

金門歐亞水獺親緣譜系及族群動態 研究 (3/3)

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 111 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：PG11101-0009

金門歐亞水獺親緣譜系及族群動態 研究 (3/3)

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、郭亭萱

研究期程：中華民國 111 年 1 月至 111 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 111 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
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 具體工作項目.....	3
第三節 進度說明.....	4
第二章 文獻蒐集.....	5
第一節 我國歐亞水獺的調查歷史.....	5
第二節 早期金門歐亞水獺的族群調查研究.....	6
第三節 金門水獺的地理資訊研究.....	8
第四節 金門鄰近地區水獺分布現況.....	9
第五節 金門水獺的域外保育活動.....	11
第六節 本研究團隊近年來金門水獺調查的研究心得.....	12
第七節 金門水獺保育整體規劃.....	13
第三章 研究方法.....	15
第一節 野外採集過程及調查方法.....	15
第二節 排遺 DNA 萃取與分析.....	17
第三節 族群及親緣關係.....	20
第四節 水獺棲地利用偏好.....	21

第四章 111 年度調查研究結果	23
第一節 野外調查及樣本採集	23
第二節 DNA 萃取與個體鑑定結果	32
第三節 年度族群變動分析結果	35
第四節 水獺棲地利用偏好	39
第五節 親緣譜系資料更新	41
第五章 研究結果與討論	49
第一節 年度族群結構及個體組成	49
第二節 各地區棲地消長及族群變化趨勢	55
第三節 重要棲地及繁殖熱區的辨識	59
第四節 金門水獺族群假說	62
第五節 水獺保育整合規劃	65
第六章 結論與建議	71
第一節 結論	71
第二節 建議	73
附錄一 109 和 110 年度工作進度	77
附錄二 野外採集工具列表	79
附錄三 序列引子列表	81
附錄四 期中報告審查意見回覆辦理情形	83
附錄五 期末報告審查意見回覆辦理情形	87
參考文獻	89

表次

表 1-1 計畫執行進度表.....	4
表 3-1 排遺判定標準.....	16
表 4-1 111 年度金門地區水獺排遺採集紀錄.....	24
表 4-2 111 年度各季樣點總樣本數	31
表 4-3 111 年 DNA 萃取及鑑定概要	32
表 4-4 111 年每季調查到的個體性別及新舊比例	34
表 4-5 計畫執行期間金門水獺族群數量變化.....	36
表 5-1 計畫執行期間幾處重點棲地的年度水獺個體鑑定數量	60
表 5-2 參與會議及公民科學列表	67

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...	10
圖 3-1 111 年度調查採樣點分布位置圖	15
圖 4-1 111 年 1 月份金門旱象	27
圖 4-2 111 年 3 月在擎天水庫觀察到的異常水獺排遺	28
圖 4-3 1 月份調查水獺個體分佈圖	32
圖 4-4 3 月份調查水獺個體分佈圖	33
圖 4-5 6 月份調查水獺個體分佈圖	33
圖 4-6 9 月份調查水獺個體分佈圖	34
圖 4-7 111 年全年水獺年齡結構圖	35
圖 4-8 金沙溪水系優勢母獸之親緣譜系圖	44
圖 4-9 太湖水系族群優勢母獸之親緣譜系圖	46
圖 4-10 山后-田埔地區優勢母獸之親緣譜系圖	47
圖 4-11 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖地區優勢母獸之親緣譜系圖	48
圖 5-1 本研究調查期間超過 5 歲的金門水獺分布圖	54
圖 5-2 計畫執行期間洋山聚落儲水池水位變化	56
圖 5-3 金門水獺救傷收容流程	66

摘要

關鍵詞：金門、歐亞水獺、族群遺傳分析、生物地理資訊、個體鑑定

一、研究緣由

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，意外地保全了野外的棲地環境，成為現今華南沿海地區重要的野生動物棲地。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，金門陸續展開各項開發，當地地形地貌、植被水系皆有相當大的變動，野生動物的生存與地方開發的衝突日益明顯，導致當地的歐亞水獺族群的生存面臨巨大生存壓力。除了棲地的破壞干擾外，個體被路殺和誤捕死亡的新聞時有所聞。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提供基礎資訊。本（111）年度為第三年度，工作目標如下：

- （一） 綜整分子親緣及動物地理資訊，完成金門水獺族群擴散模式假說。
- （二） 建立金門水獺棲地利用的生態學假說，支援物種保育策略制定的生態學背景資訊。
- （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個體分析，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。今年為計劃執行最後一年，除持續進行野外調查、族群動態鑑測及個體分析外，亦整合三年累積資料，探討歐亞水獺不同個體在這段時間棲地利用的差異、各地族群結構的消長、找出水獺對於棲地利用的選擇偏好，建構金門水獺對於空間資源需求的生態假說。

三、重要發現

111 年度完成 1 月、3 月、6 月和 9 月（冬、春、夏和秋季）野外調查採樣工作，共採得 507 件新鮮排遺樣本。全數樣本已完成個體資料分析。另 109 至 111 年所有記錄個體資訊已完成彙整。連續的長期資料對於棲息在金門的水獺個體提供完整的棲地利用資訊。彙整計畫執行期間累積資訊，重要的發現與結論如下：

調整金門水獺族群動態假說—金門水獺族群應非封閉族群，個體有能力跨越海域自由出入金門。然而在鄰近地區並無發現其他穩定發展的水獺族群的前提下，推測只會有水獺個體移出金門，族群應為只出不進的半開放狀態。但也有記錄顯示有些個體可能長期離開金門後再次渡海回到金門島上棲息，具有更寬廣的生存領域，金門只是其棲地的一部分，不會時時定居於此。

金門為華南沿海地區歐亞水獺的繁殖熱點—每年的調查資料都可發現比例極高的新個體，但是這些個體絕大部分在出現一兩季後就消失於金門，不再被調查到，推測應為幼獸離乳成長後離開金門另覓棲地，不再停留於金門。這些數量眾多的外移新個體顯示金門是歐亞水獺重要的繁殖場域，也是鄰

近華南沿海地區歐亞水獺活動及繁殖的核心棲地，具有相當重要的生態功能，需要持續嚴密的保護跟關注。

金門水獺個體間親緣具有地區關聯性—透過親緣譜系的分析，金門水獺族群可依地理位置分為四個小族群，分別為東半島海岸族群、金沙溪水系族群、太湖水系族群，以及西半島地區族群等。同一個小族群內的個體相互配對進行繁殖的機率比跨地區個體來得高；而雄性個體比雌性個體有更高比例會在各個小族群地區間移動遊走，尋求更多的配對機會。

構成金門水獺族群主體的定居個體數量有限—每年的金門水獺若單就目擊次數及排遺調查數量，很容易給人族群規模持續穩定發展的印象。然而分析每年個體的留存情況後，發現個體數量扣除重複鑑定後其實總數並不多，各個的重要水獺棲地在以排遺鑑定個體後也得知數量比預料中為少。其中定居在金門的成年個體數量在年度整體出現個體的比例約只在3成左右，而這些水獺才是維繫金門繁衍族群的重要關鍵。歐亞水獺在明顯處重複排遺標定的行為容易讓人誤判水獺數量，產生棲地內水獺個體眾多的錯誤印象。

水域通道的暢通可提高棲地被水獺利用的機率—水域環境的改善必須伴隨著鄰近水路通道的暢通，才有機會讓水獺願意前來利用那些棲地。棲地的維護及改善需伴隨著周遭水域通路的整理一併考量。

乾旱時期棲地劣化干擾的效應影響金門水獺原來的族群結構—乾旱時期許多中小型棲地劣化程度嚴重，水獺被迫遷移應對。111年降雨恢復正常、各棲地逐漸恢復改善後水獺族群變動頗大，各地區的個體多有異動。族群穩定後與之前原有族群結構的差異程度將會是需要注意研究的重要資訊。

四、建議事項

建議一 將周緣溝渠清淤清理納為湖庫疏濬固定工作項目

主辦機關：金門國家公園管理處、金門縣政府、陸軍金門防衛指揮部

協辦機關：各地鄉鎮公所

今年水量充沛，各水域棲地水量多已恢復舊觀，然而不易觀察到的水溝涵管大多因長期缺水而陸化，生長於其中的植物阻礙了水獺的活動，這些包括各村落的蓄水池塘連通涵洞。本計畫執行期間金門各主管機關皆利用大片湖底露出水面的機會進行湖庫清淤深峻工程，如古崗湖、太湖、小太湖、光前溪等前後都進行了規模不等的工程施作，希望能在旱象解除後增加湖庫水體的儲水能力。建請各主管機關能將目標水體周緣溝渠水道清淤清理納為湖庫疏濬工程的固定工作項目，並積極協助所屬單位注意各水塘進排水道疏濬暢通，除能維護儲水場域的功能性外，也能協助水獺在各棲地間的活動網路暢通，維護水獺移動安全，增加棲地被利用的機會。

建議二 淡水域原生種魚類的族群補充

主辦機關：金門縣政府

協辦機關：金門國家公園管理處

魚類是歐亞水獺主要的食物，充沛可利用的魚類資源是歐亞水獺賴以存活的關鍵因素。計畫執行前兩年的旱情對於許多水域棲地中的水生動物群聚造成毀滅性的破壞，魚類死亡殆盡，但也同時一併移除了其中的外來種魚類。棲地恢復後，部分獨立水域尚無淡水魚類進駐，建議可以人為引入方式引入魚類資源，加速恢復棲地被水獺利用的可能性。而水獺對魚類的捕食不分原生種魚類還是外來種魚類，或可主動引入人工繁殖復育的原生種魚類進入該棲地，協助放大其族群規模，也同時進行原生物種的保育工作。長久下來或許極強勢的慈鯛科外來種魚

類還是會侵入到每一個水域中繁衍，但主動放大原生種魚類族群規模的操作或可協助該原生魚類在共域外來種捕食壓力過大之前及早建立足夠的族群規模，足以自行繁衍於金門水域中，生生不息。

建議三 設置金門水獺族群資料庫科普網路推廣平台

主辦機關：金門國家公園管理處

協辦機關：臺北市立動物園

本計畫三年長期的調查研究得到許多金門水獺個體活動的珍貴資料，並衍生各項族群動態的分析推論。這些資訊的最終目標當然是能夠用在制定保育策略規劃中，提供精準的參考訊息；而學術上的發表可讓國內外水獺保育工作人員能夠接收到本計畫執行的研究成果，應用在自身的保育工作上，也能增加金門水獺保育工作的國際能見度。然而，這些科學資訊與一般大眾有著相當程度的隔閡，如何將之科普化、轉化成國人能夠接受的通俗故事及語言，也應是持續進行並且完成的目標。若能建構金門水獺族群動態資訊的網路頁面，將資料庫內容科普化、公開開放國人自由瀏覽，將可讓本計畫執行成果更廣為流傳，大幅提升金門水獺保育工作的能見度，爭取民眾的支持。

建議四 加強金門歐亞水獺沿海食性生態調查

主辦機關：行政院農業委員會林務局、金門國家公園管理處、金門縣政府

協辦機關：臺北市立動物園

金門水獺面臨的生存壓力因金門的繁榮發展而持續存在著，其生態行為也仍有許多未解之處。金門水獺的族群過於集中，棲地規模太小的族群很容易在沒有其他族群可支援緩衝的情況下，一旦面臨生存危機旋即在短時間內瓦解消失。金門水獺這樣的小族群若要永續發展，在保育執行面上必須掌握能在族群面臨崩解

危機前即時警覺反應的重要原則，以便爭取尋求解決方法的關鍵時間。食物資源可能是充足完整的生存空間以外，對於野生動物最重要的生存要素之一，而金門水獺的食性研究成果目前尚不多見，特別是越來越多的個體被發現在海邊活動覓食，牠們的營養需求有無異於棲息於淡水棲地的水獺，是相當值得探究的議題。金門水獺的長期保育管理在族群動態監測外可以增加類似食性分析的生態研究規劃，更全面性的認識金門水獺的生態特性，掌握其生存基本需求資訊。

Abstract

The purpose of this project is to study the population dynamics and phylogenetic structure of the Kinmen otter. In 2022, the wild sampling was completed in January, March, June and September (winter, spring, summer and autumn), and a total of 507 fresh spraints were collected. All samples have completed individual data analysis. In addition, the information of all recorded individuals from 2020 to 2022 was compiled, and the continuous long-term data provided complete habitat use information for otter individuals living in Kinmen. The individual changes of important habitats during the three years reflect the adaptation strategies of the Kinmen otter population to the huge habitat interference within these years. The age structure of the Kinmen otter population of each year shows that most of the young newborn cubs leave Kinmen when in weaning, which shows that the Kinmen otter is not a closed population. It is possible that Kinmen should be the breeding hotspot of Eurasian otters in the southern-eastern China region. In the individual data accumulated over three years, we also found that some repeated adult individuals did not seem to have settled in Kinmen for a long time, and the recorded frequency was lower than that of other settled individuals, and they may have wandered among the surrounding habitats, suggesting that Kinmen This is only a part of the habitat that the otter population will use, and the complete range of the habitat needs to be re-investigated and confirmed.

After three years of research and investigation on population dynamics of Kinmen otter, the following conclusions were provided:

1. Modification of the dynamic hypothesis of the Kinmen otter population—the Kinmen otter population should not be considered a closed population, and

individuals have the ability to freely move into/from the Kinmen across the sea. However, on the understanding that no stable other otter populations have been found in the surrounding areas, it is speculated that only individual otters will move out of the Kinmen, showing a semi-open state that only exits but does not enter. However, there are also records showing that some individuals may have left Kinmen for a long time and crossed the sea to return to Kinmen Island to inhabit, or they may have a wider territory. In such cases, Kinmen is only a part of their habitat and will not settle here always.

2. Kinmen is a breeding center for Eurasian otters in the coastal areas of South China—a very high proportion of new individuals can be found in the annual survey data, but most of them disappear in Kinmen after one or two surveys and are no longer be found again. It is supposed that the youngs left Kinmen to find another habitat after weaning and growing up, and would no longer stay in Kinmen. These large numbers of new individuals show that Kinmen is an important breeding habitat for Eurasian otters, and also the core habitat for Eurasian otter distribution and breeding in the coastal areas of southern China. This island serves very important ecological functions and requires continuous and strict protection and attention in the future.
3. The kinship of Kinmen otter individuals has regional correlations—through the result of the hypothesis phylogenetic pedigrees, the Kinmen otter population can be divided into four small populations according to geographical location. Individuals in the same small population have a higher probability of mating with each other than individuals across regions, and males have a higher proportion than females to move between various small populations to seek more mating opportunities.

4. The number of settled individuals in Kinmen is under estimation—after analyzing the individual survival situation every year, it is found the number of individuals is less than expected after spraint samples identification. Among them, the number of adult individuals living in Kinmen accounts for only about 30% of the total annual appearance of individuals, and these otters are the key to maintaining the Kinmen reproductive population.
5. Unimpeded water routes can increase the chances of the usage of habitats—improvement of the water environment must be accompanied by unimpeded surrounding water routes, so that otters are willing to come and use those habitats. The maintenance and improvement of the habitat should be considered together with the arrangement of the surrounding water routes.
6. The disturbance occurred during the drought period 2020-2022—many small and medium-sized habitats deteriorate severely during the drought period, and the otters are forced to migrate from these ponds and lakes. After the climate returned to normal in early 2022, the habitats gradually recovered and improved. However, the otter populations changed a lot, and the individuals in each habitat changed. The change of the population structure of Kinmen otter before and after the drought period will be important information to understand the interaction of otters and habitats in Island.

Keywords: Kinmen Island, Eurasian otter, population genetic analysis, biogeographic information

第一章 緒論

第一節 研究緣起

歐亞水獺為生態系中的頂級掠食者，相對於生態系中的其他物種，歐亞水獺需要更大的領域空間、更多的食物資源及多種形態的棲地。這樣的野生動物應非常容易受到人類活動的干擾而放棄原有的棲地，然而，在人口稠密度極高的金門島上，水獺棲地卻與人類活動高度重疊，顯示有些水獺已習慣與人類共存，能忍受對相當程度的人類活動干擾。但近年來金門地區開發幅度加大，各村鎮規模拓展、道路拓寬，各項大型港灣交通、河道水泥化等建設所造成的棲地干擾、破碎化已成為常態，加上觀光業興起所帶動的交通壓力，使得金門水獺的生存面臨巨大的威脅。此外，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長期存續。

本研究案承續國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所研究團隊運用的個體排遺鑑定技術與研究基礎進行金門水獺族群調查監測。執行方式為每季進行一次野外調查，收取新鮮排遺樣本進行個體鑑定及遺傳分析。透過本計畫執行多年的累積資訊，才得以對金門歐亞水獺的族群結構才得有比較完整的認識；而其與鄰近地區殘存族群的親緣關係也有了基本的瞭解與討論，後續在親緣譜系架構、族群移動動態、新生個體特擴散模式和棲地空間利用等研究方向才能有初步的討論及假說。整合三年整體資料為本年度重點目標，工作執行項目如下：

- (一) 綜整分子親緣及動物地理資訊，完成金門水獺族群擴散模式模擬。
- (二) 建立金門水獺棲地利用的生態學假說，支援物種保育策略制定的生態學背景資訊。

- (三) 執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。規劃檢驗 500 件排遺樣本，以監測年度族群動態及擴增譜系資料庫內容。

第二節 具體工作項目

基於 109、110 年的調查結果，111 年工作執行重點如下：

- 一、 每季一次野外調查及樣本採集，蒐集個體排遺進行 DNA 定序分析，實地走訪金門各水獺棲地利用現況，了解目前歐亞水獺在金門的族群及個體狀況。
- 二、 持續在原來穩定有鑑定出個體的樣點跨季重複採樣，評估個體移動動態，並提供族群規模估算的參考依據，藉此找出水獺活動熱點，在其樣點棲地營造改善、增設友善水獺之設施等面向給予意見。
- 三、 建立個體資料庫，透過整理、分析往年數據，檢討出更具全島代表性的採樣點規劃。新採獲排遺完成個體數鑑定判讀後，在資料庫中與往年個體資料進行比較。
- 四、 比較 109-111 三年間金門水獺族群基礎資料，分析各樣本族群消長狀態，比較各棲地水獺族群對於環境變化的適應方式及恢復能力。

第三節 進度說明

111 年度依據工作目標已完成進度 (表 1-1)

- 一、已完成 1 月、3 月、6 月及 9 月樣本採集。
- 二、已完成 1 月、3 月、6 月及 9 月樣本萃取。
- 三、已完成 1 月、3 月、6 月及 9 月樣本分析。
- 四、完成期初報告、期中報告及期末報告。

