

# 色彩密碼

## 從自然本色辨識生物資源

文、圖／杜加維（通訊作者 | 國立苗栗高級農工職業學校森林科教師）

羅昌財（國立苗栗高級農工職業學校電機科教師）

劉惠宜（林務局東勢林區管理處技士）

黃淨微（臺北私立薇閣田園教學中心教師）

陳柏璋（森之形自然教育團隊共同創辦人）

陳柏蓉（特有生物研究保育中心植物組助理）

蔣佳佑（國立屏東科技大學森林系學生）

劉思妤（國立宜蘭大學森林暨自然資源學系學生）

邱義云（國立臺灣藝術大學電影學系學生）

每天睜開眼睛，映入眼簾的事物都是由各種顏色組合而成，自然「五光十色」，農業「多彩繽紛」。

《色彩的秘密語言》一書中提到西方的偉人如柏拉圖、牛頓、達文西、歌德、愛因斯坦等等，都曾被千變萬化的色彩所深深吸引，他們想要瞭解色彩的奧秘，更想創造出一套系統來解釋種種色彩的神奇運作。然而在科技發達且進步快速的 21 世紀，色彩有何嶄新的意義與價值？

利用物種的色彩多樣性分析於生物資源的辨識、監

測植栽健康狀況成為常態，然而對於生物資源的認知、探究、培育、管理、欣賞與應用，在理論與實務上皆遭遇諸多問題。要落實許多學習與實作，辨識與監測為第一線最基本的工作，例如近年常聽聞限制私自撿取處置貴重樹種的漂流木，但卻常常面臨物種辨識人力不足的問題；在生產、管理與市場上，例如植栽、物種、生態地景、農作物、林產物、木材甚至休閒農業與生態旅遊的景觀元素，也同樣面臨物種辨識人力不足的缺口，若想以機器取代，則會遇到部

分專門可用機器與科技過於昂貴或使用不便的問題。

植物在生長過程中、或是不同類別的情境下，都會呈現不同的色彩，在植物辨識與木材鑑別學門與實務上，色彩是分辨種類的重要特徵之一。藉由參加中華民國第 60 屆國立暨縣（市）公私立高級中等學校科學展覽會，以國立苗栗農工森林科師生為主組成 1 個小型科研團隊，以「自然本色—應用色彩分析於生物資源辨識與監測新探」為題，建置 1 個簡易之行動科技軟體，利用色彩分析的數據化，進

行各項生物資源的分類與辨識，榮獲分區（北二區）優等佳績，以此方向延伸探究為題，更獲得全國高級中等學校專業群科 110 年專題及創意製作競賽農業群第一名殊榮，受到專業人士肯定。探究研究團隊的初衷，將色彩的概念落實於森林專業，此階段作品呈現的概念與試驗或許還有進一步的探討空間，但期望以拋磚引玉提供對後續相關建設與應用發想。

## 建置流程 5 方面檢視

此次研究過程分為 5 個部分，分別為樹皮、木材、林分、種實、植病，經過討論，採用 Color analysis 來進行所有 RGB 資料的分析，再將 RGB 值的資料輸入到 excel 試算表，做成基模樣本，以方便之後的分析。

### 樹皮

設計 1 項輔助拍攝樹皮的器具，高 15 公分，長 12

公分，寬 7.7 公分的長型模板，於樹木高度（DBH，胸高直徑）1.3 公尺處進行東、西、南、北的方向來拍攝圖片，截取出適當的大小，經由 RGB 值資料判定。

### 木材

以 LED 放大鏡來觀測木材基本三切面：橫切面、徑切面、弦切面，主要使用弦切面作為辨識的對象，因為弦切面對於木工廠而言，最易取得且最具成本效益。木

表 1 樹皮拍攝的樹種

科名	樹種名	科名	樹種名
木蘭科	臺灣烏心石	棕櫚科	大王椰子
冬青科	鐵冬青	木棉科	美人樹
殼斗科	青剛櫟、槲櫟	蘇木科	阿勃勒
樟科	樟樹、倒卵葉楠、陰香	海桐科	臺灣海桐
桃金娘科	檸檬桉、肯氏蒲桃、串錢柳、大葉桉	藤黃科	福木
夾竹桃科	黑板樹	柿樹科	黃心柿
大戟科	茄苳、烏柏、石栗、白柏	無患子科	無患子
千屈菜科	九芎	蝶形花科	水黃皮、印度紫檀
玄參科	臺灣泡桐	紫草科	破布木
金縷梅科	楓香	番荔枝科	印度塔樹
桑科	印度橡膠樹、小葉榕、白肉榕、稜果榕	杉科	墨西哥落羽松
漆樹科	黃連木、臺東漆	楝科	小葉桃花心木
含羞草科	小實孔雀豆、相思樹		

