

# 沙崙生態科學園區(南科四期)

## NNL規劃及環評調查專家會議

### 討論議題

1. NNL計算修正

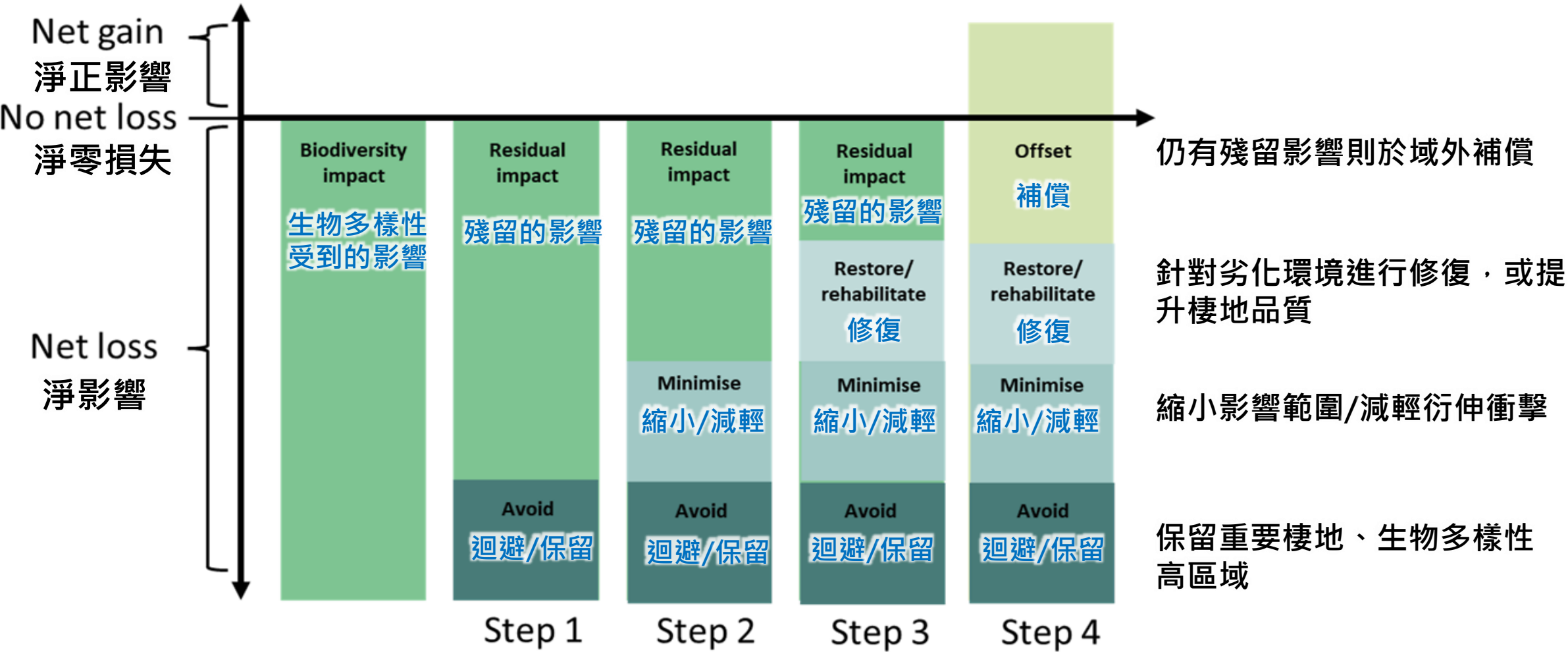
2. 草地基線建立

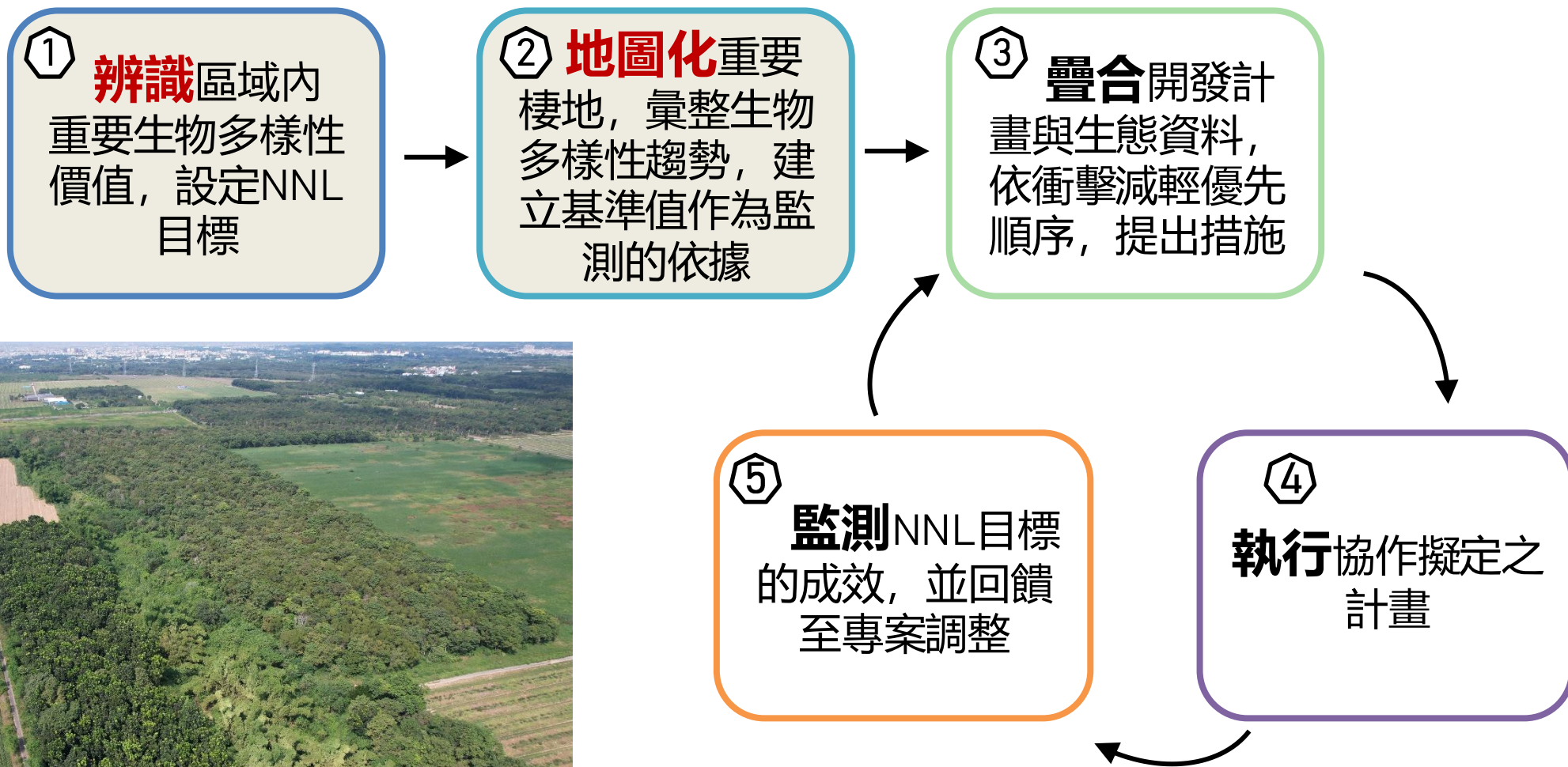
3. 樹林基線建立

4. 區內外生態調查項目的基準



採NNL概念擬定生態規劃策略-計算不同品質棲地損失面積，優先保留生態熱區，並透過修復及區外補償，力求淨零損





- ✓ 保育類35種、3種受脅動物、4種受脅植物，如何做到整體生態的有效保護？
  - 以國土生態綠網為指引，區內依棲地狀況保留或優化，棲地補償於二仁溪流域，生態給付補償於周圍農地