表 1-1 計畫執行進度表

工作內容	111 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	15%	20%	35%	40%	40%	50%	65%	75%	85%	90%	95%	100%

資料來源：本研究自製

第二章 文獻蒐集

第一節 我國歐亞水獺的調查歷史

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）。現今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。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）。李（2015）透過彙整相關文獻、進行問卷調查及訪談行政院農業委員會林務局、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；新進人員則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。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。

行政院農業委員會特有生物研究保育中心於 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（張等，2019）。107 年臺北市立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。目前國內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「2017 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）。

第二節 早期金門歐亞水獺的族群調查研究

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汙染的問題日益嚴重，水域棲地間因開發、道路、缺水、陸化等因素而被阻隔，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）。民國 92 年陳與李（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（36/44）仍可發現水獺活動所遺留的排遺。但是民國 102 年在同樣的地點調查僅在 30 處發現水獺活動痕跡，特別是金門西部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市立動物園收容。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，非常容易受到人類活動干擾而放棄原有棲地，特別是育幼中的母獸，可能會因為人為干擾而棄巢。計畫執行期間各種規模的道路施工、河川整治、水域疏濬工程對水獺的干擾陸續進行，在一些干擾較小的工程場域中可發現水獺排遺樣本，應為其通過工地往來休息棲地及覓食時所留下，可推測歐亞水獺對於人類活動有一定的忍受程度。縱使如此，還是必須避免對水

獺核心活動區域如巢位、育幼熱點等直接破壞干擾，並且確保水域環境及水系間通道的暢通，且任何時間點都應保留可以水獺可躲避、覓食的空間。工程期間盡可能保留、提供豐富的棲地多樣性、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。

第三節 金門水獺的地理資訊研究

金門島面積不大，所能承載的水獺數量有限。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)，只會調查當地棲地內的水獺個體活動情形，難以涵蓋整個族群的狀況，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)。最好監測動物族群變化的方式會是以大尺度的模型，做一個全面性的規劃，而 GIS 生物地理資訊分析就是目前最普遍及全面性的做法 (Barbosa et al., 2003)。但以上所引用之文獻皆在歐亞大陸進行，而金門全島環海，東、西半島的棲地沒有因為區域氣候上的變化，島嶼的南北端也幾乎沒有緯度上的變化，若要向歐洲借鏡同樣的地理分析模式，未必有相同顯著的結果。本研究團隊曾引入 GIS 的概念，以當地微棲地、氣候和地理情形做為基礎，特別是當地儲水池 (人工建物) 的稠密程度 (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，進而了解水獺的生活環境及其行為模式，包括單身的公水獺的棲地利用範圍，或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。國外類似的研究能依據 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是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)。然而，一般 GIS 必須搭配詳細的環境地理資訊做為參考背景，而相關資料的空間尺度規模往往大於金門島面積，經過實際操作並不適用於金門島嶼上的棲地空間利用討論。因此在實務操作上改採用評量棲地狀態連結個體使用頻率的方式對各個主要棲地進行討論。在 110 年的年度報告中已有初步結果，在本報告中則將三年的棲地環境變化及個體對於空間利用的消長做一個連續性的討論，探討金門水獺對於各項棲地環境的需求程度。

第四節 金門鄰近地區水獺分布現況

金門鄰近地區的歐亞水獺族群研究資料非常少。國立臺灣大學李玲玲教授於 104 年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（李，2016）。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，臺北市立動物園也派員參加，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，但在金門鄰近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 東南荒野曹恆菘先生進行調查監控中。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，由金門散逸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東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（韓和史，2019）。

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建立聯繫管道，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 (Jang-Liaw et al., in review)。

109 年後由於新冠肺炎 COVID-19 疫情爆發，前往中國地區進行野外棲地調查活動受到限制，除了透過網路與中國水獺保育團體進行資訊交流外無法得到更細緻的資訊，殊為可惜。在疫情緩和前難以到金門島附近地區進行實質的野外調查，目前僅能藉著與對岸保育團隊的聯繫，繼續更新、交流金門鄰近地區水獺族群及分布狀態。

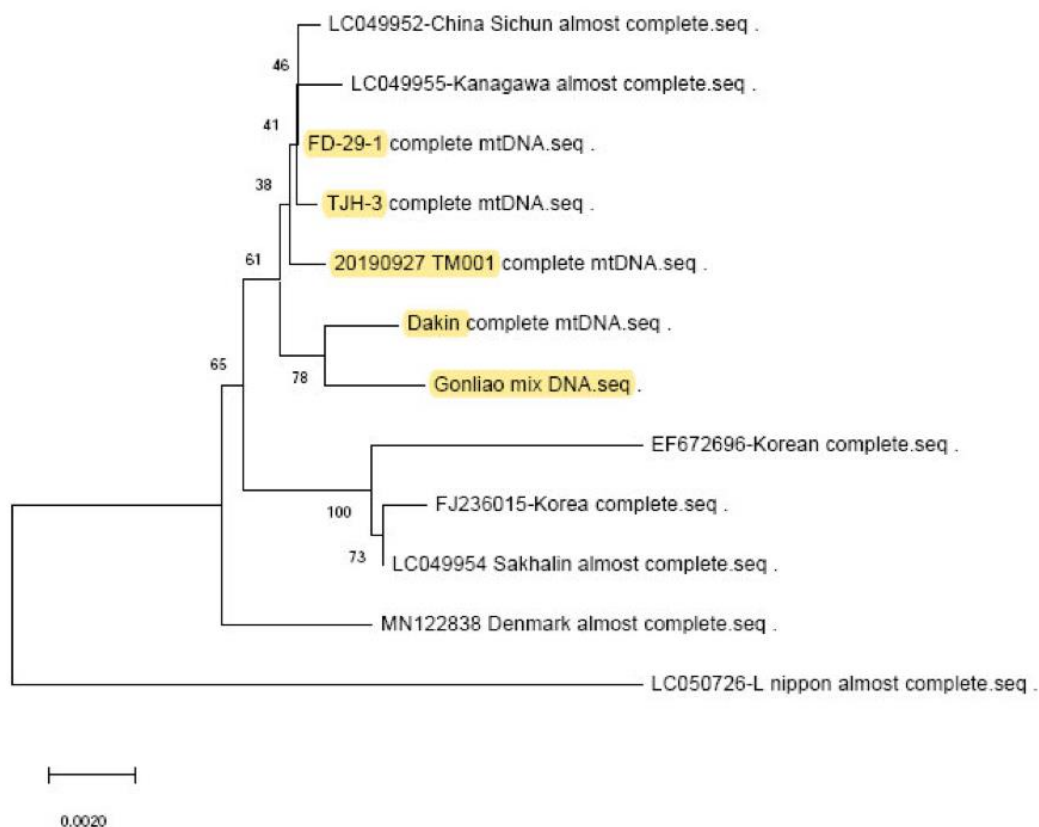


圖 2-1 金門歐亞水獺在目前已知粒線體 DNA 序列族群中的位置。黃色色塊為本團隊完成資料。FD: 福州北方的排遺樣本；DK: 收容個體大金的序列
資料來源：本研究自製

第五節 金門水獺的域外保育活動

104 年臺北市立動物園邀請 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 女士來臺參加動物園舉辦之「2015 瀕危小型食肉目動物保育繁殖和再引入國際研討會」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，並與金門縣政府、金門國家公園交流棲地改善及救傷體系規劃事宜。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。

106 年臺北市立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。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市立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、收容及野放的場域設計、人員訓練等目標持續努力。此外，也本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。

第六節 本研究團隊近年來金門水獺調查的研究心得

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，西部水域僅有零星活動痕跡。107 年 8 月開始加強探勘西部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，透過徵詢東海大學研究團隊意見，得知從自動相機紀錄中發現水獺並不會每天造訪海邊的棲地，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。

從族群遺傳的考量，金門的歐亞水獺族群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。然而，本團隊分析 95 年至 103 年間 41 件路殺死亡、收容圈養的金門水獺個體 DNA，令人意外地發現，縱使在粒線體 DNA 層級的分析研究如預期般觀察到金門水獺的遺傳歧異度相當低，但在同一批樣本中微衛星層級的核 DNA (nDNA) 卻沒有觀察到基因窄化的情況出現 (Jang-Liaw et al., in review)。這類 mtDNA 與 nDNA 不同調的狀況可以在其他具有領域性的動物上觀察到 (如 Dubey et al. 2008; Dessi et al. 2022)，因為這類型的雄性動物領域相當廣，相對於傾向定居在較優質棲地育幼的雌性個體其跨區活動繁殖的能力更強。但是雄性的個體並無法將自身的 mtDNA 這類母系遺傳物質隨著自己的活動擴散開來，mtDNA 的親緣地理結構只隨著雌性個體的分布而有所演變；經長時間的演化遂造成兩者不同調的親緣結構。這推論相當符合歐亞水獺的生態習性，說明金門水獺短期內應該還沒有基因窄化的疑慮，但由於其母系遺傳多樣性分析結果相當單一，長遠來看金門水獺的族群的遺傳結構仍有劣化的可能性，需要持續予以關注。

第七節 金門水獺保育整體規劃

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。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到訪過金門的國外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

本研究團隊以蒐集新鮮水獺排遺為野外調查的主要目標。排遺樣本帶回實驗室後萃取其 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 111 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。同時金門縣政府、金門國家公園管理處等團隊也提供少數新鮮排遺樣本供本計畫分析研究。進行野外採集調查時所需工具如附錄二。樣區分述約略把金門地區分為東、中、西、烈嶼四個區塊進行調查。今年亦延續往年的採樣規劃，每次調查都盡量涵蓋整個金門地區、重複在各樣點持續採樣監測。111 年度各採樣點分布位置如圖 3-1。

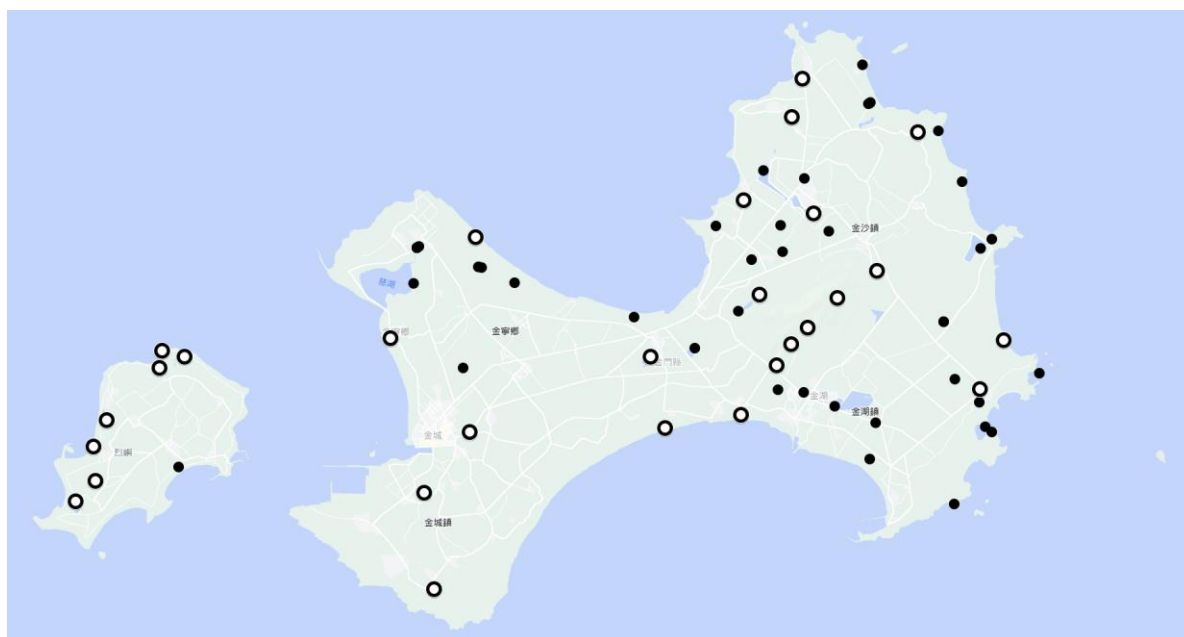


圖 3-1 111 年度調查採樣點分布位置圖。黑點是有採到新鮮水獺排遺的樣點，白圈是調查過但沒有採集到新鮮排遺的樣點。

資料來源：本研究製作

為確保排遺樣本的新鮮，採樣時間選定在水獺夜間活動時間後，日出前開始進行。調查方式因環境地形而異，湖庫棲地盡量以步行繞湖庫一周，溪流則以橋岸邊較為突出之人工建築物如橋墩、涵管出入口、階梯為主，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。執行方式主要是利用穿越線調查法，若有發現新鮮排遺首先以手持式全球衛星儀 (Garmin GPSmap 60CAX) 以 TWD97 格式紀錄座標，並蒐集新鮮的排遺樣本約 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低溫保存。採樣同時並利用線上 Google 表單做現場的排遺樣本紀錄。樣本在運輸過程中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，待後續個體鑑定及遺傳分析之用。以上調查方式若在河川流域或湖庫範圍較大的樣點，會以兩到三人分組的方式進行，步行、騎乘機車或是驅車以穩定時數 2-3 公里緩慢進行巡視。

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，本年度影像收集分別在金沙水庫、寒舍花、等地架設紅外線自動相機，並記錄水位、植被的覆蓋率、周邊工程情況等棲地概況，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。

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
B	不新鮮	外表乾燥、顏色較淺、魚腥味重	不採樣
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

第二節 排遺 DNA 萃取與分析

本研究團隊持續優化水獺排遺的 DNA 萃取過程，以臺北市立動物園年度預算於 109 年添購 DNA 自動萃取儀 LabTurbo 48 Compact System (Labturbo, Taiwan)、110 年添購自動移液分注平台 EzMate™ 601 (Arise Biotech, Taiwan)、111 年更新電泳照相整合系統等設備，大幅增加 DNA 萃取、實驗試劑分裝、PCR 產物判斷解讀等各項實驗操作效率，降低實驗操作的時間及人力成本，並縮短樣本處理時間，提高實驗室大量分析水獺排遺樣本的能力。

一、樣本前處理

將市售的 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，將浸泡於酒精的排遺樣本倒入濾茶器，濾掉魚刺、魚鱗、魚眼睛、毛髮以及骨片等大部分的雜質，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—本計畫採用兩方法進行排遺樣本 DNA 的萃取：

(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。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。於下一步驟倒掉廢液並延用原來的集液管。
7. 加入 500 ul AW1，離心 1 分鐘 (9000 轉)；倒掉廢液改換新的離心管。
8. 加入 500 ul 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 ul 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，曲上清夜 300 ul 進行機器萃取。
6. 交由儀器自動萃取約兩個小時即可得到 DNA 樣本。

三、樣本定序

所萃取出之排遺 DNA 以 Dallas & Piertney (1998) 和 Huang et al. (2005) 所篩選的 14 對微衛星引子及 1 (附錄三) 對針對歐亞水獺性別設計的引子進行聚合酵素連鎖反應 (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 軟體進行人工判讀。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

所有通過 GeneMaker V2.2.0 成功判讀的樣本接續以軟體 CERVUS (Marshall et al. 1998) 進行個體判定。由於本研究並未捕捉野外個體，調查中取得的排遺樣本的判定結果無法獲得驗證。為避免潛在性的系統誤差，本計畫加入臺北市立動物園園內飼養的歐亞水獺家族個體一併分析做為比較參考依據。

本研究團隊利用來自金門的收容個體兄弟大金、小金及繁殖配對小金、金莎及其繁殖的家族個體的健檢後殘留血液樣本進行微衛星相似程度評估，確認只要比對到 6 個重複 loci 相同即可及判定為同一個體，並依此測試結果作為野外樣本鑑定個體的基本數量，不用像往常般浪費時間跟資源在完成所有的微衛星操作。但若確認為新發現的個體，則會盡量做完所有的微衛星引子 PCR 檢測，建置個體資料庫，做為日後比對個體之重要依據。若發現為之前未被辨識、鑑定過的個體，則給予新的個體編號方式。本計畫放棄 108 年之前以 3 碼數字編號的方式，以學名縮寫 (Lu) + 當年樣本採集年份 (西元紀元後 2 碼) + 性別 + 當年流水序號 (2-3 位數) 等排列方式進行編號，例如 "Lu21M01" 代表 110 年 (2021 年) 紀錄到的第一隻新出現的公水獺。後續則更進一步對資料庫內的水獺個體進行年齡估算。在目前金門鄰近地區並未發現其他水獺穩定族群的已知現實下，本研究團隊假設現存的金門水獺都為島內出生的個體；而之前未被記錄到的新個體由於不會是由鄰近地區遷入，則假設牠是在金門出生、剛開始離巢活動的新生個體。一般新生水獺約在三個月左右開始由母獸帶離巢活動，其後才有機會留下排遺被採集到，因此本研究團隊把第一次採到該個體排遺的時間點加上 0.5 歲，當作日後再發現同一個體時估算年齡的基礎。

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。而在本計畫調查期間，109、110 兩年金門遭遇到 50 年來最嚴重的乾旱，各棲地都受到極大的影響。111 年雖然旱情解除，但是各棲地狀況並未全恢復舊觀，如原本可為水獺活動通路的村落間的水溝、涵洞在兩年的乾旱氣候下發生陸化現象而被茂密植物充填，在今年並未因水位回復而完全解除。另外，水域間的魚類資源受創嚴重，今年水位回補後水域中的魚類密度短時間內較往年大為降低，如在部分村落間曾經完全乾涸的蓄水池在有水之後還是沒有食物誘因可以吸引水獺前來覓食，因此在 111 年的調查中各水域的水獺個體數量與棲地環境恢復的狀況並未同步發生。

本研究團隊在每次調查時記載當時天氣狀況、棲地環境水位高低、植被覆蓋、湖庫密度比以及農業灌溉等微棲地環境資訊，搭配分析排遺樣本後得知的水獺公、母組成比例或個體數量多寡、年齡等資訊分析水獺在不同條件下對於棲地的利用狀況，並配合時間推測出該棲地是否有育幼的母子對的出現，並由個體資料庫中推論個體留存或出走的情況。在個體組成及對棲地偏好的綜合分析中會著重在東半島海岸族群、金沙溪水系、太湖水系以及西半島地區等地為重點分析區域進行討論。

