

中國文化大學環境設計學院景觀學系

碩士論文

Master Thesis  
Department of Landscape Architecture  
College of Environmental Design  
Chinese Culture University

植物型態與耐蔭性相關性分析

-以天南星科為例

Correlation of Shade Tolerance and Morphological  
Characteristics  
in Araceae Species



指導教授：潘富俊教授  
Advisor Professor : Fuh-Jiunn Pan

研究生：戴家玲  
Graduate Student: Chia-Ling Tai

中華民國 102 年 1 月  
January 2013

## 摘要

植栽設計在景觀設計中佔極重要地位，一個好的植栽配置更是設計成功的關鍵，然而植栽在選用上需考量環境因素，如陽光、雨量、溫度、土壤等，而內在因素如植栽本身的外型、四季變化、耐蔭性等植栽本身的特性，也是植栽選用時的重要考量因素。其中耐蔭性更影響植栽，然而多數植物並無耐蔭性資料，以至於許多景觀設計師在選用植栽時往往無所適從。本研究探討景觀設計中常用的景觀植物之耐蔭性，將包括粗勒草、黛粉葉、火鶴芋、寶石蔓綠絨、白鶴芋、窗孔蔓綠絨、紅粉佳人、彩葉芋、金鋤蔓綠絨、合果芋、黃心圓蔓綠絨、奧利多、泡泡蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、台灣姑婆芋、申跋、姑婆芋、山芋、拎樹藤等 20 種天南星科植物分別種植於遮光環境設定為 0% 遮光、40% 遮光、70% 遮光三種不同光度的環境下，並針對植株之葉面積大小面積、節間距長短、葉色濃淡進行測定，經 ANOVA 統計分析結果顯示，20 種天南星科植物之葉面積、節間距、葉色，與光度達極顯著相關( $P < 0.001$ )。而 20 種天南星科植物種，僅山芋較不耐高度遮蔭外，其餘植物種類均能在遮蔭環境下有較高之葉面積、節間距及較高的葉色濃度，實驗結果證明天南星科植物大部分種類為不喜全光環境之耐蔭性植物。天南星科植物多數為耐蔭植物。透過不光程度下之葉面積及節間距大小做分類，得出 20 種天南星科植物耐蔭程度的分級(1)高度耐蔭：申跋、黛粉葉 (2)中等耐蔭：寶石蔓綠絨、粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋(3)低度耐蔭：金鋤蔓綠絨、窗孔蔓綠絨 (4)稍微耐蔭：奧利多、泡泡蔓綠絨(5)不耐蔭：山芋。

關鍵詞：光度、耐蔭性、天南星科、色度、葉面積

## Abstract

In landscape design, planting design accounts for a very important role. A good planting design is often the key to success of landscape design, but there are a number of factors to be considered on the need in the selection of planting. Environment factors such as sunlight, rainfall, temperature, drainage, soil, etc are important for the selection of planting. Even more important is the characteristics of plant itself. These are : seasonal variation and shade-tolerance,etc. Among these items, shade-tolerance of plant is considered to be the critical character in plant design. Only few research papers about shade-tolerance of plants and limited number of species value been reported so far. Most ornamental plant species are lacking of shade-tolerance data while make the selection of plants in landscape design. This study focus on 20 species of Araceae. All plants were planted in green house in 3 different light conditions(full sun light, 70% shading ,40% shading) . The leaf area of mature leaves , internode length were measured every 3 months(season). Color value of mature leaves of each species was recorded in accordance to color measurement instrument . The result of ANOVA analysis indicated that the leaf area, internode length and color value of mature leaves of each species had high correlation with light conditions ( $p < 0.001$ ).

Most species observed in Araceae had larger leaf, longer internode length and deeper color value in shading environment with the exception of *Colocasia formosana* Hayata which was found unable to survive in 70% shading. It had been proved that most of species in Araceae were the shade-tolerance species, which disliked full sun light environment. Twenty species of Araceae could be classified as five levels of shade-tolerance according to difference leaf area and internode length under 3 light conditions. The species which had been identified as the highest shade-tolerance species were *Arisaema ringens* (Thunb.) Schott and *Dieffenbachia maculate* (Lodd.) Swett, the middle shade-tolerance species *Philodendron* spp., *Aglaonema* spp., *Spathiphyllum kochii* Engler & Krause, *Syngonium podophyllum* Schott, *Philodendron tricolor* Golden Orlando, *Rhaphidophora aurea* (Lindl.ex Andre.) Birdsey, *Rhaphidophora aurea* (Lindl.ex Andre.) Birdsey, *Alocasia lowii* hook.f. X *Alocasia sanderiana* Bull, *Alocasia macrorrhiza* (L.) Schott & Endl., *Epipremnum pinnatum* (L.) Engler, *Alocasia cucullata* Schott & Endl., *Syngonium podophyllum* Schott. cv. Infra Red, *Anthurium andraeanum* Lindl., and *Caladium x hortulanum* Hort. ex Birdsey, the low shade-tolerance *Philodendron martianum* Engl. cv. Lemon Lime and *Monstera obliqua* (Miq.)Walp. var. *expilata* Engler, the slight shade-tolerance species *Philodendron bipinnatifidum* Schott and *Philodendron martianum* Engl, and the non shade-tolerance species *Colocasia formosana* Hayata.

Key words : light, shade tolerance, Araceae, chroma, leaf area

## 謝 誌

一千多個日子，從日文系到景觀所，胖了又瘦、黑了又白、哭了幾回又笑了幾次、吃苦當吃補的努力到最後，真的只為了，寫這兩個字——謝謝。

謝謝景觀系的所有老師，不管是專業還是論文，這3年真的學了很多。

謝謝三位口委願意等我半年，劉和義老師還不辭辛勞上山替我口試；謝謝琪如老師對我論文的提點，但更感謝我人生的第一堂景觀系的課，琪如老師沒有上得青面獠牙；還有，最重要的潘富俊老師，景觀系沒有潘富俊就不會有戴家玲。

謝謝嘉旗，從整理溫室的500盆竹柏開始，採申跋、砍樹除草、拯救被颱風吹走的遮光網、種柚葉藤、補測量、甚至是勾蜘蛛；GIS、CAD、PS；烈嶼、金門、南投、六龜、花蓮、南澳、墾丁... 擎天崗，從最初到最後，能和你同研究室，是人生中很棒的一件事。謝謝淑儀總是載我上下山、一起賴床、一起回宿舍、一起撐到最後一刻，一起，讓時間過得快一些，實驗證明放在一起24小時，我並不會想吐拉！謝謝小精靈，就像是日本城裡的公主，說要種芋頭，你們就來幫我拉網換盆、說要出去玩，下一秒人就在羅東夜市，要求什麼總是不會有人說不，還放肆的叫罵「-咖-咖-咖-!!」。扛老王到曉園、「不要打擾我平靜的生活」、奇奇他爸心很柔軟、我好想當一天的麵包、期待小玉手做的新美味，鮪魚曾有田-小精靈的下半輩子就靠你了！老人與鳳仙花之全台走透透；和你們一起，連熬夜住研究室都變得有趣！去不完的宜蘭，我還想和你們一起去！說好的環遊世界，大家快存錢！還有謝謝兔子和烏梅醬，永遠記得在日本一邊趕南澳的文案，你們在一旁餵食手作咖哩飯，在日本的半年，少了你們，我想我真的很難活下去。

謝謝最後半年精神與體力一大支持的Jumbo老師、林孟穎醫師，謝謝報帳小天后瓊芯、助教黛君、才添、元碩、淑玲、行政人員李靜、玉燕、兩組好心送我下擎天崗的陌生人、Comebuy 副店、太太們來自基隆的姑婆芋、920、洵同學、佩珊、虹婕、品賢、瑪利的布朗尼、歐兜邁小白，還有小灰狗。以及最親愛的爸媽、哥、大妹、小妹，從あいうえお變成種芋頭到擎天崗趕牛，不管做什麼，你們幾近理直氣壯的支持，一直是我勇氣與信心的最大來源！

好像，總是這樣，在金門趕設計課作業台灣有小精靈hold著、丟下大金計畫去日本，嘉旗圓滿完成、地震回不了日本，兔子烏梅醬幫忙採收宿舍裡自己發芽的地瓜葉，而且你知道——豐原——總是有人暖呼呼的在等你回家...

一路上的困難，很多，但伸手幫忙的人，更多！ 真的，只能謝天了。  
與你們共享這份的成就！

# 目錄

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 摘要.....                       | I   |
| Abstract.....                 | II  |
| 謝誌.....                       | III |
| 目錄.....                       | IV  |
| 圖目錄.....                      | V   |
| 表目錄.....                      | VII |
| 第一章 緒論.....                   | 1   |
| 第一節 前言.....                   | 1   |
| 第二節 研究動機與目的.....              | 2   |
| 第二章 文獻回顧.....                 | 3   |
| 第一節 光對植物的影響.....              | 3   |
| 第二節 耐蔭性的相關研究.....             | 3   |
| 第三節 天南星科植物.....               | 6   |
| 第四節 葉色.....                   | 7   |
| 第三章 材料與研究方法.....              | 10  |
| 第一節 試驗環境.....                 | 10  |
| 第二節 供試材料.....                 | 10  |
| 第三節 試驗地點、期間及處理方式.....         | 12  |
| 第四節 測量方法.....                 | 13  |
| 第五節 統計方法.....                 | 15  |
| 第肆章 結果.....                   | 15  |
| 第一節 不同的光度對 20 種天南星科植物之影響..... | 15  |
| 第二節 不同光度下之葉面積.....            | 16  |
| 第三節 節間距.....                  | 40  |
| 第四節 葉色.....                   | 57  |
| 第五章 討論.....                   | 88  |
| 第一節 葉面積與節間距.....              | 88  |
| 第二節 葉色.....                   | 93  |
| 第三節 小節.....                   | 95  |
| 第六章 結論與建議.....                | 97  |
| 參考文獻.....                     | 98  |

## 圖目錄

|   |    |
|---|----|
| 圖 2-1CIE LAB 色彩空間 (李志君, 2004).....            | 9  |
| 圖 3-1 試驗地點與台北地區之氣候比較圖.....                    | 10 |
| 圖 3-2 三種遮光處理設定.....                           | 12 |
| 圖 3-3 三種光處理下, 每處理 4 重複, 每一處理均種植 20 種供試植物..... | 13 |
| 圖 3-4 IMAGE J 軟體葉面積計算軟體.....                  | 13 |
| 圖 3-5 游標尺.....                                | 14 |
| 圖 3-6 色差計(PANTONE COLOR CUE).....             | 14 |
| 圖 4-1 粗勒草於三種遮光下之葉面積四季變化.....                  | 18 |
| 圖 4-2 黛粉葉於三種遮光下之葉面積四季變化.....                  | 19 |
| 圖 4-3 火鶴芋於三種遮光下之葉面積四季變化.....                  | 20 |
| 圖 4-4 寶石蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化.....                | 21 |
| 圖 4-5 白鶴芋於三種遮光下葉面積之四季變化.....                  | 22 |
| 圖 4-6 窗孔蔓綠絨於三種遮光下葉面積之四季變化.....                | 23 |
| 圖 4-7 紅粉佳人於三種遮光下葉面積之四季變化.....                 | 24 |
| 圖 4-8 彩葉芋於三種遮光下之葉面積四季變化.....                  | 25 |
| 圖 4-10 合果芋於三種遮光下之葉面積四季變化.....                 | 27 |
| 圖 4-11 黃心圓蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化.....              | 28 |
| 圖 4-12 奧利多於三種遮光下之葉面積四季變化.....                 | 29 |
| 圖 4-13 泡泡蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化.....               | 30 |
| 圖 4-14 萊姆黃金葛於三種遮光下之葉面積四季變化.....               | 31 |
| 圖 4-15 觀音蓮於三種遮光下之葉面積四季變化.....                 | 32 |
| 圖 4-16 台灣姑婆芋於三種遮光下之葉面積四季變化.....               | 33 |
| 圖 4-17 申跋於三種遮光下之葉面積四季變化.....                  | 34 |
| 圖 4-18 姑婆芋於三種遮光下之葉面積四季變化.....                 | 35 |
| 圖 4-19 山芋於三種遮光下之葉面積四季變化.....                  | 36 |
| 圖 4-20 拎樹藤於三種遮光下之葉面積四季變化.....                 | 37 |
| 圖 4-21 粗勒草於三種遮光下之節間距四季變化.....                 | 43 |
| 圖 4-23 窗孔蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化.....               | 45 |
| 圖 4-24 紅粉佳人於三種遮光下之節間距四季變化.....                | 46 |
| 圖 4-25 金鋤蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化.....               | 47 |
| 圖 4-26 合果芋於三種遮光下之節間距四季變化.....                 | 48 |
| 圖 4-27 黃心圓蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化.....              | 49 |
| 圖 4-28 奧利多於三種遮光下之節間距四季變化.....                 | 50 |
| 圖 4-29 泡泡蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化.....               | 51 |
| 圖 4-30 萊姆黃金葛於三種遮光下節間距之四季變化.....               | 52 |
| 圖 4-31 台灣姑婆芋於三種遮光下之節間距四季變化.....               | 53 |

|   |    |
|---|----|
| 圖 4-32 拎樹藤於三種遮光下之節間距四季變化.....               | 54 |
| 圖 4-33 二十種天南星科植物葉色之明度(L*)與紅綠度(A*)值之散佈圖..... | 59 |
| 圖 4-34 二十種天南星科植物葉色之彩度(C*)與紅綠度(A*)值之散佈圖..... | 60 |
| 圖 4-35 三種遮光處理下之粗勒草葉色平均值(上為底色，下為斑紋).....     | 61 |
| 圖 4-36 三種遮光處理下之黛粉葉葉色平均值(上為底色，下為班紋).....     | 63 |
| 圖 4-37 三種遮光處理下之火鶴芋葉色平均值.....                | 65 |
| 圖 4-38 三種遮光處理下之寶石蔓綠絨葉色平均值.....              | 67 |
| 圖 4-39 三種遮光處理下之白鶴芋葉色平均值.....                | 68 |
| 圖 4-40 三種遮光處理下之寶石蔓綠絨葉色平均值.....              | 69 |
| 圖 4-41 種遮光處理下之紅粉佳人葉色平均值.....                | 71 |
| 圖 4-42 三種遮光處理下之彩葉芋葉色平均值.....                | 72 |
| 圖 4-43 三種遮光處理下之金鋤蔓綠絨葉色平均值.....              | 75 |
| 圖 4-44 三種遮光處理下之合果芋葉色平均值.....                | 77 |
| 圖 4-45 三種遮光處理下之黃心圓蔓綠絨葉色平均值.....             | 78 |
| 圖 4-46 三種遮光處理下之奧利多葉色平均值.....                | 79 |
| 圖 4-47 三種遮光處理下之黃心圓蔓綠絨葉色平均值.....             | 80 |
| 圖 4-48 三種遮光處理下之萊姆黃金葛葉色平均值.....              | 81 |
| 圖 4-49 三種遮光處理下之觀音蓮葉色平均值.....                | 82 |
| 圖 4-50 三種遮光處理下之台灣姑婆芋葉色平均值.....              | 83 |
| 圖 4-51 三種遮光處理下之申跋葉色平均值.....                 | 84 |
| 圖 4-52 三種遮光處理下之姑婆芋葉色平均值.....                | 85 |
| 圖 4-53 三種遮光處理下之山芋葉色平均值.....                 | 86 |
| 圖 4-54 三種遮光處理下之拎樹藤葉色平均值.....                | 87 |
| 圖 5-1 天南星科植物於三種遮光下之葉色.....                  | 94 |
| 圖 5-2 天南星科植物於三種遮光下之葉色.....                  | 95 |

## 表目錄

|   |    |
|---|----|
| 表 2-1 葉色板、葉綠素計、色差計使用於葉色測量測之優缺點.....                     | 8  |
| 表 3-1 試驗之 20 種天南星科植物及其分佈地區.....                         | 11 |
| 表 4-1 三種光度對 20 種天南星科植物之葉面積、節間距、葉色平均值.....               | 16 |
| 表 4-2 三種光度下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均值與平均差異.....          | 17 |
| 表 4-3 粗勒草於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 18 |
| 表 4-4 黛粉葉於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 19 |
| 表 4-5 火鶴芋於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 20 |
| 表 4-6 寶石蔓綠絨於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異平均差異..... | 21 |
| 表 4-7 白鶴芋於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 22 |
| 表 4-8 窗孔蔓綠絨於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )之平均差異 .....    | 23 |
| 表 4-9 紅粉佳人於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....     | 24 |
| 表 4-10 彩葉芋於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....     | 25 |
| 表 4-11 金鋤蔓綠絨於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....   | 26 |
| 表 4-12 合果芋於 3 種光處理下之葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....     | 27 |
| 表 4-13 黃心圓蔓綠絨於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )之平均差異 .....  | 28 |
| 表 4-14 奧利多於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 29 |
| 表 4-15 泡泡蔓綠絨於 3 種光處理下葉面積之(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....   | 30 |
| 表 4-16 萊姆黃金葛於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )之平均差異 .....   | 31 |
| 表 4-17 觀音蓮於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )之平均差異 .....     | 32 |
| 表 4-18 台灣姑婆芋於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....    | 33 |
| 表 4-19 申跋於三種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....         | 34 |
| 表 4-20 姑婆芋於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 35 |
| 表 4-21 山芋於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....       | 36 |
| 表 4-22 拎樹藤於 3 種光處理下葉面積(CM <sup>2</sup> )平均差異 .....      | 37 |
| 表 4-23 二十種天南星科植物於 2 種遮光處理和全光下之葉面積差異比較....               | 38 |
| 表 4-24 三種光度下之節間距平均值(CM)與平均差異 .....                      | 41 |
| 表 4-25 三種光處理之節間距平均值排序.....                              | 42 |
| 表 4-26 粗勒草於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                    | 43 |
| 表 4-27 黛粉葉於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                    | 44 |
| 表 4-28 窗孔蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                  | 45 |
| 表 4-29 紅粉佳人於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                   | 46 |
| 表 4-30 金鋤蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                  | 47 |
| 表 4-31 合果芋於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                    | 48 |
| 表 4-32 黃心圓蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                 | 49 |
| 表 4-33 奧利多於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                    | 50 |
| 表 4-34 泡泡蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....                  | 51 |

|  |    |
|--|----|
| 表 4-35 萊姆黃金葛於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....     | 52 |
| 表 4-36 台灣姑婆芋於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....     | 53 |
| 表 4-37 拎樹藤於 3 種光處理下節間距(CM)平均差異 .....       | 54 |
| 表 4-38 十二種天南星科植物於 2 種遮光處理和全光下之節間距差異比較....  | 55 |
| 表 4-39 二十種天南星科植物之總葉色平均差異 .....             | 57 |
| 表 4-40 二十種天南星科植物總葉色之明 L*、A*、B*值事後比較 .....  | 58 |
| 表 4-41 二十種天南星科植物總葉色之彩度(C*)事後比較.....        | 59 |
| 表 4-42 三種遮光處理下之粗勒草葉色平均差異.....              | 62 |
| 表 4-43 三種遮光處理下之黛粉葉葉色平均差異.....              | 64 |
| 表 4-44 三種遮光處理下之火鶴芋葉色平均差異.....              | 65 |
| 表 4-45 三種遮光處理下之寶石蔓綠絨葉色平均差異.....            | 66 |
| 表 4-46 三種遮光處理下之白鶴芋葉色平均差異.....              | 68 |
| 表 4-47 三種遮光處理下之窗孔蔓綠絨葉色平均差異.....            | 69 |
| 表 4-48 三種遮光處理下之紅粉佳人葉色平均差異.....             | 70 |
| 表 4-49 三種遮光處理下之彩葉芋葉色平均差異.....              | 73 |
| 表 4-50 三種遮光處理下之金鋤蔓綠絨葉色平均差異.....            | 74 |
| 表 4-51 三種遮光處理下之合果芋葉色平均差異.....              | 76 |
| 表 4-52 三種遮光處理下之黃心圓蔓綠絨葉色平均差異.....           | 78 |
| 表 4-53 三種遮光處理下奧利多葉色平均差異.....               | 79 |
| 表 4-54 三種遮光處理下之泡泡蔓綠絨葉色平均差異.....            | 80 |
| 表 4-55 三種遮光處理下之萊姆黃金葛葉色平均差異.....            | 81 |
| 表 4-56 三種遮光處理下之觀音蓮葉色平均差異.....              | 82 |
| 表 4-57 三種遮光處理下之台灣姑婆芋葉色平均差異.....            | 83 |
| 表 4-58 三種遮光處理下之申跋葉色平均差異.....               | 84 |
| 表 4-59 三種遮光處理下之姑婆芋葉色平均差異.....              | 85 |
| 表 4-60 三種遮光處理下之山芋葉色平均差異.....               | 86 |
| 表 4-61 三種遮光處理下之拎樹藤葉色平均差異.....              | 87 |
| 表 5-1 20 種天南星科植物於 3 種光處理下之葉面積平均大小值排序 ..... | 89 |
| 表 5-2 20 種天南星科植物於 3 種光處理下之節間距平均值大小排序 ..... | 92 |

# 第一章 緒論

## 第一節 前言

景觀設計所涵蓋的學問範圍甚廣，除了人為的硬體的設計外，植栽設計更是景觀設計裡重要的一環。設計師利用植栽的外觀形態，如喬木、灌木、藤蔓、草花加以排列配置型塑空間，植株本身的形態、大小、顏色、四季變化往往是影響景觀設計師挑選植栽的重要因素，甚至是影響景觀設計成功與否的關鍵。

其中自然的植栽設計，往往不如硬體設施來得容易預期與控制。以植栽來說，植栽的生長情況，除了受基本的陽光、空氣、水、土壤影響外，植物本身特性，如是否抗風、耐貧脊、向陽亦或是耐蔭...等，都影響著植栽本身的生長，然而現今的景觀設計作品中，卻常有植栽被配置在非該植栽適合之生長環境的情況發生，如較耐蔭之植物被配置在全光的環境下，或喬木下的植物生長情況不如預期等等情況發生，以至於許多景觀設計師在選用植栽時往往無所適從。

雖然目前已有不少景觀植物的最適光度的研究報告(周明燕，1994)，然而景觀植物在不同光環境下植物葉特徵之相關詳細研究記錄極少，且植物的耐蔭性的顯著特徵的至今仍是個倍受爭論的議題，(Sack&Grubb，2001；Kitajima & Bolker，2003；Niinemets，2006)，以至於迄今仍無公認的耐蔭性之評估標準(吳俊偉，2003；Poorter，2009)。

根據前人的耐蔭性的相關研究方法回顧，可將其植物耐蔭性研究方法分為直接測定與間接測定兩大類。(一)直接測定:透過實驗將植株之生理特徵(如光補償點)，透過量化測定，找出實驗植株本身的耐蔭數值。(二)間接測定:將能生長在遮蔭環境下之植株之枝下高、葉片、植株外觀形態進行分類，歸納出其形態特徵，如並將其歸類為耐蔭植物或非耐蔭(吳俊偉，2003)。直接測定法雖能精準的獲得

植物本身之耐蔭數值，但目前在植物分類上已有耐蔭性數據之植物仍為極少數，且其數據測得之過程繁瑣，又非一般景觀設計師易容判讀之數據。而間接測定則根據目前的已有的研究指出，間接測定之測定對象多以戶外常見之景觀植物觀測之(任建武及蘇雪痕，1999；張慶費，2000；游文娟，2008)，極少在測定對象之挑選上能將其系統化的以科別進行分類，仍無法有效直接補足耐蔭性在植物分類學上資料之不足。

## 第二節 研究動機與目的

究竟怎麼樣的植物耐蔭?科別或植物的形態特徵是否可藉由目測判斷其耐蔭性質?因此本研究在常見景觀植栽中選擇其中普遍被選用種於室內外的天南星科植物為試驗對象，測定天南星科植物在不同光度下的生長結果判定本科植物是否多數耐蔭，及是否葉色越濃綠月耐蔭?耐蔭和不耐蔭的種類究竟有何共同的形態特徵。透過植物葉的特徵的測定與分析，建置一套植物在不同光度下之葉特徵差異，與植物耐蔭性的相關準則，以補足國內在選用景觀植栽時，耐蔭性的相關參考資料的不足。

## 第二章 文獻回顧

### 第一節 光對植物的影響

各種植物有其光合作用特性及能力，非耐陰性植物在強光照環境下可善用光源，光合作用旺盛，生長也良好；但在低光照環境下，因光資源的利用效率低，光合速率緩慢，小苗枯死的比率高。相反地，另有一部分植物在低光照環境下其光資源的利用效率較高，故可長期生存在低光環境中，但在強光照環境中卻無法充分利用光源，光合作用能力低，生長量隨光度增加而增加的幅度較小，甚可提供遺傳資源(郭幸榮，2003)。

葉綠素是維持植物生長的基本要素，而光是影響葉綠素形成的主要條件，大多數植物的葉綠素形成，都是需要光照的。植物在黑暗中生長都不能合成葉綠素，葉子發黃，即為常見的黃化現象(吳俊偉，2003)。光線過低，不利於葉綠素的生物合成，所以，栽培密度過大或肥料水份過多而徒長的植物，上部遮光過甚，植株下部葉片的葉綠素分解速度大於合成速度，葉色變黃(馮武軍，2007)。

植物在生長發育過程中合成葉綠素、葉黃素、胡蘿蔔素和花青素等，並儲存於細胞的葉綠體和液泡中。植物葉子呈現的顏色是葉綠體內的色素和液胞中色素共同作用的結果(史繼述等，2010)。

### 第二節 耐陰性的相關研究

耐陰性被認為是了解溫帶和熱帶森林動態演替的核心(Bazzaz，1979; Pacala et al，1996)。雖然耐陰性的概念可以追溯到十八世紀，但關於耐陰性的顯著特徵仍然有相當多的爭論(Sack & Grubb，2001; Kitajima & Bolker，2003; Niinemets，2006)，以至於迄今仍無公認的耐陰性之評估標準(吳俊偉，2003；Poorter，2008)。植物的耐陰性雖迄今雖無一公認之評估標準，但根據前人的研究植物的耐陰性仍有其一定特徵可供判斷。

根據吳俊偉於 2003 年之環境綠化植物耐蔭性指標之研究中將植物的耐蔭性的相關文獻依形態特徵，與生理特徵及植物耐蔭性指標探討分類如下：

### (一)形態上之特性

1. 葉片葉幕區色深濃，葉色深濃且葉片質厚者；或樹幹下部側枝不易枯落且繁茂者；或樹冠成圓錐形，且枝條緊密者多為耐蔭樹(陳有民，1990)。
2. 常綠闊葉樹多為耐蔭樹。常綠性針葉樹的葉片呈現扁平或鄰片狀，且表、背區分明顯者一亦多為耐蔭樹(陳有民，1990)。
3. 葉片色澤葉色較濃綠或低光下葉色變為較濃綠者(Elias and Masarovicova，1986)多為耐蔭植物，
4. 低光下葉面積增加，葉片變薄者，多為耐蔭植物(Givinish，1988)。
5. 植物葉肉柵狀組織厚度/海綿組之厚度，其比值較低者；或葉片缺角質層發育不良、蠟質以及茸毛者，或葉下表皮較厚者，多具耐蔭性(Levitt，1980)。
6. 在莖部方面，耐蔭植物會延伸節間長度，長得較高，期望能突破周圍或上面其他植物的遮蔭(郭幸榮，2003)。
7. 耐蔭樹種的葉片壽命會大於非耐蔭樹種，而且樹種耐蔭性越高其葉片壽命越長，其底面積年增加量亦越少(陳振銘，2003)。

### (二)生理上之特徵

1. 光補償點低、光飽和點低(Oberbauer and Strain，1986):植物在光照強度低到一定程度時，其光合作用所合成的物質量，恰好與其呼吸作用所消耗的物質量相等。此時光照強度稱為光補償點；隨著光照強度增加，光合作用所合成的物質量亦隨著增加，因而可以有多餘的物質可供生育或儲藏，但當光照強度增加到一定程度後，光合作用就達到最大值而不再增加，此時光照強度稱為光飽和點(吳俊偉，2003)。根據 Boardman(1977)以多種耐蔭植物為材料，認為光補償點依植物種類而異，光補償點越低之植物，

對低光之容忍程度越強，所以低光馴化即是降低具高光補償點之植物的光補償點數值，使其具有在低光環境下生長的能力。

2. 高低光的光合作用差異: 高、低光下，耐蔭(陰性)植物光合作用差異小，非耐蔭(陽性)植物的光合作用差異較大(Bazzaz and Calson, 1982)。Bazzaz 和 Calson(1982)比先驅樹種及耐蔭樹種為植物材料，比較其光合作用速率，得知陰性植物在光亮與陰暗處，光合作用差異小，而陽性植物則差異大。
3. 葉綠素 a/b 比值較低(Givnish, 1988): Mckiernan 及 Baker(1991)比較 *Silence dioica* 高、低光下生理型態構造之差異，結果顯示在低光下生存的植物，葉綠素 a/b 比值下降。一般認為葉綠素 a 段較有利於紅光吸收，使陽性植物在直射光線下充分利用紅色光段；而葉綠素 b 則較有利於藍紫光吸收，使陰性植物在遮光情況下，得以有效地利用散色光中的藍紫色光段。因此，耐蔭植物的葉綠素 b 含量相對較高，以變適應在遮蔭的環境下生長。
4. 低光下葉片細胞液之濃度，低光下葉片細胞液濃度低、水分含量較高者 (Camacho and Pierre, 1995) Camacho and Pierre(1995)以六種 Costa Rican 森林樹木為材料，低光下水分含量上升。Schulz and Mark(1997) 認為水分含量上升的原因，是葉片水分潛勢上升以及樹幹與葉片間水分潛勢梯度下降所致。
5. 色素的含量: 色素的含量方面陰性植物葉片通常含較高的類胡蘿蔔素，但缺少花青素等色素(吳俊偉, 2003)。陰性植物在完全黑暗中經過一段時間，葉綠素合成系統仍能保持正常運作，而陽性植物在長期光照不足環境下，葉綠體亦發生破壞分解現象，而使葉片呈現白化現象。

根據文獻回顧指出，且耐蔭性的相關研究目前多以林下之初生小苗為主要研究對象(Lourens, 2009)，而在我們生活中之常見之景觀植物在不同光度下的相關研究則相對稀少，因此，本研究欲以景觀植物中常見之天南星科植物為主要研究

對象，觀察並記錄 20 種天南星科植物在不同光度下，葉特徵的形態變化。

### 第三節 天南星科植物

根據文獻(張錦興，1997)指出，國外觀賞植物的產業於 1970 年代開始發展，而天南星科品種的也由於該時期的開發利用，逐漸成為觀賞植物的主力，因此全球觀葉植物生產額中，觀賞天南星科約佔有三分之一的市場。在國內據農林廳農經科調查，八十六年台灣地區盆花類中，天南星科的白鶴芋(包含綠巨人)、蔓綠絨、合果芋、粗肋草、黛粉葉、黃金葛等數項的栽培盆數有 350 萬盆，銷售金額在 1 億 5 千萬元以上，佔盆花總的 12% 左右，近年來市場需求量大增，加上栽培環境適宜，及種苗生產與栽培技術的提昇，天南星科在台灣盆栽市場佔有率逐年增加。

天南星科(Araceae)是全球遍及的科屬，主要分佈熱帶及亞熱帶，約有 126 屬 2500 種(Bogner 1978 · 1980)，台灣維管束植物簡誌中指出，台灣有 16 屬，其中 *Xanthosoma* 為栽培者，另外 *Colocasia* 中有栽培之種類。天南星科植物的特性如下：草本，具塊莖或根莖，多直立，稀攀緣或附生。單葉或各式複葉，網狀脈或平行脈。花小，或佛焰花序，兩性或單性，同株(同序)或異株，同序時雌花於下方；花被成兩輪或缺；雄花與花被同樹且對生，或 2-8 或多數(無花背時)；子房上位或嵌入花軸。漿果或聚合果(楊遠波等，2001)。台灣地處亞熱帶，植物種原十分豐富，已知的天南星科植物種類即有 16 屬近 40 種，其中數種是重要的食用作物，如芋屬(*Colocasia*)與蒟蒻屬(*Amorphophallus*)等，但大多數種屬皆可當作觀賞植物。因其具有豐富色彩變化的佛焰苞，或為「觀花」的盆栽植物，如火鶴(*Anthurium*)、海芋(*Zantedeschia*)及白鶴芋(*Spathiphyllum*)等，或者具有誘人的葉形、葉色，如彩葉芋(*Caladium*)、黛粉葉(*Dieffenbachia*)等，而受到消費市場的喜愛；除了上述常見種屬，其它尚有春雪芋屬(*Homalomena*)、柚葉藤(*Pothos*)、大萍(*Pistia stratiotes*)等種類(張錦興，1997)。

## 第四節 葉色

### (一) 葉色的成因

植物在生長發育過程中合成葉綠素、葉黃素、胡蘿蔔素和花青素等，並儲存於細胞的葉綠體和液泡中。植物葉子呈現的顏色是葉綠體內的色素和液泡中色素共同作用的結果。對於大多數植物來說，在正常生長季節中，由於葉綠體內的色素含量遠超過液泡色素的含量，因此，植物一般都表現出葉綠體內色素的顏色。葉綠體內的色素包括葉綠素(綠色)和類胡蘿蔔素(黃色)兩大類，這兩大類色素之間的比例決定葉子的顏色。秋冬時節，植物接收到如低溫、短日照等環境訊息，葉綠素的合成逐漸減慢、分解速度加快，導致葉片中的葉綠素含量相對降低，而此時類胡蘿蔔素的分解速度緩慢，相對的含量升高，因此葉片隨著類胡蘿蔔素與葉綠素的相對變化，使植物葉片成黃、橘等鮮豔色彩。而紅葉色則是由於花青素與葉綠素得互相消長作用的結果。當秋季來臨，隨著溫度降低、葉片衰老，葉綠素逐漸分解，相對含量降低，而低溫有助於花青素合成，因此花青素的含量增加，相對含量升高，使葉片呈現紅色(馮武軍，2007)。

### (二) 葉色測定

根據范宏杰(1995)於茶樹採摘芽葉量測色澤數值化之建立中，整理前人研究之非破壞性之測色方法有3種，葉色判定的方法有三：一是利用葉色板，另一是利用葉綠素計(羅正宗、陳一心，1999；羅正宗等，2000)，再則是利用彩色色差計(Gonnet，1999；Liang *et al.*，2003)，此三法惟葉色板有其使用上的限制，如使用時需考慮太陽方向及測定時間，且即使葉色板之色票固定，但卻可能因不同使用者，而測得結果不同(羅正宗等，2000)。近來被用來進行非破壞性葉綠素含量速測法之儀器有葉綠素計(chlorophyll meter)及色差計(color difference meter)(張致盛、張林仁，1998)。

又上述3種葉色測量方法之優缺點整理如下(表2-1)，發現相較於葉色板在使用上須考量陽光及時間限制且色票過於簡化，以及葉綠素計在測量實會受儀器、

季節作物種類影響，導致結果產生差異等缺點；使用色差計測量葉色為較便宜、方便之方法。

表 2-1 葉色板、葉綠素計、色差計使用於葉色測量測之優缺點

| 方法      | 應用   | 優點                               | 缺點                                |
|---------|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 葉色板  | 應用葉色板輔助水稻肥培管理 (潘昶儒, 2010)  | 非破壞性測色法                          | 測量陽光影響, 有時間的限制, 且色票過於簡化, 無法反映實際情況 |
| 2. 葉綠素計 | 不同品種及栽培條件對暹米氮素含量的變異與葉色的關係 (羅正宗、陳一心, 1999)                          | 非破壞性測方法, 葉綠素含量以數值方式表示葉色濃淡, 客觀性較高 | 相同的測量會受儀器、季節及作物種類而有很大差異           |
| 3. 色差計  | 兩種速測法在果樹葉片葉綠素含量測定之應用 (張致盛、張林仁, 1998)<br>色彩色差計による茶の色の測定 (原力男, 1996) | 非破壞性測色法且較便宜、方便                   |                                   |

