

## 台灣獼猴對墾丁地區茄苳種子分布與密度之影響

劉翠涵<sup>1</sup>、林宜靜<sup>2</sup>、魏浚紘<sup>3</sup>、蘇秀慧<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>屏東科技大學野生動物保育研究所、<sup>2</sup>東海大學生命科學系

<sup>3</sup>國立屏東科技大學生物資源研究所

### 摘要

靈長類動物的種子傳播對森林樹種的更新扮演著重要角色，其傳播後種子的分布與密度，將影響種子命運，進而影響森林的更新。本研究評估台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)對茄苳(*Bischofia javanica*)的傳播效益，藉由實際追蹤猴群所得的移動路線與活動項目，以及餵食圈養獼猴所測得種子在消化道中的滯留時間，而推估出獼猴傳播種子的距離和傳播後種子的密度。被獼猴吞下的茄苳種子經消化道後排出，同時因獼猴的移動與而被帶離母樹，平均傳播距離為 258.7 公尺，最遠可達 662.5 公尺。獼猴進行不同活動時所傳播的茄苳種子呈現不同的密度，移動和休息時所吐出的茄苳種子呈現非叢聚的分布，而睡覺地點排遺所形成的種子密度則顯著較高。台灣獼猴食用茄苳果實後可將其種子帶離母樹，而在白天活動時吐出的種子形成較低的種子密度。因此，台灣獼猴可視為茄苳之高效益的種子傳播者，可能影響其小苗補充。

**關鍵字：**傳播效益、傳播距離、遊走行爲、台灣獼猴、茄苳

---

\* 通訊作者：91201 屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號

屏東科技大學野生動物保育研究所

E-mail：hhsu@mail.npust.edu.tw

## Seed distributions and density of *Bischofia javanica* produced by Taiwanese macaques (*Macaca cyclopis*) in Kenting

Tsui-Han Liu<sup>1</sup>, Yi-Ching Lin<sup>2</sup>, Chun-Hung Wei<sup>3</sup> and Hsiu-hui Su<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Wildlife Conservation, National Pingtung University of Science and Technology,

<sup>2</sup>Dept. of Life Sciences, Tunghai University, <sup>3</sup>Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology

### Abstract

Seed dispersal by non-human primates plays an important role in forest regeneration. The distribution and density of dispersed seeds may influence the establishment and survival of seedlings and cast a significant impact on subsequent forest regeneration. This study aimed to investigate the effectiveness of Taiwanese macaque (*Macaca cyclopis*) on seed dispersal of *Bischofia javanica*. The dispersal distances and density of the *B. javanica* seeds were estimated by the gut retention time of the seeds obtained from captive macaques, and ranging behavior and activities observed in the wild macaques. The *B. javanica* seeds were carried away from parent trees after they were ingested by the macaques and passed through the digestive tract. The mean dispersal distance was 258.7 meters and the farthest dispersal distance for *B. javanica* was 662.5 meters away from the parent tree. The macaques deposited seeds in different densities when they conducted different activities. The deposited density for seeds which were spat out by the macaques during moving and resting was significantly lower than seeds deposited at the sleeping site of the macaques. Our results indicated that the Taiwanese macaque are effective seed dispersers of *B. javanica* since they could move seeds away from the parent trees and deposited seeds at low densities, which may reduced density-dependent mortality caused by pathogens and seed predators.

**Key words:** dispersal effectiveness, dispersal distance, ranging behavior, *Macaca cyclopis*, *Bischofia javanica*

---

\* Corresponding author : 1 Hsue-fu Rd. Neipu, Pingtung 912, Taiwan

Institute of Wildlife Conservation, National Pingtung University of Science and Technology

E-mail : hhsu@mail.npust.edu.tw

## 1. 前言

食果動物的種子傳播(seed dispersal)對森林的群聚結構影響深遠[1][2]，因為食果動物的行為與活動會影響幼苗的建立、存活與生長，進而影響樹木的族群動態與群聚結構[3][4]。一般而言，越靠近母樹，種子的死亡率越高[1]；種子和小苗與母樹之間的距離越長，種子與小苗的死亡率越低[5][6]。透過種子傳播的過程，種子可被帶離母樹，進而提高種子傳播後的存活率[1]。Howe and Smallwood (1982) 歸納三個假說，說明種子傳播的優點。逃避假說(escape hypothesis)指出，傳播者若能把種子帶離母樹，種子可逃避伴隨密度制約效應(density-dependence)而來 病原體或掠食者，降低種子的死亡機率[5][6]。方向性假說(directed dispersal hypothesis)則認為森林樹種可藉由傳播者，把種子傳播到適合種子發芽的微棲地，使種子發芽與小苗的存活率增加[1]。最後，殖民假說(colonization hypothesis)則認為傳播者可將種子傳播至沒有競爭者的環境讓種子萌芽，而在該環境拓 [1][7]。

透過食果動物的覓食，種子得以傳播，食果動物可將種子帶到母樹樹冠以外的地方，進而降低種子的死亡率，提高小苗成功建立的機會。而食果動物作為種子傳播者的效率，與食果動物的覓食行為息息相關。食果動物的活動(activities)、遊走模式(ranging behavior)及對種子的處理方式會影響種子的傳播距離與傳播後的空間分布[2][5][6][8]。種子被傳播後的空間分布將決定小苗建立的生物與非生物環境－[9]，將進而影響小苗存活。

靈長類動物為許多森林生態系中的重要食果動物，牠們在這些森林中扮演高效率的種子傳播者[10]。例如：馬來西亞的熱帶雨林中，灰長臂猿(*Hylobates muelleri*)具有廣闊的移動範圍，可將大部分種子帶離母樹，超過九成的種子，其傳播距離可達 100 公尺以上[11]。而在阿根廷的森林中，黑吼猴(*Alouatta caraya*)能夠有效地將種子帶離母樹[12]。黑蜘蛛猴(*Ateles paniscus*)在一天的活動時間裡，會進行不同的行為，因此讓 *Virola calophylla*的種子有不一致的傳播距離，而且種子也呈現叢聚或分散等不同分布模式[13]。

除了影響傳播距離，靈長類動物的覓食行為，對於種子的分布與傳播後的棲地，亦具有深遠的影響。果實被靈長類攝食之後，其中的種子可能立即被吐出而丟棄在母樹下，或被吞嚥再被排泄出來，這些不同的處理過程，都可能對種子的存活有不同的影響[2]，且大部分經過靈長類處理和排泄出的種子仍具有發芽能力[10]。Wehncke and Domínguez (2007)發現在白喉捲尾猴(*Cebus capucinus*)和褐捲尾猴(*C. apella*)對種子進行吞嚥、丟棄和吐出等多樣的處理，讓被傳播的種子有被置放在不同的棲地，增加其發芽及

存活的機會[4]。烏干達 Kibale 國家公園裡的紅長尾猴(*Cercopithecus ascanius*)所攝食並吐出的種子中，有 83%仍具有發芽能力[14]。

