

「111-112 年度陽明山國家公園友善 農業生態監測暨生態服務給付推動 試辦計畫-以竹子湖地區為例」

陽明山國家公園管理處委託報告

中華民國 112 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

「111-112 年度陽明山國家公園友善 農業生態監測暨生態服務給付推動 試辦計畫-以竹子湖地區為例」

受委託單位：山海野生生物生態顧問有限公司

研究主持人：賴玉菁

協同主持人：毛俊傑

研究期程：中華民國111年2月至112年12月

研究經費：新臺幣147萬元

陽明山國家公園管理處委託報告

中華民國 112 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

「111-112年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動試辦計畫」以竹子湖地區為例

112年

目次

表次.....	II
圖次.....	III
摘要.....	1
第一章 緒論	3
第二章 研究方法	11
第三章 結果與討論	20
第四章 結論與建議	64
附錄一 2020 年陽明山國家公園生態給付規劃案施行細則	68
附錄二 陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案	70
附錄三 工作計畫書辦理情形審查意見表	71
附錄四 第一次期中報告審查意見表	73
附錄五 第二次期中報告審查意見表	83
附錄六 期末報告審查意見表	91
附錄七 歷次工作會議記錄	97
附錄八 專家座談會議記錄	97
參考書目	110

表次

表 1、核心棲地的赤腹游蛇於 2019 年步道工程期間及完工後之族群規模比較(利用 Schumacher 及 Schnabel 兩種封閉式族群估算模式推估).....	6
表 2、竹子湖地區之現有水田農戶資訊盤點及田區赤腹游蛇第 1 季調查結果 (表格來源：「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略 規劃」 2021)	8
表 3、2020 年度研究提出之陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態 服務給付(草案)簡表	12
表 4、本研究捕獲赤腹游蛇個體之操作及測量項目	17
表 5、1998-2023 年調查監測期間陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇族群性別比及疤痕 比之比較.....	37
表 6、利用 Schumacher 和 Schnabel Method 兩種封閉式模式估算 2019 年 8 月至 2023 年 10 月陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇族群估量及結果.....	39
表 7、利用 Jolly-Seber 開放式族群估算模式估量 2019 年 8 月至 2023 年 11 月陽 明山竹子湖頂湖赤腹游蛇的族群波動結果.....	40
表 8、利用 Jolly-Seber 開放式族群估算模式估量 2019 年 8 月至 2023 年 11 月陽 明山竹子湖頂湖雄性赤腹游蛇的族群波動結果.....	41
表 9、利用 Jolly-Seber 開放式族群估算模式估量 2019 年 8 月至 2023 年 11 月陽 明山竹子湖頂湖雌性赤腹游蛇的族群波動結果.....	42
表 10、2019-2023 年調查監測期間陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇族群生殖相關參 數比較.....	46

圖次

圖 1、臺灣赤腹游蛇的分布目前有記錄的位置（資料來源：「三種半水棲蛇類的分布及棲地評估」，2012）.....	5
圖 2、竹子湖地區赤腹游蛇調查結果與水田及水系分布圖.....	7
圖 3、陽明山國家公園竹子湖頂湖地區赤腹游蛇核心棲地與陽管處管有土地位置與所屬地號（圖資來源：都市發展局-臺北市都市計畫整合查詢系統）.....	14
圖 4、本計畫用於監測赤腹游蛇頂湖族群所使用之自行改裝大型誘捕陷阱.....	16
圖 5、本年度陽明山竹子湖頂湖地區頂湖赤腹游蛇核心族群監測之相關調查方法與樣點相對位置圖.....	17
圖 6、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 1 月赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	21
圖 7、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 3 月赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	22
圖 8、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 4（圖左）、5 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	23
圖 9、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 6（圖左）、7 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	24
圖 10、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 8（圖左）、9 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	25
圖 11、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 3 月赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	26
圖 12、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 4（圖左）、5 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	27
圖 13、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 6（圖左）、7 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	28
圖 14、於陽明山竹子湖頂湖 2023 年 7 月 19 日年監測 B 區所記錄到之國有地內草本植物異常枯黃及不明原因死亡赤腹游蛇個體.....	29
圖 15、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 8（圖左）、9 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	29
圖 16、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 10（圖左）、11 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖.....	30
圖 17、2022、23 年陽明山竹子湖頂湖地區赤腹游蛇核心棲地水溫變化圖（資料期間：16 Mar.-09 Nov. 2022（圖左）；20 Apr.-24 Oct. 2023（圖右））	31
圖 18、2022、23 年陽明山竹子湖頂湖地區赤腹游蛇核心棲地水位變化圖（資料期間：16 Mar.-09 Nov. 2022（圖左）；20 Apr.-24 Oct. 2023（圖右））	32
圖 19、陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇核心棲地自施工前 2019 年 6 月至 2023 年 11 月每月空拍地景變化比較.....	33
圖 20、自 2020 年 5 月起至 2023 年 11 月止陽明山竹子湖頂湖核心棲地 A（藍色）、B（橘色）區各月份之赤腹游蛇相對豐富度變化.....	34

圖 21、自 2020 至 2023 年生殖前期 (6-8 月) 陽明山竹子湖頂湖核心棲地 A (淺藍色)、B (橙黃色) 兩區之懷孕赤腹游蛇相對豐富度比較.....	35
圖 22、2023 年上半年度陽明山竹子湖頂湖核心棲地調查過程中所發現之身上帶有新鮮且規律傷疤的赤腹游蛇個體.....	37
圖 23、2019-23 年陽明山竹子湖頂湖核心棲地之赤腹游蛇雌雄及整體 Jolly-Seber 月平均存活率比較	44
圖 24、2022 年 11 月 25 日竹子湖社區社發展協會理事長會議.....	48
圖 25、2022 年 12 月 01 日與竹子湖當地耆老討論管有地水文.....	49
圖 26、2023 年 9 月 8 日在竹子湖社區舉辦蛇類與赤腹游蛇的介紹活動.....	49
圖 27、管理處管有土地與核心棲地的位置以及區域內的水流方向與測量高程.....	51
圖 28、管有土地與核心棲地 A 間的排水溝渠現況.....	52
圖 29、管理處管有土地周邊地貌與土地利用現況.....	56
圖 30、管理處管有土地赤腹游蛇棲地改善規劃設計示意圖.....	57
圖 31、入侵農戶築土堤，創造農耕地，並且噴灑農藥，造成濕地面積減半且殘存濕地污染.....	58
圖 32、利用堤堰在不影響通水斷面安全的前提下，完成核心棲地 A 的棲地改善.....	59

摘要

赤腹游蛇 (*Trimerodytes annularis*) 的保育等級已於 2023 年 9 月經由野動諮詢小組會議通過，改列為臺灣一級保育類野生動物，在臺灣的分布零星侷限，族群數量低。陽明山國家公園的赤腹游蛇竹子湖族群，是臺灣目前所知的唯一穩定族群，在赤腹游蛇族群復育上佔有關鍵的地位。近年來，由於農耕轉型與不當水保工程，區域內核心棲地的適合棲地不斷減少與劣化。根據調查結果，竹子湖族群數量，已經從 2019 年的 256 隻逐年銳減到 2023 年只有 98 隻，赤腹游蛇的族群已面臨存亡之秋，急需儘速啟動族群保育工作，以免族群在幾年內滅絕。有鑑於此，陽明山國家公園管理處除持續進行族群監測外，也積極嘗試評估生態服務給付策略的可行性，並同時取得與核心棲地相鄰的公有土地管理權，以多方評估族群復育的有效方法。

計畫主要工作、調查結果及建議事項列如下：

一、持續針對赤腹游蛇棲地核心區進行月變化的調查與族群的生態監測，整合歷年調查資料檢視族群變動趨勢

根據調查結果，竹子湖族群歷年族群數量分別為 2019 年 256 隻、2020 年 200 隻、2021 年 170 隻、2022 年 111 隻、2023 年 98 隻。性別比 2022 年為 0.66，2023 年再增為 0.79，性別比失衡的困境持續劣化。調查結果顯示區域族群數量持續銳減、存活概率低、掠食壓力大、體表傷痕多。

二、訂定陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案

本計畫於 2022 年 5 月擬定獎勵方案初稿，待陽管處確認細節後核定並公告。然陽管處考量本案與林業保育署目前推動的生態服務給付框架有所不同，基於獎勵機制尚不明確，陽管處於工作會議決議暫緩實施生態服務獎勵方案。目前生態服務給付執行策略已經改變，赤腹游蛇之保育等級也改列為第一級瀕臨絕種野生動物。後續陽管處可望與林業保育署合作，由林業保育署辦理相關生態服務給付事宜。

三、先期試辦計畫，以竹子湖地區赤腹游蛇核心棲地之農友為主，輔導有意參與之農友，申請生態服務給付獎勵金，協力完成赤腹游蛇水田棲地維護與營造。

生態服務給付執行策略短期以財團法人慈心有機農業發展基金會諮詢地主，陽管處以友善農業模式與農友簽署合作意向書模式以持續關懷輔導取代生態服務給付方式進行。陽管處決議暫緩獎勵方案之核定與公告，本計畫則可以先期計畫方式，利用座談方式進行輔導，共同完成赤腹游蛇水田棲地維護與營造之功。總計共執行三次社區與談、一次物種介紹活動和一次專家座談。已完成相關核心棲地農友輔導工作。

四、規劃設計區域內管理處管有土地閒置田區(至少 1 處)之赤腹游蛇棲地改善

針對赤腹游蛇的棲地規劃，本計畫規劃管有土地的棲地營造以及核心棲地的棲地改善之原則，並繪製示意圖，後續可由管理單位評估確認後，進行細部設計並啟動相關之工程。

五、針對竹子湖地區赤腹游蛇保育提出經營管理對策，並就試辦期間生態服務給付獎勵機制運作提出檢討與建議

復育計畫考量目前族群數量、雌性個體數與性成熟年齡等因子，短程應以 5 年為期，以「止跌」：停止核心區域族群數量降低，啟動族群數量恢復的基礎為目標；中程以 5~10 年為期，以「回升」：持續增加竹子湖地區的族群數量為目標；長程則需「穩定」並維持竹子湖族群的最大族群數量。

Abstract

The conservation status of the Red-bellied Annulate Keelback (*Trimerodytes annularis*) has been upgraded to Endangered Species, making it a first-class protected wild species in Taiwan, with a scattered and limited distribution in the country and a low population. The Bamboo Lake population of the Red-bellied Annulate Keelback in Yangmingshan National Park represents the only known stable population in Taiwan and plays a crucial role in the conservation efforts for this species. However, due to changes in agricultural practices and inappropriate soil and water conservation projects, suitable habitats in the core areas of the region have been continuously reduced and degraded.

According to survey results, the Bamboo Lake population has declined from 256 individuals in 2019 to only 98 individuals in 2023. The population is facing a critical situation, requiring urgent conservation efforts to prevent extinction within a few years. In response, Yangmingshan National Park Administration not only continues population monitoring but also explores the feasibility of ecological services payment strategies. Additionally, efforts are made to obtain management rights to public land adjacent to the core habitat to evaluate various effective methods for population rehabilitation.

The main tasks, survey results, and recommendations of the project are as follows:

1. **Continuous Monitoring:** Conduct monthly surveys and ecological monitoring of the core area of the Red-bellied Annulate Keelback habitat. Integrate historical survey data to review population trends.
2. **Ecological Services Payment Scheme:** Develop an ecological services payment reward program for the Bamboo Lake area in Yangmingshan National Park. The initial draft of the reward scheme was proposed in May 2022, pending confirmation and announcement by the park management.
3. **Pilot Program for Farmers:** Implement a pilot program involving local farmers in the Bamboo Lake area who are willing to participate. They can apply for ecological services payment rewards by assisting in maintaining and creating suitable habitats for the Red-bellied Annulate Keelback in paddy fields.
4. **Habitat Improvement:** Plan and design habitat improvement for vacant fields owned by the park administration within the area. Develop principles for habitat creation and improvement based on the population's needs.
5. **Management Strategies:** Propose operational strategies for the conservation of the Red-bellied Annulate Keelback in the Bamboo Lake area. Evaluate and suggest improvements for the ecological services payment reward mechanism during the trial period. The conservation plan considers short, medium, and long-term goals, aiming to stabilize and restore the population over different timeframes

第一章緒論

一、計畫緣起

陽明山國家公園區內涵括許多私有農耕地，多數在地居民與農民對土地利用的態度及慣行農法的施用對於國家公園生態保育影響甚鉅，為推動園區生態友善生產及保育合作夥伴關係，進而規劃生態友善農業相關的保育策略，陽明山國家公園管理處(以下稱陽管處)於 2020 年執行陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃，除盤點及建立農地周邊棲地的生物基礎資料訪查區內有意願轉型友善耕作農地的農民，規劃與試行農地長期生態監測方法，並針對竹子湖珍貴稀有二級保育類爬行動物－赤腹游蛇現存零星棲地持續劣化與銳減問題，進行赤腹游蛇的棲地與族群監測。

陽管處為能保全竹子湖地區之關鍵物種與維護生物多樣性，兼顧政府量能及生態給付制度永續，使竹子湖地區能長久推動生態保育工作，進而轉化為農民自身對生產、生計及保育兼顧的觀念，2022-2023 年度以竹子湖地區為生態服務給付試辦點，盼參考林業保育署推動之生態服務給付架構與精神，提出竹子湖地區友善赤腹游蛇生態服務給付方案，實際推動並持續監測關鍵物種赤腹游蛇，擬定保育策略，特規劃辦理本案。

二、相關文獻探討

(一)關於生態系服務給付

根據 Millennium Ecosystem Assessment (MA) 在 2005 對”Ecosystem service”所做的定義 (Millennium Ecosystem Assessment, 2005): 生態系服務乃人類自生態系所得之利益, “Ecosystem services are the benefits people obtain from ecosystems.”。此一報告進一步提出, 此一定義乃來自於 2 個常用的代表性定義:

“Ecosystem services are the conditions and processes through which natural ecosystems, and the species that make them up, sustain and fulfill human life. They maintain biodiversity and the production of ecosystem goods, such as seafood, forage timber, biomass fuels, natural fiber, and many pharmaceuticals, industrial products, and their precursors (Daily, 1997:3).

Ecosystem goods (such as food) and services (such as waste assimilation) represent the benefits human populations derive, directly or indirectly, from ecosystem functions (Costanza et al. 1997:253).”

也就是自然生態系統 (ecosystems) 和系統中的物種 (species), 會為人類提供可受益的條件 (conditions) 與過程 (processes)。人類受益的資源會包括可用物資 (goods) 與服務 (services), 受益的方式可能是直接的或間接的。

由此衍伸人類須因受益而付費, 即為 “payments for ecosystem service” (PES)。PES, 在多年的發展過程中, 也演化出不同的定義、關鍵元素、以及在保育與發展中所扮演的角色 (Tacconi 2012, Yan et al. 2022)。PES 在台灣的發表中, 常被譯為「生態系服務功能補償」或「生態系服務給付」, 如陳雅惠與李俊鴻 (2013) 於「以生態系服務功能補償(PES)於促進林業部門發展綠色經濟」文中, 引用「生態服務給付」定義為: 「生態系服務功能補償(PES)或稱生態系服務給

付，其概念源自於生態系服務功能之經濟價值並非無價，而是無法估計，若受益者能為此項服務付費，使提供該項服務者得到應有補償或報酬並願意持續提供服務與保護生態系統(王培蓉、林俊成，2010)。』；PES 也被譯為「生態系服務付費」，如『生態系服務付費 (Payments for Ecosystem Services, PES) 就是對一種服務或可能確保該服務的土地利用支付費』(吳俊賢，2013)。本案所使用之標案名稱(因此本計畫內文接續使用)原係參考林務局(今林業保育署)的「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」框架。依此一推動方案之定義，「生態服務給付」一詞即為國際使用之生態名詞“payments for ecosystem service (PES)”。

林務局(今林業保育署)所執行的生態服務給付政策的發展，初始是以小尺度的區域性先驅計畫開始，在累積案例後，逐漸發展出較為系統化的作業程序，並於 2021 年 1 月 1 日經由公告「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」而成為一個制度化的施行方案。最早的生態給付先驅計畫是 1998 年開始執行的「水雉保育獎勵方案」，這個獎勵方案由林務局(今林業保育署)補助臺南市政府經費，依臺南市政府公告的「臺南市政府推行水雉保育獎勵方案」執行。並在 2010 年執行「水雉度冬棲地改善補助方案」。之後吸取此一先驅計畫的經驗，開始一連串重要棲地給付類型的計畫，如民國 2011 年的「貢寮水梯田生態勞務給付」、2014 年的「花蓮地區生產型友善溼地營造」、2018 年的「新南田董米田區生態薪水」、2018 年的「都歷水梯田生態給付、友善農耕生態服務給付」、2018 年的「石門三芝臺北赤蛙及唐水蛇棲地保育」和 2019 年的「季新錦眾魚塭友善水鳥計畫」。並開始嘗試瀕危物種的服務給付如 2019 年的「友善石虎生態服務給付」。

發展至今，依據「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」，生態服務給付可以概分為「瀕危物種生態服務給付」和「重要棲地生態服務給付」兩個部分。「瀕危物種生態服務給付」目前施行的目標物種有石虎、水獺、草鴉和水雉等 4 種物種。這些物種數量稀少、活動範圍大、難以捕捉，但是有獵捕或毒殺的壓力，因此需要利用友善農法、自主通報和巡護監測等操作方式來執行。執行內容主要為友善農地獎勵(石虎、草鴉、水雉)；入侵通報獎勵(石虎、水獺)；自主巡護獎勵(石虎、水獺、草鴉、水雉)。其他還有針對單一物種的特定需求的執行內容如石虎的農地生產獎勵、草鴉的棲架監測、水雉的繁殖通報獎勵等。藉由「物種有無記錄」和「社區巡護行為」來鼓勵私有地主有意願與瀕危物種共存，並降低獵捕和毒殺的壓力。「重要棲地生態服務給付」的執行方向則和「瀕危物種生態服務給付」不同，「重要棲地生態服務給付」目標在完成重要棲地的保存，通常包括水梯田、埤塘溼地、私有保安林等。這些重要棲地的存在可以提供關鍵的生態功能，使特定物種或物種群得以存續，所以只要能保存重要棲地並維護其關鍵功能，便可以達成保育目標。所以「重要棲地生態服務給付」需要以棲地營造和維護來操作，必要時可以利用保育成效(於農地上發現 3 種國家易危等級以上之瀕危植物，或是 3 種以上保育類野生動物)來增加給付金額。

(二)竹子湖生態服務給付潛在給付農戶之水田現況與赤腹游蛇族群分布調查

赤腹游蛇 (*Trimerodytes annularis*) 主要分布於中國大陸華南地區及臺灣，為一半水棲性蛇類 (Zhao and Adler, 1993; 趙爾宓等, 1998)，在臺灣過去廣泛以西半部平原及低海拔濕地環境(如：水田、魚塭、埤塘等)為主要棲息環境(大島正滿, 1914; 堀川安市, 1941)，然而，隨著低海拔農事操作方式的轉變、農地大量開發及土地利用型態的改變，赤腹游蛇族群的

分佈及數量銳減。根據賴玉菁、毛俊傑（2012）針對全臺低海拔進行近 500 處的濕地環境（水田、埤塘及草澤等）調查取樣結果顯示，臺灣赤腹游蛇有記錄的位置，只有桃園和竹子湖二處（圖 1）。

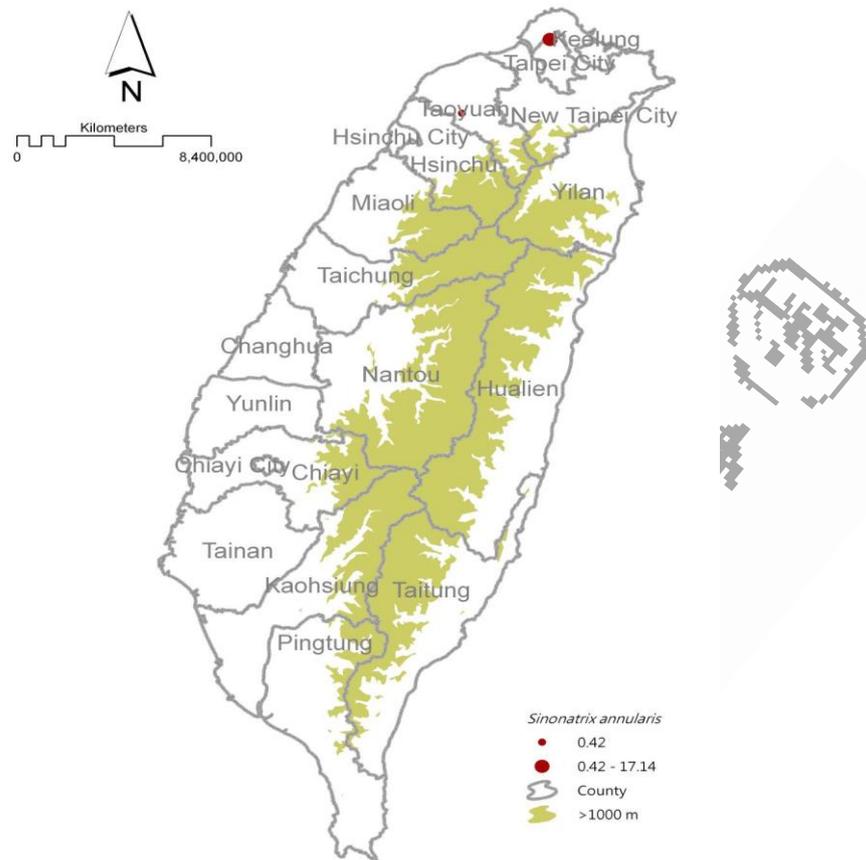


圖 1、臺灣赤腹游蛇的分布目前有記錄的位置（資料來源：「三種半水棲蛇類的分布及棲地評估」，2012）

為瞭解竹子湖赤腹游蛇試行生態服務給付的可能性，陽管處於 2020 年進行「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」（陳怡惠、毛俊傑，2021）。該計畫的工作項目包括：(1) 執行赤腹游蛇核心棲地的族群與棲地監測、(2) 盤點訪查區內有意願轉型友善耕作農地的農民、(3) 研擬竹子湖地區生態服務給付方案。

根據「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」（陳怡惠和毛俊傑 2021 年）之族群監測結果顯示，從 2019 年 202~305 隻，2021 年 161~197 隻（表 1）赤腹游蛇的族群數量有明顯下降趨勢。除了數量明顯下降外，雌雄性別比亦偏離過去雌雄等比的狀況，代表蛇類族群生存競爭與壓力的疤痕比指標，也較過去幾個進行調查的年度明顯偏高（陳怡惠、毛俊傑，2021）。從監測資料顯示，一管理處應對本核心棲地有更積極之保護作為。

表 1、核心棲地的赤腹游蛇於 2019 年步道工程期間及完工後之族群規模比較(利用 Schumacher 及 Schnabel 兩種封閉式族群估算模式推估)

	Aug.-Dec. 2019		May-Dec. 2020		Mar.-Nov. 2021	
	Schumacher	Schnabel	Schumacher	Schnabel	Schumacher	Schnabel
Estimated	243.2	255.8	198.4	199.7	177.0	170.3
95% confidence interval	202.1-305.4	204.3-342.1	186.6-211.8	182.6-220.3	161.0-196.5	153.1-191.9

(表格出處：「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」，2021)

除了執行赤腹游蛇核心棲地的族群與棲地監測外，為了評估可能的生態服務給付對象，此一計畫參考國內已有之生態服務給付方案，利用說明會、問卷、訪視、並多方聯絡拜訪區域內關係人，最後成功盤點了竹子湖 30 戶 34 處水田農地，包含 20 處頂湖農地和 14 處下湖區農地，幾乎涵蓋區域內大多數的農地水田。計畫成果繪製了區域農地水田分布圖（圖 2），計算個農地水田面積，並完成其中 11 處潛在棲地的赤腹游蛇調查（表 2）。最後也提出了「陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付草案」施行細則（附錄）。此一計畫提供了竹子湖全區的生態服務給付對象以及區域內潛在的赤腹游蛇棲地的重要資訊，對於生態服務給付的執行，奠下完整的基礎。

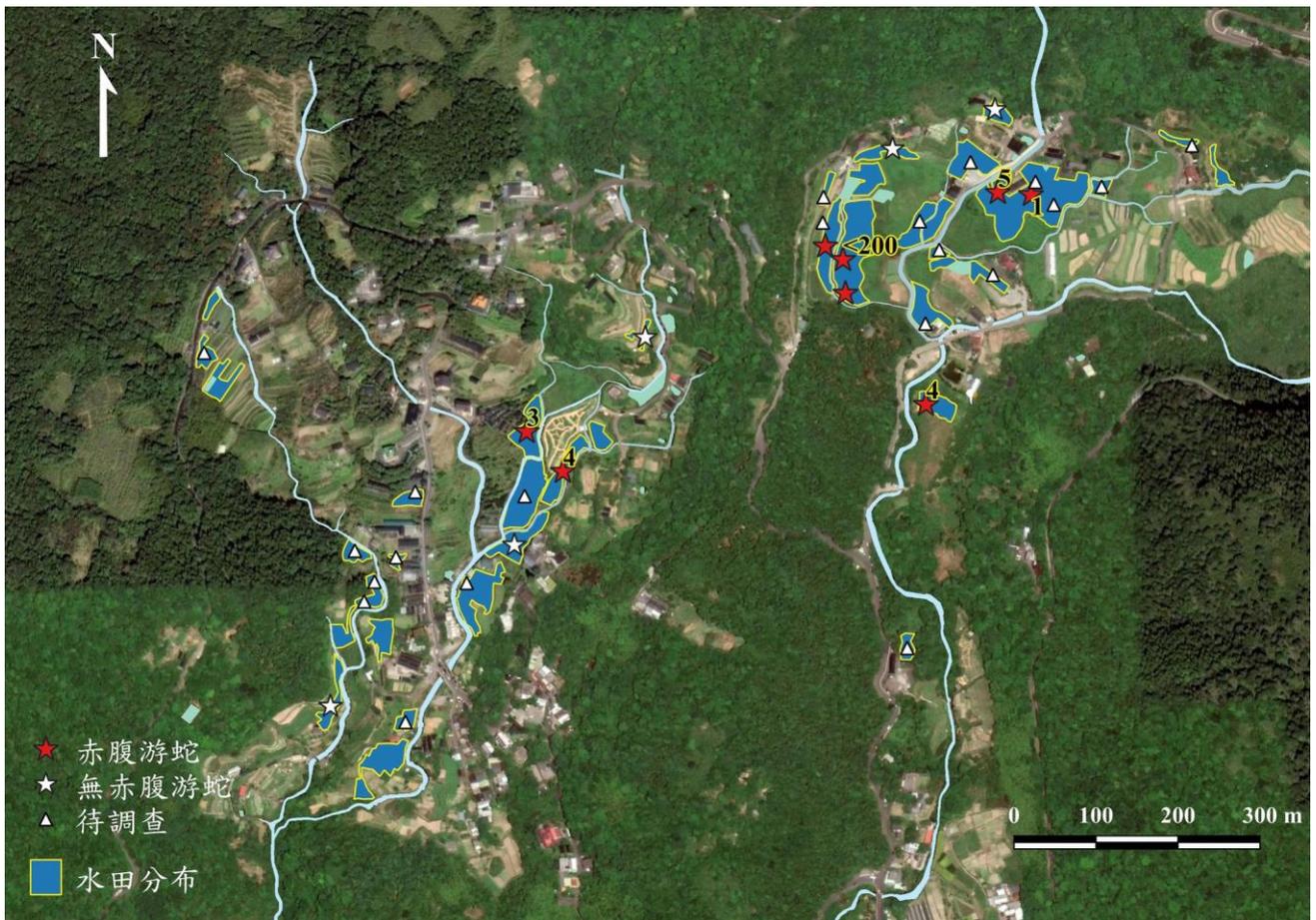


圖 2、竹子湖地區赤腹游蛇調查結果與水田及水系分布圖

(箭頭所指處為核心棲地 3 戶農戶位置，☆為已完成第 1 季調查之農地，△為未調查之農地。紅色數字為核心棲地 A、B 樣區經族群估算法所得之族群數量估計值，黑色數字為其他私有農地第 1 季調查捕獲數。「公」標示處為公有地。)(圖資來源：「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」 2021)

表 2、竹子湖地區之現有水田農戶資訊盤點及田區赤腹游蛇第 1 季調查結果（表格來源：
「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」 2021）

編號 (同附錄 6)	農友	農地 位置	水田作物	赤腹游蛇 第 1 季調查	調查結果	農地 面積 (公畝)	備註
3-1	品	頂湖	海芋	已完成	有	3	赤腹游蛇 1 隻
3-2	泉	下湖	水稻	已完成	無	3	
3-3	永	頂湖	水稻	已完成	有	11	赤腹游蛇 4 隻
		頂湖	廢耕	未調查	-	11	
		下湖	海芋	未調查	-	6	
3-4	和	下湖	海芋	已完成	無	30	
3-5	金	頂湖	海芋(友善)	已完成	有	14	赤腹游蛇 5 隻
3-6	柱	頂湖	海芋	未調查	-	5	
3-7	惠	下湖	海芋	未調查	-	2	
		下湖	筴白筍、 海芋	未調查	-	7	
3-8	于	下湖	海芋	已完成	有	17	赤腹游蛇 3 隻
3-9	益	頂湖	海芋	已完成	無	6	
3-10	瑞	下湖	海芋	已完成	未知	27	調查失敗
3-11	雄	下湖	海芋	已完成	有	17	赤腹游蛇 4 隻
3-12	永	下湖	海芋	未調查	-	17	
		頂湖	海芋	未調查	-	3	
3-13	瑞	下湖	海芋	已完成	無	12	
3-14	孟	頂湖	海芋	已完成	無	8	
3-15	鳳	頂湖	海芋	未調查	-	5	
3-16	韻	頂湖	海芋	未調查	-	3	
3-17	水	下湖	海芋	未調查	-	15	
3-18	添	頂湖	海芋	未調查	-	16	
3-19	松	頂湖	海芋	未調查	-	13	
3-20	忠	頂湖	海芋	未調查	-	4	
3-21	金	頂湖	海芋(半廢耕)	未調查	-	10	
3-22	金	頂湖	海芋	未調查	-	5	
3-23	飛	下湖	海芋	未調查	-	19	
3-24	文	下湖	海芋	未調查	-	8	
3-25	林	頂湖	海芋	未調查	-	14	
3-26	志	頂湖	海芋	未調查	-	7	
3-27	武	下湖	筴白筍、 海芋	未調查	-	6	
3-28*	清	頂湖	半廢耕	長期監測	有	14	樣區 B, 3-25 部分租用
3-29*	定	頂湖	廢耕	長期監測	有	7	樣區 B
3-30*	永	頂湖	廢耕	長期監測	有	17	樣區 A

(*表示為赤腹游蛇核心棲地之農主)

(三)赤腹游蛇生物學、生態學相關研究

赤腹游蛇 (*Trimerodytes annularis*)，最早由 Hallowell 於 1856 年根據一隻採集自中國寧波 (Ningpo) 的標本所描述與命名 (Hallowell, 1857)，該蛇為一中型胎生蛇類，最大體長不超過 90 cm (Pope, 1935) 每年 9 到 10 月間進行生殖，每次生殖 6-14 隻幼蛇 (Pope, 1935; Mao, 2003)，由於胎生蛇類的生殖能量投資較高，因此具有生殖能力的母蛇，以每 2-3 年生殖一次的頻度 (視棲地水與食物充足與否的狀況) 進行生殖 (Mao, 2003)，目前已知最長存活時間為 10 年左右 (毛俊傑，未發表)，赤腹游蛇的活動空間小 (Mao, 2003) 且棲地忠誠度高 (陳怡惠、毛俊傑，2021) 以草本植物中高覆蓋度 (>50%) 的廢耕草澤環境為主要棲息空間 (Mao, 2003)，主要的掠食者有大冠鷲、鷲科鳥類、雨傘節、臭青公、紅斑蛇等以蛇類為食的蛇類 (Mao, 2003)，還有兩棲類的虎皮蛙 (毛俊傑，未發表)，魚類的七星鱧 (Mao, 2003) 及馬口魚 (徐偉傑，私人通訊) 等。IUCN 紅皮書針對赤腹游蛇於 2011 年進行族群狀態的評估，雖然將其歸於 LC (暫無危機)，但在評估報告中特別針對其族群變化趨勢強調為下降，相關報告直至 2021 年才進行公告 (Zhou & Lau, 2021)，在此之前中國國內的赤腹游蛇族群狀態，已在 2016 年時名列 VU (易危) 等級之物種 (蔣志剛等，2016)。

台灣的赤腹游蛇於 1863 年首次出現科學文獻記錄，但僅只簡短註明一地點淡水 (Tamsuy) (Swinhoe, 1863)，關於赤腹游蛇在台灣的分布及族群狀況在日治時期 (1895-1945) 期間，相關科學記載內容均顯示其為低海拔廣泛分布的常見物種 (高橋精一，1930; Maki, 1931; 堀川安市，1933、1941)，以魚類 (泥鰍、鱔魚及七星鱧等) 及兩棲類為食的赤腹游蛇 (Mao, 2003)，於桃園宵裡 (今日的桃園八德區) 曾有危害魚塢及養殖業的報告 (大島正滿，1914)。

