

森林採伐之效益與不利影響

任何人為活動，不論在計畫實施中或實施後，均會對環境造成影響，就森林採伐而言，其實施可能產生的影響可分為有利與不利影響二方面，茲分析如後。

森林採伐之效益

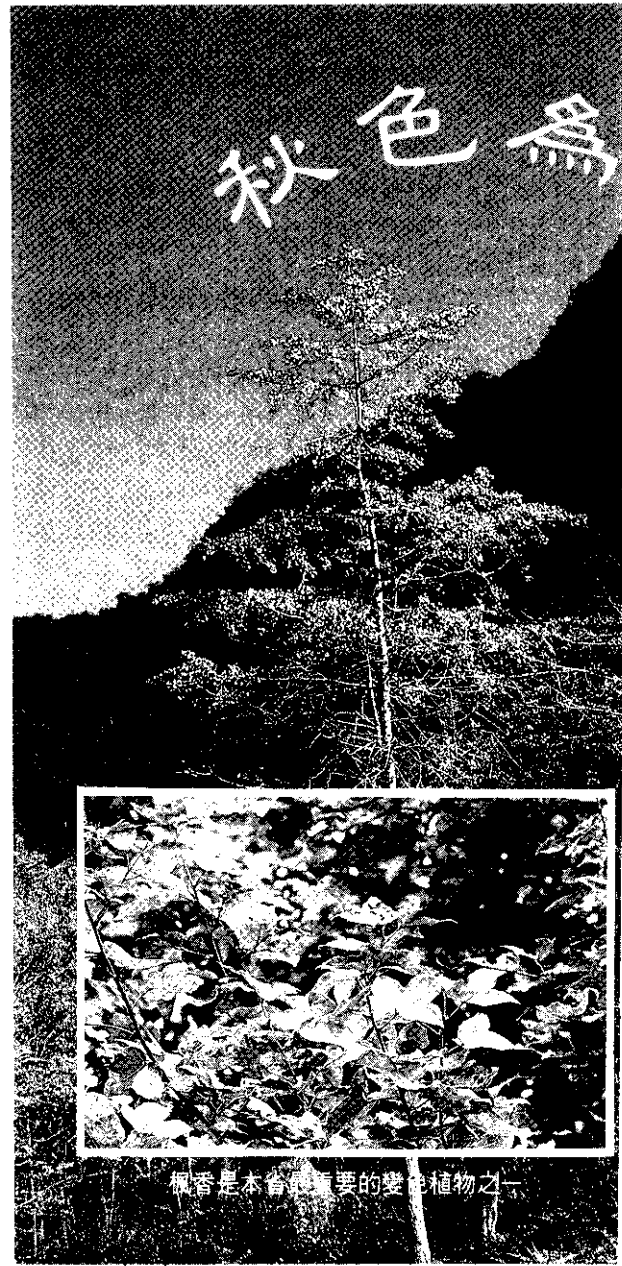
1. 透過造林，增加植生成長率。
2. 提供木材作各種不同的用途。
3. 增加成熟及過熟木腐朽損失前的利用。
4. 減少病蟲對植生的危害。
5. 林木採伐及其後的造林，可增加野生動物的飼料。
6. 增加棲息於幼齡林的野生動物種類。
7. 提供伐區的通路。
8. 增加國庫之財政收入。
9. 增加就業機會。
10. 維持國有林班的永續收穫。

不可避免的不利影響

1. 林木採伐，尤其是道路開設，會造成土壤曝露及擠壓，使沖刷少量增加。
2. 土壤的建設，可能造成表土流失、空氣、水污染、森林火災等危險，除外對地質及地形也會產生些微的影響。
3. 運材車經過未鋪柏油路面，灰塵飛揚，可能造成地方短期間的空氣污染問題。
4. 由於林木採伐，令直接或間接影響伐區內野生動物數量的減少。
5. 由於道路開設，林木採運期間，使用機械產生的噪音，對動物會發生短暫性的衝擊。