材的木質線與髓心成垂直，會出現各物種弧形的美麗木

紋（套角狀），在市面上的家具也最為常見，因此在各

個樹種的弦切面取 4 個不同位置進行拍攝。

表 2 木材拍攝的樹種種類

科名	樹種名	科名	樹種名
柏科	紅檜	槭樹科	楓木
	臺灣肖楠	藤黃科	瓊崖海棠
	臺灣扁柏	榆科	樺木
松科	花旗松	樺木科	臺灣赤楊
	臺灣鐵杉	玄參科	臺灣泡桐
	美國南方松	南洋杉科	貝殼杉
杉科	香杉	薔薇科	櫻桃木
樟科	牛樟	龍腦香科	紅柳桉
	樟樹	馬鞭草科	柚木
	婆羅洲鐵木	漆樹科	黃連木
木蘭科	烏心石	蘇木科	太平洋鐵木
胡桃科	胡桃木		紫心木
殼斗科	赤皮	楝科	大葉桃花心木
	山毛櫸		苦楝

表 3 12 處國家森林步道之林分組成樹種表

森林步道	樹種
朝陽國家步道	白雞油、九節木、樹杞
鴻子山步道	木芙蓉、醉芙蓉、白雞油
公老坪步道	鐘萼木、金毛杜鵑、紅星杜鵑
黃金三稜步道	薯豆、臺灣杉、白花八角、阿里山灰木、杏葉石櫟、華八仙
鳶嘴稍來步道	杜虹花、林投
雙溪—逸仙登山步道	相思樹、馬尾松、千年桐
劍龍鋸齒茶壺山步道	櫟木、楓香、山黃麻、樟樹、柳杉
火災山南鞍古道	臺灣一葉蘭、南洋紅豆杉、臺灣蘆竹、森氏杜鵑、金毛杜鵑
馬那邦山登山步道	柳杉、相思樹、山黃麻、鵝掌柴、小梗木薑子
加里山登山步道	柳杉、小葉桑、白柏、山羊耳、水鴨腳秋海棠
仙山登山步道	千年桐、榕樹、相思樹、栓皮櫟、琉球松
南庄向天湖登山步道	柳杉、杉木、紅檜、森氏櫟、長尾栲、臺灣鐵杉、臺灣五葉松

### 林分

從臺灣 12 處國家森林步道中，選擇林間步道空曠處向外拍攝，避免拍攝到林間樹木、樹枝、樹幹，後續進行顏色辨識影響讀取數值結果。拍攝的林分內容主要以樹冠層的顏色為主，並選擇光照充足的部分。

### 種實

選擇 9 種殼斗科樹種的種實作為拍攝對象。將野外蒐集的種實放在海綿上固定，避免在拍攝過程中滾動，並將拍攝的種實進行圖片擷取，利用 Color Analysis 進行 RGB 值資料判定。

### 植病

樹木也像人一樣會有生病的問題，前天還是完好無缺的葉子，也許明天就出現

許多斑點，於是利用色彩來檢疫判別病種，從健康到不健康的 RGB 數值的變化，預期可應用在植物的健康監測上。表 5 選取 6 種樹種常見的病因作為示範。

經由 Color Analysis 免費色彩分析軟體，將 RGB 值進一步由公式來分析比較，以樹高曲線與統計迴歸分析的概念最小差平方和公式來計算，基模與測試樣本間的差異，差異最小值有可能為該樹種，若非該物種，在百分之前 20 為接近，其餘為失敗，以下為所使用的公式：

- 全數比對法：將測試的數值與所有基模數值比較，比對出差異小差平方和的數值。
- 平均比對法：將同一物種但不同樣本之基模的 R 值

平均、G 值平均、B 值平均，平均值與測試數值進行比對，比對測試樣本與其差異最小。

## 圖表對照 研究結果清晰可見

利用色彩的 RGB 數值來進行物種的判斷，將樹皮 40 種、木材 30 種、林分 14 種、種實 9 種、植病 6 種，利用全體加權的公式以及 RGB 平均比對 2 種方法，來觀察這 2 種方法何者辨識率比較高，而由於林分的 RGB 值過於分散，僅使用平均比對法，符號○代表完全成功、□為接近成功、△為失敗。

