

東海大學

景觀學系

碩士論文

Thesis for the Degree of Master
Department of Landscape Architecture
Tunghai University

指導教授：章錦瑜 博士
Advisor : Chin-Yu Chang, Ph. D.

多肉小品盆栽之節水研究
A Study on Miniature Potted Succulent Plants for Water
Conservation

研究生：陳俐利

Graduate Student : Li-Li Chen

中華民國 105 年 06 月

JUN, 2016

本論文係供東海大學碩士班考試委員審定
景觀學系碩士學位之用並審查通過。
中華民國一〇五年六月十八日

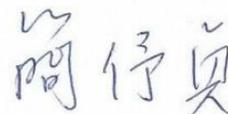
The thesis was submitted to the graduate faculty of Tunghai University in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Landscape Architecture.

Date : June 18, 2016

審查委員 Approved by :

簡仔貞 博士 Dr. Yu-Chen Chien

朝陽科技大學景觀與都市設計系 副教授
Associate Professor, Department of Landscape and
Urban Design, Chaoyang University of Technology



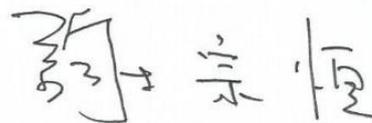
何立智 博士 Dr. Li-Chih Ho

華梵大學環境與防災設計學系助理教授
Assistant Professor, Department of Environmental and
Hazards-Resistant Design, Hufan University



謝宗恒 博士 Dr. Chung-Heng Hsieh

輔仁大學景觀設計學系 助理教授
Assistant Professor, Department of Landscape Architecture,
Fu Jen Catholic University



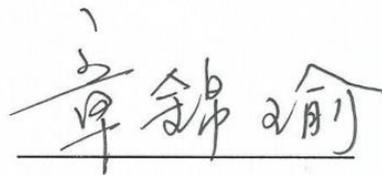
周鶴樹 博士 Dr. Ho-Shu Chou

國立嘉義大學景觀學系 兼任助理教授
Assistant Professor, Department of Landscape Architecture,
National Chiayi University



章錦瑜 博士 Dr. Chin-Yu Chang

東海大學景觀學系 教授
Professor, Department of Landscape Architecture,
TungHai University



主任 Chairman :

黃章展 博士 Dr. Chang-Chan Huang

東海大學景觀學系 副教授
Associate Professor, Department of Landscape Architecture,
TungHai University



摘要

多肉植物因為葉片肥厚或具有肥大的地下根、莖，水分需求較低，在日常養護過程可降低養管之供水工作，有效降低人力成本。有些植株體型較為迷你且耐陰者，適合作為都市室內小品盆栽之材料，而成為窗陽台最佳的綠化舞台。近年來全球氣候異常，台灣夏季高溫且高濕；冬季低溫且乾燥，對某些多肉植物而言是個嚴苛的環境，易呈現生長停頓、進入休眠的狀態，因此多肉植物對於夏季與冬季休眠期間之供水需求，常為其存活與否、以及生長良莠的關鍵，且因不同植物而異，因此本研究目的建立在過去研究的基礎下，乃針對目前市面上易購買之 10 種多肉植物，進行夏季及冬季之節水研究，探討低度供水(1 個月澆灌 1 次)以及 3 個月完全不供水，在有遮蔽環境下與低維護管理的觀點，來進行節水測試，找出適合的多肉植物，讓現代人在忙碌的生活中，想要在自家環境增添景觀美化，又無法天天維管的盆栽，給予一種低維管盆植的植物選種依據。

本研究分二階段進行節水研究測試,選擇 10 種多肉植物，包括十二之卷、黑王子、老樂、白閃冠、櫻吹雪、霜之朝、乙女心、蔓蓮、七福神、子持蓮華介質採用蛭石、珍珠石、泥炭土之三合一配方，並混以赤玉土、唐山石、以及蘭石等三種顆粒土，於市面購買 3 吋盆苗，採用相同之小品盆器（9x9x9 公分方型塑膠盆器），介質深度為 9 公分，測試地點為台中市一座透天住宅之頂樓加蓋陽台，分別夏季與冬季，夏季氣候屬濕熱，為第一階段測試，試驗時間為 2015 年 5 月至 7 月，以連續三個月不澆水，冬季乾燥寒冷為第二階段，試驗時間為 2015 年 12 月至 2016 年 2 月，連續三個月不澆水，在實驗期間增加一組有澆水，月澆灌一次，每種植物 9 重複，生長狀況之調查項目包括：死亡率、綠覆率以及觀賞。

本研究結果發現，夏季不澆水 10 種多肉植物綠覆率比較，實驗期間因正值台灣洪汛期，氣溫創新高，雨量也創新高雖沒有直接接收到雨水，但空氣中的相對濕度有達到 90%以上，其生長狀況差，10 種多肉植物，綠覆率明顯下降，其中以子持蓮華綠覆率下降最明顯，生長狀況最差，綠覆率只剩 1.2%，死亡率高達 8/9。十二支卷成長狀況最佳，0 死亡率，櫻吹雪、乙女心、蔓蓮均為 0 死亡率，其他黑王子、老樂、白閃冠綠覆率下降，均有植株潮濕爛死現象，霜之朝有徒長現象顯示日照不足現象。冬季部分，分別澆水與不澆水，其生長狀況表現近乎相同，表現佳，僅霜之朝有呈現乾枯，其它則生長停滯現象。其中子持蓮華遭到蟲害，綠覆率下降明顯，生長狀況最差，但死亡率卻是 0。

本研究證實 10 種多肉植物在夏季期間雖然不澆水，但因為氣候濕熱高溫，植株容易因潮濕爛死，生長狀況不佳，渡過夏天困難，建議環境以通風良好來改善生長狀況。冬季期間植株生長緩慢需水量低，非常適合做為室內小品盆栽之材料。

【關鍵詞】:小品盆栽、綠覆率、多肉植物

Abstract

The succulents have a relatively small demand for water as they have thick leaves or fat subterraneous roots and stems, the maintainers' watering workload can be reduced during routine maintenance, the labor cost is reduced effectively. Some plants are small and tolerant of shade, fit for the materials of urban indoor miniature potted plants, becoming the optimum greening stage for windows and balconies. In recent years, the global climate is abnormal, Taiwan is hot and humid in summer, cold and dry in winter, it is a harsh environment for some succulents, which are likely to stop growing and become dormant. Therefore, the succulent watering in summer and winter dormancy is the key to the survival and growth, and it varies with different plants. Therefore, this research purpose is established on previous studies, to study the water saving of 10 common succulents on the market in summer and winter. The low watering (watering once a month) and no watering in 3 months, in the shaded environment and in the view of low maintenance management, the water saving is tested, to find out the appropriate succulents, so as to provide a basis of plant selection requiring low maintenance management for modern people who need landscaping at home, but have no time to maintain the potted plants in busy life.

The water saving is tested in two stages, 10 kinds of succulents are selected, including *Haworthia fasciata*, *Echeveria Black Prince*, *Echeveria peacockii* cv. *Subsessilis*, *Echeveria* cv. *Bombycina*, *A. rufescens* cv. *SAKURAFUBUKI*, *Echeveria* sp. *SIMONOASA*, *Sedum pachyphyllum*, *Graptopetalum Macdougalli*, *Echeveria secunda* and *Orostachys boehmeri*. The medium is the mixture of vermiculite, nacrite and peat soil, mixed with three kinds of granular soil, which are Akadama, Tangshan stone and blue stone. The 3" pot seedlings are bought from the market, the same pots (9×9×9cm square plastic pots) are used, the depth of the medium is 9cm. The test area is at the balcony built on the top floor of a town house in Taichung City. The first stage of test was implemented in summer when the climate was hot and damp, the test period was May to July 2015, there was no watering in three consecutive months, the second stage was implemented in the dry and cold winter, the test period was December 2015 to February 2016. One group was watered once a month during the experiment. The growth investigation items for each plant species are the death rate, green coverage rate and view.

The findings show the green coverage rates of 10 succulents without watering in summer. The experiment was conducted when Taiwan was in the flood season, the atmospheric temperature reached a new high level, and the rainfall reached a new high level, but the rainwater was not received directly, the relative humidity was higher than 90%, the growth was bad. The green coverage rates of the 10 succulents decreased continuously. The green coverage rate of *Orostachys boehmeri* decreased most obviously, the growth situation was the worst, the green coverage rate was only 1.2%, and the death rate was 8/9. *Haworthia fasciata* had the best growth, 0 death rate. The death rate of *A. rufescens* cv. *SAKURAFUBUKI*, *Sedum pachyphyllum* and *Graptopetalum Macdougalli* was 0. The green coverage rates of *Echeveria Black Prince*, *Echeveria peacockii* cv. *Subsessilis* and *Echeveria* cv. *Bombycina* decreased, the plants rotted and died of dampness. *Echeveria* sp. *SIMONOASA* had excessive vegetative growth, meaning the sunshine was poor. In winter, the growth with watering was approximately identical with that without watering, the performance was good. Only *Echeveria* sp. *SIMONOASA* withered, the other plants stopped growing. *Orostachys boehmeri* was damaged by insects,

the green coverage rate decreased apparently, the growth was the worst, but the death rate was 0.

It is proved in this study that the 10 succulents are likely to rot and die of dampness in the humid and hot summer. It is difficult for them to live through summer. The environment shall be ventilated well to improve their growth. The plants grow slowly and have a small demand for water in winter, they are suitable materials for indoor miniature potted plants.

[Keywords] Succulent, miniature potted plant, death rate, green coverage rate

謝誌

期盼寫謝誌這一天，終於來臨，在研究所兩年的學習過程，隨著論文的付梓，即將劃上句點。剛踏入研究所時，對一切都不熟悉，對於未來也不是很確定，曾經兩年畢業對我而言有著無形的壓力存在著，感謝在最後這幾個月瘋狂壓縮的寫作過程中，大家給予我各樣協助跟關懷。

本論文的完成，首先我要感謝我的指導教授章錦瑜老師，從課題的選擇到項目的最終完成，章老師都始終給予我細心的指導和不懈的支持。兩年來，章教授不僅在學業上給我以精心指導，同時還在思想、生活上給我以無微不至的關懷，在此謹向章老師致以誠摯的謝意和崇高的敬意。其次要感謝口試委員簡仔貞老師、周鶴樹老師、謝宗恒老師以及何立智老師於口試時所提供的精闢見解與指正，使得本論文研究可以更臻完善，在此也向四位老師獻上最誠摯的謝意。

感謝東海景觀所上諸位教授，黃章展主任、鍾溫清老師、蔡淑美老師、黃宜瑜老師、吳佩玲老師、陳春貴老師以及鄒君瑋老師於研究所學習期間予以傳道、授業與解惑。同時也感謝在學期間所上行政專員素華、阿美學姊以及阿祥助教，給予的協助與服務。

在求學期間內，同窗好友們是彼此的情誼是最值得回憶的歷程，感謝濼埕、玉珠、訂熹、惠娟、建男、書瑋彼此互相勉勵和扶持，由衷感謝芳運學長的提攜，卓伯學長給予鼓勵，還有同時在學期間的學姐雅玲，在研究上的莫大幫助和惠米對我的心靈扶持，以及研究室的曼姿和蕊蕾熱心幫助。謝謝兒子致緯在學期間與論文寫作給予我精神上的鼓勵與陪伴。心中在此時，充滿感恩，還有很多想要謝謝的人，謝謝你們在我身上所做的一切，也許只是一句要專心寫論文這樣的叮嚀，但這一切都被點滴記錄在心頭，成為我繼續努力的動力跟方向，或許我沒有辦法精確的記下每次讓我覺得感動的時刻，但那微小的關懷都會化為細流滋潤著我的心，成為一種內在的力量，讓我在心情低谷時能重新得力，謝謝你們。

最後，要感謝主耶穌，在這段過程中保守我，並安排許多天使在我身邊，尤其是好友莉芬和教會姊妹們為我的代禱，給予我許多的恩典，讓我可以安然度過這段時光，並透過論文寫作的過程，對自己有更深刻的了解，感受到周遭人的關懷。附上在我心情低落時，提醒與鼓勵我的話：我一生一世必有恩惠、慈愛隨著我，我且要住在耶和華的殿中，直到永遠（詩篇 23:6）。

陳俐利 謹誌於

東海大學景觀研究所

中華民國一〇五年六月

目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
謝誌.....	IV
目錄.....	V
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 名詞定義.....	2
第四節 研究內容與流程.....	3
第二章文獻回顧.....	3
第一節 小品盆栽的景觀美化.....	4
第二節 栽培介質.....	5
第三節 多肉植物對水分的節水機制.....	6
小結.....	7
第三章研究設計.....	8
第一節 實驗基地.....	8
第二節 研究方法.....	15
第三節 研究限制.....	22
第四章 研究結果.....	23
第一節 個論.....	23
第二節 總論.....	85
第五章結論與建議.....	106
第一節 結論.....	106
第二節 建議.....	108
第三節 未來研究建議.....	110
參考文獻.....	111

圖目錄

圖 1-4-1 研究流程圖	3
圖 3-1-1 實驗地點衛星空照圖	8
圖 3-1-2 實驗場地環境	8
圖 3-1-3 2014 年 5 月 2 日至 2014 年 7 月 25 日台中逐日氣溫與雨量折線圖	10
圖 3-1-4 2014 年 5 月 2 日至 2014 年 7 月 25 日台中逐日氣溫與相對溼度折線圖	10
圖 3-1-5 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中逐日氣溫與雨量折線圖	12
圖 3-1-6 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中逐日氣溫與相對溼度折圖	13
圖 3-2-1 研究架構圖	15
圖 3-2-2 拍照紀錄方式	16
圖 3-2-3 綠覆率計算方格圖	17
圖 3-2-4 植生苗盆平面圖暨立面圖	18
圖 3-2-5 蓄水底盤上置 9 個 9 公分盆器	18
圖 3-2-6 三合一土和 3 種顆粒土	19
圖 3-2-7 6 種混和介質	19
圖 4-1-13 吋盆器 9 重複 1 盤	23
圖 4-1-2 栽植場域	24
圖 4-1-3 夏季不澆水十二之卷綠覆率曲線圖	25
圖 4-1-4 夏季不澆水黑王子綠覆率曲線圖	27
圖 4-1-5 夏季不澆水老樂綠覆率曲線圖	29
圖 4-1-6 夏季不澆水白閃冠綠覆率曲線圖	31
圖 4-1-7 夏季不澆水櫻吹雪綠覆率曲線圖	33
圖 4-1-8 夏季不澆水霜之朝綠覆率曲線圖	35
圖 4-1-9 夏季不澆水乙女心綠覆率曲線圖	37
圖 4-1-10 夏季不澆水蔓蓮綠覆率曲線圖	39
圖 4-1-11 夏季不澆水七福神綠覆率曲線圖	41
圖 4-1-12 夏季不澆水子持蓮華綠覆率曲線圖	43
圖 4-1-13 冬季不澆水十二之卷綠覆率曲線圖	45
圖 4-1-14 冬季不澆水黑王子綠覆率曲線圖	47
圖 4-1-16 冬季不澆水白閃冠綠覆率曲線圖	51
圖 4-1-17 冬季不澆水櫻吹雪綠覆率曲線圖	53

圖 4-1-18 冬季不澆水霜之朝綠覆率曲線圖	55
圖 4-1-19 冬季不澆水乙女心綠覆率曲線圖	57
圖 4-1-20 冬季不澆水蔓蓮綠覆率曲線圖	59
圖 4-1-21 冬季不澆水七福神綠覆率曲線圖	61
圖 4-1-22 冬季不澆水子持蓮華綠覆率曲線圖	63
圖 4-1-23 冬季澆水十二之卷綠覆率曲線圖	65
圖 4-1-24 冬季澆水黑王子綠覆率曲線圖	67
圖 4-1-25 冬季澆水老樂綠覆率曲線圖	69
圖 4-1-26 冬季澆水白閃冠綠覆率曲線圖	71
圖 4-1-27 冬季澆水櫻吹雪綠覆率曲線圖	73
圖 4-1-28 冬季澆水霜之朝綠覆率曲線圖	75
圖 4-1-29 冬季澆水乙女心綠覆率曲線圖	77
圖 4-1-30 冬季澆水蔓蓮綠覆率曲線圖	79
圖 4-1-31 冬季澆水七福神綠覆率曲線圖	81
圖 4-1-32 冬季澆水子持蓮華綠覆率曲線圖	83
圖 4-1-33 子持蓮華黑色蟲害狀況	83
圖 4-2-1 冬季澆水與不澆水十二之卷綠覆率比較曲線圖	86
圖 4-2-2 冬季澆水與不澆水黑王子綠覆率比較曲線圖	87
圖 4-2-3 冬季澆水與不澆水老樂綠覆率比較曲線圖	88
圖 4-2-4 冬季澆水與不澆水白閃冠綠覆率比較曲線圖	89
圖 4-2-5 冬季澆水與不澆水櫻吹雪綠覆率比較曲線圖	90
圖 4-2-6 冬季澆水與不澆水霜之朝綠覆率比較曲線圖	91
圖 4-2-7 冬季澆水與不澆水乙女心綠覆率比較曲線圖	92
圖 4-2-8 冬季澆水與不澆水蔓蓮綠覆率比較曲線圖	93
圖 4-2-9 冬季澆水與不澆水七福神綠覆率比較曲線圖	94
圖 4-2-10 冬季澆水與不澆水子持蓮華綠覆率比較曲線圖	95
圖 4-2-11 夏季不澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖	98
圖 4-2-12 冬季不澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖	101
圖 4-2-13 冬季澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖	104

表目錄

表 3-1-1 2015 年 5 月 2 日至 7 月 25 日台中月降雨量、平均溫度與相對溼度	9
表 3-1-2 2015 年 5 月 2 日至 7 月 25 日台中逐日氣象紀錄表	11
表 3-1-4 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中逐日氣象紀錄表	14
表 3-2-1 10 種實驗植物介紹	20
表 4-1-1 夏季不澆水十二之卷綠覆率紀錄表	25
表 4-1-2 夏季不澆水十二之卷照片紀錄表	26
表 4-1-3 夏季不澆水黑王子綠覆率紀錄表	27
表 4-1-4 夏季不澆水黑王子照片紀錄表	28
表 4-1-5 夏季不澆水老樂綠覆率紀錄表	29
表 4-1-6 夏季不澆水老樂照片紀錄表	30
表 4-1-7 夏季不澆水白閃冠綠覆率紀錄表	31
表 4-1-8 夏季不澆水白閃冠照片紀錄表	32
表 4-1-9 夏季不澆水櫻吹雪綠覆率紀錄表	33
表 4-1-10 夏季不澆水櫻吹雪照片紀錄表	34
表 4-1-11 夏季不澆水霜之朝綠覆率紀錄表	35
表 4-1-12 夏季不澆水霜之朝照片紀錄表	36
表 4-1-13 夏季不澆水乙女心綠覆率紀錄表	37
表 4-1-14 夏季不澆水乙女心照片紀錄表	38
表 4-1-15 夏季不澆水蔓蓮綠覆率紀錄表	39
表 4-1-16 夏季不澆水蔓蓮照片紀錄表	40
表 4-1-17 夏季不澆水七福神綠覆率紀錄表	41
表 4-1-18 夏季不澆水七福神照片紀錄表	42
表 4-1-19 夏季不澆水子持蓮華綠覆率紀錄表	43
表 4-1-20 夏季不澆水子持蓮華照片紀錄表	44
表 4-1-21 冬季不澆水十二之卷綠覆率紀錄表	45
表 4-1-22 冬季不澆水十二之卷照片紀錄表	46
表 4-1-23 冬季不澆水黑王子綠覆率紀錄表	47
表 4-1-24 冬季不澆水黑王子照片紀錄表	48
表 4-1-25 冬季不澆水老樂綠覆率紀錄表	49
表 4-1-26 冬季不澆水老樂照片紀錄表	50

表 4-1-27	冬季不澆水白閃冠綠覆率紀錄表	51
表 4-1-28	冬季不澆水白閃冠照片紀錄表	52
表 4-1-29	冬季不澆水櫻吹雪綠覆率紀錄表	53
表 4-1-30	冬季不澆水櫻吹雪照片紀錄表	54
表 4-1-31	冬季不澆水霜之朝綠覆率紀錄表	55
表 4-1-32	冬季不澆水霜之朝照片紀錄表	56
表 4-1-33	冬季不澆水乙女心綠覆率紀錄表	57
表 4-1-34	冬季不澆水乙女心照片紀錄表	58
表 4-1-35	冬季不澆水蔓蓮綠覆率紀錄表	59
表 4-1-36	冬季不澆水蔓蓮照片紀錄表	60
表 4-1-37	冬季不澆水七福神綠覆率紀錄表	61
表 4-1-38	冬季不澆水七福神照片紀錄表	62
表 4-1-39	冬季不澆水子持蓮華綠覆率紀錄表	63
表 4-1-40	冬季不澆水子持蓮華照片紀錄表	64
表 4-1-41	冬季澆水十二之卷綠覆率紀錄表	65
表 4-1-42	冬季澆水十二之卷照片紀錄表	66
表 4-1-43	冬季澆水黑王子綠覆率紀錄表	67
表 4-1-44	冬季澆水黑王子照片紀錄表	68
表 4-1-45	冬季澆水老樂綠覆率紀錄表	69
表 4-1-46	冬季澆水老樂照片紀錄表	70
表 4-1-47	冬季澆水白閃冠綠覆率紀錄表	71
表 4-1-48	冬季澆水白閃冠照片紀錄表	72
表 4-1-50	冬季澆水櫻吹雪綠覆率紀錄表	73
表 4-1-50	冬季澆水櫻吹雪照片紀錄表	74
表 4-1-51	冬季澆水霜之朝綠覆率紀錄表	75
表 4-1-52	冬季澆水霜之朝照片紀錄表	76
表 4-1-53	冬季澆水乙女心綠覆率紀錄表	77
表 4-1-54	冬季澆水乙女心照片紀錄表	78
表 4-1-55	冬季澆水蔓蓮綠覆率紀錄表	79
表 4-1-56	冬季澆水蔓蓮照片紀錄表	80
表 4-1-57	冬季澆水七福神綠覆率紀錄表	81

表 4-1-58	冬季澆水七福神照片紀錄表.....	82
表 4-1-59	冬季澆水子持蓮華綠覆率紀錄表.....	83
表 4-1-60	冬季澆水子持蓮華照片紀錄表.....	84
表 4-2-1	冬季澆水與不澆水十二之卷綠覆率比較表.....	86
表 4-2-2	冬季澆水與不澆水黑王子綠覆率比較表.....	87
表 4-2-3	冬季澆水與不澆水老樂綠覆率比較表.....	88
表 4-2-4	冬季澆水與不澆水白閃冠綠覆率比較表.....	89
表 4-2-5	冬季澆水與不澆水櫻吹雪綠覆率比較表.....	90
表 4-2-6	冬季澆水與不澆水霜之朝綠覆率比較表.....	91
表 4-2-7	冬季澆水與不澆水乙女心綠覆率比較表.....	92
表 4-2-8	冬季澆水與不澆水蔓蓮綠覆率比較表.....	93
表 4-2-9	冬季澆水與不澆水七福神綠覆率比較表.....	94
表 4-2-10	冬季澆水與不澆水子持蓮華綠覆率比較表.....	95
表 4-2-11	冬季是否澆水之綠覆率差異比較.....	96
表 4-2-12	十種多肉植物夏季不澆水死亡率統計表.....	97
表 4-2-13	夏季不澆水 10 種多肉植物綠覆率紀錄表.....	99
表 4-2-14	十種多肉植物冬季不澆水死亡率統計表.....	100
表 4-2-15	冬季不澆水 10 種多肉植物綠覆率紀錄表.....	102
表 4-2-16	十種多肉植物冬季澆水死亡率統計表.....	103
表 4-2-14	冬季澆水 10 種多肉植物綠覆率紀錄表.....	105

第一章 緒論

本研究之第一章共分為四節，第一節為研究背景與動機，第二節為研究目的，第三節為名詞定義，第四節為研究內容與流程，茲分述如下。

第一節 研究背景與動機

植物在自然界的資源孕育了無限的生命，早期人類依賴它來供給生存的基本動力，然而現今植物對人們居住空間，提供對環境生態的平衡；及視覺環境的改善。

Wolf 與 Lundholm (2008)、以及 Nagase 與 Dunnett (2010) 研究均發現要讓植物長久存活於惡劣氣候環境的屋頂，關鍵在於植物的抗旱性。(薛彥斌等 2010) 以及王鶯璿等 (2012) 認為都市需考慮節水耐旱綠化，篩選適宜的耐旱植物變得至關重要，而成了當前的研究熱點。

溫帶地區國家之屋頂薄層綠化，常選擇景天科景天屬 (sedum) 的多肉植物，因為這類植物較耐乾旱，植物存活較容易，且可降低人為之養護工作 (VanWoert, et al., 2005; Lundholm, 2006; Emilsson, 2008; Wolf & Lundholm, 2008)。許多研究均顯示景天科景天屬植物，於嚴重乾旱環境下，仍生長良好 (Gurevitch et al., 1986; Iijima, 2001; Terri et al., 1986)。Dunnett 與 Kingsbury (2008) 研究發現景天科景天屬 (sedum) 的多肉植物，適合於屋頂綠化，其特色為常綠性、生長緩慢、較適合乾燥環境、低維護，易於繁殖，具商業推廣以及應用於屋頂薄層綠化之植物種類。

多肉植物具環境抗逆性，對水分需求低、對環境適應力強、又加上特殊多樣的外觀對忙碌的現代人頗具心靈的療癒性，因而近幾年來蔚為流行。然而台灣夏季高溫長飆破 30°C，在高溫環境下，部分多肉植物呈現停止生長而進入休眠期，在養護工作上，除了適度給予遮陽棚遮日之外，水分的供給也成為多肉植物夏季存活良莠的重要關鍵。

而多肉植物因為葉片肥厚或具有肥大的地下根、莖，水分需求較低，在日常養護過程可降低養管之供水工作，有效降低人力成本。有些植株體型較為迷你且耐陰者，適合作為都市室內小品盆栽之材料，而成為窗陽台最佳的綠化舞台。擁有陽台與窗台，放上幾盆小品盆栽，營造出一片綠簾，就可降溫；或幾盆開花植物，立刻就賞心悅目 (北市環境綠化基金會 陳坤燦)。因此，無論家陽台、窗台，運用小品盆栽來增加視覺景觀美。

近年來全球都市積極推廣薄層綠化，採用容器裝有薄層土壤。小品盆栽很符合薄層綠化的推廣。無論室內空間或戶外空間，盆栽可以自由擺放，用盆器裝起來的植物可搭配空間的擺放，增加空間的美感，柔化建物的生硬線條。尤其小品三吋盆栽小巧不占空間，方便擺放，更容易能達到增加空間美質的效果。多肉植物生長緩慢，其中有些植株為耐陰者，適合做為都市室內或陽台、窗台小品盆栽之材料，近幾年來蔚為流行。

藉著小品多肉盆栽，就可在低維護管理下，讓陽台或窗台提供綠美化景觀的功能乃本研究動機。

第二節 研究目的

近年來全球氣候異常，台灣夏季高溫且高濕；冬季低溫且乾燥，對某些多肉植物而言是個嚴苛的環境，易呈現生長停頓、進入休眠的狀態，因此多肉植物對於夏季與冬季休眠期間之供水需求，常為其存活與否、以及生長良莠的關鍵，且因不同植物而異，因此本研究目的建立在過去研究的基礎下，乃針對目前市面上易購買之 10 種多肉植物，進行夏季及冬季之節水研究，探討低度供水(1 個月澆灌 1 次)以及 3 個月完全不供水，在有遮蔽環境下與低維護管理的觀點，來進行節水測試，找出適合的多肉植物，讓現代人在忙碌的生活中，想要在自家環境增添景觀美化，又無法天天維管的盆栽，給予一種低維管盆植的植物選種依據。

第三節 名詞定義

耐旱性

植物對水分的需求不是那麼頻繁，可以忍受偶而或經常缺水，較不會因為土壤乾燥而立即呈現萎凋的現象，不會因為缺水而導致死亡(章錦瑜，2010)。

低維護管理

植物維護管理之基本工作含供水、修剪、施肥、噴藥除蟲、更新等若能減少這些經常性的管理工作，就屬於低維護植物(章錦瑜，2010)。

綠覆率

植物生長狀況的指標，計算方式是植栽盆範圍內由植物所覆蓋部分的面積與植栽盆面積的百分比值(侯雅玲，2015)。

小品盆栽

在本實驗裝置的小品盆器，採用 3 吋盆器裝有薄層土壤，內部栽植植株。

第四節 研究內容與流程

一、研究內容

本研究內容依章節次序共分為五章，第一章為緒論闡述本研究背景與動機、目的與流程。第二章文獻回顧，從小品盆栽在景觀美化運用到適用栽培介質，以及多肉植物對水分的節水機制整理相關文獻。第三章研究設計。研究方法，實驗地點及時間，實驗植物選擇。第四章結果與討論及第五章結論與建議。