1950 年代以後，相關的科學文獻如陳兼善 (1956、1976)、Wang & Wang (1956)、Kuntz (1963) 仍將其視為常見的蛇種，在國立臺灣大學動物學博物館的標本典藏中，亦保存有 1970 年代前後，臺大校園附近水溝所採集到之標本 (如 1972 年採集的標本編號 NTUMR-642 赤腹游蛇)，臺中國立自然科學博物館也收藏了由前國防醫學院毛壽先教授，退休前所捐贈之該時期近百件的赤腹游蛇標本，Wang & Wang (1956) 並提及赤腹游蛇也分布在臺灣東南部，這些資訊都描繪並佐證了在臺灣工商業開始快速發展，棲地尚未大規模消失的 1980 年代前，赤腹游蛇的族群狀況。

1990 年代前後開始，關於台灣蛇類的相關文獻紀述，皆逐漸開始提及赤腹游蛇在臺灣，並非主要利用及商業獵捕物種，但嚴重受到棲地喪失與農藥使用的影響，已經極度稀有，僅剩北部部分族群苟延殘喘 (呂光洋等，1989; 林華慶，1997、2001; 毛俊傑，1998; 杜銘章，2004; 賴玉菁、毛俊傑，2012)，並在 2008 年的保育類名錄修訂時，將其列入珍貴稀有保育類野生動物 (第二級保育類) 名單之中 (馮雙等，2010)，至 2009 年，因應前一年的保育類名錄專家會議委員的要求，開始啟動進行為期四年的全臺灣各縣市的半水棲蛇類族群分布及棲地評估 (賴玉菁、毛俊傑，2012)。

赤腹游蛇在台灣的分佈描述，過去多以尺度較大的行政區域或地名為主，如：日治時期的台北廳、新竹廳、高雄州，或後續的台北、桃園等代表其分布，較為明確（或尺度較小）的分佈點位除了大島正滿（1914）桃園宵裡（今日的桃園八德區）的墨菲氏水蛇（原鉛色水蛇（Bernstein et al., 2022））及赤腹游蛇的淡水魚養殖危害報告，Maki（1931）有特別提到的甲仙（Kosenpo），及標本館所收藏明確記錄於臺大校園附近水溝所採集到之標本外，其餘文獻記錄多集中在陽明山的赤腹游蛇記錄（Wang & Wang, 1956；呂光洋等，1989；林華慶，2001；毛俊傑，1998；呂光洋等，1999；Mao, 2003；杜銘章，2004；向高世等，2009；賴玉菁、毛俊傑，2012），在2014年由陽明山國家公園管理處所委託進行的區內兩棲爬行動物相調查計畫中，曾特別針對區內赤腹游蛇曾經有過記錄的點位（如：竹子湖、冷水坑）及其他可能或適合的靜水型濕地棲地（二子坪步道生態水池、大屯自然公園水池、夢幻湖、八煙等）依據賴玉菁、毛俊傑（2012）全台水蛇分佈調查的方式，進行全區調查，結果僅竹子湖一處有赤腹游蛇的分佈（毛俊傑、姜博仁，2014）。

蛇類是一種良好的研究生態模式的指標生物（Shine & Bonnet, 2000），也是生態系統監測的良好指標（Beaupre & Douglas, 2009），俗稱為水蛇的半水棲及水棲蛇類在生態系統中，更是呈現該濕地健康與否非常重要的生態指標（Gibbons & Dorcas, 2004），在棲地條件良好的狀況下，各地的水蛇經常都呈現高密度的聚集狀態（King, 1986；Brooks et al., 2007a,b, 2009），也由於數量豐富，這些水蛇在原產地經常成為當地居民主要的食用、動物餵飼添加用及皮革用之資源（Brooks et al., 2007a,b；Pauwels et al., 2008），如同其他水蛇一樣，數量豐富的赤腹游蛇也不例外，過去除了是國際皮革市場上，常見的商業利用品項（Fuchs & Fuchs, 2002；Zhou & Jiang, 2005）及中國常見食用的對象之一外（Zhou & Jiang, 2005；Pauwels et al., 2008），在台灣早期也經常成為民間在養豬過程中，作為母豬產後補充營養的蛋白質添加物，治療腎虧及糖尿病燉煮米糕的偏方材料之一。

然而，全球各地的水蛇族群相關狀態研究都顯示，受到過度利用、棲地破壞與農藥物染等影響，此一生活型的蛇類普遍面臨數量急速縮減的狀況（Brooks et al., 2007a,b, 2009；Santos & Llorente, 2009），Reading et al.（2011）在比較了歐洲、非洲及澳洲的多種蛇類的族群變化趨勢後，指出族群呈現明顯下降的蛇種，在生態特性上具有活動範圍小、棲地固著性高、坐等型（sit and wait）的捕食策略等幾項特徵。Santos & Llorente（2009）也歸納出幾項濕地水蛇減少的主要原因：1）使用有機氯化物（organochlorine）成分的農藥對水蛇所造成的毒害及後續產生的生物累積效應；2）棲地消失；3）機械作業；4）鷺科鳥類的掠食；5）路殺；6）人類所造成的直接死亡。而Hopkins & Winne（2006）比較了四種美洲游（水）蛇的幼蛇暴露在膽鹼酯酶抑制劑（cholinesterase-inhibiting）類的農藥後的游泳表現，並指出此類的農藥（主要為殺草劑）會造成蛇類游泳表現及對外界的反應速度下降，且以對皮膚通透性佳的種類的影響最為顯著。黃明惠（2011）比較了台灣六種半水棲蛇類的水分散失速率，其中以唐水蛇及赤腹游蛇

的散失率最高，顯示這兩種目前在台灣都十分稀少的水蛇，共同具有的同樣特徵都是的皮膚通透性最佳，參考 Hopkins & Winne (2006) 的研究結論，赤腹游蛇是屬於該研究所指之體表通透特性，相對容易受到農藥影響的半水棲蛇類，林華慶 (2001) 也提及農藥的使用是赤腹游蛇在台灣族群銳減的重要因素。

第二章 研究方法

本計畫為 2020 年度「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」（後稱前期計畫）之延續型計畫，執行期程自決標次日起至 2023 年 12 月 20 日止。計畫主要目的在持續進行頂湖核心棲地之赤腹游蛇生態監測，並推動試辦前期計畫初步擬定之「陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付」草案（表 3）。以期有效完成赤腹游蛇的短期保育目標，並作為後續陽明山國家公園赤腹游蛇保育策略制定之參考。

表 3、2020 年度研究提出之陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付(草案)簡表

項目	項目名稱	項目內容說明	給付基準	給付對象
一、水田 棲地維護 與營造給 付	1. 棲地維護 獎勵	(1)農地維持水田(湛水)狀態及50%以上之植被覆蓋程度，並提供巡查記錄，每週巡查記錄1次(需附每次的巡查照片或紀錄供查驗)。 (2)農友配合執行機關規定，使用友善資材與農害防治方法及用藥標準。	(1)1000元/公畝/年。 (按面積比例核發，分2期查驗和核發) (2)資材提供(補助)或人力資源協助。	水田農戶 (包含海芋田、水稻田、筊白筍田、廢耕草澤濕地…等)
	2. 棲地營造 獎勵	農友配合替代棲地之營造。如：將水田串聯週邊草澤濕地或其他水域，或於田邊建立生態溝，並維持其湛水及植被覆蓋。	1萬元/案。 (每年申請1次)	
二、棲地 成效給付	指標物種棲 息獎勵	配合架設監測裝置，農地出現赤腹游蛇，並經研究團隊確認指標物種棲息於該農地。	1萬元/戶。 (每年申請1次)	農地有赤腹游蛇棲息之農戶
三、自主 參與保育 給付	1. 定期棲地 巡守獎勵	農友、里民、學校或民間(企業)團體組成巡守隊，認養有赤腹游蛇棲息之公有棲地或委託巡護之水田農地，進行定期(至少2週1次)的巡守工作。 工作相關事宜如下： (1)水位巡護工作(與第一項之棲地維護標準一致) (2)針對認養之區域和農地週邊，每2週至少1次夜間巡查工作。勸阻或通報相關管理單位他人對於棲地之不當行為(如：棲地破壞、野生動物之捕捉與過度干擾...) (3)監測裝置維護及其他委託事項。 (需附巡查維護紀錄及簽到表)	6萬元/年 每年給付1次。 (獎勵分2期查驗和核發)	巡守隊
	2. 不定期棲 地營造與 改善獎勵	農友、里民、學校或民間(企業)團體參與棲地營造及改善工作。如：協助外來種移除、劣化棲地改善及維護或其他國家公園管理處及其研究團隊所建議之棲地營造及改善工作。 (工作內容、時間與人數要求由國家公園管理處公告)	依實際情形評估給付金額	該案件承攬之人員

本計畫的主要執行工作為：

- 一、**赤腹游蛇核心區生態監測**：針對赤腹游蛇棲地核心區，進行月變化的調查與族群的生態監測，整合歷年調查資料檢視族群變動趨勢；
- 二、**訂定生態服務給付獎勵方案**：於 2022 年度先以前期的「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」為基礎，評估可行性後訂定陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案。待陽管處核定公告後，後續於 2022 年度和 2023 年度輔導有意參與之農友，參加試辦計畫；
- 三、**棲地改善規劃設計**：規劃設計區域內管理處管有土地閒置田區一處之之赤腹游蛇棲地改善；
- 四、**提出經營管理對策**：針對竹子湖地區赤腹游蛇保育提出經營管理對策，並就試辦期間生態服務給付獎勵機制運作提出檢討與建議。

本計畫之生態監測執行範圍，為赤腹游蛇棲地核心區，包括主要核心棲地(以下簡稱 A 區)及相鄰之農耕區(以下簡稱 B 區)，監測與規劃設計區域為鄰 A 區之陽管處管有土地(圖 3)。

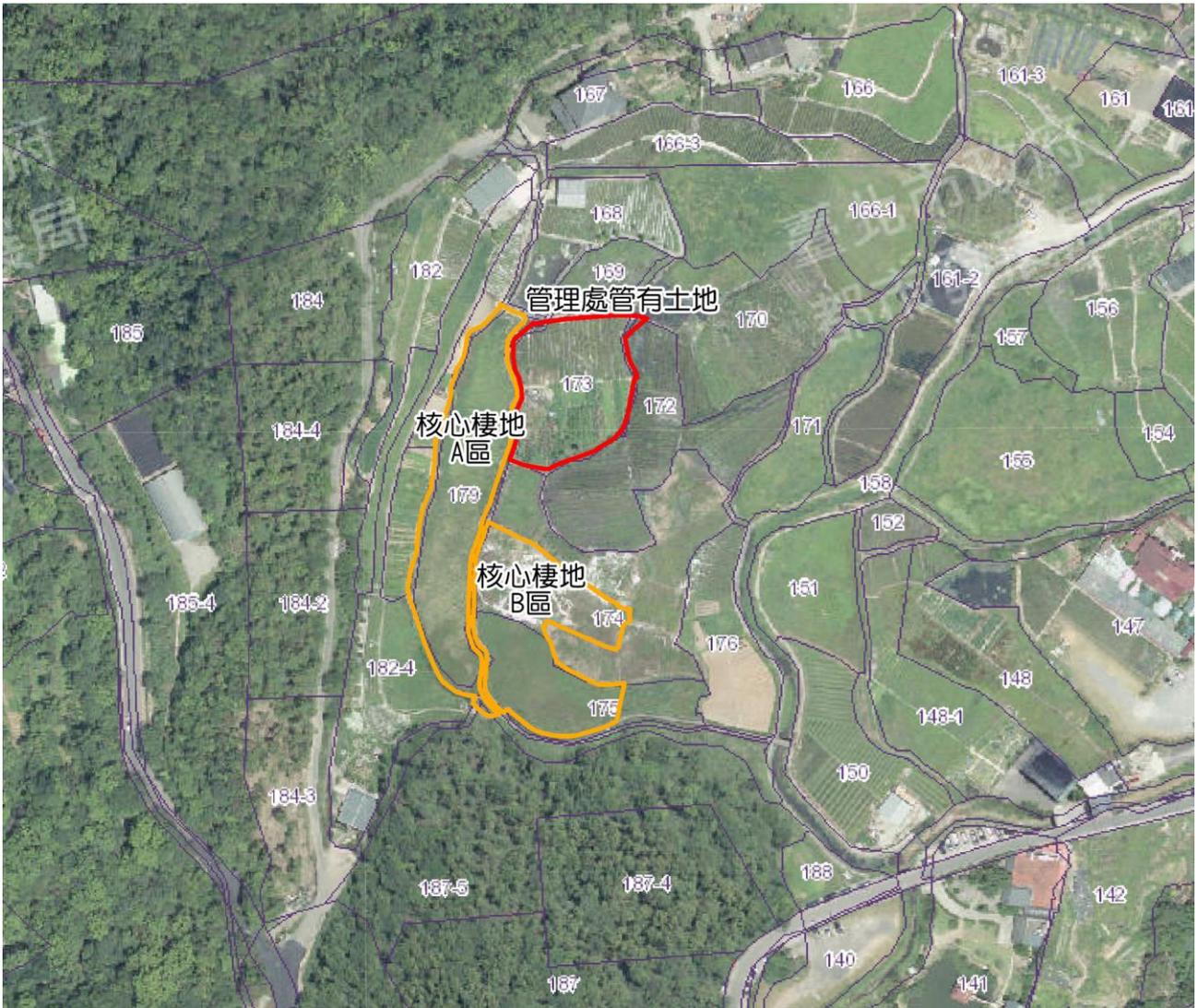


圖 3、陽明山國家公園竹子湖頂湖地區赤腹游蛇核心棲地與陽管處管有土地位置與所屬地號
(圖資來源：都市發展局-臺北市都市計畫整合查詢系統)

以下針對生態監測相關操作工作重點，分別敘述如下：

一、赤腹游蛇核心區生態監測

為能持續監測當地赤腹游蛇族群變化，並降低竹子湖地區赤腹游蛇族群滅絕的風險，本計畫針對前頂湖核心棲地的赤腹游蛇族群，延續前期計畫的調查樣點與方法，持續進行監測。

(一) 頂湖地區赤腹游蛇核心棲地環境變化之空拍監測

頂湖地區赤腹游蛇核心棲地變化之空拍繪測工作，前期（2022年3月到9月）利用 Mavic Pro II Enterprise 雙光版空拍機，10、11月份因連續降雨及強風雲霧等天候因素，曾試圖進行空拍操作，卻導致空拍機墜落故障送修，同一時間行政院突然要求停止使用所有中國製空拍設備，爾後非監測調查期間（2022年12月至2023年2月），並不進行空拍作業，在取得美國製之 Autel EVO II 空拍機後，直至2023年3月才恢復現地空拍記錄工作。因此除了2022年10、11月外，調查監測期間，以每個月拍攝一次的頻度，定期進行棲地現況調查與繪測，持續記錄棲地地景之結構變化，觀察當地農民之操作方式，了解棲地植生變化狀況，空拍記錄工作會隨著颱風及特殊狀況（如：新墾農地、棲地裸露地鋪設稻草等）增加現地拍攝的頻度。空拍調查之進行，於每月挑選天候狀況良好的日間，執行以 DJI GS Pro 軟體（前期：2022年10月以前）及 Autel Explorer（後期：2023年起），預先規劃好的固定航拍區域與航線的空拍機飛行拍攝任務，拍攝的相關參數設定為：飛行高度設定離地高 50 m，以每秒 1.5 m 的飛行速率，2 秒拍攝一張影像的速度，航線全長 3,440.7 m。後續赤腹游蛇之棲地，可依陷阱設置所在位置地面，栽植作物種類及植群類型，利用空拍機進行記錄，並進行地表覆蓋度及棲地結構之判別分析。

(二) 持續進行頂湖地區核心族群之赤腹游蛇生態監測

赤腹游蛇核心族群之生態監測與族群變化，延續 2019 年至 2021 年間所採取之捉放法（Mark & Recapture Method）進行，本計畫期程自 2022 年 3 月份起，同樣以 50 公升耐酸塑膠桶所改裝之大型餵食陷阱（圖 4），延續過去的調查工作內容，持續於頂湖地區赤腹游蛇核心族群之 A 及 B 區，分別於過去所設置的 11 個固定調查樣點，合計 22 的點位（圖 5），自 2023 年 6 月起，配合 B 區國有地闢建為水池的操作，於 AB 兩區各新增 1 處調查樣點，合計 24 個調查點位，持續進行區內赤腹游蛇的誘捕及調查。持續進行區內赤腹游蛇的巧誘捕及調查。為避免操作過程受到遊客的干擾，誘捕到的赤腹游蛇個體，會攜帶至國家公園管理處，依序進行雌雄性別之判定，基本形質之測量，項目有：吻肛長（Snout-vent length in cm）、尾長（Tail length in cm）、體重（Body mass in g），所得之參數進行轉換後，將作為後續之族群結構、體質量分析之用（Seigel et al., 1987）。所有捕獲蛇隻，逐一進行外觀檢查，記錄體表疤痕（新舊傷痕、體表異常腫塊及斷尾）之有無與部位，作為評估頂湖族群所面臨掠食者捕食、寄生蟲感染及環境生存壓力之疤痕比參數的計算依據（King, 1986）；若遇腹部有明顯膨大的個體，則

以指腹進行觸診，判別是否為已進食（腹部中段膨大）或懷孕（下腹部膨大）個體，針對懷孕個體進行懷仔數之計算，必要時會進一步進行 X 光拍攝，以確認比對觸診及胎數計算結果是否正確？後續將形質與外觀特徵，轉換為各項相關族群基本特徵參數（如：雄雌比、族群結構、疤痕比及懷孕母蛇佔比等；表 4）（Mao and Fang, 2012）；本研究以標放法（Mark & Recapture Method）為主要的重點蛇種研究方式。蛇類的標記，採用植入 PIT (Passive integrated transponder) 晶片或腹部花紋判別的方式，作為個體辨識及後續追蹤蛇類動向的標記判別方法，所有捕獲個體，會在相關檢查、量測及操作後，調查當日立即攜回原地釋放。



圖 4、本計畫用於監測赤腹游蛇頂湖族群所使用之自行改裝大型誘捕陷阱

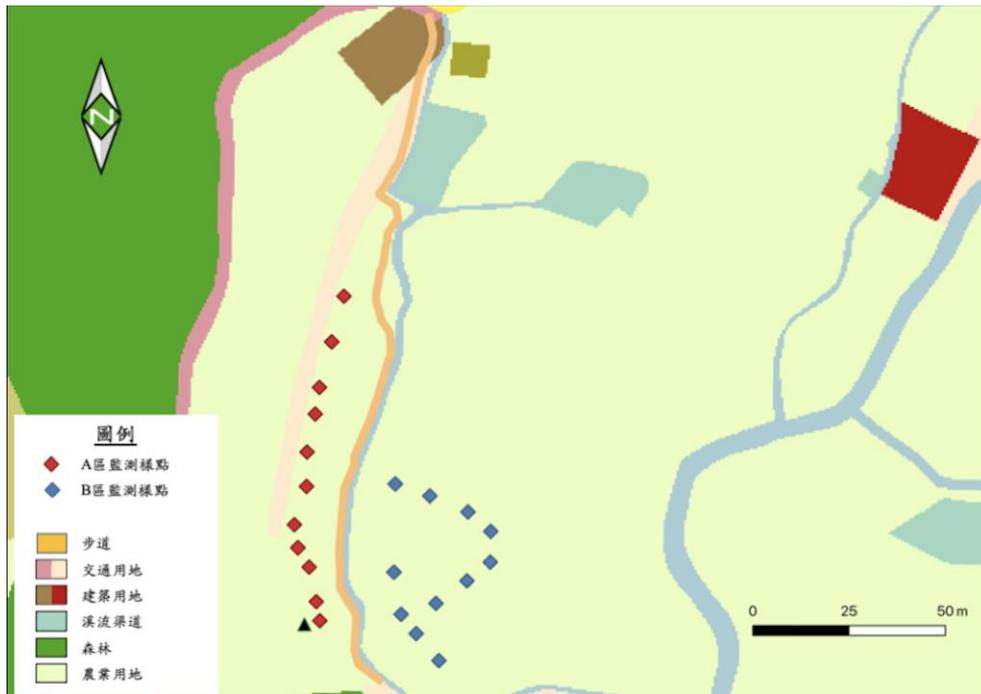


圖 5、本年度陽明山竹子湖頂湖地區頂湖赤腹游蛇核心族群監測之相關調查方法與樣點相對位置圖

表 4、本研究捕獲赤腹游蛇個體之操作及測量項目

個體資料記錄項目	用途及目的說明
雌雄判別	性別比之估計及兩性之各生態特性差異比較
基本形質量測	用於族群結構、體質量評估及變化之量化分析
外觀檢查	外傷及體外寄生蟲之有無判別，可用於推估重點蛇種於研究地點之被掠食與生存壓力
腹部觸診	判斷是否有進食及懷孕個體比例，用於計算相關參數
X光之拍攝	懷孕個體利用低劑量 X 光攝影，以確認雌蛇腹中之胎數
晶片植入/晶片掃描	個體辨識以用於後續之族群統計學相關參數計算

(三) 數據分析

本計畫調查期間，赤腹游蛇之空間及各月份相對豐富度計算，均以每百陷阱捕捉夜所能捕獲之雌雄性別隻次數，作為豐富度之代表，計算公式如下：

$$\text{相對豐富度} = (\text{捕獲隻次數} / \text{調查陷阱數} \times \text{放置夜數}) \times 100$$

赤腹游蛇的族群統計學 (Demography) 及其相關參數，如各年度之封閉式族群大小估算模式，採用 Schumacher 和 Schnabel Method 進行比較。開放式族群推估所採用之 Jolly-Seber Estimation 及其推估之存活率、遷入率與相關推估之 95% 信賴區間之估計，與前項所提到之三種封閉式族群規模之估量計算，均利用 Ecological Methodology Version 6.1.1 套裝軟體進行計算分析。

二、訂定生態服務給付獎勵方案

為完成區內瀕危物種保育之任務，陽管處積極推動園區保育合作夥伴，希望利用生態服務給付的方式，完成赤腹游蛇族群保育之目的。前期計畫評估私有農地對赤腹游蛇族群保育的重要性以及農戶的參與意願後，建議以頂湖核心棲地的農友作為生態服務給付試行期的合作對象。地政局地號查詢系統顯示，該核心棲地包含地號分別為 172、173、174、175、179，其中，地號 173 為管理處管有土地，172、174、175 與 179 為私有地，分屬三位農友。另由於前期計畫已依據赤腹游蛇的生態特性、竹子湖水田的作物類型和經營模式，參考國內林業保育署歷年執行過的生態服務給付案例模式，初步擬定「陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付」草案。本計畫以此一草案為基礎，進行實地勘查與訪談，以了解農友對參與式保育行動的態度、目前實際農地的耕作者和耕作慣行，並說明生態服務給付的目的。在確認農友參與的意願後，本計畫以生態服務給付方案施行之在地討論結果為依據，並將陽管處執行生態服務給付之行政執行方式納入考量後，初步訂定陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案。

在陽管處核可並公告陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案後，本計畫擬在計畫執行期間，以協力夥伴的角色，提供農友所需之生態資訊、諮詢與服務。除過程中提供諮詢，以及協力完成棲地維護與營造外，亦培訓參與農友，完成專業佐證資料收集與相關申請資料之撰寫等。以陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案所定之稽核方式查核後，送陽管處核撥獎勵金。在協力過程中，本計畫工作人員擬視社區之社會氛圍，適時以生態服務給付方案為引，連結整體棲地保育價值和生態服務榮譽，以期後續有更多農友有參與意願，可以持續擴大生態服務範圍。

三、棲地改善規劃設計

本計畫嘗試針對 2019 年步道工程結束後所遺留下來之不利於赤腹游蛇生存及擴散相關因子，如 A 區因步道工程太空包及機具重壓，造成的土壤密實而裸露農地；或步道下方功能不佳之生態廊道，進行微棲地改善之規劃設計。除此之外，本計畫亦在區域內核心棲地的陽管處管有土地進行赤腹游蛇核心棲地改善之生態規劃設計。赤腹游蛇棲地改善規劃設計，以赤腹游蛇偏好之棲地環境為目標，不侷限於目前現有的土地利用方式。此一棲地改善規劃設計針對竹子湖地區棲地環境特質與赤腹游蛇之微棲地需求，規劃設計適地適種的微棲環境，應可提供陽管處，作為棲地改善工程之所需。

四、提出經營管理對策

本計畫在計畫結束前，彙整族群監測結果，提出保育之經營管理對策，並彙整操作成果，提出檢討與建議。

第三章 結果與討論

一、持續針對赤腹游蛇棲地核心區進行月變化的調查與族群的生態監測，整合歷年調查資料檢視族群變動趨勢

本年度自 2022 年 2 月底計畫核定後，於 3 月蛇類開始活動時開始執行，至 2023 年 11 月底止，共進行 18 個月份的現地監測與調查，以下分別依現地空拍監測及族群監測結果，分別進行說明。

1. 頂湖地區赤腹游蛇核心棲地環境變化之空拍監測

2022-2023 年度迄今，共計進行 16 個月次，分別為 2022 年 3 到 9 月的空拍調查，10、11 月份因連續降雨及強風雲霧等天候因素，試圖進行空拍操作，卻導致空拍機墜落故障送修，同一時間，配合行政院突然要求停止使用中國製空拍設備，後新購非中國製空拍設備採購完成時，已結束 2022 年度族群調查監測工作，因此直至 2023 年 3 月才恢復現地空拍記錄工作，並持續記錄至 2023 年 11 月。

就現地及空拍的監測結果顯示，因當地農民林女士 2022 年增加於 A 區及 B 區的開墾及栽植面積，使赤腹游蛇適合的棲地面積，明顯縮小，其中 A 區北側因 2021 年底，本計畫開始執行前，農民即已先進行開墾前的殺草藥劑噴灑，在計畫開始時已明顯呈現大面積枯黃的現象(圖 6)。相關研究指出，含有有機氯化物 (organochlorine) 成分的農藥，會對水蛇產生毒害及生物累積效應 (Santos & Llorente, 2009)，膽鹼酯酶抑制劑 (cholinesterase-inhibiting) 類殺草劑，則造成水蛇對外來刺激的反應遲鈍，游泳及活動表現不佳 (Hopkins & Winne, 2006)，尤其是對體表皮膚通透性佳的赤腹游蛇 (黃明惠, 2011) 之類習性水蛇的影響最為顯著 (Hopkins & Winne, 2006)。

05 Jan. 2022

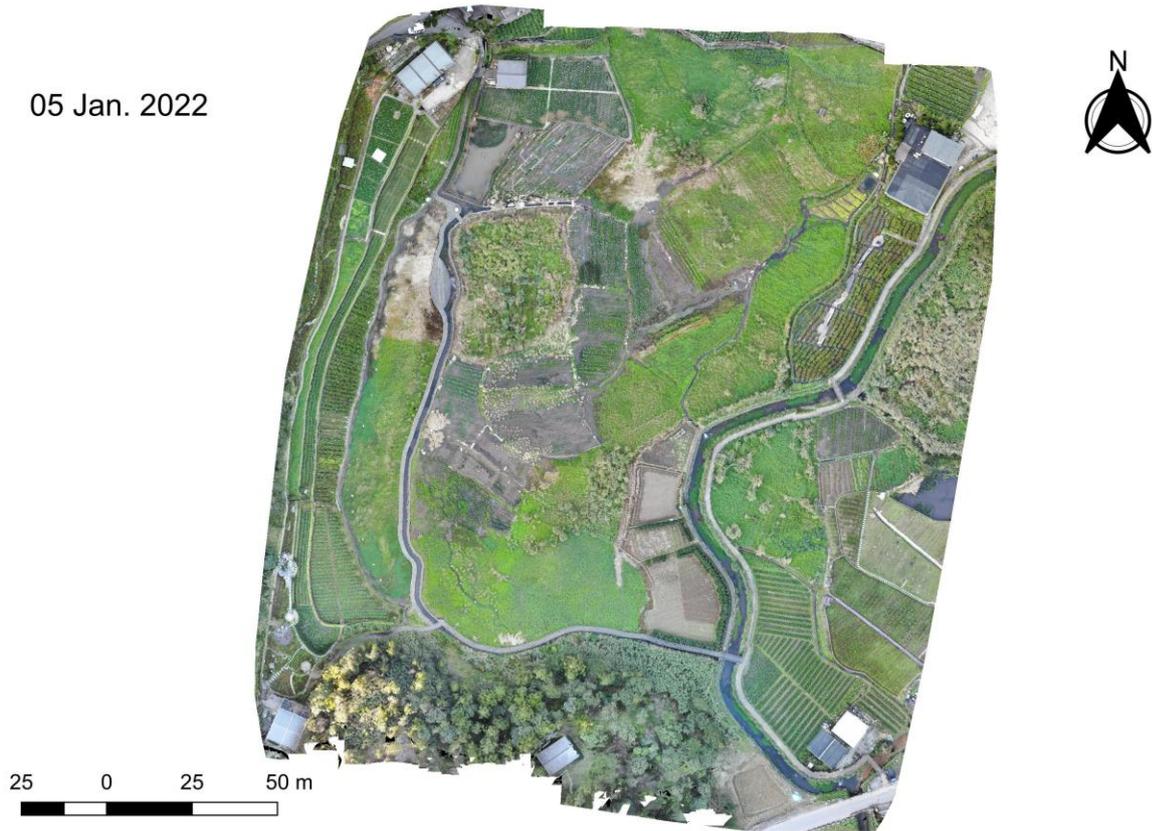


圖 6、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 1 月赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

到 3 月份，赤腹游蛇核心棲地 A 區開墾土地上之因農藥噴灑而枯黃的植物，已完全清除並開墾完畢，且再增加了 B 區的兩處田區完成開墾，適合赤腹游蛇的棲地面積更形縮小（圖 7）。



圖 7、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 3 月赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

2022 年 4 到 6 月的交配期前期至交配季節整體核心棲地狀況均呈現明顯大面積開闊的狀況（圖 8、圖 9 左），此時進行野外調查時，明顯發現大冠鷺經常於核心棲地周邊適合的瞭望點，監視著棲地的狀況，並不時會發現進入核心棲地中進行活動及捕食，在 2021 年的調查過程中，研究人員也曾經目擊大冠鷺成功自竹子湖濕地中捕獲赤腹游蛇後飛離，另外，棲地中的小白鷺黃頭鷺的活動，亦明顯增加，大冠鷺對於棲地中的成蛇的影響效應較為明顯，兩種鷺科鳥類則對新生幼體及亞成體的捕食及影響效應較為明顯，尤其是當棲地變得更加開闊時，在 Santos & Llorente (2009) 的報告中也特別指出鷺科鳥類的捕食，是造成濕地水蛇數量減少的重要因子之一，再加上因受到農藥及殺草劑影響，使得赤腹游蛇的反應變得遲鈍時，對於逃避鷺科鳥類的捕食的能力會更差。



圖 8、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 4（圖左）、5 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

時序進入 6、7 月夏季時，新開墾的開闊棲地，開始栽植茭白筍，稍微減緩了棲地裸露的狀況（圖 9），就調查結果觀察，有湛水的茭白筍田，還是會有赤腹游蛇的出沒，明顯不同於 20 多年前的研究結果（Mao, 2003），較高的族群密度，較少的合適棲地，可能迫使部分個體進入不適合的開闊棲地，增加個體被掠食的生存風險。

