

# 102 年度 墾丁國家公園香蕉灣海岸林 UAV 空拍圖林相自動辨識

## 報告書



委託單位:墾丁國家公園管理處

受託單位:寧斐御業有限公司

中華民國 102 年 12 月 25 日

# 目錄

## 一、緣起與目的

## 二、調查設備及方法

### 1、調查範圍

### 2、地面調查

#### 2.1 設備介紹

#### 2.2 地面調查資料表

### 3、UAV 空拍

#### 3.1 航線規劃

#### 3.2 空拍參數

## 三、調查結果

### 1、地面調查部分

#### 1.1 全區樹木基本資料調查表

#### 1.2 全區 3D 植物 MODEL 建置與放樣

### 2、空拍辨識部分

#### 2.1 空拍圖

#### 2.2 全區辨識結果

##### 2.2.1 空拍辨識過程

##### 2.2.2 全區樹種分佈狀態

## 四、結論

## 一、緣起與目的

香蕉灣海岸林是台灣唯一一塊面積超過 10 公頃的熱帶海岸林，有其保護的價值，而因香蕉灣為珊瑚礁地形，地形崎嶇破碎，人工調查有其困難處，所以利用 UAV 無人載具拍攝西側香蕉灣海岸林，藉由空拍圖來辨識監測香蕉灣的林相，觀察香蕉灣海岸林樹種的林相分佈，以達到國家公園保育保護經營管理的目的。

本案搭配人工地面調查，從船帆石至海防全長 1047.39 公尺，調查樹徑十公分以上的樹木，以佐證空拍辨識的準確率。

## 二、調查設備及方法

### 1. 調查範圍

香蕉灣生態保護區，船帆石至海防全長 1047.39 公尺，總面積 4.0227 公頃（如圖 1-1）。



圖 1-1 香蕉灣海岸林調查範圍

## 2.地面調查

### 2.1 設備介紹

#### a.紅外線測量儀

利用紅外線測量儀，測量樹木基本數據：樹高、枝下高、冠幅。



#### b. Canon 5D Mark 3

選擇標靶樹種拍攝樹木全景、樹皮材質、各樹叢角度。



公司

## 2.2 地面調查資料表

對樹徑十公分以上的樹木進行調查，並測量其基本資料，包含樹高、枝下高、樹徑圓周、冠幅，且每顆樹都有其 GPS 定位(如圖 1-2)。

香蕉灣林相全區GOOGLE定位表													
編號	樹種	樹高公尺	枝下高(公尺)	樹徑圓周30cm	樹徑圓周130cm	樹徑圓周200cm	樹徑直徑公尺	冠幅公尺	鄰近樹木編號	鄰近樹木距離	GPS (緯度)	GPS (經度)	GOOGLEMAP連結
B20	黃槿	4.8	0.4/1.7/2.1	0.6	0.3	0.27	0.10	5.2	B19/B18B22/E21	6.41/4.09/5.68/4.9	21.931375	120.825137	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.931375,120.825137">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.931375,120.825137</a>
C20	血桐	5.6	1.1/1.8/2.2	0.6	0.65	0.6	0.21	6.9	C21/C22C23/C24	2.74/1.05/1.39/3.9	21.931086	120.825555	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.931086,120.825555">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.931086,120.825555</a>
D20	臭楝子	6.8	2/3.5/4.1	1.61	0.75	0.65	0.24	4.8	D21/D28D13/D23	1.68/8.24/105.76	21.930744	120.825838	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.930744,120.825838">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.930744,120.825838</a>
E20	蒜仔	8.7	2.3/2.8/3.6	0.63	0.58	0.6	0.18	5.7	E22/E21/E18E13	3.24/7.57/3.64/4.09	21.930463	120.825982	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.930463,120.825982">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.930463,120.825982</a>
F20	血桐	6.4	0.8/1.4/1.7	1.04	0.83	0.5	0.26	6	F32/F21/F1/F22	5.27/2.98/7.87/1.43	21.930144	120.826409	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.930144,120.826409">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.930144,120.826409</a>
G20	血桐	5.8	2.6/4.1/4.6	0.49	0.46	0.42	0.15	4.1	G21/G19/G9/G11	1.75/4.79/9.83/4.55	21.929820	120.826661	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.929820,120.826661">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.929820,120.826661</a>
H20	黃槿	7	0.4/2.5/2.8	1.7	0.57	0.52	0.18	6.8	H18/H7/H22/H19	3.29/2.89/2.46/5.02	21.929376	120.827128	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.929376,120.827128">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.929376,120.827128</a>
I20	血桐	6.8	4.4/5/5.6	0.64	0.51	0.54	0.16	5.1	I19/I21/I7/I22	2.76/3.27/6.57/1.02	21.929181	120.827527	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.929181,120.827527">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.929181,120.827527</a>
J20	無刺楸	5.25	無分枝		0.58	0.51	0.18		J1/I19/I21/I22	4.9/5.7/6.4/1.5	21.928945	120.827994	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928945,120.827994">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928945,120.827994</a>
K20	欖菜榕	10.89	2.89/7.02	0.75	0.64	0.57	0.2	7.13	K18/K19/K21/K36/6.519/6.65/7/8.506/2.3		21.928739	120.828194	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928739,120.828194">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928739,120.828194</a>
L20	水黃皮	5.6	3.3/3.6/5.7	1.4	3.15	4.28	1.00	7.6	L18/L19/L21/L22	3.6/5.2/7.4/6.8	21.928298	120.828307	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928298,120.828307">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928298,120.828307</a>
M20	血桐	9.8	6.8/7.5/8.2	0.56	0.38	0.37	0.12	5.5	M17/M18/M19/M22	4/4.8/3/7.0/6	21.928067	120.828722	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928067,120.828722">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.928067,120.828722</a>
N20	咬人狗	8.6	0.4/0.6/1.5	0.83	0.67	0.98	0.21	5.9	N17/N19/N21/N22	3.4/2.2/3/4.8	21.927816	120.829114	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.927816,120.829114">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.927816,120.829114</a>
O20	無刺楸	2.8	1/0.7/0.77	1	0.75	0.77	0.24	無刺楸	O16/O17/O22/O23	4.03/1.07/6.71/1.72	21.927515	120.829423	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.927515,120.829423">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.927515,120.829423</a>
P20	血桐	7.7	3.8/3.9/5.7	0.46	0.38	0.3	0.12	3.7	P21/P19/P25/P49	0.2/2.23/3.46/4.56	21.927124	120.829805	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.927124,120.829805">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.927124,120.829805</a>
Q20	蒜仔	5.3	0.4/0.8/1.3	1.25	0.37	0.29	0.12	1.5	Q17/Q18/Q19/Q21	6.98/3.3/1.85/7.46	21.926768	120.830094	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.926768,120.830094">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.926768,120.830094</a>
R20	棋盤腳	9.4	1.6/4.7/5	4.15	2.05	1.67	0.65	12.9	R16/R17/R18/R19	6.3/7.7/4.1/2.2	21.926474	120.830465	<a href="http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.926474,120.830465">http://maps.google.com/maps?l=q&amp;q=21.926474,120.830465</a>

