匯入圖層(圖 5.3)如下:



(圖 5.3)台灣河川(支流)圖

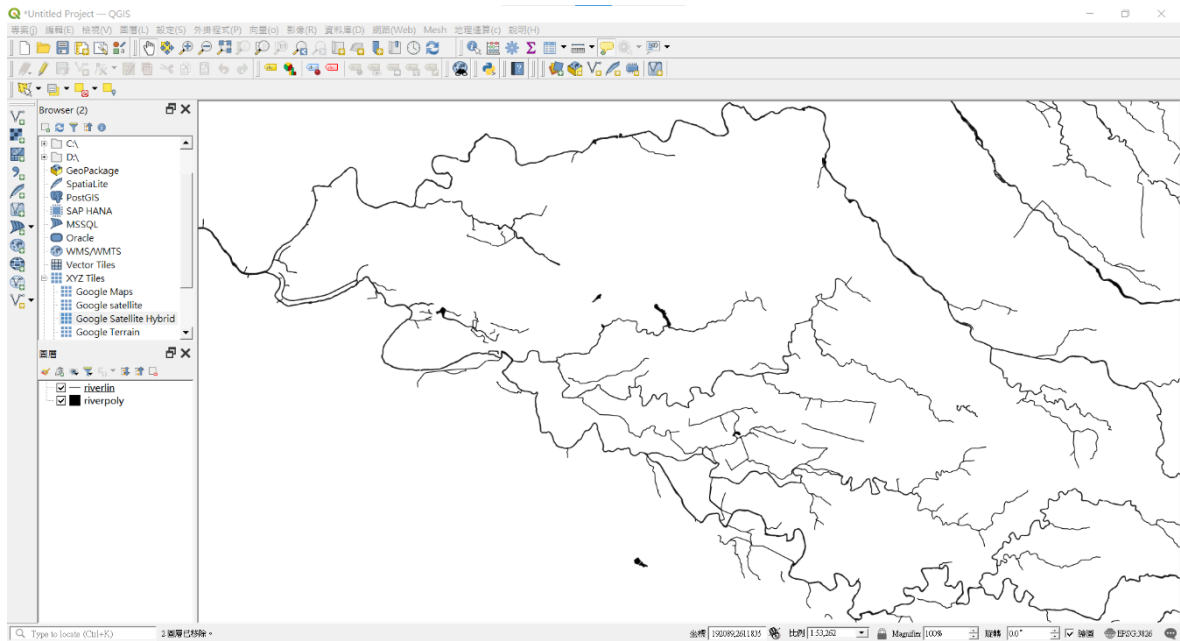
資料來源：本研究整理



(圖 5.4)大林鎮河川(支流)圖

資料來源：本研究整理

最後將河川(河道)與河川(支流)圖層進行疊層(圖 5.5)，以利我們看到整個大林鎮的水系分布情形：

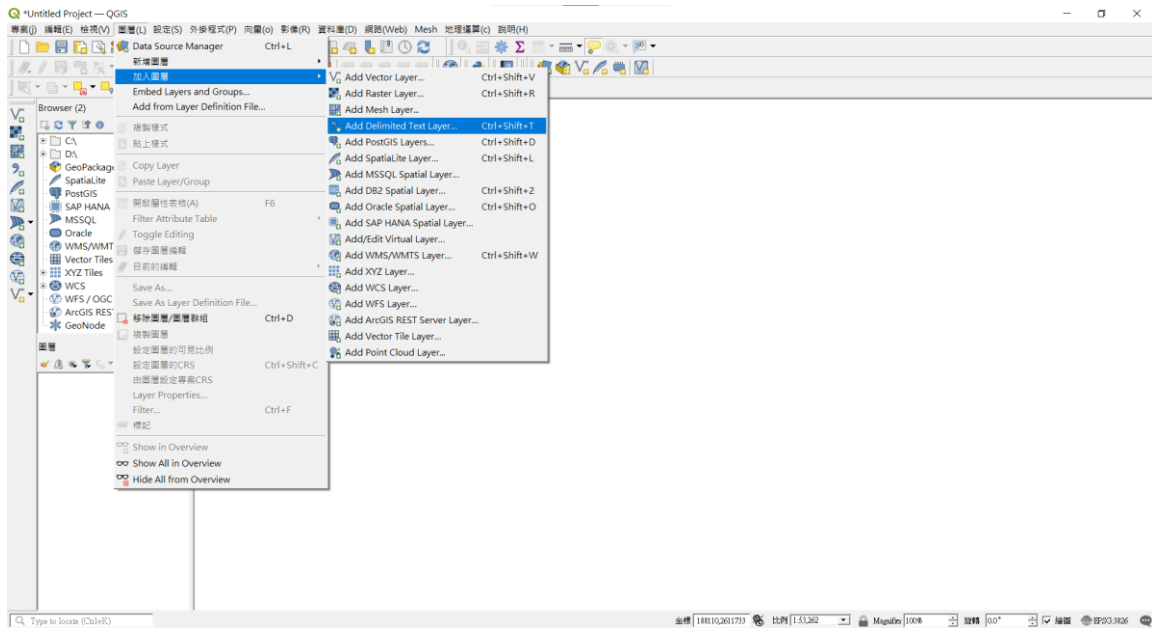


(圖 5.5)大林鎮水系分布