第四章 111 年度調查研究結果

第一節 野外調查及樣本採集

111 年度調查已完成執行四季野外調查樣本採集，分別為 1 月 17 日至 22 日（冬季）、3 月 6 日至 11 日（春季）、6 月 20 日至 25 日（夏季）及 9 月 26 日至 10 月 1 日（秋季）。調查地點以金門本島之內陸淡水樣點為主，而海邊調查樣點規畫則參考近期水獺在鄰近水體出沒的頻率，推論其活動路線，決定是否將該海岸地區列為調查樣點的參考（表 4-1）。本年度總共調查了 61 個樣點，包括金門本島東半島 36 個樣點、西半島 15 個樣點、中央地區 7 個樣點，以及烈嶼 3 個樣點。調查紀錄方式為前一天先造訪選定棲地觀察紀錄環境資訊，尋找該地區有無水獺新舊排遺，判定當時是否有水獺在該棲地活動。若發現新鮮排遺、評估該地區短期內有水獺造訪，隔天清晨則再次返回該棲地，尋找最新鮮的排遺後採集冰存，後續帶回實驗室進行 DNA 萃取、微衛星 PCR、分析及個體鑑定。

一、第一季冬季調查

第一季野外調查工作在 22 個樣點中採得新鮮排遺樣本，其中有 3 個樣點為海岸樣站。當季共採得 122 件排遺樣本進行後續 DNA 分析研究（表 4-1）。111 年 1 月仍延續之前的旱象，各湖庫溪流水域水量比上一季調查更低，部分水域已乾涸多時，陸化狀況明顯，已長期不見水獺造訪。本季調查採到的新鮮排遺數量較以往紀錄為少，直接反映了水獺的活動頻率。大部分湖庫調查到新鮮排遺的比例都比以往更少，如太湖水系、田浦水系、斗門溪光前溪等往年水獺聚集的棲地，本次採集的數量皆較往年為少。而西園湖、山后村、洋山等聚落的儲水池還是沒有發現水獺的蹤跡。較多的排遺地點集中在湖尾溪出海口。不過這次調查也在蘭湖發現久違的新鮮排遺樣本，顯示有水獺嘗試回到島中部的水域中之趨勢，另兩

表 4-1 111 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	三月	六月	九月	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	金門大學	金門大學	0	2	0	0	2
	西南	水試所	水試所	0	0	0	0	0
	西南	水試所	空中大學	0	0	1	0	1
	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	5	6	1	0	12
	中央	瓊林	瓊林水庫	0	0	0	0	0
	中央	太武山	太武池	0	0	0	-	0
	中央	太武山	鑑潭	0	0	0	-	0
	中央	太武山	明潭	0	0	0	-	0
	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	6	11	13	11	41
	東南	太湖	映碧潭	0	2	7	1	10
東南	太湖	黃龍潭	5	6	9	9	29	

行政區	分區	水域	樣點	一月	三月	六月	九月	小計
				管數	管數	管數	管數	管數
	東南	下湖	農試所	5	11	2	2	20
	東南	前埔	陽明湖	0	0	0	0	0
	東南	太湖	白龍溪	1	1	0	0	2
	東南	下湖	下湖	4	0	3	6	13
	東南	復國墩	復國墩	0	0	0	2	2
	東南	咕力岸	咕力岸	6	4	2	10	22
	東南	金湖	天后宮	3	4	2	0	9
	東南	金湖	金湖水庫	0	0	4	1	5
	東南	太湖	狗嶼灣	0	0	0	0	0
	東南	太湖	82 據點	1	2	6	1	10
金沙鎮	東北	金沙	擎天水庫	7	0	1	-	8
	東北	金沙	劉澳	0	0	8	2	10
	東北	山西	山西水庫	7	18	2	8	35
	東南	前埔	南莒湖	0	0	0	0	0
	東南	前埔	前埔溪	6	6	0	4	16
	東南	前埔	田埔水庫	4	8	2	3	17
	東北	金沙	洋山	0	0	0	0	0
	東北	山后	山后	0	0	0	0	0
	東北	金沙	何厝	1	1	0	0	2
	東北	前埔	寒舍花	0	3	0	4	7

行政區	分區	水域	樣點	一月	三月	六月	九月	小計
				管數	管數	管數	管數	管數
	東北	前埔	后扁	0	0	1	0	1
	東北	金沙	青嶼海岸	0	1	0	3	4
	東北	金沙	三獅山	0	0	0	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	8	5	7	3	23
	東北	金沙	忠孝新邨	0	0	1	0	1
	東北	金沙	榮湖	0	0	0	0	0
	東北	金沙	金沙溪	0	1	6	2	9
	東北	金沙	光前溪	4	1	7	6	18
	東北	金沙	龍陵湖	0	0	0	0	0
	東北	金沙	斗門溪	3	14	8	16	41
金寧鄉	西北	慈湖	慈湖	0	0	12	1	13
	西北	雙鯉湖	雙鯉湖	10	13	1	1	25
	西北	湖尾溪	湖尾溪	32	27	9	2	70
	西北	湖尾溪	沙崗	1	23	0	2	26
	西北	湖尾溪	安東一營區	0	0	0	0	0
	西北	瓊林	后沙	1	0	0	0	1
烈嶼鄉	烈嶼	陵水湖	陵水湖	0	0	0	-	0
	烈嶼	習山湖	習山湖	2	0	0	-	2
	烈嶼	西湖	西湖	0	0	0	-	0

總計	122	170	115	100	507
----	-----	-----	-----	-----	-----

資料來源：本研究製作

年多來烈嶼的習山湖也發現新鮮排遺，顯示還有個體在附近逗留。東半部以往的熱點如山后村雖然已無水獺出現，但附近山西水庫、東南端靠近天后宮、金湖水庫周遭的水域池塘或海邊有著比以往較多的新鮮排遺樣本，表示為水獺在這地區的出現頻率在本季有所增加。而斗門溪上游的擎天水庫這次也發現許多新舊排遺，數量上多於之前任何一次的調查。本次調查尾聲在 1 月 21 日金門有個零星的少量降雨，22 日雨量稍大，連續兩年的旱象終將告一段落。



圖 4-1 111 年 1 月份金門各地旱象仍然嚴重。左為烈嶼陵水湖，右為斗門溪
資料來源：本研究製作

二、第二季春季調查

3 月份進行年度第二次野外調查，瞭解春季金門水獺的族群分布狀況。第二季野外調查在 23 個樣點中採得 170 個新鮮排遺樣本，其中有 5 個樣點為海岸樣站。1 月下旬開始金門有著間歇性的降雨，雨勢雖不大，但在各水域棲地也開始有水量回填的跡象。最明顯的改變發生在各地的儲水池，如洋山、斗門、何厝等聚落，上一季的儲水池水位幾乎見底，但在三月大多的池塘儲水量已經恢復到一半左右。太武山上的太武池也脫離乾涸狀態開始儲水，而太湖水系連結太武山南

麓山澗水塘及山外溪、太湖水域的重要通道映碧潭也戲劇性的由 1 月份的幾近乾涸轉化成滿水位，但還不見溢流到山外溪，因此山外溪水量仍低，靠近映碧潭端溪床雜草灌木仍茂密叢生。映碧潭在這次調查中重新發現到新鮮的水獺排遺。有趣的是，斗門溪上游的擎天水庫水位稍有恢復，但是上一季新舊排遺大量出現的盛況卻已不再。本季偕同金門國家公園保育課同仁在陸軍金門防衛指揮部派員協助下共同前往擎天水庫進行棲地環境現勘及採樣工作，然並未如預期般調查到與前一季一樣的大量排遺，只發現少量舊排遺，並未採集到新鮮排遺樣本，顯示水獺在這個地方活動頻度也降低。值得一提的是有一件舊排遺體積相當巨大，大約是一般舊排遺的 2-3 倍大，且充斥著玉米及木耳等非水獺常見的食物，僅見少量魚刺夾雜其中，懷疑應該是該個體取食附近軍營丟棄的廚餘，無法消化而排出的異常排遺。在之前的調查中並未發現過類似吃食廚餘的情況。



圖 4-2 111 年 3 月在擎天水庫觀察到的異常水獺排遺

資料來源：本研究製作

3 月份採樣調查發現西部棲地水文狀態也開始有改善現象，如賢聚聚落通往空大金山池的小溪已有流水竄流其中，這是 109 年開始本計畫執行以來未見的景象。但西半島最大的水體古崗湖水位仍低，裸露的湖底草禾灌木叢生，陸化嚴重，

浚深工程仍持續在進行。西半島的排遺仍集中在湖尾溪出海口出現，另外古寧頭東南方沙崗農場的水塘也出現為數不少的排遺。以往水獺出現的熱點慈湖、雙鯉湖的排遺採集數量在本季仍然偏少。本季在國立金門大學大學池中發現大量新舊排遺，確認當時有水獺個體在該處頻繁活動。此次海邊地區多有發現舊的排遺，顯示水獺在海邊的活動仍頻，但海邊的樣點在採樣上較為困難。藉由金門縣政府團隊提供的自動相機記錄的資訊，海邊的個體並不像在內陸水域那樣會定期的造訪棲地，可能是海邊的食物資源比較分散，水獺需要跑更多不同的地點覓食，因此在海邊樣站拾獲新鮮排遺的機率往往比在淡水域還來得低。重要的海邊樣點有天后宮、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。

三、第三季夏季調查

6 月份進行本年度第三季野外調查，總共在 26 個樣點中採得 115 個新鮮排遺樣本，其中有 3 個樣點為海岸樣站。6 月抵達金門每日氣溫高達攝氏 30 度，相當炎熱，但許多湖庫河流的水位又比上季更高些，部分河床上原本繁茂的雜草也開始消失。洋山、何厝、斗門、劉澳等聚落的池塘盡復舊觀，但是由目視觀察發現池塘裡的魚類密度很低，大多為剛孵化的新生幼魚。類似現象也在金沙溪、斗門溪、光前溪等東半島溪流中出現。雖然本研究團隊並未實際捕抓水域中的水族估算基礎生物量，但也由目視發現河裡的魚絕大部分是不滿 5 公分的幼魚，表示雖然環境水量恢復到以往水準，但其中的魚類資源尚未恢復過來，且相對的魚的密度甚至比乾旱季節低水位時更低許多，對水獺來說這段時間應該還算是一個食物資源匱乏的艱困時期。這季在金沙溪、光前溪採獲的新鮮排遺樣本很多內容物中含有疑似福壽螺的殼、內臟、卵粒等殘骸，而以往常見的包含魚刺、鱗片、魚骨的排遺的比例相對減少，顯示該季該地區有些水獺會撿拾淡水螺類食用，替代

原本的魚類主食。這也是在這三年調查中未曾發現的跡象。金門水獺在不同季節、不同環境條件下的捕食策略是否有所調整改變，以及對於食物資源的基本需求等等問題，在金門水獺的保育及族群管理上應該也是重要的生態議題。另外，值得注意的是西半島幾處重要的棲地如雙鯉湖、湖尾溪、前兩季出現大量排遺的沙崗農場等地，在這次的調查中新鮮排遺數量都大幅減少，只有在慈湖新鮮排遺量有比前兩季增加。推測這些棲地的魚類資源密度也在水位提高後大幅下降，而附近其他水域環境略有改善，原本阻塞的水路通道也漸疏通，鼓勵原來密集棲息於上述幾個棲地的水獺再次擴散出去。日後各水域棲地中定居的水獺分布是否會朝以往的模式聚集，還是會因環境依在波動而有所更動，需要持續進行個體監測才成掌握其後續的族群動態。

四、第四季秋季調查

本年度第四季的採樣調查在 9 月底進行。9 月的金門仍相當炎熱，各棲地水位穩定。該季總共在 23 個樣點中採得 100 個新鮮排遺樣本，其中有 5 個樣點為海岸樣站。這一季各樣站發現的新鮮排遺數量較往常普遍減少，僅在太湖、斗門溪及咕力岸等棲地採獲 10 個以上的新鮮排遺樣本。這次調查在咕力岸碉堡內目擊到一隻年輕的水獺個體，由眾多新舊排遺的數量推估該個體在該處頻繁活動。這季湖尾溪、雙鯉湖的新鮮排遺數量非常少，西半島其他棲地如金門縣水產試驗所、國立金門大學、賢聚、空中大學金山池等處都未採到新鮮排遺樣本，連舊的排遺樣本也不多見；慈湖、雙鯉湖、湖尾溪、沙崗農場等棲地也只發現 1 或 2 件的新鮮樣本。西半島水獺族群的未來動態著實令人擔憂。

整體而言，111 年度的排遺調查結果在新鮮排遺採集的樣本數量上比往年略少，全年採獲樣本為 507 件，東半島水獺活動比較活躍。全年度東北部採獲 159 件新鮮排遺，主要來自斗門溪沿岸(41 件樣本)、山西水庫(35)、金沙水庫(23)及光

前溪(18)沿岸等棲地；東南部採獲 196 件，主要來自於太湖(41)、黃龍潭(29)、咕力岸(22)、田浦水庫(17)及前埔溪(16)等棲地。本島中部則指在蘭湖採到 12 件排遺樣本。西半島及烈嶼依然個體活動頻率偏低。西半島北部全年採獲 135 件排遺樣本，主要來自於前半年的湖尾溪(70)，其次為沙崗農場(26)及雙鯉湖(25)。烈嶼則僅在年初第一季調查時於習山湖發現兩件新鮮排遺樣本；在 9 月時曾接獲訊息疑似於烈嶼西湖發現舊水獺排遺，然本研究團隊並未採集到可供分析的新鮮排遺樣本，未能確認當時是哪隻個體在烈嶼棲息。

表 4-2 111 年度各季樣點總樣本數

	調查樣點 (處)		樣本數
	內陸	海岸	
1 月 (冬季)	112	10	122
3 月 (春季)	156	14	170
6 月 (夏季)	93	22	115
9 月 (秋季)	21	79	100
全年總計	382	125	507

資料來源：本研究製作

3 月春季共採集 170 個排遺樣本，其中 100 個樣本成功鑑定到個體，排除重複後為 45 隻個體，包含 24 隻新個體；另外 21 隻為舊個體(包括 1 隻 1 月份鑑定到的個體)。新、舊個體比例約為 1:1。公母比例為 2:1。

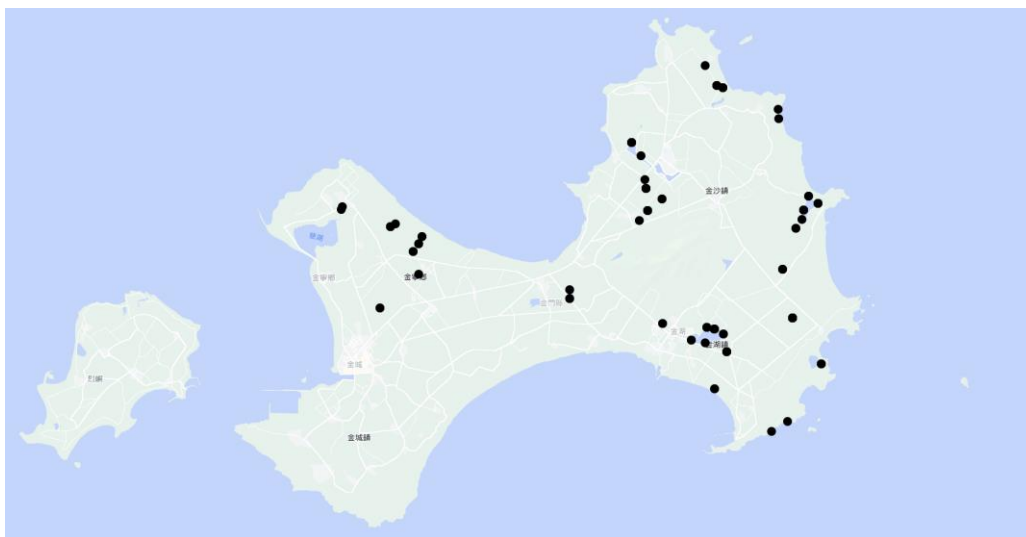


圖 4-4 3 月份調查水獺個體分佈圖

資料來源：本研究製作

6 月夏季調查共採集到 115 個排遺樣本，其中 67 個樣本被鑑定到個體，實際鑑定到個體為 43 隻(表 4-3)。公、母比例為 29:10，另有四隻個體沒有成功確認性別；新、舊個體比例為 35:8(表 4-4)。這次的調查持續發現到新的個體。

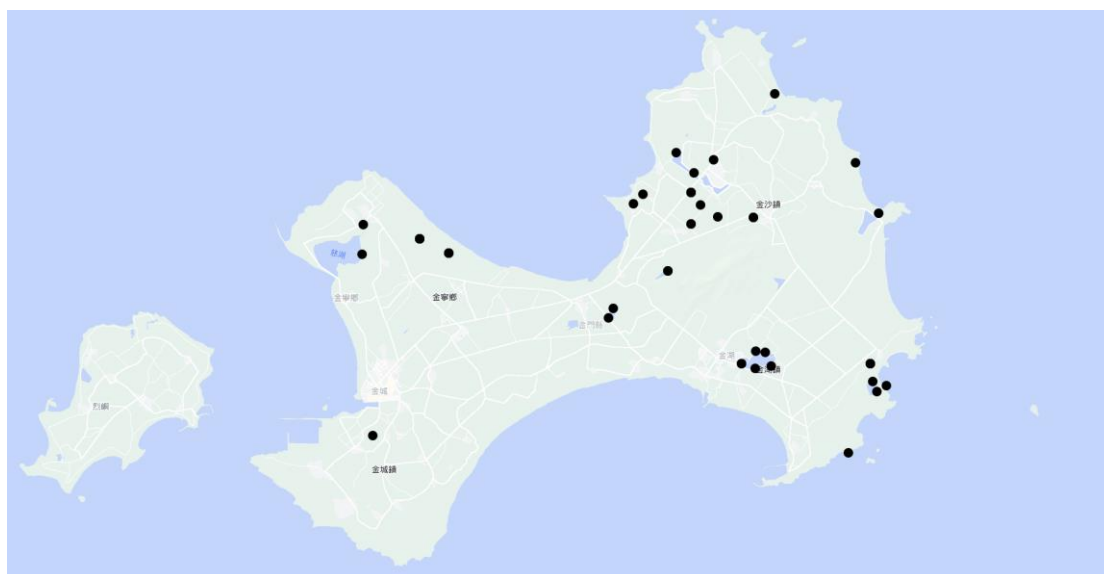


圖 4-5 6 月份調查水獺個體分佈圖

資料來源：本研究製作

9 月秋季調查共採集到 100 個排遺樣本，其中 64 個樣本被鑑定到個體，實際鑑定到個體為 42 隻（表 4-3）。公、母比例為 31:11；新、舊個體比例為 34:8（表 4-4）。這次的調查持續發現到新的個體。