樹皮隨機抽取 33 種測試，結果有 41% 完全成功率、38% 接近正確率、21%

表 4 種實名錄

屬名	樹種名
石櫟屬	大葉石櫟
	小西氏石櫟
	杏葉石櫟
	阿里山三斗石櫟
櫟屬	青剛櫟
	美國櫟
	栓皮櫟
	捲斗櫟
	槿子櫟

表 5 植病名錄

科名	樹種	病徵
草海桐科	草海桐	潛葉蠅
杜鵑花科	平戶杜鵑	杜鵑軍配蟲
槭樹科	臺灣三角楓	褐斑病
蝶形花科	刺桐	刺桐釉小蜂
木犀科	桂花	褐斑病
紫草科	破布木	破布子瘤節蟬

失敗率（圖 6、表 6）；木材隨機抽出 15 個樣本比對結果僅有 2 種樹種成功，但皆為針葉樹一級木，這有利於買賣高單價木材時方便辨認，木材辨識率 15% 完全成功率、54% 接近正確率、31% 失敗率（圖 7、表 7）；林分隨機抽出 10 個樣本進行測驗，完全成功率 30%、接近正確率 40%、失敗率 30%（圖 8、表 8）；種實隨機抽出 9 個樣本，完全成功率 78%、接近正確率 11%，失敗率 11%（圖 9、表 9）；植病利用色彩來觀察病因，將所有樣本進行比對，進行健康及不健康的比較，比對結果為植病病名的辨識率完全成功率 33%、接近正確率 17%、失敗率 50%（圖 10、表 10），植物有無得病辨識率成功率 86%，失敗率 14%（圖 11、表 11）。

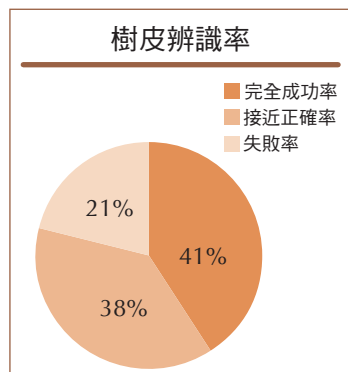


圖 6 樹皮辨識率

表 6 樹皮辨識結果

名稱	全數排名	平均排名	辨識結果	註記
臺灣烏心石	大於 32	大於 8	失敗	△
樟樹	3	2	接近	□
檸檬桉	2	8	接近	□
黑板樹	2	8	接近	□
大葉桉	1	1	成功	○
茄苳	1	大於 8	成功	○
九芎	6	大於 8	接近	□
烏柏	4	大於 8	接近	□
楓香	2	2	接近	□
白肉榕	5	2	接近	□
黃連木	1	3	成功	○
臺東漆	3	1	成功	○
黃連木 (2)	1	3	成功	○
倒卵葉楠	4	大於 8	接近	□
陰香	1	8	成功	○
肯氏蒲桃	大於 32	大於 8	失敗	△
串錢柳	1	8	成功	○
大王椰子	大於 32	大於 8	失敗	△
美人樹	1	大於 8	成功	○
阿勃勒	3	大於 8	接近	□
臺灣海桐	1	大於 8	成功	○
榭樹	大於 32	大於 8	失敗	△
無患子	10	大於 8	接近	□
小實孔雀豆	1	大於 8	成功	○
水黃皮	2	大於 8	接近	□
破布木	1	大於 8	成功	○
稜果榕	大於 32	大於 8	失敗	△
鐵冬青	大於 32	6	接近	□
石栗	大於 32	大於 8	失敗	△
白柏	1	6	成功	○
印度塔樹	大於 32	大於 8	失敗	△
印度紫檀	1	大於 8	成功	○
墨西哥落羽松	3	大於 8	接近	□

表 7 木材辨識結果表

名稱	全數排名	平均排名	結果	備註
紅檜	1	大於 6	成功	○
臺灣肖楠	2	1	成功	○
臺灣烏心石	2	3	接近	□
牛樟	2	2	接近	□
胡桃木	4	3	接近	□
花旗松	18	大於 6	失敗	△
臺灣扁柏	2	大於 6	接近	□
臺灣鐵杉	16	大於 6	失敗	△
紫心木	5	大於 6	接近	□
黃連木	11	大於 6	失敗	△
香杉	2	2	接近	□
柚木	6	4	接近	□
太平洋鐵木	12	大於 6	失敗	△