研究流程

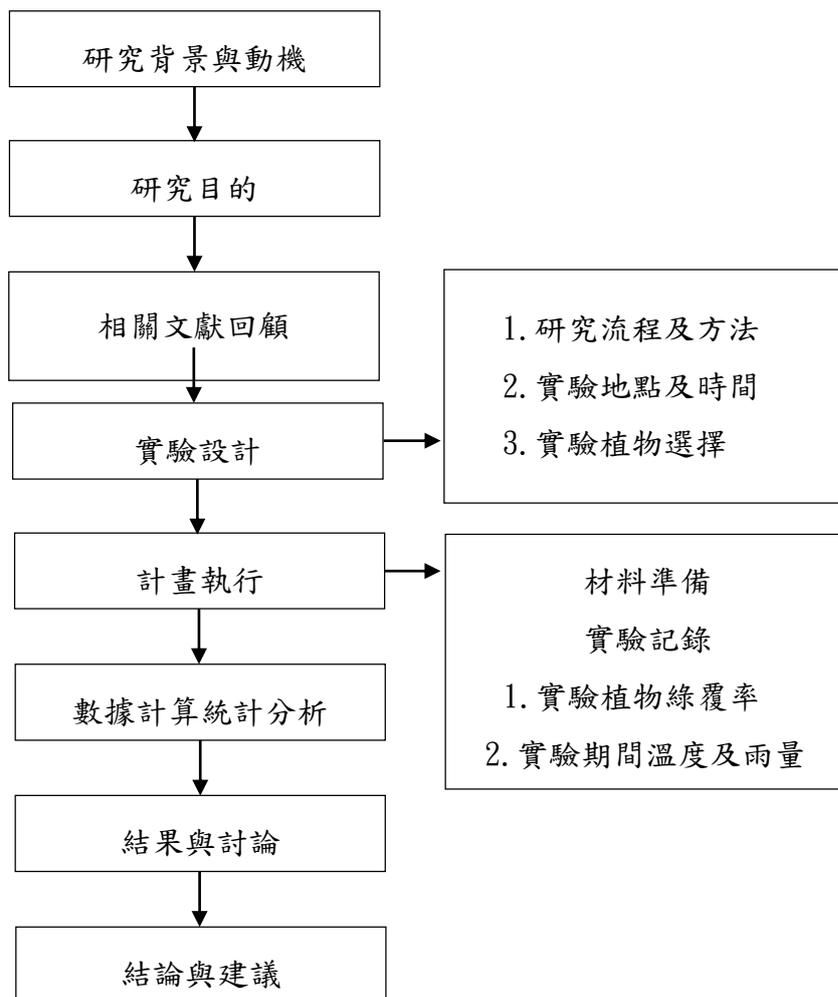


圖 1-4-1 研究流程圖

第二章文獻回顧

第一節 小品盆栽的景觀美化

鑑於現今一般大眾生活壓力大，遠離自然環境，犧牲人們的綠色空間，導致接觸植物的機會變少，而相關研究證實，自然景觀確有有安撫心理的復癒效果 (Hartig et al., 1991; Kaplan, 1995; Newell, 1997; Wells, 2000)。

藉由小品盆栽的擺飾，建造自我風格的空間。欣賞一年四季不同景致的小品盆栽。吉田耕治、大木俊明 (2005) 提到同一個盆栽，會因為擺設的地方視線所及的位置不一樣，對欣賞枝葉的濃密度印象產生變化。只要培植小品盆栽，即便是在起居室內也可以輕易就欣賞到大自然的美。章錦瑜 (2004) 提到室內添加一些植物盆栽，會使得室內顯得活潑又有朝氣，生活在其中的人可以藉由綠色空間來舒緩身心。

採用容器裝有薄層土壤，其保水量受限，栽植後的養護不便，因此需考量降低供水需求之植物種類。多肉植物具環境適應力強，又加上特殊多樣的外觀，對忙碌的現代人頗具心靈療癒性。多肉植物具有肥厚之莖枝或葉片，水分需求較低，可降低維管之供水工作。其中有些植株體型較為迷你且又耐陰，很適合做為都市室內小品盆栽之材料。

許安 (2010) 多肉植物適合在室內種植。內容提到大多數植物都是在白天行光合作用，吸收二氧化碳，釋放氧氣，夜間進行呼吸作用，吸收氧氣，釋放二氧化碳。所以一般植物不適合室內種植擺放，會增加夜間的二氧化碳含量，而夜間往往是人在房間裡休息的時間，對人的身體是不利。但很多仙人掌和多肉植物卻恰恰相反，由於生長在乾旱炎熱的地區，白天為避免水分喪失，關閉氣孔，夜間氣孔開放吸收二氧化碳進而形成蘋果酸存於大液泡內，白天放出二氧化碳進行光合作用。這種獨特的代謝方式成為“景天科酸代謝”。所以仙人掌和多肉植物都很適合在室內種植擺放。為改善都市水泥化所造成的各種環境衝擊，國內外採用不同綠覆指標鼓勵企業及一般建築增加綠覆面積。建築物的綠覆可降溫節能及透過植物固碳減少溫室氣體，具有顯著的節能減碳效益(陳淑君，2011)。

綜上，小品盆栽既能美化生活空間環境，又能有助於改善室內空間的小氣候。

第二節 栽培介質

「介質」，是指供植物生長的媒介物質，具有固定植物，供給水分、空氣及養分等等的功能，而土壤是介質中的一種，培養土則是用兩種以上的不同介質混合成的又可稱做無土介質(張育森，2008)。介質是由兩種或兩種以上成分依照不同的比例混和成的，其物理化學的特性通常會比單獨使用來得好，所以藉由混合不同的介質獲得更適用多肉植物栽培的介質。栽培介質原料的粒徑大小、才質特性、調配比例等決定了介質的物理性，包括：密度、孔隙度、通氣、透水性與保水性。一般栽培介質只提供少量的養分，因此外加養分，調整介質酸度是必要的(郭鴻裕，2009)。

張育森(2008)整理出最常用的三種無土介質(泥炭土、蛭石、珍珠石)不同比例的推薦配方，說明配合不同植物所需的介質調配原則如下，泥炭土：蛭石：珍珠石=1：1：1，適用於一般植物栽培或較耐旱植物；泥炭土：蛭石：珍珠石=2：1：2，適用於根部需通氣好的植物、土壤改良或介質中添加土壤時使用。黃騰毅(2014)指出種植多肉植物時，調配介質最重要的就是要疏水，否則植物會長勢不佳或難以存活。除了介質注意疏水外，還要加上礦物質讓土壤偏鹼性，根部也要特別強調透氣。排水、透氣性介質：介質顆粒愈大或裂隙孔隙愈多，代表其滲流力愈佳，其排水、透氣性就愈佳；反之，介質顆粒愈小或裂隙孔隙愈少，其排水、透氣性就愈差。介質顆粒愈大或裂隙孔隙愈多的介質例如赤玉土、唐山石、蘭石等。排水、透氣性介質佳的介質，且具有保水性，一般的花崗石碎礫或岩石礫，水份幾乎不會被吸收，其保水性是很差的，故較不適合本研究。三合一基礎配方，加調1份赤玉土與1份唐山石，這項調配配方，是專為栽種多肉植物所設計的。注：三合一基礎配方為珍珠石、泥炭土、蛭石。

本研究實驗介質將採用黃騰毅(2014)這項調配配方，是專為栽種多肉植物所設計的。

第三節 多肉植物對水分的節水機制

澆水是植物維護管理工作的重要一環，降低澆灌水的工作，此可減少水資源的消耗；而多肉植物的耐旱性已為國內外研究證明，因此以多肉植物應用於薄層綠化，對水資源管理有很大效益。綜觀國內於薄層綠化之澆灌頻度研究，都採不同種類植物在同一基準澆灌方式下進行研究（Thuring, Berghage & Beattie, 2010；陳昱心，2012；蔡建泓，2012；許文燦，2013）；然而植物種類差異，其生長特性亦不同，例如草花、灌木與多肉植物對於水分的需求勢必不同。

Cable Netws Network（2015）目前也面臨四年持續乾旱的加州，缺水，加州政府實施歷年來首次限水措施，讓灌植栽成為挑戰，也讓政府維護市容的成本增加。洛杉磯市北邊推出了耐旱植物特區，推廣、示範能節水又美觀的花園。這個全部用耐旱植物裝點的花園，位於德斯康索花園(Descanso)花園正對正門的花壇中。德斯康索花園花園園藝主任 Rachel Young 努力讓此花園提供人們美麗多彩的植物，還能節省 50% 的灌溉水，讓洛杉磯有新面貌。而加州的乾旱問題日趨嚴重，民眾需設法節約用水，面對罰款及水費上漲的壓力，園方更建議民眾嘗試種植耐旱植物。

大紀元訊（2014）加州乾旱情況嚴重，各地方政府也提供補助，鼓勵民眾將庭院改種耐旱植物。

謝維蓀、徐民生（1999）自然界的奧妙，存在著多變性，在一些生存環境很差的地方，有些植物為了能夠生存，莖、葉、根做了些調變，經過自然演化的過程，它們變得能夠適應當地的環境，應驗了「適者生存」的道理，這些植物異於一般的植物，具備有特殊儲存水分和養分的功能，有特殊的形態進行光合作用，它們就是多肉植物。多肉植物是指質地厚實、肥厚多汁根、莖、葉具有儲水功能的植物。特化的根、莖、葉、花、果實，造就出各式各樣為了因應特殊或嚴苛的生存環境，而顯現出不同的外型和異於一般植物的生理構造。多肉植物的演化包含了內在結構和外形狀的改變，為了減少水分的蒸發，葉子變成了刺、體表長出了毛、具有粉末，葉片堆疊一起、莖幹變成球體；為了儲存水分，身體的形狀經過劇烈的演化，有些植株可能是一對葉片。多肉植物（Succulent）亦稱多漿植物、多漿花卉或肉質植物，主要是指植物營養器官的某一部分（如根、莖或葉）轉化為具有發達的薄壁組織，可以用來儲存水份抵抗乾旱，這類植物統稱為多肉植物。

多肉植物的家族非常龐大，全世界已之的已達一萬多種，屬於被子植物，也是開花植物，在植物分類上多數專家認為只有 50 餘科，常見的約有 20 個科，整理如表 2-4-1（李梅華、劉耿豪，2003；小林浩，2002）；在多肉世界裡，景天科於薄層綠化的應用最為廣泛，全世界約有 35 屬，品種達 1500 種以上（李若男、張縱，2010），台灣的原生種共有 3 屬 20 種（薛聰賢，2002）。多肉植物對於環境逆境，具有生理型態上的抵抗能力，有關多肉植物的逆境機制說明如下（李梅華、劉耿豪，2003；柯勇，2002）

一、葉片可以儲存水分於細胞中，以維持生命。

葉片表面水層，可以過濾產生熱能的紅外線射線，減少輻射能吸收。

葉表面具厚角質層讓水分不易蒸散，可保持體內的水分。

體內有白色乳汁或無色的黏性物質，此一多糖物質能提高細胞液濃度，可保持大量的水分。

多具毛或刺，仙人掌類的葉為減少水分蒸散，葉片表面積縮減、演化為刺，此有刺種類多存在於龍樹科、蘿摩科與大戟科；而葉面上的細毛可禦寒、防禦強烈的紫外線、還有凝聚水氣，使其能順利流到土裡供根部吸收的功能。

行景天酸代謝 (Crassulacean Acid Metabolism [CAM])，白天為了避免水分的流失，將氣孔關閉，而夜晚低溫時氣孔開放以攝取 CO₂，但並非所有多肉植物都具有此景天酸代謝機制，像龍舌蘭科、仙人掌科、景天科、大戟科、百合科、和葡萄科植物等都屬於這類植物，但並非所有多肉植物全都屬於 CAM 型植物。

多肉植物還有一項特點，那就是多肉植物的變色魅力。多肉植物的變色原因有很多：為了模仿原生環境減少被動物吃掉的機會；或來自天生基因；不過最主要的變色因素還是來自光照、溫度與溫差對多肉所造成的「脅迫性」(二木，2013)：

一、光照

用光照改變顏色是最常見，也是見效最快的，例如黑法師隨著日照的增多會變黑色。

溫度

低溫時，植物為了獲取更多的熱量，提高自身的熱量，會減少葉片裡的葉綠素，合成新的花色素，讓顏色變深，以吸收光的能量。

溫差

在秋季與春季溫差變化大，多肉植物因為受凍顏色容易轉為紅色。

小結

植物維護管理之基本工作，包含供水、施肥及更新等；多肉植物因其根系淺，可以作為薄層綠化之植栽使用，又其耐旱、耐貧脊與易於繁殖的特性，正提供了低耗水與低維護管理的目的。用盆器裝起來的植物可搭配空間的擺放，所以以盆植方式栽植多肉植物，保水量受限，因此本研究，冀望藉由已連續 3 個月不澆水來探討節水管理對多肉植物的生長變化。

第三章研究設計

第一節 實驗基地

一、實驗基地位置

本實驗基地位於北半球台灣的台中市北屯區(緯度 24.170784 北 經度 120.683246 東)(圖 3-1-1)。測試地點在台中市北屯區，一座朝南透天住宅之頂樓加頂蓋之陽台環境(圖 3-1-2)，屬於亞熱帶季風型氣候，半日照環境。場地為實驗者私人住宅，實驗期間僅有實驗者會進入拍照與觀察紀錄。



圖 3-1-1 實驗地點衛星空照圖

資料來源：取自 Google 地圖



圖 3-1-2 實驗場地環境

基地氣候

本實驗分二階段進行，第一階段夏季不澆水對多肉植物的生長影響實驗時間自 2015 年 5 月 2 日至 2015 年 7 月 25 日，實驗期間總雨量為 773.5 毫米，

平均氣溫為 28.6°C，平均相對溼度為 73.2%；第二階段冬季澆水與不澆水對多肉植物的生長影響實驗時間自 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日，實驗期間總雨量為 281.6 毫米，平均氣溫為 17.4°C，平均相對溼度為 75.4 %。

表 3-1-1 及表 3-1-3 為實驗期間台中月降雨量、平均溫度與相對溼度，圖 3-1-3 及圖 3-1-5 為實驗期間台中逐日氣溫與雨量折線圖，圖 3-1-4 及圖 3-1-6 為實驗期間台中逐日氣溫與相對溼度折線圖，表 3-1-2 及表 3-1-4 為實驗期間台中逐日氣象紀錄表。

表 3-1-1 2015 年 5 月 2 日至 7 月 25 日台中月降雨量、平均溫度與相對溼度

年月份	2015/05	2015/06	2015/07
月降雨量 (mm)	662.0	065.5	046.0
平均氣溫 (°C)	26.9	029.7	028.1
相對濕度 (%)	77.3	070.7	068.6

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局 <http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

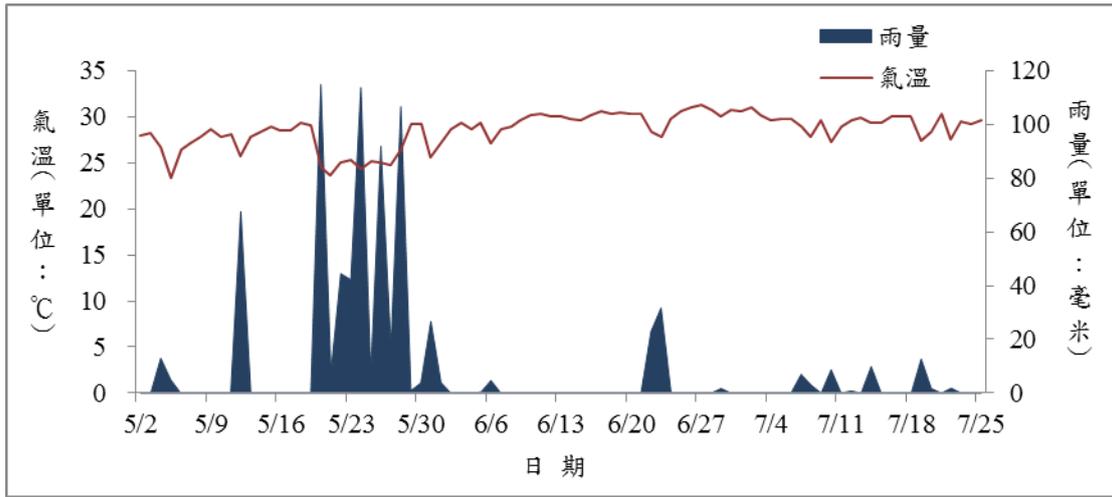


圖 3-1-3 2014 年 5 月 2 日至 2014 年 7 月 25 日台中逐日氣溫與雨量折線圖

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局 [tp://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp](http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp)

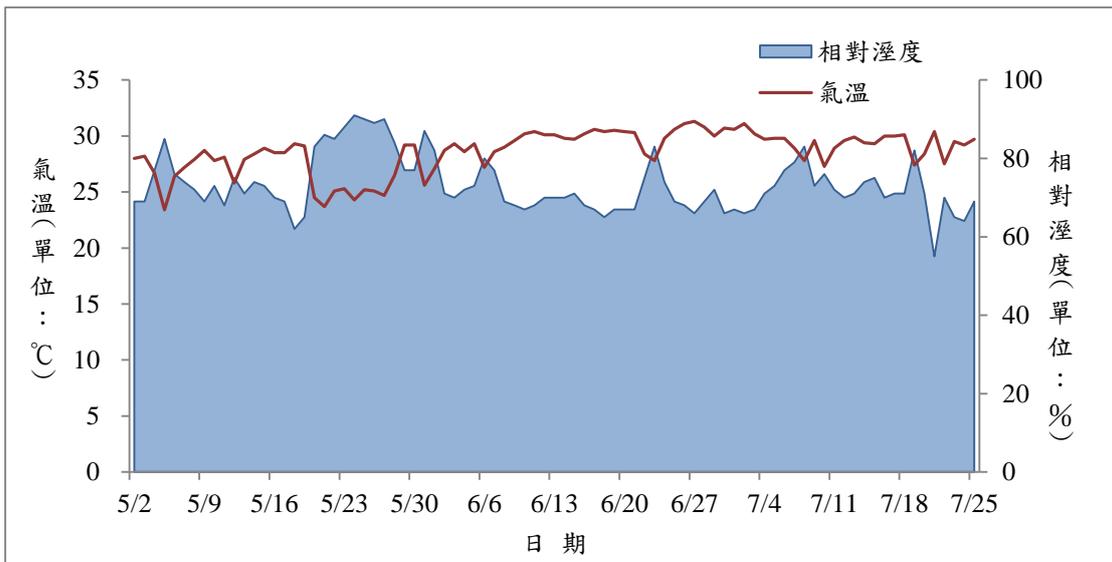


圖 3-1-4 2014 年 5 月 2 日至 2014 年 7 月 25 日台中逐日氣溫與相對溼度折線圖

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局 [tp://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp](http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp)

表 3-1-2 2015 年 5 月 2 日至 7 月 25 日台中逐日氣象紀錄表

年月 日期	2015 年								
	5 月			6 月			7 月		
	氣溫 ℃	雨量 mm	相對溼度 %	氣溫 ℃	雨量 mm	相對溼度 %	氣溫 ℃	雨量 mm	相對溼度 %
1	-	-	-	27.1	4.0	82	30.6	0.0	67
2	28.0	0.0	69	28.7	0.0	71	31.1	0.0	66
3	28.2	0.0	69	29.3	0.0	70	30.2	0.0	67
4	26.7	13.0	77	28.6	0.0	72	29.7	0.0	71
5	23.4	5.0	85	29.3	0.4	73	29.8	0.3	73
6	26.4	0.0	76	27.2	4.7	80	29.8	0.1	77
7	27.2	0.0	74	28.6	0.0	77	28.9	7.0	79
8	27.9	0.0	72	29	0.0	69	27.8	3.0	83
9	28.7	0.0	69	29.6	0.0	68	29.6	0.0	73
10	27.8	0.0	73	30.2	0.0	67	27.3	8.7	76
11	28.1	0.0	68	30.4	0.0	68	28.9	0.0	72
12	25.8	67.6	75	30.1	0.0	70	29.6	0.8	70
13	27.9	0.0	71	30.1	0.0	70	29.9	0.0	71
14	28.4	0.0	74	29.8	0.0	70	29.4	9.9	74
15	28.9	0.0	73	29.7	0.0	71	29.3	0.0	75
16	28.5	0.0	70	30.2	0.0	68	30	0.0	70
17	28.5	0.0	69	30.6	0.0	67	30	0.0	71
18	29.3	0.0	62	30.4	0.0	65	30.1	0.0	71
19	29.1	0.0	65	30.5	0.0	67	27.4	12.7	82
20	24.5	115.0	83	30.4	0.0	67	28.4	1.7	71
21	23.7	7.4	86	30.3	0.0	67	30.4	0.0	55
22	25.1	44.5	85	28.4	23.0	75	27.5	1.8	70
23	25.3	42.2	88	27.8	31.7	83	29.5	0.0	65
24	24.3	113.8	91	29.8	0.0	74	29.2	0.0	64
25	25.2	6.9	90	30.6	0.0	69	29.7	0.0	69
26	25.1	92.0	89	31.1	0.0	68	-	-	-
27	24.7	16.5	90	31.3	0.0	66	-	-	-
28	26.5	106.7	84	30.8	0.0	69	-	-	-
29	29.2	0.9	77	30	1.7	72	-	-	-
30	29.2	3.8	77	30.7	0.0	66	-	-	-
31	25.6	26.7	87	-	-	-	-	-	-

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.js>

表 3-1-3 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中月降雨量、平均溫度與相對溼度

年月份	2015/12	2016/01	2016/02
月降雨量 (mm)	52.5	204.9	24.2
平均氣溫 (°C)	19.3	16.8	16.2
相對濕度 (%)	73.6	79.3	72.6

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局 <http://e-service.cwb.gov.tw/History/DataQuery/index.jsp>

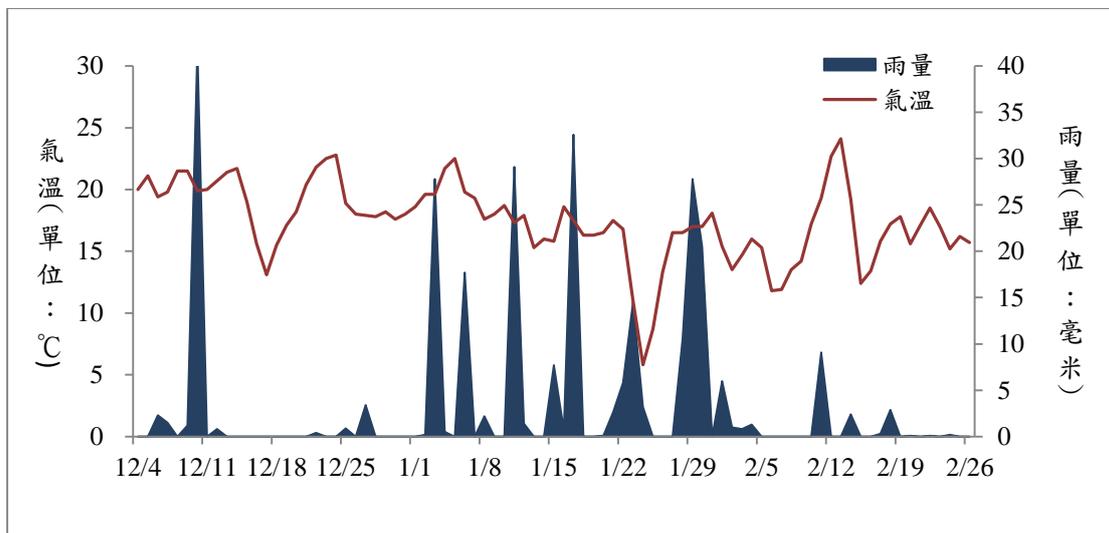


圖 3-1-5 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中逐日氣溫與雨量折線圖

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局 <http://e-service.cwb.gov.tw/History/DataQuery/index.jsp>

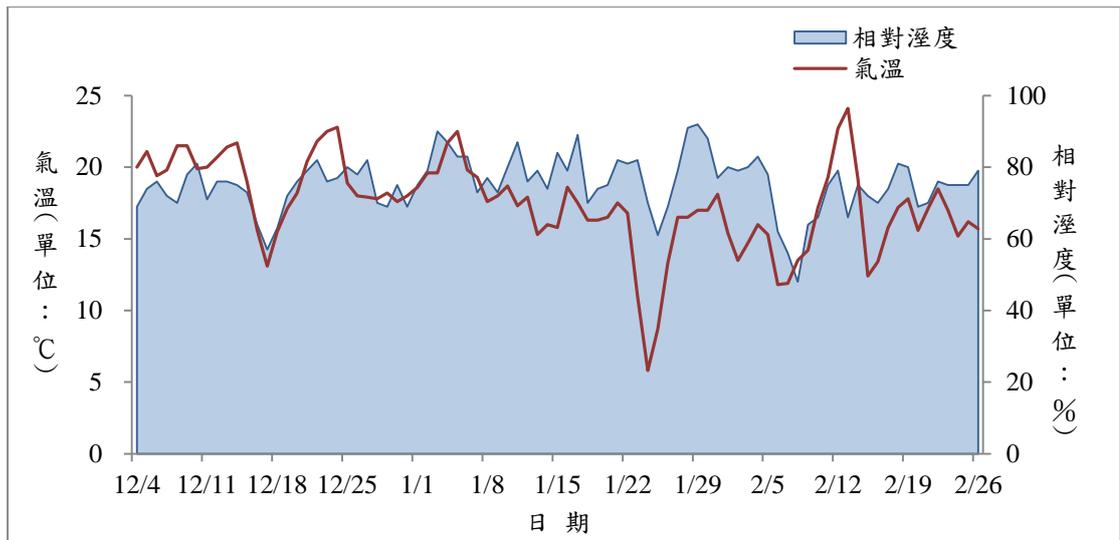


圖 3-1-6 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中逐日氣溫與相對溼度折圖
 資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局 <http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

表 3-1-4 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日台中逐日氣象紀錄表

年月 日期	2015 年			2016 年					
	12 月			1 月			2 月		
	氣溫 ℃	雨量 mm	相對溼度 %	氣溫 ℃	雨量 mm	相對溼度 %	氣溫 ℃	雨量 mm	相對溼度 %
1	-	-	-	18.6	0.0	75	15.4	6.0	80
2	-	-	-	19.6	0.2	79	13.5	1.0	79
3	-	-	-	19.6	27.8	90	14.7	0.8	80
4	20.0	T	69	21.7	0.5	87	16.0	1.3	83
5	21.1	0.0	74	22.5	0.0	83	15.3	0.0	78
6	19.4	2.3	76	19.8	17.7	83	11.8	0.0	62
7	19.8	1.5	72	19.3	T	73	11.9	0.0	56
8	21.5	0.0	70	17.6	2.2	77	13.5	0.0	48
9	21.5	1.2	78	18.0	0.0	73	14.2	0.0	64
10	19.9	42.0	81	18.7	0.0	80	17.2	0.0	66
11	20.0	0.0	71	17.3	29.1	87	19.3	9.1	75
12	20.7	0.8	76	17.9	1.4	76	22.7	0.0	79
13	21.4	0.0	76	15.3	T	79	24.1	0.0	66
14	21.7	0.0	75	16.0	0.0	74	19.2	2.4	75
15	19.0	0.0	73	15.8	7.7	84	12.4	0.0	72
16	15.6	0.0	64	18.6	0.7	79	13.4	0.0	70
17	13.1	0.0	57	17.5	32.6	89	15.8	0.3	74
18	15.5	0.0	63	16.3	0.0	70	17.2	2.9	81
19	17.1	0.0	72	16.3	0.0	74	17.8	0.0	80
20	18.2	0.0	76	16.5	0.1	75	15.6	0.1	69
21	20.4	0.0	79	17.5	2.6	82	17.1	0.0	70
22	21.8	0.4	82	16.8	5.8	81	18.5	0.1	76
23	22.5	0.0	76	11.0	14.5	82	17.0	0.0	75
24	22.8	0.0	77	5.8	3.2	70	15.2	0.2	75
25	18.9	0.9	80	8.7	0.0	61	16.2	0.0	75
26	18.0	0.0	78	13.3	0.0	69	15.7	0.0	79
27	17.9	3.4	82	16.5	T	79	-	-	-
28	17.8	0.0	70	16.5	10.5	91	-	-	-
29	18.2	0.0	69	17.0	27.8	92	-	-	-
30	17.6	0.0	75	17.0	20.5	88	-	-	-
31	18.0	0.0	69	18.1	0.0	77	-	-	-

資料來源：研究者整理自交通部中央氣象局<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryData Query/index.js>

第二節 研究方法

本研究分二階段進行節水研究測試，分別夏季與冬季，夏季氣候屬濕熱，為第一階段測試，探討夏季濕熱氣候下；以連續三個月不澆水對多肉植物生長之變化。冬季乾燥寒冷，故在實驗期間增加一組有澆水，為第二階段，探討冬季乾冷的氣候，澆水與不澆水對多肉植物的生長變化。

一、研究假設

擬探討生長影響之因子包括：

- (一) 植株綠覆率，生長死亡率
- (二) 夏季不澆水之綠覆率生長比較。
- (三) 冬季是否澆水之綠覆率具差異性。
- (四) 採用 t 檢定針對 10 種植物，於冬季是否澆水，比較其綠覆率之差異。

二、研究架構

根據研究目的與假設，研究架構如下圖 3-2-1:

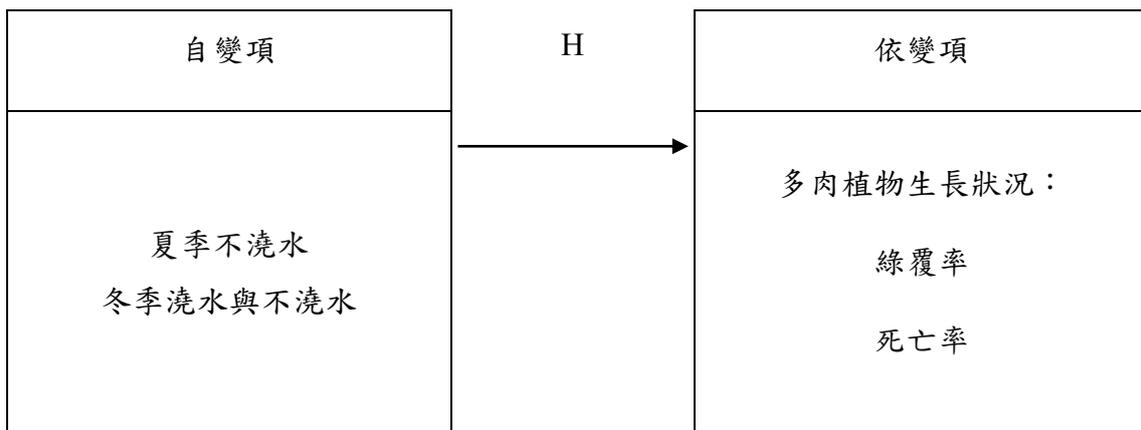


圖 3-2-1 研究架構圖

三、實驗設計

本研究設計，利用多肉植物耐旱性，定植於 3 吋小盆器，以 45 cm×45 cm 底

盤，裝置 9 盆重複植栽，以夏季不澆水與冬季月澆灌一次和不澆水，每星期觀察一次其生長變化，來進行節水研究。

四、實驗時間

實驗時間第一階段為 104 年 5 月 2 日至 7 月 25 日，共計 3 個月，夏季連續 3

個月不澆水，第二階段 104 年 12 月 4 日至 105 年 2 月 26 日，共計 3 個月，本階段同時試驗兩組，一組為冬季連續 3 個月不澆水；另一組為冬季澆水，月澆灌一次。

