

金門歐亞水獺親緣譜系及族群動態 研究(2/3)

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 110 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

科技部 GRB 編號：PG11001-0004

金門歐亞水獺親緣譜系及族群動態 研究(2/3)

受委託者：臺北市立動物園

研究主持人：張廖年鴻

研究助理：譚羽君

研究期程：中華民國 110 年 1 月至 110 年 12 月

研究經費：新臺幣 150 萬元

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 110 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目錄

目錄.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
Abstract.....	XI
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究目的	9
第三節 進度說明	10
第二章 文獻收集與分析	11
第一節 國內歐亞水獺調查研究資料	11
第二節 金門地區歐亞水獺族群調查現況	12
第三節 金門水獺 GIS 棲地調查	15
第三章 研究方法	19
第一節 野外採集過程及調查方法	19
第二節 排遺 DNA 萃取與分析.....	21
第三節 族群及親緣關係	24
第四節 水獺棲地利用偏好	24
第五節 金門水獺保育整合規劃	25
第四章 研究結果與討論	27
第一節 野外調查及樣本採集	27

第二節 DNA 萃取與個體鑑定結果.....	38
第三節 親緣調查概況	43
第四節 水獺棲地利用偏好	56
第五節 水獺保育整合規劃	71
第五章 結論與建議	73
第一節 結論	73
第二節 建議事項	75
附錄一 110 年度期中審查會議紀錄	77
附錄二 110 年度期末審查會議紀錄	79
附錄三 109 和 110 年度工作進度	81
附錄四 野外採集工具列表	83
附錄五 序列引子列表	85
附錄六 110 年第一季調查照片.....	87
附錄七 110 年第二季調查照片.....	89
附錄八 110 年第三季調查照片.....	91
附錄九 110 年第四季調查照片.....	93
附錄十 110 年 3 月路殺屍檢報告	95
參考文獻.....	99

表次

表 1-1 計畫執行進度表	10
表 3-1 排遺判定標準	20
表 4-1 110 年度個季度及樣點總樣本數.....	31
表 4-2 110 年度金門地區水獺排遺採集紀錄.....	33
表 4-3 全年萃取及鑑定概要	38
表 4-4 110 年公、母及新、舊個體比例.....	42
表 4-5 108 年-110 年水獺個體在雙鯉湖組成比較	58
表 4-6 108 年-110 年水獺個體在古崗湖組成比較	61
表 4-7 108 年-110 年水獺個體在中蘭地區組成比較	64
表 4-8 108 年-110 年水獺個體在山后地區組成比較	67
表 4-9 108 年-110 年水獺個體在太湖地區組成比較	70
表 4-10 會議與公民科學參與	71

圖次

圖 2-1 金門歐亞水獺在目前已知粒線體 DNA 序列族群中的位置。星號為本團隊完成資料。FJ: 福州北方的排遺樣本; DK: 收容個體大金的序列.....	14
圖 3-1 調查採樣點分布位置	19
圖 4-1 4 月紅外線攝影機調查.....	32
圖 4-2 7 月咕力岸礮堡白天水獺目擊.....	37
圖 4-3 1 月個體分佈圖	39
圖 4-4 4 月個體分佈	40
圖 4-5 7 月個體分布	41
圖 4-6 10 月個體分布	42
圖 4-7 金沙-榮湖地區-1	48
圖 4-8 金沙-榮湖地區-2	48
圖 4-9 金沙-榮湖地區-3	49
圖 4-10 金沙-榮湖地區-4	49
圖 4-11 太湖-太武山地區-1	50
圖 4-12 太湖-太武山地區-2	50
圖 4-13 太湖-太武山區域-3	51
圖 4-14 山后-田埔地區-1	52
圖 4-15 山后-田埔地區-2	52
圖 4-16 中蘭-蘭湖-瓊林水庫	53
圖 4-17 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖-1	54
圖 4-18 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖-2	54

圖 4-19 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖-3	55
圖 4-20 烈嶼個體親緣圖	55
圖 4-21 108 年-110 年雙鯉湖棲地比較	57
圖 4-22 108 年-110 年雙鯉湖排遺採樣數	57
圖 4-23 108 年-110 年雙鯉湖個體數比例	57
圖 4-24 108 年 110 年雙鯉湖新、舊個體比較長條圖	58
圖 4-25 108 年-110 年古崗湖棲地比較	59
圖 4-26 108 年-110 年古崗湖採樣數比較	60
圖 4-27 108 年-110 年古崗湖個體比較長條圖	60
圖 4-28 108、110 年蘭湖棲地比較	62
圖 4-29 108、109 年瓊林水庫棲地比較	63
圖 4-30 108 年-110 年蘭湖採樣數比較	63
圖 4-31 108 年-110 年蘭湖個體表較長條圖	64
圖 4-32 108 年-110 年山后地區棲地比較	65
圖 4-33 108 年-110 年山后採樣數	66
圖 4-34 108 年-110 年山后個體數比較	66
圖 4-35 102 年-110 年山后地區採樣及個體變化	67
圖 4-36 108 年-110 年太湖地區棲地比較	68
圖 4-37 108 年-110 年太湖樣本採樣數比較	69
圖 4-38 108 年-110 年太湖個體數比	69
圖 4-39 102 年-110 年太湖採樣及個體數比較	70

摘要

關鍵詞：金門、歐亞水獺、族群遺傳分析、生物地理資訊

一、研究緣起

早年金門為軍事重地，對於居民的生活作息及觀光發展有著諸多限制，卻也意外地保全了野外的棲地環境，成為華南沿海地區少數友善野生動物生存的珍貴空間。根據金門結束戒嚴、開放觀光之初的調查，全島大部分水域及沿海地區均可發現歐亞水獺活動的蹤跡，特別是東半島人口密度較低之地區。戰地戒嚴任務結束後，金門陸續展開各項發展，野生動物的棲息與地方開發的衝突日益明顯，當地地形地貌、植被水系皆有相當大的變動。也因此當地的歐亞水獺族群的生存面臨日漸嚴峻的生存壓力，路殺和誤捕的新聞時有所聞。為了妥善策畫金門歐亞水獺族群的保育工作，持續瞭解監測金門水獺的族群動態，金門國家公園管理處委託臺北市立動物園辦理本計畫，進行金門水獺的族群量及族群結構調查與研究，以建立金門水獺重要基本生物學資訊，為日後擬定物種保育策略建立重要基礎。

本(110)年為第二年度，工作項目如下：

- (一) 引入 GIS 地理資訊分析模組，結合排遺分佈座標及個體鑑定結果研究金門水獺個體棲地利用的行為模式。
- (二) 分析棲地使用偏好狀況，並及時回饋至棲地改善建議。
- (三) 進行例行性野外採樣調查，並進行排遺樣本 DNA 萃取、微衛星個體鑑定及分析等實驗室工作。規劃每年檢驗 500 件排遺樣本，以監測當年族群動態及擴增譜系資料庫內容。

二、研究方法及過程

每季定期進行一次野外調查，一年共四次，除金門本島以外，對於周邊離島也會做非例行性的調查。每季的排遺樣本將帶回臺北市立動物園分生實驗室進行後續分析，以取得水獺遺傳資訊並完成個體鑑定，累積基礎個體動態資料。由目前研究資料顯示，金門的歐亞水獺遺傳多樣性低，為封閉之小族群，長期發展並不利永續經營與管理。若能與鄰近地區的歐亞水獺族群調查，將有利於對於水獺整個族群的發展和野外族群管理，提供更妥善的措施。今年預計引入生物地利資訊（GIS）的概念，希望能找出水獺對於棲地利用的偏好，提供更多和更即時的棲地改善計畫。

三、重要發現

110 年度完成四次例行採樣，共採得 510 件新鮮排遺樣本；另外金門國家公園管理處、金門縣府團隊以及台灣大學團隊也在比較不易採集到樣本的區域加強採樣，共提供共 31 件樣本；年度總共採集 538 個排遺樣本及 3 個路殺個體的肌肉樣本。截至目前為止所有排遺樣本已完成 DNA 萃取、核酸檢驗及個體資料分析。

族群方面，利用個體分布資訊劃分不同的地區以及流域的水獺家族，並在親緣譜系表內可以看見各地區的強勢個體和主要配對個體組成的家族不斷擴增。而在棲地利用以本計畫 108 年到 110 年間執行同步取得的棲地照片來進行比較，探討有水獺棲息利用的微棲地變化與水獺個體鑑定、性別判定及新、舊個體比例等關聯性，並以山后和太湖地區族群變動為例，分析了從 102 年至 110 年採樣數及個體變化比較，採樣數上升只能表示個體標記的排遺量變多，但當地的個體數沒有上升。

四、主要建議事項

立即可行建議

建議一 友善動物們的夜間觀察

主辦機關：金門縣政府

協辦機關：臺北市立動物園

本研究團隊野外觀察首選在太湖，除了目擊率高且也是友善水獺觀察者的地方。為確保中正公園內裡的行人與水獺的安全在 109 年末增設了限制車輛進出的設施，政府單位架設適量的照明設備也使當地活動更為便利及安全，太湖的水獺也對於路燈和當地人們的活動習以為常。

近年生態旅遊風氣盛行，愛好大自然的民眾亦會前來太湖尋找水獺，為求方便觀察或欲拍攝清晰的照片者會利用強力的手電筒或探照燈進行水獺搜尋，進而造成人為干擾，已經在社群媒體發現有熱心民眾會在網路上加強勸導，希望相關單位可在太湖人行步道入口處立牌告知民眾如何更友善觀察水獺。

建議二 加強用路安全及遵守速限勸導

主辦機關：金門縣政府

協辦機關：金門國家公園、臺北市立動物園

110 年路殺共三筆，分別在 3 月、10 月和 11 月，而 10 月在太湖路三段的中正公園附近和 11 月環島北路三段的路殺事件前後時間不到一個月。根據本研究的調查，清淤期間造成的棲地干擾及破碎化使得要回到原棲地的水獺必須繞路而行，然這樣容易造成不熟習路況的水獺易被路殺。若工程是不可避免的，則應該加強勸導宣導用路人注意行車速限，特別是在水獺與人類活動高度重疊的區域，如太湖路、環島北路、瓊徑路以及高陽路等路段。

建議三 綜合整理親緣譜系與微棲地地理資訊，完成水獺族群擴張模擬

主辦機關：臺北市立動物園

協辦機關：金門國家公園管理處

109 年起本計畫陸續建構各棲地的水獺族群譜系，建立親子配對和繁殖配對的個體連結，並記錄著各個樣點的棲地環境變化。在未來記錄到的個體中描繪出族群擴張的路線，檢視擴張個體的共通性，嘗試在這些擴張個體中看見延展領地的方向性，對於未來再引入或野放個體挑選完善的規劃及尋找更為友善的棲地。

Abstract

Keywords: Kinmen, Eurasian Otter, Genetic analysis, Geographic Information System

1. Research object

As a battle front in the early days, the land use was strictly limited in Kinmen in the decades prior to 1992. The limitation for military purpose in these small islands provides a refuge for Eurasian otters and other wildlife. However, according to ending of military control in Kinmen, these islands are opened to public again and developments runs fast recently. The topography, landforms and planting water systems have undergone considerable changes; the conservation of wild animals and land development have gradually begun to conflict. Now the Kinmen's Eurasian otter population is under a tremendous pressure seriously.

For the conservation of the Eurasian otter in Kinmen, the Kinmen National Park cooperates with Taipei Zoo to carry out a project to survey the population dynamics of Eurasian otter in Kinmen, for establishing important biological information of this endangered carnivore. This year is the second year of the project and the goals are as follows:

- (1) Try to introduce the GIS, combined location of spraints and result of indivisaul of otters to figure out what is the suitable habitats preference form.
- (2) Suggestion on habitats preference of otters following the analysed population dynamics of Kinmen otters.
- (3) To analyse over 500 spraint samples by DNA extraction, microsatislated and otters' identication in labtory for monitoring population dynamien and expanding family pedigree bank.

2. Research method and process

Regular field surveys are conducted once a season, for a total of four surveys a year. In addition to the main island of Kinmen, non-routine surveys are also conducted on the surrounding outlying islands. This year will analyze the reference of habitats of the otters with the habitat variation information.

3. Results

In this year we had been completed all field works, samples collection, and samples analyzed. In total 510 fresh feces samples were collected and analysed. Besides, another 31 samples provided by colleagues of Kinmen National park, Kinmen County government and National Taiwan University were analysed, too as well as three road-killed samples in this year. We found the scale of Kinmen Island is too small to introduce the GIS concept to work on the analysis between population of Kinmen otters habitats. We use the variations of habitats came from the habitat photos of every collection trip instead. The habitat desiccation did effect the population distribution of otters in Kinmen in this year.

4. Main recommendations

Suggestion 1. Observation wild animal in friendly environment

Main agency: Kinmen County Government

Partner agency: Taipei Zoo

The best spot where could observe otters must be Tai lake. Since the rate of witness is the highest than others. In order to insurance of safety of pedestrians and otters roadblock were set in 2019 to restrict cars entering. Kinmen county constructed a few road lamp for continence. On the other hand, otters in Tai lake are used to bright

at night in Tai lake.

There is more and more popular for eco-tour, people seek otters in Tai lake. Some of tourist may use flashlight which may disturb life of otter to searching otters. It may cause some drawback for otters. Hopefully, Kinmen county could make a sign to inform people how to observe otters in a friendly way.

Suggestion 2. Strength the ideas of road safety and car speeds on the road.

Main agency: Kinmen County Government

Partner agency: Kinmen national park and Taipei Zoo

There were three road killed records in this year- March, October, and November in Tai Hu Road and Huandao North Road separably also those two accidents happened in a month. According this investigation, habites where otters used to live in are fragile since cleaning rivers projects in the short term.

Otters which want to back to their original habitat need to changing their routine path where them are not really familiar with, and road killed caused easily. Road construct project is hardly avoiding, the suggestion of that is in Tai lake road, Huandao North Road and Kao Yang Road should increase more announce or announcing signs for the road users.

Suggestion3. Combine otters' relationship and micro-GIS information to completing otter population expend model.

Main agency: Taipei Zoo

Partner agency: Kinmen national park

In this project otter population in every micro-habites have been constructed from 2020. There are parents and cubs and breeding pairs were found, also each micro-habite

have been recorded their changes. Hopefully, in the three project analysis to re-sampling could find the expend routine of the population and commonality between in individuals. Finally, a completed habitat where is re-introducing individual could be planned in comprehensive.

第一章 緒論

第一節 研究緣起

歐亞水獺是全球 13 種獺亞科的動物中分佈最廣的物種，棲息於北非、歐亞大陸及許多近岸島嶼。過去數十年間歐亞水獺因棲地破壞、污染、殺蟲劑濫用、獵捕等威脅，各地數量與分佈均大幅下降甚或絕滅，一度被 IUCN 瀕危物種紅名單列為受威脅種 (Vulnerable, Kruuk 1995, 2006; Mason and Macdonald 1986)。雖近年來西歐地區積極進行棲地改善、汙染防治、復育及再引入等工作，讓當地野外水獺的族群狀況有所改善，而被改列為近危物種 (near threatened, IUCN 2017)，然而多數亞洲地區之水獺族群仍面對許多威脅，卻相對缺乏詳實的調查研究可供保育決策參考。

回顧東亞國家保育及分布現況，除南韓歐將亞水獺列為瀕危物種，原本零星分布於境內內陸河流及外島的族群有增長趨勢外 (Jo et al., 2017)，日本環境廳已在 101 年宣布日本歐亞水獺於境內絕滅。雖然 106 年 2 月沖繩縣琉球大學的研究團隊於長崎縣對馬島再次發現歐亞水獺的影像，但經採集排遺重啟相關研究分析後證實是來自朝鮮半島的個體，非日本原生族群。此外中國大陸諸多地區之族群分布呈現明顯縮減，現今僅在自然保留區或低人口密度的偏遠郊區才有少數發現紀錄 (Li and Chan, 2017)。

在國內，歐亞水獺名列我國「野生動物保育法」之瀕臨絕種保育類動物。目前已知的歐亞水獺族群僅存於福建沿海的金門島。根據「臺灣脊椎動物誌」的紀錄，水獺過去曾分布於臺灣全島 1500 公尺以下山區的溪流附近，三峽、台中、花蓮、新竹、高雄各地均有發現的記錄 (陳與于, 1984)。但是自民國 69 年以來，臺灣本島一直未有野外發現該種的確實記錄。馬祖曾有零星出現的個案 (李

1996a, 1996b, 1997a)，但在 107 年本團隊前往馬祖進行野外調查中完全沒有發現任何水獺蹤跡，南北竿兩座主要島嶼目前應已無歐亞水獺棲息分布，只有在金門尚有數量不多的族群。過去由於缺乏系統化的調查，臺灣本島歐亞水獺的狀況未明。目前特有生物保育研究中心已啟動正式調查，然至今尚無任何正面資訊可證明臺灣還有歐亞水獺野生個體存活。

國內水獺標本主要保存於臺灣國立博物館及國立自然科學博物館兩地。前者標本標籤等記錄已失佚多年，來源無法確定；後者典藏保存樣本為金門族群個體，僅有一件近年來民眾捐贈的一隻約民國 69 年間在雙溪捕獲之歐亞水獺剝製標本，應為目前國內唯一可確認採集地點之歐亞水獺標本，極具學術研究價值。捐贈者日前由雜誌報導知悉本園正進行歐亞水獺族群遺傳研究，主動聯繫本園說明該標本的歷史並同意由本園團隊就學術研究目的針對該件剝製標本進行研究利用。

考量到國內機構鮮少有從剝製標本中成功萃取出 DNA 的經驗，且該標本年代久遠，剝製過程中多項處理皆有可能破壞 DNA 結構，因此收到訊息、確認標本產地來源等訊息後立即聯繫當時任職於東京大學的和久大介博士，希望能就此標本處理議題向有類似操作經驗的和久博士請益。

和久博士 105 年畢業於東京大學，博士論文題目為「歐亞水獺與日本水獺的基因體學研究」，曾擔任東京大學人類基因體學實驗室(Laboratory of Genome Anthropology, Department of Biological Sciences, Graduate School of Science, University of Tokyo)研究員，熟悉古代樣本 DNA 萃取分析技術，目前為東京農業大學專任助理教授。和久博士曾成功利用次世代定序等技術抽取東京自然科學博物館典藏之水獺剝製標本，包括多件二戰前採自中國大陸及上世紀採自日本本島的水獺標本，並從中判定出一個隱蔽新物種日本水獺，証實日本境內曾有兩種水獺棲息。

基於水獺研究的成果及經驗，和久博士亦被延攬成 IUCN 水獺專家群的成員，為亞洲地區少數的水獺專門研究學者。經由和久博士親自來臺協助本件樣本 DNA 萃取，並指導受損嚴重樣本 DNA 定序前處理流程。目前已利用 MPCR 法抽到 2,000bp 的 mtDNA 片段，得到第一筆臺灣水獺的遺傳資訊，可做為日後研究金門族群分類地位之重要比較材料。

早年金門為軍事重地，居民的生活作息及發展開發都有諸多限制，意外成為華南地區少數較友善野生動物生存的珍貴棲地。金門水獺的棲息地與人類的活動高度重疊，理應非常容易受到人類活動干擾，然而，金門人口稠密及居民活動頻繁之地仍有許多與水獺利用之棲息，顯示部分水獺對於人類已經有相當的忍受程度，已經習慣與人類共存。

戰地戒嚴任務結束後，近年來金門地區開發幅度加大、河道水泥化及道路拓寬造成的棲地破碎化，而觀光業興起所帶動的遊客人口壓力及交通量，迫使水獺的生存面臨巨大生存威脅。金門陸續展開各項發展，使得當地地形地貌、植被水系皆有了相當程度的變動，對於野生動物的棲息與生存產生了不利的影響。當目前金門歐亞水獺族群的生存壓力除了棲地消失、破碎化外，個體被路殺或意外死亡的消息時有所聞。與金門一水之隔的臺灣其歐亞水獺已十數年未見蹤影，可能與日本的歐亞水獺一樣地區性絕滅。有此前車之鑑，金門的歐亞水獺保育行動更是刻不容緩。

根據金門結束戒嚴、開放觀光之初的調查，金門和烈嶼全島大部份的水域與沿海地區均可發現歐亞水獺活動的痕跡，特別是金門東側的礁岸及南部沙岸水獺痕跡較多，西側海岸明顯較少(李 1994, Lee, 1996)。然而隨著當地開放的幅度越來越大，各地自然野地與水岸植被的大幅縮減，內陸水道與海岸的水泥化，用水量的增加與水質汙染的問題日益嚴重，水域連結因開發、道路、缺水、陸化而阻

隔，再加上道路闢建拓寬與交通量增加導致水獺遭撞死的事件時有所聞，使得水獺的分布模式也有相當明顯的改變(李與林 1994, 李 1996a, 1997b, Lee, 1996, 李與莊, 2000)。陳與李(2003)在金門地區(金門與烈嶼)四十餘處內陸水域進行歐亞水獺分布普查時，發現超過八成的內陸水域仍可發現水獺活動所遺留的排遺。但是 102 年在同樣的地點調查僅在 30 處發現水獺活動痕跡，特別是金門西半島許多過去有水獺活動的地點，已經少有或沒有水獺活動(李, 2013)。

近年來水獺被車輛撞死，或因為棲地干擾而受傷，或是幼獸走失而需要被救援的案例時有所聞。105 年即有 6 隻疑似路殺死亡個體，106 年則有 5 例路殺及一例受傷救援案例等，顯示金門地區的水獺的生存面臨極大干擾，必須加強域內各項保育作為，而各種水獺生態資訊的蒐集對於整體保育規劃極為重要。

金門島面積不大，所能承載的水獺數量有限，從族群遺傳的考量，若是無法與其他地區的水獺有所交流，小族群長久的維繫因可能因基因多樣性的降低而發生問題，因此確認金門周邊地區，特別是福建沿海地區，水獺族群的狀況，以及確實掌握臺灣本島水獺的現況，也是建構水獺整體保育策略，確保其存續的重要工作。

為了解閩南地區之水獺族群現況，104 年臺大李玲玲教授赴福建漳州的漳江口紅樹林自然保護區、龍海的九龍江河口溼地、泉州的泉州灣河口溼地及一些內陸水庫等現勘，發現漳州因以農業為主，尚有大片森林綠地，訪談結果當地居民對水獺仍有印象，認為內陸與沿海地區應該有水獺活動，且在漳江口紅樹林自然保護區訪談到居民在 104 年 3-4 月間在海岸發現到一具纏在漁網中的幼獸屍體，顯示福建沿海仍有水獺活動，值得結合在地人員進行後續調查，評估與金門水獺的交流狀況。

108 年 3 月底本計畫主持人張廖年鴻曾自假前往大陸福州，協同當地 NGO

曹恆崧先生到福州北方探勘他們架設相機監測的水獺棲地，發現少量水獺排遺，搭配曹先生的自動相機監控資料推測該水域至少有一對水獺個體棲息。

同年 9 月底再度與曹先生前往福建與江西兩省交界山區，亦由當地新鮮排遺確認有歐亞水獺分佈。108 年浙江博物館調查團隊在舟山韭山群島意外拍攝到海上游泳的歐亞水獺，108 年經由系統化調查，由自動相機證實了該海域海島上有穩定歐亞水獺小族群個體棲息，並在今(110)年追蹤該族群至溫州沿海。本團隊與該調查團隊保持密切聯繫，持續注意後續調查結果。對於中國或我國的水獺保育團隊而言，這些鄰近金門地區的歐亞水獺族群再發現實為多年來東亞地區水獺研究的重大突破，其族群遺傳資訊對未來金門水獺整理保育計畫相當重要。