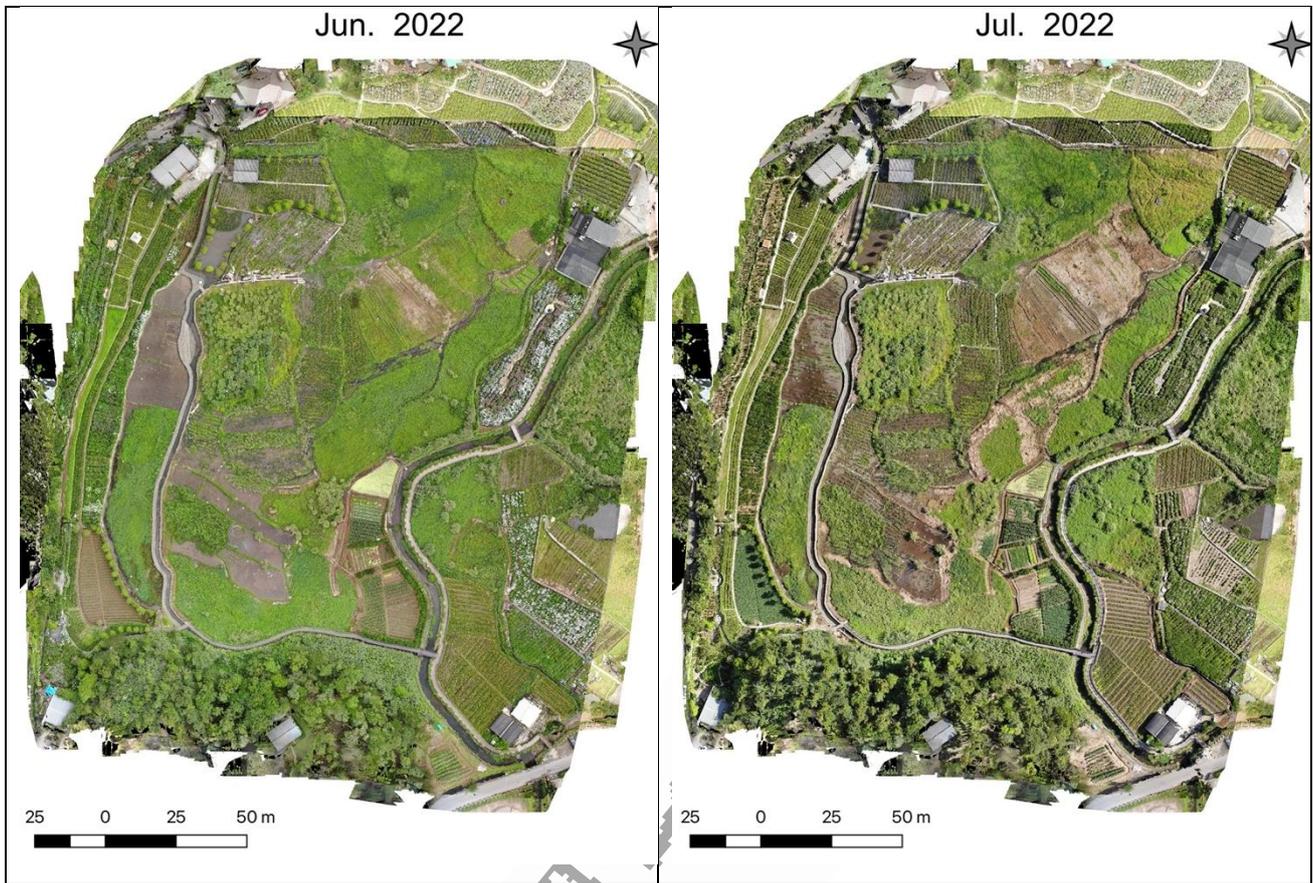


圖 9、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 6（圖左）、7 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

8月開始氣溫持續上升，相對不利動植物生長與活動，從空拍圖上觀察，棲地裸露的狀況為本年度最嚴重的季節（圖 10 左），直到 8 月中下旬的降雨狀況改善，氣溫開始下降，9 月份赤腹游蛇棲地的狀況才開始有些微的好轉（圖 10 右）。



圖 10、2022 年陽明山竹子湖頂湖地區 8（圖左）、9 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

10 月份先因連續性致災降雨導致空拍中斷，同一時間，配合行政院突然要求停止使用中國製空拍設備，當新購非中國製空拍設備採購完成，開始交付使用時，2022 年度族群調查監測工作已結束。

2023 年 3 月開始進行監測時，同樣降雨條件不佳，從空照影像觀察棲地，亦相對呈現乾枯的景象，當月份的調查中，A 區除了 A6 與 A9 樣點所在位置相對濕潤外，A 區已呈現完全乾涸的狀況（圖 11），這樣的窘境持續到 4 月份山區降雨稍微增加才略為改善（圖 12 左），然而在今年的下半年，相關氣候的展望及預測，一致認為連續三年相對濕潤的反聖嬰現象即將結束，取而代之的會是高溫低濕狀況的聖嬰現象，高溫缺水將對竹子湖頂湖的赤腹游蛇生存，形成莫大的生存及族群存續壓力。



圖 11、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 3 月赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

五月份，B 區北側撥用國有地開始進行濕地水池棲地營造，空照圖上可明顯看出基地進行初步開挖的狀態，此時的國有地仍處於施工階段（圖 12 右）。



圖 12、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 4（圖左）、5 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

六月份棲地營造之國有地水池完成，並開始引水蓄水，頂湖赤腹游蛇族群監測核心區因應新擴增的濕地，於該水池新增設編號 B12 之調查樣點，同時也在 A 區北側 B12 樣點的對面，亦增設 A12 調查樣點，以作為新設樣點調查時相互比較之參照樣點（圖 13 左）。

進入炎熱高溫的七月份，B 區靠近溝渠側，於 7 月 11 日的棲地縮時監看照片中，記錄到當地農民沿溝渠側進行農藥的噴灑施用，並沿途持續噴灑進入 B 區國有地水池，7 月 14 日的空照圖上，雖然還看不出差異（圖 13 右），但在 7 月 19 日現場的現況紀錄照片上，已可明顯看出國有地圍籬內遭到藥物噴灑後草相枯黃的狀況，並於現場發現死蛇的屍體（圖 14）。八月份持續的高溫炎熱及降雨缺乏，棲地內持續呈現缺水的狀態（圖 15 左）。

九月份，棲地內缺水的狀況仍未明顯的改善，除 A 區因開始進行試驗性的活動型沙包的設置，而有相對於 B 區較佳的保水狀態，惟此保水狀態，除了因設置的沙包截水外，也因步道下方所設置的 18 處生態廊道同時遭泥土阻塞，而維持蓄水保水狀態，短期而言，因為本月陸續開始有懷孕母蛇產下幼蛇，維持此一狀態，可暫時提供較佳的躲藏條件，但是阻塞不通且無法發揮功能的廊道，若無法在赤腹游蛇接下來開始頻繁活動的季節前疏通，恐怕會迫使進出 A 區的赤腹游蛇必須翻越步道，增加暴露於開闊地的被掠食風險（圖 15 右）。



圖 13、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 6（圖左）、7 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖



圖 14、於陽明山竹子湖頂湖 2023 年 7 月 19 日年監測 B 區所記錄到之國有地內草本植物異常枯黃及不明原因死亡赤腹游蛇個體



圖 15、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 8（圖左）、9 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

因七月份的除草噴藥狀況，慈心基金會於九月份正式開始介入並協助在地農民解決除草的問題，改以物理性的機械割除取代化學性的藥劑使用，十月份的空拍影像中，可明顯地看到 A 區草澤的兩側有割草後所留下的草乾枯後的痕跡，惟棲地的水情狀況仍不佳，加上栽植茭白筍的區域開始進行收割，進行監測的核心 A、B 兩區均呈現相對較為裸露的棲地狀況，直至十一月空拍圖上，棲地狀況並沒有明顯改善，但 B 區國有地新設水池南側，因大面積割除芒草，而呈現大片枯黃的景象（圖 16）。

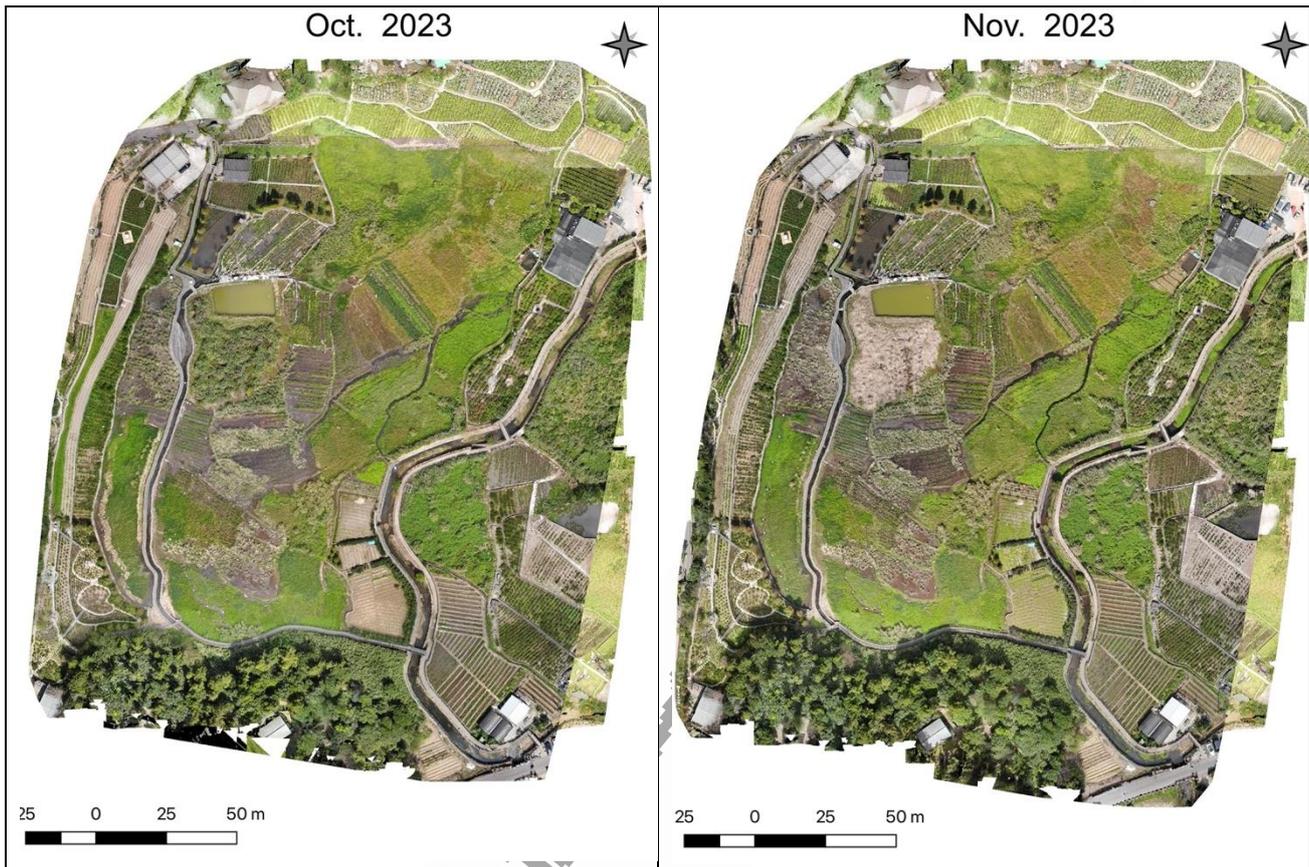


圖 16、2023 年陽明山竹子湖頂湖地區 10（圖左）、11 月（圖右）赤腹游蛇核心棲地空拍監測圖

2. 頂湖地區赤腹游蛇核心棲地水位變化之監持監測

水文狀況為濕地最重要的指標之一，對赤腹游蛇族群的存續，也有著關鍵的角色，本研究之水文資料，主要監測記錄項目為水溫與水位變化，本年度竹子湖赤腹游蛇核心棲地之水溫變化，隨著氣溫逐漸升高，水溫也逐漸提升，於5月底到7月底水溫上下變動劇烈，8月24日至9月1日間的水溫達到接近攝氏25度的最高溫後逐漸下降，2023年水溫變化的模式與前一年大致相仿，但高溫出現於七月份，且相較前一年的最高溫來得低，九月開始的水溫波動較為劇烈（圖17）。

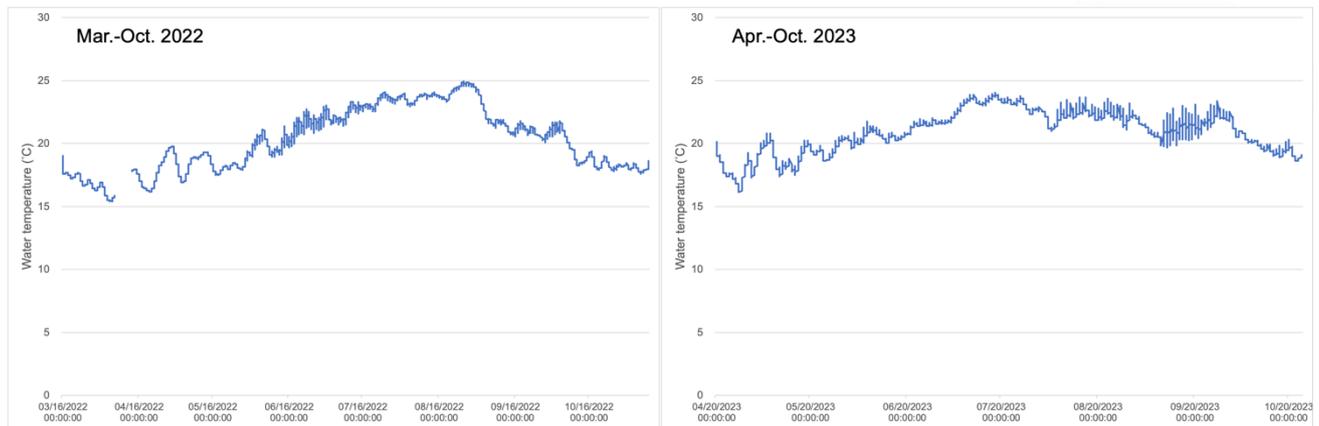


圖 17、2022、23 年陽明山竹子湖頂湖地區赤腹游蛇核心棲地水溫變化圖（資料期間：16 Mar.-09 Nov. 2022（圖左）；20 Apr.-24 Oct. 2023（圖右））

水位之波動，從另一方面而言，顯示的是濕地資源狀況的變化，隨著月份氣溫逐漸升高，降雨狀況的改變與減少，竹子湖頂湖赤腹游蛇核心棲地逐漸呈現水位下降的狀況（圖 18），並以 4 到 5 月間的水位有最明顯的減少。高溫少水加上因人為開墾而變得開闊的環境，基本上對於赤腹游蛇是極為不利的生存挑戰，5 月底進入梅雨季節，水位有略微提升，之後隨著降雨事件的發生，水文監測地點的水位，維持在 40-60 cm 左右的深度上下波動，8 月中下旬水溫最高峰，也適逢夏季午後間歇性大雨，濕地水位偶有上升至 1 m，相對豐沛的水量也使得高溫對赤腹游蛇的負面衝擊相對降低。10 月份以後，因為持續的降雨，竹子湖頂湖水文監測樣點的水深穩定維持在 70 cm 以上，並在 10 月 17 日的致災性的豪大雨事件中，水位上漲至 1.4 m 深，根據當地居民指出，當日濕地水位最深處超過 2 m，此種致災性的豪大雨，對當地的赤腹游蛇可能促進個體活動，或將蛇帶離原有棲地，也可能導致個體死亡。2023 年，核心棲地的整體水量不足，水位明顯較 2022 年為低，僅有少數的降雨事件將水位些微的抬高，濕地裡的水量不足，可能使得赤腹游蛇面臨較高的猛禽掠食者（如大冠鷲）及鷺科鳥類捕食的風險，也迫使個體離開缺水棲地，進入並集中在水量狀況較好，但條件不適合的環境，如俗稱的三面光的水保治理修建的山區排洪溝渠，在這樣的環境中，赤腹游蛇會躲藏的底質泥，跟著生其上的水草，

也容易因突然的大雨而跟著底質與植物一起沖往下游，對赤腹游蛇形成一生態陷阱，尤其在降雨及氣候越來越極端化的今天。

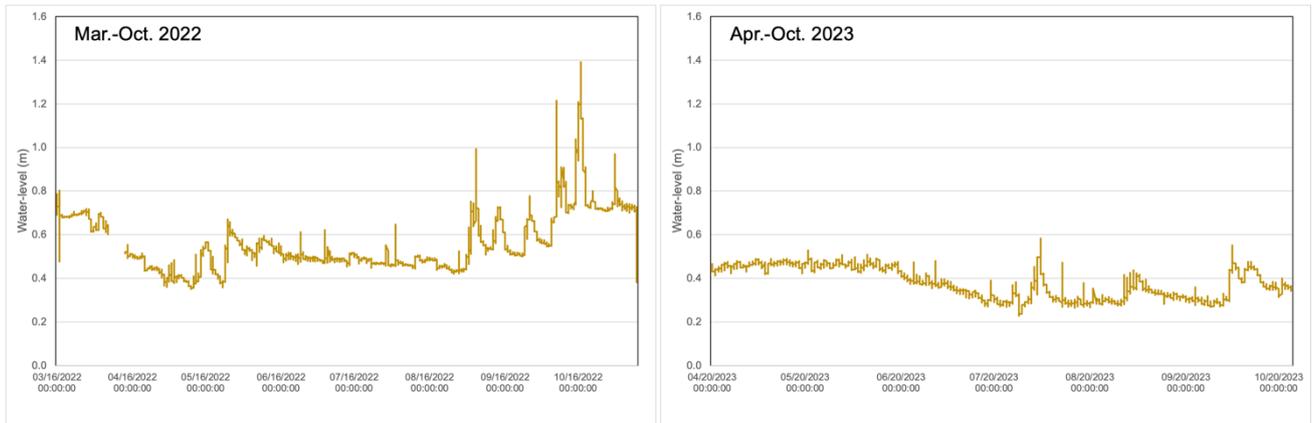


圖 18、2022、23 年陽明山竹子湖頂湖地區赤腹游蛇核心棲地水位變化圖（資料期間：16 Mar.-09 Nov. 2022（圖左）；20 Apr.-24 Oct. 2023（圖右））

3. 本計畫年度頂湖赤腹游蛇核心族群之生態監測結果

2022 年自 3 月到 11 月合計於 A、B 兩區調查到赤腹游蛇 126 隻 350 隻次（性別比 0.66，male (n=83)：female (n=43)）其中包含一條不明原因死亡，由文化大學學生於現地發現後轉交的個體，及 2022 年 10 月中旬強降雨過後，於樣區周圍發現 5 條死亡個體外，2023 年 3 月開始調查至 10 月，共計記錄到 96 隻（合計 206 隻次）的赤腹游蛇（性別比 0.80，male (n=77)：female (n=19)），並陸續於七、八月於 B 區又分別發現 3 條死蛇屍體，其中一條為懷孕母蛇，這些死亡個體，除一完全腐爛個體外，其餘均送交管處保存。

核心棲地 A、B 兩區赤腹游蛇的整體相對豐富度，自施工前開始調查，2020 年 5 月步道工程完工後開始監測至今（圖 19），區內赤腹游蛇的相對豐富度，除了季節間的變化差異外，也隨著調查年度明顯逐漸下降，在幾個比較明確發生的事件後，數量減少得更為明顯，其中以 2021 年年底的 A 區北側被當地農民大規模噴灑殺草劑後整個清除地上植被，2022 年 10 月極端降雨事件後，整體相對豐富度下降的最為明顯，顯示當地族群現正處於保育生物學上的滅絕漩渦（Extinction vortex）之中。在 A、B 兩區的相對豐富度差異上，在 2021 年之前，在相同的調查努力量下，A 區的赤腹游蛇多數調查月份都的相對豐富度高於 B 區，但自 2022 年開始 A、B 兩區互有消長，自 2023 年起，上半年 B 區的相對豐富度明顯較 A 區為高，但自 7 月份又再次發生噴藥（圖 14）及割草機大規模割草事件後 A、B 兩區的赤腹游蛇相對豐富度均降至五年調查及監測期間的最低點（圖 20）。監測各年度的生殖前期（6-8 月）懷孕母蛇在 A、B 區的相對豐富度差異，僅 2020 年 A 區高於 B 區後，2021 及 22 年則呈現 B 區明顯高於 A 區的趨勢，至 2023 年 A、B 區均下降至監測以來的最低水準（圖 21）。

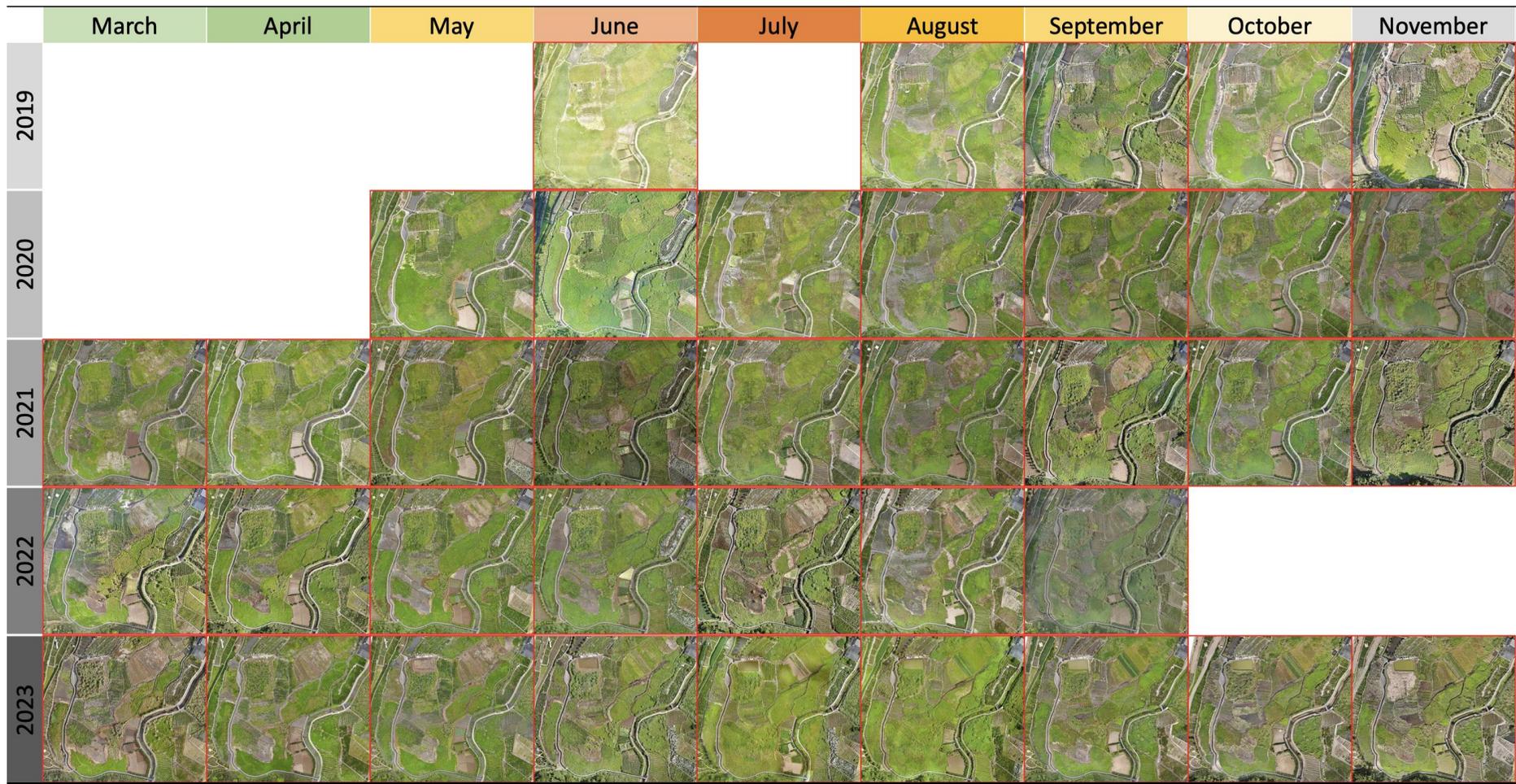


圖 19、陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇核心棲地自施工前 2019 年 6 月至 2023 年 11 月每月空拍地景變化比較



圖 20、自 2020 年 5 月起至 2023 年 11 月止陽明山竹子湖頂湖核心棲地 A (藍色)、B (橘色) 區各月份之赤腹游蛇相對豐富度變化

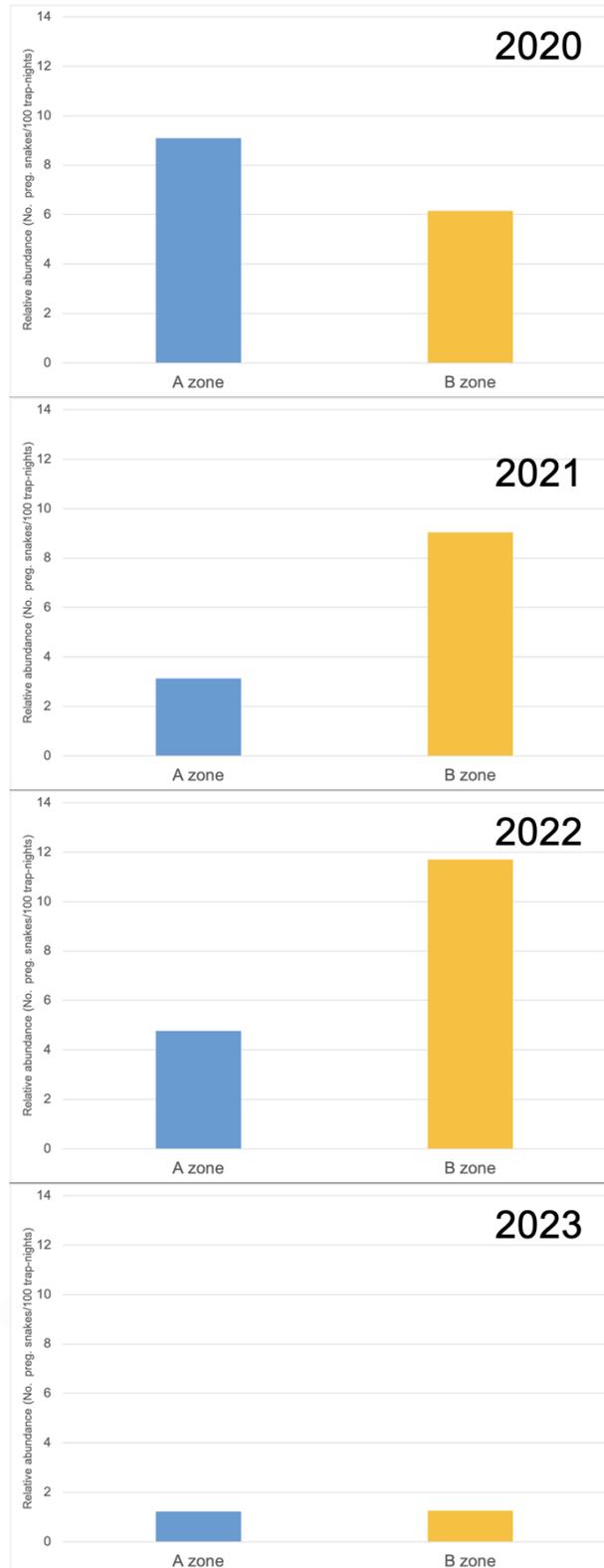


圖 21、自 2020 至 2023 年生殖前期（6-8 月）陽明山竹子湖頂湖核心棲地 A（淺藍色）、B（橙黃色）兩區之懷孕赤腹游蛇相對豐富度比較

儘管赤腹游蛇有明顯季節上雌雄活動比例上的差異 (Mao, 2003)，綜觀 2022 及 23 年兩年全年的調查取樣結果，頂湖的赤腹游蛇核心族群，不僅未脫離性別比失衡的困境外，甚至有更進一步劣化的狀況，在 2023 年能掌握到出現於核心棲地的母蛇個體，僅有 19 隻。另一顯示族群生存狀況的疤痕比，儘管 2023 年的比例較 2022 年些微下降 (表 5) 但有部分懷孕個體體背出現等距疑似割草機或人為器械所造成的傷痕者，最令人擔憂 (圖 22)，這些個體共同的特徵都是體背有多處新鮮傷痕，且集中在同一調查期間高比例的出現，傷口與傷口的間隔為 5 cm 左右且等距出現，通常發現這樣個體的同時，棲地中必然有背負式利用牛筋繩的機械割草機大面積除草的痕跡。當地農民人工割草誤傷赤腹游蛇的狀況，自早期 (1996 年) 就經常發生，以致過去發現的部分個體，身上會帶有刀割的傷痕，利用機械進行割草作業，效率較高，但也令人擔心影響的個體較多，面積較大，建議未來核心棲地相關的除草作業，應盡量避開赤腹游蛇活動的濕地周邊環境或活動季節，或採行每次小區塊式的階段除草，先由人員於除草區域來回走動數次，干擾環境後再開始進行除草作業，機械除草的高度請盡量高於地面 (或水面) 5 公分以上，避免貼地 (水) 割除植株。

表 5、1998-2023 年調查監測期間陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇族群性別比及疤痕比之比較

	1998	2000	2001	2012	2014	2019	2020	2021	2022	2023
Overall sex ratio (= Male/(Male+Female))	0.44	0.5	0.2	0.33	0.64	0.62	0.65	0.63	0.66	0.80
Scar and injured ratio	3.1%	6.9%	0	4.2%	7.4%	13.79%	22.4%	38.3%	41.27%	35.42%



圖 22、2023 年上半年度陽明山竹子湖頂湖核心棲地調查過程中所發現之身上帶有新鮮且規律傷疤的赤腹游蛇個體

對比 Schumacher 和 Schnabel Method 兩種連續取樣之封閉式族群估算模式（2019 年 8 月至 2023 年 11 月），目前的族群大小已持續縮減至 105.2（Schumacher）至 98.2（Schnabel）隻左右（表 6），族群持續崩跌的狀況，以 2021 年年底發生的核心區 A 區北邊的大面積噴藥除草後的族群下降最為劇烈，推估的族群規模自 170.3 快速下降至 110.7（Schnabel Method），下降的幅度甚至高過於步道工程施工前中期（2019 年）與後（2020 年）間的差異；而利用 Jolly-Seber 開放式族群模式估算，無論是整體（雌雄合併）或是雌雄任一性別分開來看，族群規模亦同樣呈現下降的狀況（表 7-表 9），各月份對比過去相同時期的存活概率，不分整體或區分性別均明顯低於前面的相同時期（表 7-表 9）不同調查年度所估算之月平均存活率（以 95% 信賴區間的 Manly's 估計值中位數計算），五年的族群監測期間，整體存活率以 2021 年狀況最佳，且當年也是近五年期間，由盛轉衰的分界點，2023 年的平均存活率則在五年的監測期間下降到最低的水準（圖 23）。無論封閉式（表 6）或開放式（表 7-表 9）族群的估算結果，或是雌雄性別比與疤痕比（表 5），各項參數皆一致顯示此一族群狀況正在持續且快速的惡化中，亟需各相關單位的積極介入並提供各項棲地必要維護，尤其是維持濕地水資源條件改善及擴大有效棲地面積的相關工作，應列為優先工作。

表 6、利用 Schumacher 和 Schnabel Method 兩種封閉式模式估算 2019 年 8 月至 2023 年 10 月陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇族群估量及結果

	Aug.-Dec. 2019		May-Dec. 2020		Mar.-Nov. 2021		Mar.-Nov. 2022		Mar.-Nov. 2023	
	Schumacher	Schnabel	Schumacher	Schnabel	Schumacher	Schnabel	Schumacher	Schnabel	Schumacher	Schnabel
Estimated	243.2	255.8	198.4	199.7	177.0	170.3	111.4	110.7	105.2	98.1
95% confidence interval	202.1-305.4	204.3-342.1	186.6-211.8	182.6-220.3	161.0-196.5	153.1-191.9	103-121.4	93.5-135.7	87.6-131.7	79.8-127.1

表 7、利用 Jolly-Seber 開放式族群估算模式估量 2019 年 8 月至 2023 年 11 月陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇的族群波動結果