圖 4-6 9 月份調查水獺個體分佈圖

資料來源：本研究製作

表 4-4 111 年每季調查到的個體性別及新舊比例

	總個體隻數	雄	雌	未知	新	舊
1 月（冬季）	47	36	11	0	38	9
3 月（春季）	45	30	15	0	27	20
6 月（夏季）	43	29	10	4	38	8
9 月（秋季）	42	31	11	0	34	8
111 年全年*	162	114	44	4	133	29

*全年數量已扣除重複個體，並非為各季數量加總

資料來源：本研究製作

第三節 年度族群變動分析結果

雖然 111 年度的排遺調查結果在採集樣本數量上比往年略少，但年度個體調查數量卻比往年多上許多。彙整全年鑑定資訊，本年度在金門被調查到的水獺個體數有 162 隻。在連續兩年乾旱的環境干擾後水獺新生個體數量不減反增，非常令人意外。前兩年的鑑定個體總數分別為 78(109 年)及 108 隻(110 年) (表 4-5)。111 年金門水獺公母比例為公-114 隻、母-44 隻，未知性別 4 隻。公母比約為 3:1，公水獺的數量為母水獺的 3 倍。年齡結構如圖 4-7，兩歲以上可能達性成熟的個體僅有 17 隻，其他的 145 隻都是 2 歲以下的年輕個體，其中第一次被記錄到的新個體多達 133 隻，佔整年度鑑定個體的 82.10%。

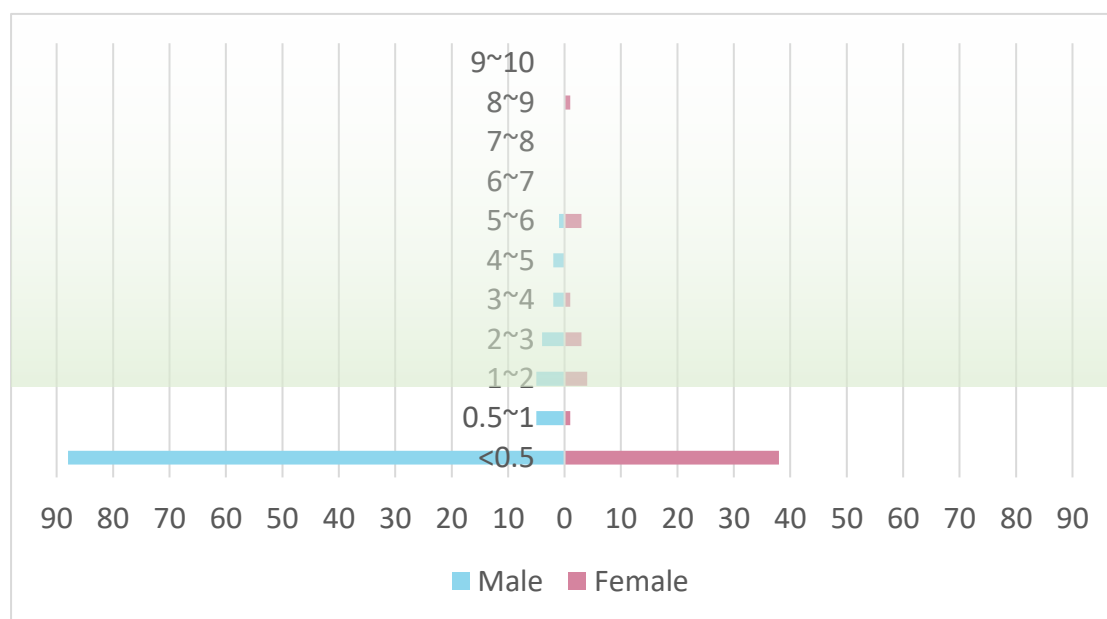


圖 4-7 111 年全年水獺年齡結構圖

資料來源：本研究製作

野生動物在對抗惡劣環境時有些物種會改變生殖策略，如魚類會減短生殖週期讓個體提早成熟盡快產卵，並且縮小卵的體型藉以增加一次產卵的數量。這樣的策略可以在個體被吞食、淘汰前提早產下大量子代，由子代等待機會熬過惡劣環境，尋求族群存活的契機。在哺乳動物中這類的研究相對較少，比較確定的例

子在齧齒類這類的小型哺乳動物曾被觀察到。有些老鼠在面對環境時也會改變生殖策略，但會往兩極化發展。有些會停止繁殖，將能量留存於個體中以捱過惡劣環境；另一類則會快速繁殖，雖然生下的個體往往體型小、存活能力更差，但是以數量取勝、藉由增加子代數量的模式提高族群延續的機會。在像歐亞水獺這種中型的食肉目動物以往很少被觀察到這類改變繁殖策略以對抗惡劣環境的現象；而金門水獺可能就是一個物種以改變繁殖策略對況生態環境衝擊的例子。

本年度紀錄到的個體中最年長的個體為編號 210 的雌性個體，103 年 1 月 15 日首次在太湖被紀錄到，其後多次在太湖水系中的太湖、黃龍潭、山外溪、映碧潭以及太武山下的明潭等地被記錄到過。今年被記錄到 3 次，最後一次於 6 月出現在太湖，估計當時至少已經有 8.86 歲，是目前在野外記錄到最老的個體。

表 4-5 計畫執行期間金門水獺族群數量變化

年份	性別			年齡			總數
	公	母	未知	一歲以下	一至二歲	二歲以上	
109	46	30	2	45	13	20	78
110	65	43	0	70	13	25	108
111	114	44	4	136	9	17	162
109-111*	188	105	6	240	23	36	299

*109-111 三年數量欄位中已扣除重複個體，並非為三年個別數量加總

資料來源：本研究製作

其他今年出現、比較活躍的個體有編號 267、271、Lu20F03 的雌性個體以及編號 323、334、Lu20M05、Lu20M24 等雄性個體，分別描述於下。

267 號雌性個體—首次於 106 年 11 月 19 日在山后村被記錄到，其後持續在山后村及寒舍花海邊兩地出現，今(111)年 1 月開始出現在山西水庫旁的生態池附近。全年被記錄到 13 次(有 13 件新鮮排遺被鑑定為 267 號)，都在

山西水庫出現。最後一次出現於 9 月 29 日，估計當時為 5.36 歲。

271 號雌性個體—首次於 106 年 4 月 20 日在前埔溪被記錄到，其後主要在前埔溪及田浦水庫出現，但在 109 年 6 月曾在滎湖被記錄到一次。今年全年被記錄到 13 次，最後一次於 9 月 29 日出現在前埔溪，估計當時為 5.95 歲。

Lu20F03 雌性個體—首次於 109 年 4 月 15 日在雙鯉湖被記錄到，其後出現於雙鯉湖及慈湖兩地；110 年 7 月開始出現於湖尾溪，今年被記錄到 11 次，1 月及 3 月出現在湖尾溪，最後一次於 9 月 29 日出現在沙崗農場，估計當時為 2.96 歲。

323 號雄性個體—首次於 108 年 2 月 22 日在太湖被記錄到，其後當年 5 月、9 月分別在黃龍潭及太湖被再次記錄；後續在 109 年 4 月出現於擎天水庫及斗門溪。在 109 年 9 月及 11 月持續在斗門溪被記錄到。110 年 7 月出現在太湖及黃龍潭，今年則在 3 月及 6 月於太湖及映碧潭被記錄到 8 次，最後於映碧潭在 111 年 6 月 24 日被記錄到，估計當時年齡為 3.84 歲。是隻在東半島跨流域活動的活躍個體。

334 號雄性個體—首次於 107 年 11 月 30 日在湖尾溪被記錄到，其後持續在西半島的湖尾溪、雙鯉湖及慈湖地出現，今年被記錄到 8 次，在 1 月及 3 月出現於雙鯉湖，但最後 9 月 28 日在東半島的太湖水系黃龍潭被記錄到，估計當時年齡為 4.33 歲。

Lu20M05 雄性個體—首次於 109 年 4 月 15 日在湖尾溪被記錄到，其後持續停留在湖尾溪，今年 3 月 10 日則在附近的沙崗農場儲水池被發現，當天被記錄到 9 次。估計當時為 2.4 歲。

Lu20M24 雄性個體—首次於 109 年 6 月 21 日在湖尾溪被記錄到，其後持續在湖尾溪出現，今年 3 月則同時出現於附近的沙崗農場儲水池。最後一次出

現的時間為今年的 9 月 30 日，出現於慈湖、雙鯉湖，估計當時為 2.78 歲。

全年被記錄到 15 次，是活躍於東半島的雄性年輕個體。

從 110 年整年度鑑定到的水獺個體年齡結構得知大部分的個體可能都是年輕新生的幼獸或亞成年個體，佔整年度鑑定個體的 82.10%，且絕大部分在年度四季的調查中只被記錄到一次，達到 128 隻。數量眾多且出現短暫的新紀錄個體是否表示水獺族群面對環境改變的適應，需要更多的討論及資料累積分析。

第四節 水獺棲地利用偏好

由本研究案完成的親緣譜系分析結果得知，金門地區的歐亞水獺可由棲地位置分為四個族群，分別為東半島海岸族群(包括青嶼、山西、寒舍花、後扁、田浦水庫、狗嶼灣、復國墩、金湖水庫、天后宮等海岸棲地及山后、前埔溪、農試所、下湖小溪等淡水棲地)、金沙溪水系(包括斗門溪、光前溪及匯流後的金沙溪河段棲地、榮湖、金沙水庫、斗門溪上游的擎天水庫、以及斗門、光前、洋山、劉澳、官澳等金沙溪水系流域間的聚落儲水池)、太湖水系(包括太武山南側山麓的鑑潭、明潭、映碧潭、山外溪、太湖、黃龍潭、白龍溪、82 據點等棲地)，以及西半島地區(包括湖尾溪、慈湖、雙鯉湖及水試所、賢聚、沙崗農場、空大金山池、金門大學大學池、莒光湖等零星散布於西半島的水域棲地)。其他棲地如烈嶼、本島中央的蘭湖、瓊林水庫等棲地則因本計畫執行期間幾乎無定居於這些地區的個體、可分析的排遺樣本極少，因此不納入族群分區的討論中。

一、東半島海岸地區

本年度在東半島海岸地區共記錄到 45 隻個體，其中有 7 隻個體超過兩歲，分別為常出現在山西水庫海邊生態池的 267 (母、最後記錄年齡為 5.36 歲)及 Lu20-F13 (母、2.95 歲)；田浦水庫的 271 (母、5.95 歲)、Lu20M11 (公、2.26 歲)；寒舍花海邊的 305 (母、5.38 歲)；農試所的 303 (母、2.82 歲)；以及活動於天后宮海邊及農試所兩地的 352 (公、4.57 歲)。而低於一歲，可能為新生個體的則有 34 隻，散佈於西半島各棲地，在農試所、下湖小溪、咕力岸海邊調查到比較多的新個體，分別為 9 隻、7 隻及 5 隻。

二、金沙溪水系地區

本年度在東半島海岸地區共記錄到 31 隻個體，其中只有 2 隻個體超過兩

歲，分別為出現在斗門溪的 256(公、最後記錄年齡為 5.95 歲)及 351(母、5.95 歲)。今年在這地區發現的低於一歲的個體有 27 隻，主要集中於斗門溪、金沙溪及金沙水庫等棲地。

三、太湖水系地區

本年度在太湖水系各棲地共記錄到 33 隻個體，其中有 4 隻個體超過兩歲，分別為 210(母、最後記錄年齡為 8.86 歲)、323(母、3.84 歲)、334(公、4.53 歲)、364(公、3.62 歲)；其中 334 本來穩定出沒於西半島的雙鯉湖，在今年 9 月份調查時在太湖水系的黃龍潭被記錄到，其他三隻個體則長期出現在太湖水系。低於一歲的個體有 27 隻，其中 24 隻集中出現於太湖及黃龍潭。

四、西半島地區

本年度在東半島海岸地區共記錄到 42 隻個體，其中有 6 隻個體超過兩歲，分別為穩定出現在雙鯉湖的 334(公、最後記錄年齡為 4.33 歲)、本來棲息於東半島地天后宮、農試所，卻在今年 6 月出現在水試所的 352(公、4.57 歲)、活躍於湖尾溪、沙崗農場的 Lu20F03(母、2.96 歲)、Lu20M05(公、2.22 歲)、Lu20M24(公、2.78 歲)、Lu20M44(公、2.11 歲)等。其中 Lu20M24 最後在今年 9 月於慈湖、雙鯉湖被記錄到。低於一歲的個體有 34 隻，散佈於西半島各棲地，數量較多的地點為湖尾溪(記錄到 15 隻)以及沙崗農場池水池(7 隻)。另外，Lu21M64(公、1.15 歲)在今年 3 月出現於金門大學大學池中，6 月份已離開金門大學，在東半島的黃龍潭被記錄到。在這之前 Lu21M64 於 110 年 10 月、11 月在烈嶼習山湖被記錄到，是一隻頻繁移動的年輕個體。

第五節 親緣譜系資料更新

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。本報告採用 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 軟體根本無法考慮到樣本出現時間軸的先後順序，進而從手足對-親子對間做出正確判別，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接近，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，必須要再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。

109 年完成的親緣譜系分析將金門水獺分為四個族群，本報告中進一步將 110、111 年的個體鑑定資料納入金門水獺親緣譜系的分析及建置。在這項分析中長久居住於某一地區且持續生產幼獸之母獸，稱之為優勢母獸，本研究將聚焦優勢母獸呈現其親緣系譜，避免被過多的短暫出現個體混淆模糊化整體的金門水獺譜系分析結果。譜系圖中方框代表雄性個體，圓框代表雌性個體；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記錄到的時間及地點，可協助本研究團隊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。目前的譜系分析上主要以 ML-relate 軟體分析結

果進行評估，雖已盡量將分析個體出現的時間及地點列為判定參考依據，但仍有許多細節需要更深入的討論，未來結果將會視新證據資料出現後再行修正。

(一)金沙水庫-榮湖-斗門溪地區 (金沙溪水系)

該地區存在兩隻優勢母獸 (圖 4-8)，分別為個體編號 379 (最早於 2018/11/2 出現於斗門溪) 以及 382 (最早於 2019/11/12 出現於金沙水庫)。優勢母獸個體編號 379 (圖 4-8 A) 分別於三年間與五隻公獸 329 (最早於 2019/2/28 出現於金沙水庫)、391 (最早於 2019/11/15 出現於斗門溪)、330 (最早於 2019/2/28 出現於榮湖)、Lu20M10 (最早於 2020/4/16 出現於田埔水庫) 以及 256 (最早於 2020/4/16 出現於斗門溪) 進行配對後，生下共 8 隻新生幼獸 (2020 年產下 2 隻、2021 年產下 2 隻以及 2022 年產下 4 隻)。幼獸第一次出現之地點包含斗門溪、金沙溪、何厝、光前溪、前埔溪以及青嶼海岸。另外，優勢母獸個體編號 382 (圖 4-8 B) 可能分別於三年間與四隻公獸 377 (最早於 2019/9/19 出現於榮湖)、331 (最早於 2016/11/8 出現於榮湖)、260 (最早於 2019/8/7 出現於榮湖)、Lu20M49 (最早於 2020/11/14 出現於金沙溪) 進行配對後總共產下 11 隻新生幼獸 (2020 年產下 4 隻、2021 年產下 2 隻以及 2022 年產下 5 隻)，幼獸第一次發現地點包含金沙溪、金沙水庫、斗門溪以及三獅山。以 382 號的例子來說，若在三年內繁殖四胎的推論正確，則表示金門的歐亞水獺可能並不嚴格維持一年生產一次的繁殖頻率，與以往的水獺繁殖頻率認知有所不同，但比較符合臺北市立動物園域外圈養個體中雌性個體的賀爾蒙周期的觀察結果。在圈養個體中雌性成年水獺的賀爾蒙週期全年都有規律變化，並無好發於限定季節。

(二)太湖-太武山地區 (太湖水系)

該地區亦存在兩隻優勢母獸 (圖 4-9)，分別為個體編號 210 (最早於 2014/2/15 出現於太湖)以及 324 (最早於 2019/2/22 出現於太湖)。優勢母獸個體編號 210 (圖 4-9 A)分別於 2020 與 2022 兩年與四隻公獸 265 (最早於 2017/11/17 出現於映碧潭)、364 (最早於 2019/5/14 出現於雙鯉湖)、352 (最早於 2018/5/29 出現於田埔水庫)以及 Lu20M39 (最早於 2020/11/11 出現於太湖)進行配對後，生下 13 隻新生幼獸 (2020 年產下 5 隻以及 2022 年產下 8 隻，應為不同胎；一般水獺懷孕期為 60 天左右，由圈養的個體賀爾蒙分析發現金門水獺全年皆可繁殖，有可能在一年內生產兩胎)，幼獸第一次出現之地點包含太湖、金湖水庫、映碧潭以及 82 據點。2021 年個體鑑別紀錄中並沒有優勢母獸 210 之新生幼體，可能因為採樣誤差或當年未有生產。優勢母獸個體編號 324 (圖 4-9 B)分別於三年間與五隻公獸 265 (最早於 2017/11/17 出現於映碧潭)、358 (最早於 2019/5/13 出現於太湖)、357 (最早於 2019/5/13 出現於黃龍潭)、364 (最早於 2019/5/14 出現於雙鯉湖)以及 Lu20M39 (最早於 2019/11/11 出現於太湖)進行配對後行配對後總共產下 12 隻新生幼獸 (2020 年產下 4 隻、2021 年產下 5 隻以及 2022 年產下 3 隻)，幼獸第一次出現地點包含太湖、黃龍潭以及 82 據點。