104 年臺北市立動物園舉辦「104 年瀕危小型食肉目動物保育繁殖和再引入國際研討會」，邀請 IUCN 水獺專家群專家荷蘭水獺基金會 (Stichting Otterstation Nederland) 執行長 Addy de Jongh 博士與 Lena de Jongh-Nesterko 女士來臺參加會議，講授並討論歐亞水獺圈飼照養訓練野放之原則、技術及注意事項，並評估由臺北動物園照養之水獺收容個體大金、小金及金莎野放之可行性後，金門縣政府與金門國家公園均展開後續棲地改善、建立救傷體系等工作，持續結合臺灣大學、東海大學以及臺北市立動物園的專業與經驗，一起將水獺域內與域外保育體系與設施建構得更完善，以為後續的救傷、野放工作做準備。

105 年 9 月臺灣大學李玲玲教授前往廣東珠海參加國際水獺保護研討會，除分享金門水獺的調查、救傷經驗外，也連結多位包括中國大陸在內的東南亞地區水獺保育人士及 NGO，建立地區性的水獺保育資訊交流平台，進一步實踐水獺保育整合的構想。107 年臺北市立動物園與金門國家公園、金門縣政府等水獺保育夥伴共同於金門、臺北兩地舉辦「歐亞水獺保育暨再引入國際研討會」，邀請進 20 位來自世界各地的水獺保育研究工作者到金門水獺棲地，現地探勘後共同

提出對於金門水獺保育工作上的建言。108 年臺北市立動物園派員參加在中國四川舉辦的第 14 屆 IUCN 水獺專家群年會，將金門水獺保育現況介紹給國際水獺專家群，促進未來國際交流合作的契機。

金門水獺的族群調查研究工作則自 102 年開始較有系統地由臺灣大學團隊以排遺調查技術為主軸進行中；稍晚東海大學團隊也以自動照相機記錄分析的模式監測金門水獺的族群動態及行為模式。臺北市立動物園團隊於 105 年開始參與金門水獺野外族群調查活動，在資料蒐集、國際會議參與、訪查華南地區水獺資訊、金門水獺救傷通報系統之建立，以及排遺分布調查及樣本採集保存等方面已有初步成果；近年來以排遺樣本進行水獺個體鑑定的實驗操作亦逐步優化精簡，並引入核酸自動純化儀等自動化實驗設備，大幅降低排遺 DNA 萃取及整個實驗流程的操作時間。對於定序之後後續的資料判讀整理也有了一定的成果，穩定地逐步架構金門水獺完整的族群資料庫。

雖然金門水獺族群結構漸漸清晰明朗；金門周邊地區的水獺族群狀況也有基本的了解及討論，然而大部分的金門水獺研究還是以生態行為影像紀錄和食性分析為主，對於親緣譜系架構、族群移動動態、新生個體特擴散模式和棲地空間利用等仍是相當缺乏。借鏡國外成功野生動物復育案例，本研究團隊深知唯有充分瞭解欲保育物種的生態特性、族群結構、維護族群基本資源需求及所面臨的生存威脅，並配合金門及大陸東南沿海的族群分布資料，才能整體規劃台澎金馬地區歐亞水獺域內與域外保育策略，制訂合宜的行動方針。為此，臺北市立動物園保育研究中心執行金門國家公園管理處委託之水獺保育族群調查計畫，系統性地調查金門水獺的族群現況及結構，並透過協助參與金門水獺保育平臺會議、水獺中心籌備、救傷收容等業務，群策群力為金門水獺保育擬定慎密的物種保育規劃。

金門水獺的棲息地與人類的活動高度重疊，理應非常容易受到人類活動而放

棄原有的棲地，然而，在金門人口稠密高及人類活動頻繁之地仍有許多與水獺棲息高度重疊之處，推論有些水獺已經習慣與人類共存，對於人類活動干擾已經有相當的忍受程度，為野生動物及人類和平共處之範例。但近年來金門地區開發幅度加大，河道水泥化及道路拓寬造成的棲地破碎化，加上觀光業興起所帶動的交通壓力，使得水獺的棲地完整性及生存面臨巨大的威脅。

金門面積不大，所能承載的水獺個體數量有其限度。從長期族群遺傳考量，若無法與其他地區的水獺有所交流，恐會造成遺傳多樣性下降，不利族群的永續發展。近年來臺大生演所及臺北動物園團隊的努力，逐漸完成金門水獺族群結構拼圖，其周邊地區的水獺族群關係也開始有了基本的了解及討論。目前大部分的金門水獺研究還是以生態行為影像紀錄和個體移動狀況為主，對於親緣譜系架構、族群移動動態、新生個體擴散模式和棲地空間利用等卻是相當缺乏。希望能透過本次國家公園計畫的執行能更完整的分析、彙整及呈現這些豐富珍貴的歐亞水獺生態資訊。

金門氣候溫和，季節變化較歐洲及大陸地區和緩，年雨量少，乾、濕季較為分明。金門的氣候讓仰賴水域環境生活的歐亞水獺在性別與育幼期與否可能有別於其他地區的歐亞水獺對於棲地利用的偏好，目前並未有足夠的資訊可供討論。為此，本年度計畫將加入 GIS 生物地理資訊概念，對金門水獺的棲地利用進行深入的探討。本年度工作項目如下：

- (一) 引入 GIS 地理資訊分析模組，結合排遺分佈座標及個體鑑定結果研究金門水獺個體棲地利用的行為模式。
- (二) 分析棲地使用偏好狀況，並及時回饋至棲地改善建議中。
- (三) 進行例行性野外採樣調查，並進行排遺樣本 DNA 萃取、微衛星個體鑑定及分析等實驗室工作。規劃採樣調查，並進行 DNA 萃取、微衛星個

體鑑定及分析等實驗室工作。每年檢驗 500 件排遺樣本，以監測當年族群動態及擴增譜系資料庫內容。

第二節 研究目的

- 一、瞭解金門歐亞水獺的族群親緣結構及其生態特性，提供保育策略規劃之重要參考依據。
- 二、提供金門水獺棲地利用之現況，即時反應棲地改善建議。
- 三、提供相關研究資料於環境教育推廣及解說。
- 四、藉由周遭水獺族群研究調查與資料蒐集，實際進行兩岸野生動物保育交流，提高國家公園保育能力與國際能見度。

第三節 進度說明

110 年度依據工作目標已完成進度(表 1-1)

(109 與 110 工作目標進度詳見附錄一)

- 一、 已完成全年樣本採集；
- 二、 已完成全年樣本萃取；
- 三、 已完成全年樣本分析；
- 四、 已完成期初報告、期中報告、期末報告及成果報告。

表 1-1 計畫執行進度表

工作內容	110 年度											
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
水獺排遺收集	■			■			■			■		
水獺排遺分析	■	■		■	■				■	■	■	■
金門水獺 GIS 地理資訊模組分析						■				■	■	■
資料分析與撰寫報告	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
報告進度						期中 報告					期末 報告	成果 報告
累計工作進度	5%	20%	25%	30%	40%	55%	60%	70%	75%	80%	90%	100%

資料來源：本研究自製

第二章 文獻收集與分析

第一節 國內歐亞水獺調查研究資料

歐亞水獺過去分布於臺灣全島 1500 公尺以下山區的溪流附近，三峽、臺中、花蓮、新竹、高雄各地均有發現的報告(陳與于, 1984)。但是近年來臺灣本島一直未有野外發現該種的確實紀錄，在馬祖也僅有零星出現的個案(李 1996a, 1996b, 1997a)。107 年臺北動物園團隊前往馬祖進行調查，並未發現任何水獺蹤跡，且島上主要水域獨立分隔，不利於水獺棲息及族群個體移動，南北竿兩座主要島嶼目前應已無歐亞水獺棲息分布。目前只有在金門尚有數量不多的穩定族群，因此該種已名列我國「野生動物保育法」之瀕臨絕種保育類動物，並在「106 年臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」列為國家極度瀕危(NCR)的保育等級(鄭等, 2017)。

根據金門結束戒嚴、開放觀光之初的調查，金門和烈嶼全島大部份的水域與沿海地區均可發現歐亞水獺活動的痕跡，特別是金門東側的礁岸及南部沙岸水獺痕跡較多，西側海岸明顯較少(李, 1994; Lee, 1996)。然而隨著當地對外開放的幅度益發增加，各地陸續展開各項開發建設，使得金門地貌、植被與水系產生相當大的變動。自然野地與水岸植被的大幅縮減，內陸水道與海岸的水泥化，用水量的增加與水質污染的問題日益嚴重，水域連結因開發、道路、缺水、陸化而阻隔，再加上道路闢建拓寬與交通量增加導致水獺遭撞死的事件時有所聞，使得水獺的分布模式有相當明顯的改變(李, 1996a; 1997b; 李與林, 1994; Lee, 1996; 李與莊, 2000; 李, 2013)。

陳與李(2003)在金門地區(金門與烈嶼)40 餘處內陸水域進行歐亞水獺分布普查時，發現超過八成的內陸水域仍可發現水獺活動所遺留的排遺。但是 102 年在同樣的地點調查僅在 30 處發現水獺活動痕跡，特別是金門西半島許多過去有水

獺活動的地點，已經少見或沒有水獺活動(李, 2013)。在棲地干擾未見改善下，103 年度更接連有三隻或因工程干擾而失親的幼獸進入臺北動物園收容。人類活動造成野生動物棲地破碎化及消失，常常是造成物種或族群滅絕的重要因素(Fahrig, 1997; Brooks et al., 2002; Wiegand et al., 2005)。

歐洲歐亞水獺族群在上個世紀的衰退與人類活動造成的棲地破壞有相當大個關連(Cortés et al., 1998)。金門水獺的棲息地與人類活動空間高度重疊，理應非常容易受到人類活動干擾而放棄原有棲地。

然而，近年來的調查結果揭露小規模的道路施工、河川整治工程對水獺並不會造成永久性的影響；工程結束後水獺返回在利用原棲地空間資源的機率很高，甚至在工程期間水獺還可已通過工地往來休息棲地及覓食區域間，可見歐亞水獺對於人類活動有一定的忍受程度，但是必須避免對水獺核心活動區域如巢位、育幼熱點等直接破壞干擾，同時要有可以躲避、覓食的空間存在，因此完整足夠的棲地多樣性、完整性及規模是必須的。由於相關研究資料不足，目前無法知道工程干擾對水獺族群變動等生態行為的影響有多大，但可以理解在考慮周詳、合理規模的施工規劃下，藉由生態與工程專業人員的充分討論，可以有效降低道路環境工程對於水獺族群的干擾。

第二節 金門地區歐亞水獺族群調查現況

金門島面積不大，所能承載的水獺數量有限。從族群遺傳的考量，若是無法與其他地區的水獺有所交流，小族群累代繁衍後，恐因遺傳多樣性下降而不利族群長期存續。臺灣本島歐亞水獺的狀況未明，過去也缺乏系統化的調查以查明其現況。李(2015)透過彙整相關文獻，進行問卷調查及訪談林務局、國家公園、縣市政府、生態顧問公司之田野工作人員及登山溯溪山友等方式，收集臺灣地區過去水獺出現之紀錄，結果不僅文獻紀錄相當零星，許多公部門的有長期田野工作

經驗的巡山人員也多已退休訪查不易，新進人員多無野外紀錄水獺之經驗，目前訪查到的紀錄多屬數十年前之資料，且紀錄地點多為區域性而非確定地點之資料。現勘幾處民間人士提供疑似有水獺出沒處的地點也尚無任何發現。

特有生物保育中心於 107 年開始臺灣本島水獺狀況調查及評估工作，希能確認臺灣本島歐亞水獺狀況，提供規劃臺澎金馬整體地區歐亞水獺域內與域外保育策略與行動之背景資料。截至目前為止尚未有任何證據顯示臺灣還有歐亞水獺族群存在著。

108 年 4 月在中國四川唐家河舉辦第 14 屆 IUCN 水獺專家群會議，臺北市立動物園報告金門歐亞水獺的族群現況與保育行動。會中另討論到香港及珠江口地區少量的歐亞水獺殘存個體，但在金門周緣則無任何族群或個體被發現。中國地區最近的歐亞水獺族群在福州北方，至少有一對配對個體，由當地 NGO 團體進行調查監控中。排遺 DNA 的初步比較結果顯示該個體與金門族群親緣關係並不接近，由金門溢散播遷過去的個體的可能性低。其它鄰近地區已知的水獺族群尚有福建西北方與江西交界的山區族群、浙江舟山韭山群島的海島及最新發現的溫州海岸礁岩地區小族群，都與金門族群都有相當大的地理隔離。

在 106 年動物園認養計畫執行人員赴德國參訪德國水獺中心，取回該機構保育救傷相關作業資訊。107 年臺北市立動物園於臺北、金門兩地舉辦「歐亞水獺保育暨再引入國際研討會」，邀請近 20 位國際水獺專家拜訪金門並對金門歐亞水獺保育工作做出具體建議，並與香港大學、香港嘉道理的水獺研究人員進立聯繫管道，掌握金門周邊地區的歐亞水獺族群的資訊。

108 年國內的水獺保育工作在國際交流上有較多的突破，包括與中國水獺保育 NGO 工作人員聯合野外調查，取得兩個福建族群的遺傳資訊；也與日本學者合作取得臺灣早期水獺剝製樣本的珍貴粒線體 DNA 部分序列訊息，並完成初步

的地區性族群親緣結構探討(圖 2-1)，得知金門水獺與其他已知的福建族群雖同屬華南亞種，但親緣上並不緊密，反而與一海之隔的臺灣個體親緣上最為接近(未發表資料)。

去(109)年由於新冠肺炎疫情爆發，前往中國地區進行現地調查活動受到極大限制，除了透過網路進行資訊交流外無法得到更細緻的資訊。今年為止，疫情尚未有緩和跡象，難以到對岸進行實質的野外調查，希望至少能藉著與對岸保育團隊的聯繫，繼續更新金門鄰近地區水獺族群及分布狀態。

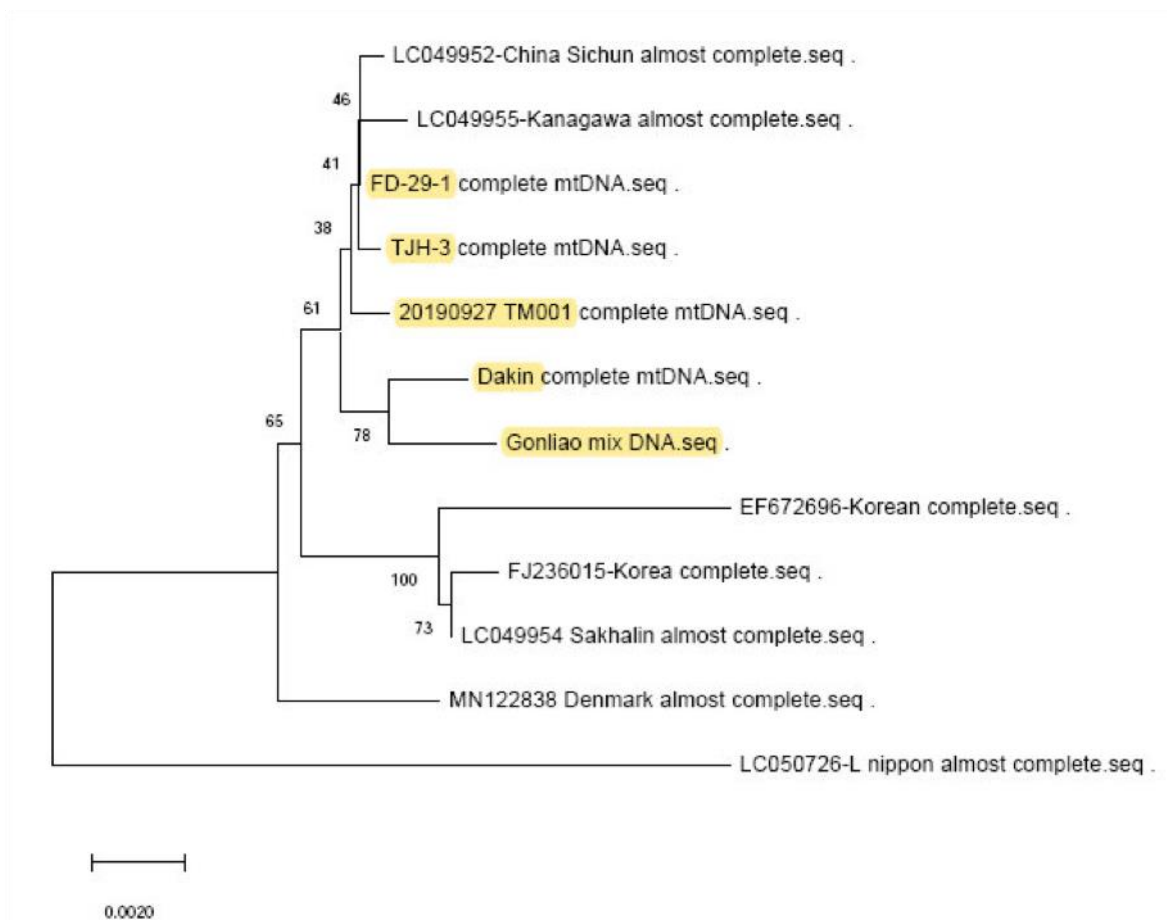


圖 2-1 金門歐亞水獺在目前已知粒線體 DNA 序列族群中的位置。星號為本團隊完成資料。FJ：福州北方的排遺樣本；DK：收容個體大金的序列

資料來源：本研究自製

第三節 金門水獺 GIS 棲地調查

根據文獻敘述傳統上水獺的生態上都為小格局的調查模式(Bueno & Bravo, 1998)，只會調查當地的棲地特色，並不能囊括所有地的情形，而當地族群大小也會隨著人文歷史及環境的更動有所改變(Levin, 1992)，而最好監測水獺族群大小的方式會是以大尺度的模型，做一個全面性的規劃而 GIS 就是目前最普遍及全面性的做法(Barbosa et al., 2003)。以上文獻皆在歐亞大陸進行，金門全島環海東、西地區沒有因為區域氣候上的變化，南、北半島沒有緯度上的變化，若要向歐洲學習同樣的模式，未必有相同良好結果。為此團隊引入 GIS 的概念，將以當地微棲地氣候和地理情形做為基礎，當地風水池(人工建物)的稠密度亦當作要素之一(Juhasz et al., 2013)，希望可以評比出適合金門水獺的生物地理模組系統，並將每季出差時發現的各棲地工程施作情形加入考量。

加入 GIS 的概念，除了希望能更了解水獺的生活環境及其行為模式，包括是單身的公水獺的棲地利用範圍，或是帶幼獸的母子對活動範圍，藉著這套推演模式，搭配個體辨識和族群連結，打造出更適合水獺生活的區域。國外類似的研究会依據 GIS 推算找出路殺熱點，也在這些熱點中統計出有沒有哪種特殊的地形或建物は會降低或提升路殺機率，為此作為調查的根基，讓路殺事件防範於未然(Jancke & Giere, 2011)。本團隊期望能藉著類似的概念，討論出屬於金門歐亞水獺的 GIS 模組系統，或許可以達到降低路殺機率的可能，進而有效進行棲地營造規劃。

105 至 108 年間，臺灣大學與臺北市立動物園野外調查團隊在臺北市立動物園動物認養計畫的支持下與金門地區目前第一線野生動物救傷及保育行動的執行單位—金門縣野生動物救援暨保育協會、金門縣政府維持密切聯繫，合作建立了路殺救傷個體的通報機制並協助分析救傷個體身分與過往資料庫比較；倘若為

雄性新鮮屍體，亦合作運送生殖器官至臺北動物園實驗室進行遺傳物質保存，於金門當地營造屬於歐亞水獺活體救傷、收容及再野放的場域設計、人員訓練等目標持續努力。

此外，將依著調查時現地觀察的結果給予金門當地主管機關水系連接溝渠疏通的建議，移除多條聯繫水道的布袋連及水芙蓉等塞滿河道的外來浮水性植物，讓水獺得以利用水系通道進行移動，不必要冒著被路殺的危險爬上道路。歸納臺北市立動物園認養計畫近年調查成果，水獺分布主要集中東半島，西半島水域僅有零星活動痕跡。

107 年 8 月開始加強探勘西半島狀況不佳且長久未進行例行探勘的偏僻水域，並涵蓋對於沿海、離島棲地的調查，期盼了解水獺對於海岸棲地路徑使用的狀況，提供在地執行單位制訂更為實際的棲地改善資訊。

106 至 108 年調查期間在多處海岸棲地發現不少水獺排遺，顯示水獺確實可能利用沿海地帶棲地。惟海邊棲地排遺出現頻率不穩定，透過徵詢東海大學團隊意見，得知從自動相機紀錄中發現海邊的棲地如靠近低潮線的碇堡水獺並不會每天造訪，說明一般海岸環境水獺利用的機率頻率較低，也增加採樣上的困難。

長遠來看，金門水獺的保育工作需要一個整體規劃，找出工作項目優先順序，擬定族群管理策略，結合域內及域外的保育計畫進行資源整合。一個成功的保育計畫的制定勢必建立在物種的基本資料上建立共識。為求水獺在島內棲地利用及族群分布有更通盤了解，必須先針對西半島已然孤立及水泥化的棲地尋求改善，完成再野放/引入的評估作業標準。

金門水獺族群狀況與歐洲地區族群相差甚大，其族群密度、棲息地與人類活動的距離都讓面談過的歐洲水獺學者相當驚訝與好奇，但也說明國外的保育策略及經驗可能難以直接套用在金門族群上，各項保育規劃勢必得小心地將國外研究成果資訊在地化，參考金門甚或周邊可能族群的現況後方能付諸實行。

第三章 研究方法

第一節 野外採集過程及調查方法

本團隊以蒐集新鮮水獺排遺為實驗主要標的，萃取其 DNA 分析並鑑定個體，藉以推測歐亞水獺在金門島的分佈情況。調查頻度為每季一次，完整蒐集到 110 年金門水獺的活動分布資訊以比較水獺在各季間的活動差異；110 也與金門國家公園管理處和東海大學團隊合作，在不易採集的地點如海邊、西半部等樣點在本團隊例行採樣前一到兩星期做加強採樣。採集所需工具如附錄一。

