

觀霧地區雲霧氣象之觀測調查研究

雪霸國家公園管理處

成果報告

觀霧地區雲霧氣象之觀測調查研究

受委託者：國立台灣大學

研究主持人：林博雄 博士

協同主持人：賴彥任 博士

魏聰輝 博士

雪霸國家公園管理處

委託辦理報告

中華民國九十八年三月

目次

| | |
|--------------------------|----|
| 圖次 | 5 |
| 表次 | 7 |
| 中文摘要 | 8 |
| 英文摘要 | 9 |
| 1. 緒論 | 10 |
| 1-1 計畫緣由 | 10 |
| 1-2 計畫目標 | 11 |
| 1-3 前人研究 | 11 |
| 2. 研究方法 | 16 |
| 2-1 研究地區簡介 | 16 |
| 2-2 研究方法與實驗設置 | 16 |
| 3. 資料分析與結果 | 20 |
| 3-1 1988~2007 觀霧地區氣候特徵分析 | 20 |
| 3-2 雲霧觀測實驗資料分析 | 22 |

| | |
|----------------------|----|
| 3-3 總結與討論..... | 25 |
| 4. 未來工作..... | 27 |
| 5. 參考文獻..... | 29 |
| 附錄 A: 數位影像霧偵測處理..... | 56 |

| | |
|---|----|
| 圖 1 : CAL-TECH Active Strand Cloud Collector..... | 32 |
| 圖 2 : 平面式(左)與柱狀式(右)霧水蒐集器..... | 33 |
| 圖 3 : 觀霧管理站周遭地形圖 | 34 |
| 圖 4 : 1987~2007 氣象局觀霧遙測氣象站..... | 34 |
| 圖 5a : MAWS 自動測站 | 35 |
| 圖 5b : MAWS 於觀霧安裝情況 | 35 |
| 圖 6a : NRFD 電路示意圖 | 36 |
| 圖 6b : NRFD 實際安裝情況..... | 36 |
| 圖 7a : NLFD 設計示意圖 | 37 |
| 圖 7b : NLFD 採用的 visible light sensor..... | 37 |
| 圖 7c : NLFD 實際安裝情形 | 37 |
| 圖 8 : PIC 單晶片整合式記錄器 | 38 |
| 圖 9a : 塔塔加 AANDERAA MIRA 能見度儀 | 39 |
| 圖 9b : NLFD 於塔塔加實際安裝情形 | 39 |
| 圖 9c : NLFD 於塔塔加之近照 | 39 |
| 圖 10a : 數位相機安裝情形..... | 40 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 圖 10b：定時自動拍攝裝置 | 40 |
| 圖 10c：數位相機於觀霧自動拍攝情形 | 40 |
| 圖 11a：NSFD 設計簡圖 | 41 |
| 圖 11b：NSFC 使用之物理捕霧網..... | 41 |
| 圖 11c：NSFC 使用之集水溝槽 | 41 |
| 圖 11d：NSFC 於觀霧實際安裝情形..... | 41 |
| 圖 12a：NCFC 設計簡圖 | 42 |
| 圖 12b：NCFC 近照..... | 42 |
| 圖 12c：NCFC 使用之物理捕霧網 | 42 |
| 圖 12d：NCFC 於觀霧實際架設情形 | 42 |
| 圖 13：20cm 傾斗式雨量筒於觀霧實際安裝運作情形 ... | 43 |
| 圖 14：1988~2007 各季逐時均溫變化..... | 44 |
| 圖 15a：：1988~2007 觀霧站逐時平均風速圖 | 44 |
| 圖 15b：：1988~2007 觀霧站風花圖..... | 45 |
| 圖 15c：：1988~2007 觀霧站夏秋季風花圖 | 46 |
| 圖 15d：：1988~2007 觀霧站夏季逐時風花圖 | 46 |

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 圖 15e | ： 1988~2007 觀霧站秋季逐時風花圖 | 47 |
| 圖 16 | ： 1988~2007 各季平均時雨量變化圖 | 48 |
| 圖 17 | ： 1988~2007 各季逐時日照時數變化圖 | 48 |
| 圖 18 | ： 霧事件逐月比例圖 | 49 |
| 圖 19a | ： 輕霧事件逐月時段比例圖 | 49 |
| 圖 19b | ： 中霧事件逐月時段比例圖 | 50 |
| 圖 19c | ： 濃霧事件逐月時段比例圖 | 50 |
| 圖 20a | ： 小型霧風洞設計圖 | 51 |
| 圖 20b | ： 小型霧風洞實際操作情形 | 51 |
| 表 1 | ： FDID 各元件表現表 | 52 |
| 表 2 | ： 觀測期間資料分類表 | 52 |

中文摘要

本研究針對雪霸國家公園觀霧遊憩區的雲霧量、滯留時間與季節變化，進行定量上的觀測調查；首先分析當地的中央氣象局遙測氣象站 20 年(1987~2007)資料，做為推估當地雲霧量（水平降水）發生時間的天氣條件和與當地雨量比例的背景資料；同時，根據過去研究文獻和臺灣大學大氣科學系大氣測計研究室以及臺灣大學實驗林聯合團隊的感測自動控制實作經驗，本研究製作三款雲霧偵測器和兩款雲霧攔截器，以及透過數位相機定時自動拍攝等方法，來評估雲霧影像辨識與霧水量蒐集相互驗證的觀測策略，以建立臺灣山地雲霧帶與森林植群生態之先驅研究調查模式。經由本團隊「雲霧偵測攔截整合裝置」(Fog Detection and Interception Device，FDID)各式觀測設備所彙整的資料綜合分析顯示，夏季霧事件好發於午後，秋冬季節則集中於早上與上午，濃霧事件多集中在午後發生。觀霧地區因雲霧所帶來所謂的水平降水，僅以 type B (有霧無雨)估計，約有降水量的 9.3%。type D(有雨有霧)約為 type B 的 3 倍，因此我們估計觀霧地區水平降水可達降水量的 37%。

關鍵字: 雲霧、水平降水、生態系調查

英文摘要

The study plans to quantify the cloud-fog water amount, its existence length and monthly variation at Kuanwu recreation area in Shei-Pa National Park. The 20-year record length of local meteorological data at Kuanwu will be analyzed first to build up the background of atmospheric environment, and to estimate the ratio between the cloud-fog amount (or called horizontal precipitation) and the rainfall amount. Following the literature references and our integration experiences on auto-control sensors in the field, we have designed three types of fog detectors and two types of collectors to catch the water-fog. Meanwhile, a auto-shot digital camera was also arranged to record the happiness of cloud-fog events at the same time. Through this pilot field experiment on the cloud-fog study, it is expected to give some application idea on the forest ecosystem investigation. Through our measurements from the FDID (Fog Detection and Interception Device) system, we found the fog events appear in summer-time afternoon highly, but they shift to the morning and noon times in autumn and winter seasons. The severe fog event always happens in the afternoon. Type B (fog day with no rain) has about 9.3% compared to the annual rainfall amount. Type D (rainy day with fog) has 3 times of fog amount to type B. The amount of horizontal precipitation (cloud-fog) at Kuanwu is about 37% of annual rainfall

Keywords: cloud-fog, horizontal precipitation, ecosystem investigation

1.緒論

1-1.計畫緣由

臺灣山區 1500~2500 公尺上下的雲霧帶的大氣條件，創造特有的生物繁衍環境（蘇鴻傑，1984），臺灣北迴歸線以北的中央山脈更因東北季風盛行條件，雲霧日的長度更勝於台灣中南部山地。臺灣地區中央氣象局於 1990 年代逐年建立的遙地自動氣象站廣布全臺，然而這些氣象自動測站僅有風場、溫度、濕度、雨量和日照時數，霧水並未被納入常態觀測項目，現有的相對濕度參數也不足推演霧水的發生結束時間、濃度和相當水量。和臺灣處於相同緯度的美國夏威夷 Maui 島以及中美洲波多黎各雨林，曾針對該地區(山地)進行水平降雨(或稱霧水)之蒐集監測研究，其研究資料發現這些霧水約佔當地年雨量之 30%。由美國 UNEP(United Nations Environment Program) 和 WCMC(world conservation monitoring centre)合作進行的熱帶山地雲霧森林計畫(Tropical Montane Cloud Forest)，也持續針對北緯 23.5 度到南緯 35 度雲霧森林進行調查；此外，延展全球氣候變遷的議題，臺灣生態界學者也懷疑臺灣地區因局地氣候增溫而促使雲霧帶升高的可能；因此，臺灣大學實驗林已於 2008 年針對塔塔加地區進行雲霧推移的調查計畫，山地雲霧的發生辨

認是實驗步驟之必要過程之一。

雪霸國家公園觀霧遊憩區(海拔高度~2000公尺)的雲霧量與滯留時間長度，過去只有定性描述而無定量上的觀測記錄；本計劃擬透過雪霸國家公園觀霧管理站之地理條件，進行該地區雲霧觀測調查，包括當地的中央氣象局遙地自動氣象站(觀霧站) 20年資料之特徵分析，以了解雪霸國家公園觀霧遊憩區雲霧量與發生時間的氣候背景，評估雲霧影像辨識與霧水量蒐集的可行觀測方法，並建立臺灣山地雲霧帶與森林植群生態之先驅研究調查模式。

1-2.計畫目標

本計畫所設定的目標包括；

- 建立觀霧地區雲霧量與發生時間的氣候背景。
- 評估雲霧影像與霧水量蒐集的可行觀測方法。
- 建立臺灣山地雲霧帶與森林植群生態之先驅研究調查模式。

1-3 前人研究

雲、霧與降水都是地球系統水文循環過程中重要的因子，大氣科學學術領域主要以探索(1)雲和降水的時空分布，(2)乾旱

或暴雨極端個案，(3)雲對大氣環流氣候之影響等議題為主。霧水的研究絕大部份停留在「雲微物理學」的實驗室水滴形狀觀察和化學成份分析與凝結核大小等問題(王，1996；陳，2004)；此外，霧水所造成的「低能見度」現象而影響海陸空交通，也大都在民用航空器起降作業的應用探討(簡，2007)。

氣象觀測實務上，將「相對濕度高於 75%、能見度介於 1~10 公里」的無降水天氣現象稱之為「靄(mist)」或是「輕霧」；能見度低於 1 公里、相對濕度接近 100%稱之為「霧」(中央氣象局，1986)。現今全球綜觀(synoptic)氣象測站運作規範下，「雲」、「霧」與「降水」這三種水文氣象因子當中，只有「降水」量測為儀器之定量量測，除了航空氣象站和農業氣象站之外，「雲」與「霧」的觀測都以觀測員眼睛主觀性的定性記錄為主；因此，臺灣地區中央氣象局無人管理的遙地自動氣象站量測項目，無法納入雲量、雲高、雲狀以及能見度(霧的發生和濃度)的記錄。

雲與霧的粒徑約在 10~100 μm ，雲霧對於陸域生態，尤其是森林，是重要環境因子指標；Stadtmuller(1987)首先提出「雲霧帶森林」，常見的類似術語包括 dwarf forest、elfin woodlands、mossy forest 和 montane rainforest 等等。這些雲霧帶森林位置，大都在潮濕的(亞)熱帶山區，分佈呈現破碎和列島嶼