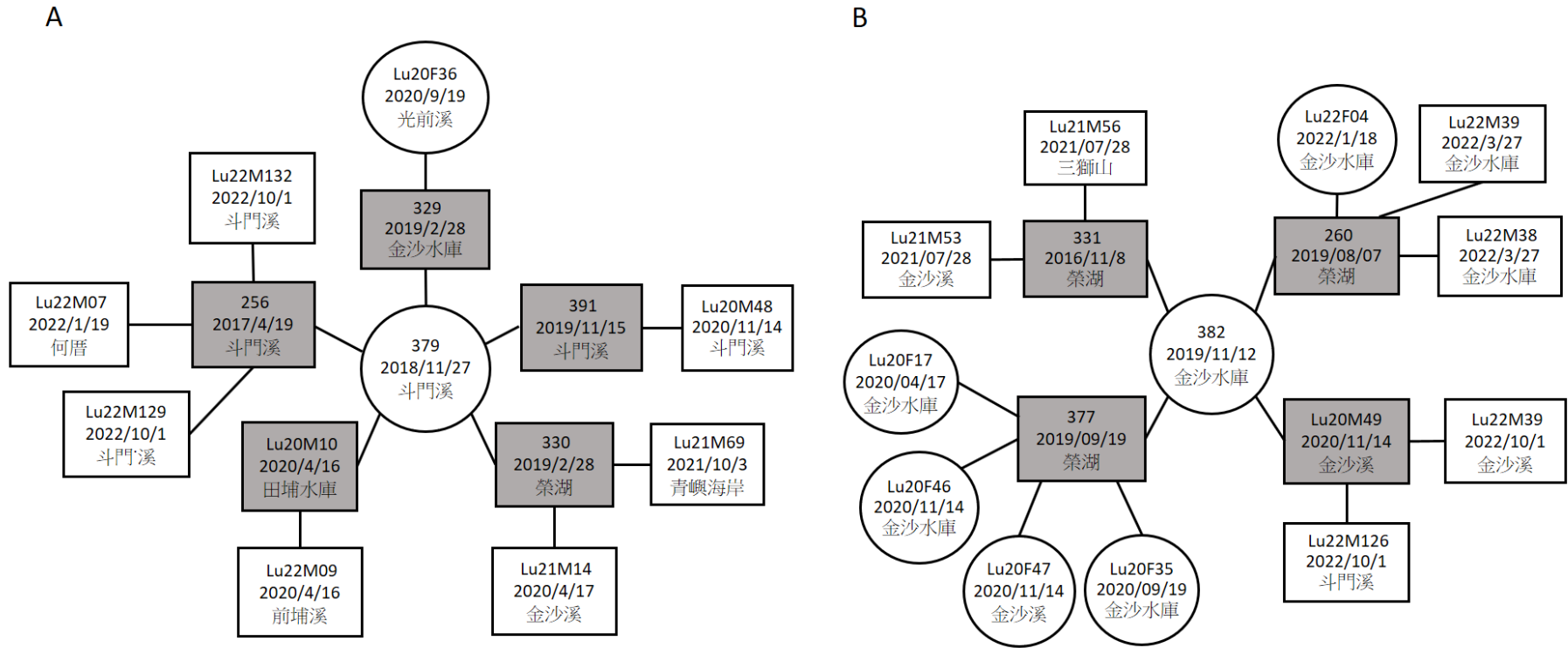


圖 4-8 金沙溪水系優勢母獸之親緣譜系圖。圖 A 及圖 B 之核心為優勢母獸，個體編號分別為 379 及 382。第二圈為公獸 (灰底)，最外圈為子代。圓形代表雌性個體，方形代表雄性個體，六角形代表該個體性別還未確定。

資料來源：本研究製作

(三)山后-田埔地區

該地區這地區包括了山后村池塘、寒舍花海岸、前埔溪、田埔水庫、后扁、山西水庫等棲地。目前只存在一隻優勢母獸 (圖 4-10)，為個體編號 267 (最早於 2017/11/19 出現於山后)。優勢母獸個體編號 267 (圖 4-10 A)分別於三年內與四隻公獸 265 (最早於 2017/11/17 出現於映碧潭)、287 (最早於 2017/11/17 出現於光前溪)、143 (最早於 2015/7/7 出現於太湖)以及 Lu21M13 (最早於 2021/ 1/16 出現於寒舍花)進行配對後，生下 9 隻新生幼獸 (2020 年產下 4 隻、2021 年產下 1 隻以及 2022 年產下 4 隻)，幼獸第一次出現之地點包含山后、山西水庫、蘭湖以及寒舍花。

(四) 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖地區

該地區存在兩隻優勢母獸 (圖 4-11)，分別為個體編號 294 (最早於 2017/8/10 出現於慈湖)以及 276 (最早於 2014/2/15 出現於慈湖)。優勢母獸個體編號 294 (圖 4-11 A)分別於三年間與兩隻公獸 254 (最早於 2017/11/17 出現於映碧潭)以及 334 (最早於 2019/5/14 出現於湖尾溪)進行配對後，生下 10 隻新生幼獸 (2020 年產下 5 隻、2021 年產下 4 隻以及 2022 年產下 1 隻)，幼獸第一次出現之地點包含雙鯉湖、湖尾溪以及慈湖。優勢母獸個體編號 276 (圖 4-9 B)分別於三年間與兩隻公獸 334 以及 24 (最早於 2018/2/24 出現於水試所)進行配對後，總共產下 14 隻新生幼獸 (2020 年產下 4 隻、2021 年產下 2 隻以及 2022 年產下 8 隻)，幼獸第一次出現地點包含雙鯉湖、湖尾溪、慈湖以及沙崗。

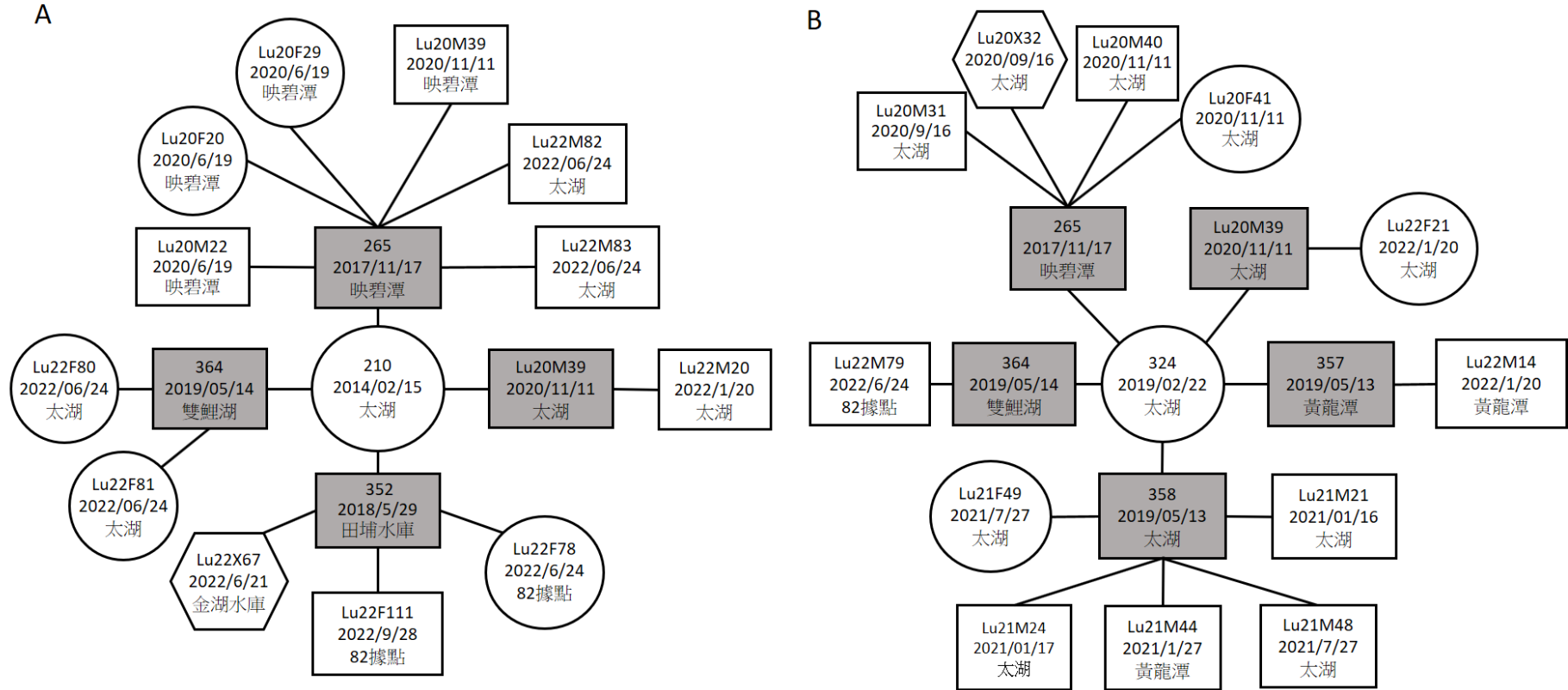


圖 4-9 太湖水系族群優勢母獸之親緣譜系圖。圖 A 及圖 B 之核心為優勢母獸，個體編號分別為 210 及 324。第二圈為公獸 (灰底)，最外圈為子代。圓形代表雌性個體，方形代表雄性個體，六角形代表該個體性別還未確定。

資料來源：本研究製作

A

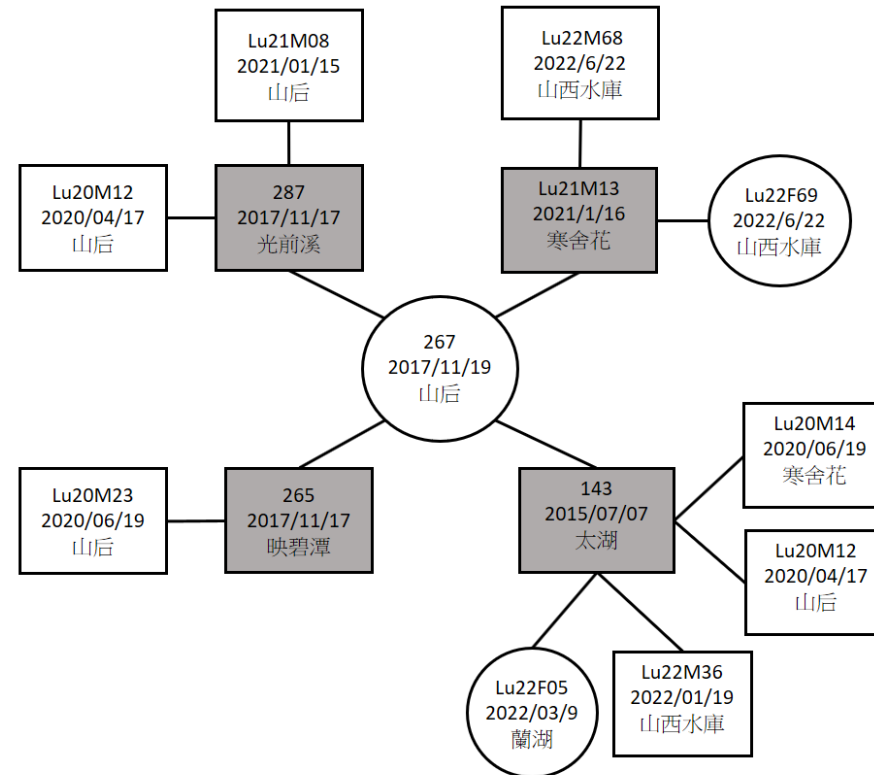
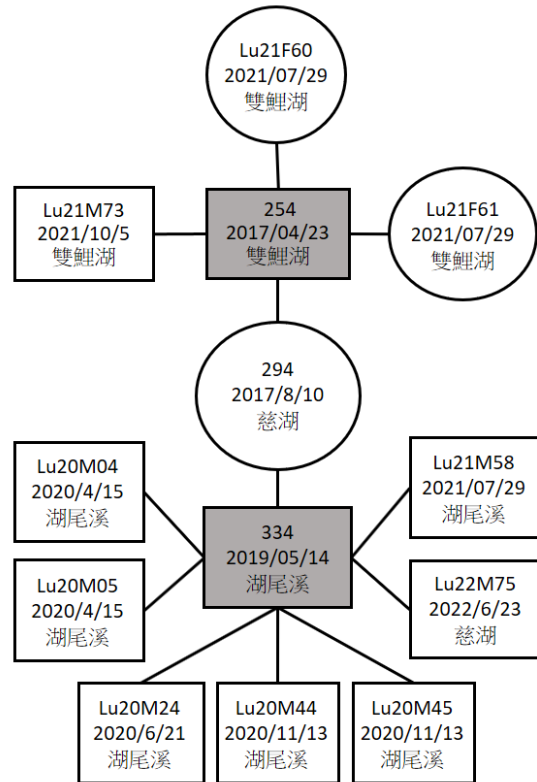


圖 4-10 山后-田埔地區優勢母獸之親緣譜系圖。圖 A 之核心為優勢母獸，個體編號為 267。第二圈為公獸 (灰底)，最外圈為子代。圓形代表雌性個體，方形代表雄性個體。

資料來源：本研究製作

A



B

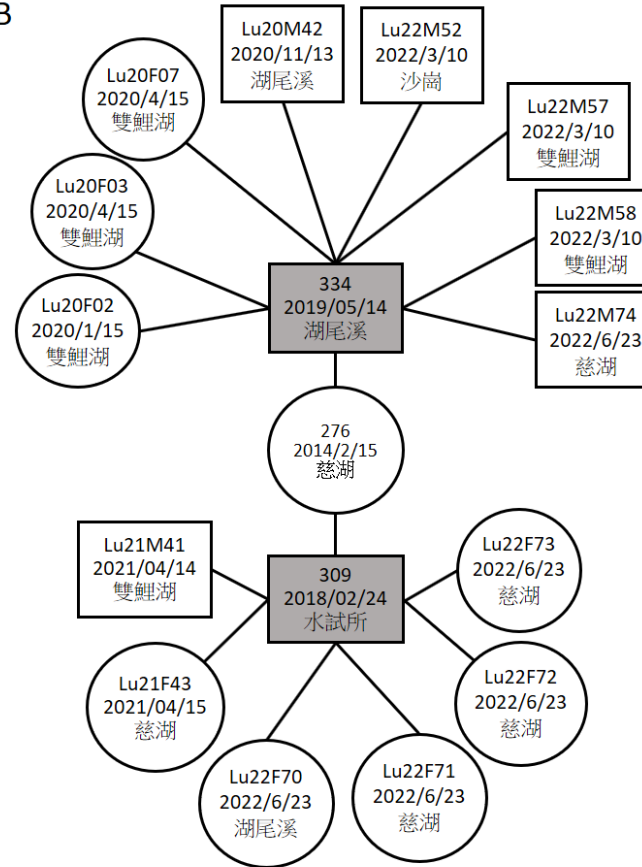


圖 4-11 湖尾溪-慈湖-雙鯉湖地區優勢母獸之親緣譜系圖。圖 A 及圖 B 之核心為優勢母獸，個體編號分別為 294 及 276。第二圈為公獸 (灰底)，最外圈為子代。圓形代表雌性個體，方形代表雄性個體，六角形代表該個體性別還未確定。 資料來源：本研究製作

第五章 研究結果與討論

第一節 年度族群結構及個體組成

一、各年度族群年齡結構及其變化

首先，本研究團隊感謝金門國家公園管理處提供三年連續型的研究計畫，讓這個金門水獺族群動態變化的長期研究得以延續。除了可以每年持續進行野外個體的鑑定分析外，並能在穩定、較長期的工作條件下妥善規劃填補過往因各項人力、經費、分析設備及技術等條件未完善時未能完成的重要歷史樣本分析及資訊整合，讓金門水獺族群能有長時間、連續性的完整記錄資料，本計畫中最核心的水獺個體鑑定及年齡估算等分析工作也得以在最充足的參考資訊中完成，展開後續各項分析研究工作。若沒有這三年的長期穩定計畫支持，許多零星分散的樣本及資料勢必無法規畫進度妥善整合，而後續的個體分析、族群估算則只能在一個參考資料隨時可能被更新的情況下進行假設性的評估。本計畫完成後，日後新增的調查資訊將可加速個體鑑定及年齡估算等分析流程，並大幅提高估算結果的可信度。計畫執行三年中金門水獺的族群數量分別為 78 隻(109 年)、108 隻(110 年)以及 162 隻 (111 年)，整體有增加的趨勢(表 4-5)。由於計畫前兩年恰逢金門嚴重乾旱、各水域環境狀況急速劣化，在兩年長期干擾下本預估水獺族群規模會因環境擾動造成萎縮，但很意外地雖然水獺利用的水域環境總量雖確有減少，但整體數量在三年中卻不降反升，這可能是野生動物以改變繁殖策略對抗惡劣環境的一個生態案例。值得注意的是，增加的一歲以下、第一次被記錄到的新生個體，數量在三年間每年倍增，在每年族群估算內所佔的百分比為 57.7% (109 年)、64.82% (110 年)以及 83.95% (111 年)。在本 108 年本研究團隊所記錄的金門水獺總個體數為 77 隻，一歲以下的新生個體為 46 隻，佔當年族群的 59.74%，和 109 年狀況相仿。

二、性別比例變化

連續三年本研究團隊記錄到的水獺個體性別前兩年處於公母比 3:2 的比例趨勢，第三年則公母比例差距則擴大到接近 3:1，似有失衡情況。然則，檢視每年兩歲以上個體的公母性別比，109 到 111 年分別為 19:14、11:14 以及 15:21，並無明顯的性別偏差，可見性別失衡的情況主要發生在一歲以內的新生個體。由於性別判定的標準也是藉由分析排遺內少量的水獺 DNA 來決定，經過資料彙整後發現同一隻個體若經長期追蹤，有些會有性別判定產生變化的情況發生。這樣的性別判定結果誤差可能是因為歐亞水獺除了用排遺標定領域外，牠們也會單用尿液進行標定行為，由先前自動相機的記錄發現有些還尿在其他個體遺留的排遺上，可能因此造成汙染、造成性別誤判。而且這樣的誤判只會把雌性誤判為雄性，因為在本計畫引用的 DNA 的判定方法中，雌性的電泳分析結果為單一條帶，雄性則會增加另一條帶，呈現兩條條帶，若雌性的尿液汙染雄性的排遺，結果還是會呈現兩條條帶，最後判定還是為雄性。長期追蹤的個體因為有機會進行多次確認，若發生誤判將有機會修正，但若是只出現一次的新生個體則會有一次判定資料，沒有修正的機會，很有可能出現偽雄性的誤判。

三、三年個體紀錄總和及重複出現的次數

若將計畫執行期間記錄到的水獺個體數量合併計算，三年期間調查到的個體為 299 隻，性別上分別為公 188 隻、母 105 隻及未知性別 6 隻。性別比將近 2:1，主要還是年輕新生個體的性別比例可能在判斷上有偏向雄性的趨勢，而三年彙整的資料中成年個體在整體數量上所佔的比例又因扣除每年重複出現次數而比一年一年估算時為低，因此最後性別比例的呈現還是會受到大量年輕個體判定結果的影響。在被記錄到的 299 隻個體中，有 188 隻只在單獨一次調查中被記錄到（紀錄為 0.5 歲），推測為當年出生的新生個體，在往後的調查中就沒再被記

錄到了。這些個體可能稍大離乳後離開金門，也可能在哺乳階段因各項因素夭折死亡。這類只出現一次的個體紀錄在長期的金門水獺族群監測紀錄中相當常見，由此推論金門很有可能是整個鄰近華南沿海地區歐亞水獺育幼的繁衍的重要棲地。而離開金門的水獺有無個體在附近建立新的族群，應該也是金門水獺族群整體保育規劃應該要了解的訊息，未來必須尋求對岸的合作保育調查團隊，共同進行更廣域的水獺活動棲息調查。