雖然，透過食果動物的傳播，種子得以遠離母樹，降低死亡率。然而，食果動物的覓食行爲，也可能提高種子的死亡率。種子若隨動物排遺排出呈現較高密度的分布，則可能會因較高的濕度或排遺濃郁的氣味而被病原體和種子掠食者偵測[15]。此外，排遺中高密度的種子，可能提高種子與小苗建立時之密度制約效應，造成個體間的種內競爭，進而導致較高死亡率 [13]。

台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)為台灣唯一非人類靈長類，會取食植物的花、果實等部位當作食物[16]，且其種子傳播者的角色對於台灣大部分森林是很重要的[17][18] 因台灣獼猴取食果實後，利用頰囊處理果實然後吐出種子，或吞入果實讓種子通過消化道後再經由排遺排泄出體外，因而傳播種子，大部分被獼猴處理過的種子仍具發芽能力 [18][19]，且台灣獼猴活動範圍廣闊，每日移動距離可達 1 公里以上[20][21]，因此，台灣獼猴可能是具有高傳播效率的種子傳播者。然而，過去的研究，並未針對野生獼猴族群對植物果實之覓食、行爲與遊走行爲，進行整合性的研究，難以了解台灣獼猴之行爲模式差異 以及對種子不同的處理方式如何影響所傳播的種子的空間分布。

本研究分析野生台灣獼猴的果實處理方式、活動與移動模式，輔以圈養台灣獼猴的排泄模式，來推估台灣獼猴如何影響墾丁國家森林遊樂區中的茄苳種子的空間分布與密度。本研究將有助於了解台灣獼猴於茄苳種子傳播與小苗更新過程中，所扮演的角色，進而評估台灣獼猴對於墾丁地區森林更新之可能影響。

## 2. 材料與方法

### 2.1 研究地點

本研究樣區位於恆春半島的墾丁森林遊樂區及其東側之高位珊瑚礁自然保留區(北緯 21°57′；東經 120°48′，圖 1)。本地區之雨量具有明顯的季節變化，雨季為 5 至 10 月，乾季則為 11 月至 4 月，乾季時伴隨強勁的東北季風。墾丁森林遊樂區，保留部分原始的高位珊瑚礁森林，並栽植棋盤腳(*Barringtonia asiatica*)、肯氏南洋杉(*Araucaria cunninghamii*)、菲律賓貝殼杉(*Agathis dammara*)等樹種。而高位珊瑚礁森林區域內最優勢樹種為黃心柿(*Diosyros maritima*)，次優勢樹種為茄苳，其他重要樹種包括：大葉山欖(*Palaquium formosana*)、白榕(*Ficus benjamina*)、皮孫木(*Pisonia umbellifera*)及鐵色(*Drypetes littoralis*)等[22]。

## 2.2 研究對象

### (1) 茄苳(*Bischofia javanica*)

茄苳是台灣低海拔地區常見的樹種，雌雄異株，果實為直徑 1 公分的球形漿果，每顆果實內含 3 至 4 顆種子，每年 8 至 11 月為果實成熟期間[23]，實際測量茄苳種子長為 0.5 公分，寬為 0.3 公分（林等，未發表資料），其成熟果實是台灣獼猴在 9 至 11 月大量取食的資源[24]。

### (2) 台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)

台灣獼猴為台灣特有種，本研究的資料收集對象包括圈養的台灣獼猴個體，以及野外猴群。圈養台灣獼猴選擇收容在屏東保育類野生動物收容中心的六隻單獨圈養個體，皆為成年雄猴。圈養個體在早上餵食蔬菜、傍晚餵食水果，全日提供飲水，並不定時提供額外的營養補充品如堅果類、水煮蛋或猴餅乾，以補充蛋白質和維生素。

野外猴群資料收集對象為 K1 與 Lisa(LS)猴群。自 2006 年 9 月開始辨認猴群，由於猴群易受驚擾，不易追蹤，至資料收集時僅辨認出足以分辨猴群的代表母猴。在 2008 年 9 月至 11 月的研究期間，K1 猴群成員共 31 隻個體，包含 11 隻成年雌猴、4 隻成年公猴及 16 隻幼猴；Lisa 猴群則有 19 隻個體，包括 7 隻成年雌猴、3 隻成年公猴及 9 隻幼猴。在 2006 年 9 月至 2008 年 8 月的前置實驗中辨認猴群並跟蹤猴群，發現其移動路線是依照各季節的食物資源不同而有所變化。此外，也發現猴群會重複使用睡覺地點，以一塊高位珊瑚礁岩(命名為大白礁岩)為主要睡覺地點(圖 1)。

## 2.3 種子分布模式

### (1) 茄苳種子在台灣獼猴腸道中滯留時間

#### a. 25%、50%及 75%的茄苳種子被圈養台灣獼猴排泄出的時間

於 2008 年 1 月 1 日至 2008 年 1 月 31 日在屏科大保育類野生動物收容中心進行實驗，餵食六隻台灣獼猴個體成熟茄苳果實，並在餵食果實之後收集研究個體的排遺，記錄排泄時間與排遺內的茄苳種子數量，以估算茄苳種子從被攝食到被排泄所經過的時間。每隻台灣獼猴個體每次餵食約 100 顆果實，共計 400-500 顆種子，餵食之後即連續觀察猴隻並收集排遺，直至排遺中 24 小時未出現茄苳種子為止，視為一次餵食試驗，每隻個體各進行四次餵食試驗。由於不確定

圈養個體是否吃過茄苳果實，為避免個體對於新食物的不適應而造成對腸道滯留時間的影響，因此第一次的餵食資料不列入統計。

每次餵食茄苳種子結束，可獲得該次餵食所通過台灣獼猴消化道的茄苳種子數量，及種子從攝食到排泄所需之時間，即茄苳種子在台灣獼猴腸道中滯留時間。將每隻個體之每次餵食所排出之種子累積 25%、50% 和 75% 的種子數量之時間點取出，代表該次 25%、50% 及 75% 的茄苳種子數經台灣獼猴消化道排出的時間點。

b. 茄苳種子在台灣獼猴消化道平均滯留時間

茄苳種子在台灣獼猴消化道平均滯留時間為，每次覓食後茄苳種子被台灣獼猴排泄出的平均時間。以餵食試驗獲得的通過台灣獼猴消化道的茄苳種子數量及種子從攝食到排泄所需之時間，經公式計算每顆種子的時間加權後，得知茄苳種子被台灣獼猴排出之平均時間。加權公式如下：

$$t = \frac{\sum_{i=1}^m (m_i \times t_i)}{m}$$

$t$  為茄苳種子在消化道的平均滯留時間； $t_i$  為每坨排遺排出時間； $m_i$  為排遺中的種子數量； $m$  為總排出種子數 [14]。

(2) 種子傳播距離

於墾丁地區茄苳果實成熟期間，即 2008 年 9 月至 11 月，每月進行 4-7 天之野外獼猴行為觀察與活動地點資料收集。觀察期間，自猴群取食某一棵結果實之茄苳母樹開始追蹤，每隔 10 分鐘以掃描取樣 (scan sampling) 觀察可見猴隻的行為，以當時猴群內大部分個體的行為作為猴群的活動項目，並估計猴群分散面積。猴群行為項目分為移動 (traveling)、休息 (resting) 與睡覺 (sleeping) 三類。由於森林內樹冠茂密，不易直接使用測距儀測量猴群分布寬度與長度，因此以目測方式估計猴群分散面積，在跟蹤猴群前曾以雷射測距儀校正觀察者對距離估計的誤差。取樣行為同時使用全球衛星定位儀 (Garmin 60CSx，座標系統 TWD 67) 標定猴群位置，標定位置為當時研究者可以離猴群最近的位置。