五、實驗操作

本研究第一階段夏季不澆水，試驗植物僅於定植後澆水澆透至底盤蓄滿水為止，時間從 2015 年 5 月 2 日至 2015 年 7 月 25 日，期間完全不澆水。第二階段冬季有澆水與不澆水，試驗植物僅於定植後澆水澆透至底盤蓄滿水為止，不澆水組，2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日，期間全不澆水；有澆水組則每月澆灌一次，澆水澆透至底盤蓄滿水為止。每周觀察、進行實驗植物的生長量測，綠覆率，並以數位相機於樣本上方拍照紀錄（如圖 3-2-2），完成調查日期共計 13 次。

每種植物 9 重複，生長狀況之調查項目包括：死亡率、綠覆率。實驗紀錄時間夏季不澆水從 2015 年 5 月 2 日至 2015 年 7 月 25 日，期程約 3 個月，實驗期間每星期觀察紀錄植株生長狀態，計算綠覆率並檢視多肉植物的生長狀況，共計 13 次，分別為 2015 年 5/2、5/9、5/19、5/23、5/30、6/6、6/13、6/20、6/27、7/4、7/11、7/18、7/25，冬季不澆水與冬季澆水從 2015 年 12 月 4 日至 2016 年 2 月 26 日，期程約 3 個月，實驗期間

每星期觀察紀錄植株生長狀態，計算綠覆率並檢視多肉植物的生長狀況，包括：死亡率、綠覆率，共計 13 次，分別為 2015 年 12/4、12/11、12/18、12/25、2016 年 1/1、1/8、1/15、1/22、1/29、2/5、2/12、2/19、2/26。

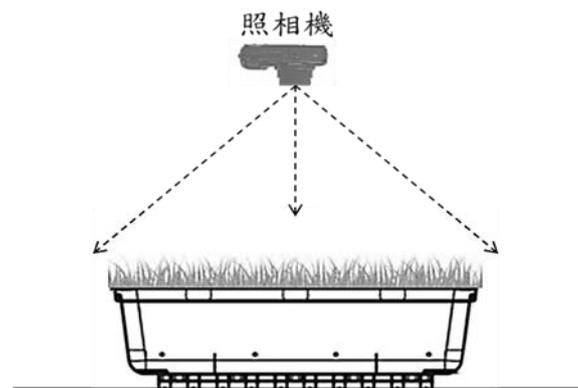


圖 3-2-2 拍照紀錄方式

(一) 綠覆率數據

本研究採用方格法來計算綠覆率(如圖 3-2-3)。以 3 個乘以 3 個共 9 個小盆器為計算基準範圍，共計 81 格，若植栽覆蓋超過方格 1/2，即計算為一格



圖 3-2-3 綠覆率計算方格圖

六、實驗裝置

本研究採用模矩化植生苗盆為實驗裝置，材質為聚丙烯耐衝擊共聚合物，(如圖 3-2-4)。盆器尺寸：長 9 cm、寬 9 cm、高 9 cm，加上蓄水底盤 45

cm×45 cm，每盤放置 9 盆 9×9×9 之盆器如(圖 3-2-5)排水孔距離盆底 1 公分，具有儲

存水分、提供空氣流動、斷熱作用的功能；植物透過介質粒徑的孔隙能進行虹吸作用，達到降低澆灌水的維護管理工作，為節水省水的永續型薄層栽培容器。本研究採用此盆器裝置，冀望能減少澆灌水之維護管理工作，且能增強實驗植物抵抗夏日濕雨的能力。

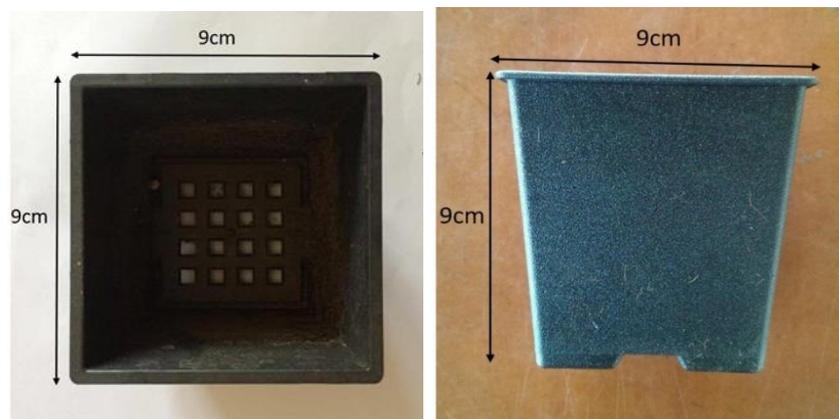


圖 3-2-4 植生苗盆平面圖暨立面圖



圖 3-2-5 蓄水底盤上置 9 個 9 公分盆器

七、實驗介質

本實驗介質層深度僅 9 cm；介質採用蛭石、珍珠石、泥炭土之三合一配方，並混以赤玉土、唐山石、以及蘭石等 3 種顆粒土，介質深度為 9 cm(如圖 3-2-6、3-2-7)。泥炭土的主要原料是溫帶地區泥沼、濕地的蘚苔類或藻類植物被分解並積累形成泥炭層的土壤，為富含有機質之纖維質體，酸鹼值： $\text{PH } 6 \pm 0.5$ ，屬微酸性。本研究之實驗植物為多肉植物，在介質的深度上，Durhman & Rowe (2007) 研究指出，多肉植物在 7.5 cm 的介質深度即可生存並發展，而本實驗介質 9 cm 之深度足夠提供多肉植物良好的之生存空間。



圖 3-2-6 三合一土和 3 種顆粒土



圖 3-2-7 6 種混和介質

八、實驗植物選種

多肉植物之選種，以研究當時市面上較容易購得、且易於照顧的品種作為選種的依據，本實驗共選出 10 種多年生多肉植物，表 3-2-1 夏季不澆水對多肉植物生長之影響 10 種實驗植物介紹(多肉植物圖鑑，梁群健)。

表 3-2-1 10 種實驗植物介紹

植物名稱	基本資料	照片	植株特性
十二之卷	科名：百合科 學名： <i>Haworthia fasciata cv. Big Bandi</i>		植株型態：尖葉放射型，原產於南非，濃綠色劍形葉，先端細尖，放射狀叢生，葉上有白色突起橫紋。
黑王子	科名：景天科 學名： <i>Echeveria cv. Black Prince</i>		多年生草本植株具短柄莖，肉質葉排列成標準的蓮座狀葉片匙形，稍厚，頂端有小尖，葉色黑紫。
老樂	科名：景天科 學名： <i>Echeveria peacockii cv. subsessilis</i>		呈蓮座狀著生於短縮莖上，先端圓而有小尖，微向內彎曲，使全株略呈漏斗形，淡灰藍色，葉表面有白粉層。
白閃冠	科名：景天科 學名： <i>Echeveria cv. Bombycina</i>		植株型態：蓮座型 葉子表面密佈細細的白色短毛，葉尖略帶紅褐色，葉片與莖部多肉化，莖部短縮粗壯。匙形葉片肥厚，葉尖圓鈍。
櫻吹雪	科名：馬齒莧科 學名： <i>Anacampseros tomentosa</i>		因突變而產生的品種帶有鮮豔粉紅和黃色漸層的美麗品種。 。葉片之間會發出錦毛也是奇特徵。

<p>霜之朝</p> <p>科名：景天科 學名：<i>Echeveria sp. Simonoasa</i></p>		<p>植株型態：蓮座型 特點：扁長梭型葉片環狀排列，呈現漂亮的淺藍綠色，葉片肥厚，葉背有稜線，初夏開花。</p>
<p>乙女心</p> <p>科名：景天科 學名：<i>Sedum pachyphyllum</i></p>		<p>低矮型葉色翠綠，圓棒狀的葉上覆著薄薄一層的白粉，日照充足時葉端呈現紅褐色，就像肥嫩的嬰兒手指。因此而得名。</p>
<p>蔓蓮</p> <p>科名：景天科 學名：<i>Graptopetalum macdougalii</i></p>		<p>葉片較薄末端尖，葉片平滑，成株尺寸約6公分，帶點透明感的淺綠色葉片上覆輕薄的白粉，會由葉腋處長出走莖，冬至春季由走莖抽出花苞。</p>
<p>七福神</p> <p>科名：景天科 學名：<i>Echeveria Imbricata</i></p>		<p>匙形葉片，略厚呈環狀排列。表面光滑有微微白粉。群生極美。</p>
<p>子持蓮華</p> <p>科名：景天科 學名：<i>Orostachys iwarenge var. boehmeri</i></p>		<p>又稱石蔓蓮，小型種，植株在日照充足時且限水情況下，業績會比較緊密成蓮花狀，日照不足時葉片會拉長些呈現出鋪平的蓮座狀。</p>

第三節 研究限制

本研究力求合乎科學研究及完整性的要求，然在研究過程中因時間、成本、人力、資源及其他無法控制的因素，仍有下列研究限制：

一、時間的限制

由於實驗時程有限，無法長期觀測，第一階段於夏季，不澆水對多肉植物生長之節水研究，為期三個月，採每周調查紀錄；第二階段於冬季，低溫乾冷之氣候，澆水與不澆水對多肉植物之生長狀況研究為期三個月，採每 7 天調查紀錄，均以連續觀測方式進行。

二、環境的限制

本實驗場地位於台中市北屯區一透天住宅之頂樓加蓋，於研究過程可能受強風、日射量等氣候因素影響，而無法控制，可能造成數據上的誤差，將之視為環境的限制。

三、植物材料的限制

多肉植物種類繁多，無法全數採用，僅能選擇實驗當時市面上易購得之多肉植物為材料進行研究。植物的選種受限於時間因素，於市場取得植物後並未進行馴化。

第四章 研究結果

本章研究結果將依實驗植物之綠覆率進行結果論述，本研究之第四章共分為二節，第一節為個論，第二節總論。

第一節 個論

本研究之三項觀察測試，分別是：一、夏季多肉植物連續三個月不澆水之生長影響，二、冬季多肉植物連續三個月不澆水之生長影響，三、冬季多肉植物連續三個月，採月澆灌一次之生長影響。

第一階段夏季栽植，對多肉植物生長之影響實驗為期三個月，自 2015 年 5 月 2 日開始，至 2015 年 7 月 25 日實驗結束，係以連續不澆灌方式，探討多肉植物在夏季濕熱環境下，對多肉植物生長之影響。實驗共計 10 種多肉植物，實驗盆數總數量為 10 盤 90 小盆（如圖如圖 4-1-1，圖 4-1-2），實驗期間歷經台中氣象站設站以來同期最多雨、同時也是最少日照的紀錄，截至實驗結束為止所有 10 種植物均健在，顯示實驗植物對於濕熱環境均具耐受性。

第二階段冬季栽植對多肉植物生長之影響實驗為期三個月，自 2015 年 12 月 4 日開始，至 2016 年 2 月 26 日實驗結束，係以連續不澆灌方式與月澆灌一次探討多肉植物在冬季寒冷環境下，對多肉植物生長之影響。實驗共計 10 種多肉植物，實驗盆數總數量為 20 盤 180 小盆（如圖 4-1-1，圖 4-1-2），實驗期間歷經台中氣象站設站以來同期創十年最低溫、同時也是最少日照的紀錄，截至實驗結束為止所有 10 種植物均健在。

本研究之綠覆率的計算方式係指植生苗盤範圍內由植被所覆蓋部分的面積與植生苗盤面積的百分比值（如圖 4-1-1），取其平均值四捨五入至小數點後第一位。研究採每周觀察記錄與拍照，實驗期間共計 13 次觀察紀錄，分別是夏季 5/02、5/09、5/16、5/23、5/30、6/06、6/13、6/20、6/27、7/04、7/11、7/18、7/25，冬季 2015/12/04、12/11、12/18、12/25、2016/01/01、01/08、01/15、01/22、01/29、02/05、02/12、02/19、02/26。



圖 4-1-13 吋盆器 9 重複 1 盤



圖 4-1-2 栽植場域

一、夏季不澆水

第一階段夏季栽植對多肉植物生長之影響實驗為期三個月，自 2015 年 5 月 12 日開始，至 2015 年 7 月 25 日實驗結束，係以不澆灌方式探討多肉植物在夏季濕熱環境下，對多肉植物生長之影響。實驗共計 10 種多肉植物，實驗盆數總數量為 10 盤 90 小盆。

(一) 十二之卷

如圖 4-1-3，2015 年 5 月 2 日定植時十二之卷綠覆率為 33.9%，5 月 23 日時之綠覆率已達 46.9%，顯示栽植初期維持正常生長；值得注意的是從 6 月 6 日後綠覆率開始連續三周呈現下降曲線，經比對氣象觀測資料後發現，該三週氣溫相對較高，平均溫度皆在 30℃ 以上，直到 6 月 27 日後綠覆率才返轉往上成長，7 月 25 日進行最後一次實驗量測，綠覆率已達 49.4%。

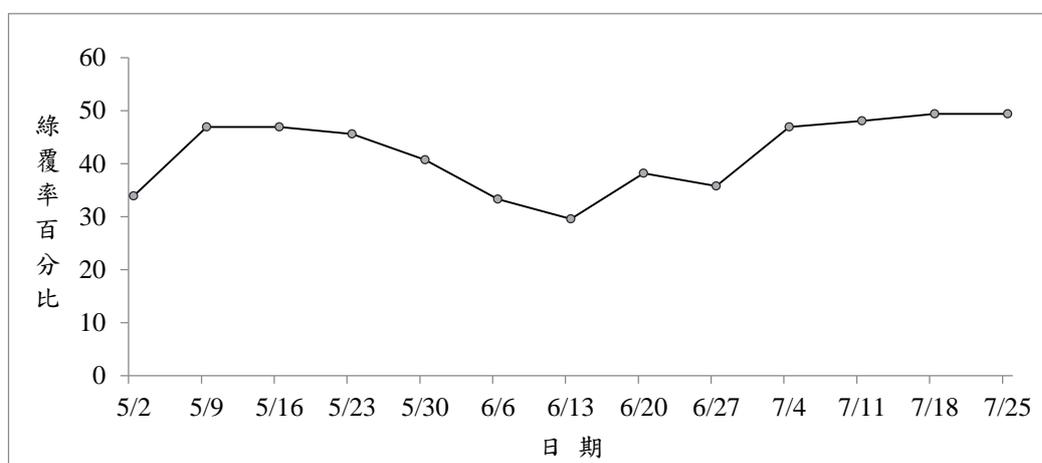


圖 4-1-3 夏季不澆水十二之卷綠覆率曲線圖

表 4-1-1 夏季不澆水十二之卷綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	33.9	46.9	46.9	45.6	40.7	33.3	29.6	38.2	35.8	46.9	48.1	49.4	49.4

表 4-1-2 夏季不澆水十二之卷照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104年05月02日	33.9%		104年06月13日	29.6%	
104年05月09日	46.9%		104年06月20日	38.2%	
104年05月16日	46.9%		104年06月27日	35.8%	
104年05月23日	45.6%		104年07月04日	46.9%	
104年05月30日	40.7%		104年07月11日	48.1%	
104年06月06日	33.3%		105年07月25日	49.4%	

(二) 黑王子

由圖 4-1-4 可見，黑王子在 2015 年 5 月 2 日定植後至 6 月 13 日期間植栽維持穩定成長，綠覆率從 76.5% 增加至 90.1%，然而此後綠覆率急遽下降，至 6 月 20 日量測綠覆率僅 67.9%，從 6 月 13 日至 6 月 20 日一星期綠覆率下降了 12.2%。再從氣象資料分析，此時雖已過了梅雨季；但因氣溫持續高溫超過 30°C 以上，其中 6 月 27 日氣溫就達到 35.5°C（中央氣象局）。在高溫高熱的天氣狀態下，截至 7 月 25 日實驗最後一次綠覆率量測，綠覆率已降至 69.4%。

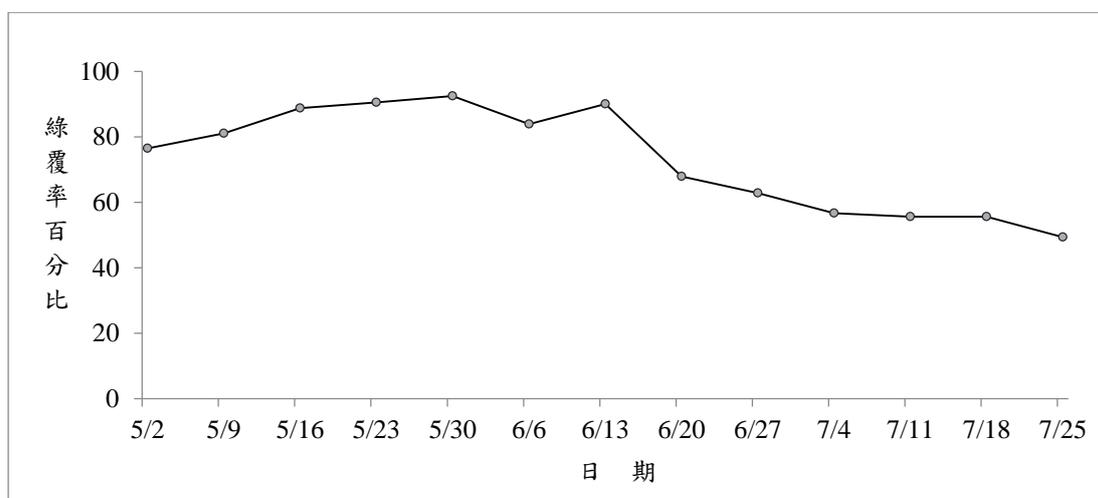


圖 4-1-4 夏季不澆水黑王子綠覆率曲線圖

表 4-1-3 夏季不澆水黑王子綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	76.5	81.0	88.8	90.6	92.5	83.9	90.1	67.9	62.9	56.7	55.6	55.6	49.4

表 4-1-4 夏季不澆水黑王子照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	76.5%		104 年 06 月 13 日	90.1%	
104 年 05 月 09 日	81.0%		104 年 06 月 20 日	67.6%	
104 年 05 月 16 日	88.8%		104 年 06 月 27 日	62.9%	
104 年 05 月 23 日	90.6%		104 年 07 月 04 日	56.7%	
104 年 05 月 30 日	92.5%		104 年 07 月 11 日	55.6%	
104 年 06 月 06 日	83.9%		105 年 07 月 25 日	49.4%	

(三) 老樂

由圖 4-1-5 可見，老樂在 2015 年 5 月 2 日定植後，綠覆率從 77.7% 維持穩定成長至 5 月 2 日已達 96.2%，然而之後一個星期，到 6 月 13 日量測綠覆率急遽下降至 79.0%，一星期的時間綠覆率下降 17%，此時梅雨季已過；推估應是持續高溫導致綠覆率下降，截至 7 月 25 日實驗最後一次量測，綠覆率僅 46.9%。

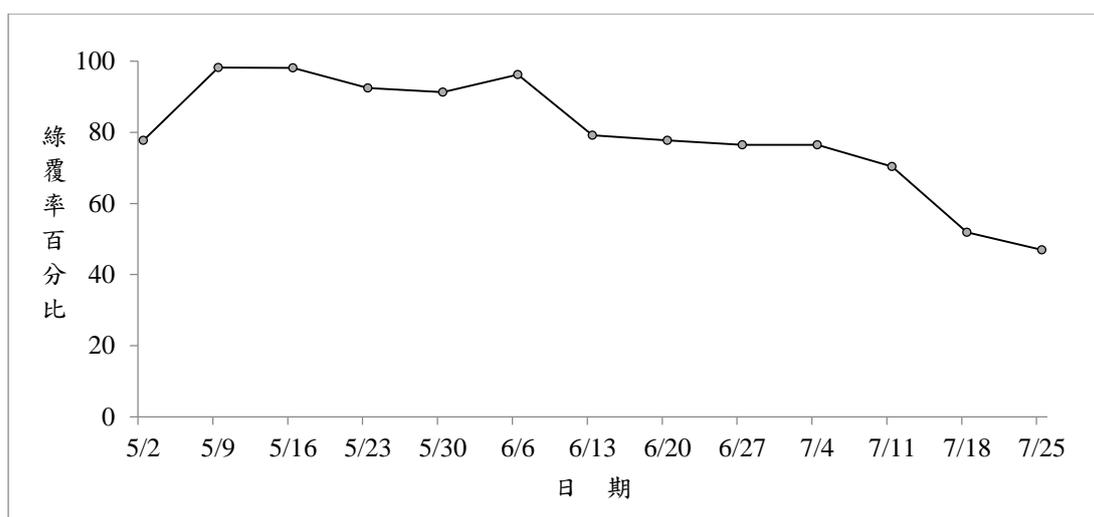


圖 4-1-5 夏季不澆水老樂綠覆率曲線圖

表 4-1-5 夏季不澆水老樂綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	77.7	98.0	98.0	92.5	91.3	96.2	79.0	77.7	76.5	76.5	70.4	51.9	46.9

表 4-1-6 夏季不澆水老樂照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	77.7%		104 年 06 月 13 日	79%	
104 年 05 月 09 日	98.0%		104 年 06 月 20 日	77.7%	
104 年 05 月 16 日	98.0%		104 年 06 月 27 日	76.5%	
104 年 05 月 23 日	92.5%		104 年 07 月 04 日	76.5%	
104 年 05 月 30 日	91.3%		104 年 07 月 11 日	70.4%	
104 年 06 月 06 日	96.2%		105 年 07 月 25 日	46.9%	

(四) 白閃冠

由圖 4-1-6 可以發現，白閃冠於 2015 年 5 月 2 日定植時之綠覆率為 49.2%，至 5 月 30 日時綠覆率已達 83.9%，將近一個月的時間綠覆率呈倍數成長。5 月下旬因逢梅雨季來臨，綠覆率也開始呈現下降，6 月 27 日的綠覆率為 45.6%，較定植時的綠覆率為低，7 月梅雨季已結束，但夏季氣候炎熱而高溫，在 7 月 25 日最後一次量測時，綠覆率已降至 32.1%。

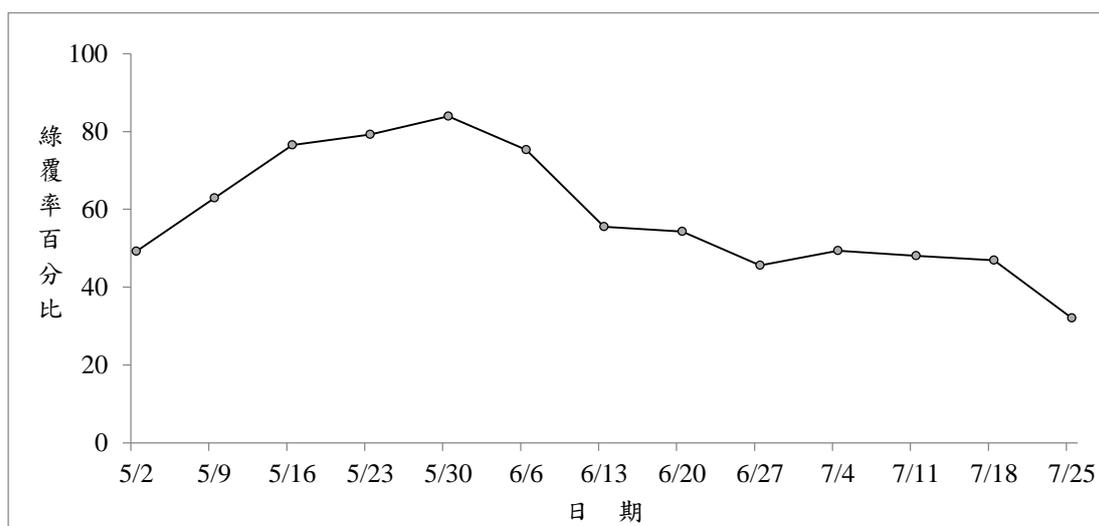


圖 4-1-6 夏季不澆水白閃冠綠覆率曲線圖

表 4-1-7 夏季不澆水白閃冠綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	49.2	62.9	76.5	79.2	83.9	75.3	55.5	54.3	45.6	49.4	48.1	46.9	32.1

表 4-1-8 夏季不澆水白閃冠照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	49.2%		104 年 06 月 13 日	55.5%	
104 年 05 月 09 日	62.9%		104 年 06 月 20 日	54.3%	
104 年 05 月 16 日	76.5%		104 年 06 月 27 日	45.6%	
104 年 05 月 23 日	79.2%		104 年 07 月 04 日	49.4%	
104 年 05 月 30 日	83.9%		104 年 07 月 11 日	48.1%	
104 年 06 月 06 日	75.3%		105 年 07 月 25 日	32.1%	

(五) 櫻吹雪

由圖 4-1-7 可見，櫻吹雪在 2015 年 5 月 2 日定植之初綠覆率為 33.3%，爾後至 5 月 23 日綠覆率只增加 1.4%，5 月下旬因梅雨季降雨量較多，使得櫻吹雪在綠覆率表現上呈現急遽下降，至 6 月 13 日綠覆率僅有 17.1%，較定植初期減少近一半的綠覆率；後續由於梅雨季降雨趨緩，綠覆率逐步穩定上升，截至 7 月 25 日實驗最後一次量測，綠覆率已成長至 29.8%。

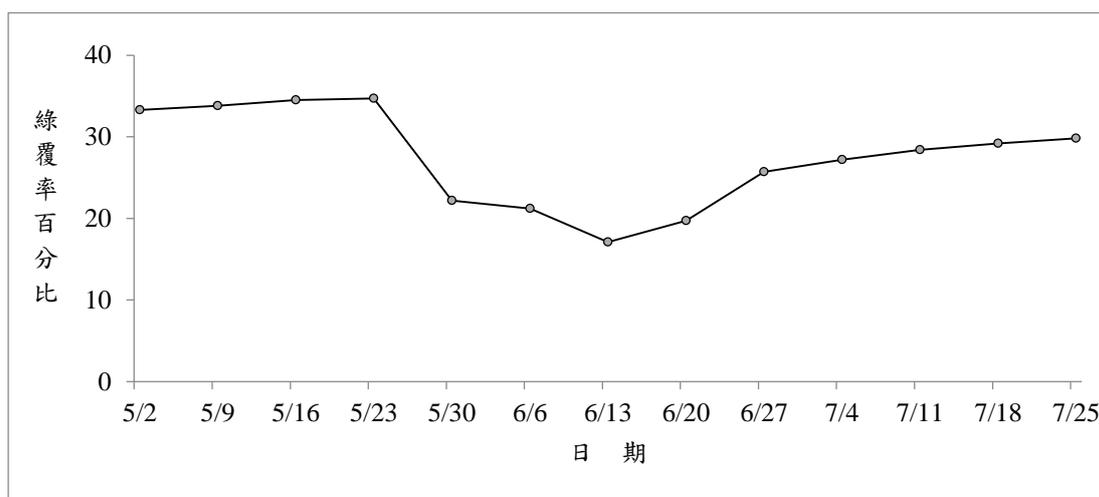


圖 4-1-7 夏季不澆水櫻吹雪綠覆率曲線圖

表 4-1-9 夏季不澆水櫻吹雪綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	33.3	33.8	34.5	34.7	22.2	21.2	17.1	19.7	25.7	27.2	28.4	29.2	29.8

表 4-1-10 夏季不澆水櫻吹雪照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	33.3%		104 年 06 月 13 日	17.1%	
104 年 05 月 09 日	33.8%		104 年 06 月 20 日	19.7%	
104 年 05 月 16 日	34.5%		104 年 06 月 27 日	25.7%	
104 年 05 月 23 日	34.7%		104 年 07 月 04 日	27.2%	
104 年 05 月 30 日	22.2%		104 年 07 月 11 日	28.4%	
104 年 06 月 06 日	21.2%		105 年 07 月 25 日	29.8%	

(六) 霜之朝

由圖 4-1-8 可見，霜之朝在 2015 年 5 月 2 日定植時綠覆率為 51.8%，5 月 30 日之綠覆率已達 83.9%，將近一個月的時間綠覆率成長 32.1%；5 月 30 日至 6 月 13 日期間，剛好雨季停止緊接著高溫氣候，在此時期綠覆率呈現明顯下降，直到 6 月 13 日後綠覆率才又開始成長，截至 7 月 25 日實驗最後一次量測，綠覆率仍保有 77.8%。

