

南華大學科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士論文

Master Program of Green Technology for Sustainability

College of Science and Technology

Nanhua University

Master Thesis

常態化差異植生指標與栽培介質含水量關係

Relationship Between Normalized Difference Vegetation

Index and Water Content of Cultivated Medium

曾子齊

Tsu-Cht Tseng

指導教授：洪耀明 博士

Advisor: Yao-Ming Hong, Ph.D.

中華民國 108 年 7 月

July 2019

# 南華大學

永續綠色科技碩士學位學程

碩士學位論文

論文中文題目：常態化差異植生指標與栽培介質含水量關係

論文英文題目： Relationship Between Normalized Difference

Vegetation Index and Water Content of Cultivated Medium

研究生：曾子齊 曾子齊

經考試合格特此證明

口試委員：唐琦  
楊昱森  
洪耀明

指導教授：洪耀明

系主任(所長)：洪耀明

口試日期： 中華民國 108 年 6 月 24 日

## 摘要

本研究以影像識別為基礎，建立網室草莓的土壤凋萎點和葉綠素之間的相互關係，研究採用低價的樹莓派嵌入式系統，建立控制紅光與近紅光的鏡頭模組，土壤凋萎點測量為種植 20 組草莓及不種植任何草莓之 20 組介質為實驗分析依據，初期均浸水飽和，然後不澆水，每隔 12 小時秤重及拍攝一張照片用於計算常態化差異植生指標，直至草莓凋萎為止，然後建立土壤含水量與常態化差異植生指標之關係，分析發現在 456 小時，土壤含水量低於 50% 時常態化差異植生指標急遽下降，為求種植環境在良好狀態，建議未來溫室於土壤飽和後，草莓至少 456 小時後需要給水，避免植物因缺水導致生長不良枯萎。

**關鍵字：**凋萎點、常態化差異植生指標、樹莓派

## ABSTRACT

Based on image recognition, this study establishes the relationship between the soil wilting point of strawberry and chlorophyll in greenhouse. Firstly, a low-cost single-board computer named Raspberry Pi is used to establish a lens module that supplied red and near-red light. Secondly, 20 groups strawberries and 20 groups of media that do not grow any plants were saturated with water. Weight and photo were recorded every 12 hours until the plants are wilted. Water content and the normalized difference vegetable index (NDVI) were calculated to build the relationship between soil moisture and normalized difference planting index. Outcomes show that soil water content is less than 50%, NDVI drops sharply after 456 hours. i.e. the saturated soil in greenhouse needs water supply after at least 456 hours to avoid the poor growth and wilting of strawberry due to lack of water.

**Keywords: Wilting point, Normalized Difference Vegetation Index, Raspberry Pi**

# 目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	VI
第一章 前言.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究流程.....	2
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 草莓凋萎成因.....	4
2.1.1 凋萎點.....	4
2.1.2 草莓青枯病.....	6
2.2 嵌入式系統.....	7
2.3 標準化植生差異指標.....	9
第三章 研究方法.....	11
3.1 實驗設備.....	11
3.2 方法與理論.....	15

3.2.1 土壤含水量 .....	15
3.2.2 植物健康與凋萎之影像差異分析 .....	17
3.3 實驗步驟 .....	17
第四章 結果與討論 .....	20
4.1 土壤含水量變化 .....	20
4.2 常態化差值植生指標 .....	24
4.2.2 健康植物與凋萎植物影像比較 .....	26
4.2.3 NDVI 與植物土壤含水量變化綜合分析 .....	26
第五章 結論與建議 .....	27
5.1 結論 .....	27
5.2 建議 .....	27
參考文獻 .....	28
附件 A 濕度與時間關係表(有植物) .....	30
附件 B 濕度與時間關係表(有植物) .....	38
附件 C 常態化差值植生指標 .....	46
附件 D 樹梅派安裝設定拍照步驟 .....	49
附件 E 軟體 ENVI 計算 NDVI 步驟 .....	52

## 圖目錄

圖 1-1 論文研究流程 .....	3
圖 2-1 土壤溼度特徵 .....	4
圖 2-2 可用水含量 .....	5
圖 2-3 草莓青枯病 .....	6
圖 2-4 樹梅派 2 .....	8
圖 2-5 NDVI 計算示意圖 .....	10
圖 3-1 樹梅派相機及拍攝之影像 .....	11
圖 3-2 樹梅派相機及拍攝之支架影像 .....	12
圖 3-3 體積、質量符號與介質三相 .....	15
圖 3-4 實驗步驟 .....	19
圖 4-1 植生有無與土壤含水量關係 .....	22
圖 4-2 土壤每日含水量變化 .....	23
圖 4-3 土壤每日平均 NDVI 指數變化 .....	25
圖 4-4 植物健康與凋萎之 NDVI 值比較 .....	26
圖 4-5 土壤含水量百分比與累積時間比較 .....	26

## 表目錄

表 3-1 即時影像擷取系統設備規格.....	12
表 4-1 植物凋萎前含水量變化.....	20
表 4-2 植物凋萎前含 NVDI 變化.....	24





# 第一章 前言

## 1.1 研究動機

夠過行政院農委會年代對農業區域統計分析，臺灣現行農業面臨幾項嚴重問題，其中以農業人口分析，可知農家人口老化及青年農業就業人數逐年降低，這些問題已導致農業出現缺工問題普遍出現於產業間。

農業是維持經濟穩定和持續發展的根本，為解決這些農業人口問題導入科技使用做到改善，透過科技智能達到減少人力成本並精準判定需求增加效能，改善臺灣農業問題。

## 1.2 研究目的

透過植物葉綠素的光譜特性找出植生指標，透過相機擷取之紅光與近紅外光常態化差異植生指標 (Normalized Difference Vegetation Index ; NDVI) 植物土壤含水量凋萎點測量，推測植物缺水與介質含水量之間關係，以建立植物缺水指標，以及透過影像分析計算 NDVI，達到推算植栽每日最少供水量，作為澆灌之依據。

## 1.3 研究流程

研究重點將本文分成五章，如圖之 1-1 所示，各章內容簡述如下：

### 第一章 前言

說明利用影像處理技術和介質含水量相互關係研究，發展出能精準辨識植物健康狀況系統。

### 第二章 文獻回顧

了解本次研究對象主要估萎原因，簡述嵌入式系統並挑選的需求，以及解釋測量含水量和標準化植生差異指標計算方式。

### 第三章 研究方法

介紹本研究所須之測量儀器設備及其配置、實驗資料提取方法與其中理論及實驗順序。

### 第四章 結果與討論

整理各項測量結果資料，並分析其相互關係，其中包含土壤每日含水量變化及土壤每日平均 NDVI 指數變化。

### 第五章 結論與建議

本文結論，檢視可改進與修正的地方及未來再進一步研究的方

向。

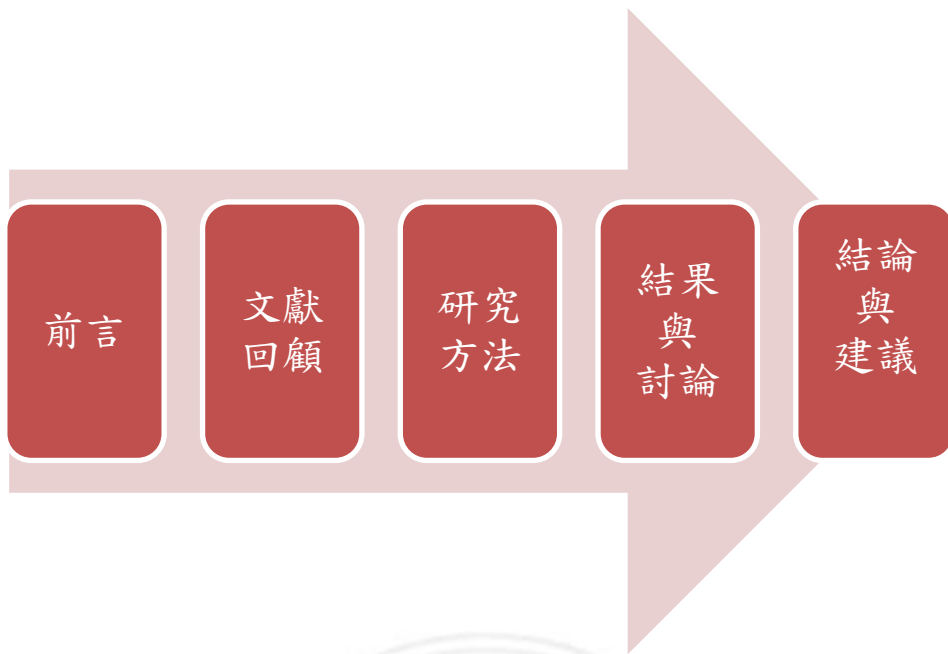


圖 1-1 論文研究流程



## 第二章 文獻回顧

### 2.1 草莓凋萎成因

#### 2.1.1 凋萎點

確認植物凋萎與土壤水分的關係為達到精準農業的重點之一，而凋萎點依嚴士潛(2015)指出土壤中的水份含量不足以植物吸收時，使植物發生枯萎現象時的土壤含水量，凋萎點  $\theta_{pwp}$  一般為  $-1500 \text{ J/kg}$  ( $-15 \text{ bar}$ ) 吸水壓力時的土壤含水量。

Brouwer,etal (1985)將土壤含水條件分為以下幾種

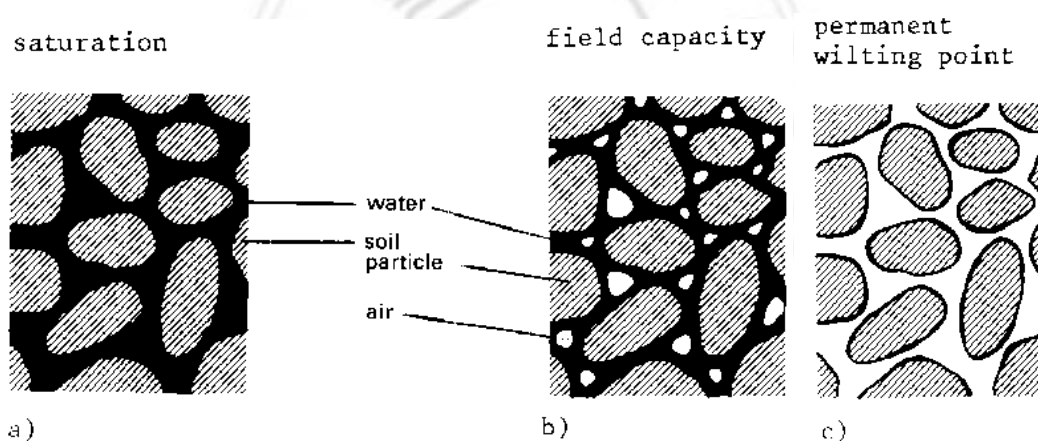


圖 2-1 土壤溼度特徵

1. 土壤水飽和(Saturation):在雨淋或灌溉應用中，土壤孔隙將充滿水。如果所有土壤孔隙都充滿了水，那麼土壤就會被認為是飽和的。土壤中沒有空氣不適合植物生長。
2. 田間容水量：指土壤中在經過地表水逕流與重力水自然排泄後，土壤中仍保有的最大含水量，此為植物適宜生長環境。

3. 永久凋萎點：存儲在土壤中的水一點一點地被植物根部吸收或從表土蒸發到大氣中。當土壤的水分含量低至植物出現凋萎現象時且無法復原時，該點稱之為永久凋萎點，植物在達到凋萎點的土壤中吸取不到水分。

在得知田間容水量和永久凋萎點便能計算可用土壤含水量，而計算土壤含水量的方法為田間容量的含水量扣除永久凋萎的含水量求得其關係式，其關係如圖 2-2。

透過田間容水量、永久凋萎點和介質重量與含水量與時間關係分系，即可計算出植物吸收可用水消耗週期，此為用於精準農業的數據建立。

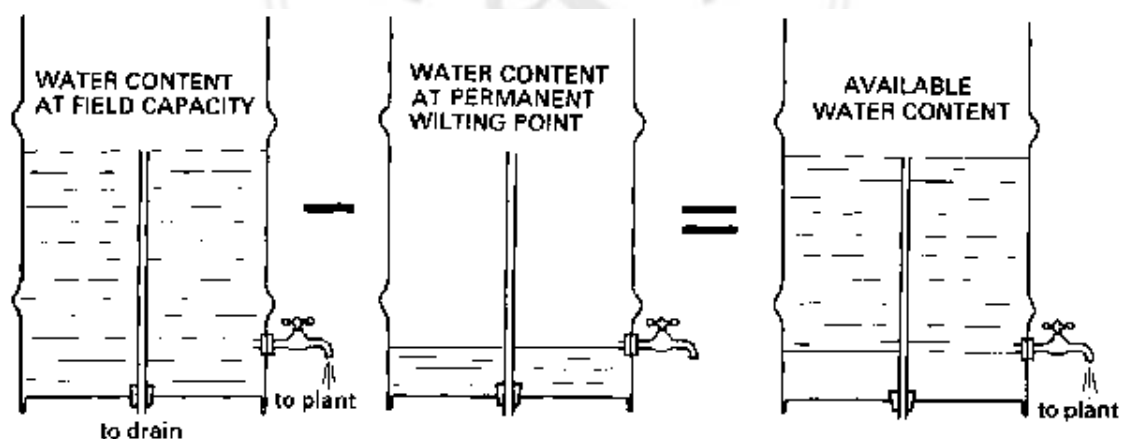


圖 2-2 可用水含量

## 2.1.2 草莓青枯病

草莓凋萎常受青枯病影響，使得有效辨認植物是青枯病而非缺水枯萎即成為探討重點。依彭淑貞(2002)認為草莓青枯病在一個月內最為常見，在判別青枯病的方式，當草莓的下位葉 1~2 片先呈萎凋，且葉柄下呈現有如燒焦的現象，且數日後整株枯死，藉由頗開植物根冠，可發現維管束褐化，且有白色菌種溢出。草莓青枯病發生的時節以夏季或是高溫高濕度的環境尤其嚴重，而冬季較少溫度低時可能具有潛伏感染的可能性。



圖 2-3 草莓青枯病

## 2.2 嵌入式系統

在生活各個角落都可見嵌入式系統使用，隨著生活中智能商品越來越多使其嵌入式系統的廣泛出現在各個角落，也因為廣泛的應用的特性實在難以準確為其定義。

(1) 依據英國電機工程師協會的說法，嵌入式系統式的核心放在其中的控制、監視或輔助的功用使其對應的設備、機器或甚至整個工廠順利運轉的裝置系統。

(2) 廖建興(2010)對於嵌入式系統的解釋：富有嵌入到物件中的性質之特定功能電腦系統。其中的嵌入性、特定功能與電腦系統可說是嵌入式系統主要的三個根本要素。

簡單來說嵌入式系統已應用為核心，為繞著的是系統開發界面的自由性、嵌入商品時所需具有輕巧且價格低廉優勢、對於解決特定問題的感應器與其計算能力、在網路時代下所持有雲端連線操控或無線操控。針對我這個研究有以下需求。

(1) 控制軟體的撰寫功能

(2) 體積輕巧

(3) 價格低廉

(4) 無線傳輸能力

(5) 拍照傳感器的擴充性

綜合以上考量我所選的嵌入式系統載體為樹梅派，樹梅派 Raspberry Pi，由英國的 Raspberry Pi Foundation 所設計開發，挑選樹梅派的原因為其體積只有如一個火柴盒的大小，操作簡單如同一台小電腦，周邊配件感應器齊全方便實驗使用且價格相較低廉。

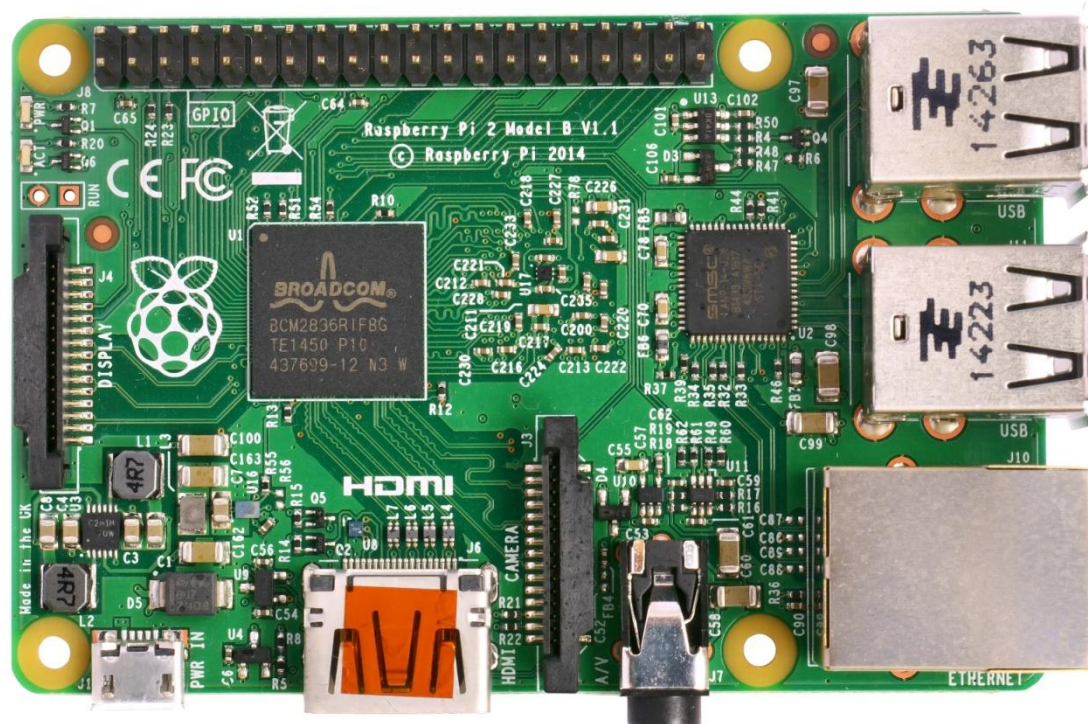


圖 2-4 樹梅派 2

張程皓(2014)認為樹梅派，是一款基於 Linux 系統、只有一張信用卡大小的單板機電腦，是由英國的 Raspberry Pi Foundation 所設計開發，以協助學校的基本的電腦科學教育為目標，所以使其擁有自由軟體架構與低廉的價格。樹梅派有如一台為小的電腦，可以透過連接螢幕、滑鼠和鍵盤操作，並藉由連接其相關數位零件，使其和一般電腦一樣可以執行如電子表格、文字圖形處理、遊戲和程式編譯等功能。