從猴群覓食茄苳果實開始，連續追蹤到 75% 的種子被圈養的台灣獼猴排泄時間點 (圈養餵食試驗所得資料，見結果) 結束，為一筆猴群活動路線資料。一筆活動路

線資料中包含了進食地點的茄苳母樹座標，並可定出排遺始含茄苳種子、25%、50%、75%及平均茄苳種子排出時間點(圈養餵食試驗所得資料)的猴群所在的座標，即為種子置放點，再以地理資訊系統軟體 ArcGIS 9.3(ERSI, Redlands, California, USA)計算進食地點與各置放點之間的直線距離，即為種子傳播距離。

### (3)台灣獼猴所傳播種子之密度

將猴群活動項目分為移動、休息與睡覺三項，並比較台灣獼猴在進行不同活動時傳播的種子密度差異。種子密度之估計方法如下：

- a. 猴群移動時所傳播之種子的密度：猴群在移動時掃視猴群內是否有個體正在吐出茄苳種子，若有個體正吐出茄苳種子則進行行為取樣 (behavior sampling)，連續觀察並紀錄個體行為及吐出的茄苳種子數量，直至動物結束吐種子或移動。以吐出的茄苳種子數量乘以猴群個體數，再除以觀察到時間點之猴群分散面積，即為猴群在移動時所傳播的種子密度。
- b. 猴群休息時所傳播之種子的密度：猴群在休息時掃視猴群內是否有個體正在吐出茄苳種子，若有個體正吐出茄苳種子則進行行為取樣 (behavior sampling)，連續觀察並紀錄個體行為及吐出的茄苳種子數量，直至動物結束吐種子或休息。以吐出的茄苳種子數量乘以猴群個體數，再除以觀察到時間點之猴群分散面積，即為猴群休息時的種子密度。在追蹤猴群期間常發現在移動路線的地表上有包含茄苳種子的排遺，但因無法得知排遺是在猴群移動或休息時排泄，因此猴群在移動與休息的時是以觀察到所吐出的茄苳種子數量來計算傳播種子之密度，不是經排泄所形成的種子密度。
- c. 睡覺：採樣野外猴群在覓食茄苳期間之排遺( $n = 97$ )，並計算排遺內平均種子數量。另外在猴群經常使用的重複睡覺地點(大白礁岩，圖 1)下方計算排遺數量並測量有排遺置放之面積。把排遺內平均種子數量乘以排遺數量，再除以置放面積，即為猴群在睡覺地點所形成的種子密度。此活動項目所使用的茄苳種子是使用排遺中的種子，因此為排遺中的種子密度。

### 3. 結果

#### 3.1 茄苳種子在台灣獼猴腸道滯留時間

餵食與排遺收集期間，每隻個體每天排泄 6 至 11 坨不等的排遺，平均一坨排遺包含了 6.9 顆種子。種子開始出現在排遺的時間為第 18.4 小時(圖 2)，累加排出 25%、50% 與 75% 種子之時間分別為 21.3、25.5 與 30.7 小時(圖 2)。最後一顆種子則在 43.7 小時排出(圖 2)。經加權計算後得知，茄苳種子在台灣獼猴消化道平均滯留時間為  $27.4 \pm 0.9 (\pm SE)$  小時。

#### 3.2 種子傳播距離

研究期間共觀察到台灣獼猴 22 天，其中觀察到猴群覓食茄苳並持續追蹤的天數共為 10 天，包括收集到從猴子吃到茄苳果實算起連續追蹤猴群至 50% 種子置放時間(25.5 小時)的資料一筆 K1a(圖 3)，以及追蹤至 75% 種子置放時間(30.7 小時)的資料四筆 (圖 4-7)，追蹤時間長度範圍為 30.7-32.8 小時。由餵食圈養台灣獼猴第一顆茄苳種子出現在排遺中的時間點，配合獼猴移動路線資料可得知種子平均被帶離母樹  $241.4 \pm 121.9 (\pm SD)$  公尺。將五條路線的傳播距離分別計算，傳播距離分別為 350.2 公尺(K1a)、330.1 公尺(K1b)、309.1 公尺(LSa)，及 107.8 公尺(LSb 及 LSc)。若考慮種子於糞便中的累積排放，累積 25%、50% 與 75% 種子排泄之時間點，其傳播距離分別為 189.4、223.8 與 321.5 公尺(表 1)，而跟據台灣獼猴消化道平均滯留時間所推算出的傳播距離則為 258.7 公尺(表 1)。然而，各路線傳播距離具有相當程度的變異，在推估的傳播距離中，最短的傳播距離為 56.0 公尺 (LSa 路線中 50% 種子排出時間點)，最長的傳播距離為 662.5 公尺 (K1b 路線中 75% 種子排出時間點)。

#### 3.3 經台灣獼猴傳播的種子密度

在猴群追蹤期間觀察發現，由於茄苳結果實之母樹的樹冠幅很大，因此足夠讓整群猴群個體(猴群大小分別為 K1 群 31 隻、LS 群 19 隻)同時在單一母樹上進食。個體取食茄苳果實的方式多半是摘下一串果實後，直接食入部分的果實，並塞入頰囊，其餘剩下的果實則隨手丟棄。所收集到台灣獼猴進行移動、休息及睡覺三種活動時吐出與排出的種子顆數資料各 17、44 及 9 筆。以種子顆數分別除以進行各活動時猴群的分散面積，得知種子密度最高者為睡覺地點的排遺所形成的，為  $19.4 \text{ 顆}/\text{m}^2$ ，休息時吐出的種子所形成的密度為  $0.5 \text{ 顆}/\text{m}^2$ ，移動時的  $0.3 \text{ 顆}/\text{m}^2$ 。猴群進行各項活動所形成的種子密度間有顯著差異(One-way ANOVA,  $F=143.5$ ,  $P<0.01$ )。經 Tukey's HSD 事後檢定，休息和移動間所形成的種子密度與睡覺間有顯著差異( $P<0.01$ ) (表 2)，猴群在移動與休息時所吐出的種子密度顯著較低。

#### 4. 討論

本研究針對經台灣獼猴傳播茄苳種子的分布與密度，探討其種子傳播效益，結果發現台灣獼猴是茄苳的有效傳播者，能將種子有效帶離母樹，經過台灣獼猴腸胃道再排出之種子被傳播的平均距離為 258.7 公尺，足以把種子帶離母樹的樹冠。而獼猴進行不同行為時所傳播之種子密度有所不同。許多研究指出靈長類藉由進行排泄所形成的種子傳播服務，確實能把種子傳播到距離母樹很遠的地點[4] [11] [13]。