建議

本省林地陡峻，集材多採架空式架成集材作業方式，對地表土壤的干擾不嚴重，惟林道開設常為造成水土流失、土壤沖刷、溪流沉積物增加的主要原因，今後在林道設計方面，應減少挖掘土方，加強邊坡植生及排水工程，使其對環境的影響減至最低。 ■



楓香是本省最重要的變色植物之一

許多人喜歡在秋天時節到野外踏青或旅遊，重要原因之一是「秋高氣爽」，除了涼爽的氣候與潔淨的空氣外，感信秋天的氣氛迷人也是主因，秋色自古以來就受到詩人的重視，我們看唐代詩人杜牧的：「停車坐看楓林晚，霜葉紅於二月花」及宋朝詩人趙成德的：「山色未應秋後老，靈楓方為駐童顏」等兩句詩，可以想像當時騷人雅士多麼屬意在楓紅時節登高覽勝。楓葉變紅或泛黃使得秋天變得更加迷人，楓葉為何會變色呢？

迷人？



秋天不同顏色的葉片點綴山林間

除葉綠素外 還含有其他色素

我們都知道，綠色為植物中最顯著而普遍的色彩，除少數例外，一般樹葉均呈綠色。葉子所以為綠色，主要原因就是含有葉綠素的緣故。多數葉綠素集合形成柵狀或海綿組織的葉綠體。葉綠體內常見的色素共有葉綠素甲、葉綠素乙、胡蘿蔔素及葉黃素等4種。葉綠素甲、乙均為綠色，胡蘿蔔素為

具黃、橘色的植物色素，其化學分子式為 $C_{40}H_{56}$ ，一般呈扁平的菱形，易氧化成黃色的葉黃素（ $C_{40}H_{56}O_2$ ），兩者均屬於類胡蘿蔔素。

葉綠體的構造分為兩部分，一為無色的基質，一為綠色的葉綠餅。一個葉綠體內一般約有50個左右的葉綠餅。葉綠素甲、乙所占葉綠餅的乾燥重量約8%，而90%乃許多其他物質的成分，存在於葉綠餅內的胡蘿蔔素及葉黃素兩者，所占葉綠餅的重量僅1~2%而已。因之，植物的葉除葉綠素之外尚含黃色的色素。除葉中因生理之變化，或其他衰老的原因葉綠素破壞以外，黃色色素常不顯著。

葉綠體是澱粉的製造工廠。葉綠體利用光合作用將水及空氣中二氧化碳等轉變成澱粉，並且經過各種通道，在夜間將澱粉運送到植物的各個部分（以生長點或開花的地方需要量最大）。春夏之際，葉子大量製造葉綠素。白天時，部分葉綠素遞解，晚上時，又大量製造葉綠素，產生平衡。秋天的時候，白天光度甚強，促使葉綠素加速分解；入夜後氣溫變低，阻礙葉綠素之合成。即在秋天不僅葉綠素的形成中止，同時原有的葉綠素也開始分解，殘存在葉綠體中的其他色素才呈現出來。若留存者為胡蘿蔔素與葉黃素時，葉子呈現黃色。晚秋之際若突遇寒流來襲，胡蘿蔔素與葉黃素逐漸分解，而且因低溫植物運送養分的工作受到阻礙，更因葉片到了秋天大都已經老化，在葉柄的基部自然產生離層，使得葉片裏的養分更難運送，只好將澱粉堆積在葉片中。尤當秋天白天日光強，空氣乾燥，而入夜氣溫驟降，這時醣類將轉變為花青素，遂形成顯著的紅葉景觀。當降冬來臨，樹葉即將凋落，乾冷的氣候破壞了所有葉子中的色素，僅剩下丹寧，所以落葉均變成褐色。

花青素扮演重要角色

花青素在秋色中扮演著最重要的角色。初春許多植物的幼葉因為含有花青素，也顯出亮麗的鮮紅色彩，這段期間紅色素的累積，感信是因為生長需要，醣類在葉子組織中大量累積的結果。除了葉子，花青素廣存於植物的花、果中，呈現的顏色有粉紅、緋紅、淡紫、紫、藍等顏色。因植物體內 pH 值的變化，使花青素呈現多種色彩，使這個世界多彩多姿。例如在酸性的環境中，花青素呈紅色，在中性時呈紫色，在鹼性時呈藍色。紅色的爆竹紅，紅紫色的薔薇，紫色的三色堇、藍色的八仙花，以