## 2.3 標準化植生差異指標

透過標準化植生差異指標，可用於判別植物葉片中葉綠素的光反射數值，透過此數值的分析，可透過研究中硬體配置監測。

John Weier and David Herring (2000)為了確定一片土地上的綠色密度，透過監測植物所反射的可見光和近紅外日光的紀錄。當自然光照射在物體表面時，該光譜的某些波長會被植物葉綠素所吸收，其剩餘波長被反射，當中植物葉片中的葉綠素所吸收的可見光範圍為 0.4 至 0.7 $\mu\text{m}$ ，用於光合作用。另一測量依據，因為葉片中的細胞結構反射其 0.7 到 1.1 $\mu\text{m}$  的近紅外光。透過這些波長的光分析可知葉綠素在其中的比例判斷植物生長狀態。

計算方式是拍攝具有紅光與近紅外光的反射影像，經過影像分析計算得出其植物生長指標，此指標可以顯示出單一或區域植物生長狀態，當植物葉片茂盛時數值愈大。標準化植生差異指標 (normalized difference vegetation index, NDVI) 為計算方式，公式如下：

$$\text{NDVI} = \frac{R_{\text{NIR}} - R_{\text{Red}}}{R_{\text{NIR}} + R_{\text{Red}}}$$

式中 NIR 為近紅外光反射；RED 為紅光反射，如圖 2-5 所示

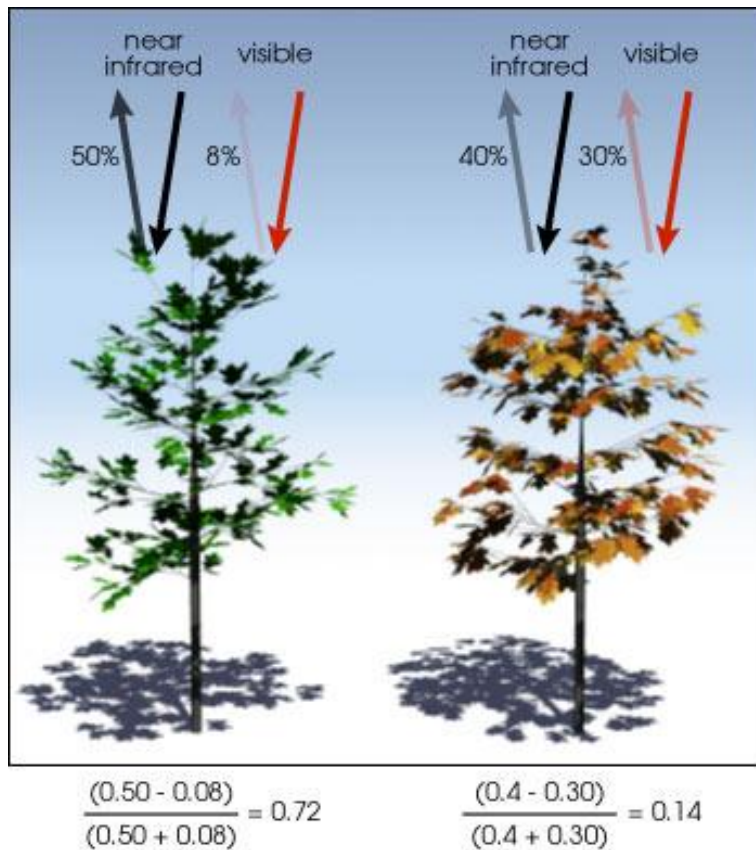


圖 2-5 NDVI 計算示意圖

(Illustration by Robert Simmon,2000)

本研究中計算 NDVI 的軟體為 ENVIL 為美國 Visual Information Solutions 公司產品，它是由遙測領域的遙測領域的科學家採用 IDL(Interactive Data Language) 所設計開發的遙測影像處理軟體，其特點為其成熟的光譜圖像處理分析技術配合其方便操作的使用介面，在處理 NDVI 照片分析只需透過照面上傳與公式撰寫即可分析。

## 第三章 研究方法

### 3.1 實驗設備

樹莓派為單板機電腦如圖 3-1，利用價格低廉的全波段鏡頭和無線網路配件，配合藍色濾光片組成價格組成低廉且穩定的系統，透過以上設備擷取照片進行 NDVI 數值計算。為了增數值的精準度特製支架，使每一張照片位置相同，即時影像擷取系統設備規格如表 3-1，支架實品如圖 3-2 所示。



相機排線安裝

(a)



(a)樹莓派相機

(b)拍攝之全波段影像

圖 3-1 樹莓派相機及拍攝之影像



圖 3-2 樹梅派相機及拍攝之支架影像

表 3-1 即時影像擷取系統設備規格

材料項目	規格細節	功能
Raspberry Pi 2 B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broadcom BCM2836 900MHz ARM Cortex-A7 四核處理器</li> <li>• GPU 提供開放式 GL ES 2.0、硬件加速 Op enVG 和 1080p30 H.264 高端解碼</li> <li>• GPU 可以實現 1Gpixel/s、1.5Gtexel/s 或 24GFLOP，並提供紋理過濾和 DMA 基礎架構</li> <li>• 1GB LPDDR2 SDRAM</li> <li>• HD 1080p 視頻輸出</li> </ul>	影像處理與控制平台(微電腦)

材料項目	規格細節	功能
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 複合視頻(PAL/NTSC)輸出</li> <li>• 立體聲音頻輸出</li> <li>• 10/100 BaseT RJ45 以太網插座</li> <li>• HDMI 1.3 和 1.4 視頻/音頻插座</li> <li>• 3.5mm 4 極音頻/複合視頻輸出插孔插座</li> <li>• 4 個 USB 2.0 插座</li> <li>• 15 路 MPI CSI-2 連接器,用於 Raspberry Pi 高清攝像機</li> <li>• 15 路顯示串行接口連接器</li> <li>• MicroSD 卡插座</li> <li>• 從 MicroSD 卡啟動,運行 Linux 新操作系統版本</li> <li>• GPIO 和串行總線的 40 引腳管座(與樹莓派 1 26 引腳管座兼容)</li> <li>• 電源: +5V @ 2A, 通過 MicroUSB 插座</li> <li>• 尺寸: 86 x 56 x 19mm</li> </ul>	
PiNoir 紅外線夜視攝影機	<p>Pi NoIR 相機板還附有藍色濾鏡,也能用在近紅外線攝影,或是在實驗中檢測植物光合作用的情況。只要利用這個, Pi NoIR 相機板和 Raspberry Pi 套組即可成為便宜的科學專題用裝置,充分活用於觀察庭院植物的健康狀態。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 百萬像素固定焦點</li> <li>• 支持 1080p、720p60 和 VGA90</li> <li>• Omnivision 5647 傳感器</li> <li>• 減少圖像雜訊,如固定模式噪點和拖尾效應</li> <li>• 自動控制功能,如曝光控制、白平衡和亮度檢測</li> </ul>	單機拍攝 NIR 以及 RGB 照片,但必須透過濾波片,拍攝需要的光線
帶通濾波	過濾波長 400~700nm, 只吸收紅外光	搭配 PiNoir 拍

材料項目	規格細節	功能
片 (bandpass filter)		攝 NIR 照片
高通濾波 片 (longpass filter)	過濾波長>721nm，只吸收可見光	搭配 PiNoir 拍 攝 RGB 照片
Raspberry Pi 高解析 度 HD 攝 影模組	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 百萬像素固定焦點</li> <li>• 支持 1080p、720p60 和 VGA90</li> <li>• Omnivision 5647 傳感器</li> <li>• 減少圖像雜訊，如固定模式噪點和拖尾效應</li> <li>• 自動控制功能，如曝光控制、白平衡和亮度檢測</li> </ul>	1.拍攝 RGB 照 片
microSD	KINGSTON 容量為 32GB	儲存資料使用
紅外線投 射器	範圍為 850nm~1,000nm	補充例如夜晚 紅外線不足情 況

## 3.2 方法與理論

依前人研究，當介質含水量達初期凋萎點時澆水，植物會出現生長異狀的情況但為可恢復性的，而當介質含水量到達永久凋萎點時，即使再澆水，植物也無法存活；因此本試驗介質含水量與植物健康之關係，透過植物成長速率，推斷介質初期凋萎點及永久凋萎點，並嘗試求得相對之 NDVI 與介質之初期凋萎點之關係，體積、質量符號與介質三相說明如圖 3-3，試驗方式說明如下：

### 3.2.1 土壤含水量

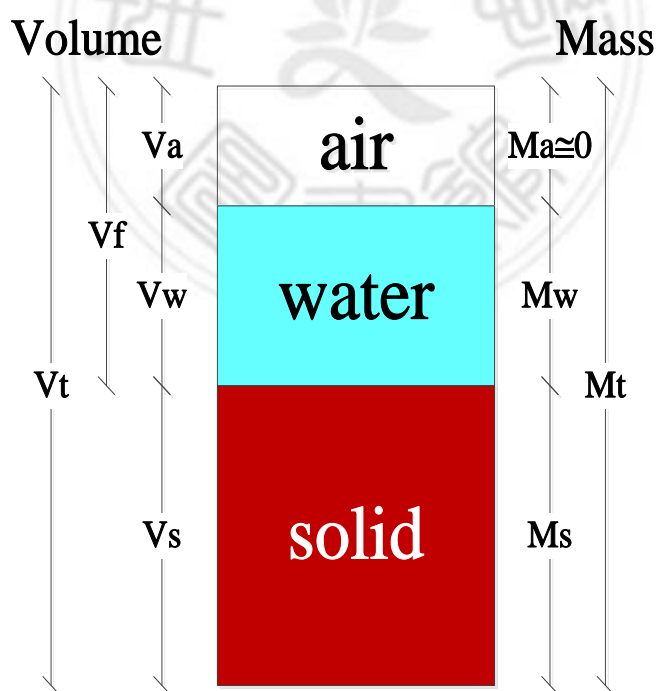


圖 3-3 體積、質量符號與介質三相

土壤三相如圖 3-3 所示，而土壤液態代表水分含量多寡，為使試驗數據能夠具備代表性，本研究進行 20 顆植株試驗，以瞭解植物成長之吸水量，同步進行無植栽之 20 組太空包試驗，因為植株重量相對於太空包之重量相比甚微，可以視為定值，故假設植株重量於試驗期間為定值  $M_{0p}$ 。試驗每隔 9-12 小時，進行秤重及拍照，觀察到草莓凋萎為止。量測之後將介質稱重  $M_{ti}$ ，進行 24 小時 105 度 C 烘乾，得烘乾後質量  $M_{si}$ ，並利用阿基米德原理，計算固體體積  $V_{si}$ ，依據上述試驗，可推得含水量  $M_{wi} = M_{ti} - M_{si}$ ，水體積  $V_{wi} = M_{wi} / \rho_w$ ，空氣體積  $V_{ai} = V_t - (V_{si} + V_{wi})$ ，再計算實際飽和度  $S_{ri}$  (degree of saturation) 為：

$$(M_{ti} - M_{si}) / (\rho_w \times (V_t - V_{si})) = S_{ri} = V_{wi} / (V_t - V_{st}) \quad (1)$$

$\gamma_w$  式中  $\rho_w$  為水之密度，本試驗將會得到介質飽和度得知 10 天內，無植栽吸水下，介質含水率之變化，作為決定凋萎點試驗時間之依據。此外，亦將推算下列介質基本物理特性

1. 土粒密度(soil particle density):  $\rho_s = M_s / V_s$ ，代表介質固體單位重量；
2. 乾總體密度(soil dry bulk density):  $\rho_b = M_s / V_t$ ，代表介質烘乾後單位重量；
3. 溼總體密度(soil wet bulk density):  $\rho_{bw} = (M_s + M_w) / V_t$ ，代表介質單位重量，為做實驗之初始控制條件；
4. 孔隙率(porosity):  $f = V_f / V_t$ ，代表介質孔隙多寡，孔隙越多，則透氣性及透水性越好。



### 3.2.2 植物健康與凋萎之影像差異分析

本計畫採用 NDVI 指標診斷植物健康狀況，公式如下：

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{Red}}{R_{NIR} + R_{Red}} \quad (3)$$

式中， $R_{NIR}$  為近紅外光反射率， $R_{RED}$  為可見紅光反射率。 $R_{NIR}$  加  $R_{RED}$  之值為固定，而健康的植物有較大的  $R_{NIR}$ ，較小的  $R_{RED}$ ，因此 NDVI 較高；而不健康之植物則剛好相反，因此 NDVI 可以用來診斷植物之健康狀態。設 CV (coefficient of variation) 為地面反射值 NDVI 變異程度，根據 Verhulst et al. (2010) 之研究結果發現，NDVI 指數於作物剛種植及最後凋萎期間，植物間之變異度 (CV) 越大，如圖 2-5(b)。NDVI 及 CV 變異原因在於種植初期，土地露出面積大，因此 NDVI 差異性大導致 CV 大，而於快速生長期間，地面逐漸被樹冠所覆蓋，使得量測之 NDVI 差異值變小，因此 CV 小；而凋萎期間，地面逐漸露出，使得 CV 又變大，顯示 NDVI 確實可以做為量測植物生長健康程度。

經由試驗量測，將可繪製含水率與植株重量之關係圖；含水率與 NDVI 值之關係圖，植株重量與 NDVI 值之關係圖。及含水率與時間、植株重量與時間、NDVI 值與時間之關係圖，配合枯萎觀測時間，研判初期凋萎點之範圍。

### 3.3 實驗步驟

栽植植物處理者及空白對照處理各 20 組，初期栽種草莓之後，浸水達飽和狀態，然後不澆水進行試驗，直至植物枯萎為止，枯萎時可根據植物外型，判斷植物為青枯病或凋萎點致死如圖 3-4。步驟說明如下：

1. 裝填生長介質至太空包中，盡量使每個太空包重量一致；而試驗組則補充生長介質致太空包中，盡量使重量一致；隨後將太空包放到水桶中泡水，使介質達飽和狀態，拿起來之後，再補充飽和介質至重量一致。
2. 實驗位於溫室中植物單株放進特殊介質的太空包中種植，實驗組(含植物)和對照組(無植物)各 20 組，以相同總重最為比較基礎，裝填好的太空包泡水並瀝掉多餘的水達到土壤飽和含水，方便後續作含水量變化和凋萎點計算。
3. 測量重量紀錄時間含水量，拍照記錄方便後續 NDVI 計算。
4. 以軟體 ENVI 分析出 NDVI 指數，和時間含水量交叉分析，宗和以上分析得出結論。

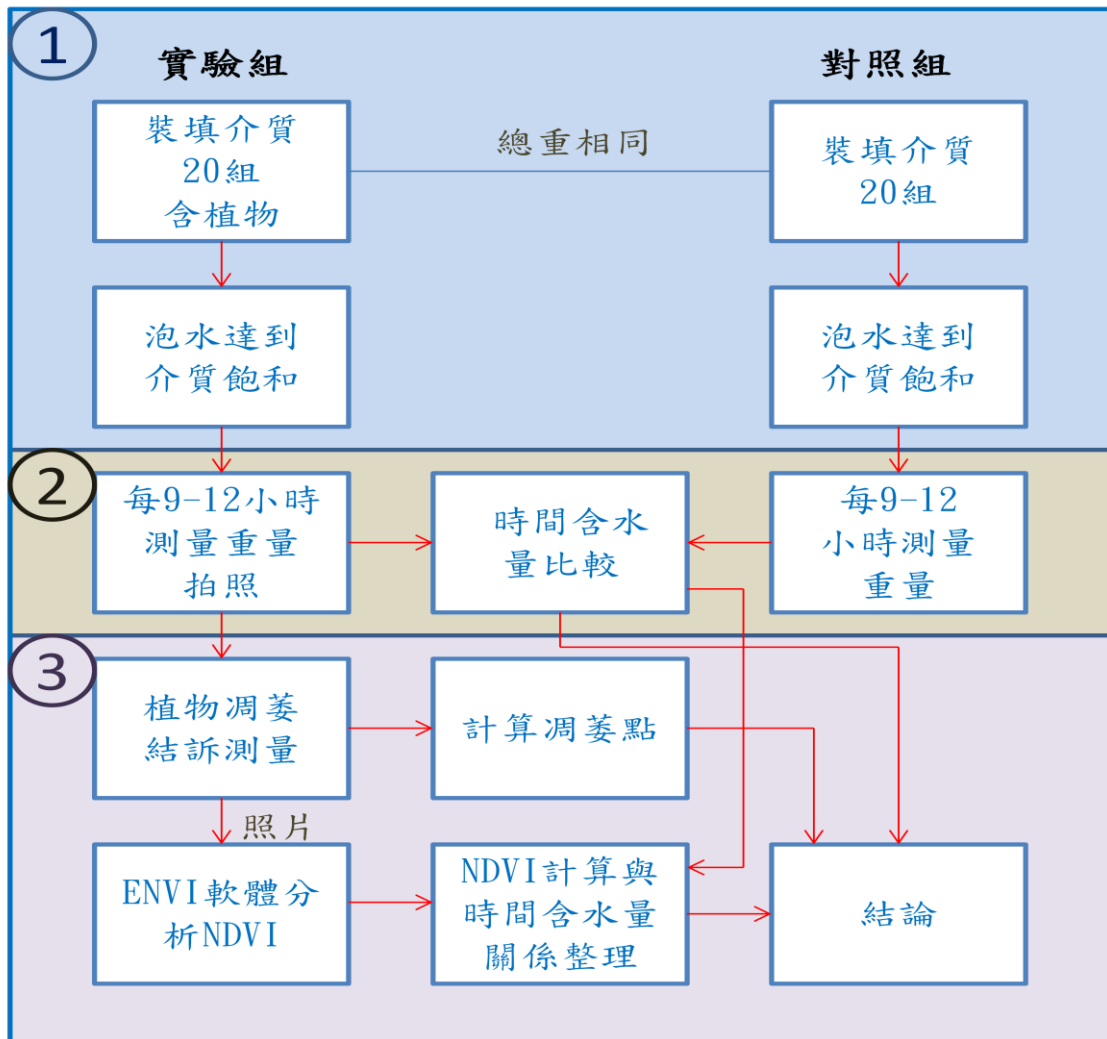


圖 3-4 實驗步驟

## 第四章 結果與討論

### 4.1 土壤含水量變化

經過長期量測之後，植生組最後含水率如表 4-1 所示，得到以下結果：

(A)初始飽和含水率平均可達 67%，顯示所用介質保水能力好。

(B)7 株因為青枯病凋萎，凋萎時間不定，多在 40 天(1000 小時)