猴群的移動路線會受食物資源的分布和睡覺地點影響[21]，因研究區中的茄苳成樹分布為區塊狀，而在追蹤猴群期間也發現實驗地中各區塊中的茄苳母樹的果實成熟期間不一致，猴群為了覓食分散分布的成熟茄苳果實，會有較大的活動範圍，進而影響台灣獼猴因排泄所提供的種子傳播的距離，故經由獼猴內攜方式所傳播種子離母樹的距離，需經由追蹤猴群之活動路徑來瞭解。本研究觀察的 K1 與 LS 兩群猴群的每日活動路線是彎曲不規則的(圖 3-7)，因此種子在台灣獼猴腸道中滯留的時間愈長，不一定就會被置放在離母樹較遠的位置，換句話說，傳播距離並非都是隨種子腸道滯留時間增加而拉長。哥倫比亞的絨毛猴(*Lagothrix lagothricha*)的研究結果亦顯示其種子腸道滯留時間與傳播距離沒有相關性，原因是猴群的活動路線並非單一方向的直線移動 [25]。種子傳播的距離應該是實際進行測量、觀測猴群的移動路線和排泄位置，方可評估傳播者的行進方向與路線對傳播距離估計的影響力[11] [13]。

本研究使用種子在傳播者的腸道滯留時間和移動模式去推測的方法可能有誤差。例如：進行圈養的獼猴餵食茄苳果實以求得腸道滯留時間的實驗的個體皆為成年公猴，但野外猴群的個體大部分為成年母猴及未成年個體，成年公猴的體型大於成年母猴和未成年個體，體型差異對種子在消化道中的滯留時間可能有影響。但由於猴群多在茂密的樹冠與珊瑚礁岩間移動，無法清楚記錄每坨排遺被個體所置放的時間及位置，所以僅能以現有的資料推估傳播距離。

台灣獼猴進食時先將果實塞滿頰囊再移動到另一地點處理，在母樹以外之地點處理完果實而吐出種子，進而傳播種子[18]。獼猴取食茄苳果實後，因進行不同行為，例如：休息或移動，種子由口部吐出後產生不同的茄苳種子密度。茄苳母樹下未經傳播的種子密度估計為 10.3 顆/m<sup>2</sup> (林，未發表資料)，此可看出經台灣獼猴傳播後的種子是較為分散的。此種子傳播後的分布與白額蜘蛛猴(*Ateles belzebuth*)與黑蜘蛛猴(*A. seniculus*)的種子空間分布類似，蜘蛛猴群的分群覓食、不特定時間排泄，且加上只吃果實的食性讓蜘蛛猴為了吃果實而移動很長的距離，使蜘蛛猴傳播所產生的種子密度因而降低[26]。分

散的種子置放密度可以避免因密度過高而引來的病原體或掠食者，進而降低種子的死亡率[5]。猴群在睡覺地點所產生的種子密度比休息與移動時高，這是因為台灣獼猴在清晨離開睡覺地點前排泄，讓睡覺地點周圍有密度很高的排遺量，且猴群會重複利用同一塊珊瑚礁岩作為睡覺地點。

靈長類所提供的種子傳播對於森林植物的補充與更新很重要，若靈長類消失，可能對森林樹種的結構和生態系有很大的影響。但靈長類在整個植物的種子傳播過程中，扮演一個提供初步傳播的角色。當種子被靈長類種子傳播者置放到遠離母樹的森林地表後，種子存活率外除了會被傳播過程中遭受的處理而影響外，置放後是否面臨到二次傳播者再次的移動或掠食者造成的死亡，也會影響種子是否能夠發芽[26]。此外，傳播後被種子置放地點的微環境條件，則是會影響種子發芽後幼苗的存活[27]。因此種子傳播是一個龐大且複雜的過程，在靈長類進行傳播之後，種子發芽成的幼苗及苗木存活的研究，是更能讓我們瞭解靈長類種子傳播的效益。

## 5. 誌謝

作者感謝林業試驗研究所恆春研究中心提供住宿與研究許可，國立屏東科技大學經費支持，以及屏東科技大學野生動物保育研究所同學協助野外工作，林業試驗所王相華博士與伍淑惠小姐提供樹木基本資料。

## 6. 參考文獻

- [1] Howe, H. F., and Smallwood, J. (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual Review in Ecology and Systematics* **13**: 201-228.
- [2] Lambert, J. E., and Gakber, P. (1998) Evolutionary and ecological implications of primate seed dispersal. *American Journal of Primatology* **45**: 9-28.
- [3] Bleher, B., and Böhning-Gaese, K. (2001) Consequences of frugivore diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial pattern of seedling and trees. *Oecologia* **129**: 385-304.

- [4] Wehncke, E. V., and Domínguez, C. A. (2007) Seed dispersal ecology of non-restricted frugivores, capuchin monkeys in three Neotropical forests. *Journal of Tropical Ecology* **23**: 519-528.
- [5] Janzen, D. H. (1970) Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist* **104**: 501-28.
- [6] Connell, J. H. (1971) On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine mammals and in rain forest trees. In: Boer PJD, Gradwell G (eds) *Dynamics of populations*, Wageningen.
- [7] Hubbell, S. P. (1979) Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* **203**: 1299-1309.
- [8] Schupp, E. W. (1993) Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* **107/108**: 15-29.
- [9] Nathan, R., and Muller-Landau, H. C. (2000) Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in ecology and evolution* **15**: 278-285.
- [10] Chapman, C. A. and Onderdon, D. A. (1998) Forests without primates: primate/plant codependency. *American Journal of Primatology* **45**: 127-141.
- [11] McConkey, K. R., and Chivers, D. J. (2007) Influence of gibbon ranking patterns on seed dispersal distance and deposition site in a Bornean forest. *Journal of Tropical Ecology* **23**: 269-275.
- [12] Bravo, S. P., and Zunino, C. E. (2000) Germination of seeds from three species dispersed by black howler monkeys (*Alouatta caraya*). *Foila Primatologica* **71**: 342-345.
- [13] Russo, S. E., and Augspurger, C. K. (2004) Aggregated seed dispersal by spider monkeys limits recruitment to clumped patterns in *Virola calophylla*. *Ecology Letters* **7**: 1058-1067.
- [14] Lambert, J. E. (2002) Digestive retention time in forest guenons (*Cercopithecus* spp.) with reference to chimpanzees (*Pan troglodytes*). *International Journal of Primatology* **23**: 1169-1185.
- [15] Augspurger, C. K. (1983) Seed dispersal of tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. *Journal of Ecology* **71**: 759-771.