樣區分述約略把金門地區分為東、中、西、烈嶼。調查範圍以全島搜查為主，今年度將延續上一年度規劃，重複在各樣點持續採樣監測。各採樣點分布位置如圖 3-1。

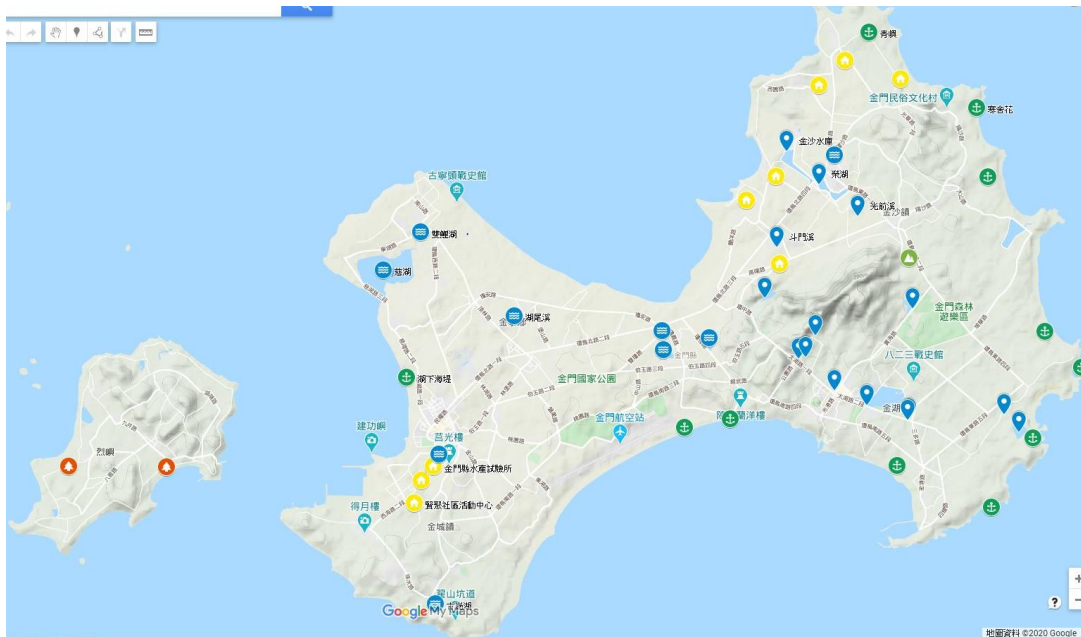


圖 3-1 調查採樣點分布位置

資料來源：本研究製作

為確保排遺樣本的新鮮(表 3-1)，採樣時間選定在水獺夜間活動時間後，日出前開始進行。調查方式湖庫以步行繞湖庫一周，溪流旁則以橋樑附近岸邊為主，而海岸線將以附近有淡水水源的小河河口及可供水獺躲藏的海邊碉堡為主要勘查地點。

利用穿越線調查法，若有發現排遺首先以手持式全球衛星儀(Garmin GPSmap 60CAX)以 TWD97 格式紀錄座標，並蒐集新鮮的排遺約 1~2 毫升，置入寫好樣本編號的五毫升的酒精採樣管，並將酒精管放在保冷袋中，以利樣本保存。採樣同時並利用線上 Google 表單做現場的排遺樣本紀錄。

樣本盡可能在低溫下保存，攜回實驗室後則冰存於-80 度超低溫冷凍櫃，待後續分子個體鑑定及遺傳分析之用。以上調查方式若河川流域或湖庫範圍較大，會以兩到三人分組的方式進行，或是驅車以穩定時數 2-3 公里緩慢進行巡視。

表 3-1 排遺判定標準

等級	程度	判別標準	紀錄方式
A	新鮮	內外濕軟、顏色較深、魚腥味重	採樣 -DNA/ 荷爾蒙檢測
B	不新鮮	外表乾燥、顏色較淺、魚腥味重	採樣 - 荷爾蒙檢測
C		外觀堅硬、顏色泛白、較無魚腥味	不採樣

資料來源：本研究製作

除了排遺的採集，本研究也盡可能採用自動相機進行影像捕捉紀錄及夜間觀察，影像收集則分別在金沙水庫、田埔水庫、寒舍花、復國墩等地架設紅外線自動相機，希望能將影像資料與 DNA 數據相互呼應，搭配個體畫面使數據更具吸引力。

今年的調查將嘗試加入生物地理資訊系統的概念今年各湖庫的水位、棲地的概況（植被的覆蓋率、工程情況等），在日後檢視各體資料的同時比對微棲地相關資訊，找出影響水獺棲息及行為模式的關鍵因子。

第二節 排遺 DNA 萃取與分析

本團隊持續優化水獺排遺的 DNA 萃取過程。如去年五月以臺北市立動物園年度預算添購 DNA 自動萃取儀 LabTurbo 48 Compact System，大幅增加 DNA 萃取操作效率，降低實驗操作的時間及人力成本。

一、 樣本前處理

目前前處理流程為利用市售的 35 目直徑五公分濾茶器和直徑五公分的漏斗放在 15 毫升的離心管上，並將浸泡於酒精的排遺樣本倒入濾茶器，此方法可濾除大部分的雜質：魚刺、魚鱗、魚眼睛、毛髮以及骨片，並以酒精洗去殘留在網目上的糞泥。泥狀物置於 15 毫升的離心管，加入無水酒精至 14 毫升，以 4000 轉 10 分鐘離心後，將產物轉至於 2 毫升的連蓋離心管，完成前置處理作業。

二、 DNA 萃取操作—這部分則採用兩方法萃取：

（一）利用商用試劑組 DNeasy Blood & Tissue Kit (QIAGEN, Hilden, Germany) 進行萃取操作，操作流程依使用說明書修改如下：

1. 刮取約 200 ul 之糞便至 2 毫升離心管並置於冰上。
2. 加入 360 ul ATL buffer 至每管糞便樣本。
3. 加入 40 ul proteinase K 至管內，震盪後攝氏 56 度乾浴槽隔夜繼續實

驗。

4. 加入 400 ul 之 AL buffer 至管內，乾浴攝氏 56 度 10 分鐘。若有白色凝結物形成，則延長加熱 10 分鐘；依難溶程度或可提高至攝氏 65 度。
5. 加入 400 ul 純酒精，震盪混勻。
6. 加入產物至純化管並離心 1 分鐘 (9500 轉) 棄置舊管，改置純化管於一新的 2 毫升的集液管 ※注意：重複本步驟直到所有產物全被吸至管內，但切勿吸到凝結物或糞塊，次步驟請倒掉廢液並延用原來的集液管。
7. 加入 500 微升 AW1，離心 1 分鐘(9000 轉) ；倒掉廢液改換新的離心管。
8. 加入 500 微升 AW2，離心 3 分鐘(14000 轉)；倒掉廢液改換新的離心管。
9. 置 spin column 於新 1.5 ml 離心管，棄加入 80 微升 AE buffer 於 column membrane，於 65°C 加熱 10 min 後，離心 2min (9000 轉) 取得第一次 DNA 原液，將 DNA 產物轉入 0.2ul 的離心小管。
10. 重複步驟 (9)，取得第二次析出的 DNA 液體。
11. DNA 原液皆於 65°C 置 20 min，使 DNase 失活，以第一次取得的 DNA 原液進行實驗，第二次原液作為備份。若立即操作實驗則冷藏於 4°C，否則置於至少 -20°C 之冰箱保存。

(二) 利用 DNA 自動萃取儀 LabTurbo 48 Compact System 進行萃取操作：

1. 將前處理好的樣本轉移到有鋼珠的 1.5 毫升冷凍離心管。
2. 打開蓋子，以攝氏 90 度加熱 10-15 分鐘，直到酒精被烘乾。

3. 添加 500 微升的 RLL，再用均質機作用一分鐘，確保樣本及溶液完全均質。
4. 再利用乾浴槽作用攝氏 90 度 20 分鐘。
5. 離心 12000 轉，兩分鐘，曲上清液 300 微升進行機器萃取。
6. 交由儀器自動萃取約莫兩個小時即可得到 DNA 樣本。

三、 樣本定序

萃取到之排遺 DNA 以 Dallas & Piertney (1998)和 Huang et al. (2005)所篩選的 14 對微衛星引子及 1（附件二）對針對歐亞水獺性別設計的引子進行聚合酶連鎖反應（PCR, Polymerase Chain Reaction），以進行個體辨識、性別鑑定與親緣關係判定依據。

微衛星 PCR 產物根據電泳膠圖分析結果，委託基龍米克斯生物科技公司進行定序，回傳資訊將以 GenMaker V2.2.0 進行人工判讀。

四、 數據分析

判讀參考黃（2005）：

- （一） 連續三次相同同型合子 aa 判定為同型合子。
- （二） 呈現兩次相同異型合子 ab 判定為異型合子。
- （三） 呈現一次異型合子 ab 與同型合子 aa 與 bb 各一次，即判定為異型合子。

第三節 族群及親緣關係

每一個樣本皆以以上標準使用軟體 CERVUS (Marshall et al. 1998) 判定，並加入園內飼養個體樣本一併分析做為參考。本團隊利用大金、小金及小金、金沙家族個體的微衛星相似程度進行評估，確認只要比對到 6 個重複 loci 相同即可判定為同一個體；若為新個體則會做完所有的微衛星引子對 PCR 以建置個體資料庫，做為日後比對個體之重要依據。親緣關係鑑定比對使用 ML-relate 軟體進行。該軟體專為微衛星基因座分析設計，使用最大似然率 (Maximum likelihood estimation) 方法估算個體之間最可能的親緣關係，提供兩個體包括親子對(PO)、全手足(FS)、半手足(HS)及無關聯(U)等親緣建議，本次研究設定 95% 的信賴區間(randomization = 1,000)作為滿足統計顯著標準。

新個體編號方式，本團隊原本承襲前人 3 碼的編號繼續編輯，去年開始編列新的個體編號，新紀錄到的水獺個體改以學名縮寫(L)+序號(2 位數)+性別+當年樣本採集年份(2 碼)，例如 "L01M21" 代表 110 年紀錄到的第一隻新出現的公水獺。

第四節 水獺棲地利用偏好

相較於歐洲或是中國大陸地區，金門並沒有明顯的四季變化，但可依雨量的多寡區分出乾濕兩季。團隊將在每次調查會記載，天氣狀況、水位高低、乾溼季雨量、植被覆蓋、湖庫密度比以及農業灌溉季節，公、母比例組成交互或個體活動多寡，甚至是某隻個體的出現頻度及最終的棲地喜好，將會以照片形式記錄，進而制定標準，與 GIS 資訊整合成微棲地環境資訊。

以照片作為依據進而用 excel 統計分析自 108 年到 110 年的調查微棲地的變化，比較當季排遺採集數量、個體數量、年齡大小、性別分析水獺在不同情況下棲地的利用狀況，並配合生殖育幼期間推測出該棲地是否有母子對的出現，和個

體留存及出走的情況。在棲地偏好分析中會著重在古崗地區(古崗湖)、古寧頭地區(雙鯉濕地和慈湖)、中蘭地區(蘭湖及瓊林水庫)、金沙地區(金沙水庫、山西水庫和山后)以及太湖流域等地為重點分析區域。

第五節 金門水獺保育整合規劃

金門水獺保育研究工作具有不同面向，除了本計畫支持的以排遺樣本分析為基礎的族群遺傳動態研究外，還有東海大學團隊在進行行為觀察紀錄研究及食性分析，並提供金門國家公園、金門縣府等主管機關水獺棲地管理維護的建議。另外對於教育推廣、保育策略討論等還有諸多單位參與，因此資訊的整合及充分橫向溝通非常重要。

為使本研究的樣本鑑定結果可以更快速地被知悉應用，本團隊已加入多個金門水獺保育相關討論群組，藉以整合各項相關資訊，除了提供、回應其他保育夥伴的需求及疑問外，也可以搜集到更多水獺活動資訊，對下次的野外調查做有效的資訊利用。同時本團隊也積極參與水獺及各類保育類動物相關活動，如保育教育推廣市集、救傷、講習及會議等，強化本計畫與其他各面向參與夥伴的聯結。

第四章 研究結果與討論

第一節 野外調查及樣本採集

一、排遺採集

110 年度調查已完成執行四季野外調查樣本採集，分別為 1 月 13 日至 19 日（冬季）、4 月 12 日至 4 月 17 日（春季）、7 月 25 日至 8 月 04 日（夏季）及 10 月 01 日至 06 日。調查地點以金門本島之內陸淡水樣點為主，而海邊樣點將參考水獺在鄰近水體出沒的可能性，推論其活動路線作為主要決定調查與否的參考（表 4-1），在表 4-1 也呈現 110 年每一季調查採集樣本在內陸樣點和海邊樣點的分布數量；調查紀錄方式為前一天先造訪棲地，標示水獺新舊排遺判定當時有無水獺在該棲地活動；隔天則再次造訪水獺活動樣點，採集新鮮排遺帶回實驗室進行 DNA 分析及鑑定。

第一季野外調查工作共探訪 44 個內陸水域、12 處海岸樣點，採得 234 件排遺酒精樣本可進行 DNA 分析研究；另取得 38 乾燥樣本供給生理實驗室進行荷爾蒙分析。為相對 109 年度 11 月，1 月份各湖庫溪流水域水量更低。與 109 年 11 月不同的是水資源似有集中在需要灌溉區域之趨勢，部分湖庫水位甚高，相對其他月份及季節水量充沛許多。本季水位較為豐沛地區採到排遺的樣本變多，推估水獺在水量多的地區活動較為頻繁。太湖水位與上一季為相差不多，湖岸沙洲地區持續裸露，而小太湖也趁著乾季，進行湖庫整理，可能施工期間多為白天，探勘時仍有許多乾燥的排遺，可惜都不足以新鮮到可以採集作為 DNA 分析樣本。

這次探勘部份兩個湖庫如西園湖和古崗湖(附錄四)因為乾旱季周邊雖未有農田進行灌溉需求，但湖庫本身乾涸現象嚴重，完全沒有水獺的蹤跡，再次證明淡水對於水獺的重要性。其中慈湖與雙鯉湖趁著乾季也進行疏濬的工程，在附近

有水的區域仍有發現水獺的蹤跡，並且較為集中。

1 月份調查在海邊地區皆有發現舊的排遺，推測水獺活動有向海邊延伸的趨勢。重要的海邊樣點如天后宮、田浦水庫、寒舍花、青嶼海岸和咕力岸除了排遺也有腳印及爬沙等多樣的水獺活動痕跡。本季調查海邊排遺採樣量相當可觀，而附近有淡水的泥沼也有活動的痕跡，水獺在海邊活動，因為鹽分會使毛的防水能力及保暖功能減緩，所以必須使用淡水將身體洗淨，由此可應證文獻內的觀察與實際行為相符-若是有淡水在附近的海域，水獺出沒的機率將比海旁邊都沒有淡水河流或池塘較高。

海邊活動增加，利用水獺的食性檢測也會與只在金門本島內陸活動的水獺稍有不同；利用排遺追蹤也可以佐證是否在內陸水域水位低下時，會往海邊移動取用食物資源，而目前實驗結果發現新鑑定的水獺活動會往海邊移動，但若在內陸水域或是村莊內原本就為強勢個體就會固守在原來的地方。

4 月進行春季野外調查，在天氣概況方面，春季在金門易有降雨。此季節也未有作物收成，故農業需水量將不比以往大量，部分湖庫的儲水量較高，棲地間連通水路有所連結，水獺在春季會有較優質的育幼環境。亦根據本園生殖科學實驗室表示，此季節恰歐亞水獺育幼期，然為躲避其他動物攻擊，母獺會將排遺排入水中，因此排遺採集數及夜觀目擊次數應該會比其他時間下降許多

但今年降雨量不足，不只是臺灣本島需限水解決乾旱問題，金門各個湖庫依舊水量低下紛紛見底，東半島(西園湖)、西半島(古崗湖)各一個湖庫中央土地都已龜裂，另金沙水庫主湖庫水位低下，對於正在育幼的母獺甚不友善，而在乾涸的湖庫當中也未發現較多的排遺，也較難追蹤水獺的去向，而水庫另一側架設的自動相機，仍有拍到水獺活動。

而太湖水庫，此趟排遺採集量不多，但由於主湖庫水位極低，已可以登上湖

庫中間的島嶼一探究竟，發現有許多排遺聚集於此，而附近小太湖清淤活動已告一段落，水廠將會再將水引入其中。水位已回升，最後一次調查結果發現水獺排遺並未回升，推測維剛恢復水量需待整個環境穩定才会有水獺再訪。

以往採集豐富的田浦水庫出海口，4 月調查未達到預期目標，不僅排遺量少，其他活動遺跡，爬痕與腳印也都相對少了許多。西園湖和古崗湖，因為乾季即便周邊未有農田灌溉需求，湖庫仍持續乾涸，完全沒有水獺的蹤跡，再次證明淡水對於水獺的重要性。其中慈湖與雙鯉湖趁著乾季也進行疏濬的工程，但在附近有水的區域確實有發現水獺的蹤跡較為集中。

此次海邊地區亦有發現舊的排遺，水獺的活動範圍持續向海邊延伸。重要的海邊樣點天后宮、田浦水庫、寒舍花、青嶼海岸和咕力岸等樣點，除了排遺外也有腳印及爬沙等不同的水獺活動痕跡。這次海邊採樣量不如冬季調查豐富，不知是否為育幼期間，活動範圍縮小在內陸環境或沒遇到水獺到海邊活動的時機。

在夏季調查金門每日均溫高達攝氏 30 度，且為金門的乾季，許多湖庫水位低下甚至乾涸，且都被雜草覆蓋－剛整治好的小太湖、蘭湖和瓊林水庫且進入村落，洋山、何、劉澳甚至西園湖都乾枯至極。為攔截更多的水可以灌溉農田，在河道下游出海口附近挖了許多的人工水池，但因為河川的水位低下，多半新挖的蓄水池目前也都還未啟用而這也可能為阻斷水獺通往海邊水路的情況之一。

此次調查，以內陸水域而言太湖為相較其他湖庫是穩定可以採集到排遺，西半島以雙鯉湖自 108 年底皆有穩定的個體出沒，隨著金門國家公園管理處在當地的整治，水獺的排遺似乎有更穩定的出現。海邊的南石公園也出現了新鮮的水腳印，水獺的活動亦延伸至此，有待採到新鮮的排遺方可確認個體資訊，而在海邊樣點部分復國墩和寒舍花穩定採到樣本。

全島其餘的村落內的風水池都只剩下寥寥無幾且舊的排遺，推估應該是很多

時日水獺無拜訪該地方；在小太湖水域，水方才引入也並未發現排遺，山后地區，在東海大學架設紅外線攝影機的範圍中，其他幾個月都是有許多排遺出現的地方，反而在這個月，並無排遺的出現，出差期間不但附近有工程進行當中，且穩定有水的風水池也都乾枯，這可能是未能發現排遺的主因。

10 月的行程因為日出及日落時間的關係，也將出發時間提前。各大的湖庫因為接近高粱秋收之時都已儲備好了，口頭訪問當地居民 8 月初的颱風並未帶來豐沛的雨量，對於極度乾旱的金門水資源留存困難，另外冬天的乾季將至，而需要大量水源灌溉高粱，讓水資源問題一再在金門地區不斷被放大。

半水生的歐亞水獺雖然有足夠的水庫的可以生存，但湖庫與湖庫之間的移動充滿了困難。山后民俗村，因為有風水池的關係，人類活動與野生動物的特殊連結，在今年 1 月到 6 月以前不管是袁守立博士的影像紀錄中或本團隊的排遺採樣，水獺在此的活動相當活躍。7 月之後風水池的水乾透，土地裂開池中的魚消失，就沒看見水獺的蹤跡，而 10 月分的採樣勘查結果，水池的水已重新注入，旁邊修繕的工程也在收尾的階段，但可能環境尚未穩定，在本季當地的排遺量未達到預期結果。

10 月的地形觀察結果是湖庫的水量穩定，哺育季也是成為排遺採目擊率並不像其他季節來的豐富，根據本研究團隊觀察結果，即將生產的母獺或帶著幼仔的母獺將排遺直接排入水中，使之藏匿蹤跡以保護幼仔。

雙鯉湖的整治也進入收尾，而在雙鯉慈湖地區附近，近幾個月因為林務局的生態補償計畫，號招了附近的居民一起為水獺觀察盡一份心力，所以在調查過程中也獲得了寶貴的情報。

表 4-1 110 年度個季度及樣點總樣本數

	調查樣點（處）		樣本數
	內陸	海岸	
1 月（冬季）	192	45	237
4 月（春季）	97 [*]	23	120
7 月（夏季）	91 [*]	13	104
10 月（秋季）	61 [*]	16	75
總計	441	97	538

*4、7、10 月內含金門國家公園、金門縣政府和國立臺灣大學團隊加強樣本

資料來源：本研究製作

二、影像採集

延續 109 年每一季都有影片輔助個體鑑定，使數據更具說服力及故事性，在例行採樣行程之外會根據前一季採樣較多之區域放置紅外線自動相機。今(110)年 1 月及 4 月出差皆在田埔水庫和金沙水庫出海口架設攝影機，但今年只有在 4 月在金沙水庫捕捉到一次影像紀錄(圖 4-1)，且未能採集到其排遺，說明兩種方法可相輔相承影像結果可作為下一次採集調查之時團隊是否在訪的重要依據。



圖 4-1 4 月紅外線攝影機調查

資料來源：本研究製作

表 4-2 110 年度金門地區水獺排遺採集紀錄

行政區	分區	水域	樣點	一月	四月	七月	十月	小計
				管數	管數	管數	管數	管數
金城鎮	西南	古崗	古崗湖	0	0	0	0	0
	西南	歐厝	歐厝	0	0	0	0	0
	西南	水試所	水試所	0	0	0	0	0
	西南	莒光	莒光湖	0	0	0	0	0
	西南	賢聚	賢聚	0	0	0	0	0
	西南	燕南書院	燕南書院	0	0	0	0	0
	西南	建功嶼	建功嶼	0	0	0	0	0
金湖鎮	中央	蘭湖	蘭湖	2	2	0	0	4
	中央	瓊林	瓊林水庫	0	1	0	0	1
	中央	太武山	鑑潭	0	1	0	0	1
	中央	太武山	太武池	1	0	0	0	1
	中央	成功	成功海岸	0	0	0	0	0
	中央	尚義	尚義海堤	0	0	0	0	0
	中央	植物園	植物園	0	0	0	0	0
	東南	太湖	太湖	23	19	20	3	42
	東南	太湖	映碧潭	1	1	0	0	2
	東南	太湖	黃龍潭	2	6	3	20	9
	東南	太湖	白龍溪	0	0	0	0	0
	東南	下湖	下湖	0	0	0	1	0

行政區	分區	水域	樣點	一月	四月	七月	十月	小計
				管數	管數	管數	管數	管數
金沙鎮	東南	下湖	農試所	17	1	4	10	18
	東南	前埔	陽明湖	10	0	0	0	10
	東南	復國墩	復國墩	0	0	2	0	0
	東北	金沙	明潭	0	0	0	0	0
	東南	咕力岸	咕力岸	6	5	6	3	11
	東南	金湖	天后宮	3	4	4	3	7
	東南	太湖	狗嶼灣	0	0	0	0	0
	東南	太湖	82 據點	0	0	0	3	0
	東北	金沙	擎天水庫	0	1	0	0	1
	東北	金沙	劉澳	0	0	0	0	0
	東北	山西	山西水庫	17	4	3	10	21
	東南	前埔	南莒湖	0	0	0	0	0
	東南	前埔	前埔溪	1	0	2	3	0
	東南	前埔	田埔水庫	9	3	0	3	12
	東南	前埔	田埔 出海口	13	1	4	0	14
	東北	金沙	洋山	0	0	0	0	0
	東北	山后	山后	7	10	0	0	17
	東北	金沙	何厝	0	1	0	0	1
	東北	前埔	寒舍花	10	10	2	0	20