(C)凋萎時平均含水量：13 株則因為缺水凋萎，其中 3 組因為實驗紀錄誤差，不考慮外，其餘達凋萎點時平均含水率為 9.93%；

(D)平均凋萎時間：試驗期間約 56 天(月 1350hr)才會凋萎，顯示介質含水量高，可以多天不澆水。

表 4-1 植物凋萎前含水量變化

編號	初始含水率 (%)	凋萎含水率 (%)	凋萎累計時間 (hour)	凋萎原因
1	68.32%	15.41%	1334	缺水
2	58.23%	38.13%	497	青枯病
3	53.34%	32.52%	497	青枯病
4	71.10%	13.83%	1250	缺水
5	68.61%	23.20%	1094	青枯病
6	63.98%	21.85%	1526	缺水

7	73.04%	8.24%	1454	缺水
<b>8</b>	<b>65.92%</b>	<b>37.77%</b>	<b>497</b>	<b>青枯病</b>
9	71.68%	10.45%	1310	缺水
<b>10</b>	<b>71.70%</b>	<b>10.40%</b>	<b>1286</b>	缺水
<b>11</b>	<b>74.55%</b>	<b>22.43%</b>	<b>1250</b>	<b>缺水</b>
<b>12</b>	<b>64.51%</b>	<b>25.71%</b>	<b>545</b>	<b>青枯病</b>
13	70.29%	8.89%	1358	缺水
14	75.75%	8.48%	1430	缺水
15	73.50%	7.91%	1430	缺水
<b>16</b>	<b>58.33%</b>	<b>46.71%</b>	<b>245</b>	<b>青枯病</b>
<b>17</b>	<b>61.06%</b>	<b>46.27%</b>	<b>305</b>	<b>青枯病</b>
<b>18</b>	<b>60.65%</b>	<b>18.36%</b>	<b>1310</b>	<b>缺水</b>
19	69.28%	9.78%	1214	缺水
20	66.09%	5.94%	1430	缺水

圖 4-1 為對照組與植生組缺水凋萎，顯示幾項特性

- (1) 初期含水率：有植生之土壤含水量較土壤含水量高，顯示植物吸水量較高，可達 70%。
- (2) 凋萎含水率：有植生之土壤含水率降低較快，係因為植物吸水關係。

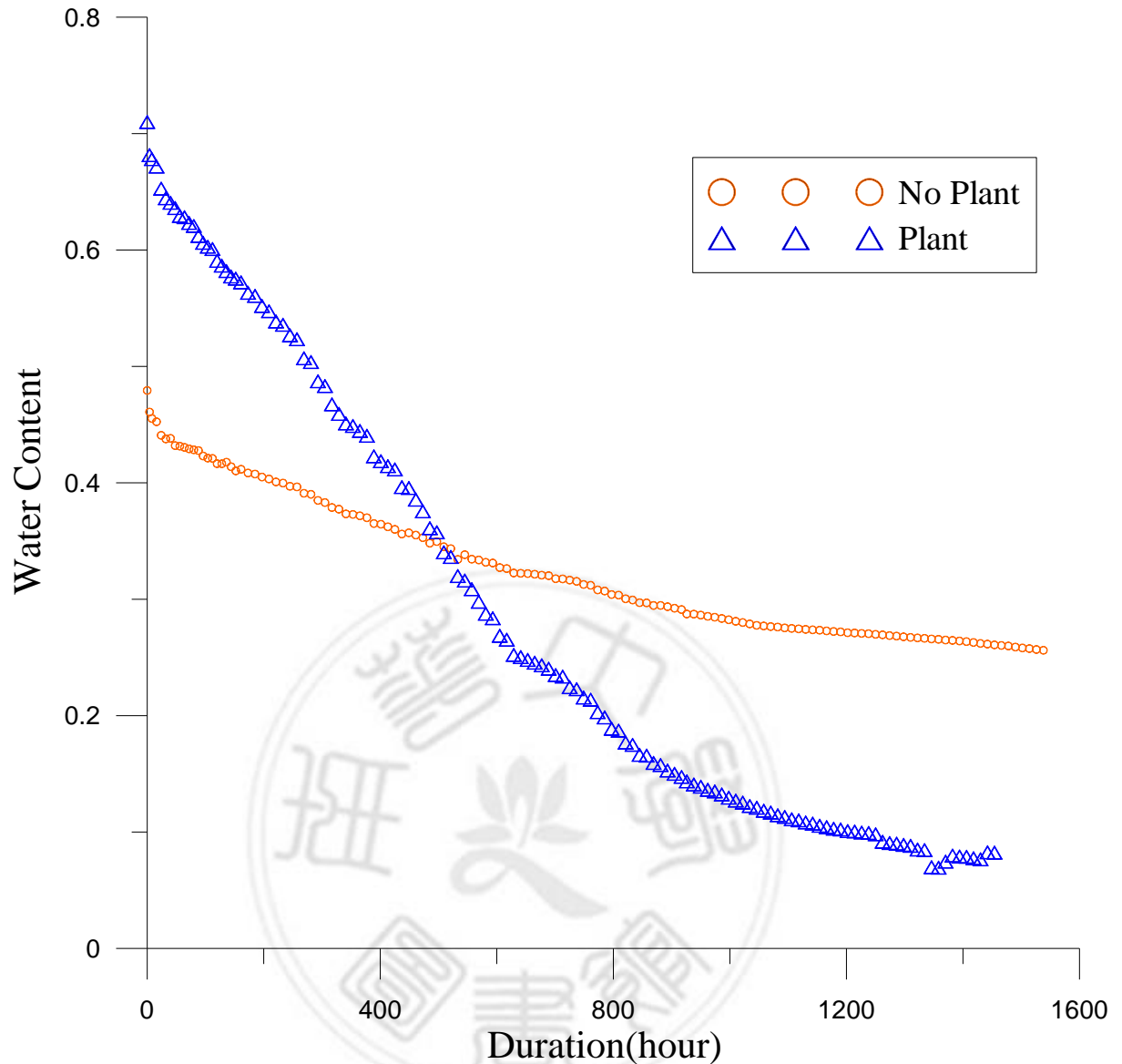


圖 4-1 植生有無與土壤含水量關係

至於土壤含水率之變化，則顯示如圖 4-2 所示，有如下結論：

- (1) 土壤每日失水率：有植物之土壤，因為蒸發散及光合作用，每日平均失水率為 1.15%；無植物土壤，因為蒸發作用，每日平均失水率為 0.43%，有植物明顯較無植物為高。
- (2) 植物每日用水量：若將有植物失水率減去無植物失水率，可推得

每日土壤含水量降低 0.72%，以供植物蒸散及光合作用。

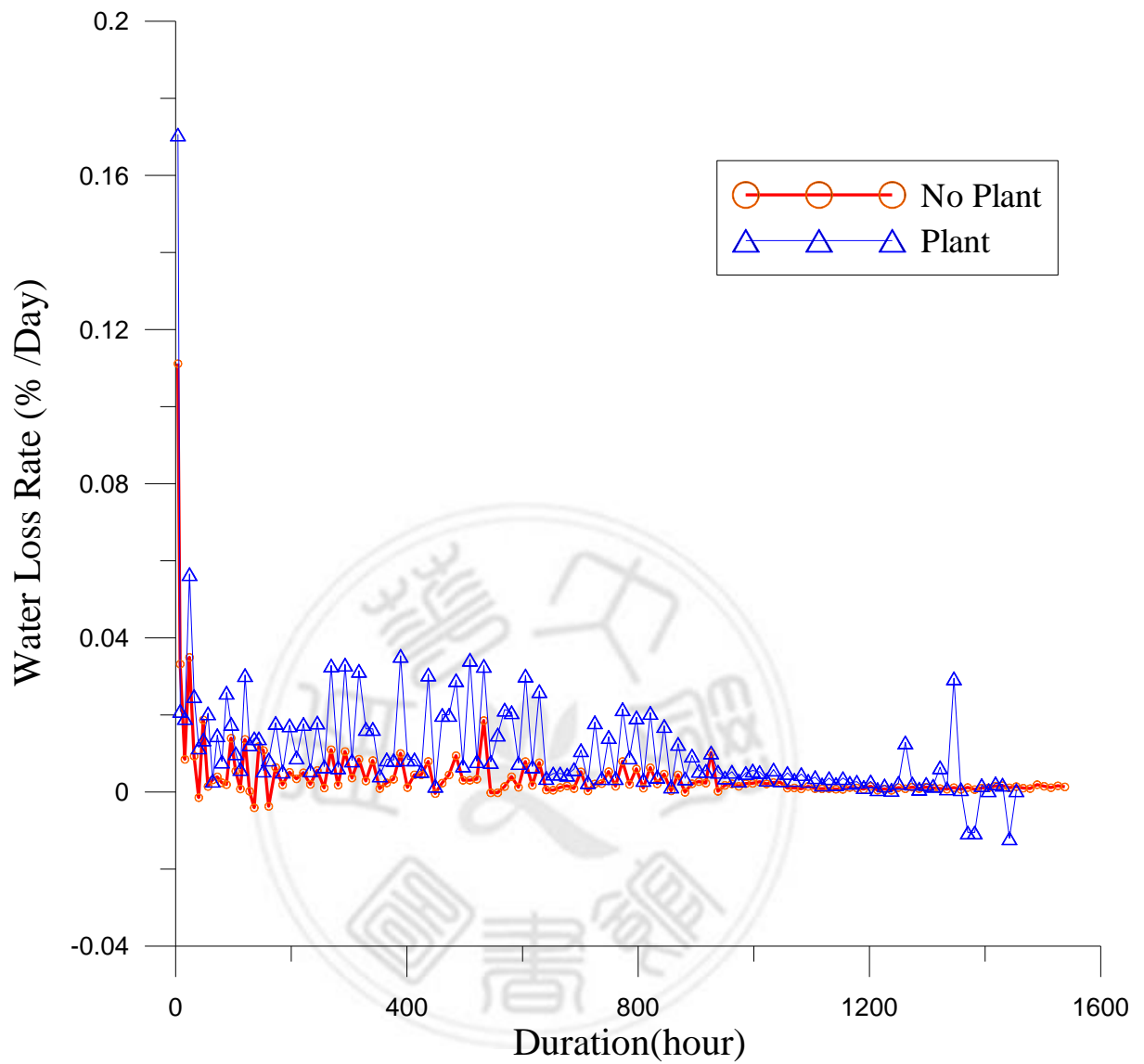


圖 4-2 土壤每日含水量變化

## 4.2 常態化差值植生指標

經過長期量測之後，植生組最後含水率如表 4-2 所示，得到以下結果：

- (1) NDVI 觀察與分析：依表顯示植物在經過一時間點之後 NDVI 指標持續下降，表示植物葉綠素過此時間點後持續下降，代表過此時間點後的植物處在不健康的環境；扣除 7 組因青枯病問題數據，依圖 4-2 所示平均在 456 小時葉綠素開始消退，此植物健康 NDVI 區間為 0.7 至 0.8。
- (2) 零 NVDI 時間點 (hour)：NVDI 顯示為 0 時判斷植物凋萎點

表 4-2 植物凋萎前含 NVDI 變化

編號	NDVI 下降時間點(hour)	零 NVDI 時間點(hour)
1	504	792
2	無	120
3	無	120
4	504	792
5	480	648
6	480	1056
7	648	1104
8	無	120



9	456	984
10	456	912
11	600	864
12	無	545
13	504	1104
14	408	1056
15	504	1104
16	無	無
17	無	無
18	456	1008
19	432	1056
20	480	912

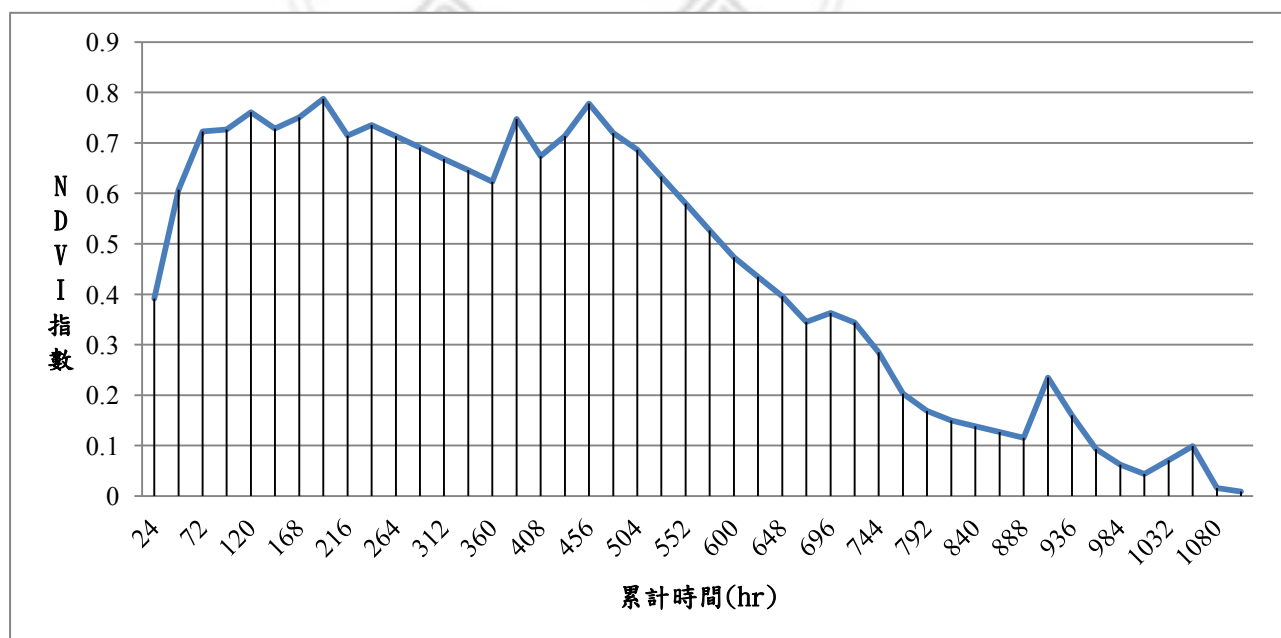
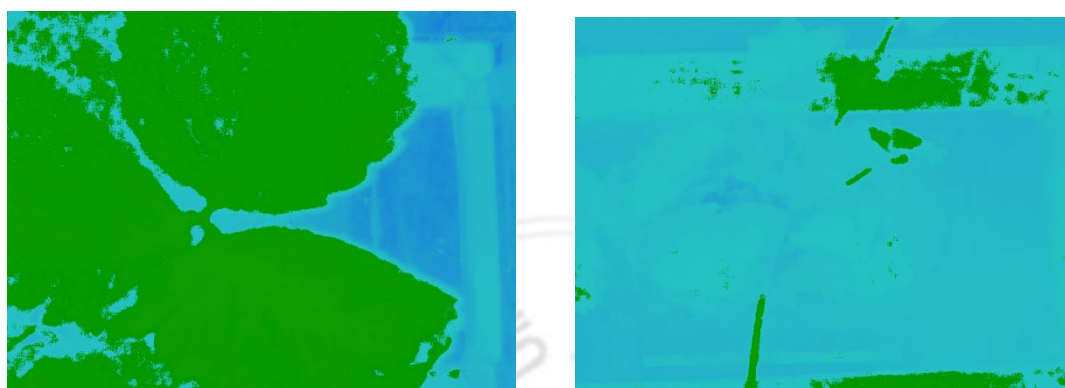


圖 4-3 土壤每日平均 NDVI 指數變化

## 4.2.2 健康植物與凋萎植物影像比較

試驗期間，每隔 12 小時進行拍攝紅外光及可見光影像，並經過 ENVI 程式，推得 NDVI 值，當植物凋萎時，葉綠素變少，影像中葉綠素也較不明顯，圖 4-3 為植物健康與凋萎分析前影像。



(a)健康影像

(b)凋萎影像

圖 4-4 植物健康與凋萎之 NDVI 值比較

## 4.2.3 NDVI 與植物土壤含水量變化綜合分析

依圖 4-2 所示累計時間達 456 小時之後植物 NDVI 指數開始下降，比較圖 4-4 為含水量百分比低於 49% 以下植物成長越趨於不健康。

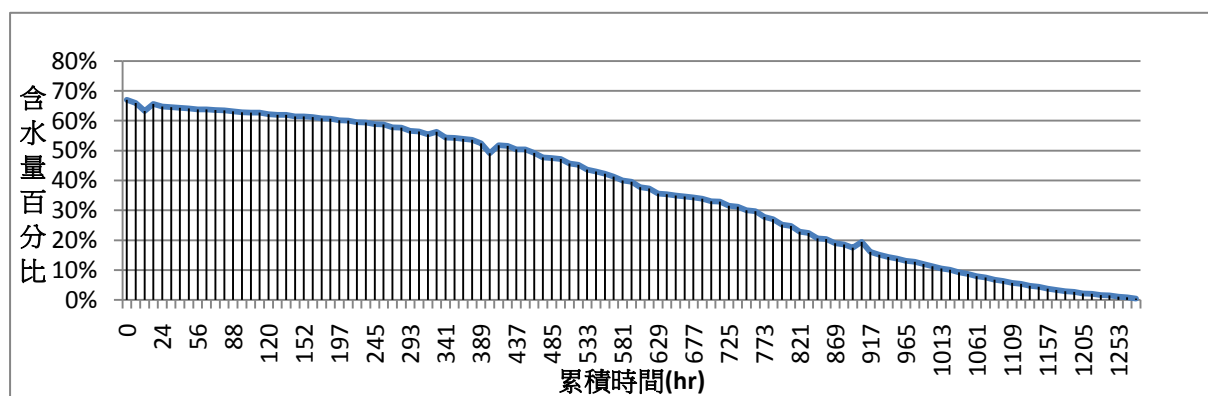


圖 4-5 土壤含水量百分比與累積時間比較

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

本研究透過樹梅派設備分析植物的常態化差值之植生指標和植物的含水量比較，得出以下結論。

- (1) 透過含水量的分析研究植物的凋萎時平均含水量 9.93%，平均凋萎時間：1350hour，也就是約 56 天才會凋萎。
- (2) 常態化差值植生指標以測量植物葉綠素指標為依據檢測植物的生長狀態，研究植物平均在 456 小時之前 NDVI 指數保植穩定 0.7 至 0.8 指數區間，而之後的數值顯示葉綠素降低植物越不健康。
- (3) 判定植物在含水量 65%至 49%為適當的生長環境，時間長達 384 小時約 16 天才需澆水。