### (三) 表色法

CIE 體系為「國際照明委員會」(International Commission of Illumination)在西元 1931 年正式採用的國際測色標準。CIE 體系是以色光三原色紅(R)、綠(G)、藍(B)三色為基準，設定三種 X、Y、Z 的刺激值。任何色彩都可由這三原色色光混色而成。表色法是一種色彩空間的說明，將影像中的每一個色彩圖素數值化，以數值表現，而利用數值來表示色彩稱為表色(color specification)，用來表示色彩的數值稱為表色值(color specification value)，在一連串表色規定下形成的色彩系統稱為表色系統(color system)。CIE 體系以人類色覺四原色紅、黃、綠、藍紫為基礎作修正，在西元 1976 年發表 CIE L\*a\*b\* 表色法和 CIE L\*u\*v\*表色法(戴杏玲, 1996)。CIE L\*a\*b\*和 CIE L\*u\*v\*表色法是 1976 年由國際照明委員會 CIE 提倡的 UCS 表色法，獲國際標準化組織 ISO 正式採用為表示色差的方法。它適用於一切光源色或物體色的表示計算(范宏杰, 1995)。

CIE 1976 Lab 色彩空間採用以下的三次元直角座標，又稱 CIELAB 色彩空間，  
X、Y、Z 的刺激值與 L\*、a\*、b\* 的轉換計算公式如下

$$L^* = 116\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad \frac{Y}{Y_n} > 0.008856$$

$$L^* = 903.3\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \quad \frac{Y}{Y_n} \leq 0.008856$$

$$a^* = 500\left\{\left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}}\right\}$$

$$b^* = 200\left\{\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}}\right\}$$

CIE LAB 色彩空間如圖 2-1，其中 L\* 表示明度顏色的明度，以百分比表示，0% 為黑；100% 為白；a 代表紅綠度，在正值時表示紅色程度，在負值時表示綠色程度；b 代表黃藍色度，在正值時表示黃色程度，在負值時表示藍色程度，其中

H\* 表示顏色之色相，可在色相環上找到相對應角度之顏色 C\* 表示彩度，其計算公式為  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$  (原力男，1996)，即色彩的飽和程度，彩度越高，顏色越飽和，因此彩度又可視為某顏色在該色相上的強度(戴孟宗，2011)

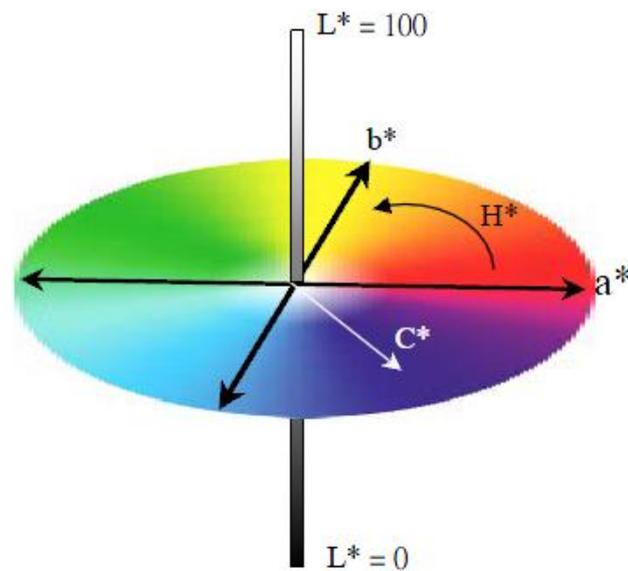


圖 2-1 CIE LAB 色彩空間 (李志君，2004)

## 第三章 材料與研究方法

### 第一節 試驗環境

試驗期間為 2010 年 3 月至 2011 年 9 月。試驗地點位於陽明山山腰，海拔高度約為 410 公尺。鄰近陽明山國家公園，因此以陽明山竹子湖氣象站之氣候統計資料為試驗場地之氣候資料。根據中央氣象局所提供之長期氣候統計資料顯示，台北地區之平均最高月均溫為 29.6°C，而竹子湖氣象觀測站之最高月均溫為 24.8°C 台北地區之平均最低月均溫為 16.1°C，而竹子湖氣象觀測站之最低月均溫為 11.8°C 顯示試驗地區之最高、最低月均溫均比台北地區低約 5°C。而年平均相對濕度亦比台北地區高 10%，且秋冬兩季之降雨量明顯高出台北地區許多(如圖 3-1)。顯示試驗地點之氣候型態為較台北地區低溫且潮濕之氣候型態。

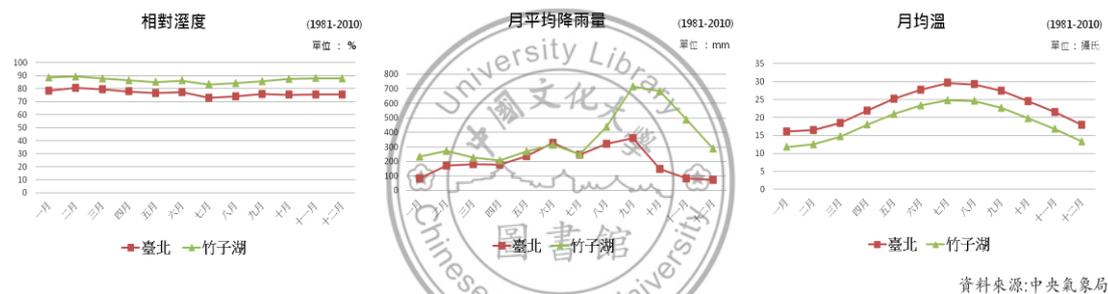


圖 3-1 試驗地點與台北地區之氣候比較圖

### 第二節 供試材料

選擇天南星科植物中，選擇 20 種具代表性，且具觀賞價值的植栽(如表 3-1)。於 2010 年 3 月自狀元園藝購買 3 吋盆之植株。其中姑婆芋(*Alocasia macrorrhiza*)、山芋(*Alocasia macrorrhiza*)於基隆市信義區山區採得，申跋(*Arisaema ringens*)、針房藤 (*Rhaphidophora liukuensis*)於由北橫上高義山區採得，合果芋(*Syngonium podophyllum*)、拎樹藤(*Epipremnum pinnatum*)於士林文化大學後山山區採得。

表 3-1 試驗之 20 種天南星科植物及其分佈地區

|          |   |                 |
|----------|---|-----------------|
| 1. 姑婆芋   | <i>Alocasia macrorrhiza</i> (L.) Schott & Endl. | 全島低海拔地區         |
| 2. 台灣姑婆芋 | <i>Alocasia cucullata</i> Schott & Endl.        | 北部低海拔山區         |
| 3. 申跋    | <i>Arisaema ringens</i> (Thunb.) Schott         | 台灣東、北、中部中低海拔之林地 |
| 4. 山芋    | <i>Colocasia formosana</i> Hayata               | 中低海拔森林下層        |
| 5. 拎樹藤   | <i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engler          | 海拔二千公尺以下之森林內    |



1



2



3



4



5

園藝種

原產地

|           |  |               |
|-----------|--|---------------|
| (1) 粗勒草   | <i>Aglaonema</i> spp.  | 熱帶非洲、菲律賓、馬來西亞 |
| (2) 黛粉葉   | <i>Dieffenbachia maculata</i> (Lodd.) Swett                      | 南美洲熱帶雨林       |
| (3) 火鶴芋   | <i>Anthurium andraeanum</i> Lindl.                               | 非洲南部和美洲熱帶     |
| (4) 寶石蔓綠絨 | <i>Philodendron</i> spp.   | 中、南美洲         |
| (5) 窗孔蔓綠絨 | <i>Monstera obliqua</i> (Miq.) Walp. var. <i>expilata</i> Engler | 亞馬遜河流的熱帶      |



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

|           |   |               |
|-----------|---|---------------|
| (6) 白鶴芋   | <i>Spathiphyllum kochii</i> Engler & Krause               | 熱帶美洲哥倫比亞      |
| (7) 紅粉佳人  | <i>Syngonium podophyllum</i> Schott. cv. <i>Infra Red</i> | 中南美洲          |
| (8) 彩葉芋   | <i>Caladium x hortulanum</i> Hort. ex Birdsey             | 熱帶美洲          |
| (9) 金鋤蔓綠絨 | <i>Philodendron martianum</i> Engl. cv. <i>Lemon Lime</i> | 圭亞那、巴西。       |
| (10) 合果芋  | <i>Syngonium podophyllum</i> Schott                       | 墨西哥和巴拿馬熱帶美洲雨林 |



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)

| 園藝種       |  | 原產地    |
|-----------|--|--------|
| (1)黃心圓蔓綠絨 | <i>Philodendron tricolor</i> Golden Orlando                      | 墨西哥    |
| (2)奧利多    | <i>Philodendron bipinnatifidum</i> Schott                        | 巴西     |
| (3)泡泡蔓綠絨  | <i>Philodendron martianum</i> Engl.                              | 巴西及圭亞納 |
| (4)萊姆黃金葛  | <i>Rhaphidophora aurea</i> (Lindl.ex Andre.) Birdsey             | 所羅門群島  |
| (5) 觀音蓮   | <i>Alocasia lowii</i> Hook.f. X <i>Alocasia sandariana</i> Bull. | 墨西哥    |



### 第三節 試驗地點、期間及處理方式

試驗場地為中國文化大學森林暨自然保育學系所有之溫室。利用遮光網控制環境光度，並分別以 40%之網織遮光網及 70%之網織遮光網進行遮光處理，設定遮光環境為 40%遮光、70%遮光、與 0%遮光，前兩者溫室各一間，後者置於溫室外於全光下。



圖 3-2 三種遮光處理設定

實驗開始時間為 2010 年 3 月。將供試材料之植栽，每種各 60 株，分別栽種於 5 吋盆中。參試植株之介質比為泥碳土:珍珠石=1:1。每天上午 8 時及下午 3 時利用定時噴灌系統進行自動灑水，每次灑水時間為 30 秒，兩次間隔 8 小時。上述

不同光度為本研究之 3 個處理，每處理 4 重複(如圖 2)，每一重覆栽植供試植栽 20 種，每種 5 株；於 2010 年 9 月起，每 3 個月進行一次植栽之葉面積、節間距測定，並於試驗測量開始一年後，進行植物葉色測定。

|       | 1  | 2  | 3  | 4  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
|-------|--|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|--|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|---|----|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|----|----|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|---|----|----|----|----|----|
| 0%遮光  | <table border="1"> <tr><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>8</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>17</td><td>7</td></tr> <tr><td>4</td><td>14</td><td>16</td><td>15</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>9</td></tr> <tr><td>11</td><td>13</td><td>12</td><td>10</td></tr> </table> | 20 | 19 | 18 | 8 | 5  | 6  | 17 | 7  | 4  | 14 | 16 | 15 | 3 | 2  | 1  | 9  | 11 | 13 | 12 | 10 | <table border="1"> <tr><td>1</td><td>5</td><td>6</td><td>20</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>18</td><td>19</td></tr> <tr><td>13</td><td>4</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>12</td><td>11</td><td>17</td><td>16</td></tr> <tr><td>8</td><td>10</td><td>9</td><td>7</td></tr> </table> | 1 | 5 | 6  | 20 | 2  | 3  | 18 | 19 | 13 | 4 | 14 | 15 | 12 | 11 | 17 | 16 | 8  | 10 | 9  | 7  | <table border="1"> <tr><td>8</td><td>12</td><td>3</td><td>9</td></tr> <tr><td>1</td><td>7</td><td>11</td><td>10</td></tr> <tr><td>19</td><td>18</td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>15</td><td>5</td></tr> <tr><td>13</td><td>17</td><td>20</td><td>14</td></tr> </table> | 8 | 12 | 3 | 9  | 1 | 7 | 11 | 10 | 19 | 18 | 2  | 6  | 4  | 16 | 15 | 5  | 13 | 17 | 20 | 14 | <table border="1"> <tr><td>8</td><td>5</td><td>14</td><td>6</td></tr> <tr><td>13</td><td>12</td><td>7</td><td>16</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>15</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>20</td><td>19</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table> | 8  | 5  | 14 | 6 | 13 | 12 | 7  | 16 | 3 | 2  | 15 | 1  | 4 | 11 | 9 | 10 | 20 | 19 | 17 | 18 |
| 20    | 19   | 18 | 8  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 5     | 6  | 17 | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 14   | 16 | 15 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 1  | 9  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 11    | 13   | 12 | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 1     | 5  | 6  | 20 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 2     | 3  | 18 | 19 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 4  | 14 | 15 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 12    | 11   | 17 | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 10   | 9  | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 12   | 3  | 9  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 1     | 7  | 11 | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 19    | 18   | 2  | 6  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 16   | 15 | 5  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 17   | 20 | 14 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 5  | 14 | 6  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 12   | 7  | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 15 | 1  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 11   | 9  | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 20    | 19   | 17 | 18 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 40%遮光 | <table border="1"> <tr><td>8</td><td>12</td><td>3</td><td>9</td></tr> <tr><td>1</td><td>7</td><td>11</td><td>10</td></tr> <tr><td>19</td><td>18</td><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td>4</td><td>16</td><td>15</td><td>5</td></tr> <tr><td>13</td><td>17</td><td>20</td><td>14</td></tr> </table> | 8  | 12 | 3  | 9 | 1  | 7  | 11 | 10 | 19 | 18 | 2  | 6  | 4 | 16 | 15 | 5  | 13 | 17 | 20 | 14 | <table border="1"> <tr><td>8</td><td>5</td><td>14</td><td>6</td></tr> <tr><td>13</td><td>12</td><td>7</td><td>16</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>15</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>20</td><td>19</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table> | 8 | 5 | 14 | 6  | 13 | 12 | 7  | 16 | 3  | 2 | 15 | 1  | 4  | 11 | 9  | 10 | 20 | 19 | 17 | 18 | <table border="1"> <tr><td>1</td><td>5</td><td>6</td><td>20</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>18</td><td>19</td></tr> <tr><td>13</td><td>4</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>12</td><td>11</td><td>17</td><td>16</td></tr> <tr><td>8</td><td>10</td><td>9</td><td>7</td></tr> </table> | 1 | 5  | 6 | 20 | 2 | 3 | 18 | 19 | 13 | 4  | 14 | 15 | 12 | 11 | 17 | 16 | 8  | 10 | 9  | 7  | <table border="1"> <tr><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>8</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>17</td><td>7</td></tr> <tr><td>4</td><td>14</td><td>16</td><td>15</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>9</td></tr> <tr><td>11</td><td>13</td><td>12</td><td>10</td></tr> </table> | 20 | 19 | 18 | 8 | 5  | 6  | 17 | 7  | 4 | 14 | 16 | 15 | 3 | 2  | 1 | 9  | 11 | 13 | 12 | 10 |
| 8     | 12   | 3  | 9  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 1     | 7  | 11 | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 19    | 18   | 2  | 6  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 16   | 15 | 5  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 17   | 20 | 14 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 5  | 14 | 6  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 12   | 7  | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 15 | 1  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 11   | 9  | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 20    | 19   | 17 | 18 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 1     | 5  | 6  | 20 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 2     | 3  | 18 | 19 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 4  | 14 | 15 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 12    | 11   | 17 | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 10   | 9  | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 20    | 19   | 18 | 8  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 5     | 6  | 17 | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 14   | 16 | 15 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 1  | 9  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 11    | 13   | 12 | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 70%遮光 | <table border="1"> <tr><td>8</td><td>5</td><td>14</td><td>6</td></tr> <tr><td>13</td><td>12</td><td>7</td><td>16</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>15</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>20</td><td>19</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table> | 8  | 5  | 14 | 6 | 13 | 12 | 7  | 16 | 3  | 2  | 15 | 1  | 4 | 11 | 9  | 10 | 20 | 19 | 17 | 18 | <table border="1"> <tr><td>8</td><td>5</td><td>14</td><td>6</td></tr> <tr><td>13</td><td>12</td><td>7</td><td>16</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>15</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>20</td><td>19</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table> | 8 | 5 | 14 | 6  | 13 | 12 | 7  | 16 | 3  | 2 | 15 | 1  | 4  | 11 | 9  | 10 | 20 | 19 | 17 | 18 | <table border="1"> <tr><td>1</td><td>5</td><td>6</td><td>20</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>18</td><td>19</td></tr> <tr><td>13</td><td>4</td><td>14</td><td>15</td></tr> <tr><td>12</td><td>11</td><td>17</td><td>16</td></tr> <tr><td>8</td><td>10</td><td>9</td><td>7</td></tr> </table> | 1 | 5  | 6 | 20 | 2 | 3 | 18 | 19 | 13 | 4  | 14 | 15 | 12 | 11 | 17 | 16 | 8  | 10 | 9  | 7  | <table border="1"> <tr><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>8</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>17</td><td>7</td></tr> <tr><td>4</td><td>14</td><td>16</td><td>15</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>9</td></tr> <tr><td>11</td><td>13</td><td>12</td><td>10</td></tr> </table> | 20 | 19 | 18 | 8 | 5  | 6  | 17 | 7  | 4 | 14 | 16 | 15 | 3 | 2  | 1 | 9  | 11 | 13 | 12 | 10 |
| 8     | 5  | 14 | 6  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 12   | 7  | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 15 | 1  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 11   | 9  | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 20    | 19   | 17 | 18 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 5  | 14 | 6  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 12   | 7  | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 15 | 1  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 11   | 9  | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 20    | 19   | 17 | 18 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 1     | 5  | 6  | 20 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 2     | 3  | 18 | 19 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 13    | 4  | 14 | 15 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 12    | 11   | 17 | 16 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 8     | 10   | 9  | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 20    | 19   | 18 | 8  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 5     | 6  | 17 | 7  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 4     | 14   | 16 | 15 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 3     | 2  | 1  | 9  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |
| 11    | 13   | 12 | 10 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |  |   |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |   |    |   |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |   |    |    |    |    |    |

圖 3-3 三種光處理下，每處理 4 重複，每一處理均種植 20 種供試之天南星科植物

## 第四節 測量方法

### (一)葉面積

量測樣本為，每種植物之單株自頂芽算起，兩個節間後之成熟葉片 2 片，一重複下，20 種天南星科植物，每種各測量各 5 株。將測量之 10 片樣本葉片，使用數位像機 (Sony Wx1) 拍照建檔，並使用 Image J 1.41o 軟體(Wayne Rasband; National Institutes of Health, USA)，進行葉面積計算。

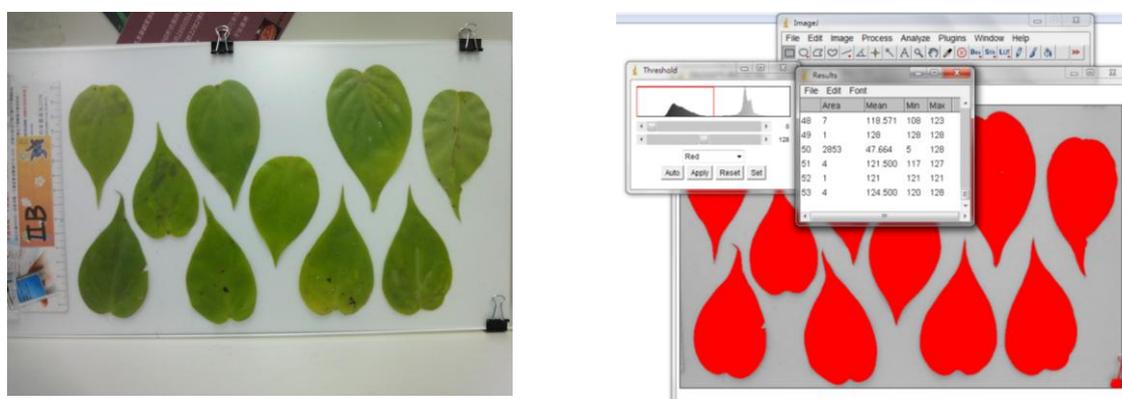


圖 3-4 Image J 1.41o 軟體葉面積計算軟體

## (二)節間距

量測樣本為，單株植栽測量頂芽後之第一與第二節間之節間距，使用游標尺量測，每一重複下種植 20 種天南星科植物，每種各測量各 5 株，每株測得 2 筆節間距。



圖 3-5 游標尺

## (三)葉之色度

自 2010 年試驗測量開始一年後，於 2011 年 8 月進行植物葉色測定，使用色差計(PANTONE Color Cue)針對葉色進行測定，量測樣本為，單株植栽自頂芽算起，兩個節間後之成熟葉片 2 片，測定部位為以葉脈中肋為中心，測定葉片之中心部分之葉色，每片測定兩點，並取其色度之  $L^*a^*b^*$  值之平均。另外，葉片包含 2 種顏色之粗勒草與黛粉葉及彩葉芋，則針對斑紋與底色部分分別進行測定，測定位置以葉脈中肋為中心，測定葉片中心部分之，斑紋與葉片底色均分別測定 2 點。



圖 3-6 色差計(PANTONE Color Cue)

## 第五節 統計方法

在統計學上，平均數考驗有多種不同的變形，主要的差別在於類別變項與水準數。如果類別變項的內容超過兩種水準，需使用一種能同時對兩個以上的樣本平均差亦進行檢定的方法，稱為變異數分析簡稱 ANOVA(邱皓政，2000)。本研究之測定對象為植栽之葉面積、節間距、葉色於三種光處理下之表現差異，故選定 ANOVA 為本研究之統計方法。

# 第肆章 結果

## 第一節 不同的光度對 20 種天南星科植物之影響

20 種天南星科植物於 2010 年 3 月完成實驗設定後，於 2010 年 9 月起每 3 個月(季)進行一次測定，至 2011 年 6 月，共測定 4 次。自實驗開始 15 月個後測得之數據顯示，三種不同光度對 20 種天南星科植物之葉面積、葉色及 12 種據明顯節間特徵之天南星科植物之節間平均值(如表 4-1)。根據 ANOVA 統計分析顯示，三種不同光度對天南星科植物之葉面積、節間距、葉色之生長影響均達到顯著水準。顯示遮光會對 20 種天南星科植物之葉面積、節間距、葉色造成影響。

三種遮光處理下之 0%遮光處理之葉面積平均值為 22.36cm<sup>2</sup>，40%遮光為 45.77 cm<sup>2</sup>，70%遮光為 39.63 cm<sup>2</sup>，顯示在 3 種光度下之葉面積平均值，40%遮光>70%遮光>0%遮光。ANOVA 統計結果 P<0.001，不同處理間的差異達極顯著水準。顯示 3 種光度對 20 種天南星科植物之葉面積平均值產生不同影響。0%遮光、40%遮光、70%遮光節間距之平均值，分別為 0.75 cm、1.47 cm、1.12 cm，顯示在三種遮光處理下之節間距平均值，40%遮光>70%遮光>0%遮光。ANOVA 統計結果顯示 P<0.001 差異亦達極顯著。顯示三種遮光處理對 12 種天南星科之節間距平均值產生影響。

葉色測量之 ANOVA 之統計結果顯，在三種遮光處理下 L\*、a\*、b\*之 P 值均 <0.001，差異極顯著，顯示 3 種不同遮光會對天南星科植物葉色造成影響。其中代表色彩明度之 L\*值在 0%遮光、40%遮光、70%遮光環境下，分別為 58.95%、

62.44%、62.11%，顯示在三種光處理下之葉色明度 40%>70%>0%遮光。

色彩之紅綠度之 a\* 值，值為負時表示綠色，根據 ANOVA 統計顯示於 0%遮光、40%遮光、70%遮光環境下之 a\* 值分別為 -0.23、-4.34、-3.32，顯示在三種遮光下葉色之綠度值為 70%>40%>0%，遮光程度越高，葉色綠色濃度越高；而 b\* 為代表色彩之黃藍度，當 b\* 值為正時表黃色，於 0%遮光下 b\* 值為 51.73、40%遮光為 48.76、70%遮光為 46.61，顯示在三種遮光環境下之黃度值 0%>40%>70%，顯示遮光程度越低，葉色黃色濃度越高。

表 4-1 三種光度對 20 種天南星科植物之葉面積(cm<sup>2</sup>)、節間距(cm)、葉色平均值

|       | 平均值      |          |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
|       | 葉面積      | 節間距      | L*       | a*       | b*       |
| 0%遮光  | 22.36    | 0.75     | 58.95    | -0.23    | 51.73    |
| 40%遮光 | 45.77    | 1.47     | 62.44    | -4.34    | 48.76    |
| 70%遮光 | 39.63    | 1.12     | 62.11    | -3.32    | 46.61    |
| ANOVA | <0.001** | <0.001** | <0.001** | <0.001** | <0.001** |

\*<0.05 達顯著，\*\*P<0.001 達極顯著，L 代表顏色之明度，a 代表紅綠色度，呈負值時表示綠色程度；b 代表黃藍色度，呈負值時表示藍色程度

## 第二節 不同光度下之葉面積

### (一) 3 種光處理之總葉面積平均值比較

根據 ANOVA 統計分析結果顯示，三種遮光環境對 20 種天南星科植物之葉面積(cm<sup>2</sup>)的變異數同質性檢定無差異為顯著，三種遮光環境下之平均值的離散情形亦有顯著水準差異(如表 4-2)。葉面積的平均值為 0%遮光: 22.36cm<sup>2</sup>，40%遮光: 45.77cm<sup>2</sup>，70%遮光: 39.63 cm<sup>2</sup>，且顯示中等光度(40%遮光)環境下葉面積平均值為最大，70%遮光環境次之，而 0%遮光環境面積平均值為最小。三光下兩兩比較平均差異結果指出，40%遮光環境下測得之葉面積(平均 45.77cm<sup>2</sup>)顯著較 0%遮光環境下測得之葉面積(平均 22.36cm<sup>2</sup>)大的多，且 40%遮光環境與 70%遮光環境下測得之葉面積亦有明顯差異，顯示不同遮光環境會對植物葉面積造成影響。

表 4-2 三種光度下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均值與平均差異

| 遮光          | 平均值      | 平均差異  |       |         |
|-------------|----------|-------|-------|---------|
| 0%          | 22.36    | 0%遮光  | 40%遮光 | -23.40* |
|             |          |       | 70%遮光 | -17.27* |
| 40%         | 45.77    | 40%遮光 | 0%遮光  | 23.40*  |
|             |          |       | 70%遮光 | 6.13*   |
| 70%         | 39.63    | 70%遮光 | 0%遮光  | 17.27*  |
|             |          |       | 40%遮光 | -6.13*  |
| Main effect |          |       |       |         |
| spring      | <0.001** |       |       |         |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

## (二)20 種天南星科植物於 3 種光處理下之各種葉面積生長結果

20 種天南星科於自 2010 年 9 月起每 3 個月進行一次測定，共測定 4 次，依序為 9 月、12 月、3 月、6 月，分別代表夏、秋、冬、春季之生長。20 種天南星科植物於 3 光處理下之葉面積平均差異及四季生長變化結果變如下：



## 1.粗勒草

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-3)，不同遮光與四季之葉面積平均值差異均達極顯著水準。其中 40%遮光環境之四季平均葉面積平均值均大於 0%與 70%遮光，顯示在三種遮光處理下，40%遮光下之粗勒草有較大之葉面積，且生長速度最快。又根據統計分析顯示，四季變化亦對粗勒草葉面積大小達顯著性水準，但夏、秋、冬三季中，僅冬季之葉面積平均值呈顯著性差異，顯示季節低溫對粗勒草有顯著的影響。其中 0%遮光之葉面積於夏季後葉面積平均值逐季下降(圖 4-1)，至春季無符合測量條件之樣本，顯示粗勒草在 0%遮光環境對低溫之適應力較 40%與 70%遮光低。又其中 40%遮光處理下之粗勒草之四季變化無差異，顯示 40%遮光處理下之四季變化對粗勒草之影響較小。

表 4-3 粗勒草於 3 種光處理下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春      |
|-----------------|----------|--------|--------|--------|
| 0%遮光            | 41.24a   | 41.30a | 20.05b | -      |
| 140%遮光          | 53.16a   | 58.30a | 59.64a | 54.66a |
| 70%遮光           | 32.76a   | 48.17a | 49.65a | 42.52a |
| ANOVA (season)  | 0.220    | 0.460  | 0.038* | -      |
| Main effect     |          |        |        |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |        |        |
| Interaction     |          |        |        |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |        |        |
| 0%(L)*(F)       | 0.002*   |        |        |        |
| 40%(L)*(F)      | 0.194    |        |        |        |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |        |        |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

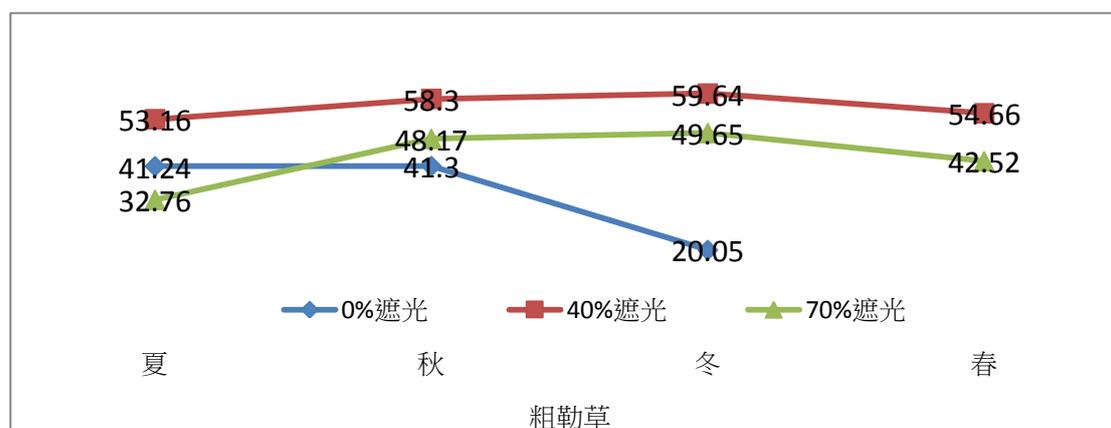


圖 4-1 粗勒草於三種遮光下之葉面積四季變化

## 2. 黛粉葉

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-4)，遮光與四季均對黛粉葉之葉面積平均值達顯著，其中 70%遮光環境之葉面積平均值於僅夏季小於 40%遮光環境葉面積，後逐季大於 0%與 40%遮光，0%遮光之葉面積於夏季後葉面積平均值逐季下降(圖 4-2)。而 40%與 70%之葉面積平均值於冬季下降之幅度不如 0%遮光，顯示 0%遮光環境下之黛粉葉對季節低溫之適應力較 40%與 70%遮光低，亦顯示黛粉葉在 40%與 70%遮光環境下較能穩定生長。又根據四季之 ANOVA 統計分析顯示四個季節中僅夏季與春季三種光處理下之葉面積達顯著水準，顯示季節溫差對黛粉葉之葉面積影響甚鉅。

表 4-4 黛粉葉於 3 種光處理下之葉面積( $\text{cm}^2$ )平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春       |
|-----------------|----------|--------|--------|---------|
| 0%遮光            | 36.04a   | 37.17a | 13.85b | 8.63b   |
| 40%遮光           | 43.69b   | 51.55a | 46.41a | 34.73b  |
| 70%遮光           | 41.28b   | 54.94a | 54.89a | 48.07ab |
| ANOVA (season)  | 0.003*   | 0.343  | 0.174  | <0.001* |
| Main effect     |          |        |        |         |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |         |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |        |         |
| Interaction     |          |        |        |         |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |        |         |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |        |         |
| 40%(L)*(F)      | <0.006*  |        |        |         |
| 70%(L)*(F)      | <0.002*  |        |        |         |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

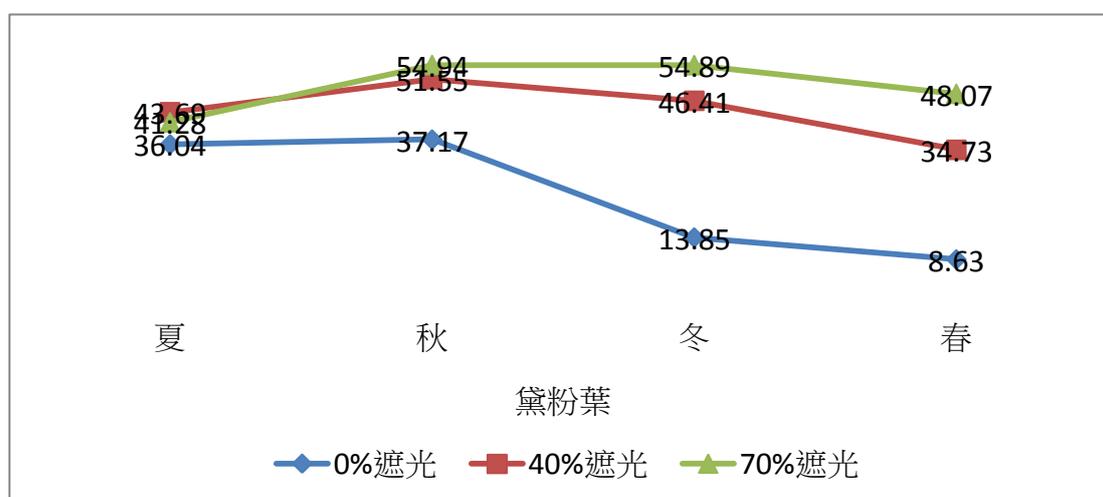


圖 4-2 黛粉葉於三種遮光下之葉面積四季變化

### 3. 火鶴芋

據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-5)，遮光與四季均對火鶴芋葉面積平均值影響達顯著水準。其中 0%遮光環境之葉面積平均值自夏季開始，葉面積平均值逐季下降，冬季之測量值幾近於 0(圖 4-3)，冬季葉面積平均值下降幅度均大於 40%與 70%遮光，顯示火鶴芋在 0%遮光環境下有較小之葉面積，且對季節低溫之適應力較 40%與 70%遮光低，意即 40%與 70%遮光較 0%遮光環境適合火鶴芋生長。而 70%遮光之葉面積平均值於秋冬兩季有較大的升、降幅，顯示遮光強度與季節變化的交互作用對火鶴芋之葉面積影響甚鉅。又根據四季之 ANOVA 統計分析顯示四個季節中僅春季之三種光處理下之葉面積無差異水準，顯示春季時之氣候環境對火鶴芋之葉面積影響大於遮光。

表 4-5 火鶴芋於 3 種光處理下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬        | 春      |
|-----------------|----------|--------|----------|--------|
| 0%遮光            | 36.88a   | 26.95a | 2.19c    | 20.69b |
| 40%遮光           | 43.73a   | 31.01b | 33.81ab  | 28.16b |
| 70%遮光           | 34.12ab  | 54.8a  | 30.56ab  | 22.84b |
| ANOVA (season)  | 0.005*   | 0.002* | <0.001** | 0.537  |
| Main effect     |          |        |          |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |          |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |          |        |
| Interaction     |          |        |          |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |          |        |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |          |        |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |        |          |        |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |        |          |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