行政區	分區	水域	樣點	一月	四月	七月	十月	小計
				管數	管數	管數	管數	管數
	東北	前埔	后扁	4	3	0	0	7
	東北	金沙	青嶼海岸	4	0	0	4	4
	東北	金沙	青嶼海岸	4	0	0	4	4
	東北	金沙	三獅山	0	0	1	0	0
	東北	金沙	塘頭	0	0	0	0	0
	東北	金沙	西園湖	0	0	0	0	0
	東北	金沙	金沙水庫	22	2	2	1	25
	東北	金沙	榮湖	1	0	0	1	1
	東北	金沙	金沙溪	14	0	1	7	24
	東北	金沙	光前溪	20	0	0	0	20
	東北	金沙	龍陵湖	0	0	0	0	0
	東北	金沙	斗門溪	22	2	5	1	24
金寧鄉	西北	慈湖	慈湖	0	3	0	0	6
	西北	雙鯉湖	雙鯉湖	16	23	0	0	39
	西北	湖尾溪	湖尾溪	10	2	29	16	12
烈嶼鄉	烈嶼	陵水湖	陵水湖	0	0	0	0	0
	烈嶼	習山湖	習山湖	0	0	0	3	0
總計				237	120	103	78	538

資料來源：本研究製作

三、 實地觀察

1 月野外採樣調查，連續三天皆有觀察到水獺活動在太湖觀察夜間，其觀察的行為包含覓食及嬉戲。太湖是本團隊多次調查下來目擊次數最高的地方以外也是友善觀察者和水獺兩者兼備的樣點。

4 月調查接連三天都在水獺活動熱點太湖進行夜間觀察，此次調查的時候很罕見地連續三晚的觀察皆未發現水獺的蹤跡，可能是夜間風速較快較大，水面波紋連續不斷不易觀察。也有可能在更晚的時間水獺才會出沒。相似的情形發生在 109 年的夏季採樣，當時晚間 8 點在太湖也未能發現水獺的蹤跡，但有民眾在在晚間 10 點在太湖主湖庫目擊水獺的出沒在，且隔天太湖的採樣仍有收穫。這次進入軍管區的兩位採樣夥伴早上約莫 8:30 在擎天水庫目擊水獺活動，在金門是相當少見的白天目擊記錄。推估應該是軍管區內人為干擾較少，水獺較放心在白天活動。

7 月調查時咕力岸是白天固定採樣樣點，沿途採樣新鮮排遺，在坑道的最底端發現水獺，本團隊基於對於生物最小干擾的調查，利用手邊的攝影器材簡單做了紀錄，就讓水獺離開並無做過多的影像採集或個體追蹤。此次採樣也到了太湖觀察夜間水獺的活動，約在晚上 7 點左右，觀察到水獺在岸邊吃魚及活動。

10 月亦至太湖觀察水獺，但皆無所獲。



圖 4-2 7月咕力岸碉堡白天水獺目擊

資料來源：本研究製作

第二節 DNA 萃取與個體鑑定結果

每季樣本皆已完成 DNA 萃取程序(表 4-3)，可進行後續的個體分析流程。以往採樣樣本數能通過第一階段篩選者約有 6 成，但最後能鑑定成個體數的會有不一樣的結果。在野外調查時並不能分辨哪一個排遺屬於哪一隻個體，因此本研究團隊在採樣時儘量不漏掉任何機會及可能，只要看似不同的新鮮排遺皆會進行採樣帶回分析。

表 4-3 全年萃取及鑑定概要

	總樣本數	通過篩選 樣本數	可鑑定為 個體樣本數	鑑定個體數
1 月 (冬季)	237	200	105	53
4 月 (春季)	120	105	72	27
7 月 (夏季)	103	80	53	28
10 月(秋季)	76	64	49	23

資料來源：本研究製作

110 年度冬季 1 月份總共採集 273 份樣本，其中僅 109 個樣本成功鑑定到個體(表 4-4)，實際為 53 隻個體包含 31 隻新個體；另外 22 個為舊個體。新、舊比例為 31:22 和公、母比例為 35:18 表 4-4。個體分布如(圖 4-4)



圖 4-3 1 月個體分佈圖

資料來源：本研究製作

4 月春季共採集 120 個排遺樣本，其中 16 個樣本為金門國家公園管理處及東海大學的加強採樣；共 72 個樣本被鑑定到個體，實際鑑定到個體為 27 隻（表 4-4）。新、舊比例為 13:14 與公、母比例為 14:13（表 4-4）。可參考圖 4-4 其個體在金門的分布。



圖 4-4 4 月個體分佈

資料來源：本研究製作

7 月夏季共採集 76 個排遺樣本，其中 4 個樣本為金門縣政府團隊的加強採樣；共 53 個樣本被鑑定到個體，實際鑑定到個體為 28 隻 (表 4-4)。新、舊比例為 18:10 與公、母比例為 16:12 (表 4-4)。可參考圖 4-5 其個體在金門的分布。

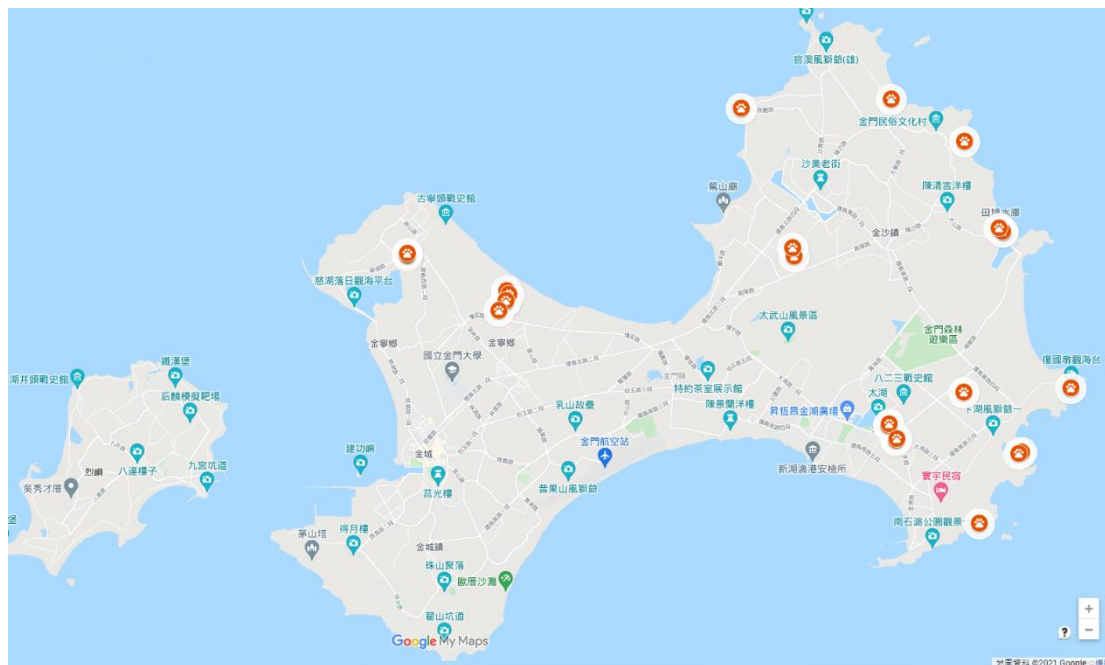


圖 4-5 7 月個體分布

資料來源：本研究製作

10 月秋季共採集 103 個排遺樣本，其中 5 個樣本為國立臺灣大學團隊及金門縣政府團隊的加強採樣；共 49 個樣本被鑑定到個體，實際鑑定到個體為 24 隻(表 4-4)。新、舊比例為 13:10 與公、母比例為 14:9 (表 4-4)。可參考圖 4-6 其個體在金門的分布。

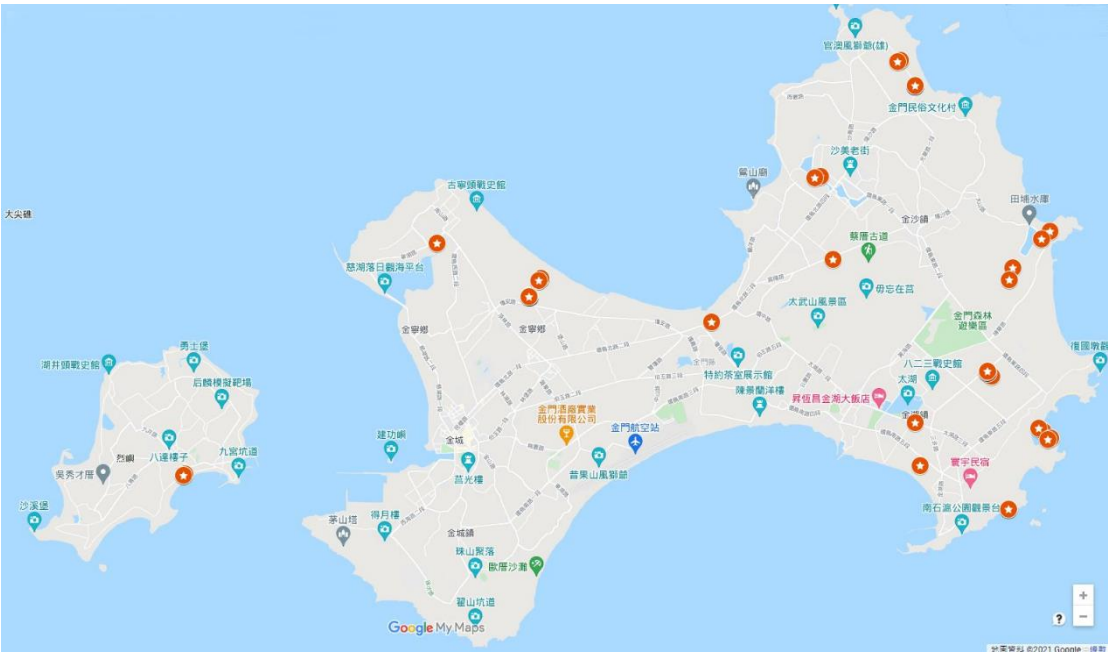


圖 4-6 10 月個體分布

資料來源：本研究製作

表 4-4 110 年公、母及新、舊個體比例

	總個體隻數	雄	雌	新	舊
1 月(冬季)	53	35	18	31	22
4 月(春季)	27	14	13	13	14
7 月(夏季)	28	16	12	18	10
10 月(秋季)	23	14	9	13	10

資料來源：本研究製作

第三節 親緣調查概況

一、 族群概況

今年新增個體 75 隻，包含 3 隻路殺個體，性別分別為 51 雄性、24 雌性，由目前樣本得知持續出現的個體並不常見，最年長的個體為編號 245 的雌性個體，104 年 9 月 20 號首次在太湖被紀錄到，只出現在農試所-洋山-農試所，今年 10 月在農試所再度被記錄到，截至目前為止出現超過兩年以上的個體為 14 隻。但也有會隔幾年就出現的個體，少部分的個體會在這一年持續地出現，推估是因為採樣當時為幼獸，必會在母獺的身邊待一段時日，方可離開。而因為隨機採樣的關係，會在隔一年或幾個月之後看見曾經標記過的個體，以性別來說通常會在隔幾年在原來標記的地方採樣到相同個體的排遺通常為雌性水獺。

除了利用行政區域分群，今年也加入河川水系及鄰近海邊採樣及分析統計概念，更符合水獺的習性多利用水路移動或是利用水路拓展生活領地，讓數據分析和給予建議時有更全面的考量。今年在天后宮、金湖水庫、田埔水庫、前埔溪、金沙水庫、三獅山、光前溪、斗門溪、金沙溪、山后、山西水庫、后扁、寒舍花、青嶼海岸、咕力岸、農試所、復國墩、陽明湖、太湖、黃龍潭、映碧潭、82 據點、太武池、湖尾溪、雙鯉湖、慈湖和烈嶼的習山湖共 31 個地點成功紀錄到水獺個體，而在環島北路、太湖路三段以及雙鯉湖各有一隻路殺個體，以大區域劃分所以狀況為：

（一） 金沙水庫-榮湖-斗門溪地區

1. 三獅山海岸-L56M21(新紀錄)。
2. 斗門溪-379(母，首次出現於斗門溪，110 年分別在 1 月和 7 月出現在光前溪及斗門溪)；110 年分別有 L26M21、L65M21 和 L76M21〔三隻新紀錄的公水獺〕。

3. 光前溪-256(公、首次出現於洋山，110 年 1 月出現於光前溪)；351(母、首次出現於光前溪，110 年 1 月出現於光前溪)；L27M21、L28F21、L29F21、L30M21(四隻新紀錄種)。
4. 金沙溪、金沙水庫-329(公、首次出現於榮湖，110 年 1 月出現在金沙溪)；331、382(母、首次分別出現於榮湖及金沙水庫，110 年 1 月出現在分別出現於金沙水庫與金沙溪)；260(公、首次出現於榮湖，110 年 10 月出現在金沙溪)；L04M21、L05M21、L06M21、L07F21、L74M21、L75M21、L77F21 為今年新紀錄。
5. 擎天水庫-L39M21(新紀錄)。

(二) 太湖-太武山地區

1. 陽明湖-143(公、首次出現於太湖，分別在 110 年 10 月)；新標定個體 L10M21、L11M21、L38F21。
2. 82 據點-L70M21(新紀錄)。
3. 太武山-L31M21(新紀錄)。
4. 太湖、黃龍潭-323、324(公、首次皆出現於太湖，分別在 110 年 4 月和 7 月出現在太湖)；L39M20(去年新標定個體首次出現於映碧潭)；今年新標定個體 L22M21、L22M21、L24M21、L34F21、L35M21、L36M21、L37F21、L44M21、L48M21、L49F21、L50M21、L51M21、L52M21；路殺個體一隻 KC-L21M21

(三) 山后-田埔地區

1. 山后民俗村-267(母、首次出現於山后民俗村，110 年 1 月、4 月也於同樣點出現)；L08M21(新紀錄)。
2. 山西水庫-370、379(公、首次出現分別於寒舍花及斗門溪，分別在 110

- 年 1 月和 4 月出現於山西水庫)；347(母、首次出現於寒舍花，110 年 4 月也於同地出現)；新標定-L13M21、L53F21、L54F21、L55F21、L69M21。
3. 后扁-305(母、首次出現於后扁，110 年 4 月)；L12M21 新標定。
 4. 青嶼海岸-306(母、首次出現於青嶼海岸，110 年 1 月)；347(公、首次出現於寒舍花，110 年 10 月)；L69M21(新標定)。
 5. 農試所-352(公、首次出現於農試所，110 年 1 月)；383(母、首次出現於農試所，110 年 1 月)；新標定 L15M21、L16M21、L17M21、L72M21。
 6. 田埔水庫、前埔溪-143(公、首次出現於田埔水庫，110 年 1 月)；271(母、首次出現於田埔水庫，110 年 1 月)；109 年標定 L10M20、L11M20；新標定 L09M21、L67M21、L68F21、L71M21。
 7. 天后宮、金湖水庫-352(公、首次出現於農試所，110 年 1 月)；新標定 L01F21、L02F21、L03F21、L32M21、L46M21、L47F21、L65F21、L66F21。
 8. 寒舍花-267、370(公、首次分別出現於山后民俗村及寒舍花，分別出現在 110 年 1 月和 4 月)；新標定為 L12M21、L13M21。
 9. 復國墩-109 年標定為 L19F20。
 10. 咕力岸-109 年標定 L25M20、110 年新標定 L18F21、L19M21、L20F21、L40F21、L63F21。

(四) 中蘭地區

蘭湖-L33M21(新標定)

(五) 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖地區

雙鯉湖、慈湖-276、334(公、首次出現於雙鯉湖，110 年 1 月)；109 年標定 L03F20、L07F20；新標定 L60F21、L61M21、L73M21；包含一隻路殺個體 KC-295 公。

二、 親緣概況

由於本研究採用排遺樣本內的微衛星 DNA 資訊鑑定個體，這些分子生物學的資料也提供了進一步進行兩兩個體親緣比較的機會。本團隊採用 ML-relate 軟體進行親緣關係之鑑定，並設定 95% 的信賴區間 (randomization = 1,000) 作為滿足統計顯著標準。該軟體專為微衛星基因座分析設計，使用最大似然率 (Maximum likelihood estimation) 估算個體之間最可能的親緣關係，宣稱可以判斷包括親子對 (PO)、全手足 (FS)、半手足 (HS) 及無關聯 (U) 等親緣關係。

然而實際操作發現，在全盲模式的資料輸入過程中 ML-relate 軟體無法考慮到樣本出現時間軸的先後順序，無法從手足對-親子對間做出明確判別，加上由粒線體 DNA 分析結果得知金門水獺彼此間都有非常緊密的親緣關係，個體間的親緣關係評估結果相當頻繁複雜，因此本研究團隊認為軟體估算結果只能做為兩兩個體是否具有相近親緣的參考，必須要在配合個體出現的時間 (依據其判斷其親子從屬關係) 及出現地點 (依據其判斷手足關係或是推論是否母子育幼親子對) 加以佐證推論，才有機會找出可能、最接近正確的親緣關係。

並且族群間個體親緣關係的比對必須建立在完整的個體資料架構上，儘可能把所有個體囊括進去，而本研究進行個體分析鑑定的核心資料庫尚在建構中，個體判定結果及年齡估算日後或有變動，連動影響到親緣關係的判斷，因此本報告提供的親緣關係推論為現階段暫時性的假說，請特別注意。

茲就已 108 至 110 年間初完成鑑定且找出可能親子配對的個體，依出現地區進行討論，做為建構金門水獺譜系的初步結果。方框代表雄性個體，圓框代表雌性個體；六邊形框圍無法鑑定性別個體；框內第一層為個體編號，第二層、第三層分別標是首次在資料庫中被紀錄到的時間及地點，可協助本研究對於該個體的年齡及活動區域進行判斷，藉以與 ML-Relate 分析結果整合估算可能的親屬關係。

(一) 金沙水庫-榮湖-斗門地區

該地區從 109 年的 6 個配對家族，110 年擴增為 12 個家族配對，108 年被路殺的個體 KC-141 的子代仍繼續繁衍(圖 4-7)。在 109 年時仍有標定到 6 個新的個體，而 KC-277 只有其父、母的配對，無其他的子代配對(圖 4-7)。

關係表也顯示個體 351(母)是在光前溪活躍個體分別與首次在習山湖發現的編號 370、352、287 皆有子代的產生，看似是同一時間發現子代，個體 387 和 370 子代時間，個體 387 和 370 子代時間有所交疊(圖 4-8)，但因為水獺懷孕期程較短，且採樣方式為隨機，該採樣時間未必為個體首次離開巢穴之時，為統一標準，未採樣過的樣本皆標記為第一次出現個體，但實際上未必為幼獸，故今年 351 分別有子代 L27M21、L28M21、L30M21、L13M21(圖 4-9)和去年標定的 L38F20 及 L37M20。

活躍個體還有公獺 329 在 109 年與個體 379 和 243 個體皆有子代 L36F20 和 L49M20，今(110)年與個體 351 有子代 L02F21 和 L03F21(圖 4-8)。