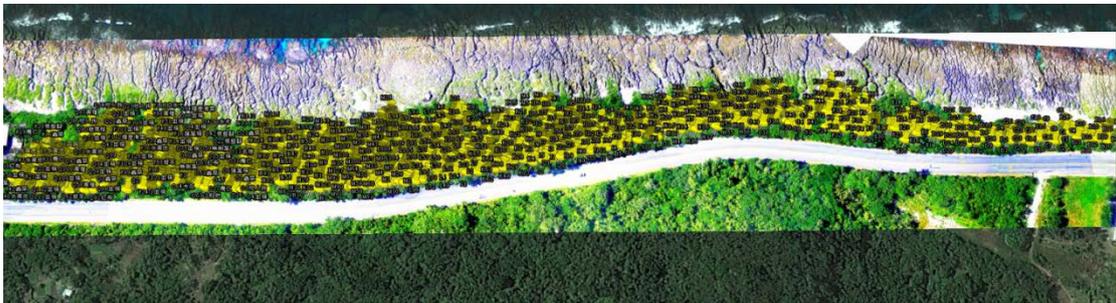




圖 1-3 GOOGLE EARTH GPS 定位圖

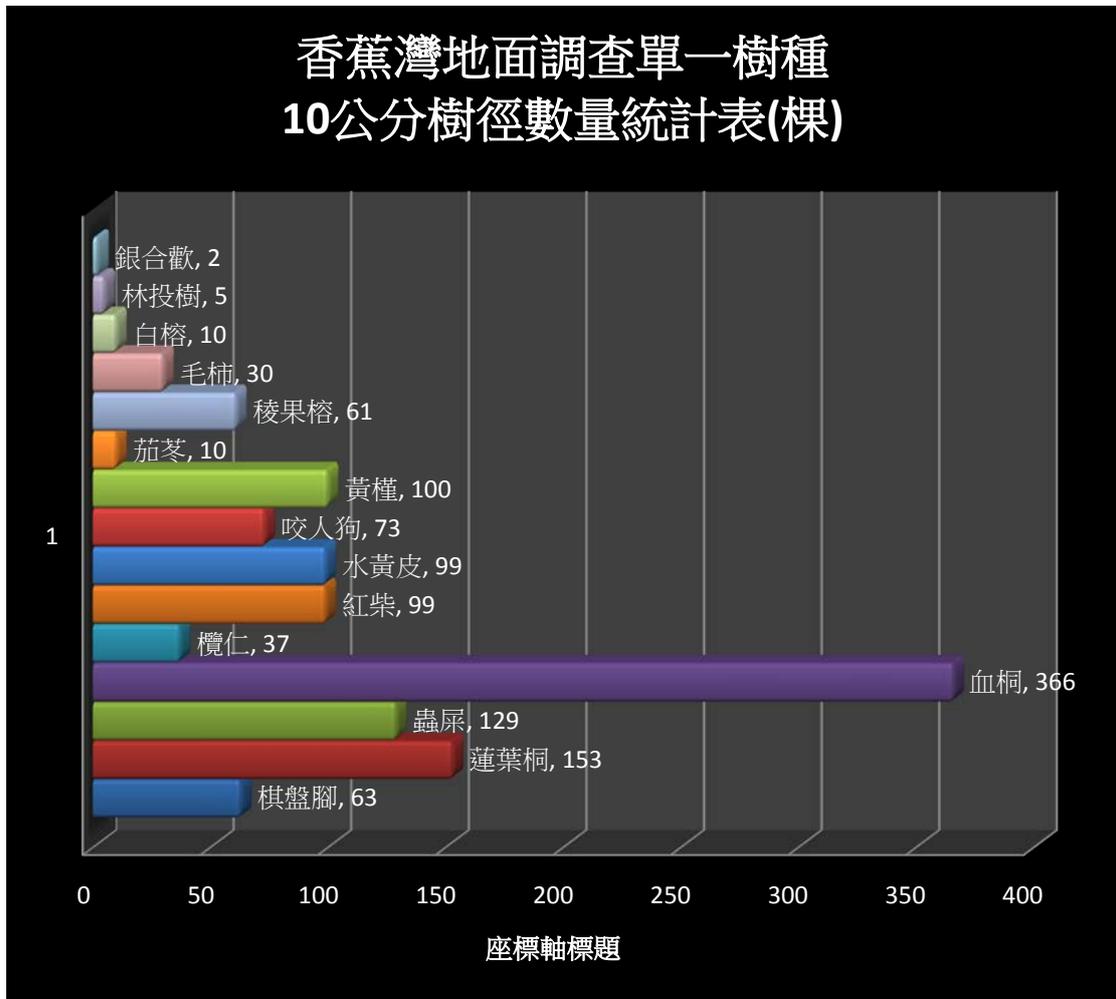


圖 1-4 10 公分樹徑數量統計表

### 3、UAV 空拍

#### 3.1 空拍航線規劃



圖 1-5 空拍航線圖

#### 3.2 空拍參數

拍攝面積	約48公頃	
鏡頭焦距	90公釐	採用高素質90mm手動定焦鏡頭，避免UAS震動造成自動對焦位移。
像元解析度	6.4 $\mu$ m	
飛行航程	約42公里	
飛航高度	400公尺	距地相對高度
航線間距	40公尺	確保側向重疊率>40%
側向重疊	> 40%	
前後重疊	>85%	提高前後重疊，降低後續立製時遮蔽情形及提高正射品質
航空攝影	以GNSS/IMU輔助	將提高空三及測圖等精度
地面解析度	預估2.9~3.3公分	
相片數量	約拍攝3500張	

圖 1-6 空拍參數

### 三、調查結果

#### 1、地面調查部分

##### 1.1 全區樹木基本資料調查表

提供香蕉灣西側全區樹木基本資料表，共 1408 顆樹木，調查每顆樹基本資料，每顆量測的標靶植物，均有該單科植物以下表格之記錄與實際照片及 3D 模型圖片。

- ◎ 樹木編號
- ◎ 樹種、樹種代號
- ◎ 樹高(cm)
- ◎ 枝下高
- ◎ 30cm 高度胸徑
- ◎ 130cm 高度胸徑
- ◎ 230cm 高度胸徑
- ◎ 鄰近樹種與編號
- ◎ GPS 座標位置(緯度)
- ◎ GPS 座標位置(經度)