狀。一般來說，隨著高度增加，森林的植物種類與外型也會跟著改變，如樹形會變小、葉形亦會隨高度增加而變小，附生植物的種類趨於豐富且多樣化 (Merlin and Juvik, 1995)。由於浸沒在雲中的影響，其中附生植物在雲霧帶森林扮演了很重要的角色，並且支配森林中的光線循環、水循環與氮循環等 (Benzing, 1998)。附生植物也建造了豐富的環境，提供這種動物生存空間與食物的來源 (Richardson et al., 2000)。因此，雲霧帶森林地域內擁有很高特殊動物比率，其維護生物多樣性的功能更不可忽視。

生態學者對於雲水 (cloud-water) 的學術研究，經常透過 size-fractionating CAL-TECH Active Strand Cloud Collector (sf-CASCC, 圖 1; Demoz et al., 1996) 來蒐集 20 μm 以上和以下不同粒徑的雲霧滴，分析其化學成份對地表生物的影響，比如 Chang et al (2003) 探討臺灣棲蘭山，以及黃與林 (2002) 對於臺灣大學實驗林的雲霧沉降特性。另一種雲霧水的水文應用研究，是以雲霧水攔截捕捉量的觀點來進行，比如 USGS (United States Geological Survey) 支持的 Hawaii Maui 霧滴對生態系水文收支的影響 (School et al., 2002)，以及 Netherlands Foundation for the advancement of Tropical Research (WOTRO) 支持的 Puerto Rico 雨林水文與能量收支計畫 (Burkard et al., 2002)；他們利用平面式

與柱狀式霧水蒐集器(ASCR，圖 2；Collett et al.，1991)，發現被攔截雲霧約佔當地年雨量之 30%。中央大學林能暉教授也曾利用廠商販售的柱狀式 ASCR 設備，在陽明山地區進行臺灣春季雲霧水收集，做為境外污染物長程傳送的酸雨分析樣本。

近年來氣候變遷引發的地表氣溫升高和北極海冰範圍的減少等議題，也引發臺灣森林生態界懷疑臺灣地區霧林帶的高度是否也有升高之現象(魏，2007)，因此臺大實驗林將透過新中橫公路沿途之氣象測站資料，於 2008 年開始進行「塔塔加地區雲霧帶推移之研究」，該研究擬利用外加的能見度儀器和測站露點溫度，探討如何應用氣候資料回推雲霧發生的存在。

雲霧隨著環境風場濕度條件和地形，有其顯著的地域性；就水汽到小水滴的相態改變，大氣科學以舉升凝結層(lifting condensation level)來代表雲底高度。大氣行星邊界層(planetary boundary layer)的均勻混合厚度，有時也以地表到雲底高度來代表之。雲底-雲頂之間的雲水含量，如果沒有足夠外力讓水滴進行碰撞與合併降落等過程，雲水粒子就無法集結成較大粒徑而降落到地面(即所謂的降水)。地表上的雨量筒只能蒐集到這些垂直降水，雲霧移行容易在山區起伏地形被斜坡上，或是圈谷內的森林植被(如樹層枝幹和樹葉)所碰撞附著，形成所謂的水平降

水(horizontal precipitation)，以區別於前述氣象常規觀測的(垂直)降水。

經由以上的文獻回顧，本計劃透過雪霸國家公園觀霧管理站之地理條件和過去 20 年的遙地自動氣象站(圖 3)之溫度、溼度、風場和降水等資料，首先分析進行該地區雲霧氣象條件(邱等，2004)；此外，根據 Hawaii Maui 東向山坡的雲霧蒐集現場照片，我們製作了平面式與柱狀式雲霧蒐集器與雲霧偵測器，加上定時自動拍攝的數位影像，來進行觀霧管理站全年的雲霧觀測調查以及水平降雨量之推估。預期這一先驅研究成果除了能提供雪霸國家公園生態解說基本資料之用，並建立臺灣山地雲霧帶與森林植群生態之研究調查模式(邱等，2005)。

2.研究方法

2-1.研究地區簡介

觀霧地區位於新竹縣五峰鄉與苗栗縣泰安鄉交界，隸屬雪霸國家公園管理，海拔高約 2000 公尺，以其終年雲霧飄渺而得名。因此，本次計畫定址於雪霸國家公園觀霧管理站周邊林地內，方便觀測儀器之設置及電力供應，以及避免遊客好奇無心之破壞。

觀霧管理站海拔 2051 公尺，正好位於台灣地區霧林帶高度範圍之內，加上其地理位置位於山脊線上(圖 3)，此特殊的地理特徵使得此地相當適合做雲霧的觀測實驗。

2-2.研究方法與實驗設置

a.過去 20 年氣象資料分析

中央氣象局觀霧遙地自動氣象站(圖 4)自 1987 年 6 月 1 日開始運作記錄，因為夏季自然災害經常造成通往該測站之道路經常性封閉，因此中央氣象局於 2007 年 6 月 22 日正式廢除該氣象站，遷移到管理站下方的(民營)雪霸農場內。然而，這一連續 20 年的氣象資料仍足以提供觀霧地區的氣候環境場資料(20 年的單月平均值和變異值)，但是單一的「相對濕度」氣候因子並無法直接對應到「雲霧發生」的時間，因此本計畫使用臺灣大學大氣科學系 MAWS 移動式氣象站(圖 5a、5b)，架設在觀霧管理站來延續已廢除觀霧氣象站應有的氣壓，氣溫，

濕度，降水與風向風速等資料。再透過(b)~(d)等方法的平行觀測，驗證當地雲霧發生之日期與時間，以期得出當地的雲霧發生的氣象經驗公式，最後經由 20 年氣候資料分析，獲得觀霧地區雲霧氣象的氣候特徵，以及水平降水相對於垂直降水的比例值。

b.雲霧發生自動偵測器

能見度儀器是利用雲霧水滴對於已知強度光線的衰減或是散射現象，間接推估出氣象光學視程(Meteorological Optical Range, MOR；WMO, 1996)；然而，這類能見度儀器設備動輒上萬美金，本計畫基於研究與教學需求，自行設計與製造兩款雲霧發生自動偵測器；第一種偵測器是仿照美國航空太空總署(NASA)Aeronet (林等，2005)的 wet sensor，以兩份對稱的刷型電路迴路（圖 6a、6b），透過霧滴在沾潤電路後的電阻輸出值來偵測雲霧發生，因此我們以 NTU Resistance Fog Dectector (NRFD)稱呼之。在本計畫中，我們製作了兩種不同電路間距的 NRFD(NRFDs 間距較大，NRFD 較小)，來測試其表現。此外，為了免除雨滴對 NRFD 的影響而誤判為雲霧，NRFD 將以向下開口的遮罩保護之。另一種偵測器，則是運用可見光感測器(圖 7b)，來偵測不同雲霧濃度對於其「光通路」訊號之遮斷程度，因此我們簡稱其為 NTU Light Fog Detector (NLFD，圖 7a、7c)。當光感測器偵測到越強的光線時，輸出的值越低，因此，為了避免陽光強弱變化干擾 NLFD 判讀，NLFD 也將以向下開口的遮罩保護之。此外，NRFD 和 NLFD 控制和記錄，我們選用 Microchip 公司出品的 PIC

可程式化單晶片來自動處理，這些微機電和感測器整合(圖 8)技術，我們已經大量應用於模型飛機自動飛行(林，2005)、綠房子微氣象監控(陳等，2007)，以及太陽輻射量觀測應用(邱等，2004；周等，2007)。

為了確認 NRFD 和 NLFD 和能見度儀器觀測結果的相關性，本計畫所研發的數套 NRFD 和 NLFD，除了安裝於觀霧管理站，也安置於在臺大實驗林塔塔加微氣象站以及環境保護署鹿林山背景測站，與這兩測站的芬蘭 Vaisala FD12P 能見度儀和挪威 AANDERAA MIRA 能見度儀(塔塔加，圖 9a、9b)進行同地驗證。

c.雲霧影像自動拍攝與動態變化探討

NRFDs、NRFDs 和 NLFD 用電子訊號記錄雲霧的接觸發生，本計畫為了更確認雲霧發生以及其空間分布，將以 PIC 單晶片控制數位相機來達成觀霧管理站不同方位的空間定時(每 5 分鐘)拍攝(圖 10a、10b)，影像檔案事後再以影音軟體串接成影像動態檔案，除了肉眼確認雲霧之發生的用途，它也能做為景觀影集重覆播放之應用。這一概念與技術正在中央氣象局玉山北峰測站進行實驗性實驗，成果相當成功，因此我們認為這一技術可以再次應用於觀霧地區雲霧氣象的影像記錄與探討(圖 10c)。此外，本團隊也開發了一款影像分析軟體，將所拍攝影像以數位數據方法來判斷雲霧事件發生與否與濃度(見附錄 A)。

d.雲霧攔截與水量換算

本計劃將沿用 USGS 在 Maui Waikamoi site 的平面式 (Standard Fog Collector, SFC)(圖 11a~d)與柱狀式(Cylindrical Fog Collector, CFC)ASCR(圖 12a~d)霧水蒐集器設計，自行製作二款雲霧攔截器(以下簡稱為 NSFC 和 NCFC)，NSFC 和 NCFC 攔截的雲霧水都將直接導入 0.5mm 傾斗式 (tipping bucket，徐等，2005) 雨量筒(圖 13)內，並一併由本計劃製作的 PIC 單晶片記錄器記錄下來。

綜合以上的 NRFDS、NRFDD、NLFD、NSFC、NCFC 以及定時自動拍社攝數位相機等六套設備，我們以下以「雲霧偵測攔截整合裝置」(Fog Detection and Interception Device，FDID)來總稱之。

3. 資料分析與結果

3-1. 1988~2007 觀霧地區氣候特徵分析

氣象局觀霧遙測氣象站自 1987 年自 2007 年期間，共提供五種逐時觀測的物理量資料，分別為氣溫、風向、風速，降水及日照時間。本節將一一就以上五種觀測資料建立觀霧地區過去 20 年來的氣候特徵。

a. 氣溫

1988~2007 年各季節逐時均溫如圖 14 所示，各季節的逐時溫度變化特徵都彼此類似，日夜溫差都可達到 6°C 左右。

b. 風向風速

觀霧地區風向風速特徵如圖 15a~15e 所示，幾項特徵分別是：

- 春季的平均風速最大，其次是冬季與夏季，秋季之平均風速最小。
- 夜間風速大於白晝風速，與大氣邊界層的日子夜變化的理論一致。
- 山谷風效應不顯著(圖 15a 曲線並無出現日夜週期變化的 W 型 pattern)。

- 以 20 年全季及實驗期間的夏秋兩季來說，盛行風場是東南風與南風。
- 以實驗期間的夏秋兩季的不同時段(白天、晚上及兩者的轉折時段)來說，除了秋季的白天時段(10:00 am~04:00 pm)之外，風場仍然以東南風和南風為主。