今年活躍配對還有個體 311(公)和 376(母)產下 4 子代，分別在金沙水庫和金沙溪發現排遺樣本(圖 4-10)。

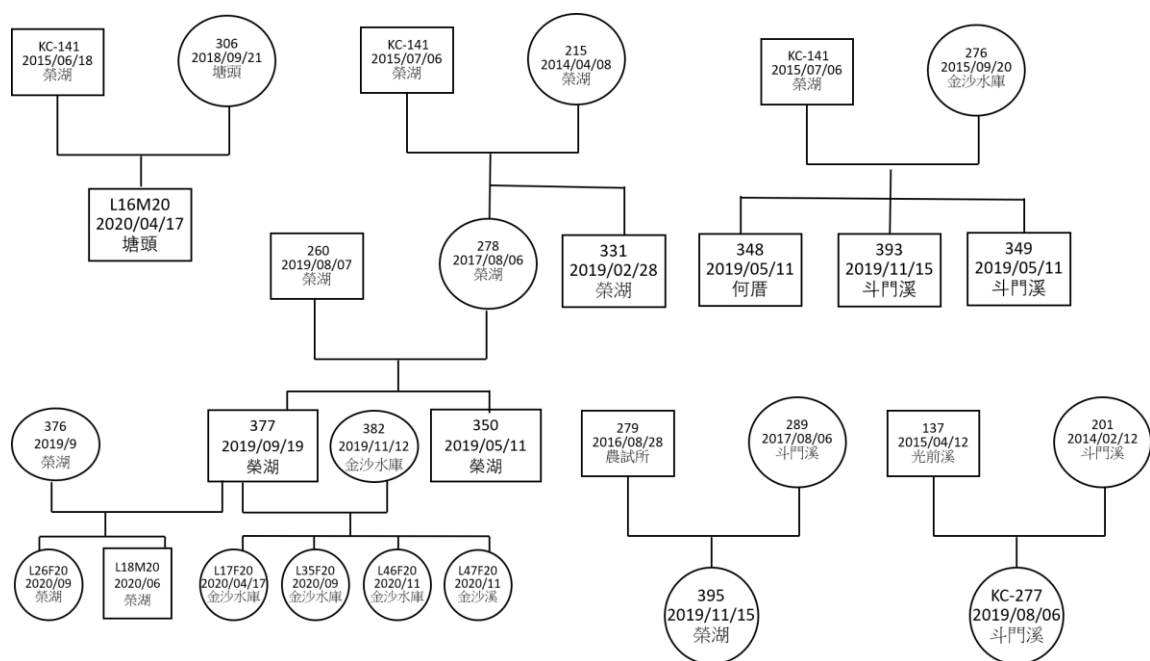


圖 4-7 金沙-榮湖地區-1

資料來源：本研究製作

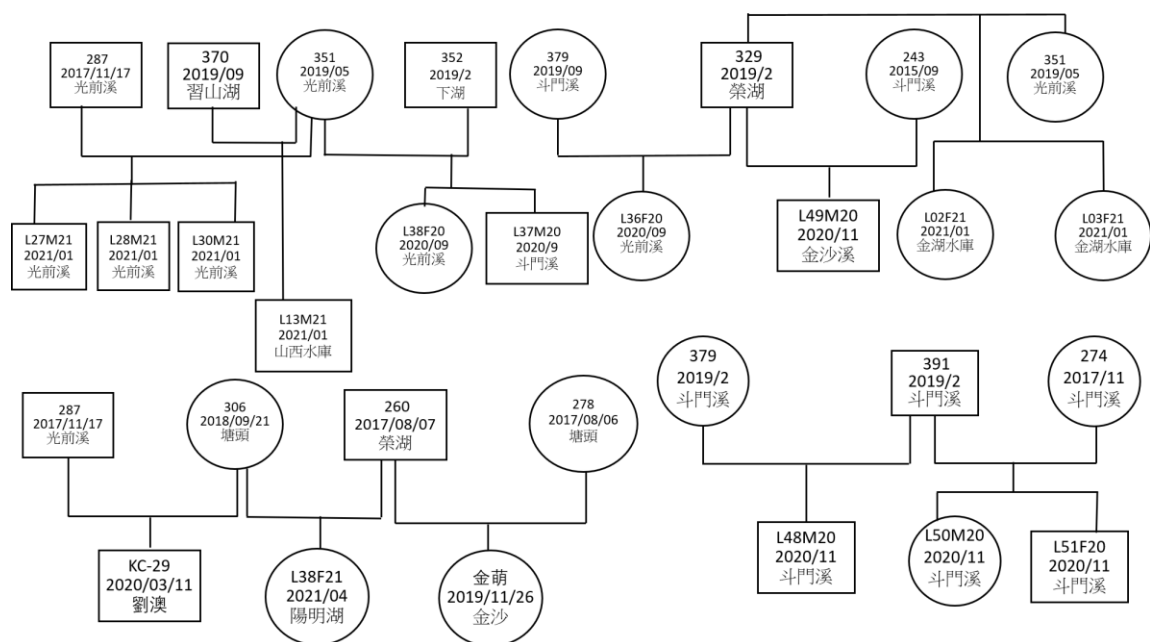


圖 4-8 金沙-榮湖地區-2

資料來源：本研究製作

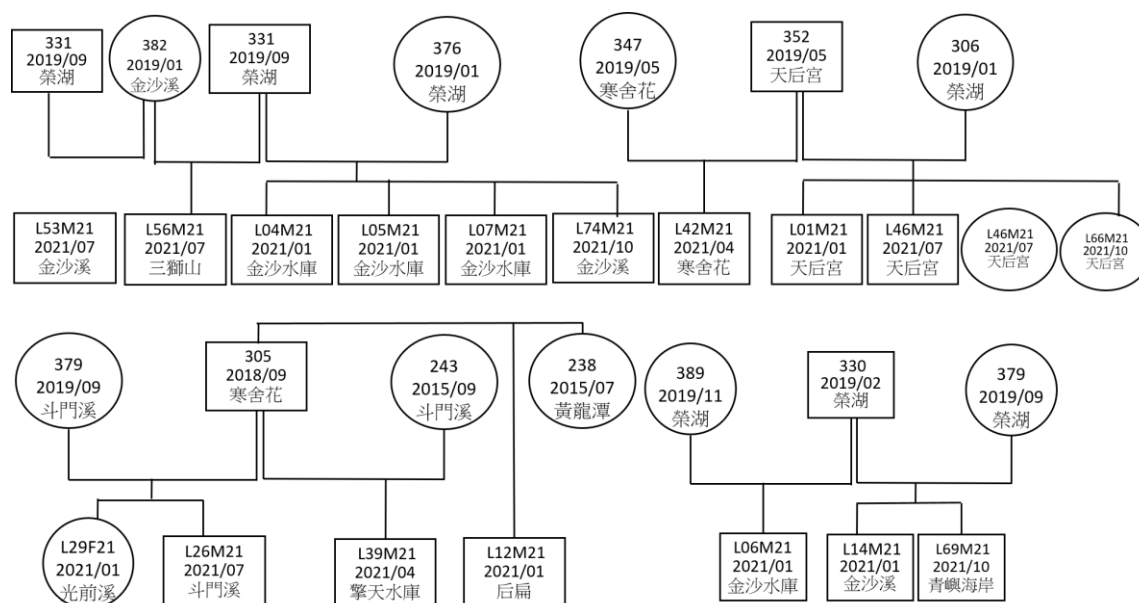


圖 4-9 金沙-榮湖地區-3

資料來源：本研究製作

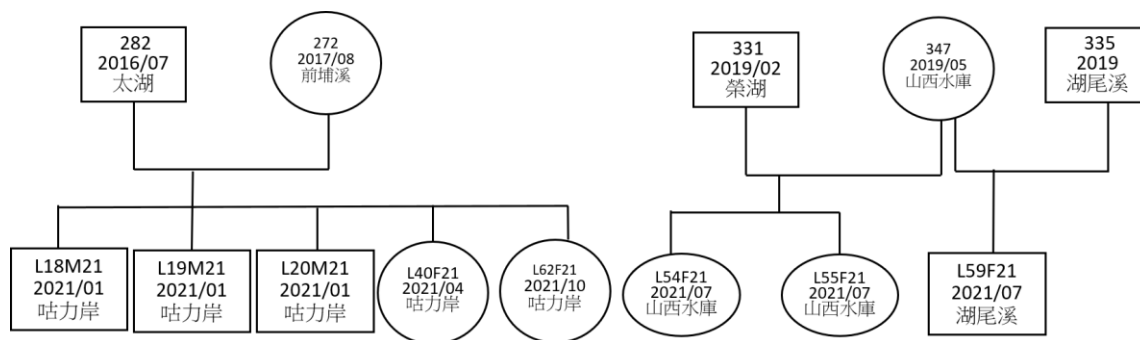


圖 4-10 金沙-榮湖地區-4

資料來源：本研究製作

(二) 太湖-太武山地區

今年此地區也從 8 個家族擴增為 14 個家族，原有的家族有所擴增(圖 4-11-4-13)，也有新的配對。值得注意的是個體 358 和個體 324 有五個子代；活躍個體 282 在今年也與個體 245(母)和 317(母)共新增了 8 個新生個體其中 L31M21(圖 4-13)在太武山採到樣本。今年也看見太湖新增了 4 個小家族，分別在 82 據點、太湖以及黃龍潭都可以看到子代的足跡(圖 4-13)。

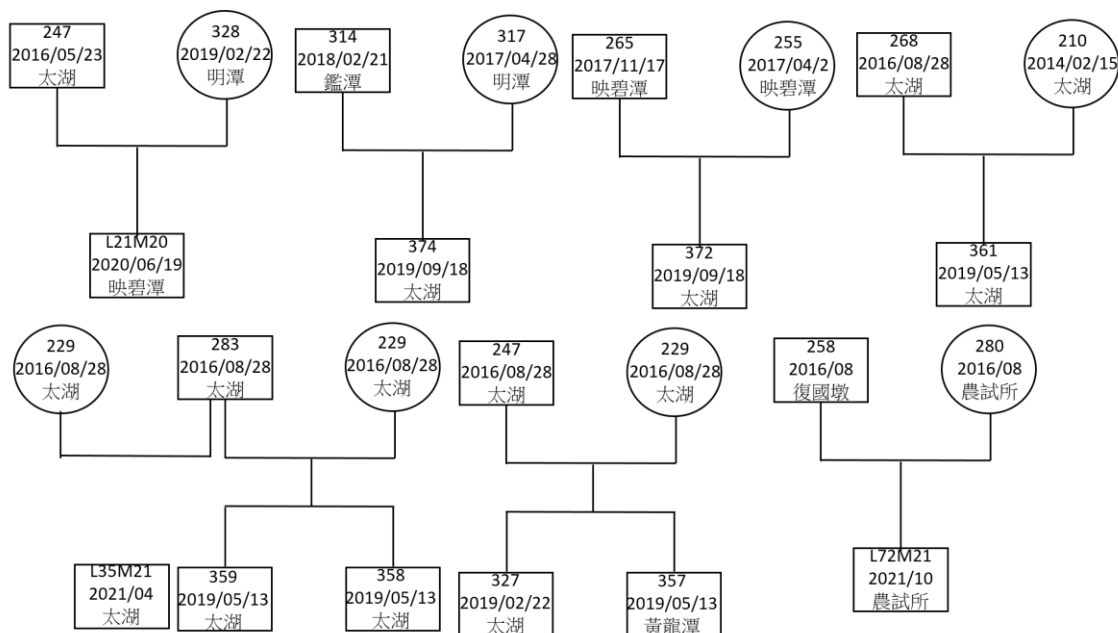


圖 4-11 太湖-太武山地區-1

資料來源：本研究製作

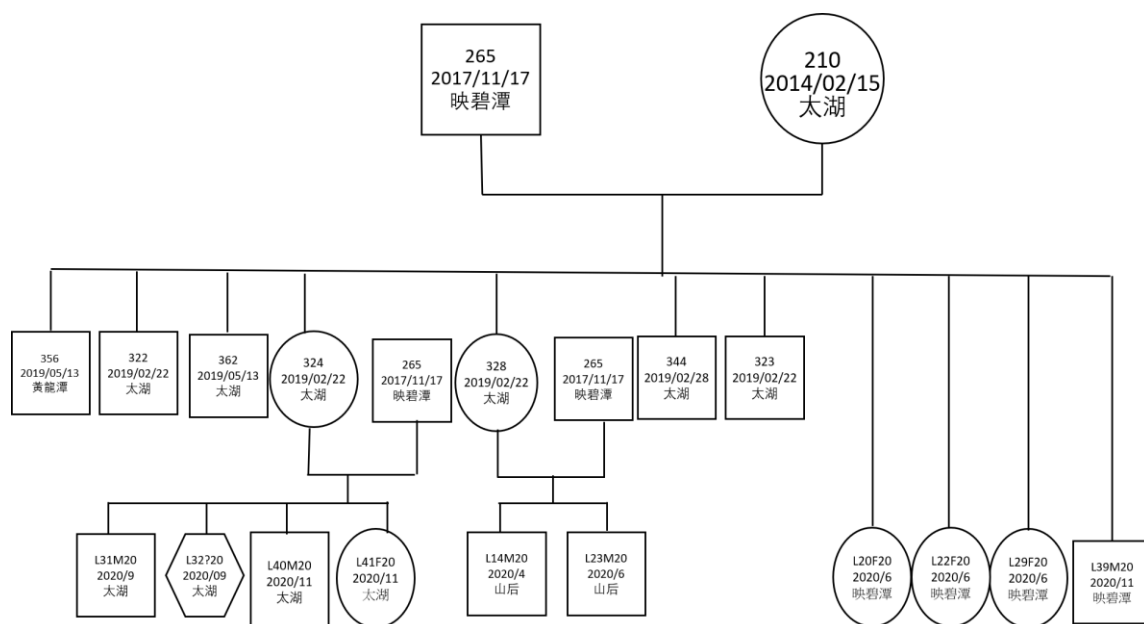


圖 4-12 太湖-太武山地區-2

資料來源：本研究製作

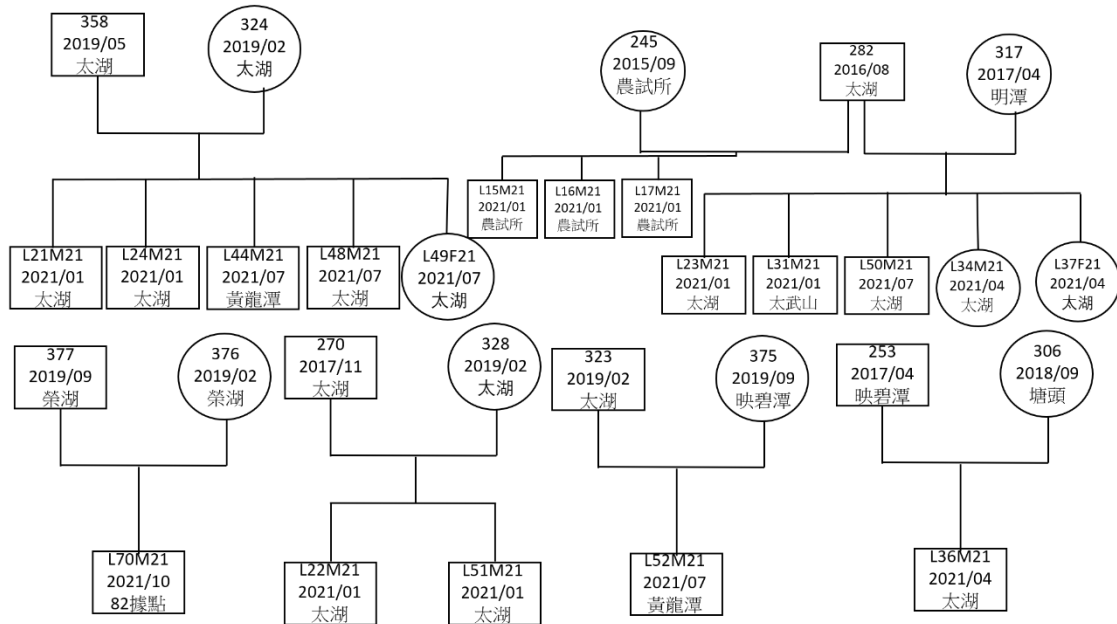


圖 4-13 太湖-太武山區域-3

資料來源：本研究製作

(三) 山后-田埔地區

此地區包含了山后民俗村、寒舍花、前埔溪、田埔水庫、青嶼海岸、后扁、山西水庫和狗嶼灣，皆為這次標定新個體的重要地點。今年新標定個體 L09M21 在田埔水庫發現排遺而其親代配對為較遠的太湖編號 143(公)和斗門溪編號 243(母)。

親緣配對狀況，顯示親代會在太湖-太武山區域水系出現，而其子代卻在田埔水庫、狗嶼灣發現，不僅說明兩地方水系應該是相連且無礙(圖 4-14)，另一推測互相競爭資源的狀況較為平緩。而今年在山后的強勢個體 267(母)，仍帶有子代 L08M21(圖 4-14)。今年也有新擴增兩組家庭配對(圖 4-15)。

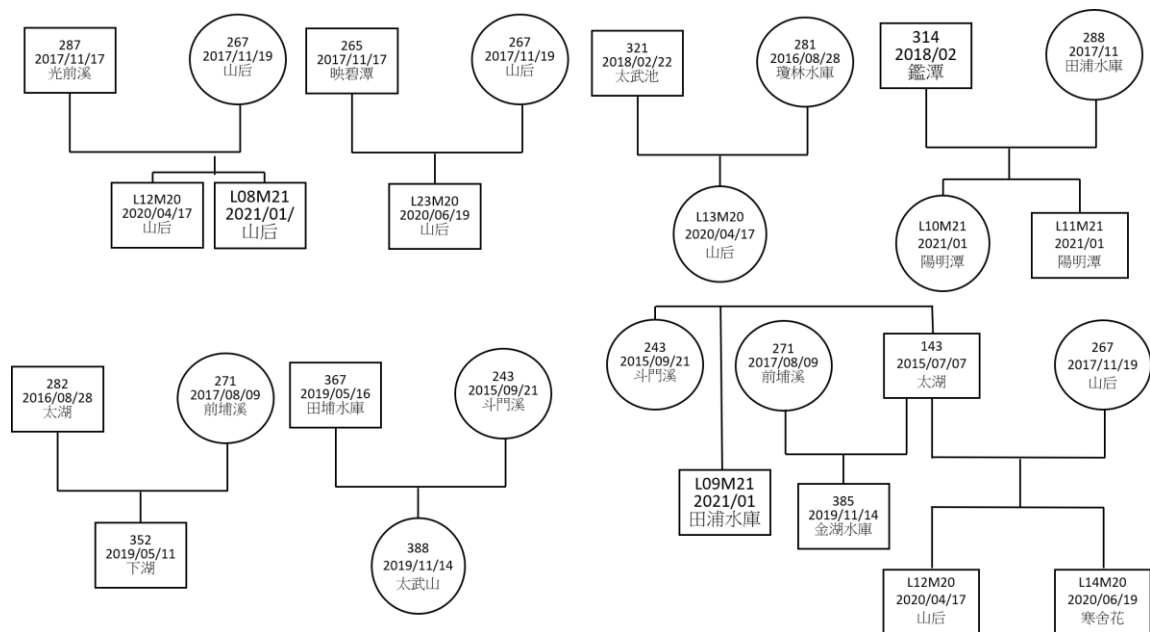


圖 4-14 山后-田埔地區-1

資料來源：本研究製作

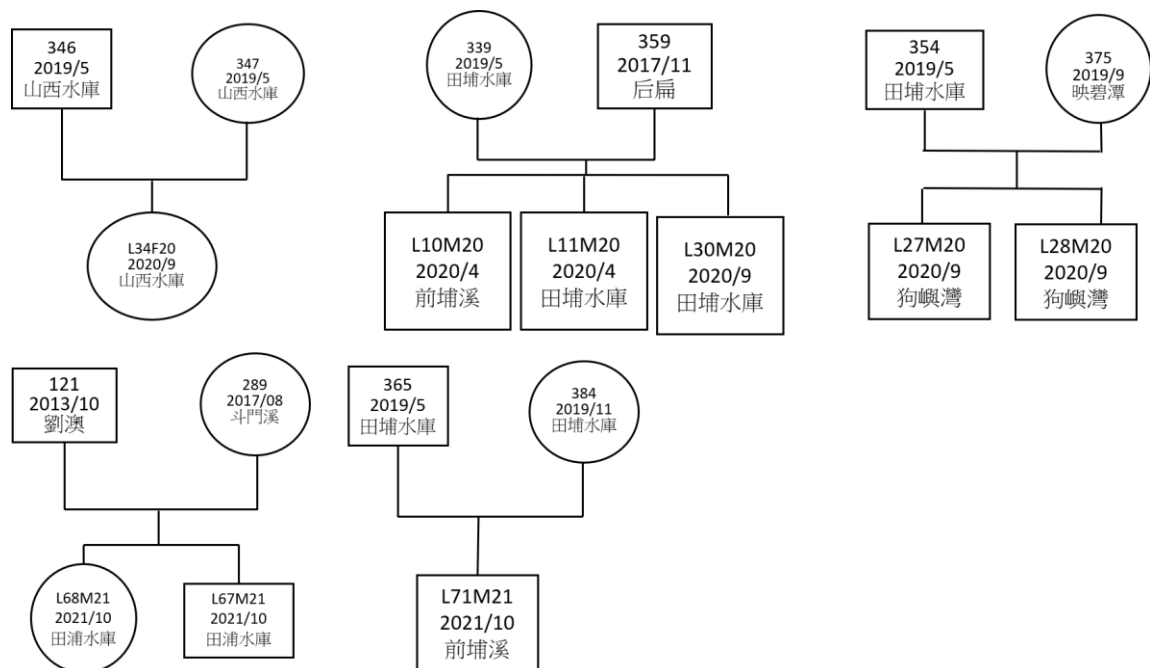


圖 4-15 山后-田埔地區-2

資料來源：本研究製作

(四) 中蘭地區-蘭湖-瓊林水庫

今年中蘭地區採樣狀況不佳，瓊林水庫甚至沒有樣本，但這次在蘭湖的樣本都有鑑定新標定個體 L33M21 和 L62M21。而 L62M21(圖 4-16)的親代發現為斗門溪的配對個體，狀況與山后和太湖相似，而目前推估斗門溪與中蘭地區的個體會從外海進出而不是從內陸的流域移動，在 111 年調查時可以追蹤其個體，驗證是否往返中間區域的個體從海邊。

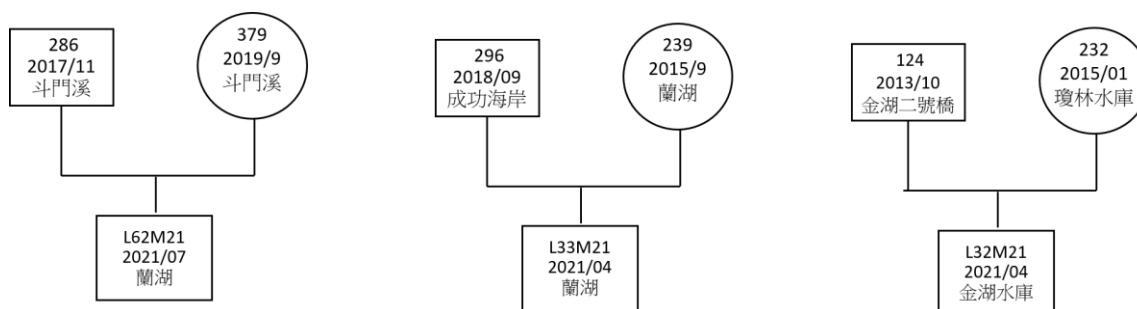


圖 4-16 中蘭-蘭湖-瓊林水庫

資料來源：本研究製作

(五) 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖地區

去(109)年在雙鯉湖的路殺個體 KC-295 找到其親代為 122(公)和 224(母)兩隻個體首次出現皆在水試所(圖 4-19)。雙鯉湖的強勢個體 254 今年有三個子代 L73M21、L60F21 和 L61F21。今年湖尾溪的新生個體較以往多，且今年雙鯉湖亦新增 4 個個體。

在慈湖也看到了新標定個體 L43F21 為西半島強勢個體編號 309 的子代，今年在西半島也是新增 4 個小家族(圖 4-18)，雖然族邊擴張速度未像東半島迅速，希望在雙鯉和慈湖區域的水獺族群也是穩定健康成長。