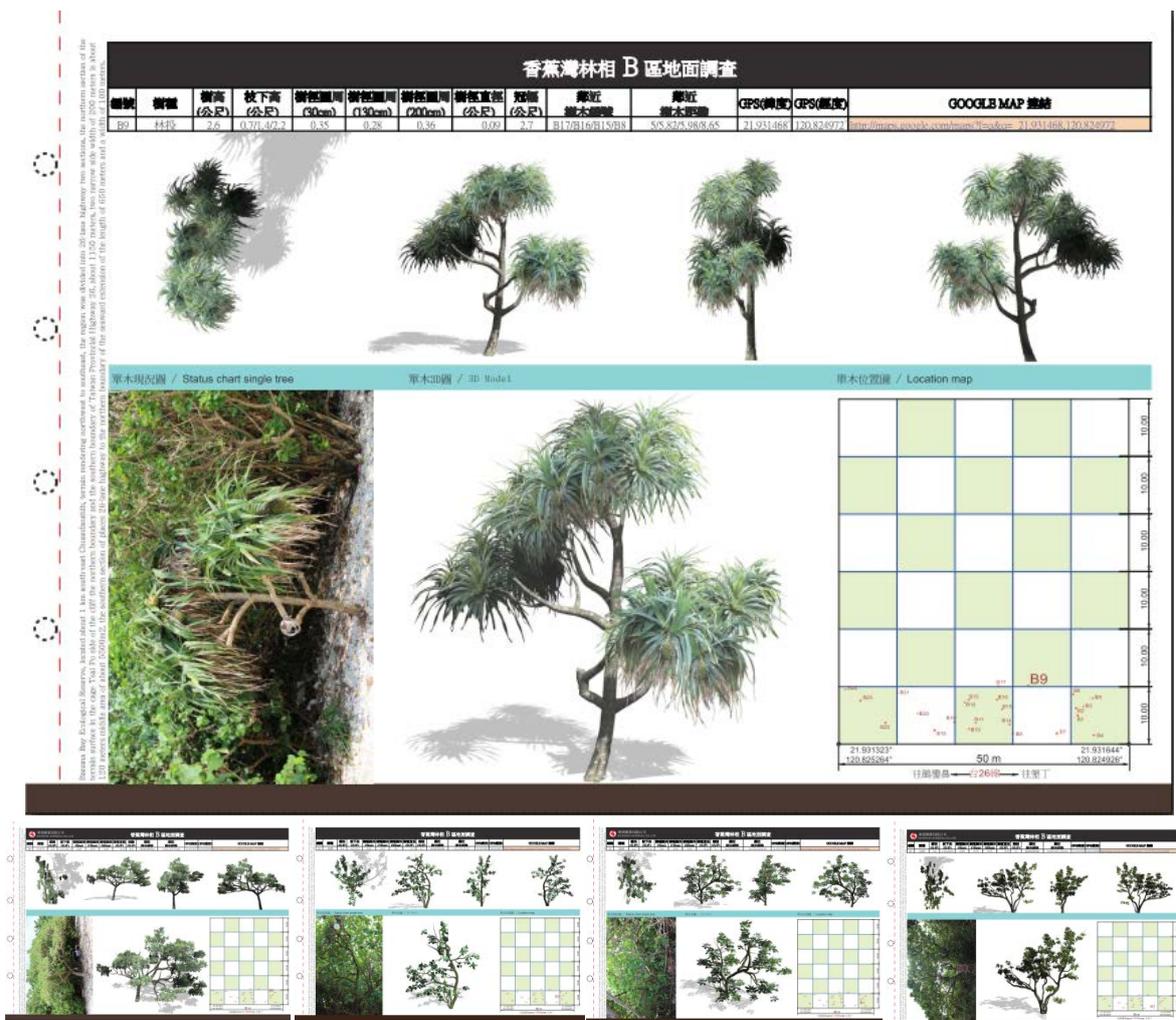


圖 1-7 樹木基本資料調查表

## 1.2 全區 3D 植物 MODEL 建置與放樣

將每顆建置好的植物 3D MODEL，依照實際的高度大小及 GPS 位置放樣，依顏色區分不同的樹種，全區共 1408 顆植物。

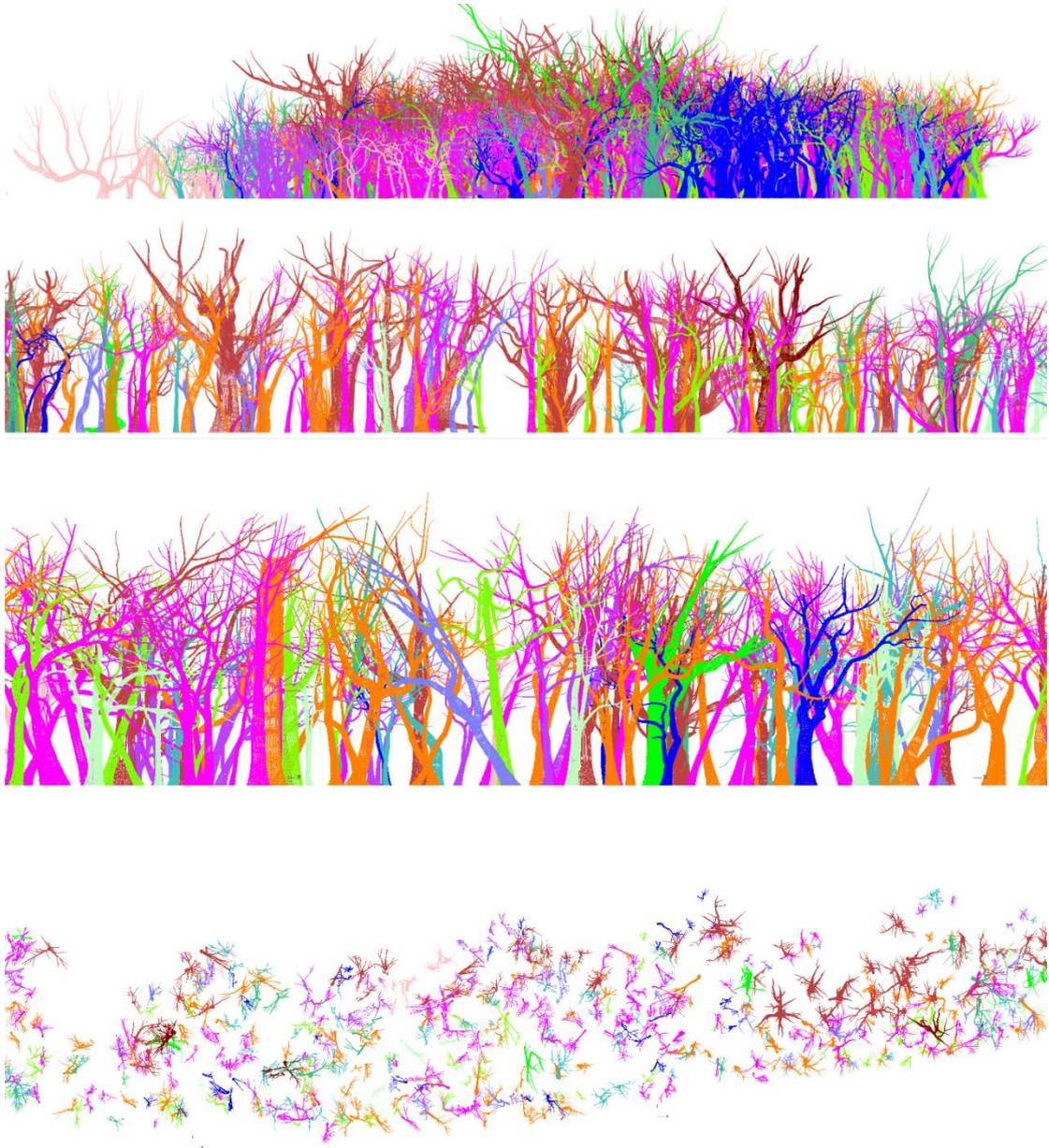


圖 1-8 樹木位置放樣





圖 1-9 3D 樹木建模

## 2、空拍辨識部分

### 2.1 空拍圖



圖 1-10 GSD 3cm \*3cm

### 2.2 全區辨識結果

#### 2.2.1 空拍辨識過程

未處理過的空拍圖中，因是多張照片合成，不同的曝光及雜訊這不利於辨識，需先行經由電腦軟體，調整出亮部及暗部細節皆正常的 HDR 影像(High Dymanic Range)。



圖 1-11 空拍原始圖



圖 1-12 HDR 影像

再將處理完的空拍圖經由辨識軟體，進行 RGB 三色分離，每個色光的加成，掃描出在不同色光時的邊界紋理，並立即進行臨界值的轉換，產生出不同的邊界，一層一層的過濾出不同的樹種。