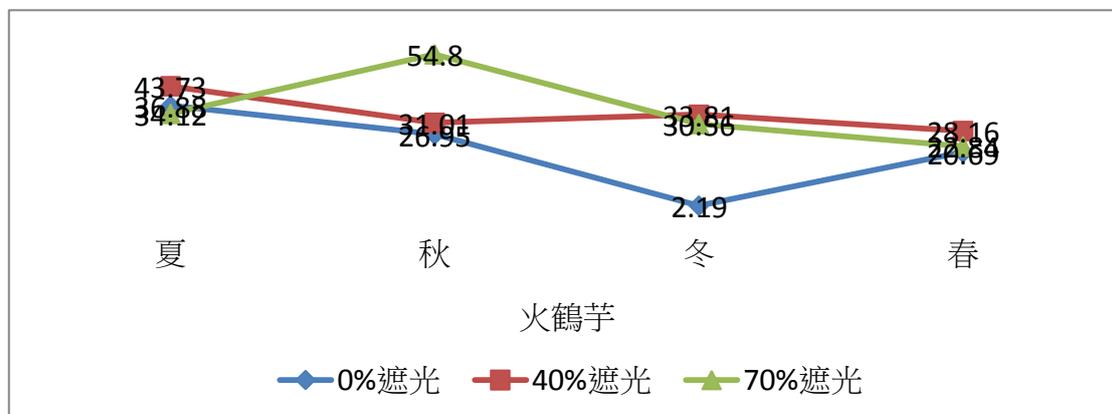


圖 4-3 火鶴芋於三種遮光下之葉面積四季變化

#### 4. 寶石蔓綠絨

據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-6)，遮光與四季均對寶石蔓綠絨葉面積平均值影響達顯著水準。其中 0%遮光環境之四季葉面積均小於 40%遮光與 70%遮光，且自秋季開始，葉面積平均值逐季下降，顯示寶石蔓綠絨在 0%遮光環境下有較小之葉面積，且對季節低溫之適應力較 40%與 70%遮光低。而 70%遮光之葉面積平均值於秋、冬有較大的升、降幅，顯示遮光強度與季節變化的交替作用對寶石蔓綠絨之葉面積影響甚鉅(圖 4-4)。又根據四季之 ANOVA 統計分析顯示四個季節中僅秋、冬兩季之三種光處理下之葉面積無差異水準，顯示秋冬兩季之氣候環境對寶石蔓綠絨之葉面積影響大於遮光。

表 4-6 寶石蔓綠絨於 3 種光處理下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春      |
|-----------------|----------|--------|--------|--------|
| 0%遮光            | 17.64a   | 26.50a | 15.96b | 8.76c  |
| 40%遮光           | 59.98a   | 42.05a | 43.36b | 38.07c |
| 70%遮光           | 31.21a   | 59.17a | 31.90a | 21.15a |
| ANOVA (season)  | 0.003*   | 0.411  | 0.095  | 0.017* |
| Main effect     |          |        |        |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |        |        |
| Interaction     |          |        |        |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |        |        |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |        |        |
| 40%(L)*(F)      | 0.155    |        |        |        |
| 70%(L)*(F)      | 0.284    |        |        |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

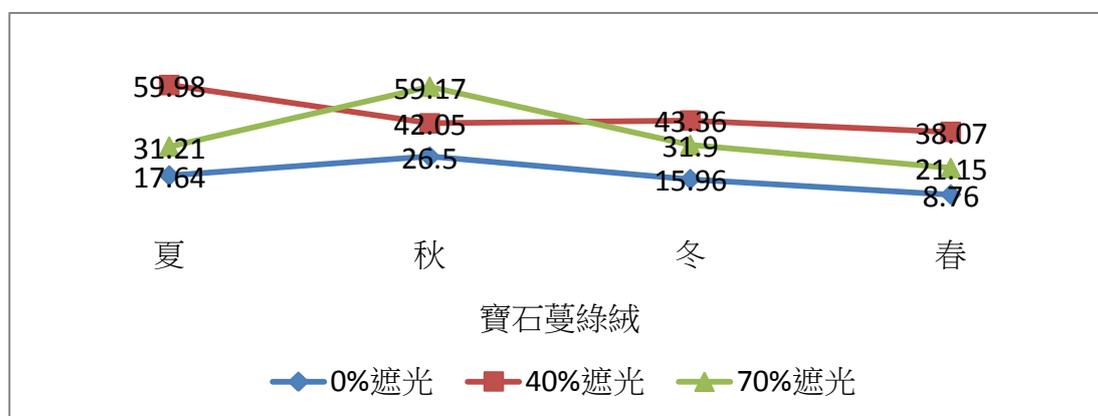


圖 4-4 寶石蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化

## 5. 白鶴芋

據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-7)，遮光與四季均對白鶴芋葉面積平均值影響達顯著水準。其中 0%遮光環境之四季葉面積均小於 40%遮光與 70%遮光，顯示白鶴芋在 0%遮光環境下有較小之葉面積，且冬季之葉面積平均測值較 40%與 70%低得多，顯示 0%遮光下之白鶴芋對季節低溫之適應力較 40%與 70%遮光低。而 40%與 70%遮光之葉面積平均值於秋、冬有較大的升、降幅，顯示遮光強度與季節變化的交替作用對白鶴芋之葉面積影響甚鉅。(圖 4-5)又根據四季之 ANOVA 統計分析顯示四個季節中僅夏季之三種光處理下之葉面積達顯著水準，顯示夏季高溫會加劇遮光對葉面積之平均差異。而秋、冬、春三季均未達顯著水準，顯示白鶴芋生長受四季變化影響較遮光小。

表 4-7 白鶴芋於 3 種光處理下之葉面積( $\text{cm}^2$ )平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋       | 冬       | 春      |
|-----------------|----------|---------|---------|--------|
| 0%遮光            | 19.91a   | 23.26ab | 10.63ab | 23.54b |
| 40%遮光           | 51.52a   | 43.10b  | 51.36b  | 48.64b |
| 70%遮光           | 42.18a   | 51.05b  | 35.74b  | 48.46b |
| ANOVA (season)  | <0.001** | 0.084   | 0.070   | 0.226  |
| Main effect     |          |         |         |        |
| Light(L)        | <0.001** |         |         |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |         |         |        |
| Interaction     |          |         |         |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |         |         |        |
| 0%(L)*(F)       | 0.074    |         |         |        |
| 40%(L)*(F)      | 0.108    |         |         |        |
| 70%(L)*(F)      | 0.096    |         |         |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

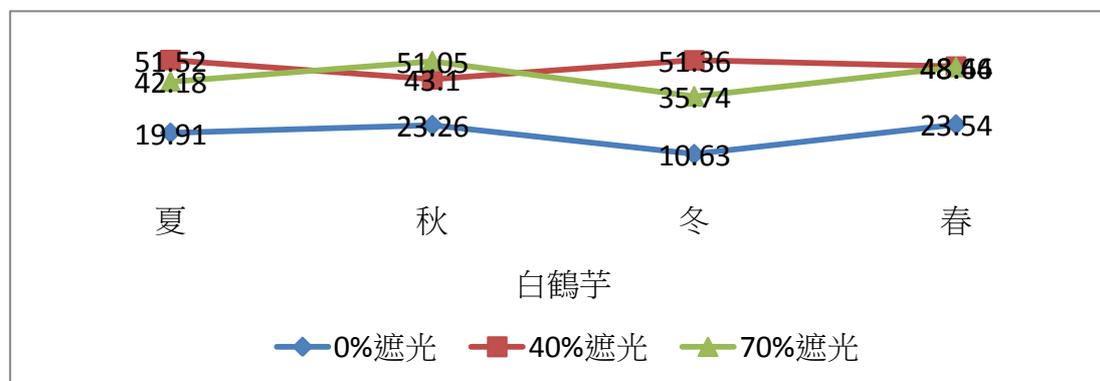


圖 4-5 白鶴芋於三種遮光下葉面積之四季變化

## 6. 窗孔蔓綠絨

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-8)，遮光與四季均對窗孔蔓綠絨葉面平均值影響達顯著水準。由圖顯示其中 40%遮光環境之四季平均葉面積平均值均大於 0%與 70%遮光。三種遮光環境下之葉面積均於夏季後大幅度下降，顯示季節低溫對窗孔蔓綠絨之葉面積造成影響。又根據 ANOVA 統計顯示，三種遮光處理下的葉面積平均值達顯著，顯示遮蔭會對窗孔蔓綠絨葉面積平均值影響甚鉅。而夏、冬、春三季中，僅冬季之葉面積平均達顯著差異，顯示冬季低溫會加劇三種遮光下之葉面積平均差異。70%之葉面積平均值為 0(圖 4-6)，顯示窗孔蔓綠絨低溫之環境下，需要較多的光照，才能支持葉面積的維持。

表 4-8 窗孔蔓綠絨於 3 種光處理下葉面積(cm<sup>2</sup>)之平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春      |
|-----------------|----------|--------|--------|--------|
| 0%遮光            | 67.15a   | 35.75b | 18.10c | 23.20c |
| 40%遮光           | 76.14a   | 44.83b | 42.24b | 75.81a |
| 70%遮光           | 38.41b   | -      | 40.96b | 53.96a |
| ANOVA (season)  | 0.052    | -      | 0.002* | 0.123  |
| Main effect     |          |        |        |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |        |        |
| Interaction     |          |        |        |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |        |        |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |        |        |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |        |        |        |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |        |        |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

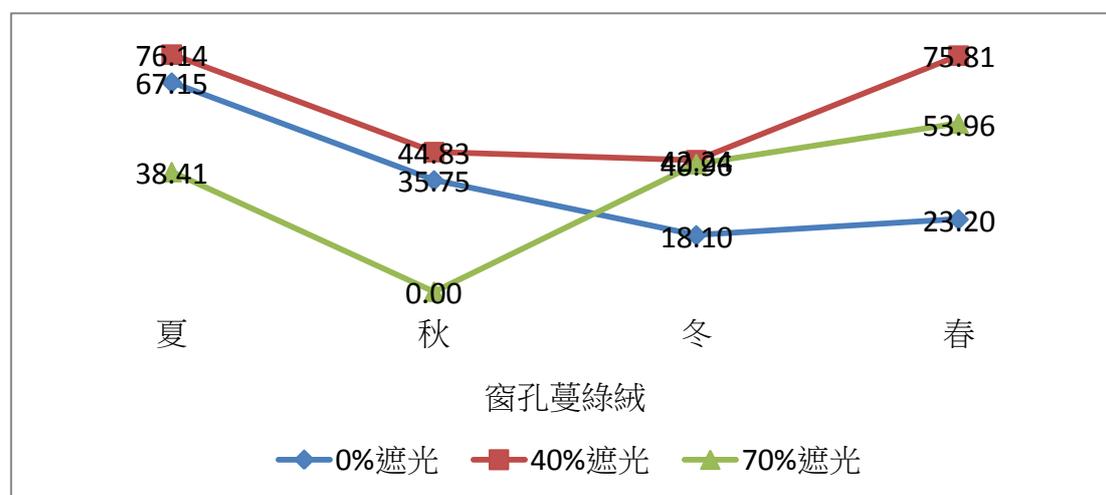


圖 4-6 窗孔蔓綠絨於三種遮光下葉面積之四季變化

## 7.紅粉佳人

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-9)，遮光對葉面積平均值影響達顯著水準，四季變化亦對紅粉佳人達顯著水準。由表 4-11 顯示 0%遮光環境之四季葉面積均小於 40%遮光與 70%遮光，顯示紅粉佳人在 0%遮光環境下有較小之葉面積。三種遮光環境下之葉面積僅 70%遮光下之葉面積之四季變化無差異水準，顯示紅粉佳人於 70%遮光環境下之葉面積能穩定生長且較不受四季變化影響(圖 4-7)。又根據統計分析顯示，四季中秋、冬、春三季之三種光處理下之葉面積平均值均無差異，顯示紅粉佳人在三種遮光處理下均能穩生長，又四季中僅夏季之葉面積平均值達顯著水準，顯示夏季較高的溫度之會加劇遮光對紅粉佳人之葉面積平均差異。

表 4-9 紅粉佳人於 3 種光處理下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬       | 春      |
|-----------------|----------|--------|---------|--------|
| 0%遮光            | 32.32a   | 22.43b | 15.16b  | 20.44b |
| 40%遮光           | 62.04a   | 30.13b | 25.15b  | 30.76b |
| 70%遮光           | 41.46a   | 34.73c | 40.22ab | 31.85b |
| ANOVA (season)  | 0.032*   | 0.059  | 0.304   | 0.789  |
| Main effect     |          |        |         |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |         |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |         |        |
| Interaction     |          |        |         |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |         |        |
| 0%(L)*(F)       | <0.028*  |        |         |        |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |        |         |        |
| 70%(L)*(F)      | 0.053    |        |         |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

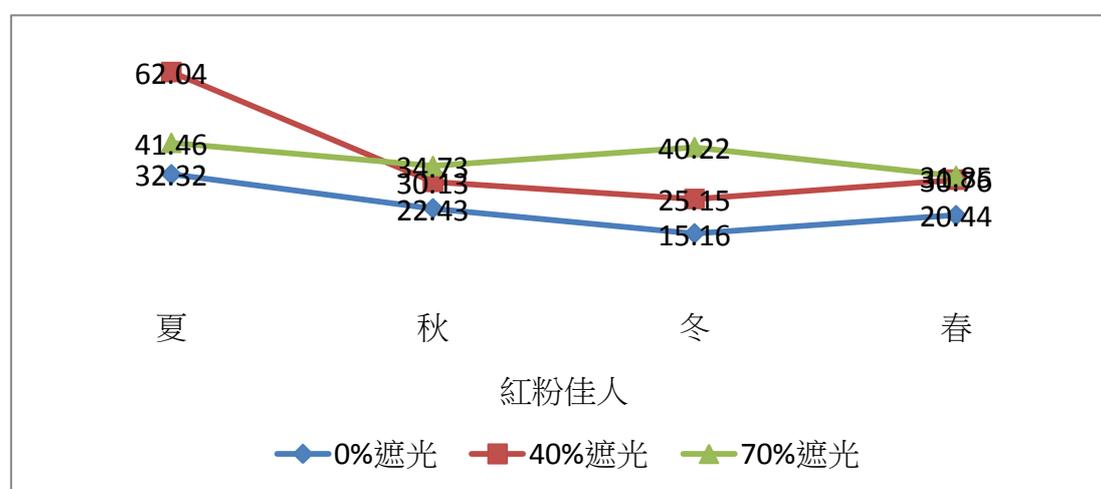


圖 4-7 紅粉佳人於三種遮光下葉面積之四季變化

## 8. 彩葉芋

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-10)，遮光對彩葉芋葉面積平均值影響達顯著水準，四季變化亦對彩葉芋達顯著水準。3 遮光環境之冬季葉面積平均值均為零，乃受彩葉芋本身之冬季休眠現象影響所致(圖 4-8)。根據 ANOVA 統計分析顯示，遮光對葉面積平均值達顯著水準，四季變化亦達顯著水準。四季中僅夏季之葉面積平均值達顯著水準，顯示夏季較高的溫度之會加劇遮光對彩葉芋之葉面積平均差異。又根據統計分析顯示，三種遮光之葉面積平均於夏、冬、春三季變化均達顯著，顯示四季變化對遮光對彩葉芋之葉面積平均差異之加乘效果較小。

表 4-10 彩葉芋於 3 種光處理下之葉面積( $\text{cm}^2$ )平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋                                 | 冬      | 春        |
|-----------------|----------|-----------------------------------|--------|----------|
| 0%遮光            | 43.97a   | -                                 | 18.08c | 37.38b   |
| 40%遮光           | 63.92a   | -                                 | 23.72c | 77.59b   |
| 70%遮光           | 21.57a   | -                                 | 33.35a | 28.24b   |
| ANOVA (season)  | 0.032*   | -                                 | 0.304  | 0.789    |
| Main effect     |          |                                   |        |          |
| Light(L)        | <0.001** |                                   |        |          |
| Four seasons(F) | <0.001** | Summer Autumn Spring              |        | <0.001** |
| Interaction     |          |                                   |        |          |
| (L)*(F)         | <0.001** | (L)*Summer Autumn Spring          |        | <0.001** |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** | 0%(L)*(F) * Summer Autumn Spring  |        | 0.003*   |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** | 40%(L)*(F) * Summer Autumn Spring |        | <0.001** |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** | 70%(L)*(F) * Summer Autumn Spring |        | 0.028*   |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

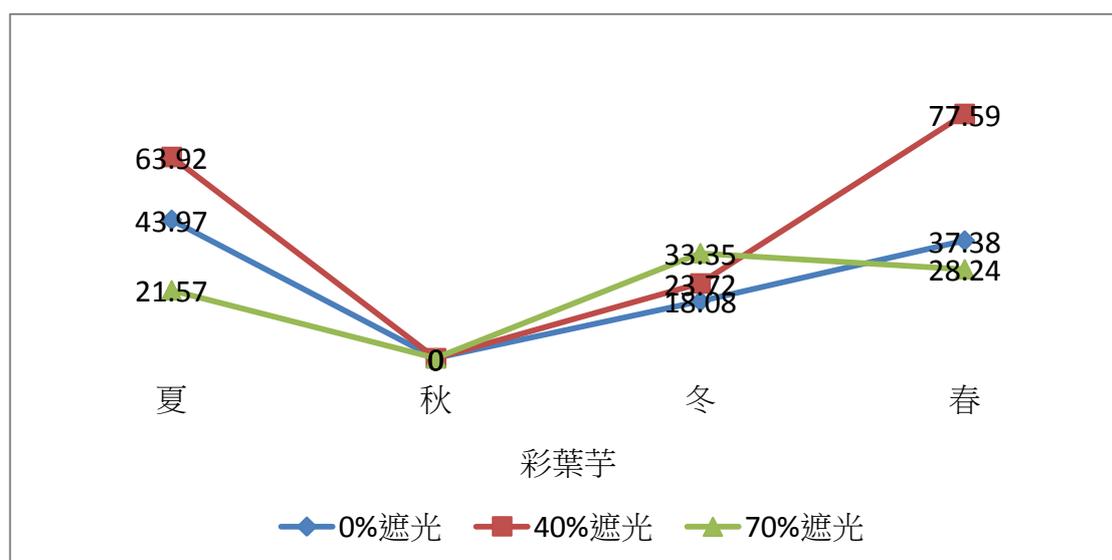


圖 4-8 彩葉芋於三種遮光下之葉面積四季變化

## 9. 金鋤蔓綠絨

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-11)，遮光對葉面積平均值影響達顯著水準，四季變化亦對金鋤蔓綠絨達顯著水準。根據圖 4-9 顯示，三種遮光處理之春季及夏季之葉面積均為零。顯示不論遮光程度金鋤蔓綠絨不耐冬季低溫，於 12 月測量前所有植株均凋萎死亡，然而金鋤蔓綠絨為多年生草本，顯示實驗場地之冬季氣候環境不適合金鋤蔓綠絨生長。根據數據顯示 40%遮光之秋、冬季平均葉面積平均值均大於 0%與 70%遮光；顯示金鋤蔓綠絨在 40%遮光環境下有較大之葉面積，又根據統計分析顯示 0%遮光之葉面積於夏季後葉面積平均值下降至 5 以下，顯示 0%遮光環境對低溫之適應力較 0%與 70%遮光低。

表 4-11 金鋤蔓綠絨於 3 種光處理下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬 | 春 |
|-----------------|----------|--------|---|---|
| 0%遮光            | 26.03a   | 21.22b | - | - |
| 40%遮光           | 63.12a   | 52.87b | - | - |
| 70%遮光           | 24.52a   | 24.08b | - | - |
| ANOVA (season)  | <0.001** | 0.167  | - | - |
| Main effect     |          |        |   |   |
| Light(L)        | <0.001** |        |   |   |
| Four seasons(F) |          |        |   |   |
| Interaction     |          |        |   |   |
| (L)*(F)         | -        |        |   |   |
| 0%(L)*(F)       | -        |        |   |   |
| 40%(L)*(F)      | -        |        |   |   |
| 70%(L)*(F)      | -        |        |   |   |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

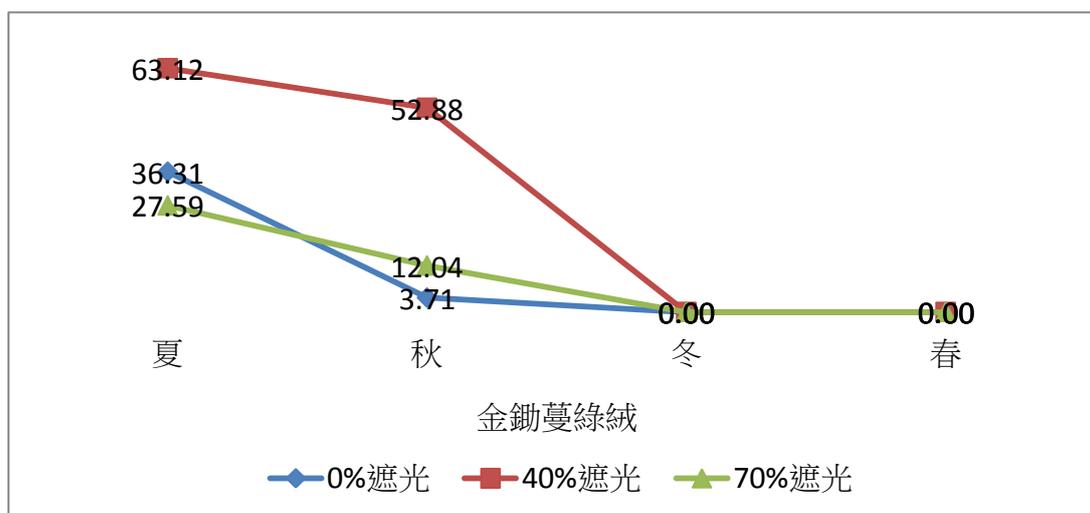


圖 4-9 金鋤蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化

## 10. 合果芋

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-12)，遮光對合果芋之葉面積平均值影響達顯著水準，四季變化亦對合果芋之葉面積達顯著水準。根據圖 4-10 顯示 0%遮光環境之四季平均葉面積平均值均小於 40%與 70%遮光，顯示在 0%遮光環境下之合果芋有較小之葉面積。又根據統計分析顯示合果芋於三種遮光處理下之四季葉面積平均除春季之外其差異均未達顯著水準，且 3 遮光環境下之葉面積僅 40%遮光下之葉面積與四季變化達顯著水準，顯示合果芋於 0%遮光與 70%遮光環境下之四季葉面積平均差異不大，葉面積較不受四季變化影響，而在 40%遮光環境下，葉面積除了受遮光影響，四季變化亦達顯著，顯示不同的遮光程度會對合果芋之四季變化造成影響。

表 4-12 合果芋於 3 種光處理下之葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光              | 夏          | 秋        | 冬       | 春        |
|-----------------|------------|----------|---------|----------|
| 0%遮光            | 20.42b     | 21.17ab  | 21.64ab | 23.17a   |
| 40%遮光           | 33.08b     | 30.89b   | 33.35b  | 47.16a   |
| 70%遮光           | 28.04a     | 30.40a   | 28.78a  | 29.11a   |
| ANOVA (season)  | 0.353      | 0.825    | 0.159   | <0.001** |
| Main effect     |            |          |         |          |
| Light(L)        | <0.001**   |          |         |          |
| Four seasons(F) | <0.001**   |          |         |          |
| Interaction     | (L)*(F)    | <0.001** |         |          |
|                 | 0%(L)*(F)  | 0.689    |         |          |
|                 | 40%(L)*(F) | 0.001**  |         |          |
|                 | 70%(L)*(F) | 0.731    |         |          |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

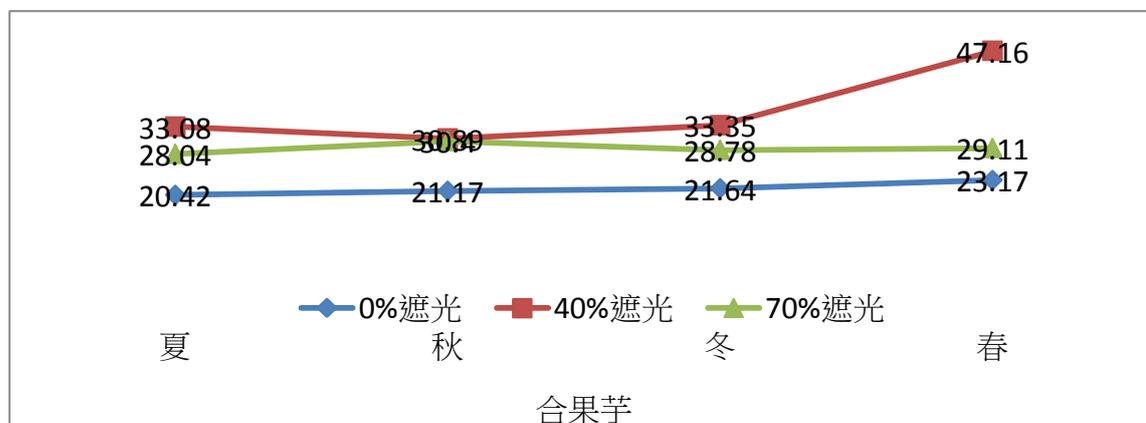


圖 4-10 合果芋於三種遮光下之葉面積四季變化

## 11. 黃心圓蔓綠絨

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-13)，遮光與四季均對黃心圓蔓綠絨之葉面積平均值影響達顯著水準。其中 0%遮光環境之四季平均葉面積平均值均小於 40% 與 70%遮光，顯示在 0%遮光環境下之黃心圓蔓綠絨有較小之葉面積，又 0%遮光環境下之黃心圓蔓綠絨於春季測量值為 0，顯示在 0%遮光環境下之黃心圓蔓綠絨不耐季節低溫(圖 4-11)。又根據統計分析顯示，3 遮光環境下之夏、秋、春三季中，僅秋季於三種遮光下之葉面積平均值均值與四季變化無差異水準，顯示季節溫度變化會對黃心圓蔓綠絨之葉面積變化造成影響。

表 4-13 黃心圓蔓綠絨於 3 種光處理下葉面積( $\text{cm}^2$ )之平均差異

| 遮光                  | 夏        | 秋      | 冬      | 春      |
|---------------------|----------|--------|--------|--------|
| 0%遮光                | 17.23a   | 17.25b | -      | 8.57b  |
| 40%遮光               | 40.13b   | 19.76b | 26.39a | 23.38b |
| 70%遮光               | 39.00a   | 22.18a | 27.19a | 18.70b |
| ANOVA (season)      | <0.001** | 0.567  | -      | 0.016* |
| Main effect         |          |        |        |        |
| Light(L)            | <0.001** |        |        |        |
| Four seasons(F)     | <0.001** |        |        |        |
| Interaction (L)*(F) | <0.001** |        |        |        |
| 0%(L)*(F)           | <0.001** |        |        |        |
| 40%(L)*(F)          | <0.001** |        |        |        |
| 70%(L)*(F)          | 0.731    |        |        |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

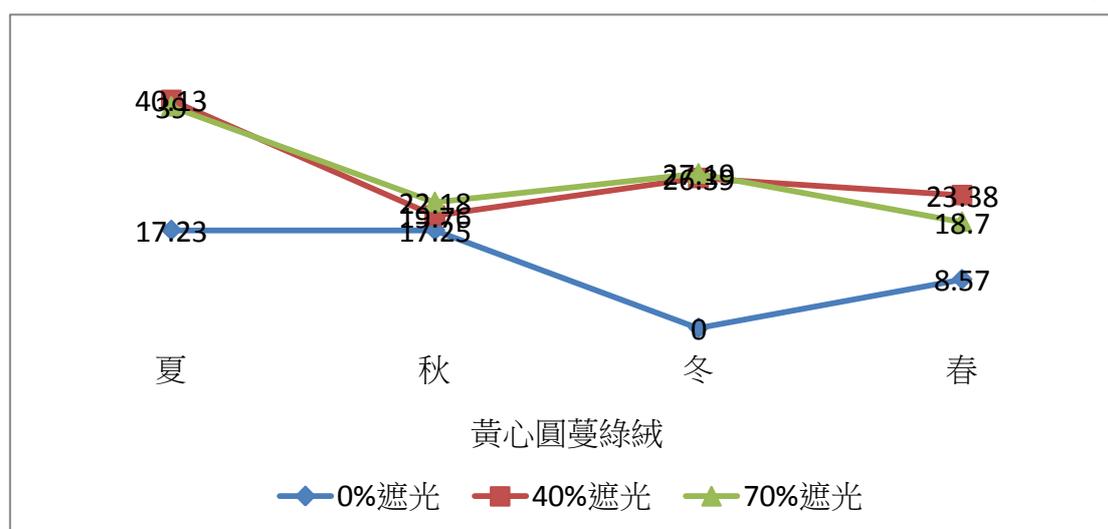


圖 4-11 黃心圓蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化

## 12. 奧利多

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-14)，遮光與四季變化均對葉面積平均值影響達顯著水準。其中 40%遮光環境之四季葉面積平均值均大於 0%與 70%遮光；且 0%遮光之四季平均葉面積又大於 70%遮光之四季平均葉面積，顯示在三種遮光下之葉面積大小為 40%遮光>70%遮光>0 遮光(圖 4-12)。根據統計分析顯示，3 遮光環境下之葉面積均與四季變化均達顯著水準，顯示遮光程度與奧利多葉面積之四季變化。

表 4-14 奧利多於 3 種光處理下葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光                  | 夏        | 秋        | 冬        | 春      |
|---------------------|----------|----------|----------|--------|
| 0%遮光                | 27.84b   | 26.89b   | 26.18b   | 37.55a |
| 40%遮光               | 46.97a   | 35.51b   | 36.00b   | 48.03a |
| 70%遮光               | 21.91a   | 8.32c    | 6.73c    | 15.18b |
| ANOVA (season)      | 0.001*   | <0.001** | <0.001** | 0.001* |
| Main effect         |          |          |          |        |
| Light(L)            | <0.001** |          |          |        |
| Four seasons(F)     | <0.001** |          |          |        |
| Interaction (L)*(F) | <0.001** |          |          |        |
| 0%(L)*(F)           | <0.001** |          |          |        |
| 40%(L)*(F)          | 0.001*   |          |          |        |
| 70%(L)*(F)          | 0.004*   |          |          |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

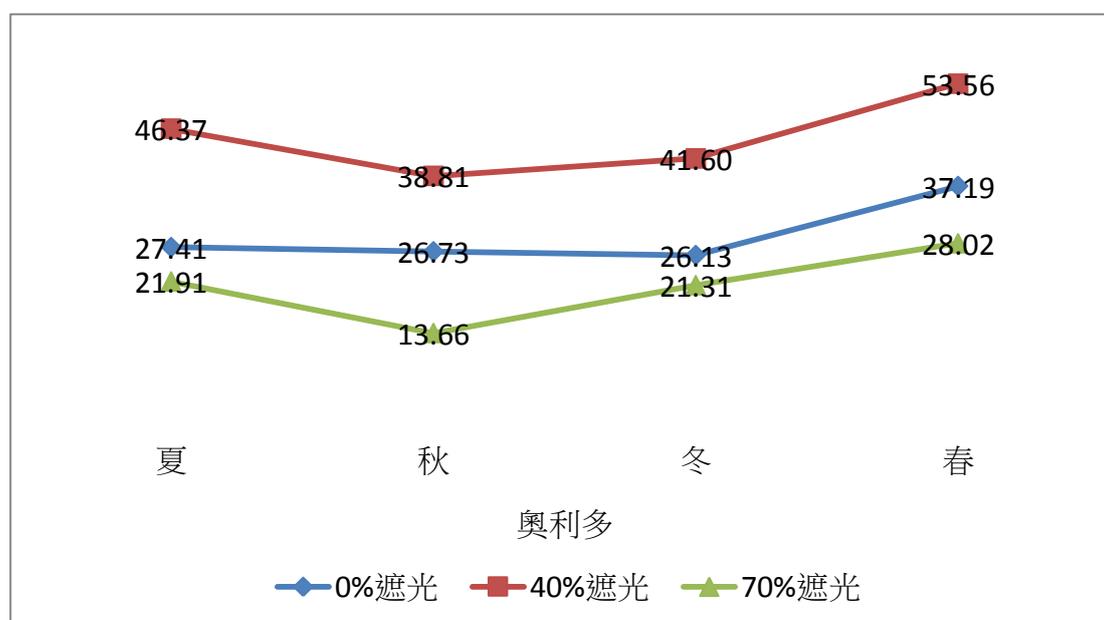


圖 4-12 奧利多於三種遮光下之葉面積四季變化

### 13. 泡泡蔓綠絨

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-15)，遮光與四季之對葉面積平均值均達顯著水準。其中 40%遮光環境之四季平均葉面積平均值均大於 0%與 70%遮光；且 0%遮光之四季平均葉面積又大於 70%遮光，顯示泡泡蔓綠絨在三種遮光下之葉面積大小為 40%遮光>0%遮光>70%遮光。其中 70%之冬季之葉面積測值為 0，顯示相較於 0%與 40%遮光，70%遮蔭環境下之泡泡蔓綠絨對季節性低溫適應力低(圖 4-13)。又根據統計分析，0%與 70%遮光環境下之葉面積均與四季變化達顯著相關，僅 40%遮蔭環境與四季變化無相關，顯示是否遮光會對泡泡蔓綠絨之四季變化造成影響。

表 4-15 泡泡蔓綠絨於 3 種光處理下葉面積之( $\text{cm}^2$ )平均差異

| 遮光                  | 夏        | 秋      | 冬      | 春      |
|---------------------|----------|--------|--------|--------|
| 0%遮光                | 21.23a   | 18.72b | 14.23b | 12.91b |
| 40%遮光               | 28.71a   | 27.63a | 30.90a | 27.97a |
| 70%遮光               | 18.21a   | 15.34b | -      | 13.45b |
| ANOVA (season)      | <0.001** | 0.022* | -      | 0.001* |
| Main effect         |          |        |        |        |
| Light(L)            | <0.001** |        |        |        |
| Four seasons(F)     | <0.001** |        |        |        |
| Interaction (L)*(F) | <0.001** |        |        |        |
| 0%(L)*(F)           | <0.001** |        |        |        |
| 40%(L)*(F)          | 0.145    |        |        |        |
| 70%(L)*(F)          | <0.001** |        |        |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

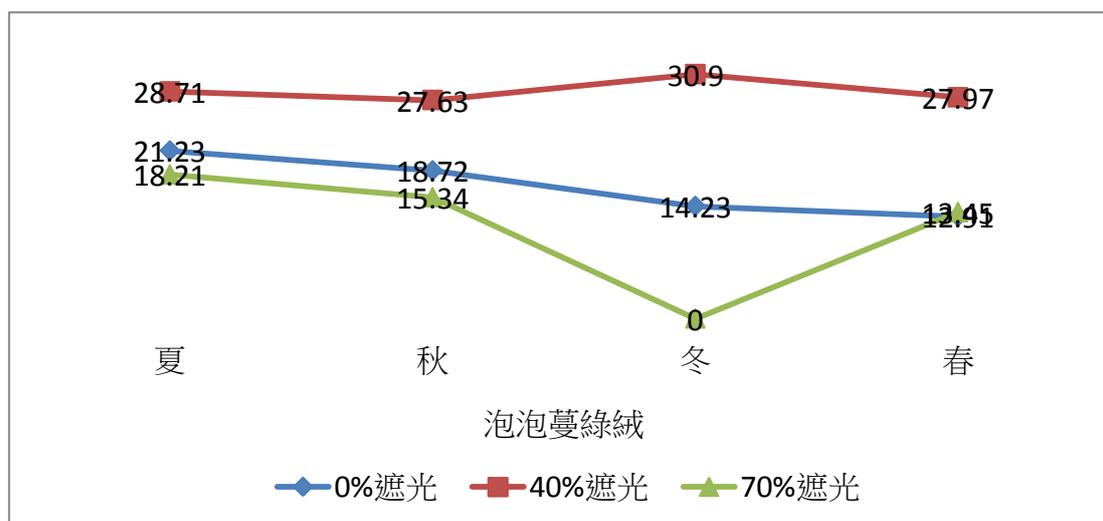


圖 4-13 泡泡蔓綠絨於三種遮光下之葉面積四季變化

#### 14. 萊姆黃金葛

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-16)，遮光與四季均對葉面積平均值影響影響達顯著水準，其中 40%遮光環境之四季平均葉面積平均值均大於 0%與 70%遮光，顯示在 40%遮光環境下有較大的葉面積。根據圖 4-14 顯示 0%與 70%遮光之冬、春兩季之葉面積平均值降至 10 以下，顯示 0%遮光與 40%遮光之萊姆黃金葛均不耐季節低溫。又根據統計分析顯示，0%與 40%遮光之萊姆黃金葛葉面積與四季變化達顯著，僅 70%遮蔭為大顯著，顯示遮蔭程度會影響萊姆黃金葛葉面積之四季變化。而夏、秋、春三季中，僅春季之三種遮光下之葉面積達顯著差異，顯示季節低溫會對萊姆黃金葛之葉面積造成影響。