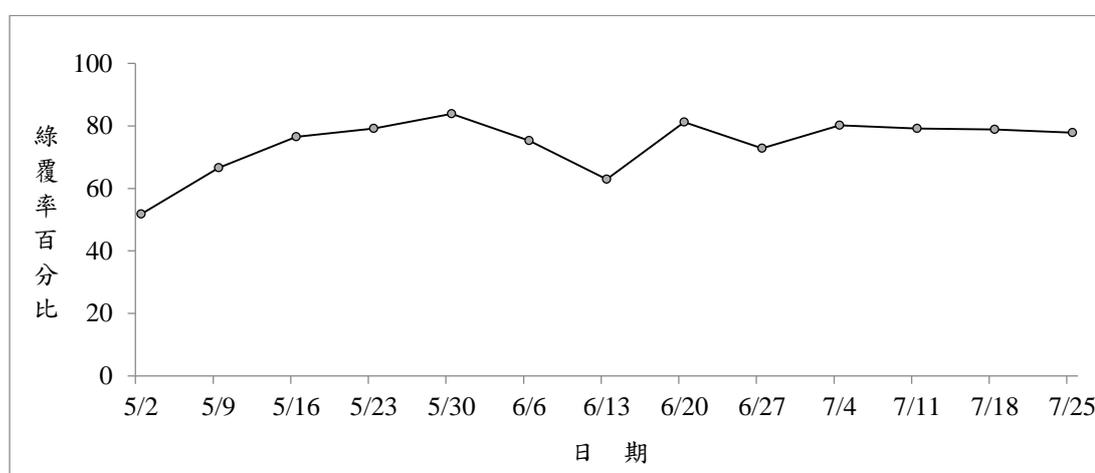


圖 4-1-8 夏季不澆水霜之朝綠覆率曲線圖

表 4-1-11 夏季不澆水霜之朝綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	51.8	66.6	76.5	79.2	83.9	75.3	62.9	81.2	72.8	80.2	79.2	78.8	77.8

表 4-1-12 夏季不澆水霜之朝照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	51.8%		104 年 06 月 13 日	62.9%	
104 年 05 月 09 日	66.6%		104 年 06 月 20 日	81.2%	
104 年 05 月 16 日	76.5%		104 年 06 月 27 日	72.2%	
104 年 05 月 23 日	79.2%		104 年 07 月 04 日	80.2%	
104 年 05 月 30 日	83.9%		104 年 07 月 11 日	79.2%	
104 年 06 月 06 日	75.3%		104 年 07 月 25 日	77.8%	

(七) 乙女心

由圖 4-1-9 可見，乙女心在 2015 年 5 月 2 日定植時綠覆率為 45.6%，至 5 月 23 日綠覆率已達 71.6%，不到一個月的時間綠覆率成長 26.0%；從 5 月 23 日開始，綠覆率曲線開始呈現緩降趨勢，推估應為雨季停止後緊接著高溫氣候所致，6 月 13 日過後，綠覆率持續維持在 55.5% 上下，截至 7 月 25 日實驗最後一次量測，綠覆率仍維持在 55.6%。

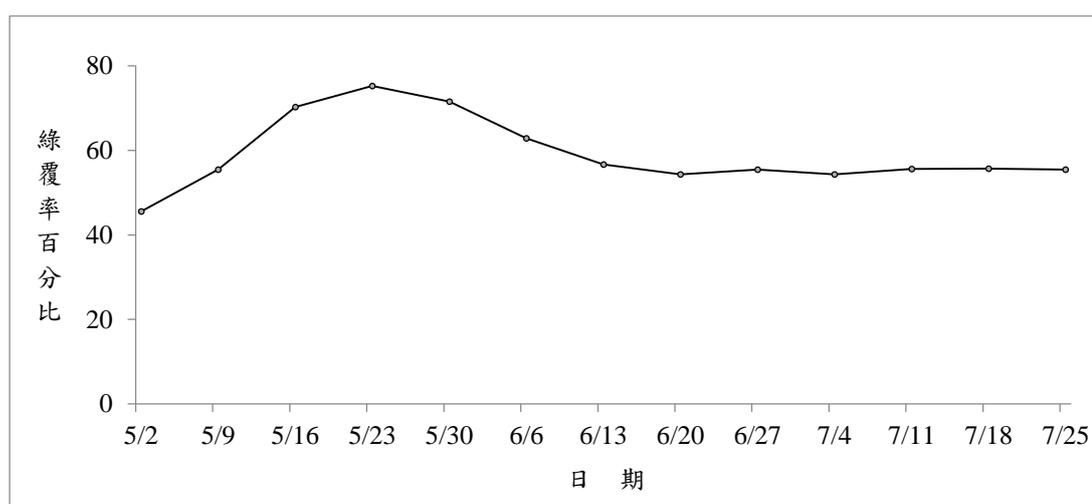


圖 4-1-9 夏季不澆水乙女心綠覆率曲線圖

表 4-1-13 夏季不澆水乙女心綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	45.6	55.5	70.3	75.3	71.6	62.9	56.7	54.3	55.5	54.3	55.6	55.7	55.6

表 4-1-14 夏季不澆水乙女心照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	45.6%		104 年 06 月 13 日	56.7%	
104 年 05 月 09 日	55.5%		104 年 06 月 20 日	54.3%	
104 年 05 月 16 日	70.3%		104 年 06 月 27 日	55.5%	
104 年 05 月 23 日	75.3%		104 年 07 月 04 日	54.3%	
104 年 05 月 30 日	71.5%		104 年 07 月 11 日	55.6%	
104 年 06 月 06 日	62.9%		104 年 07 月 25 日	55.6%	

(八) 蔓蓮

由圖 4-1-10 可見，蔓蓮在 2015 年 5 月 2 日定植時之綠覆率為 46.9%，之後維持正常成長，至 6 月 6 日時綠覆率已成長到 62.9%。然而受高溫炎熱的天氣影響，從 6 月 6 日開始連續三週的時間平均溫度都超過 30°C 以上，而蔓蓮綠覆率亦呈現下降曲線，直到 6 月 27 日綠覆率僅剩 38.2%，顯見夏季氣候不利蔓蓮的生長，在此之後綠覆率亦沒有很大的進展，截至 7 月 25 日實驗最後一次量測，綠覆率仍只有 38.2%。

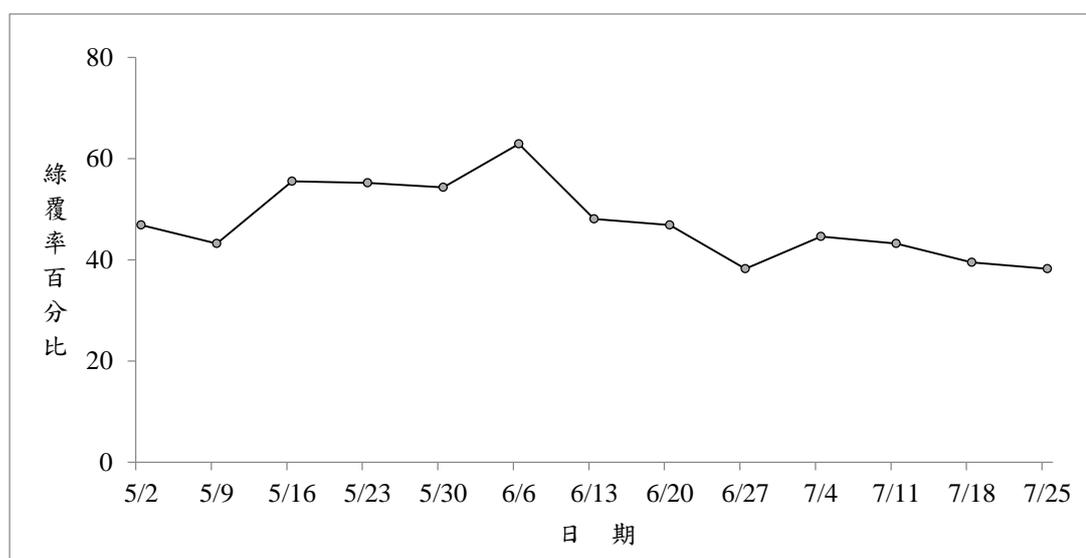


圖 4-1-10 夏季不澆水蔓蓮綠覆率曲線圖

表 4-1-15 夏季不澆水蔓蓮綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	46.9	43.2	55.5	55.2	54.3	62.9	48.1	46.9	38.2	44.6	43.2	39.5	38.2

表 4-1-16 夏季不澆水蔓蓮照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	46.9%		104 年 06 月 13 日	48.1%	
104 年 05 月 09 日	43.2%		104 年 06 月 20 日	46.9%	
104 年 05 月 16 日	55.5%		104 年 06 月 27 日	38.2%	
104 年 05 月 23 日	55.2%		104 年 07 月 04 日	44.6%	
104 年 05 月 30 日	54.3%		104 年 07 月 11 日	43.2%	
104 年 06 月 06 日	62.9%		104 年 07 月 25 日	38.2%	

(九) 七福神

由圖 4-1-11 可見，七福神在 2015 年 5 月 2 日定植初期的綠覆率為 49.0%，至 5 月 30 日時綠覆率已成長至 83.9%；然而此後生長狀況不佳，綠覆率呈現持續下降，至 7 月 25 日實驗最後一次量測時，綠覆率已降至 32.1%。再從氣象資料進行分析，5 月下旬先是梅雨季的來到，緊接著夏季高溫的典型氣候，這些不力於七福神的生長環境，是綠覆率節節下降的主要原因。

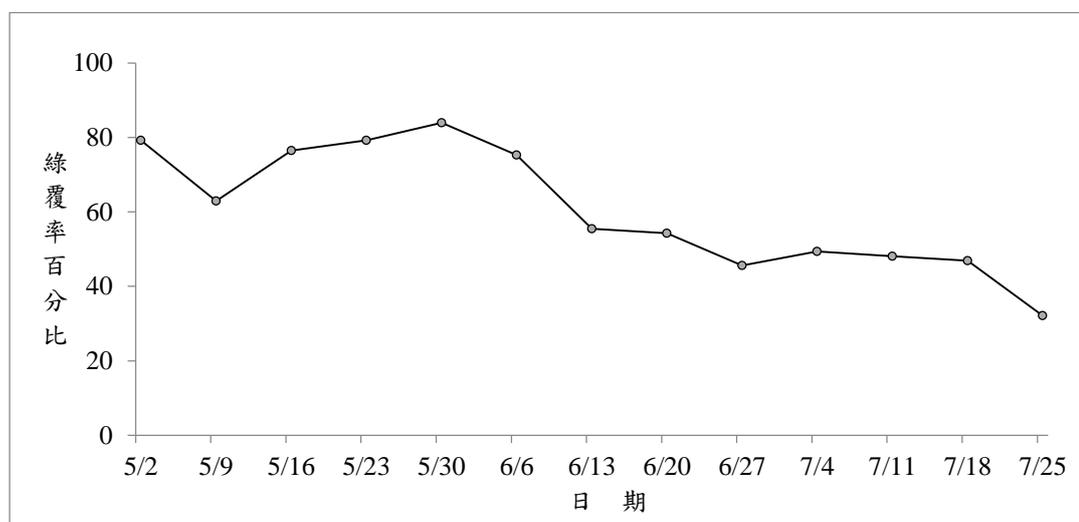


圖 4-1-11 夏季不澆水七福神綠覆率曲線圖

表 4-1-17 夏季不澆水七福神綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	79.2	62.9	76.5	79.2	83.9	75.3	55.5	54.3	45.6	49.4	48.1	46.9	32.1

表 4-1-18 夏季不澆水七福神照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	79.2%		104 年 06 月 13 日	55.5%	
104 年 05 月 09 日	62.9%		104 年 06 月 20 日	54.3%	
104 年 05 月 16 日	76.5%		104 年 06 月 27 日	45.6%	
104 年 05 月 23 日	79.0%		104 年 07 月 04 日	49.4%	
104 年 05 月 30 日	83.9%		104 年 07 月 11 日	48.1%	
104 年 06 月 06 日	75.3%		104 年 07 月 25 日	32.1%	

(十) 子持蓮華

由圖 4-1-12 可見，子持蓮華在 2015 年 5 月 2 日定植時的綠覆率為 37.0%，至 5 月 16 日時綠覆率已達 46.9%，然而從 5 月下旬梅雨季節開始一直到梅雨季後氣溫上升，夏季炎熱而高溫，子持蓮華的綠覆率也因此呈現明顯下降趨勢，截至 7 月 25 日最後量測時，綠覆率僅有 1.2%。

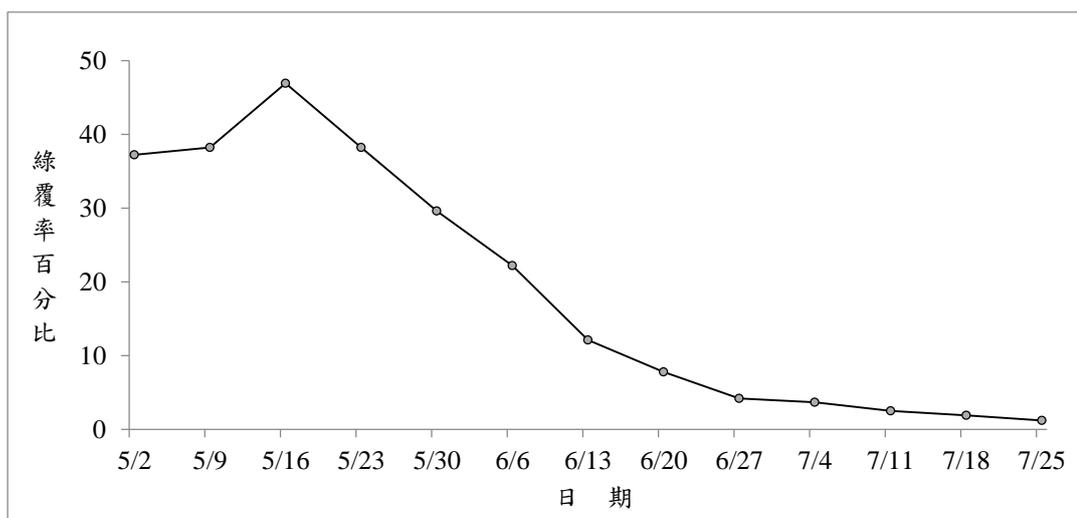


圖 4-1-12 夏季不澆水子持蓮華綠覆率曲線圖

表 4-1-19 夏季不澆水子持蓮華綠覆率紀錄表

日期	2015												
	5/2	5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25
綠覆率 (%)	37.2	38.2	46.9	38.2	29.6	22.2	12.1	7.8	4.2	3.7	2.5	1.9	1.2

表 4-1-20 夏季不澆水子持蓮華照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 05 月 02 日	37.0%		104 年 06 月 13 日	12.1%	
104 年 05 月 09 日	38.2%		104 年 06 月 20 日	7.0%	
104 年 05 月 16 日	46.9%		104 年 06 月 27 日	3.7%	
104 年 05 月 23 日	38.2%		104 年 07 月 04 日	3.7%	
104 年 05 月 30 日	29.6%		104 年 07 月 11 日	2.5%	
104 年 06 月 06 日	22.2%		104 年 07 月 25 日	1.2%	

冬季連續 3 個月不澆水

第二階段冬季栽植對多肉植物生長之影響實驗為期三個月，自 2015 年 12 月 4 日開始，至 2016 年 2 月 26 日實驗結束，係以不澆灌方式探討多肉植物在冬季環境下，對多肉植物生長之影響。實驗共計 10 種多肉植物，實驗盆數總數量為 10 盤 90 小盆。

(一) 十二之卷

如圖 4-1-13，十二之卷在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 51.85%，經過一星期後觀察，綠覆率成長到 66.04%；持續每週一次觀察，其綠覆率一直維持在 65% 上下。值得注意的是，在 2016 年 1 月 28 日氣溫驟降至 5℃，十二之卷葉片較之前顯得萎縮包覆，生長略顯停滯，因此在 2 月 5 日所量測的綠覆率下降至 61.72%，之後氣溫回升，綠覆率亦有所成長，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率仍維持在 64.81%。

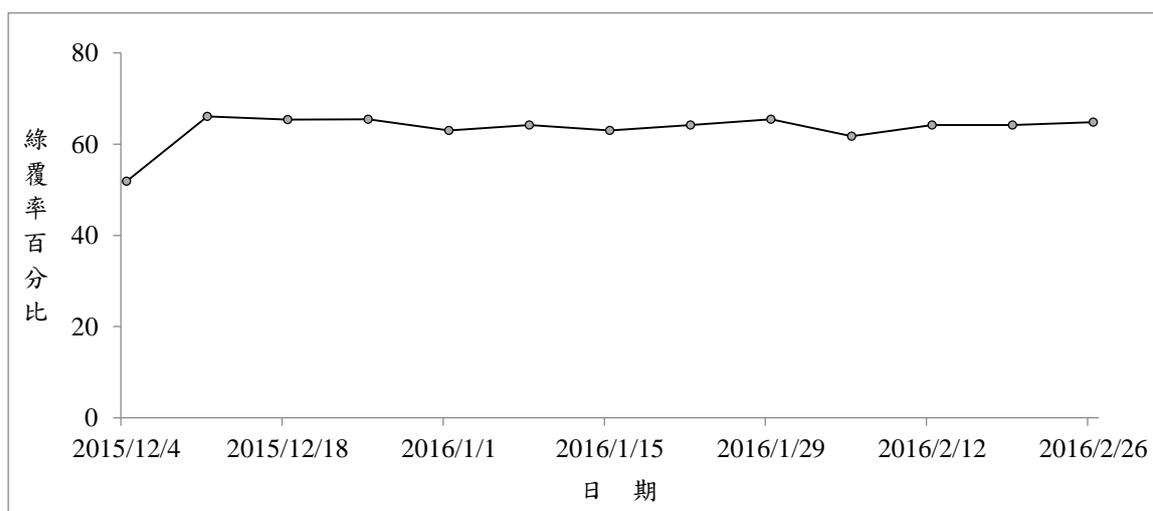


圖 4-1-13 冬季不澆水十二之卷綠覆率曲線圖

表 4-1-21 冬季不澆水十二之卷綠覆率紀錄表

日期	2015					2016								
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26	
綠覆率 (%)	51.85	66.04	65.37	65.43	62.96	64.19	62.96	64.19	65.43	61.72	64.19	64.19	64.81	

表 4-1-22 冬季不澆水十二之卷照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	51.85%		105 年 01 月 15 日	62.96%	
104 年 12 月 11 日	66.04%		105 年 01 月 22 日	64.19%	
104 年 12 月 18 日	65.37%		105 年 01 月 29 日	65.43%	
104 年 12 月 25 日	65.43%		105 年 02 月 05 日	61.72%	
105 年 01 月 01 日	62.96%		105 年 02 月 12 日	64.19%	
105 年 01 月 08 日	64.19%		105 年 02 月 26 日	64.81%	

(二) 黑王子

如圖 4-1-14 可見，黑王子在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 37.03%，一週後在 12 月 11 日觀察其綠覆率已成長至 51.85%，至 12 月 18 日其綠覆率已成長至 65.43%；之後因為時序已進入冬季，氣溫下降，植物生長出現停滯，葉片開始包覆，綠覆率因此呈現緩降。由於冬季氣溫持續降低，至一月中旬時氣溫驟降至 10°C 以下，葉片持續包覆，2016 年 1 月 15 日量測其綠覆率已降至 48.14%，爾後氣溫回升至 10°C 以上，綠覆率才因此呈現緩慢成長，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，黑王子的綠覆率已成長至 56.79%。

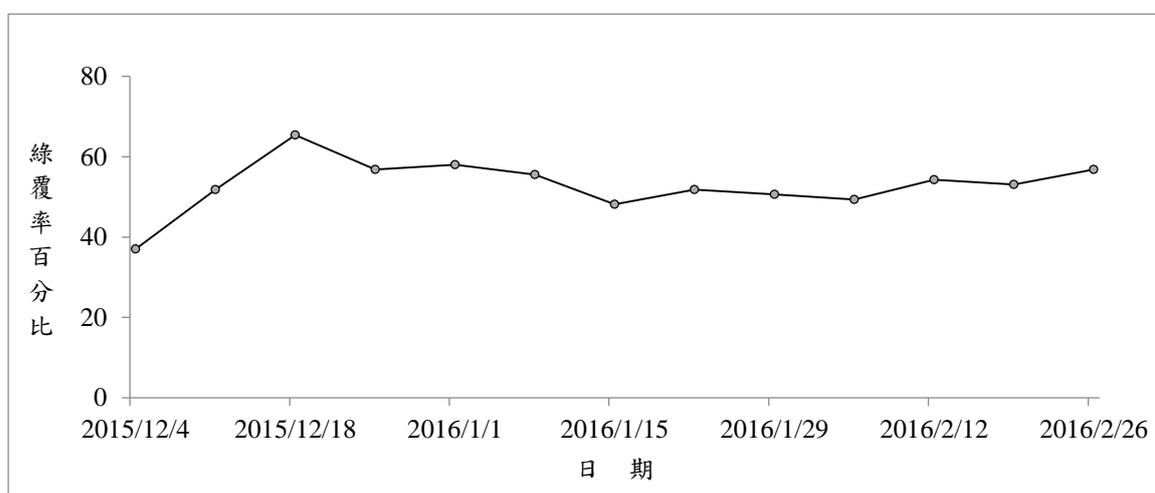


圖 4-1-14 冬季不澆水黑王子綠覆率曲線圖

表 4-1-23 冬季不澆水黑王子綠覆率紀錄表

日期	2015				2016								
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	37.03	51.85	65.43	56.79	58.02	55.55	48.14	51.85	50.61	49.38	54.32	53.08	56.79

表 4-1-24 冬季不澆水黑王子照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	37.03%		105 年 01 月 15 日	48.14%	
104 年 12 月 11 日	51.85%		105 年 01 月 22 日	51.85%	
104 年 12 月 18 日	65.43%		105 年 01 月 29 日	50.61%	
104 年 12 月 25 日	56.79%		105 年 02 月 05 日	49.38%	
105 年 01 月 01 日	58.02%		105 年 02 月 12 日	54.32%	
105 年 01 月 08 日	55.55%		105 年 02 月 26 日	56.79%	

(三) 老樂

如圖 4-1-15 可見，老樂在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 37.03%，維持 5 週持續成長，在 2016 年 1 月 8 日時綠覆率已成長至 55.55%；直到一月中旬過後氣溫開始下降，景天科葉片開始包覆，綠覆率在 1 月 15 日量測的數據為 43.2%，顯示低溫時老樂生長停滯，爾後氣溫回升至 10°C 以上，綠覆率才又因此呈現緩慢成長，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，老樂綠覆率達 44.44%。

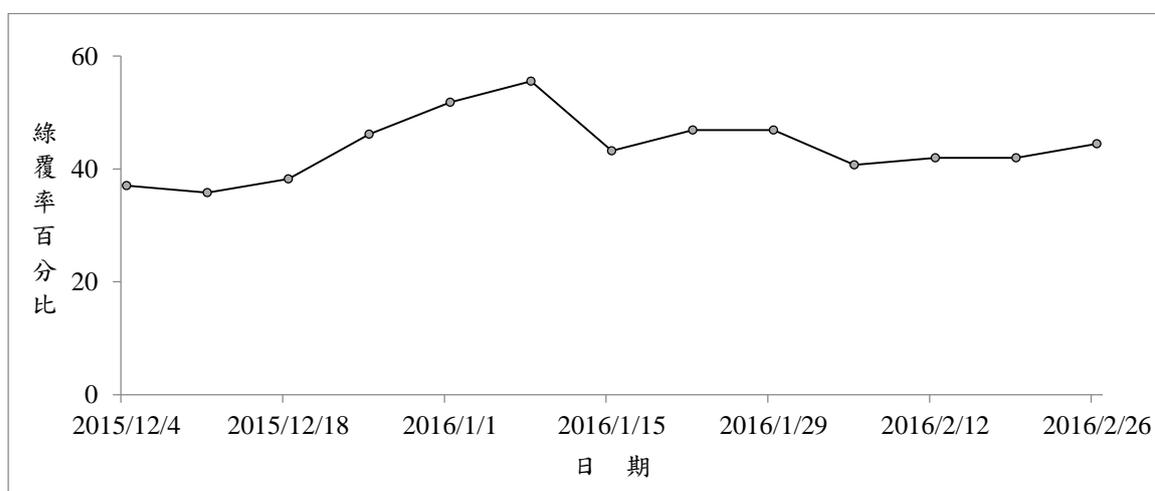


圖 4-1-15 冬季不澆水老樂綠覆率曲線圖

表 4-1-25 冬季不澆水老樂綠覆率紀錄表

日期	2015					2016							
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	37.03	35.08	38.27	46.19	51.85	55.55	43.20	46.91	46.91	40.74	41.97	41.97	44.44

表 4-1-26 冬季不澆水老樂照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	37.03%		105 年 01 月 15 日	43.2%	
104 年 12 月 11 日	35.8%		105 年 01 月 22 日	46.91%	
104 年 12 月 18 日	38.27%		105 年 01 月 29 日	46.91%	
104 年 12 月 25 日	46.19%		105 年 02 月 05 日	40.74%	
105 年 01 月 01 日	51.85%		105 年 02 月 12 日	41.97%	
105 年 01 月 08 日	55.55%		105 年 02 月 26 日	44.44%	

(四) 白閃冠

如圖 4-1-16 可見，白閃冠於 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 18.02%，之後成長速度相當緩慢，在觀察第七週後於 2016 年 1 月 22 日時綠覆率已達 22.22%；從曲線圖中可以發現白閃冠的生長曲線在 1 月 29 日過後較明顯，從氣象資料上分析，應與氣溫回升以及濕度較高有關，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，白閃冠綠覆率為 25.92%。

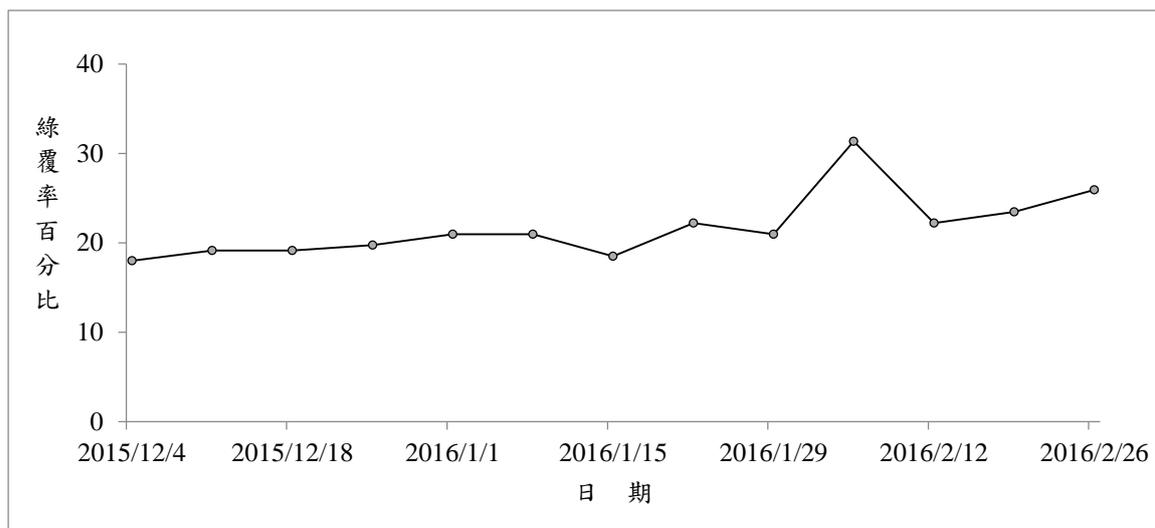


圖 4-1-16 冬季不澆水白閃冠綠覆率曲線圖

表 4-1-27 冬季不澆水白閃冠綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	18.02	19.13	19.13	19.75	20.98	20.98	18.51	22.22	20.98	31.37	22.22	23.45	25.92

表 4-1-28 冬季不澆水白閃冠照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	18.02%		105 年 01 月 15 日	18.51%	
104 年 12 月 11 日	19.13%		105 年 01 月 22 日	22.22%	
104 年 12 月 18 日	19.13%		105 年 01 月 29 日	20.98%	
104 年 12 月 25 日	19.75%		105 年 02 月 05 日	30.37%	
105 年 01 月 01 日	20.98%		105 年 02 月 12 日	22.22%	
105 年 01 月 08 日	20.98%		105 年 02 月 26 日	25.92%	

(五) 櫻吹雪

如圖 4-1-17 可見，櫻吹雪在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 24.69%，爾後維持正常成長，即使溫度驟降櫻吹雪仍生長穩定，截至 2016 年 2 月 26 日實驗最後一次量測，櫻吹雪綠覆率為 33.95%，整體實驗期間綠覆率成長 8.26%，屬穩健成長之植栽，對環境耐受性亦較強。

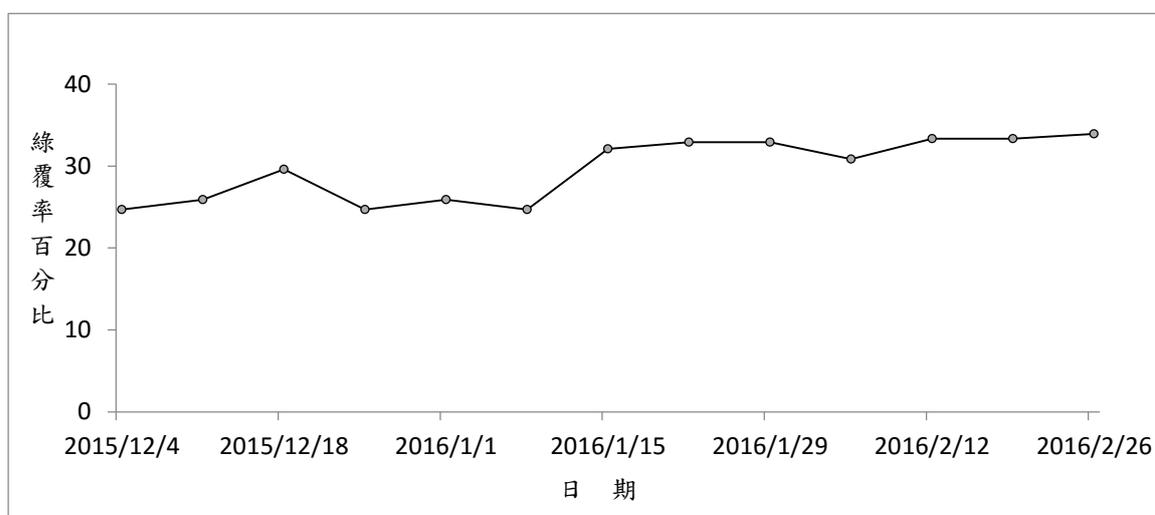


圖 4-1-17 冬季不澆水櫻吹雪綠覆率曲線圖

表 4-1-29 冬季不澆水櫻吹雪綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	24.69	25.92	29.62	24.69	25.92	24.69	32.09	32.92	32.92	30.86	33.33	33.33	33.95