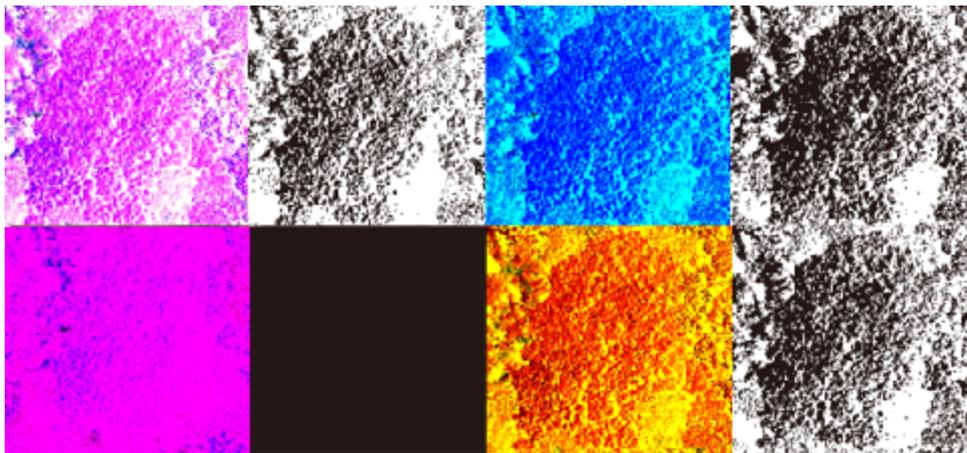


圖 1-13 RGB 分離+臨界值轉換

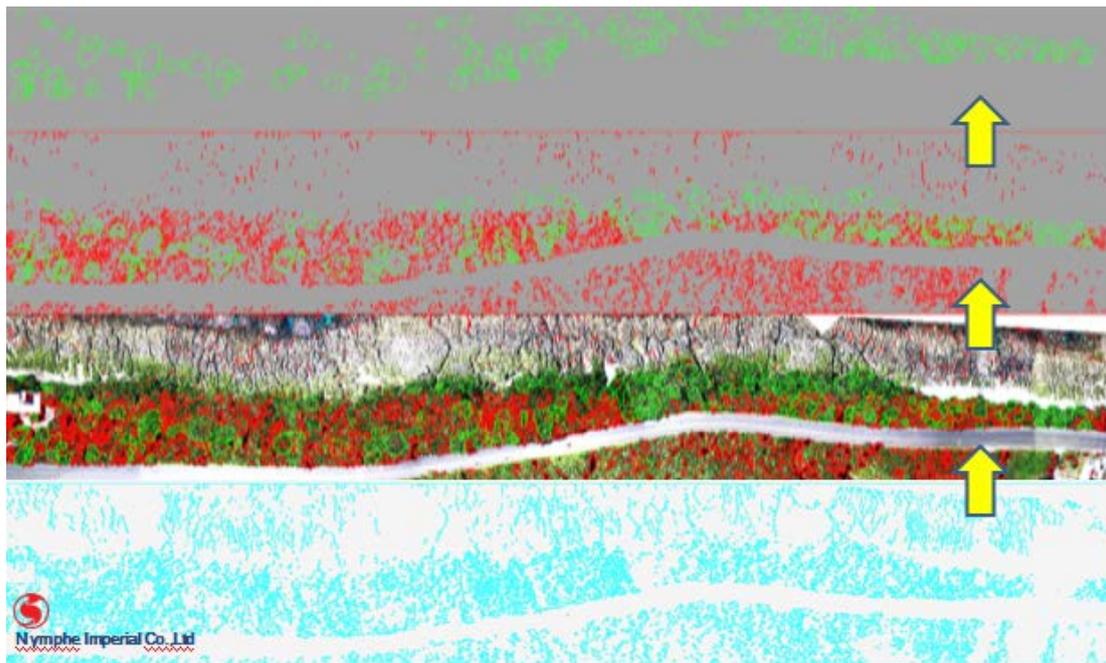


圖 1-14 空拍辨識過程圖

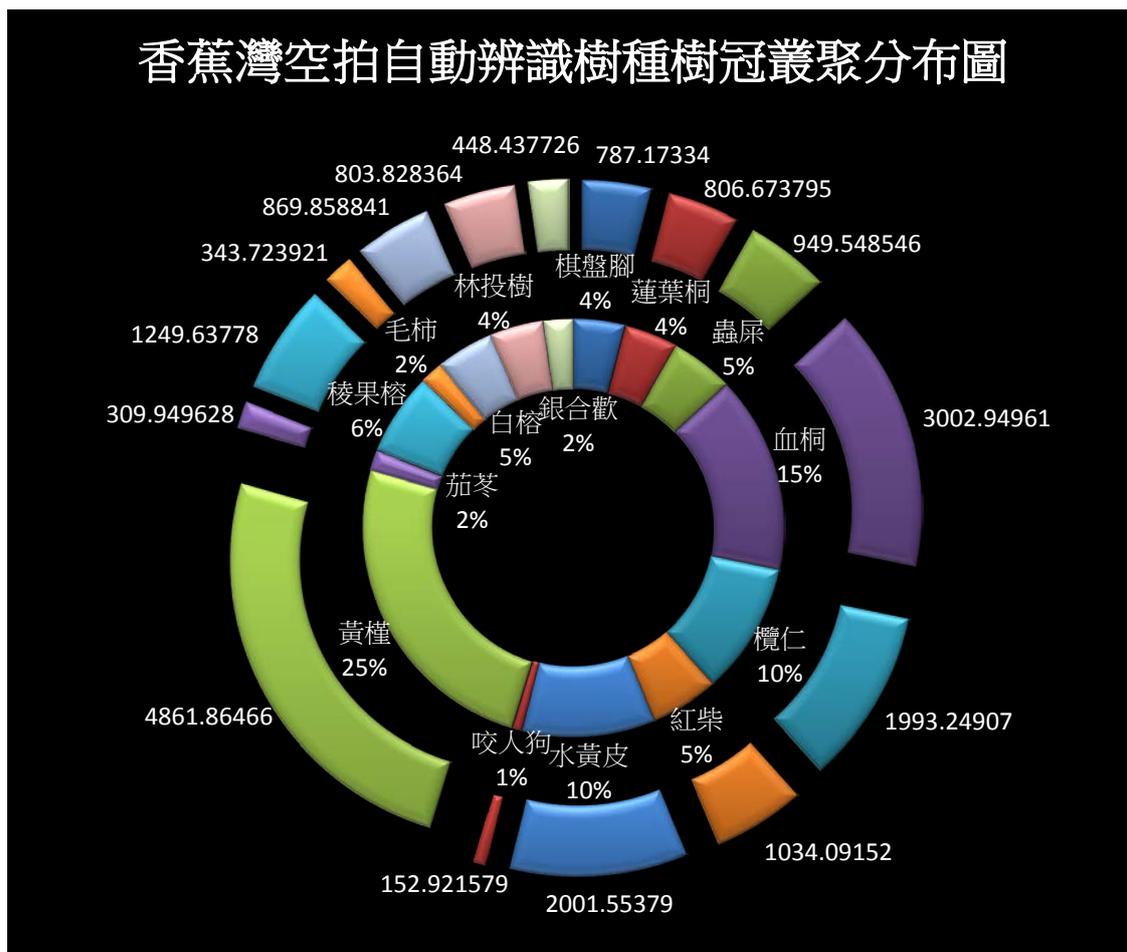


圖 1-15 樹種樹冠叢聚分佈圖

## 2.2.2 全區樹種分佈狀態

經由辨識結果後發現，數量最多的為樹種血桐（*Macaranga tanarius*）、蟲屎（*Melanolepis multiglandulosa*），樹冠分部面積最廣大的為黃槿（*Hibiscus tiliaceus*），此區域外來種銀合歡並不多，主要零星分佈在公路旁。