表 4-16 萊姆黃金葛於 3 種光處理下葉面積(cm<sup>2</sup>)之平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春      |
|-----------------|----------|--------|--------|--------|
| 0%遮光            | 20.03a   | 14.67b | -      | 4.12c  |
| 40%遮光           | 37.66a   | 26.62b | 25.34b | 33.31a |
| 70%遮光           | 13.21a   | 21.16a | 9.61   | 16.14b |
| ANOVA (season)  | 0.185    | 0.424  | -      | 0.003* |
| Main effect     |          |        |        |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |        |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |        |        |
| Interaction     |          |        |        |        |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |        |        |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |        |        |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |        |        |        |
| 70%(L)*(F)      | 0.090    |        |        |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

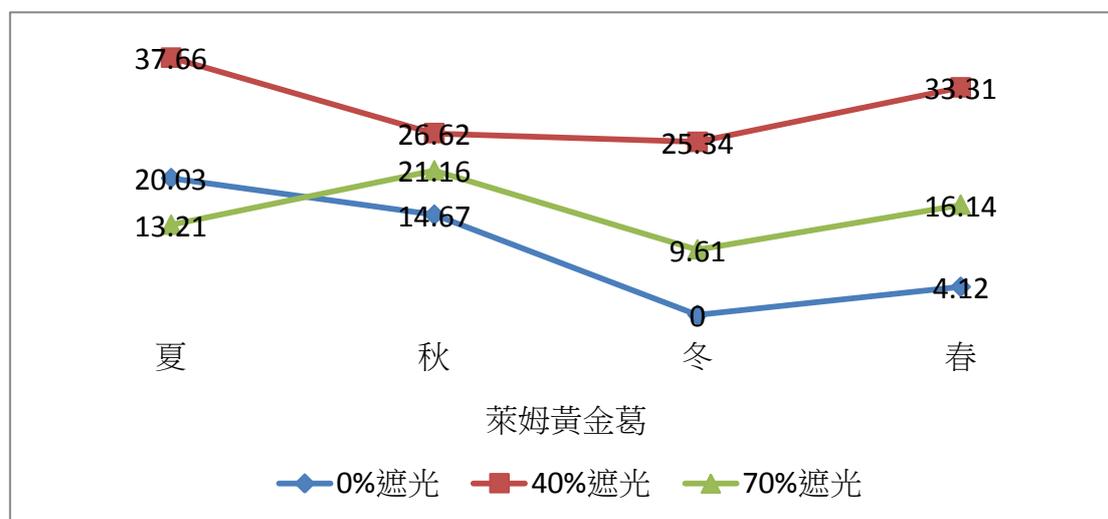


圖 4-14 萊姆黃金葛於三種遮光下之葉面積四季變化

## 15. 觀音蓮

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-17)，遮光與四季變化均對葉面積平均值影響達顯著水準。3 遮光環境之冬季葉面積平均值均為零(圖 4-15)，乃受觀音蓮本身之冬季休眠現象影響所致。根據統計數據顯示，3 遮光環境下之葉面積僅 0%遮光與四季變化均達顯著水準，顯示觀音蓮葉面積之四季變化與是否遮光程度有關；若將夏、秋、春三季之三種遮光處理下之葉面積值進行 ANOVA 統計分析，則三種遮光對觀音蓮之葉面積無差異水準，又夏、秋、春三季僅夏季之三種遮光下之葉面積達顯著水準，顯示冬季低溫對觀音蓮之葉面積造成極大的影響。

表 4-17 觀音蓮於 3 種光處理下葉面積( $\text{cm}^2$ )之平均差異

| 遮光              | 夏          | 秋                    | 冬                              | 春        |
|-----------------|------------|----------------------|--------------------------------|----------|
| 0%遮光            | 97.19a     | 34.65c               | -                              | 16.96b   |
| 40%遮光           | 120.33a    | 128.54b              | -                              | 129.17b  |
| 70%遮光           | 93.07a     | 109.22b              | -                              | 68.82c   |
| ANOVA (season)  | 0.346      | 0.001*               | -                              | 0.003*   |
| Main effect     |            |                      |                                |          |
| Light(L)        | <0.001**   |                      |                                |          |
| Four seasons(F) | <0.001**   | Summer Autumn Spring |                                | 0.054    |
| Interaction     | (L)*(F)    | 0.167                | (L)*(F) * Summer Autumn Spring | 0.037*   |
|                 | 0%(L)*(F)  | <0.001**             | 0%(L)* Summer Autumn Spring    | <0.001** |
|                 | 40%(L)*(F) | <0.001**             | 40%(L)* Summer Autumn Spring   | 0.923    |
|                 | 70%(L)*(F) | <0.001**             | 70%(L)* Summer Autumn Spring   | 0.230    |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

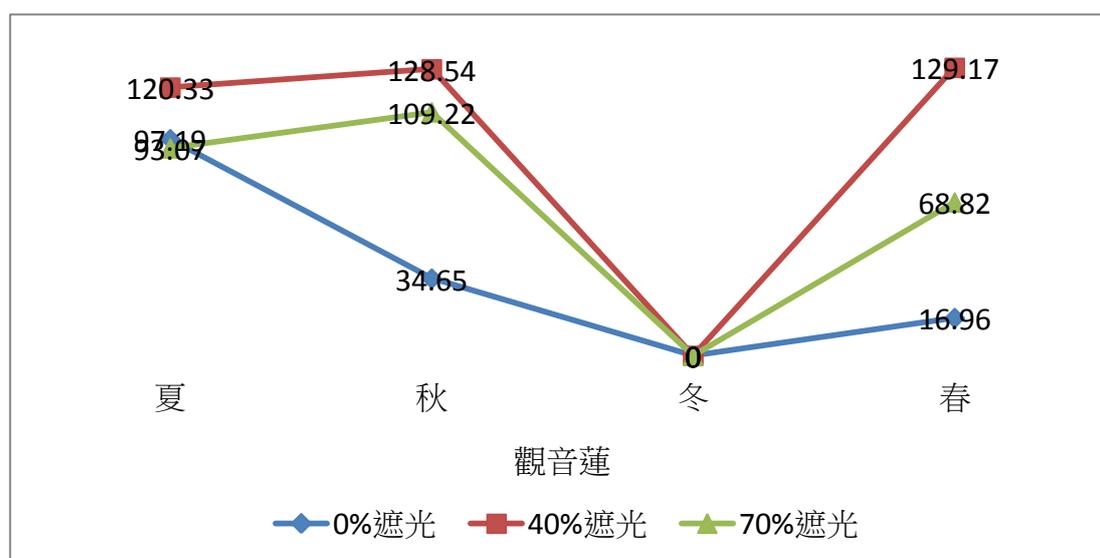


圖 4-15 觀音蓮於三種遮光下之葉面積四季變化

## 16. 台灣姑婆芋

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-18)，遮光與四季均對葉面積平均值達顯著水準。根據圖 4-16 顯示台灣姑婆芋在 0%遮光之葉面積平均值均小於 40%遮光、70%遮光之平均葉面積平均值，顯示在 0%遮光的環境下，台灣姑婆芋有較小之葉面積。又根據統計數據顯示，三種遮光處理中，僅 70%遮光無差異水準，顯示遮蔭強度會對姑婆芋之四季變化造成影響。又四個季節中，僅冬季之三種光度下之葉面積平均值無差異，顯示冬季低溫對台灣姑婆芋之影響大於遮光。

表 4-18 台灣姑婆芋於 3 種光處理下葉面積( $\text{cm}^2$ )平均差異

| 遮光                  | 夏        | 秋        | 冬       | 春        |
|---------------------|----------|----------|---------|----------|
| 0%遮光                | 18.10b   | 38.04a   | 29.40a  | 34.74a   |
| 40%遮光               | 106.00a  | 122.86a  | 105.47a | 73.36b   |
| 70%遮光               | 92.57a   | 103.79a  | 101.11a | 79.5b    |
| ANOVA (season)      | <0.001** | <0.001** | 0.062   | <0.001** |
| Main effect         |          |          |         |          |
| Light(L)            | 0.001*   |          |         |          |
| Four seasons(F)     | 0.009*   |          |         |          |
| Interaction (L)*(F) | 0.027*   |          |         |          |
| 0%(L)*(F)           | <0.001** |          |         |          |
| 40%(L)*(F)          | 0.009*   |          |         |          |
| 70%(L)*(F)          | 0.186    |          |         |          |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

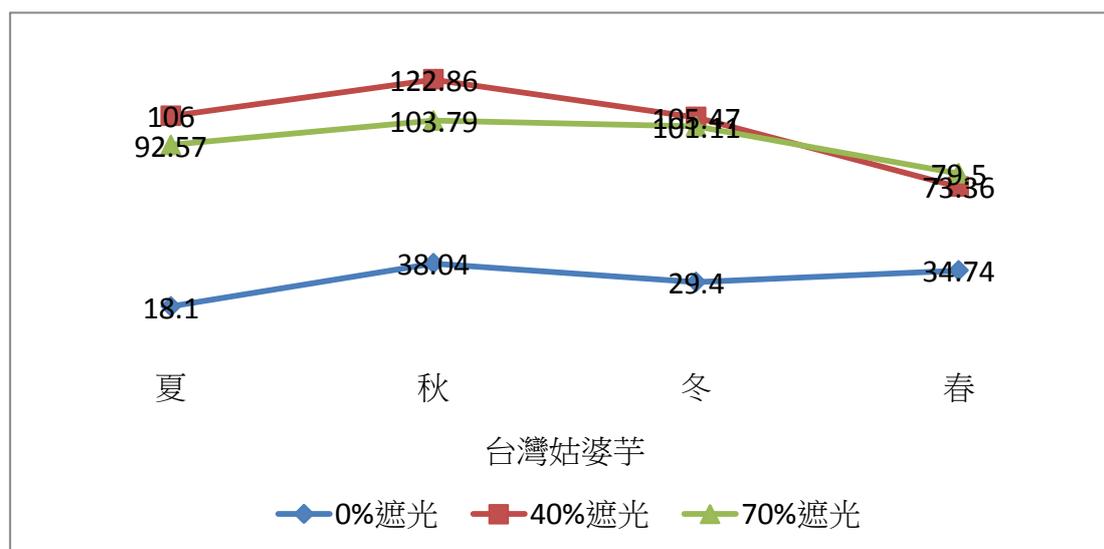


圖 4-16 台灣姑婆芋於三種遮光下之葉面積四季變化

## 17. 申跋

根據實驗結果顯示，申跋於3月種植，於秋季測量前凋萎後，於冬季測量結束後開始萌芽長葉，且夏季測量前凋萎。根據ANOVA統計分析顯示(表4-19)，遮光對申跋葉面積平均值影響達顯著水準，其中70%遮光環境之四季平均葉面積平均值均大於40%遮光，且40%遮光之葉面積又大於0%遮光，顯示申跋之葉面積為70%遮光>40%遮光>0%遮光(圖4-17)。

表 4-19 申跋於三種光處理下葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光              | 夏          | 秋      | 冬      | 春    |
|-----------------|------------|--------|--------|------|
| 0%遮光            | 0.00       | 0.00   | 18.66  | 0.00 |
| 40%遮光           | 0.00       | 0.00   | 38.02  | 0.00 |
| 70%遮光           | 0.00       | 0.00   | 73.84  | 0.00 |
| ANOVA (season)  | -          | -      | 0.001* | -    |
| Main effect     |            |        |        |      |
| Light(L)        |            | 0.001* |        |      |
| Four seasons(F) |            |        |        |      |
| Interaction     | (L)*(F)    |        |        |      |
|                 | 0%(L)*(F)  |        |        |      |
|                 | 40%(L)*(F) |        |        |      |
|                 | 70%(L)*(F) |        |        |      |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P值<0.05 達顯著，\*\*P值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

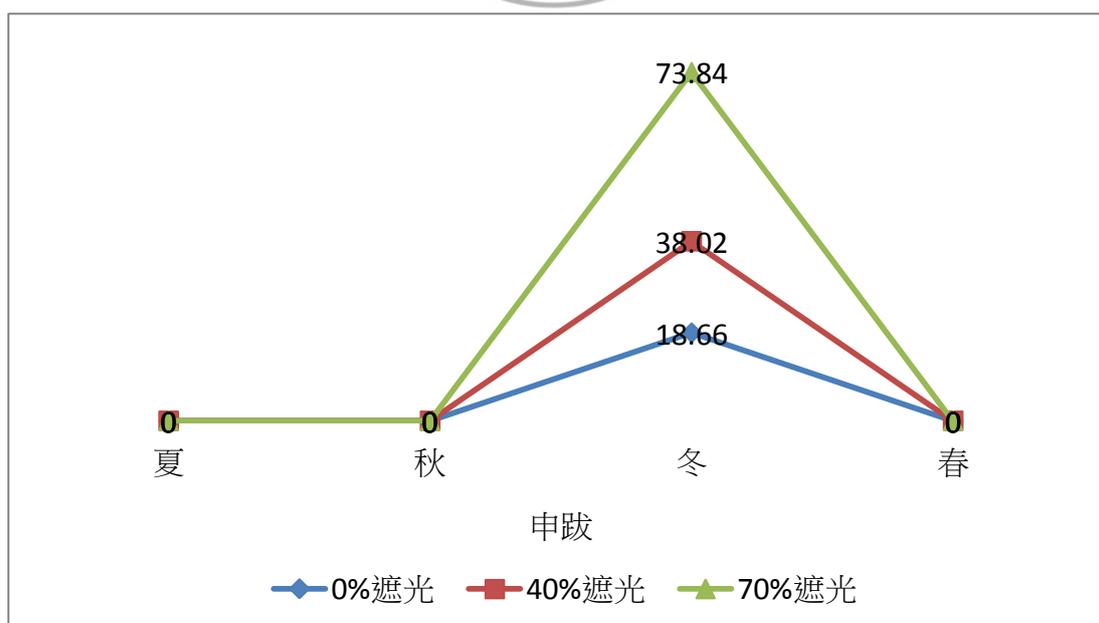


圖 4-17 申跋於三種遮光下之葉面積四季變化

## 18. 姑婆芋

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-20)，遮光與四季變化均對姑婆芋葉面積平均值影響達顯著水準，顯示不同遮光程度與四季變化會對葉面積造成影響。其 40% 遮光下之葉面積平均值大於 0% 與 70% 遮光，且 70% 遮光又大於 0% 遮光，顯示 3 種光度下之葉面積大小為 40% 遮光 > 70% 遮光 > 0% 遮光(圖 4-18)。三種遮光中僅 0% 遮光環境與四季變化無差異，顯示是否遮光會對姑婆芋之葉面積平均值造成影響。

表 4-20 姑婆芋於 3 種光處理下葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光                  | 夏        | 秋        | 冬        | 春        |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| 0%遮光                | 23.20a   | 20.56a   | 18.30a   | 18.27a   |
| 40%遮光               | 168.28a  | 98.26b   | 78.09b   | 100.89b  |
| 70%遮光               | 94.84a   | 84.40a   | 77.91a   | 16.57b   |
| ANOVA (season)      | <0.001** | <0.001** | <0.001** | <0.001** |
| Main effect         |          |          |          |          |
| Light(L)            | <0.001** |          |          |          |
| Four seasons(F)     | <0.001** |          |          |          |
| Interaction (L)*(F) | <0.001** |          |          |          |
| 0%(L)*(F)           | 0.466    |          |          |          |
| 40%(L)*(F)          | <0.001** |          |          |          |
| 70%(L)*(F)          | <0.001** |          |          |          |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

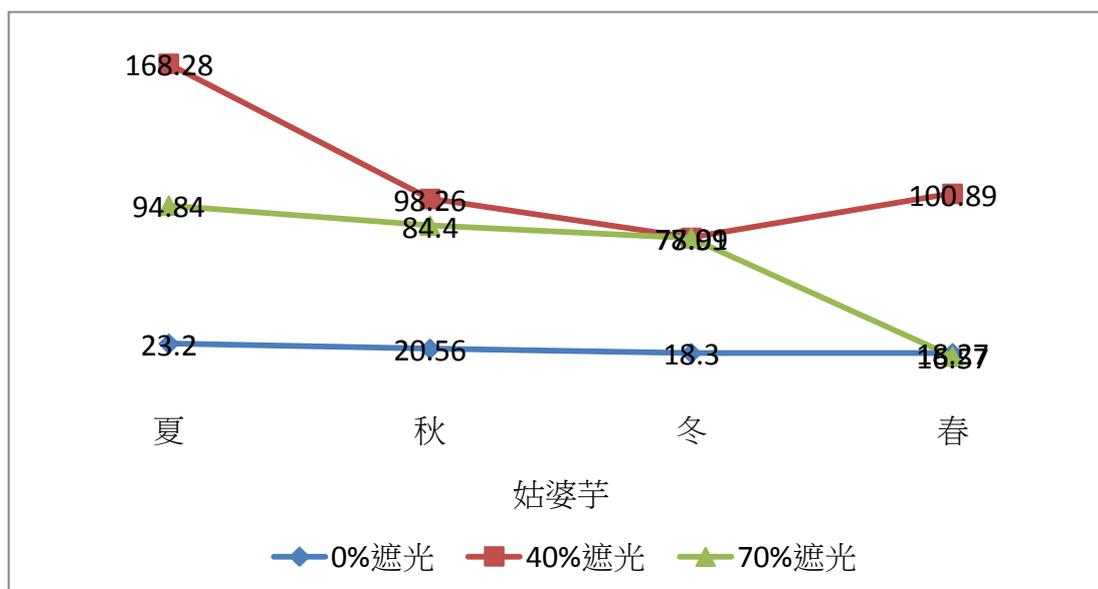


圖 4-18 姑婆芋於三種遮光下之葉面積四季變化

## 19. 山芋

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-21)，遮光對葉面積平均值影響達顯著水準，且四季變化亦對山芋達顯著水準，其中 70%遮光之葉面積平均值四季均為 0，顯示山芋在 70%之遮光環境下無法生存。又根據圖 4-19 顯示 0%遮光之葉面積遮光均小於 40%遮光，顯示 0%遮光環境下之山芋有較小之葉面積值，且冬季 40%遮光(48.97cm<sup>2</sup>)下之葉面積為之 0%遮光(22.56cm<sup>2</sup>)的兩倍，顯示 0%遮光環境下的姑婆芋對冬季低之適應力較 40%遮光低。

表 4-21 山芋於 3 種光處理下葉面積(cm<sup>2</sup>)平均差異

| 遮光                  | 夏        | 秋      | 冬      | 春       |
|---------------------|----------|--------|--------|---------|
| 0%遮光                | 70.38a   | 20.16b | 22.56b | 29.60a  |
| 40%遮光               | 67.58a   | 78.60b | 48.97b | 175.83a |
| 70%遮光               | -        | -      | -      | -       |
| ANOVA (season)      | -        | -      | -      | -       |
| Main effect         |          |        |        |         |
| Light(L)            | <0.001** |        |        |         |
| Four seasons(F)     | <0.001** |        |        |         |
| Interaction (L)*(F) | <0.001** |        |        |         |
| 0%(L)*(F)           | 0.026*   |        |        |         |
| 40%(L)*(F)          | 0.001*   |        |        |         |
| 70%(L)*(F)          | -        |        |        |         |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

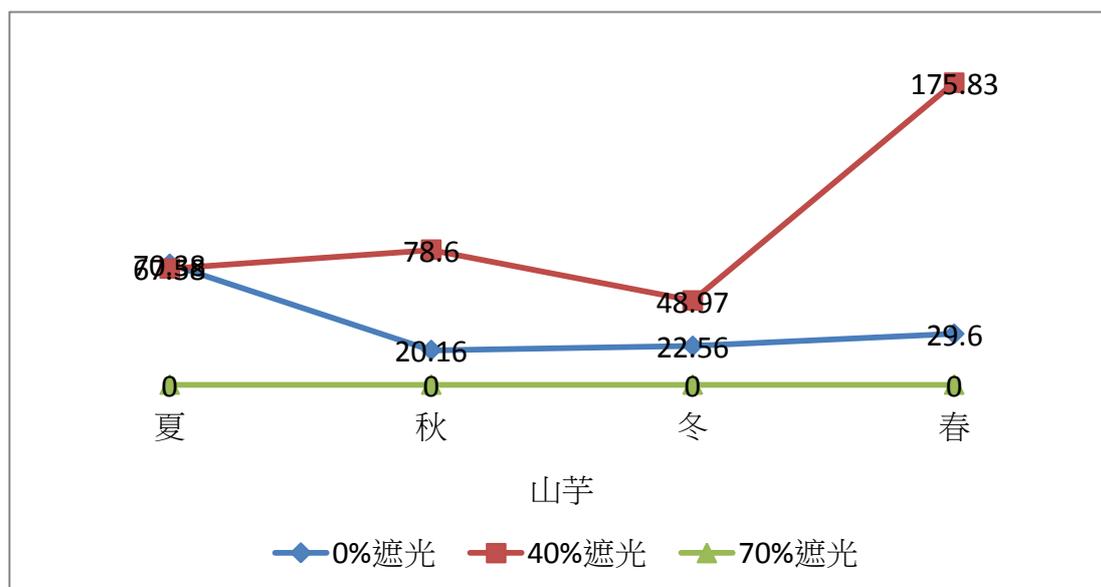


圖 4-19 山芋於三種遮光下之葉面積四季變化

## 20. 拎樹藤

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-22)，遮光與四季變化均與葉面積平均值影響達顯著水準。根據圖 4-20 顯示 0%遮光之四季葉面積均小於 40%與 70%遮光，顯示 0%遮光處理下之拎樹藤有較小之葉面積。

且冬季之葉面積測值僅 0%遮光之葉面積測值小於 10，顯示 0%遮光環境下之拎樹藤對冬季低溫之適應力較低。3 遮光環境下之葉面積與四季變化，僅 0%與 40%遮蔭均達顯著，70%遮光則無差異，顯示遮蔭強度會對葉面積之四季變化造成影響。

表 4-22 拎樹藤於 3 種光處理下葉面積( $\text{cm}^2$ )平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋       | 冬        | 春        |
|-----------------|----------|---------|----------|----------|
| 0%遮光            | 16.52a   | 11.63bc | 7.20c    | 9.15bc   |
| 40%遮光           | 19.85a   | 18.88b  | 17.05b   | 25.56a   |
| 70%遮光           | 20.97a   | 15.97c  | 19.82a   | 23.24b   |
| ANOVA (season)  | <0.001** | 0.001*  | <0.001** | <0.001** |
| Main effect     |          |         |          |          |
| Light(L)        | <0.001** |         |          |          |
| Four seasons(F) | <0.001** |         |          |          |
| Interaction     |          |         |          |          |
| (L)*(F)         | <0.001** |         |          |          |
| 0%(L)*(F)       | 0.001*   |         |          |          |
| 40%(L)*(F)      | 0.005*   |         |          |          |
| 70%(L)*(F)      | 0.213    |         |          |          |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

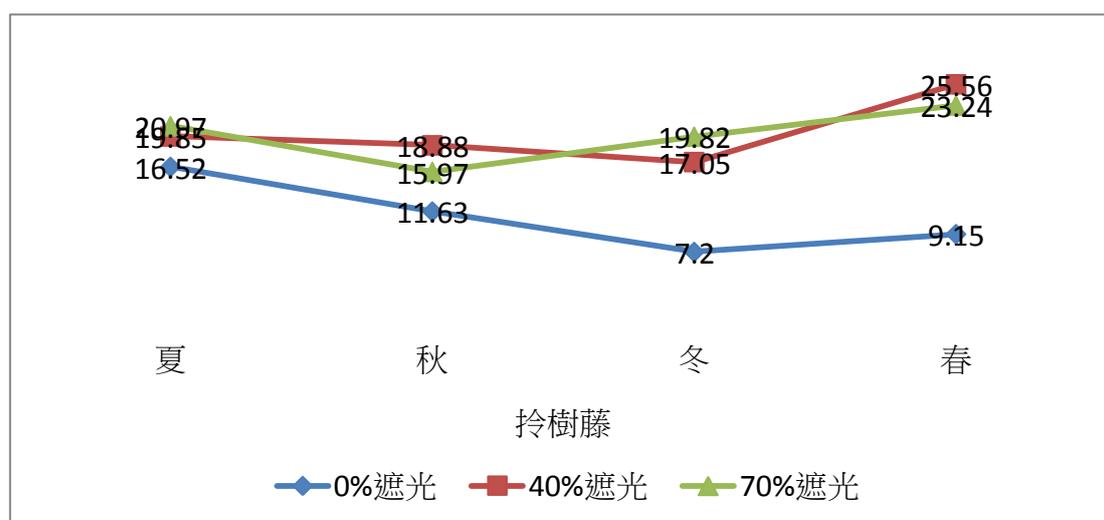


圖 4-20 拎樹藤於三種遮光下之葉面積四季變化

#### (四)三種遮光下之 20 種天南星科植物葉面積平均差異

20 種天南星科植物於三種遮光處理下之之葉面積生長差異(如表 4-23)，比較三種遮光處理下之葉面積生長差異，以 0%遮光之葉面積為基準，40%遮光下之葉面積增幅為 0.5 倍(50%)左右之種類有火鶴芋(66.56%)、紅粉佳人(58.11%)、奧利多(62.79%)，增幅約 1 倍(100%)左右的有黛粉葉(96%)、彩葉芋(114.49%)、泡泡蔓綠絨(103.68%)、拎樹藤(89.35%)，增幅約為 1.5-2 倍(150%-200%)的有粗勒草 (152.25%)、寶石蔓綠絨(181.75%)、白鶴芋(199.01%)、金鋤蔓綠絨(176.19%)、合果芋(156.83%)、黃心圓蔓綠絨(229.6%)、觀音蓮(159.71%)、申跋(225.56%)、山芋(160.99%)，增加幅度為 3 倍(300%)左右的有窗孔蔓綠絨(267.52%)、姑婆芋(350.90%)，增加為六倍的有萊姆黃金葛(665.59%)，其中，僅台灣姑婆芋之增幅最小，僅 17.09%。以 0%遮光之葉面積為基準，70%遮光下之葉面積增加的面積大多比 40%增加的少，唯有黛粉葉、火鶴芋、申跋三種在 70%遮光下的增加的葉面積高於 40%，其中以 0%遮光下之葉面積為基準，葉面積減少的有彩葉芋(-11.42%)、奧利多(-26.79%)、泡泡蔓綠絨(-17.62%)，其中較 0%增加之面積不到 0.5(50%)倍的有紅粉佳人(23.55%)、金鋤蔓綠絨(15.71%)、合果芋(25.92%)。增幅約為 1 倍的有粗勒草(94%)、黛粉葉(121.43%)、火鶴芋(73.39%)、寶石蔓綠絨(120.40%)、窗孔蔓綠絨(105.04%)，而增加 1.5-2 倍的白鶴芋(181.08%)、黃心圓蔓綠絨(190.4%)、姑婆芋(139.53%)，增加 2-3 倍(200%-300%)的有萊姆黃金葛(239.51%)，僅申跋一種之 70%遮光下葉面積增幅為 1094.39%，而山芋在 70%遮光環境下四季葉面積均為 0，顯示山芋無法在 70%遮蔭環境下生存。

表 4-23 二十種天南星科植物於 2 種遮光處理和全光下之葉面積差異比較

| cm <sup>2</sup> |            | 全光(0%遮光) | 40%遮光   | 70%遮光   |
|-----------------|------------|----------|---------|---------|
| 粗勒草             | 葉面積        | 22.2     | 56.75   | 43.22   |
|                 | 較 0%遮光增幅比例 |          | 152.25% | 94%     |
| 黛粉葉             | 葉面積        | 22.49    | 44.1    | 49.8    |
|                 | 較 0%遮光增幅比例 |          | 96%     | 121.43% |

| 續上表    |            |       |         |          |
|--------|------------|-------|---------|----------|
| 火鶴芋    | 葉面積        | 20.52 | 34.18   | 35.58    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 66.56%  | 73.39%   |
| 寶石蔓綠絨  | 葉面積        | 16.27 | 45.87   | 35.86    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 181.75% | 120.40%  |
| 白鶴芋    | 葉面積        | 16.28 | 48.66   | 45.76    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 199.01% | 181.08%  |
| 窗孔蔓綠絨  | 葉面積        | 16.26 | 59.76   | 33.34    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 267.52% | 105.04%  |
| 紅粉佳人   | 葉面積        | 23.73 | 37.52   | 32.17    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 58.11%  | 23.55%   |
| 彩葉芋    | 葉面積        | 20.83 | 44.68   | 18.45    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 114.49% | -11.42%  |
| 金鋤蔓綠絨  | 葉面積        | 10.5  | 29      | 12.15    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 176.19% | 15.71%   |
| 合果芋    | 葉面積        | 23.03 | 36.12   | 29.08    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 156.83% | 25.92%   |
| 黃心圓蔓綠絨 | 葉面積        | 6.25  | 20.6    | 18.15    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 229.6%  | 190.4%   |
| 奧利多    | 葉面積        | 29.89 | 48.86   | 21.88    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 62.79%  | -26.79%  |
| 泡泡蔓綠絨  | 葉面積        | 16.29 | 33.18   | 13.42    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 103.68% | -17.62%  |
| 萊姆黃金葛  | 葉面積        | 3.72  | 28.47   | 12.63    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 665.59% | 239.51%  |
| 觀音蓮    | 葉面積        | 36.39 | 94.51   | 67.78    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 159.71% | 86.25%   |
| 台灣姑婆芋  | 葉面積        | 42.89 | 116.19  | 96.89    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 17.09%  | 1.25%    |
| 申跋     | 葉面積        | 4.46  | 14.52   | 53.27    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 225.56% | 1094.39% |
| 姑婆芋    | 葉面積        | 23.65 | 106.64  | 56.65    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 350.90% | 139.53%  |
| 山芋     | 葉面積        | 35.43 | 92.47   | -        |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 160.99  | -        |
| 拎樹藤    | 葉面積        | 10.8  | 20.45   | 19.84    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |       | 89.35%  | 83.70%   |

## (五)小結

根據 ANOVA 統計結果顯示，20 種天南星科植物之葉面積均與遮光影響均達顯著水準。20 種天南星科植物中共有 17 種植物之葉面積平均值於 40% 遮光下之葉面積大於 0% 與 70% 遮光，即在三種遮光處理下，中等遮光處理下之葉面積最大，包括粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋、申跋、黛粉葉。又 20 種天南星科植物中，共計有 15 種植物於 0% 遮光處理下，其葉面積小於 40% 與 70% 遮光，即在三種遮光中，0% 遮光之葉面積最小，包括粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋、奧利多、泡泡蔓綠絨、山芋、金鋤蔓綠絨、窗孔蔓綠絨。20 種天南星科植物中僅黛粉葉與申跋，於 70% 遮光下之葉面積平均值最大，即在三種遮光處理下，遮光強度越高葉面積越大。20 種天南星科植物中僅奧利多與泡泡蔓綠絨於 70% 之光下之葉面積最小，即在三種遮光處理下，遮光強度最高葉面積最小。而山芋在 70% 遮光環境下四季葉面積均為 0，顯示山芋無法在 70% 遮蔭環境下生存。

## 第三節 節間距

20 種天南星科植物中僅 12 種天南星科植物具明顯可測之節間距之植株。其中包括粗勒草、黛粉葉、窗孔蔓綠絨、紅粉佳人、金鋤蔓綠絨、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、奧利多、泡泡蔓綠絨、台灣姑婆芋、拎樹藤等 12 種。自 2010 年 9 月起每 3 個月進行一次測定進行節間距測量，共測定 4 次，其測定結果為測定前一季之生長結果。量測樣本為，單株植栽自頂芽算起，使用游標尺量測，第一與第二節間之節間距，一重複共測量共 5 株。

### (一)3 種光處理之節間距比較

根據 ANOVA 統計顯示(表 4-24)，三種遮光環境對節間距(cm)的變異數同質性檢定其差異為極顯著，顯示三種遮光對節間距有影響。三種遮光環境下，節間距的平均值為 0%遮光:0.75，40%遮光:1.47，70%遮光:1.12，顯示中等光度(40%遮光)節間距平均值為最大，70%遮光環境次之，而 0%遮光環境總節間距平均值為最小。40%遮光環境下測得節間距(平均 1.47)顯著較 0%遮光環境下測得之節間距(平均 0.75)大的多。但 40%遮光環境與 70%遮光環境則無差異。顯示遮光與否會對植物節間距造成影響，然而遮光程度的強弱，則對節間距無影響。

表 4-24 三種光度下之節間距平均值(cm)與平均差異

|             | 平均值      |       | 平均差異    |
|-------------|----------|-------|---------|
| 0%遮光        | 0.75     | 40%遮光 | -0.434* |
|             |          | 70%遮光 | -0.338  |
| 40%遮光       | 1.47     | 0%遮光  | 0.434*  |
|             |          | 70%遮光 | 9.597   |
| 70%遮光       | 1.12     | 0%遮光  | 0.338   |
|             |          | 40%遮光 | -9.597  |
| Main effect |          |       |         |
| Summer      | <0.001** |       |         |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

### (二)3 種光處理之節間距平均值排序

3 種光度下之 12 種天南星科植物透過 ANOVA 統計之 Tukey 檢定，將各光度下之節間距平均值進行排序及同子集分類(表 4-25)，顯示在 3 種種光處理下，黃心圓蔓綠絨之排名均在前 3 名，顯示在 3 種不同遮光處下，黃心圓蔓綠絨之節間生長速度較其他種快速；而奧利多在 3 種光度下之節間排名均在最後 2 名內，顯示奧利多之節間生長速度均較其他種緩慢。

表 4-25 三種光處理之節間距平均值排序

|             | 0%遮光   | 節間距      | 40%遮光  | 節間距    | 70%遮光  | 節間距     |
|-------------|--------|----------|--------|--------|--------|---------|
| 1           | 拎樹藤    | 1.63a    | 拎樹藤    | 3.47a  | 合果芋    | 1.43a   |
| 2           | 黃心圓蔓綠絨 | 1.17ab   | 窗孔蔓綠絨  | 3.14a  | 黃心圓蔓綠絨 | 1.19b   |
| 3           | 紅粉佳人   | 0.92bcd  | 黃心圓蔓綠絨 | 3.10a  | 黛粉葉    | 1.04c   |
| 4           | 窗孔蔓綠絨  | 0.78bcd  | 合果芋    | 1.96b  | 窗孔蔓綠絨  | 0.79cd  |
| 5           | 黛粉葉    | 0.71bcde | 萊姆黃金葛  | 1.77b  | 拎樹藤    | 0.62de  |
| 6           | 泡泡蔓綠絨  | 0.59cde  | 金鋤蔓綠絨  | 1.70b  | 台灣姑婆芋  | 0.51def |
| 7           | 合果芋    | 0.51cde  | 泡泡蔓綠絨  | 1.42bc | 粗勒草    | 0.42efg |
| 8           | 金鋤蔓綠絨  | 0.38de   | 黛粉葉    | 0.90cd | 萊姆黃金葛  | 0.41efg |
| 9           | 粗勒草    | 0.36de   | 粗勒草    | 0.52d  | 紅粉佳人   | 0.35efg |
| 10          | 台灣姑婆芋  | 0.31de   | 台灣姑婆芋  | 0.38d  | 金鋤蔓綠絨  | 0.29fg  |
| 11          | 萊姆黃金葛  | 0.26e    | 紅粉佳人   | 0.32d  | 奧利多    | 0.25fg  |
| 12          | 奧利多    | 0.24e    | 奧利多    | 0.16e  | 泡泡蔓綠絨  | 0.17g   |
| Main effect |        |          |        |        |        |         |
| specise     |        | <0.001** |        |        |        |         |