### 5.2 建議

研究所使用的樹梅派與相機可以進一步地以影像合成為植物生長狀況的判斷依據，並可再加上溫溼度及光照等感測元件以達精準農業的目標。

實驗探討的植物種類只有草莓，可以再增加不同特性的植物再加以發展。

## 參考文獻

- (1) 嚴士潛, (2015), 灌溉原理與實用, 台北市, 嚴士潛
- (2) Brouwer et. Al, (1985), FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Quebec City.  
Brouwer et. al
- (3) 彭淑貞, (2002), 利用草莓走莖檢測草莓青枯病菌技術,  
Retrieved from <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=4058> (July 8, 2019)
- (4) Steven Koike, (2013), Verticillium Wilt in strawberries: California 2013 Update, Retrieved from  
<https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=10993> (July 8, 2019)
- (5) 廖建興, (2012), IECQ 報導年刊, 台北市, 廖建興
- (6) 張程皓, (2014), Raspberry Pi 簡介和安裝,  
Retrieved from  
[http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/\(2014-08-18\)%20RaspberryPi%E7%B0%A1%E4%BB%8B%E5%92%8C%E5%AE%89%E8%A3%9D.pdf](http://designer.mech.yzu.edu.tw/articlesystem/article/compressedfile/(2014-08-18)%20RaspberryPi%E7%B0%A1%E4%BB%8B%E5%92%8C%E5%AE%89%E8%A3%9D.pdf) (July 8, 2019)
- (7) John Weier and David Herring, (2000), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Retrieved from  
[https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring\\_vegetation\\_2.php](https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php) (July 8, 2019)
- (8) 科協股份有限公司, (2013), The Environment for Visualizing Images,  
Retrieved from <http://www.envi.com.tw/envi.html> (July 8, 2019)
- (9) Verhulst, N., Govaerts, B, (2010), The normalized difference vegetation

index (NDVI) GreenSeeker™ handheld sensor: Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies, Mexico, D.F.; CIMMYT.

- (10) Verhulst, N., B., Govaerts, K.D. Sayre, P. De Corte, J. Crossa, J. Deckers, (2010), The effects of tillage, crop rotation and residue management on maize and wheat growth and development evaluated with an optical sensor, Field Crop Res.



## 附件 A

### 濕度與時間關係表(有植物)

無植物																							
時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16:00	0	0hr	8月31日	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
20:00	4	4hr	8月31日	1745.5	1772.5	1746	1769.5	1757	1773.5	1759	1776	1762.5	1730	1786	1723	1768.5	1749	1790	1776.5	1778	1774	1760	1730.5
00:00	8	4hr	8月31日	1731	1766.5	1732.5	1763	1726.5	1767	1746	1771.5	1754	1711.5	1781.5	1712.5	1745.5	1741	1786	1765.5	1773.7	1767.5	1753.5	1700
08:00	16	8hr	9月1日	1721.5	1759	1723	1756.5	1777	1761	1734	1766	1742	1700	1777	1698	1720	1733	1783	1758	1768	1763	1748.5	1690
16:00	24	8hr	9月1日	1699	1740	1702.5	1739.5	1689	1744.5	1714	1746	1726.5	1687	1758	1678	1669.5	1708.5	1768.5	1733	1746	1745.5	1728	1669.5
00:00	32	8hr	9月1日	1690	1732	1691.5	1732.5	1682.5	1738.5	1707.5	1742	1721.5	1672.5	1754	1673	1655	1702.5	1760	1734	1742	1720.5	1748	1663.5
08:00	40	8hr	9月2日	1686	1728	1687.5	1727.5	1675.5	1733	1703	1736.5	1775	1667.5	1748	1667	1650.5	1695.5	1758	1729.5	1735.5	1779	1742.5	1658.5
16:00	48	8hr	9月2日	1680	1720	1682	1721.5	1670	1727	1696	1730.5	1707.5	1660.5	1747.5	1660.5	1641	1685	1751.5	1722.5	1726	1710	1733	1651.5
00:00	56	8hr	9月2日	1678	1719	1679.5	1718.5	1668	1725.5	1694.5	1728	1707	1659.5	1740.5	1659	1642.5	1685.5	1752.5	1723.5	1726.5	1711	1733.5	1651.5
08:00	64	8hr	9月3日	1675.5	1717.5	1678	1718	1666	1723.5	1693.5	1727.5	1706	1659	1739.5	1657.5	1638	1682	1749	1721	1722	1708	1730	1648.5
16:00	72	8hr	9月3日	1672	1713.5	1674.5	1713.5	1662	1720.5	1690	1723.5	1702.5	1655	1736.5	1654.5	1631.5	1682	1749	1720	1721.5	1707.5	1729	1648
00:00	80	8hr	9月3日	1671	1712	1673	1711	1660	1721	1689	1722.5	1701.5	1653	1735	1652.5	1634	1678	1746	1716.5	1717.5	1705.5	1726.5	1646.5
08:00	88	8hr	9月4日	1669	1709.5	1670.5	1709.5	1658.5	1717	1686	1720	1699.5	1651	1733	1651.5	1634	1678	1745.5	1717.5	1718.5	1705	1726	1646
16:00	96	8hr	9月4日	1658.5	1698	1659.5	1698.5	1648	1708.5	1677.5	1711	1692	1642	1724.5	1642	1621.5	1667.5	1739.5	1701.5	1708	1695	1716	1640.5
00:00	104	8hr	9月4日	1655	1695.5	1655	1695	1644	1704	1673	1706	1687.5	1637.5	1719.5	1637	1622	1663	1736	1703.5	1702.5	1690.5	1713	1636.5
08:00	112	8hr	9月5日	1654	1694	1655.5	1694	1643	1703.5	1672.5	1706.5	1687	1636.5	1719.5	1637.5	1622.5	1663	1735	1700.4	1703	1690.5	1711.5	1636.5

無植物

時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16:00	120	8hr	9月5日	1645	1684.5	1644	1682	1632.5	1692	1664	1696	1679	1627	1710	1625.5	1616.5	1653.5	1726.5	1696	1692	1682.5	1700	1627
00:00	128	8hr	9月5日	1645	1683	1643.5	1680.5	1633	1693	1664	1696.5	1679.5	1625.5	1709	1626	1617	1652	1726.5	1697	1691	1701	1681.5	1628.5
08:00	136	8hr	9月6日	1644.5	1683.5	1644	1682	1683.5	1693.5	1664.5	1696.5	1680.5	1626	1708	1626.5	1617.5	1653.5	1726.5	1698.5	1690.5	1700	1681.5	1629
16:00	144	8hr	9月6日	1638	1676	1638	1673.5	1626.5	1687	1659	1688	1679	1620.5	1702	1620	1614	1647.5	1722.5	1693	1683	1696.5	1677	1625
00:00	152	8hr	9月6日	1635.5	1673.5	1635.5	1671	1624	1685	1656.5	1585	1674	1618	1699	1618	1613	1645.5	1720	1691.5	1681	1694	1674	1622.5
09:00	161	9hr	9月7日	1633.5	1671	1633	1668	1622	1683	1654	1682.5	1673	1616	1696.5	1616.5	1612	1643.5	1718.5	1690	1678	1691.5	1672	1620.5
21:00	173	12hr	9月7日	1626	1663	1626.5	1660	1614	1676.5	1648.5	1674.5	1669	1609	1689	1609.5	1606.5	1636.5	1712.5	1684	1670	1685.5	1666.5	1615
09:00	185	12hr	9月8日	1623.5	1661	1623.5	1657.5	1612.5	1674.5	1647.5	1672.5	1668	1607	1686.5	1608	1605.5	1634.5	1710.5	1683	1667.5	1683	1664.5	1613
21:00	197	12hr	9月8日	1617	1654.5	1618	1650	1606	1668.5	1643	1665.5	1665	1601.5	1680.5	1603.5	1602	1629	1706	1679	1660.5	1678	1659	1609
09:00	209	12hr	9月9日	1613.5	1651	1615	1645.5	1602.5	1665.5	1640	1661.5	1662	1597.5	1676	1600.5	1598.5	1625.5	1702.5	1676	1656.5	1674.5	1656	1606
21:00	221	12hr	9月9日	1607	1644	1608.5	1636.5	1597.5	1659.5	1635.5	1654.5	1659	1592.5	1670.5	1596.5	1596	1621	1699	1672.5	1650.5	1669.5	1650	1602
09:00	233	12hr	9月10日	1605.5	1642	1606.5	1634.5	1595.5	1657.5	1633	1652.5	1657.5	1589.5	1669	1594.5	1594	1618.5	1697	1671	1647.5	1667.5	1647.5	1600.5
21:00	245	12hr	9月10日	1597	1633	1599	1624.5	1588.5	1650.5	1620.5	1644.5	1653.5	1588.5	1661.5	1589.5	1591.5	1614	1693	1666	1641.5	1668.5	1642	1597.5
09:00	257	12hr	9月11日	1596	1631.5	1597.5	1623.5	1586.5	1649.5	1625	1643	1652.5	1587.5	1660	1588	1590	1612	1691	1665	1640	1667	1641	1596.5
21:00	269	12hr	9月11日	1584	1619.5	1587	1608	1575.5	1638.5	1613	1629.5	1645.5	1570.5	1648	1574.5	1582	1602	1682.5	1654.5	1628.5	1651.5	1630.5	1589
09:00	281	12hr	9月12日	1582.5	1617.5	1585	1606	1573.5	1637	1611	1628	1643.5	1568	1645	1573	1580	1600.5	1681	1653	1626.5	1649.5	1629.5	1587
21:00	293	12hr	9月12日	1571	1605.5	1574	1586.5	1561.5	1627	1599	1614	1632	1557	1633.5	1562.5	1569	1591	1674	1646.5	1615.5	1639.5	1618.5	1580.5
09:00	305	12hr	9月13日	1567	1601.5	1570	1582	1557	1623	1594.5	1610	1628.5	1553	1628.5	1559	1566	1587.5	1672	1645	1611	1636	1613	1578
21:00	317	12hr	9月13日	1558	1592	1560.5	1569.5	1547.5	1615	1584.5	1599	1623	1544	1618	1547	1559	1578	1665	1639	1600.5	1627	1606	1572.5
09:00	329	12hr	9月14日	1555	1589	1557.5	1566	1544	1611.5	1581	1595.5	1620	1541	1614	1543.5	1555.5	1576	1662.5	1637	1597.5	1624	1603.5	1571.5

無植物

時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21:00	341	12hr	9月14日	1545.5	1579	1548.5	1554.5	1534.5	1603	1572.5	1585	1615	1531.5	1604	1530.5	1550	1569	1656.5	1633	1587.5	1615	1595	1565.5
09:00	353	12hr	9月15日	1544.5	1579	1548	1555.5	1533.5	1602	1571	1584.5	1614	1530.5	1602	1534	1549	1567.5	1655.5	1632	1586	1611.5	1591	1565.5
21:00	365	12hr	9月15日	1542	1575.5	1545	1550.5	1530.5	1599	1568	1580.5	1612	1527	1599	1532	1547	1565	1654	1630	1582.5	1611	1590.5	1566.5
09:00	377	12hr	9月16日	1539	1572	1541.5	1547	1527	1595	1564	1577	1609	1523	1595	1529.5	1544.5	1561.5	1651	1628	1578	1606.5	1586.5	1563.5
21:00	389	12hr	9月16日	1527	1559.5	1530	1528.5	1515.5	1585	1552.5	1564	1600	1511	1583	1520	1537.5	1553	1645	1620	1567.5	1595.5	1577	1558.5
09:00	401	12hr	9月17日	1526	1558.5	1528.5	1526.5	1514	1583.5	1551	1563	1599	1510	1581.5	1519.5	1537	1552	1642	1619.5	1566	1594.5	1576	1558
21:00	413	12hr	9月17日	1521.5	1554	1525	1520.5	1510	1581	1552	1558.5	1594.5	1505.5	1576	1515.5	1533	1543	1638	1616	1560.5	1583.5	1670.5	1548.5
09:00	425	12hr	9月18日	1519.5	1552	1522	1517.5	1504.5	1575	1541.5	1553	1593	1500.5	1559.5	1510.5	1528.5	1542.5	1640	1612.5	1553.5	1583.5	1562	1548.5
21:00	437	12hr	9月18日	1507.5	1539	1511	1502.5	1495	1570	1533.5	1544.5	1584.5	1492	1552	1504	1525	1539.5	1629	1609	1544	1575	1555	1544.5
09:00	449	12hr	9月19日	1509.5	1541	1512	1504.5	1497	1571	1534.5	1546	1586.5	1493	1554	1507	1526.5	1539.5	1632	1610.5	1547.5	1579.5	1558.5	1549
21:00	461	12hr	9月19日	1502.5	1532.5	1503	1494.5	1490	1607	1525	1538.5	1580.5	1483.5	1545	1498.5	1520	1535	1627	1616	1537.5	1572.5	1552	1544
09:00	473	12hr	9月20日	1498.5	1528.5	1497	1488	1484.5	1613	1521	1532.5	1575	1477.5	1540	1494	1518	1533.5	1623.5	1606.5	1531.5	1567	1547	1540
21:00	485	12hr	9月20日	1485.5	1512.5	1485	1475	1470.5	1645	1505	1520	1565	1465.5	1525.5	1477.5	1517	1532.5	1614	1600.5	1518	1554.5	1538	1534
09:00	497	12hr	9月21日	1488	1516	1487.5	1477	1474.5	1646.5	1509	1522.5	1570	1467	1527.5	1481.5	1516	1532	1607.5	1604.5	1520	1559.5	1540	1537.5
21:00	509	12hr	9月21日	1478.5	1504	1476.5	1464.5	1464	1636	1498	1511.5	1562	1456	1516	1470.5	1506.5	1524	1611	1600	1509	1549	1531	1531
09:00	521	12hr	9月22日	1475	1499.5	1472	1461.5	1460.5	1631.5	1495	1508	1559	1452	1512	1466.5	1504	1520.5	1608	1598	1505	1545	1528	1529
21:00	533	12hr	9月22日	1466	1488.5	1462	1448	1450.5	1621	1484	1497	1355.5	1441	1500.5	1456	1498.5	1512	1601	1592	1494.5	1535.5	1519	1521
09:00	545	12hr	9月23日	1465	1487	1461	1447	1449	1619	1482.5	1496.5	1554	1439	1498	1455.5	1497	1510.5	1600	1591	1491.5	1533.5	1516.5	1520
21:00	557	12hr	9月23日	1457	1476.5	1452	1436.5	1440	1610	1473.5	1488	1545.5	1429.5	1488	1445.5	1491.5	1502.5	1595	1586.5	1482.5	1526.5	1511	1515
09:00	569	12hr	9月24日	1455.5	1474	1450	1434.5	1438	1608	1471	1486	1544	1427	1485.5	1443	1490	1500.5	1593.5	1586	1480	1524.5	1509.5	1514.5



無植物

時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21:00	581	12hr	9月24日	1447	1463	1439.5	1429	1428.5	1643	1460.5	1478	1534.5	1416	1475.5	1433	1486	1558	1586.5	1579.5	1470	1516.5	1501	1508
09:00	593	12hr	9月25日	1445.5	1461	1438	1427	1426	1641	1458.5	1476.5	1532.5	1414	1473	1431	1482.5	1559.25	1580	1579.5	1467.5	1516	1499.5	1507
21:00	605	12hr	9月25日	1437	1450.5	1427.5	1408	1417.5	1633.5	1448.5	1468	1523	1403.5	1462.5	1423	1476.5	1560.5	1579.5	1574	1457	1508.5	1490.5	1501.5
09:00	617	12hr	9月26日	1436	1448.5	1425	1406	1415	1631.5	1446	1467.5	1521	1401	1459.5	1421.5	1475	1558.5	1578.5	1573.5	1455	1507	1489	1500
21:00	629	12hr	9月26日	1430	1438.5	1416	1395	1405	1622	1437.5	1461.5	1514	1392	1450.5	1414.5	1469	1550	1572.5	1568	1445	1501	1480.5	1494
09:00	641	12hr	9月27日	1429.5	1438	1415.5	1394	1405	1621	1436	1460.5	1514	1390.5	1449.5	1414	1468.5	1549	1572	1568.5	1445	1500	1480	1495
21:00	653	12hr	9月27日	1429	1438	1415	1392	1404	1620.5	1436	1461	1514	1390.5	1448.5	1413.5	1468	1548.5	1571.5	1568	1444	1500	1480	1494
09:00	665	12hr	9月28日	1428.5	1436.5	1414.5	1391	1403	1619.5	1434	1460	1513	1389	1447	1412	1468	1547	1570.5	1567	1442	1499	1478	1492.5
21:00	677	12hr	9月28日	1427	1435	1412	1390	1401.5	1618	1432	1458	1511.5	1387.5	1445.5	1410	1467	1545	1569.5	1565.5	1439.5	1497.5	1477.5	1489.5
09:00	689	12hr	9月29日	1426	1433.5	1410.5	1389	1400.5	1618	1431.5	1456	1510	1388	1445.5	1410	1467	1543	1568	1564.5	1439	1496.5	1476	1488
21:00	701	12hr	9月29日	1423.5	1427	1405	1383	1396	1611.5	1427	1450	1504.5	1382	1439.5	1405	1462.5	1537	1563.5	1559	1432	1490	1471	1482.5
09:00	713	12hr	9月30日	1424.5	1426.5	1405	1383	1395.5	1610.5	1427	1449.5	1504.5	1381.5	1439.5	1404.5	1462.5	1536.5	1563	1558.5	1431	1490	1470	1482.5
21:00	725	12hr	9月30日	1420.5	1419	1399	1377.5	1392	1606	1424	1445	1550.5	1375.5	1434	1399	1458.5	1531	1559	1556	1425	1485	1466.5	1479
09:00	737	12hr	10月1日	1420.5	1418.5	1399	1377	1391	1605.5	1423.5	1444.5	1300	1374	1433	1397.5	1458	1530	1558	1556	1423.5	1483	1464	1477
21:00	749	12hr	10月1日	1418.5	1413.5	1393	1372	1385.5	1600.5	1420.5	1439.5	1496	1369	1427	1393.5	1454.5	1525.5	1553	1552.5	1418.5	1479	1460.5	1474.5
09:00	761	12hr	10月2日	1417.5	1412	1391	1370.5	1384	1598.5	1419.5	1438	1495	1367	1425	1392	1453	1523.5	1551.5	1551.5	1417	1477.5	1459	1473
21:00	773	12hr	10月2日	1410.5	1404	1383	1363	1378	1589.5	1411	1429.5	1487.5	1355	1414	1386	1447	1515	1543.5	1545.5	1406.5	1467.5	1449	1465.5
09:00	785	12hr	10月3日	1408.5	1401.5	1381.5	1363.5	1378.5	1388.5	1410.5	1430	1487	1334.5	1413	1386	1446.5	1514.5	1543	1546	1404	1465	1447.5	1464
21:00	797	12hr	10月3日	1404	1392	1373.5	1356.5	1373.5	1579.5	1403	1420.5	1480	1345	1403	1379.5	1441	1505.5	1537	1540	1395	1457	1441	1458
09:00	809	12hr	10月4日	1402	1389.5	1371.5	1355.5	1373.5	1377.5	1402.5	1420	1479	1343.5	1402	1379	1440.5	1505	1536.5	1540	1394	1457	1440	1458