綜合言之，觀霧地區風向在各個時間尺度上都是相當穩定的東南風及南風，也因此本計畫製作的 NSFC 攔霧裝置就以面向東南-西北軸向架設與觀測。

c.降水

觀霧地區 1988~2007 年間平均年總雨量為 3126.55mm，以為春季(1083.6mm)和夏季(1148.45mm)為高峰期，是由春季鋒面系統和夏季的颱風以及午後雷雨系統所造成。其次是冬季的 427.85mm，而秋季則以 421.65mm 為一年之乾季。一天當中的逐時平均雨量變化則如圖 16 所示，該圖顯示出午後 12:00 到夜間 9:00 pm 為顯著降水時段，其中又以夏季 4:00 pm 時段最為顯著，推估應與午後熱對流有一定關係。

d.日照時數

1988~2007 年各季逐時平均日照時數如圖 17 所示，可看見其峰

值在各季差異不大，每一小時都可達到 0.6 hr (小時)，但也都不約而同在午後有驟降的不連續現象，這跡象顯示該地午後可能是雲或霧發展的高峰時段。

3-2. 雲霧觀測實驗資料分析

在期中報告中，本團隊已初步評估設置於觀霧之 FDID(雲霧觀測整合裝置)中各個感測器對雲霧事件的偵測能力(表 1)。因此，本節將直接使用性能良好的感測元件(數位相機、NFRDD、NSFC)進行更深入的分析探討，並利用其觀測資料推估觀霧地區在本計劃期間霧的發生事件之頻率及週期。

a. 數位相機自動拍攝

架設於觀霧工作站一旁國家公園警察隊房舍的通訊機房室內(離地 4 層樓高) 數位相機，以每 5 分鐘定時進行窗外拍攝，由 97 年 7 月至 98 年元月已進行雲霧事件觀測工作半年時間，扣除了因施工及停電所致的數次觀測中斷之後，至今已累積共 92 日資料。就 FDID 中的儀器來說，在提供資料的穩定性方面表現優異(室內)，且其保養維護也較為容易，是相當理想的長期雲霧觀測裝置。然而相機所拍攝的影像過去大多只能以肉眼來做為霧現象是否發生的判斷，不夠嚴謹客觀與耗時；一旦影像資料龐大，光以肉眼處理的效率太低，也

無法提供及時的分析結果。有鑑於此，本計畫利用 Delphi 程式語言自行撰寫影像分析軟體，用以分析每張照片上遠近不同目標區內的所有像元(pixel)的 RGB 色彩統計特徵，並利用霧事件發生時的 RGB 特徵來判斷雲霧事件(細節見附錄 A)。結果顯示以下幾項重要資訊：

- 為期 92 天的日間(早上六點至下午六點)有效資料中，就有 90 天曾發生「輕霧」事件、88 天曾發生「中霧」事件、55 天曾發生「濃霧」事件，可見觀霧地區幾乎每天都會有霧事件的發生。霧的三級濃度在航空天氣應用上，分別以 200~1000 m、50~200 m、小於 50 的能見度距離為參考，本研究則以附錄 A 不同影像辨識區(與像機的不同距離)RGB 像元隨時間演變特徵來判斷之。
- 霧事件發生之持續時間(日間)有限，圖 18 代表了三種程度不同的霧事件在各個月份所佔之總觀測時間比例。以七月份為例，輕、中、濃霧事件之時間比例分別為 14%、7%、4%，若以每日有效觀測時間 12 小時(白晝像機可見影像時段)來計算，則每日平均輕、中、濃霧之發生總時間約為 100、50、30 分鐘。
- 以清晨 (06:00-09:00am)、上午 (09:00-12:00am)、下午

(12:00~3:00pm)和黃昏(3:00~6:00pm)為日間四區段來討論，各月份的霧事件發生的頻率特徵如圖 19a~19d 所示。夏季期間，不同濃度的霧大都發生在下午與黃昏時段。到了秋季，甚至秋末 11 月，輕霧逐漸提前到清晨與上午發生，但是濃霧仍然發生在下午居多。冬季時節(12~2 月)，清霧和中霧都發生在中午以前，濃霧仍以下午發生的機率居冠。至於春季資料尚未齊全，我們預定收錄完整兩年的影像資料來完整呈現觀霧地區四季與每日四時段霧發生事件的統計結果。

b.霧攔截器(NSFC 與 NCFC)

在期中報告中，我們曾將每日的觀測資料依照霧攔截器及雨量資料分成 A、B、C、D 四個類型加以討論：

- Type A: 無霧無雨 (無雨量及霧攔截量、相對溼度普遍較低、NLFD 值少有跳動，觀測值約在 140 處呈現穩定的狀態，NRFDS 與 NRFDD 皆為穩定無跳動的低值(接近零)。
- Type B: 有霧無雨 (NSFD 或 NCFD 有訊號，傳統雨量筒則無。相對溼度相當高，約維持在 90~100%之間。NSFD 與 NCFD 訊號出現的同時(代表可能有霧產生)，NLFD 增加。NRFDS 維持穩定低值，NRFDD 在 NSFD 與 NCFD

訊號出現的同時，其值由 500~1000 大幅上升至 1800)。

- Type C: 無霧有雨 (NSFD 或 NCFD 無訊號，傳統雨量筒則有。相對溼度相當高，約維持在 80~100%之間。NSFD 與 NCFD 訊號出現的同時，NLFD 增加。NRFDS 維持穩定低值，NRFDD 的值整體微幅上升至 800 到 600，但是全天維持穩定的數值，並無顯著跳動)。
- Type D: 有霧有雨 (NSFD、NCFD 及傳統雨量筒皆有訊號，且其值似乎存在一比例，並隨時間同步變化。相對溼度非常高，幾乎維持在 100%之間。NSFD 與 NCFD 訊號出現的同時，NLFD 增加。NRFDS，NRFDD 皆在 NSFD 與 NCFD 訊號出現的同時，產生大幅的跳動，NRFDS 約上升 200~400，NRFDD 約上升 3000。對照數位相機之觀測的確有肉眼可辨識出的霧及雨的天氣現象發生)。

在此我們特別針對本計劃的主要觀測類型 type B(無雨有霧)來探討水平降水的觀測情形。FDID 自 97 年 6 月底開始觀測迄今，共記錄了 128 天的資料，資料有效日期以及類別如表 2 所示。其中 type B 類型共有 12 日。NSFC 在這 12 天之中收集了 124mm 的霧水。根據過去 20 年觀霧降水氣象資料在目前觀測期間(128 天)的平均降雨量為 1330mm。換言之，type B

的水平降水在此一時段就多提供了 9.3% 的額外降水，可見在觀霧地區由雲霧所提供的水資源是相當可觀的。

3-3 總結與討論

回顧此次計劃中的觀測目標，在霧事件的偵測及水平降水的測量方面已經可以分別利用自動相機及霧攔截器達成目的，而在霧事件本身的定量觀測方面則須完成目前正在進行的儀器校驗工作之後才能有所結論。目前就現有的觀測資料(92 天)顯示出，觀霧地區霧發生日高達 97.8% (90 天)，其中的中霧頻率是 95.6%(88 天)，濃霧的發生率是 59.8% (55 天)。霧事件持續的時間長短，則依各月份及一日之中不同時段有所不同，其特徵有以下三點：

- 夏季霧事件好發於午後，秋冬季節則集中於早上與上午。
- 濃霧事件多集中在午後發生。
- 觀霧地區因雲霧所帶來所謂的水平降水，僅以 type B (有霧無雨)估計，就約有降水量的 9.3%。type D(有雨有霧)約為 type B 的 3 倍，因此我們估計觀霧地區水平降水可達降水量的 37%，這數據代表觀霧地區能有~1157mm/yr 的額外降水，這樣的水平降水量不論是對觀霧地區的生態、水土保持及防災工作的影響都相當巨大。

最後，本報告要強調以上的論述雖都是以實際觀測結果做出的合理推論，但仍有其限制存在，我們必須考慮下列幾項不確定因素。首先，實際目前可用之有效觀測資料只有三~四個月(92天)，這資料長度尚未完成完整的一年長度。第二，數位相機自動拍攝只能在日間做有效的觀測，夜間(6:00pm~6:00am)期間霧的發生尚未估算。第三，霧攔截器所使用之人造網目對霧水之攔截率，不一定等於植被的攔截率，其關係尚待進一步的霧風洞實驗結果來探討釐清。

4.未來工作

未來本計畫將持續進行的工作大致分為兩項：

a.測站保養

由於霧的偵測與定量須要數個參數來判斷，因此必須經常確保測站內的每樣儀器運作正常，以累積更多的樣本數來進行分析，避免以管窺豹的情形發生。

b.儀器校驗與改良

目前 FDID 內僅有 NLFD 元件與戶外的能見度儀交叉比對校驗過，其他元件的表現能力是未知數，加上野外比對存在著許多不能控制的環境變因，因此，本計畫已經建置一室內的「霧風洞」(見圖 20a、b)來進行 FDID 的校驗，以確定各元件觀測值與霧特性的關係。

c.觀霧鄰近地區之中央氣象局遙地自動氣象站分析

除了觀霧遙地自動氣象站之外,中央氣象局於新竹縣尖石鄉梅花(121°12′01″ E, 24°40′49″ N, 海拔 523 公尺)、苗栗縣南庄鄉氣象站(120°59′33″ E、24°36′09″ N, 海拔 267 公尺)、新竹縣橫山鄉竹東氣象站(121°06′02″ E, 24°43′18″ N, 海拔 229 公尺)等不同高度設有較完整與較長期的氣象觀測；這些測站資料進一步與觀霧氣象雲霧發生做一空間相關性的結

合，可能可以做為山區旅遊和生態調查的綜合指標。

5、參考文獻

王寶貫，1996: 雲物理學，國立編譯館主編，渤海堂印行，pp382.

中央氣象局，1986： 地面氣象測報作業規範。 pp292

邱祈榮、賴彥任、李靜峯、梁玉琦，2004: GIS 於氣候變遷森林

衝擊模擬之應用-以台灣檜木林為例。2004 兩岸四地地理信息系統發展研討會。

邱清安，林博雄，謝旻耕， 2004:由測站資料推估台灣之氣溫

與降水之空間分布。 大氣科學，**32**，329-350。

邱清安，呂金誠，林博雄，廖敏君，2005: 台灣地區 Holdridge

生命帶之繪製。 國家公園學報，**15**, 61-78。

林博雄，2005：無人飛行載具探空應用實戰經驗，2005 無人飛

行載具技術與應用研討會，台北。

周立人，林博雄，魏聰輝，賴彥任，2007: 從不同海拔高地之

向下太陽輻射通量觀測估計雲輻射驅動力。 第九屆全國大氣科學研討會，桃園龍潭。

陳詠昌，林博雄，黃建勳，韓選棠，2007: 微氣象監測在建築

物能源供需分析的應用—以臺大綠房子陽光。 第九屆全國大氣科學研討會，桃園龍潭。

陳進成，2004：雲雨霧的形成。 科學發展，**337**，26-3.