表 4-1-30 冬季不澆水櫻吹雪照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	24.69%		105 年 01 月 15 日	32.09%	
104 年 12 月 11 日	25.92%		105 年 01 月 22 日	32.92%	
104 年 12 月 18 日	29.62%		105 年 01 月 29 日	32.92%	
104 年 12 月 25 日	24.69%		105 年 02 月 05 日	30.86%	
105 年 01 月 01 日	25.92%		105 年 02 月 12 日	33.33%	
105 年 01 月 08 日	24.69%		105 年 02 月 26 日	33.95%	

(六) 霜之朝

如圖4-1-18可見，霜之朝在2015年12月4日定植時綠覆率為24.07%，在2016年1月1日時綠覆率已達53.08%，之後由於氣溫下降又逢下雨，空氣中相對溼度提高，使得其中一枝植株葉面潮濕而爛根，於1月8日量測其綠覆率已驟降至38.27%，綠覆率於一周間減少14.81%；之後由於冬季平均氣溫偏低，霜之朝生長近乎停滯，截至2月26日實驗最後一次量測，霜之朝綠覆率為35.80%。

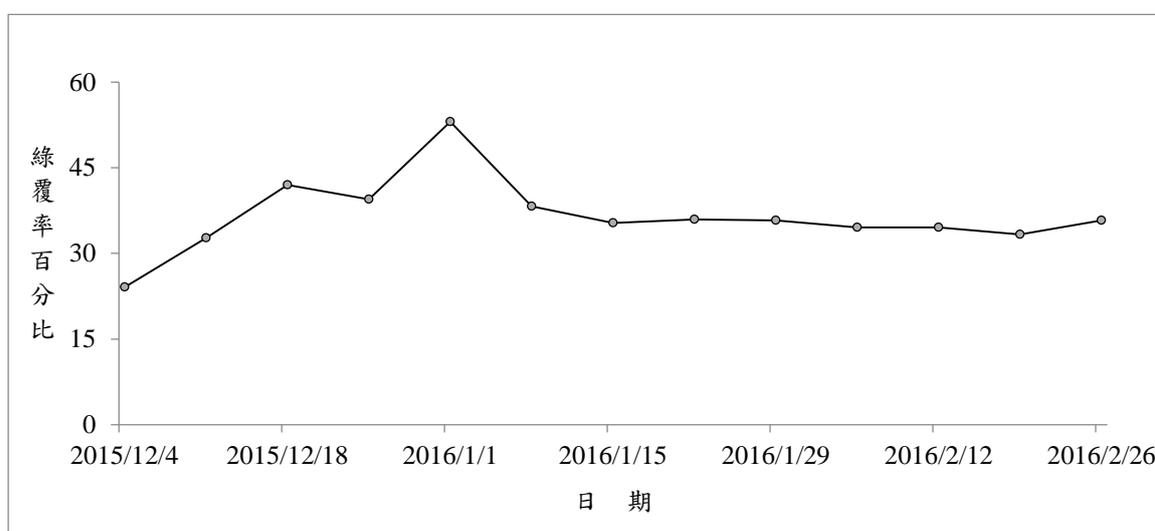


圖 4-1-18 冬季不澆水霜之朝綠覆率曲線圖

表 4-1-31 冬季不澆水霜之朝綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	24.07	32.71	41.97	39.05	53.08	38.27	35.36	35.97	35.08	34.56	34.56	33.33	35.80

表 4-1-32 冬季不澆水霜之朝照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	24.07%		105 年 01 月 15 日	35.36%	
104 年 12 月 11 日	32.71%		105 年 01 月 22 日	35.97%	
104 年 12 月 18 日	41.97%		105 年 01 月 29 日	35.8%	
104 年 12 月 25 日	39.5%		105 年 02 月 05 日	34.56%	
105 年 01 月 01 日	53.08%		105 年 02 月 12 日	34.56%	
105 年 01 月 08 日	38.27%		105 年 02 月 26 日	35.8%	

(七) 乙女心

如圖 4-1-19 可見，乙女心在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 27.77%，爾後維持穩健成長，截至 2016 年 2 月 26 日實驗最後一次量測，乙女心綠覆率為 43.21%，整體實驗期間綠覆率成長 15.51%，較不受冬季低溫及濕度而影響其生長。

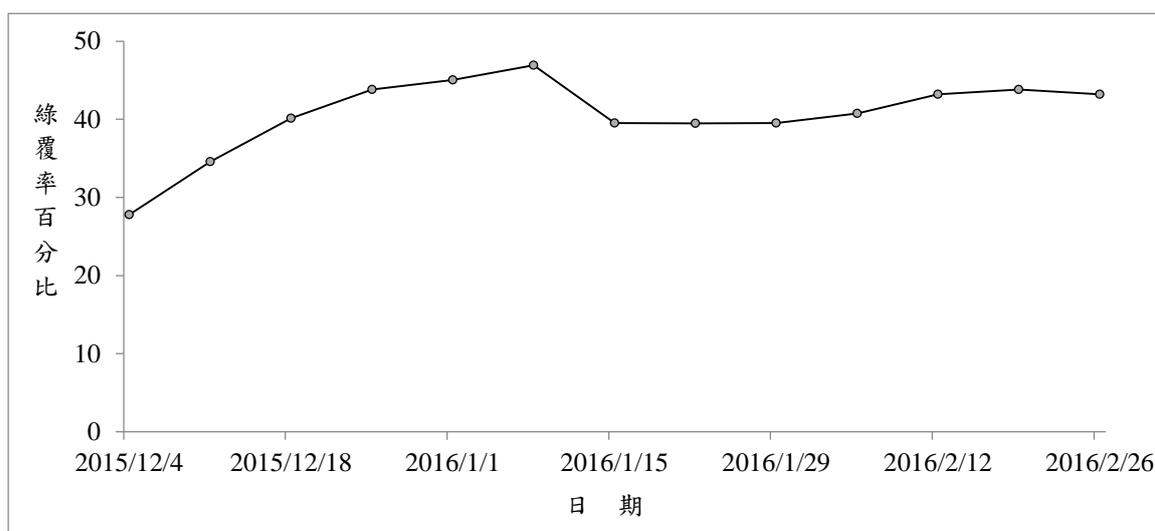


圖 4-1-19 冬季不澆水乙女心綠覆率曲線圖

表 4-1-33 冬季不澆水乙女心綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	27.77	34.57	40.12	43.82	45.06	46.91	39.51	39.05	39.51	40.74	43.20	43.82	43.21

表 4-1-34 冬季不澆水乙女心照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	27.77%		105 年 01 月 15 日	39.51%	
104 年 12 月 11 日	34.57%		105 年 01 月 22 日	39.5%	
104 年 12 月 18 日	40.12%		105 年 01 月 29 日	39.51%	
104 年 12 月 25 日	43.82%		105 年 02 月 05 日	40.74%	
105 年 01 月 01 日	45.06%		105 年 02 月 12 日	43.2%	
105 年 01 月 08 日	46.91%		105 年 02 月 26 日	43.21%	

(八) 蔓蓮

如圖 4-1-20 可見，蔓蓮在綠覆率的生長曲線起伏較為明顯，於 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 16.66%，至 12 月 18 日時綠覆率為 29.01%，在 12 月中下旬後因氣溫下降，使得植株葉片開始往內收縮而包覆，因此於 12 月 25 日時綠覆率已下降至 17.82%，爾後植株才又開始成長，截至 2016 年 2 月 26 日實驗最後一次量測，蔓蓮綠覆率為 36.42%，於整體實驗期間綠覆率成長 19.76%。

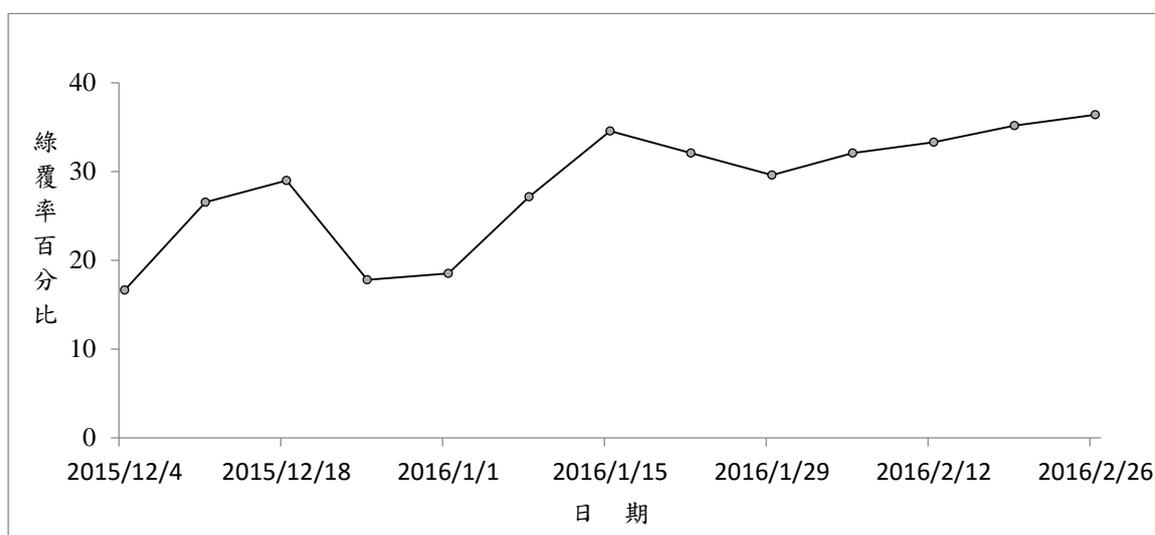


圖 4-1-20 冬季不澆水蔓蓮綠覆率曲線圖

表 4-1-35 冬季不澆水蔓蓮綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	16.66	26.54	29.01	17.82	18.51	27.16	34.56	32.09	29.62	32.09	33.33	35.18	36.42

表 4-1-36 冬季不澆水蔓蓮照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	16.66%		105 年 01 月 15 日	34.56%	
104 年 12 月 11 日	26.54%		105 年 01 月 22 日	32.09%	
104 年 12 月 18 日	29.01%		105 年 01 月 29 日	29.62%	
104 年 12 月 25 日	17.82%		105 年 02 月 05 日	32.09%	
105 年 01 月 01 日	18.51%		105 年 02 月 12 日	33.33%	
105 年 01 月 08 日	27.16%		105 年 02 月 26 日	36.42%	

(九) 七福神

如圖 4-1-21，七福神在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 28.39%，之後呈現穩定成長，至 2016 年 1 月 1 日時綠覆率達 43.2%；爾後，因冬季低溫，氣溫開始下降至 20 度 C 以下，七福神成長趨於緩慢，截至 2016 年 2 月 26 日實驗最後一次量測，七福神綠覆率為 40.74%，於整體實驗期間綠覆率成長 12.35%。

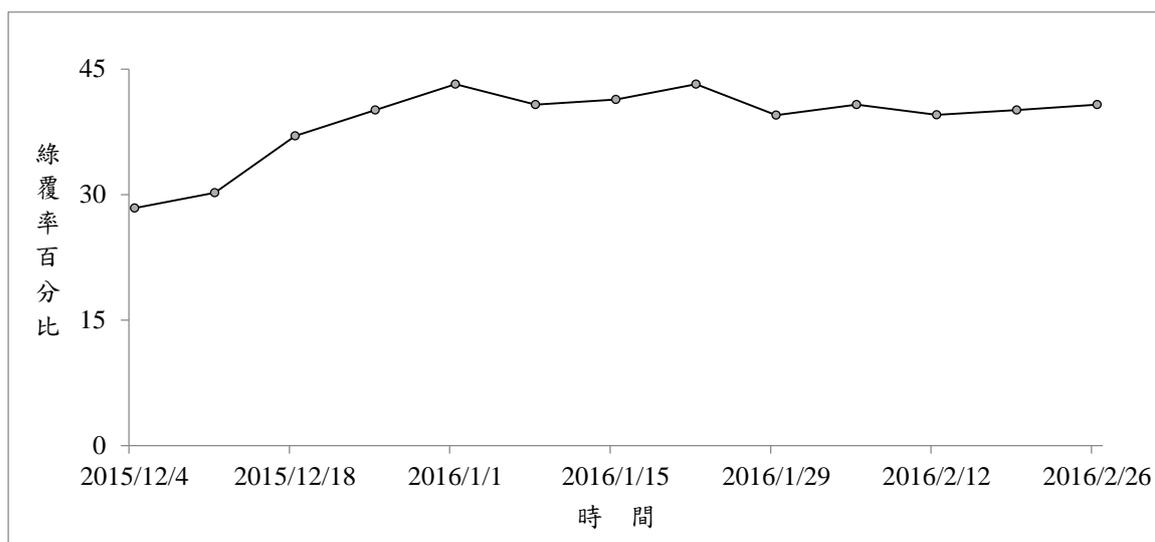


圖 4-1-21 冬季不澆水七福神綠覆率曲線圖

表 4-1-37 冬季不澆水七福神綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	28.39	30.24	37.03	40.12	43.2	40.74	41.35	43.2	39.51	40.74	39.52	40.12	40.74

表 4-1-38 冬季不澆水七福神照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	28.39%		105 年 01 月 15 日	41.35%	
104 年 12 月 11 日	30.24%		105 年 01 月 22 日	43.2%	
104 年 12 月 18 日	37.03%		105 年 01 月 29 日	39.51%	
104 年 12 月 25 日	40.12%		105 年 02 月 05 日	40.74%	
105 年 01 月 01 日	43.2%		105 年 02 月 12 日	39.52%	
105 年 01 月 08 日	40.74%		105 年 02 月 26 日	40.74%	

(十) 子持蓮華

如圖 4-1-22，子持蓮華在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 93.12%，至 12 月 25 日時綠覆率達 101.23%；爾後，因冬季低溫，氣溫開始下降至 20 度 C 以下，子持蓮華生長趨於緩慢，至 2016 年 1 月 22 日綠覆率仍維持有 102.46%。然而於一月下旬觀察發現蟲害，影響生長，截至 2016 年 2 月 26 日最後量測綠覆率已降至 55.57%，並呈現枯黃現象。

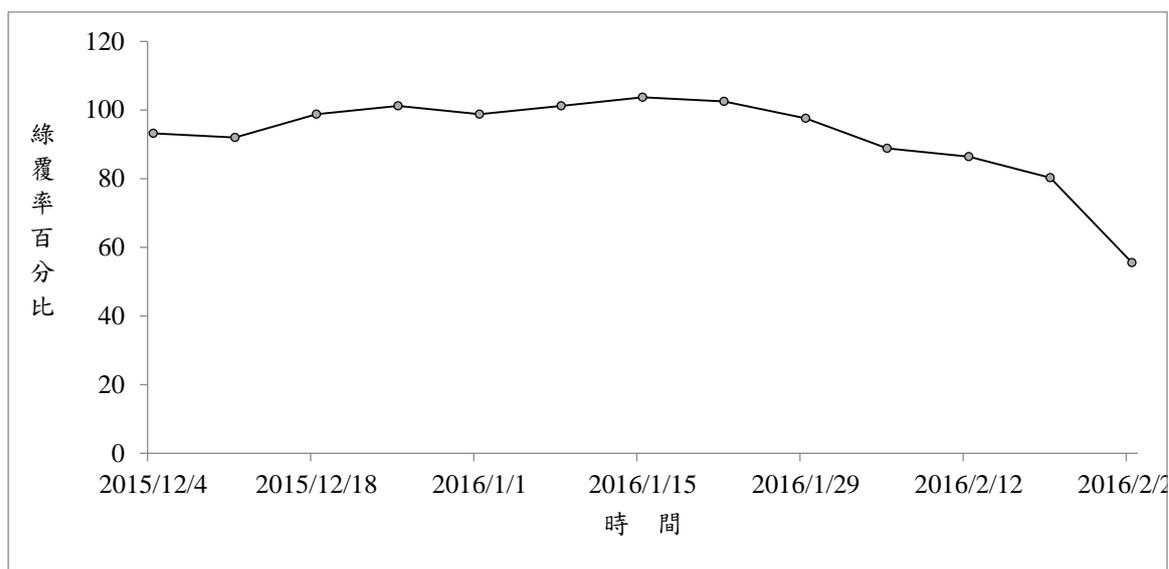


圖 4-1-22 冬季不澆水子持蓮華綠覆率曲線圖

表 4-1-39 冬季不澆水子持蓮華綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	93.21	91.97	98.76	101.23	98.76	101.23	103.71	102.46	97.53	88.87	86.41	80.24	55.57

表 4-1-40 冬季不澆水子持蓮華照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104年12月04日	93.21%		105年01月15日	103.7%	
104年12月11日	91.97%		105年01月22日	102.6%	
104年12月18日	98.76%		105年01月29日	97.53%	
104年12月25日	101.23%		105年02月05日	88.87%	
105年01月01日	98.76%		105年02月12日	86.41%	
105年01月08日	101.2%		105年02月26日	55.57%	

三冬季月澆灌一次

第二階段冬季栽植對多肉植物生長之影響實驗為期三個月，自 2015 年 12 月 4 日開始，至 2016 年 2 月 26 日實驗結束，探討多肉植物在冬季環境下，每月澆水一次對多肉植物生長之影響。實驗共計 10 種多肉植物，實驗盆數總數量為 10 盤 90 小盆。

(一) 十二之卷

如圖 4-1-23，十二之卷在 2015 年 12 月 04 日定植時綠覆率為 56.79%，持續每週一次觀察，維持正常成長，綠覆率在 2016 年 1 月 15 日達到 75.31%；之後因為氣溫驟降，十二之卷葉片較之前顯得萎縮包覆，成長停滯，率覆率略為下降，在 2 月 5 日量測之綠覆率為 69.13%，爾後，氣溫回升，綠覆率亦有所成長，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率為 72.83%。

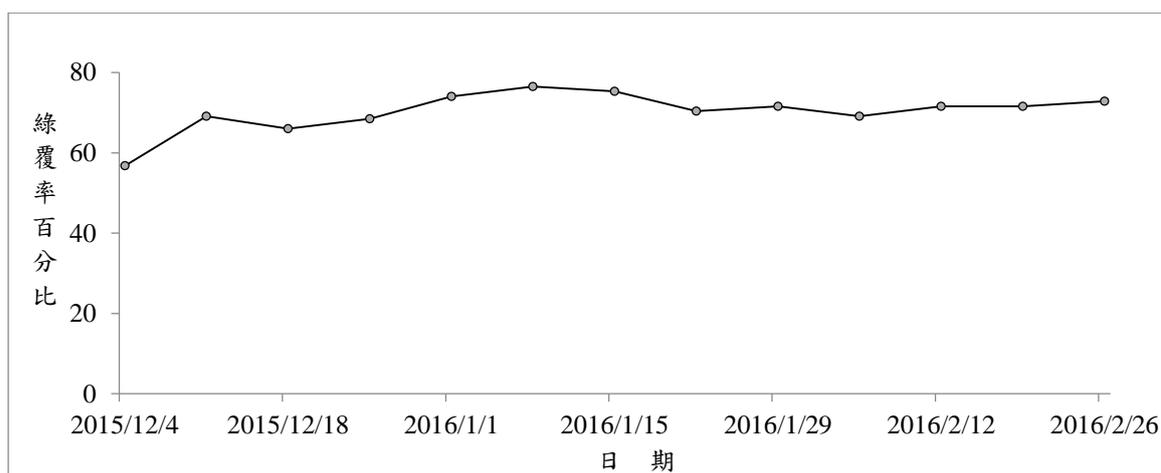


圖 4-1-23 冬季澆水十二之卷綠覆率曲線圖

表 4-1-41 冬季澆水十二之卷綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	56.79	69.14	66.04	68.51	74.07	76.54	75.31	70.37	71.61	69.13	71.61	71.62	72.83

表 4-1-42 冬季澆水十二之卷照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	56.79%		105 年 01 月 15 日	75.31%	
104 年 12 月 11 日	69.14%		105 年 01 月 22 日	70.37%	
104 年 12 月 18 日	66.04%		105 年 01 月 29 日	71.61%	
104 年 12 月 25 日	68.51%		105 年 02 月 05 日	69.13%	
105 年 01 月 01 日	74.07%		105 年 02 月 12 日	71.61%	
105 年 01 月 08 日	76.54%		105 年 02 月 26 日	72.83%	

(二) 黑王子

如圖 4-1-24, 黑王子在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 44.45%, 12 月 18 日綠覆率達 64.19%, 12 月下旬綠覆率開始緩慢下降, 比對氣象資料分析, 這時候因為氣溫開始降至 20°C 以下, 植株的生長停止, 葉片往內包覆內縮, 使其綠覆率些微下降, 這樣的情形持續至 2016 年 2 月中旬, 2 月 12 日量測的綠覆率為 49.38%, 爾後, 氣溫回升, 綠覆率亦有所成長, 截至 2 月 26 日實驗最後一次量測, 綠覆率成長至 53.08%。

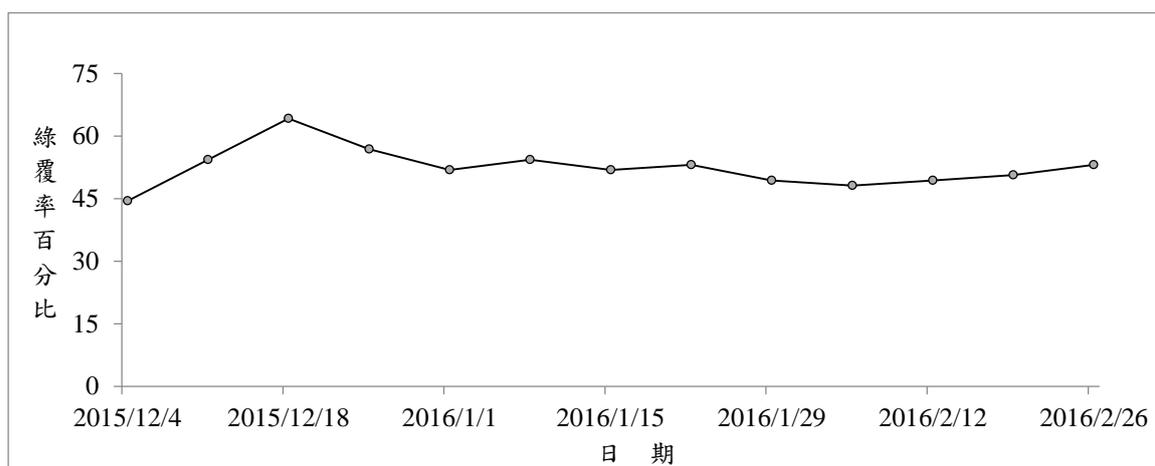


圖 4-1-24 冬季澆水黑王子綠覆率曲線圖

表 4-1-43 冬季澆水黑王子綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	44.45	54.32	64.19	56.87	51.85	54.32	51.84	53.08	49.38	48.14	49.38	50.61	53.08

表 4-1-44 冬季澆水黑王子照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	44.45%		105 年 01 月 15 日	51.84%	
104 年 12 月 11 日	54.32%		105 年 01 月 22 日	53.08%	
104 年 12 月 18 日	64.19%		105 年 01 月 29 日	49.38%	
104 年 12 月 25 日	56.87%		105 年 02 月 05 日	48.14%	
105 年 01 月 01 日	51.85%		105 年 02 月 12 日	49.38%	
105 年 01 月 08 日	54.32%		105 年 02 月 26 日	53.08%	

(三) 老樂

如圖 4-1-25，老樂在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 36.25%，之後呈穩定成長，2016 年 1 月 8 日綠覆率已達 54.32%；由於 2016 年 1 月中旬氣溫驟降創近十年新低溫，植株的生長因此停滯，葉片內縮包覆，綠覆率下降，爾後氣溫回升，綠覆率亦有所成長，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率成長至 53.08%。

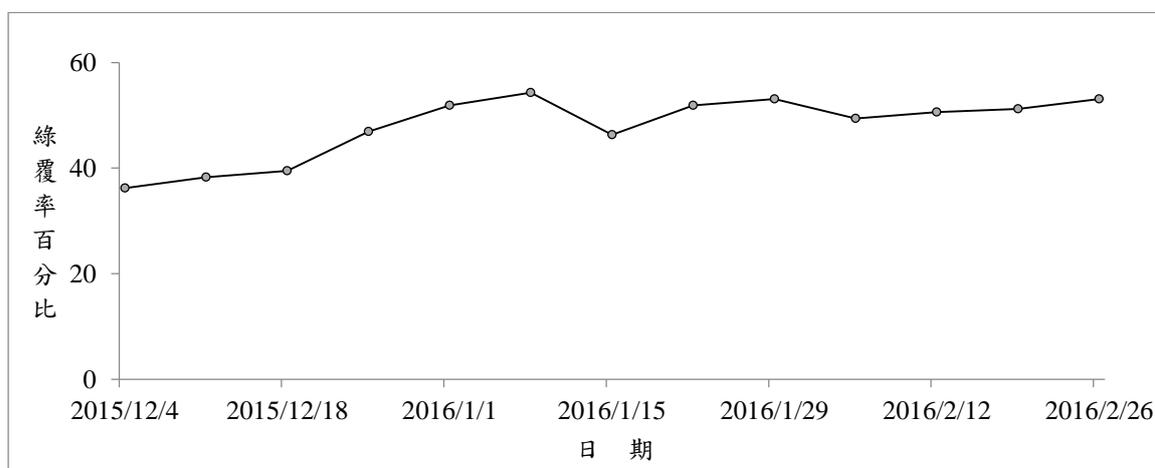


圖 4-1-25 冬季澆水老樂綠覆率曲線圖

表 4-1-45 冬季澆水老樂綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	36.25	38.27	39.51	46.91	51.85	54.32	46.29	51.85	53.09	49.38	50.61	51.21	53.08

表 4-1-46 冬季澆水老樂照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	36.25%		105 年 01 月 15 日	46.29%	
104 年 12 月 11 日	38.27%		105 年 01 月 22 日	51.85%	
104 年 12 月 18 日	39.51%		105 年 01 月 29 日	53.09%	
104 年 12 月 25 日	46.91%		105 年 02 月 05 日	49.38%	
105 年 01 月 01 日	51.85%		105 年 02 月 12 日	50.61%	
105 年 01 月 08 日	54.32%		105 年 02 月 26 日	53.08%	

(四) 白閃冠

如圖 4-1-26，白閃冠在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 16.12%，12 月 18 日時綠覆率達 20.37%；然而因為 12 月下旬氣溫下降開始降至 20°C 以下，植物生長停滯，葉片開始包覆緊縮，綠覆率在 2016 年 1 月 15 日下降至 18.51%，爾後氣溫回升，綠覆率亦有所成長，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率成長至 25.31%。

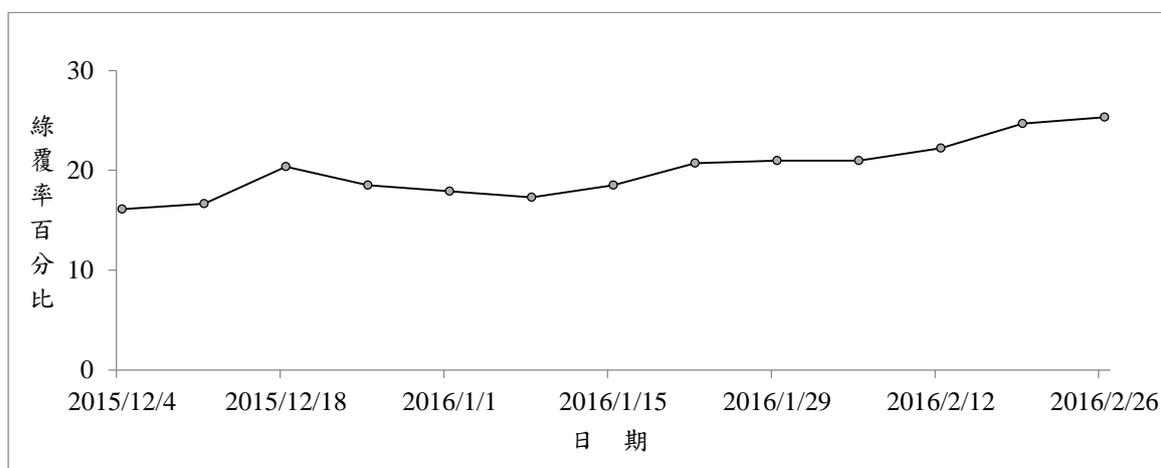


圖 4-1-26 冬季澆水白閃冠綠覆率曲線圖

表 4-1-47 冬季澆水白閃冠綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	16.12	16.67	20.37	18.51	17.91	17.28	18.51	20.73	20.98	20.98	22.22	24.69	25.31

表 4-1-48 冬季澆水白閃冠照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	16.12%		105 年 01 月 15 日	18.51%	
104 年 12 月 11 日	16.67%		105 年 01 月 22 日	20.73%	
104 年 12 月 18 日	20.37%		105 年 01 月 29 日	20.98%	
104 年 12 月 25 日	18.51%		105 年 02 月 05 日	20.98%	
105 年 01 月 01 日	17.91%		105 年 02 月 12 日	22.22%	
105 年 01 月 08 日	17.28%		105 年 02 月 26 日	25.31%	