及紅色的槭等都是由花青素所呈現的顏色。

花青素的生成因植物遺傳組成、環境因子與化學反應等之差異而不同。

花青素可溶於水，因酵素而水解或經酸、鹼處理後生成糖分及糖苷基，後者又名為花色苷基素，已知自然界的糖苷基就有20多種，其中6種比較普遍，其組成均相當複雜。由於不同組成的花色苷基素，花青素顯現出不同濃淡之色彩。在過去50多年，歐美學者對於花着色遺傳的研究，雖廣達100多種植物，但至少對於色素產生的基因形質仍不十分清楚。

環境影响色素生成

環境因素之影响，重要的包括溫度、光週期、降雨量與土壤濕度。這4種因子，可能控制植物體內碳水化合物（醣類）的平衡，從而影响花青素的生成。早期的植物學家認為，葉子變色是霜害的結果，但事實不然。因為許多落葉植物着色皆在第一次霜害發生以前，且霜害愈延後，植物的着色愈是鮮麗。蓋早霜足以減少葉色的光澤，且當色素未達充分含量之前被破壞殆盡。現今的植物學家都相信生態環境的變化，影响木本植物的休眠，當然包括葉子的變色。1973年Kozlowski說短日（白天短）與低溫最重要；在1923年Garner與Allard已指出秋天落葉是短日的光週期現象；1971年Perry發現街燈會延遲落葉，尤其是愈靠近燈光的葉子愈慢凋落；1973年Niemann和Nuijlen研究找出短日處理之效應，為抑制生長碳酸的累積。總之，短日與低溫的效應導至休眠之開始，產生的結果包括減少光合作用，改變葉綠體結構，減少蛋白質之合成和氨基酸之累積，同時酵素也產生變化。

由桃、梨、蘋果等果實花青素的研究得之，光線與溫度有助於花青素之生成，而完全之着色僅發生於照光之下，光波長適宜部位居於3,600~4,500 $^{\circ}$ A之間。某些對於葉子着色的研究，亦顯示出光線與溫度影响花青素的生成。論者謂：如果陽光中的紫外線多，或是氣溫低，日夜溫差大，綠葉容易轉紅。形成紅葉的溫度，最好能低於8 $^{\circ}$ C，尤其在5 $^{\circ}$ C或6 $^{\circ}$ C的環境下，紅葉的顏色將更加漂亮。如果晝夜溫差在15 $^{\circ}$ C以上，綠葉轉紅的速度就更快；但是如果天氣惡劣，整天烏雲密布，即使氣溫很低，因為日夜溫差小，也不易形成迷人的紅葉

景觀。

其他環境的影响尚包括菌類的感染及傷害等，也會導至花青素之累積。如1959年Bopp調查191種植物，居然有20%在其受傷組織的周圍積有花青素。

前已提及，花青素在酸性溶液中才可變紅，然花青素水解而產生的花色苷基素種類繁多，自然界最普遍的3種：天竺葵苷基素、矢車菊苷基素、飛燕草苷基素等呈現的化學反應均不相同，天竺葵呈紅色、矢車菊呈紫紅、飛燕草呈藍紅色。就大多數的花青素與花色苷基素而言，顯現出在pH值5以上並不着色，Asen, et al.在1971年對於玫瑰色素的研究中指出，細胞中pH在3.70~4.15時，花青素最紅。1966年Jurd與Asen指出，有金屬離子如鉛離子存在時，花青素可在pH5.5仍然着色；1976年Verry與Timmons研究發現quaking aspen在秋天着色的季節，鉛、鐵離子均呈顯著增加。

如上所述，秋天葉子着色的成因，主要是由類胡蘿蔔素與花青素的作用所產生。張國鈞先生1981年在科羅拉多州立大學碩士論文對quaking aspen的着色研究中指出，影响quaking aspen變色的環境因素尚未完全明瞭。當這些環境因素不產生作用時，沒有花青素產生，這時類胡蘿蔔素占優勢，葉子變黃；反之，當這些環境因素產生作用時，某些品種會產生花青素，而橘色或紅色的葉子因此顯現出來。