- 徐仲毅，林博雄，張然峰，2005：降水強度與傾斗式雨量計量測誤差的探討。天氣分析與預報研討會，中央氣象局，台北。
- 黃文樹、林登秋，2002：霧與環境生態研究之探討。台大實驗林研究報告，**16**，165-177。
- 蘇鴻傑，1984:臺灣天然林氣候與植群型之研究(II)——山地植群帶與溫度梯度之關係。中華林學季刊，**17**，57-73。
- 魏聰輝，2007: 塔塔加地區雲霧帶推移之研究。臺大實驗林管理處九十七年度試驗研究計畫。
- Benzing, David H. 1998. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. *Climatic Change*, **39**，519-540.
- Burkard, R. B., W. Eugster, F. Holwerda and S. Bruijnzeel, 2002: Re-assessing the measurement of fogwater inputs to a tropical ecosystem. *AGU 2002 Fall meeting*.
- Chang, S.C., Lai, I.L. and Wu, J.T., 2002: Estimation of fog deposition on epiphytic bryophytes in a subtropical montane forest ecosystem in northeastern Taiwan. *Atmospheric Research*, **64**,159-167.
- Collett, Jr., J. L., Daube, Jr., B. C. and Hoffmann, M. R. 1991 : Spatial and temporal variations in precipitation and cloud interception in the Sierra Nevada of central California. *Tellus*, **43B**, 390-400.
- Demoz, B., Collett, Jr., J. L. and Daube, Jr., B. C.,1996 : On the Caltech Active Strand Cloudwater Collectors. *Atmos. Res.*, **41**, 47-62.

- Merlin, M. D., and J. O. Juvik, 1995 : Montane cloud forests in the Tropical Pacific: some aspects of their floristics, biogeography, ecology and conservation. In L. S. Hamilton, J. O. Juvik and F. N. Scatena [eds.], *Tropical Montane Cloud Forest*, 234-253. Springer-Verlag, New York.
- Richardson, D. M., P. Pyšek, M. Rejmánek, M. G. Barbour, F. D. Panetta and C. J. West, 2000 : Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, **6**,93-107.
- Scholl, M.A., Gingerich, S.B., and Tribble, G.W., 2002 : The influence of microclimates and fog on stable isotope signatures used in interpretation of regional hydrology: East Maui, Hawaii, *J. Hydrology*, **264**, 170-184.
- Stadtmuller, T. 1987. Cloud forests in the humid tropics. A bibliographic review. The United Nations University, Tokyo, Japan.
- WMO, 1996: Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. World Meteorological Organization. WMO-N0.8.

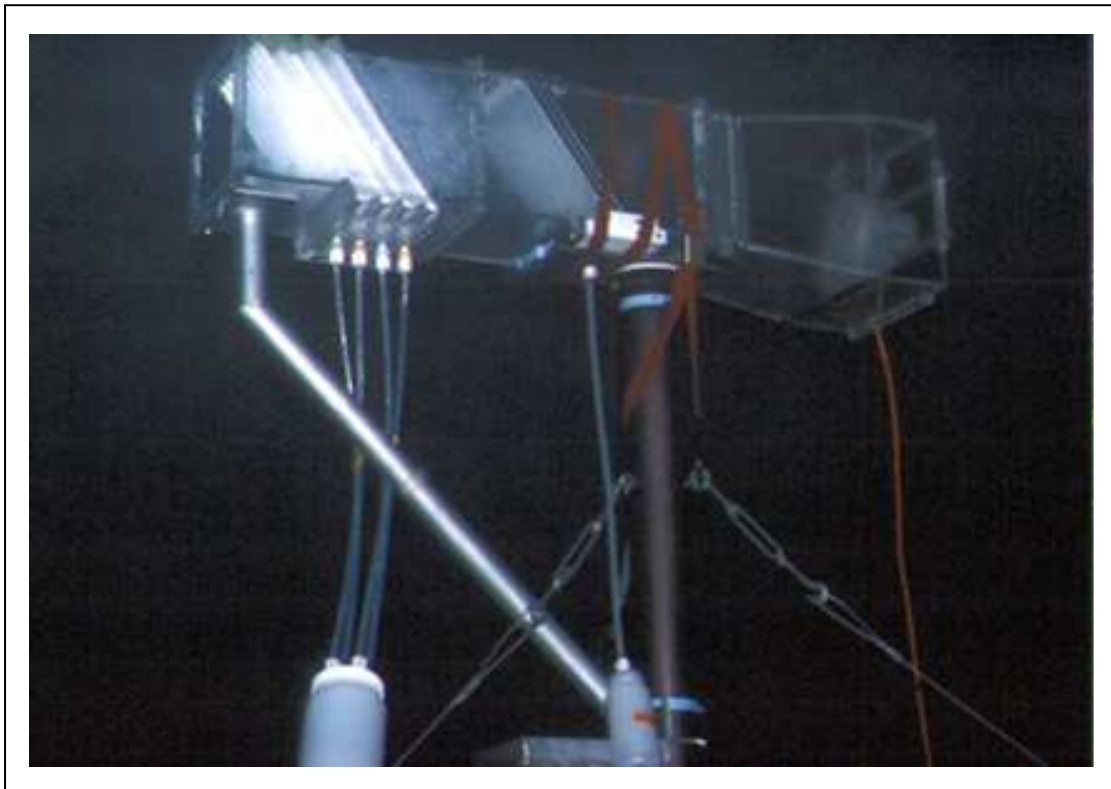


圖 1：CAL-TECH Active Strand Cloud Collector (sf-CASCC) 引自自 <http://lamar.colostate.edu/~collett/instrumentation.html> 。

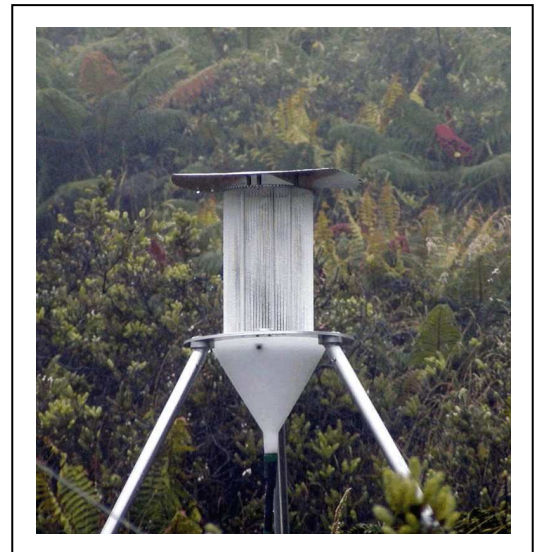
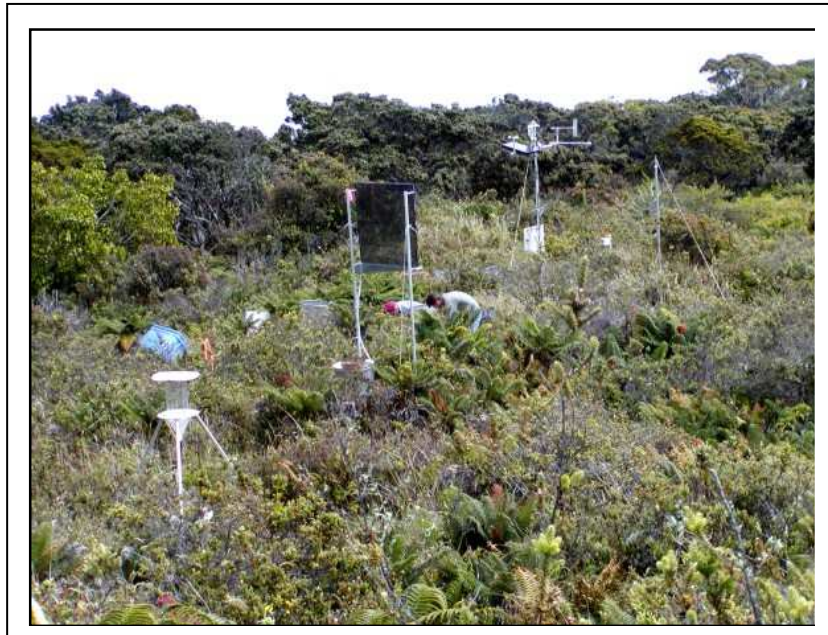


圖 2: 安裝於 Hawaii Maui 島東向坡的平面式(左)與柱狀式(右)霧水蒐集器。引用自 http://water.usgs.gov/nrp/proj.bib/hawaii/maui_fog.htm 。