(五) 櫻吹雪

如圖 4-1-27，櫻吹雪在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率 19.75%，到 2016 年 1 月 8 日綠覆率已穩定成長至 28.39%；然而因為一月中旬氣溫開始下降至 10°C 以下，植株成長停滯，葉片內縮包覆，綠覆率開始下降，至 2016 年 1 月 15 日綠覆率降至 24.69%。爾後，氣溫慢慢回升，生長開始提升，綠覆率亦隨之上升，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率成長至 29.01%。

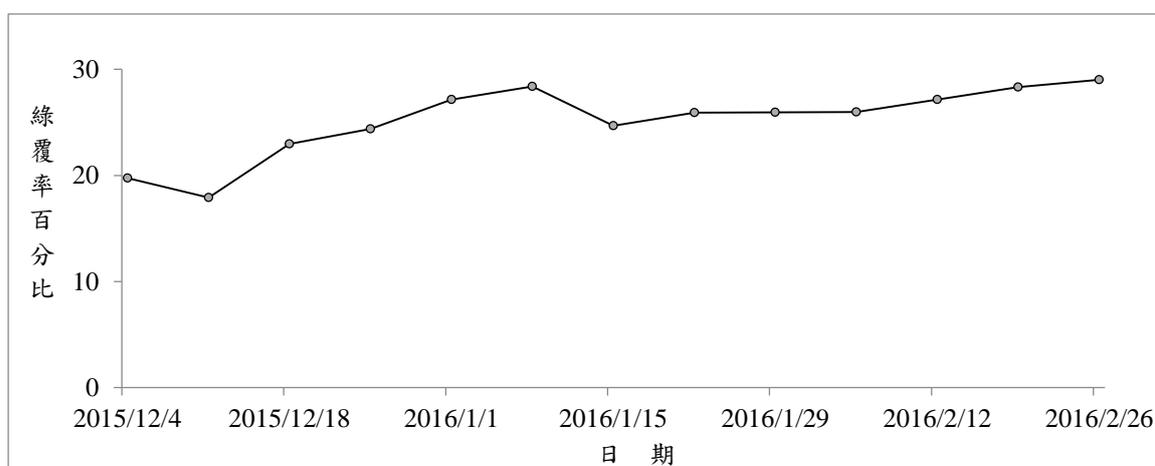
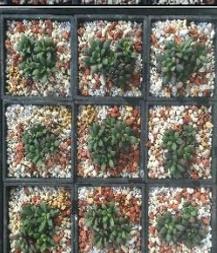


圖 4-1-27 冬季澆水櫻吹雪綠覆率曲線圖

表 4-1-50 冬季澆水櫻吹雪綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	19.75	17.91	22.96	24.38	27.16	28.39	24.69	25.92	25.94	25.98	27.16	28.31	29.01

表 4-1-50 冬季澆水櫻吹雪照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	19.75%		105 年 01 月 15 日	24.69%	
104 年 12 月 11 日	17.91%		105 年 01 月 22 日	25.92%	
104 年 12 月 18 日	22.96%		105 年 01 月 29 日	25.94%	
104 年 12 月 25 日	24.38%		105 年 02 月 05 日	25.98%	
105 年 01 月 01 日	27.16%		105 年 02 月 12 日	27.16%	
105 年 01 月 08 日	28.39%		105 年 02 月 26 日	29.01%	

(六) 霜之朝

如圖 4-1-28，霜之朝於 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率 20.37%，到 2016 年 1 月 1 日綠覆率已穩定成長至 51.85%；然而因為一月中旬氣溫開始下降至 10°C 以下，又因為下雨相對溼度超過 90%，在整盤 9 株植裡有 1 株植株根系腐爛萎縮，1 月 15 日測得綠覆率下降至 34.56%，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率為 37.65%

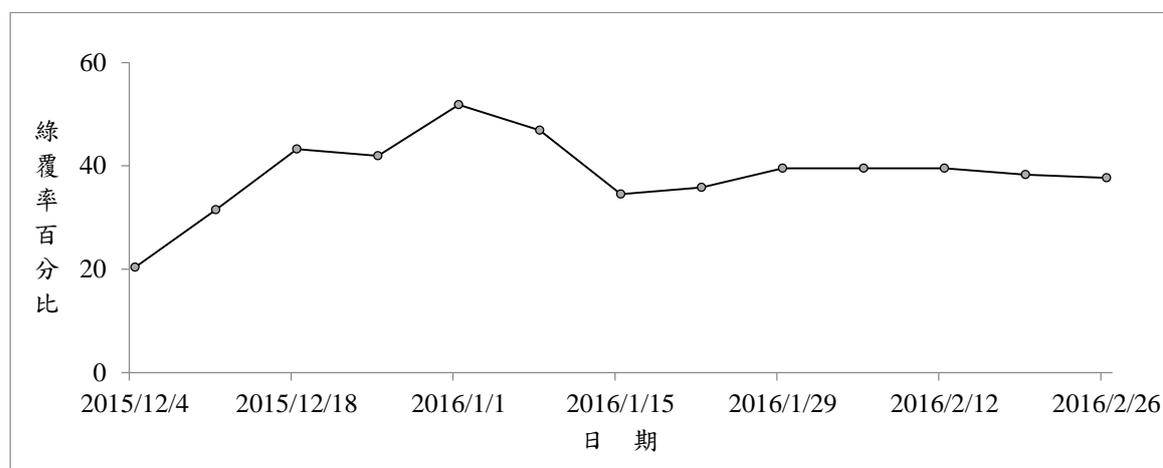


圖 4-1-28 冬季澆水霜之朝綠覆率曲線圖

表 4-1-51 冬季澆水霜之朝綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	20.37	31.48	43.21	41.97	51.85	46.91	34.56	35.80	39.51	39.53	39.56	38.27	37.65

表 4-1-52 冬季澆水霜之朝照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	20.37%		105 年 01 月 15 日	34.56%	
104 年 12 月 11 日	31.48%		105 年 01 月 22 日	35.80%	
104 年 12 月 18 日	43.21%		105 年 01 月 29 日	39.51%	
104 年 12 月 25 日	41.97%		105 年 02 月 5 日	39.53%	
105 年 01 月 01 日	51.85%		105 年 02 月 12 日	39.56%	
105 年 01 月 08 日	46.91%		105 年 02 月 26 日	37.65%	

(七) 乙女心

如圖 4-1-29，乙女心於 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率 29.01%，之後到實驗終了均呈現穩定成長；值得注意的是，於 2016 年 1 月上旬更創下近十年新低溫，但乙女心生長並沒有受到影響，截至 2 月 26 日實驗最後一次量測，綠覆率已達 48.14%，於整個實驗期間綠覆率成長 19.13%。

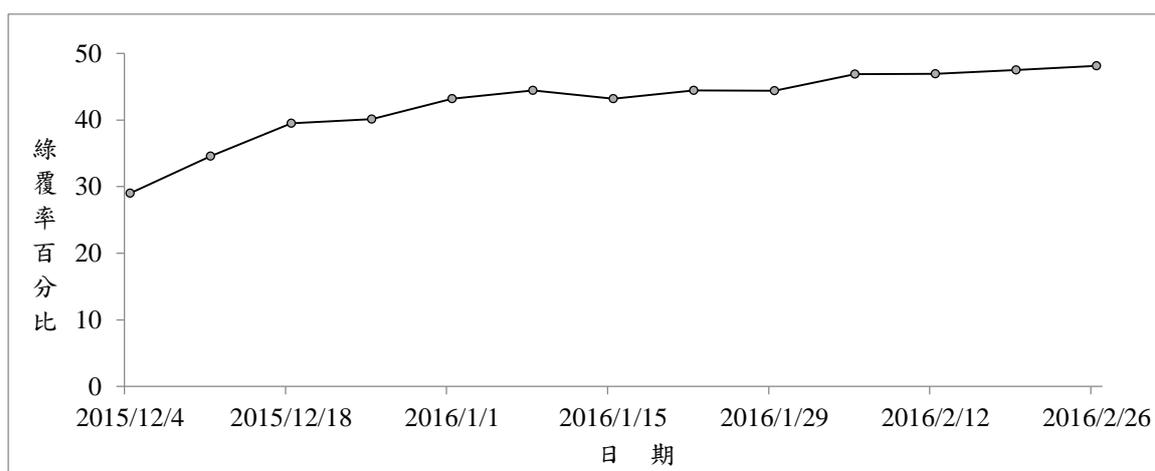


圖 4-1-29 冬季澆水乙女心綠覆率曲線圖

表 4-1-53 冬季澆水乙女心綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	29.01	34.56	39.50	40.12	43.20	44.45	43.21	44.45	44.42	46.91	46.96	47.53	48.14

表 4-1-54 冬季澆水乙女心照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	29.01%		105 年 01 月 15 日	43.21%	
104 年 12 月 11 日	34.56%		105 年 01 月 22 日	44.45%	
104 年 12 月 18 日	39.50%		105 年 01 月 29 日	44.42%	
104 年 12 月 25 日	40.12%		105 年 02 月 5 日	46.91%	
105 年 01 月 01 日	43.20%		105 年 02 月 12 日	46.96%	
105 年 01 月 08 日	44.45%		105 年 02 月 26 日	48.14%	

(八) 蔓蓮

如圖 4-1-30，蔓蓮於 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 16.04%，到 2016 年 1 月 1 日時綠覆率已達 33.33%；然由於一月上旬氣溫驟降，更創下近十年新低溫，蔓蓮生長開始停滯，由圖 4-1-56 可見，植株呈現包覆狀，到 1 月 29 日時綠覆率僅有 18.51%；爾後氣溫回升，植株才又開始成長，截至 2 月 26 日最後一次量測，綠覆率已達 23.45%。

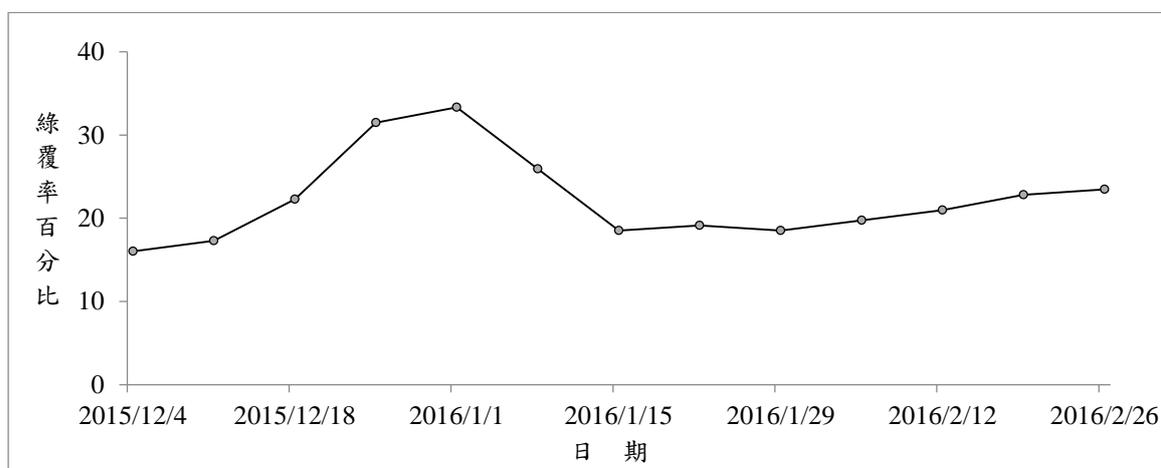


圖 4-1-30 冬季澆水蔓蓮綠覆率曲線圖

表 4-1-55 冬季澆水蔓蓮綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	16.04	17.28	22.28	31.48	33.33	25.92	18.51	19.75	18.51	19.75	20.98	22.83	23.45

表 4-1-56 冬季澆水蔓蓮照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	16.04%		105 年 01 月 15 日	18.51%	
104 年 12 月 11 日	17.28%		105 年 01 月 22 日	19.13%	
104 年 12 月 18 日	22.28%		105 年 01 月 29 日	18.51%	
104 年 12 月 25 日	31.48%		105 年 02 月 5 日	19.75%	
105 年 01 月 01 日	33.33%		105 年 02 月 12 日	20.98%	
105 年 01 月 08 日	25.92%		105 年 02 月 26 日	23.45%	

(九) 七福神

如圖 4-1-31，七福神在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 29.12%，至 2016 年 1 月 1 日時綠覆率已成長至 43.21%；由於一月上旬氣溫驟降，導致植株生長停滯，植株葉片內縮包覆，綠覆率因此下降，爾後隨著氣溫回升，綠覆率也隨之增加，截至 2 月 26 日最後一次量測，綠覆率為 35.18%。

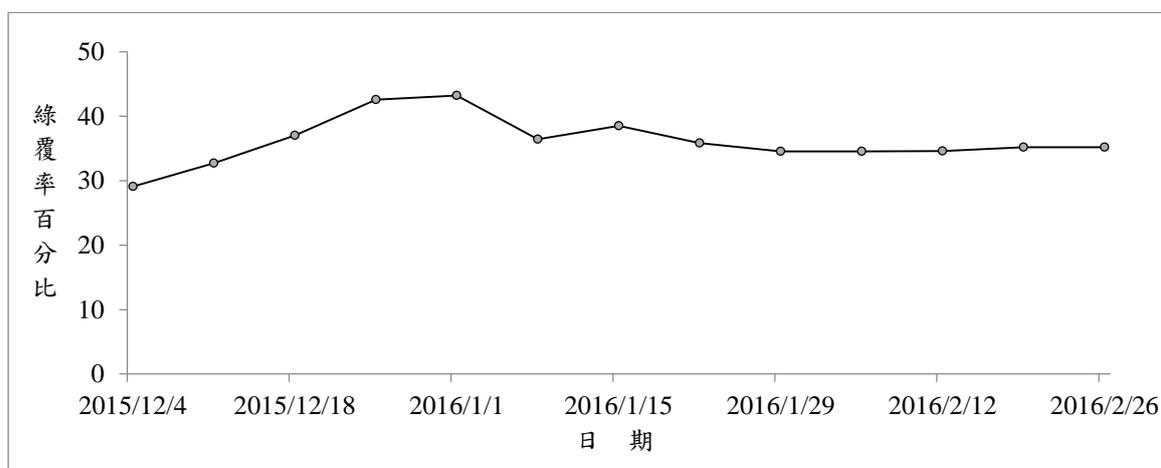


圖 4-1-31 冬季澆水七福神綠覆率曲線圖

表 4-1-57 冬季澆水七福神綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	29.12	32.72	37.03	42.59	43.21	36.42	38.51	35.82	34.53	34.56	34.62	35.18	35.18

表 4-1-58 冬季澆水七福神照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	29.12%		105 年 01 月 15 日	38.51%	
104 年 12 月 11 日	32.72%		105 年 01 月 22 日	35.82%	
104 年 12 月 18 日	37.03%		105 年 01 月 29 日	34.53%	
104 年 12 月 25 日	42.59%		105 年 02 月 5 日	34.56%	
105 年 01 月 01 日	43.21%		105 年 02 月 12 日	34.62%	
105 年 01 月 08 日	36.42%		105 年 02 月 26 日	35.18%	

(十) 子持蓮華

如圖 4-1-32，子持蓮華在 2015 年 12 月 4 日定植時綠覆率為 92.59%，至 1 月 8 日已滿覆，綠覆率達 100.23%；值得注意的是，一月上旬氣溫雖驟降，子持蓮華仍持續穩定成長，1 月 15 日綠覆量測的綠覆率達 102.46%。然而於 1 月 29 日觀察日發現植株受到黑色蟲害，見圖 4-1-33，致葉片局部枯黃，綠覆率開始下降，直到最後觀察測試日 2 月 26 日，綠覆率已降至 67.92%。

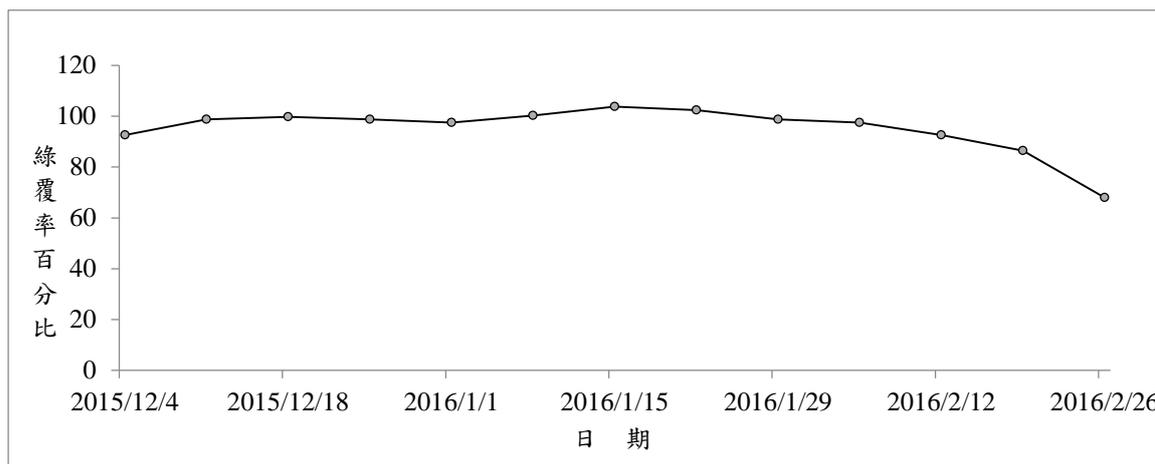


圖 4-1-32 冬季澆水子持蓮華綠覆率曲線圖

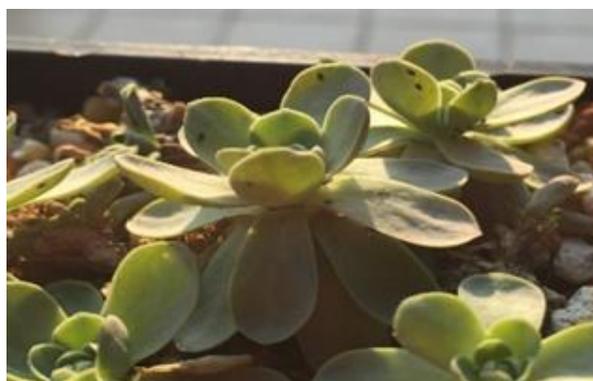


圖 4-1-33 子持蓮華黑色蟲害狀況

表 4-1-59 冬季澆水子持蓮華綠覆率紀錄表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
綠覆率 (%)	92.59	98.76	99.75	98.76	97.53	100.23	102.46	102.46	98.76	97.53	92.59	86.41	67.92

表 4-1-60 冬季澆水子持蓮華照片紀錄表

日期	綠覆率	照片	日期	綠覆率	照片
104 年 12 月 04 日	92.59%		105 年 01 月 15 日	103.74%	
104 年 12 月 11 日	98.76%		105 年 01 月 22 日	102.46%	
104 年 12 月 18 日	99.75%		105 年 01 月 29 日	98.76%	
104 年 12 月 25 日	98.76%		105 年 02 月 5 日	97.53%	
105 年 01 月 01 日	97.53%		105 年 02 月 12 日	92.59%	
105 年 01 月 08 日	100.23%		105 年 02 月 26 日	67.92%	

第二節 總論

一、比較

以下進行四部分比較，分別是冬季澆水與不澆水各多肉植物之生長比較，以及夏季不澆水對多肉植物之整體生長比較。冬季不澆水對多肉植物之整體生長比較冬季澆水對多肉植物之整體生長比較。

實驗的時程分別為：

- 1、夏季不澆水對多肉植物之整體生長比較實驗為期三個月，夏季不澆水實驗自 2015 年 5 月 2 日開始，至 2015 年 7 月 25 日結束。
- 2、冬季澆水與不澆水對多肉植物之生長比較實驗為期三個月，自 2015 年 12 月 4 日開始，至 2016 年 2 月 26 日結束。

(一)冬季澆水與不澆水之各植物綠覆率比較

(1) 十二之卷

如圖 4-2-1，十二之卷在 2015 年 12 月 4 日定植，維持正常成長，在前三週其生長速度兩組綠覆率差不多，在第 4 週開始不澆水的十二之卷生長速度緩慢呈現停滯的狀態，但在第九週時因有下雨，濕度提高，綠覆率開始緩慢成長；而澆水的十二之卷在第四週開始綠覆率顯著成長，在第八週一月下旬氣溫驟降綠覆率明顯呈現停滯。綜上兩組最後觀察，綠覆率均上揚成長，有澆水組整體綠覆率較高於不澆水組。

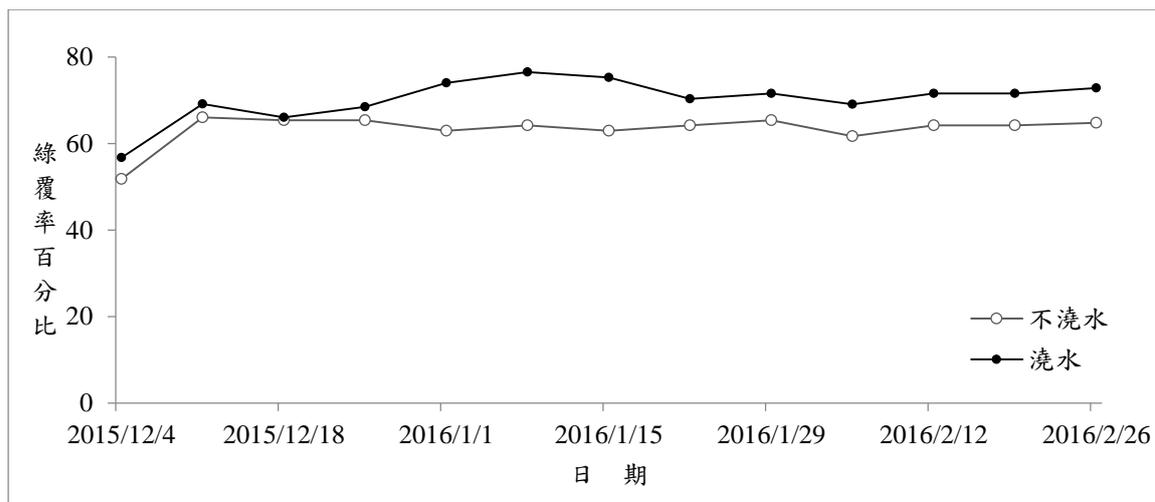


圖 4-2-1 冬季澆水與不澆水十二之卷綠覆率比較曲線圖

表 4-2-1 冬季澆水與不澆水十二之卷綠覆率比較表

日期	2015				2016								
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水													
綠覆率 (%)	92.59	98.76	99.75	98.76	97.53	100.23	103.74	102.46	98.76	97.53	92.59	86.41	67.92
不澆水													
綠覆率 (%)	51.85	66.04	65.37	65.43	62.96	64.19	62.96	64.19	65.43	61.72	64.19	64.19	64.81

(2) 黑王子

如圖 4-2-2，黑王子在 2015 年 12 月 4 日定植後前 2 周的時間兩組在綠覆率表現上均呈成長曲線，然而 12 月中旬後因為氣溫開始降低，兩組之綠覆率都開始下降，第八週時因為一月下旬氣溫驟降，因此綠覆率亦呈現停滯，而到第九週時因為下雨增加濕度，不澆水的黑王子在綠覆率表現上略優於澆水的黑王子。綜上兩組最後觀察，綠覆率均上揚成長，有澆水的組與不澆水組在整體綠覆率表現上均相當。

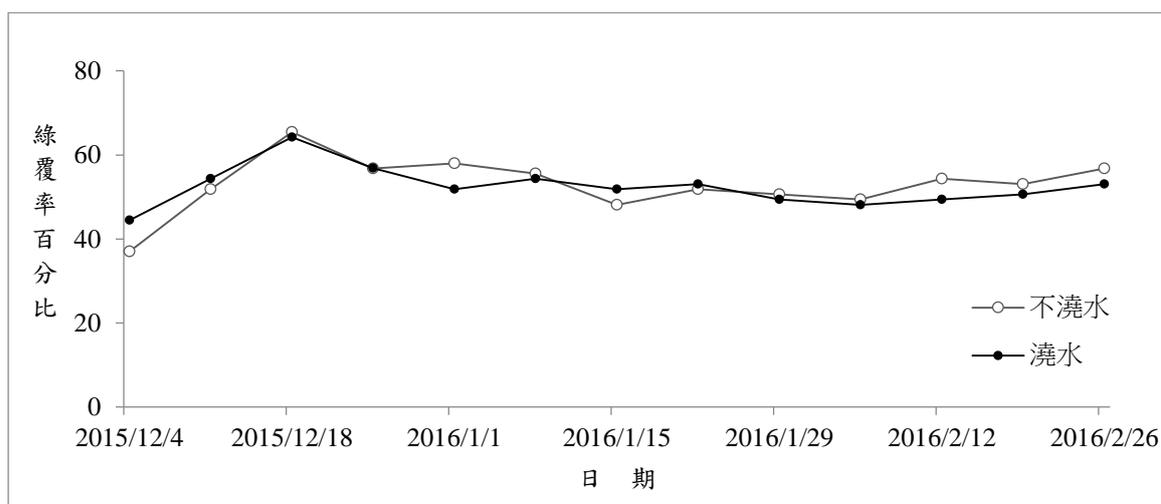


圖 4-2-2 冬季澆水與不澆水黑王子綠覆率比較曲線圖

表 4-2-2 冬季澆水與不澆水黑王子綠覆率比較表

日期	2015				2016								
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水 綠覆率 (%)	44.45	54.32	64.19	56.87	51.85	54.32	51.84	53.08	49.38	48.14	49.38	50.61	53.08
不澆水 綠覆率 (%)	37.03	51.85	65.43	56.79	58.02	55.55	48.14	51.85	50.61	49.38	54.32	53.08	56.79

(3) 老樂

如圖 4-2-3，老樂在 2015 年 12 月 4 日定植後迄 2016 年 1 月 8 日前，兩組在綠覆率表現上均呈成長曲線，然而在 2016 年 1 月 15 日後澆水的老樂在綠覆率表現上明顯較不澆水的老樂為佳；另外，從曲線圖來看，一月下旬氣溫驟降對兩組實驗植株的影響並不大。綜上，兩組實驗植株在綠覆率均呈現成長，至於有澆水組較不澆水的 B 組在綠覆率表現為佳。

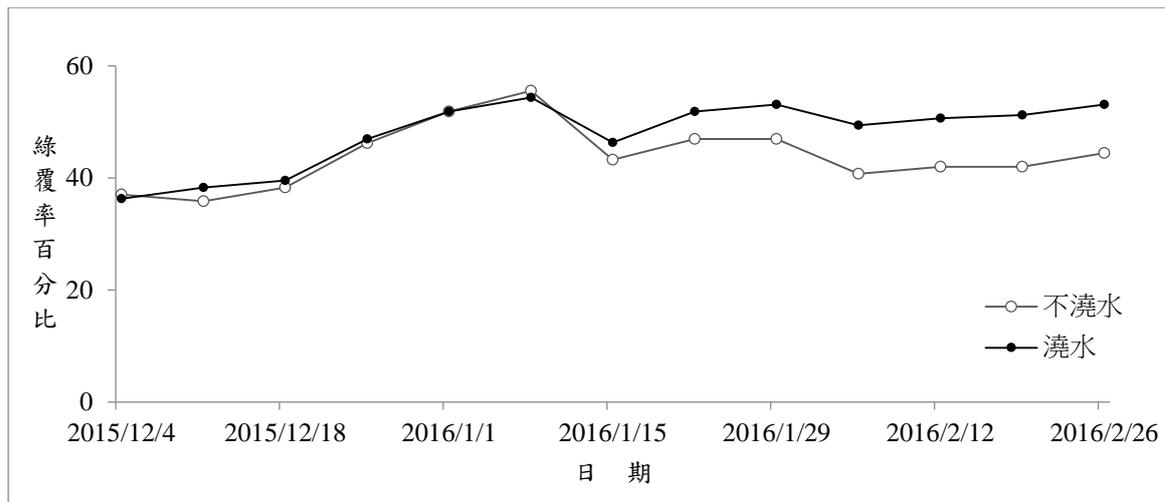


圖 4-2-3 冬季澆水與不澆水老樂綠覆率比較曲線圖

表 4-2-3 冬季澆水與不澆水老樂綠覆率比較表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水													
綠覆率 (%)	36.25	38.27	39.51	46.91	51.85	54.32	46.29	51.85	53.09	49.38	50.61	51.21	53.08
不澆水													
綠覆率 (%)	37.03	35.80	38.27	46.19	51.85	55.55	43.2	46.91	46.91	40.74	41.97	41.97	44.44

(4) 白閃冠

如圖 4-2-4, 白閃冠在 2015 年 12 月 4 日定植後迄 2016 實驗的兩組白閃冠在綠覆率的成長均相當, 澆水的白閃冠在綠覆率表現上呈穩定成長曲線, 至於不澆水的白閃冠在一月下旬綠覆率一度驟升, 推論是由於降雨使得空氣濕度明顯增加。整體而言, 兩組實驗植株在綠覆率均呈成長, 有澆水組較不澆水組在綠覆率表現為平穩。