四、三年內出現個體的年齡結構與性別比例

在年齡結構上，一歲以下的個體高達 240 隻，1 至 2 歲的個體有 23 隻，2-3 歲的個體有 16 隻，3-8 歲則有 20 隻個體(表 4-5)。若設定 2 歲以上為有繁殖能力的成年水獺，則成年個體共計錄到 36 隻，雄雌性別比為 15:21，反而有較多的雌性個體被記錄到。另外，由個體出現的頻率也可以推測該個體的活躍程度。在本計畫三年的調查紀錄中編號 267 的雌性個體在 11 次野外調查中被記錄到 45 次，也就是說有多達 45 件排遺樣本最後的鑑定結果都指向 267 號。其次為活躍於田浦水庫及前埔溪的雌性個體 271 號，在 9 次野外調查中被記錄到 33 次。267 號在 111 年 9 月底還出現在前埔溪，估算年齡為 5.95 歲。其他還有 14 隻個體被重複記錄超過 10 次以上。2 歲以下的亞成體共有 263 隻，其中只有 27 隻個體重複出現於 2 季或 2 季以上的採樣調查中。推測這些重複出現過的個體較有可能會留在金門，成為金門水獺的定居個體。

267 號最早於 106 年 11 月 19 日在山后村被記錄到，其後持續出現於山后村及寒舍花海岸兩地，推測山后村有溝渠通道前往寒舍花海邊，讓包括 267 號在內的水獺持續在兩地被發現。但是在 110 年 4 月最後一次在山后村被記錄到後，隔一季 110 年 7 月份的調查就出現在寒舍花，當時山后村池塘的水塘已乾涸見底，殘留的爛泥讓水質惡化嚴重，在往後的調查中(至 111 年 9 月底)就沒有在山

后村再發現水獺的排遺蹤跡。267 號在今年(111)1 月出現於山西水庫海邊生態池附近，一直活躍至最後一次 9 月底的調查，當時估算年齡是 5.36 歲。在 267 號的例子中，可以發現寒舍花與山后村這兩個棲地與同時能被利用，才能吸引水獺在此定居。寒舍花海邊棲地在 267 於 110 年 7 月被記錄到後，直到 111 年 3 月才記錄到另一隻雌性個體 305 號，中間偶有水獺利用活動足跡等蹤跡，但未遺留排遺，顯示活動頻度不高。而當時大約 5.38 歲的 305 號近年來主要在后扁與寒舍花兩個海邊棲地間活動，也沒有進到山后村。111 年 9 月則在寒舍花記錄到 4 隻第一次出現的年輕個體(Lu22F119、Lu22F120、Lu22M121、Lu22M130)，希望這些個體後續能在水文條件改善後的山后村定居下來，繼續貢獻金門水獺的族群發展。

五、成年個體的重要性

由三年累積的資料中發現絕大部分的當年新生個體大部分會在一年內消失。推測是在母獸停止哺育後新生個體隨即面臨尋找領域的本能驅動，在無法挑戰金門原有優勢個體的情況下離開金門，另覓棲地。因此，雖然在每年的調查資料中可發現多達最多上百隻的個體，但是大部分都不會留在金門定居繁衍，擴大金門水獺族群的規模。最主要的原因其實還是在金門島嶼的有限面積，無法滿足更多歐亞水獺對空間的需求。然而，由於往年戰地任務的需求，金門以人工方式創造上百個各種大小的水池及湖庫，其中又孕育了大量的強勢的外來種淡水魚類，因此金門已經比一般面積相仿的島嶼能提供歐亞水獺更好的棲息空間跟食物資源；事實上，金門島的水獺密度也高於目前已知的其他水獺棲地。只是歐亞水獺終究是具有強烈領域的食肉目動物，本能上並無法與太多其他個體和平共存於特定區域，新生年輕個體出走勢所難免。相形之下，留下來長年定居的少數個體就更為重要，滿足其生存需求，或可視為穩定金門水獺族群的首要目標。

六、成年個體的棲地利用

在金門，目前記錄到最老的野外個體為 210 號，最後出現時的估算年齡為 8.86 歲。計畫執行三年期間記錄到五歲以上的個體還有 245 號(母，最後出現時的估算年齡為 7.5 歲)、276 號(母，7.43 歲)、306 號(母，6.79 歲)、143 號(公，6.03 歲)、256 號(母，5.95 歲)、271 號(母，5.95 歲)、路殺死亡個體 KC-331 號(母，5.62 歲)、138 號(公，5.53 歲)、305 號(母，5.38 歲)以及 267 號(母，5.36 歲)等，連同 210 號共有 11 隻個體。這些個體最後被記錄到的地點分別為斗門溪(138 號、256 號)、田浦水庫及前埔溪(143 號、271 號)、太湖(210 號)、農試所(245 號)、山西水庫海岸(267 號)、雙鯉湖(276 號)、寒舍花海岸(305 號)、青嶼海岸(306 號)以及金沙水庫(KC-331 號)。其利用的棲地頗為分散，並非集中在如太湖、田浦水庫等水量及食物資源相對穩定之棲地環境，具體呈現出歐亞水獺成年個體的領域行為(圖 5-1)。而包括些年老個體的不同年齡層水獺的食性需求、掠食偏好可能是重要的生態資訊。對於金門水獺的族群管理規劃，這類生態資料的收集是日後必須進行的工作目標。

在 108 年初，曾有兩隻衰弱的水獺在被收容救傷後死亡，其犬齒皆已磨平，難以有效捕食魚類等獵物。在英國歐亞水獺的研究報導指出牙齒的磨損將直接影響到其生存能力，而越年長的個體牙齒的損耗越形嚴重(Sherrard-Smith and Chadwick, 2010)，食物的種類會直接影響到水獺牙齒的磨損程度。檢視連續三年的成年個體資訊，成年個體主要應該是逐漸衰老而消逝於金門。但也有可能是因為調查強度不足，在一年四次的調查中恰巧都沒被辨識到，其後有可能隔一段時間後再次被發現。如年長的雌性個體 210 在 110 年整年都沒被記錄到，但在 111 年後又再度被發現。檢視其出現記錄，應該是一隻長期穩定定居於太湖的雌性個體，以雌性個體傾向選擇良好育幼場地的天性推測 210 這隻個體應該不會離開太

第二節 各地區棲地消長及族群變化趨勢

一、金門水獺棲地的變化

111 年新生個體的增加並非反映棲地改善及各項資源穩定豐富，相反的是前段期間全島棲地水域面積的縮減、當地居民對水資源的競爭、通道的陸化及阻斷、食物資源的枯竭等等諸多不利因素，新生個體的增加反而像是金門水獺在面對惡劣環境所發展出來的生存策略。在本計畫執行期間，也發現多處海邊棲地有逐漸被頻繁利用的趨勢，如天后宮、寒舍花、咕力岸等海邊棲地，在這三年的調查中被水獺利用的情況逐漸普遍，甚至在 110、111 年間都曾在調查時在海邊廢棄碉堡中遇見在其中活動的水獺，金門的水獺在這段期間似乎有由劣化的淡水棲地轉向沿海棲地發展、覓食的趨勢。

109、110 年間金門各水域受旱情影響而普遍水位下降，部分棲地本身注入水源或集水區面積有限，在當地農民競爭用水的情況下水域環境急遽惡化甚至乾涸，是水獺最先放棄的棲地型態。比較明顯的有洋山、何厝、斗門、劉澳等各聚落的儲水池，以及賢聚、山外溪等小型溪流水道，旱象一開始率先水位下降、鄰近水道通路雜草叢生，在 109 年水獺就漸次減少這些棲地的利用。往年水獺的活動熱點山后村儲水池雖然當時尚未全乾，但在 109 年 4 月以後就沒有採集到可供 DNA 鑑定的新鮮排遺，往後連舊排遺都沒再出現，顯示水獺已放棄這個棲地。109 年底開始一些稍大的水域也有相當明顯的影響，如斗門溪、光前溪水流中斷，山外映碧潭、烈嶼的陵水湖等水域底部裸露面積漸增，前埔溪上游及南莒湖更早已乾涸見底。110 年甚至連太湖、古崗湖、金沙水庫這些大型湖庫都受到影響而水位大幅下降，西園湖底也長成一片草原。110 年中期乾旱最高峰時幾乎所有的聚落儲水池全都見底，若有殘水也充滿爛泥惡臭，其間水族大多死亡殆盡。乾涸見底的棲地在現場目視就可以確認不會有水獺棲息其中。這樣的棲地形態持續到

111 年 1 月後開始有較正常的降雨後才逐漸改善，但在 111 年 9 月底的調查結果顯示，縱使各棲地水位盡復舊觀，前一波棲地干擾對水獺族群造成的影響並未恢復到原來的樣態。



圖 5-2 計畫執行期間洋山聚落儲水池水位變化。由左而右分別拍攝於 109 年 4 月、110 年 4 月、110 年 10 月以及 111 年 6 月

資料來源：本研究製作

乾旱期間部分供水湖庫因民生及農業用水的需求進行調節，水量有時反而較往年充沛，如蘭湖、瓊林水庫等，但是這些地區的水獺族群仍舊如同其他水位降低的棲地般持續下降。瓊林水庫在 108 年後就沒有採獲新鮮排遺樣本成功鑑定到個體；蘭湖則在僅在 110 年間有零星的排遺出現，顯現兩地的族群在水量充足的情況下仍不穩定。湖庫周緣連繫各棲地的水路通道的重要性在此再度顯現。缺乏提供水獺進出的聯外通道，水域環境即使已經改善，還是可能沒辦法讓水獺利用棲息。111 年後雨量充沛，可能是聯外的水道有機會儲水恢復提供水獺活動的功能性，蘭湖在 111 年開始有較多新舊排遺出現，在 1 月及 3 月份記錄到 Lu22F05、Lu22M06 兩隻新個體，只是在下半年在蘭湖又沒有發現到水獺排遺。這例子說明水獺棲地的保育應該要跳脫單一棲地整理管理的思維，將周邊水域通道系統、鄰近棲地維護一併納入思考，才有機會達到吸引水獺棲息的目的。

二、金門水獺族群規模在三年內的改變

近年來，金門水獺的族群主要分布在東半島，南北兩個重要水系流域(金沙溪水系、太湖水系)、東部海岸水域棲地(山西水庫、田浦水庫、金湖水庫等)及參雜其間的大小水域(農試所、陽明湖、山后等)。這些水域提供了複雜良好的棲息環境，並由河流溝渠形成複雜的水域連通網路，維持較其他地區更為穩定的水獺族群。109 年乾旱開始時水獺的活動範圍逐漸退出河系河道及較小的池塘，個體集中於相對穩定的較大水體。田浦水庫、山西水庫海邊池塘、太湖、金沙水庫在乾旱時期的惡劣環境下成為金門水獺的庇護所，特別是在太湖及田浦水庫出海口濕地，在這段期間還是有許多新生幼獸的排遺及活動痕跡(腳印等)出現。但也隨著這些湖庫水位隨著乾旱時間的拉長而下降，其中的個體分布及棲地利用情況失去了以往的規律性，多處原本採集或觀察的熱點也乾旱陸化。而田浦水庫在 111 年的調查中也發現當地的水獺族群規模開始萎縮。這樣的情況於西半島更為普遍。由於西半島人口密度較高，道路開發、交通車輛等人為活動對水獺的干擾甚為明顯，小型的棲地已多年未見水獺活動蹤跡，只在慈湖、雙鯉湖、湖尾溪河口池塘等靠近海岸的開放棲地還能保有部分水獺個體。其他西半島各水域出現水獺活動痕跡的機率相當低，能蒐集到的新鮮排遺相當少。西南端的古崗湖在 108 年 2 月以後至今都沒有發現新鮮排遺，僅在 109 年 4 月發現過一隻死亡個體。古崗湖在 111 年仍持續進行湖底疏濬工程，雖然水獺已多年未利用這個棲地，但持續的工程干擾還是會抑制水獺回來利用的可能性。倘若後續能將古崗湖周遭連外水路通道一併清淤疏濬，則會有利於增加未來水獺利用古崗湖作為棲地的機會。

在 111 年後半年金門氣候水文狀況偏向穩定，各地區湖庫水位普遍回升，然而這段期間水獺曾頻繁聚集的雙鯉湖、湖尾溪河口附近池塘、田浦水庫河口濕地及金沙水庫出水口等棲地，原本活動頻繁水獺卻消失大半，如在前兩次(1 月及

3 月)的調查中在湖尾溪河口池塘共記錄到 17 隻個體，但在後兩次(6 月及 9 月)只剩下 3 隻個體。在金門降雨恢復正常、水域環境普遍改善的情況下，這些棲地品質並無持續退化跡象，但是棲息的個體卻大幅減少。可能的解釋是這類在乾旱期間水量相對穩定充沛、具有類似庇護所功能的棲地在其他水域環境惡化期間已收容過多個體，在今年下半年其他棲地逐漸改善後本來活動其中的個體各自離開、尋找其他棲地棲息。這些離開的個體未來是否會再次出現在金門其他地區，有待後續進一步的追蹤調查。

第三節 重要棲地及繁殖熱區的辨識

在一般的物種保育計畫中，選定重點保育棲地是建立實質保育行動的有效方法。藉由詳盡完整的調查、瞭解物種對棲地利用的模式及依賴程度，可以讓保育主管單位將工作重點放在保育物種偏好棲息的重要棲地(如核心分布區域)，或是進行特殊行為的關鍵區塊(如遷移廊道路線、育幼熱點)等較小的區域，以有限的人力物力有效地進行域內物種保育工作。

金門水獺的棲地在以往也有些活動較為頻繁的觀察熱點，如太湖、慈湖等地。由於歐亞水獺外形沒有色塊花紋，夜間在野外短時間觀察很難確認個體，因此由目擊的資料很難估算各地個體數量。將三年的個體紀錄就太湖、田浦水庫、金沙水庫、農試所、慈湖及雙鯉湖、以及湖尾溪溪口等幾個水獺出現常出現的熱區進行數量統計，發現在這些棲地範圍內記錄到的水獺數量並沒有很多(表 5-1)。如太湖在 109 年整年被記錄到的個體數量只有 8 隻；然而，當年在太湖總共採獲 61 件樣本，最後有 21 件完成個體鑑定。只是扣除重複紀錄同一個體的資料筆數(包括該年度不同調查季節記錄到的也給予扣除)，剩下個體數量只剩下 6 隻兩歲以下的幼獸及 2 隻 2 歲以上的成年個體。同一年在田浦水庫共採集到 57 件新鮮排遺樣本，其中 27 件成功鑑定到個體，但扣除重複後最後整年只調查到 7 隻個體。在湖尾溪 109 年全年採獲 63 件排遺樣本，其中 20 件成功鑑定到個體，扣除重複後最後只剩 10 隻個體。另一個有趣的例子是在 111 年 3 月 10 日在沙崗農場儲水池採的 20 件排遺中，其中有 9 件鑑定後指向 Lu20M05 這個個體，顯示一隻水獺在同一天晚上可以留下多達 9 件的排遺。在大部分的情況下水獺會將排遺分散開來標定牠的領域範圍，在很小的區塊中拾獲這麼多重複個體的排遺的狀況以往很少發生。由於從外觀上無法判斷是不是同一個體的排遺，因此在採樣、實驗的過程中勢必遭遇到許多重複鑑定到同一個體的狀況。有些棲地看來充斥著許多

新舊水獺排遺，但很有可能是由少數個體重複留下的，讓人造成很多水獺個體在此活動的錯誤印象。

表 5-1 計畫執行期間幾處重點棲地的年度水獺個體鑑定數量

年度	太湖			田浦水庫			金沙水庫			農試所			慈湖雙鯉湖			湖尾溪		
	總數	幼體	成體	總數	幼體	成體	總數	幼體	成體	總數	幼體	成體	總數	幼體	成體	總數	幼體	成體
109	8	6	2	7	4	3	3	1	2	3	2	1	6	4	2	10	7	3
110	15	12	3	7	5	2	8	6	2	7	5	2	8	5	3	8	7	1
111	17	15	2	3	1	2	11	11	0	11	9	2	13	11	2	20	17	3

幼體包括亞成體，為記錄當時估算為 2 歲以下之未成年個體；成體則為 2 歲以上，進入繁殖年齡的個體

資料來源：本研究製作

若單獨查看這些棲地的成體數量，所有的地點每一個年度調查到的數量都是個位數。而兩歲以下的幼獸數量普遍較多，單以數量來說，太湖、慈湖雙鯉湖以及湖尾溪長年都有比較多的新生個體在活動，而 111 年湖尾溪的新生個體幾乎都集中在前半年出現，等於是短時間內在面積不大的湖尾溪溪口高密度聚集。若就保護繁殖育幼熱點的角度來看，這三處棲地是可以優先保護的重點棲地。

整體而言，這些棲地的個體數量都少，特別是成體的水獺，出現紀錄相當零星。而田浦水庫、金沙水庫水獺個體的波動比較大，且湖尾溪 111 年下半年個體數量大幅減少，這些是後續追蹤金門水獺族群要特別關注的地方。但是如前所言，歐亞水獺的領域範圍應該要跳脫單一棲地的思維，可以以這些常發現水獺的地點作為核心區域，但是在進行棲地利用評估及管理還是必須要以區域整體來考量，如太湖雖然是重要的水獺棲息、繁殖棲地，但是往下有通往出海口的黃龍潭、白龍溪、82 據點潮間帶等棲地的暢通可以確保太湖的族群與外界透過海域前來的個體接觸的機會；而往上游的山外溪、映碧潭、明潭、鑑潭及其他太武山區儲水池塘等棲地保存可以提供太湖族群進入太武山區的路線，甚至有機會安全地接觸到東半島北邊的金沙溪族群。維持這些水路通道暢通，可避免水獺在棲地被切

割孤立後族群萎縮，最後被迫放棄這一連串的棲地。

透過本計畫的執行，本研究團隊有機會能運用更為細膩的技術來進行金門水獺的個體辨識，進而記錄牠們在不同時空的活動軌跡，精確的知道每個棲地樣點的被利用狀態。雖然本計畫執行的每季調查頻率跟樣本分析數量在執行上相當緊湊，在野外的調查活動中必定還是會有遺珠之憾，但透過三年來多次實地調查資料的累積，相信所掌握的資料必定是最接近金門水獺族群真實狀況的訊息，也會是主管單會在執行物種保育計畫的重要參考資訊。