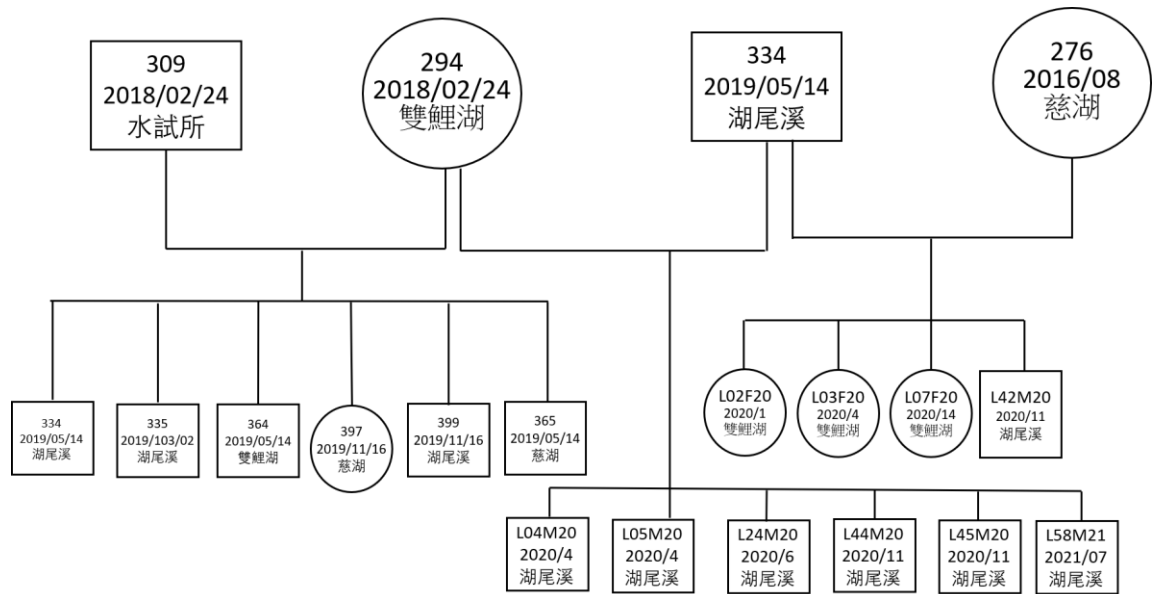


圖 4-17 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖-1

資料來源：本研究製作

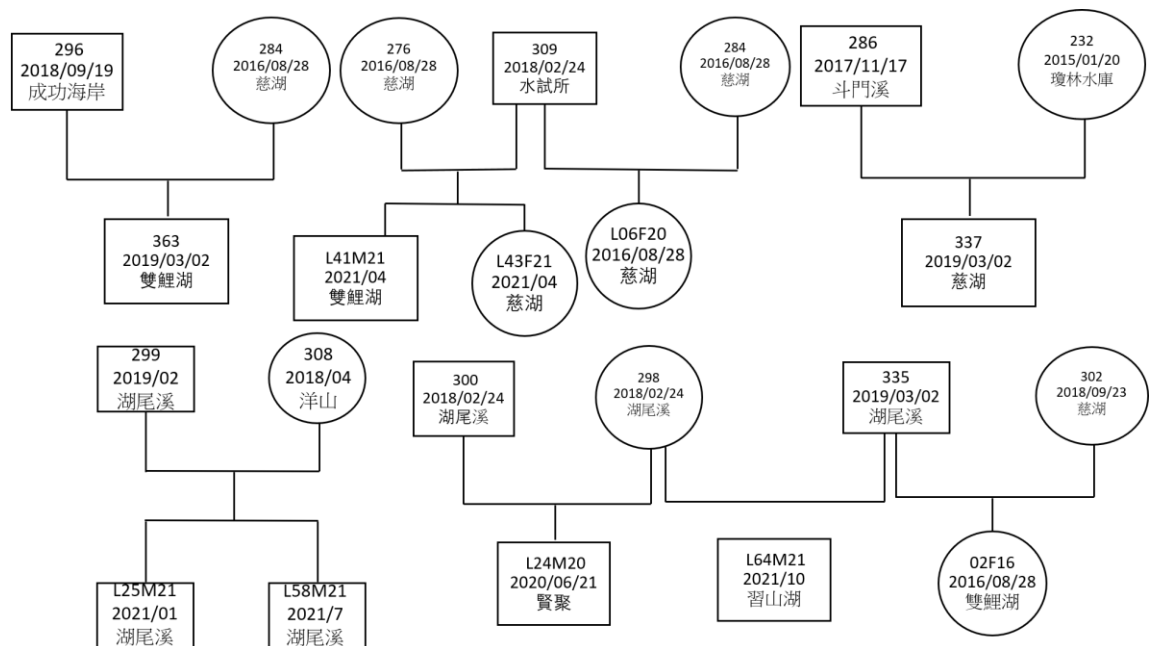


圖 4-18 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖-2

資料來源：本研究製作

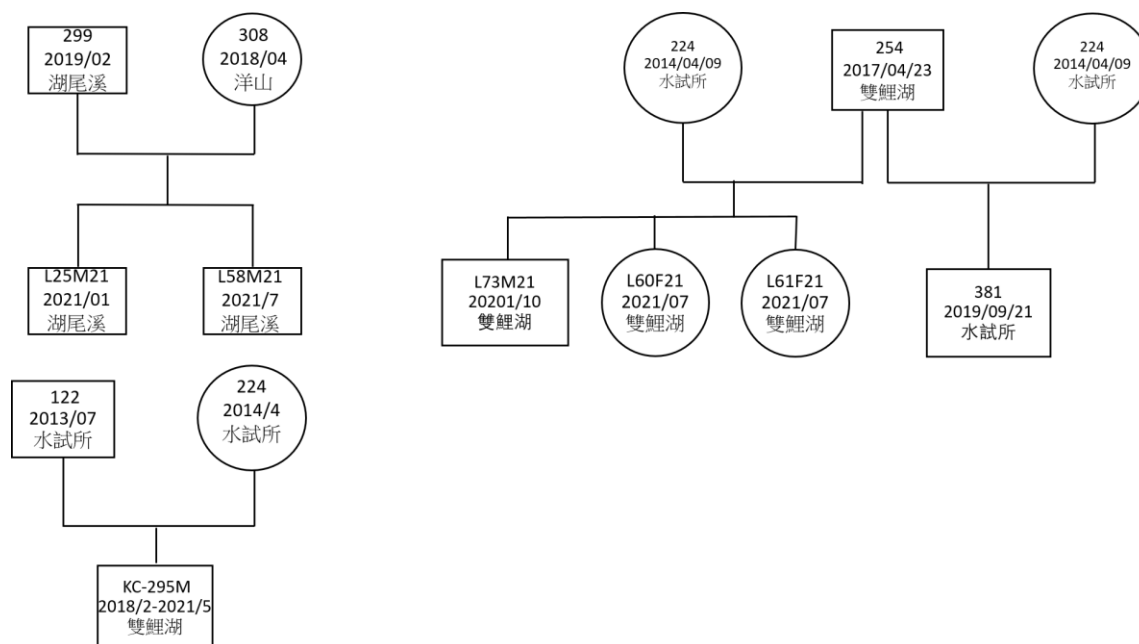


圖 4-19 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖-3

資料來源：本研究製作

(六) 烈嶼-習山湖

今年也在後半年看見個體 L64M21 在烈嶼的習山湖活動，也因此找到了親代為 335(公)和 298(母)皆在 107 年年初在湖尾溪出現。

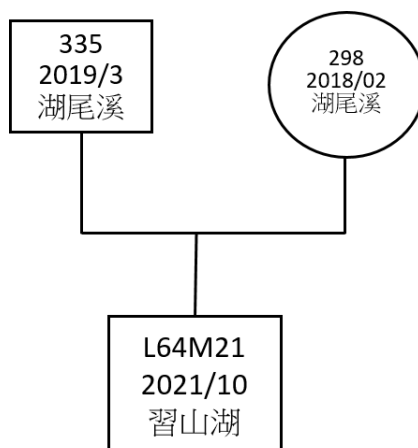


圖 4-20 烈嶼個體親緣圖

資料來源：本研究製作

第四節 水獺棲地利用偏好

一、古寧頭地區

雙鯉湖為例行採樣樣點，根據照片紀錄 108 年度水量豐沛。當時新冠肺炎尚未爆發，附近有許多活動，如划船、廟會活動等，排遺的目擊率和採樣率低。而 109 年度水量維持至年底才開始有疏濬工程之時，排遺的採集數稍有成長，工程暫緩後水獺排遺出現數量逐漸上升。截至目前為止疏濬工程持續進行，地貌變化不大，但進入今(110)年秋季時排遺量逐漸減少，觀察發現工程進行過程中還是對水獺個體活動有所影響。

整體而言，雙鯉湖的排遺採集量反而比 109 年水量豐沛時多(圖 4-21)，但團隊也發現因為雙鯉湖水位較低，對於調查採樣及觀察是相較水位高的時候較為方便，但雙鯉湖庫本身能發現的排遺量極少，水獺可能已不到雙鯉湖活動，反而是出現在對面靠慈湖端的關帝廟及雙鯉國小的池塘。

推測長時間的疏浚工程造成水獺活動範圍有所位移，但因為整體環境並未嚴重破壞，水獺仍在周遭不遠的水域活動。比較採樣數和個體鑑識，自 108 年雙鯉湖的個體數量逐年增加(圖 4-22)，以新、舊個體比例來分析，增加的個體以擴散個體為主(圖 4-24)。根據親緣分析結果，當地仍有一到兩對的繁殖配對(圖 4-19)。



108 年



109 年



110 年

圖 4-21 108 年-110 年雙鯉湖棲地比較

資料來源：本研究製作

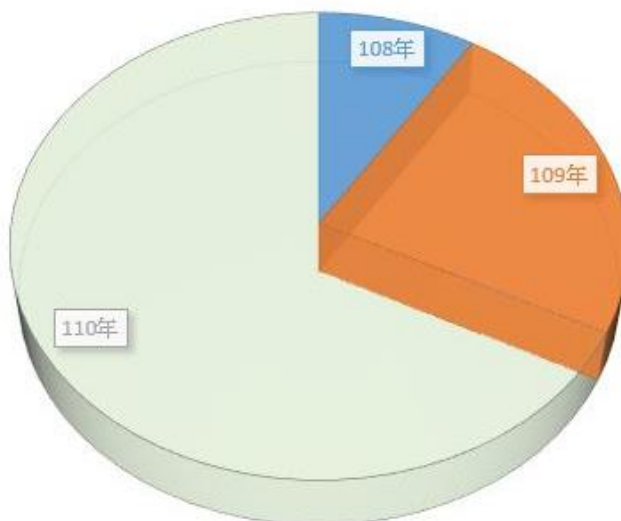


圖 4-22 108 年-110 年雙鯉湖排遺採樣數

資料來源：本研究製作

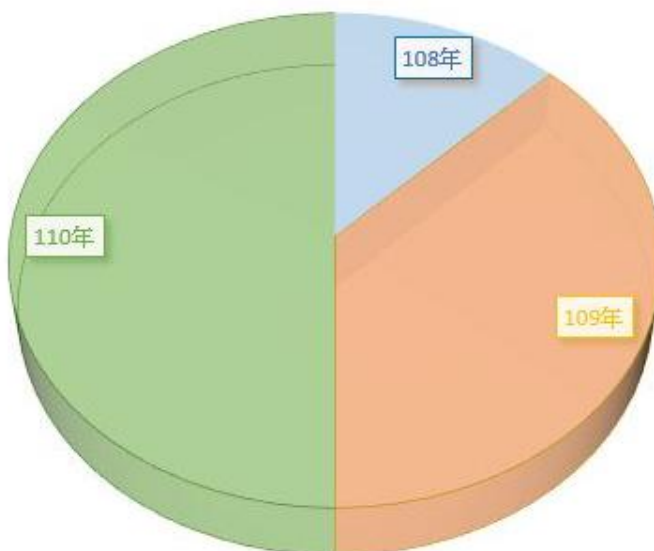


圖 4-23 108 年-110 年雙鯉湖個體數比例

資料來源：本研究製作

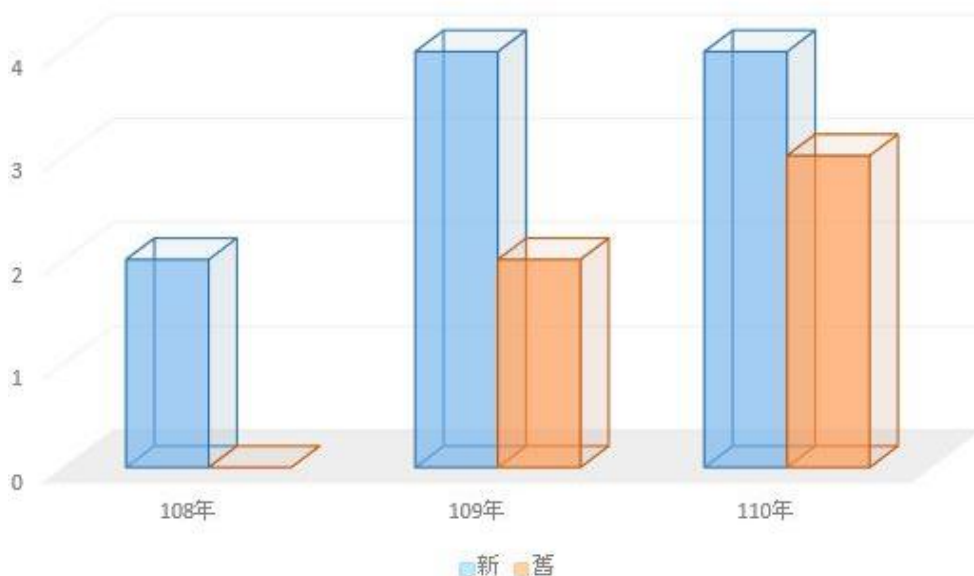


圖 4-24 108 年 110 年雙鯉湖新、舊個體比較長條圖

資料來源：本研究製作

表 4-5 108 年-110 年水獺個體在雙鯉湖組成比較

年份	採樣數	個體數	公	母	新	舊
108 年	7	3	3	0	2	0
109 年	18	6	1	5	4	2
110 年	37	6	5	1	4	3

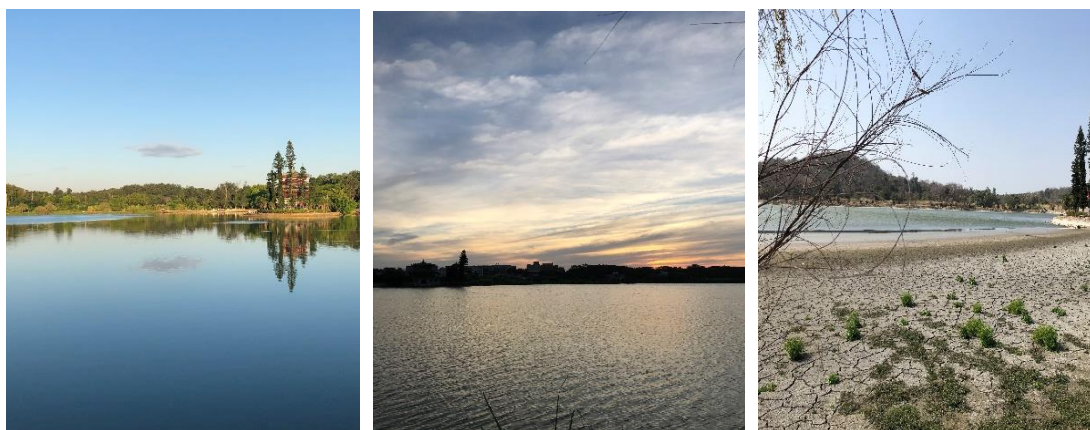
資料來源：本研究製作

二、古崗地區(表 4-7)

目前水獺個體分布東半島多於西半島，西北部多於西南部，古崗地區可以說是目擊率與排遺採集率在金門本島相對低的地方，位處於西南半島的最大湖庫為古崗湖不但為熱門的景點，四周也有農田仰賴灌溉，且附近的水頭碼頭也是交通繁忙地區，推估人為活動頻繁是干擾水獺棲地其中的原因之一。

其二鄰近淡水環境水域且除了古崗湖本身外聯外的河道幾乎沒有，通往海邊的路程上也沒有池塘可以休憩，102 年起還有一隻長期在古崗活動的雄性水獺穩定在古崗地區活動，其在 108 年底最末季採樣在附近賢聚社區出現。在 109 年之後的採樣就沒再發現這隻個體的排遺了(圖 4-26；4-27)。

離烈嶼最近的本島湖庫為古崗湖，本年度 10 月左右在烈嶼有民眾通報有水獺出沒，透過海邊的路線可以的分析中可以注意烈嶼出現在個體是否與古崗湖有相關。因為古崗湖對於聯外的水域甚少連結，管理單位更需要維持湖庫的穩定性，保護該地區少數適合水獺棲息的棲地，使之後有機會擴散與此地的個體能穩定在這裡生存，進而可以在這邊建構水獺家族。



108 年

109 年

110 年

圖 4-25 108 年-110 年古崗湖棲地比較

資料來源：本研究製作

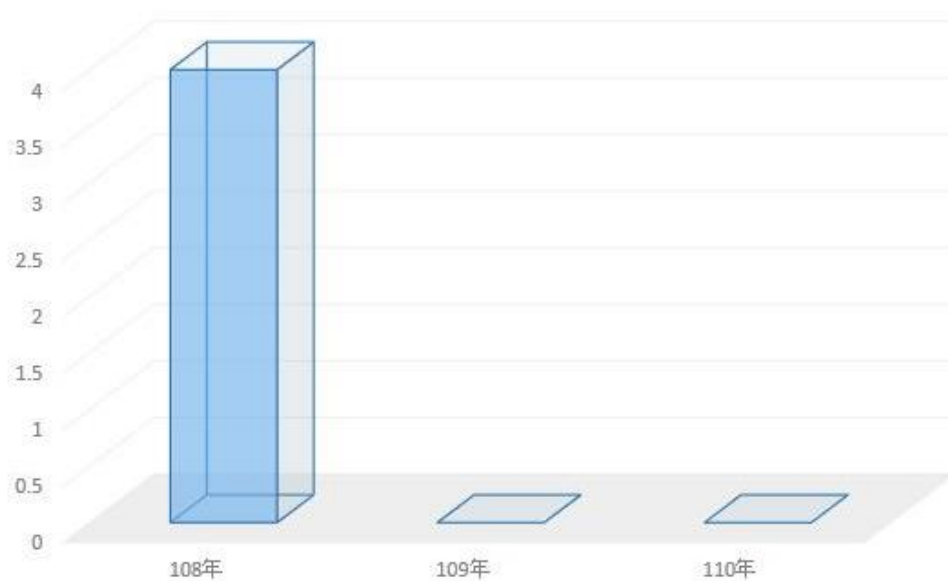


圖 4-26 108 年-110 年古崗湖採樣數比較

資料來源：本研究製作

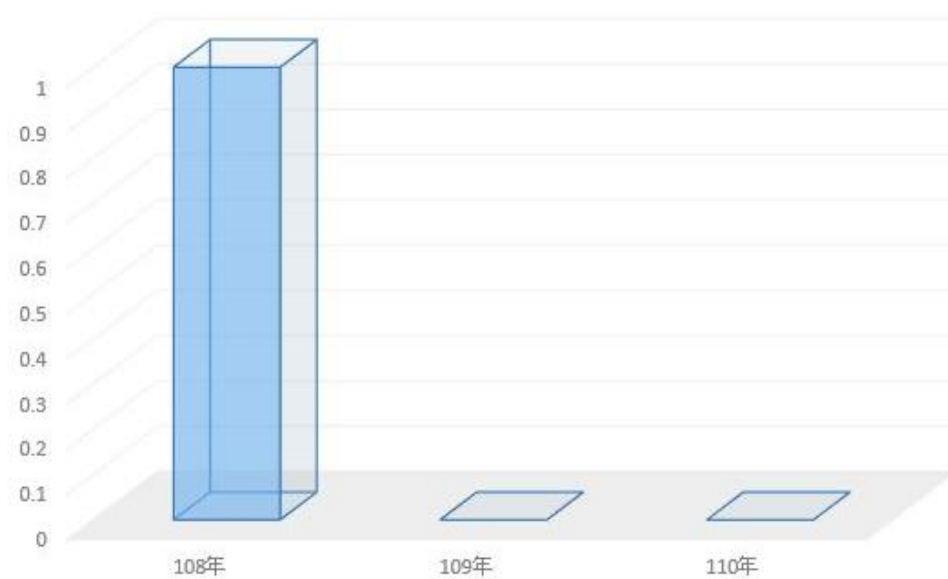


圖 4-27 108 年-110 年古崗湖個體比較長條圖

資料來源：本研究製作

表 4-6 108 年-110 年水獺個體在古崗湖組成比較

年份	採樣數	個體數	公	母	新	舊
108 年	14	1	1	0	0	1
109 年	0	0	1	0	0	0
110 年	0	0	0	0	0	0

資料來源：本研究製作

三、中蘭地區

中蘭地區的瓊林水庫原本為採樣重點，湖庫的水位都維持良好狀態，但自 108 年初起排遺採樣數量逐漸減少甚至沒有。在 109 年底發現瓊林水庫湖庫邊一處廢棄房屋內有許多已乾燥許久的舊排遺，當時推估水獺仍有在此活動，但隔次採樣卻再也沒見過排遺和其他活動跡象，直到本年度年 10 月最後一次採樣一直一無所獲。觀察附近地貌並無大變化，湖庫水位也因飲水調節而維持著一定水位(圖 4-28；圖 4-29)。極可能原因為聯外的河道已乾枯中斷，無法連結外部水系和湖庫本身，使得散布出去的個體不再回來。

中蘭地區的第二個重點區域為蘭湖。108 年時在湖庫本體有維持與往年相同的排遺採集量，但在 109 年之後水獺排遺在湖庫本體出現的位置變少，反而在馬路另一邊的水圳旁發現了少量的水獺排遺(圖 4-29)。



108 年



110 年

圖 4-28 108、110 年蘭湖棲地比較

資料來源：本研究製作



108 年

109 年

圖 4-29 108、109 年瓊林水庫棲地比較

資料來源：本研究製作

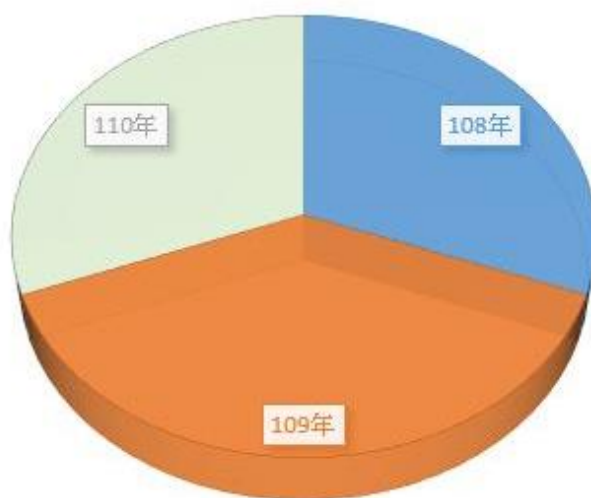


圖 4-30 108 年-110 年蘭湖採樣數比較

資料來源：本研究製作

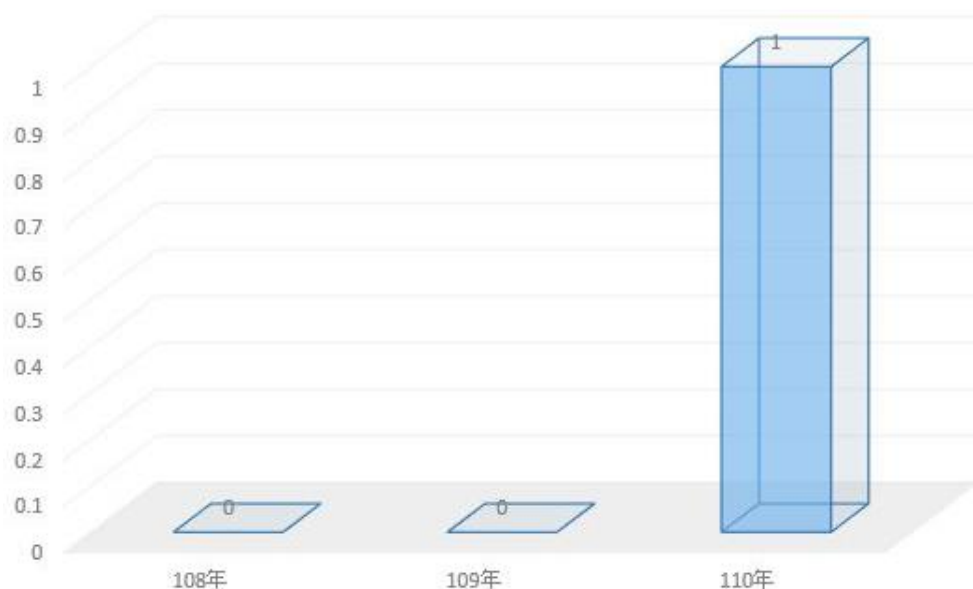


圖 4-31 108 年-110 年蘭湖個體表較長條圖

資料來源：本研究製作

表 4-7 108 年-110 年水獺個體在中蘭地區組成比較

年份	採樣數	個體數	公	母	新	舊
108 年	4	0	0	0	0	0
109 年	5	0	0	0	0	0
110 年	4	1	1	0	1	0

資料來源：本研究製作

四、山后地區

山后地區以山后民俗村及旁邊的池塘為主要樣點，108 年至 109 年底不管其他地區環境如何變化，山后地區的採樣數量一直皆穩定維持 (圖 4-33)，穩定的風水池水量及裡面豐沛的食物一直吸引鄰近的水獺前來覓食。根據金門縣府團隊的影像紀錄配合 DNA 親緣配對，山后地區有一隻穩定且多產的雌性個體會在這邊育幼，推估這地區水塘間溝圳的聯通是穩定且暢通的，這是能有固定且穩定的