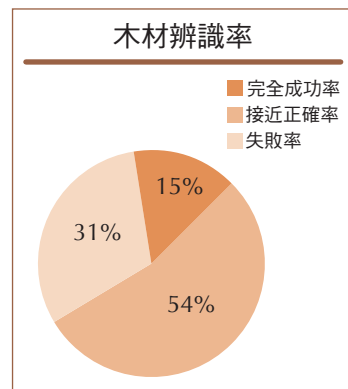


圖 7 木材辨識率

表 8 林分辨識結果表

林分	平均排名	辨識結果	註記
公老坪步道	14	失敗	△
黃金三稜步道	1	成功	○
鳶嘴稍來步道	2	接近	□
劍龍鋸齒茶壺山步道	3	接近	□
火炎山南鞍古道	14	失敗	△
加里山登山步道	1	成功	○
仙山登山步道	1	成功	○
南庄向天湖登山步道	13	失敗	△
鴻子山步道	7	接近	□
雙溪—逸仙登山步道	4	接近	□

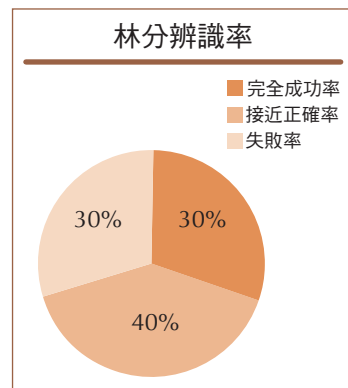


圖 8 林分辨識率

表 9 種實辨識結果表

名稱	平均排名	全數排名	辨識結果	註記
大葉石櫟	1	4	成功	○
小西氏石櫟	8	5	失敗	△
杏葉石櫟	1	18	成功	○
阿里山三斗石櫟	3	1	成功	○
青剛櫟	3	9	接近	□
美國櫟	1	26	成功	○
栓皮櫟	8	1	成功	○
捲斗櫟	1	9	成功	○
槿子櫟	1	3	成功	○

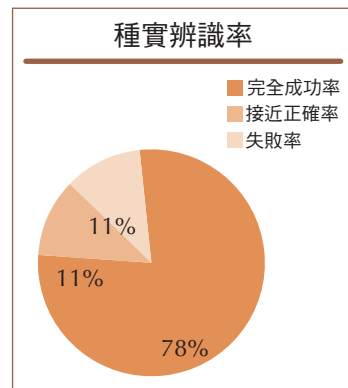


圖 9 種實辨識率



表 10 植病病名辨識結果表

名稱	平均排名	全數排名	辨識結果	註記
草海桐（潛葉蠅）	3	4	接近	□
平戶杜鵑（杜鵑軍配蟲）	6	5	失敗	△
刺桐（釉小蜂）	1	大於 8	成功	○
破布木（破布子瘤節蟬）	2	5	失敗	△
臺灣三角楓（褐斑病）	4	1	成功	○
桂花（褐斑病）	6	2	失敗	△

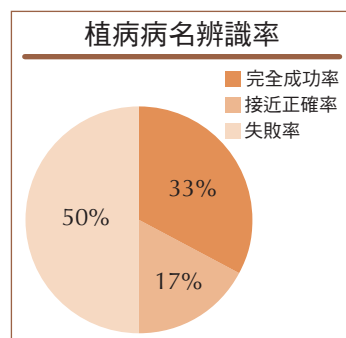


圖 10 植病病名辨識率

表 11 植物有無得病辨識結果表

名稱	平均排名	全數排名	辨識結果	註記
草海桐	2	1	成功	○
平戶杜鵑	6	4	失敗	△
刺桐	2	2	成功	○
破布木	3	2	成功	○
臺灣三角楓	1	2	成功	○
桂花	2	1	成功	○

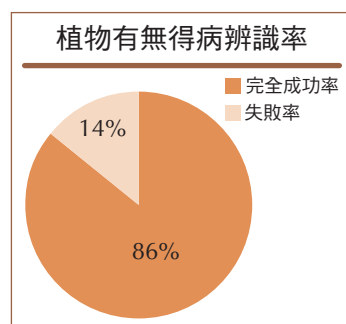


圖 11 植物有無得病辨識率

綜上所述，臺灣肖楠與紅檜在辨識成功率高，也是經濟價值高的樹種，可利用於木材辨識與標售實務運用；種實中的石櫟屬成功率高於櫟屬；樹皮方面，相對表現最為出色的前 9 科：漆樹科、桃金娘科、大戟科、紫草科、含羞草科、海桐科、樟科、木棉科、蝶形花科。