資料來源：本研究整理

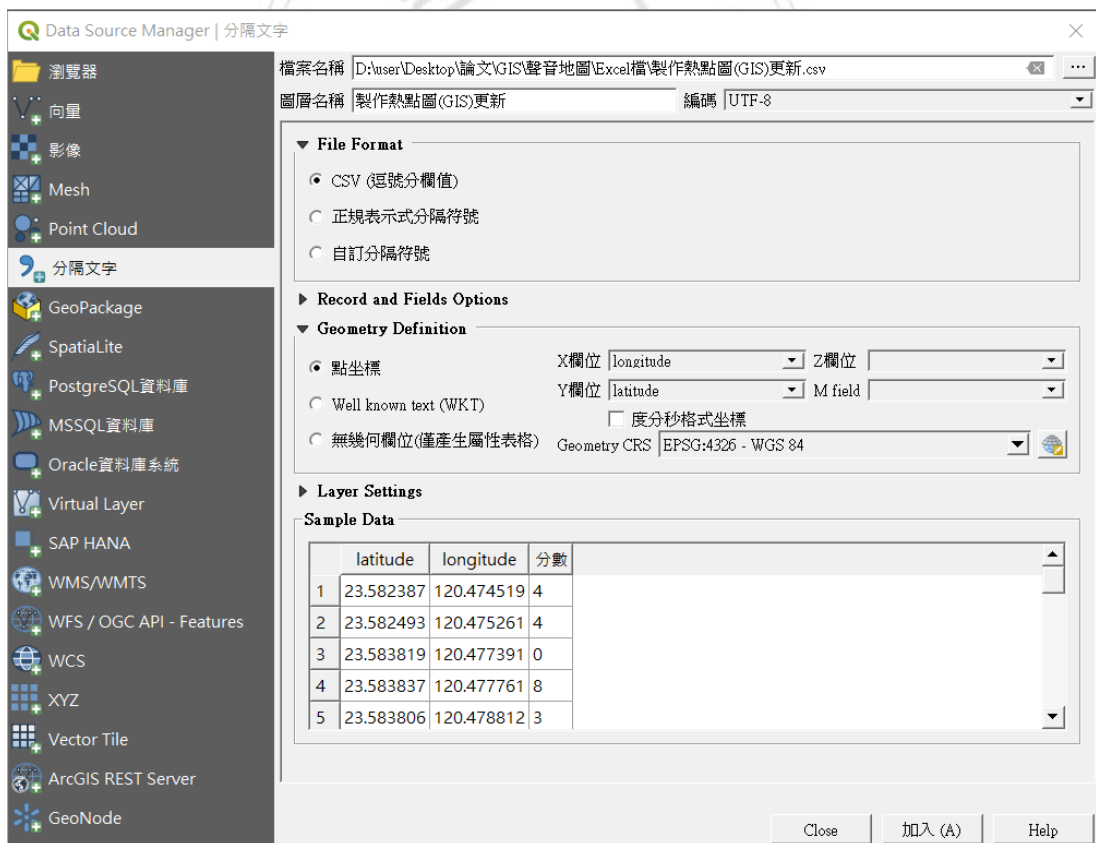
六.諸羅樹蛙調查數據：

首先利用 Excel 將調查數據做整理，整理完畢將其中緯度、經度及諸羅樹蛙分數製作成新檔案並存成 CSV 檔，將數據輸入 QGIS 中之步驟為 1.點選圖層後按下加入圖層中的 Add Delimited Text Layer(圖 6.1)，步驟 2.選擇整理好之數據並按下加入(圖 6.2)，接著便可以看見所有調查之點位(圖 6.3)：