- [16] 蘇秀慧。1993。宜蘭仁澤地區台灣獼猴之食性研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
- [17] 林佩蓉。2000。福山試驗林食果動物對五種樟科樹木果實與種子的利用。國立東華大學自然資源管理研究所博士論文。
- [18] 陳主恩。1999。福山試驗林台灣獼猴對於植物種子傳播的影響。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
- [19] 黃靖倫。2005。台灣獼猴頰囊傳播對福山試驗林三種樟科植物種子分布模式與命運的影響。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- [20] 張可揚。1999。宜蘭福山試驗林臺灣獼猴之覓食策略。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
- [21] 楊子欣。2003。恆春地區台灣獼猴活動範圍使用之研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- [22] 游孟雪。1999。墾丁高位珊瑚礁森林的組成及結構分析。私立東海大學生物系碩士論文。
- [23] Lin, C.-Y., Lin, Y.-C., Lin, P.-J., Wang, H.-H., and Sun, I.-F. (2010) Development and evaluation of seed dispersal functions in the Kenting forest dynamics plot. *Taiwan Journal of Forestry Science* **25**: 53-62.
- [24] 范孟雯。2004。恆春熱帶植物園區台灣獼猴選果行爲之研究。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- [25] Stevenson, P. R. (2000) Seed dispersal by woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*) at Tinigua National Park, Colombia: dispersal distance, germination rates, and dispersal quality. *American Journal of Primatology* **50**: 275-289.
- [26] Andresen, E. (1999) Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain forest. *Biotropica* **31**: 145-158.
- [27] Dalling, J. W., and Hubbell, S. P. (2002) Seed size, growth rate and gap microsite conditions as determinants of recruitment success for pioneer species. *Journal of Ecology* **90**: 557-568.

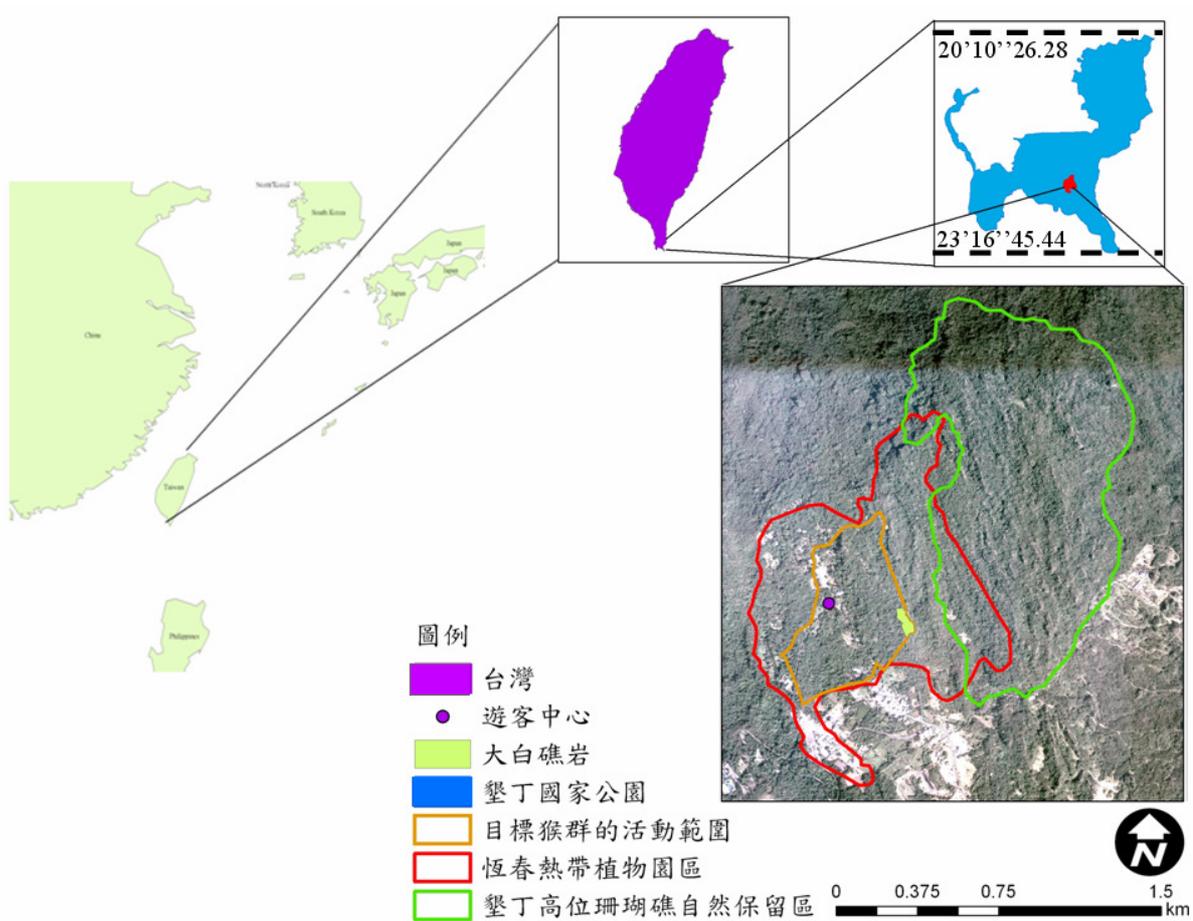


圖 1、恆春熱帶植物園區(資料來源：國立屏東科技大學森林系地理資訊系統及遙感探測研究室)