無植物

時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21:00	821	12hr	10月4日	1397.5	1382	1367.5	1350.5	1366.5	1570.5	1395	1411.5	1474	1335.5	1397.5	1372	1435.5	1500	1530.5	1535	1384.5	1446	1429.5	1451.5
09:00	833	12hr	10月5日	1398	1381	1367	1350.5	1364.5	1568.5	1392.5	1410	1472	1333.5	1395	1370.5	1432	1497	1527	1532.5	1380.5	1443	1425.5	1448
21:00	845	12hr	10月5日	1391	1371.5	1358.5	1342	1357.5	1562.5	1386	1403	1465.5	1326	1391	1364.5	1429.5	1492.5	1525	1532	1379.5	1441	1424.5	1448.5
09:00	857	12hr	10月6日	1390	1370.5	1357.5	1342	1356.5	1561	1385	1402	1464	1324.5	1390	1364	1428	1491	1523.5	1531	1377	1439	1422	1467
21:00	869	12hr	10月6日	1387	1364.5	1351	1336	1352.5	1555	1379.5	1397	1461	1320.5	1384	1359	1425	1487	1520.5	1526	1371	1433	1417.5	1462
09:00	881	12hr	10月7日	1387	1366	1354	1337	1353	1556.5	1380	1398.5	1459.5	1319	1384.5	1359	1425.5	1488	1520.5	1528.5	1372.5	1435.5	1418.5	1461.5
21:00	893	12hr	10月7日	1384.5	1363	1352	1333	1351	1554	1377.5	1397	1456.5	1315.5	1382	1356.5	1422	1484.5	1518.5	1528.5	1369.5	1430.5	1415.5	1458.5
09:00	905	12hr	10月8日	1382.5	1359.9	1348	1331	1348	1551.5	1375	1394.5	1454	1312.5	1377.5	1354.5	1418	1482	1516.5	1526.5	1365	1427.5	1414	1455.5
21:00	917	12hr	10月8日	1380.5	1356	1344.5	1329	1345.5	1550	1373	1393	1451.5	1310	1374.5	1351.5	1415	1479.5	1514.5	1524.5	1363	1425	1413	1452.5
06:00	929	12hr	10月9日	1373.5	1347.5	1337	1322	1337.5	1543.5	1365	1385.5	1444	1303	1365.5	1343	1407	1471	1506.5	1516.5	1353	1417.5	1405	1443
18:00	941	12hr	10月9日	1375	1349.5	1335.5	1322	1334.5	1544.5	1368	1386.5	1443	1301	1364	1342.5	1409	1471	1506.5	1514	1354	1416	1404.5	1442
06:00	953	12hr	10月10日	1374	1347	1333.5	1320.5	1331.5	1542	1366	1385	1441.5	1301	1362	1340.5	1407.5	1468.5	1505	1511.5	1352	1414.5	1403.5	1440
18:00	965	12hr	10月10日	1373	1343.5	1331	1317	1329.5	1540.5	1365.5	1384	1440.5	1297.5	1359	1339	1405	1465	1504.5	1508.5	1349.5	1413	1401	1436.5
06:00	977	12hr	10月11日	1371	1341.5	1328	1315.5	1327.5	1540	1364.5	1382.5	1439.5	1297	1357	1337.5	1403.5	1464.5	1503	1507	1348	1411	1399	1435
18:00	989	12hr	10月11日	1370.5	1338.5	1326	1313.5	1325.5	1539.5	1363.5	1380	1438.5	1295.5	1355	1334.5	1401	1462.5	1499.5	1504.5	1345.5	1407.5	1396	1430.5
06:00	1001	12hr	10月12日	1368	1336	1323.5	1310	1323	1538	1362	1378.5	1437	1293	1352	1332	1400	1460.5	1498.5	1502	1343	1403.5	1392	1428.5
18:00	1013	12hr	10月12日	1365	1334	1320	1306.5	1320	1537	1361	1376.5	1436	1291.5	1350	1331	1398.5	1458.5	1497	1497	1339	1399	1386.5	1422
06:00	1025	12hr	10月13日	1362.5	1331.5	1318.5	1304	1319	1536	1360	1375	1435.5	1289	1347	1330	1397	1456.5	1495.5	1492.5	1337	1395.5	1382.5	1418
18:00	1037	12hr	10月13日	1361	1329	1317	1302	1316.5	1534.5	1358	1373	1434.5	1284.5	1343.5	1327.5	1395.5	1455	1494	1489	1334	1391	1380.5	1411.5
06:00	1049	12hr	10月14日	1357	1327	1315	1299	1314	1532	1355	1370	1432.5	1283	1342.5	1323	1394	1454	1492	1485	1332.5	1389	1377	1406

無植物

時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18:00	1061	12hr	10月14日	1356.5	1326	1314.5	1298.5	1313.5	1531	1355	1369.5	1432.5	1282.5	1341	1323	1392.5	1452.5	1491	1483	1331.5	1387.5	1377	1400
06:00	1073	12hr	10月15日	1356.5	1325.5	1313.5	1298	1312.5	1531	1353.5	1369	1432	1281.5	1339	1322	1392	1451	1489.5	1482	1330.5	1386	1375.5	1396
18:00	1085	12hr	10月15日	1356	1325	1313	1298	1312	1530	1352.5	1368.5	1431.5	1281	1338	1321	1391.5	1450.5	1488	1480.5	1330	1385	1375	1392.5
06:00	1097	12hr	10月16日	1355.5	1323.5	1312	1296.5	1310.5	1528.5	1352	1366.5	1431	1279	1335.5	1319	1390	1449	1486.5	1479	1328	1383.5	1374	1390
18:00	1109	12hr	10月16日	1354	1323.5	1311	1295.5	1310	1528	1351.5	1366	1430.5	1278	1334	1318.5	1389	1448	1485	1478	1327	1382.5	1374	1387.5
06:00	1121	12hr	10月17日	1353.5	1322	1310.5	1295	1309.5	1527.5	1351	1366	1429	1277	1332	1318	1388.5	1447	1483.5	1476.5	1326.5	1382	1373.5	1385.5
18:00	1133	12hr	10月17日	1352.5	1321.5	1309.5	1294	1309	1527	1350.5	1363.5	1428.5	1277	1330.5	1316.5	1388.5	1446	1482.5	1475	1326	1381.5	1373	1383
06:00	1145	12hr	10月18日	1352	1320.5	1308.5	1293.5	1308.5	1527	1350	1363	1428.5	1276	1330	1316	1387.5	1445	1481.5	1474	1325.5	1380.5	1372.5	1380.5
18:00	1157	12hr	10月18日	1352	1320	1307	1292.5	1308	1525.5	1350	1362.5	1428.5	1276	1328.5	1315.5	1387	1444.5	1481	1473	1325	1380	1372	1378
06:00	1169	12hr	10月19日	1351	1318	1305	1292	1307	1525	1349	1362	1428	1275	1327	1314.5	1386.5	1444	1480	1471.5	1324	1377.5	1370.5	1375
18:00	1181	12hr	10月19日	1349.5	1317	1303.5	1291	1306.5	1524.5	1347.5	1361	1427.5	1275	1325.5	1314	1385.5	1443.5	1478.5	1470.5	1323	1376	1369	1372.5
06:00	1193	12hr	10月20日	1348	1316	1302.5	1290.5	1306	1523.5	1347	1360.5	1427.5	1274.5	1325	1314	1384.5	1443	1477.5	1470	1322	1375	1368.5	1370.5
18:00	1205	12hr	10月20日	1345.5	1315	1300.5	1288.5	1305.5	1522.5	1345.5	1359	1426.5	1273.5	1323	1313	1383	1442.5	1475.5	1468.5	1321	1372.5	1367.5	1367
06:00	1217	12hr	10月21日	1344.5	1314.5	1300	1288.5	1304.5	1522	1345	1358.5	1426.5	1273.5	1322.5	1313	1382	1442	1475	1468	1321	1372	1367	1366
18:00	1229	12hr	10月21日	1344	1313.5	1298.5	1287.5	1303.5	1521.5	1344	1358	1425.5	1273	1322	1312.5	1381.5	1442	1474	1467	1320	1371.5	1367	1363.5
06:00	1241	12hr	10月22日	1344	1313	1298.5	1286.5	1303	1520.5	1344	1358	1425	1272.5	1321.5	1312.5	1381	1441.5	1473	1466.5	1319.5	1371.5	1366.5	1362.5
18:00	1253	12hr	10月22日	1343.5	1311	1296.5	1285	1302	1519.5	1343.5	1356.5	1424.5	1272.5	1320	1312	1380	1441	1472	1463.5	1318.5	1371	1366	1359
06:00	1265	12hr	10月23日	1343.5	1310	1295.5	1284	1301	1518.5	1343	1354.5	1423.5	1272	1319.5	1311.5	1379	1441	1470.5	1462.5	1318	1370	1365.5	1357
18:00	1277	12hr	10月23日	1343	1309	1294.5	1282.5	1300	1517	1341.5	1353.5	1422.5	1271	1317.5	1310.5	1378.5	1439	1470	1461.5	1317	1367	1365	1353.5
06:00	1289	12hr	10月24日	1342	1308	1293.5	1281.5	1299	1515.5	1341	1352.5	1422	1270.5	1317	1310	1378	1438.5	1469	1460	1316	1366.5	1364.5	1351

無植物

時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18:00	1301	12hr	10月24日	1342	1306.5	1293	1280.5	1298	1515	1340	1351	1421.5	1269.5	1316	1308.5	1376.5	1437.5	1467	1457.5	1313.5	1365.5	1363	1348.5
06:00	1313	12hr	10月25日	1341.5	1305.5	1291.5	1279.5	1297.5	1514	1339	1349.5	1420.5	1269	1315.5	1308	1376	1437	1466	1455.5	1312.5	1364	1362	1345.5
18:00	1325	12hr	10月25日	1341	1305	1290	1278.5	1296.5	1513.5	1338	1349.5	1420.5	1268	1313.5	1306.5	1374.5	1435.5	1465.5	1455	1311.5	1363.5	1361.5	1343.5
06:00	1337	12hr	10月26日	1340.5	1304.5	1289.5	1278	1296	1512.5	1338	1348.5	1420	1268	1312.5	1305.5	1373.5	1435	1464	1454	1310.5	1363	1361.5	1341
18:00	1349	12hr	10月26日	1339.5	1303.5	1288.5	1278	1295	1512	1337	1348	1419.5	1267.5	1311	1304.5	1372.5	1434	1463	1453	1308	1361	1359	1338
06:00	1361	12hr	10月27日	1339.5	1302.5	1287.5	1277	1294	1511.5	1336	1347	1419	1267	1310	1304.5	1372.5	1432.5	1462	1453	1308	1360	1359.5	1335.5
18:00	1373	12hr	10月27日	1338.5	1301	1286	1276	1293.5	1511	1335.5	1346	1419	1266.5	1308	1303	1370	1430	1460.5	1450.5	1307	1359.5	1359.5	1333.5
06:00	1385	12hr	10月28日	1338	1300.5	1285	1275.5	1293	1510.5	1334.5	1345.5	1418.5	1266	1307.5	1302.5	1369	1429.5	1459.5	1450	1306.5	1359.5	1359	1331.5
18:00	1397	12hr	10月28日	1337.5	1299.5	1284.5	1274.5	1292	1509.5	1333.5	1344.5	1418	1265.5	1307	1301	1367	1428	1458.5	1448.5	1305	1359	1358.5	1329
06:00	1409	12hr	10月29日	1337	1298	1283.5	1273	1291	1508.5	1332.5	1343	1417.5	1264	1305.5	1300	1365.5	1426	1458	1447.5	1304.5	1358	1358	1327
18:00	1421	12hr	10月29日	1336	1297	1281.5	1271.5	1289.5	1507.5	1332.5	1341	1416.5	1262	1304.5	1299	1363.5	1423	1456	1446	1302	1356	1357	1324
06:00	1433	12hr	10月30日	1335.5	1294.5	1281	1271	1288	1506.5	1332	1338.5	1415	1260	1301	1298	1362	1420.5	1454	1445	1301	1354	1355	1319.5
18:00	1445	12hr	10月30日	1335	1293.5	1281	1270	1286.5	1505.5	1331.5	1336.5	1414.5	1258	1300	1297	1361.5	1419	1452.5	1444	1298.5	1353.5	1354	1317.5
06:00	1457	12hr	10月31日	1334.5	1292.5	1280	1269.5	1285.5	1505	1330	1333.5	1414	1255.5	1299	1295	1360.5	1418	1450.5	1441.5	1295	1352.5	1353.5	1315
18:00	1469	12hr	10月31日	1334	1290.5	1279	1269	1284.5	1504.5	1329	1332	1413	1254.5	1298	1294	1360	1416.5	1450	1440.5	1292.5	1352	1353	1313.5
06:00	1481	12hr	11月1日	1333.5	1290	1278	1268	1283.5	1504	1328.5	1330.5	1413	1254	1296.5	1293	1359.5	1415.5	1448	1439.5	1291	1351	1352.5	1312
18:00	1493	12hr	11月1日	1332.5	1288	1276	1266.5	1282	1502.5	1327	1328.5	1412	1252	1293	1291	1358.5	1412.5	1445.5	1438	1288	1349	1352	1307.5
06:00	1505	12hr	11月2日	1332	1285.5	1275	1266	1282	1501	1326	1326.5	1411	1249.5	1292	1289.5	1356	1410.5	1443.5	1436	1285.5	1348.5	1351	1304
18:00	1517	12hr	11月2日	1331.5	1284.5	1274	1266	1280.5	1500	1325	1325.5	1410.5	1248	1291	1288	1354.5	1409	1441.5	1435	1283.5	1347.5	1350.5	1302
06:00	1529	12hr	11月3日	1331	1283	1272.5	1265	1278	1499.5	1324.5	1323	1409	1247.5	1289	1286	1353	1407	1439.5	1432	1280	1346	1348.5	1299

無植物																							
時間	累計時間 hr	時間差	編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18:00	1541	12hr	11月3日	1330.5	1280	1271.5	1264.5	1278.5	1499	1324	1320	1408.5	1246	1288	1283.5	1352.5	1405	1438.5	1429.5	1276.5	1345.5	1347.5	1298