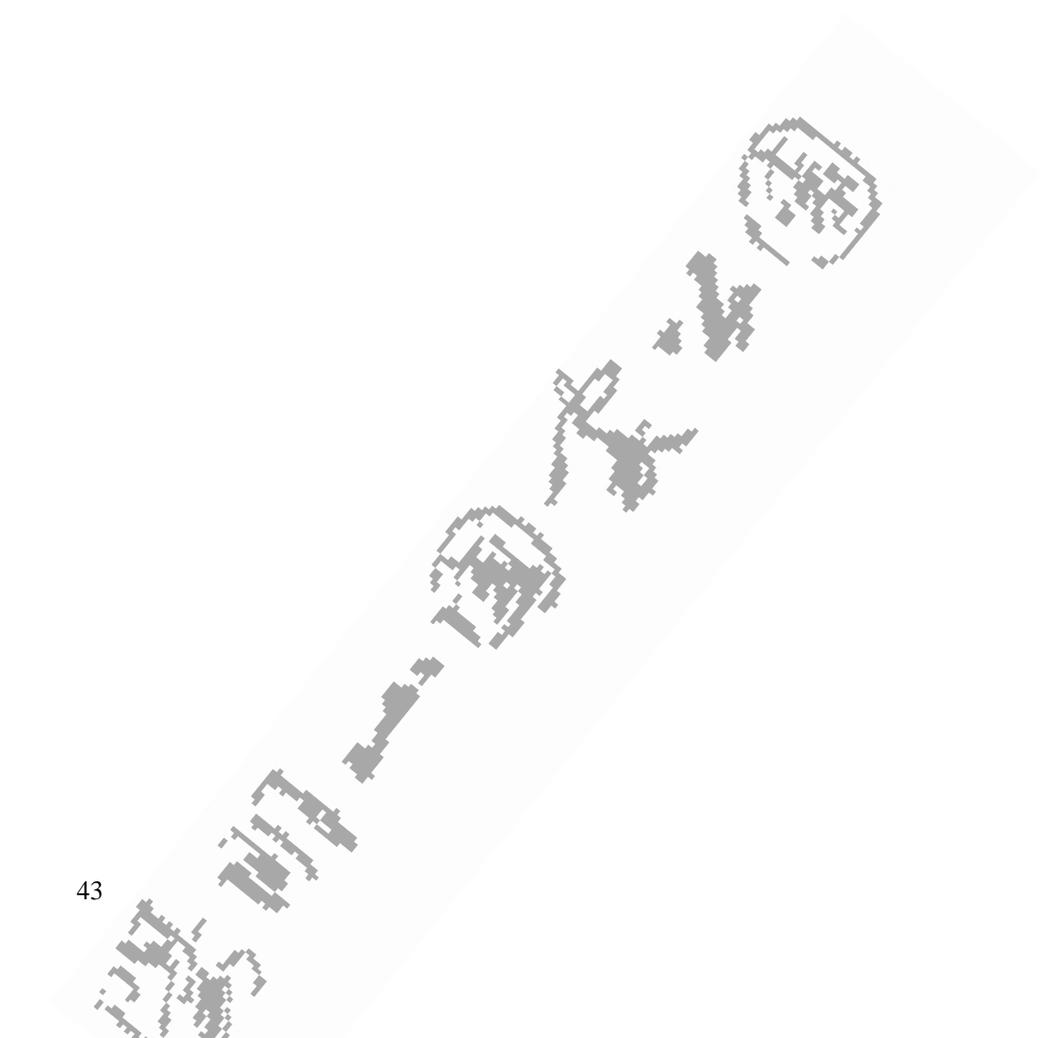
Total	Proportion marked	Estimated total population (\pm SE)	Manly's confidence limits		Probability of survival (\pm SE)	Manly's confidence limits		Number joining (\pm SE)
			Lower 95%	Upper 95%		Lower 95%	Upper 95%	
2019 August	-	-	-	-	0.850 (\pm 0.075)	0.677	1.000	-
2019 September	0.359	203.6 (\pm 29.5)	164.0	289.4	0.787 (\pm 0.075)	0.655	0.948	1.1 (\pm 31.4)
2019 October	0.593	158.2 (\pm 27.2)	122.9	233.7	0.998 (\pm 0.114)	0.807	1.000	-29.2 (\pm 28.4)
2019 November	0.813	128.7 (\pm 20.9)	102.3	182.7	0.903 (\pm 0.092)	0.747	1.000	63.6 (\pm 14.9)
2020 May	0.540	179.8 (\pm 10.0)	170.1	198.6	0.859 (\pm 0.036)	0.788	0.932	8.7 (\pm 6.6)
2020 June	0.874	162.3 (\pm 9.8)	153.5	177.3	0.940 (\pm 0.041)	0.861	1.000	12.8 (\pm 6.1)
2020 July	0.869	158.9 (\pm 10.4)	148.8	175.9	0.955 (\pm 0.047)	0.866	1.000	7.5 (\pm 6.1)
2020 August	0.893	157.4 (\pm 10.7)	146.8	175.5	0.826 (\pm 0.042)	0.745	0.912	12.1 (\pm 6.5)
2020 September	0.867	139.6 (\pm 9.8)	0.0	0.0	1.209 (\pm 0.000)	0.000	0.000	11.3 (\pm 12.4)
2020 October	0.865	178.9 (\pm 19.6)	153.3	226.9	0.841 (\pm 0.083)	0.697	1.000	-16.1 (\pm 9.1)
2020 November	1.000	134.3 (\pm 10.6)	124.4	150.9	1.355 (\pm 0.953)	0.624	1.000	0.0 (\pm 0.0)
2020 December	1.000	182.0 (\pm 128.2)	95.2	483.2	0.779 (\pm 0.550)	0.355	1.000	30.6 (\pm 8.4)
2021 March	0.823	172.3 (\pm 15.4)	153.3	206.7	0.830 (\pm 0.061)	0.719	0.959	-4.2 (\pm 7.7)
2021 April	0.914	138.7 (\pm 10.1)	130.4	153.0	0.874 (\pm 0.046)	0.786	0.967	16.1 (\pm 5.0)
2021 May	0.850	136.4 (\pm 10.0)	128.2	150.6	0.961 (\pm 0.042)	0.878	1.000	3.4 (\pm 5.0)
2021 June	0.914	133.5 (\pm 9.8)	125.7	146.9	0.985 (\pm 0.079)	0.844	1.000	14.1 (\pm 8.3)
2021 July	0.872	144.6 (\pm 15.6)	125.8	179.6	0.838 (\pm 0.072)	0.709	0.991	7.8 (\pm 7.8)
2021 August	0.851	129.0 (\pm 10.1)	120.5	143.8	0.976 (\pm 0.055)	0.872	1.000	16.0 (\pm 7.3)
2021 September	0.831	141.9 (\pm 12.2)	128.7	165.5	0.895 (\pm 0.065)	0.776	1.000	-1.6 (\pm 6.8)
2021 October	0.917	121.0 (\pm 10.9)	110.3	139.6	1.173 (\pm 0.000)	0.746	1.000	-7.1 (\pm 5.2)
2021 November	1.000	134.8 (\pm 38.9)	92.9	236.9	0.871 (\pm 0.262)	0.534	1.000	26.7 (\pm 12.5)
2022 March	0.815	144.1 (\pm 20.5)	118.0	196	0.925 (\pm 0.123)	0.722	1.000	-7.0 (\pm 13.5)
2022 April	0.897	126.3 (\pm 15.6)	107.6	161.8	0.840 (\pm 0.085)	0.692	1.000	4.7 (\pm 7.2)
2022 May	0.881	110.8 (\pm 9.7)	102.8	124.7	0.896 (\pm 0.046)	0.806	0.986	2.4 (\pm 4.5)
2022 June	0.922	100.7 (\pm 8.7)	95.3	109.9	1.024 (\pm 0.000)	0.941	1.000	6.6 (\pm 4.8)
2022 July	0.904	109.7 (\pm 9.7)	0.0	0.0	1.314 (\pm 0.000)	0.000	0.000	8.3 (\pm 8.7)
2022 August	0.897	152.5 (\pm 22.3)	123.9	211.0	0.672 (\pm 0.108)	0.497	0.924	0.8 (\pm 6.7)
2022 September	0.917	103.3 (\pm 12.3)	89.8	128.7	0.998 (\pm 0.165)	0.736	1.000	11.6 (\pm 11.1)
2022 October	0.850	114.6 (\pm 21.0)	89.0	169.6	0.880 (\pm 0.170)	0.618	1.000	9.6 (\pm 14.7)
2022 November	0.800	110.4 (\pm 19.8)	86.1	162.1	0.812 (\pm 0.134)	0.601	1.000	-7.2 (\pm 12.4)
2023 March	0.909	82.5 (\pm 13.6)	67.5	112.2	1.061 (\pm 0.000)	0.853	1.000	-0.8 (\pm 8.6)
2023 April	0.930	86.7 (\pm 10.2)	77.1	104.6	0.965 (\pm 0.133)	0.743	1.000	7.1 (\pm 5.0)
2023 May	0.889	90.8 (\pm 13.8)	75.2	123.2	0.815 (\pm 0.151)	0.576	1.000	8.4 (\pm 5.9)
2023 June	0.838	82.4 (\pm 14.2)	66.3	118.5	0.765 (\pm 0.235)	0.449	1.000	35.4 (\pm 26.5)
2023 July	0.583	98.4 (\pm 36.8)	58.5	221.9	0.724 (\pm 0.209)	0.435	1.000	-17.0 (\pm 18.4)
2023 August	0.833	54.2 (\pm 9.8)	44.8	75.4	0.806 (\pm 0.197)	0.516	1.000	2.3 (\pm 3.6)
2023 September	0.880	46.0 (\pm 11.5)	34.5	77.8	-	-	-	-
2023 October	0.889	-	-	-	-	-	-	-

表 8、利用 Jolly-Seber 開放式族群估算模式估量 2019 年 8 月至 2023 年 11 月陽明山竹子湖頂湖雄性赤腹游蛇的族群波動結果

Male	Proportion marked	Estimated total population (\pm SE)	Manly's confidence limits		Probability of survival (\pm SE)	Manly's confidence limits		Number joining (\pm SE)
			Lower 95%	Upper 95%		Lower 95%	Upper 95%	
2019 August	-	-	-	-	0.809 (\pm 0.094)	0.608	1.000	-
2019 September	0.367	134.3 (\pm 25.0)	102.4	210.2	0.855 (\pm 0.133)	0.641	1.000	-13.5 (\pm 25.5)
2019 October	0.667	97.9 (\pm 22.6)	70.4	163.3	0.797 (\pm 0.111)	0.615	1.000	-8.0 (\pm 22.5)
2019 November	0.800	70.0 (\pm 18.6)	49.6	118.3	1.037 (\pm 0.000)	0.996	1.000	57.2 (\pm 19.5)
2020 May	0.455	129.8 (\pm 9.9)	119	152	0.931 (\pm 0.052)	0.833	1.000	5.6 (\pm 8.7)
2020 June	0.839	125.5 (\pm 10.3)	113.6	146.8	0.898 (\pm 0.061)	0.785	1.000	-1.7 (\pm 6.0)
2020 July	0.922	106.5 (\pm 8.5)	98.7	119.9	0.978 (\pm 0.064)	0.859	1.000	10.9 (\pm 5.6)
2020 August	0.868	115.1 (\pm 10.1)	104.1	134.7	0.818 (\pm 0.055)	0.715	0.931	-1.4 (\pm 5.0)
2020 September	0.941	90.3 (\pm 7.6)	85.5	98.1	1.078 (\pm 0.000)	0.965	1.000	5.8 (\pm 7.2)
2020 October	0.909	103.2 (\pm 11.5)	90.1	127	0.954 (\pm 0.085)	0.807	1.000	-7.0 (\pm 6.1)
2020 November	1.000	91.4 (\pm 8.8)	83.8	104.5	0.941 (\pm 0.060)	0.830	1.000	0.0 (\pm 0.0)
2020 December	1.000	86.0 (\pm 6.9)	0	0	1.159 (\pm 0.000)	0.000	0.000	13.5 (\pm 5.3)
2021 March	0.881	113.1 (\pm 11.6)	99.8	137.7	0.850 (\pm 0.075)	0.715	1.000	-1.9 (\pm 5.0)
2021 April	0.943	94.2 (\pm 8.4)	87.4	106.3	0.844 (\pm 0.056)	0.739	0.955	9.8 (\pm 3.2)
2021 May	0.867	88.5 (\pm 7.6)	83.7	96.8	0.982 (\pm 0.040)	0.9	1.000	2.4 (\pm 3.2)
2021 June	0.931	89.3 (\pm 7.7)	84.1	98.4	1.032 (\pm 0.000)	0.862	1.000	7.8 (\pm 5.6)
2021 July	0.900	99.9 (\pm 12.4)	85.3	127.8	0.789 (\pm 0.083)	0.643	0.966	3.5 (\pm 4.8)
2021 August	0.891	82.3 (\pm 7.5)	77.6	90.5	0.973 (\pm 0.051)	0.872	1.000	4.0 (\pm 3.3)
2021 September	0.918	84.0 (\pm 8.0)	77.7	95.2	0.897 (\pm 0.069)	0.77	1.000	2.4 (\pm 3.6)
2021 October	0.933	74.2 (\pm 8.1)	67.3	86.2	0.899 (\pm 0.056)	0.790	1.000	-2.6 (\pm 2.6)
2021 November	1.000	64.0 (\pm 6.5)	64	64	1.125 (\pm 0.000)	0.974	1.000	16.9 (\pm 8.7)
2022 March	0.810	88.9 (\pm 13.2)	73.3	120.2	0.989 (\pm 0.130)	0.774	1.000	2.2 (\pm 12.3)
2022 April	0.833	90.2 (\pm 14.5)	72.9	125.6	0.879 (\pm 0.101)	0.706	1.000	2.4 (\pm 8.7)
2022 May	0.841	81.7 (\pm 8.3)	74.5	94.8	0.901 (\pm 0.053)	0.799	1.000	-5.4 (\pm 3.4)
2022 June	1.000	68.2 (\pm 6.8)	65.6	72.4	1.011 (\pm 0.000)	0.921	1.000	4.1 (\pm 2.2)
2022 July	0.944	73.1 (\pm 7.4)	0	0	1.332 (\pm 0.000)	0.000	0.000	13.7 (\pm 8.7)
2022 August	0.852	111.0 (\pm 19.6)	86.6	164.1	0.693 (\pm 0.129)	0.490	0.994	-5.5 (\pm 6.4)
2022 September	0.957	71.4 (\pm 10.0)	61.1	91.1	1.010 (\pm 0.252)	0.664	1.000	7.9 (\pm 11.5)
2022 October	0.875	80.0 (\pm 22.5)	55.2	141.2	0.746 (\pm 0.177)	0.499	1.000	13.2 (\pm 15.8)
2022 November	0.727	72.9 (\pm 14.8)	55.6	110.6	1.000 (\pm 0.000)	0.984	1.000	-9.9 (\pm 15.3)
2023 March	0.889	63.0 (\pm 9.8)	0	0	1.209 (\pm 0.000)	0.000	0.000	-0.8 (\pm 9.4)
2023 April	0.914	75.4 (\pm 9.9)	65.1	95.5	0.942 (\pm 0.158)	0.687	1.000	4.9 (\pm 5.0)
2023 May	0.893	75.9 (\pm 13.2)	60.7	108.8	0.838 (\pm 0.187)	0.555	1.000	11.2 (\pm 7.0)
2023 June	0.793	74.8 (\pm 15.2)	57.1	116.8	0.682 (\pm 0.221)	0.391	1.000	29.1 (\pm 26.9)
2023 July	0.556	80.1 (\pm 33.9)	45.1	196.3	0.789 (\pm 0.224)	0.483	1.000	-19.9 (\pm 20.4)
2023 August	0.885	43.2 (\pm 7.9)	36.5	58.2	0.781 (\pm 0.166)	0.525	1.000	1.7 (\pm 2.3)
2023 September	0.909	35.4 (\pm 8.1)	28.2	54.4	0.544 (\pm 0.173)	0.309	0.956	-0.7 (\pm 1.0)
2023 October	1.000	18.6 (\pm 5.9)	14.5	33.3	-	-	-	-
2023 November	1.000	-	-	-	-	-	-	-

表 9、利用 Jolly-Seber 開放式族群估算模式估量 2019 年 8 月至 2023 年 11 月陽明山竹子湖頂湖雌性赤腹游蛇的族群波動結果

Female	Proportion marked	Estimated total population (\pm SE)	Manly's confidence limits		Probability of survival (\pm SE)	Manly's confidence limits		Number joining (\pm SE)
			Lower 95%	Upper 95%		Lower 95%	Upper 95%	
2019 August	-	-	-	-	0.922 (\pm 0.112)	0.640	1.000	-
2019 September	0.367	62.8 (\pm 13.5)	46.6	106.5	0.761 (\pm 0.079)	0.614	0.919	11.6 (\pm 17.5)
2019 October	0.538	59.4 (\pm 15.2)	41.6	104.7	1.153 (\pm 0.000)	0.932	1.000	-15.9 (\pm 18.1)
2019 November	0.833	52.6 (\pm 9.8)	40.6	78.6	0.850 (\pm 0.121)	0.651	1.000	9.4 (\pm 5.7)
2020 May	0.720	54.1 (\pm 4.2)	51.3	60.7	0.760 (\pm 0.062)	0.641	0.881	2.4 (\pm 1.4)
2020 June	0.925	43.5 (\pm 4.3)	42.3	45.7	0.991 (\pm 0.048)	0.889	1.000	10.3 (\pm 2.9)
2020 July	0.794	51.4 (\pm 5.5)	46.4	61.1	0.907 (\pm 0.066)	0.777	1.000	-0.5 (\pm 2.8)
2020 August	0.938	44.3 (\pm 4.9)	41.4	49.7	0.889 (\pm 0.064)	0.762	1.000	10.4 (\pm 3.8)
2020 September	0.778	49.8 (\pm 5.9)	44.2	60.4	1.372 (\pm 0.000)	0.995	1.000	6.9 (\pm 9.6)
2020 October	0.813	73.8 (\pm 16.8)	53.4	123	0.697 (\pm 0.156)	0.464	1.000	-7.6 (\pm 6.0)
2020 November	1.000	43.9 (\pm 6.3)	38.2	54.8	0.976 (\pm 0.146)	0.733	1.000	17.1 (\pm 7.3)
2021 March	0.714	60.0 (\pm 10.8)	47.2	88.4	0.800 (\pm 0.106)	0.618	1.000	-2.7 (\pm 6.2)
2021 April	0.862	45.3 (\pm 5.8)	40.9	53.7	0.981 (\pm 0.107)	0.791	1.000	7.7 (\pm 5.0)
2021 May	0.810	52.2 (\pm 8.3)	43.1	71	0.894 (\pm 0.119)	0.689	1.000	0.5 (\pm 4.8)
2021 June	0.875	46.2 (\pm 6.7)	39.8	59	0.846 (\pm 0.127)	0.637	1.000	6.6 (\pm 7.2)
2021 July	0.800	44.9 (\pm 9.6)	34.3	68.3	1.029 (\pm 0.000)	0.789	1.000	5.8 (\pm 8.9)
2021 August	0.750	52.0 (\pm 9.0)	41.9	73.8	0.992 (\pm 0.172)	0.719	1.000	22.6 (\pm 15.5)
2021 September	0.588	74.2 (\pm 18.4)	52.3	129.7	0.858 (\pm 0.150)	0.618	1.000	-15.2 (\pm 12.7)
2021 October	0.895	47.6 (\pm 7.7)	39.9	63.2	1.248 (\pm 0.000)	0.626	1.000	-3.8 (\pm 4.1)
2021 November	1.000	55.7 (\pm 27.3)	31.9	130.9	0.794 (\pm 0.444)	0.351	1.000	7.4 (\pm 8.4)
2022 March	0.857	51.6 (\pm 17.1)	33.7	99.6	0.863 (\pm 0.273)	0.509	1.000	-5.5 (\pm 7.2)
2022 April	1.000	39.0 (\pm 7.9)	31.3	55.3	0.803 (\pm 0.155)	0.561	1.000	2.1 (\pm 1.7)
2022 May	0.938	33.4 (\pm 5.7)	29.1	41.7	0.877 (\pm 0.096)	0.700	1.000	1.9 (\pm 2.0)
2022 June	0.905	30.3 (\pm 4.8)	28.1	34.5	1.060 (\pm 0.000)	0.882	1.000	5.7 (\pm 3.7)
2022 July	0.824	37.9 (\pm 6.7)	31.3	51.7	1.219 (\pm 0.000)	0.788	1.000	-4.5 (\pm 4.2)
2022 August	1.000	41.7 (\pm 11.1)	29.9	71.8	0.674 (\pm 0.216)	0.382	1.000	4.7 (\pm 3.0)
2022 September	0.857	32.8 (\pm 7.8)	24.9	52	0.818 (\pm 0.221)	0.501	1.000	2.3 (\pm 3.7)
2022 October	0.846	29.1 (\pm 7.6)	21.7	48.2	0.901 (\pm 0.329)	0.485	1.000	0.4 (\pm 3.5)
2022 November	0.900	26.7 (\pm 9.5)	17.6	54.1	0.500 (\pm 0.184)	0.261	0.944	-0.8 (\pm 1.4)
2023 Mar.-Apr.	1.000	12.5 (\pm 3.4)	11.2	15	1.040 (\pm 0.210)	0.712	1.000	1.6 (\pm 1.3)
2023 May	0.889	14.6 (\pm 4.5)	11.2	23.8	0.757 (\pm 0.241)	0.426	1.000	0.9 (\pm 1.3)
2023 June	0.889	11.9 (\pm 4.0)	9.3	20.6	0.621 (\pm 0.247)	0.305	1.000	4.1 (\pm 2.5)
2023 Jul.-Aug.	0.625	11.5 (\pm 4.4)	8.2	24.6	0.882 (\pm 0.632)	0.341	1.000	1.8 (\pm 3.0)
2023 Sep.-Oct.	0.750	12.0 (\pm 8.5)	7.3	47.3	-	-	-	-
2023 November	1.000	-	-	-	-	-	-	-



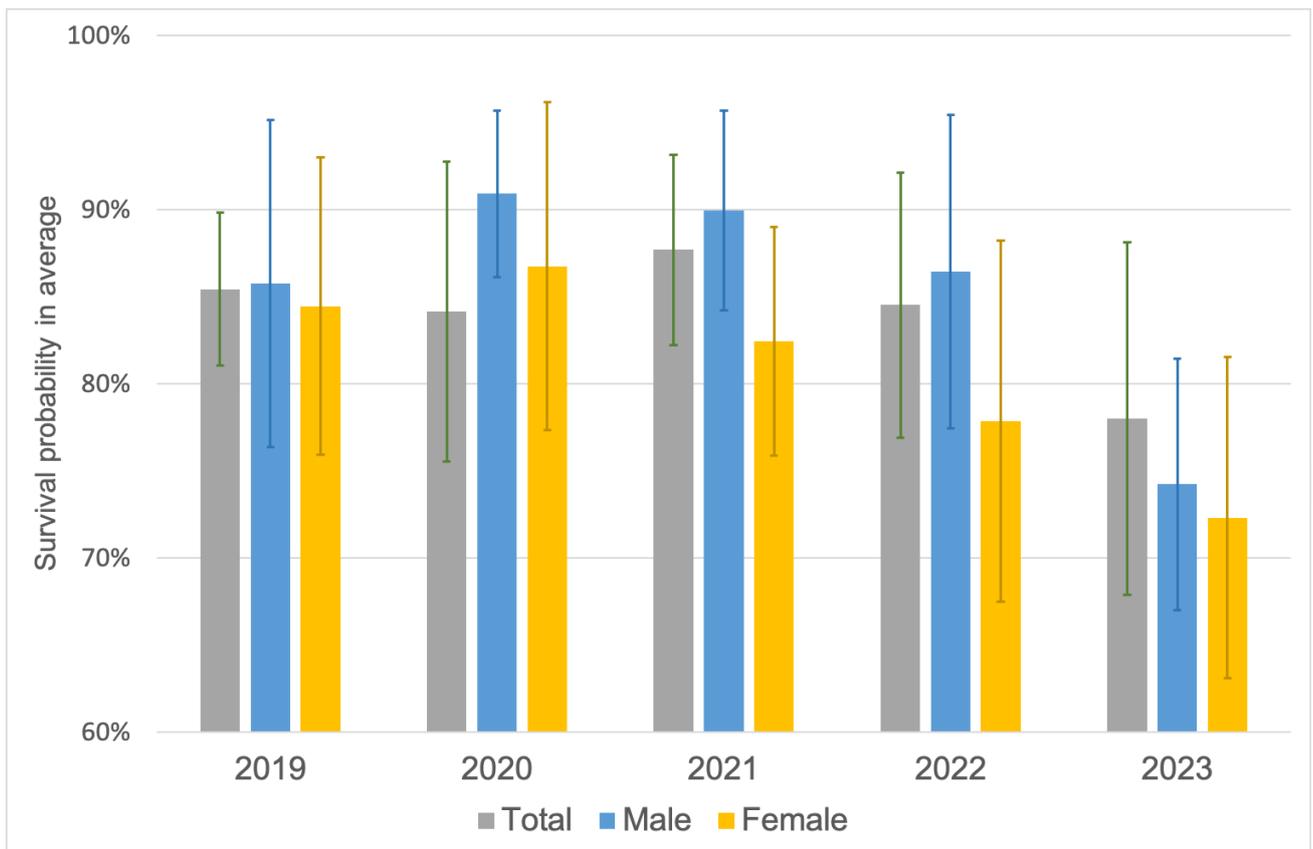


圖 23、2019-23 年陽明山竹子湖頂湖核心棲地之赤腹游蛇雌雄及整體 Jolly-Seber 月平均存活率比較

對比 2019-23 歷年的頂湖赤腹游蛇生殖相關參數顯示，各年度新生幼蛇的次級性別比 (Secondary sex ratio, SSR) 並非與整體的性別比呈現一致的雄性比例明顯高於雌的現象，而是呈現年度間相互消長的現象，顯示整體性別比的失衡可能是由於後天環境因素所造成，根據我們過去的研究結果顯示，懷孕的雌性赤腹游蛇個體，在出現的環境結構特徵上，趨向較於地表植被覆蓋度較低的環境狀況，以利於獲取更多的陽光照射、溫度的調節及較佳胚胎發育條件 (Mao, 2003)，當濕地水量豐沛時，此類型的微棲環境，可提供個體在遭受掠食者攻擊時，快速躲避潛入水中的環境條件，但當水量明顯不足或環境陸化時，雌蛇，尤其是懷孕的個體，以相對較笨重的體型又明顯出現在較為開闊的環境時，可能會因為受到掠食而形成性別間明顯生存機會上的差異，導致性別比的偏離等比。代表各年度的生殖投資狀況的 RCM (Relative clutch mass) 指數，以 2020 年的懷孕母蛇生殖所投入的能量佔比最低，且具有較佳的幼蛇再捕獲率及最低的初生幼蛇死亡率 (表 10)，由於赤腹游蛇的生殖策略會隨著環境條件良好 (生殖策略偏向 r-selection) 及環境條件不佳 (採取 K-selection 的生殖策略) 而有年度間的差異 (Mao, 2003)，或許此一特徵也可作為判斷環境劣化的參考指標之一，然而 2023 年區內整體出現的雌蛇與生殖個體的數量均明顯減少，出現的隻數僅剩 2022 年的一半不到，且在調查期間仍持

續發現現地有持續噴灑農用藥劑及疑似中毒而反應活力不佳的懷孕雌蛇，雖然在 2023 年 9 月份慈心基金會開始積極介入，並嘗試協助區內農民改善農事操作，減少對藥劑的使用與依賴，但現地的環境營造與棲地的維護，還是急需陽管處在棲地改善的相關操作上，積極的面對與相應，倘若無法，此一族群恐怕會在不久的將來，即將因雌蛇的稀缺，而在此區域逐漸消失。

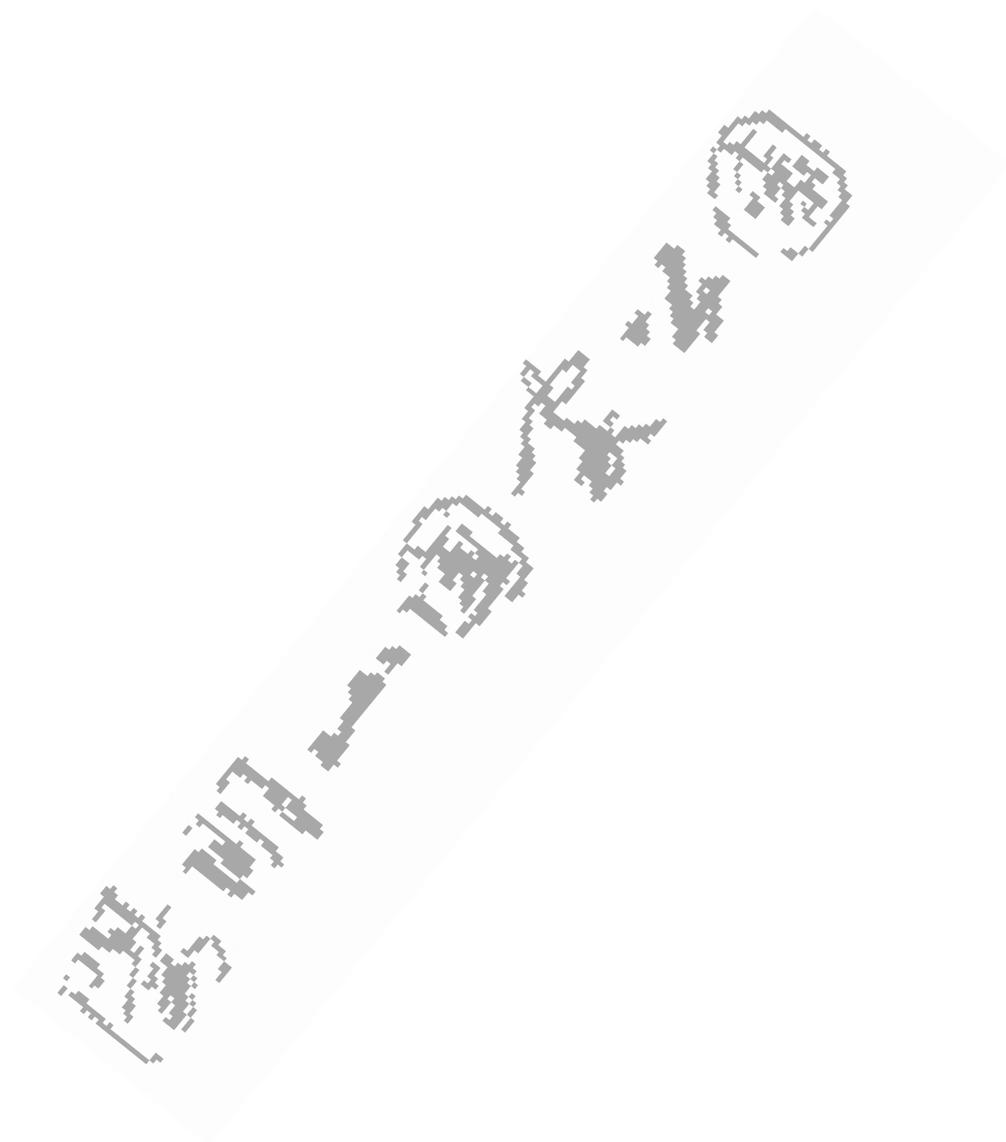


表 10、2019-2023 年調查監測期間陽明山竹子湖頂湖赤腹游蛇族群生殖相關參數比較

	2019	2020	2021	2022	2023
Secondary sex ratio (SSR= Male/(Male+Female))	0.57	0.4	0.54	0.61	0.42
Litter size (mean±SD) (n)	7.67±1.76 (9)	6.25±1.87 (12)	9.5±3.32 (10)	6.73±2.94 (13)	10.25±3.5 (4)
RCM (Relative clutch mass, mean±SD)	0.322±0.056	0.266±0.075	0.436±0.087	0.374±0.102	0.365±0.126
Neonatal mortality rate	1.43%	0	5.94%	16.67%	2.38%
Released neonatal (n)	69	75	93	74	41
Recapture rate (n)	2.9% (2)	20% (15)	3.2% (3)	NA	NA

二、訂定生態服務給付獎勵方案

如果參考農業部林業保育署歷年執行過的生態服務給付案例模式，則赤腹游蛇竹子湖族群的保育可能要以「重要棲地生態服務給付」的形式作為執行的方向，成效較高。此外，考量赤腹游蛇目前面臨的困境，需要訂定有效的短、中、長程族群復育目標，而棲地改善與棲地重建為短期目標中重要的項目。因此，本計畫先以前期計畫擬定之「陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付」草案為基礎，依據草案中的施行項目，並同時考量赤腹游蛇族群復育的建議策略（詳結果與討論四），於2022年5月初步規劃「陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案」（詳附錄），待陽管處核定公告後實施。期以生態服務給付之方式，完成族群復育之短期目標。由於生態服務給付需要適地適種，因此在實際執行時，仍有細部操作的考量，並須考慮參與者的意願和行政執行的可行性。因此本計畫在初擬「陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案」後，於6月22日先拜會竹子湖發展協會理事長，就擬定的操作內容加以說明，同時了解核心棲地3位農友對參與式保育行動的態度。此次拜會獲得正面的肯定與善意回應，理事長也建議由陽管處主動進行農友的拜訪說明，好讓特定農友真正瞭解陽管處的態度和操作。本計畫也以此次訪談的結論，在7月4日與陽管處進行內部第一次工作會議，討論行政執行的可行性。考量針對赤腹游蛇竹子湖族群的核心棲地，直接租賃或價購核心棲地，也是另一可行而且有效率的操作方式。因此於第一次工作會議中，陽管處決議先暫緩生態服務給付之規劃，核心棲地可考量優先以租地方式辦理，鄰近農地則以推廣友善農業方式進行。並於第二次工作會議中決議，為長期良性合作，考慮以財團法人慈心有機農業發展基金會諮詢地主，陽管處以友善農業模式與農友簽署合作意向書模式以持續關懷輔導取代租賃方式進行（詳附錄）。雖暫緩生態服務給付之規劃，然工作會議決議本計畫仍需利用座談方式，以竹子湖地區赤腹游蛇核心棲地之農友為主，輔導有意參與之農友，協力完成赤腹游蛇水田棲地維護與營造。除輔導核心棲地之農友外，再舉辦專家座談會，共同完成赤腹游蛇水田棲地維護與營造之功。

在工作會議後，為輔導有意參與之農友，瞭解社區對於棲地保育與友善環境的可能合作方式與意願，協力完成赤腹游蛇水田棲地維護與營造，分別於2022年11月25日、2022年12月1日與地方耆老和社區發展協會理事長等進行與談（圖24、圖25）。由於土地權屬與管理方式對社區而言仍屬敏感議題，因此理事長建議協商過程需較為謹慎，不宜以公開說明的方式進行，如有必要，可考慮由社區內部協商耕地交換利用或由第三方租地進行耕作方式的可能性。協力的執行方式，仍以社區巡守為宜，除能凝聚土地情感，亦有保護嚇阻之效。除與核心棲地農友與談外，為使社區更瞭解區域內的蛇類提升保育意願，也於2023年9月8日於竹子湖社區舉辦活動介紹說明當地的蛇類跟赤腹游蛇（圖26）。

本計畫於2023年10月24日舉行「陽明山國家公園竹子湖赤腹游蛇核心棲地現勘暨專家座談會」，邀請相關單位以及水蛇保育和棲地管理相關專家學者與保育團體等，針對陽明山竹