越靠近船帆石的區域，原生樹種非常稀少，主要被黃槿、林投、血桐所佔據，原生樹大多分佈於靠近海防端的那幾個區域。



圖 1-16 全區 15 種樹種辨識結果

香蕉灣各種植物樹冠暨樹幹分布圖

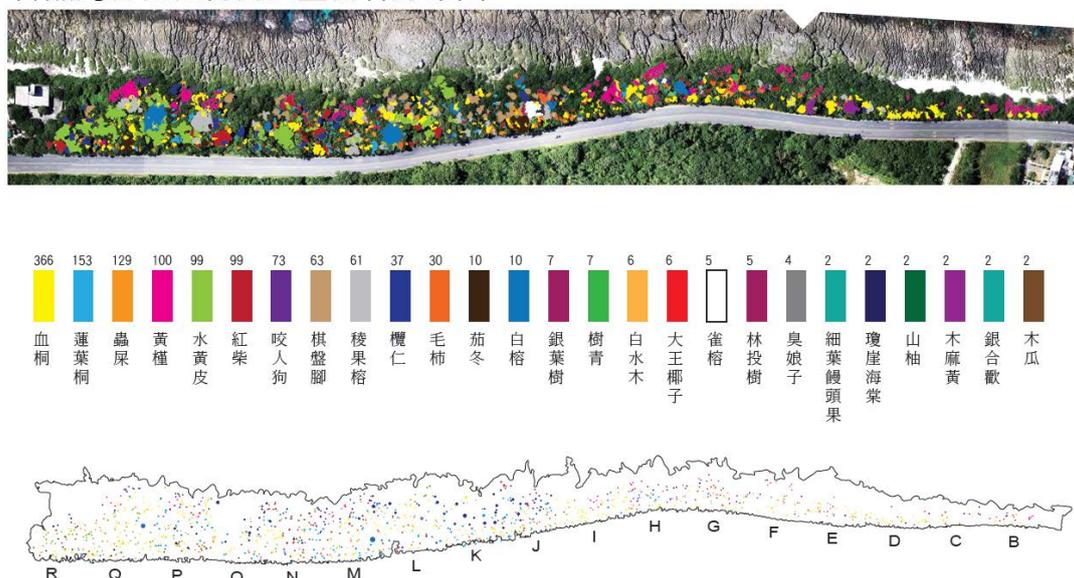


圖 1-17 全區 15 全區植物樹冠計樹幹分佈圖

**棋盤腳群聚樹叢空拍自動辨識 (全部樹冠面積 787.17334 平方公尺 - 香蕉灣全區面積為38462.986平方公尺)**

樹叢編號	樹冠面積	樹冠長度	樹種比例	全區比例	樹叢編號	樹冠面積	樹冠長度	樹種比例	全區比例	樹叢編號	樹冠面積	樹冠長度	樹種比例	全區比例
1	37.87	58.033	5%	0.0009846	21	29.71958	37.533	4%	0.000773	41	6.929276	11.385	1%	0.00018
2	40.33325	39.737	5%	0.0010486	22	17.70319	24.839	2%	0.00046	42	54.67444	41.944	7%	0.001421
3	94.424326	62.166	12%	0.0024549	23	110.2935	104.777	14%	0.002868	43	17.91919	20.058	2%	0.000466
4	5.2334512	15.039	1%	0.0001361	24	31.07327	29.753	4%	0.000808	44	11.28832	21.451	1%	0.000293
5	20.200041	30.774	3%	0.0005252	25	21.59735	26.797	3%	0.000562	45	10.8346	15.539	1%	0.000282
6	1.888226	6.277	0%	4.909E-05	26	6.579279	15.838	1%	0.000171	46	47.99216	50.478	6%	0.001248
7	30.930499	44.692	4%	0.0008042	27	6.250639	12.559	1%	0.000163	47	4.053371	13.228	1%	0.000105
8	24.532041	29.494	3%	0.0006378	28	30.5689	38.947	4%	0.000795	48	8.88117	19.546	1%	0.000231
9	8.8165254	19.657	1%	0.0002292	29	43.77553	59.626	6%	0.001138	49	16.71461	31.155	2%	0.000435
10	21.275929	24.63	3%	0.0005532	30	1.640353	5.406	0%	4.26E-05					
11	9.3192383	21.225	1%	0.0002423	31	18.74534	20.41	2%	0.000487					
12	6.1483794	11.477	1%	0.0001599	32	59.31112	66.791	8%	0.001542					
13	4.5179012	9.403	1%	0.0001175	33	14.2663	24.555	2%	0.000371					
14	2.9134878	7.154	0%	7.575E-05	34	29.02133	33.396	4%	0.000755					
15	3.4453395	7.775	0%	8.958E-05	35	6.311875	19.774	1%	0.000164					
16	66.010024	50.429	8%	0.0017162	36	6.159005	11.418	1%	0.00016					
17	4.9077725	12.467	1%	0.0001276	37	42.7063	58.96	5%	0.00111					
18	21.545871	28.443	3%	0.0005602	38	12.12729	20.671	2%	0.000315					
19	24.397589	34.95	3%	0.0006343	39	29.12945	39.327	4%	0.000757					
20	29.182639	31.523	4%	0.0007587	40	51.63318	75.941	7%	0.001342					