水獺家族的條件之一。

110 年 4 月採集時，池塘的水位下降，7 月份時都已全部乾枯，旁邊的山后民俗村也因為遊客減少進行修繕工程，當月並無發現排遺樣本。慶幸的是 10 月的調查已經看見風水池的水位恢復。可能池塘裡的食物資源還未穩定，雖然縣府團隊已由自動相機中發現水獺活動的身影，但當月仍無採集到新鮮的排遺可來鑑定個體(圖 4-34)。由於從其他地區的經驗得知，若在整治的過程中不破壞當地的地貌太多且短期內可以恢復原來的情況，水獺再回原棲地的機率是很高的(圖 4-35)，因此本團隊對山后的族群狀況仍抱有樂觀的態度。



108 年

109 年

110 年

圖 4-32 108 年-110 年山后地區棲地比較

資料來源：本研究製作

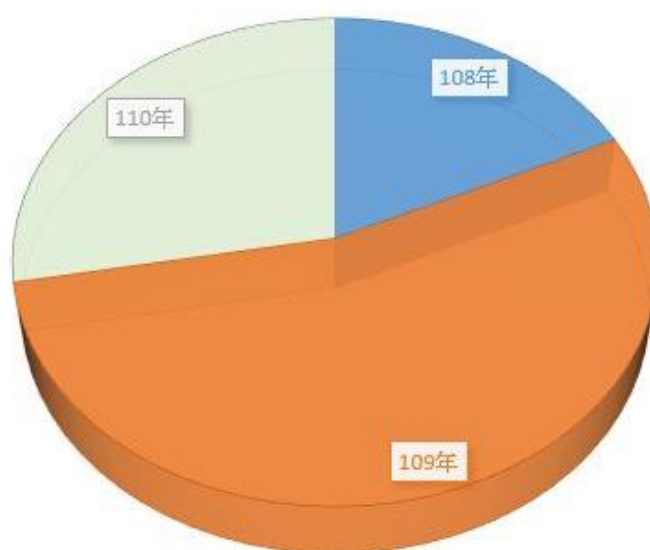


圖 4-33 108 年-110 年山后採樣數

資料來源：本研究製作

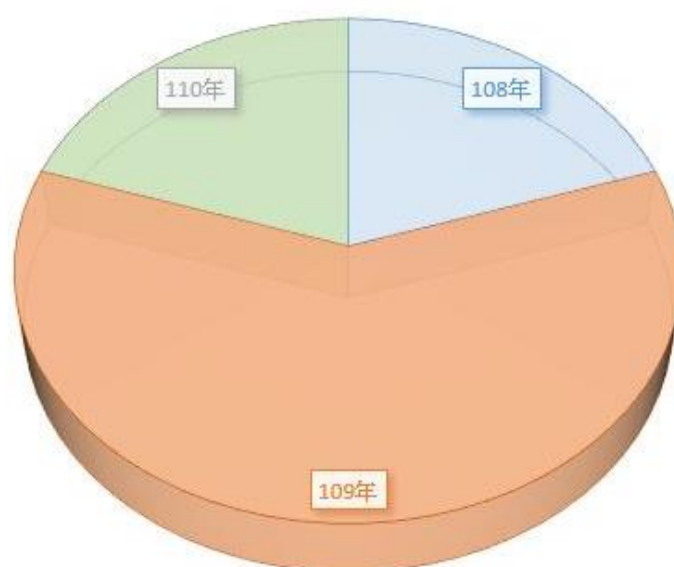


圖 4-34 108 年-110 年山后個體數比較

資料來源：本研究製作

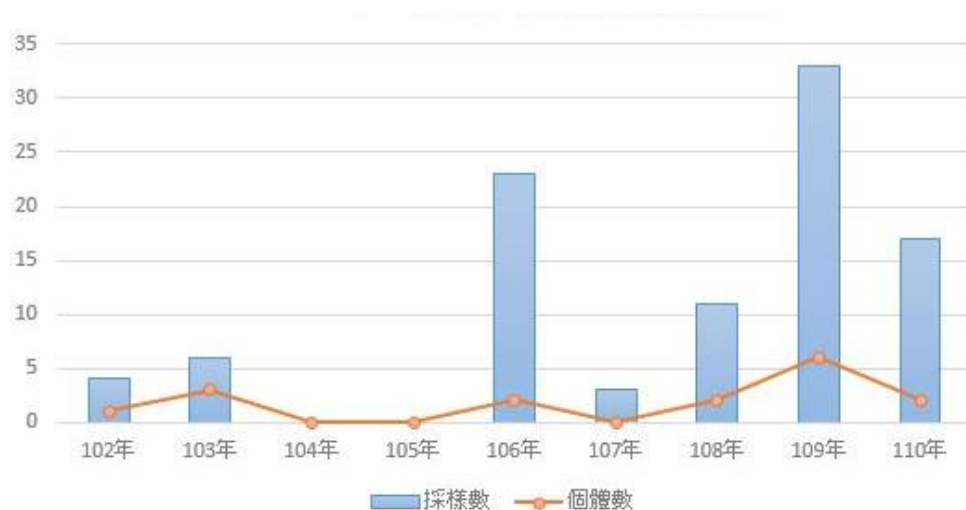


圖 4-35 102 年-110 年山后地區採樣及個體變化

資料來源：本研究製作

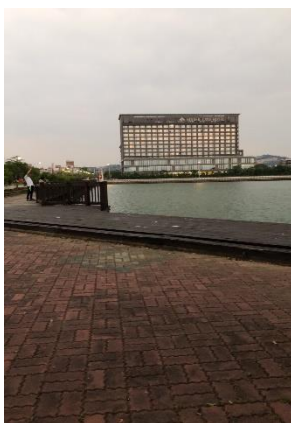
表 4-8 108 年-110 年水獺個體在山后地區組成比較

年份	採樣數	個體數	公	母	新	舊
108 年	11	2	1	1	1	1
109 年	33	6	4	2	5	1
110 年	14	1	0	1	0	1

資料來源：本研究製作

五、太湖地區

太湖地區水系包括了海邊的 82 據點、黃龍潭、白龍溪、映碧潭、山外溪以及大、小太湖本身，上述樣點自 102 年至 109 年調查皆為水獺的活動熱點，也是本研究的重點調查地區。但最近兩年水位持續低下，湖岸大面積乾涸裸露造成棲地地貌改變及植被消長(圖 4-36)，讓水獺的數量不如以往穩定(圖 4-37-39)。太湖主湖庫被發現留下來的個體變少，或許是地貌改變太多使得水獺不易留存，但水體裡穩定的食物來源也可能是使得水獺還是會頻繁出現在太湖的原因(圖 4-39)。太湖往下游至 82 據點水路都還算暢通，但上游至太武山的路徑山外溪及映碧潭都已經陸地化很長一段時間。縱使如此，太湖水系相對其他湖庫比較，還是很具吸引力的棲地，水獺活動的目擊率相較於其他地方還是略勝一籌。



108 年



109 年



110 年

圖 4-36 108 年-110 年太湖地區棲地比較

資料來源：本研究製作

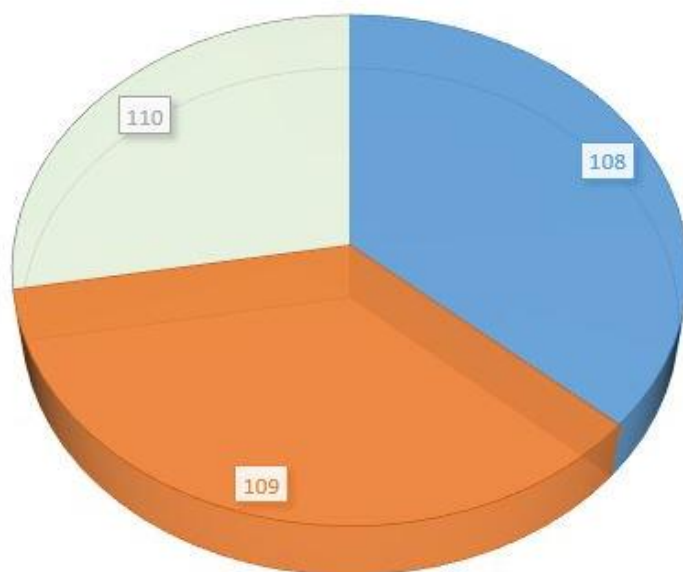


圖 4-37 108 年-110 年太湖樣本採樣數比較

資料來源：本研究製作

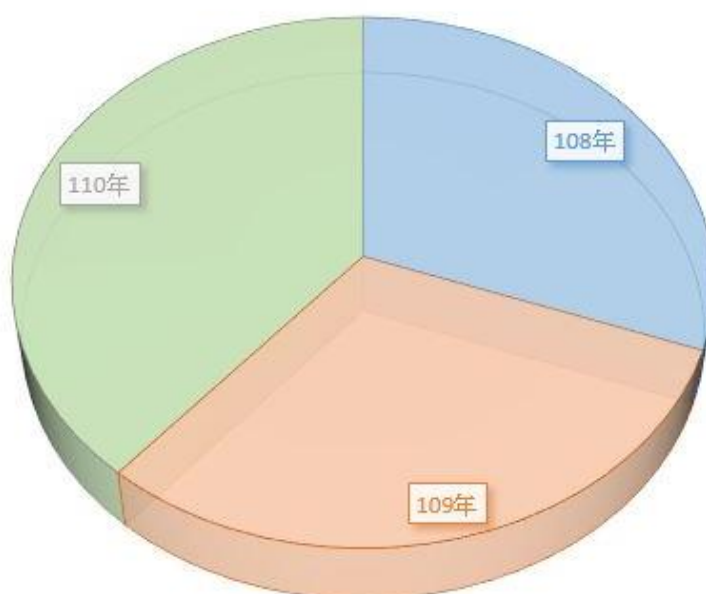


圖 4-38 108 年-110 年太湖個體數比

資料來源：本研究製作

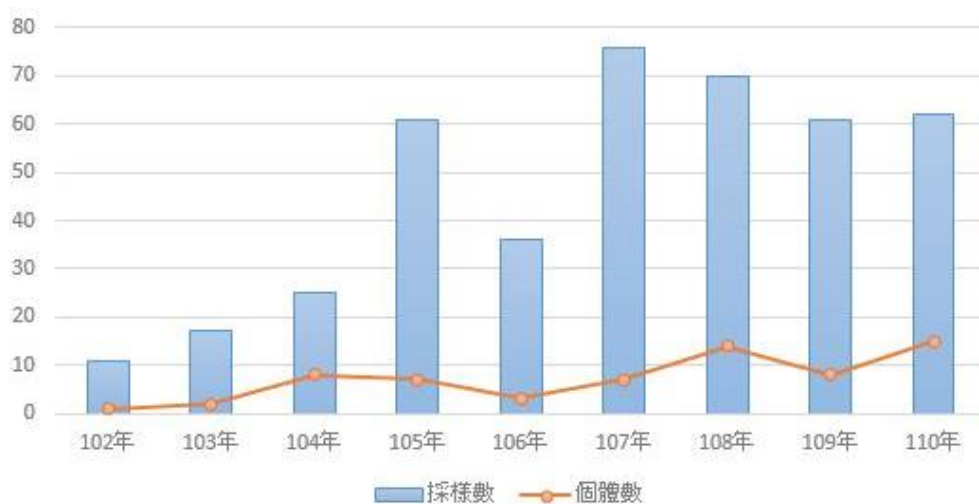


圖 4-39 102 年-110 年太湖採樣及個體數比較

資料來源：本研究製作

表 4-9 108 年-110 年水獺個體在太湖地區組成比較

年份	採樣數	個體數	公	母	新	舊
108 年	83	15	11	4	13	2
109 年	81	15	8	7	9	6
110 年	63	16	10	6	12	4

資料來源：本研究製作

第五節 水獺保育整合規劃

一、水獺救傷個體鑑定

110 年 3 月金沙水庫一隻亞成公水獺遭路殺，經過鑑定為一隻未鑑定過之水獺（編號，KC-33 詳閱附錄六）。同年 10 月在太湖路三段一隻成體公水獺發生路殺，經過鑑定為一隻在 110 年 1 月採樣過其排遺標本的年輕個體，在本研究的資料庫中編號為 KC-L21M21。11 月環島北路一隻成體公水獺，發生路殺，已經採樣到組織樣本，個體新標定個體，故給予編號 KC-35。

二、會議與公民科學參與

110 年度本團隊亦積極參與各項會議及公民科學講座(表 4-7)，除了吸收各方專家的建議也將團隊的研究結果與相關單位分享、連結達到改善水獺棲地和增進其族群多樣性及個體最佳方案。也將觀念科普化，與之傳達大於大眾，將與民眾們一起為保育盡一份力。

表 4-10 會議與公民科學參與

活動日期	活動地點	活動名稱	主辦單位
110.02.26-28	線上會議	第一屆 EOW 歐亞水獺	IUCN
	(主辦國克羅埃西亞)	保育工作坊	水獺專家群
110.05.04-05	林務局	瀕危野生動物保育行動	林務局
		研討會	
110.05.26	線上會議	世界水獺	International Otter
	(主辦國英國)	水獺日工作坊	Survival Fund

資料來源：本研究製作

第五章 結論與建議

第一節 結論

本年度採樣調查發現海邊樣點的排遺數量較往年穩定，推論今年水獺往海邊活動較為頻繁，然如內文提及，雖然歐亞水獺可以取用海洋的食物資源，也可以在海邊活動，但需要有淡水洗去身體的鹽分。本年度個體調查指出寒舍花海邊活動的個體會在山后池塘出現，如編號 370，在 108 年曾在烈嶼出現過，去年 109 年在寒舍花也採集到樣本，而今年 110 在山西水庫(環保公園)也有採到該個體的排遺樣本，說明淡水環境對於歐亞水獺的還是具有其獨特的重要性。

整合金門各水域棲地在這三年間的環境紀錄照片，可知棲地環境改變甚大，共通的點都為水位低下，部分湖庫湖底裸露乾裂。連通水路的暢通與維護相當重要，若地貌改變附近河道都維持聯通並有水，水獺極大可能還在附近水域活動，尋找適合的有食物資源的水體。但近幾次的調查發現太湖周圍水系都逐漸陸地化，從太湖為中心點，往下游的黃龍潭、白龍溪，一路到出海的 82 據點都還算暢通，都還有水獺活動的痕跡。反倒是往上游的山外溪、映碧潭一路往上到太武山，各主要水域之間的連結已逐漸陸地化，極有可能造成阻礙太武山區水獺進入太湖，水獺若要擴張領域，則誤闖馬路被路殺的機率將會提高。

山后地區為內陸風水池棲地的代表，109 年調查至今年 7 月以前皆穩定有水，食物資源也不曾匱乏，為編號 267(母獺)穩定棲息活動的地方。自 108 年以來編號 267 每年在山后皆有帶幼獸的紀錄，但今年 7 月時水位低下，未在山后發現排遺，可能暫時放棄了此棲地。

幸而今年 10 月間的調查，山后風水池水位已恢復，雖未發現到水獺排遺，但根據金門縣政府的研究團隊透過紅外線攝影機仍有紀錄到水獺出現的身影，期

待池內的食物資源自然回復之後就可以看見以前母獺帶小獺覓食的光景。

金門聚落內的風水池地點相當多，如洋山、何厝、劉澳和歐厝等地。在 109 年的調查洋山的風水池都還有水，今年調查都已經乾涸，在水獺排遺採集上也沒有收獲。整體而言，聚落風水池的水獺探訪頻度有明顯的下降趨勢。

歐亞水獺的族群角色可區分為單身公水獺、單身母水獺、育幼母子對和繁殖配對。而基本上半水生的水獺離不開有水源的棲地，以往在金門的研究得知在水源且食物資源較穩定的地方比較容易出現穩定的母子對棲息，從 108 年到 110 年棲地狀況比較得知，即便主要湖庫乾枯缺水，只要通往其他湖庫或是水塘甚至是海邊的河道是暢通的，水獺還是會在附近活動，待水量恢復穩定後還是有機會回到原棲地棲息。研究也發現若是剛疏濬、剛整頓好的溪流或是湖庫內若沒有食物資源也會成為水獺不拜訪當地的原因之一，但食物資源會隨著水源的注入慢慢地回覆。目前各湖庫棲地雖普遍受乾旱影響而水獺族群有所變動，建議可以持續疏通湖庫與上、下游的河道連通，維護棲地的連通性以利水獺在不同棲地間的移動，再觀察湖庫環境恢復後水獺族群回復的狀態。

第二節 建議事項

主要建議事項

立即可行建議

建議一 友善動物們的夜間觀察

主辦機關：金門縣政府

協辦機關：臺北市立動物園

本研究團隊野外觀察首選在太湖，除了目擊率高且也是友善水獺觀察者的地方。為確保中正公園內裡的行人與水獺的安全在 109 年末增設了限制車輛進出的設施，政府單位架設適量的照明設備也使當地活動更為便利及安全，太湖的水獺也對於路燈和當地人們的活動習以為常。

近年生態旅遊風氣盛行，愛好大自然的民眾亦會前來太湖尋找水獺，為求方便觀察或欲拍攝清晰的照片者會利用強力的手電筒或探照燈進行水獺搜尋，進而造成人為干擾，已經在社群媒體發現有熱心民眾會在網路上加強勸導，希望相關單位可在太湖人行步道入口處立牌告知民眾如何更友善觀察水獺。

建議二 加強用路安全及遵守速限勸導

主辦機關：金門縣政府

協辦機關：金門國家公園、臺北市立動物園

110 年路殺共三筆，分別在 3 月、10 月和 11 月，而 10 月在太湖路三段的中正公園附近和 11 月環島北路三段的路殺事件前後時間不到一個月。根據本研究的調查，清淤期間造成的棲地干擾及破碎化使得要回到原棲地的水獺筆必須繞路而行，然這樣容易造成不熟習路況的水獺易被路殺。若工程是不可避免的，則應該加強勸導宣導用路人注意行車速限，特別是在水獺與人類活動高度重疊的區域，如太湖路、環島北路、瓊徑路以及高陽路等路段。

建議三 綜合整理親緣譜系與微棲地地理資訊，完成水獺族群擴張模擬

主辦機關：臺北市立動物園

協辦機關：金門國家公園管理處

109 年起本計畫陸續建構各棲地的水獺族群譜系，建立親子配對和繁殖配對的個體連結，並記錄著各個樣點的棲地環境變化。在未來記錄到的個體中描繪出族群擴張的路線，檢視擴張個體的共通性，嘗試在這些擴張個體中看見延展領地的方向性，對於未來再引入或野放個體挑選完善的規劃及尋找更為友善的棲地。

附錄一 110 年度期中審查會議紀錄

審查意見	受託單位回覆情形
本處綜合意見	
1.金門水獺年齡結構是否健康?	目前每 1 季的年齡結構呈現健康的正金字塔型，而陸續會將近幾年的個體結合起來，並將溢出的個體加入討論，呈現更完整的數據。
2.因受疫情影響臺金航班減班，是否影響今年的調查?	原本排定的行程未能如期前往，但本調查以季為單位進行每季 1 次調查，後續夏、秋季調查將會儘速安排採樣行程。
3.自 102 年國立臺灣大學研究團隊調查至今，有關水獺調查已經有很長一段時間，到目前為止到調查到年齡最長的水獺為幾年？	編號 143，104 年 07 月 至今已有 6 年，且 110 年 01 月採樣還有樣本出現；而編號 107，自 102 年 4 月至 108 年 11 月有陸續出現，年齡推估有 7 歲，但 109 年未發現排遺。
4.去年乾旱影響水獺棲息空間，造成內陸水路有所中斷水獺移動不易，這樣的狀況需要如何改善？流浪犬、貓有攻擊水獺的可能，因為缺水水獺缺乏躲避的空間，這將如何減少流浪動物對於野生動物的迫害	依目前調查顯示有些水獺往海邊活動較多，推估為內陸水路不相連通，使水獺移動不易。若可以將棲地乾和狀況逐漸改善，水獺躲避的路線更完善。而有關流浪動物對水獺的影響，除了野狗野貓的 TNR 計畫，環境教育宣導也是重要的措施。
5.本處保育研究課於今(110)年 1 月 27-28 日及 4 月 8 日分別於雙鯉湖周邊及黃龍潭採集水獺排遺 10 件，期受託單位於年底可分析出其親源譜系	貴處協助加強採樣共 10 件分別在黃龍潭 2 件，雙鯉湖 8 件，6 件樣本分析出個體，其中 1 隻個體重複，所以為 5 隻個體。編號 334 為 108 年 3 月就發現的雄性個體。親緣表還未找到其相關個體。編號 L07F20 也是去(109)年 4 月在雙鯉湖發現的新個體。109 年期末報告呈現其雙親-309(107 年 02 月公)/276(105 年 08 月，母)，手足為 109 年 05 月路殺的 KC-31。編號 L21M21 為黃龍潭的公的新個體，與本團隊 1 月採樣重複。編號 L43M21 為雙鯉湖的公的新個體，與團隊 4 月採樣有重複。編號 L44M21 為黃龍潭的公的新個體。以上新個體親緣關係還在分析當中。

6.本處自 108 年委託金門縣野生動物救援季保育協會辦理「金門國家公園鳥類救傷暨資料分析計畫」，受託但未請該協會協助蒐集傷鳥羽毛，以分析水獺食性，是否有獲得初步資料？	羽毛為分析水獺食性所做的食性資料庫，金門有當地特殊鳥種，為更準確的分析其食性，故建立特有的鳥類 DNA 資料庫，俾利食性分析的比對。在東海大學袁守立博士的影像紀錄中，亦發現有捕食小白鷺，故建立鳥類資料庫更能完整食性分析。
7.去年調查月份為 1.4.6.9 月，今年因疫情影響 6 月無法來金調查，7 月份是否如期調查？後續調查時程為何？	本團隊以季為單位進行每季 1 次調查，還是會盡量在當季完成該季的調查，後續夏季及秋季預定 8 月及 10 月來金進行調查。
8.本年度以 GIS 地理資訊分析模組，分析金門水獺個體棲地利用的行為模式等 3 項工作項目，均須待整年數據統計始可分析，請注意調查及結案期程。	謝謝提醒，疫情緩解之後會斟酌時間盡快進行調查，並掌握調查期程及結案時間。