**南嘉南平原草生地保育軸帶**

- 關注棲地-草生地、牧草地、公園綠地、生態池與景觀池、旱田
- 關注物種-臺灣野兔、草鴉、環頸雉

**圖例：**

- 計畫範圍
- 沙崙健康園區
- 國土保育軸帶
- 國土關注區域
- 國土關注河川

## 南嘉南平原草生地保育軸帶

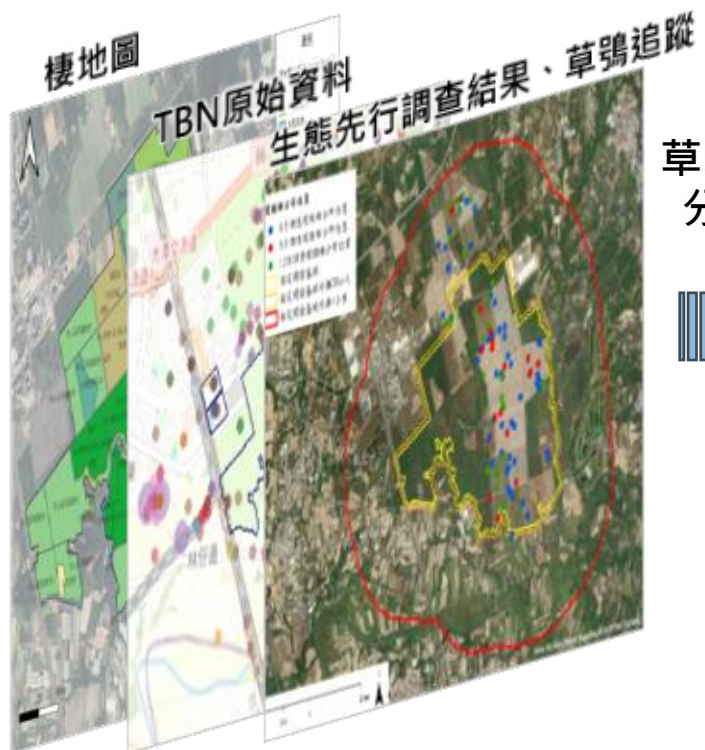
- 關注棲地-草生地、牧草地、公園綠地、生態池與景觀池、旱田
- 關注物種-臺灣野兔、草鴉、環頸雉



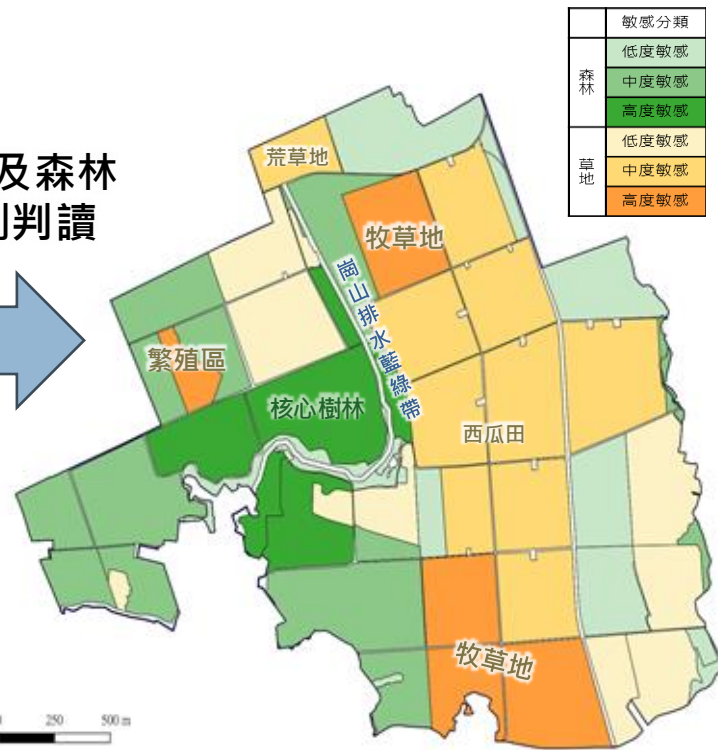
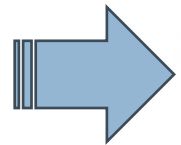
地圖化重要棲地

依保育類及紅皮書物種分布判定敏感程度

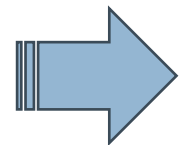
- 包含草鴉、環頸雉及其他物種
- 頻繁使用為高度敏感區，分布少為低度敏感區，介於中間則為中度敏感區



草地及森林  
分別判讀



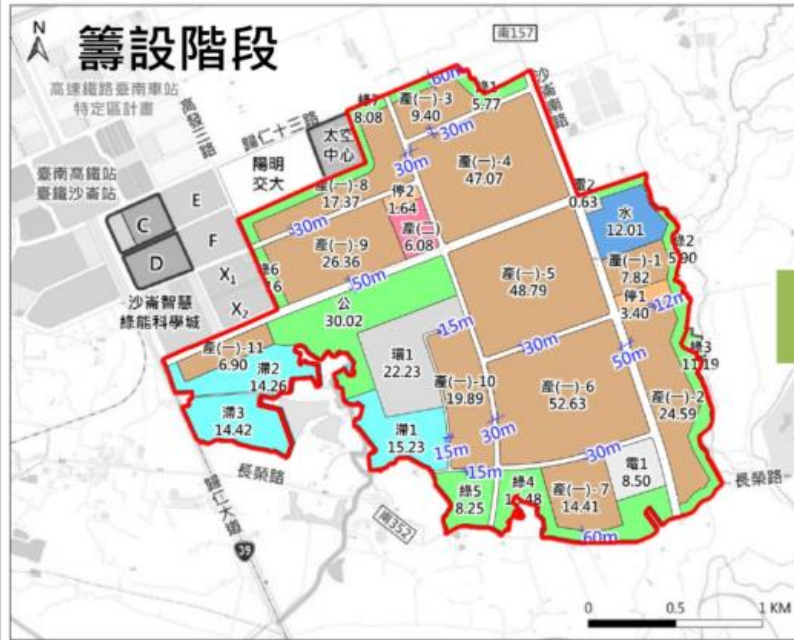
配置方案  
判讀敏感度



# 1-05 | 區內土地分區協調具連續性、面積最大化的生態區



6



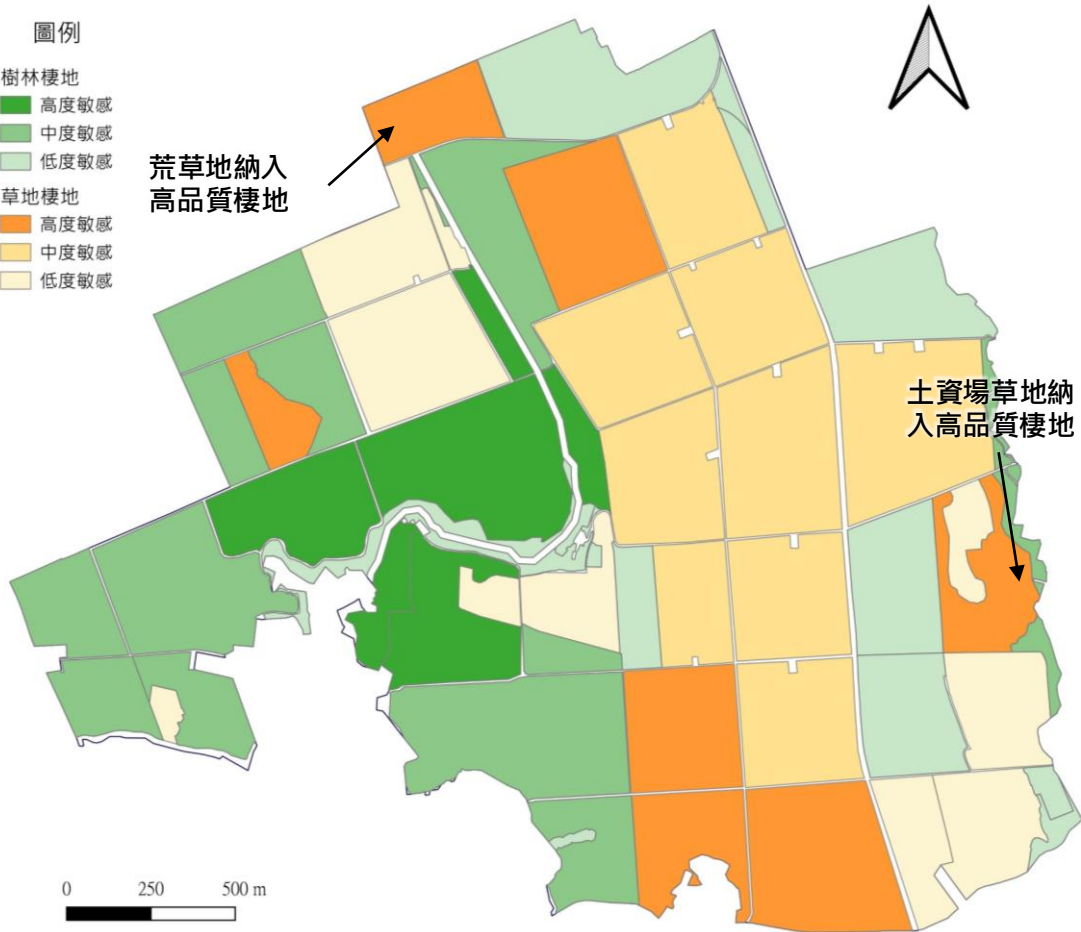
接下來重點工作:

- 區內：生態導向的土地分區能否落實保留區的功能、生態營造可行性，如核心樹林林相改善、草地滯洪區的規劃、防野犬等其他友善設計如何落實？
  - 挑戰: 開發單位對於生態不熟悉，工程審查過程可能無法確保生態措施融入有效設計。
- 區外：區內外棲地連結須確保、三大台糖農場棲地補償規劃、周圍農地及二仁溪整體保育工作規劃。NNL計算可能在三大農場即可補償至零損失，但在園區及城市擴張效應之後，周圍的農地或河灘地可能有其他開發壓力，需透過更全面的保育行動才能確保草地保育軸帶在二仁溪仍有足夠且優質的棲地環境。
  - 挑戰: 區外權責單位更為複雜，需有協調制度整合企業生態工作及政策推展



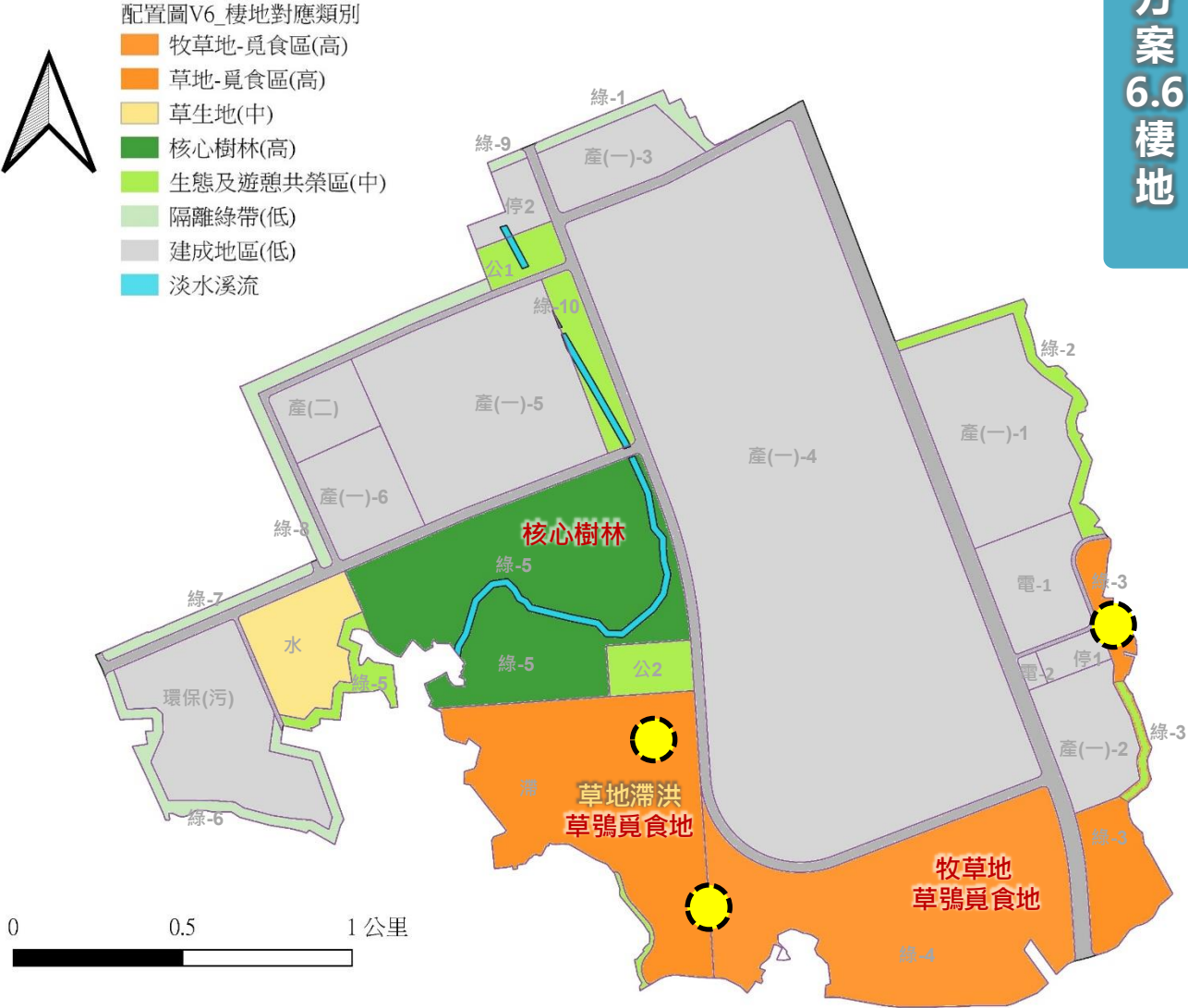


- 調查資料持續增加：修正初期判定之棲地圖，荒草地提升至高品質棲地
- 人為利用判斷：土資場於114年12月之後停止擾動，調整棲地分布及提高品質類別



棲地現況

| 棲地類別-敏感度  |                 | 面積 (公頃) | 占比(%)   |
|-----------|-----------------|---------|---------|
| 草地生態      | 草生荒地-高(繁殖地、覓食)  | 21.89   | 4.32%   |
|           | 牧草地-高 (草鴉覓食地)   | 54.64   | 10.78%  |
|           | 西瓜田-中 (草鴉、環頸雉)  | 118.30  | 23.33%  |
|           | 鳳梨田、土資場-低       | 61.85   | 12.20%  |
|           | 網室木瓜田-低         | 6.68    | 1.32%   |
|           | 小計              | 263.36  | 51.95%  |
| 森林棲地      | 核心樹林-高 (岡山排水兩側) | 50.00   | 9.86%   |
|           | 核心樹林可恢復農耕-中     | 113.74  | 22.44%  |
|           | 干擾區及演替中樹林-低     | 58.55   | 11.55%  |
|           | 小計              | 222.29  | 43.85%  |
| 水域棲地 (溪流) |                 | 4.57    | 0.90%   |
| 其他用地(建成區) |                 | 16.75   | 3.30%   |
| 面積合計      |                 | 506.97  | 100.00% |



方案6.6樓地

| 樓地類別-敏感度 |                 | 面積 (公頃) | 占比(%)   | 變化(公頃)  |
|----------|-----------------|---------|---------|---------|
| 草地生態     | 草鴉繁殖區 -高        | 5.0     | 0.99%   | -16.89  |
|          | 牧草地-高 (草鴉覓食地)   | 53.32   | 10.52%  | -1.32   |
|          | 修復區-高(草地滯洪區)    | 35.04   | 6.91%   | +35.04  |
|          | 其他草地- 中(供水用地)   | 9.88    | 1.95%   | -108.42 |
|          | 其他草地- 低         | 0       | 0       | -68.53  |
|          | 小計              | 103.24  | 20.36%  | -160.12 |
| 森林樓地     | 核心樹林-高 (保留區)    | 43.96   | 8.67%   | -6.04   |
|          | 公園樹林-中          | 18.60   | 3.67%   | -95.14  |
|          | 干擾區樹林-低(單純隔離綠帶) | 14.41   | 2.84%   | -44.14  |
|          | 小計              | 76.97   | 15.18%  | -145.32 |
| 水域樓地     |                 | 7.69    | 1.52%   | +3.12   |
| 其他用地     |                 | 319.06  | 62.93%  | +302.31 |
| 面積合計     |                 | 506.97  | 100.00% |         |