P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

### (三)12 種天南星科植物於 3 種光處理下之各種節間距生長結果

自 20 種天南星科植物中挑選 12 種具明顯節間距之植栽，進行節間距測量，12 種天南星科植物於自 2010 年 9 月起每 3 個月進行一次測定，共測定 4 次，依序為秋(9 月)、冬(12 月)、春(3 月)、夏(6 月)四季，其測定結果為測定前一季之生長結果。12 種天南星科植物於 3 光處理下之節間距平均值及四季生長變化結果變如下

## 1.粗勒草

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-26),遮光對節間距平均值之影響達顯著水準,四季變化亦對粗勒草達顯著水準,其中 40%遮光環境之四季平均節間距平均值均大於 0%與 70%遮光;70%遮光之四季節間距又均大於 0%遮光之四季節間距,顯示三種光度處理下之葉面積大小為 40%>70%>0%遮光。且根據圖 4-21 顯示 0%遮光之節間距於夏季後節間距值逐季下降,顯示 0%遮光環境對低溫之適應力較 40%與 70%遮光低。三種遮光處理下的節間距值與季節性變化均達顯著,顯示遮光程度不影響節間距值的四季變化。又 3 種光處理下之節間距,僅秋季之平均差異無差異,顯示秋季時遮光處理對節間距的影響較季節變化強烈。

表 4-26 粗勒草於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春       |
|-----------------|----------|--------|--------|---------|
| 0%遮光            | 0.45a    | 0.40ab | 0.34bc | 0.26d   |
| 40%遮光           | 0.52a    | 0.49a  | 0.57a  | 0.48a   |
| 70%遮光           | 0.53a    | 0.44ab | 0.40b  | 0.32b   |
| ANOVA (season)  | 0.006*   | 0.631  | 0.013* | 0.000** |
| Main effect     |          |        |        |         |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |         |
| Four seasons(F) | <0.008*  |        |        |         |
| Interaction     |          |        |        |         |
| (L)*(F)         | <0.002*  |        |        |         |
| 0%(L)*(F)       | 0.027*   |        |        |         |
| 40%(L)*(F)      | 0.019*   |        |        |         |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |        |        |         |

字母相同表示同子集以季節為分類, \*P 值<0.05 達顯著, \*\*P 值<0.001 達極顯著, - 表示樣本數不足無法計算

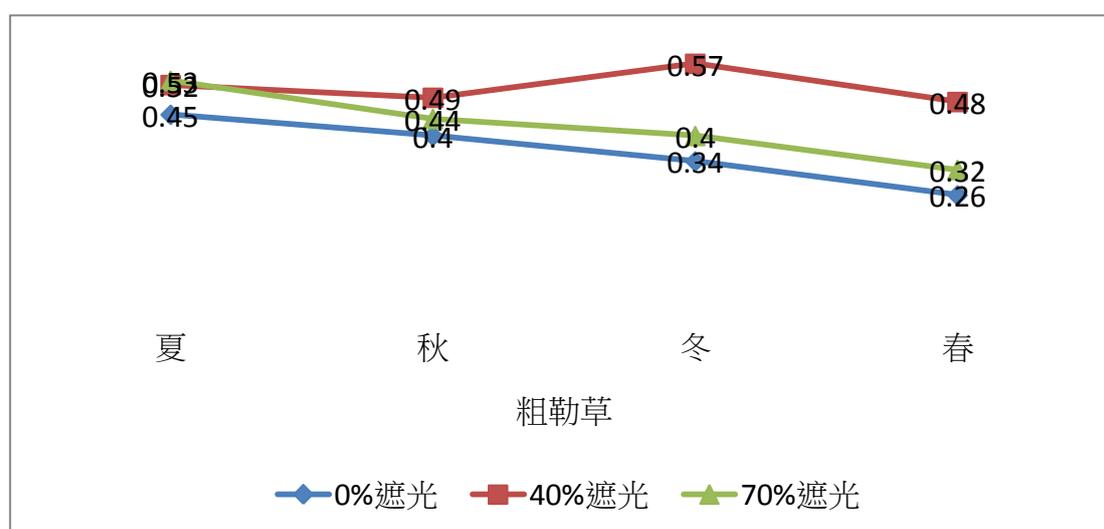


圖 4-21 粗勒草於三種遮光下之節間距四季變化

## 2. 黛粉葉

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-27)，遮光與四季變化均與黛粉葉節間距之平均差異達顯著，其中 0%遮光之節間距平均值均小於 40%遮光與 70%遮光，顯示 0%遮光環境下有較短之節間距。又四個季節中僅夏季之葉面積平均達顯著差異，顯示夏季較高的溫度，對黛粉葉之節間距有較顯著的影響。又根據圖 4-22 顯示，70%遮光於秋、冬、春三季之節間距平均值大於 0%與 40%遮光，顯示黛粉葉之節間距平均值 70%遮光>40%遮光>0%遮光。而三種遮光處理下之黛粉葉節間距平均值均達顯著，顯示黛粉葉在任何遮光程度下生長之，遮光程度均不影響黛粉葉節間距的季節性變化。

表 4-27 黛粉葉於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬      | 春     |
|-----------------|----------|--------|--------|-------|
| 0%遮光            | 0.89a    | 0.71b  | 0.57bc | 0.68c |
| 40%遮光           | 1.18a    | 0.92b  | 0.76bc | 0.68d |
| 70%遮光           | 1.11a    | 1.09ab | 1.02ab | 0.92b |
| ANOVA (season)  | 0.047*   | 0.482  | 0.372  | 0.537 |
| Main effect     |          |        |        |       |
| Light(L)        | <0.001** |        |        |       |
| Four seasons(F) | <0.001** |        |        |       |
| Interaction     |          |        |        |       |
| (L)*(F)         | 0.002*   |        |        |       |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |        |       |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |        |        |       |
| 70%(L)*(F)      | 0.008*   |        |        |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

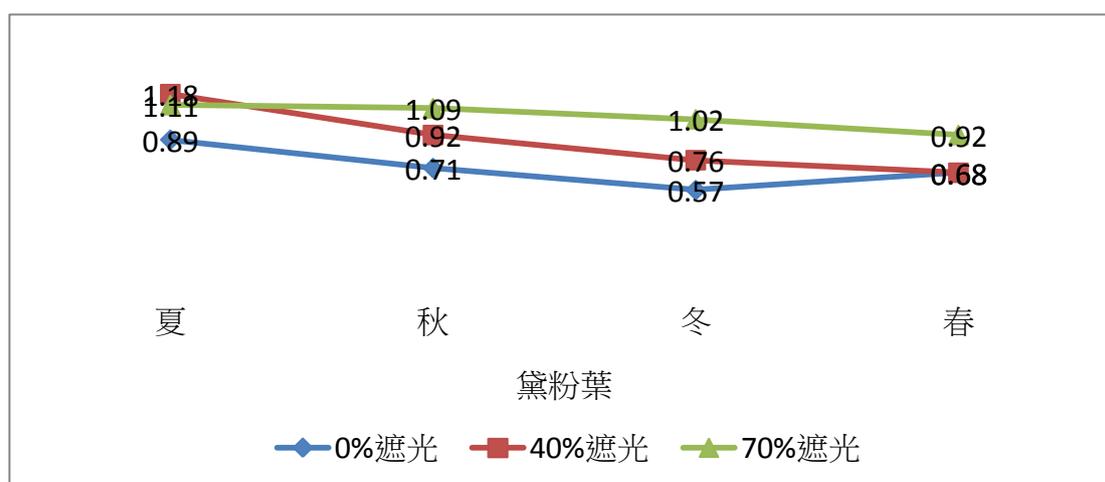


圖 4-22 黛粉葉於三種遮光下之節間距四季變化

### 3.窗孔蔓綠絨

根據 ANOVA 統計結果顯示(表 4-28)，遮光與四季變化均對窗孔蔓綠絨枝節間距之平均差異達急顯著。又根據圖 4-23 顯示 40%遮光下之四季平均節間距均高於 0%與 70%遮光，顯示 40%遮光處理下有較長之節間距。又根據統計結果顯示，四季測量中，僅夏季之平均差異無差異，顯示冬季低溫對窗孔蔓綠絨的節間距影響較顯著。又三種遮光程度下之節間距平均值僅 40%遮光與四季變化無差異。顯示不同遮光程度會對窗孔蔓綠絨的四季生長變化造成影響。

表 4-28 窗孔蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋        | 冬        | 春        |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| 0%遮光            | 1.75a    | 0.61b    | 0.61b    | 0.16b    |
| 40%遮光           | 3.45a    | 3.30a    | 3.39a    | 2.28a    |
| 70%遮光           | 1.79a    | 0.83b    | 0.67b    | 0.47b    |
| ANOVA (season)  | 0.192    | <0.001** | <0.001** | <0.001** |
| Main effect     |          |          |          |          |
| Light(L)        | <0.001** |          |          |          |
| Four seasons(F) | <0.001** |          |          |          |
| Interaction     |          |          |          |          |
| (L)*(F)         | 0.002*   |          |          |          |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |          |          |          |
| 40%(L)*(F)      | 0.167    |          |          |          |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |          |          |          |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

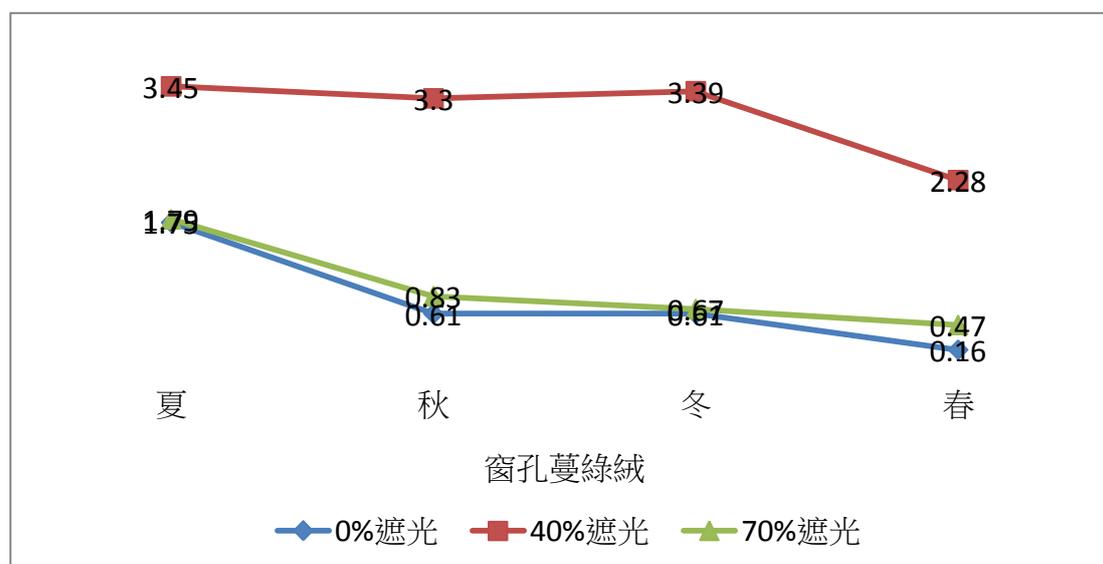


圖 4-23 窗孔蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化

#### 4.紅粉佳人

根據 ANOVA 統計結果顯示(表 4-29)，遮光與四季變化均對紅粉佳人之節間距平均值達顯著。其中 0%遮光之節間距平均大於 40%遮光與 70%遮光(如圖 4-24)，顯示紅粉佳人在 0%遮光環境下有較長之節間距，且生長速度均較 40%與 70%遮光快速。又根據統計結果顯示四季測量中，夏季與秋季之節間距平均值達顯著，而冬季與春季則無差異水準，顯示夏季較高之氣溫會加劇紅粉佳人在不同遮光處理下之節間距平均值；反之冬季較低之氣溫則對節間距之平均差異影響較小。又三種遮光處理之節間距四季變化，僅 40%遮光下之節間距與四季變化無差異，顯示不同的遮光程度會對紅粉佳人的四季生長變化造成影響。

表 4-29 紅粉佳人於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬     | 春      |
|-----------------|----------|--------|-------|--------|
| 0%遮光            | 1.93a    | 0.98b  | 0.52b | 0.26b  |
| 40%遮光           | 0.46a    | 0.49a  | 0.32a | 0.20a  |
| 70%遮光           | 0.49a    | 0.36a  | 0.47a | 0.198b |
| ANOVA (season)  | <0.001** | 0.040* | 0.154 | 0.182  |
| Main effect     |          |        |       |        |
| Light(L)        | <0.001** |        |       |        |
| Four seasons(F) | <0.010*  |        |       |        |
| Interaction     |          |        |       |        |
| (L)*(F)         | 0.016*   |        |       |        |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |        |       |        |
| 40%(L)*(F)      | 0.215    |        |       |        |
| 70%(L)*(F)      | 0.024*   |        |       |        |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

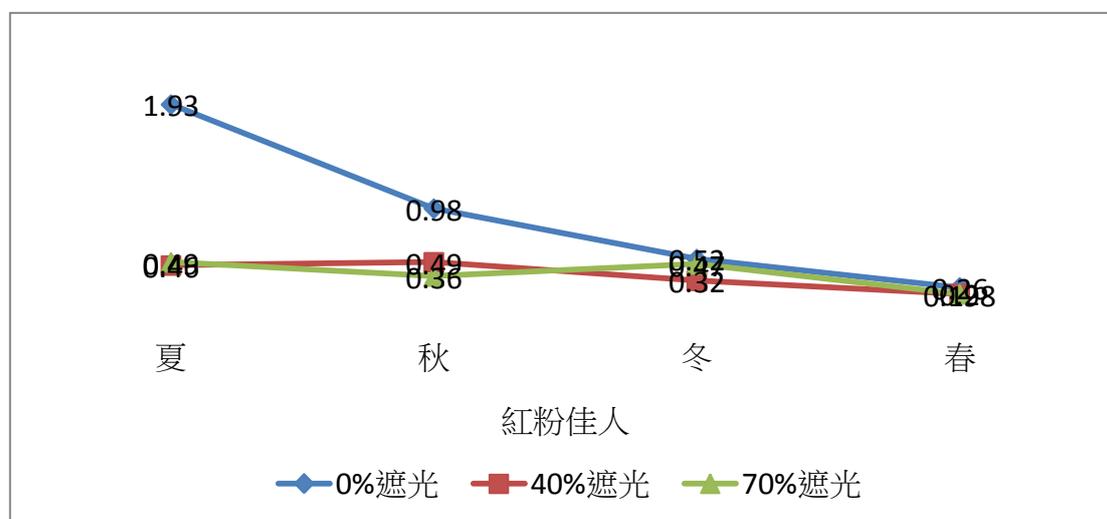


圖 4-24 紅粉佳人於三種遮光下之節間距四季變化

## 5. 金鋤蔓綠絨

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-30)，遮光對節間距平均達顯著水準，顯示遮光會對金鋤蔓綠絨之節間距平均值造成影響。根據圖 4-25 顯示，三種遮光處理之春季及夏季之節間距均為零。顯示不論遮光程度金鋤蔓綠絨不耐冬季低溫，於春季測量前全數植株均凋萎死亡。根據表 4-33 顯示 40%遮光之秋、冬季平均節間距平均值均大於 0%與 70%遮光；顯示 40%遮光下之金鋤蔓綠絨節間距生長速度較 0%與 70%遮光快。根據秋、冬兩季之統計結果顯示，遮光與節間距之平均差異均達顯著；而在三種遮光處理裡下，僅 40%遮光之季節差異無差異，顯示不同遮光程度，會影響金鋤蔓綠絨的季節差異。

表 4-30 金鋤蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光                    | 夏        | 秋     | 冬 | 春 |
|-----------------------|----------|-------|---|---|
| 0%遮光                  | 0.74a    | 0.46b | - | - |
| 40%遮光                 | 3.64b    | 4.44a | - | - |
| 70%遮光                 | 0.46b    | 0.64a | - | - |
| ANOVA (season)        | 0.107    | 0.126 | - | - |
| Main effect           |          |       |   |   |
| Light(L)              | <0.001** |       |   |   |
| (L) *Autumn Winter    | 0.003*   |       |   |   |
| 0%(L) *Autumn Winter  | 0.011*   |       |   |   |
| 40%(L) *Autumn Winter | 0.058    |       |   |   |
| 70%(L) *Autumn Winter | 0.012*   |       |   |   |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

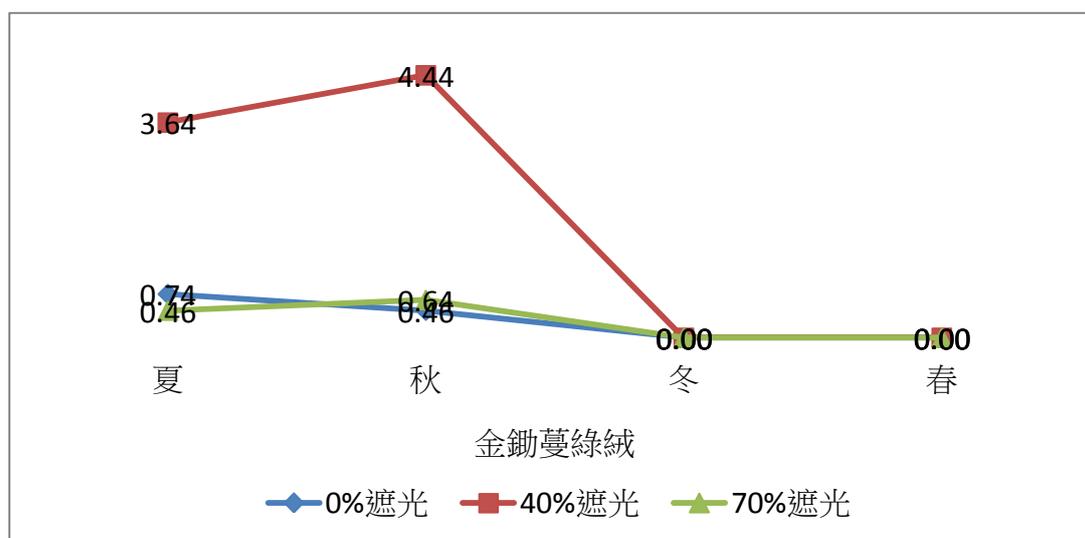


圖 4-25 金鋤蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化

## 6. 合果芋

根據 ANOVA 統計結果顯示(表 4-31)，遮光與四季變化均與合果芋之平均差異達顯著。其中 40%遮光之四季節間距平均均大於 0%與 40%遮光，70%遮光之節間距均大於 0%遮光下之節間距，顯示合果芋在不同遮光環境下之節間距長度為 40%遮光>70%遮光>0%遮光(圖 4-26)，生長速度亦為 40%遮光>70%遮光>0%遮光。又根據表 4-34 顯示三種遮光之節間距均與四季變化達顯著，顯示不同遮光程度對合果芋之節間距之四季生長變化影響不大。

表 4-31 合果芋於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋     | 冬        | 春     |
|-----------------|----------|-------|----------|-------|
| 0%遮光            | 1.15a    | 0.54b | 0.36b    | 1.28a |
| 40%遮光           | 3.54a    | 4.21a | 4.31a    | 7.44a |
| 70%遮光           | 1.43a    | 1.46a | 1.14a    | 2.54a |
| ANOVA (season)  | <0.001** | 0.32* | <0.001** | 0.43* |
| Main effect     |          |       |          |       |
| Light(L)        | <0.001** |       |          |       |
| Four seasons(F) | <0.001** |       |          |       |
| Interaction     |          |       |          |       |
| (L)*(F)         | 0.026*   |       |          |       |
| 0%(L)*(F)       | <0.001** |       |          |       |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |       |          |       |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |       |          |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

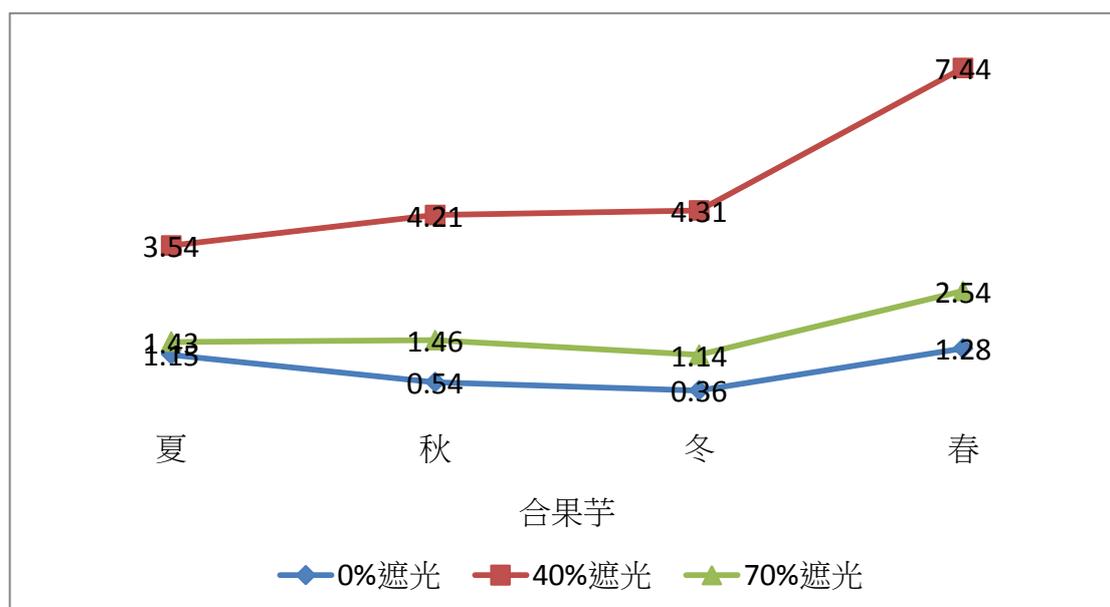


圖 4-26 合果芋於三種遮光下之節間距四季變化

## 7. 黃心圓蔓綠絨

根據 ANOVA 統計顯示(表 4-35)，遮光與四季均與黃心圓蔓綠絨之節間距達顯著差異。其中 0%遮光之節間距平均值於 40%與 70%遮光(如圖 4-27)顯示 0%遮光下之黃心圓蔓綠絨有較短之節間距，且生長速度均小於 40%與 70%遮光。又根據統計結果顯示四季測量中，僅冬季之節間距與遮光達顯著差異，顯示冬季低溫會加劇黃心圓蔓綠絨在不同遮光下節間距平均差異。又根據表 4-35 顯示三種遮光之節間距差亦僅 0%遮光與四季變化無差異，顯示是否遮光會對黃心圓蔓綠絨的四季生長變化造成影響。

表 4-35 黃心圓蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬        | 春     |
|-----------------|----------|--------|----------|-------|
| 0%遮光            | 1.46a    | 1.11a  | 0.88a    | 1.22a |
| 40%遮光           | 2.89b    | 3.30ab | 3.49a    | 2.72b |
| 70%遮光           | 1.55b    | 2.00b  | 1.77b    | 3.33a |
| ANOVA (season)  | 0.089    | 0.236  | <0.001** | 0.738 |
| Main effect     |          |        |          |       |
| Light(L)        | <0.001** |        |          |       |
| Four seasons(F) | 0.010*   |        |          |       |
| Interaction     |          |        |          |       |
| (L)*(F)         | <0.001** |        |          |       |
| 0%(L)*(F)       | 0.160    |        |          |       |
| 40%(L)*(F)      | 0.002*   |        |          |       |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |        |          |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

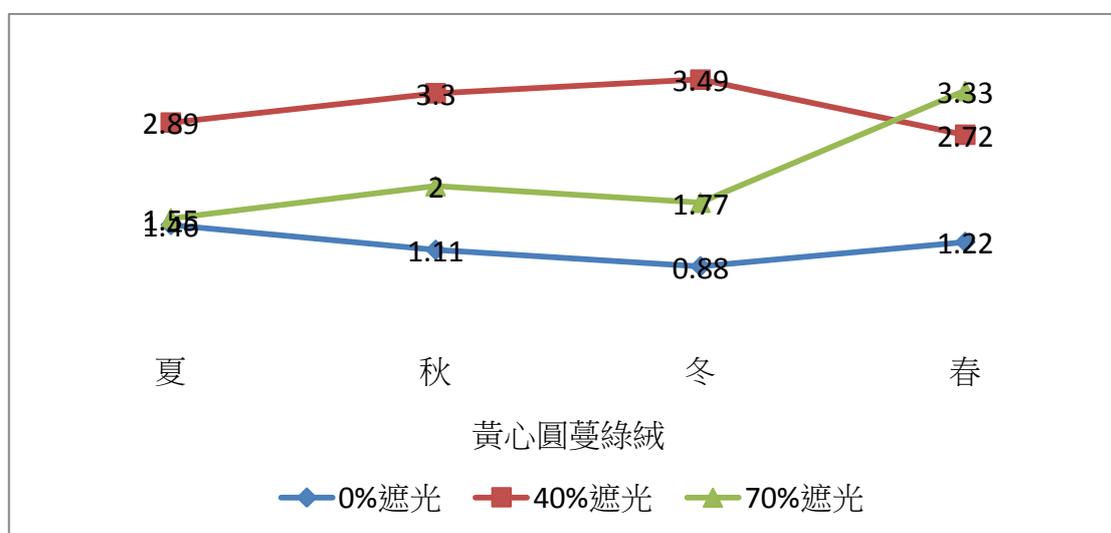


圖 4-27 黃心圓蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化

## 8. 奧利多

ANOVA 統計顯示(表 4-33)，遮光與奧利多之節間距平均值達顯著，顯示遮光會對奧利多之節間距平均值造成影響。根據測量結果 70%遮光下之奧利多，於實驗設置完成 9 個月後，仍無可測之樣本顯示奧利多於 70%遮光環境節間距生長速度較慢，以至於夏季、秋季之測值階為零。而秋季之測量，乃受 12 月低溫影響，3 種光處理下之奧利多均無可測之節間距樣本，以至於秋季之測量數值為零(圖 4-28)。顯示奧利多節間距生長速度受低溫影響。又根據表 4-36 顯示冬(3 月測量)、春(6 月測量)兩季之奧利多節間距為，40%遮光>0%遮光>70%遮光，顯示在三種遮光下之奧利多節間距生長速度為 40%遮光>0%遮光>70%遮光。又根據 3 種光度下在夏、冬、春三季的平均差異顯示，0%遮光之 3 季之平均差異均達顯著；而 40%遮光則無差異。顯示不同遮光成對會對奧利多節間距之季節變化造成影響。

表 4-33 奧利多於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光                           | 夏        | 秋 | 冬      | 春     |
|------------------------------|----------|---|--------|-------|
| 0%遮光                         | 0.76a    | - | 0.63a  | 0.52a |
| 40%遮光                        | 0.87a    | - | 0.99ab | 0.75b |
| 70%遮光                        | -        | - | 0.18a  | 0.43a |
| ANOVA (season)               | -        | - | 0.308  | 0.848 |
| Main effect                  |          |   |        |       |
| Light(L)                     | <0.001** |   |        |       |
| Four seasons(F)              | -        |   |        |       |
| Interaction (L)*(F)          | -        |   |        |       |
| (L) * Summer Winter Spring   | 0.043*   |   |        |       |
| 0%(L)* Summer Winter Spring  | 0.006*   |   |        |       |
| 40%(L)* Summer Winter Spring | 0.815    |   |        |       |
| 70%(L)* Summer Winter Spring | -        |   |        |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

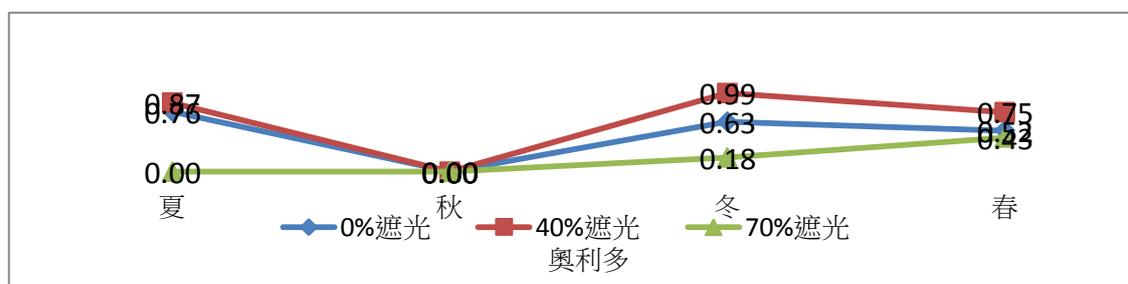


圖 4-28 奧利多於三種遮光下之節間距四季變化

## 9. 泡泡蔓綠絨

根據 ANOVA 統計結果指出(表 4-34)，遮光與四季變化均與泡泡蔓綠絨之節間長距達顯著。其中 40%遮光之節間距平均值均高於 0%與 70%遮光(如圖 4-29)，顯示在不同遮光程度下之節間距生長速度，40%>0%>70%遮光。根據表 4-34 顯示，三種遮光處理下之節間距四季變化，僅秋、冬兩季之測量結果達顯著水準，顯示季節低溫會加劇三種遮光處理之節間距平均差異。又根據表 4-34 顯示三種遮光處理下僅 40%遮光下之平均節間距差異與四季變化無差異水準。顯示不同的遮光程度會對泡泡蔓綠絨的四季生長變化造成影響。

表 4-34 泡泡蔓綠絨於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光                          | 夏     | 秋        | 冬      | 春     |
|-----------------------------|-------|----------|--------|-------|
| 0%遮光                        | 0.77a | 0.60a    | 0.62a  | 0.51b |
| 40%遮光                       | 0.90b | 4.65a    | 0.89b  | 0.68b |
| 70%遮光                       | -     | 0.59a    | 0.60a  | 0.41a |
| ANOVA (season)              |       | <0.001** | 0.006* | 0.638 |
| Main effect                 |       |          |        |       |
| Light(L)                    |       | <0.001** |        |       |
| Four seasons(F)             |       | <0.001** |        |       |
| Interaction                 |       |          |        |       |
| (L)*(F)                     |       | <0.001** |        |       |
| 0%(L)*(F)                   |       | 0.002*   |        |       |
| 40%(L)*(F)                  |       | 0.242    |        |       |
| 70%(L)*Autumn Winter spring |       | 0.002*   |        |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

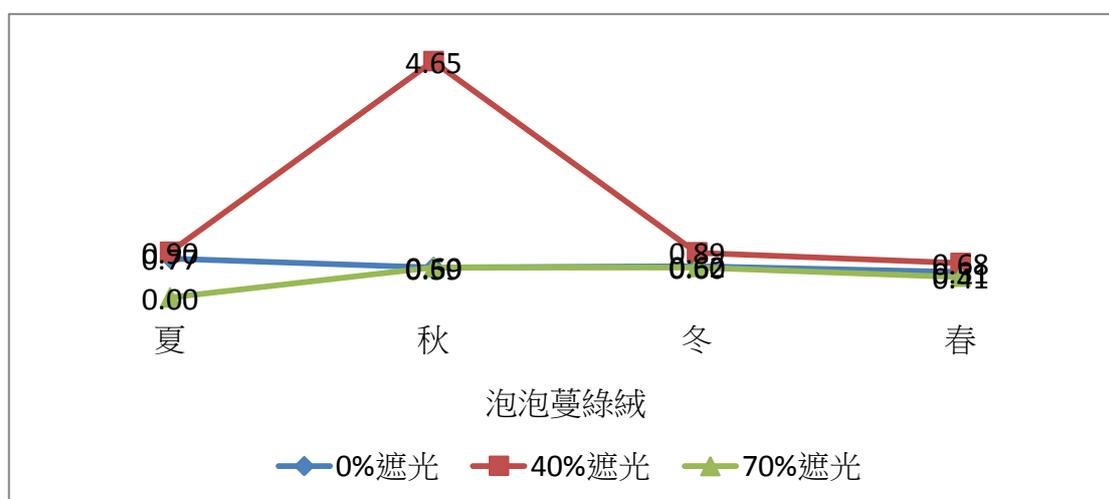


圖 4-29 泡泡蔓綠絨於三種遮光下之節間距四季變化

## 10. 萊姆黃金葛

根據 ANOVA 統計結果顯示(表 4-35)，遮光與節間距達顯著差異。其中 40%遮光環境下之四季節間距均大於 0%與 70%遮光，顯示 40%遮光下之萊姆黃金葛有較長之節間距(圖 4-30)。又根據統計結果顯示四季測量中，夏、秋、冬 3 季之節間距平均值均達顯著，顯示春季會降低節間距之平均差異。又據表 4-35 顯示，三種遮光處理下之節間距四季變化，僅 70%遮光之萊姆黃金葛之節間距平均值無差異，顯示不同遮光強度會對萊姆黃金葛節間距四季變化產生影響，其中萊姆黃金葛在 70%遮光下，遮光對萊姆黃金葛之節間距之影響大於四季變化。

表 4-35 萊姆黃金葛於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬        | 春     |
|-----------------|----------|--------|----------|-------|
| 0%遮光            | 0.42a    | 0.34a  | 1.09a    | 0.27a |
| 40%遮光           | 2.68a    | 1.84a  | 2.07a    | 0.49b |
| 70%遮光           | 0.61b    | 0.58b  | 0.48a    | 0.53b |
| ANOVA (season)  | <0.010*  | 0.003* | <0.001** | 0.283 |
| Main effect     |          |        |          |       |
| Light(L)        | <0.001** |        |          |       |
| Four seasons(F) | 0.549    |        |          |       |
| Interaction     |          |        |          |       |
| (L)*(F)         | 0.545    |        |          |       |
| 0%(L)*(F)       | 0.03*    |        |          |       |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |        |          |       |
| 70%(L)*(F)      | 0.940    |        |          |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

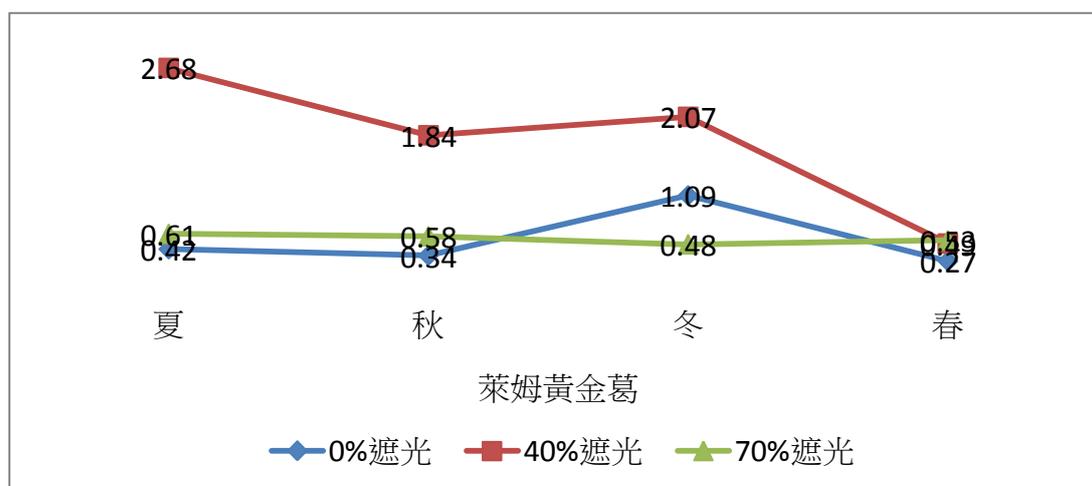


圖 4-30 萊姆黃金葛於三種遮光下節間距之四季變化

## 11. 台灣姑婆芋

根據 ANOVA 統計結果顯示(表 4-36)，遮光與四季對台灣姑婆芋之節間距達顯著水準，又根據表 4-39 顯示台灣姑婆芋僅夏季與冬季之節間距與遮光達顯著，顯示台灣姑婆芋在較高之季節溫差時變化時，會加劇其不同遮光下之節間距平均差異(圖 4-31)。又根據表 4-39 顯示，僅 0%遮光下之節間距平均值均與四季變化無差異，顯示是否遮光會對台灣姑婆芋之節間距之四季變化造成影響。