圖 3：觀霧管理站周遭地形圖



圖 4：1987~2007 氣象局觀霧遙地自動氣象站

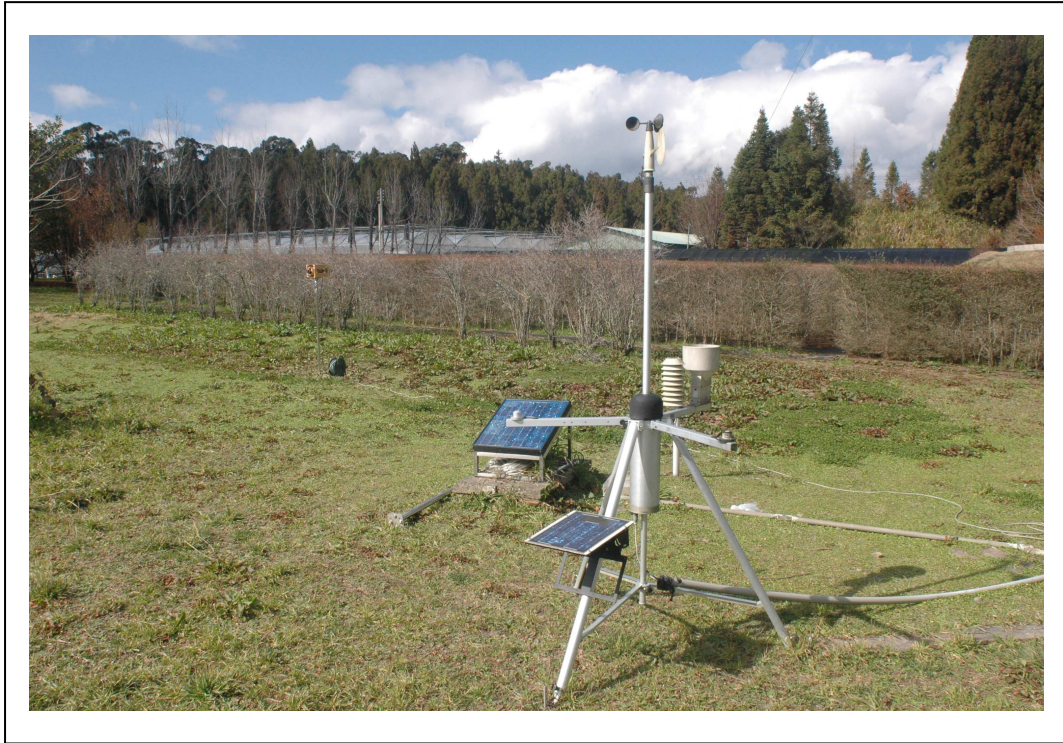


圖 5 a : MAWS 自動測站



圖 5b : MAWS 於觀霧安裝情況

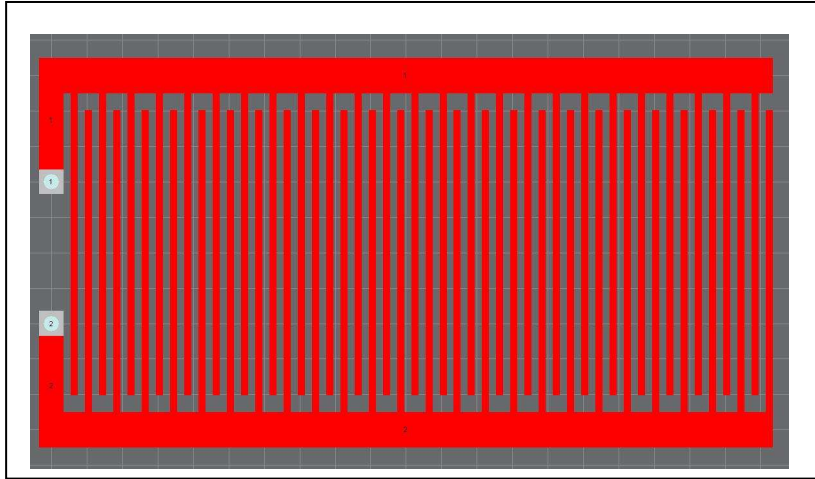


圖 6a：NRFD 電路示意圖。



圖 6b：NRFD 實際安裝情況。

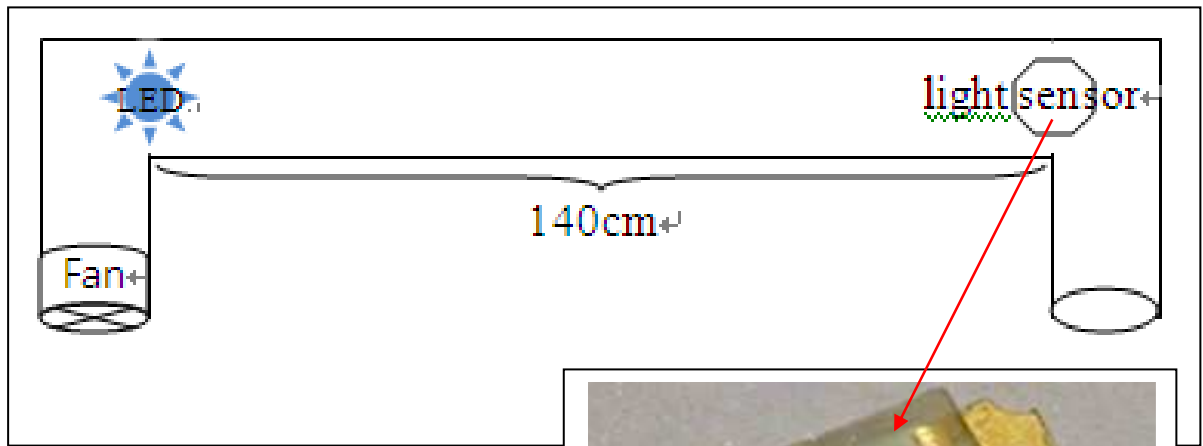


圖 7a：NLFD 設計示意圖

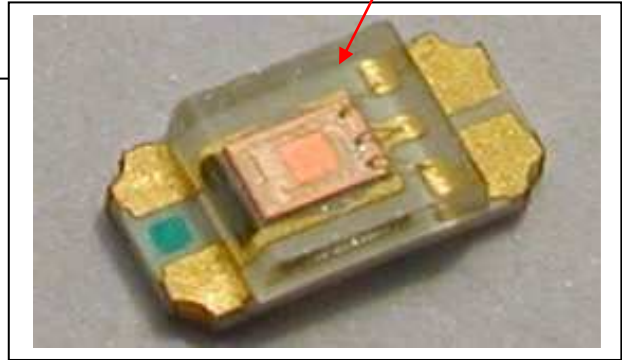


圖 7b：NLFD 採用的 visible light

Sensor
(Integrated Crystal Technology
Incorporation, AS3021-200)。



圖 7c：NLFD 實際安裝情形

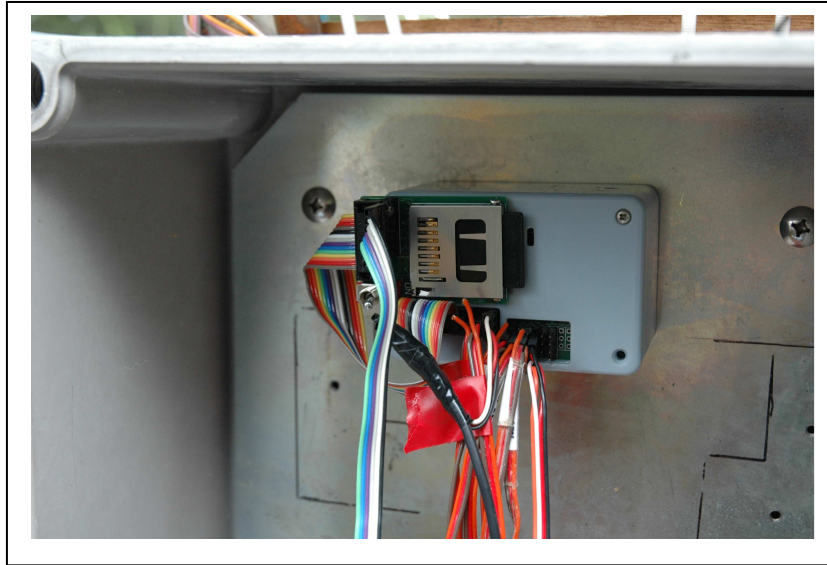


圖 8：PIC 單晶片整合式記錄器

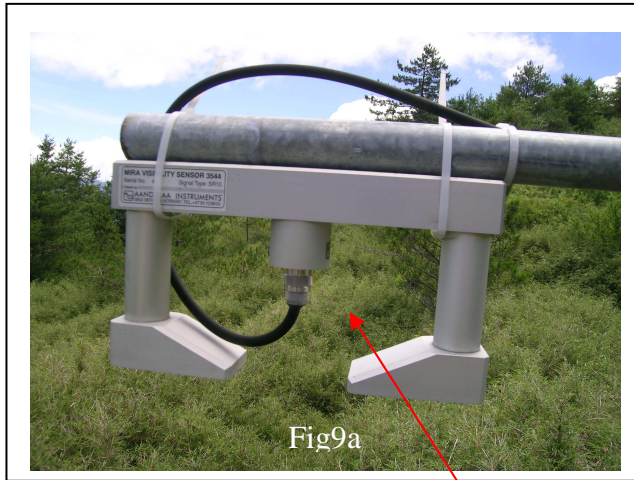


Fig9a



Fig9b

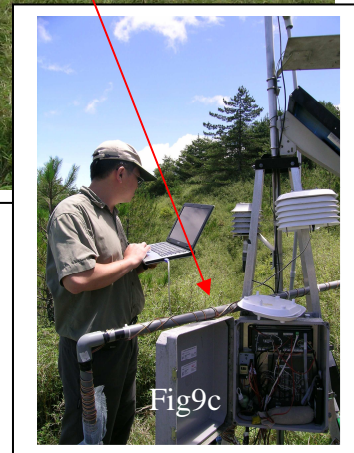


Fig9c

圖 9a：塔塔加 AANDERAA MIRA 能見度儀

圖 9b：NLFD 於塔塔加實際安裝情形

圖 9c：NLDF 於塔塔加近照



圖 10a：數位相機安裝情形

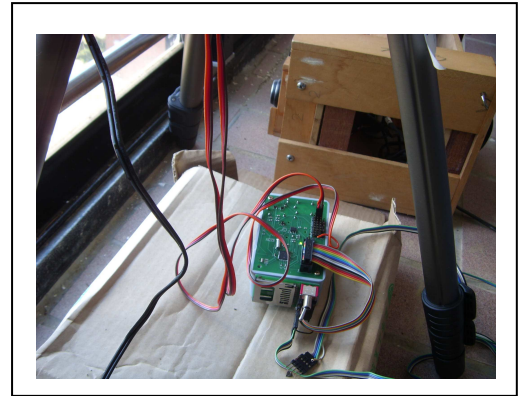
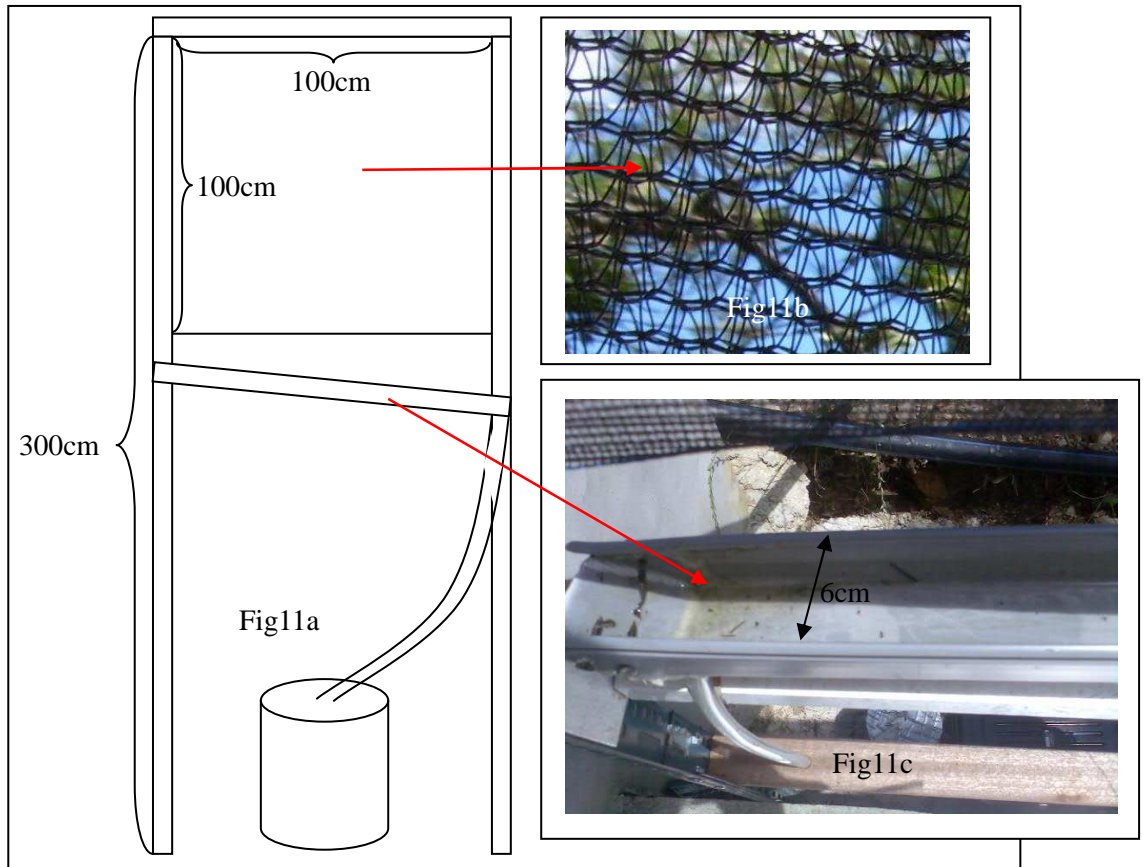