1. 開發計畫：設定各土地分區生態目標(右圖)
2. 工程規劃設計(招標中)：設計需符合目標，如草地滯洪區(達牧草地功能)、配水池草地(達西瓜田功能)、新舊牧草區整合、核心樹林區林相改善、岡山排水保護、建成區(灰基盤)生態規劃、光害防制、路殺防治、遊蕩犬貓防治
3. 區外補償: 生態先行、三大補償農場操作方式、生態保育軸帶串連、私有農地生態推廣、



(高)區內增加  
15.49ha

+

(中)區內損失  
108.42 ha

+

(低)區內損失  
48.53 ha

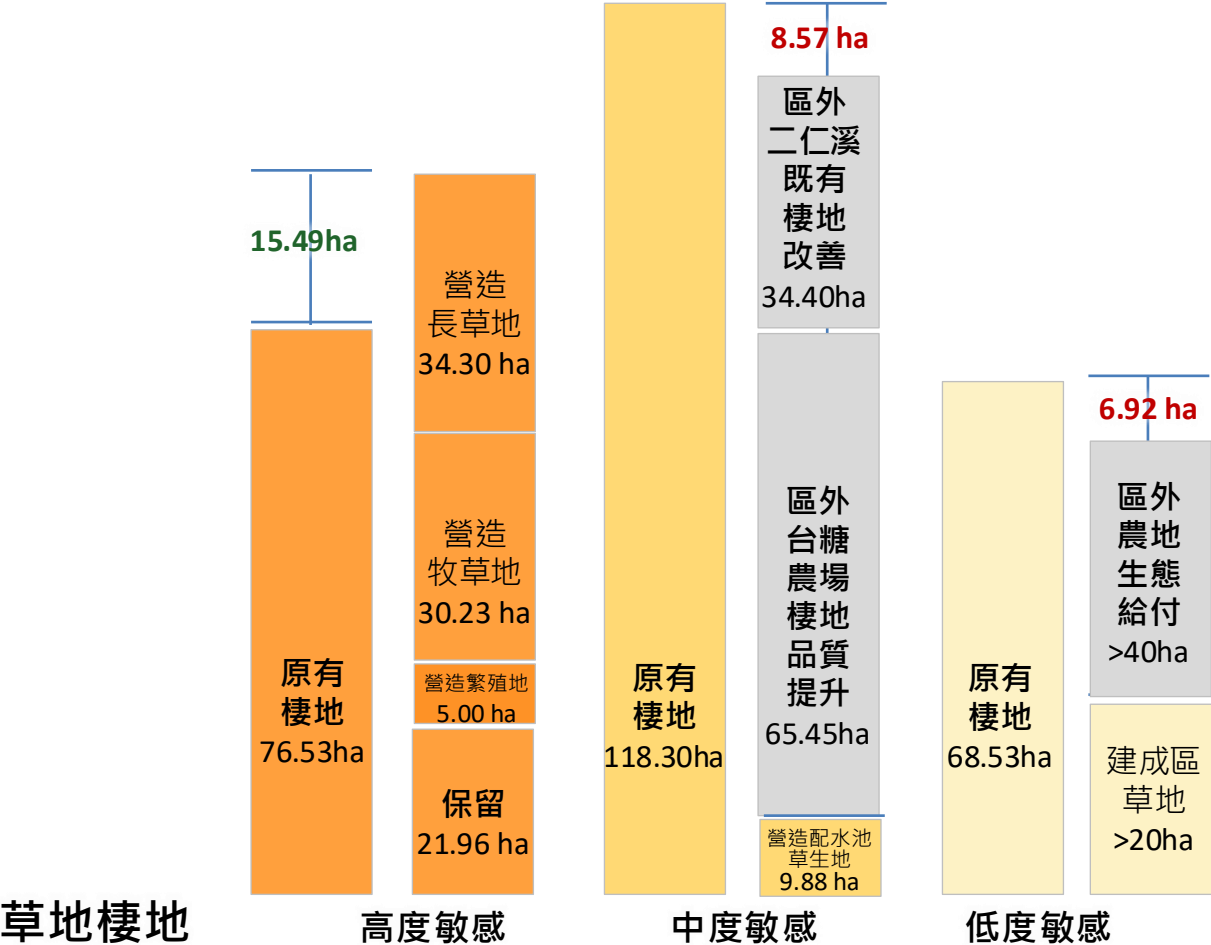
=

0

(中)區外增加  
99.85ha

+

(低)區外增加  
41.61ha



1. 不同品質棲地換算係數的重要性
- 有助於引導保留高品質棲地，若高品質抵換與低品質相同，未來開發案可能傾向保留或補償多一點低品質棲地，節省保育成本。

➢ 抵換係數如何運用科學性數據制定？
2. 區外補償方法及面積視情況調整
- 區外補償區需顧及既有權益關係人的意願

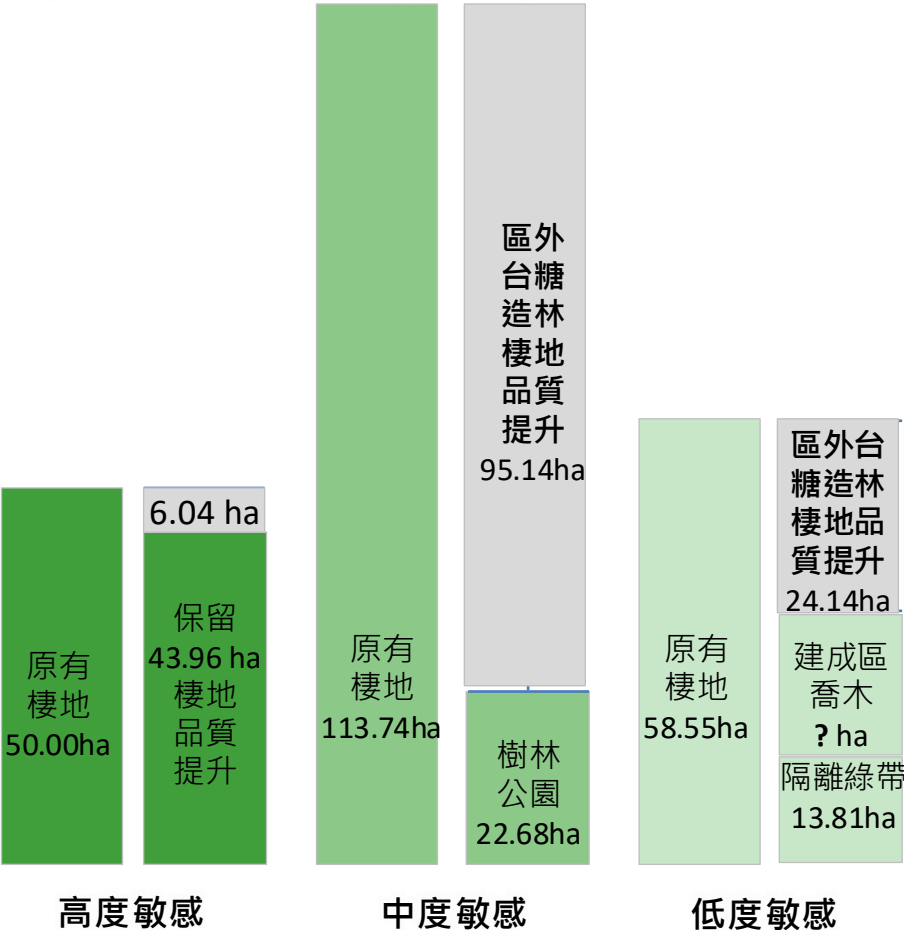
➢ 既有棲地需提升效益方能列入計算

➢ 需有科學性長期監測評估成效，基線建立
3. 避免區外補償區形成生態孤島
- 區外補償區需整體評估生態軸帶的連結性



(高)區內損失 6.04 ha + (中)區內損失 95.14 ha + (低)區內損失 24.14 ha = 0

(高)區外增加 6.04ha + (中)區外增加 95.14ha + (低)區外增加 24.14ha



1. 不易取得可新植樹的土地，建議以提升人造林的生物多樣性為主，以生物多樣性指數作為評估依據，而非以面積計算
- 可進行林相改善面積有184.93ha
  - 損失造林面積共125.32ha
  - 林相改善品質> 1.48倍( 184.93/125.32)

| 林地位置         | 面積(ha) |
|--------------|--------|
| 1.北沙崙農場(深坑子) | 101.84 |
| 2.北沙崙農場(港墘)  | 39.13  |
| 3. 區內核心樹林    | 43.96  |