子湖赤腹游蛇族群討論族群目前遭遇的問題與棲地改善的方式，以提供未來保育計畫之規劃所需。議題包括 1) 竹子湖赤腹游蛇族群目前遭遇的問題與可能的解決方法；2) 竹子湖赤腹游蛇族群劣化核心棲地的改善方法。與會專家學者先到竹子湖線地了解棲地現況後移駕至陽管處會議室進行座談（會議紀錄詳附錄八）。經各方討論後共得幾點共識與建議：

1. 建議陽管處與大地工程處和林業保育署建立聯繫管道與合作溝通平台。
2. 棲地改善和營造是目前當務之急。包括水文環境、溼地營造與植生管理。
3. 赤腹游蛇作為指標物種，訂立相關目標，加強後續管理，避免造成干擾。

考量國家公園所屬機關為國家公園署，因此，農業部林業保育署公告之「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」並不適用於國家公園。另外，針對赤腹游蛇竹子湖族群的核心棲地，要完成棲地營造和維護，生態服務價金給付並非唯一可行的操作，直接租賃或價購核心棲地，也是另一可行而且有效率的操作方式。生態服務給付雖可能是一個可推行的保育策略，然本案與林業保育署目前推動的生態服務給付框架有所不同，基於獎勵機制尚不明確，陽管處於工作會議決定暫緩實施生態服務獎勵方案。目前生態服務給付執行策略已經改變，短期由管理處與農友簽署友善農業夥伴關係，並籌組社區巡守隊、或農友自主通報，農友自主棲地營造等。必要時給予資材支持其守護棲地。後續陽管處可望與林業保育署合作，由林業保育署擴大國土綠網計畫，將生態服務給付制度試辦於其他敏感棲地及物種。



圖 24、2022 年 11 月 25 日竹子湖社區社發展協會理事長會議



圖 25、2022 年 12 月 01 日與竹子湖當地耆老討論管有地水文



圖 26、2023 年 9 月 8 日在竹子湖社區舉辦蛇類與赤腹游蛇的介紹活動

三、棲地改善規劃設計

目前管理處管有土地，與核心棲地相鄰，且為區域中唯一的管理處管有土地，管理處可以有完全的管理權。如果能在此一管有土地上營造一個與原有核心棲地相連的濕地，再將核心棲地的棲地狀況改善，兩者相加，將可以創造一個相對穩定的棲地條件，對於赤腹游蛇的族群復育有極大的幫助。

1. 管有土地棲地營造

水量為影響濕地存續的關鍵因子，檢視區域排水，竹子湖原為火山堰塞湖，後因堰塞湖南方的磺溪向源侵蝕，切穿堰塞湖洩出湖水後形成盆地，所以從大尺度來看，竹子湖盆地地形北高南低，水流匯流的方向大致上為由北向南。從小尺度上來看，頂湖地形為東北高西南低。頂湖區內主要為農耕地，因此排水溝渠縱橫交錯，不過，順應區域地形和集水區水流的匯流方向，頂湖農地的灌溉與排水溝渠之排水流向，多規律的由東北向南，以及東北向西後轉南(圖 27)。管理處的管有土地，位在頂湖區的西南，是此小區中相對較高的位置，根據台北市地形圖的高程測量點，管有地內兩個高程測量點，分別為 681.78m 和 682.34，以排水溝渠為界，管有地外緊鄰的高程測量點，分別為 681.99m, 681.81m, 681.73m (圖 27)。因此，管有地的降水，會向管有地外流出，匯入西界的排水溝渠和南側的濕地。

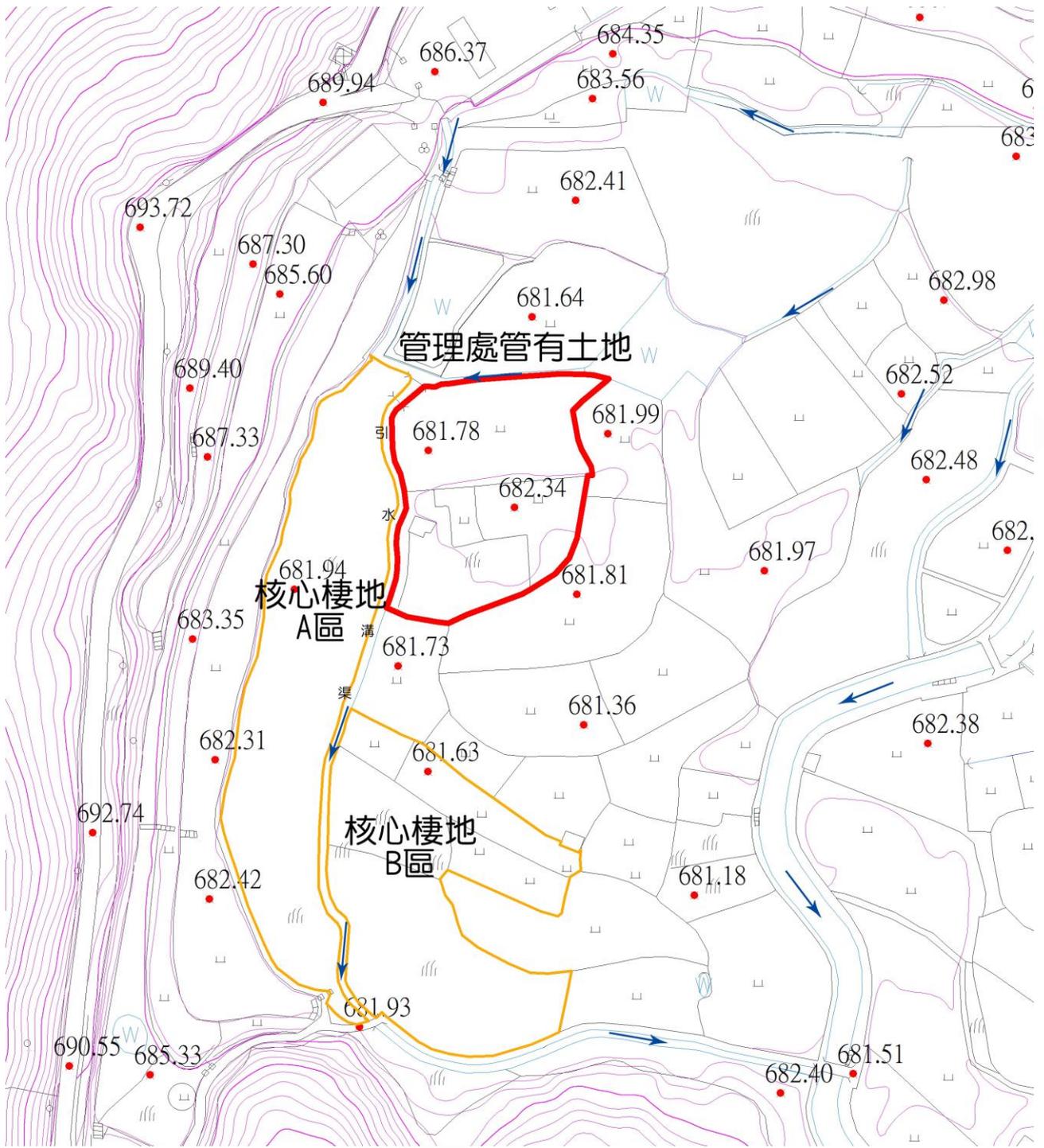


圖 27、管理處管有土地與核心棲地的位置以及區域內的水流方向與測量高程

檢視管有地旁的排水溝渠構造，在緊鄰管有地側的溝壁（排水溝渠東側溝壁），是砌石構造，因此水流可以藉由砌石的孔隙在排水溝渠和溝渠旁的土地流動，在豐水期，會由排水溝渠漫淹到管有地與核心棲地 B 區（圖 28）。但溝渠不鄰管有地的另一側溝壁（排水溝渠西側溝壁），溝渠前段（管有地北側）有些部分因為私有的早作地耕種和養殖水池，做成水泥構造，溝渠後段（管有地西側）則因為「芋見小路」步道修築，而完全變成水泥構造物（圖 28）。因為這個排水溝渠的西側溝壁都是水泥構造物，東側溝壁都是砌石溝壁，所以區域的排水，會由排水溝渠流入管有地（平時從北方，豐水期從北方和西方），再向南流入排水溝渠和核心棲地 B。與此同時，核心棲地 A 的積水也會由核心棲地 A 經由水保工程設置的洩水管向東流入排水溝渠，但是除了原來核心棲地內的湧泉和降水外，不會有水進入核心棲地 A。

簡而言之，以目前的排水設施和土地利用狀況而言，管有土地地勢較高於排水溝渠水面，因此雖有少量水會從北方滲入但不會停留在管有土地。核心棲地 A 因為大地工程處的水保景觀工程，會持續單方向將核心棲地 A 的濕地積水排至排水溝渠，而且在豐水期會加速排水，導致核心棲地 A 會持續處於乾涸狀態。目前唯一可以維持原有濕地狀態的只有核心棲地 B。



(a) 管有土地高於排水溝水面。因芋見小路工程施作而使溝渠兩岸有不同的溝壁構造。

(b) 原有溝渠的砌石構造的溝壁的孔隙可以提供濕地滲排水功能。

圖 28、管有土地與核心棲地 A 間的排水溝渠現況

目前此一管理處管有土地為廢耕地，為中央隆起的土丘，主要為芒草、灌叢、和少部分殘餘的木本景觀植栽。管有地北界與西界為排水溝渠；管有地東側為私有的早作耕地，耕地連接北方溝渠的位置，因溝渠和灌溉引水而形成部分溢流漫淹的狀態，不過此一早作耕地，是一個向東延伸的連續的早作和芒草地，是相對比較乾旱的土地；管有地南方，是一個濕地，雖然有農戶嘗試耕作，但是苦於地面排水不良，地面常年積水，而且因為地表漫淹造成土壤呈現不穩定的軟泥狀態，農戶嘗試利用圍網圍圍土壤，雖然持續在嘗試種植不同作物，但作物生長狀況不佳（圖 29）。

有鑑於此，管有土地的規劃設計應完成之目標為：1.營造赤腹游蛇的棲地、2.達成挖填平衡、3.具備景觀美質。在設計上，分為以下之設計重點：

(1) 水域空間配置

考量區域的地勢和水源，並且有效創造適合赤腹游蛇生存的濕地，將基地設計成由兩個大小靜水域串連的濕地（圖 30）。東北方靜水域（北池）較大，西南方靜水域（南池）較小，在豐水期兩個靜水域相連，在枯水期則各自獨立，如此，在枯水期調節水量時，兩個水域不會互相影響。在豐水期時最深位置水深約 1 米，在枯水期時，最深位置水深約 50 公分，所以在豐水期會有一定的水域面積和深淺水域可以使用，在枯水期，也會有深潭可供躲藏。

北池在現有引水灌溉位置，可以設置替代水源輸水管，在旱季時可以引入溝渠內的水，適度調節水量。南池則因為鄰接南方長年積水的濕地，所以雖然僅靠相鄰溝渠的供水，但即使水位降低，也會維持泥潭狀態。

(2) 地形

因應管有土地的環境特性，要將管有土地設計成赤腹游蛇的棲地，必須將原有地形轉變成低窪濕地。首先，在臨排水溝渠段，將目前排水溝渠垂直溝壁和現有基地地面因前人堆砌土方造成的溝狀凹洞填平，使溝壁和基地地面的突兀斷面連結呈現連續地面。先緩升成靜水域水岸後再緩降進入形成靜水域空間，以去除地面的斷落突兀，也讓濕地空間與現有景觀步道有所緩衝。其次，為了在營造棲地外還能達成挖填平衡，在下挖靜水域空間後，區域內必須設計有一土丘。土丘所在位置預計座落在目前地勢較高而且和私有大面積旱作農田相接處，這樣可以順應原有地形，也會與旱作農田有明顯的隔離，減少後續農田耕作入侵的可能。此外，所有坡岸都要維持在 25 度以下，避免陡升陡降。最後，在以上限制條件下計算挖填平衡後，最低處約為小面積下挖 0.5-1 米，最高填土約為緩坡上升 1-2 米，對原有地形改變不大，但可創造低窪濕地。粗估北池面積約為 327 平方公尺，南池面積約為 86 平方公尺，土丘面積約為 259 平方公尺最高處 2 公尺。

(3) 植栽

赤腹游蛇棲地營造，植栽除了需選用適當的原生種之外，還需要創造赤腹游蛇棲地的植被結構。濕地內的植被結構需要 1.水面鬱閉度較高、2.密植的挺水植物區、3.高密度沈水植物。頂湖區的濕地，目前外來種充斥，所以在完成濕地重建之後，還需要持續進行外來種移除。陸域植栽則主要考量在景觀美質與避免干擾，在與排水溝渠相鄰的池岸，可以維持現有芒草遮蔽視野或是選用高莖草類如白芒等，在遮蔽視野之餘，可以創造景觀。土丘上的植栽，以多層次不規則植栽為原則，原生木本灌木錯落其中，加上少量單株低矮喬木，創造層次景觀。

2. 核心棲地 A 棲地改善

要能停止族群數量降低，完成短程目標，如果只完成管有土地的棲地營造，是無法達成目標的。核心棲地 A 目前因為台北市大地工程處的水保步道工程，造成水位降低，再加上農作入侵（圖 31），不但棲地面積減少而且造成農藥污染，如果沒有及時處理，保住關鍵棲地，族群數量將在短期持續銳減。核心棲地 A 目前惡化的現況為：

- 1). 排水管持續將 A 區內的水排入溝渠，使水位降低。
- 2). 水泥溝壁使水流無法滲流進 A 區，水源減少。
- 3). 低水位使 A 區的濕地面積減少。
- 4). 低水位使赤腹游蛇個體明顯易見，易遭掠食。
- 5). 水位較低使農作變成可能，於是農民堆壘土堤創造旱作空間，濕地面積更少。
- 6). 農地耕種者噴灑農藥造成個體毒害。

雖然惡化現況眾多，究其根本原因有二，首要為水位降低，其次為耕作需求。經訪談，耕作者並非農地所有人，該農戶長年在頂湖區四處伺機尋找有可能的土地耕種，現在因為見到核心棲地 A 部分區域偶爾會呈現裸露狀態，所以入侵耕作，而土地所有人礙於情面，不方便驅趕。如果可以藉由承租或購買土地，轉由管理處經營管理，則應該可以將耕作排除。又或者，藉由生態給付的操作，與農地所有人溝通，在取得農地所有人的同意參與後，也有可能將該耕作排除。這個部分，有賴管理處的決策與溝通協調。

至於水位提高增加蓄水量，則可以利用修築堤堰來解決難題（圖 32）。由於核心棲地 A 內有地下湧泉，因此修築堤堰降低排水，並讓排水溝渠的水漫淹回 A 區，應該可以讓核心棲地 A 的蓄水增加。堤堰的設置，應該在不影響通水斷面安全的前提下，盡量把水留住，所以所在位置應設在目前溝渠轉彎的衝擊沈積面，最寬處的後方最窄處的前方。在此修築堤堰，截流面積最大，有緩衝功能，水量變化小，在平時可以提供水源維持核心棲地 A 的水位，在洪峰時期則可以利用水堤調節水量。堤堰上設置的水堤應為調節式水堤，設置的位置應該在沈積面，以便於常態管理。調節式水堤由多塊橫板組成，可以依需要抽出所需橫板來調節所需水位，當泥沙沉積時，則可以移開所有橫板，利用瞬間水流來清淤，汛期也可以快速調節防洪，非常易於管理。

管有地和核心棲地 A 的經營管理方式，取決於管理處權衡利弊後的決策。然目前當務之急，仍在盡快形成穩定的健康棲地，停止族群數量降低，才有可能完成族群保育工作。



圖 29、管理處管有土地周邊地貌與土地利用現況

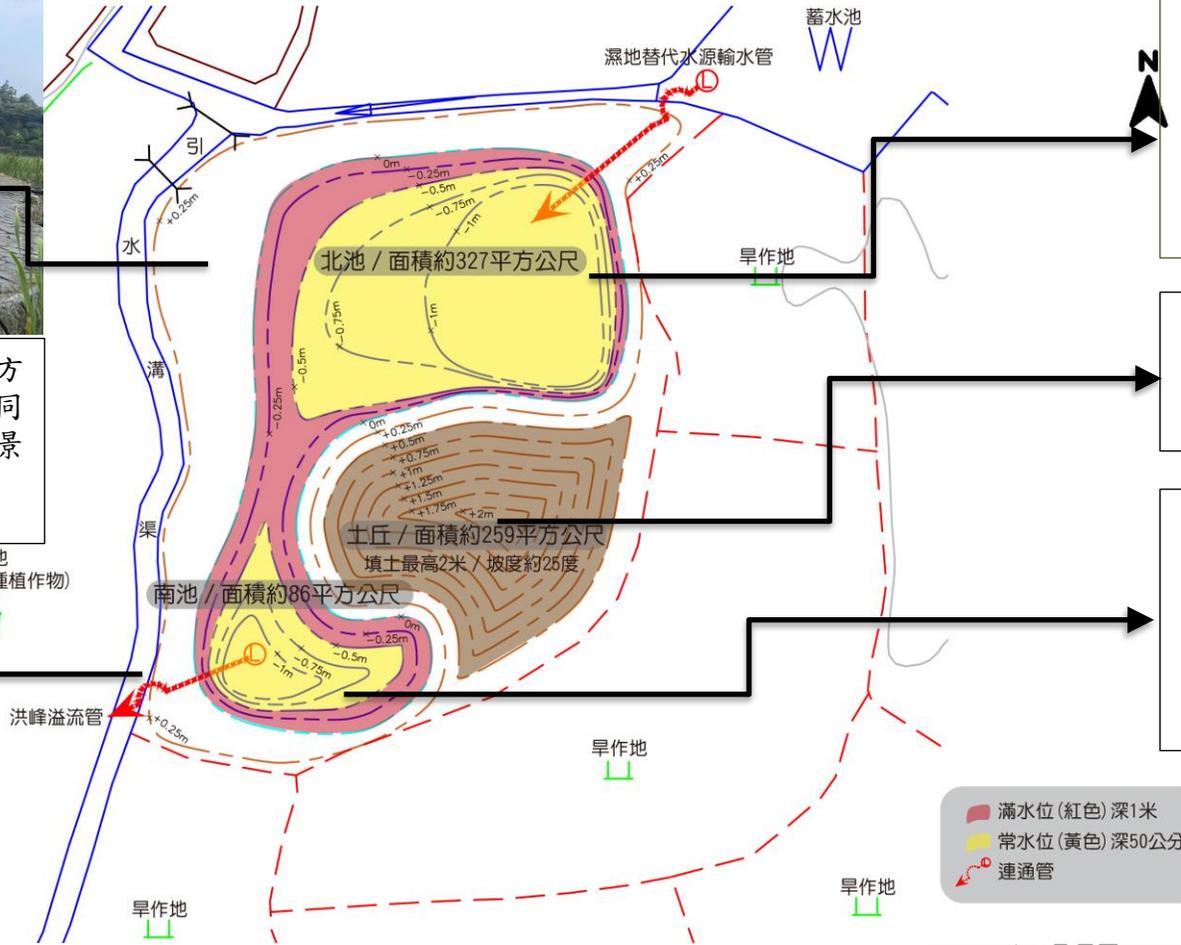




橘色圈選處有高低落差，堆積土方做成緩坡，消除現有地面落差，同時營造隆起的池岸。可以創造景觀，同時降低遊客進入的可能。

近鄰基地側的排水溝渠溝壁維持原有砌石構造。現有孔隙保留並且持續維護，維持基地、核心棲地B和排水溝渠間的水流相連。

草地
(已被居民種植作物)



北池面積較大，豐水期可與南池連接，最深水深有1米。可以提供躲避的空間。由原有溝渠設置替代水源輸水管，可以在枯水期補充水源。

低緩土丘，創造景深，容納土方，並且可以與私有旱作田隔離，避免農作入侵。

南池面積較小，連接南側原有濕地，豐水期最深水深有1米。設置洪峰溢流管，平時排放泥沙，洪水期快速排水。

圖 30、管理處管有土地赤腹游蛇棲地改善規劃設計示意圖



(a) 入侵農戶勤於堆疊土堤以創造並維持旱作面積。



(b) 持續嘗試不同土堤堆疊位置與作物。



(c) 新建水保工程的區域排水加上入侵農耕操作，造成核心棲地濕地面積大量減少且劣化。

圖 31、入侵農戶築土堤，創造農耕地，並且噴灑農藥，造成濕地面積減半且殘存濕地污染

堤堰設置在溝渠沖蝕沉積面最寬位置後方，截流面積最大，具緩衝空間，變化小。



調節式水堤由多塊橫板組成，可以依需要抽出橫板，調節所需水位。移開所有橫板，可以利用水流來清淤和防洪。

圖 32、利用堤堰在不影響通水斷面安全的前提下，完成核心棲地 A 的棲地改善

四、提出經營管理對策

赤腹游蛇竹子湖族群是臺灣目前所知唯一穩定的赤腹游蛇族群，族群所在棲地原先因為土壤排水不良加上地主沒有進行耕種，所以形成一個水分滯留的濕地狀態。在這樣的棲地上，如果沒有其他人為干擾，族群的變動主要會來自族群本身的內部動態變化和自然環境的波動，所以變動幅度小，而且在數量減少時通常可以自行恢復。然自 2020 年後，因地方政府的工程，影響水位發展，使得原有棲地在降雨和乾旱時水位落差極大，平日滯留水量則大幅降低，加上因為棲地改變而吸引了區域內農戶進入耕作，耕種者堆砌土堤，積極排水和噴灑農藥肥料，使得當地的族群數量急速下降。根據 2023 年調查結果，赤腹游蛇竹子湖族群數量從 2019 年的 256 隻驟減到 2020 年的 200 隻（毛俊傑，2019；陳怡惠、毛俊傑，2021），到 2021 年的 170 隻，到 2022 年的 111 隻，並且在 2023 年再持續減少到 98 隻。資料顯示，目前赤腹游蛇竹子湖族群已經面臨極大的危機，應積極採取行動，於短期內完成棲地復育，停止族群數量急速下降的危機，再想辦法恢復族群原有數量，最後再經由經營管理維持並擴大棲地，才能停止赤腹游蛇族群之持續減損。

由於赤腹游蛇族群復育的現況與面臨的限制包括：

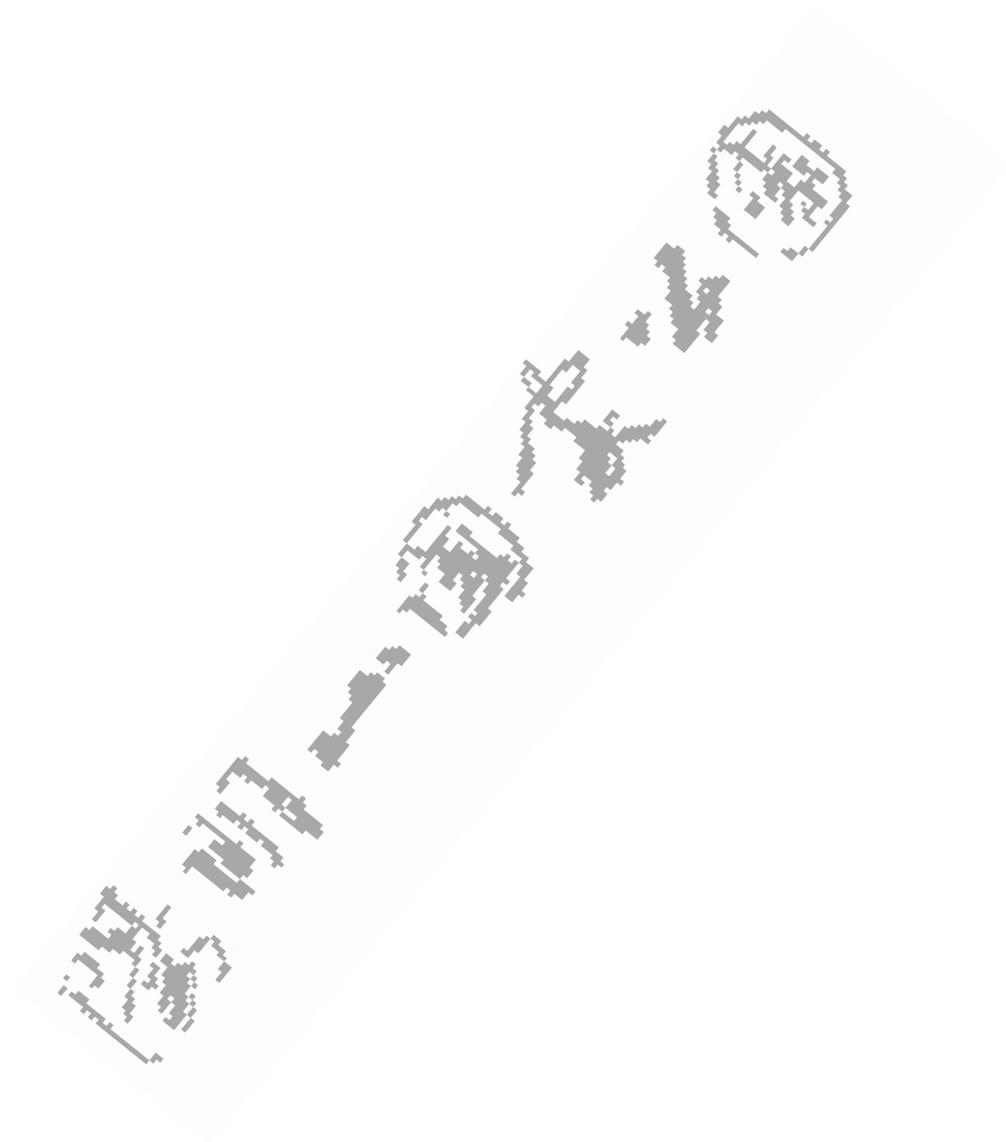
1. 族群數量急速下降，已低於最小存續族群量。
2. 棲地劣化，農田轉作。
3. 防洪排水的水保工程施作加上極端氣候狀況，所導致的濕地水源及水位不穩定，水位高低落差大，旱澇之間的變化極端。
4. 噴灑農藥、施肥及不當農機具的操作。
5. 外來入侵種美國螯蝦、福壽螺、鯉科魚類、流浪犬貓之捕食。
6. 棲地壓縮及所能提供的庇護效果不佳，造成掠食者容易捕食，及寄生蟲感染盛行率高。
7. 爬友捕捉騷擾及上網炫耀照片，所引起的跟風效應。

而赤腹游蛇的生態特性為：

1. 棲地固著性及忠誠度高，活動範圍小。
2. 依賴完整濕地生態系之水源品質、淡水魚類及蛙類數量，得以維持生存。
3. 體表通透性佳，水分散失速率高，對水依存度高，環境及外在有毒化學物質容易吸收，並經由皮膚進入體內，影響赤腹游蛇逃避危險的能力，甚至是毒害造成死亡。

為了能確實完成族群復育目標，經營管理策略必須有合理的里程碑，各里程碑也要有明確的執行目標。建議之經營管理策略中將族群復育的里程碑，分作短、中、長程。考量赤腹游蛇幼蛇性成熟的時間為 3 年，當前族群的雌性個體在交配一年後所產生的新生個體，在第 4 年才能加入族群的繁殖努力量，並於第 5 年可以產出新生個體。因此，中間除非有其他外來個體，否則族群數量不可能增加，所以短程目標須以 5 年為期。這個時期的目標是停止族群數量降低，同時也要為之後的族群數量恢復做準備。如果能在 5 年後族群數量不再降低，核心棲地品質也能穩定，則下一個 5 年，必須在頂湖增加並建立穩定的可用棲地網，增加下湖的族群數量，

同時根據第一階段的執行經驗，開始擬定長期的經營管理計畫。最終目標，是在竹子湖全區，維持一個赤腹游蛇棲地網，如此便可以穩定區域族群，在有環境變動與族群壓力出現時，系統可以有所緩衝，管理機關也可以瞭解狀況並有時間反應。



竹子湖地區赤腹游蛇保育提經營管理對策建議

目標：建立有明確的執行目的短、中、長程里程碑，以穩定竹子湖區赤腹游蛇族群數量。

短程目標（5年）：停止族群數量降低，啟動族群數量恢復的基礎。

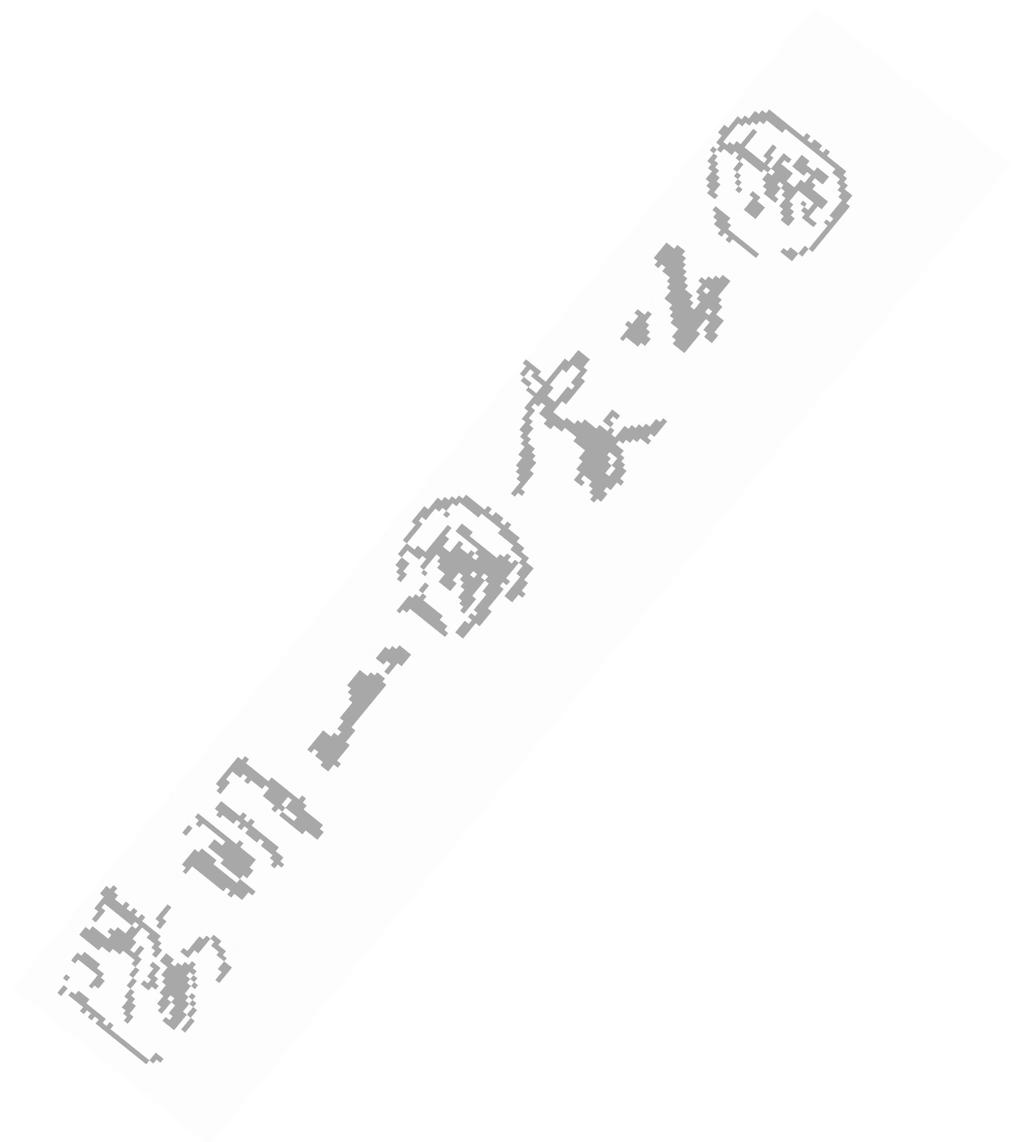
1. 停止核心區域族群數量的降低。
 - (1) 改善核心區域的棲地。
 - (2) 維持核心區域的穩定水位。
 - (3) 確保無農藥噴灑。
 - (4) 確保無捕捉無干擾。
 - (5) 協助濕地外來入侵種動植物控制與移除。
2. 持續監測頂湖區赤腹游蛇的族群數量和狀況。
 - (1) 持續長期監測。
 - i. 計算頂湖地區赤腹游蛇的族群數量、性別比、存活率、繁殖率、窩卵數；
 - ii. 利用數量的增減，檢核措施的效用並調整；
 - iii. 如果數量短期銳減可以即時反應，快速處理干擾和壓力。
 - (2) 擴大調查位置。
 - i. 以目前的使用狀態來看，可能有的農田進行初步調查，作為後續短程目標給付對象的依據。
3. 調查下湖區的相對密度/族群數量。
 - (1) 規劃調查樣區，完成區域的普查？
 - (2) 評估棲地品質和中程目標的潛在對象？
4. 棲地重建，創造一個公有且可以持續存在的良好棲地。
 - (1) 規劃設計公有土地，重建良好棲地。
 - (2) 整合社區力量，共同參與棲地的營造。
 - i. 與教學單位共同建立生態教學園區，持續營造棲地。
 - ii. 啟動社區合作機制，持續檢討調整，作為長程目標的基礎。