第四節 金門水獺族群假說

一、計畫執行初期金門水獺族群被視為島內封閉族群

金門的歐亞水獺為我國重要的瀕危保育類動物，近年來更成為國人關注的焦點物種，除了可愛討喜的外形外，金門水獺的面臨的嚴峻生存危機也因各有關單位大力宣導下普遍受到大家的關注。以往對於金門水獺的瞭解來自於少數野外現地的觀察研究，以及參考其他水獺保育先進國家的經驗及資訊；另外也一直未在對岸鄰近地區發現到任何水獺活動的實證或訊息，因此在本計畫執行之初，一般認為金門水獺可能是一個單單棲息在大小金門島上的封閉族群，金門水獺主要的棲息地以內陸淡水棲地為主，只有少數的個體會到海邊活動。在這樣的觀念前提下，可用每季觀察到的個體重複出現的比例，即標示-再捕捉的族群估算概念，來推算金門水獺的族群數量。這樣的估算與之前曾用島上河流長度加上海岸線長度參考其他國家水獺密度的估算結果相似。但經過現地調查與觀察後，其估算基準的正確性，即金門水獺為一封閉族群的想法頗似乎有修正的必要。

二、基於年輕個體高比例消失資訊的半開放族群假說

經過文獻閱讀得知歐亞水獺的渡海游泳能力頗強，在英國甚至有長期觀察中的海上活動族群。而 108 年在日本對馬島重新發現了歐亞水獺個體，後來用基因比對法確認是來自朝鮮半島的擴散個體，而兩地海域的最短直線距離有 50 公里寬。幾乎同時期在中國浙江舟山群島海域也發現了一個歐亞水獺的海上族群。這些例子表明金門周邊的海域不會成為歐亞水獺擴散到對岸大陸地區的地理屏障。本計畫執行期間累積許多個體資料，觀察檢視長時間的水獺個體出現資料後，發現出現過許多新個體在一兩次的紀錄後就消失不見，數量之多很難簡單的全以夭折看待(109 年記錄到 1 歲以下的個體只有 45 隻，110 年有 70 隻，分別佔該年

記錄到個體總數的 57.69%及 64.81%；參考表 4-5。而 111 年的數據上看來一歲以下個體的數量佔比雖然高達 83.95%，但是在接下來的調查中有些個體還是有可能被再記錄到，成為定居個體，因此要討論是否為離開的個體通常會經過一年的調查確認後才會決定，即 111 年的資料需要比對 112 年的結果方能判定是否為已離開金門的個體)，頗讓人困惑。但若結合歐亞水獺的跨海域移動能力與領域性的天性，不難推論在金門島上新出生的個體在經過一定時間的成長、慢慢發展出領域行為後就會有尋求自身領域的天性驅使而離開母獸。這樣的行為模式在許多食肉目動物中都可以看到。而金門各適合水獺棲息的棲地都有優勢的年長個體棲息著，年輕的個體在體型及打鬥經驗上往往趨於劣勢，在無法成功挑戰原有優勢個體的情況下，年輕的金門水獺游過周邊海域前往大陸地區尋找棲地應是合理的推論。也因此本研究團隊對金門水獺的族群假說修正成半開放的模式，在鄰近地區未有其他族群個體被確認、有可能進入到金門的情況下，金門水獺族群可能是一個只出不進的半封閉狀態，每年都有新生個體擴散到鄰近大陸地區，讓金門像是一個區域性繁殖熱點，提供補充個體拓展領域、日後形成地區性華南地區歐亞水獺族群的機會。而半開放的族群並不適合以標示-再捕捉的概念估算族群數量，因此本計畫不再進行族群整體數量估算，直接以每年調查到的金門水獺個體數量來呈現金門水獺族群規模。而播遷出去的個體有無可能在大陸地區成功建立族群，需要日後更積極、全面性的鄰近地區實地調查方能驗證。

三、雄性優勢個體可能不只在金門活動的推論

在經過本計畫三年的執行後，本研究團隊在 111 年將之前的個體出現完成資料整合，將以往的個體資訊併入這三年的調查資料一併排列在時間軸上進行討論。最後的整合資料中發現有些成年個體的出現頻率很低，如雄性個體 256 號，在 106 年 4 月 19 日首次於洋山聚落被記錄到，其後在 110 年月才在光前溪被記

錄到，然後在 111 年的 3 月、6 月、9 月的調查中比較密集的出現在光前溪及擎天水庫，最後出現時估計年齡為 5.95 歲。256 號在第二次被記錄前有長達 4 年的時間消失在個體資料庫中，當然有可能是每次調查都剛好沒有採到這隻個體的新鮮排遺成功完成鑑定操作，但是否真有可能 256 號在這段時間離開金門，在附近大陸地區或其他鄰近海島的棲地間棲息遊走，最後選擇回到金門定居？另外，在資料庫中也發現 107 年 2 月在忠孝新邨被民眾發現行動異常，當月 28 日闖入金沙湖畔飯店倉庫後被救傷、死亡的雄性個體 KC-103 號，在被目擊到行為異常前曾在 103 年 2 月及 7 月在光前溪及金沙溪被記錄到三筆資料，兩個時間點中間的活動紀錄也是一片空白。這樣的例子雖然不多，但也不只有一兩個個案。空白的缺席紀錄是否表示著某些金門水獺，特別是雄性個體，其棲息活動領域並不限定於金門及烈嶼兩島？是否像英國、浙江舟山群島的海上族群般在海上幾個島嶼中巡弋遊走，尋找合適的覓食棲地及配對個體？金門的族群是否擁有比目前認知更大的領域範圍，族群保育管理的思惟應該與其他棲地納入一併考慮？或許在日後更多個體資料的累積及鄰近地區棲地更完整的棲地調查後，能對金門水獺的族群規模有不同的想法，進而提出更新、更貼近現實的假說。

第五節 水獺保育整合規劃

一、協助水獺救傷流程建立

本研究團隊雖未直接參與水獺救傷、醫療業務，但仍在水獺平臺會議的架構下協助金門水獺救傷流程的建立與執行。在多次平臺會議討論後，由金門縣野生動物救援暨保育協會製作歐亞水獺救傷收容通報流程(圖 5-3)；金門水獺的救傷收容工作擬就三個面向執行：

- a. 需要醫療、短期收容照養的個體，由金門縣野生動物救援暨保育協會進行醫療救護及短期收容照養。
- b. 需要長期收容、照養的個體(如失怙幼獸)，後送至臺灣由臺北市立動物園進行長期收容照養。
- c. 路殺等死亡個體：由金門縣政府、金門縣野生動物救援暨保育協會現場處理、進行初步的外形觀察測量、X 光檢測、死因推論後將屍體冰存送至淡水家畜衛生試驗所進行解剖，並分送肌肉檢體至臺北市立動物園、中央研究院生物多樣性中心、國立自然科學博物館進行遺傳物質保存。

二、各項會議參與

本計畫執行期間恰逢新冠肺炎爆發的防疫高峰期，各類會議及講座都被迫取消或轉為線上辦理。本計畫執行期間曾參與進行的會議活動(表 5-2)，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，尋求改善水獺棲地和妥善進行族群保育管理的最佳方案。也將本計畫執行成果科普化，提升國人的水獺保育意識。

三、金門水獺保育策略建議

金門水獺的保育在行政院農業委員會林務局、金門縣政府、金門國家公園管理處、金門縣野生動物救援暨保育協會、臺灣大學、臺北市立動物園等諸多單位的共同努力下頗有進展，已成為東南亞地區歐亞水獺保育的代表案例，並吸引包括中國在內的各國水獺保育人員的注意及重視。然而，金門水獺保育至今仍遭遇

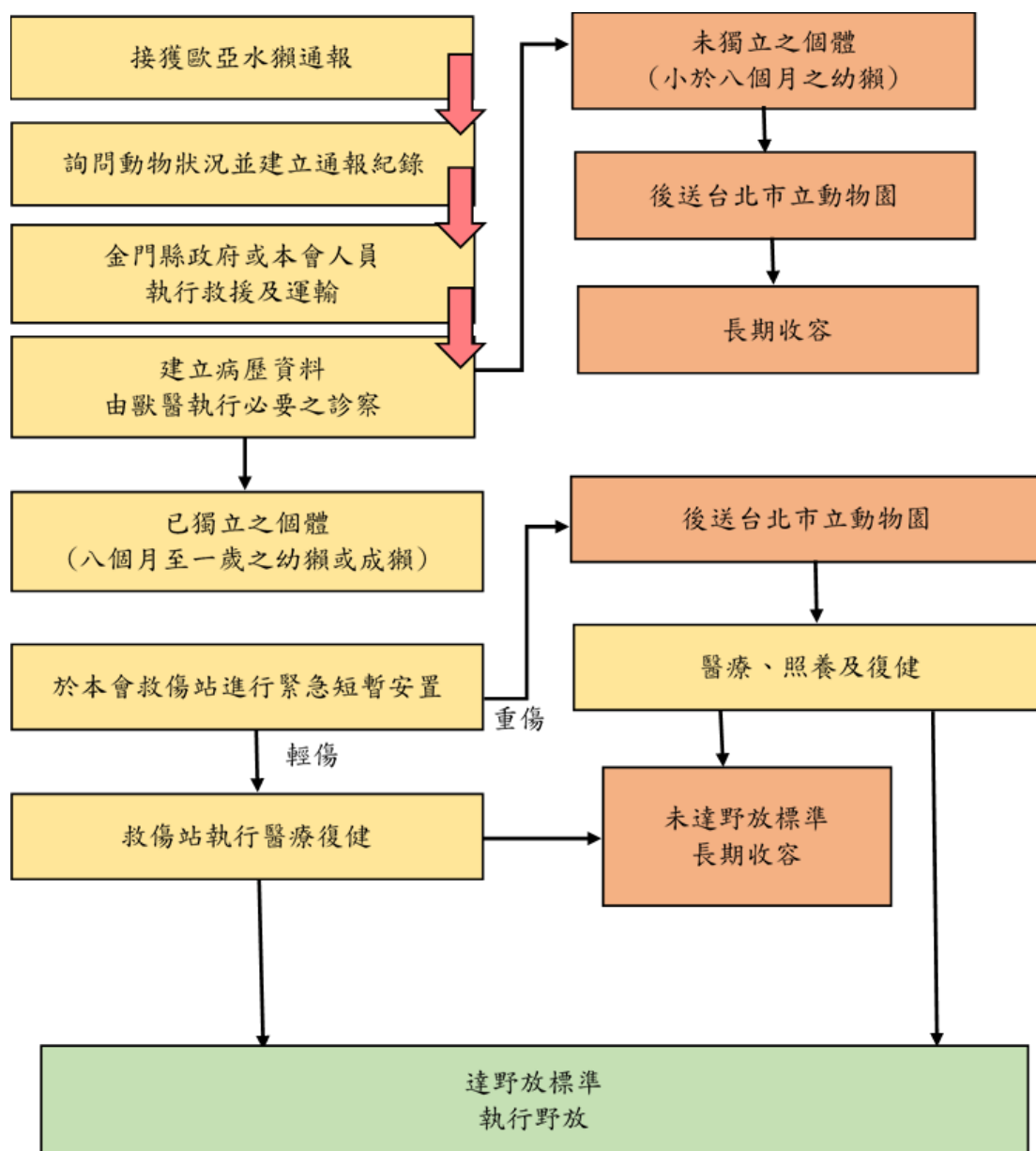


圖 5-3 金門水獺救傷收容流程

資料來源:金門縣野生動物救援暨保育協會提供

表 5-2 參與會議及公民科學列表

活動日期	活動地點	活動名稱	主辦單位
109.04.13	金門縣林務所	水獺保育平台會議	林務局
109.05.30-31	金門縣農試所	野生動物棲地 保育工作坊	金門縣政府及金 門縣野生動物救 援暨保育協會
110.02.26-28	線上會議 (主辦國:克羅埃西亞)	第一屆 EOW 歐亞水獺 保育工作坊	IUCN 水獺專家群
110.05.04-05	林務局	瀕危野生動物保育行動 研討會	林務局
110.5.28	線上會議	金門國家公園 109 年度 保育研究成果發表會	金門國家公園
110.05.26	線上會議 (主辦國:英國)	世界水獺水獺日工作坊	International Otter Survival Fund
110.11.08-12	線上會議 (主辦國:菲律賓)	2021 The 29th Annual SEAZA Conference	Philippine Zoos and Aquariums Association (PHILZOOS)
111.5.19	線上會議	金門國家公園 110 年度 保育研究成果發表會	金門國家公園
111.04.18	新竹六福村	金門保育基地 交流座談會	莊福基金會

資料來源：本研究製作

到許多的瓶頸跟困難，需要各單位戮力合作、共同努力克服。本計畫執行的結尾茲就短程、中程及長程三個階段對金門歐亞水獺的保育工作做出建議。

短程工作規畫：

- a. 持續進行水獺族群監測及相關研究，累積族群動態等長期生態資訊。
- b. 即時改善道路設計及維護水獺棲地及水路通道之功能性。
- c. 落實遊蕩犬隻管理，監測有無疾病傳染狀況。
- d. 建立救傷收容體系及處理 SOP 流程(已完成)。
- e. 建立冷凍配子照養技術，建立生殖細胞保存樣本庫，保留路殺個體基因延伸的機會。
- f. 發展水獺野放及訓練流程及技術，為未來收容個體移地野放或進行再引入等保育操作預作準備。
- g. 推展水獺保育、提升國人保育意識。

中程工作規畫：

- h. 與大陸保育團體合作，進行鄰近地區歐亞水獺族群調查，掌握華南地區完整族群動態。
- i. 架構專責金門水獺保育資訊分享網路平台，更新最新水獺保育或研究訊息，維持民眾對金門水獺保育議題的關注(部分進行中)。
- j. 建立域外保障族群，發展歐亞水獺人工照養及繁殖技術，維護域外保育繁殖個體的族群規模及遺傳多樣性。
- k. 主動規劃棲地復育行動，改善未被水獺頻繁利用的潛在棲地(如烈嶼)，擴展金門水獺可用棲地規模。
- l. 檢測族群遺傳健康傳況，與其他水獺保育機構緊密合作，評估及擬

定基因救援規劃。

長程工作規畫:

- m. 成立類似德國水獺保育中心等專責機構，統籌水獺保育資源及工作分配，擬定工作目標，確認各項金門水獺保育任務被妥善地持續執行。
- n. 協助對岸保育工作者推展東南沿海地區歐亞水獺保育工作，提升當地人民保育意識，尋求可能合作的鄰近地區潛在棲地管理單位，建立金門水獺安全擴散的實體網路通道。
- o. 評估建立異地保障族群的必要性，擴大金門水獺永續發展機會。

第六章 結論與建議

第一節 結論

一、金門水獺族群動態假說

金門水獺族群應非封閉族群，個體有能力跨越海域自由出入金門。然而在鄰近地區並無發現其他穩定發展的水獺族群的前提下，推測只會有水獺個體移出金門，族群應為只出不進的半開放狀態。但也有記錄顯示有些個體可能長期離開金門後再次渡海回到金門島上棲息，具有更寬廣的生存領域，金門只是其棲地的一部分，不會時時定居於此。

二、金門為華南沿海地區歐亞水獺的繁殖熱點

每年的調查資料都可發現比例極高的新個體，但是這些個體絕大部分在出現一兩季後就消失於金門，不再被調查到，推測應為幼獸離乳成長後離開金門另覓棲地，不再停留於金門。這些數量眾多的外移新個體顯示金門是歐亞水獺重要的繁殖場域，也是鄰近華南沿海地區歐亞水獺活動及繁殖的核心棲地，具有相當重要的生態功能，需要持續嚴密的保護跟關注。

三、金門水獺個體間親緣具有地區關聯性

透過親緣譜系的分析，金門水獺族群可依地理位置分為四個小族群，分別為東半島海岸族群、金沙溪水系族群、太湖水系族群，以及西半島地區族群等。同一個小族群內的個體相互配對進行繁殖的機率比跨地區個體來得高；而雄性個體比雌性個體有更高比例會在各個小族群地區間移動遊走，尋求更多的配對機會。

四、構成金門水獺族群主體的定居個體數量有限

每年的金門水獺若單就目擊次數及排遺調查數量，容易給人其族群規模持續穩定發展的印象。然而分析每年個體的留存情況後，發現個體數量扣除重複鑑定後其實總數並不多，各個的重要水獺棲地在以排遺鑑定個體後也得知數量比預料中為少。其中定居在金門的成年個體數量在年度整體出現個體的比例約只在三成左右，而這些水獺才是維繫金門繁衍族群的重要關鍵。歐亞水獺在明顯處重複排遺標定的行為容易讓人誤判水獺數量，產生棲地內水獺個體眾多的錯誤印象。

五、水域通道的暢通可提高棲地被水獺利用的機率

水域環境的改善必須伴隨著鄰近水路通道的暢通，才有機會讓水獺願意前來利用那些棲地。棲地的維護及改善需伴隨著周遭水域通路的整理一併考量。

六、乾旱時期棲地劣化干擾的效應影響金門水獺原來的族群結構

乾旱時期許多中小型棲地劣化程度嚴重，原棲息其中的水獺被迫遷移應對。111 年降雨恢復正常、各棲地逐漸恢復改善後水獺族群變動頗大，各地區的個體多有異動。族群穩定後與之前原有族群結構的差異程度將會是需要注意研究的重要資訊。

第二節 建議

立即可行建議

建議一 將周緣溝渠清淤清理納為湖庫疏濬固定工作項目

主辦機關：金門國家公園管理處、金門縣政府、陸軍金門防衛指揮部

協辦機關：各地鄉鎮公所

今年水量充沛，各水域棲地水量多已恢復舊觀，然而不易觀察到的水溝涵管大多因長期缺水而陸化，生長於其中的植物阻礙了水獺的活動，這些包括各村落的蓄水池塘連通涵洞。本計畫執行期間金門各主管機關皆利用大片湖底露出水面的機會進行湖庫清淤深峻工程，如古崗湖、太湖、小太湖、光前溪等前後都進行了規模不等的工程施作，希望能在旱象解除後增加湖庫水體的儲水能力。建請各主管機關能將目標水體周緣溝渠水道清淤清理納為湖庫疏濬工程的固定工作項目，並積極協助所屬單位注意各水塘進排水道疏濬暢通，除能維護儲水場域的功能性外，也能協助水獺在各棲地間的活動網路暢通，維護水獺移動安全，增加棲地被利用的機會。