# 1-10 | NNL區外棲地補償區位相關位置圖



11



# 2. 草地基線相關工作

草地生態棲地品質分析

棲地品質換算參數計算

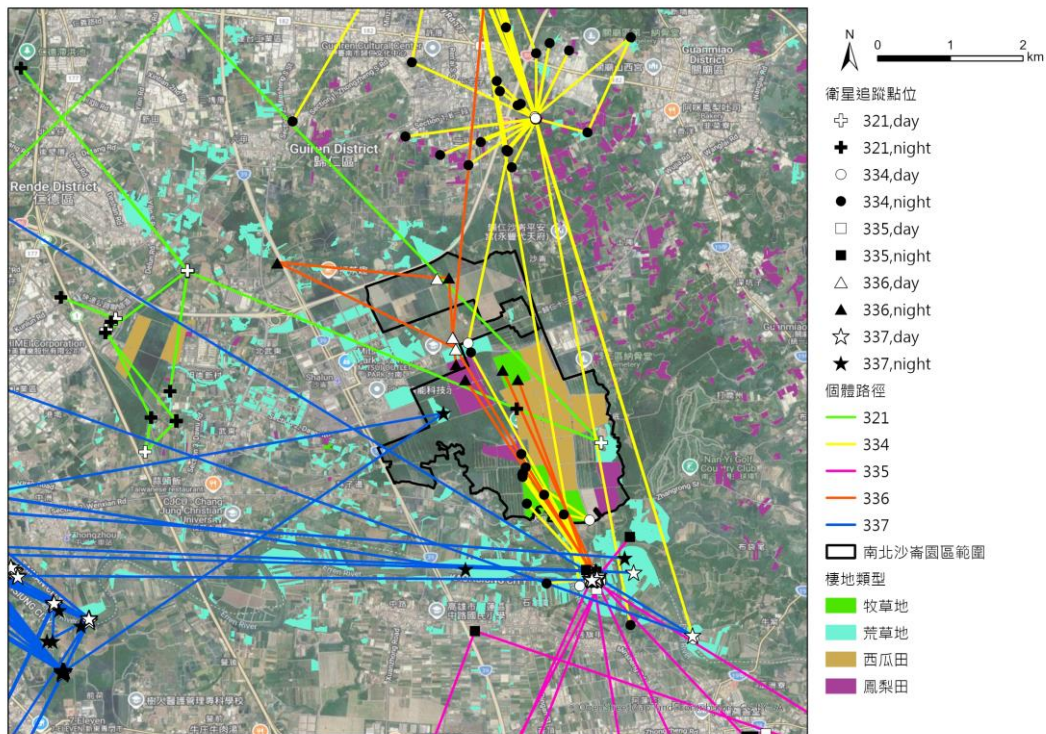
草地生態基線建立

## 2-01 | 草地生態棲地品質分析-具有空間資訊的資料來源



13

### 1) 113-115年度臺南丘陵地區草鴉重要棲地維護 監測與族群動向追蹤計畫 (林保署計畫-執行中)



### 2) 環頸雉調查報告(南科局生態先行調查計畫)

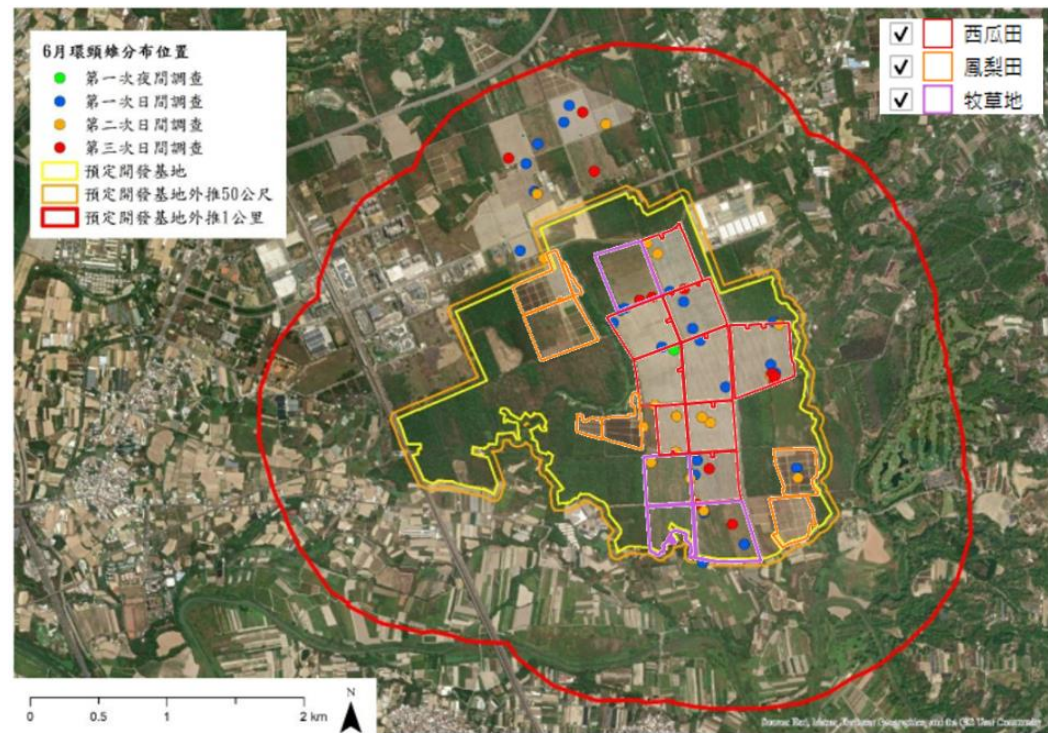


圖 3、6 月調查環頸雉點位分布圖

### 3) 陸域生態及水域生態調查報告(南科局生態先行調查計畫)

- 第1年座標標示在不同棲地類型/農作物的交界，無法比較
- 115年2季調查，鳥類定點調查、捕捉及蝙蝠錄音有對應座標

### 4) 補償範圍棲地圖(TSMC)

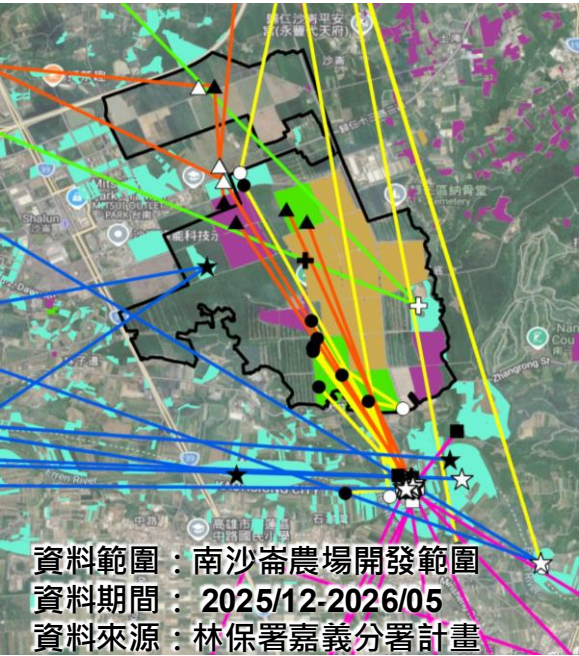
- 配合生態調查資料，分析物種棲地利用情況

# 2-02 | 草地生態棲地品質分析-草鴉棲地利用狀況



嘉義分署提供草鴉衛星追蹤點位，開發範圍（南沙崙）內共17個

| 活動   | 個體  | 人工裸露地 | 建成地區<br>(路邊草地) | 干擾區樹林 | 西瓜田  | 牧草地   | 荒草地   | 鳳梨田  | 總計     |
|------|-----|-------|----------------|-------|------|-------|-------|------|--------|
| 日間   | 321 | 1     |                |       |      |       |       |      | 1      |
|      | 334 |       | 1              |       |      |       | 1     |      | 2      |
| 日間合計 |     | 1     | 1              | 0     | 0    | 0     | 1     | 0    | 3      |
| 日間比例 |     | 33.3% | 33.3%          | 0.0%  | 0.0% | 0.0%  | 33.3% | 0.0% | 100.0% |
| 夜間   | 321 |       |                |       | 1    |       |       |      | 1      |
|      | 334 |       |                | 1     |      | 7     | 1     |      | 9      |
|      | 336 |       |                |       |      | 2     |       | 1    | 3      |
|      | 337 |       |                |       |      |       | 1     |      | 1      |
| 夜間合計 |     | 0     | 0              | 1     | 1    | 9     | 2     | 1    | 14     |
| 夜間比例 |     | 0.0%  | 0.0%           | 7.1%  | 7.1% | 64.3% | 14.3% | 7.1% | 100.0% |
| 總計   |     | 1     | 1              | 1     | 1    | 9     | 3     | 1    | 17     |
| 總計比例 |     | 5.9%  | 5.9%           | 5.9%  | 5.9% | 52.9% | 17.6% | 5.9% | 100.0% |