中程目標（5~10年）：穩定並增加竹子湖地區的族群數量

1. 恢復核心區域未施工前的族群數量。
2. 核心區域的新生個體可以擴散到適合的棲地。
 - (1) 規劃聯通水路，創造棲地網。
 - (2) 增加好棲地的面積(source)，要把原來會放乾水的，水位不穩定的、會灑農藥的，都變成好的棲地。
3. 增加下湖地區的族群數量
 - (1) 規劃聯通水路，創造棲地網。
 - (2) 增加好棲地的面積(source)
4. 擬定長程經營管理計畫。
 - (1) 維持核心棲地的最適環境狀況（生態導覽、棲地補貼、社區協力...）
 - (2) 提高參與友善棲地經營的農地的生產收益（標章、特定管道直接出售、企業合作購買或補貼...）

長程目標：穩定並維持竹子湖族群的最大族群量。

1. 持續監測族群數量。
2. 維持棲地品質。
3. 管理棲地水位。



第四章 結論與建議

一、結論

本計畫現地及空拍的監測結果顯示，工程施作除了造成核心棲地水位降低裸露面積增加外，同時也在核心棲地引入了原來無法進行的農耕行為。農業開墾進入後，除使濕地面積持續更加快速的減少之外，殺草藥劑的噴灑，也直接使濕地上原有植被枯黃，創造更大的開闊水域範圍。兩者加乘造成的結果包括：1) 核心棲地面積快速減少、2) 大面積開闊水域使赤腹游蛇躲藏不易，提高掠食者（如大冠鷺、鷺科鳥類）捕食成功率、3) 農藥造成的水蛇毒害或活動表現不佳，提高死亡率或被捕食率。總結來說，棲地水位降低與農耕行為兩因素互相影響並產生加乘作用，使得核心棲地急速劣化。此一影響，在 4-6 月交配期尤其明顯。

族群調查結果顯示，竹子湖頂湖的赤腹游蛇核心族群數量從 2019 年的 256 隻、2020 年 200 隻、2021 年 170 隻、2022 年 111 隻，持續銳減到 2023 年的 98 隻（Schnabel 封閉族群數算模式）。不但族群數量持續銳減，族群性別比也嚴重失衡，疤痕比高、平均存活率逐年下降。顯示此一核心族群正處於極大的滅絕危機，需要積極面對並進行族群復育行動。

由於赤腹游蛇的棲地固著性高且活動範圍小，因此只要能改善劣化之棲地，重建完整而健康的濕地生態系，應可以達成保育之目標。為了能確實完成族群復育目標，建議將族群復育分作短、中、長程，每一期程必須有合理的里程碑和明確的執行目標。短程目標建議以新生個體性成熟期為基礎，故以 5 年為期，目標是停止族群數量降低，同時為族群數量恢復做準備。如果能在 5 年後族群數量不再降低，則下一個 5 年，必須在頂湖增加並建立穩定的可用棲地網，並增加下湖的族群數量，同時根據第一階段的執行經驗，開始擬定長期的經營管理計畫。最終目標，是在竹子湖全區，維持赤腹游蛇棲地網，如此便可以穩定區域族群，在有環境變動與族群壓力出現時，系統可以有所緩衝，管理機關也可以瞭解狀況並有時間反應。前期計畫擬定之「陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付」草案與具體建議極具參考價值。如能落實執行並維持健康的棲地網，應可完成核心族群復育之功。除前期計畫之具體建議外，本計畫亦依棲地現況與計畫執行結果，提出立即可行建議，期盼兩計畫之具體建議可以建立赤腹游蛇族群保育之基礎。

二、立即可行建議

1. 短期可行建議

(1) 與農業部林業及自然保育署進行跨機關合作，完成族群復育目標。

主辦單位：陽明山國家公園管理處、農業部林業及自然保育署

協辦單位：無

預估時程：1 年內

說明：赤腹游蛇今年列為保育類一級，建議陽明山國家公園管理處與農業部林業署進行跨機關合作，相互分工執行生態服務給付及竹子湖赤腹游蛇監測及棲地營造工作、園區內友善農業輔導、建立竹子湖居民夥伴關係執行生態巡守工作。藉由友善農業輔導與區內農民建立夥伴關係提高農產品品質及改善棲地生態系，並行林業署生態服務給付友善耕作及農地營造獎勵增加農民經濟收益，以期扭轉棲地劣化讓赤腹游蛇族群逐漸回復。

(2) 持續進行竹子湖赤腹游蛇族群監測

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：無

預估時程：至赤腹游蛇於保育類名錄除名為止

說明：為瞭解族群變動並評估現有保育行動的成效，應延續現有赤腹游蛇族群監測方法，持續進行長期監測至赤腹游蛇於保育類名錄中除名為止。

(3) 進行棲地改善並建構公有土地之赤腹游蛇棲地

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：無

預估時程：一年內

說明：赤腹游蛇族群復育當務之急，在完成棲地改善，並創造穩定之棲地環境建構區域棲地網。核心棲地應盡快恢復原有的濕地狀態，並在管有土地上營造一個與原有核心棲地相連的濕地，以創造一個相對穩定的棲地條件。

(4) 停止竹子湖頂湖赤腹游蛇核心棲地及其週邊之各項溝渠例行性清淤操作。

主辦單位：台北市大地工程處

協辦單位：陽明山國家公園管理處

預估時程：

說明：為因應目前竹子湖頂湖赤腹游蛇核心族群殘存之少數母蛇，主要多聚集於陽明溪渠道及鄰近溝渠之中，竹子湖頂湖赤腹游蛇核心棲地及其週邊之各項溝渠例行性清淤操作應立即中止。

(5) 於赤腹游蛇活動季節加強夜間巡邏與巡守，並於核心棲地步道各出入口節點增設圍籬閉門及監控設施（如監視器），嚴格管制人員出入。

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：國家公園警察隊、湖田里社區發展協會

預估時程：1年內

說明：為因應赤腹游蛇之保育等級即將提升為瀕臨絕種保育類野生動物（第一級保育類）及加入瀕危物種生態給付後，重要棲地所在地點的相關資訊，會大量在媒體上放送曝光，勢必會吸引更多好奇的一般民眾及兩棲爬行動物愛好者更加頻繁前往核心棲地干擾赤腹游蛇，針對竹子湖頂湖之核心棲地於赤腹游蛇活動季節（每年 3-11 月），除加強夜間國家公園警察隊巡邏並搭配社區巡守外，對核心棲地步道各出入口節點應立即增設圍籬閘門及監控設施（如監視器），並於夜間關閉各出入閘門，嚴格管制非必要人員的出入。

(6) 設置渠道活動式阻水擋板的。

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：台北市大地工程處

預估時程：盡快

說明：核心棲地 A、B 區之間的渠道，以沙包提高渠道水位的方式，已證實能有效改善 A 區棲地條件，並能將水系連通至 B 區國有地水池，改善赤腹游蛇的棲地條件，為方便後續操作與管理，建議可進行本年度計畫中期所提出的渠道活動式阻水擋板的設置。

(7) 請在地協助農民陪伴的單位，持續加強社區溝通，凝聚整體共識，避免使用農用藥劑，並更改除草作業方式。

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：湖田里社區發展協會、慈心基金會

預估時程：1 年內

說明：因應當地部分農民的特定農事操作方式（如各項農用藥劑噴灑施用及機械式割草機的操作）會對赤腹游蛇造成傷害，請在地協助農民陪伴的單位，除了持續加強社區溝通，凝聚整體共識，避免農用藥劑的使用外，機械式割草機的除草作業也盡量避開赤腹游蛇活動的濕地周邊環境或活動季節，或採行每次小區塊式的階段除草，先由人員於除草區域來回走動數次，干擾環境後再開始進行除草作業，機械除草的高度請盡量高於地面（或水面）5 公分以上，避免貼地（水）割除植株。

(8) 定期巡護赤腹游蛇核心棲地及維護動物通道暢通。

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：湖田里社區發展協會

預估時程：1 年內

說明：每週定期巡護赤腹游蛇核心棲地之 B 區國有地水池、渠道、A 區水位狀況及維護 A 區目前設有土堤之步道下方動物通道暢通狀況及周邊土堤之結構與功能完整。

2. 中期可行建議

(1) 規劃並輔導社區發展夜間濕地生態導覽相關收費課程

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：湖田里社區發展協會

預估時程：3 年內

說明：因應赤腹游蛇核心棲地步道持續管制後，為降低管理單位巡守經費支出，同時持續維持或提高巡守量能，並滿足都會區生態環境教育的需求，建議可透過規劃並輔導社區發展夜間濕地生態導覽相關收費課程，有意參與的民眾可報名提出申請，由社區收費帶領民眾進入核心棲地，進行當地夜間生態觀察，除了能達到核心棲地的巡守功能，並發揮核心棲地的生態教育功能。

(2) 租賃或價購赤腹游蛇核心棲地

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：無

預估時程：2 年內

說明：竹子湖全區除本計畫生態規劃之一塊陽管處管有土地外，其他皆為私有土地，歷年來土地利用變動幅度極大。目前雖利用生態服務給付的方式來達成棲地保全的目的，但生態服務給付並非永久之計，也無法確保地主會持續申請給付。建議以租賃或價購的方式獲得核心棲地的管理權，以維持核心棲地的穩定存在。

3. 長期可行建議

持續進行核心區赤腹游蛇族群監測並每年針對監測結果召開一次專家會議，滾動式調整核心區赤腹游蛇棲地操作及保育策略。

主辦單位：陽明山國家公園管理處

協辦單位：無

附錄一 2020 年陽明山國家公園生態給付規劃案施行細則

「陽明山國家公園水田重要棲地及友善赤腹游蛇生態服務給付草案」施行細則

一、擬辦地點

臺北市北投地區。

二、給付項目與對象

- (一)水田棲地維護與營造給付：水田農戶(實際耕作戶)。
- (二)棲地成效給付：農地有赤腹游蛇棲息之農戶(實際耕作戶)。
- (三)自主參與保育給付：在地里民、學校或民間(企業)團體組成5人以上的保育巡守隊(隊員來自不同戶)，進行保育相關巡護工作。該區以1個團體為限，超過1個申請時，由管理處評選最優者執行。

三、給付項目與內容

(一)水田棲地維護與營造給付

1、棲地維護獎勵

1.1 位於擬辦範圍之各種類型水田濕地(如:花卉田、水稻田、筊白筍田、廢耕草澤濕地…等)的農友，配合以下兩項棲地維護工作：

- (1) 維持農地湛水時間、面積及植被覆蓋度。除施肥、更苗、翻耕及採收等必要性農試操作期間外，需維持農地穩定的水域面積及湛水狀態，水稻田於收成後將部分(約1/10面積)再生稻保留並湛水。每週巡查記錄1次，並提供維護操作及水位巡查的照片或記錄表，供審核團隊核驗。
- (2) 農友配合執行機關規定，使用友善資材與農害防治方法及用藥標準。

1.2 棲地維護審核與給付方式分別為：

- (1) 審核團隊每2季評估水田狀態及棲地面積1次，水田面積由審核團隊運用空拍機進行面積估算。通過核驗者，按水田面積發放獎勵金，每年每公畝給付1,000元(分兩期請領)，最小面積單位以1公畝(100平方公尺)為計算基礎。農友若擁有多塊水田濕地，水田濕地面積可合併計算進行申請。以戶為單位申請。
- (2) 由給付單位補助友善資材，或提供人力及友善防治方法的協助，進行田區農害(如:福壽螺及美國螯蝦)防治。

2、棲地營造

2.1 農友配合建議將水田串聯週邊現有之鄰近長年湛水草澤濕地或其他水域環境，或於田邊建立生態溝，維持其終年湛水及一定程度植被覆蓋之條件。

2.2 棲地維護審核與給付方式為：由審核團隊進行核驗，核驗通過者，每年每案核發1萬元，每年申請1次。一案係指屬不同戶所有的田區，或屬同戶但不相連之田區棲地。

(二)棲地成效給付

1、指標物種棲息獎勵

- 1.1** 農友於田區(包含其所屬的各種類型水田濕地,如:海芋田、水稻田、筊白筍田、廢耕草澤濕地…等)發現赤腹游蛇,通報審核調查團隊進行核驗,並配合審核團隊至少每2季進行1次監測調查。
- 1.2** 指標物種棲息審核與給付方式為:由審核團進行核驗,經審核團隊確定有赤腹游蛇棲息,核發獎勵金1萬元,每年以申請1次為限。以戶為單位申請,若有多塊土地於同區屬於同一戶農友,以一戶計算。(註:考量頂湖區與下湖區水系隔離,為增加經濟誘因以擴大保育之成效,農友於不同區之土地可酌情考量分別請領)

(三)自主參與保育給付

1、定期棲地巡護獎勵

- 1.1** 農友、里民、學校或民間(企業)團體組成巡守隊,認養有赤腹游蛇棲息之公有棲地或委託巡護之水田農地,進行定期的巡護工作,每次巡護工作需至少有半數以上隊員出席,並附每週巡查維護紀錄及簽到表。巡護工作相關事宜如下:
 - (1) 水田棲地維護工作,每週巡查紀錄1次(與第一項中之棲地維護標準一致)
 - (2) 針對認養之區域和農地週邊,每週1次夜間巡查工作。勸阻或通報相關管理單位他人對於棲地之不當行為(如:棲地破壞、野生動物之非法捕捉與過度干擾...)
 - (3) 赤腹游蛇及共域生物監測調查裝置維護,每週巡護1次。
 - (4) 其他委託事項。
- 1.2** 定期棲地巡護審核與給付方式為:由審核團進行核驗,核驗通過者。每年核發6萬元(未滿1年,依比例核發)。給付金由巡守隊員依照出席次數及努力量按比例分配。

2、不定期棲地營造與改善獎勵

- 2.1** 除保育巡守隊外,其他里民、學校或民間(企業)團體皆可參與棲地營造及改善工作。工作內容包含:協助農害防治及外來種之移除、劣化棲地改善與維護及其他國家公園管理處及其研究團隊所建議之棲地營造及改善工作。
- 2.2** 依實際案件需求與情形評估給付金額。(每次工作內容、時間、人數需求與獎勵金額由國家公園管理處統一公告)

***備註:** 目前施行細則及獎勵表為本計畫研擬的草案,未來若與其他計畫或經費來源單位進行合作開始試行或施行時,獎勵項目、配合內容及與給付金額等方式,將依據給付單位與審核團隊所訂定之辦法進行調整。

附錄二 陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案

「陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案」

策略：利用生態服務給付，以試辦形式，讓具備關鍵功能的私有土地地主有投入族群保育的誘因，來完成族群復育之短期目標（5年）。

一、改善核心區域的棲地。

1. 給付獎勵草案—2、擇定現有核心區域的地主，和已調查有赤腹游蛇的地主共6人，提供獎勵金，獎勵金的執行含：棲地改善操作、棲地改善資材。
2. 不同參與方式有不同的給付標準。例如使用友善農法的農田，每公畝XX元，不用於農業生產專用於維持水位以養育濕地生物的土地，每公畝XXX元。（維持水位休耕之農田給付價金高於友善耕作農田）
3. 明列改善要有哪些操作。（操作需要地主可以自己執行完成）
4. 確認所需要的機械支援，並明列改善操作的設備和勞力分別的經費計算基準。

二、維持核心區域的穩定水位。

1. 給付獎勵草案—1、完成棲地改善之6地主，於棲地改善完成後，持續維持棲地經營管理，含水位和植被覆蓋度，並記錄水位與水蛇觀察/調查結果。如果發現有侵入私有土地，須即時通報。地主需能依每次記錄結果與專家討論，持續調整棲地狀況。
2. \$1,000/公畝/年 有無需要調整？不同參與方式都用一樣的給付金額嗎？
3. 可以讓對方參與調查嗎？
4. 有捕捉干擾的時候，通報誰？還是要怎麼處理？

三、確保無農藥噴灑。給付獎勵草案—1

四、確保無捕捉無干擾。給付獎勵草案—1

五、協助濕地外來入侵種動植物控制與移除。（志工支援）

六、整合社區力量，共同參與棲地的營造。給付獎勵草案三。

*獎勵方案框線中的條列，為需陽管處核定明列經費額度與工作事項。

附錄三 工作計畫書辦理情形審查意見表

「111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務 給付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例」案

工作計畫書辦理情形表

委員	審查意見	解決方案
委員 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本設計完成後是否於 2 年合約內進行工程施作？ 2. 如果是，建議棲地營造規劃設計盡量提前，俾於期中配合生態監測展現明顯效果，進而能有實例作為輔導、宣導溝通之示範案例。 3. 另外，本規劃設計內容可否稍予簡要補充說明，例如是否仍以海芋農田為規劃設計重點。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案將盡量提前進行棲地營造規劃設計，以利陽管處進行後續工作執行。計畫進度甘梯圖如計畫書 p14 2. 及 3. 補充於工作計畫書 p5 材料與方法。
委員 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相對於臺灣其他地區，陽明山仍有相當數量的赤腹游蛇，保育赤腹游蛇有其必要性。惟本計畫的「生態服務給付」是一個新穎的名詞，請(1) 定義「生態服務給付」；(2) 釐清「生態服務給付」和「生態系服務給付」的異同；(3) 赤腹游蛇可提供的「生態服務」有哪些？如何量化？ 2. 服務建議書「1. 訂定陽明山國家公園竹子湖地區赤腹游蛇生態服務給付獎勵方案」的工作內容請再具體說明。 3. 服務建議書「2. 先期試辦計畫」的工作內容請再具體說明。 4. 服務建議書「3.i. 頂湖地區赤腹游蛇核心棲地環境變化之空拍監測」每月拍攝一次的理由和意義為何？請說明。農業地景的變化依作物種植季節 	<ol style="list-style-type: none"> 1.(1) 「生態服務給付」定義為：『生態系服務功能補償(PES)或稱生態系服務給付，其概念源自於生態系服務功能之經濟價值並非無價，而是無法估計，若受益者能為此項服務付費，使提供該項服務者得到應有補償或報酬並願意持續提供服務與保護生態系統(王培蓉、林俊成，2010)。』(臺灣林業 39(3): 23-28)。(2) 「生態服務給付」與「生態系服務給付」，皆指 (payments for ecosystem service, PES)。「生態服務給付」一詞源於行政院農業委員會林物局(今林業保育署)在 2021 年推行的「瀕危物種及重要棲地生態服務給付推動方案」。(3) 赤腹游蛇為濕地生態系統最高階的掠食者，是系統能量流的重要控制者，有維持生物多樣性、完成生態平衡的功能。因目前數量下降，因此「服務功能」的量化可以用族群數量來評估。 2. 詳如計畫書 表 2 p7-p9。 3. 補充於計畫書 p10 材料方法第 2 項。 4. 補充於計畫書 p13 材料方法第 4 項。

委員	審查意見	解決方案
	<p>而定，而非逐月變化，而且陽明山花季在 6 月結束，空拍遭遇颱風的機會不大。</p> <p>5. 服務建議書「4. 規劃設計區域內管理處管有土地閒置田區(至少 1 處)之赤腹游蛇棲地改善」規劃內容請再說明。</p>	
委員 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 說明社會壓力對農田地主負面影響。 2. 被動獎勵如何轉為積極主動？ 3. 生態監測 3 位人事是機動式還是固定？ 4. 生態觀測時間是隨機或是有規劃？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將於期末報告中討論試辦計畫所觀察到因社會壓力對農田地主的負面影響，補充於計畫書 p10 材料方法第 2 項。 2. 將於期末報告中討論對於被動獎勵轉為積極主動的可能性，補充於計畫書 p10 材料方法第 2 項。 3. 生態監測將由固定的專業團隊執行，補充於計畫書 p10-p12 材料方法第 3 項。 4. 生態觀測時間將依工作計畫書之操作規劃執行，補充於計畫書 p10-12 材料方法第 3 項。
委員 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 獎勵機制 6 月才定下，棲地巡護工作是否提早開始，俾利計畫審核及核撥後續更細微規劃，方案及工作期程可往前推動。 2. 在地陪伴若只有一位專任助理助理會比較辛苦，或可以社區發展協會及往年一起守護赤腹游蛇農民組成團隊一起推動工作。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將與參與農民協商，依協商結果執行。 2. 將依現場執行之狀況持續調整。
委員 5	<p>在地夥伴如何推行以博取地主信任？建議可配合目前正執行本處友善農業工作的財團法人慈心有機農業發展基金會，或更好推行。</p>	<p>本案將先以中立角色操作，以避免受其他團隊既有的形象所影響。後續再依執行成效，確認與其他在地團體的合作與否和執行形式。</p>

附錄四 第一次期中報告審查意見表

「111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務 給付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例」案 第一次期中報告審查意見回覆表

委員	審查意見	意見回覆
1.許文龍 署長	<p>(一) 依自然保育觀點，本案從大原則言之，個人支持陽管處委託相關專業單位進行本案，合乎未雨綢繆之前瞻作法。否則一旦真如研究團隊預測之後果，且有保育團體提出批評論點，恐招致保育管理不當之議論。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
	<p>(二) 依合理可行觀點，本案相關細節內容，個人提下列意見供參：</p> <p>1. 本案以竹子湖地區為例，為實際研究工作更縮至竹子湖頂湖而已，為何限縮在本區，建議將其重要生物保育理由具體述明，以爭取本案試辦計畫得獲支持與審定施行</p>	<p>依據前期（陳怡惠、毛俊傑，2021）的研究結果與討論，頂湖具有以下幾項背景、地理位置及空間上的重要性，因此才將焦點集中在此地，分別是：1) 頂湖位在該水系流域集水區的源頭，若能有效將該赤腹游蛇族群保存維護妥當，未來下游棲地改善後，有助於赤腹游蛇的拓殖；2) 當地赤腹游蛇的族群密度，相對竹子湖其他地區高（但數量均較過去下降許多），且有過去的調查資料，進行棲地的維護與操作，較容易收到效果；3) 土地持有狀況相對單純，地主的戶數不多，且目前只有少數以農業栽植為謀生方式，其餘廢耕形成的草澤環境，為赤腹游蛇主要選擇的棲地類型（Mao, 2003）等。</p>
	<p>2. 所擬生態服務給付草案，建議先與在地相關地主、農戶等溝通，獲其同意後再於期末報告中提出，否則經上級核定而地方卻不認同，徒生困擾</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
	<p>3. 棲地環境改善，構想內容建議先與臺北市府工務局大地工程處或水利處及在地意見領袖、地主農戶等溝通，避免相互</p>	<p>謝謝委員建議。</p>

委員	審查意見	意見回覆
	<p>誤會，進而獲其認同後再納入期末報告較為穩當可行。</p> <p>4. 環境監測部分，建議加速赤腹游蛇之生物鏈，包括其食物來源及天敵情形等，並期待能建立更簡明監測模式，而能於將來得由保育志工執行。</p> <p>5. 所提其他可行方案，如移地保育，建議於期末時提出潛在地區供參。</p>	<p>根據 Mao (2003) 的研究結果，當地赤腹游蛇以泥鰍、鱔魚為主食，偶爾也會捕食七星鱧及蛙類，赤腹游蛇的天敵為雨傘節、臭青公、紅斑蛇、虎皮蛙、七星鱧、鷺科鳥類及大冠鷺等。</p> <p>前期（陳怡惠、毛俊傑，2021）計畫執行之初，曾經研擬過移地保育相關的操作及方式，但並未獲得期初審查會議的同意執行，因此擱置。</p>
2. 趙榮台 研究員	<p>(一) 本報告 38 頁的「工作計畫書辦理情形表」針對評選的審查意見提出回應，不過，該表只列出審查委員 2 的部分審查意見，遺漏的部分如下：</p> <p>1. 相對於臺灣其他地區，陽明山仍有相當數量的赤腹游蛇，保育赤腹游蛇有其必要性。本計畫強調海芋田是赤腹游蛇的重要棲地，但因部分棲地改種繡球花，又施用大量農藥，影響赤腹游蛇的生存。在缺乏量化數據和明確因果關係的狀況下，恐不易設定保育標的與策略，更難以從經濟補貼的方式因應保育挑戰。建議具體補充說明。(1)陽明山赤腹游蛇在過去 5 年的族群分布與趨勢?(2)海芋田在過去 5 年減少的面積與比例?(3)繡球花農田在過去 5 年增加的面積與比例?(4)繡球花農田使用的農藥有哪些?(5)各種農藥的單位施用量多少?(6)各種農藥對赤腹游蛇的 LD50 是多少?(7)農藥對赤腹游蛇的影響有哪些?直接致死、影響繁殖、還是使泥鰍減少?(8)假如沒有赤腹游蛇確因農藥施用而減少的科學證據，農民可能不會認帳，甚至不利於未來與農民形成夥伴關係</p>	<p>理想上，量化數據的取得與佐證，一直都是我們努力的目標，但現實上，在人力經費都極其有限的狀況下，加上在多變自然環境中，農藥使用在時間序列上或空間擴散上，及其在施用環境中所產生的效應與影響的多變因，實在難以像在實驗室人為操作下所進行的生物學研究般，推敲出十分明確的量化因果關係，這樣的困境，在過去許多相關的科學文獻中都有提及。赤腹游蛇在過去 30 年的族群分布及趨勢，在各地都是減少，這個狀況，無論是本研究團隊在竹子湖現地或其他地區，都是如此。單就近年海芋田或繡球花栽植面積的增減，試圖找尋與赤腹游蛇族群縮減的關係，恐怕不切實際，首先，水生海芋田並非赤腹游蛇主要棲地類型，但赤腹會受惠於海芋田廢耕後所形成的草澤類型棲地，而竹子湖一帶的繡球花，在 20 多年前開始栽植，面積大小在 10 多年前至今的變動就不大，且此區的繡球花多栽植在旱地（地勢較高較乾燥的山坡地）此類型的環境，原本就非赤腹游蛇的棲地，繡球花栽種對赤腹游蛇可能的影響，在於栽種過程中所使用的各種農藥及相關化學用品，可能因降雨沖刷進入相對低窪的濕地沈積，另外，花農之間所進行的田間管理及操作方式都有差異，農藥的使用與否？以及使用種類用量？在現今提倡環保無毒無農藥的氛圍下，通常農民並不會對外透露，只能透</p>

委員	審查意見	意見回覆
		<p>過研究人員調查過程中，查看農民是否正在噴藥、對於現地觀察記錄空氣中的氣味、植物異常乾枯的狀態、是否同時伴隨有行為異常的動物（如大量死亡的水生生物、行動及反應遲鈍的赤腹游蛇等）進行判斷，在農藥的種類都無法確切得知，更遑論用量跟影響，甚至還牽涉到瀕危保育類野生動物利用申請的赤腹游蛇 LD 50 的相關檢測。此外，與農民是否形成夥伴關係及農藥施用與否的科學證據，應該是兩個不同面向的事情，許多農民會基於人與人相處與往來的情誼及信任，慢慢願意形成保育上的夥伴（貢寮水梯田就是一例）而非科學證據，實務上，科學證據並無法說服任何自認充滿多年實務經驗與具有強烈自我認知的農民，因此，我們在現場執行相關調查及工作時，也多半都是以相互認識的情誼藉由聊天進行避免農藥物使用的道德勸說，而非科學研究者的角度切入。</p>
	<p>(二) MEA 已定義生態系服務 (ecosystem service)，其後許多國家發展出生態系服務給付(payment of ecosystem service):遺漏審查意見的作法並不恰當，請具體回應上述審查意見</p>	<p>已修正，詳見報告內文 5-6 頁，</p>
	<p>(三) 研究團隊把「生態服務」和「生態系服務」劃上等號的觀念有誤。「生態系服務」明確指出(1)提供服務(為人類提供福利)的是健康的生態系(系統)，不是單一物種，更不是人(見王培榮、林俊成，2010);(2) 受益者(享受福利的人)付費以維護生態系(系統)的健康，因此凡是能夠幫助生態系保持健康並繼續提供服務的地主或土地管理人員應獲得報酬，例如上游集水區的地主維護完整的森林生態系，保障下游的水質、水量，是以上游的地主所獲得的報酬就是所謂的「生態系</p>	<p>已修正，詳見報告內文 5-6 頁，</p>

委員	審查意見	意見回覆
	<p>服務給付」或「生態系服務付費」(蕭代基博士的用詞)。「生態系」不應該也不能簡化為「生態」。再次強烈建議研究團隊廣泛、仔細地回顧國外相關文獻,修正概念和作法。</p>	
	<p>(四) 研究團隊致力恢復赤腹游蛇族群的決心令人欽佩,也有其必要,但是不建議硬將「赤腹游蛇保育」和「生態系服務」兩者掛勾。赤腹游蛇的生態功能(ecological function)不是「生態系服務」</p>	<p>赤腹游蛇在過去是一個重要的皮革供應、動物飼料添加及民間偏方的使(食)用對象,據此赤腹游蛇提供了生態系對人的供給功能,此外,由眾多物種的生態功能,彼此交互形成的動態穩定也提供了調節功能,赤腹游蛇滿足了生態系服務(Ecosystem service)裡的供給與調節兩項功能。</p>
	<p>(五) 赤腹游蛇族群下降的原因究竟是什麼?先前聽到的是水田轉為旱田,也提到農藥危害游蛇,現在又說有非法捕捉,請就各項假說提出科學證據。如果沒有充分的證據,不宜妄下結論,否則很可能導致錯誤的保育作為。</p>	<p>所有相關爬行類研究物種的族群下降與滅絕的文獻,都指向並非單一原因所造成,這也正是所謂的“滅絕漩渦“,當族群量小豐富度低時,農藥、棲地操作的改變及非法捕捉等各項負面影響,對族群的影響及效應,會明顯比族群量大時來的放大許多,報告中所提,是調查人員在現場及網路上收集資料時所觀察記錄到的狀況,詳實於報告中提出相關觀察到的現象,並非做出結論,請委員明察。</p>
	<p>(六) 赤腹游蛇的棲地條件(水質、水量、食物、空間等)究竟有哪些?這些資訊攸關要納入哪些符合棲地條件的區域作為保育之用?需要多大面積才能維繫最小可活存族群?研究團隊應該提出相關的科學數據,否則逕行改變陽管處的土地作為赤腹游蛇棲地,未蒙其利先蒙其害的風險太高。</p>	<p>對外溫的半水棲爬行類動物來說,維持可供變換位置以進行生理調節的多樣性微棲環境及可供正常生活所需的穩定且清潔的水源是維持生存的必要條件,過去竹子湖的赤腹游蛇族群量在 1000 之上下,這是科學數據,目前下降到 120 隻也是,理想上,我們當然希望各項操作,可以有充足的科學數據來支撐,但實際上,有多少種類在瀕危時進行保育作為的過程前或中,能滿足這樣的理想狀況?政府或相關部門又投入多少資源?或過去曾有哪些規劃是試圖來產生這樣的科學數據?對於一個目前狀況是處於在“加護病房搶救”的瀕危物種而言,理想上,身為執行單位當然也希望能有充足的科學數據支持所有相關作為的細節,目前我們有族群數量的變化,</p>

委員	審查意見	意見回覆
		<p>赤腹游蛇棲地的特徵與結構，食物種類及掠食者的類群等科學數據，我們當然以這些來作為棲地操作及觀測的依據與方向，增加科學數據上赤腹游蛇所使用的棲地類型的面積，提供穩定且沒有沈積農藥或化學物質的潔淨水源，是比坐以待斃來的有意義，我們也想就教委員，這樣的作為會蒙受哪種災害及風險？</p>
	<p>(七) 赤腹游蛇有沒有做過保育行動計畫？赤腹游蛇的保育議題廣泛，建議先找相關人士研擬保育行動計畫，做為執行措施的指導。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
	<p>(八) 保育策略的面積單位為什麼用公畝而非臺灣慣用的公頃？請問資料來自何處？</p>	<p>依據前期（陳怡惠、毛俊傑，2021）的研究結果與討論，竹子湖的農業多半屬於面積小、分散且小農的特性，為了讓相關給付辦法能順利推行，並對赤腹游蛇的保育工作有幫助，又不至於增加不必要的支出，以期能有效將經費使用在刀口上，因此以面積較小的公畝作為單位。</p>
	<p>(九) 如果要透過經濟誘因促使農民維持無污染的水田，應進行相關的經濟分析，評估經濟手段對保育赤腹游蛇的可能貢獻和可行性。目前的補助規劃粗略，沒有證據基礎，也沒有替代方案，建議重新規劃。</p>	<p>竹子湖赤腹游蛇生態服務給付執行策略已經改變，短期由管理處與農友簽署友善農業夥伴關係，並籌組社區巡守隊、或農友自主通報，農友自主棲地營造等，必要時給予資材支持其守護棲地。</p>
3. 盧道杰 副教授	<p>(一) 本案基本上是赤腹游蛇的保育與復育計畫，可分為物種保育與復育計畫，及棲地維護與復育。</p>	<p>是的，只是經過前期研究（陳怡惠、毛俊傑，2021）與多方討論後，本計畫的重點在於透過棲地的維護，來達成赤腹游蛇的物種保育。</p>
	<p>(二) 赤腹游蛇的生物史與棲地需求，或宜有較詳細的鋪陳；以共為基礎做威脅壓力分析，再應對現前的管理措施，最後統整變成保育與復育策略。</p>	<p>已修正，詳見報告內文 10-12、33-36 頁</p>
	<p>(三) 現地保育的部分，建議套圖釐清權益關係人，爬梳棲地利用變更，配合區域分析，討論應對項目與優先，生態服務給付或只是手段與方法之一，建議可有更體系統性的策</p>	<p>謝謝委員建議，前期（陳怡惠、毛俊傑，2021）計畫已建立權益關係人及相關土地利用基礎資料。</p>