圖 10b：定時自動拍攝裝置



圖 10c：數位相機於觀霧自動拍攝情形



11a：NSFD 設計簡圖

11b：NSFC 使用之物理捕霧網(遮蔽率 50%，網目大小約 1mm)

11c：NSFC 使用之集水溝槽



圖 11d：NSFC 於觀霧實際安裝情形

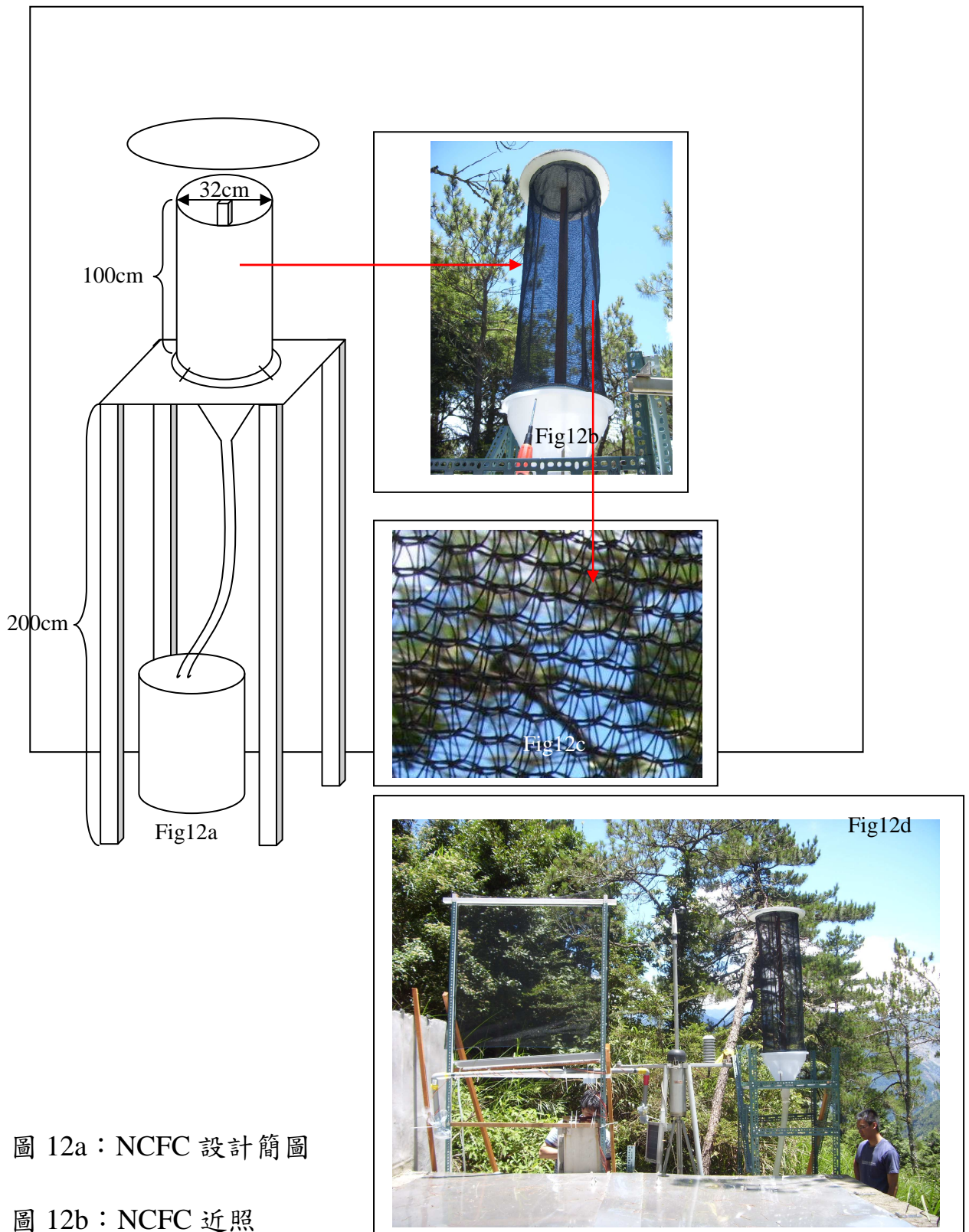


圖 12a：NCFC 設計簡圖

圖 12b：NCFC 近照

圖 12c：NCFC 使用之物理捕霧網(規格與 NSFC 相同)