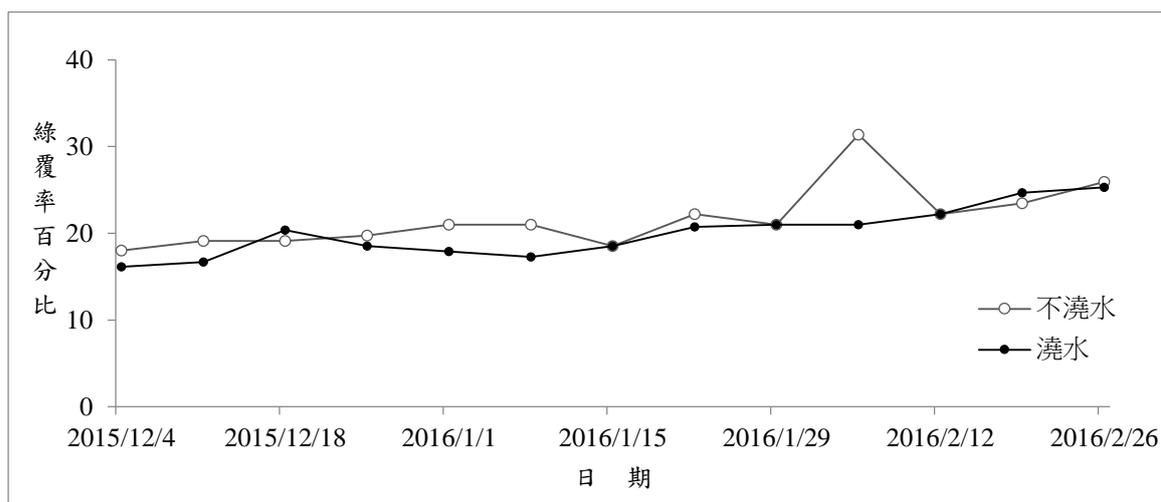


圖 4-2-4 冬季澆水與不澆水白閃冠綠覆率比較曲線圖

表 4-2-4 冬季澆水與不澆水白閃冠綠覆率比較表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水 綠覆率 (%)	16.12	16.67	20.37	18.51	17.91	17.28	18.51	20.73	20.98	20.98	22.22	24.69	25.31
不澆水 綠覆率 (%)	18.02	19.13	19.13	19.75	20.98	20.98	18.51	22.22	20.98	31.37	22.22	23.45	25.92

(5) 櫻吹雪

如圖 4-2-5,櫻吹雪在 2015 年 12 月 4 日定植後迄 2016 實驗的兩組白閃冠在綠覆率的成長均相當,澆水的櫻吹雪相對於不澆水的櫻吹雪在綠覆率表現上呈相對穩定;從兩組實驗植株的綠覆率曲線圖來看,一月下旬氣溫驟降後又緊接著降雨使得溼度增加,對於兩組實驗植物的影響並不明顯。整體而言,兩組實驗植株在綠覆率均呈成長,有澆水組較不澆水組在綠覆率表現為平穩,綠覆率也成長較多。

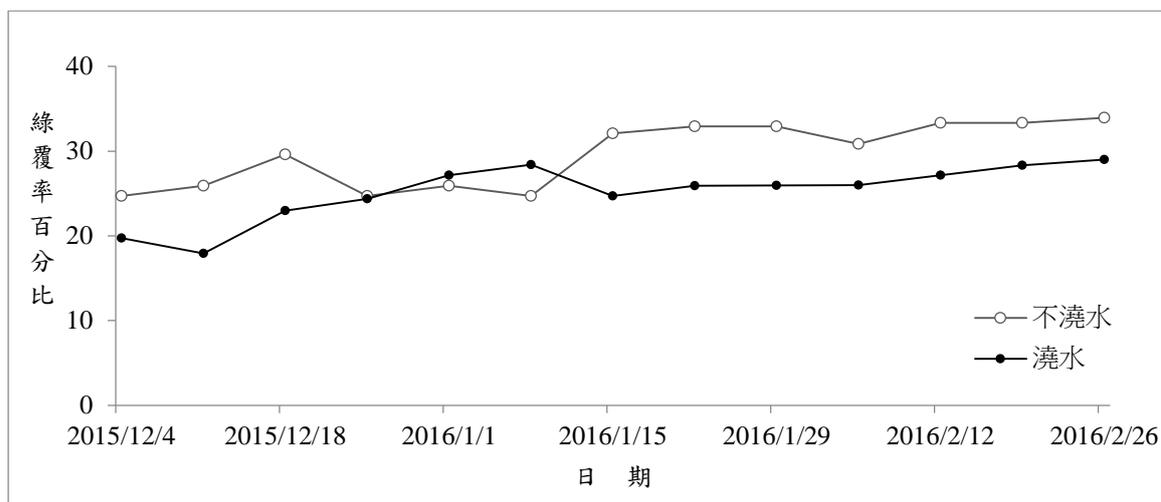


圖 4-2-5 冬季澆水與不澆水櫻吹雪綠覆率比較曲線圖

表 4-2-5 冬季澆水與不澆水櫻吹雪綠覆率比較表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水 綠覆率 (%)	19.75	17.91	22.96	24.38	27.16	28.39	24.69	25.92	25.94	25.98	27.16	28.31	29.01
不澆水 綠覆率 (%)	24.69	25.92	29.62	24.69	25.92	24.69	32.09	32.92	32.92	30.86	33.33	33.33	33.95

(6) 霜之朝

如圖 4-2-6，霜之朝在 2015 年 12 月 4 日定植，在 2016 年 1 月 1 日前維持正常成長，然而因為一月中旬氣溫下降至 10°C 以下，因此實驗兩組植株的綠覆率均呈明顯下降；又在一月下旬因為下雨相對溼度超過 90%，使得不澆水的霜之朝有植株因為爛根導致綠覆率又較澆水的霜之朝來的低。整體而論，兩組實驗植株在綠覆率均呈成長，有澆水組較不澆水組在綠覆率表現為佳，對於低溫及濕度也較具耐受性。

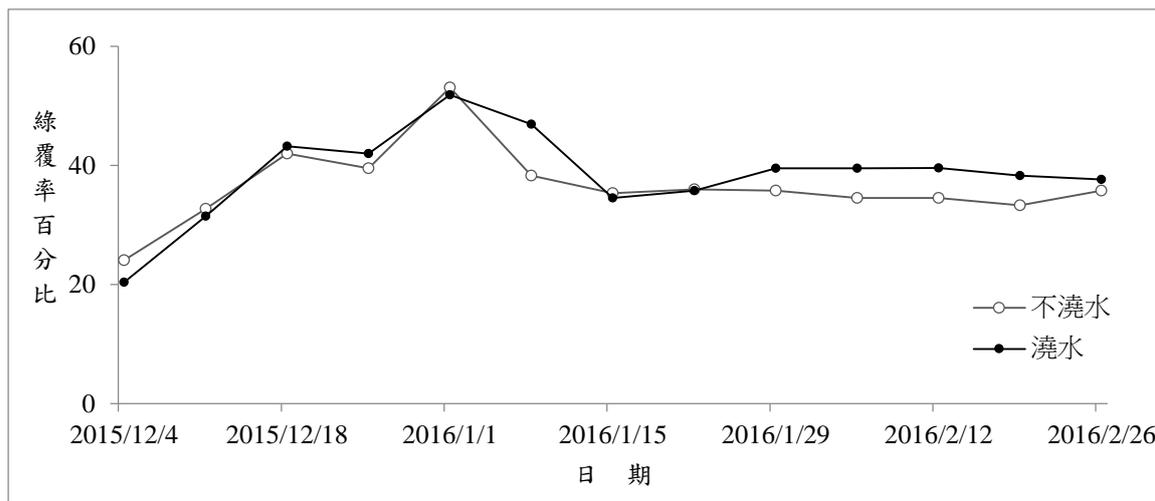


圖 4-2-6 冬季澆水與不澆水霜之朝綠覆率比較曲線圖

表 4-2-6 冬季澆水與不澆水霜之朝綠覆率比較表

日期	2015				2016								
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水 綠覆率 (%)	20.37	31.48	43.21	41.97	51.85	46.91	34.56	35.8	39.51	39.53	39.56	38.27	37.65
不澆水 綠覆率 (%)	24.07	32.71	41.97	39.5	53.08	38.27	35.36	35.97	35.8	34.56	34.56	33.33	35.8

(7) 乙女心

如圖 4-2-7，乙女心於 2015 年 12 月 4 日定植後到 2016 年 1 月 8 日前，兩組實驗植栽均呈穩定成長，在 2016 年一月中旬氣溫下降至 10°C 以下，不澆水的乙女心綠覆率因此下降，然有澆水的乙女心卻不受影響，仍以緩慢速度成長。整體而論，有澆水組較不澆水組在綠覆率成長為多，對低溫及濕度也較具耐受性。

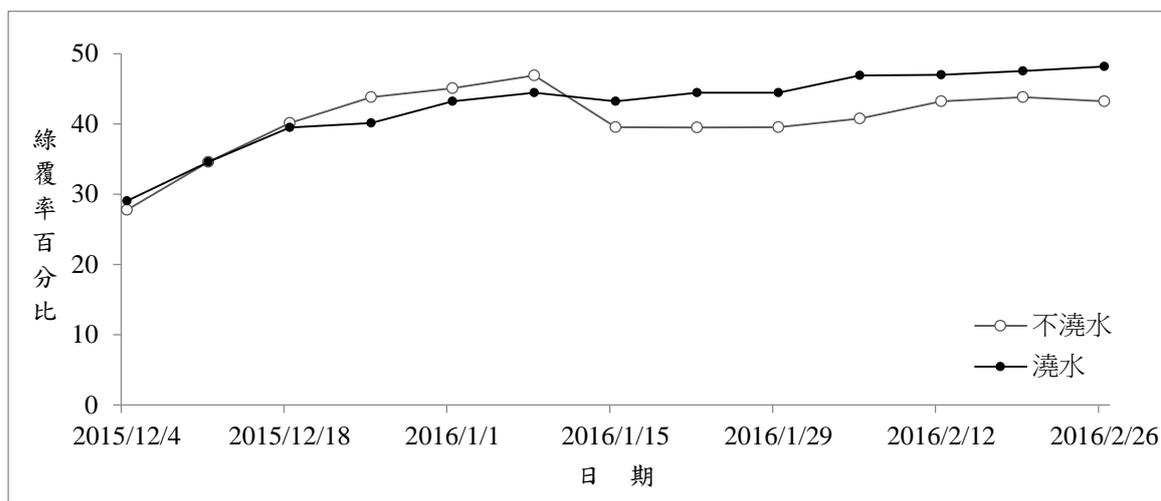


圖 4-2-7 冬季澆水與不澆水乙女心綠覆率比較曲線圖

表 4-2-7 冬季澆水與不澆水乙女心綠覆率比較表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水													
綠覆率 (%)	29.01	34.56	39.5	40.12	43.2	44.45	43.21	44.45	44.42	46.91	46.96	47.53	48.14
不澆水													
綠覆率 (%)	27.77	34.57	40.12	43.82	45.06	46.91	39.51	39.50	39.51	40.74	43.2	43.82	43.21

(8) 蔓蓮

如圖 4-2-8，蔓蓮於 2015 年 12 月 4 日定植初期，以澆水組較不澆水組成長為快，然而從 12 月下旬，溫度開始下降，澆水組的蔓蓮綠覆率急轉直下，相反的澆水組的蔓蓮卻開始呈現穩定成長。整體而論，澆水組較不澆水組在綠覆率成長為多，對低溫及濕度也較具耐受性。

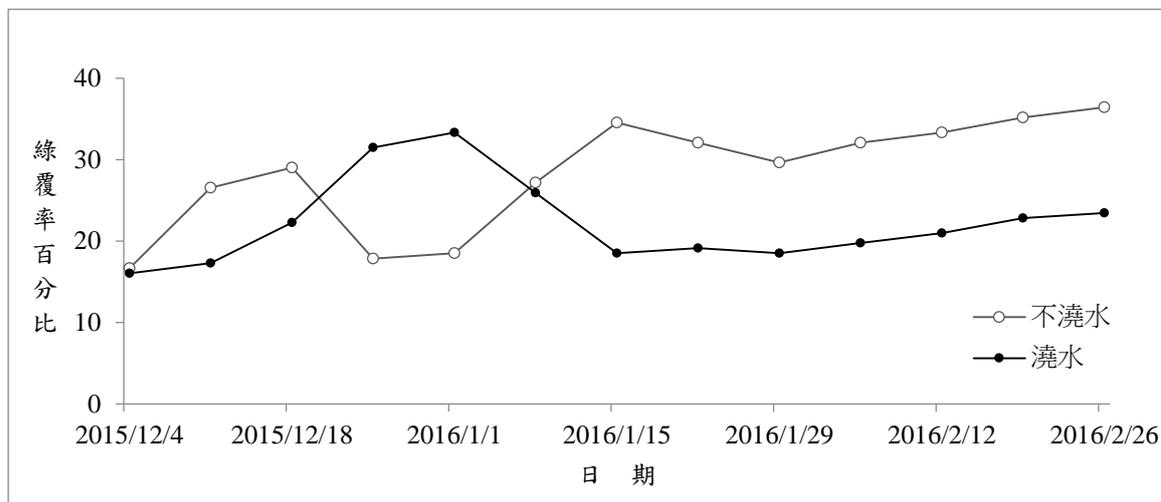


圖 4-2-8 冬季澆水與不澆水蔓蓮綠覆率比較曲線圖

表 4-2-8 冬季澆水與不澆水蔓蓮綠覆率比較表

日期	2015						2016						
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水													
綠覆率 (%)	16.04	17.28	22.28	31.48	33.33	25.92	18.51	19.13	18.51	19.75	20.98	22.83	23.45
不澆水													
綠覆率 (%)	16.66	26.54	29.01	17.82	18.51	27.16	34.56	32.09	29.62	32.09	33.33	35.18	36.42

(9) 七福神

如圖 4-2-9，七福神在 2015 年 12 月 4 日定植後迄 2016 年 1 月 1 日，實驗二組植株均呈穩定成長，且綠覆面積近乎一致；之後由於一月上旬氣溫驟降，植株生長開始停滯，其中尤以澆水組七福神之影響尤為明顯，與不澆水組至實驗結束之時仍相差近 5% 綠覆率。整體而論，不澆水組較澆水組之七福神在綠覆率成長為多，對於低溫也較具耐受性。

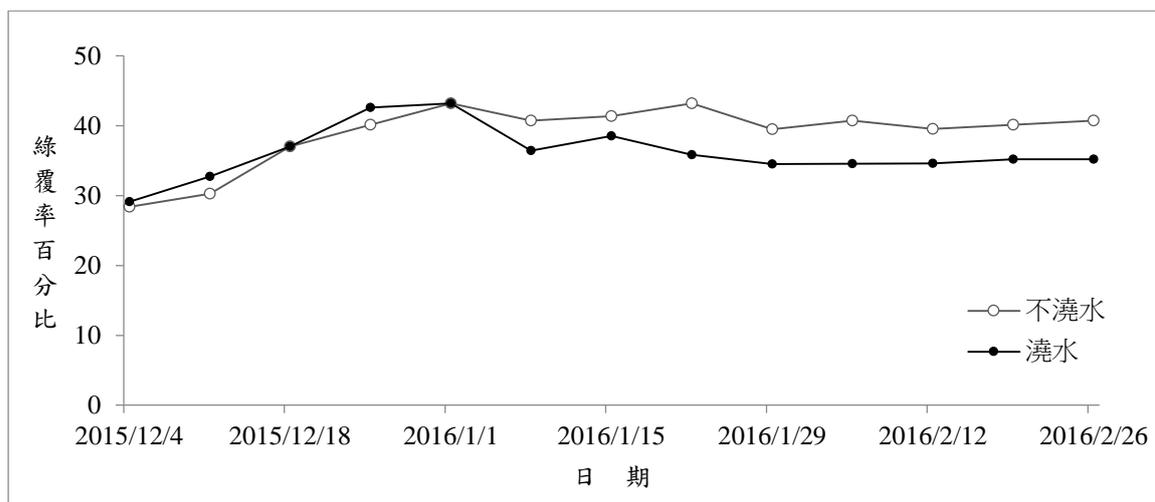


圖 4-2-9 冬季澆水與不澆水七福神綠覆率比較曲線圖

表 4-2-9 冬季澆水與不澆水七福神綠覆率比較表

日期	2015					2016							
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水 綠覆率 (%)	29.12	32.72	37.03	42.59	43.21	36.42	38.51	35.82	34.53	34.56	34.62	35.18	35.18
不澆水 綠覆率 (%)	28.39	30.24	37.03	40.12	43.20	40.74	41.35	43.2	39.51	40.74	39.52	40.12	40.74

(10) 子持蓮華

如圖 4-2-10，子持蓮華實驗之澆水與不澆水組在 2016 年 1 月 8 日時綠覆率均已呈滿覆，並持續達三個星期，在 1 月下旬受蟲害影響，二者之綠覆率開始下降；值得注意的是，一月上旬氣溫雖驟降，子持蓮華仍呈現持續穩定成長。整體而論，不澆水組與澆水組之子持蓮華在綠覆率表現均相當，然因蟲害影響，不澆水綠覆率下降較澆水組為多，顯示其蟲害導致葉片枯黃情況較為嚴重。

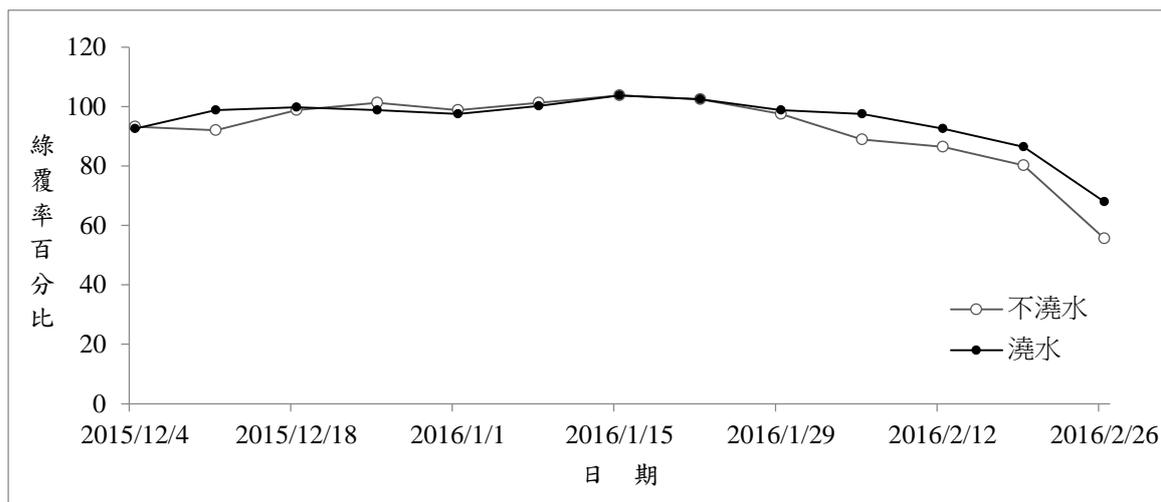


圖 4-2-10 冬季澆水與不澆水子持蓮華綠覆率比較曲線圖

表 4-2-10 冬季澆水與不澆水子持蓮華綠覆率比較表

日期	2015				2016								
	12/04	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
週數	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
澆水													
綠覆率 (%)	92.59	98.76	99.75	98.76	97.53	100.23	103.74	102.46	98.76	97.53	92.59	86.41	67.92
不澆水													
綠覆率 (%)	93.21	91.97	98.76	101.23	98.76	101.23	103.71	102.46	97.53	88.87	86.41	80.24	55.57

(二) 冬季澆水與不澆水之綠覆率差異比較

10 種植物於冬季是否澆水，比較其綠覆率之差異，採用 t 檢定，結果見表 4-2-11。發現其中僅十二之卷、櫻吹雪、蔓蓮這 3 種植物具顯著差異。十二之卷採用定期澆水之綠覆率 (69.813%)、較完全不澆水 (63.333%) 明顯較高，因此於冬季，十二支卷若希望它有較多的生長量，建議採用定期澆水方式；但若不希望它生長太多，無需澆水亦生長良好。而櫻吹雪以及蔓蓮卻與十二之卷完全不同，採用定期澆水之綠覆率分別為 25.197%、22.268%，較完全不澆水 (29.610%、28.384%) 明顯為低；定期澆水之生長量較低，原因尚有待後續進一步探討。至於其他 7 種植物，是否澆水之綠覆率則無顯著差異，意即它們相當耐乾旱，於冬季無需要澆水，也一樣生長良好。

表 4-2-11 冬季是否澆水之綠覆率差異比較

植物	處理	平均值	t 值	p 值
十二之卷	不澆水	63.333	-3.556	0.002**
	澆水	69.813		
黑王子	不澆水	52.988	0.251	0.804
	澆水	52.424		
老樂	不澆水	43.974	-1.698	0.102
	澆水	47.894		
白閃冠	不澆水	21.727	1.327	0.197
	澆水	20.022		
櫻吹雪	不澆水	29.610	3.138	0.004**
	澆水	25.197		
霜之朝	不澆水	36.537	-0.714	0.482
	澆水	38.513		
乙女心	不澆水	40.595	-0.919	0.367
	澆水	42.497		
蔓蓮	不澆水	28.384	2.566	0.017*
	澆水	22.268		
七福神	不澆水	38.838	1.672	0.108
	澆水	36.115		
子持蓮華	不澆水	92.304	-0.640	0.528
	澆水	95.156		

* p<.05, ** p<.01

(三) 夏季不澆水整體比較

10種多肉植物夏季不澆水在實驗期間一開始均為成長，(圖 4-2-11)夏季不澆水 10種多肉植物綠覆率比較曲線圖。實驗期間因正值台灣洪汛期，氣溫創新高，雨量也創新高雖沒有直接接收到雨水，但空氣中的相對濕度有達到 90%以，其生長狀況差，10種多肉植物，綠覆率明顯下降，其中以子持蓮華綠覆率下降最明顯，生長狀況最差，綠覆率只剩 1.2%，死亡率高達 8/9。十二支卷成長狀況最佳，0 死亡率，櫻吹雪、乙女心、蔓蓮均為 0 死亡率如(表 4-2-12)，其他黑王子、老樂、白閃冠、七福神均有死亡率，綠覆率明顯下降，均有植株潮濕爛死現象，霜之朝有徒長現象顯示日照不足。

表 4-2-12 十種多肉植物夏季不澆水死亡率統計表

植栽名稱	十二之卷	黑王子	老樂	白閃冠	櫻吹雪
死亡率	0/9	4/9	3/9	6/9	0/9
植栽名稱	霜之朝	乙女心	蔓蓮	七福神	子持蓮華
死亡率	1/9	0/9	0/9	4/9	8/9

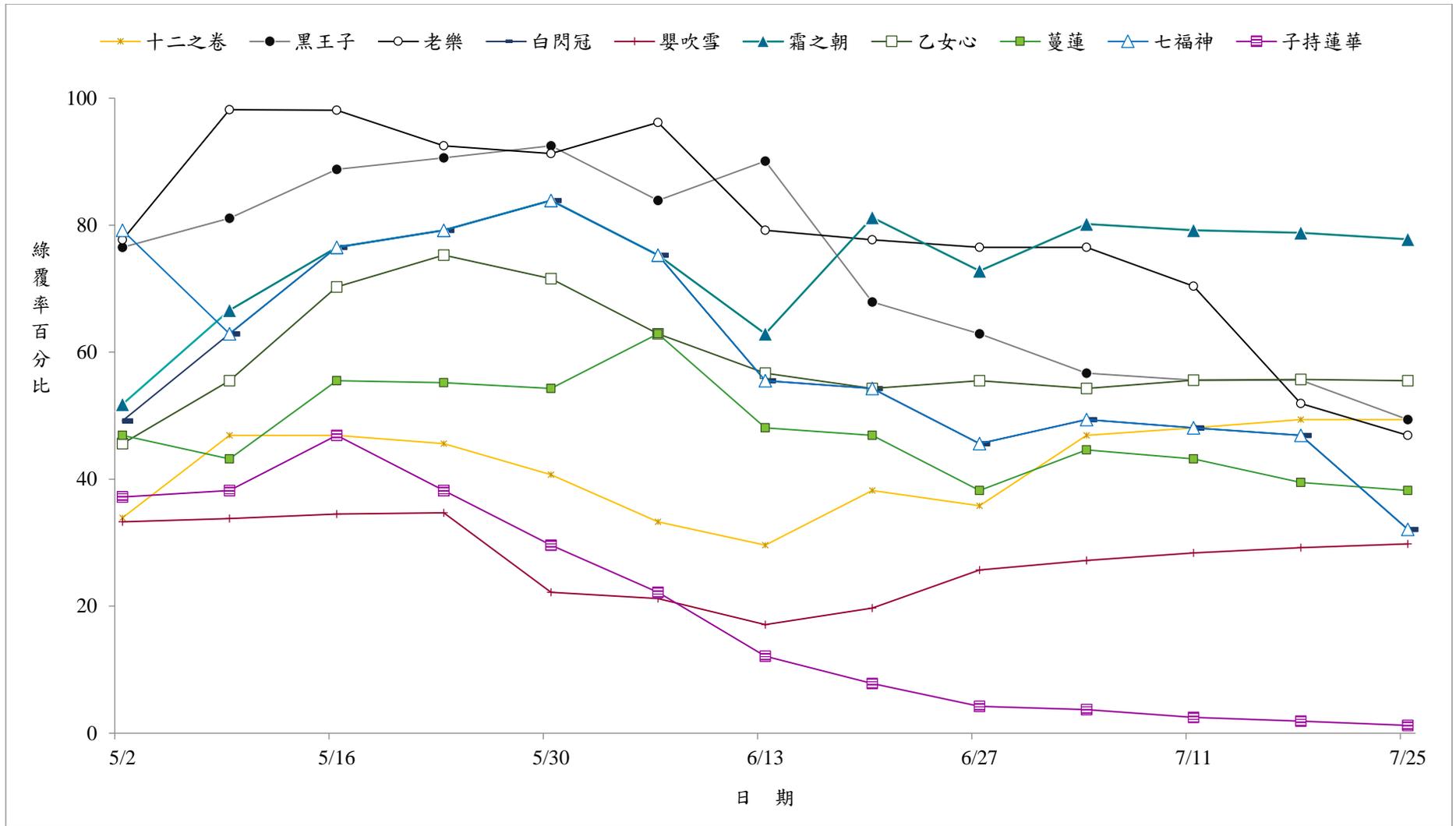


圖 4-2-11 夏季不澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖

表 4-2-13 夏季不澆水 10 種多肉植物綠覆率紀錄表

序號	植物名稱	2015 年												
		5/9	5/16	5/23	5/30	6/6	6/13	6/20	6/27	7/4	7/11	7/18	7/25	5/9
1	十二之卷	33.9	46.9	46.9	45.6	40.7	33.3	29.6	38.2	35.8	46.9	48.1	49.4	49.4
2	黑王子	76.5	81.1	88.8	90.6	92.5	83.9	90.1	67.9	62.9	56.7	55.6	55.6	49.4
3	老樂	77.7	98.2	98.1	92.5	91.3	96.2	79.2	77.7	76.5	76.5	70.4	51.9	46.9
4	白閃冠	49.2	62.9	76.5	79.2	83.9	75.3	55.5	54.3	45.6	49.4	48.1	46.9	32.1
5	嬰吹雪	33.3	33.8	34.5	34.7	22.2	21.2	17.1	19.7	25.7	27.2	28.4	29.2	29.8
6	霜之朝	51.8	66.6	76.5	79.2	83.9	75.3	62.9	81.2	72.8	80.2	79.2	78.8	77.8
7	乙女心	45.6	55.5	70.3	75.3	71.6	62.9	56.7	54.3	55.5	54.3	55.6	55.7	55.5
8	蔓蓮	46.9	43.2	55.5	55.2	54.3	62.9	48.1	46.9	38.2	44.6	43.2	39.5	38.2
9	七福神	79.2	62.9	76.5	79.2	83.9	75.3	55.5	54.3	45.6	49.4	48.1	46.9	32.1
10	子持蓮華	37.2	38.2	46.9	38.2	29.6	22.2	12.1	37.2	38.2	46.9	38.2	29.6	22.2

(四) 冬季不澆水之整體比較

10 種多肉植物冬季不澆水在實驗期間一開始均為成長，(圖 4-2-12) 冬季不澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖，實驗期間，雖氣溫創新低，但空氣中的相對濕度有達到 70% 以，其生長狀況佳，在一月氣溫驟降綠覆率停滯，但生長狀況均穩定，其中以子持蓮華遭到蟲害，綠覆率下降至三個月以來最低，生長狀況最差，但死亡率卻是 0。除霜之朝有出現單株死亡，其他均為 0 死亡率如(表 4-2-14)，其綠覆率也均成長緩慢上升。

表 4-2-14 十種多肉植物冬季不澆水死亡率統計表

植栽名稱	十二之卷	黑王子	老樂	白閃冠	櫻吹雪
死亡率	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9
植栽名稱	霜之朝	乙女心	蔓蓮	七福神	子持蓮華
死亡率	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9