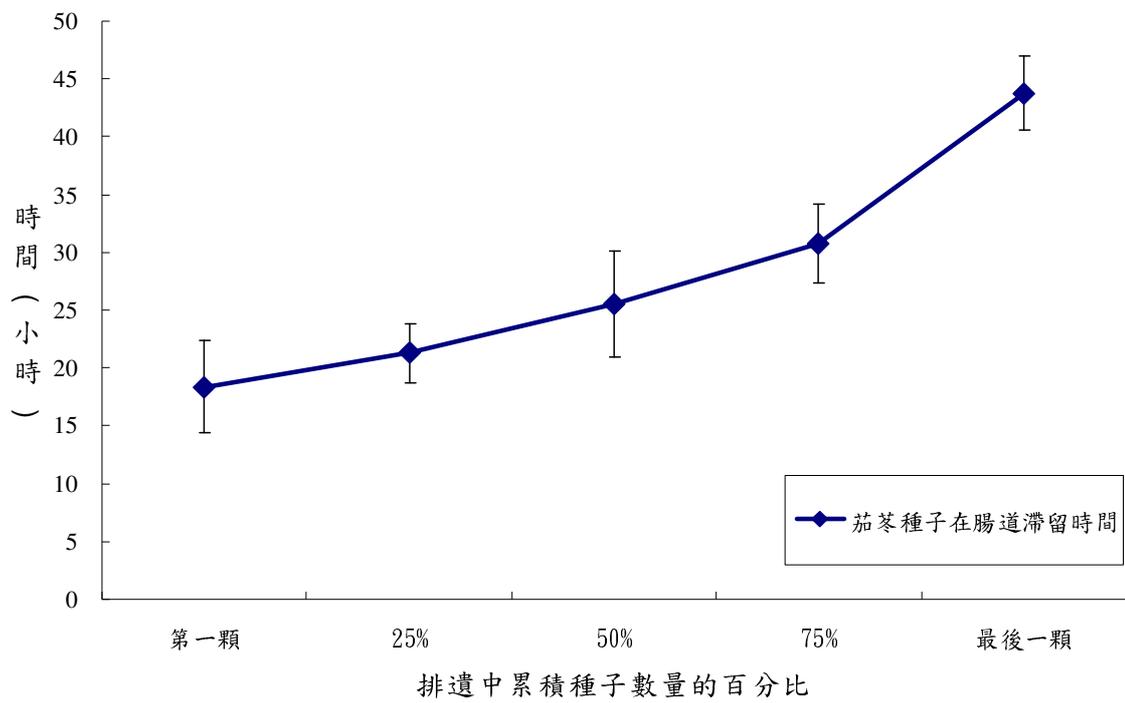


圖 2、茄苳种子經台灣獼猴攝食後在腸道的滯留時間

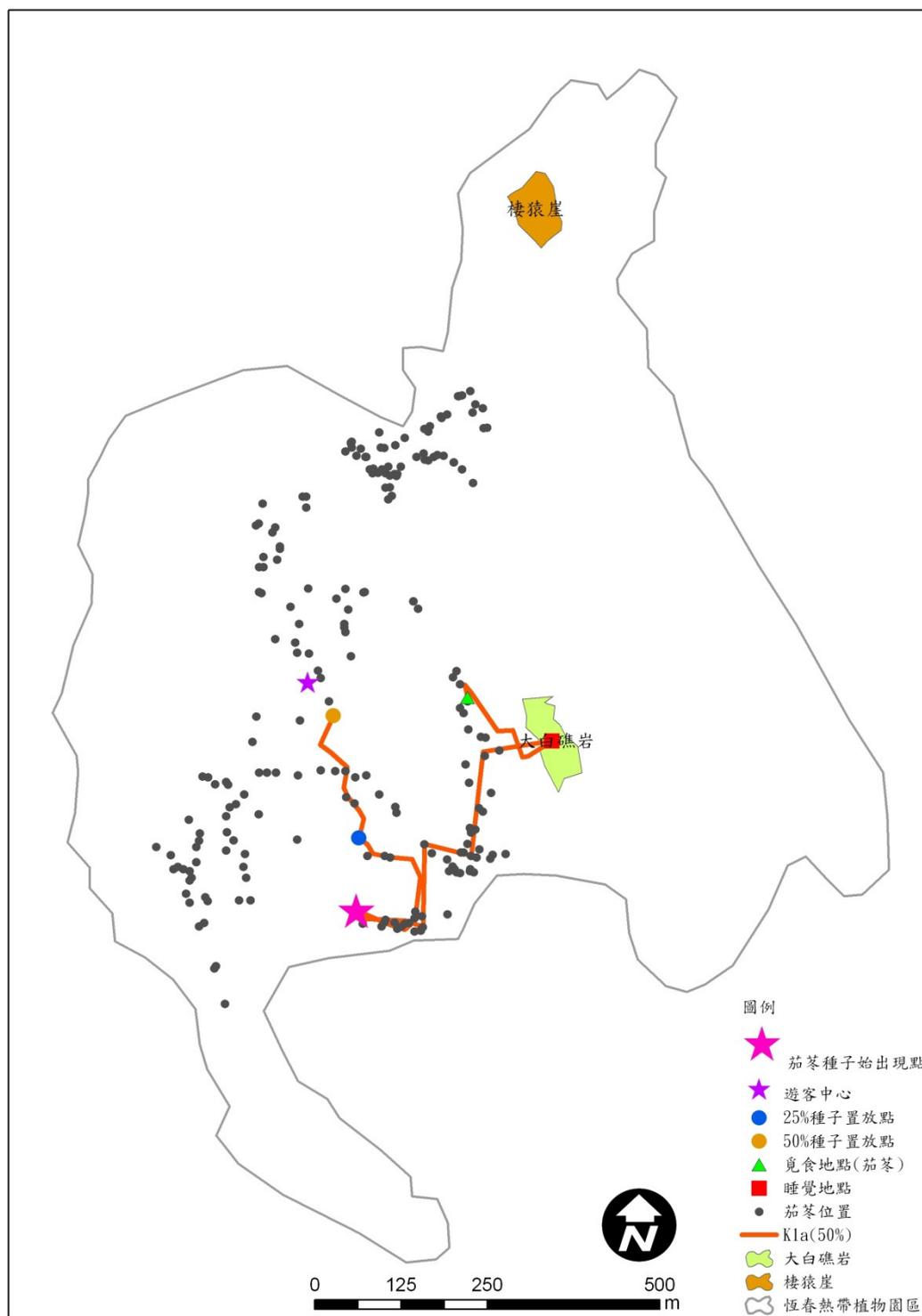


圖 3、K1a 的連續活動路線圖

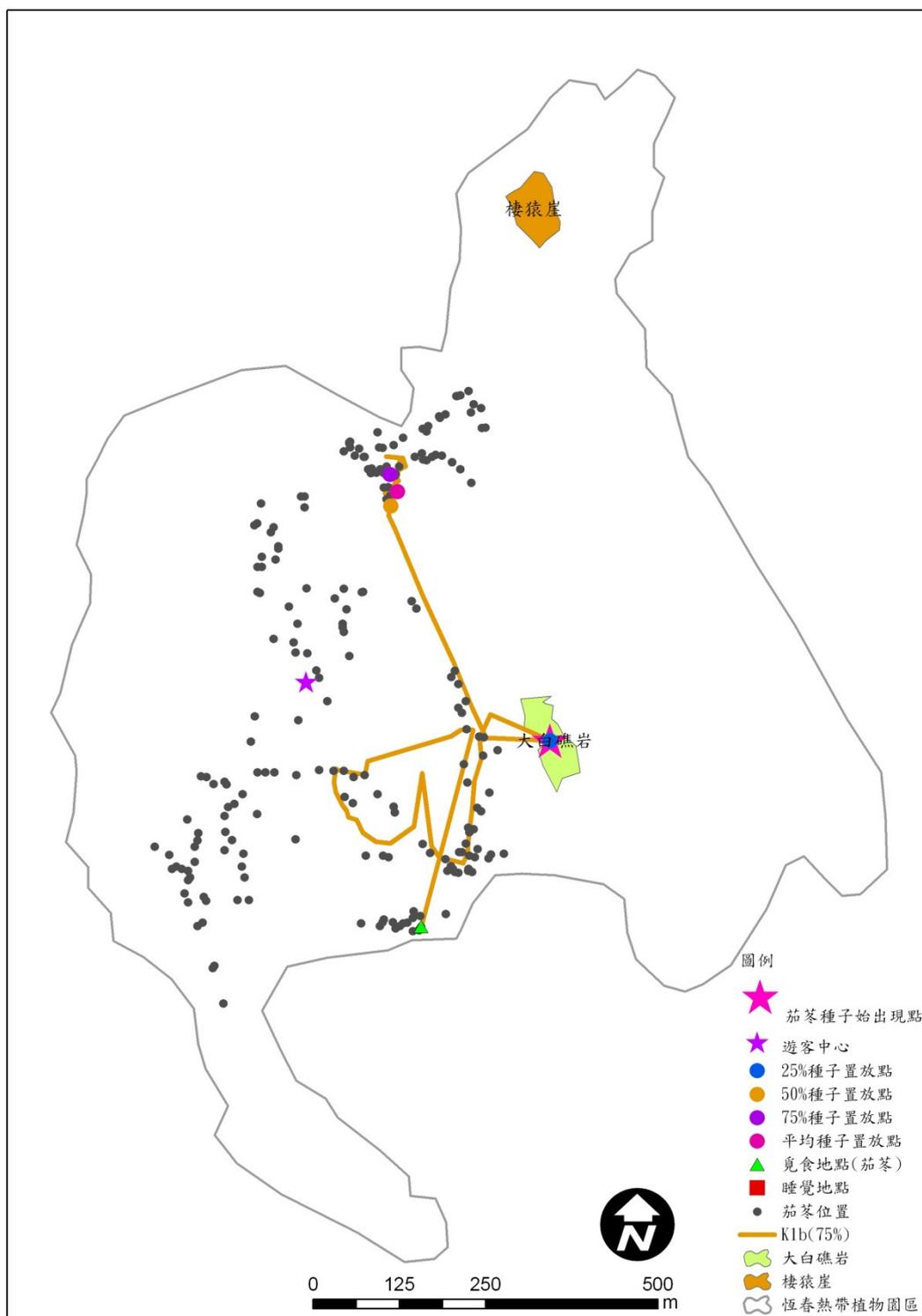


圖 4、K1b 的連續活動路線圖

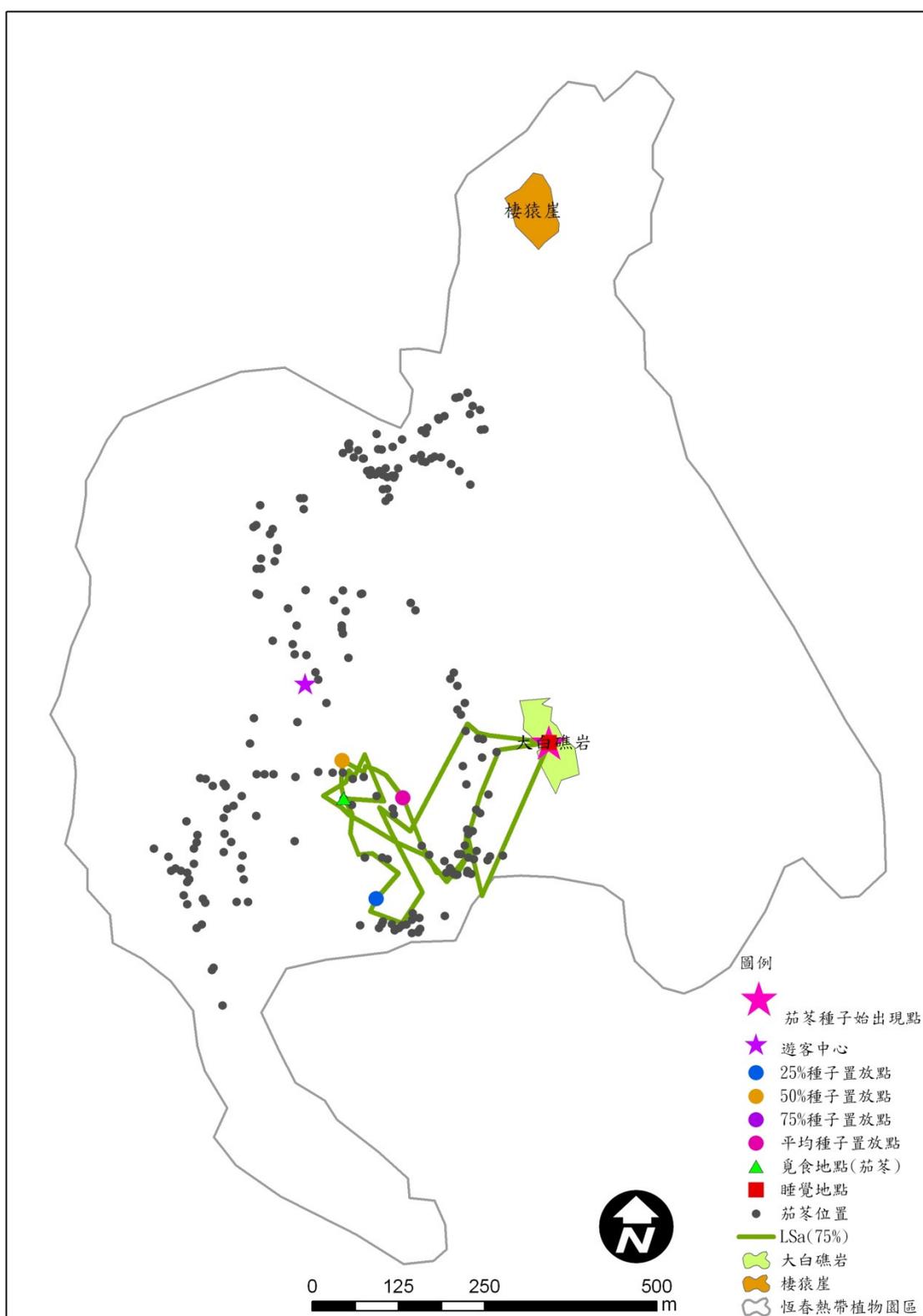