## 附件 B

### 濕度與時間關係表(有植物)

濕度與時間關係表(有植物)																							
時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
16:00	0	0hr	8月31日	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1700	1800	1800	1700
20:00	4	4hr	8月31日	1770	1786.5	1739.5	1789.5	1759	1760	1737	1732.5	1768	1780.5	1758.5	1753	1780.5	1726	1598	1782	1670	1745.5	1741	1656
00:00	8	4hr	8月31日	1768.5	1782.5	1737	1759.5	1757.5	175	1734.5	1718.5	1758	1779	1757	1742.5	1777.5	1723.5	1585.5	1772.5	1666.5	1744.5	1739	1654
08:00	16	8hr	9月1日	1763.5	1777.5	1723	1754.5	1753.5	1756.5	1708	1708	1750	1760.5	1730	1732	1760	1702.5	1516	1751.5	1658	1736.5	1779	1646
16:00	24	8hr	9月1日	1773.5	1734	1688.5	1703	1709.5	1721	1663	1663.5	1715	1723	1700.5	1680.5	1705.5	1645.5	1541	1711	1585.5	1685.5	1680	1599
00:00	32	8hr	9月1日	1707.5	1723.5	1677	1695.5	1699	1716	1653	1655.5	1703.5	1716.5	1692	1660	1689.5	1635	1532.5	1702.5	1574	1668	1665	1588
08:00	40	8hr	9月2日	1698	1711.5	1667.5	1686.5	1690	1707.5	1642.5	1643	1697.5	1709	1685	1649	1680	1628.5	1524	1694.5	1560	1663	1660	1580
16:00	48	8hr	9月2日	1683	1690.5	1649	1668.5	1677	1696	1618.5	1611.5	1682	1689	1669	1622.5	1654	1609	1604	1675	1534	1645	1637.5	1555
00:00	56	8hr	9月2日	1680	1686.5	1645.5	1665	1666.5	1694	1614.5	1612.5	1677.5	1685.5	1666	1618.5	1649	1606	1502	1673.5	1529	1642.5	1635	1554.5
08:00	64	8hr	9月3日	1678	1683.5	1642.5	1663	1664	1693	1612.5	1609	1677	1683.5	1665.5	1615	1646	1603.5	1500	1672	1625.5	1641	1632.5	1552.4
16:00	72	8hr	9月3日	1671	1674	1633.5	1653.5	1656	1689.5	1601.5	1596.5	1671.5	1675	1660	1604	1631	1593	1490.5	1661.5	1513.5	1633	1619.5	1541
00:00	80	8hr	9月3日	1666.5	1668.5	1628	1648.5	1651	1686	1595.5	1590.5	1667	1670	1656	1598.5	1624	1588	1485.5	1656	1508	1628	1614	1534
08:00	88	8hr	9月4日	1663	1662	1621.5	1643.5	1645	1682	1589	1584	1559	1661	1649	1590	1604	1583	1480	1653	1504	1611	1610	1530
16:00	96	8hr	9月4日	1641	1628.5	1593	1618.5	1620.5	1670	1558	1542.5	1639.5	1635	1633.5	1554	1585	1560	1458.5	1632.5	1489	1609.5	1582.5	1507.5
00:00	104	8hr	9月4日	1638	1622	1587	1613	1615	1666.5	1550	1533.5	1633	1627	1628	1545	1574	1553	1450	1628.5	1482	1602.5	1578	1498.5
08:00	112	8hr	9月5日	1633	1617	1582	1609.5	1610	1664	1545	1528	1630.5	1624	1626	1547.5	1571	1551	1447.5	1628	1482	1660.5	1572	1490.5

濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
16:00	120	8hr	9月5日	1618	1590	1559	1590	1596	1655	1516	1490	1613.5	1600	1612	1507	1544.5	1530.5	1426	1619	1475	1587	1546.5	1475
00:00	128	8hr	9月5日	1610	1581	1550.5	1581.5	1582.5	1649	1507	1479.5	1606	1593	1605	1498	1531.5	1523	1418.5	1612.5	1469.5	1580.5	1539	1466
08:00	136	8hr	9月6日	1612.5	1582.5	1552.5	1583.5	1584.5	1652.5	1509	1480	1609	1595	1607.5	1499	1533.5	1525	1420	1616	1472	1583	1540.5	1467.5
16:00	144	8hr	9月6日	1596	1557.5	1532.5	1563	1566.5	1640	1483	1447	1591	1573	15593	1469	1506	1504	1400	160.5	1464	1568	1519	1446
00:00	152	8hr	9月6日	1593.5	1554	1529	1559.5	1562	1640.5	1480.5	1441.5	1589	1571	1589	1463	1501	1501	1395.5	1605	1462.5	1565	1511	1442
09:00	161	9hr	9月7日	1588	148	1523.5	1553.5	1556	1637	1473	1432	1583	1564	1583	1454.5	1492.5	1495	1390	1603	1459.5	1560	1503.5	1435
21:00	173	12hr	9月7日	1572	1526.5	1507	1535.5	1536	1625.5	1451	1405	1567	1545.5	1555	1426	1469	1478	1372.5	1595	1449.5	1546.5	1483.5	1416.5
09:00	185	12hr	9月8日	1568.5	1523	1503	1531.5	1532	1624	1445	1399	1564	1541.5	1551	1416.5	1462.5	1473.5	1361	1593.5	1447.5	1542.5	1478	1411
21:00	197	12hr	9月8日	1553.5	1507.5	1490.5	1514	1514.5	15615	1424.5	1376.5	1548	1523	1536	1387	1437.5	1454.5	1348.5	1387.5	1440	1529.5	1459.5	1392.5
09:00	209	12hr	9月9日	1546.5	1501	1484	1506	1507	1610.5	1415	1367	1540	1514	1529	1374.5	1425.5	1444	1339	1582	1435.5	1522.5	1449	1383
21:00	221	12hr	9月9日	1531.5	1490.5	1473.5	1488.5	1490	1602	1394	1350.5	1524	1497	1514.5	1345	1401.5	1425.5	1321.5	1577	1430.5	1510	1429.5	1366
09:00	233	12hr	9月10日	1526.5	1487.5	1470.5	1484	1486	1599	1387.5	1347.5	1520	1491.5	1511.5	1337.5	1395.5	1418.5	1315	1577	1428.5	1507	1422	1360
21:00	245	12hr	9月10日	1512	1478.5	1461.5	1466	1469	1590	1368	1336	1503.5	1474	1498.5	1331.5	1372	1402	1298.5	1557.5	1420.5	1494	1396.5	1341
09:00	257	12hr	9月11日	1506	1476.5	1458.5	1460.5	1463.5	1587	1359.5	1337.5	1497.5	1465	1492.5	1301.5	1363.5	1393.5	1291.5	1569.5	1419	1490	1389.5	1335.5
21:00	269	12hr	9月11日	1479	1466	1446.5	1430	1435	1570.5	1321.5	1312.5	1469	1433.5	1468.5	1351	1319	1361	1258.5	1557	1406	1467	1349	1301.5
09:00	281	12hr	9月12日	1475	1464	1444	1423	1430.5	1568	1316	1309.5	1466.5	1430	1466	1245.5	1314	1336.5	1254.5	1557	1403.5	1465	1344.5	1298
21:00	293	12hr	9月12日	1446.5	1452	1433	1393.5	1398	1550.5	1273.5	1292.5	1436	1396.5	1440.5	1197	1265	1320.5	1220.5	1546.5	1393.5	1440.5	1300.5	1261.5
09:00	305	12hr	9月13日	1439.5	1449	1436	1385	1390	1546.5	1263.5	1287.5	1428.5	1388.5	1434.5	1185.5	1255	1312	1212.5	1545	1391.5	1435.5	1291	1253.5
21:00	317	12hr	9月13日	1415	1440	1422	1356	1363	1531	1225.5	1272.5	1401	1358.5	1411	1142.5	1213	1280.5	1182	1534.5	1382	1414.5	1252	1220
09:00	329	12hr	9月14日	1410.5	1439	1422	1354.5	1360.5	1530	1264.5	1274.5	1396.5	1355	1409	1139	1205	1278.5	1178	1533.5	1380	1411.5	1246	1216

濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21:00	341	12hr	9月14日	1387.5	1429	1412.5	1327.5	1335.5	1513	1188.5	1260	1370	1326.5	1386	1102	1167	1246.5	1149	1523	1371.5	1390.5	1216	1185
09:00	353	12hr	9月15日	1384.5	1427.5	1411	1324.5	1333	1510.5	1180.5	1258.5	1367.5	1323	1383	1098.5	1162	1243	1145.5	1521	1370.5	1387.5	1207.5	1181.5
21:00	365	12hr	9月15日	1377.5	1425.5	1409.5	1315.5	1326	1506.5	1179	1255.5	1358.5	1314	1376	1086	1149	1233	1136.5	1520	1368	1382	1196	1172
09:00	377	12hr	9月16日	1371	1422	1406.5	1307.5	1321	1502.5	1165	1252.5	1351.5	1305.5	1369.5	1078.5	1140	1223	1127.5	1516.5	1365	1377	1187.5	1166
21:00	389	12hr	9月16日	1341.5	1413	1398	1275	1292	1483.5	1120	1242.5	1317.5	1272.5	1343.5	1051.5	1093	1185.5	1094	1507	1356.5	1356.5	1148	1132.5
09:00	401	12hr	9月17日	1339.5	1412.5	1397.5	1272.5	1290.5	1481.5	111.5	1242.5	1313	1268	1339.5	1047.5	1088	1181	1089	1503.5	1354.5	1353	1144	1128.5
21:00	413	12hr	9月17日	1328.5	1405.5	1392.5	1259.5	1272.5	1472	1101.5	1234	1300	1256	1328.5	1037	1072	1167	1076	1497	1349	1344.5	1129.5	1114
09:00	425	12hr	9月18日	1320	1403	1388	1253	1273	1467	1093	1232.5	1293.5	1251	1324	1033.5	1067	1162.5	1071	1499	1352.5	1344.5	1125	1111.5
21:00	437	12hr	9月18日	1296.5	1397	1382	1223.5	1250.5	1452.5	1058.5	1226.5	1263	1222.5	1300	1022	1027.5	1130.5	1041.5	1488	1341	1325.5	1089.5	1079.5
09:00	449	12hr	9月19日	1296	1400	1385	1222.5	1251	1454	1057	1229	1262.5	12221	1299	1023.5	1025	1128	1039.5	1489.5	1343	1326	1087	1077
21:00	461	12hr	9月19日	1273	1393	1377	1193	1229	1439.5	10239.5	1222	1231.5	1193.5	1275	1015	987.5	1096.5	1011	1479.5	1336	1313	1054.5	1047
09:00	473	12hr	9月20日	1227.5	1392	1377	1187	1226	1137	1016.5	1221	1225	1186	1268	1014	980	1089	1005	1478	1335	1310	1048	1040.5
21:00	485	12hr	9月20日	1236	1382	1367.5	1154	1199	1419	978	1214	1191	1154	1241.5	1006.5	939	1054.5	973	1466.5	1325	1293	1012.5	1008
09:00	497	12hr	9月21日	1235	1380.5	1365.5	1147.5	1194	1414	970.5	1212.5	1184	1140	1234	1005.5	930	1045.5	964.5	1463.5	1323	1289.5	1003	1001
21:00	509	12hr	9月21日	1205	1373	1358	1112	1167.5	1395.5	931.5	1204.5	1150	1111.5	1205.5	999	884	1009.5	932	1453	1314	1274	968	966.5
09:00	521	12hr	9月22日	1198.5	1370.5	1356	1104	1162	1391	923	1203	1142.5	1102	1197.5	998	874.5	1000	923.5	1450.5	1312.5	1270.5	959	958
21:00	533	12hr	9月22日	1169.5	1363	1348.5	1069	1137	1373	886	1195.5	1108	1068.5	1170	992.5	836.5	965	893	1140	1304	1255	925.5	923
09:00	545	12hr	9月23日	1162.5	1360.5	1346	1061.5	1131.5	13269	878	1193.5	1100.5	1060	1162	990.5	827.5	956	885	1437	1301.5	1250.5	916.5	914.5
21:00	557	12hr	9月23日	1108	1352	847.5	1186	1110	1353	848	1187.5	1070	1037.5	1138	986	795	925	859	1428	1294	1236.5	887	884
09:00	569	12hr	9月24日	1130.5	1351.5	1338	1023	1104.5	1348.5	838	1185.5	1062.5	1023.5	1130.5	986	787	915	851	1427	1293	1233	878.5	875.5



濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21:00	581	12hr	9月24日	1104.5	1355	1332	994.5	1082.5	1333	808.5	1179.5	1032	996	1107.5	981.5	755.5	949	826.5	1418	1285	1219.5	851	845
09:00	593	12hr	9月25日	1098	1352.5	1330	987	1077	1328.5	800	1178	1024.5	988	1100.5	981	747.5	939.5	819	1416	1284	1215.5	843	837
21:00	605	12hr	9月25日	1070	1344.5	1322.5	955.5	1051	1311	769.5	1171	990	956	1073.5	975.5	715	900.5	792	1406.5	1276	1199	814	805
09:00	617	12hr	9月26日	1065	1343.5	1321.5	949.5	1046.5	1307	762.5	1169.5	983	949	1068	975	707.5	892	784.5	1404	1275	1197	807	798
21:00	629	12hr	9月26日	1039.5	1337.5	1314	924	1022.5	1291.5	736.5	1163	952.5	922	1042.5	971.5	680	859	760.5	1396	1267	1181.5	782	769
09:00	641	12hr	9月27日	1035.5	1336.5	1313	923.5	1020	1289	733.5	1163	948	916.5	1042	971	675.5	854	756	1394	1266.5	1180	778	764.5
21:00	653	12hr	9月27日	1031	1336	1313	923.5	1016	1286	728	1164	944	910	1036.5	969.5	669	847	750.5	1393	1264.5	1175.5	772.5	758
09:00	665	12hr	9月28日	1027.5	1335	1311.5	919.5	1012	1282.5	722.5	1162	939	903.5	1032.5	968.5	661.5	842.5	746	1390	1261.5	1172.5	768	752
21:00	677	12hr	9月28日	1022.5	1333.5	1310	914.5	1007.5	1278.5	717.5	1160.5	935.5	896.5	1026	967	657	837.5	740.5	1389	1260.5	1170	763	748
09:00	689	12hr	9月29日	1016.5	1331	1306.5	908.5	1001.5	1274.5	715	1158	928	889	1019.5	963.5	650	831	733	1386	1256	1165	758	740
21:00	701	12hr	9月29日	1009	1330.5	1305.5	898	992.5	1269	703	1157	916	877.5	1008	964.5	638.5	815.5	722	1383	1255.5	1159	747.5	728.5
09:00	713	12hr	9月30日	1006	1327.5	1303.5	895.5	990	1265.5	700.5	1155.5	912	874	1005.5	963.5	636	812	719	1382	1254	1157	746	726.5
21:00	725	12hr	9月30日	990.5	1326	1302.5	878	972.5	1254.5	686	1154	891	853	988	962	617	785.5	699.5	1377	1248.5	1144	730.5	705.5
09:00	737	12hr	10月1日	987.5	1325	1301.5	874.5	969.5	1252	682	1152.5	887.5	849	984	961	613	780.5	695	1375.5	1248	1148.5	728	701.5
21:00	749	12hr	10月1日	974.5	1322	1298	858	955	1242	670	1149	869	831.5	970	958.5	596.5	762	682	1370	1241.5	1132.5	717	686
09:00	761	12hr	10月2日	971.5	1321.5	1296.5	854	951	1239.5	666	1147.5	865	827	966.5	958	592	757.5	678	1369.5	1242	1132.5	715	682
21:00	773	12hr	10月2日	945.5	1312.5	1291	826.5	925	1217.5	644	1142	868.5	795	938.5	952	566.5	720.5	655	1359	1234	1112	695	657.5
09:00	785	12hr	10月3日	941.5	1312.5	1288.5	822.5	920.5	1213.5	640.5	1139	823.5	789.5	934.5	952	561	715	648	1356	1229	1107.5	692	650.5
21:00	797	12hr	10月3日	919	1307.5	1283	800	907.5	1198	623	1135	795	764.5	913.5	949	543.5	686	635	1350.5	1227	1096	678	633
09:00	809	12hr	10月4日	917.5	1307.5	1283	796.5	905.5	1195	620.5	1134.5	791	739.5	910	949.5	540.5	682	628	1348.5	1225	1094.5	676.5	630.5

濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21:00	821	12hr	10月4日	893.5	1300	1274.5	775.5	897	1177	603	1129.5	762	735	888.5	946.5	520.5	652.5	610	1341	1218.5	1078.5	662.5	610.5
09:00	833	12hr	10月5日	889	1296	1270.5	769	890	1169.5	597.5	1123.5	755	728	881	940.5	518	648	606.5	1337.5	1216.5	1076	661	608.5
21:00	845	12hr	10月5日	871.5	1296	1270.5	751.5	887.5	1156.5	583.5	1122.5	730.5	709	864.5	943	501.5	622.5	591.5	1333.5	1211	1062	648.5	590.5
09:00	857	12hr	10月6日	869.5	1295	1269	750.5	886.5	1154	582.5	1121.5	726.5	705	860.5	940.5	500.5	620.5	590	1332.5	1211	1061	648.5	589.5
21:00	869	12hr	10月6日	858	1294	1268	737.5	884.5	1145	572	1120	709	691	847.5	940	488.5	602	578	1327	1205	1050	639	576.5
09:00	881	12hr	10月7日	853.5	1291.5	1266	733.5	882.5	1142	569.5	1118	704.5	687.5	843.5	938.5	485	597.5	574.5	1324.5	1202	1046.5	636.5	572.5
21:00	893	12hr	10月7日	842.5	1289.5	1263.5	725	880.5	1134.5	562.5	1116	690.5	677	835	936	475.5	586	565.5	1321.5	1195	1038.5	629	561.5
09:00	905	12hr	10月8日	835.5	1287.5	1262	719	878.5	1128	555.5	1113.5	683.5	666.5	830	934	470	577.5	561.5	1319.5	1192	1033.5	923.5	554.5
21:00	917	12hr	10月8日	830	1285.5	1259.5	714	877	1124	552	1112	677.5	658	824.5	933.5	465.5	570	557	1318	1190	1029	619.5	549
06:00	929	12hr	10月9日	822	1280	1252.5	705.5	872	1115.5	545	1106	667.5	644.5	811.5	928	459	559	549.5	1310.5	1182.5	1021.5	613	541.5
18:00	941	12hr	10月9日	818.5	1281	1254	700	873	1112.5	540.5	1107	658.5	634	803.5	928.5	455	549	543.5	1310	1181.5	1018	609.5	538
06:00	953	12hr	10月10日	814.5	1281	1253	696	872	1109.5	537	1106	652	626.5	797.5	927.5	452.5	543	539.5	1308	1179	1014.5	607	535.5
18:00	965	12hr	10月10日	807	1278	1250.5	689	870	1103	531	1104	646	621	793.5	926.5	449.5	537	535	1306	1176	1008	603	530
06:00	977	12hr	10月11日	804	1277	1250	685	868.5	1100	529	1102.5	640.5	617	790.5	925.5	447.5	533	532.5	1304.5	1174	1005	600.5	527.5
18:00	989	12hr	10月11日	798	1275	1248	680	867	1095.5	525	1101	632	610.5	785.5	924	444.5	526	527.5	1302.5	1171	999.5	596.5	523.5
06:00	1001	12hr	10月12日	792.5	1272	1245.5	674	865	1091	520.5	1098	622	603.5	779.5	922	441.5	516.5	522	1298.5	1167	994.5	592	519.5
18:00	1013	12hr	10月12日	786.5	1270.5	1244	668.5	863.5	1087	516	1097	614	596.5	772.5	921	438	509.5	517	1296	1163.5	990	587.5	514.5
06:00	1025	12hr	10月13日	783	1269	1242.5	665	862.5	1083.5	513.5	1096	608.5	592	769.5	920	435.5	505	513.5	1294.5	1160.5	986.5	585	512
18:00	1037	12hr	10月13日	776	1267	1240.5	658.5	860	1077.5	509	1093.5	599	584	763	917.5	431.5	497	508	1290	1156	980	580	507
06:00	1049	12hr	10月14日	772	1265.5	1239	654.5	859	1073.5	506.5	1092	595	579.5	759.5	917	429.5	492.5	504.5	1288.5	1154	977	578	504.5

濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
18:00	1061	12hr	10月14日	766	1263.5	1237	649	857	1068	501.5	1090	587.5	573.5	754	915.5	426	486	499.5	1286.5	1149	972	574.5	500.5
06:00	1073	12hr	10月15日	762	1262	1235	644.5	856	1064	499	1088.5	583	569.5	750.5	914.5	424	481.5	496.5	1284	1147	968.5	573	497.5
18:00	1085	12hr	10月15日	756	1260	1232.5	639	854	1059	495	1087	576.5	563.5	746	913	421	474.5	491.5	1282	1143.5	963.5	570.5	493
06:00	1097	12hr	10月16日	751.5	1258.5	1230.5	635	852.5	1055.5	492.5	1085	572.5	559.5	742.5	911.5	419	470.5	488.5	1279.5	1141	959.5	569.5	490.5
18:00	1109	12hr	10月16日	746	1257	1228	630	851	1051	489.5	1083	567	554	738.5	910	416.5	465	484.5	1276	1138	954.5	567.5	487
06:00	1121	12hr	10月17日	743	1255.5	1226.5	627.5	850	1048.5	488	1081.5	564.5	551	736	909	415	462.5	482	1274.5	1136	952	567	485
18:00	1133	12hr	10月17日	737.5	1254	1224.5	623.5	848.5	1044	485.5	1080	559	546.5	732.5	907.5	412.5	457.5	478	1272	1133	947.5	565.5	481.5
06:00	1145	12hr	10月18日	734.5	1252.5	1223	621.5	847.5	1041.5	484	1079	556	544	730	907	411	454	475.5	1270	1131.5	945	565	479.5
18:00	1157	12hr	10月18日	728.5	1250.5	1220	617.5	845.5	1036.5	481.5	1076.5	551	539.5	727	905.5	408.5	449	472	1268	1128	942	563	476
06:00	1169	12hr	10月19日	724.5	1248.5	1217.5	615.5	843.5	1033	480	1074.5	547.5	537	724.5	904	406.5	445.5	469	1266	1125.5	939.5	562	474
18:00	1181	12hr	10月19日	721	1246.5	1215	613.5	842	1028	477.5	1072.5	543.5	534	721.5	902	404.5	441	466	1263.5	1123.5	937.5	561	471.5
06:00	1193	12hr	10月20日	718.5	1245	1213.5	612.5	841	1025.5	477	1071	541.5	533	720.5	901	404	438.5	464.5	1262	1121.5	936.5	560	470.5
18:00	1205	12hr	10月20日	714.5	1242.5	1211	610	839	1019.5	475	1068.5	537	530.5	717.5	899.5	402	434	461	1259	1118.5	934	559	468.5
06:00	1217	12hr	10月21日	713.5	1242	1210	609.5	838.5	1017.5	474.5	1067.5	536	530	717	898.5	401.5	432.5	460.5	1258	1117.5	933.5	558.5	467.5
18:00	1229	12hr	10月21日	710.5	1239.5	1207	607.5	836	1012	472.5	1065	533.5	527.5	715	897	399.5	428	458	1254	1114	931	557	466
06:00	1241	12hr	10月22日	710	1238.5	1206	607	835.5	1009.5	472	1064	533	527	714	896.5	399	427	457	1253	1113	930.5	556.5	465.5
18:00	1253	12hr	10月22日	707.5	1235.5	1202.5	605	833	1004	470	1061	530.5	525	712.5	894	397	422.5	455	1249	1109	928	555	463
06:00	1265	12hr	10月23日	706	1233.5	1200.5	603.5	831.5	999.5	469	1059	529	524	711.5	892.5	395.5	420	453.5	1246.5	1107	926.5	554	462
18:00	1277	12hr	10月23日	703.5	1231	1197	601.5	829	993	466.5	1055.5	527	522	709	890	394	416.5	451.5	1242.5	1103	923.5	552	460
06:00	1289	12hr	10月24日	702.5	1229.5	1195	600.5	828	990	466	1054	526.5	521	708	889	393	415.5	450	1240.5	1101.5	922.5	551.5	459

濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
18:00	1301	12hr	10月24日	700	1226	1191.5	598.5	825.5	983.5	464	1051	524	519	705.5	886.5	390.5	412.5	448.5	1236.5	1097.5	919.5	550	457.5
06:00	1313	12hr	10月25日	698	1223.5	1189	597	824	979.5	462.5	1048.5	522.5	518	704	885	389	410.5	446.5	1233.5	1095	917.5	549	456
18:00	1325	12hr	10月25日	697	1222	1186.5	595.5	822.5	975	461.5	1046.5	521.5	516.5	702.5	883.5	388	409	445.5	1231	1092.5	916	548	455
06:00	1337	12hr	10月26日	696	1220.5	1184.5	594.5	821.5	972.5	460.5	1044.5	520.5	515.5	701.5	882	387	408	444.5	1229	1090.5	914.5	547	454
18:00	1349	12hr	10月26日	694	1217.5	1181	592.5	819	967.5	458.5	1041.5	518	514	699.5	880	385.5	406	442.5	1226	1087.5	912	545.5	452.5
06:00	1361	12hr	10月27日	693.5	1216	1179	591.5	818	964.5	458	1040	517	513	698.5	878.5	384.5	405	441.5	1224	1085.5	910.5	544.5	452
18:00	1373	12hr	10月27日	692	1213.5	1176	590	816.5	960.5	457	1037.5	516	512	697	877	384	404.5	440	1221	1083	909	544	451.5
06:00	1385	12hr	10月28日	691	1212.5	1174.5	589	815.5	959	456	1036.5	515	511.5	696.5	876.5	383.5	403.5	439.5	1219.5	1082	908	543.5	451
18:00	1397	12hr	10月28日	689	1209	1171	587	813	953.5	454.5	1033	512.5	509.5	694.5	873.5	382	401.5	437.5	1215	1078	904.5	541.5	449
06:00	1409	12hr	10月29日	688	1208	1169.5	586.5	812	951.5	454	1032	512	509	693.5	873	381.5	401	437	1213	1076.5	904	541	448.5
18:00	1421	12hr	10月29日	685.5	1203.5	1165	583.5	809	947	452	1028.5	509	506	691	870.5	379	398.5	434	1208	1071.5	900.5	539	446.5
06:00	1433	12hr	10月30日	683	1201	1161.5	581.5	806.5	943	450	1025	506.5	504	688.5	868	377.5	396.5	431.5	1204	1067.5	898	537	445
18:00	1445	12hr	10月30日	681.5	1198	1158	579	804.5	940	448.5	1022	505	502.5	686.5	866	376.5	395.5	430	1200.5	1064.5	895.5	536	444
06:00	1457	12hr	10月31日	680	1196	1156	578	803.5	938	448	1019.5	504	501	685.5	864.5	376	394.5	429	1198	1062.5	893.5	535	443
18:00	1469	12hr	10月31日	678	1192	1152	575.5	801	934.5	446	1016.5	501	499	683.5	861.5	374	392.5	426.5	1193	1058.5	891	533.5	441.5
06:00	1481	12hr	11月1日	677	1190.5	1150.5	574	799.5	933	445	1014.5	500.5	498	682.5	860.5	373.5	391.5	425.5	1191	1056.5	890	532.5	441
18:00	1493	12hr	11月1日	674.5	1185.5	1145.5	571.5	796.5	928.5	443	1010	497.5	495.5	679.5	857.5	372	389.5	423	1184.5	1051.5	886	530	439
06:00	1505	12hr	11月2日	672.5	1183	1142.5	569.5	794.5	925.5	441.5	1007.5	495.5	493.5	678	855.5	370.5	388.5	421	1180.5	1049	883.5	528.5	438
18:00	1517	12hr	11月2日	670.5	1180	1139	568	793	923	440.5	1004	493.5	492	676	853	369.5	387.5	419.5	1176	1045.5	881	527	436
06:00	1529	12hr	11月3日	668	1177	1137.5	567	791.5	921	440	1002.5	492	491	675	851.5	368.5	386.5	418.5	1173	1043.5	879	526	435.5

濕度與時間關係表(有植物)

時間	累計時間 hr	時間差	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
18:00	1541	12hr	11月3日	667.5	1175.5	1133	564	789	918	438.5	999.5	491	489.5	673.5	849.5	367.5	385	417	1169.5	1041	877	524.5	434



## 附件 C

### 常態化差值植生指標

常態化差值植生指標																					
累積時間 hr	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
24	9月16日	0.2736	0.3720	0.2131	0.6191	0.5158	0.3943	0.1599	0.3762	0.4504	0.1735	0.3221	0.5211	0.2858	0.5223	0.3330			0.5610	0.3191	0.674
48	9月17日	0.7513	0.8373	0.7409	0.3584	0.7839	0.7245	0.1689	0.7000	0.7681	0.3007	0.8491	0.8784	0.7392	0.7815	0.8497			0.7893	0.0887	0.723
72	9月18日	0.7965	0.8174	0.7504	0.7740	0.7061	0.7738	0.7465	0.6712	0.7399	0.7994	0.5858	0.7631	0.7661	0.7967	0.8851			0.7025	0.6027	0.423
96	9月19日	0.7961	0.7498	0.8366	0.8584	0.7226	0.7762	0.6503	0.8284	0.6428	0.8509	0.3508	0.8698	0.7661	0.7883	0.8939			0.7425	0.9067	0.423
120	9月20日	0.7163	0.7680	0.6229	0.8297	0.7123	0.7999	0.7632	0.8514	0.7425	0.8469	0.8319	0.8670	0.7752	0.8106	0.8222			0.7796	0.3070	0.867
144	9月21日	0.6742			0.8205	0.7070	0.7084	0.5459		0.6488	0.8088	0.7762	0.5626	0.6753	0.7525	0.8073			0.7459	0.6569	0.853
168	9月22日	0.7918			0.5658	0.7764	0.7721	0.5459		0.8032	0.8512	0.8678	0.7727	0.7118	0.7485	0.8185			0.7613	0.7451	0.776
192	9月23日	0.8654			0.6042	0.7093	0.8466	0.5854		0.8327	0.7376	0.9480		0.8180	0.4700	0.9071			0.8385	0.9130	0.872
216	9月24日	0.7910			0.8360	0.6457	0.7568	0.6754		0.7948	0.5302	0.7900		0.7591	0.3442	0.5480			0.6967	0.9028	0.862
240	9月25日	0.8040			0.8015	0.7460	0.7643	0.5877		0.7905	0.5815	0.9483		0.8517	0.8200	0.6840			0.5240	0.5532	0.848
264	9月26日	0.7991			0.6800	0.7286	0.6981	0.5815		0.7594	0.6124	0.9213		0.8180	0.8187	0.7020			0.5631	0.4656	0.850
288	9月27日	0.7943			0.5586	0.7113	0.6319	0.5754		0.7282	0.6433	0.8943		0.7843	0.8173	0.7200			0.6022	0.3779	0.851
312	9月28日	0.7894			0.4371	0.6940	0.5657	0.5692		0.6971	0.6742	0.8674		0.7506	0.8160	0.7381			0.6413	0.2902	0.853
336	9月29日	0.7845			0.3157	0.6767	0.4995	0.5631		0.6660	0.7051	0.8404		0.7169	0.8147	0.7561			0.6804	0.2026	0.855
360	9月30日	0.7411			0.2112	0.6762	0.6713	0.6273		0.5237	0.6859	0.8822		0.7299	0.7865	0.2352			0.6844	0.5256	0.799
384	10月1日	0.7764			0.8557	0.6399	0.6938	0.7754		0.6735	0.7833	0.9403		0.7624	0.5427	0.7938			0.7283	0.6167	0.773

常態化差值植生指標

累積時間 hr	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
408	10月2日	0.8116			0.7855	0.7475	0.7397	0.7571		0.5195	0.5075	0.8594		0.7608	0.7166	0.3857			0.7122	0.4294	0.777
432	10月3日	0.7678			0.8384	0.7559	0.6465	0.7695		0.6192	0.6393	0.9072		0.7512	0.5714	0.8712			0.2919	0.7795	0.830
456	10月4日	0.7500			0.8928	0.7295	0.7559	0.7518		0.9214	0.8619	0.9091		0.8135	0.5594	0.8630			0.8630	0.3464	0.827
480	10月5日	0.7704			0.7013	0.7403	0.8452	0.9000		0.3839	0.8093	0.9000		0.7486	0.2175	0.8791			0.7398	0.6155	0.841
504	10月6日	0.7906			0.8235	0.2566	0.7167	0.7055		0.2289	0.7684	0.8361		0.7543	0.5514	0.8784			0.5292	0.5718	0.768
528	10月7日	0.6777			0.7708	0.2102	0.6401	0.6429		0.2959	0.7011	0.8496		0.6987	0.5689	0.7554			0.4763	0.5145	0.639
552	10月8日	0.5647			0.7181	0.1638	0.5635	0.5802		0.3629	0.6337	0.8631		0.6432	0.5864	0.6325			0.4234	0.4572	0.509
576	10月9日	0.4517			0.6653	0.1174	0.4870	0.5176		0.4298	0.5664	0.8766		0.5876	0.6039	0.5095			0.3705	0.4000	0.379
600	10月10日	0.3388			0.6126	0.0710	0.4104	0.4549		0.4968	0.4991	0.8901		0.5321	0.6214	0.3866			0.3176	0.3427	0.250
624	10月11日	0.2951			0.5216	0.0504	0.2961	0.6113		0.5499	0.4458	0.7641		0.4608	0.6267	0.3662			0.2795	0.3088	0.125
648	10月12日	0.2514			0.4305	0.0299	0.1818	0.7676		0.6030	0.3924	0.6382		0.3896	0.6320	0.3459			0.2414	0.2748	0.001
672	10月13日	0.2233			0.3327		0.2846	0.2885		0.5231	0.6994	0.5186		0.1933	0.6095	0.4020			0.2443	0.1502	0.016
696	10月14日	0.2400			0.5831		0.5175	0.3175		0.5239	0.4726	0.4541		0.2367	0.6982	0.0326			0.2011	0.3146	0.128
720	10月15日	0.2354			0.2725		0.2228	0.1785		0.6054	0.5069	0.2855		0.5265	0.4421	0.4364			0.1730	0.3391	0.244
744	10月16日	0.1817			0.0199		0.3618	0.2747		0.6610	0.4611	0.1025		0.0010	0.7560	0.3459			0.1885	0.1172	0.236
768	10月17日	0.0402			0.1595		0.2203	0.0740		0.4264	0.2335	0.1996		0.0646	0.4462	0.4088			0.1045	0.2284	0.034
792	10月18日	0.0684			0.0316		0.2552	0.0262		0.4959	0.0061	0.0343		0.1157	0.4187	0.4155			0.0123	0.0457	0.266
816	10月19日						0.1965	0.0402		0.4611	0.0068	0.0257		0.0969	0.4233	0.3454			0.0319	0.1062	0.210
840	10月20日						0.1377	0.0542		0.4263	0.0075	0.0171		0.0782	0.4279	0.2753			0.0516	0.1668	0.154
864	10月21日						0.0789	0.0682		0.3914	0.0082	0.0086		0.0594	0.4325	0.2052			0.0712	0.2273	0.098

常態化差值植生指標

累積時間 hr	編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
888	10月22日						0.0201	0.0822		0.3566	0.0089			0.0407	0.4370	0.1351			0.0908	0.2879	0.041
912	10月23日						0.2521	0.2128		0.4608	0.1561			0.6324	0.5355	0.1174			0.1456	0.3992	0.136
936	10月24日						0.1200	0.1136		0.1128				0.1683	0.5816	0.3099			0.1461	0.5231	
960	10月25日						0.1232	0.1192		0.0351				0.1655	0.3245	0.1328			0.0204	0.2900	
984	10月26日						0.1117	0.0914		0.1259				0.0426	0.1378	0.0702			0.1127	0.1144	
1008	10月27日						0.1234	0.1858						0.0642	0.0444	0.0283			0.0063	0.1166	
1032	10月28日						0.0814	0.1673						0.0595	0.0607	0.0650				0.4923	
1056	10月29日						0.0394	0.1488						0.0548	0.0769	0.1017				0.8679	
1080	10月30日							0.0987						0.0568		0.0544					
1104	10月31日							0.0487						0.0589		0.0072					



## 附件 D

### 樹莓派安裝設定拍照步驟

#### (A)系統安裝

樹莓派有多種系統可以安裝，本研究採用 NOOBS (New Out Of Box Software) 作為作業系統，可至樹莓派官網直接下載系統壓縮檔 (<https://www.raspberrypi.org/downloads/>)，然後利用一台電腦，放入 SD 卡，直接解壓縮至 SD 卡即可。

然後連接一台螢幕、鍵盤。本計畫採用 NOOBS V1.9.2 版，首先安裝作業系統，並設定相機開啟即可。

設定時，需選用 terminal 介面，輸入 `sudo raspi-config`，選擇 6 Enable Camera，再選擇 Yes，OK，就完成相機設定。接著將相機排線插入，一樣不用太大力，輕輕地就可以了。小心不要折到排線，如圖 2-3。插入後再將卡榫蓋回即可，注意排線要平整的插入，不可以左右不一樣高。到這一步，相機已經算是安裝完成了。



圖 2-3 相機排線安裝

## (B)遠端控制

首先裝上無線網卡於樹莓派 USB 插槽，開啟樹莓派，於右上角會出現網路符號，選取網路上網。接下來執行

```
ifconfig
```

會列出樹莓派之 IP，抄下 IP 號碼。於樹莓派安裝軟體，指令為

```
sudo apt-get install xrdp
```

安裝好之後，於 windows 10 上用“遠端桌面連線”