委員	審查意見	意見回覆
	略架構。	
	(四) 移地保育或也可積極思考,這或可先進行棲地適宜性分析,組成諮詢專家群,就園區內或全臺尺度來討論。	前期(陳怡惠、毛俊傑,2021)計畫執行之初,曾經研擬過移地保育相關的操作及方式,但並未獲得期初審查會議的同意執行,因此擱置,倘若能得到與會多數委員支持,我們樂觀其成。
	(五) 生態服務給付的實地或宜有較充分的社會經濟標準與權宜關係人的立場,因前金額已先擬定,或可視在地氛圍再議。	竹子湖赤腹游蛇生態服務給付執行策略已經改變,短期由管理處與農友簽署友善農業夥伴關係,並籌組社區巡守隊、或農友自主通報,農友自主棲地營造等,必要時給予資材支持其守護棲地。
	(六) 監測機制目前以專家方法為主,是否搭配與在地社區的互動,有總體的策略架構。	相關配套及執行規劃,前期(陳怡惠、毛俊傑,2021)計畫已擬定相關策略架構。
	(七) 一般管制區(竹子湖)的可能管制措施,或也可以討論。	謝謝委員建議。
	(八) 總體建議: 1. 赤腹游蛇的棲地需求宜詳細羅列; 2. 赤腹游蛇的監測指標與閾值宜能羅列; 3. 赤腹游蛇在竹子湖地區的威脅壓力宜清楚分析羅列,討論與陳述應對措施,認定優先順序。 4. 依前述項目,邀請專家(或加上權益關係人)組成赤腹游蛇保育與復育洽詢機制,整入國家公園計畫,定期檢討。 5. 在地社區的應對或需要其他計畫的支援。	已修正,詳見報告內文 33-36 頁。
	(九) 現地與棲地改善措施可行,若能概估動作與經費更佳。	謝謝委員建議。
	(十) 建議後續邀請臺北市政府參與審查。	謝謝委員建議。
	(十一) 其他配套,或宜廣結善緣,組建保育夥伴,考量與農委會協商,是否提升保育等級,或能有相關的援助可統合。	謝謝委員建議。
4. 華予菁 課長	(一) 關於 108 年大地處溝渠工程進場前並無審到書圖,直到本課接獲民眾投書陳情,方緊急聯繫毛	敬悉。

委員	審查意見	意見回覆
	<p>老師協助本處協調大地處之營造單位，並尋求臨時性的棲地減緩原棲地損失及族群耗損。</p> <p>(二) 過去赤腹游蛇研究資料多為豐度資料，並無特別彰顯出竹子湖赤腹游蛇棲地的重要性，頂湖工程帶給保育課的省思，從赤腹游蛇調查數量的逐年遞減，可以看到其棲地的脆弱。加上啟動移地保育似也過於冒險。因此須請研究團隊給予更完善的保育動機相關說帖。</p> <p>(三) 本處 108 年啟動小額計畫盤點赤腹游蛇現況迄今持續監測，可能因操之過急，導致計畫本身的工作項目過於繁雜，後續本課會逐項檢討工作項目重新釐整。</p> <p>(四) 關於本處管有土地之棲地營造，盼能以自然濕地的模式，不過度的人為經營。首先排除陸化因子，移除外來種，並解決水位流失的因子。結合水利專家及大地處水利單位提供諮詢共同研議。</p> <p>(五) 生態服務給付絕對不會是保住赤腹游蛇的唯一手段，以慈心輔導業者減藥為例，透過本研究確定財福園藝業者田地有穩定的游蛇族群，故企劃課透過慈心基金會團隊進駐輔導該業者實施步減少農藥，讓植物自然增強抗病性，成效雖緩慢辛苦但逐步可見成效。後續盼研究團隊能夠協助本處提供更多元的方案及保育策略(例如輔導減藥、生態巡守、土地租賃、棲地營造等等)</p>	<p></p> <p>遵照辦理。</p> <p>敬悉。</p> <p>謝謝委員建議。</p> <p>遵照辦理。</p>
5.保育課意見	(一) 關於生態服務給付 PES 獎勵方案獎勵的部分，考量生態服務給付需要有相當完善與公平的獎勵機制，目前可考慮以其他保育手段來永續守護棲地。經與研究團隊討論，可調整成委託在地自	竹子湖赤腹游蛇生態服務給付執行策略已經改變，短期由管理處與農友簽署友善農業夥伴關係，並籌組社區巡守隊、或農友自主通報，農友自主棲地營造等，必要時給予資材支持其守護棲地。

委員	審查意見	意見回覆
	主巡守、委託棲地維護，並與上開核心棲地的地主討論租賃來維持赤腹游蛇草澤棲地水位等方式，來取代生態服務給付獎勵機制，並就於上開機制之運作提出檢討與建議。	
	(二) 關於赤腹游蛇的自然天敵-大冠鷲經常於核心棲地的瞭盤點盤旋，有何對策？	對於原生物種間的相關生態關係，本團隊只進行觀察記錄，並不介入與干擾。
	(三) 水文狀況是濕地的重要指標，關於本棲地水文，對赤腹游蛇扮演關鍵角色，水位多高是適生水位？水田區的水溫多少為其適生水溫？是否也影響游蛇存續有何對策？即時的水位記錄設備及水溫記錄工作，可納入研究方法說明。	濕地的田間含水狀況，只要屬於飽和含水率的保水軟泥狀態，對赤腹游蛇這種善於游泳及躲藏於泥土中的水蛇而言，是必要的，水量多，當然赤腹游蛇能躲避來自陸上及天空掠食者的機會就高，但相對增加水下威脅捕食的可能性，與其糾結在單一精確的水位高度及水溫數值，不如維持多樣的濕地棲地條件，對於會不斷變換空間進行體溫及生理調節的赤腹游蛇的保育更有意義。
	(四) P21 赤腹游蛇利用，兩種模式估算赤腹游蛇族群估量，及族群波動結果(表 5 太小)，可否就表 4、表 5 數據上所呈現的意義，詳加解釋。英文部分括號中文便於理解。	已修正表 5 大小。數據分析詳見報告內文 16 頁。
	(五) p30 圖 15 在圖面加上東側字眼易於理解位置方向，與圖 14 相呼應，另為因應逐步解決土地旱化問題，依目前報告內容維持濕地土地優先順序是否為 B 區>管處土地>A 區？報告中僅提管處土地及 A 區。9 地號名稱加上湖田段，姓名因應個資法要部份屏蔽，報告書 15 姓名因應個資法要部份屏蔽。	已修正。
	(六) 國有地進行棲地營造時，植栽引入建議使用本區瀕臨滅絕或待危之物種，以供移地保育之用。	謝謝委員建議。
6. 蕭淑碧 課長	竹子湖東湖這一區塊蓬萊米復耕田是否有在本調查區域？印象中有觀察過水蛇，但無法確認種類。	當地有赤腹游蛇及白腹游蛇兩種水蛇的出沒。

委員	審查意見	意見回覆
7.陳彥伯 主任	冷水坑生態池分布七星鯉、天溪園生態池及帕米爾公園分布蓋斑鬥魚，提供團隊移地區域參考。	冷水坑一帶，在黃光瀛（1999）曾有赤腹游蛇的路殺記錄，我們也曾在2014年進行該水池的赤腹游蛇調查，但只發現白腹游蛇跟柴棺龜的蹤跡，由於赤腹與白腹在利用的棲地結構上有所差異，目前是否進行相關的移地試驗作業，還需要相關審查通過，並進一步評估對當地白腹游蛇的影響。
8.張順發 副處長	(一) 赤腹游蛇偏好棲地型態需人為干擾，考量其對棲地附著性高，移地保育機會低，可再進行補充論述。	已修正，詳見報告內文 33-36 頁。
	(二) 過往對於赤腹游蛇威脅面有做過調查，報告書應適度呈現努力量俾作為後續執行方式理由，論述上比較完整。	已修正，詳見報告內文 7-9 頁。
	(三) 竹子湖冬季水量豐沛，相對無水資源爭議下先初步進行本處管有土地區域進行引水工作並觀察效果，俾爾後大幅度執行棲地營造之依據。	謝謝委員建議。
	(四) 建議成立跨領域專家小組討論保育計畫行動策略。	謝謝委員建議。
9.楊模麟 主席	(一) 前言應補充說明赤腹游蛇重要性，臺灣分布區域如農委會或國家公園資料庫資料，而僅分布竹子湖跟桃園龍潭資料是否已爬梳過？赤腹游蛇保育等級證據應充分。	已修正，詳見報告內文 10-12 頁。
	(二) 臺北市政府大地工程處曾委託專家學者調查，竹子湖並無赤腹游蛇分布，而本處 108 年度調查 200 多條，調查方式異同應說明，或許臺灣其他地點亦有分布，如報告書中也提金山有零星分布。	生態調查是一門專業，我們並不清楚臺北市政府大地工程處委託哪一個團隊進行調查？而我們在竹子湖的調查是採用集井式陷阱（即一般俗稱的蝦籠，但因應水蛇的習性而進行改裝），過去相關政府機關委託的水蛇相關量化調查及濕地生態監測，均大量使用，至於金山是否有赤腹游蛇分佈，依據 2012 年全台灣水蛇分佈調查的結果，當地有唐水蛇、鉛色水蛇（目前更名為墨菲氏水蛇）及草花蛇，並未調查到赤腹游蛇，由於該調查迄今已超過十年，現況有待確認。

委員	審查意見	意見回覆
	(三) 若要長期執行棲地營造工作，購地或許是比較好的選項，然以農民立場，例行性割草及噴藥等維護工作是否為休耕補助考量？若本處委託農民執行棲地巡守工作或許執行上條件較容易，計畫也易於執行。	謝謝委員建議。
	(四) 移地復育不難但一定要先進行食物鏈、環境因子調查包含其食性對當地生態衝擊評估等。	許多相關的科學文獻指出，移地復育需要考量的因子眾多，諸多操作，均需眾多操作背景的科學數據支持，並進行相關試驗的規劃、執行與評估，金錢及時間的花費龐大。
	(五) 本基地蓄水量、土地規劃方式宜進行分析說明，俾利執行考量及經費編列。	已修正，詳見報告內文 27-28、33-36 頁。

附錄五 第二次期中報告審查意見表

111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例

第二次期中報告修正意見對照表

委員意見答詢表

委員	審查意見	意見答詢
許文龍 委員	<p>(一) 原則支持本園區以竹子湖赤腹游蛇作為自然保育工作重要一環，特別是示範人能與野生動物共存而不衝突。</p>	<p>敬悉。感謝支持。</p>
	<p>(二) 為利本案順利發展，依行政管理觀點，建議：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 農藥使用等危害情形發生，購買(價購或徵收)、租用及生態服務給付的優缺點與協商結果等均應列入分析，並作成建議，供未來審核、實施的參據。 2. 調查監測模式如經學者專家專業認可，建議於期末報告作成結論建議，以供未來長期發展之依據。 3. 短中長期目標與策略，內容原則肯定，唯以短期策略觀之，仍屬原則性建議於期末報告時提出可行詳細作法，例如(1)改善核心區域的棲地，究應如何改善？(2)確保無農藥噴灑究應如何確保是否發動當地農民熱烈 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生態服務給付獎勵方案目前已由林業保育署列入下階段國土綠網計畫之生態服務給付物種，並由林保署依現有的資源與考量擬定執行方案。本團隊亦將持續提供相關資訊與經驗，以協助保育之執行。 2. 敬悉。 3. 本計畫之短中長程經營管理對策，是一種策略性的經營管理方針，主要在擬定目標、確認原則、和規劃期程。具體的執行方法，則有待執行單位考量現有的資源與限制後制定。後續本團隊將持續與執行單位進行討論及滾動修訂，以期完成可執行之經營管理工作計畫。

	<p>簽署友善環境夥伴關係。(3)維持核心棲地的穩定水位，究應如何處理？是如何協調臺北市政府適當操作現有水圳(堤)及曾作其它措施(設施)。</p>	
<p>林思民委員</p>	<p>(一) 大部分的蛇類均為ZW染色體系統，所以出生的時候性別比應該是1:1，或極為接近1:1。然而在成蛇的性別比卻明顯偏離1:1，顯示雌蛇在成長過程中的死亡率高於雄蛇（很有可能是在生殖季節結束之後的高死亡率造成）。未來建議將雄蛇與雌蛇的存活率分開計算，或許有機會可以反映這個現象，並找到背後的原因。（順便請問一下，簡報中呈現的存活率是以月為計算，還是以年為計算？）</p>	<p>統整過去五年研究結果，初生幼蛇的性別比趨近於1:1，研究節支持雌蛇在成長過程中的死亡率高於雄蛇的推想。雌雄存活率已於期末報告分開計算，敬請參照。</p>
	<p>(二) 赤腹游蛇雌雄兩性與吻缸長的關係，是否有現有資料，或中國的文獻可以查閱？這可幫助評估族群的年齡結構。</p>	<p>根據長期個體捉放法研究的結果顯示，在個體成熟後，體型大小與年齡間並無明顯一致性的趨勢。</p>
	<p>(三) 在這個系統之中，因為並沒有遷入的族群，而遷出應該就是死亡了。所以使用封閉模式和開放模式計算的結果應該是類似的。只是在計算族群的時候有一個 penetration rate，應該是可以計算看看，就可以知道長期的族群趨勢。</p>	<p>敬悉。</p>
	<p>(四) 大冠鷺的掠食行為應該可以利用移除水域附近的電線桿或高</p>	<p>敬悉。</p>

	<p>樹來解決，但是夜鷺可能需要一些其他的方法來防堵。</p>	
	<p>(五) 中長期目標好像缺了「大眾教育」這個層次的論述。此外，如何將已經蓋建的步道和水渠進行復原？似乎在棲地營造的部分可以更積極一點。</p>	<p>遵照辦理。本計畫建議之芋見小路溪溝設置調節式水堤。陽管處已與臺北市大地工程處現勘施作位置及施作方式。然管處考量以地形地貌變更最小、對棲地的生態干擾影響最小狀況下，目前暫以人工手工整理棲地北池，清除芒草、保留水生植物方式執行。</p>
	<p>(六) 瀕危物種已經需要進行域外保育和移地再復育的可能。這些應該要列入短期的計畫之內。做不做可以再討論；但是這樣的選項必須列入可能的方案之一。</p>	<p>遵照辦理。</p> 
<p>趙榮台 委員</p>	<p>(一) 根據口頭報告，多年前管處的土地有許多赤腹游蛇，後因堤防導致泥沙堆積，如今管處的土地已不再是赤腹游蛇的優良棲地。我們都知道棲地是動態的，會受到自然或人為因素的改變，因此在要維持赤腹游蛇的族群時，不能只考慮目前的游蛇熱區，而應從地景的角度考慮所有的潛在棲地，並考慮棲地的動態。至於如何復育，以擴大赤腹游蛇的棲地範圍。</p>	<p>現有潛在棲地，已於 2021 年盤點，面積零星且狹小，因此才會將操作焦點集中於目前的核心棲地區域。</p>
	<p>(二) 保育受威脅物種首先要識別 (identify) 標的物種所面臨的威脅。威脅的鑑別、評估、排序以及如何有效移除威脅，攸關保育策略規劃有效與否，以至於保育目標的成功與否。本計畫以提出許多可能威脅赤腹游蛇的因子，建議進行評估、排序以及提出移除各項威脅的可行作法。</p>	<p>威脅因子複雜且具交互與共伴效應。主要為健康的濕地環境、棲地面積、周邊環境利用狀況等。目前威脅因子已列入給付方案項目中，後續本團隊將持續與執行單位進行討論及滾動修訂，以期完成可執行之經營管理工作計畫。</p>
	<p>(三) p.16: 殺草劑 (herbicides) 和殺蟲劑 (pesticides) 是不同類別的農藥。本頁倒數第 3-5 行的 Organochlorine (有機氯) 是第一</p>	<p>王女士所使用之農用藥物類型，已於 2023 年 8 月委請慈心基金會工作人員，開始在地陪伴，協</p>

	<p>代殺蟲劑，例如 DDT，臺灣在 1970、80 年代就已經禁用。Cholinesterase inhibiting 類的殺蟲劑包括第二代的有機磷殺蟲劑和氨基甲酸鹽類殺蟲劑，但這些都不是殺草劑。王女士噴灑殺草劑的確不是友善環境的作法，但殺草劑不會像殺蟲劑那樣透過不同的機制影響脊椎動物。因此請釐清殺草劑對赤腹游蛇的影響。</p>	<p>助了解使用之類型。目前持續以在地陪伴與關懷方式進行。</p>
	<p>(四) p.32：執行策略的內容都是原則性的敘述，難以依此操作。建議更詳細地敘述執行策略，例如說明「給付獎勵草案一-2」、「給付獎勵草案一-1」的內容，定義「完成棲地改善」、「維持棲地經營管理」等。又如「確保無農藥噴灑」、「確保無捕捉無干擾」是由誰確保？如何確保？</p>	<p>生態服務給付獎勵方案目前已由林業保育署列入下階段國土綠網計畫之生態服務給付物種，並由林保署依現有的資源與考量擬定執行方案。本團隊亦將持續提供相關資訊與經驗，以協助保育之執行。</p>
	<p>(五) p.35：赤腹游蛇的族群逐年下降，不能等閒視之。目前的經營管理對策建議較為簡略，建議邀集更多專家和權益關係人進行赤腹游蛇的族群棲地存活評估 (PHVA) 或發展更詳盡的保育策略與行動計畫 (Action Plan)。</p>	<p>感謝委員建議。本計畫之短中長程經營管理對策，是一種策略性的經營管理方針，主要在擬定目標、確認原則、和規劃期程。具體的執行方法，則有待執行單位考量現有的資源與限制後制定。後續本團隊將持續與執行單位進行討論及滾動修訂，以期完成可執行之經營管理工作計畫。</p>
<p>盧道杰 委員</p>	<p>(一) 建議先從保育需求與策略為基礎來爬梳。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前預期的分布與族群動態。 2. 棲地的需求，尤其是宜考量最小可自主存活族群量為本。 3. 威脅壓力分析，特別與土地利用及人力干擾相對應，並羅列嚴重程度與可應對的方式。 <p>以上項目建議能盡量以圖資呈現。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>(二) 相同的保育策略方案建議能以工作坊邀請學者專家，管理處</p>	<p>敬悉。本計畫已於執行期間利用座談會邀請相關學者專家、管理處與社區發展協會共同討論。後</p>

	及社區發展協會等一起討論。	續也建請管理處持續維持暢通的溝通管道與模式。
	(三) 相關生態服務給付的細節涉及許多行政事項實非團隊專長，尤其是費用與在地的人群互動，建議可適予調整計畫項目。	敬悉。生態服務給付獎勵方案目前已由林業保育署列入下階段國土綠網計畫之生態服務給付物種，並由林保署依現有的資源與考量擬定執行方案。目前陽管處已啟動與林保署的討論與交流平台。本團隊亦將持續提供相關資訊與經驗，以協助保育之執行。
	(四) 目前資訊似乎只能顯現部分的棲地需求，也許需要擴大赤腹游蛇的棲地改良範圍，團隊宜從保育生物學的觀點客觀提出棲地與保育的需求。	敬悉。
	(五) 保育與經營管理的動作，宜與棲地及保育需求分開由管理處為主，進行即時性的滾動討論與執行，另赤腹游蛇保育不是保育課單獨可處理的議題，建議管理處能有各課室的任務小組，甚至邀請外來的專家(含水文、水理、農業治理機關)組成成立保育行動小組，納入日常作業。	敬悉。
	(六) 鑒於赤腹游蛇的重要性，或可考量在國家公園計畫裡專節敘說建立體制的架構持續行動保育。	將建議陽管處考量現有體制並建立可行架構以持續行動保育。
	(七) 若要與臺北市府討論處理溝渠的物理結構，建議更具體的文字。	建議芋見小路溪溝預計設置調節式水堤。陽管處已與臺北市大地工程處聯繫於112年6月12日現勘施作位置及施作方式。
華予菁課長	(一) 本案自107年起設定固定的監測樣區進行調查，今年可累積至少5年的調查資料，建議期末研究成果應有專節探討107-112年赤腹游蛇族群變動情形及A、B樣區相對豐富度變化。	敬悉。
	(二) 108-110年調查，曾針對83隻重複捕捉3個或以上不同點位的個體進行活動範圍估算，本次	敬悉。

	<p>報告僅簡單概述標記個體不如過去有持續出現及記錄情形，顯有棲地逐漸裂化或族群補充狀況問題。故建議本研究成果探討仍持續就重複捕捉個體活動情形持續估算，以利驗證其對棲地之忠誠度，並彰顯赤腹游蛇核心棲地守護的重要性。</p>	
	<p>(三) 各月棲地空拍監測圖，建議框出變動範圍，並進行比對說明，文內有探討到氣候及致災性降雨事件，建議將竹子湖歷年氣候資料(特別是降雨、溫度等)放於適當章節，以利了解現地氣候變動情形。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>(四) 關於生態服務給付 PES 獎勵方案獎勵的部分，本處 112 年 4 月 13 日初步與林務局陽管處赤腹游蛇生態服務給付示範計畫推動討論線上會議，交換目前本處辦理情形及構想，朝委託在地自主巡守、委託棲地維護方向執行。</p>	<p>敬悉。</p>
	<p>(五) P11 第二章研究方法，針對研究範圍應敘明核心棲地的定義。另管有土地非閒置田區，建議文字修正。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>(六) P23 文內提到 A6、A9 樣區相對濕潤，建議補充一張 22 個監測樣點位置編號圖。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>(七) 關於短中長程策略缺乏具體執行方法，後續本課將與受託團隊進行討論及內容修訂。</p>	<p>敬悉。</p>
<p>陳宏豪技士</p>	<p>(一) 關於區域內管理處管有土地閒置田區(至少 1 處)之赤腹游蛇棲地改善之規劃工作已於 111 年完成，本處考量以地形地貌變更最小、對棲地的生態干擾影響最小狀況下以人工手工整理棲地北池，清除芒草、保留水生植物</p>	<p>敬悉。本團隊已新增監測樣點持續監測。</p>

	<p>提供游蛇棲息的植被結構，5 月已完成約為 1/10 管有土地面積 160 平方公尺約為原計畫面積 1/2，未來預計再於西側低窪面設置護堤以利北側引水蓄水，為營造原生溼地植物植被，為避免水田棲地過於裸露，於棲地完成後即從本處苗圃移植陽明山原生溼地植物圓葉節節菜及小杏菜讓溼地植被回復，後續再請團隊監測赤腹游蛇利用水田情況以及植被變化，本處也會不定期巡查現在狀況持續與團隊聯繫，若營造水田效果佳則可考慮再擴充面積並繼續監測生態變化。</p>	
	<p>(二) 芋見小路溪溝預計設置調節式水提，以彌補旱季水分不足，已與臺北市大地工程處聯繫於 112 年 6 月 12 日現勘施作位置及施作方式。</p>	<p>敬悉。</p>
	<p>(三) 關於訪視地主洽談廢耕地管理水位部分，因 6 月繡球花季農忙，預計 7 月初會同友善農業研究團隊慈心基金會共同前往訪視，屆時也請團隊一同出席。</p>	<p>敬悉。待排定後將一同出席前往訪視。</p>
<p>陳智真課長</p>	<p>(一) 本處友善農業推動 111 年在頂湖財福海芋田進行減藥試驗，今年 112 年陳永如及王財欽(A 區西側上邊坡區域)也會加入減藥試驗。未來加入農友越多便可減少藥用量，慈心也一直努力在推動綠保標章以鼓勵吸引農友減藥，將是一個很好的方向。</p>	<p>敬悉。</p>
	<p>(二) 用地取得國有土地出租計算係以公告地價*5%，若租用私有土地以 104 年本處辦理高厝八煙社區合作案來看，以八煙地區計算公告現值每平方公尺新臺幣(以下同)1000 多元，公告地價每平方公尺 200 多元，同一社區不同位置及狀況租金相異，每平方公尺租金 30-80 元不等。而頂湖</p>	<p>敬悉。</p>

	<p>A 區而言公告地價 900 多元，公告現值每平方公尺 3800 元，依面積估算租金每年約為 10-16 萬元不等。另價購所需經費以公告現值為 1.1-1.4 倍，推算總價約為 800-900 萬元，供保育課參考。而以租用而言，現在 A、B 區使用土地種植作物王女士為家族長輩，是否同意租用是另一回事。</p>	
<p>韓志武秘書</p>	<p>(一) 摘要內容寫法上現階段應該是預計而非確認執行階段。</p> <p>(二) 原種田是赤腹游蛇良好棲地，惟今年與社區發展協會進行插秧活動，因參加人數減少，其種植面積僅剩 1/3，其餘土地變成草及小樹，若要回復水田狀態要應及早研議。</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>敬悉。</p>

附錄六 期末報告審查意見表

內政部國家公園署陽明山國家公園管理處 111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給 付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例 期末會議紀錄

貳、 時間：112 年 12 月 6 日（星期三）下午 2 時整

參、 地點：本處 2 樓會議室

肆、 主席：本處楊處長模麟 紀錄：陳宏豪

伍、 出席單位及人員：詳如簽到簿

陸、 宣布開會

柒、 業務單位報告：(略)

捌、 討論

項次	審查意見	意見回覆
許文龍 委員		
1	<p>赤腹游蛇既已經為中央機關公告為一級保育類野生動物，且其棲地又以陽明山國家公園竹子湖為重要分布範圍，自宜採取適當方案，防止族群數量嚴重減少問題，方案中個人提出下列意見：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 生態監測模式為何？究係每月或每季或每半年調查族群數量，包不包括雌雄性別分析，且係由管理處自行調查即可？還是委託專業單位代為調查。建議於結論與建議章節中敘明。 2. 生態給付獎勵方案的成功關鍵在於給付金額是否有誘因，同樣的租金給付亦類似，因此建議仍於附錄中提出可行構想作為與地主溝通協調的依據，進而達成目標。 3. 棲地改善部分，原則沒有意見，只要公私有地逐步改善，並從中滾動檢討改進應能有效達成，金門國家公園推動區內公有地作為栗喉蜂虎新棲地之案例即可參考。 	遵照辦理。
2	<p>本案未來推動，建議仍以陽管處為主，即使農業部林業暨自然保育署願意擔生態給付獎勵所需費用，仍宜交由陽管處執行。</p>	感謝建議。將提供管理處參考。

項次	審查意見	意見回覆
	其他可行方案，諸如價購或徵收私有土地、尋求保育團體協助合作執行等等，均宜結論與建議中列入。	
趙榮台 委員		
1	口頭報告前已補充第二次期中報告的審查意見回覆表，請將之置於書面報告中。	遵照辦理。
2	緒論正確引用 MEA 對生態系服務的定義，也就是人類自生態系所得到的利益。關鍵在於這些利益來自於整個生態系（由生物與非生物環境互動所形成的一個功能單位），而非個別物種。因此生態系服務給付（PES）的對象是維持生態系服務的人或群體，不是保育個別物種的人或群體。成功的生態系服務給付是有三個組成部分：需求、供應及適當的交易基礎設施（即市場），此外還需要紮實的科學基線資訊。正確理解生態系服務給付才能充分發揮環境、社會及經濟效益。	謝謝指教。
3	p. 81 今年 10 月 24 日舉行的赤腹游蛇棲地現勘暨專家座談會中許多寶貴的建議，尤其在水文方面，建議在棲地改善規劃時充分考量並回應專家的建議，最好能邀請工程、水文等專家參與規劃。	感謝建議。將提供管理處參考。
4	目前的棲地改善規劃似乎沒有替選方案，棲地改善固然是一樁好事，建議從生態系或地景的角度事先評估棲地改善所可能造成的負面效應。	棲地改善(habitat rehabilitation)的目的，在將劣化的棲地改善使之回復至原有棲地條件(Borg et al. (2007)。因此，本案規劃旨在將受工程影響導致劣化之核心棲地，恢復至原有棲地條件。如能恢復至棲地原有狀態，將使目前區域地景上，在核心棲地的陸化與農耕面積減少，濕地面積增加。
5	臺北市大地工程處過去在赤腹游蛇核心棲地附近的工程大幅改變了赤腹游蛇依賴的生態系，建議協調大地工程處考慮拆除人工構造物，並考慮打除管有土地旁的水泥溝渠，恢復自然溪流，同時投資綠色基礎設施，修復被改變的生態系，以呼應聯合國生態系復育十年（UN Decade on Ecosystem Restoration, 2021-2030），邁向聯合國「人與自然和諧共存」的願景。	感謝建議。將提供管理處參考。
6	本案經多方諮商後，陽管處決定暫緩生態系服務給付的方案，另以其他作法維護赤	感謝建議。將提供管理處參考。

項次	審查意見	意見回覆
	腹游蛇的棲地，這或許是一個更好的、發展創新做法的契機。建議管處強化和農民的信任、溝通、互惠，建立更有保育成效的合作機制。	
7	p. 37 提到赤腹游蛇的生殖策略會隨著環境條件不同而有年間的差異，這一點不難理解，但是在同一段說「環境條件良好（生殖策略偏向 r-selection）及環境條件不佳（採取 K-selection 生殖策略）」，通常物種在環境條件不佳面臨逆壓時會加速繁殖，和此處的敘述不大一樣，請再補充說明。此外，雖然 r/K 選汰理論在 1990 年後就已沒落，為生活史策略所取代，即使在當紅的 1970-1980 年代也很少看到一物種在同一性狀（trait）上採取不同的策略。	謝謝委員指教，文中所指的 r/K，是一個以當年生殖的雌蛇群體，針對當年初生的整體新生小蛇的數量與體質量狀況的特徵，及其後續生存適應性上的一個 trade-off 所呈現出的“生的幼體多但每一個體的體質量低”對比於“生的幼體少但每一新生個體體型大”兩種生殖上表現的對比，無論是在我們 2003 年的報告，或是在其他國家與團隊的水蛇相關文獻上，均提及此一現象及其對應的環境逆境變化。
8	再次建議邀集權益關係人進行赤腹游蛇的族群棲地存活評估(PHVA)或發展更詳盡的保育策略與行動計畫 (Action Plan)。	感謝建議。將提供管理處參考。
林思民 委員		
1	大部分的在臺灣所有列名瀕臨絕種的保育類野生動物之中，赤腹游蛇可能是滅絕機率最高、危急程度最迫切的物種。本計畫涵蓋基礎研究、棲地經營管理，也牽涉到複雜的當地社群人際關係的維繫，非常重要也非常迫切。執行團隊面對如此瀕危物種的滅絕危機，執行壓力勢必很大，值得多予鼓勵。	謝謝委員的理解與支持。
2	就如同執行團隊所評估的，增加繁殖率和遷入率目前緩不濟急，所以降低死亡率和降低遷出率會是迫切的需求。以棲地目前的溝渠水泥化之後，流失的蛇是經由怎樣的渠道離開原棲地？能否改善下游的棲地環境，讓流出的蛇可以存活，甚至再逐漸回到原棲地？	族群數量銳減關鍵原因為棲地劣化與切割。目前最急迫而有效的方式，在儘速完成棲地改善，使棲地恢復原有狀況。後續則以完成棲地網並提高棲地品質為操作重點。
3	目前棲地的食物資源量，是否曾經進行評估？是否有機會在未來透過棲地改善，吸引或增加當地的食物資源（例如小青蛙、小魚、小泥鰍等）？	因初期計畫執行重點，設定在穩定核心棲地現有的赤腹游蛇族群，因此並未針對目前棲地的食物資源量進行評估，但對於濕地而言，水資源的穩定與變動，影響當地的食物資源，因此優先穩定當地水資源狀況，也能有效增加當地的食物資源。後續也會規劃進行食物資源的量化資料收集。