- 在開發範圍內，草鴉以夜間活動為主，最常在牧草地及荒草地
- 日棲點2筆記錄在土資場及網室旁草地

草鴉棲地利用比例 = 9 : 3 : 1 : 1  
(牧草地：荒草地：西瓜田：鳳梨田)



## 2-03 | 草地生態棲地品質分析-環頸雉棲地利用情況



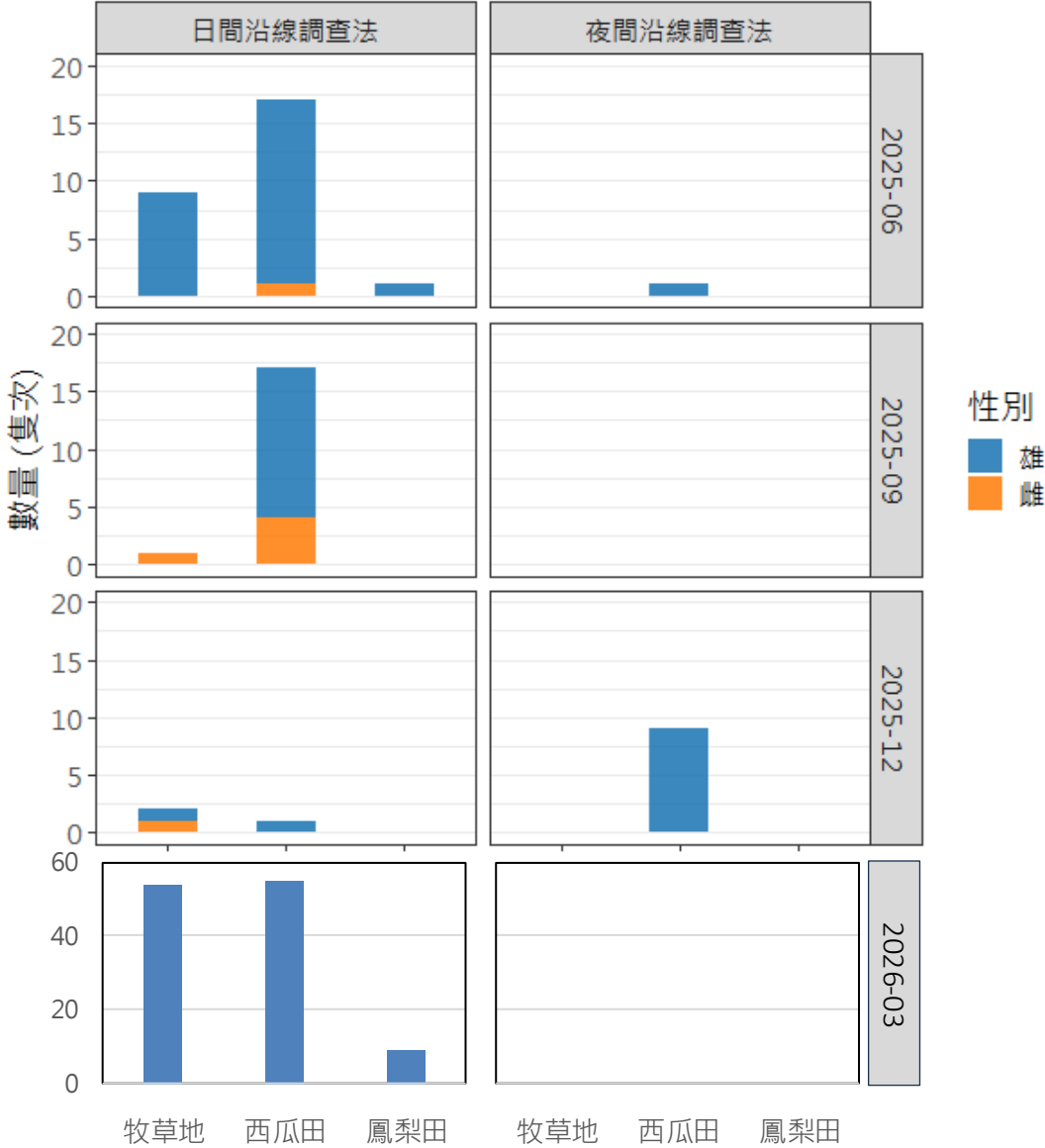
各季調查環頸雉數量統計

| 季次      | 牧草地 | 荒草地 | 西瓜田 | 鳳梨田 |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| 2025-06 | 9   |     | 18  | 1   |
| 2025-09 | 1   |     | 17  |     |
| 2025-12 | 2   |     | 10  |     |
| 2026-03 | 42  | 1   | 10  | 8   |
| 總計      | 54  | 1   | 55  | 9   |

| 農田類型 | 面積 (ha)   | 平均數量<br>(隻次/日) | 平均密度(隻次<br>/日*100公頃) |
|------|-----------|----------------|----------------------|
| 牧草地  | 54.63996  | 4.50           | 8.24                 |
| 荒草地  | 16.12114  | 0.08           | 0.50                 |
| 西瓜田  | 123.87878 | 4.58           | 3.70                 |
| 鳳梨田  | 52.80651  | 0.75           | 1.42                 |

環頸雉密度比例 = 2.22 : 0.14 : 1 : 0.38  
(牧草地：荒草地：西瓜田：鳳梨田)