## 色彩分析的未來性

此次科研團隊使用色彩進行辨識，達成初步結果的資料：在樹皮上建立 41 種

164 筆、木材 30 種 120 筆、林分 14 種 42 筆、種實 9 種 27 筆、植病 6 種 18 筆的資料，所建構出的基模資料及試算表，以數種測試樣本進行測試，總計 5 個面向的參考性分別為樹皮佔 79%、木材 69%、林分 70%、種實 89%、植病 50%。

然而資源有限，對於更長遠的實踐，期待有更多資源的投入與整合。

## 建立主軸及原則

現代科技日新月異，各家廠牌手機不僅普及，功能

皆具備高畫素拍照，於是便結合手機對色彩捕捉的優點，以樹皮、木材、林分、種實、植病 5 個面向作為核心主軸，以推廣使用色彩就能分辨的全新觀念。

## 尋找色彩相關資料

經查詢色彩相關書籍資訊，深入探索以顏色 3 元素：色相、彩度、明度所組成數位相片與 5 大主軸加以整合，並減少各種影響色彩的方式，例如阻隔外在之光源來減少明度對顏色 RGB 數值的影響。

## 現今手機延伸鏡頭的 延伸發想

製作專屬於用來建立基模樣本拍攝的阻光儀器，融合手機延伸鏡頭的方便和輕巧性，和攝影棚內光源控制的概念進行設計，並試驗手機鏡頭與外加阻光器和拍攝對象間隔距離，嘗試多種間隔距離，最終發現以長 12 公分、寬 7.7 公分、高 15 公分的比例所拍攝出的基模樣本品質最好，過短則會導致相片模糊、反光嚴重且無法對焦等 3 大缺點；太遠則因拍攝樣本取樣區塊太小，經由多次的測試及討論所製作出具方便性和實用性的阻光器來協助基模樣本的取樣。

## 規劃拍攝範圍及路線

針對學校所有常見樹種進行拍攝，重複且擴大拍攝的數量、範圍等，建立 1 個完整的基模樣本比對庫，有效利用手機拍照功能與優點。

## 色彩也可以成為辨識 的方法

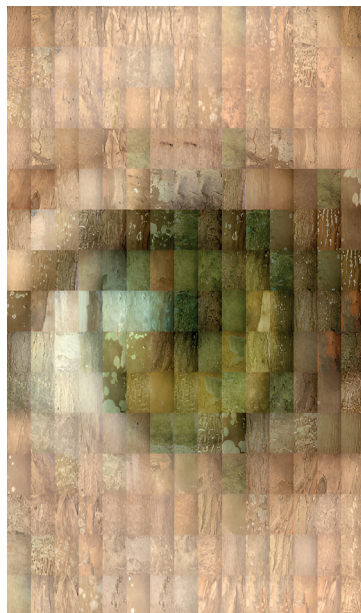
現今手機所拍攝的數位相片畫素高且色澤飽滿，

對於讀取其背後設資料 (METADATA) 的協助軟體也容易於網路上取得，且對於智慧型手機而言，讀取色彩轉換後的數值相對讀取形狀來得容易，且顏色在數位相片的組成物中就佔了大部分，在生活中若可以用色彩辨識則可以增添許多方便性，例如針對天災過後堆積在出海口的漂流木，直接使用顏色辨識的方式就能進行貴重樹種的分類。

自然中的「景色」不單只有景而無色，希望用「科學」的方式運用自然界的色彩，進行生物資源上的監測及利用，富含創意、創新、生態教育、生物資源利用，自當便利、簡單操作、快速

分析、廣泛與積極地應用於各類新事物上，達成「科技生活融入自然生態」的目的，創造生態教學上的「新視野」。此次科研團隊專題的封面是利用所拍攝的樹皮基模樣本作成，套入程式中，形成具色彩探究自然意象的專題作品封面，以眼睛來看色彩，這個龐大的奧秘，正等待著我們去發掘。

希望透過與專業先進、大眾的交流、分享，提供公務機關與研究單位發展相關建設上的參考，更期望能整合自然資源、生態學習與資源應用，在這個行動科技裝備普及且人手一機的時代，可以有更加便利的探究與應用。🌲



■ 專題辨識軟體的封面