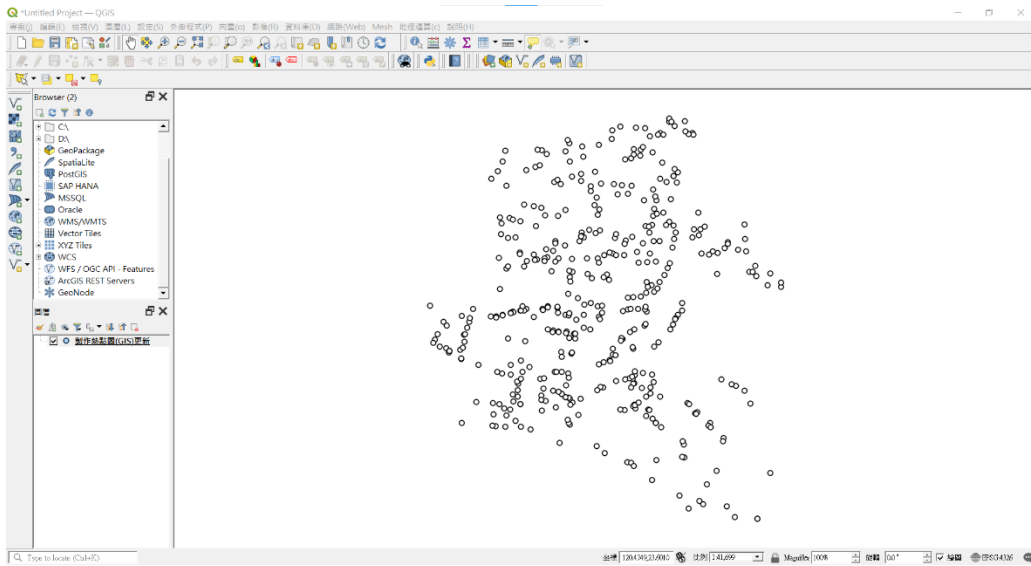
(圖 6.1)步驟 1

資料來源：本研究整理



(圖 6.2)步驟 2

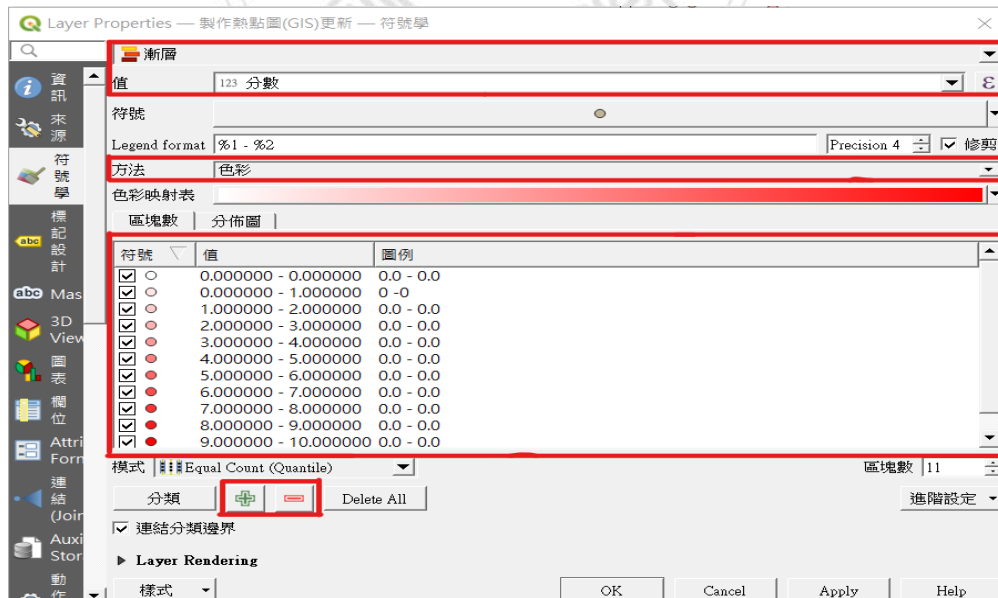
資料來源：本研究整理



(圖 6.3)諸羅樹蛙調查之點位