環頸雉月報調查數量比較



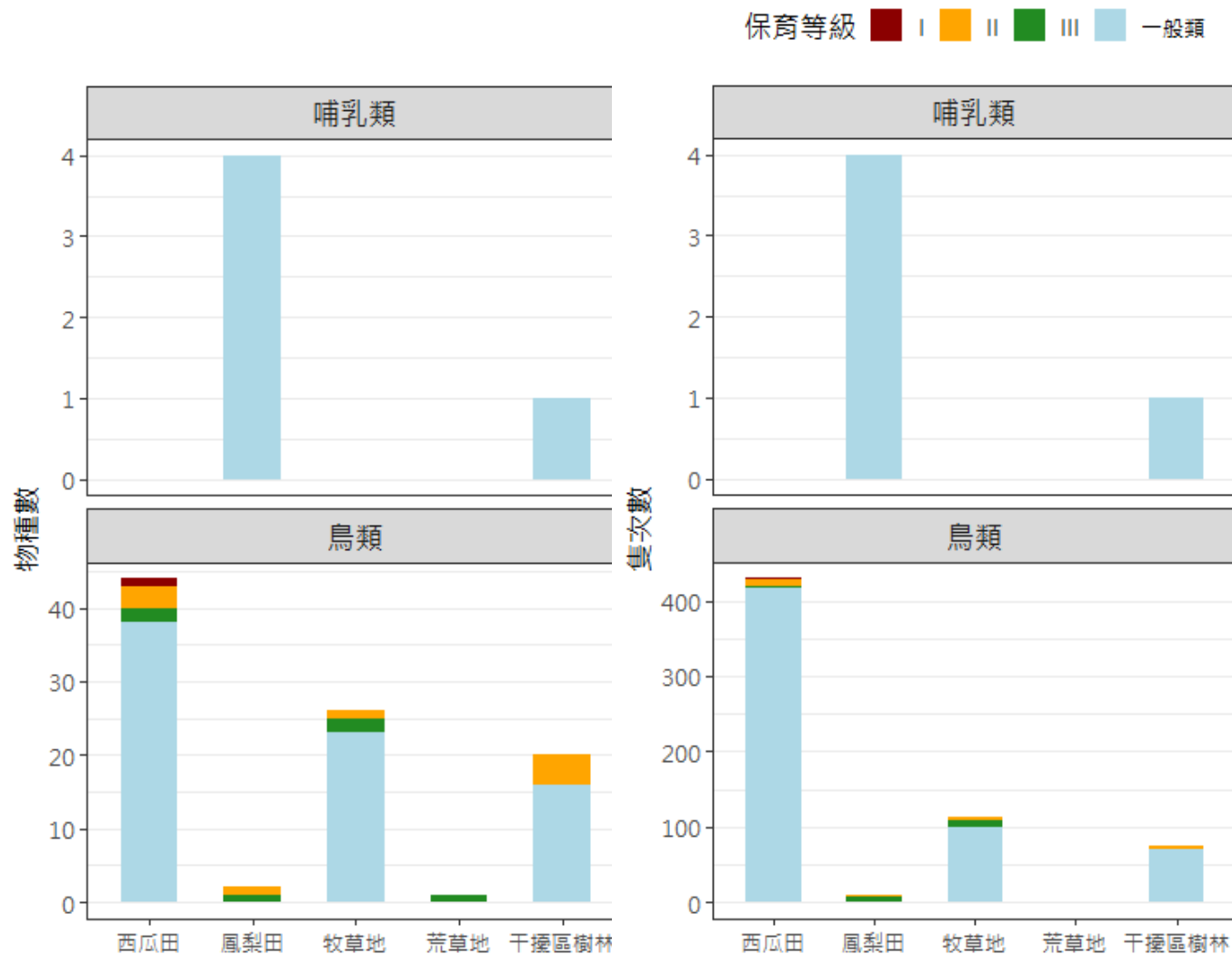
## 2-04 | 草地生態棲地品質分析-所有哺乳類、鳥類



16

- 哺乳類已刪除飛行的蝙蝠，捕捉未包含所有棲地，因此僅做為參考。
- **鳥類隻次數與密度**(隻次數/棲地總面積)同樣以西瓜田、牧草地、干擾區樹林最高
- 農田鳥類密度比例  
= **0.60 : 0.02 : 1 : 0.05**  
(牧草地 : 荒草地 : 西瓜田 : 鳳梨田)

| 類群   | 農田類型  | 面積 (ha) | 隻次數 | 密度<br>(隻次/100ha) |
|------|-------|---------|-----|------------------|
| 哺乳類  | 鳳梨田   | 52.81   | 4   | 8                |
| (捕捉) | 干擾區樹林 | 65.56   | 1   | 2                |
| 鳥類   | 西瓜田   | 123.88  | 430 | <b>347</b>       |
| (定點  | 鳳梨田   | 52.81   | 9   | 17               |
| 計數)  | 牧草地   | 54.64   | 114 | 209              |
|      | 荒草地   | 16.12   | 1   | 6                |
|      | 干擾區樹林 | 65.56   | 75  | 114              |





試算情境：以開發區計算草鴉活動、環頸雉密度、鳥類密度，各參數加權為1



| 生物多樣性參數類別          | 牧草地  | 西瓜田 | 鳳梨田  | 荒草地  | 木瓜網室 |
|--------------------|------|-----|------|------|------|
| 草鴉活動比              | 9    | 1   | 1    | 2    | 1    |
| 環頸雉密度比             | 2.22 | 1   | 0.38 | 0.14 | 0    |
| 農田鳥類密度比 (目前僅有春季資料) | 0.60 | 1   | 0.05 | 0.02 | 0    |
| 平均                 | 3.94 | 1   | 0.48 | 0.72 | 0.33 |

參數以西瓜田為基準

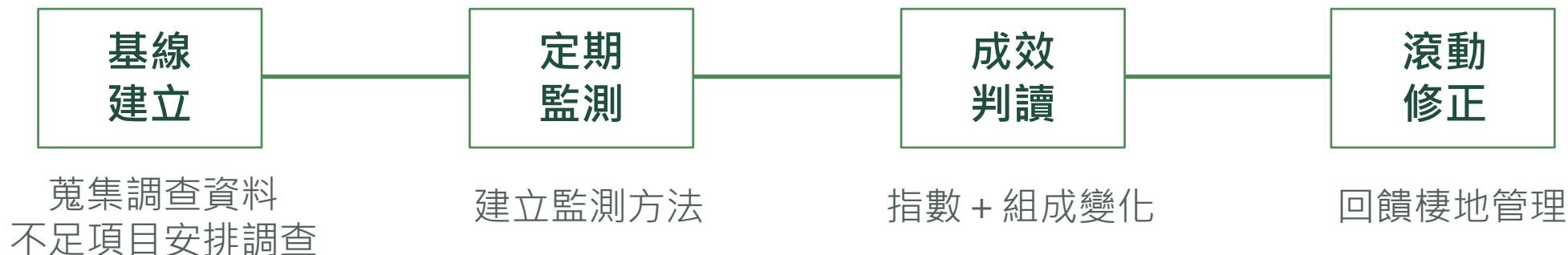
➤ 待討論事項

- 1. 方法採各比例進行平均是否合理，須調整加權嗎？或改以排序平均？
- 2. 需增加或調整之多樣性參數？



利用既有生態調查資料分析草地生態的「現況基線」，作為後續可追蹤的草地棲地營造的成果依據

- 荒草地、農牧用地皆可供草地動物使用。
- 預計針對不同農業樣態/棲地品質，分析開發前的相關生態調查資料，建立關注物種活動、數量以及群聚對應指數之基準值，並建立關注物種或目標類群的固定監測方法，以比較年度及不同階段之生態變化。



輔助作為國內生物多樣性量化指標建立的基礎，如評判棲地獨特性與生態價值。

基線單位數 = 棲地面積/長度 × 棲地獨特性 ( Distinctiveness ) × 棲地狀況 ( Condition ) × 策略重要性 ( Strategic Significance )



以複合式的指標作為棲地類別的評判基準  
既有生態調查資料持續分析中，部分資料已可作為後續監測之參考，仍需多方比對爬梳，再驗證

草鴉

聲學、棲架、穿越線

分布熱區、活動頻度、  
數量、棲地營造成效

其他關注物種

聲學、穿越線

建立關注物種聲景自動  
辨識模式、監測活動頻  
度、相對數量變化

草地動物群聚

定點、穿越線、聲學

群聚組成、可承載種類  
數及數量變動、鳥類優  
先、逐步增加其他類群

|               | 聲景                       | 棲架          | 穿越線+回播                |            | 定點調查                      |             | 其他    |
|---------------|--------------------------|-------------|-----------------------|------------|---------------------------|-------------|-------|
| 棲地品質/<br>農田類型 | 草鴉、環頸雉、<br>燕鵲出現率<br>(%)、 | 草鴉相對<br>活動量 | 環頸雉密度<br>(隻次/日*100公頃) | 草鴉相對<br>數量 | 鳥類群聚組成-密度<br>(隻次/日*100公頃) | 保育類動<br>物密度 | 資料檢視中 |
| 高/牧草地         | 待分析                      | 待分析         | 8.24                  | 待分析        | 209                       | 27          | 待分析   |
| 高/荒草地         | 待分析                      | 待分析         | -                     | 待分析        | -                         | -           | 待分析   |
| 中/西瓜田         | 待分析                      | 待分析         | 3.70                  | 待分析        | 347                       | 10          | 待分析   |
| 低/鳳梨田         | 待分析                      | 待分析         | 1.42                  | 待分析        | 17                        | 17          | 待分析   |

# 3. 樹林基線建立

核心林地調查與逐年優化監測工作計畫

建立固定樣區，讓基線、監測與適應性管理能被持續追蹤

9處10×10公尺固定樣區

3個逐年優化更新區

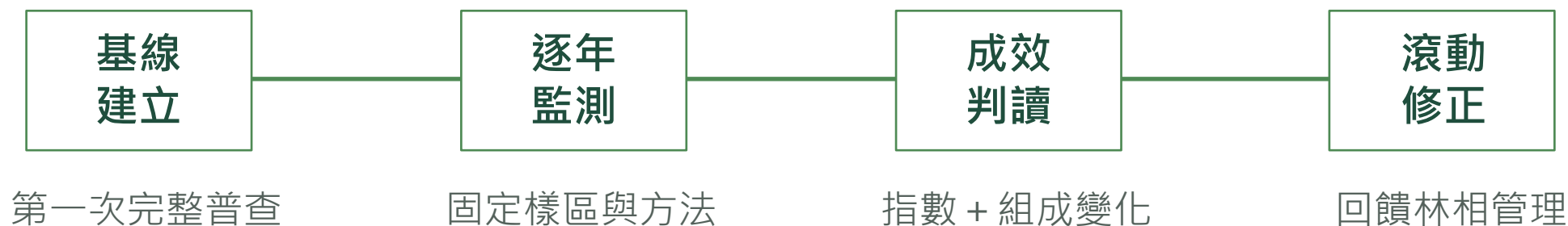
植物每年1次；動物每季1次

相機 + 錄音設備支援長期觀測



以固定樣區把「現況基線」轉為可追蹤的林地優化依據

- 核心林地已形成林木覆蓋、林下植被與野生動物利用環境。
- 本計畫將第一次完整調查成果作為初始基線，後續依固定方法及固定樣區重複調查，以比較年度及不同優化階段之生態變化。