輸入 ip,輸入 帳號為 pi, 密碼 raspberry

即可進入遠端連線。

### (C)相機拍照

打開 Raspberry Pi，進入 terminal，輸入

```
raspistill -o image.png
```

image 是照片的檔名，.png 是照片格式，兩個都可以隨意更換，比如改成 pic.jpg。拍照時，相機上的紅色指示燈會亮起，等指示燈熄滅就代表拍好了。

輸入 ls，剛拍的 image.png 已經出現了！

### (D)固定支架配置

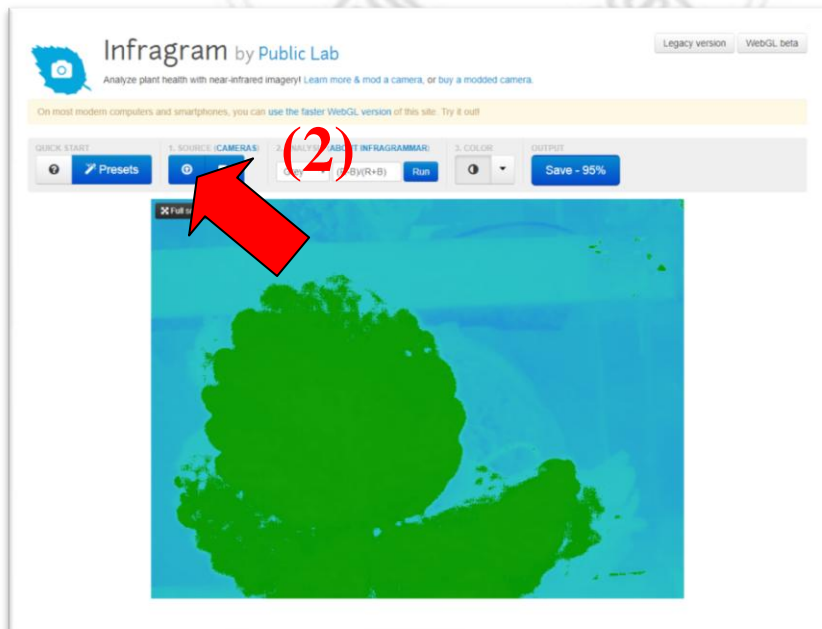
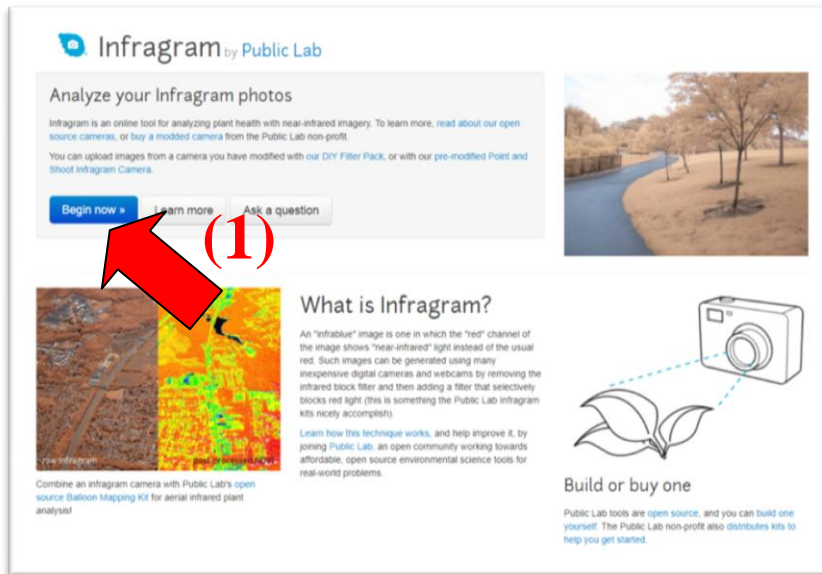


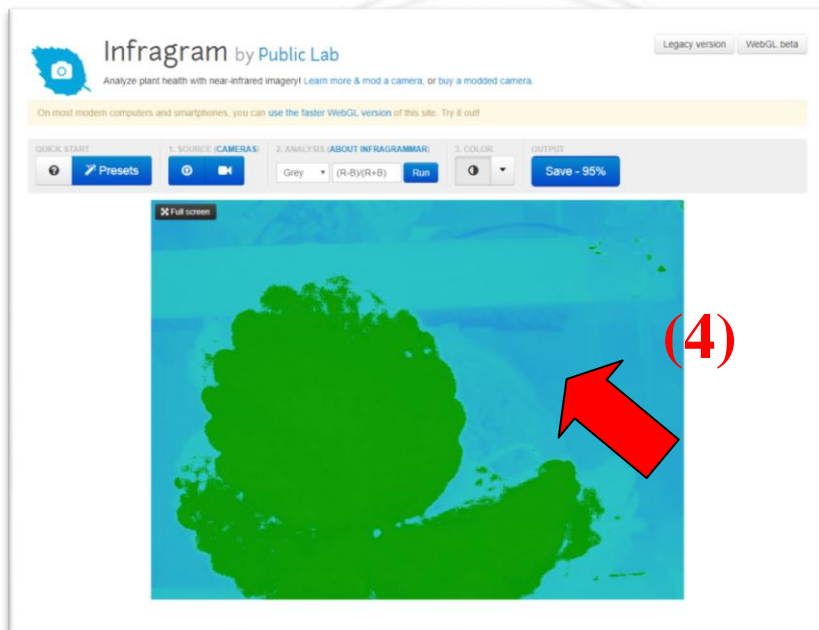
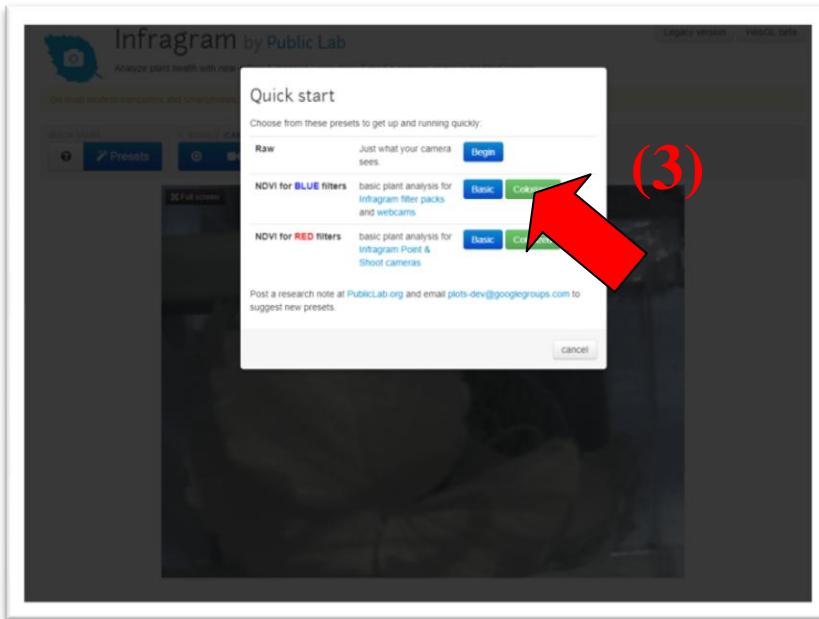
(a)樹莓派相機與其供電的行動電源配置 (b)固定植栽架

## 附件 E

### 軟體 ENVI 計算 NDVI 步驟

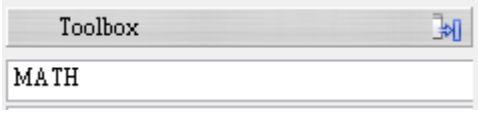
- (A)在執行 ENVI 之前要先把照片處理成可供軟體計算的照片，開啟網站(<https://infragram.org/>)；(1)點擊 Begin now (2)點擊開啟圖檔 (3) NDVI for BLUE filters 的 Colorized (4)右鍵照片存檔



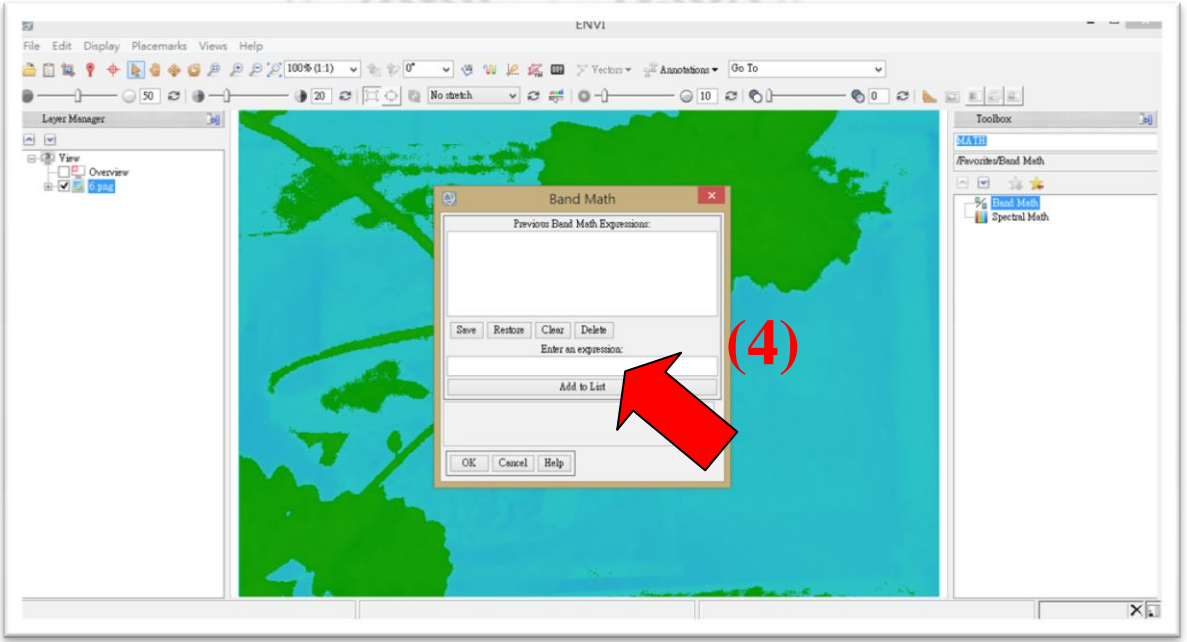
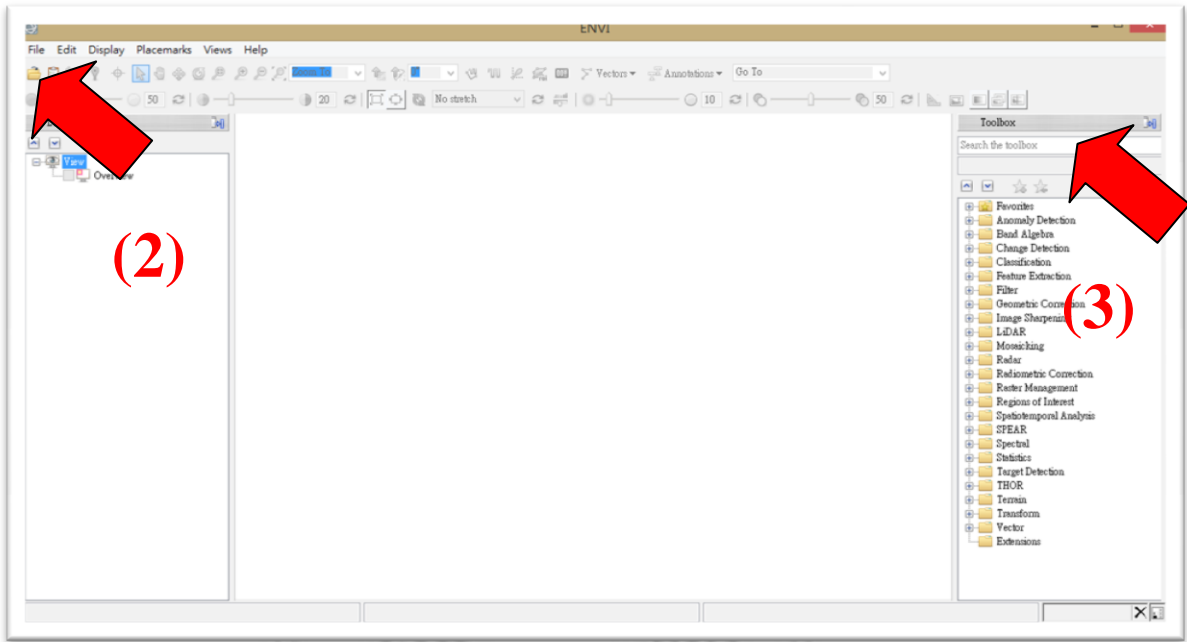


(B) ENVI 軟體分析：(1)開啟 ENVI (2)開啟圖檔  (3)在 Tool box

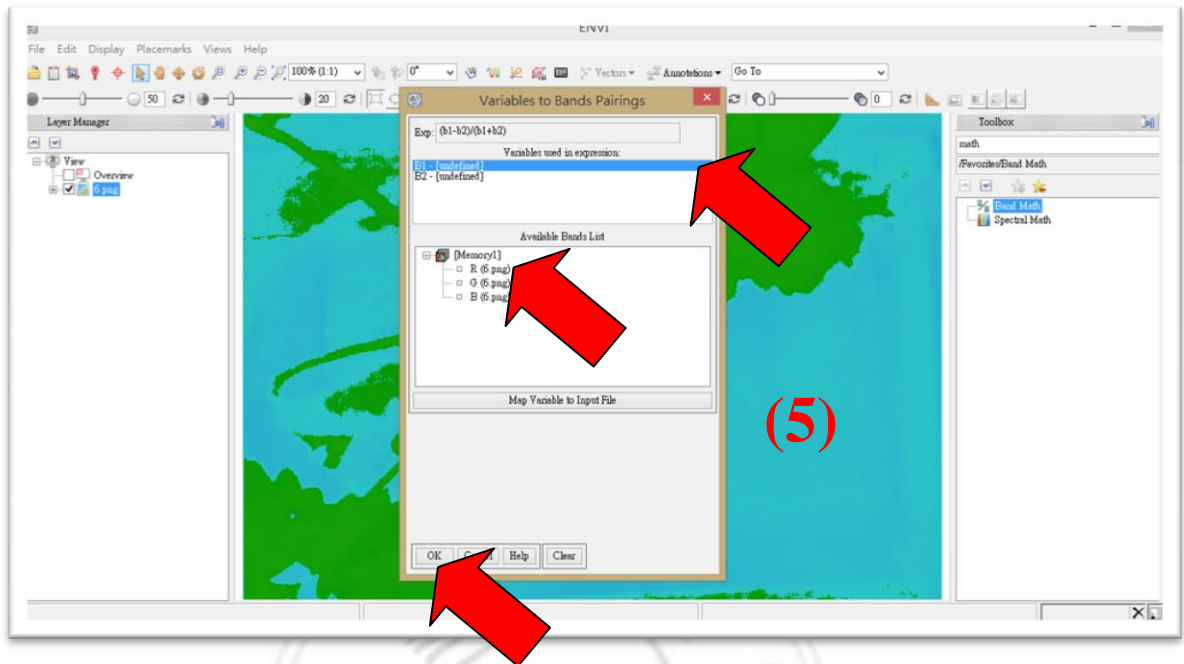
上打「math」按鍵盤 Enter



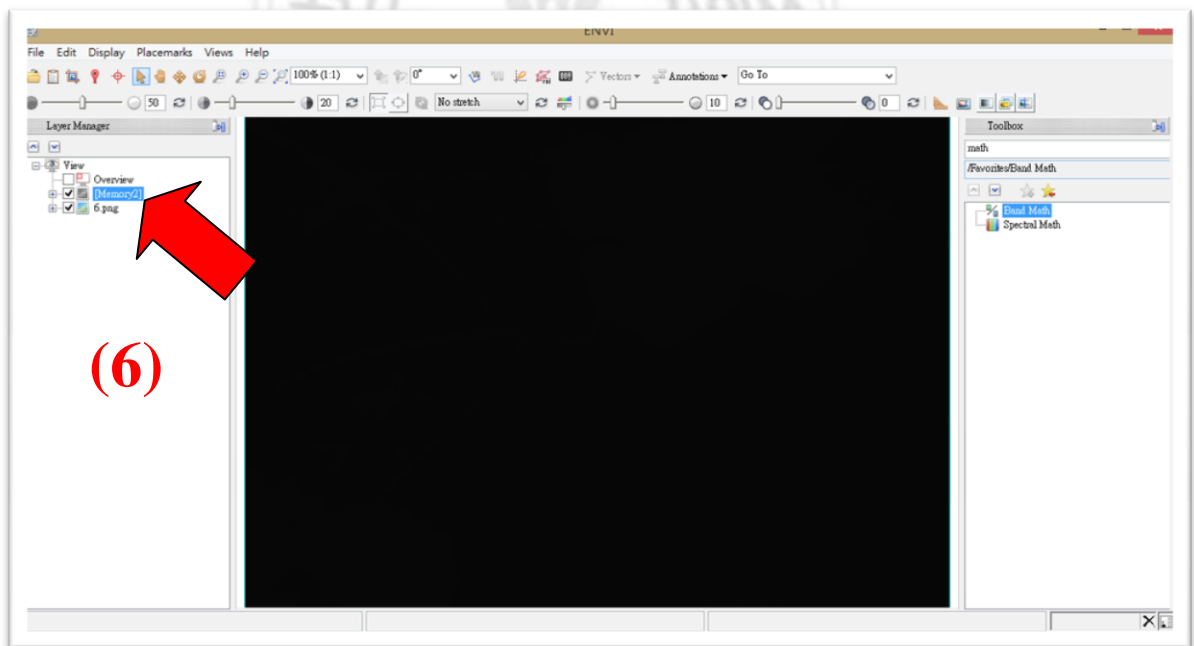
(4)在 Enter an expression 欄位打「 $(b1-b2)/(b1+b2)$ 」公式，  
按 add to list，按 ok



(5)點選 B1 再點選 R (檔名.png)，點選 B2 再點選 B (檔名.png)  
點選 Memory(不存檔)，點選 ok



(6)右鍵新生成的檔案，選擇 Quick Stats



## (7)NDVI 數據