圖 12d：NCFC 於觀霧實際架設情形



圖 13：20cm 傾斗式雨量筒於觀霧實際安裝運作情形

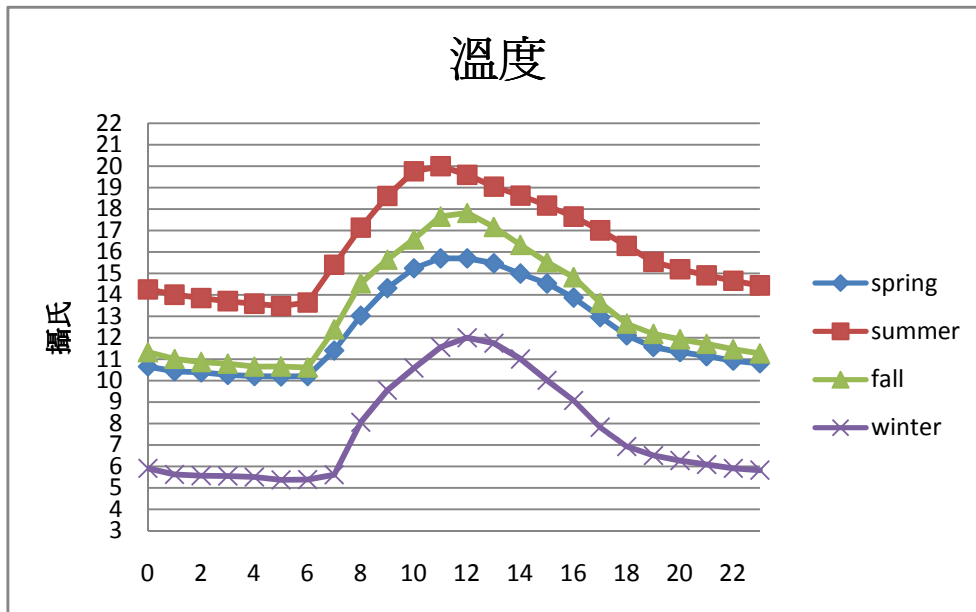


圖 14：1988~2007 各季逐時均溫變化

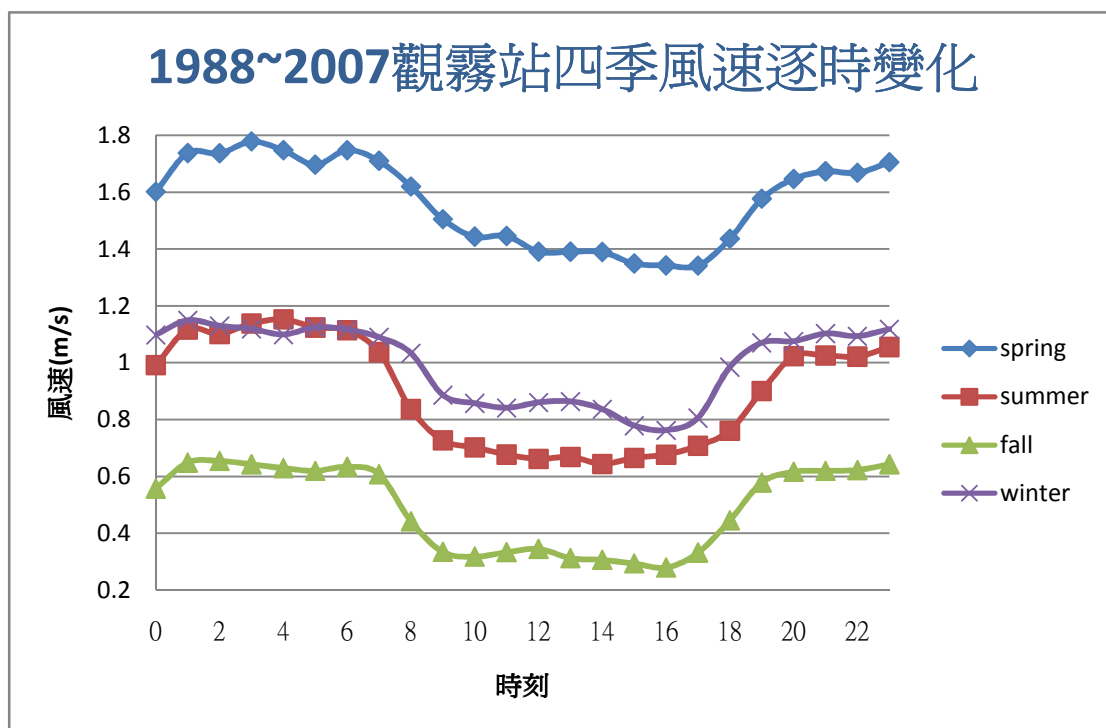


圖 15a：1998~2007 觀霧平均風速逐時變化

1988~2007觀霧站風花圖

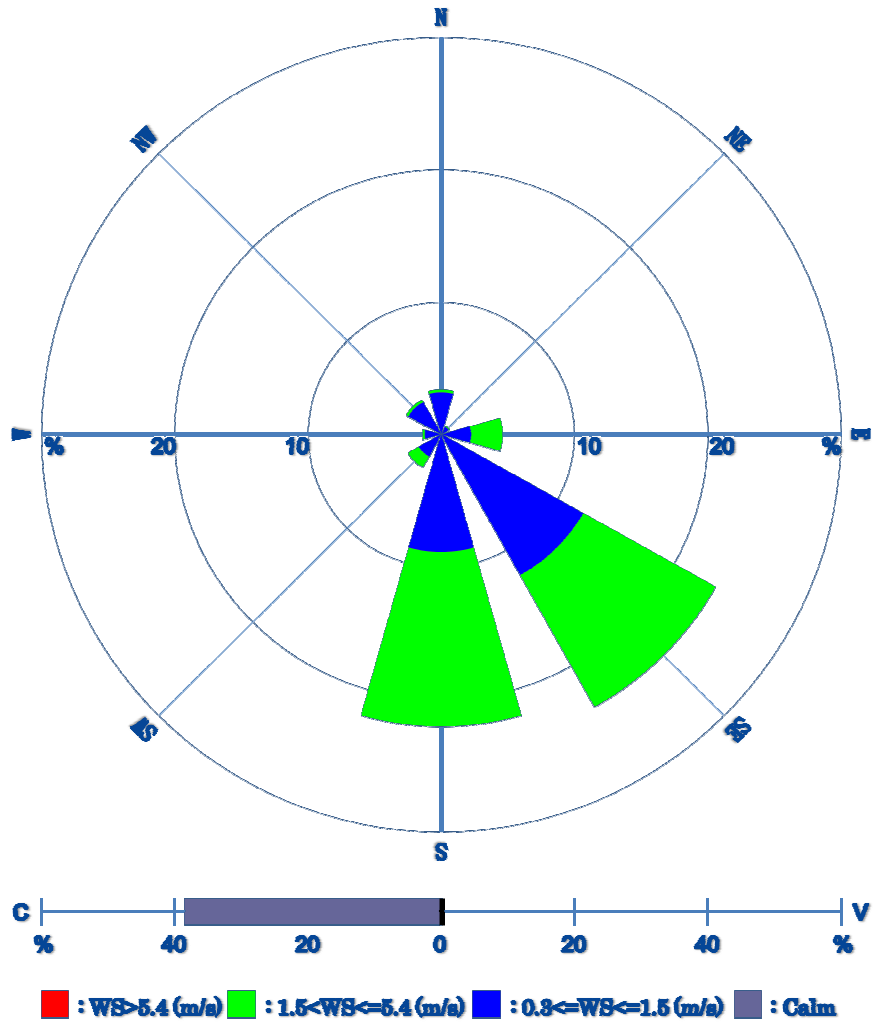


圖 15b：1988~2007 觀霧站風花圖

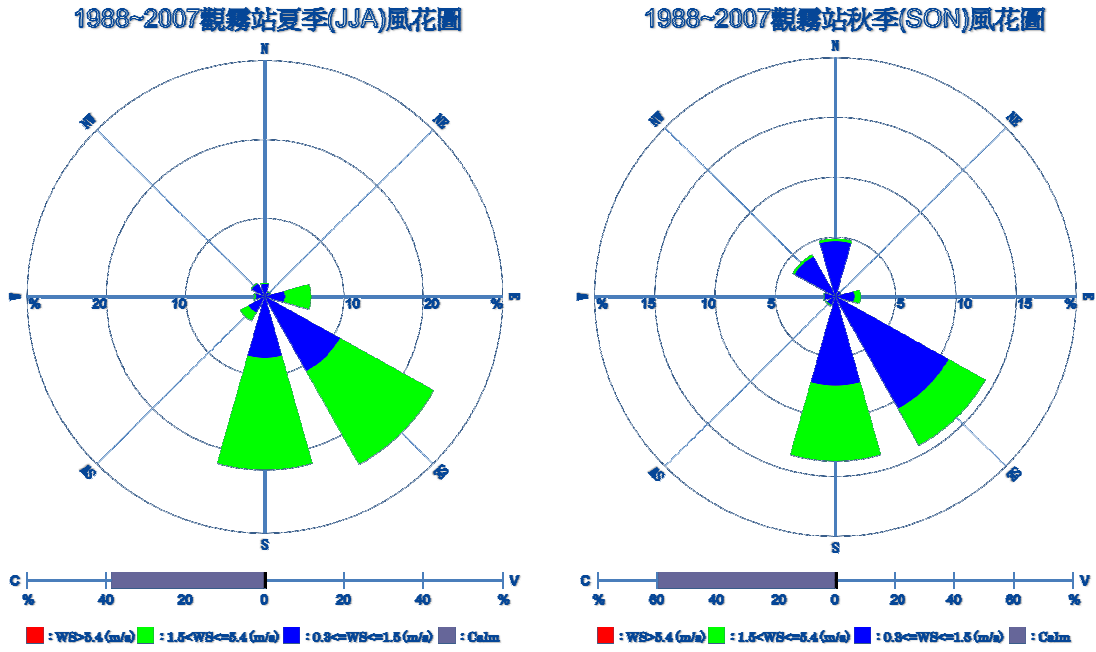


圖 15c : 1988~2007 觀霧站夏秋風花圖

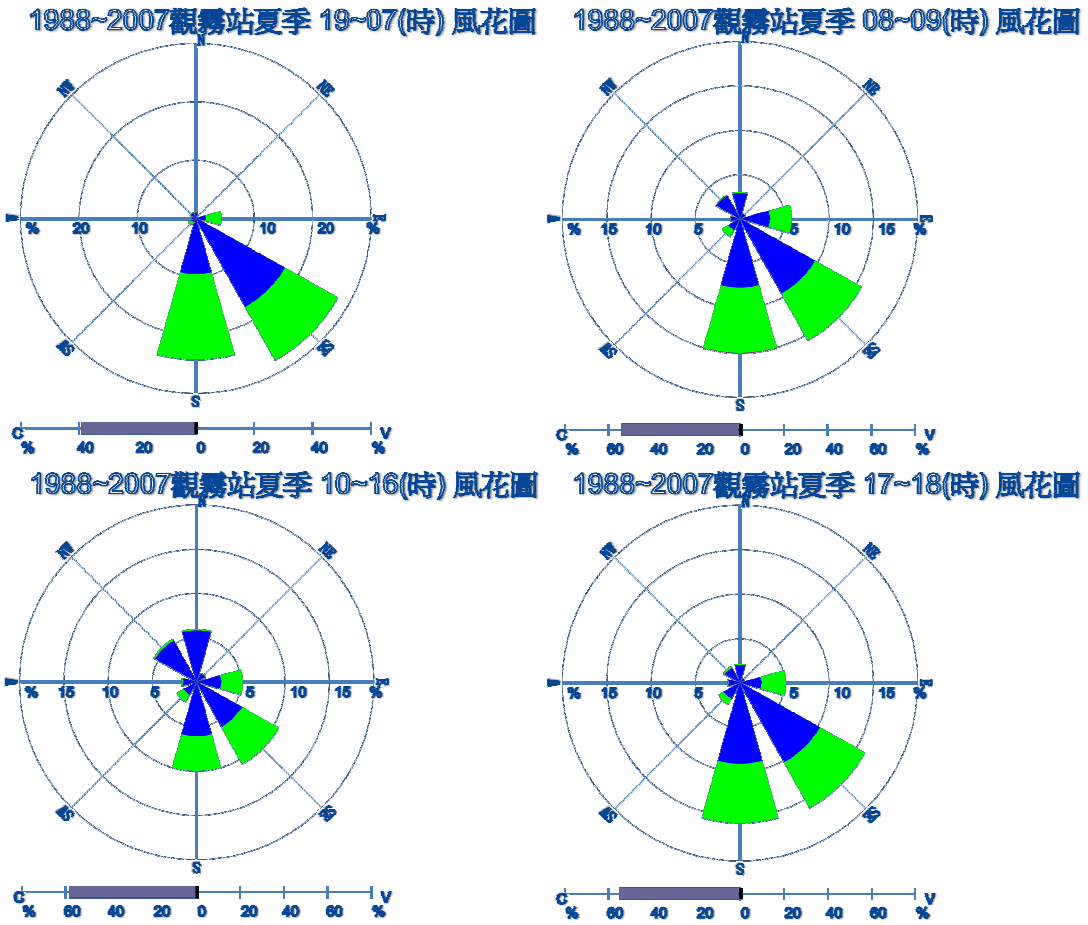


圖 15d : 1988~2007 觀霧站夏季逐時風花圖