建議二 淡水域原生種魚類的族群補充

主辦機關：金門縣政府

協辦機關：金門國家公園管理處

魚類是歐亞水獺主要的食物，充沛可利用的魚類資源是歐亞水獺賴以存活的關鍵因素。計畫執行前兩年的旱情對於許多水域棲地中的水生動物群聚造成毀滅性的破壞，魚類死亡殆盡，但也同時一併移除了其中的外來種魚類。棲地恢復後，部分獨立水域尚無淡水魚類進駐，建議可以人為引入方式引入魚類資源，加速恢復棲地被水獺利用的可能性。而水獺對魚類的捕食不分原生種魚類抑或外來種魚類，或可主動引入人工繁殖復育的原生種魚類進入該棲地，協助放大其族群

規模，也同時進行原生物種的保育工作。長久下來或許極強勢的慈鯛科外來種魚類還是會侵入到每一個水域中繁衍，但主動放大原生種魚類族群規模的操作或可協助該原生魚類在共域外來種捕食壓力過大之前及早建立足夠的族群規模，足以自行繁衍於金門水域中，生生不息。

中長期建議

建議三 設置金門水獺族群資料庫科普網路推廣平台

主辦機關：金門國家公園管理處

協辦機關：臺北市立動物園

本計畫三年長期的調查研究得到許多金門水獺個體活動的珍貴資料，並衍生各項族群動態的分析推論。這些資訊的最終目標當然是能夠用在制定保育策略規劃中，提供精準的參考訊息；而學術上的發表可讓國內外水獺保育工作人員能夠接收到本計畫執行的研究成果，應用在自身的保育工作上，也能增加金門水獺保育工作的國際能見度。然而，這些科學資訊與一般大眾有著相當程度的隔閡，如何將之科普化、轉化成國人能夠接受的通俗故事及語言，也應是持續進行並且完成的目標。若能建構金門水獺族群動態資訊的網路頁面，將資料庫內容科普化、公開開放國人自由瀏覽，將可讓本計畫執行成果更廣為流傳，大幅提升金門水獺保育工作的能見度，爭取民眾的支持。

建議四 加強金門歐亞水獺沿海食性生態調查

主辦機關：行政院農業委員會林務局、金門國家公園管理處、金門縣政府

協辦機關：臺北市立動物園

金門水獺面臨的生存壓力因金門的繁榮發展而持續存在著，其生態行為也仍有許多未解之處。金門水獺的族群過於集中，棲地規模太小的族群很容易在沒有

其他族群可支援緩衝的情況下，一旦面臨生存危機旋即在短時間內瓦解消失。金門水獺這樣的小族群若要永續發展，在保育執行面上必須掌握能在族群面臨崩解危機前即時警覺的重要原則，以便爭取尋求解決方法的關鍵時間。食物資源可能是充足完整的生存空間以外、對於野生動物最重要的生存要素之一，而金門水獺的食性研究成果目前尚不多見，特別是越來越多的個體被發現在海邊活動覓食，牠們的營養需求有無異於棲息於淡水棲地的水獺，是相當值得探究的議題。金門水獺的長期保育管理在族群動態監測外可以增加類似食性分析的生態研究規劃，更全面性的認識金門水獺的生態特性，掌握其生存基本需求資訊。

附錄一 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		■				■					■	■		■				■					■	■
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

附錄二 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）

附錄三 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 GGAAACTGTAAAGGAGCTCACC R CAGTGTTTCATAAGGATGCTCCTAC	0.57	192-208	5	Y16302
Lut 715	(GATA) ₆ GAT (GATA) ₇ GAT (GATA) ₅	F TTCACAATAGCCAAGATATGGAC R TGGCATAATATCCTTTTCTCATGG	0.52	197-217	6	Y16303
Lut 717	(GATA) ₁₂	F TGTTGCCTTCAGAGTCCTGTG 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 ACAAAGACTGAGCAAAAACAAGC	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

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.
04OT04	(GAAA) ₁₆	F AACTCTGACTCTGGGTGGAGGTGTT R GCCTGGGAGGCAGCATGATTAGT	0.586	178-210	5	AY786984
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，意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

附錄四 期中報告審查意見回覆辦理情形

審查意見	受託單位回覆情形
本處綜合意見	
<p>一、從本案研究中可否討論金門歐亞水獺有無基因窄化議題?若金門歐亞水獺目前確知有基因窄化疑慮，對於族群的存續是否有負面影響?</p>	<p>本案曾分析 40 件金門歐亞水獺不同個體樣本的粒線體 DNA 序列片段，發現在 3,220 個鹼基對中並無任何變異，其所代表的母系遺傳基因庫相當窄化。然則近期分析同一批個體的微衛星結果發現，來自父系及母系的微衛星遺傳資訊並未顯示金門水獺族群有基因窄化的疑慮，推測在近期可能斷斷續續有金門族群外的雄性個體來到金門產下子代，增加金門族群的基因多樣性，但卻沒有遺留下粒線體 DNA 基因在金門族群中。</p> <p>因此目前金門族群可能沒有立即顯著的基因窄化疑慮，但長久看來若無附近其他不同族群的雌性個體遷入，母系方面的基因多樣性還是無法增長，長久下來並不利族群的發展。另外，目前推估金門水獺的族群狀況在個體數量上還是呈現擴張趨勢，跟一般老化、基因劣化的萎縮中族群特徵(新生個體少於死亡淘汰個體)不同，從這角度看來目前水獺族群應還屬於一個健康、成長的狀態，尚無基因窄化的負面影響顯現。</p>
<p>二、本案若有相關學術研究報告或研討會發表請，應揭露為本處研究計畫。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>三、工程干擾對水獺影響的程度如何?如雙鯉湖在前兩年乾旱時期的疏濬工程結束後，水獺的族群是否恢復?</p>	<p>這幾年的調查結果發現，金門的歐亞水獺對於包括工程干擾在內的各種人為干擾有著出乎意料的適應能力。如在山外菜市場旁繁忙的鐵便橋下之前就有水獺長期棲息甚至繁殖育幼，當地往來人車喧嚷吵雜並沒有嚇跑牠們；在這一年來因旱情的影響牠們才放棄了這處棲地。</p> <p>本調查團隊也在多處中輕度干擾的工地附近發現水獺的排遺，證明牠們還是會利用這些棲地。雙鯉湖的水獺活動範圍其實還包含廣大的慈湖，疏濬工程期間水獺比較不會在雙鯉湖岸邊留下排遺，但在水尾塔側的小池塘則一直都有水獺前來造訪棲息，族群似乎沒有受到太大干擾。</p>

	<p>然而，像水頭港擴建及金門大橋這麼大規模的工程，對於水獺的干擾還是很強烈的，縱使在以往的調查中這些地點也曾出現過水獺，但本計劃案執行期間在這2處基地附近都沒再發現任何水獺的蹤跡。</p>
<p>四、報告中提到 370 號個體曾在烈嶼被發現，後來也在金門本島出現。</p>	<p>370 號雄性個體於 108 年 9 月在小金門習山湖首次被記錄到，其後在 109 年 6 月出現在金門島東北端的寒舍花海邊，110 年 1 月則出現於寒舍花海邊及山西水庫。這隻個體是歐亞水獺能在大小金門間跨海移動的一個例證。</p>
<p>五、今年前 2 季的調查中有記錄到很高比例、年齡在 0.5 歲的水獺個體，所以年齡分布是否為正常現象？</p>	<p>倘若金門周緣地區已幾無其他歐亞水獺族群可以移入金門，金門出現的歐亞水獺皆為當地族群繁衍的個體的前提下，假設第 1 次被檢到排遺的個體大概是離巢不久、開始離乳且學會自行捕捉食物的大小，約為出生後 4-6 個月左右，因此將第 1 次出現的個體排遺時間點紀錄為 0.5 歲。</p> <p>高比例的 0.5 歲個體在這幾年來的調查中是相當普遍的現象，表示這些個體只在幼年時被記錄到 1 次，推測離乳後一旦離巢獨立可能會因無法與當地的優勢個體競爭而離開金門，前往大陸地區尋找其他棲地，無法再被追蹤記錄到。</p> <p>因此本調查團隊推論，金門是 1 個歐亞水獺育幼的熱點，對於周遭地區整體水獺族群未來發展是 1 個重要的個體擴散中心。此外目前記錄到的 0.5 歲個體在接下來的幾季中還是有可能會再被記錄到，前 2 季的調查結果在年底 4 季樣本分析完成後將會有所修正。</p>
<p>六、本年度工作項目第 4 項「依據各項累積生態資料制定適用於金門水獺族群之保育策略，擬定個體收容救傷通報流程、物種再引入及個體野放評估規劃準則」為本案重要工作項目之一，請受託單位於期末報告呈現。</p>	<p>將依建議於本年度期末報告中予以說明</p>
<p>七、報告書中部分錯別字及格式，請受託單位修正。</p>	<p>遵照辦理。</p>

<p>八、本計畫與其他單位合作的方式為何?是否與參加生態給付之社區巡守隊進行合作?</p>	<p>因為排遺樣本品質的需求頗高，本計畫團隊與其他單位合作的形式僅限於資訊交流，尋求水獺出沒的最新資訊，將地點排入調查規劃後於下次調查期間派員前往採樣。目前並無與參加生態給付之社區巡守隊有合作關係。</p>
<p>九、本年度為第 3 年調查，請受託單位於期末報告呈現 3 年的親緣譜系，並依親緣譜系圖呈現的水獺生態特性予以說明。</p>	<p>將依建議於本年度期末報告中予以說明。</p>
<p>十、水獺在金門本島的移動距離為多少? 根據受託單位野外觀察母水獺會固守一定區域範圍，方便育幼，而公水獺比較會往其他區域擴展領，但本次調查發現古寧頭區編號 242(母)個體,2019 年原在西園湖發現，如何說明雌性個體離開原棲地的情形。</p>	<p>金門歐亞水獺的出現紀錄顯示他們在短時間內活動距離是有限的，大致上每次採樣期間同 1 個個體被記錄到的地點不會相差太遠，比較遠的紀錄大概在農試所到天后宮距離(編號 352 號的雄性個體 3/7 出現在天后宮海邊，3/9 出現在農試所)；但在國外的紀錄牠們一天其實有能力移動超過 20 公里遠，金門島的空間距離對於水獺的移動能力來說應該不是問題，只要路線暢通沒有阻礙的話。</p> <p>另外，原出現於西園湖編號 242(母)的個體並未出現在古寧頭地區，而是牠可能的子代在古寧頭地區被記錄到。我們將於期末報告時修改辭句避免造成閱讀者的誤解</p>
<p>十一、水獺野外壽命約為 5 年，惟根據本案 109 年成果報告顯示，但在金門本島紀錄最久的為編號 107 個體(2013 年-2019 年)，約為 7 歲，本次期中報告古寧頭區編號 394 個體(2015 年-2022 年)，亦約為 7 歲，如何說明此 2 個案。</p>	<p>歐亞水獺野外壽命的估算主要來自國外的研究報告，甚至在英國一個歐亞水獺族群的調查中發現當地野生個體年齡絕大部分不超過 4 歲。然而，在妥善照養的圈養環境下，歐亞水獺的壽命有時可以達到 10 年以上。這可能是因為野生個體受到的威脅與挑戰遠比圈養個體來得多，絕大多數的野外個體並沒有機會活到終老。</p> <p>因此，5 歲的年齡估算是一個平均值。部分的水獺可能有到達七歲或以上的壽命，但依本計畫的資料觀察評估大部分追蹤到的個體的確不會超過 5 歲。</p>

<p>十二、編號 394 個體，於 2015 年發現後至今，中間都無採集到其排遺，原因為何？</p>	<p>本調查團隊有發現部分個體被記錄到的次數很多，但是有些個體被記錄的次數很少，中間往往有一大段時間點是空白的。本調查團隊推論這些個體是否有離開金門到其他地區生活過一陣子後再回來？然這樣的推論需要在鄰近地區進行更多的調查與資訊交流合作才有機會被證實。希望疫情過後能盡速恢復與對岸水獺保育團體的交流與合作，進一步釐清金門水獺的族群移動模式。</p>
<p>十三、有關金門歐亞水獺的年齡結構、公母比例、新舊個體分布等綜整分析亦請一併於期末報告補充說明。</p>	<p>將依建議於期末報告中予以說明。</p>
<p>十四、本案 3 年調查與 2015 年的調查樣點相比較，各樣點水獺分布消長情形為何？</p>	<p>將依建議完成本年度 4 季調查資料彙整後於期末報告中予以說明。</p>

附錄五 期末報告審查意見回覆辦理情形

審查意見	受託單位回覆情形
金門縣政府(書面意見)	
<p>一、有關淡水原生魚種族群之補充，縣府本年度執行「金門地區淡水原生魚之種原建立及棲地改善計畫」，與再生魚坊共同合作，除了現地的調查及建議，針對金門地區各種原生魚類的自然棲地之野外族群復育進行建議與建立可行的實作保育措施，保種物種計有：大鱗梅氏鯿、高體鯿鯪、餐條、攀鱸等，營造並評估魚種合宜之棲地環境，適時野放回歸原始棲地。</p>	<p>感謝金門縣政府的說明。引入在地魚類保育團體的協助相信更能妥善進行原生種淡水魚類的保育及族群野放復育行動。另也建議將金門原有的蓋斑鬥魚納入保育目標魚種中，其為金門早年極為普遍之原生淡水魚、為老一輩金門人的共同記憶外，也有清除病媒蚊的傳染病防治功能。</p>
<p>二、埤塘、湖庫等蓄水設施，為辦理抽泥清淤作業，先前多以抽乾陸挖方式進行，不僅影響生物移動、被迫遷移及降低食物量(如水獺)，更直接造成生物棲地的破壞及水生生物死亡，故近期案件已建議相關工程單位先行評估棲地現況，評估採用抽泥或水面浚挖等工法執行，以不降水不抽乾為原則，將原生水生生物移地保育，以保有原生珍稀魚種的保育安全臨界族群的存在。</p>	<p>感謝金門縣政府的說明。各項可能干擾到水獺或其他重要物種棲息環境的相關工程請盡量與當地生態調查團隊或保育團體機關充分溝通，避免過度影響原有生物的棲息空間。</p>
本處綜合意見	
<p>一、3年鑑定出的個體有299隻，其中具有繁殖能力的2歲以上個體僅有36隻，這些個體是否有穩定棲息在金門？</p>	<p>在本研究建立的水獺個體出現紀錄資料中這些成年個體都多次重複在金門出現，應為定棲個體。在性別上雌性個體出現的地點相當穩定，但少數雄性個體出現的地點較不穩定且被記錄到的頻率較其他個體來得低。推論雄性水獺個體活動範圍較雌性個體為大，且有可能部分雄性個體的活動範圍不限於金門島內。</p>

<p>二、根據調查，部分村落因前 2 年乾旱許多乾涸的蓄水池在今年有水之後還是沒有食物誘因可以吸引水獺前來覓食，而整體水獺族群數量卻增加的原因？</p>	<p>金門水獺的總體數量在乾旱最為嚴峻的時刻中連續 2 年增加，令人感到相當意外。雖然在 2 年中有不少中小型水域整個乾涸，完全沒有魚類可供水獺捕食，但是其他還有水的湖庫則因水位低反而保有高密度的魚類資源可供水獺輕易捕食。這 2 年的個體數增加主要是新生個體的大幅增多所導致，而成年個體的數量並無增加，在族群中的佔比反而因新生個體數增多而降低。在環境惡劣時有些動物如齧齒類會改變生殖策略，以多產對抗短時間增加的生存壓力，以量取勝希冀能有倖存的子代延續族群的繁衍。金門水獺很可能也是採用同樣的生存策略對抗大環境的改變。</p>
<p>三、本案是否能夠有更多的個案質性調查?如 P41 提及的 267 個體，以利後續解說教育推動本案保育研究的教育推廣使用</p>	<p>本研究案的資料主要以 Excel 形式保存，優點是可以多軸搜索，連貫找出想要知道的水獺族群訊息。但若要以書面形式完整呈現所有內容則難度很高，且描述的資料會太過零碎。若貴處後續有解說教育推動的規劃及需求，本研究團隊將密切配合，共同討論整理出具有故事性的水獺族群結構內容，達到提升全民水獺的保育意識的教育目標。</p>

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。

張仕緯、張慧玲、許善理。2019。臺灣水獺的過去。自然保育季刊 106: 12-23。

韓雪松、史湘瑩。2019。2019 中國水獺調查與保護報告。中國綠化基金會及山水自然保護中心。89 頁。

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.

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.
- Dessi, M.C, Franco, F.F., Cardoso, T.A.R., Ferreira, K.M., Bergamo, L.W., Campos, L.A.O., Del Lama, M.A. 2022. The role of sex-biased dispersion in promoting mitonuclear discordance in *Partamona helleri* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Biological Journal of the Linnean Society*, 136, 423-435.
- Dubey, S., Brown, G.P., Madsen, T., Shine, R. 2008. Male-biased dispersal in a tropical Australian snake (*Stegonotus cucullatus*, Colubridae). *Molecular Ecology*, 17, 3506-3514.
- 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., Hsu, Y.C., Lee, L.L., Li., S.H. 2005. Isolation and characterization of tetramicrosatellite DNA markers in the Eurasian otter (*Lutra lutra*). *Molecular Ecology Notes* 5:314-316.
- Hung, C.M., Li, S.H., Lee, L.L. 2004. Faecal DNA typing to determine the abundance and spatial organisation of otters along 2 stream systems in Kinmen. *Animal Conservation* 7: 301-311.
- Jameson, S. F. P. a. R. J. 1984. Early behavioral development of the sea otter.
- 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.
- Jang-Liaw, N.H., Tan, Y.C., Chang, C.J., Juan, C.H., Hou, H.Y., Chung, L.W., Cao, H.S., Daisuke, W., Chang, S.W., Lee, L.L. (in review). Genetic structure of Eurasian otters on Kinmen Island. *Conservation Genetics*.
- John F. Dallas, David N. Carss, Freda Marshall¹, Klaus-Peter Koepfli, Hans Kruuk, Stuart B. Piertney¹ & Philip J. Bacon²⁰⁰¹. Sex identification of the Eurasian otter *Lutra lutra* by PCR typing of spraints. *Conservation Genetics* 1: 181-183.
- Juhász, 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.
- 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.
- Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur award lecture. *Ecology*, 73(6), 1943-1967.
- 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.
- Park, C. S., Cho, G. J. 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, Le Roux, B., Marc, D., Simonnet, F., Smitz, N., Sourp, E., Steinmetz, J., Urra-Maya, F. Michaux, J. R. 2019. Current genetic admixture between relictual populations might enhance the recovery of an elusive carnivore. *Conservation Genetics* 20:1133-1148.
- Sherrard-Smith, E., Chadwick, E. 2010. Age structure of the otter (*Lutra lutra*) population in England and Wales, and problems with cementum ageing. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin* 27: 42-49.
- 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