核心邏輯：基線只建立一次；後續調查重點為觀測種類組成、數量(或相對豐度)及多樣性指數的動態變化。



### 環評調查

#### 建立區域生態現況

掌握物種名錄、活動熱區、季節變化與可能受影響範圍。

### NNL評估

#### 轉為棲地損益

將面積、品質、功能、連通性與物種利用轉為可比較指標。

### NNL評估

#### 驗證優化與補償成效

以固定樣區與設備追蹤措施前後變化，支援滾動修正。

### 01 環評作為現況證據

以多季次與多方法確認區內、區外及可能影響區域的生態現況。

### 02 NNL作為損益帳

不是單純物種名錄，而是每一棲地圖斑的面積、品質與功能變化。

### 03 監測作為驗證機制

用固定樣區、相同方法與同一基準，檢查措施是否真正有效

## 3-03 | 計畫目的



23

從資料建立到管理回饋，形成長期監測制度

1

### 建立基線

掌握植物、動物、  
植被結構及利用情形

2

### 固定監測

以樣區與設備建立  
可重複比較制度

3

### 評估優化

比較更新區優化前後與  
同期對照變化

4

### 量化趨勢

以物種豐富度、多樣性及  
出現頻度判讀

5

### 回饋管理

提出更新、外來種控制與  
微棲地建議

管理  
意義

將優化措施的效果轉化為可查核資料，避免只以工程或栽植完成作為成效判斷。

## 3-04 | 樣區配置與對照設計



24

3個逐年優化更新區 × 每區3處固定樣區，共計9處

### ※ 樣區選設原則

- 代表各更新區主要林分與植被特徵
- 可長期保留，避免直接受工程擾動
- 四角固定標記，記錄座標、方位、坡度、現況照片
- 位置原則不任意更動，變更須記錄原因及新舊關係

更新區一

A1

A2

A3

優化前後比較

更新區二

B1

B2

B3

優化前後比較 + 同期對照

更新區三

C1

C2

C3

優化前後比較 + 同期對照

植物調查樣區尺度：10公尺 × 10公尺；每處100平方公尺

## 3-05 | 調查項目與頻率



25

| 類別   | 調查內容                | 頻率   | 主要成果           | 基線判讀           |
|------|---------------------|------|----------------|----------------|
| 植物   | 種類、數量、覆蓋度、植被分層、林分結構 | 每年1次 | 植物名錄、結構與多樣性指數  | 第一次完整普查即為初始基線  |
| 動物   | 鳥類、哺乳類、兩棲爬蟲與痕跡紀錄    | 每季1次 | 物種名錄、頻度與季節變化   | 首年度四季資料形成較完整基線 |
| 自動相機 | 中大型哺乳類、地棲鳥類及活動動物    | 配合季調 | 影像紀錄、有效照片、相對頻度 | 設備努力量需固定或標準化   |
| 自動錄音 | 鳥類、蛙類               | 配合季調 | 聲音紀錄、活動時段      | 保留原始檔與判讀紀錄     |
| 環境紀錄 | 冠層、林下光度、倒木、干擾及優化措施  | 每次同步 | 環境變化與成效判讀資料    | 連結管理措施與生態變化    |



### 調查內容

一次完整普查，後續觀察變化

#### 植物種類

喬木、灌木、草本、  
藤本、附生植物名錄

#### 喬木逐株

樹種、胸徑、樹高、  
冠幅、健康、位置

#### 林下更新

灌木、幼樹、幼苗、  
高度與分布

#### 地被結構

覆蓋度、優勢種、  
外來種與裸露地

#### 微棲地

樹洞、枯立木、倒木

#### 干擾紀錄

踩踏、垃圾、刈草、  
疏伐、病蟲害、積水

**基線原則：第一次植物調查應完整且細緻；後續年度於相近季節、採相同方法重複調查。**

判讀提醒：多樣性指數須搭配物種名錄、優勢種、外來種與植被結構共同判讀，避免只用單一指數判定優化成敗



### 調查概述

四季調查 + 自動設備，以相機、錄音與現地痕跡，掌握季節與日夜活動

### 調查頻率

每季1次，每年共計4次

### 調查方法

#### 自動相機

固定高度、方向與設定；紀錄哺乳類、地棲鳥類及活動行為；以獨立事件與有效運作天數標準化。

#### 自動錄音

固定錄音時段與設定；記錄鳥類、蛙類；保留原始檔與判讀紀錄。

#### 現地補充

植物調查與設備維護時同步記錄目擊、鳴叫、足跡、排遺、巢位、食痕與洞穴。



由「有多少種」進一步觀察「組成如何變、多樣性是否提升」

物種豐富度

Shannon-  
Wiener

Simpson

Pielou均勻度

相似度

物種組成

新增 / 消失物種、原生種  
、特有種、外來種

植被結構

喬木、灌木、幼樹及  
草本垂直結構

動物利用

出現頻度、日夜活動  
、相機與錄音紀錄

環境因子

冠層、林下、倒木、  
干擾及優化措施

指數升降僅作為訊號，須回到物種名錄、優勢種、外來種、林下結構與動物紀錄判斷



同一樣區前後比較 + 不同更新區同期對照

- 同一樣區優化前後比較：確認措施效果
- 已優化區與尚未優化區同期比較：降低年度氣候與區域物種波動干擾
- 成效檢視：原生種、天然更新、外來種、垂直結構、微棲地及動物利用

| 樣區   | 優化前 | 第一年         | 第二年         | 第三年         |
|------|-----|-------------|-------------|-------------|
| 更新區一 | 基線  | <u>執行優化</u> | 優化後監測       | 優化後監測       |
| 更新區二 | 基線  | 對照區         | <u>執行優化</u> | 優化後監測       |
| 更新區三 | 基線  | 對照區         | 對照區         | <u>執行優化</u> |

## 3-10 | 年度工作流程



30

從前置選點到成果回饋，形成固定年度節奏



**頻率設定：植物每年調查1次，調查月份原則固定；動物每季調查1次，涵蓋全年四季。**

資料變更原則：如調查方法、樣區位置或設備設定調整，須清楚記錄並說明對年度比較之影響。



### 資料形成可查核的長期資料庫

#### 樣區建置成果

位置圖、座標、照片、設備點位

#### 基線調查成果

植物普查、分層結構、原特稀外來種、動物紀錄、多樣性指數

#### 年度監測成果

四季動物、年度植物、變化分析、對照比較、次年度建議

#### 原始資料庫

調查表、影像、錄音、判讀表、設備紀錄、分析表

### 品質管理重點

- 樣區、設備與拍攝方向均建座標與照片紀錄
- 植物鑑定由具分類經驗人員辦理，必要時複核
- 相機與錄音設備記錄型號、設定與有效運作時間
- 稀有、敏感或不易辨識物種需辦理複核
- 多樣性指數保留原始資料、公式、軟體與參數

長期可比較的關鍵：  
固定樣區、固定方法、固定季節、  
固定判定標準



### 空間與期程

3個逐年優化區範圍、施作年度、樣區位置

### 設備規格

相機與錄音設備數量、連續運作天數、每日錄音時段

### 分析門檻

胸徑量測標準、多樣性指數、成效判定門檻

### 優化措施

疏伐、補植、外來種控制、林下整理與微棲地營造內容

### 調查方法

是否納入穿越線、鳥類定點或兩棲爬蟲調查

### 資料安全

設備保全、資料保存、敏感物種位置保密

以9處固定樣區為核心，先建立完整基線，再用年度植物調查與四季動物調查持續驗證優化成效，形成「調查—優化—監測—檢討—再調整」的循環管理

# 4.區內外生態調查 項目的基準