表 4-36 台灣姑婆芋於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋     | 冬      | 春     |
|-----------------|----------|-------|--------|-------|
| 0%遮光            | 0.36a    | 0.42a | 0.39a  | 0.31a |
| 40%遮光           | 0.23c    | 0.49a | 0.50ab | 0.39b |
| 70%遮光           | 0.38b    | 0.41b | 0.95a  | 0.43b |
| ANOVA (season)  | <0.010*  | 0.134 | 0.011* | 0.267 |
| Main effect     |          |       |        |       |
| Light(L)        | <0.001** |       |        |       |
| Four seasons(F) | 0.017*   |       |        |       |
| Interaction     |          |       |        |       |
| (L)*(F)         | 0.108    |       |        |       |
| 0%(L)*(F)       | 0.80     |       |        |       |
| 40%(L)*(F)      | <0.001** |       |        |       |
| 70%(L)*(F)      | <0.001** |       |        |       |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

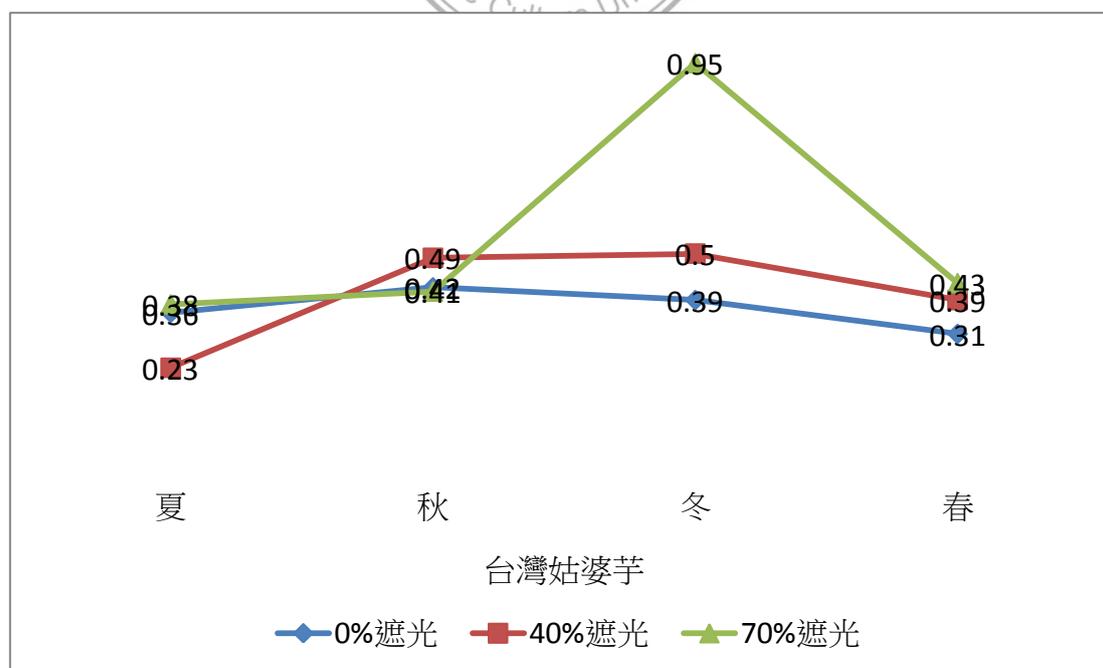


圖 4-31 台灣姑婆芋於三種遮光下之節間距四季變化

## 12. 拎樹藤

根據 ANOVA 統計結果顯示(表 4-37)，遮光對拎樹藤之節間距達顯著。其中 70% 遮光之節間距之四季平均值均小於 0% 與 40% 遮光，顯示 70% 遮光下之節間距生長速度均較 0% 與 70% 遮光下緩慢(圖 4-32)。又根據統計結果顯示，在三種遮光處理下拎樹之節間距平均值不論季節均與遮光達顯著，顯示四季變化對拎樹藤之節間距平均值影響不大。又根據統計數據顯示，三種遮光處理下之節間距僅 70% 遮光之節間距平均值與四季變化達顯著。顯示不同遮光強度會對拎樹藤之四季變化造成影響。

表 4-37 拎樹藤於 3 種光處理下節間距(cm)平均差異

| 遮光              | 夏        | 秋      | 冬        | 春        |
|-----------------|----------|--------|----------|----------|
| 0%遮光            | 1.93a    | 2.24ab | 0.71ab   | 1.98b    |
| 40%遮光           | 4.67a    | 3.97a  | 3.08a    | 3.57a    |
| 70%遮光           | 0.97a    | 0.55a  | 0.73a    | 0.44a    |
| ANOVA (season)  | <0.001** | 0.001* | <0.001** | <0.001** |
| Main effect     |          |        |          |          |
| Light(L)        | <0.001** |        |          |          |
| Four seasons(F) | 0.272    |        |          |          |
| Interaction     |          |        |          |          |
| (L)*(F)         | 0.788    |        |          |          |
| 0%(L)*(F)       | 0.375    |        |          |          |
| 40%(L)*(F)      | 0.505    |        |          |          |
| 70%(L)*(F)      | 0.047*   |        |          |          |

字母相同表示同子集以季節為分類，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著，- 表示樣本數不足無法計算

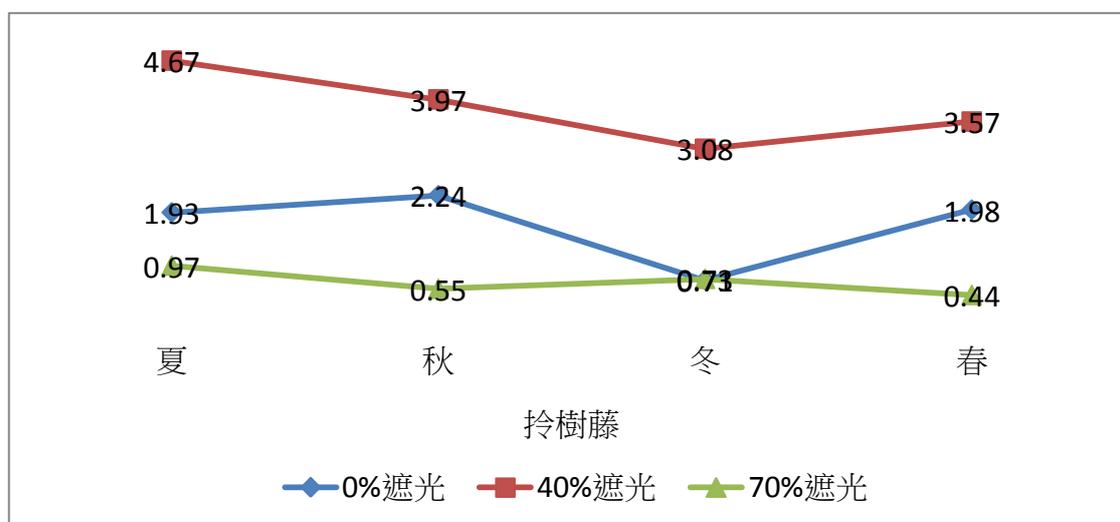


圖 4-32 拎樹藤於三種遮光下之節間距四季變化

#### (四)三種遮光下之 20 種天南星科植物節間距平均差異

20 種天南星科植物於三種遮光處理下之節間距生長差異(如表 4-38),以 0% 遮光為基準,40%遮光下之節間距減少的有紅粉佳人(-65.21%)、奧利多(-33.33%),40%遮光下之節間距增幅為 0.5 倍(50%)左右之種類有粗勒草(44.44%)、黛粉葉(26.76%)、台灣姑婆芋(22.58%),增幅為 1-1.5 倍的有黃心圓蔓綠絨(164.95%)、泡泡蔓綠絨(140.67%)、拎樹藤(112.88%),增幅近 4 倍的有窗孔蔓綠絨(392.56%)、金鋤蔓綠絨(347.36%),增幅為 5 倍的為萊姆黃金葛(580.76%);70%遮光下節間距之增幅為較 40%遮光來的少,其中較 0%減少的有紅粉佳人(-61.95%),金鋤蔓綠絨(-23.68%)、泡抱蔓綠絨(-71.18%)、拎樹藤(-61.96%),節間距增幅為 0%遮光的 0.5 倍以下的有粗勒草(16.66%)、窗孔蔓綠絨(1.28%)、黃心圓蔓綠絨(19.09%)、奧利多(4.16%),而增幅約為 0.5 倍的有黛粉葉(46.47%)、萊姆黃金葛(57.69%)、台灣姑婆芋(64.51%)

表 4-38 十二種天南星科植物於 2 種遮光處理和全光下之節間距差異比較

| cm     |            | 0%遮光 | 40%遮光   | 70%遮光   |
|--------|------------|------|---------|---------|
| 粗勒草    | 節間距        | 0.36 | 0.52    | 0.42    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | 44.44%  | 16.66%  |
| 黛粉葉    | 節間距        | 0.71 | 0.90    | 1.04    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | 26.76%  | 46.47%  |
| 窗孔蔓綠絨  | 節間距        | 0.78 | 3.14    | 0.79    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | 392.56% | 1.28%   |
| 紅粉佳人   | 節間距        | 0.92 | 0.32    | 0.35    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | -65.21% | -61.95% |
| 金鋤蔓綠絨  | 節間距        | 0.38 | 1.70    | 0.29    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | 347.36% | -23.68% |
| 黃心圓蔓綠絨 | 節間距        | 1.17 | 3.10    | 1.19    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | 164.95% | 17.09%  |
| 奧利多    | 節間距        | 0.24 | 0.16    | 0.25    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | -33.33% | 4.16%   |
| 泡泡蔓綠絨  | 節間距        | 0.59 | 1.42    | 0.17    |
|        | 較 0%遮光增幅比例 |      | 140.67% | -71.18% |
| 萊姆黃金葛  | 節間距        | 0.26 | 1.77    | 0.41    |

| 續上表   |            |      |         |         |
|-------|------------|------|---------|---------|
|       | 較 0%遮光增幅比例 |      | 580.76% | 57.69%  |
| 台灣姑婆芋 | 節間距        | 0.31 | 0.38    | 0.51    |
|       | 較 0%遮光增幅比例 |      | 22.58%  | 64.51%  |
| 拎樹藤   | 節間距        | 1.63 | 3.47    | 0.62    |
|       | 較 0%遮光增幅比例 |      | 112.88% | -61.96% |

### (五)小結

根據 ANOVA 統計分析結果顯示，12 種天南星科植物之葉面積均與遮光達顯著。根據統計結果顯示 12 種天南星科植物中，共有 8 種植物於 40%遮光處理下之節間距小於 0%與 70%遮光，即在三種遮光處理下，中等遮光處理下之節間距最長，包括粗勒草、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、泡泡蔓綠絨、拎樹藤、金鋤蔓綠絨、窗孔蔓綠絨、奧利多。又 12 種天南星科植物中，共計有 6 種植物於 0%遮光處理下，其節間距小於 40%與 70%遮光，即在三種遮光中，0%遮光之節間距最短，包括粗勒草、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、泡泡蔓綠絨、黛粉葉。12 種天南星科植物中僅拎樹藤，於 70%遮光下之節間距平均值小於 0%遮光。20 種天南星科植物中僅奧利多與泡泡蔓綠絨於 70%之光下之葉面積小於 0%與 40%遮光，即在三種遮光處理下，遮光強度最高節間距最短。而奧利多在 3 種光處理下受四季變化影響極大，故無從比較。

## 第四節 葉色

### (一)ANOVA 統計分析

自 2010 實驗測量開始一年後，進行植物葉色測定，使用 PANTONE Color Cue 色差計針對葉色進行測定，量測樣本為，單株植栽自頂芽算起，兩個節間後之成熟葉片 2 片，每片測定兩點，並取其色度之  $L^*a^*b^*$  值。自實驗開始 15 月個後，測得三種不同光度對 20 種天南星科植物之葉色平均值差異如下(表 4-39)

表 4-39 二十種天南星科植物之總葉色平均差異

| 遮光                | $L^*$  | $a^*$  | $b^*$  | 彩度( $C^*$ ) |
|-------------------|--------|--------|--------|-------------|
| 0%遮光              | 35.23  | -10.92 | 29.44  | 34.46       |
| 40%遮光             | 34.71  | -13.17 | 28.29  | 34.46       |
| 70%遮光             | 24.5   | -8.38  | 20.01  | 23.99       |
| Main effect Light | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001      |

\*為試驗開始 15 個月後測得之平均值，\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

經 ANOVA 統計分析顯示(表 4-39)，顯示，20 種天南星科植物之總葉色之明度度( $L^*$ )在 0%遮光下為 35.23、40%遮光為 34.71、70%遮光為 24.5，統計分析顯示 P 值小於 0.001，達極顯著水準。0 遮光下之紅綠度( $a^*$ )為 10.92%、40%遮光下為-13.17，70%遮光下為-8.38，統計結果  $P<0.001$ ，達極顯著水準。黃藍度( $b^*$ )於 0%遮光環境下為 29.44，40%遮光為 28.29，70%遮光下為 20.01，經統計結果顯示，P 值小於 0.001，達極顯著水準。彩度( $C^*$ )於 0%遮光下為 34.46，40%遮光下為 34.46，70%遮光下為 23.99，經統計分析結果， $P<0.001$ ，亦達極顯著水準。顯示同遮光程度會對葉色產生影響。

### (二)三種遮光處理下之 20 種天南星科植物總葉色平均值事後比較

根據 ANOVA 統計顯示(表 4-40)，三種遮光環境對 20 種天南星科植物總葉色之明度度( $L^*$ )、紅綠度( $a^*$ )、黃藍度( $b^*$ )、彩度( $C^*$ )均達顯著水準。進一步使用最小顯著差異(LSD)法進行事後比較，根據表 4-41 顯示葉色之明度( $L^*$ )在三種遮光處理下，70%遮光與 0%遮光及 40%遮光均達顯著差異，而 0%遮光與 40%遮光無差異，顯示遮光強度會影響葉色之明度( $L^*$ )，且於本實驗中遮光強度須達 70%遮光才會對葉色之明度( $L^*$ )產生顯著影響。

表示紅綠度之 a\* 值進行事後比較其結果亦顯示，0% 與 40% 與 70% 遮光均達顯著水準，顯示不同遮光程度會對葉色之 a\* 值產生影響，且結果 0% 遮光、40% 遮光與 70% 遮光均能對葉色之 a\* 值產生不同度之影響。表示黃藍度之 b\* 值進行事後比較，其結果亦顯示在三種遮光處理下，70% 遮光與 0% 遮光及 40% 遮光均達顯著差異，而 0% 遮光與 40% 遮光無差異差異，顯示遮光強度會影響葉色之 b\* 值，且於本實驗中遮光強度須達 70% 遮光才會對葉色之 b\* 值產生顯著影響(表 4-40)。

表 4-40 二十種天南星科植物總葉色之明 L\*、a\*、b\* 值事後比較

|    | 遮光(I) | 遮光(J) | 平均差異(I-J) | 顯著性      |
|----|-------|-------|-----------|----------|
| L* | 0%    | 40%   | 0.52      | 0.488    |
|    |       | 70%   | 10.72     | <0.001** |
|    | 40%   | 0%    | -0.52     | 0.488    |
|    |       | 70%   | 10.19     | <0.001** |
|    | 70%   | 0%    | -10.72    | <0.001** |
|    |       | 40%   | -10.19    | <0.001** |
| a* | 0%    | 40%   | 2.25      | <0.001** |
|    |       | 70%   | -2.54     | <0.001** |
|    | 40%   | 0%    | -2.25     | <0.001** |
|    |       | 70%   | -4.79     | <0.001** |
|    | 70%   | 0%    | 2.54      | <0.001** |
|    |       | 40%   | 4.79      | <0.001** |
| b* | 0%    | 40%   | 1.15      | 0.134    |
|    |       | 70%   | -0.43     | <0.001** |
|    | 40%   | 0%    | -1.15     | 0.134    |
|    |       | 70%   | 8.28      | <0.001** |
|    | 70%   | 0%    | -9.43     | <0.001** |
|    |       | 40%   | -8.28     | <0.001** |

C\* 表示彩度，即色彩之飽和度，彩度越高其顏色越飽和，彩度之計算公式為  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ 。根據 20 種天南星科植物之葉色彩度之事後比較顯示，在三種遮光處理下，70% 遮光與 0% 遮光及 40% 遮光均達顯著差異，而 0% 遮光與 40% 遮光無差異差異，顯示遮光強度會影響葉色之 C\* 值，且於本實驗中遮光強度須達 70% 遮光才會對葉色之彩度產生顯著影響(表 4-41)

表 4-41 二十種天南星科植物總葉色之彩度(C\*)事後比較

|        |     |        |          |          |
|--------|-----|--------|----------|----------|
| 彩度(C*) | 0%  | 40%    | -9.59    | 0.99     |
|        |     | 70%    | 10.46    | <0.001** |
| 40%    | 0%  | 9.59   | 0.99     |          |
|        | 70% | 10.47  | <0.001** |          |
| 70%    | 0%  | -10.46 | <0.001** |          |
|        | 40% | -10.47 | <0.001** |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

根據明度、彩度與紅綠度之散佈圖顯示(如圖 4-33 與圖 4-34)，三種遮光下之葉色明度與彩度均有紅綠度值越高，葉色之明度與彩度均越高之趨勢。紅綠度之數值為正值時表紅色，為負值表綠色。由圖 4-32 與圖 4-33 明顯可看出 40%遮光之葉色之綠度值均較 0%遮光與 70%高，顯示在 40%遮光環境下葉色之綠度值之紅明度與彩度均較 0%與 70%遮光，即在 40%遮光下之葉色較顏色較明亮且較飽和。而 70%遮光之葉色紅綠度值之明度與彩度則有較 0%與 40%遮光低之趨勢，顯示 70%遮光下之葉色較 0%與 40%遮光黯淡且顏色飽和度低。而根據 ANOVA 統計之事後比較結果顯示，0%與 40%遮光之紅綠度值達顯著水準，而明度與彩度均無差異，顯示 0%遮光之葉色與 40%遮光葉色較相近，葉色之紅綠度則介於 40%與 70%遮光之間。

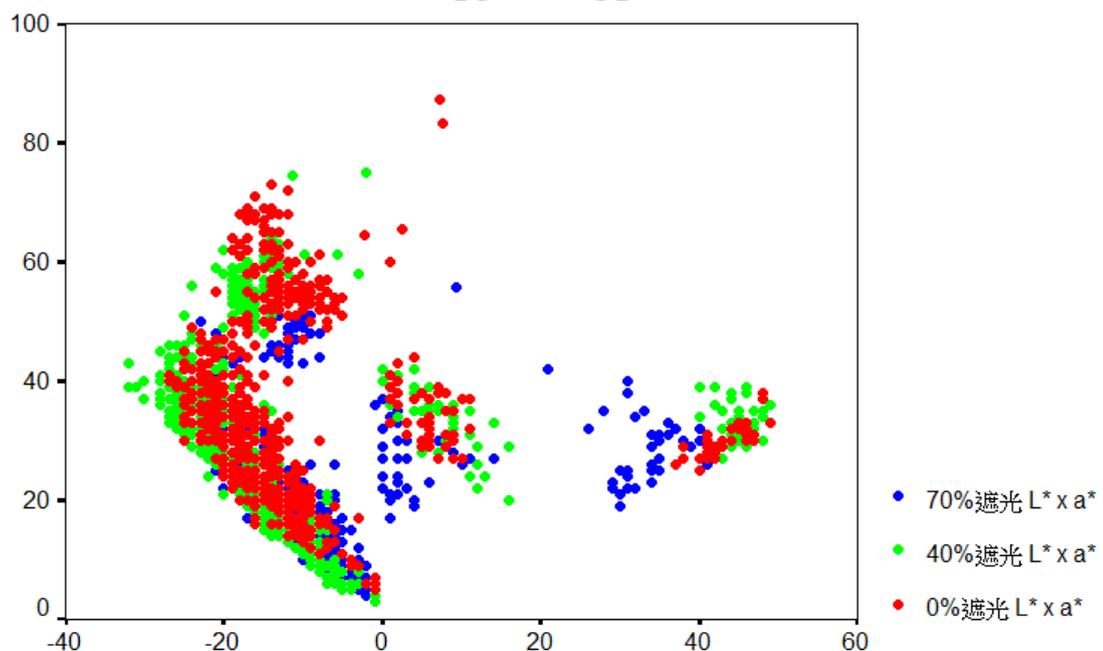


圖 4-33 二十種天南星科植物葉色之明度(L\*)與紅綠度(a\*)值之散佈圖

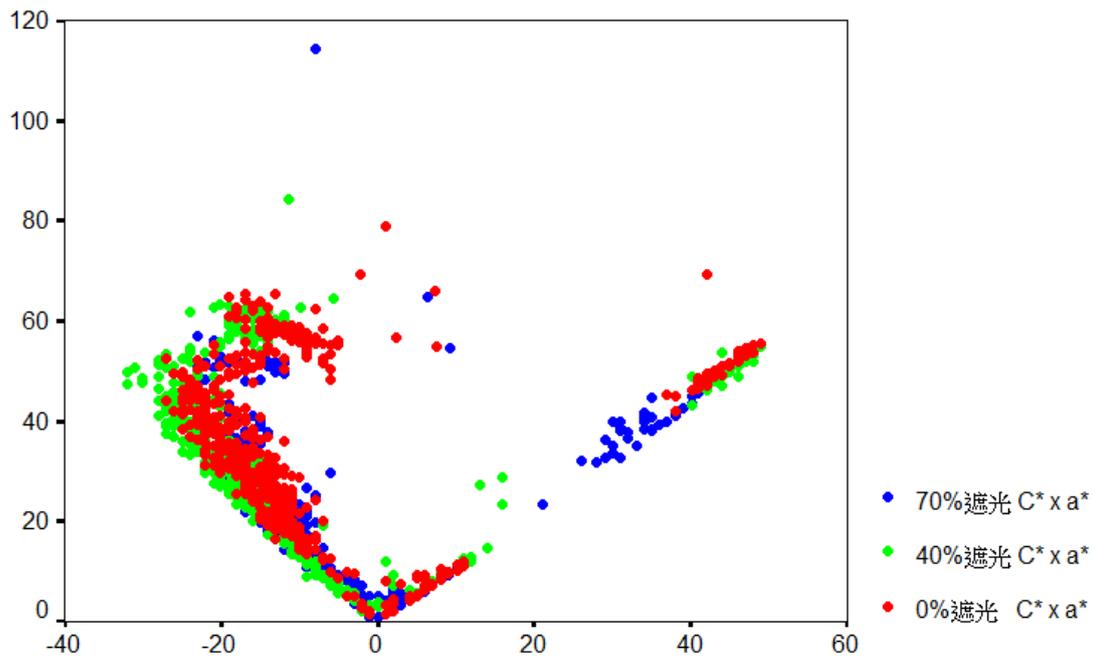


圖 4-34 二十種天南星科植物葉色之彩度( $C^*$ )與紅綠度( $a^*$ )值之散佈圖



## (二)20 種天南星科植物於 3 種光處理下之各種葉色測色結果

### 1. 粗勒草

本研究中之粗勒草葉色分為底色與斑紋兩部分，葉片底色的部份，經 ANOVA 統計結果(表 4-52)顯示葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示遮光會對葉片底色部分產生影響，然而根據平均差異結果顯示，明度(L\*)在 70%遮光雖分別與 0%及 40%遮光達極顯著差異，然而 0%與 40%遮光之間無差異(P=0.452)，紅綠度(a\*)三種遮光下彼此均有顯著以上的差異。而黃藍度(b\*)亦如同紅綠度(a\*)三種遮光下彼此亦均有顯著以上的差異。然而利用公式

$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$  計算出的彩度(C\*)，在三遮光間的比較差異，均達及顯著差異(表)。

因此由明度(L\*)及彩度(C\*)控制呈色之葉片底色部分，三遮光下有葉色有所差異。另葉片斑紋的部份，根據 ANOVA 統計分析顯示，底色在 3 種遮光處理下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著水準，顯示遮光會對葉片斑紋部分產生影響。然而在平均差異上，明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)之 70%遮光雖與 0%與 40%遮光間之均達及顯著差異，然而 0%與 40%遮光間明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)則均無差異(L\*:0.809、a\*:0.321、b\*:0.603、:0.945)(表)，因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制呈色之葉片斑紋部分，0%遮光下的呈色與 40%遮光相近，且與 70%遮光之成色差異較大(如圖 4-35)。

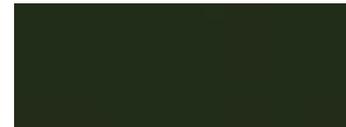
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| L*a*b:56.33, -13.25, 24.70  | L*a*b:55.73, -17.00, 28.05  | L*a*b:50.40, -10.68, 16.70  |
|  |  |  |
| L*a*b:15.52, -10.27, 13.6   | L*a*b:23.07, -14.77, 18.75  | L*a*b:14.85, -9.92, 14.95   |

圖 4-35 三種遮光處理下之粗勒草葉色平均值(上為底色，下為斑紋)

表 4-42 三種遮光處理下之粗勒草葉色平均差異

| 底色                |            |          |                |                                 |
|-------------------|------------|----------|----------------|---------------------------------|
|                   | 遮光         | 平均值      | 平均差異           | 顯著性                             |
| L*                | 0%遮光(I)    | 56.33    | I-II   0.60    | 0.452                           |
|                   | 40%遮光(II)  | 55.73    | II-III   5.33  | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | 50.40    | III-I   5.93   | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| a*                | 0%遮光(I)    | -13.25   | I-II   3.75    | <0.001**                        |
|                   | 40%遮光(II)  | -17.00   | II-III   6.33  | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | -10.68   | III-I   2.58   | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| b*                | 0%遮光(I)    | 24.70    | I-II   3.35    | <0.001**                        |
|                   | 40%遮光(II)  | 28.05    | II-III   11.35 | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | 16.70    | III-I   8.00   | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| C*                | 0%遮光(I)    | 28.13    | I-II   4.72    | <0.001**                        |
|                   | 40%遮光(II)  | 32.85    | II-III   12.99 | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | 19.85    | III-I   8.28   | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| 斑紋                |            |          |                |                                 |
|                   | 遮光         | 平均值      | 平均差異           | 顯著性                             |
| L*                | 0%遮光(I)    | 32.55    | I-II   0.23    | 0.809                           |
|                   | 40%遮光(II)  | 32.33    | II-III   15.65 | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | 16.68    | III-I   15.88  | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| a*                | 0%遮光(I)    | -18.18   | I-II   1.23    | 0.321                           |
|                   | 40%遮光(II)  | -19.40   | II-III   11.53 | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | -7.88    | III-I   10.30  | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| b*                | 0%遮光(I)    | 29.98    | I-II   0.52    | 0.603                           |
|                   | 40%遮光(II)  | 29.45    | II-III   18.38 | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | 11.08    | III-I   18.90  | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| C*                | 0%遮光(I)    | 35.74    | I-II   0.07    | 0.945                           |
|                   | 40%遮光(II)  | 35.67    | II-III   22.00 | <0.001**                        |
|                   | 70%遮光(III) | 13.67    | III-I   22.08  | <0.001**                        |
|                   | ANOVA      | <0.001** |                |                                 |
| Main effect Light |            |          |                | *P 值<0.05 達顯著, **P 值<0.001 達極顯著 |

## 2. 黛粉葉

本研究中之黛粉葉葉色分為底色與斑紋兩部分。葉片底色的部份，經 ANOVA 統計結果(表 4-43)顯示葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達極顯著，顯示遮光會對葉片紅色部分產生影響。根據平均差異結果亦顯示，三遮光處理下葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)兩兩比較之差異均達顯著以上(表 4-43)。因此由明度(L\*)及彩度(C\*)控制呈色之葉片底色部分，三遮光下有葉色有所差異(如圖 4-36)。

其中葉片斑紋的部份，根據 ANOVA 統計分析顯示，底色在 3 種遮光處理下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著水準。然而在平均差異上，明度(L\*)在三光下間兩兩差異均達顯著以上，紅綠度(a\*)則三遮光下無差異。而黃藍度(b\*)及利用公式  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$  計算出的彩度(C\*)在三光下則兩兩達極顯著差異。因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制呈色之葉片斑紋部分，0%遮光與 40%遮光及 70%遮光間的成色差異較頗大(如圖 4-36)。

| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| L*a*b: 29.18, -18.33, 27.30   | L*a*b: 38.03, -23.35, 36.25   | L*a*b: 20.95, -12.68, 19.80   |
|  |  |  |
| L*a*b: 65.09, -15.82, 28.18   | L*a*b: 64.07, -15.32, 18.9  | L*a*b: 60.90, -16.10, 9.28  |

圖 4-36 三種遮光處理下之黛粉葉葉色平均值(上為底色，下為斑紋)

表 4-43 三種遮光處理下之黛粉葉葉色平均差異

| 底色                   |              |          |          |                                |          |
|----------------------|--------------|----------|----------|--------------------------------|----------|
|                      | 遮光           | 平均值      | 平均差異     | 顯著性                            |          |
| L*                   | 0%遮光( I )    | 29.18    | I - II   | 8.85                           | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 38.03    | II - III | 17.075                         | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 20.95    | III - I  | 8.225                          | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | -18.33   | I - II   | 5.03                           | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | -23.35   | II - III | 10.68                          | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | -12.68   | III - I  | 5.65                           | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | 27.30    | I - II   | 8.95                           | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 36.25    | II - III | 16.45                          | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 19.80    | III - I  | 7.5                            | 0.002*   |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | 32.92    | I - II   | 10.30                          | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 43.22    | II - III | 19.25                          | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 23.97    | III - I  | 8.95                           | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| 斑紋                   |              |          |          |                                |          |
|                      | 遮光           | 平均值      | 平均差異     | 顯著性                            |          |
| L*                   | 0%遮光( I )    | 65.09    | I - II   | 1.83                           | 0.047*   |
|                      | 40%遮光( II )  | 64.07    | II - III | 3.18                           | 0.001*   |
|                      | 70%遮光( III ) | 60.90    | III - I  | 5.00                           | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | -15.82   | I - II   | 0.32                           | 0.595    |
|                      | 40%遮光( II )  | -15.32   | II - III | 0.50                           | 0.414    |
|                      | 70%遮光( III ) | -16.10   | III - I  | 0.82                           | 0.179    |
|                      | ANOVA        | 0.398    |          |                                |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | 28.18    | I - II   | 11.35                          | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 18.90    | II - III | 8.00                           | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 9.28     | III - I  | 3.35                           | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | 60.52    | I - II   | 26.56                          | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 33.96    | II - III | 17.80                          | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 51.76    | III - I  | 8.76                           | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |                                |          |
| Main effect Light(L) |              |          |          | *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著 |          |

### 3. 火鶴芋

火鶴芋三種遮光下之葉色明度(L\*)與彩度(C\*)均為 40%>0%>70%。根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-44)，火鶴芋在三種遮光下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達極顯著，顯示不同遮光程度會對火鶴芋之葉色產生影響，三光間兩兩比較結果，其中 70%遮光與 0%遮光間之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)達顯著，40%遮光之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)則分別與 0%遮光及 70%遮光達極顯著水準(表 4-44)，因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制的呈色，0%遮光與 40%遮光及 70%遮光間的呈色差異明顯(如圖 4-37)且 40%遮光下之明度(L\*)與彩度(C\*)最高，70%遮光之明度與彩度最低(如圖 4-38)。

表 4-44 三種遮光處理下之火鶴芋葉色平均差異

| 遮光  | 平均值        | 平均差異  | 顯著性   |   |
|---|------------|---|-------|---|
| L*  | 0%遮光(I)    | 23.25   I-II  | 6.13  | <0.001**  |
|   | 40%遮光(II)  | 29.37   II-III  | 13.60 | <0.001**  |
|   | 70%遮光(III) | 15.77   III-I   | 7.48  | <0.001**  |
|   | ANOVA      | <0.001**  |       |   |
| a*  | 0%遮光(I)    | -12.15   I-II   | 5.40  | <0.001**  |
|   | 40%遮光(II)  | -17.55   II-III   | 6.48  | <0.001**  |
|   | 70%遮光(III) | -11.07   III-I  | 1.08  | 0.021*  |
|   | ANOVA      | <0.001**  |       |   |
| b*  | 0%遮光(I)    | 18.30   I-II  | 5.08  | <0.001**  |
|   | 40%遮光(II)  | 23.375   II-III   | 8.43  | <0.001**  |
|   | 70%遮光(III) | 14.95   III-I   | 3.35  | 0.002*  |
|   | ANOVA      | <0.001**  |       |   |
| C*  | 0%遮光(I)    | 22.03   I-II  | 7.37  | <0.001**  |
|   | 40%遮光(II)  | 29.40   II-III  | 10.77 | <0.001**  |
|   | 70%遮光(III) | 18.63   III-I   | 3.41  | 0.002*  |
|   | ANOVA      | <0.001**  |       |   |
| Main effect Light(L)  |            | *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯   |       |   |
| 0%遮光  |            | 40%遮光   |       | 70%遮光   |
|  |            |  |       |  |
| L*a*b: 23.25 -12.15, 18.30  |            | L*a*b: 29.38 -17.55, 23.38  |       | L*a*b: 15.78, -11.08, 14.95   |

圖 4-37 三種遮光處理下之火鶴芋葉色平均值

#### 4. 寶石蔓綠絨

根據 ANOVA 統計分析(表 4-45)，寶石蔓綠絨在三種遮光下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光程度會對寶石蔓綠絨之葉色產生影響。然而比較平均差異結果顯示，三遮光下之明度(L\*)兩兩比較之節果 P 值均小於 0.001，達極顯著差異，說明遮光處會影響葉色之明度。而代表紅綠度的 a\*值 70%遮光雖分別與 0%遮光及 40%遮光達極顯著，然而 0%與 40 遮光之平均差異僅達顯著(p=0.016)，而表示黃藍度之 b\*值，70%遮光雖分別與 0%遮光及 40%遮光達極顯著，但 0%與 40 遮光之平均差異卻無差異(p=1.000)顯示遮光對葉的黃藍度，遮陰需達到 70%，才會對葉之黃藍度 b\*產生影響。而彩度(C\*)在三遮光下的兩兩比較差異上，如同 b\*值，僅 70%與 0%及 40%遮光達顯著，0%與 40%間則無差異(p=0.195)因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制的呈色，0%遮光與 40%遮光兼的顏色較相近，且均與 70%遮光間的呈色有較明顯的差異(如圖 4-38)

表 4-45 三種遮光處理下之寶石蔓綠絨葉色平均差異

|                      | 遮光         | 平均值      | 平均差異   | 顯著性      |
|----------------------|------------|----------|--------|----------|
| L*                   | 0%遮光(I)    | 34.03    | I-II   | <0.001** |
|                      | 40%遮光(II)  | 38.78    | II-III | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 16.28    | III-I  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |          |
| a*                   | 0%遮光(I)    | -17.88   | I-II   | 0.016*   |
|                      | 40%遮光(II)  | -20.10   | II-III | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | -9.15    | III-I  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |          |
| b*                   | 0%遮光(I)    | 29.60    | I-II   | 1.000    |
|                      | 40%遮光(II)  | 29.60    | II-III | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 14.08    | III-I  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |          |
| C*                   | 0%遮光(I)    | 34.64    | I-II   | 0.195    |
|                      | 40%遮光(II)  | 36.37    | II-III | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 16.88    | III-I  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |          |
| Main effect Light(L) |            |          |        |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