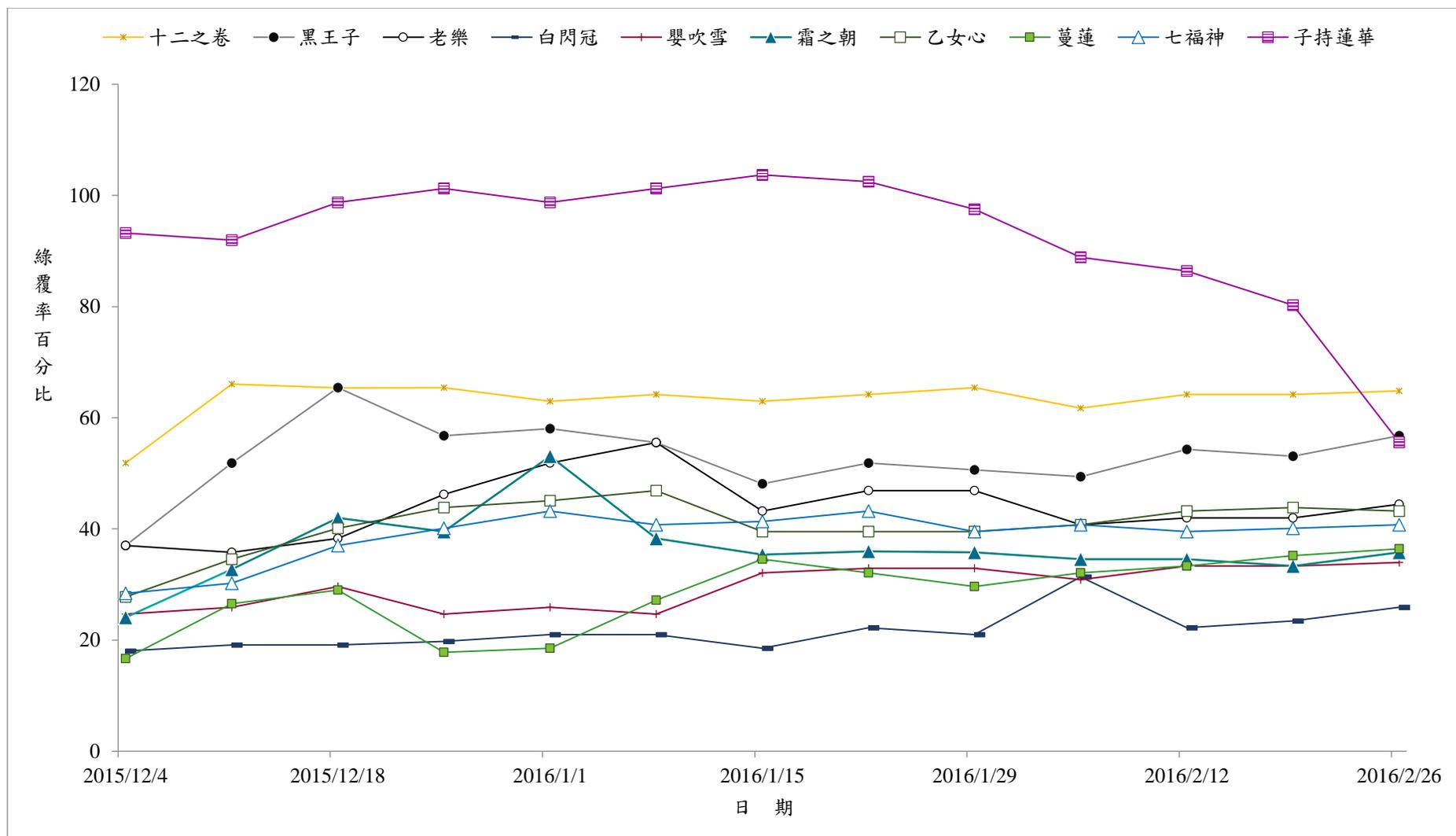


圖 4-2-12 冬季不澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖

表 4-2-15 冬季不澆水 10 種多肉植物綠覆率紀錄表

序號	植物名稱	2015 年				2016 年								
		12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
1	十二之卷	51.9	66.0	65.4	65.4	63.0	64.2	63.0	64.2	65.4	61.7	64.2	64.2	64.8
2	黑王子	37.0	51.9	65.4	56.8	58.0	55.6	48.1	51.9	50.6	49.4	54.3	53.1	56.8
3	老樂	37.0	35.8	38.3	46.2	51.9	55.6	43.2	46.9	46.9	40.7	42.0	42.0	44.4
4	白閃冠	18.0	19.1	19.1	19.8	21.0	21.0	18.5	22.2	21.0	31.4	22.2	23.5	25.9
5	嬰吹雪	24.7	25.9	29.6	24.7	25.9	24.7	32.1	32.9	32.9	30.9	33.3	33.3	34.0
6	霜之朝	24.1	32.7	42.0	39.5	53.1	38.3	35.4	36.0	35.8	34.6	34.6	33.3	35.8
7	乙女心	27.8	34.6	40.1	43.8	45.1	46.9	39.5	39.5	39.5	40.7	43.2	43.8	43.2
8	蔓蓮	16.7	26.5	29.0	17.8	18.5	27.2	34.6	32.1	29.6	32.1	33.3	35.2	36.4
9	七福神	28.4	30.2	37.0	40.1	43.2	40.7	41.4	43.2	39.5	40.7	39.5	40.1	40.7
10	子持蓮華	93.2	92.0	98.8	101.2	98.8	101.2	103.7	102.5	97.5	88.9	86.4	80.2	55.6

(五) 冬季澆水之整體比較

10 種多肉植物冬季澆水在實驗期間一開始均為成長，(圖 4-2-13) 冬季澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖，實驗期間，雖氣溫創新低，但空氣中的相對濕度有達到 70% 以，其生長狀況佳，在一月氣溫驟降雖然有澆水，但綠覆率持平，顯示生長停滯，但生長狀況均穩定，其中以子持蓮華遭到蟲害，綠覆率下降至三個月以來最低，生長狀況最差，但死亡率卻是 0。除霜之朝有出現單株死亡，其他均為 0 死亡率如(表 4-2-16)，其綠覆率也均成長緩慢上升。

表 4-2-16 十種多肉植物冬季澆水死亡率統計表

植栽名稱	十二之卷	黑王子	老樂	白閃冠	櫻吹雪
死亡率	0/9	0/9	0/9	0/9	0/9
植栽名稱	霜之朝	乙女心	蔓蓮	七福神	子持蓮華
死亡率	1/9	0/9	0/9	0/9	0/9

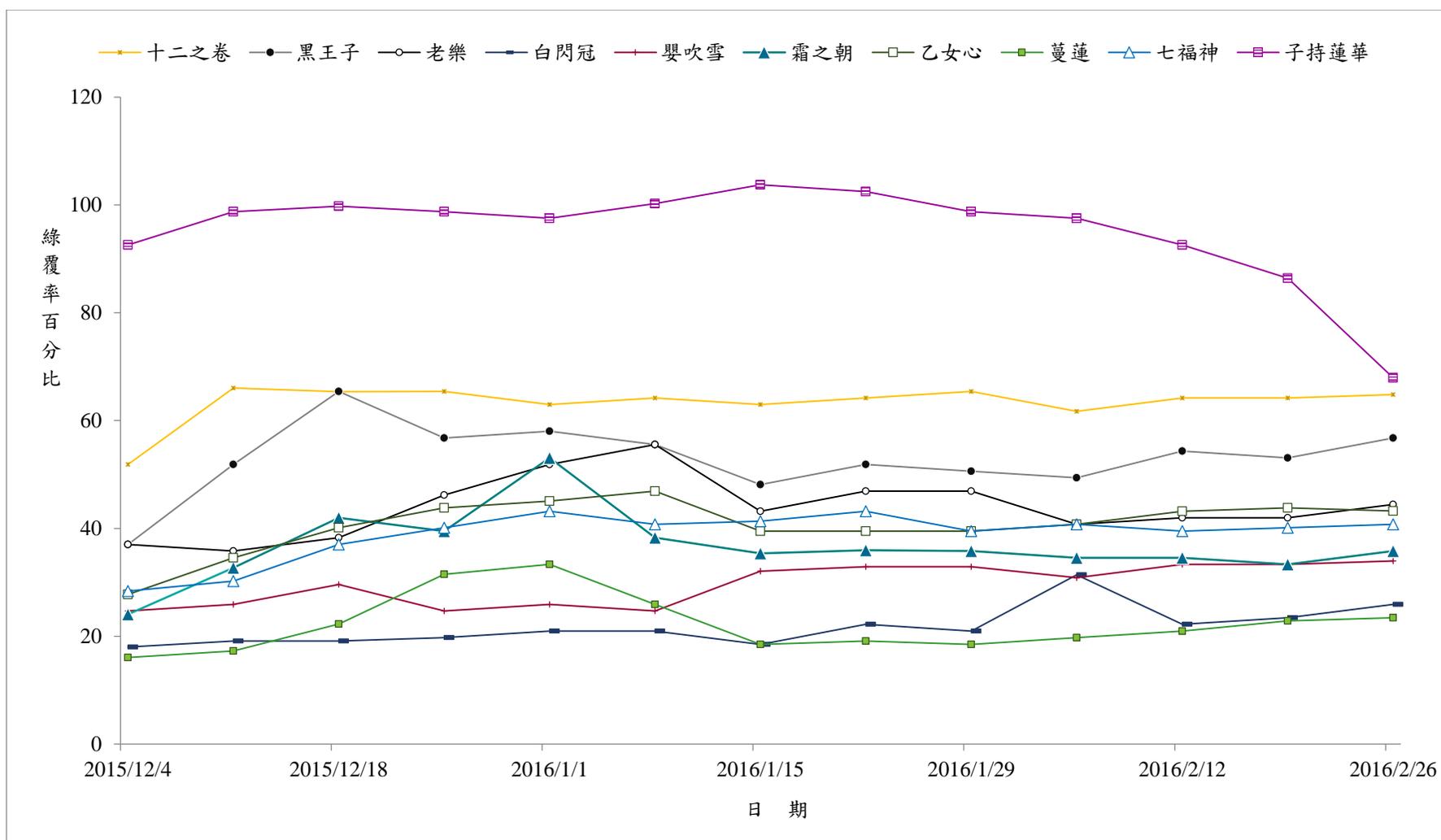


圖 4-2-13 冬季澆水 10 種多肉植物綠覆率比較曲線圖

表 4-2-14 冬季澆水 10 種多肉植物綠覆率紀錄表

序號	植物名稱	2015 年				2016 年								
		12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	1/8	1/15	1/22	1/29	2/5	2/12	2/19	2/26
1	十二之卷	56.8	69.1	66.0	68.5	74.1	76.5	75.3	70.4	71.6	69.1	71.6	71.6	72.8
2	黑王子	44.5	54.3	64.2	56.9	51.9	54.3	51.8	53.1	49.4	48.1	49.4	50.6	53.1
3	老樂	36.3	38.3	39.5	46.9	51.9	54.3	46.3	51.9	53.1	49.4	50.6	51.2	53.1
4	白閃冠	16.1	16.7	20.4	18.5	17.9	17.3	18.5	20.7	21.0	21.0	22.2	24.7	25.3
5	嬰吹雪	19.8	17.9	23.0	24.4	27.2	28.4	24.7	25.9	25.9	26.0	27.2	28.3	29.0
6	霜之朝	20.4	31.5	43.2	42.0	51.9	46.9	34.6	35.8	39.5	39.5	39.6	38.3	37.7
7	乙女心	29.0	34.6	39.5	40.1	43.2	44.5	43.2	44.5	44.4	46.9	47.0	47.5	48.1
8	蔓蓮	16.0	17.3	22.3	31.5	33.3	25.9	18.5	19.1	18.5	19.8	21.0	22.8	23.5
9	七福神	29.1	32.7	37.0	42.6	43.2	36.4	38.5	35.8	34.5	34.6	34.6	35.2	35.2
10	子持蓮華	92.6	98.8	99.8	98.8	97.5	100.2	103.7	102.5	98.8	97.5	92.6	86.4	67.9

第五章結論與建議

本研究第五章結論與建議共分三節，第一節為結論，第二節為建議，第三節為未來研究建議，茲分述如下。

第一節 結論

本研究證實 10 種多肉植物在夏季期間雖然不澆水，雨量也創新高雖沒有直接接收到雨水，但空氣中的相對濕度有達到 90% 以上，其生長狀況差，但因為氣候濕熱高溫，植株容易因空氣潮濕爛死，生長狀況不佳，渡過夏天非常困難。冬季部分則澆水與不澆水，其生長狀況都近相似，僅少數有乾枯和停滯生長現象。

一、十二之卷

本研究實驗期間，無論夏季 3 個月連續不澆水，或冬季不澆水與月澆灌一次，其生長表現都極佳，植物全數均存活，死亡率為 0%，由此可見十二之卷，非常適合在室內環境，且連續不澆水都能生長狀況佳，且生長緩慢，植株變化不大，成功渡夏和過冬；為耐旱、耐陰的多肉植物。

二、黑王子

本研究實驗期間，夏冬兩階段，於夏季不耐濕熱氣候，死亡率 4/9，且生長狀況差，綠覆率下降，葉片鬆散，植株型態變差。於冬季澆水與不澆水，其生長均為良好，0 死亡率，不澆水比澆水生長緩慢。

三、老樂

本實驗期間，夏冬兩階段，於夏季日照不足呈現徒長、缺乏活力，死亡率 3/9，於夏季試驗後期耐旱性變差。於冬季澆水與不澆水，其生長均為良好，0 死亡率，於冬季後期葉片較乾枯，耐旱性較差，其冬季生長緩慢。

四、白閃冠

夏季實驗期間生長表現極差，因氣候濕熱，到實驗後期，死亡率達 6/9，渡夏困難。冬季實驗期間，因氣溫下降至 10°C 以下，大都呈現成長停滯狀況。

五、櫻吹雪

夏季冬季兩階段的實驗期間，生長狀況均，冬季因氣溫驟降，生長停滯，植株葉片承包覆內縮，整體而言夏冬都是生長狀況。

六、霜之朝

夏季實驗期間，成長狀況佳，只有在雨季期間綠覆率有下降，植株有徒長現象，死亡率僅 1/9。於冬季實驗期間，成長速度緩慢，到後期耐旱開始變差，死亡率也是 1/9，生長有停滯狀況。

七、乙女心

夏冬實驗期間生長狀況均佳，夏季綠覆率較佳，冬季則生長較為緩慢。

八、蔓蓮

夏季實驗期間前期生長狀況佳，後期有成先植株乾枯現象，顯示水分開始需求現象。冬季澆水與不澆水，其生長狀況都有緩還成長。

九、七福神

實驗期間，夏季初期穩定成長，但雨季來臨，開始呈現植株驗片鬆散下垂，死亡率有 6/9，很難度夏。在冬季澆水與不澆水，植株均呈現成長緩慢，甚至停滯現象，植株外型均很完整。

十、子持蓮華

實驗期間，夏季的成長呈現緩慢，綠覆率持續下降，到後期僅剩 1.2% 的綠覆率。在冬季澆水與不澆水，生長均穩定成長，很可惜在實驗後期植株有遭黑色蟲害，綠覆率開始下降，到最後觀察植株雖全數存活，但其外觀均呈現乾枯狀況，生長狀況差。

第二節 建議

10 種多肉植物在夏季期間雖然不澆水，雨量也創新高雖沒有直接接收到雨水，但空氣中的相對濕度有達到 90% 以上，其生長狀況差，但因為氣候濕熱高溫，植株容易因空氣潮濕爛死，生長狀況不佳，渡過夏天非常困難，建議環境以通風良好來改善生長狀況。

冬季期間澆不澆水對 10 種多肉植物並沒有太大的變化，若要植株生長較穩定，建議月澆灌一次，冬季植株生長緩慢需水量又低，植株外型保持穩定，觀賞性極佳，非常適合做為室內小品盆栽之材料。

水是植物的重要生存元素，也是人類賴以維生不可或缺的元素，面臨台灣未來乾季益乾的窘境，水資源管理誠為重要工作。在植物的養護工作上，有效的達到節水澆灌，是水資源管理的一大任務。

本研究對各別植物的實驗結果建議如下：

一、十二支卷

為良好的低維護多肉植物，既耐雨、耐旱、也較無蟲害，即使日照不足，植株葉片仍相疊緊密、健康具活力，具耐陰特性，無論在夏季溼熱與冬季乾冷，不澆水三個月，或冬季一個月澆水一次植株全數存活。建議非常適合室內小品盆植擺放。

二、黑王子

雖為低維護植物，但也難度過夏季高溫溼熱氣候，連續降雨過後植株鬆軟不具活力，不耐濕熱、與環境通風處栽植。冬季則植株保持完整，非常適合室內小品盆植擺放。

三、老樂

夏季不耐潮濕、不耐陰，日照不足植株徒長明顯，水分過多導致植株鬆軟無活力，夏季氣溫濕度高整個植株容易發黑腐爛，建議於日照充足處栽植。冬季則植株保持完整，非常適合室內小品盆植擺放。

四、白閃冠

夏季高溫溼熱氣候，也難度過，植株很難保持完整，夏季盆植不容易，反之冬季植株生長停滯，植株保持完整性，很適合小品盆植。

五、櫻吹雪

無論夏季冬季生長狀況極佳，植株外型保持完整性，觀賞性佳，另外需水量低屬低維護植物，建議夏季冬季都適合做為室內小品盆植擺放。

六、霜之朝

夏季栽植日照不足時植株容易徒長，植株從外圍葉片開始發黑腐爛，建議於日照充足處栽植，冬季因容易乾枯，建議月澆灌一次，較能保持葉片飽滿。

七、乙女心

對於夏季降雨潮濕及冬季乾冷均具耐受性之低維護植物。因夏季氣溫濕度高整個植株容易發黑腐爛，但在日照不足處仍生長良好，為耐陰植物，更適合於陽台或半戶外空間栽植，又因植株外型夏季冬季均保持完整，非常適合室內小品盆栽選種之選。

八、蔓蓮

對於夏季降雨潮濕及冬季乾冷均具耐受性之低維護植物，植株生性強健，生長迅速，日照不足處仍生長良好，於冬季時為開花期，若栽植盆器更增加美質。非常適合室內小品盆栽選種之選。

九、七福神

因為渡夏困難，夏季植株無法呈現完整性，並不適合觀賞性盆植，在冬季氣溫低植株呈現停滯生長，植株保持完整性，在完全不澆水下，完全存活，非常適合用於盆器栽植擺設佈置美化。

十、子持蓮華

為耐雨、耐陰、也耐旱的低維護植物，日照不足處仍可生長良好，繁殖力強。因其生長過快在連續降雨，濕度過高形成植株折損軟爛的情形，但也較容易有蟲害而影響生長。建議須用藥驅蟲，改善植株生長。

植物能綠化環境，讓生活更舒適，而澆水是植物維護管理工作的重要一環；本研究結果，確實能提供以小品多肉盆栽的選種，讓繁忙都市人想藉由植物來療癒紓壓的同時，不需花太多時間來照顧，既能達到節水又能美化空間。

多肉植物的耐旱性既已被許多研究證實，選擇在雨量豐沛的夏季以多肉植物進行節水測試，不藉由任何人工澆灌，僅憑靠著空氣濕度為水分供給的來源，以實驗方式瞭解單種小品盆植對植物生長之影響；而在秋冬枯水期則探討澆灌頻度對多肉植物生長之影響；建議要生長良好可月澆灌一次，若要控制生長緩慢，更可長達三個月不澆灌，植物生長狀況良好，非常適合放心在長時間出遠門，不須擔心植物的維管，達到有效的水資源管理。

從活用與培育出發，透過隨時間而不斷變化的盆栽，讓強韌生命力的多肉植物散發最大魅力。不同時期的大自然有著不同的樣貌，每一株植物對陽光、空氣、水的需求也各有不同，除了對美的思考，更重要的是堆生活的關注，與對自然的尊重。

第三節 未來研究建議

- 一、本研究植物的選種受限於時間因素，於市場取得植物後並未進行馴化，建議後續的研究可以先進行植物的馴化後再開始進行試驗，讓研究可以更臻完善。
- 二、本研究受限於研究環境與研究設施，並無法完全控制研究環境的相關因素，建議未來的研究可以在更嚴謹的環境下進行試驗，例如雨量或日照的控制，讓研究可以更臻完善。
- 三、本研究在不澆水對多肉植物的生長影響研究上，為3個月連續不澆灌，建議後續研究可以延長不澆灌的時間，觀察多肉植物最大耐旱力，讓研究可以更臻周延。
- 四、本研究植物的選種受限於時間、人力與金錢，僅能取的少數多肉植物進行實驗，建議後續研究可以再就不同的植物進行試驗，讓研究可以更臻完善。
- 五、本研究在介質的配比上採用蛭石、泥炭土、珍珠石三合一配方，並混赤玉土、唐山石、以及蘭石以1:1比例混合，建議後續研究可以朝不同的介質或比例，以瞭解介質選擇與配比對多肉植物生長之影響，讓研究可以更臻完善。
- 六、本研究歷經台灣夏季高溫多雨的梅雨季，與冬季低溫乾燥，雖夏季生長狀況差，但10種植物均建在，是因為實驗植物生性強健？或是介質透氣、又或者為實驗盆器底盆蓄水功能較佳？建議後續研究可以朝向多肉植物在連續降雨過後安然存活的關鍵因素進行探討，讓研究可以更臻完善。
- 七、本研究並沒有在蟲害藥物防治處理，研究過程中只有子持蓮華受到蟲害，而生長狀況最差，目前仍未見國內有關多肉植物的藥物使用及噴藥後之維護管理文獻，建議後續研究可以朝向多肉植物的噴藥比例及噴藥後維護管理等方向進行探討，讓研究可以更臻完善。

參考文獻

中文部份

1. 二木，(2013)，多肉植物這樣玩，新北市：人類智庫數位科技。
2. 小林浩，(2002)，仙人掌與多肉植物，台北市：園藝世界出版社。
3. 中央氣象局網站，(2015)，氣候監測報告，下載日期：2015/10/21，取自 <http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/watch/watch.htm>。
4. 石婉瑜，(2004)，簡易綠化屋頂報與管理效能之評估—以台北市區為例，碩論論文，國立台灣大學園藝學研究所，台北。
5. 方智芳，(2011)，台灣中部地區生態屋頂減熱效果之研究，造園學報，17(4)，45-62。
6. 方智芳、蔡建泓，(2012)，薄層植物外型與減熱效果之關係，科學農業，60，46-61。
7. 石婉瑜，(2004)，簡易綠化屋頂報與管理效能之評估—以台北市區為例，碩士論文，國立台灣大學園藝研究所，台北市。
8. 台灣綠屋頂暨立體綠化協會，(2012)，我愛綠屋頂，台北市：城邦文化事業股份有限公司麥浩斯出版。
9. 台灣綠屋頂暨立體綠化協會，(2015)，屋頂綠化技術手冊，新北市：內政部建築研究所出版。
10. 成功大學，(2015)，啟動學界力量成大召開水資源圓桌會議為旱象把脈獻策，線上檢索日期：2015年04月17日。網址：<http://news.secr.ncku.edu.tw/files/14-1054-136002,r81-1.php?Lang=zh-tw>。
11. 李錫堅，(2014)，多肉植物的賞析與栽植:常見仙肉 850 種，花蓮縣:李錫堅出版。
12. 李若南、張縱，(2010)，景天科植物在城市立體綠化中的應用探析，廣東農業科學，37(8)，88-90。
13. 李梅華、劉耿豪，(2003)，多肉植物仙人掌種植活用百科，台北市：城邦文化事業股份有限公司麥浩斯出版。8 林怡君，(2012)，永續型容器薄層屋頂綠化之研究，博士論文，國立成功大學建築研究所，台南市。
14. 林珮均，(2010)，不同屋頂綠化型式對屋頂隔熱效果影響之研究—以草本、灌木及棚架為例，碩士論文，朝陽科技大學建築及都市設計研究所，台中市。
15. 林憲德、李魁鵬、陳冠廷、林立人、郭曉青、陳子謙，(1999)，台灣四大都會區都市熱島效應實測解析(一)—國內外都市熱島強度之比較，建築學報，31，51-74。
16. 林憲德，(2007)，城鄉生態，台北市：詹氏書局。

17. 林寶秀，(2010)，植栽綠地降溫效果之研究，博士論文，國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝學研究所，台北市。
18. 柯勇，(2002)，植物生理學，新北市：藝軒圖書出版社。
19. 侯雅玲，(2015)，澆灌頻度對多肉植物生長之影響，碩士論文，東海大學景觀學系研究所，台中市。
20. 麥志景，(2004)，彩色多肉植物圖鑑，台北，淑馨出版社。10財團法人台北市錫瑠環境綠化基金會，(2007)，你也能有綠屋頂，台北市：財團法人台北市錫瑠環境綠化基金會。
21. 張育森、賴允慧，(2012)，綠屋頂的功能和技術，臺大農業推廣通訊雙月刊，94，7-13。
22. 郭鴻裕，(2009)，農業非點源汙染研討會論文集，農業試驗所出版。
23. 洪筱梅，(2009)，室內工作環境的植栽綠視率對心理復癒效益之研究，碩士論文，逢甲大學，台中市。
24. 黃世恩、魏聖崇、廖清波、陳學文&黃俊杉，(2014)，臺灣常見多肉植物之介紹，種苗科技專訊，87，19-21。
25. 黃騰毅，(2014)，多肉植物的栽培與養護，台北市，雅事文化有限公司。
26. 陳昱心，(2012)，介質特性與栽培管理對綠屋頂植物生育之影響，碩士論文，臺灣大學園藝研究所，台北市。
27. 連祥萍，(2009)，運用省水耐旱植栽進行屋頂薄層綠化之熱效應研究，碩士論文，國立中興大學園藝研究所，台中市。
28. 許瑞銘，(2005)，屋頂綠化熱效益之研究，碩士論文，朝陽科技大學建築及都市設計研究所，台中市。
29. 許謙信、葉德銘，(2007)，菊花耐淹水品種系之選拔，臺中區農業改良場研究彙報，96，23-32。
30. 章錦瑜，(2010)，最新植栽設計手冊，台中市：日之昇。
31. 陳慶安，(2008)，城市推行綠屋頂的策略，措施與成效之分析研究，碩士論文，國立台灣大學園藝研究所，台北市。
32. 張采依，(2012)，薄層屋頂綠化植物選擇與應用之研究，碩士論文，國立臺灣大學園藝研究所，台北市。
33. 經濟部水利署，(2015)，臺灣地區供水情勢(枯旱預警)通報，線上檢索期：2015年04月18日。網址：<http://www.wra.gov.tw/sp.asp?xdurl=dryInfo/dryInfoDetail.asp&CtNode=7231&xItem=63126>。
34. 經濟部水利署，(2015)，主要水庫集水區降雨，線上檢索日期：2015年04月18日。網址：<http://www.wra.gov.tw/default.asp>。
35. 臺灣氣候變遷科學報告工作小組，(2011)，台灣氣候變遷科學報告2011(精簡版)，國家科學委員會自然科學發展處。

36. 劉思吟，(2011)，薄層綠化屋頂適用植栽之研究，碩士論文，國立中興大學園藝研究所，台中市。
37. 蔡厚男，(2013)，綠屋頂技術手冊，台北市，詹氏書局。
38. 蔡健弘，(2012)，屋頂綠化植栽選種及澆灌量之研究—以台北、台中、台南為例，碩士論文，國立勤益科技大學景觀研究所，台中市。
39. 盧孟明，(2010)，極端氣候—臺灣面臨的新挑戰，台大校友雙月刊，69，43-46。
40. 謝維芳，(2013)，不同介質與結構對綠屋頂隔熱效果影響之研究，博士論文，國立中興大學園藝學研究所，台中市。
41. 謝維芳，(2005)，不同植栽對建築物隔熱效果影響之研究，碩士論文，國立中興大學園藝學研究所，台中市。
42. 謝維蓀、徐民生，(1999)，多漿花卉，北京：中國林業出版社。
43. 薛聰賢，(2002)，台灣花卉實用圖鑑 3 球根花卉. 多肉植物 150 種，彰化縣：台灣普綠有限公司出版部。
44. 魏晉興，(2014)，屋頂薄層綠化採用低維護植物之降溫評估，碩士論文，東海大學景觀學系研究所，台中市。
45. 蘇榮宗，(2009)，屋頂植草覆土層熱效應之研究，碩士論文，國立高雄大學都市發展與建築研究所，高雄市。
46. 輿水肇，(1995)，建築空間綠化手法，台北市：地景企業股份有限公司。

二、英文部份

1. Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls* (Vol. 254). Portland, OR: TIMBER PRESS..
2. Emilsson, T. (2008). Vegetation Development on Extensive Vegetated Green Roofs: Influence of Substrate CComposition, Establishment Method and Species Mix. *Ecological Engineering*, 33(3), 265-277.
3. Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2008). Media Depth Influences Sedum Green Roof Establishment. *Urban Ecosystems*, 11(4), 361-372.
4. Hough, M. (1995). *City and Natural Process*, London & New York: Routledge.
5. Hartig et al.(1991). Healthy nature healthy people.
6. Herzog et al.(2003). Adenohypophysis formation in the zebrafish and its dependence on sonic hedgehog.
7. Iijima, K. (2001). A Study on Discover The Growth Ccharacteristics of Sedum as An Urban Landscape Plant. J. Jpn. Inst. Landsc. *Architect.* Extra Issue 5, 53-84.
8. Köhler, M. (2003). Plant Survival Research and Biodiversity: Lessons from Europe. *In first annual greening rooftops for sustainable communities conference, Awards and Trade show*,(pp.20-30).
9. Lundholm, J.T. (2006). Green Roofs and Facades: A Habitat Template Approach. *Urban Habitats*, 4, 87-101.
10. MacIvor, J. S., Ranalli, M. A., & Lundholm, J. T. (2011). Performance of Dryland and Wetland Plant Species on Eextensive Green Roofs. *Annals of botany*, 107(4), 671-679.
11. Monterusso, M. A., Rowe, D. B., & Rugh, C. L. (2005). Establishment and Persistence of Sedum spp. and Native Taxa for Green Roof Applications. *HortScience*, 40(2), 391-396.
12. Nagase, A., & Dunnett, N. (2010). Drought Tolerance in Different Vegetation Types for Extensive Green Roofs: Effects of Watering and Diversity. *Landscape and urban planning*, 97(4), 318-327.
13. Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungene[FLL]. (2002) *.Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungene*. Germany: FLL.
14. Schaefer, H., Forrester, K., Jost, V., Lockett, K., Morgan, S., Yan, T., & Retzlaff, W. (2006). *Effects of Green Roof Growth Medium Depths on Sedum Immergrauch Establishment*. Southern Illinois University, Monograph.

。

三、日文部份

1. 飯島健太郎、近藤三雄,(1993),乾燥条件下におかれる都市緑化空間へ導入可能な多肉植物,造園雑誌,57(2),129-134。
2. 田中暁之、小澤成昭、重田秀司、碓井あずさ&屋祢下亮,(2013),簡易に維持管理が可能な屋上緑化手法の開発:その3. ロックウールと有機系資材による植栽基盤の維持管理頻度,2013年度日本建築学会大会(北海道)学術講演会,学術講演梗概集,1169-1170。