經過觀察研究的結果，植物着色有幾個有趣的現象：

- (1)同一樹種葉子，高海拔比低海拔較先變色。
- (2)高緯度比低緯度先行變色。
- (3)生存於同地點不同種的變色葉植物，葉子着色的時間不一致，有的早，有的遲，有的長，有的短。
- (4)同種植物在同一地點，着色強度不盡相同。
- (5)就樹種而言，樹冠及先受光枝條處的葉子，先行變色。

以上為植物變色的成因。就以上諸因素探討，我們可知北半球溫帶地方低溫乾燥，適合落葉植物形成安定的森林，當秋天時節，落葉繽紛，樹葉的色彩從黃、橘黃、橘紅一直到火紅的整個系列，使北國的世界，籠罩上一片艷麗的色彩。我們都知道加拿大、歐洲、日本以及美國的阿帕拉契山脈為世界最主要的欣賞變色葉植物區。中國北方溫帶區域，秋天落葉時的情景亦相當醉人。

秋色迷人，但究竟是北國溫帶地方的特色。在遊人如織的寶島台灣又如何呢？本省為一海島，雨量豐沛，雖因地形高差近 4,000公尺，而概括亞寒帶、冷溫帶、暖溫帶及亞熱帶等 4 種植物羣落，因潮濕氣候，並不適合落葉樹形成安定的森林，所以變色葉植物僅零星點綴於常綠林中，不成為廣泛分布，對台灣遊客而言，變色葉植物變得相當珍貴。

台灣共有 34 種變色植物

台灣可提供觀賞變色葉植物，經筆者的調查，主要有 34 種如附表。這 34 種變色葉植物大致有下列幾個特點：

(1) 大部分屬於不耐陰性的落葉植物。

(2) 大部分生長地區為向陽或溪谷兩岸崩坍地、開曠地。

(3) 大部分單株生長或僅小面積成羣落，成純林者極少。

(4) 從低至高海拔都有，海拔愈高，落葉前的色彩愈為鮮麗，然中海拔地區却提供較多數可觀的變色葉植物。

34 種變色葉植物中，以台灣山毛櫸與楓香最為重要，因為在三峽北插天山與南投奧萬大分別有大面積純林，適合觀賞的季節分別是 11 月初與元月初。其次是青楓、台灣紅榨槭、山漆，雖零星分布，但遍布全省之中、高海拔地區。尤其是青楓、台灣紅榨槭，掌狀單葉，葉形優美，他們就是國人俗稱的楓葉，是美麗的飾花，也是情侶定情的信物。■