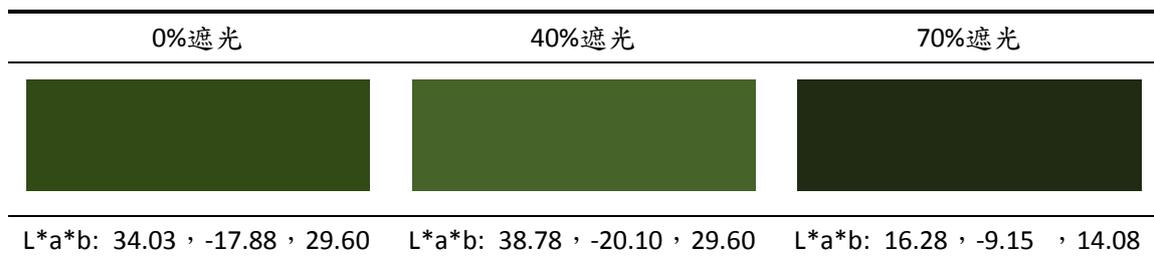


圖 4-38 三種遮光處理下之寶石蔓綠絨葉色平均值



## 5. 白鶴芋

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-46)，白鶴芋在三種遮光下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光程度會對白鶴芋之葉色產生影響。然而比較平均差異結果顯示，三遮光下之明度(L\*)0%、40%及 70%遮光間均兩兩達極顯著，紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)之 70%遮蔭均與 40%遮蔭達極顯著差異，然而 0%與 40%遮光間的紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)則均無差異(a\*:0.304、b\*:0.176、C\*:0.161)，因此，由顯示遮光需達到 70%以上，才會在葉色上產生明顯差異。由明度及彩度控制的呈色，0%遮光與 40%遮光兼的顏色較相近，且均與 70%遮光間的呈色有較明顯的差異(如圖 4-39)

表 4-46 三種遮光處理下之白鶴芋葉色平均差異

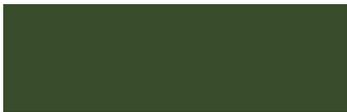
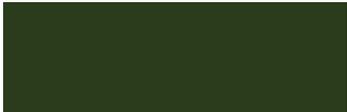
| 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性              |                           |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
| L*  | 0%遮光( I )   | 30.08   | I - II   6.13    | <0.001**                  |
|   | 40%遮光( II )   | 23.95   | II - III   12.28 | <0.001**                  |
|   | 70%遮光( III )  | 11.68   | III - I   18.40  | <0.001**                  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |                           |
| a*  | 0%遮光( I )   | -13.85  | I - II   0.55    | 0.304                     |
|   | 40%遮光( II )   | -13.30  | II - III   7.85  | <0.001**                  |
|   | 70%遮光( III )  | -5.45   | III - I   8.40   | <0.001**                  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |                           |
| b*  | 0%遮光( I )   | 18.60   | I - II   1.08    | 0.176                     |
|   | 40%遮光( II )   | 17.53   | II - III   11.05 | <0.001**                  |
|   | 70%遮光( III )  | 6.48  | III - I   12.13  | <0.001**                  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |                           |
| C*  | 0%遮光( I )   | 23.29   | I - II   1.20    | 0.161                     |
|   | 40%遮光( II )   | 22.09   | II - III   13.51 | <0.001**                  |
|   | 70%遮光( III )  | 8.58  | III - I   14.71  | <0.001**                  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |                           |
| Main effect Light(L)  |   | *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著  |                  |                           |
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |                  |                           |
|  |  |  |                  |                           |
| L*a*b: 30.08, -13.85, 18.60   |   | L*a*b: 23.95, -13.30, 17.52   |                  | L*a*b: 11.68, -5.45, 6.47 |

圖 4-39 三種遮光處理下之白鶴芋葉色平均值

## 6. 窗孔蔓綠絨

窗孔蔓綠絨三種遮光下之葉色明度(L\*)為 40%>0%>70%，彩度(C\*)則為 0%>40%=70%。根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-47)，窗孔蔓綠絨在三種遮光下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光程度會對窗孔蔓綠絨之葉色產生影響然而比較平均差異結果顯示，40%與 70%遮光下 a\*值、b\*值、C\*值均無差異，而 0%遮光分別與 40%遮光及 70%遮光達極顯著差異，可知 40%與 70%遮光葉色相近，且 40%與 70%遮光均與 0%遮光達顯著，說明遮光對窗孔蔓綠絨之葉色影響甚鉅，而遮光強度則對窗孔蔓綠絨之葉色影響不大(如圖 4-40)。

表 4-47 三種遮光處理下之窗孔蔓綠絨葉色平均差異

|                      | 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性    |          |
|----------------------|---|---|---|--------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )   | 47.70   | I - II  | -14.05 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )   | 33.65   | II - III  | 4.65   | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III )  | 29.00   | III - I   | -18.70 | <0.001** |
|                      | ANOVA   | <0.001**  |   |        |          |
| a*                   | 0%遮光( I )   | -17.28  | I - II  | -3.45  | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )   | -20.73  | II - III  | -0.35  | 0.612    |
|                      | 70%遮光( III )  | -20.38  | III - I   | -3.10  | <0.001** |
|                      | ANOVA   | <0.001**  |   |        |          |
| b*                   | 0%遮光( I )   | 46.75   | I - II  | -19.80 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )   | 26.95   | II - III  | -0.22  | 0.847    |
|                      | 70%遮光( III )  | 27.18   | III - I   | -19.58 | <0.001** |
|                      | ANOVA   | <0.001**  |   |        |          |
| C*                   | 0%遮光( I )   | 49.95   | I - II  | -15.91 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )   | 34.04   | II - III  | 0.04   | 0.971    |
|                      | 70%遮光( III )  | 34.00   | III - I   | -15.95 | <0.001** |
|                      | ANOVA   | <0.001**  |   |        |          |
| Main effect Light(L) |   | *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著  |   |        |          |
|                      | 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |        |          |
|                      |  |  |  |        |          |
|                      | L*a*b:47.70, -17.28, 46.75  | L*a*b:33.65, -20.73, 26.95  | L*a*b:29.00, -20.38, 27.18  |        |          |

圖 4-40 三種遮光處理下之寶石蔓綠絨葉色平均值

## 7. 紅粉佳人

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-48)，紅粉佳人在三種遮光下之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光程度會對紅粉佳人之葉色產生影響，然而平均差異比較結果顯示，L\*值在 0%與分別與 40%遮光及 70%遮光達極顯著差異，40%與 70%遮光間之L\*值則無差異。a\*值在三遮光下兩兩比較均達極顯著差異。而 b\*值在三遮光間的兩兩比較則無差異。彩度(C\*)在 40%與 70%間無差異外，0%遮光則分別與 40%及 70%遮光達顯著差異。因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制的呈色，40%遮光與 70%遮光間的顏色較相近，且均與 0%遮光間的呈色有較明顯的差異。40%與 70%遮光間的 b\*值、C\*值均無差異，且均與 0%遮光達顯著水準，顯示 40%與 70%遮光葉色相近，且與 0%遮光下之葉色差異較大，即遮光對紅粉佳人之葉色產生影響甚鉅(圖 4-41)。

表 4-48 三種遮光處理下之紅粉佳人葉色平均差異

|                      | 遮光           | 平均值      | 平均差異                            | 顯著性      |
|----------------------|--------------|----------|---------------------------------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )    | 50.30    | I - II                          | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 45.07    | II - III                        | 0.722    |
|                      | 70%遮光( III ) | 44.62    | III - I                         | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |                                 |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | 11.30    | I - II                          | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 7.77     | II - III                        | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 5.20     | III - I                         | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |                                 |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | 14.00    | I - II                          | 0.131    |
|                      | 40%遮光( II )  | 15.50    | II - III                        | 0.707    |
|                      | 70%遮光( III ) | 13.70    | III - I                         | 0.761    |
|                      | ANOVA        | 0.152    |                                 |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | 7.40     | I - II                          | 0.002*   |
|                      | 40%遮光( II )  | 8.57     | II - III                        | 0.542    |
|                      | 70%遮光( III ) | 5.28     | III - I                         | 0.010*   |
|                      | ANOVA        | 0.004*   |                                 |          |
| Main effect Light(L) |              |          | *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著] |          |

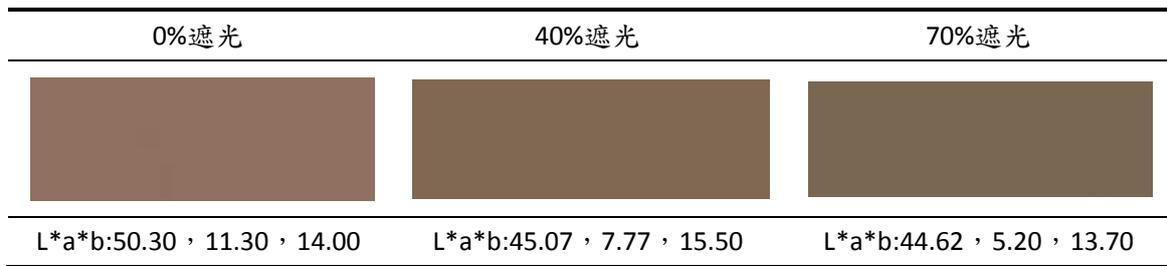


圖 4-41 種遮光處理下之紅粉佳人葉色平均值



## 8. 彩葉芋

本實驗研究中之彩葉芋，為葉片中心為紅色，葉片外圍為綠色之彩葉芋。彩葉芋葉片紅色部分，經 ANOVA 統計結果(表 4-49)顯示葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示遮光會對葉片紅色部分產生影響，然而根據平均差異結果顯示，明度(L\*)在 40%遮光雖分別與 0%及 70%遮光達極顯著差異，然而 0%與 70%遮光之間無差異(P=0.073)，紅綠度(a\*)三種遮光下彼此均有顯著以上的差異。而黃藍度(b\*)亦如同紅綠度(a\*)三種遮光下彼此亦均有顯著以上的差異。然而利用公式  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$  計算出的彩度(C\*)，在三遮光間的比較差異，70%遮光雖分別與 0%與 40%遮光達極顯著，但 0%與 40%之 C\*值卻無差異(P=0.741)。意即三遮光下之 L\*值、a\*值、b\*值及 C\*值之 ANOVA 統計雖達顯著，但平均差異比較結果，三遮光下之 a\*值、b\*值及 C\*值兩兩比對均無差異，因此由明度(L\*)及彩度(C\*)控制呈色的彩葉芋葉片紅色部分，在三遮光下葉色差異不大(如圖 4-42)。而彩葉芋葉片外圍為綠色部分，經 ANOVA 統計分析(表 4-49)顯示，葉色之 L\*值、a\*值、b\*值及 C\*值均達顯著，顯示遮光會對葉片綠色部分產生影響，然而經差異比較結果顯示，0%與 40%遮光下之葉色之 L\*值、a\*值、b\*值及 C\*值均無差異，且 0%與 40%遮光之 L\*值、a\*值、b\*值及 C\*值均與 70%遮光達極顯著差異，因此在呈色的表現上，顯示 0%與 40%遮光之葉色較相近，且與 70%遮光之差異較大(如圖 4-42)。

| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| L*a*b:29.93, 43.23, 25.50   | L*a*b:32.90, 44.80, 23.43   | L*a*b:28.28, 33.40, 38.40   |
|  |  |  |
| L*a*b:31.28, -21.63, 23.40  | L*a*b:30.68, -23.05, 24.55  | L*a*b:16.53, -12.05, 12.63  |

圖 4-42 三種遮光處理下之彩葉芋葉色平均值

表 4-49 三種遮光處理下之彩葉芋葉色平均差異

| 紅色                   |            |          |        |        |          |
|----------------------|------------|----------|--------|--------|----------|
| 遮光                   | 平均值        | 平均差異     |        | 顯著性(P) |          |
| L*                   | 0%遮光(I)    | 29.93    | I-II   | 2.98   | <0.001** |
|                      | 40%遮光(II)  | 32.90    | II-III | 4.63   | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 28.28    | III-I  | 1.65   | 0.073    |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| a*                   | 0%遮光(I)    | 43.23    | I-II   | 1.58   | 0.031*   |
|                      | 40%遮光(II)  | 44.80    | II-III | 11.40  | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 33.40    | III-I  | 9.83   | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| b*                   | 0%遮光(I)    | 25.50    | I-II   | 2.08   | 0.034*   |
|                      | 40%遮光(II)  | 23.43    | II-III | 4.90   | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 18.53    | III-I  | 6.98   | <0.001** |
|                      | ANOVA      | 0.019*   |        |        |          |
| C*                   | 0%遮光(I)    | 50.35    | I-II   | 0.29   | 0.741    |
|                      | 40%遮光(II)  | 50.64    | II-III | 12.24  | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 38.40    | III-I  | 11.95  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| 綠色                   |            |          |        |        |          |
| 遮光                   | 平均值        | 平均差異     |        | 顯著性    |          |
| L*                   | 0%遮光(I)    | 31.28    | I-II   | 0.60   | 0.589    |
|                      | 40%遮光(II)  | 30.68    | II-III | 14.15  | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 16.53    | III-I  | 14.75  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| a*                   | 0%遮光(I)    | -21.63   | I-II   | 1.43   | 0.121    |
|                      | 40%遮光(II)  | -23.05   | II-III | 11.00  | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | -12.05   | III-I  | 9.58   | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| b*                   | 0%遮光(I)    | 23.40    | I-II   | 1.15   | 0.372    |
|                      | 40%遮光(II)  | 24.55    | II-III | 11.93  | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 12.63    | III-I  | 10.78  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| C*                   | 0%遮光(I)    | 31.95    | I-II   | 1.78   | 0.241    |
|                      | 40%遮光(II)  | 33.72    | II-III | 16.17  | <0.001** |
|                      | 70%遮光(III) | 17.56    | III-I  | 14.39  | <0.001** |
|                      | ANOVA      | <0.001** |        |        |          |
| Main effect Light(L) |            |          |        |        |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

## 9. 金鋤蔓綠絨

經 ANOVA 統計分析結果顯示(表 4-50)，三遮光下之金鋤蔓綠絨葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光對金鋤蔓綠絨之葉色產生影響。

然而平均差異比較結果顯示，40%與 70%遮光間之 L\*值無差異(P=0.053)，0%遮光則分別與 40%及 70%遮光達極顯著差異。亦如同 a\*值於 40%與 70%遮光間無差異，而 0%則分別與 40%、70%遮光達極顯著差異。而表示黃藍度之 b\*值部分，三遮光下的兩兩比較中，40%遮光分別與 0%遮光及 70%遮光達顯著以上之差異，0%遮光與 70%遮光間則無差異，而透過公式求得之彩度 C\*，三遮光兩兩比較結果與 b\*值同，及 40%遮光分別與 0%遮光及 70%遮光達顯著以上之差異，0%遮光與 70%遮光間則無差異，顯示遮光強度對黃藍度 b\*的影響影不大，亦影響 C\*值之結果。

因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制的呈色，40%與 70%之顏相近，且均與 0%遮光葉色有較明顯之差異(如圖 4-43)。

表 4-50 三種遮光處理下之金鋤蔓綠絨葉色平均差異

|                      | 遮光           | 平均值      | 平均差異     | 顯著性      |
|----------------------|--------------|----------|----------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )    | 72.10    | I - II   | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 64.58    | II - III | 0.053    |
|                      | 70%遮光( III ) | 61.85    | III - I  | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | 2.18     | I - II   | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | -7.93    | II - III | 0.450    |
|                      | 70%遮光( III ) | -8.63    | III - I  | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | 61.00    | I - II   | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 69.83    | II - III | 0.001*   |
|                      | 70%遮光( III ) | 63.75    | III - I  | 0.108    |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | 61.36    | I - II   | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 70.51    | II - III | 0.001*   |
|                      | 70%遮光( III ) | 64.53    | III - I  | 0.062    |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |          |
| Main effect Light(L) |              |          |          |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

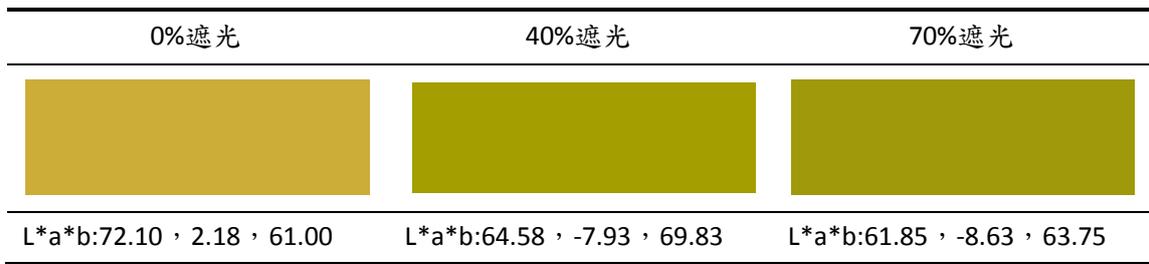


圖 4-43 三種遮光處理下之金鋤蔓綠絨葉色平均值



## 10. 合果芋

經 ANOVA 統計分析結果(表 4-51)顯示，三遮光下之合果芋葉色之明度(L\*)、黃藍度(b\*)、及彩度(C\*)均達顯著，顯示遮光會對合果芋之葉色產生影響，然而表示紅綠度之 a\*值則無差異(P=2.110)，且三光間比較兩兩差異結果顯示，名度(L\*)僅 0%與 40%遮光間有差異；70%與 40%及 0%遮光間均無差異。而紅綠度 a\*值，僅 0%與 70%遮光間達顯著差異，而 40%則與 0%及 70%遮光間並無差異。而表示黃藍度的 b\*值，僅 40%與 70%遮光間無差異；0%遮光則分別與 40%遮(P=0.001)光及 70%遮光(P=0.006)達顯著差異。而彩度的部分公式為  $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$  C\*值於 40%與 70%間無差異，而於 0%與 40%遮光間、0%與 70%遮光間達極顯著差異。

因此，由明度(L\*)及彩度(C\*)控制的呈色，雖在三光下均達顯著，但由於為達極顯著差異，且兩兩相比之平均差異無差異的情況較多，因此三種遮光處理下，葉色差異不大(圖 4-44)。

表 4-51 三種遮光處理下之合果芋葉色平均差異

|                      | 遮光         | 平均值    | 平均差異   | 顯著性  |        |
|----------------------|------------|--------|--------|------|--------|
| L*                   | 0%遮光(I)    | 20.18  | I-II   | 2.88 | 0.006* |
|                      | 40%遮光(II)  | 17.30  | II-III | 1.60 | 0.124  |
|                      | 70%遮光(III) | 18.90  | III-I  | 1.28 | 0.220  |
|                      | ANOVA      | 0.023* |        |      |        |
| a*                   | 0%遮光(I)    | -12.55 | I-II   | 0.73 | 0.307  |
|                      | 40%遮光(II)  | -11.83 | II-III | 0.53 | 0.459  |
|                      | 70%遮光(III) | -11.30 | III-I  | 1.25 | 0.080* |
|                      | ANOVA      | 2.110  |        |      |        |
| b*                   | 0%遮光(I)    | 14.85  | I-II   | 3.28 | 0.001* |
|                      | 40%遮光(II)  | 11.58  | II-III | 0.62 | 0.513  |
|                      | 70%遮光(III) | 12.20  | III-I  | 2.65 | 0.006* |
|                      | ANOVA      | 0.002* |        |      |        |
| C*                   | 0%遮光(I)    | 19.51  | I-II   | 2.88 | 0.012* |
|                      | 40%遮光(II)  | 16.63  | II-III | 0.08 | 0.946  |
|                      | 70%遮光(III) | 16.71  | III-I  | 2.80 | 0.014* |
|                      | ANOVA      | 0.017* |        |      |        |
| Main effect Light(L) |            |        |        |      |        |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

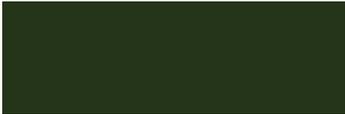
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| L*a*b:20.18, -12.55, 14.85  | L*a*b:17.30, -11.83, 11.58  | L*a*b:18.90, -11.30, 12.20  |

圖 4-44 三種遮光處理下之合果芋葉色平均值



## 11. 黃心圓蔓綠絨

經 ANOVA 統計分析結果顯示(表 4-52)，黃心圓蔓綠絨之葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光會對黃心圓蔓綠絨之葉色產生影響。然而比較平均差異結果顯示，0%與 40%遮光之 b\*值與 C\*值均無差異，且 0%與 40%遮光均與 70%遮光達顯著，顯示 0%與 40%遮光之葉色較相近，且與 70%遮光之葉色差異較大，顯示遮光強度需達到一定程度才會對葉色產生較大的影響(圖 4-45)。

表 4-52 三種遮光處理下之黃心圓蔓綠絨葉色平均差異

|                      | 遮光           | 平均值      | 平均差異     | 顯著性   |          |
|----------------------|--------------|----------|----------|-------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )    | 55.53    | I - II   | 3.90  | 0.001*   |
|                      | 40%遮光( II )  | 51.63    | II - III | 15.23 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 36.40    | III - I  | 19.13 | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |       |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | -11.63   | I - II   | 5.53  | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | -17.15   | II - III | 2.40  | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | -14.75   | III - I  | 3.13  | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |       |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | 56.75    | I - II   | 1.88  | 0.114    |
|                      | 40%遮光( II )  | 54.88    | II - III | 15.13 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 39.75    | III - I  | 17.00 | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |       |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | 57.95    | I - II   | 0.44  | 0.673    |
|                      | 40%遮光( II )  | 57.51    | II - III | 14.83 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 42.68    | III - I  | 15.27 | <0.001** |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |       |          |
| Main effect Light(L) |              |          |          |       |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

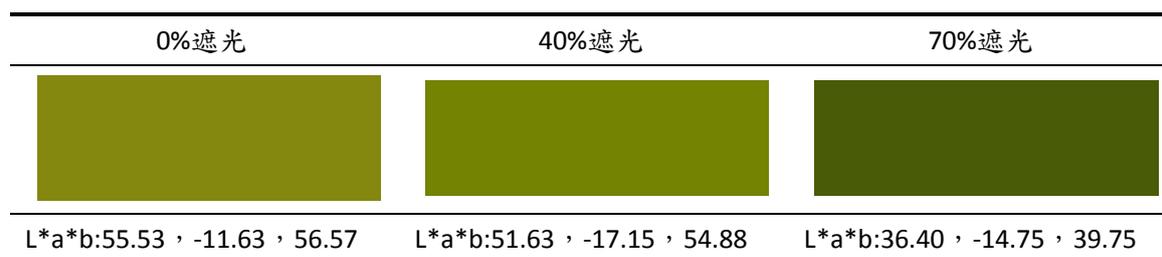


圖 4-45 三種遮光處理下之黃心圓蔓綠絨葉色平均值

## 12. 奧利多

三遮光下之奧利多葉色明度(L\*)與彩度(C\*)均為 40%>0%>70%，經 ANOVA 統計分析結果(表 4-53)顯示，奧利多之葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光會對黃心圓蔓綠絨之葉色產生影響，而事後比較結果亦顯示，0%、40%、70%三種遮光下葉色之葉色均兩兩達顯著差異，顯示奧利多受遮光程度影響甚鉅，不同遮光程度會產生不同葉色(圖 4-46)。

表 4-53 三種遮光處理下奧利多葉色平均差異

| 遮光                   | 平均值          | 平均差異     | 顯著性      |          |
|----------------------|--------------|----------|----------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 12.43    | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 20.45    | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 8.03     | <0.001** |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 9.65     | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 12.33    | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 2.68     | <0.001** |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 11.80    | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 18.63    | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 6.83     | <0.001** |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 15.22    | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 22.37    | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 7.15     | <0.001** |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |          |
| Main effect Light(L) |              |          |          |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

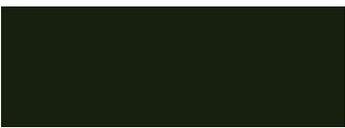
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| L*a*b:19.30, -10.53,16.45   | L*a*b:31.73, -20.18, 28.25  | L*a*b:11.28, -7.85, 9.63  |

圖 4-46 三種遮光處理下之奧利多葉色平均值

### 13. 泡泡蔓綠絨

泡泡蔓綠絨葉色之明度(L\*)與彩度(C\*)均為 0%>40%>70%遮光。根據 ANOVA 統計分析(表 4-54)顯示，泡泡蔓綠絨之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達極顯著，顯示不同遮光會對泡泡蔓綠絨之葉色產生影響。而比較兩兩平均結果亦顯示(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，0%、40%、70%三種遮光下葉色之葉色均兩兩達極顯著差異(P<0.001)，顯示泡泡蔓綠絨受遮光程度影響甚鉅，不同遮光程度會產生不同葉色(圖 4-47)。

表 4-54 三種遮光處理下之泡泡蔓綠絨葉色平均差異

| 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性            |
|---|---|---|----------------|
| L*  | 0%遮光(I)   | 23.68   | I-II   6.80    |
|   | 40%遮光(II)   | 16.88   | II-III   5.38  |
|   | 70%遮光(III)  | 11.50   | III-I   12.18  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |
| a*  | 0%遮光(I)   | -16.88  | I-II   2.38    |
|   | 40%遮光(II)   | -14.50  | II-III   5.93  |
|   | 70%遮光(III)  | -8.58   | III-I   8.30   |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |
| b*  | 0%遮光(I)   | 25.65   | I-II   5.28    |
|   | 40%遮光(II)   | 20.38   | II-III   8.60  |
|   | 70%遮光(III)  | 11.78   | III-I   13.88  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |
| C*  | 0%遮光(I)   | 30.75   | I-II   5.72    |
|   | 40%遮光(II)   | 25.03   | II-III   10.44 |
|   | 70%遮光(III)  | 14.59   | III-I   16.16  |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |
| Main effect Light(L)  |   |   |                |
| *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著  |   |   |                |
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |                |
|  |  |  |                |
| L*a*b:23.68, -16.88, 25.68  | L*a*b:16.88, -14.50, 20.38  | L*a*b:11.50, -8.58, 11.78   |                |

圖 4-47 三種遮光處理下之黃心圓蔓綠絨葉色平均值

#### 14. 萊姆黃金葛

萊姆黃金葛葉色之明度(L\*)與彩度(C\*)均為 40%>0%>70%遮光。根據 ANOVA 統計分析(表 4-55)顯示萊姆黃金葛葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光會對萊姆黃金葛之葉色產生影響，而比較兩兩平均結果亦顯示(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，0%、40%、70%三種遮光下葉色之葉色均兩兩達極顯著差異(P<0.001)，顯示萊姆黃金葛受遮光程度影響甚鉅，不同遮光程度會產生不同葉色(圖 4-48)。

表 4-55 三種遮光處理下之萊姆黃金葛葉色平均差異

| 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性      |
|---|---|---|----------|
| L*  | 0%遮光(I)   | I-II   5.18   | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   21.43  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   16.25   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| a*  | 0%遮光(I)   | I-II   7.78   | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   4.13   | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   11.90   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| b*  | 0%遮光(I)   | I-II   3.73   | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   15.33  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   11.60   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| C*  | 0%遮光(I)   | I-II   5.24   | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   13.08  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   7.84  | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| Main effect Light(L)  |   |   |          |
| *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達   |   |   |          |
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |          |
|  |  |  |          |
| L*a*b:53.73, -7.56, 54.50   | L*a*b:58.90, -15.43, 58.23  | L*a*b:37.48, -19.55, 42.90  |          |

圖 4-48 三種遮光處理下之萊姆黃金葛葉色平均值

## 15. 觀音蓮

觀音蓮葉色之明度(L\*)與彩度(C\*)均為 0%>40%>70%遮光。根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-56)，觀音蓮葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達極顯著，顯示不同遮光會對觀音蓮之葉色產生影響，而比較兩兩平均結果亦顯示(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，0%、40%、70%三種遮光下葉色之葉色均兩兩達極顯著差異(P<0.001)，顯示觀音蓮受遮光程度影響甚鉅，不同遮光程度會產生不同葉色(圖 4-49)。

表 4-56 三種遮光處理下之觀音蓮葉色平均差異

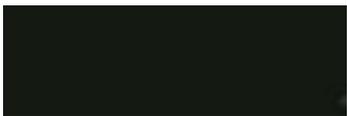
| 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性            |          |
|---|---|---|----------------|----------|
| L*  | 0%遮光(I)   | 26.90   | I-II   5.87    | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | 21.03   | II-III   13.28 |          |
|   | 70%遮光(III)  | 7.75  | III-I   19.15  |          |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |          |
| a*  | 0%遮光(I)   | -17.48  | I-II   3.63    | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | -13.85  | II-III   10.02 |          |
|   | 70%遮光(III)  | -3.83   | III-I   13.65  |          |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |          |
| b*  | 0%遮光(I)   | 22.68   | I-II   7.68    | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | 15.00   | II-III   10.60 |          |
|   | 70%遮光(III)  | 4.40  | III-I   18.28  |          |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |          |
| C*  | 0%遮光(I)   | 28.68   | I-II   8.21    | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | 20.46   | II-III   14.57 |          |
|   | 70%遮光(III)  | 5.89  | III-I   22.79  |          |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                |          |
| Main effect Light(L)  |   |   |                |          |
| *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著  |   |   |                |          |
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |                |          |
|  |  |  |                |          |
| L*a*b:26.90, -17.48, 22.68  | L*a*b:21.03, -13.85, 15.00  | L*a*b:7.75, -3.83, 4.40   |                |          |

圖 4-49 三種遮光處理下之觀音蓮葉色平均值

## 16. 台灣姑婆芋

台灣姑婆芋葉色之明度(L\*)與彩度(C\*)均為 0%>40%>70%遮光。根據 ANOVA 統計分析(表 4-57)顯示，觀音蓮葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光會對台灣姑婆芋之葉色產生影響，而比較兩兩平均結果亦顯示(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，0%、40%、70%三種遮光下葉色之葉色均兩兩達極顯著差異(P<0.001)，顯示台灣姑婆芋受遮光程度影響甚鉅，不同遮光程度會產生不同葉色(圖 4-50)。

表 4-57 三種遮光處理下之台灣姑婆芋葉色平均差異

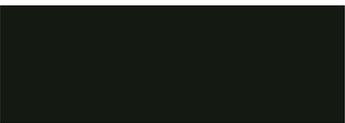
| 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性              |          |
|---|---|---|------------------|----------|
| L*  | 0%遮光( I )   | 26.88   | I - II   5.87    | <0.001** |
|   | 40%遮光( II )   | 21.03   | II - III   13.28 | <0.001** |
|   | 70%遮光( III )  | 7.76  | III - I   19.15  | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |          |
| a*  | 0%遮光( I )   | -17.44  | I - II   3.63    | <0.001** |
|   | 40%遮光( II )   | -13.86  | II - III   10.02 | <0.001** |
|   | 70%遮光( III )  | -3.82   | III - I   13.65  | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |          |
| b*  | 0%遮光( I )   | 22.64   | I - II   7.68    | <0.001** |
|   | 40%遮光( II )   | 15.01   | II - III   10.60 | <0.001** |
|   | 70%遮光( III )  | 4.4   | III - I   18.28  | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |          |
| C*  | 0%遮光( I )   | 28.64   | I - II   8.21    | <0.001** |
|   | 40%遮光( II )   | 20.48   | II - III   14.57 | <0.001** |
|   | 70%遮光( III )  | 5.88  | III - I   22.79  | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |                  |          |
| Main effect Light(L)  |   |   |                  |          |
| *P 值<0.05 達顯著，**P 值<0.001 達極顯著  |   |   |                  |          |
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |                  |          |
|  |  |  |                  |          |
| L*a*b:26.88, -17.44, 22.64  | L*a*b:21.03, -13.86, 15.01  | L*a*b: 7.76, -3.82, 4.40  |                  |          |

圖 4-50 三種遮光處理下之台灣姑婆芋葉色平均值

## 17. 申跋

經 ANOVA 統計分析顯示，申跋葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達(表 4-58)顯著，顯示不同遮光會對萊姆黃金葛之葉色產生影響，然而根據比較平均差異結果顯示，0%遮光與 40%遮光之 L\*、b\*、C\*值均無差異，且均與 70%遮光之 L\*、a\*、b\*、C\*達極顯著水準，顯示 0%遮光與 40%遮光之葉色顏色較相近，且均與 70%遮光之葉色差異較大(圖 4-51)。

表 4-58 三種遮光處理下之申跋葉色平均差異

| 遮光                   | 平均值          | 平均差異     | 顯著性      |
|----------------------|--------------|----------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 0.25     |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 12.22    |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 12.47    |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |
| a*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 1.95     |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 6.87     |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 4.92     |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |
| b*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 0.25     |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 10.20    |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 9.95     |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |
| C*                   | 0%遮光( I )    | I - II   | 1.27     |
|                      | 40%遮光( II )  | II - III | 12.30    |
|                      | 70%遮光( III ) | III - I  | 11.03    |
|                      | ANOVA        |          | <0.001** |
| Main effect Light(L) |              |          |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

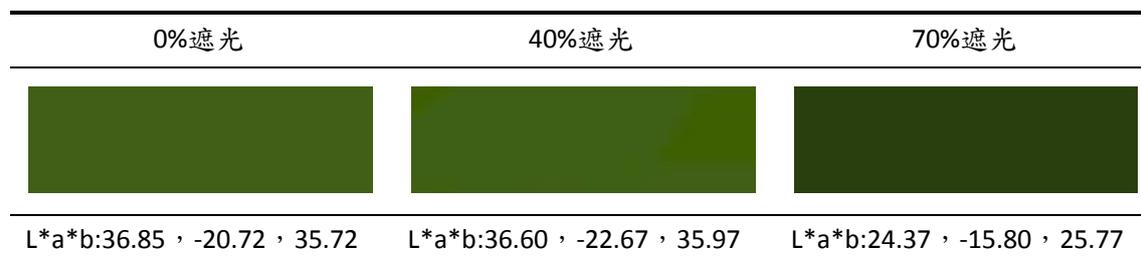


圖 4-51 三種遮光處理下之申跋葉色平均值

## 18. 姑婆芋

根據 ANOVA 統計分析(表 4-59)顯示, 姑婆芋之葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著, 顯示不同遮光會對姑婆芋之葉色產生影響, 然而根據比較兩兩平均差異之結果顯示, 0%與 40%遮光葉色之 L\*值、b\*、C\*均無差異, 且 0%與 40%遮光之 L\*值、a\*值、b\*值、C\*值均與 70%達顯著, 因此 0%與 40%遮光下之葉色較相近, 且與 70%遮光下之葉色差異較大。即顯示姑婆芋遮光強度需達到一定程度才會對姑婆芋之葉色產生明顯影響(圖 4-52)。

表 4-59 三種遮光處理下之姑婆芋葉色平均差異

| 遮光  | 平均值   | 平均差異  | 顯著性      |
|---|---|---|----------|
| L*  | 0%遮光(I)   | I-II   1.10   | 0.341    |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   20.33  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   21.43   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| a*  | 0%遮光(I)   | I-II   2.40   | <0.001** |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   12.40  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   10.00   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| b*  | 0%遮光(I)   | I-II   0.75   | 0.576    |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   18.05  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   17.30   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| C*  | 0%遮光(I)   | I-II   1.97   | 0.129    |
|   | 40%遮光(II)   | II-III   22.00  | <0.001** |
|   | 70%遮光(III)  | III-I   20.03   | <0.001** |
|   | ANOVA   | <0.001**  |          |
| Main effect Light(L)  |   |   |          |
| *P 值<0.05 達顯著, **P 值<0.001 達極顯著   |   |   |          |
| 0%遮光  | 40%遮光   | 70%遮光   |          |
|  |  |  |          |
| L*a*b:39.58, -22.55, 35.50  | L*a*b:38.48, -24.95, 36.25  | L*a*b:18.15, -12.55, 18.20  |          |

圖 4-52 三種遮光處理下之姑婆芋葉色平均值

## 19.山芋

種植於 70%遮蔭下之山芋，於實驗開始之初凋偉，故無法比較。根據 ANOVA 統計分析(表 4-60)顯示，山芋之葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著，顯示不同遮光會對山芋之葉色產生影響，然而事後比較平均差異結果顯示，0%與 40%遮光葉色之 L\*值、a\*、b\*、C\*均達極顯著差異，因此 0%與 40%遮光下之葉色較相近，且與 70%遮光下之葉色差異較大。即顯示遮光對山芋之葉色產生影響(圖 4-53)。