附錄二 110 年度期末審查會議紀錄

審查意見	受託單位回覆情形
本處綜合意見	
1.受託單位於烈嶼島目前僅在習山湖有採集到排遺，根據其他調查單位在陵水湖有監視攝影機拍到水獺，請受託單位未來加強該區的採集調查。	烈嶼全島湖庫皆有調查樣點，今年秋季調查時僅有在清遠湖附近觀察到舊排遺。另有在地民眾協助加強住家附近水域的排遺巡查，並於陵水湖採集 3 管排遺樣本，目前已在實驗室中分析，分析結果將納入成果報告。
2.本次期末報告有關親緣譜系因 DNA 尚在分析中，無法呈現，請於成果報告納入 2 年的親緣譜系圖。明(111)年為最後一年調查，請受託單位掌握排遺採集時程及實驗分析時效，期於期末報告時呈現所有調查結果。	本研究團隊為接續國立臺灣大學水獺相關研究，因 107 年以前的數據尚未完整呈現，故水獺的微衛星資訊、個體資訊和親緣譜系皆有異動，但今年仍在成果報告中加入秋季調查數據，以完整近兩年的個體資訊和譜系。明（111）年期末報告將整合 107 年以前調查資訊，完整呈現自 102 年起調查的個體資訊及水獺族群的親緣譜系。
3.本年度 3 筆路殺個體均為雄性個體，在路殺統計或是水獺習性上，雄性個體是否較易遭受路殺，請於報告書中補充說明	本研究團隊觀察野生歐亞水獺行為，母獺較會定居在固定的區域，確保佔有的領地有穩定的食物資源和水源，推估育幼成功機率較高。而公水獺相較於母獺會往原繁殖地以外的地方移動，以拓展其領地—尋找食物資源及繁殖配對，因此相較母獺路殺的機率較高。成果報告書將會納入歷年路殺個體公、母比例及標示是否為歷年排遺調查的樣本個體。
4.受託單位推測金門年輕的水獺個體有溢出情形，目前是否有蒐集到大陸東南沿海地區的水獺排遺？以證實此推論(報告書第 5-6 頁)。	因疫情的關係未能到大陸進行調查，因此以電子通訊的方式與大陸的學者保持聯繫，近期大陸學者的發現在舟山群島海上觀察到一群水獺的活動，因為未能取得排遺樣本，所以無法確認是否為金門溢出個體。與福州在地學者合作，協助採集福州沿岸水獺排遺樣本，確認並非為金門的族群。目前金門溢出個體擴散路線及其棲地選擇待更多得資訊方可確認。

5.烈嶼在西湖和中墩地區皆有民眾或是其他調查團隊的攝影機觀察到水獺的蹤跡，為何受託單位的數據與影像紀錄不相符，是否為採樣地點選擇不當？	微衛星實驗需新鮮排遺樣本才能有效分析個體，雖研究團隊於烈嶼地區有發現舊排遺，但排遺品質仍無法進行後續的個體實驗分析。而 109 年的排遺樣本指出，烈嶼的公個體已在同年於金門本島採到相對應的個體排遺，推測應是烈嶼當地未能有繁殖配對個體，故個體相較金門本島不容易被留下。烈嶼的環境友善且適合水獺，未來如果有野放個體可評估引入母獺為優先，烈嶼或許會有較穩定的水獺族群。
--	--

附錄三 109 和 110 年度工作進度

工作內容	109年												110年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水獺排遺收集																								
水獺排遺分析																								
金門水獺族譜分析																								
金門水獺GIS地理資訊模組分析																								
資料分析報告撰寫																								
報告進度		期初報告				期中報告					期末報告	成果報告		期初報告				期中報告					期末報告	成果報告
累計工作進度(%)	4	8	12	15	20	25	27	32	38	42	47	50	53	55	61	69	73	75	78	81	84	92	95	100

*紅色表示已完成進度

附錄四 野外採集工具列表

器材：

- 手持式 GPS
- 手機
- 手電筒
- 5ml 冷凍小管(以乾淨的滴管將 4ml 無水酒精裝入每一支冷凍小管中。)
- 無水酒精
- 奇異筆或抗酒精筆
- 夾鏈袋
- 保冷箱
- 冷劑或冰塊(將冷劑或冰塊裝入保冷箱)

附錄五 序列引子列表

基因座 名稱	重複單元	引子序列(5'-3')	Ho*	基因座大小 (鹼基對數)	對偶 基因數	Genebank accession no.
Lut 701	(GATA) ₁₁ GAA(GATA) ₂ GAA(GATA) ₄	F GGAAACTGTTAAAGGAGCTCACC R CAGTGTTTCATAAGGATGCTCCTAC	0.57	192-208	5	Y16302
Lut 715	(GATA) ₆ GAT(GATA) ₇ GAT(GATA) ₅	F TTCACAATAGCCAAGATATGGAC R TGGCATAATATCCTTTCTCATGG	0.52	197-217	6	Y16303
Lut 717	(GATA) ₁₂	F TGTTCCTTCAGAGTCCTGTG R GTCAGGCATTGTAACATATTCTCAG	0.61	175-203	6	Y16304
Lut 733	(GATA) ₄ GAT(GATA) ₁₂	F GATCTCATTTTAAATGTTCTTACCAC R TGGTTCTCTTGCAGGATCTG	0.56	164-192	5	Y16293
Lut 782	(GATA) ₆ GAT(GATA) ₁₀	F GAGATATCACTAAGCAATACACGATG R ACAAAGACTGAGCAAAACAAGC	0.47	161-197	6	Y16294
Lut 832	(GATA) ₁₁	F TGATACTTTCTACCCAGGTGTC R TCCTTAGCATTATCTTATTTACCAC	0.44	178-198	6	Y16296
Lut 833	(GATA) ₁₅	F CAAATATCCTTTGGACAGTCAG R GAAGTTATCTAATTTGGCAGTGG	0.59	155-183	8	Y16292
04OT04	(GAAA) ₁₆	F AACTCTGACTCTGGGTGGAGGTGTT R GCCTGGGAGGCAGCATGATTAGT	0.586	178-210	5	AY786984

基因座 名稱	重複單元	引子序列(5'-3')	Ho*	基因座大小 (鹼基對數)	對偶基 因數	Genebank accession no.
04OT05	(GAAA) ₁₄	F TGGAGAAAAGCATTATCTTACTG R ATTCAGGGAGGCAGGAGAGC	0.828	165-191	4	AY786985
04OT07	(GAAA) ₁₂ GAAGG(GAAA) ₉	F CACAGTGAAGGGTGACCAGATCACC R CCACCTCATCCCAAATGATCCTCT	0.621	182-200	4	AY786986
04OT14	(GAAA) ₁₃	F GGTCCAAGTCCAAGCCTGCCT R TTCATATTCTTCAGGTGAATCCCAT	0.621	123-139	5	AY786987
04OT22	(GAAA) ₁₆	F CTATCTGACCATTGTCCCATGA R ACCCATGTAGGGTGCCATGCT	0.586	149-157	3	AY786990

*Ho (observed heterozygosity)：觀察所得異型合子率，亦為異型合子在此基因座中所佔比例，某種程度反映此基因座的遺傳多型性。

資料來源:本計畫整理製作

附錄六 110 年第一季調查照片



圖一 蘭湖採樣照



圖二 前埔溪採樣



圖三 咕力岸碉堡發現排遺



圖四 乾涸的古崗湖



圖五 金溪橋現況



圖六 充滿水獺腳印的海邊

附錄七 110 年第二季調查照片



圖一 寒舍花採樣照



圖二 蘭湖排遺採樣



圖三 植物園尋找排遺



圖四 乾涸的雙鯉湖



圖五 太湖現況



圖六 金沙水庫水獺背影

附錄八 110 年第三季調查照片

	
圖一 金門植物園河道已佈滿雜草	圖二 田浦水庫旁的河道已被雜草佈滿
	
圖三 映碧潭上游河道已堵塞	圖四 寒舍花採樣工作照
	
圖五 古崗湖部分已蓋滿了雜草	圖六 咕力岸遇見水獺

附錄九 110 年第四季調查照片



圖一、金門植物園佈滿草的河道有水



圖二、清晨的金湖水庫工作照



圖三、古崗湖清淤工程



圖四、斗門溪的採樣工作照



圖五、蘭湖水位高漲且穩定



圖六、農試所的垃圾上充滿了水獺排遺

附錄十 110 年 3 月路殺屍檢報告

案件編號 W110-0971

		行政院農業委員會家畜衛生試驗所 疫學研究組動物疾病診斷中心 Animal Diseases Diagnostic Center, Epidemiology Division Animal Health Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan		地址：新北市淡水區中正路 376 號 電話：02-26212111 轉 513 傳真：02-26267774 電郵：ywchen@mail.nvri.gov.tw	
		病例報告書 Case Report			
案件編號： W110-0971		收件日期： 110/03/29			
送檢單位： 金門縣政府		畜主： 無		拾獲地點： 金門縣金沙水庫	
動物別： 水獺		品種： 歐亞水獺		性別： 公	
檢體種類/數量： 全屍/1 隻		年齡： 亞成年		死活： 死	
送檢聯絡人： 鄭向廷		電話： 082-318823#62361		E-mail： _____	
一、病歷： 畜種：歐亞水獺(亞成體-雄性) 體重：4.95KG 身長：99.5CM 死亡數量：1 隻 臨床症狀：■其他 發現死亡地點：金沙水庫 24.493589,118.403088 病例編號：D110013 死亡日期/時間：110.03.26 PM20:50 民眾通報 肉眼病變：死亡、外觀無明顯外傷、X 光片也無明顯骨折跡象 檢送動物：■死亡 1 隻 檢測項目：■組織病理、■病毒、■細菌、■寄生蟲、■毒物					
二、外觀檢查及剖檢肉眼病變： 1. 體型：體重 4.95 公斤，吻肛長 64 公分、尾長 39 公分，體態中等，Body condition score (BCS)=3/5。 2. 外觀檢查：軀幹、四肢及腳掌皆無明顯外傷，下頷部局部脫毛及皮膚潮紅。眼瞼結膜及口腔黏膜蒼白。全口牙齒潔白、無明顯磨損或結石。 3. 肉眼病變： (1) 皮下及內臟脂肪豐富、肌肉量充足，營養狀況良好。 (2) 後腹近左側鼠蹊區域皮下脂肪層及體壁肌肉出血(面積約 6 cm x 4 cm)，體壁肌肉局部撕裂伴隨出血、水腫及氣腫，該區域對應之皮膚無明顯外傷。 (3) 胸腔大量暗紅色積液(大於 30 毫升)及凝血塊。肺臟左前葉局部破裂，肺臟及胸腺					

多發出血，氣管及支氣管內大量泡沫樣液體。

- (4) 右心室輕微擴張、左心室肥厚及心腔狹窄，瓣膜及腱索無明顯異常。
- (5) 肝臟輕微腫大，肝葉多處有裂隙，膽囊內無膽汁。
- (6) 胃內充滿大量已消化之魚骨、魚肉及魚鱗，胃賁門處破裂，胃內容物掉落於腹腔。
- (7) 脾臟輕微腫大，切面可見明顯淋巴濾泡。
- (8) 腸繫膜淋巴結輕微腫大。

三、組織病理學檢查：

切片編號 2021-0106

1. 左鼠蹊部骨骼肌：局部廣泛性區域骨骼肌纖維溶解及大量紅血球浸潤。腹部之單一骨骼肌細胞內可見肉孢子蟲屬寄生蟲囊體(*Sarcocystis* sp. cyst)，囊體壁薄、呈長橢圓形至梭狀，大小約 130 x 50 μ m。
2. 肺臟：多發局部區域可見肺泡腔內大量紅血球蓄積；部分肺泡壁塌陷、肺泡破裂及融合(肺氣腫)。
3. 脾臟：成熟淋巴濾泡數量多且體積大，濾泡中心可見中等至多量紅血球浸潤，部分區域可見少量巨核細胞(megakaryocytes)。
4. 胸腺：多發局部區域可見少量紅血球浸潤。
5. 膽囊：黏膜層顯著增厚，黏膜上皮囊性增生(cystic hyperplasia)，膽囊腔內物質經PAS染色皆呈陰性，為大量脫落之上皮細胞，黏液性物質少。
6. 其餘臟器包含大小腦、心臟、肝臟、腎臟、膀胱、腎上腺、胃腸道、腸繫膜淋巴結、胰臟、舌頭、唾液腺、睪丸、眼球、皮膚、下頷及鼠蹊淋巴結：無明顯異常。

四、病理形態學診斷：

1. 左側鼠蹊部及其鄰近區域：皮下及肌肉出血，局部廣泛性，急性，嚴重，伴隨少量骨骼肌細胞內肉孢子蟲屬寄生蟲囊體
(Lt. inguinal and surrounding area: subcutaneous and muscular hemorrhage, locally-extensive, acute, severe with a small number of intramuscular *Sarcocystis* sp. cyst)
2. 肺臟：出血，多發局部性，急性，嚴重，伴隨肺氣腫
(Lung: hemorrhage, multifocal, acute, severe with emphysema)
3. 脾臟：淋巴濾泡內出血，多發局部性，中等
(Spleen: intrafollicular hemorrhage, multifocal, moderate)

案件編號 W110-0971

4. 胸腺：出血，多發局部性，輕微

(Thymus : hemorrhage, multifocal, mild)

5. 膽囊：上皮囊性增生

(Gallbladder : epithelial cystic hyperplasia)

五、微生物學檢驗結果：

(一) 病毒檢測

1. PCR/ RT-PCR/nested PCR :

(1) 腺病毒(*Adenovirus*)陽性。

(2) 冠狀病毒(*Coronavirus*)、犬瘟熱病毒(*Canine distemper virus*)、鯨豚麻疹病毒(*Cetacean morbillivirus*)、海獺小病毒(*Sea otter parvovirus*)皆為陰性。

2. 腦組織FAT檢測：狂犬病病毒(*Rabies virus*)陰性。

3. 病毒分離：口拭及肛拭檢體進行2次細胞株盲目繼代，結果皆為陰性。

(二) 寄生蟲檢測

糞便浮游法鏡檢：未檢出寄生蟲蟲卵。

(三) 細菌學檢測

直腸：經增菌，*Salmonella* sp.分離為陰性。

六、農藥檢測

採樣胃內容物進行有機磷類及氨基甲酸鹽類農藥檢測，結果皆為陰性。

備註：

1. 本病例直接致死原因為嚴重胸腔出血，推測為外力撞擊導致胸腔大型血管破裂，並造成肺臟及胸腺多發出血。部分腹腔臟器(肝臟及胃)雖有破裂，但未於腹腔發現明顯出血，胃內容物掉出亦無引起腹膜炎，較可能為動物因胸腔創傷倒地，瀕死或已死亡時再受碰撞所致。
2. 後腹近左側鼠蹊區域皮下及體壁肌肉出血，成因可能為外力撞擊或遭小型動物咬傷，例如蛇咬造成之牙齒穿刺傷極小，加上組織腫脹，則不易於體表皮膚檢出咬痕。
3. 本病例心臟外觀雖呈現左心室增厚、右心室輕微擴張，但未見左、右心衰竭相關病變，如左心衰竭多可見肺臟鬱血、水腫及肺泡內心衰竭細胞(heart failure cells)；右心衰竭常見肝臟鬱血及腹水等病變，本病例心肌細胞之組織病理學檢查亦無明顯異常，推測左心室增厚為動物死前心臟強力收縮造成，不具病理診斷意義。
4. 本病例於脾臟、腎臟及小腸以 nested PCR 可檢出腺病毒(*Adenovirus*)核酸，與 NCBI 基

參考文獻

- 李玲玲、林宜靜。1994。金門地區自然資源基礎調查與保育方針之研究－野生動物資源。國家公園學報 5(1): 1-20。
- 李玲玲、洪志銘、黃傳景。2005b。金門前埔溪流域歐亞水獺現況與保育規劃之研究。金門縣政府九十三年度委託研究計劃成果報告書。
- 李玲玲、洪志銘。2015。金門水獺分布變遷與族群生態研究(3)。金門國家管理處委託研究報告。
- 李玲玲、莊西進。2000。金門水獺族群調查之研究。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。
- 李玲玲。1996a。金門地區水獺之分布與現況。「金門國家公園及鄰近水域動物資源之調查、研究應用研討會」論文集。金門國家公園管理處。1-5 頁。
- 李玲玲。1996b。哺乳動物調查方法。「金門國家公園及鄰近水域動物資源之調查、研究應用研討會」論文集。金門國家公園管理處。7-10 頁。
- 李玲玲。1997a。金門地區水獺現況與保育。「野生動物保育教育與經營管理研討會」論文集。中華民國國家公園學會。245-251 頁。
- 李玲玲。1997b。金門近海地區哺乳動物調查研究。金門國家公園管理處。
- 李玲玲。2005。水獺族群生態研究。臺北市立動物園 95 年度動物認養計畫成果報告。
- 李玲玲。2013。金門水獺分布變遷與族群生態研究(1)。金門國家管理處委託研究報告。
- 李玲玲。2014。金門水獺分布變遷與族群生態研究(2)。金門國家管理處委託研究報告。

胡正恆、趙國容、宋國彰。2018。多年自動相機調查比較南北臺灣二處低地森林的食蟹獾行為。

范震華、林宗以、張書德、楊書懿、翁國精。2014。台灣水鹿(*Rusa unicolor swinhoii*)族群密度估算方法評估。台灣生物多樣性研究。

陳兼善、于名振。1984。台灣脊椎動物誌(下冊)。台灣商務印書館，633 頁。

陳擎霞、李玲玲。2003。金門哺乳動物相調查。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。

黃美秀、林冠甫、何冠助。2010。玉山國家公園台灣黑熊族群生態及遺傳。

黃傳景。2005。利用排遺 DNA 標定法探討金門地區水獺之族群遺傳結構與雌雄播遷模式之差異。國立台灣大學生態學與演化生物研究所碩士論文。

黃傳景 2004。金門水獺微衛星選殖。金門國家公園管理處委託報告。

Chih-Ming Hung, Shou-Hsien Li, Ling-Ling Lee 2004. Faecal DNA typing to determine the abundance and spatial organisation of otters along 2 stream systems in Kinmen.

John F. Dallas, David N. Carss, Freda Marshall¹, Klaus-Peter Koepfli, Hans Kruuk, Stuart B. Piertney¹ & Philip J. Bacon² 2001. Sex identification of the Eurasian otter *Lutra lutra* by PCR typing of spraints.

Delibes-Mateos, M., M. C. Blázquez, F. Blanco-Garrido, J. Sánchez, A. Segura, and M. Delibes. 2014. Sprainting sites and feeding habits of the otter (*Lutra lutra*) in the Douro River estuary, Portugal. *Galemys*, Spanish Journal of Mammalogy **22**:91-95.

Erlinge, S. 1972. Interspecific Relations between Otter *Lutra Lutra* and Mink

Mustella Vison in Sweden.

- Gagne, R. B., M. T. Tinker, K. D. Gustafson, K. Ralls, S. Larson, L. M. Tarjan, M. A. Miller, and H. B. Ernest. 2018. Measures of effective population size in sea otters reveal special considerations for wide-ranging species. *Evol Appl* **11**:1779-1790.
- García-Díaz, P., V. Arévalo, R. Vicente, and M. Lizana. 2013. The impact of the American mink (*Neovison vison*) on native vertebrates in mountainous streams in Central Spain. *European Journal of Wildlife Research* **59**:823-831.
- Geboes, A.-L., R. Rosoux, C. Lemarchand, E. Hansen, and R. Libois. 2016. Genetic diversity and population structure of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in France. *Mammal Research* **61**:121-129.
- Groenendijk, J., F. Hajek, P. J. Johnson, D. W. Macdonald, J. Calvimontes, E. Staib, and C. Schenck. 2014. Demography of the giant otter (*Pteronura brasiliensis*) in Manu National Park, south-eastern Peru: implications for conservation. *PLoS One* **9**:e106202.
- Hájková, P., B. Zemanová, K. Roche, and B. Hájek. 2008. An evaluation of field and noninvasive genetic methods for estimating Eurasian otter population size. *Conservation Genetics* **10**:1667-1681.
- Honnen, A.-C., A. Roos, T. Stjernberg, and F. E. Zachos. 2015. Genetic analysis of Eurasian otters (*Lutra lutra*) reveals high admixture in Finland and pronounced differentiation in Sweden. *Mammalian Biology* **80**:47-53.
- Huang, C.-C., Y.-C. Hsu, L.-L. Lee, and S.-H. Li. 2005. Isolation and

- characterization of tetramicrosatellite DNA markers in the Eurasian otter (*Lutra lutra*). *Molecular Ecology Notes* **5**:314-316.
- Jameson, S. F. P. a. R. J. 1984. Early behavioral development of the sea otter.
- Kean, E. F., E. A. Chadwick, and C. T. Müller. 2015. Scent signals individual identity and country of origin in otters. *Mammalian Biology* **80**:99-105.
- Kidd, A. G., J. Bowman, D. Lesbarreres, and A. I. Schulte-Hostedde. 2009. Hybridization between escaped domestic and wild American mink (*Neovison vison*). *Mol Ecol* **18**:1175-1186.
- Martin, E. A., M. Heurich, J. Müller, L. Bufka, O. Bubliy, and J. Fickel. 2017. Genetic variability and size estimates of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) population in the Bohemian Forest Ecosystem. *Mammalian Biology* **86**:42-47.
- Nielsen, C. K. 2016. Modeling Population Growth and Response to Harvest for River Otters in Illinois.
- Park, C. S., and G. J. Cho. 2017. Individual identification of Eurasian otters (*Lutra lutra*) in South Korea (Sincheon River, Daegu) by microsatellite markers. *J Vet Med Sci* **79**:1064-1067.
- Pigneur, L.-M., G. Caublot, C. Fournier-Chambrillon, P. Fournier, G. Giralda-Carrera, X. Grémillet, B. Le Roux, D. Marc, F. Simonnet, N. Smitz, E. Sourp, J. Steinmetz, F. Urra-Maya, and J. R. Michaux. 2019. Current genetic admixture between relictual populations might enhance the recovery of an elusive carnivore. *Conservation Genetics* **20**:1133-1148.
- PRIGIONI, C., A. Balestrieri, S. S. Luigi Remonti, and G. PRIORE. 2006. How

many otters are there.

Sittenthaler, M., H. Bayerl, G. Unfer, R. Kuehn, and R. Parz-Gollner. 2015. Impact of fish stocking on Eurasian otter (*Lutra lutra*) densities: A case study on two salmonid streams. *Mammalian Biology* **80**:106-113.

Yoxon, P., and K. Yoxon. 2014. Estimating Otter Numbers Using Spraints: Is It Possible? *Journal of Marine Biology* **2014**:1-6.

Zalewski, A., A. Michalska-Parda, M. Bartoszewicz, M. Kozakiewicz, and M. Brzeziński. 2010. Multiple introductions determine the genetic structure of an invasive species population: American mink *Neovison vison* in Poland. *Biological Conservation* **143**:1355-1363

Barbosa, A. M., Real, R., Olivero, J., & Vargas, J. M. (2003). Otter (*Lutra lutra*) distribution modeling at two resolution scales suited to conservation planning in the Iberian Peninsula. *Biological conservation*, *114*(3), 377-387.

Bueno, F., & Bravo, C. (1998). Comentarios sobre la evolución de las poblaciones de nutria (*Lutra lutra*) en dos zonas del centro de España. *Galemys*, *10*(NE), 151-159.

Jancke, S., & Giere, P. (2011). Patterns of otter *Lutra lutra* road mortality in a landscape abundant in lakes. *European journal of wildlife research*, *57*(2), 373-381.

Juhasz, K., Lukács, B. A., Perpek, M., Nagy, S. A., & Végvári, Z. (2013). Effects of extensive fishpond management and human disturbance factors on Eurasian otter (*Lutra lutra* L. 1758) populations in Eastern Europe. *North-*

Western Journal of Zoology, 9(2), 227-238.

Levin, S. A. (1992). The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur award lecture. *Ecology*, 73(6), 1943-1967.