**圖 1-18 棋盤腳群聚樹叢自動辨識 EXCEL 數據**

編號	樹種	樹高 (公尺)	枝下高 (公尺)	樹徑圍周 (30cm)	樹徑圍周 (130cm)	樹徑圍周 (200cm)	樹徑直徑 (公尺)	冠幅 (公尺)	鄰近樹木編號	鄰近樹木距離	樹幹體積	樹幹表面積
B1	黃槿	6.4	2.1/3/3.8	0.6	0.56	0.56	0.18	7.1	B2/B4/B3/B7	1/4.22/1.62/4.56	0.29497828	11.1947451
B2	黃槿	9.4	1/2.3/3.2	0.61	0.52	0.5	0.17	4.1	B1/B3/B5/B6	1/1.13/3.2/2.23	0.36955767	19.8236877
B3	黃槿	3.7	0.3/0.5/1.3	0.55	0.33	0.34	0.11	5.9	B5/B6/B4/B2	1.97/2.58/5.17/1.13	0.09648021	5.00701703
B4	血桐	4.7	1/2.2/2.7	擋住	0.42	0.55	0.13	3.6	B7/B1/B5/B3	6.16/4.25/6.23/5.17	0.03647531	3.73872541
B5	黃槿	4.6	0.5/1/1.3	0.5	0.45	0.42	0.14	4.8	B6/B4/B7/B2	3.26/6.23/8.56/3.14	0.10697027	6.67728532
B6	白水木	3.4	1.1/1.3/1.4	0.65	0.53	0.39	0.17	4.8	B5/B7/B9/B1	3.32/7.2/7.7/3.62	0.06291305	5.422486
B7	血桐	5.6	1.6/2.6/2.9	0.85	0.78	0.55	0.25	5.2	B8/B9/B6/B1	7.45/9.54/7.23/4.64	0.09912151	12.3716912
B8	血桐	4.5	1.6/2.1/2.4	0.56	0.46	0.34	0.15	5.8	B7/B14/B10/B9	7.38/1.65/7.4/8.73	0.04005744	3.88480689
B9	林投	2.6	0.7/1.4/2.2	0.35	0.28	0.36	0.09	2.7	B17/B16/B15/B8	5/5.82/5.98/8.65	0.0145445	1.41304569
B10	血桐	3.5	1/1.3/1.5	0.52	0.38	0.36	0.12	8.7	B8/B11/B18/B12	7.38/1.32/5.82/4.56	0.00644438	1.57000512
B11	血桐	5	1/1.3/2.2	0.46	0.4	0.4	0.13	4.8	B10/B19/B12/B8	1.39/2.68/4.54/7.46	0.07804488	4.90045823
B12	咬人狗	5.7	2.8/3.1/3.7	0.42	0.37	0.37	0.12	2.2	B13/B11/B19/B10	0.72/3.94/3.75/4.58	0.01732827	3.55559376
B13	咬人狗	5.6	2/2.2/3.3	0.52	0.44	0.48	0.14	4.2	B17/B16/B12/B20	4.93/4.73/0.79/9.0	0.12530416	9.46759558
B14	黃槿	4.5	0.8/1.2/1.4	0.55	0.5	0.38	0.16	4.7	B8/B15/B11/B16	1.54/2.82/5.7/ 4.63	0.19811216	11.0905362
B15	黃槿	5.5	1.3/3.7	0.66	0.33	0.3	0.11	4.9	B16/B9/B12/B14	1.75/5.98/6.49/2.80	0.15318834	10.8529897

**圖 1-19 3D 植物數據**

## 四、結論

這次香蕉灣調查的經驗，給予我們許多寶貴的經驗，經由地面調查，感受到台灣生物的多樣性，裡頭有許多感動與驚奇，而空拍辨識的技術對於環境的監測確實有其功用在，節省了許多人力與成本，相信這項技術能夠複製到香蕉灣另一端高位珊瑚礁區域，進行空拍辨識的偵測，及涵蓋面積廣達 5800 多公頃的南仁山生態保護區等。而此技術在可見的未來，會更加成熟與廣泛的應用，並期望在未來能為台灣的各大國家公園的保護更盡一份心力。

以下為我們其後續的利用層面有何建議項目：

- A. 可複製香蕉灣海岸邊的植物相關數據，進行香蕉灣陸地那端的空拍自動辨識，但需建立更多種類的植物樣本數，進行比對，以利提高辨識。
- B. 所有任何物種的比對，不管植物、動物等生物，要進行辨識比對，最大的難處，不是電腦程式，最主要是樣本數，也是要建立多筆的樣本數，包含要教電腦去認識哪一種是哪種植物、生物等類別，進而區隔辨識出何種該類別有多少數量。
- C. 所以我方建議，墾管處相關單位進行該園區所有生物多樣性的資料庫建立，因為這不是學術單位甚至於只有特生中心的工作職掌，這攸關每種生物、植物位於不同環境不同區域多樣性的發展特性。
- D. 空拍部分，我方建議應該建立長期週期性的影像資料庫建立，若要避免未來人為破壞及人為誤差等，若建立一套園區內影像高畫素的空拍監測系統，是可搭配 GIS 地理資訊及整合生物植物多樣性調查的資料庫系統，我想對於墾管處會是個更趨於完善的生物監測系統。