項次	審查意見	意見回覆
4	如果族群持續下降，能否在適當的時機點協商一個救援或移地的評估流程？	團隊目前正在協助進行赤腹游蛇保育行動計畫的撰寫，會將委員此一建議列入，並進行完整的說明。
5	比較積極的建議事項，例如土地蒐購、水泥化堤岸的移除等等，仍然值得納入期末報告的建議事項。很多生物多樣性的策略方案，都是由「原本以為不可能」的理想開始打基礎。即便現階段達標的可能性較低，但是仍然可以納入長遠的建議事項，等待時機成熟的時候，還是有反轉的機會。	遵照辦理。
盧道杰 委員		
1	赤腹游蛇的政策關切度有提高，但物種保育措施操作的環節或宜再加強。	感謝建議，已補充說明。
2	建議短期計畫的動作需要詳細可行。尤其 P55 短期目標的(1)~(15)應將動作細緻化，成因的分析建議系統化，較適宜時性，如 1. 改善棲地的方法與程度如何施作，時程宜詳細羅列，特別是 SOP 與動作。 2. 穩定的水位，宜有水文水理的機制，缺水期的應變機制等檢測指標及量測監測。 3. 以農民為主，建議更主動以契作保障其收入，無憂農法。 4. 勿捕捉與干擾，或為考慮設置監視器全年無休。 5. 外來入侵物種的管控似乎較其次，但也需要有系統性的動做與流程	本計畫針對竹子湖地區赤腹游蛇保育所提出經營管理對策，為一個經營管理對策，目的在提供擬定長期保育計畫的策略。操作的執行方式，則有賴管理單位同意策略後，綜合評估管理單位的資源和限制，以及擬定行動方案時的族群現況等後，擬定一個可操作的行動方案。 細部的動作，則可參考 2020 年「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」所提出的具體建議(詳附錄) 關於外來入侵種的管控作為，目前團隊已將蛇類調查陷阱，進行修改，目的為了捕捉外來種福壽螺及美國螯蝦，將待季節回暖後進行測試，若效果良好，將推廣給當地農民使用。
3	P7 表 2 建議不列農友名字等相關個資內容。	遵照辦理。
4	圖 1 大於 1000m 灰色區塊可移除。	標示高於海拔 1000m 的區域可以較清楚圖示低海拔位置。
5	確定的 ICPI 可羅列	遵照辦理。
6	建議透過工作小組，定期開會，可確定達成短期目標。	感謝建議。將提供管理處參考。
本處小油坑管理站 黃瀚嶙 約僱巡查員		
1	若要進行移地保育，或可評估二子坪及大屯自然自然公園作為移地保育地點，因二子坪水域泥鰍或小型魚類、兩棲類的數量多，大冠鷺幾乎不會在那種環境覓食，可	未來赤腹游蛇有效棲地的擴大，當然是急迫且必要的工作項目，感謝提供相關操作地點的建議。

項次	審查意見	意見回覆
	以排除天敵上干擾。而大屯自然自然公園水池今年才剛全部乾涸外來種像吳郭魚個體小但數量也少，且本處會固定排棲地維護及外來種植物移除操作，若經過評估可朝適合赤腹游蛇棲地異地規劃方向。	
保育研究科 華予菁 科長		
1	本計畫執行期間適逢生態服務給付政策草案訂定及赤腹游蛇生態服務給付示範計畫實施，報告內文撰寫紊亂，請就各階段辦理進度更有系統的整理，並將各階段過程中管處聽取專家建議進行的努力及是否有解決課題都列出來。	遵照辦理。
2	關於報告結論與建議，應分別就結論與建議分兩節敘述。建議事項應分項列出主協辦機關、期程及具體作為。初期應強化棲地改善(除加強水位管理，是否需要就PH或水質監測及通報等等?)、族群監測(初期就關鍵棲地持續監測、後續是否要擴大至下湖調查?)、權益關係人宣導(避免使用化肥化藥、割草機、外來種移除)、社區巡守(關於巡守路線及管制口、安裝即時影像監視器位置應提出建議等)，甚至未來是否有擴大企業合作之可行性，都應敘明辦理方式並詳盡提出建議。報告中 P55 赤腹游蛇保育經營管理對策但難以落實，應有更具體之做法，可融入建議事項章節。ㄣ	遵照辦理。將依本案之工作事項分節敘述結論與建議。本案之工作事項主要為族群監測、先期試辦計畫輔導及棲地改善。為達成族群保育目標之建議具體做法，已列入建議事項，並建議同時參考 2020 年「陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃」所提出的具體建議。
3	P42-112/10/24 專家現勘及座談會內文只敘明會議課題及結論，並將紀錄放入附件，請將專家討論過程中重要之水文或生態維持等等專業建議寫入主文中，以為日後執行之參考。	因應會議記錄本質，將專家會議之紀錄放置於附錄八。後續執行時，可以完整參考評估。
4	適逢組織改造，機關名稱亦有所異動，組改前應以林務局(今林業保育署)稱之，營建署應以營建署(今國家公園署)稱之，P42 最後一段尤多此寫法，建議全文一併檢視，以臻完善。	遵著辦理。
保育研究科 陳宏豪 技士		
1	P7、P17 因應個資法，姓名建議以編號表示即可。	遵照辦理。
2	P27 2023 下半年氣象狀況敘述要更新最新資料，整合 P35 對 2023 氣候降雨大事件的描述。	遵照辦理。

項次	審查意見	意見回覆
3	P53 福壽螺應該不會捕食蛇類，其對生態影響可再補述。	福壽螺於當地的主要影響對象為農作，目前並未發現捕食活蛇，但有記錄到大量附著於紅斑蛇屍上啃食的現象。因啃食農作影響農民收益，為了防除跟抑制福壽螺，農民噴藥跟使用苦茶粕的行為，會直接影響及傷害赤腹游蛇。
4	有關赤腹游蛇等級 P1 摘要應與 P57 野動諮詢小組會議通過等級一致。	遵照辦理。
5	第二次期中報告審查回復漏列，應補付。	遵照辦理。
6	建議事項內容請依內政部委託辦理格式調整。	遵照辦理。
主席		
1	本處與農業部林保署協商赤腹游蛇生態保育工作分工內容可放入報告中，農業部林保署生態給付為針對巡守部分，未來生態監測及棲地維護仍由本處執行，國家公園生態給付相關規定未來會訂定。	遵照辦理。
2	赤腹游蛇除頂湖外其他地區是否還有很多，只是沒發現？	赤腹游蛇在陽明山國家公園的區域內，只在竹子湖有分布，頂湖以外的下湖仍有部分海芋田有分佈，但相對豐富度遠不及頂湖，國家公園外的區域，目前三芝、石門偶有發現，數量稀少，桃園已知的族群，相對豐富度均遠不及頂湖。

玖、 決議：

- (一) 期末報告原則通過，並請受託單位續依委員及同仁意見辦理修正及補充於報告書，後依契約規定辦理相關事宜。
- (二) 有關溝渠疏濬，請團隊於報告中提供建議，俾利本處函文臺北市大地工程處避免影響赤腹游蛇潛在棲地。

壹拾、 散會：下午 4 時 10 分。

附錄七 歷次工作會議記錄

正本

111072605

檔 號：

保存年限：

陽明山國家公園管理處 函

機關地址：112092 臺北市陽明山竹子湖路1-20號

聯絡人：陳宏豪

聯絡電話：(02)2861-3601#702

電子郵件：A129@ymsnp.gov.tw

傳真：(02)2861-1504

402

台中市南區建國南路一路261號

受文者：山海野生生物生態顧問有限公司

發文日期：中華民國111年7月22日

發文字號：陽保字第1111009416號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄1份

主旨：檢送本處111年7月4日召開「111-112年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例」案第一次工作會議紀錄1份，請查照。

說明：依據本處111年7月4日陽保字第1111008863號開會通知單續辦。

正本：山海野生生物生態顧問有限公司、本處韓秘書志武、龍鳳谷管理站

副本：本處保育研究課

處長 楊模麟

陽明山國家公園管理處

111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例 第一次工作會議紀錄

壹、時間：111 年 7 月 4 日（星期一）上午 10 時整

壹拾壹、地點：本處 2 樓會議室

壹拾貳、主持人：本處韓秘書志武

紀錄：陳宏豪

壹拾參、出（列）席單位人員：詳如簽到簿

壹拾肆、宣布開會

壹拾伍、業務單位報告：（略）

壹拾陸、討論

一、賴玉菁教授：

（一）目前頂湖地區調查到赤腹游蛇族群量平均 175 隻，雄雌比為 1:0.54，存活率為 0.664，假設每隻雌性都是成熟個體也都每年交配成功，2022 年雌性個體約 61 隻而這些個體的子代，需至 2026 年成體才能開始繁殖，依據存活率計算，2023 年剩 40 隻雌性個體，2024 年剩 27 隻，2025 年剩 18 隻。因此 5 年短程目標為止跌，停止族群數量降低，啟動族群數量恢復的基礎。5~10 年中程目標為回升，穩定並增加竹子湖地區的族群數量。長程目標為穩定，維持竹子湖族群的最大族群量，並成為全台族群復育的「源」(source)族群。目前策略係利用生態服務給付的架構或友善農業技術協助，讓具備關鍵功能的私有土地地主有投入族群保育的誘因，以完成目標。

（二）經訪談農民擔心出現赤腹游蛇水田被劃設為保護地，建議管理處會同竹子湖發展協會理事長拜訪主要農戶說明，理事長表示雖然管理處曾於 110 年度辦理說明會仍無法消除農民疑慮，建議逐戶拜訪說明解釋較有效果。

（三）長久廢耕之赤腹游蛇核心區域農地，建議管理處或可價購方式取得，或以長期 5-10 年方式進行租賃，仍農耕中的土地則建議以獎勵或管理處協力方式維持棲地環境辦理，國外案例則以獎勵友善耕作或維持一定水位，以單位面積金額或一次給付契約金額方式辦理。

(四)為維持核心棲地環境，外來種應進行移除。

二、毛俊傑副教授：

(一)赤腹游蛇棲地除面臨割草機及農藥問題外，也面臨外來種困擾，如美國螯蝦、李氏禾、粉綠虎尾藻等，私立薇閣小學雖曾移除美國螯蝦，然面臨未經管理處核准疑慮。

(二)務必守住核心棲地才能維持族群數量，鄰近區域若管理處可以協力進行割草等，對於族群影響才能降低。

(三)建議夜間封閉核心棲地周遭步道，由農戶成立夜間巡守隊，或可辦理社區解說員導覽活動。

(四)現存排水溝渠係針對雨季快速排洪的功能，旱季則應有相關擋水措施以維持濕地棲地。

三、華予菁課長：

(一)本處 110 年曾辦理在地說明會並表示不會因配合赤腹游蛇棲保育地而劃設保護區，依團隊訪談結果，管理處擬連繫竹子湖發展協會理事長拜訪農戶事宜。

(二)私立薇閣小學移除外來種活動，可擬訂移除計畫過處，本處備查後再借用背心讓學校可自主協助外來種移除。本處亦可徵求保育志工以及結合中國文化大學愛心服務或專業服務學習課程進行外來種移除工作。

(三)為維持旱季水田棲地水位，本處擬與大地工程處研商排水溝渠擋水設施事宜，煩請毛俊傑副教授出席與本處一同現勘俾利後續棲地水位維持。

(四)社區巡守隊本處可以小額經費辦理。

四、主席：

(一)建議保育課會同慈心基金會與竹子湖社區發展協會拜訪必要或主要之地主或農友說明本處友善農業方針，澄清徵收農地疑慮，並洽談社區巡守隊事宜，對象可由協會或里辦公室，不宜與個別農戶進行約定事宜。

(二)赤腹游蛇核心棲地可考慮朝長期租賃方式進行，租賃相關事宜可參考本處先前租賃金山八煙農地模式辦理，鄰近非核心田區則以提供友善農業技術輔導及資材方式辦理，由本處委託慈心基金會技術輔導及協助販售通路。

壹拾柒、 決議

- 一、 建議保育課會同慈心基金會與竹子湖社會發展協會拜訪必要或主要之地主或農友說明本處友善農業方針。
- 二、 核心棲地可考量優先以租地方式辦理，鄰近農地則以推廣友善農業方式進行。
- 三、 洽談社區巡守隊可優先規劃及執行。

玖、散會：上午 11 時 30 分。

陽明山國家公園管理處
111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生
態服務給付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例
第一次工作會議
簽到簿

時間：111 年 7 月 4 日（星期一）上午 10 時整

地點：本處 2 樓小會議室

主席：本處韓秘書志武

韓志武

紀錄：陳宏豪

出（列）席單位人員：

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處（視訊會議）
山海野生生物生態顧問有限公司	副教授	
	副教授	

出（列）席單位人員：	職 稱	簽 到 處
龍鳳谷管理站	主任	周俊賢
保育研究課	課長 技士	吳子豪 陳宏豪

（111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動試辦計畫-
以竹子湖地區為例第一次工作會議 簽到簿）

陽明山國家公園管理處

111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給 付推動試辦計畫-以竹子湖地區為例 第二次工作會議記錄

壹、時間：111 年 11 月 16 日（星期四）下午 3 時整

壹拾捌、地點：本處 2 樓小會議室

壹拾玖、主持人：本處華予菁課長

記錄：陳宏豪

貳拾、出（列）席單位人員：賴玉菁

貳拾壹、綜合討論及結論：

- 一、為長期良性合作，考慮以財團法人慈心有機農業發展基金會諮詢地主，本處以友善農業模式與農友簽署合作意向書模式以持續關懷輔導取代租賃方式進行。
- 二、俟農友有簽署合作意向書意願，即與在地團體如社區發展協會研商在地巡守隊，以及設立水圳閘門淹灌 A 區私人農地，俾利維持旱季濕地生態。
- 三、管理處管有地臺北市北投區湖田段二小段 273 地號(1552 平方公尺)，因管理處管有土地地勢高於水圳，且地勢東高西低，現地施工西側應填方以保有水位，可於旱季於土地北側水圳以抽水馬達補充水源，施工期應該在梅雨季前完成俾利夏季旱季溼地營造工作。

玖、散會：上午 11 時 30 分。

附錄八 專家座談會議記錄

111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動 試辦計畫-以竹子湖地區為例 與談會議記錄

壹、會議時間：111 年 11 月 25 日(星期五) 下午 2 時 30 分

貳、會議地點：頂湖

參、主持人：賴玉菁

記錄：陳宏豪

肆、與談人員：竹子湖社區發展協會理事長 范靜芳、陳永如、本處華予菁

伍、綜合討論及結論：

- 一、目前頂湖赤腹游蛇敏感棲地 A B 區農地為閒置狀態，地主無償給 O 女士進行使用，惟其使用農藥情形頻繁，可另覓其它頂湖農地與 O 女士研商交換使用，或商請園區內已進行友善農業青農嘗試與 A 地主簽訂租約，惟研商過程需細膩。
- 二、水田巡守隊成員應有社區里民除凝聚土地情感，傍晚巡查可對於獵捕或干擾蛇的人有嚇阻之效，俟確認工作內容、巡守路線及頻度，以公告金額以下委託辦理。

陸、散會

111-112 年度陽明山國家公園友善農業生態監測暨生態服務給付推動 試辦計畫-以竹子湖地區為例

與談會勘記錄

壹、會議時間：111 年 12 月 1 日(星期五) 下午 2 時 00 分

貳、會議地點：頂湖

參、主持人：賴玉菁

記錄：陳宏豪

肆、與談人員：竹子湖當地耆老 高泉深

伍、綜合討論及結論：

- 一、管理處管有土地臺北市北投區湖田段二小段 273 地號，係竹子湖頂湖區域相對低窪地區，因很多年前颱風而導致小油坑橋沖刷淤積造成現有地勢較高。
- 二、參考本計畫原有水池挖填方施工計畫，本土地東高西較低，水係由東向西漫流，因此施工應在東側挖方，西側邊緣進行填方。
- 三、原設計挖填方量體較大水池較深係考慮夏季旱季期長，保水期可比較長，惟考量動用機具以及變更地貌過大，行政流程較為繁雜，可先小面積簡單營造水田環境營造濕地，並配合後續生態監測結果逐步擴大營造面積。
- 四、經過勘察水源可由北側山坡灌溉水源末端引水至管理處管有土地，利用水位高低位差進行取水，且因係取水末端不會有與民爭水情況。

陸、散會

陽明山國家公園竹子湖赤腹游蛇核心棲地現勘暨專家座談會
會議記錄

- 壹、 時間：112 年 10 月 24 日（星期二） 上午 10 時
 貳、 會議地點：陽明山國家公園管理處地下樓會議室
 參、 主持人：賴玉菁、毛俊傑
 肆、 出（列）席單位及人員：（詳簽到表）
 伍、 討論：

一、國立臺灣大學水工試驗所 黃國文 博士	
1	建議後續可進行赤腹游蛇棲地面臨之乾旱風險分析，例如進行長期水文變動性（降雨差異、流量變動）分析及赤腹游蛇乾旱脆弱度，整合評估本棲地面臨之乾旱風險，以利由大尺度時間及空間之分析成果，探討復育對策。
2	目前 A 區於各排水口施做之擋水土袋，建議參考毛老師建議加大 C 形半徑。若該處土質耐沖蝕，則可考量直接以土壤進行擋水土堤施做，以利形成土堤上下游之緩坡；若土質不適合，則可用土袋進行土堤施做，或以土袋埋於土壤中央形成土堤。至於土堤高度，則需考量赤腹游蛇對棲地之需求，若僅需飽和含水土壤，又為避免 A 區淤積，則土堤高度可略高於地表之 5 或 10 公分即可，前述土袋則可大部分埋於地表下，僅露出前述高度即可。
3	建議儘快進行下列監測： (1) 確認是否有 A 區、B 區之地表高程以及溝渠高程等資料，以利判斷溝渠底部及水位，與 A 區及 B 區地表高程之關係。如果無相關高程資料，建議後續進行相關測量。 (2) A 區及 B 區地表高程變動監測，例如 SET (Surface Elevation Table) 的濕地高程變動監測儀器，或以簡化方式進行監測，以利判斷地表是否淤積或淤積速率。 (3) 進行 A 區洪水期間水沙流向監測，以利判釋 A 區上游區域為淤積陸化或水位降低而底表露出之現象？
4	為降低 A 區淤積趨勢及增加生物通道，建議疏通 A 區排水至溝渠之排水管，或直接將排水管加大。
5	建議 B 區目前水池中間可再挖深，挖深後，在乾旱時期可引入伏流水或淺層地下水，增加水源，亦可作為赤腹游蛇棲地；浚挖之土方可填至目前較垂直之岸壁，以緩坡化岸壁，以作為生物通道，並可形成淺水區讓水生植物種子發芽。
6	若溝渠於洪水時期可承受溢淹風險，建議可於適當位置施做固定截水工程（可操作式閘板），非洪水時期可引水進入 A 區及 B 區，以改善赤腹游蛇棲地環境；若溝渠於洪水時期無法承受溢淹風險，則固定截水工程可進行水理分析後，於適當位置施做。
7	固定截水工程進行前，可先行測試作為： 1. 固定截水工程進行前，可先行測試作為： (1) 清查 A 區臨水溝側（圖 2 藍色虛線）可進水之開口位置（圖 1「開口」）及距渠底之高度（圖 1 之 d）。 (2) 如果不易清查前述進水之開口，可直接於三處位置（圖 2 黃色線）或更多位置（圖 2 橘色線）放置砂包截水，疊放砂包高度需高於可看到開口之頂部，試做截水效果。 (3) 第 2 點之試做，一次做一處位置。每處之砂包放置完成後（如圖 1 示意圖），

水流開始溢流過砂包（水位超過砂包）後，溢流水深穩定後，紀錄上游區域水位變化高度（如圖 1 之 h_1 、 h_2 、 h_3 ），以及觀察 A 區是否有進水？及進水開口位置，以及深度（如圖 1 之 f_1 、 f_2 、 f_3 ）。

(4) 每處施做過程及施做後之觀察，可以搭配錄影紀錄。

(5) 若試做後，A 區臨水溝側皆無可用之進水開口，則可能需要施做開口。

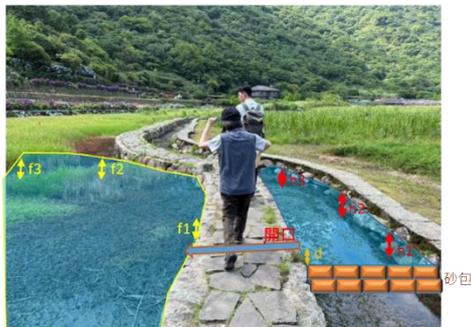


圖1 試做截水砂包示意圖



圖2 試做截水砂包位置圖

二、中國文化大學生命科學系 巫奇勳 副教授

- 1 未來棲地營造改善後，有無思考棲地可能變成潛在的生態陷阱？還是說目前就有這樣的問題？
- 2 今年有發現蛇在野外死亡之個體增加，可能原因是什麼？
- 3 除了這 3 塊棲地，還有其他地方有穩定族群？

三、中國文化大學生命科學系 陳怡惠 副教授

- 1 A 區上方多設 1 個引水道進水可行嗎？如果從上方一點分流一些水進渠道 OK？水權？



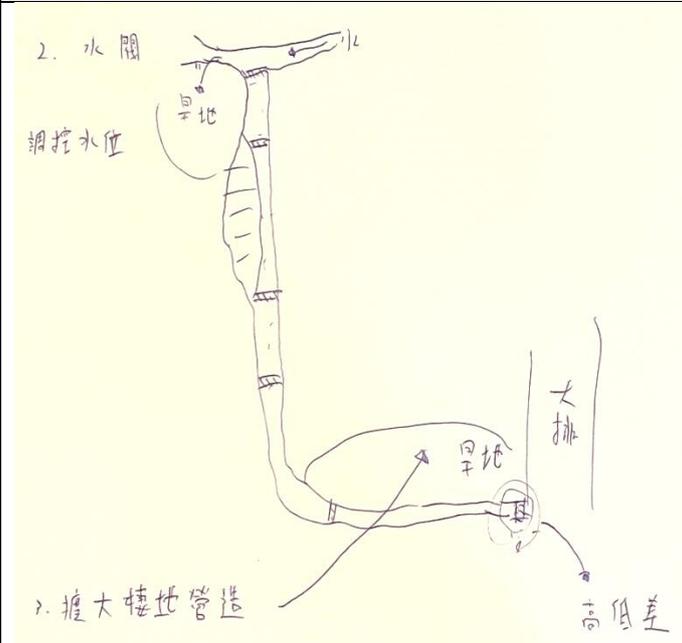
- 2 B 區上方國有地的棲地改造最終目的？保水&水源？棲地&溼地？最終庇護空間像 A 區
- 3 外圍的相連棲地和維持。

四、愛魚生態工程有限公司 張文賢 先生

- 1 依保育優先原則，建議 A 區營造土堤可採用孔隙較大（可種植水生植物）及結構性較佳的加勁網袋施作。
- 2 新設溼地形式建議施作推移帶緩坡，及收集原生水生植物種子庫種源，營造未來原生水域環境。

3	新設溼地建議進行水位降低，以期增加水生植物萌長機會，增加棲地多樣化。
4	儘量降低環境干擾，應將棲地改善計畫縮短時程，做全面規劃改善。
5	對於溼地季變性水位變化亦需關注，可進行監測記錄。

五、臺灣爬行類動物保育協會 徐偉傑 秘書長

1	對於觀察者是否有管理措施?
2	

六、農業部林業及自然保育署 王培欣 技士

1	想了解陽管處跟大地工程處之間的聯繫管道或合作溝通平台為何?是否有機會在大地工程處初期規劃階段，就能召開類似今天的專家學者座談會，充分提供意見，並建立後續的合作平台，從各期規劃，計畫核定到施工階段，都能有充分的討論與合作，並將赤腹游蛇作為生態指標物種，訂立相關的目標，辦理相關講座和活動等。林業保育署這邊會積極參與及提供協助。
---	--

陽明山國家公園竹子湖赤腹游蛇核心棲地現勘暨專家座談會

簽到簿

時間：112年10月24日（星期二）上午10時

地點：陽明山國家公園管理處地下樓會議室

主席：山海野生生物生態顧問有限公司賴玉菁博士、毛俊傑博士

專家學者：

出席機關（單位）（人員）	簽到處
國立臺灣大學水工試驗所黃國文博士	黃國文
中國文化大學生命科學系巫奇勳副教授	巫奇勳
中國文化大學生命科學系陳怡惠副教授	陳怡惠
愛魚生態工程有限公司張文賢先生	張文賢
臺灣爬行類動物保育協會徐偉傑秘書長	徐偉傑

出席機關：

出席機關	職稱	簽到處
農業部林業及自然保育署	技士	王培欣
陽明山國家公園管理處	隊長	吳子賢
	主任	葉超烈
	技佐	潘呈光

主辦單位：

出席機關	職稱	簽到處
山海野生生物生態顧問有限公司	研究員	趙玉慧
	顧問	毛俊傑

參考書目

- 大島正滿。1914。淡水養魚池に於ける害蛇。臺灣博物學會會報桃園號，207-210。
- 王培蓉、林俊成。2010。買賣自然-淺論為生態系服務付費。林業研究專訊，17(1)：23-27。
- 毛俊傑。1998。台灣地區遊蛇亞科遊蛇親緣關係之研究。國立中山大學生物科學系碩士論文。73 頁。
- 毛俊傑、姜博仁。2014。陽明山國家公園兩棲類及爬蟲類生態資源調查。陽明山國家公園管理處委託辦理報告。
- 向高世、李鵬翔、楊懿如。2009。台灣兩棲爬行類圖鑑。貓頭鷹出版社，台北。
- 呂光洋、陳世煌、陳賜隆。1989。臺灣爬蟲動物—陸棲蛇類。臺灣省政府教育廳科學教育資料叢書 (XVI)。
- 呂光洋、杜銘章、向高世。1999。過渡的世界—臺灣兩棲爬行動物圖鑑。中華民國自然生態保育協會、大自然雜誌社，臺北。
- 杜銘章。2004。蛇類大驚奇。遠流出版社，臺北。
- 林華慶。1997。台灣蛇類的商業性利用與獵捕調查。動物園學報，9:53-65。
- 林華慶。2001。台灣陸生蛇類的保育現況。科學月刊，32(5):398-405。
- 吳俊賢。2013。森林生態系服務的生產和價值。台灣林業 39(3):3-6。
- 高橋精一。1930。日本蛇類大觀。春陽堂。
- 堀川安市。1933。蛇と蛙の分布の廣狹と臺灣島内に於ける盛衰に就て。臺灣博物學會會報，23(128):376-381。
- 堀川安市。1941。臺灣の蛇。コタヒラ製作所。p.77。臺北。
- 張家豪。2006。空間資訊系統在半水棲蛇類水域微環境分析與微棲分類之應用。華梵大學環境與防災設計學系碩士論文。75 頁。
- 陳怡惠、毛俊傑。2021。友善農業生態監測暨生態服務給付策略規劃。109 年陽明山國家公園補助計畫。
- 陳兼善。1956。臺灣脊椎動物誌。臺灣開明書店。
- 陳兼善。1976。臺灣脊椎動物誌 (下冊)。臺灣商務印書館。
- 陳雅惠、李俊鴻。2013。以生態系服務功能補償(PES)促進林業部門發展綠色經濟。台灣林業 39 (3) :23-28。
- 馮雙、翁嘉駿、陳怡如 (編輯)。2010。臺灣地區保育類野生動物圖鑑。行政院農業委員會林務局。
- 黃明惠。2011。台灣半水棲蛇類水分散失速率之研究。國立宜蘭大學森林暨自然資源學系碩士論文。71 頁。
- 趙爾宓、黃美華、宗愉。1998。中國動物志: 爬行綱，有鱗目，蛇亞目 (第三卷)。科學出版社，北京，中國。522 頁。
- 蔣志剛、江建平、王躍招、張鶚、張雁雲、李立立、謝鋒、蔡波、曹亮、鄭光美、董路、張正旺、丁平、羅振華、丁長青、馬志軍、湯宋華、曹文宣、李春旺、胡慧建、馬勇、吳毅、王應祥、周開亞、劉少英、陳躍英、李家堂、馮祚建、王燕、王斌、李成、宋雪

- 琳、蔡蕾、臧春鑫、曾岩、孟智斌、方紅霞、平曉鷗。2016。中國脊椎動物紅色名錄。生物多樣性，24：500-551。(DOI: 10.17520/biods.2016076.)
- 賴玉菁、毛俊傑。2012。赤腹游蛇、唐水蛇及鉛色水蛇之族群分布及棲地評估(4/4)。行政院農委會林務局補助計畫(101林管-02.1-1-保-28)。
- Beaupre, S.J., and L.E. Douglas. 2009. Snakes as indicators and monitors of ecosystem properties, p. 244-261. In: Mullin, S.J., Seigel, R.A. (Eds.): Snakes: Ecology and Conservation. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Bernstein, J.M., H.K. Voris, B.L. Stuart, S. Phimmachak, S. Seateun, N. Sivongxay, T. Neang, D.R. Karns, H.L. Andrews, J. Osterhage, E.A. Phipps, and S. Ruane. 2022. Undescribed diversity in a widespread, common group of Asian mud snakes (Serpentes: Homalopsidae: *Hypsiglossus*). Ichthyology & Herpetology 110(3):561-574. (<https://doi.org/10.1643/h2022015>)
- Brooks, S.E., E.H. Allison, and J.D. Reynolds. 2007a. Vulnerability of Cambodian water snakes: initial assessment of the impact of hunting at Tonle Sap Lake. Biological Conservation 139:401-414.
- Brooks, S.E., J.D. Reynolds, E.H. Allison, and B. Touch. 2007b. The exploitation of homalopsid water snakes at Tonle Sap Lake, Cambodia, p. 31-38. In J. C. Murphy (Ed.): Homalopsid Snakes: Evolution in the Mud. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- Brooks, S.E., E.H. Allison, J.A. Gill, and J.D. Reynolds. 2009. Reproductive and trophic ecology of an assemblage of aquatic and semi-aquatic snakes in Tonle Sap, Cambodia. Copeia, 2009(1):7-20.
- Fuchs, K., and M. Fuchs. 2002. The Reptile Skin – A Key-Feature in the Identification of Lizards and Snakes. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany.
- Gibbons, J.W. and M.E. Dorcas. 2004. North American Watersnakes, A Natural History. University of Oklahoma Press.
- Gretchen G. Daily. 1997. Introduction: What Are Ecosystem Services? In: Daily, G.C., Ed., Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems, Island Press, Washington DC, 1-10.
- Hallowell, E. 1857. Notes on the reptiles in the collection of the museum of the Academy of Natural Sciences. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 8 (4): 146-153 [1856].
- Hopkins, W.A., and C.T. Winne. 2006. Influence of body size on swimming performance of four species of neonatal natricine snakes acutely exposed to a cholinesterase-inhibiting pesticide. Environmental Toxicology and Chemistry, 25(5):1208-1213.
- King, R.B. 1986. Population ecology of the Lake Erie water snake, *Nerodia sipedon insularum*. Copeia 1986:757-772.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. 2nd ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc.
- Kuntz, R.E. 1963. Snakes of Taiwan. U.S. Naval Medical Research Unit No. 2, Taipei, TAIWAN.
- Maki, M. 1931. A Monograph of the Snakes of Japan. Dai-Ichi Shobo, Publisher, Tokyo.
- Mao, J.-J. 2003. Population Ecology of Genus *Sinonatrix* in Taiwan. Doctoral dissertation of Biogeography. Trier University, Germany, pp. 157.

- Mao, J.-J., K.-C. Yen, and G. Norval. 2004. A preliminary test and report on the efficiency of a new funnel trap for semi-aquatic snakes in a pond habitat. *Herpetological Review*, 35(4): 350-351.
- Mao, J.-J., and S.-C. Fang. 2012. The influence of water level fluctuations on the *Sinonatrix percarinata* population in Song-Lo Lake, Taiwan. 7th World Congress of Herpetology (08-14 August 2012), Vancouver, Canada.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Murphy, J.C. 2007. *Homalopsid Snakes, Evolution in the Mud*. Krieger Publishing Company.
- Pauwels, O.S.G., V. Wallach, and P. David. 2008. Global diversity of snakes (Serpentes; Reptilia) in freshwater. *Hydrobiologia* (2008) 595:599–605. (DOI 10.1007/s10750-007-9118-x)
- Pope, C.H. 1935. *The reptiles of China: Turtles, Crocodilians, Snakes, Lizards*. American Museum of Natural History, New York.
- Reading, C.J., L. M. Luiselli, G.C. Akani, X. Bonnet, G. Amori, J.M. Ballouard, E. Filippi, G. Naulleau, D. Pearson, and L. Rugiero. 2011. Are snake populations in widespread decline? *Biology Letters*, 6(6):777-780. (DOI:10.1098/rsbl.2010.0373)
- Robert Costanza, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, Jose Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Sutton, & Marjan van den Belt. 1997. *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*. *Nature*, 1997, 387:253-260.
- Santos, X., and G.A. Llorentes. 2009. Decline of a common reptile: case study of the viperine snake *Natrix maura* in a Mediterranean wetland. *Acta Herpetologica*, 4(2):161-169.
- Seigel, R.A., J.T. Collins, and S.S. Novak (Eds). 1987. *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. Macmillan Publishing Company.
- Shine, R. and X. Bonnet. 2000. Snakes: A new 'model organism' in ecological research? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(6):221-222.
- Swinhoe, R. 1863. A list of the Formosan reptiles; With notes on a few of the species, and some remarks on a fish (*Orthogoriscus*, sp.). *Annals and Magazine of Natural History*.
- Tacconi, Luca. 2012. Redefining payments for environmental services. *Ecological Economics* 73:29-36.
- Wang, C.S., and Y.M. Wang. 1956. The reptiles of Taiwan. *Quarterly Journal of Taiwan Museum*, 9:86.
- Yan, H., Yang, H., Guo, X., Zhao, S., Jiang, Q. 2022. Payments for ecosystem services as an essential approach to improving ecosystem services: A review. *Ecological Economics*, volume 201, article 107591.
- Zhao, E.M., and K. Adler. 1993. *Herpetology of China*. Society Study for the Amphibians and Reptiles. Oxford, Ohio. pp. 522.
- Zhou, Z., and Z. Jiang. 2005. Identifying snake species threatened by economic exploitation and international trade in China. *Biodiversity and Conservation*, 14:3525-3536.

Zhou, Z., and M. Lau. 2021. *Trimerodytes annularis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T192052A2033475. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T192052A2033475.en>