全省變色葉植物分布概況

樹種	變色葉出現月份	顏色變化	海拔高(公尺)	分布地點與狀況	樹種	變色葉出現月份	顏色變化	海拔高(公尺)	分布地點與狀況
青楓	10月下旬~11月中旬	橘→紅	300~2,575	全島闊葉樹林中。	豬腳楠	元月上旬(落葉期)~3月上旬	粉紅	200~1,800	台灣全島以至蘭嶼、綠島均有。
台灣紅榨槭	10月中旬~元月中旬	橘→紅	1,380~2,800	全島高山地帶。	銀杏	10月上旬~11月上旬	黃	1,150以下	由我國及日本引進，溪頭種有 138 株。其他如阿里山、林試所南風工作站、淡水私立淡江中學、大湖水草地、九股、觀音山、台大地資系、台北西門國小、同安街、吉林路均有栽種。
尖葉槭	11月上旬~元月上旬	黃	500~2,600	中央山脈高山地帶，2,000~2,600公尺之處。陽明山竹子湖500~650公尺積壤地區亦有。	落羽松	10月上旬	黃	1,150以下	從美國諸西西北河沼澤地引進，栽種於省林業試驗所植物園、溪頭大學地、有水坑工作站。
台灣棠葉槭	10月中旬~12月上旬	紅	1,450~2,400	以北部文山、烏來、太平山之闊葉樹林為多。	美國鵝掌楸	11月上旬~12月中旬	黃	2,200以下	從美國引進，全世界栽種為最闊之樹，現台大淡濱、太平山、大元山、新山、碧山、碧山山等林務局工作站均有栽種。
楓香	12月上旬~元月中旬	黃→橘	300~2,000	全省平地至 2,000 公尺的二期森林或溪岸地帶，全省闊葉林多。	山桐	12月上旬~元月中旬	粉紅→紅	300~1,400	全省低、中海拔闊葉林或伏木陸地。
無患子	12月上旬~2月上旬	黃	50~2,000	全省闊葉林區，從台北之山麓至墾山公園均有，每至 1,000 公尺以下較多。	烏桕	元月上旬~元月下旬	紅	50~500	從山東、雲南、廣東等省引進栽種，在全省低海拔已成野生。
台灣欒樹	12月	黃	低海拔地	全省低海拔闊葉林向陽地帶，現普遍栽植為行道樹。	大油桐	11月上旬~12月下旬	黃	400~1,400	從大陸引進，現栽植於全省中、低海拔各處。
山漆	11月上旬~元月下旬	橘→紅	300~2,300	全省山麓森林或二期森林，梨山山頂尚有橘紅、橘黃至色澤。	台灣檫	元月上旬(落葉期)~3月上旬	橘	300~1,300	全省中、低海拔闊葉樹林內，多生於溪旁或山畔緩坡或立壁岩石上。
山嵐青	11月上旬~元月下旬	黃→橘→紅	400~2,100	全省山麓森林或二期森林，梨山山頂尚有橘紅、橘黃至色澤。	山櫻	11月中旬~12月中旬	紅	300~2,565	全省闊葉樹林，2,000 公尺以下甚多，中海拔栽培者不少。
黃連木	12月上旬~元月上旬	黃	100~1,500	全島溪谷及避海砂礫之地。	樟大花楸	11月下旬~11月下旬	橘	2,500~3,200	本島中央山脈森林中。
台灣山毛櫸	11月上旬~11月下旬	黃→橘	1,300~2,300	北插天山、羅東、界山以山脊邊線及其兩側分布較多。	玉山假沙梨	11月上旬~元月上旬	紅	2,000~3,200	本島中央山脈森林邊緣。
台灣吊鐘花	11月上旬~11月下旬	紅	1,380~1,727	稀有植物僅分布於北插天山山頂山毛櫸的林緣地帶。河山山工作站附近種有 1 棵。	梨	11月中旬~12月上旬	黃→橘→紅	300~2,000	栽於全省低中海拔共 41 品種。
南楊	12月	橘	500~2,565	中央山脈 2,000 公尺左右高地甚多，陽明山奇岩湖積壤泉地帶亦有。	九乃	12月中旬~元月中旬	紅	100~1,600	全省平地或山麓林中。
刺楸	11月	黃	2,000以下	本省中、低海拔向陽地區及開墾地區。	大花紫葳	12月中旬~4月上旬	紅	500~576	印度、澳洲原產，全省平均有栽培供觀賞。
紫豆	12月	紅	2,200以下	全島中、低海拔闊葉林均有，龍山烏來、溪頭、日月潭均多。	晚仁	10月中旬~3月上旬	紅	50~150	全省平地均有，從基隆至鵝鑾鼻，蘭嶼均有野生。因樹形優美，全省平地亦大量栽種。
杜英	10月上旬~2月下旬	紅	50~1,000	全省低中海拔地區闊葉林內。	竹皮檉	12月上旬~元月上旬	黃→橘	400~2,200	分佈全省闊葉林及草生地、廢礦成純林，特別在火燒跡地尤多。
錫蘭橄欖	10月上旬~元月上旬	粉紅	550以下	原產錫蘭，現全省均有栽培。					
棕櫚	10月下旬~元月下旬	粉紅	1,800以下	北部 1,200 公尺以下，南濱 1,800 公尺以下山地及平地均有，全省各地行道樹為栽培種。					