圖 5、LSa 的連續活動路線圖

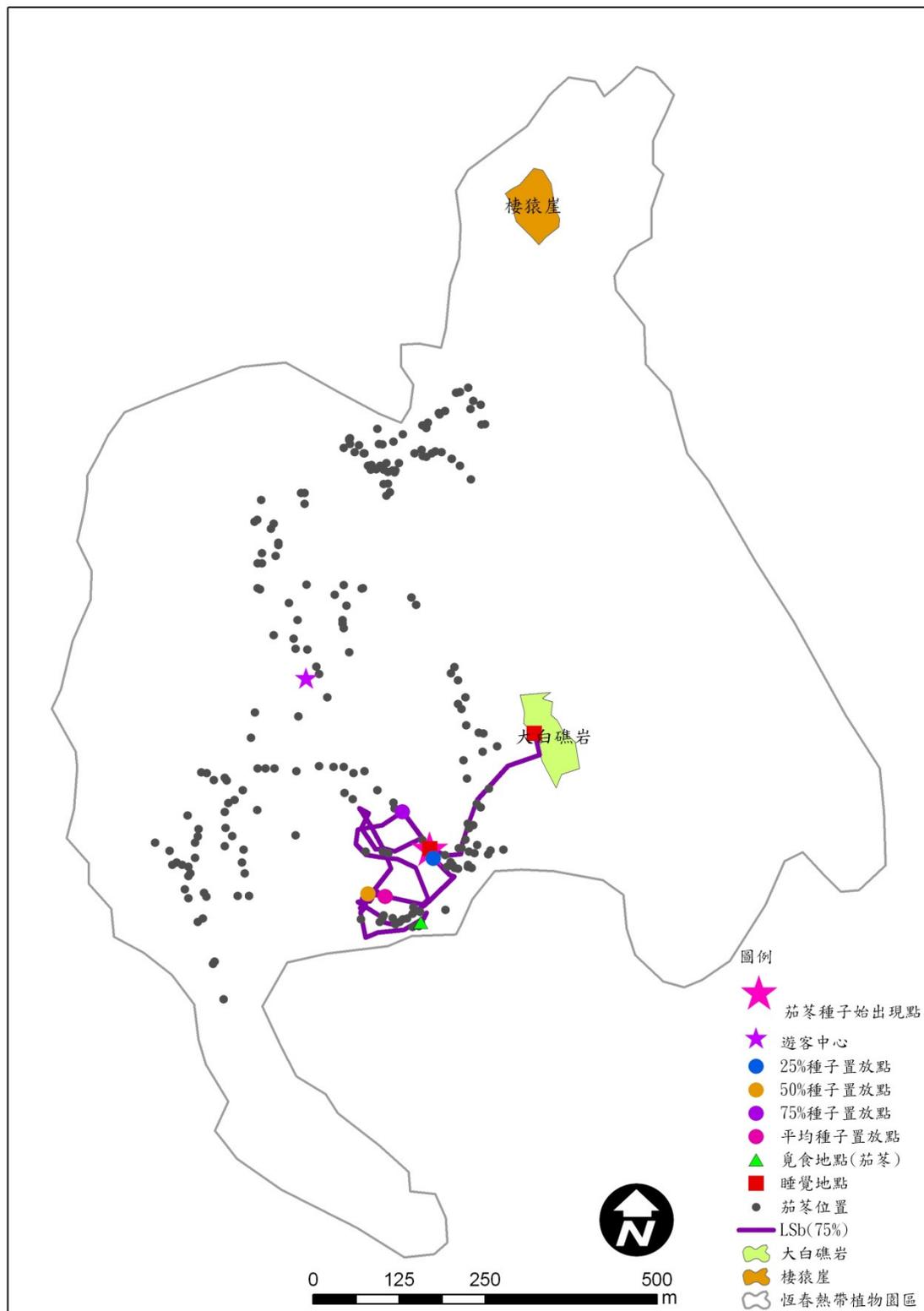


圖 6、LSb 的連續活動路線圖

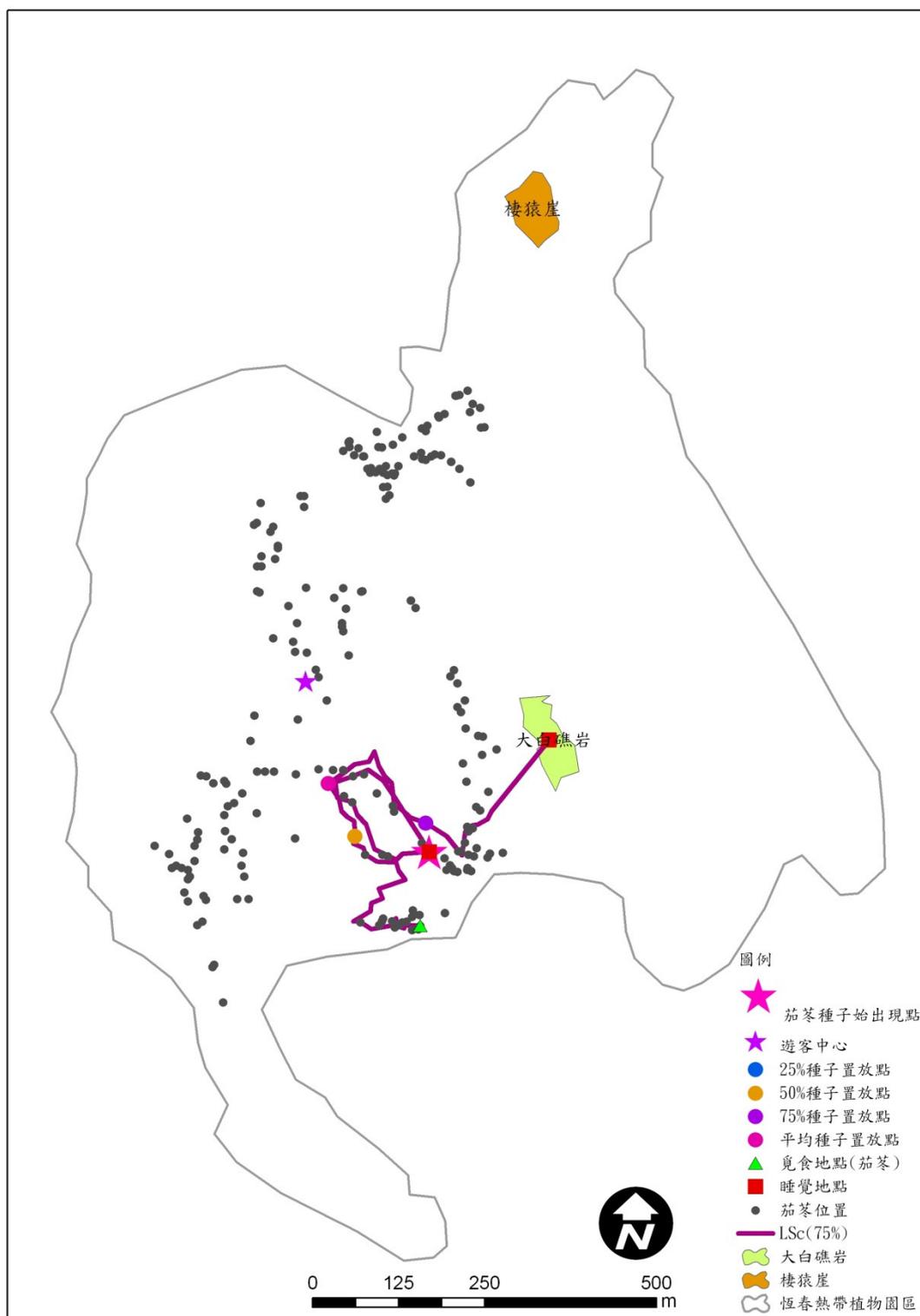


圖7· LSc 連續活動路線圖

表 1、茄苳種子在台灣獼猴腸道的滯留時間與所推估出的被傳播的距離

種子累加數量	滯留時間 (小時)	傳播距離(m) (mean ± SD)
25%	21.3	189.4±101.5
50%	25.5	223.8±226.7
75%	30.7	321.5±238.4
加權平均	27.4	258.7±265.0

表 2、台灣獼猴進行各種活動時所傳播的茄苳種子密度

猴群活動	種子密度(顆/m <sup>2</sup> )
移動	0.3 <sup>a</sup>
休息	0.5 <sup>a</sup>
睡覺	19.4 <sup>b</sup>

註：a、b 之間有顯著差異(Tukey's HSD test, P<0.01)