表 4-60 三種遮光處理下之山芋葉色平均差異

| 遮光             | 平均值      | 平均差異  | 顯著性   |          |
|----------------|----------|-------|-------|----------|
| 0%遮光( I )      | 39.58    | I- II | 9.55  | <0.001** |
| L* 40%遮光( II ) | 38.48    | -     | -     | -        |
| ANOVA          | <0.001** |       |       |          |
| 0%遮光( I )      | -22.55   | I- II | 4.98  | <0.001** |
| a* 40%遮光( II ) | -24.95   | -     | -     | -        |
| ANOVA          | <0.001** |       |       |          |
| 0%遮光( I )      | 35.50    | I- II | 10.18 | <0.001** |
| b* 40%遮光( II ) | 36.25    | -     | -     | -        |
| ANOVA          | <0.001** |       |       |          |
| 0%遮光( I )      | 42.18    | I- II | 11.21 | <0.001** |
| C* 40%遮光( II ) | 44.16    | -     | -     | -        |
| ANOVA          | <0.001** |       |       |          |
| Main effect    | Light(L) |       |       |          |

\*P 值<0.05 達顯著，\*\*P 值<0.001 達極顯著

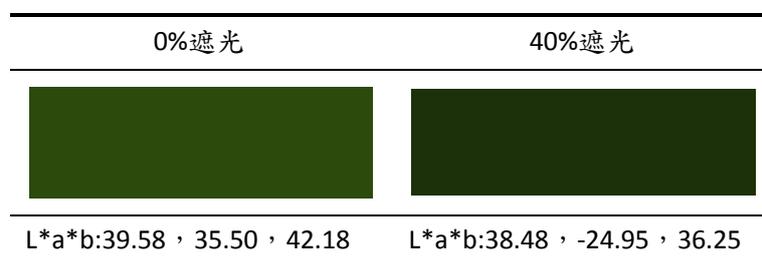


圖 4-53 三種遮光處理下之山芋葉色平均值

## 20. 拎樹藤

根據 ANOVA 統計分析顯示(表 4-61), 拎樹藤葉色之明度(L\*)、紅綠度(a\*)、黃藍度(b\*)及彩度(C\*)均達顯著, 顯示不同遮光會對姑婆芋之葉色產生影響, 然而比較兩兩差異結果顯示, 0%與 70%遮光葉色之 L\*值、b\*、C\*均無差異, 且 0%與 70%遮光之 L\*值、a\*值、b\*值、C\*值均與 40%達顯著, 因此 0%與 70%遮光下之葉色較相近, 且與 40%遮光下之葉色差異較大(圖 4-54)。顯示拎樹藤受遮光強度影響甚鉅, 且拎樹藤葉色之明度值(L\*)與彩度值(C\*)值均為 40%>0%=70%遮光。

表 4-61 三種遮光處理下之拎樹藤葉色平均差異

|                      | 遮光           | 平均值      | 平均差異     | 顯著性  |          |
|----------------------|--------------|----------|----------|------|----------|
| L*                   | 0%遮光( I )    | 15.53    | I - II   | 7.55 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 23.08    | II - III | 8.23 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 14.85    | III - I  | 0.68 | 0.593    |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |      |          |
| a*                   | 0%遮光( I )    | -10.28   | I - II   | 4.50 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | -14.78   | II - III | 4.85 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | -9.93    | III - I  | 0.35 | 0.750    |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |      |          |
| b*                   | 0%遮光( I )    | 13.60    | I - II   | 5.15 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 18.75    | II - III | 3.80 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 14.95    | III - I  | 1.35 | 0.210    |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |      |          |
| C*                   | 0%遮光( I )    | 17.56    | I - II   | 6.87 | <0.001** |
|                      | 40%遮光( II )  | 24.43    | II - III | 6.39 | <0.001** |
|                      | 70%遮光( III ) | 18.04    | III - I  | 0.47 | 0.701    |
|                      | ANOVA        | <0.001** |          |      |          |
| Main effect Light(L) |              |          |          |      |          |

\*P 值<0.05 達顯著, \*\*P 值<0.001 達極顯著

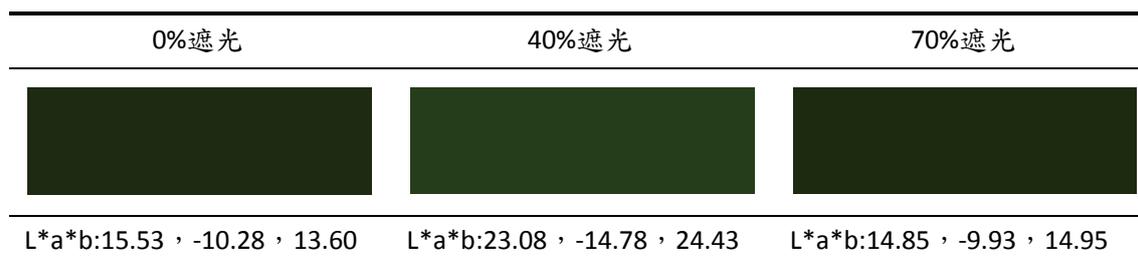


圖 4-54 三種遮光處理下之拎樹藤葉色平均值

### (三)小節

以肉眼觀察即可發現，70%遮光下之葉色，均明顯較0%與40%深濃，於70%遮光下葉色較0%與40%深濃者，本實驗中之粗勒草、火鶴芋、寶石蔓綠絨、拎樹藤、合果芋、奧利多、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、台灣姑婆芋均有70%遮光明顯較0%、40%遮光葉色深濃的現象。

## 第五章 討論

根據文獻(楊遠波等，2001)天南星科為熱帶植物，多分佈於低海拔地區，本實驗場地位於陽明山山腰，海拔高度約為500m，氣候型態較平地低溫，冬季最低溫低於10°C屬於較不適合熱帶植物生存之氣候型態。在12月的調查中，0%遮光之正午氣溫為9.3°C，40%遮光與70%遮光之正午氣溫11.8°C與11.4°C，顯示實驗設計中用於遮光處理之溫室，對3種遮光處理下之溫度造成影響。環境的溫度差異與耐陰性的關係，亦可作為後人研究耐陰性之延伸方向。本章將針對三種遮光處理下之葉面積差異進行討論。

### 第一節 葉面積與節間距

針對20種天南星科植物，在三種光度下生長下，根據ANOVA統計結果顯示，葉面積的大小均與遮光有關。說明遮光會影響葉面積平均值。這個結果與文獻指出低光下葉面積增加(Givinish, 1988)相符。本研究之20種天南星科植物中，共計有15種植物於0%遮光處理下，其葉面積小於40%與70%遮光，即在三種遮光中，0%遮光之葉面積最小，意即在遮光的環境下，葉面積增加，其中包括粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋、申跋、黛粉葉(表5-1)。結果同於游文娟等

表 5-1 20 種天南星科植物於 3 種光處理下之葉面積平均大小值排序

| 遮光    | 粗勒草 | 白鶴芋 | 合果芋 | 黃心圓蔓綠絨 | 萊姆黃金葛 |
|-------|-----|-----|-----|--------|-------|
| 0%遮光  | 3   | 3   | 3   | 3      | 3     |
| 40%遮光 | 1   | 1   | 1   | 1      | 1     |
| 70%遮光 | 2   | 2   | 2   | 2      | 2     |
| 遮光    | 觀音蓮 | 姑婆芋 | 拎樹藤 | 台灣姑婆芋  | 紅粉佳人  |
| 0%遮光  | 3   | 3   | 3   | 3      | 3     |
| 40%遮光 | 1   | 1   | 1   | 1      | 1     |
| 70%遮光 | 2   | 2   | 2   | 2      | 2     |

續上表

| 遮光    | 火鶴芋   | 彩葉芋   | 奧利多   | 泡泡蔓綠絨 | 山芋  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0%遮光  | 3     | 3     | 2     | 2     | 2   |
| 40%遮光 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1   |
| 70%遮光 | 2     | 2     | 3     | 3     | --  |
| 遮光    | 金鋤蔓綠絨 | 窗孔蔓綠絨 | 寶石蔓綠絨 | 申跋    | 黛粉葉 |
| 0%遮光  | 2     | 2     | 3     | 3     | 3   |
| 40%遮光 | 1     | 1     | 2     | 2     | 2   |
| 70%遮光 | 2     | 2     | 2     | 1     | 1   |

人測定 14 種城市綠化植物葉片構造之結果，隨著光強減弱，植物葉片形態結構發生變化，可使葉面積增加和非同化器官的相對減少，從而有助於增大捕光面積，減少呼吸消耗，適應遮陰環境(游文娟等，2008)。然而，上述 15 種植物中除了申跋、黛粉葉、寶石蔓綠絨，其餘 12 種植物之葉面積在 0%遮光之葉面積又均小於 70%遮光環境下之葉面積。而 20 種天南星科植物中，僅寶石蔓綠絨一種之葉面積大小順序為 40%=70%>0%，亦顯示寶石蔓綠絨低光環境下葉面積增加，而遮光程度對葉面積大小影響不大。另有文獻指出植物的生長量除了受到資源供應量的影響外，植物本身遺傳上對資源的利用能力也會影響植物的生長(Chazdon，1992)。演替後期的植物的耐陰性植物常因遺傳上對資源利用的能力較低，因此即使當資源大量供應時，亦無顯著的生長反應，有些種類甚至會因過高的資源供應，例如高光量，會成為逆境，反而限制其生長(Chazdon et al，1996)。而上述 12 種天南星科植物，在 0%遮光的環境下葉面積生長速度較 70%遮光環境下小，顯示 0%遮光環境下上述的 12 種天南星科植物，其光合作用速率不但低於 40%甚至低於 70%遮光環境。因此推論 0%遮光環境下之 12 種天南星科植物遭到高光逆境，光合作

用因而受到強光抑制，無法順利進行光合作用獲得能量，因此推論寶石蔓綠絨、粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋等上述 13 種天南星科植物，屬不適合種植於全光下的耐陰性植物。另外，申跋、黛粉葉於 0% 遮光環境之葉面積亦小於 40% 與 70% 之遮光環境，然而不同於上述 12 種植物面積大小順序為 40% > 70% > 0%，申跋、黛粉葉葉面積大小順序為 70% > 40% > 0% (表 5-1)，即亮度越低，葉面積越大，顯示申跋、黛粉葉能在低較低光源的環境下，透過葉面積的增加，以捕捉更多的光源，而增加葉面積的過程中的耗能。亦有文獻指出出在低光下形成的陰葉，葉子較薄，比葉重小，致葉面積率增大，可補償因低光而降低的單位葉面積光合速率，如此可增加全株光合率與呼吸率的比例，因而在低光環境仍可維持正值碳平衡(Pearcy, 1998)，不僅能回饋於葉面積的增加，亦能維持光合作用的正常運作。因此相較於上述面積大小順序為 40% > 70% > 0% 的 12 種植物，申跋與黛粉葉為 20 種天南星科植物中，較適合種植在低光環境下之高耐陰性植物。

本研究之 20 種天南星科植物中，僅山芋一種在於 70% 遮光下無法生存。而文獻指出耐陰種在林下低光環境最重要的是能長期生存，其光合作用能否對增加的光資源有顯著的馴化並不重要 (Langenheim *et al.* 1984)，因而山芋為 20 種天南星科植物中，較不耐陰的種類。另有研究指出，葉壽命長的葉子，能使植物保持積極的淨碳平衡和生存，從而提高他們的耐陰性(King, 1994; Sterck *et al.*, 2006; Baltzer & Thomas, 2007a,b)

本研究之 20 種天南星科植物中，僅奧利多與泡泡蔓綠絨之葉面積大小順序為 40% > 0% > 70%，奧利多之葉面積以 0% 遮光為基準，40% 遮光遮光環境下葉面積的增幅為 62.79%，70% 遮光為 -26.79%；而泡泡蔓綠絨在 40% 遮光環境下之增幅為 0% 遮光環境的 103.68%，70% 遮光之增幅為 -17.62% (表 4-23)。顯示奧利多與泡泡蔓綠絨，在低光環境與高光環境間，0% 遮光環境能提供足以支持葉面積維持之能量較

70%遮光大，而 70%遮光環境下，植物體為求生存，進而降低增加葉面積之耗能。因此推論奧利多與泡泡蔓綠絨為 20 種天南星科植物中，較不耐高度遮蔭(70%遮光)之耐蔭性植物。而 20 種天南星科植物中僅金鋤蔓綠絨與窗孔蔓綠絨之葉面積大小為  $40% > 0% = 70%$  (表 5-1)，意即全光下與高度遮光下的葉面積都小於輕度遮蔭，顯示太高或太低的光照都無法促使金鋤蔓綠絨與窗孔蔓綠絨之光合作用發揮到最大值。因此，推論金鋤蔓綠絨及窗孔蔓綠絨為較不耐高度遮蔭之耐蔭性植物。而相較於奧利多及泡泡蔓綠絨，奧利多與泡泡蔓綠絨因 0%遮光下葉面積大於 70%遮光之葉面積，因此，推論金鋤蔓綠絨及窗孔蔓綠絨比起奧利多與泡泡蔓綠絨耐蔭的程度較大。

而 12 種測量節間距之天南星科植物中，僅台灣姑婆芋於三光處理下之節間距長短為  $70% > 0% = 40%$  遮光(表 5-2)，為 12 種中唯一 1 種節間距為 70%遮光大於 0%遮光與 40%遮光，顯示 70%遮光環境下之台灣姑婆芋行光合作用效率為 3 種光處理之最，然而文獻指出當植物光線不足時，植物會先改變樣貌來適應環境，若無法適應就有可能因為光合作用不足而死亡。最常見的改變樣貌就是「徒長」，所謂的徒長是指植物葉子變小、顏色變淺，葉子的間距加大，枝條柔軟不堅硬而無法支撐頂部不斷生長的莖葉，使植物垮下來(郭幸榮，2003；尼克，2010)。然而台灣姑婆芋於 70%遮光下節間距雖高於 0%與 40%遮光，節間距並未有上述之徒長現象發生，而根據溫帶和熱帶苗木的研究顯示，耐蔭植物的葉子是堅韌的 (Veneklaas & Poorter, 1998; Walters & Reich, 1999)，這將使葉片得以防止潛在的食草動物的為害(Coley, 1983)，並回饋形成葉子之耗能(Poorter *et al.*, 2006)減少葉片的汰換(King, 1994)和增強植物生存(Poorter & Bongers, 2006)，而台灣姑婆芋在 70%遮光下，塊莖上有相對較高的節間距，顯示台灣姑婆芋之主要功能為儲存養分之塊莖，在 70%遮光環境較 0%、40%遮光下有增大的現象。根據文獻(Poorter, 2008)指出，植物在低光的環境下，植物體與光作權衡時，會選擇增加葉面積或者儲除養分，以維持在低光的環境下生存。因此，推論於 70%遮光下節間有較 0%與 40%遮光增

加的台灣姑婆芋為耐蔭植物。綜合上述之葉面積與節間距之實驗結果，結果如同文獻提出能夠長在在潮濕的常綠闊葉林底下的植物，對光的權衡是重要的(Poorter, 2008)，20種天南星科植物除了多數為長在在潮濕的常綠闊葉林底下的植物外，實驗結果亦顯示20種天南星科植物在三種光度下，大部分40%遮光下有最大的葉面積與節間距，亦同於文獻指出耐蔭物種則會在遮蔭環境下透過光截獲的最大化和較低呼吸作用，達到生長率的最大值 (Givnish, 1988)。因此推論天南星科植物多數為耐蔭植物。

表 5-2 20 種天南星科植物於 3 種光處理下之節間距平均值大小排序

|       |       |       |        |       |
|-------|-------|-------|--------|-------|
| 遮光    | 粗勒草   | 合果芋   | 黃心圓蔓綠絨 | 萊姆黃金葛 |
| 0%遮光  | 3     | 3     | 3      | 3     |
| 40%遮光 | 1     | 1     | 1      | 1     |
| 70%遮光 | 2     | 2     | 2      | 2     |
| 遮光    | 泡泡蔓綠絨 | 黛粉葉   | 拎樹藤    | 台灣姑婆芋 |
| 0%遮光  | 3     | 3     | 2      | 2     |
| 40%遮光 | 1     | 2     | 1      | 2     |
| 70%遮光 | 2     | 1     | 3      | 1     |
| 遮光    | 金鋤蔓綠絨 | 窗孔蔓綠絨 | 奧利多    | 紅粉佳人  |
| 0%遮光  | 2     | 2     | 1      | 1     |
| 40%遮光 | 1     | 1     | 1      | 2     |
| 70%遮光 | 2     | 2     | 1      | 2     |

## 第二節 葉色

生長在不適宜的光環境下之植株，光合作用器官會藉由不同機制來調節光能的吸收，如在弱光環境以增加葉綠素濃度、單位重量的葉面積及改變葉片的角度始趨於水平，以增加光的吸收；反之，在強光環境則減少葉綠素濃度、葉面積、改變葉片角度降低吸收光量及提高消散過量吸收的光能，減少強光的傷害(Einhorn *et al.*, 2004)。根據圖 5-1 及圖 5-2 之色票顯示，以肉眼觀察即可發現，70%遮光下之葉色，均明顯較 0%與 40%深濃，結果與陳有民提出的葉片葉幕區色深濃，葉色深濃且葉片質厚者；且枝條緊密者多為耐蔭樹(陳有民, 1990)提出的看法一致。顯示遮蔭會使的葉色變得深濃，且遮蔭必須達到一定程度(70%遮蔭)葉色才會有顯著變化。而植物在低光環境下亦能生長，並因低光的環境逆境促使，植物體大量製造量葉綠素，以維持植物體生存，因此推估，於 70%遮光下葉色較 0%與 40%深濃者為耐蔭植物，本實驗中之粗勒草、火鶴芋、寶石蔓綠絨、拎樹藤、合果芋、奧利多、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、台灣姑婆芋均有 70%遮光明顯較 0%、40%遮光葉色深濃的現象；並以此推論上述 8 種植物為本實驗中 20 種天南星科植物中耐蔭的的品種。

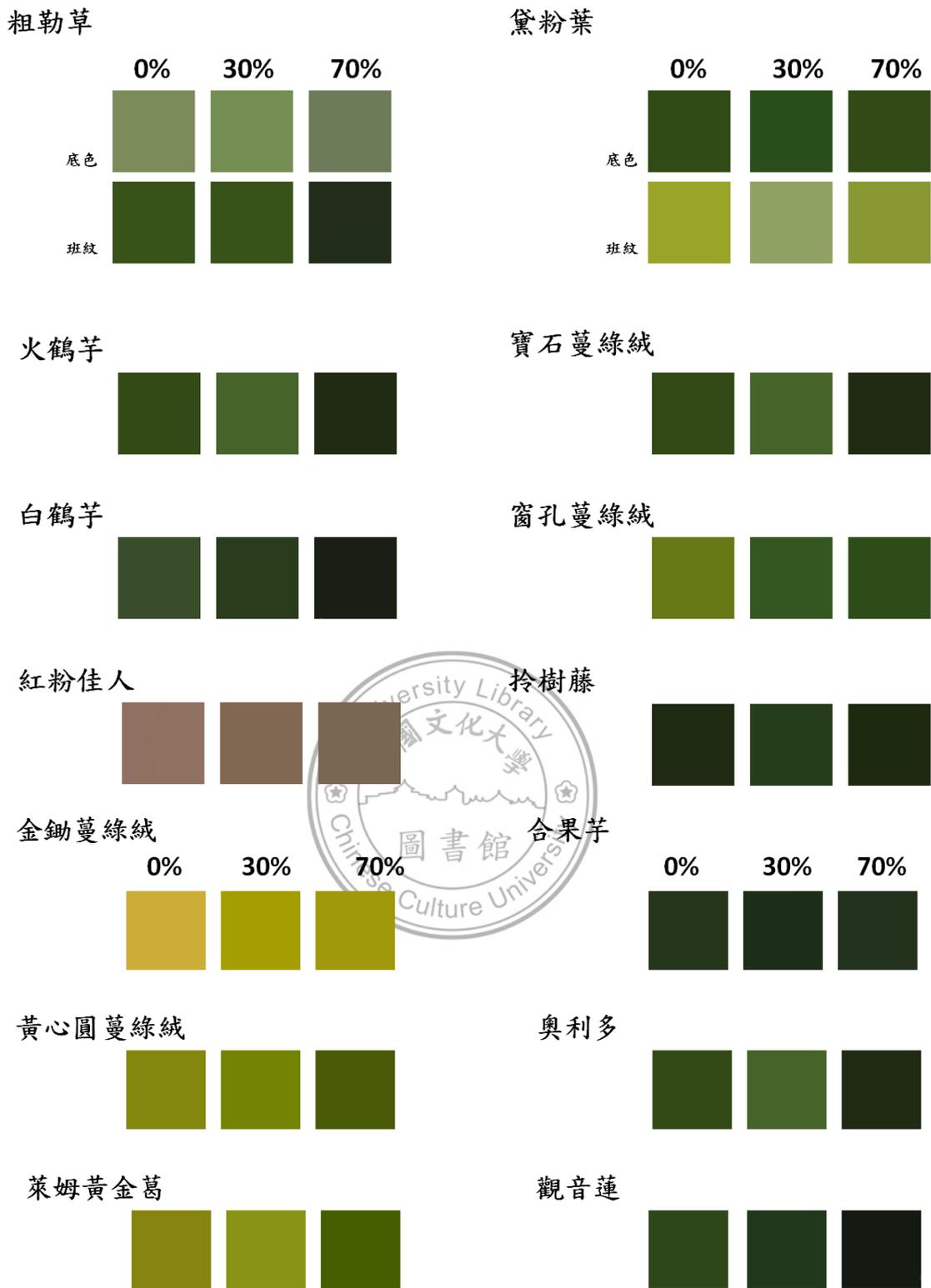


圖 5-1 天南星科植物於三種遮光下之葉色

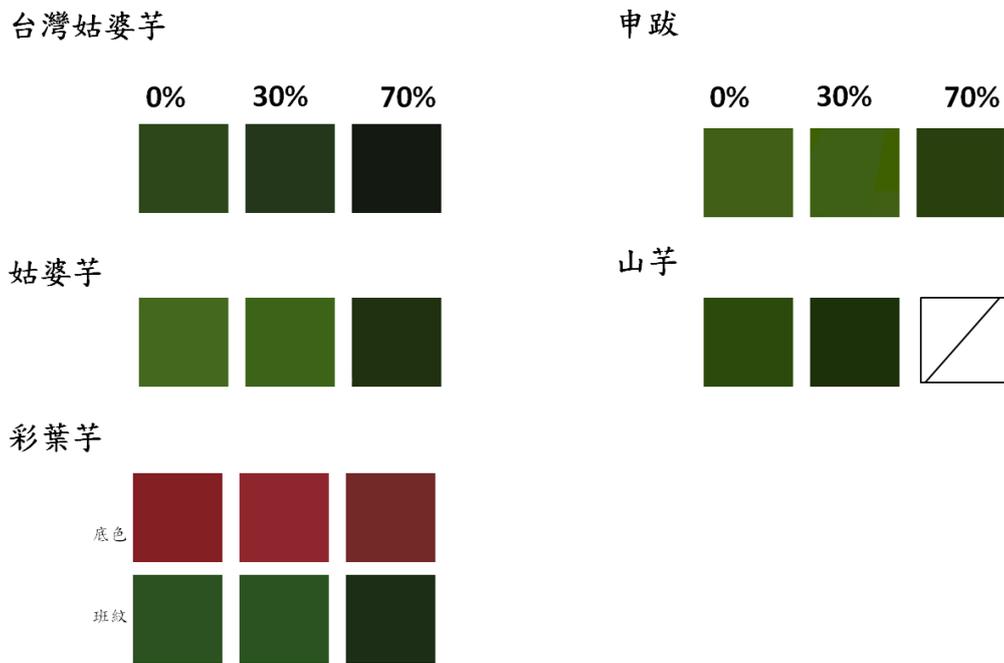


圖 5-2 天南星科植物於三種遮光下之葉色

### 第三節 小節

綜合上述討論之結果，20種天南星科植物除了多數為長在在潮濕的常綠闊葉林底下的植物外，實驗結果亦顯示 20 種天南星科植物在三種光度下，大部分 40% 遮光下有最大的葉面積與節間距，亦同於文獻指出耐蔭物種則會在遮陰環境下透過光截獲的最大化和較低呼吸作用，達到生長率的最大值 (Givnish, 1988)。因此推論天南星科植物多數為耐蔭植物。透過三遮光下之葉面積做分類，得出 20 種天南星科植物耐蔭程度的分類

1. 高度耐蔭：申跋、黛粉葉
2. 中等耐蔭：寶石蔓綠絨、粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、 姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋
3. 低度耐蔭：金鋤蔓綠絨、窗孔蔓綠絨
4. 稍微耐蔭：奧利多、泡泡蔓綠絨
5. 不耐蔭：山芋

依據圖 5-1、圖 5-2 之色票可發現，遮蔭可促使 20 種天南星科植物葉色變得濃綠，且當遮蔭到達一定強度(70%遮光)，可促使葉色變得更加深綠之現象。然而，依據上述 20 種天南星科植物之耐蔭等級分類，具高度耐蔭性之申跋及黛粉葉之葉色因高度遮蔭而變得濃綠之程度，不如其他中等耐蔭或輕度耐蔭之種類來得高，其結果推翻，葉色越濃綠越耐蔭之假設。反之，二十種天南星科植物之耐蔭程度因種而異，然而，葉色變得濃綠，仍可視為植物適應遮蔭環境的一種具體表顯。



## 第六章 結論與建議

1. 遮蔭會對 20 種天南星科植物之葉面積、節間距、葉色產生影響。
2. 天南星科植物多數為耐蔭植物。透過比較不同遮光下之 20 種天南星科植物之葉面積排序，得出 20 種天南星科植物耐蔭程度的分類
  - (1) 高度耐蔭：申跋、黛粉葉
  - (2) 中等耐蔭：寶石蔓綠絨、粗勒草、白鶴芋、合果芋、黃心圓蔓綠絨、萊姆黃金葛、觀音蓮、姑婆芋、拎樹藤、台灣姑婆芋、紅粉佳人、火鶴芋、彩葉芋
  - (3) 低度耐蔭：金鋤蔓綠絨、窗孔蔓綠絨
  - (4) 稍微耐蔭：奧利多、泡泡蔓綠絨
  - (5) 不耐蔭：山芋
3. 試驗之大部分天南星科植物，葉色隨遮蔭程度增加而變的深濃，顯示大部分天南星科植物有顏色越深越耐蔭之現象。二十種天南星科植物之耐蔭程度與葉色深濃之關係雖因種而異，然而葉色變得濃綠，仍可視為植物適應遮蔭環境的一種具體表顯。因此，建議植栽設計時可將用天南星科植物種植於遮蔭環境，如林蔭下的複層植栽，或光線受建物遮擋之陰暗處，唯完全無遮蔽之全光環境下，不適合種植天南星科植物。
4. 根據文獻(楊遠波等，2001)天南星科為熱帶植物，多分佈於低海拔地區，本實驗場地位於陽明山山腰，海拔高度約為 500m，氣候型態較平地低溫，冬季最低溫低於 10°C 屬於較不適合熱帶植物生存之氣候型態。在 12 月的調查中，0% 遮光之正午氣溫為 9.3°C，40% 遮光與 70% 遮光之正午氣溫 11.8°C 與 11.4°C，顯示實驗設計中用於遮光處理之溫室，對 3 遮光處理下之溫度造成影響。環境的溫度差異與耐蔭性的關係，亦可作為後人研究耐蔭性之延伸方向。

## 參考文獻

- 史繼述、馬斌、羅言 2010 植物葉色成因及其園林應用 安徽農業科 38(10): 5089 - 5090 , 5096
- 任建武、蘇雪痕 1999 北京林業大學學報 八種植物耐陰性比較研究 21(3): 47-52
- 尼克 2010 家有香草超好用 麥浩斯出版
- 呂廷森、艾中齊 2003 遮光對合果芋生長之影響 中國園藝 49(3): 289-300
- 李志君 2004 基礎色彩學投影片 台灣大學彩色技術實驗室 p.35
- 吳俊偉 2003 環境綠化植物耐陰性指標之研究 台灣大學園藝學研究所碩士論文
- 邱皓政 2000 量化研究與統計分析: SPSS 中文視窗版資料分析範例解析 台北 五南出版社
- 范宏杰 1995 茶樹採摘芽葉量測色澤數值化之建立 屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文
- 周明燕 1994 觀葉植物設施栽培技術 亞熱帶地區花卉設施栽培技 pp.203-210
- 周沛郁 2004 三種臺灣原生闊葉樹苗木於不同光環境馴化下之生長暨光合作用反應 國立台灣大學森林學研究所碩士論文
- 原力男 1996 色彩色差計による茶の色の測定 茶研報 84(8): 62-63
- 馮武軍 2007 揭開植物葉色之謎 生物學雜誌 24(5): 75-76
- 游文娟 2008 城市綠化植物葉片結構對強光的影響 西北林學院學報 23(5): 22-25
- 張致盛、張林仁 1998 兩種速測法在果樹葉片葉綠素含量測定之應用 臺中區農業改良場研究彙報 59: 37-45
- 張費慶、夏樞、錢又宇 2000 都市綠化植物耐陰性的診斷指標體系及其應用 中國園林 16(6):93-95
- 張錦興 1997 天南星科盆栽植物之生產技術 台南區農業專訊 21: 10-17

- 陳有民 1990 園林樹木學 pp.60-84 中國林業出版社 北京
- 陳振銘 2003 南台灣南仁山低地雨林短期植物物候調查與樹冠葉片結構、壽命和動態變化之研究 台大植物所碩士論文
- 郭幸榮 2003 植物在逆境下的生存策略 科學發展 366: 32-37
- 郭耀綸、林文智 2007 山胡椒、光葉柃木及錐果櫟樹苗的生長與生理對不同光環境的反應 Crop, Environment & Bioinformatics 4: 297-306
- 郭耀綸、尤國霖、楊月玲、王相華 2007 颱風擾動對台灣南部墾丁森林林下光量及六種樹苗生長的影響 台灣林業科學 22(4): 367-380
- 郭耀綸、楊月玲、鄭鈞騰、傅瑩娟 2003 三種樹苗光合作用的季節變化 台灣林業科學 18(2): 107-116
- 楊遠波、劉和義、林讚標 2001 台灣維管束植物簡誌 第五卷 pp.187  
行政院農委會
- 潘昶儒 2010 應用葉色板輔助水稻肥培管理 花蓮區農業專訊
- 戴杏玲 1996 台灣植物色彩資料庫建立與應用之研究 成功大學工業設計碩士班論文
- 戴孟宗 2011 現代色彩學-色彩理論、感知與應用 pp.80-82
- 羅正宗、陳一心 (譯) 1999 不同品種及栽培條件對稻米氮素含量的變異與葉色的關係 科學農業 47(9,10): 317-320
- 羅正宗、陳一心、劉啟東 2000 水稻植株葉色變化與測定方法 嘉義大學學報(原嘉義技術學院學報) 69: 15-22
- Bazzaz, FA 1979 Physiological ecology of plant succession. Annual Review of Ecology and Systematics 10: 351-371.
- Bazzaz, FA and RW Carlson 1982 Thesis acclimation to variability in the light environment of early and late successful plants. Oecologia 54:313-316.

- Baltzer, JL and SC Thomas 2007a Physiological and morphological correlates of whole-plant light compensation point in temperate deciduous tree seedlings. *Oecologia* 153: 209-223.
- Baltzer, JL and SC Thomas 2007b Determinants of whole-plant light requirements in Bornean rain forest tree saplings. *Journal of Ecology* 95:1208-1221.
- Boardman, NK 1977 Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann Rev Plant Physiol* 28:355-377.
- Bogner, J 1978 A critical list of the roid genera. *Aroideana* 1(3):63.
- Bogner, J 1980a A new species of *Plesmonium* (Araceae) from Indochina. *Adansonia* 20: 305-308.
- Bogner, J 1980b The genus *Bucephalandra* Schott. *Aroideana* 3(4): 134-143.
- Chazdon, RL 1992 Photosynthetic plasticity of two rain forest shrubs across natural gap transects. *Oecologia* 92:586-595.
- Chazdon, RL, RW Pearcy, DW Lee and N Fetcher 1996 Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. pp.5-55. In: *Tropical Forest Plant Ecophysiology*, SS Mulkey, RL Chazdon, AP Smith (eds.) Chapman and Hall, New York.
- Coley, PD 1983 Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53: 209-233.
- Einhorn, KS, E Rosenqvist, and JN Leverenz 2004 Photoinhibition in seedlings of *Fraxinus* and *Fagus* under natural light conditions: implications for forest regeneration? *Oecologia* 140: 241-251.
- Givinish, TJ 1988 Adaptation to sun and shade. A whole-plant perspective. *Aust. J. Plant Physiol.* 15:63-92.
- Gonnet, JF 1999 Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited—2. A colorimetric look at the solutions of solution co-pigmented by rutin using the CIELAB scale.

- Kitajima, K 1994 Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. *Oecologia* 98:419-428
- Kitajima, K and BM Bolker 2003 Testing performance rank reversals among coexisting species: crossover point irradiance analysis. *Functional Ecology* 17:276-281.
- Kobe, RK, SW Pacala, JA Silander, CD Canham 1995 Juvenile tree survivorship as a component of shade-tolerance. *Ecological Applications* 3:517-532.
- King, DA 1994 Influence of light level on the growth and morphology of saplings in a Panamanian forest. *Am. J. Bot.* 81: 948-957.
- Levitt, J 1980 Responses of Plants to Environments Stresses. Vol.I & II. Academic Press. New York.
- Lourens, P 2008 Leaf traits show different relationships with shade tolerance in moist versus dry tropical forests. *New Phytologist* 181: 890-900
- Langenheim, JH, CB Osmond, A Brooks, PJ Ferrar 1984 Photosynthetic responses to light in seedlings of selected Amazonian and Australian rainforest tree species. *Oecologia* 63: 215-224.
- Liang, Y, J Lu, L Zhang, S Wu, and Y Wu 2003 Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusion *Food Chemistry* 80 : 283-290.
- Niinemets, U 2006 The controversy over traits conferring shade-tolerance in trees: ontogenetic changes revisited. *Journal of Ecology* 94: 464-470.
- Nobel, PS, LJ Zaragoza, and WK Smith 1975 Relation between mesophyll surface area, photosynthetic rate, and illumination intensity during development for leaves of *Plectranthus parviflorus* Henckel. *Plant Physiol* 55:1067-1070.
- Oberbauer, SF and BR Strain. 1986 Effect of canopy position and irradiance on leaf physiology and morphology of *Pentaclethra macroloba* (Mimosaceae). *Am. J. Bot.* 3:409-416.

Osmond, CB 1994 What is photoinhibition ? Some insights from comparisons of shade and sun plants. In: Baker NR, Bowyer JR, eds. Photoinhibition of photosynthesis — from molecular mechanisms to the field. Oxford: Bios Scientific Publishers. pp.1-24.

Pearcy, RRW and W Yang 1998 The functional morphology of light and carbon gain in the redwood-forest understory plant, *Adenozaulon bicolor* Hook. *Funct Ecol.* 12:543-552.

Pacala, SW, CD Canham, J Saponara, J Silander, RK Kobe and E Ribbens 1996 Forest models defined by field measurements: estimation, error analysis and dynamics. *Ecological Monographs* 66: 1-43.

Sack, L and PJ Grubb 2001 Why do species of woody seedlings change rank in relative growth rate between low and high irradiance? *Functional Ecology* 15: 145-154.

Shugart, HH 1984 *A theory of Forest Dynamics: the Ecological Implications of Forest Succession Models*. New York, USA: Springer-Verlag.

Veneklaas, EJ, L Poorter 1998 Growth and carbon partitioning of tropical tree seedlings in contrasting light environments. In: Lambers H, Poorter H, van Vuuren MMI, editors. *Inherent variation in plant growth: physiological mechanisms and ecological consequences*. Backhuys Publishers; 1998. pp. 337-361.

Walters, MB, PB Reich 1999 Low-light carbon balance and shade tolerance in the seedlings of woody plants: do winter deciduous and broad-leaved evergreen species differ? *New Phytologist* 143: 143-154.

William, GH 1999 植物生理學 廖玉琬、徐善德編譯 pp.155-313.