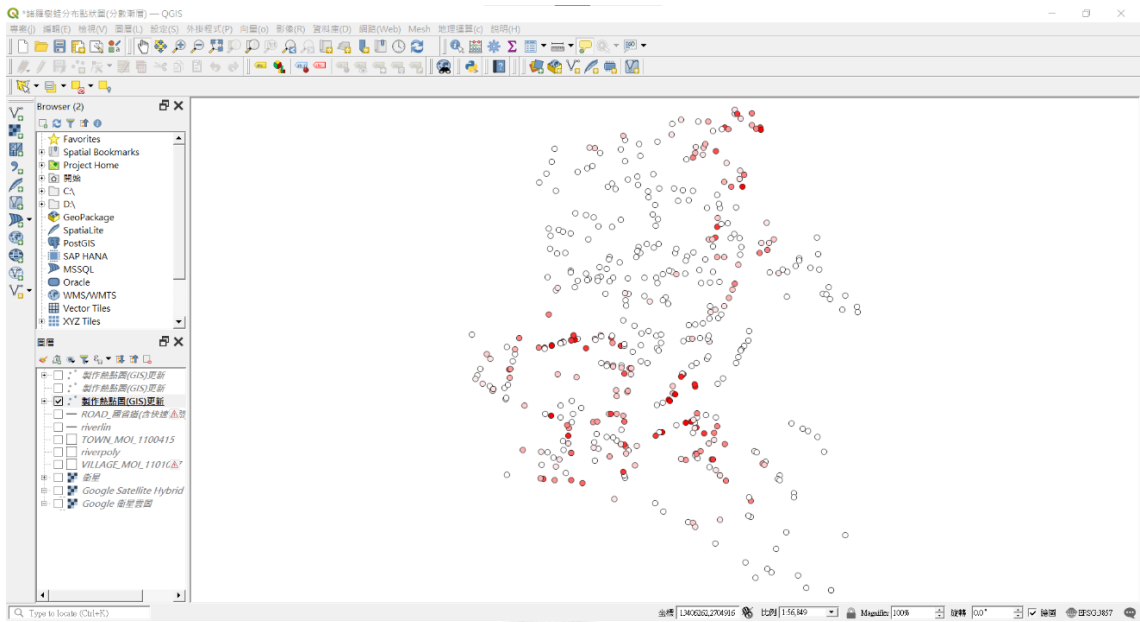
資料來源：本研究整理

藉由在調查時依聲音進行的評分做處理，進入選擇顏色及樣式之視窗，接著在最上方欄位選擇漸層並在值的部分選擇分數，方法選擇色彩，並使用+號新增 11 個符號再依據 0~10 分輸入數值來做漸層(圖 6.4)，便可以得出各諸羅樹蛙聲音分數之顏色(圖 6.5)，越深為越高分:



(圖 6.4)諸羅樹蛙分數圖

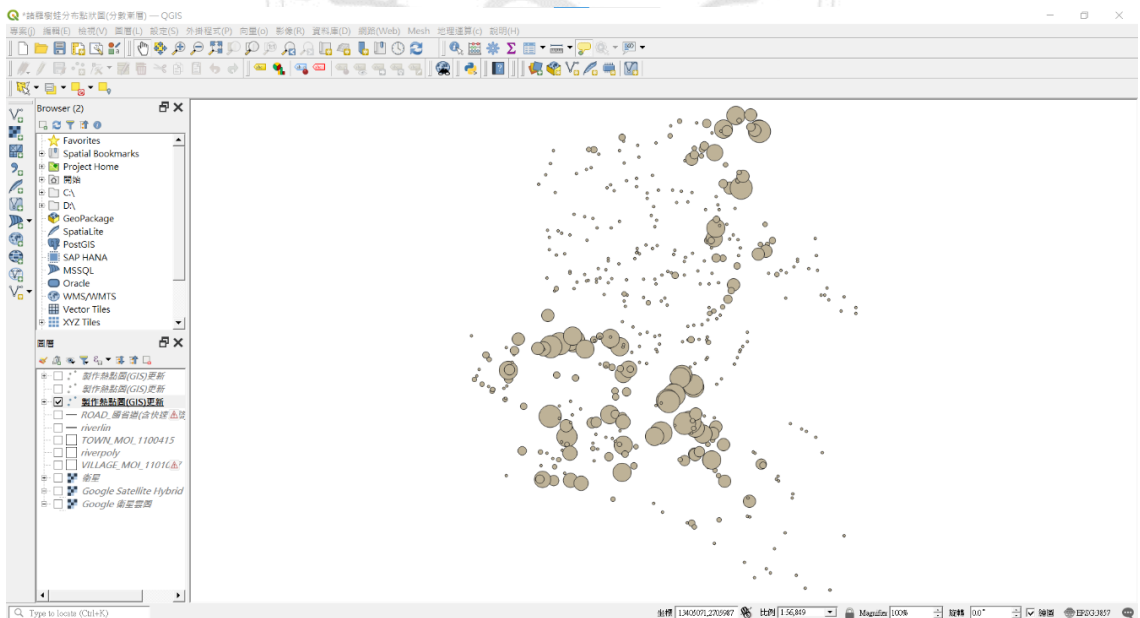
資料來源：本研究整理



(圖 6.5)各點位依數據顯示色彩

資料來源：本研究整理

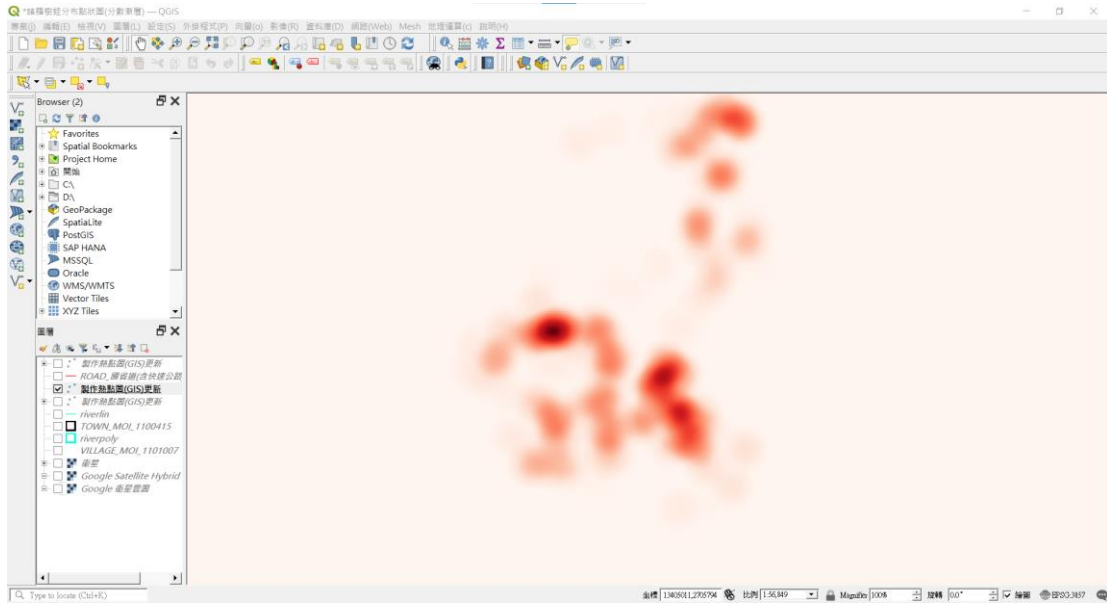
為了方便觀察亦可在方法中選擇大小來強調各點位調查分數(圖 6.6)，結果如下:



(圖 6.6) 各點位依數據顯示大小

資料來源：本研究整理

或者利用 QGIS 中熱區圖功能，將數據轉為漸層式，更有利於閱讀，藉由顏色深淺便可了解諸羅樹蛙分布狀況(圖 6.7)，圖片如下：



(圖 6.7)各點位依數據顯示漸層

資料來源：本研究整理

附錄二 聲音地圖座標

經度	緯度	主要地景	旁邊地景	分數
120.477761000	23.583837000	竹林	竹林	8
120.480171000	23.578604000	竹林	竹林	8
120.479959000	23.574133000	竹林	竹林	8
120.479553000	23.595203000	竹林	竹林	8
120.477880000	23.596608000	竹林	竹林	8
120.470549000	23.596054000	雜木林	雜木林	8
120.469003000	23.595900000	竹林	竹林	8
120.470886000	23.596940000	竹林	竹林	8
120.473145000	23.594759000	果園	果園	8
120.498553142	23.631700887	竹林	竹林	8
120.500824638	23.633984296	竹林	竹林	8
120.505045764	23.631735903	竹林	竹林	8
120.496436544	23.576144100	竹林	鳳梨田	8
120.494835600	23.580566856	竹林	鳳梨田	8
120.493364409	23.581491151	雜木林	雜木林	8
120.485940054	23.580108701	竹林	竹林	8
120.459164903	23.591249012	竹林	竹林	8
120.497191586	23.615074477	雜木林	雜木林	8
120.469913000	23.580131000	竹林	竹林	9
120.493190400	23.588399805	竹林	竹林	9
120.493070036	23.588780502	竹林	竹林	9
120.491028540	23.590419114	竹林	竹林	9
120.490620509	23.590037500	竹林	竹林	9
120.466844000	23.583482000	雜木林	雜木林	10
120.471180000	23.596149000	竹林	水田	10
120.468525000	23.595669000	竹林	竹林	10
120.466909000	23.595167000	竹林	竹林	10
120.501874387	23.621846816	竹林	竹林	10
120.505225807	23.631389426	雜木林	雜木林	10
120.489568412	23.587078881	竹林	鳳梨田	10
120.488369465	23.586170295	竹林	竹林	10
120.488496870	23.585942610	竹林	竹林	10

120.492441393	23.582527595	竹林	竹林	10
120.491509326	23.582322950	竹林	竹林	10
120.487121232	23.580705132	竹林	鳳梨田	10