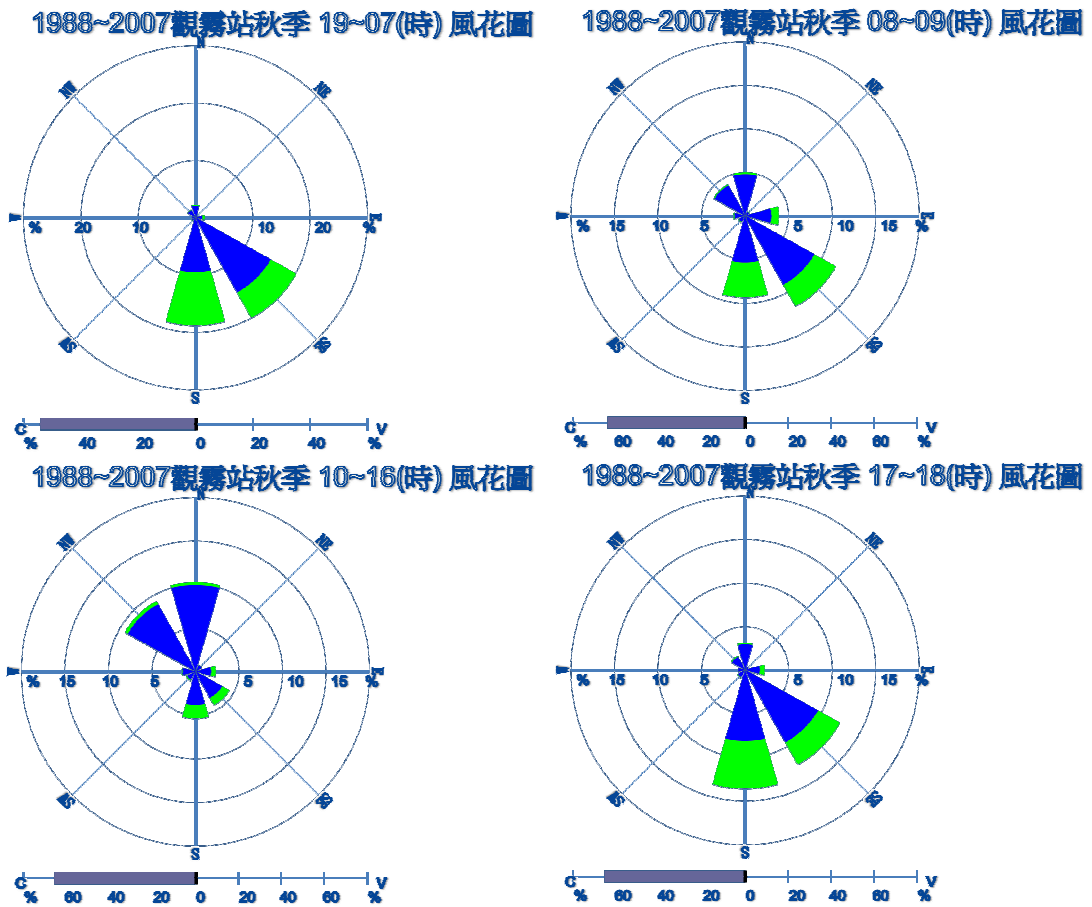


圖 15e：1988~2007 觀霧站秋季逐時風花圖

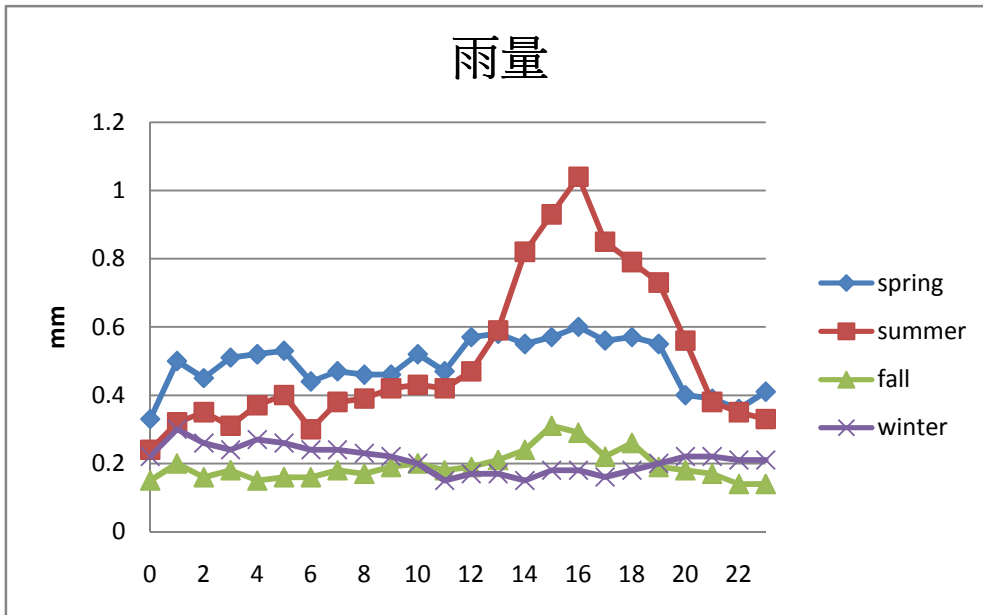


圖 16：1988~2007 各季平均時雨量變化圖

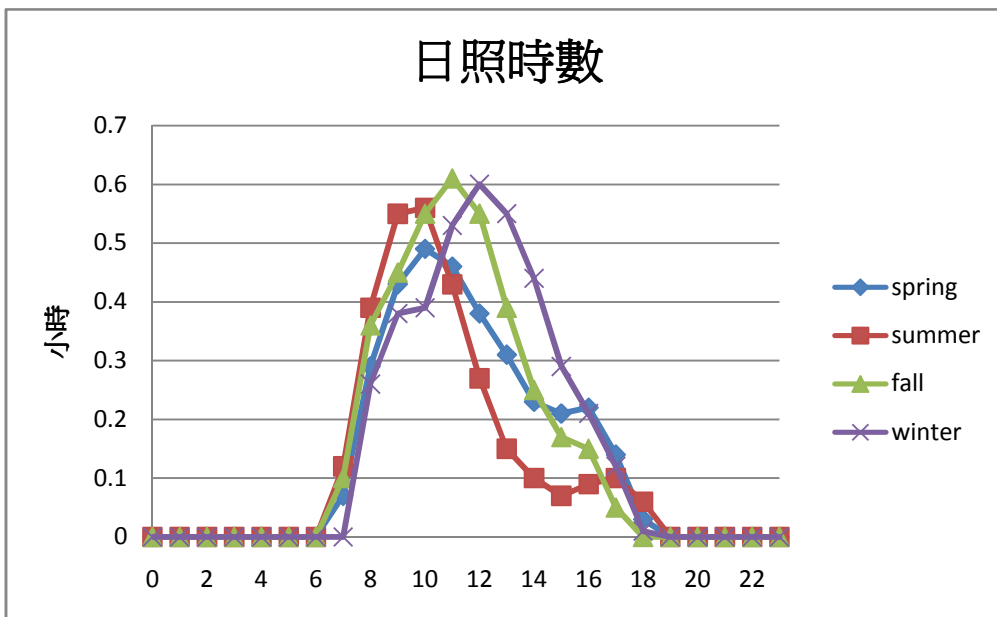


圖 17：1988~2007 各季逐時日照時數變化圖

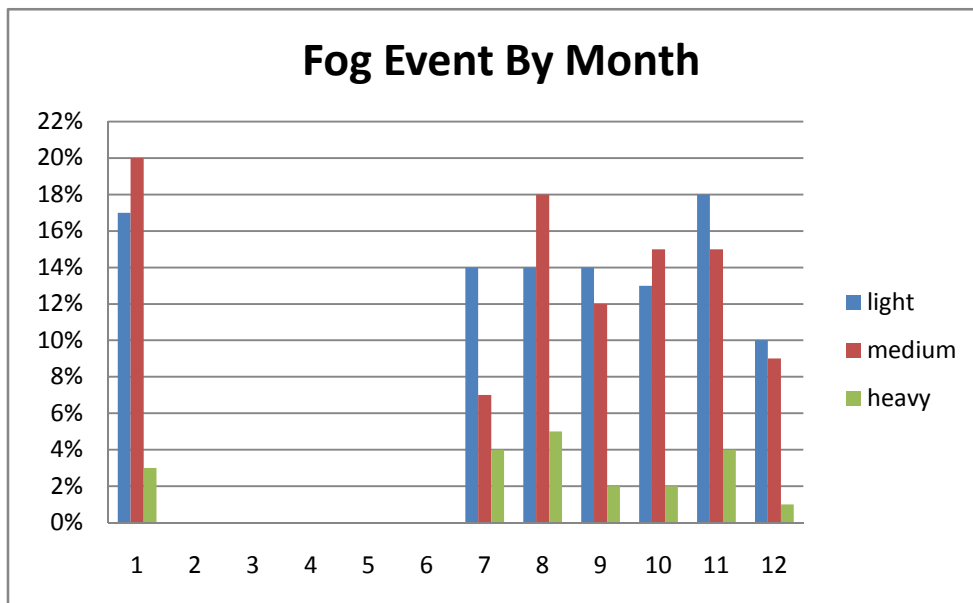


圖 18. 霧事件逐月比例圖

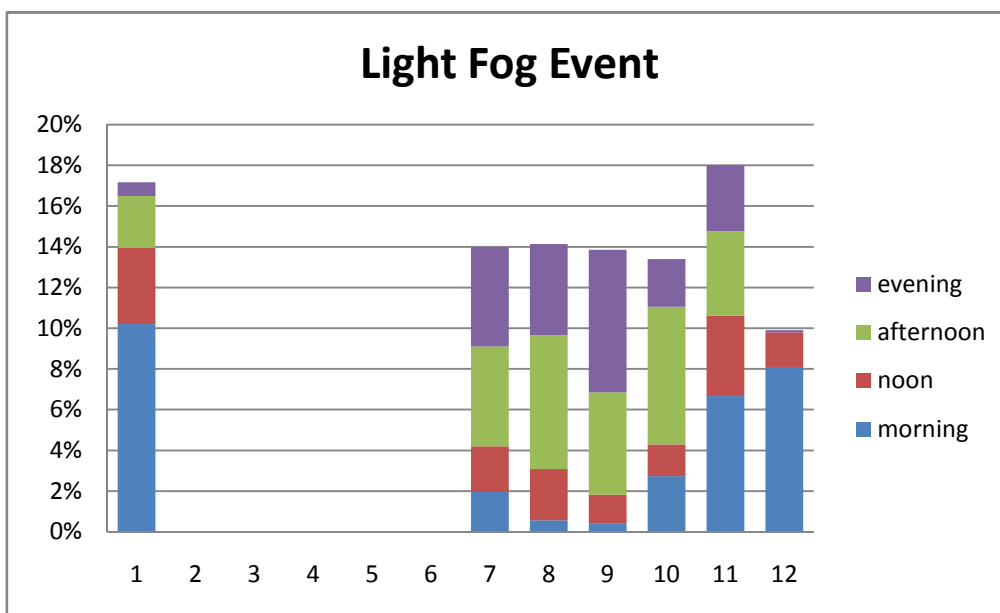


圖 19a. 輕霧事件逐月時段比例圖

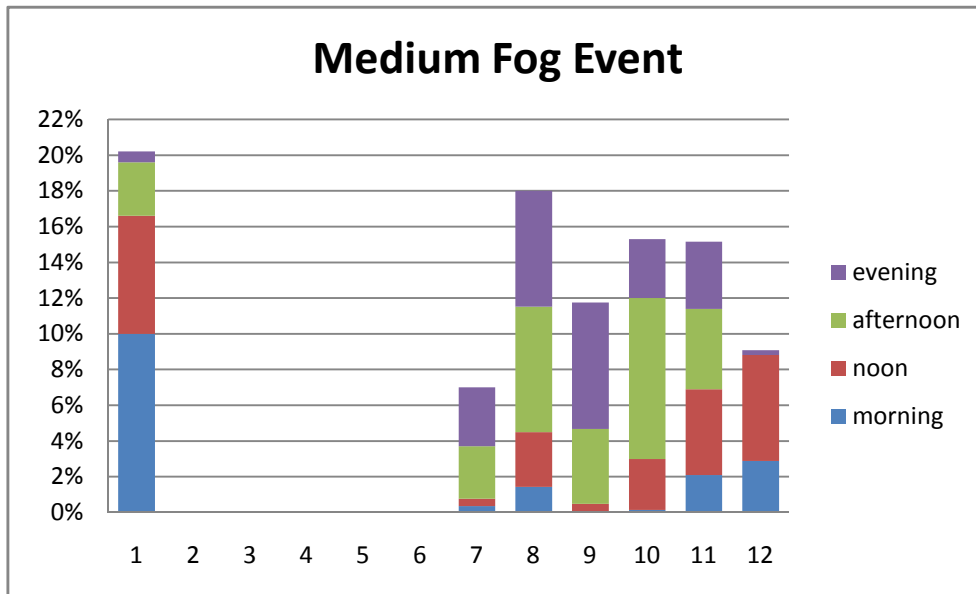


圖 19b. 中霧事件逐月時段比例圖

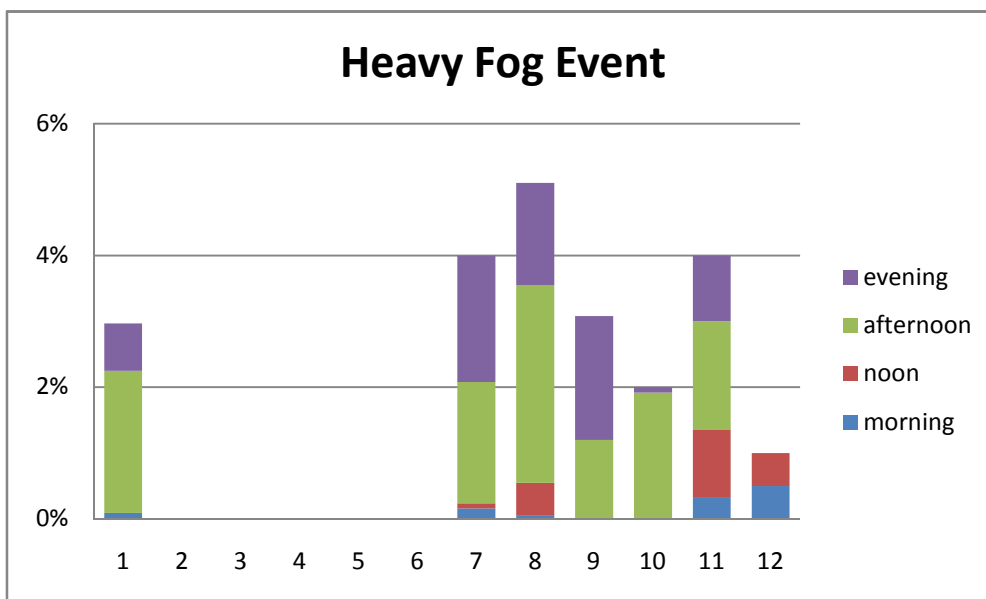


圖 19c. 濃霧事件逐月時段比例圖

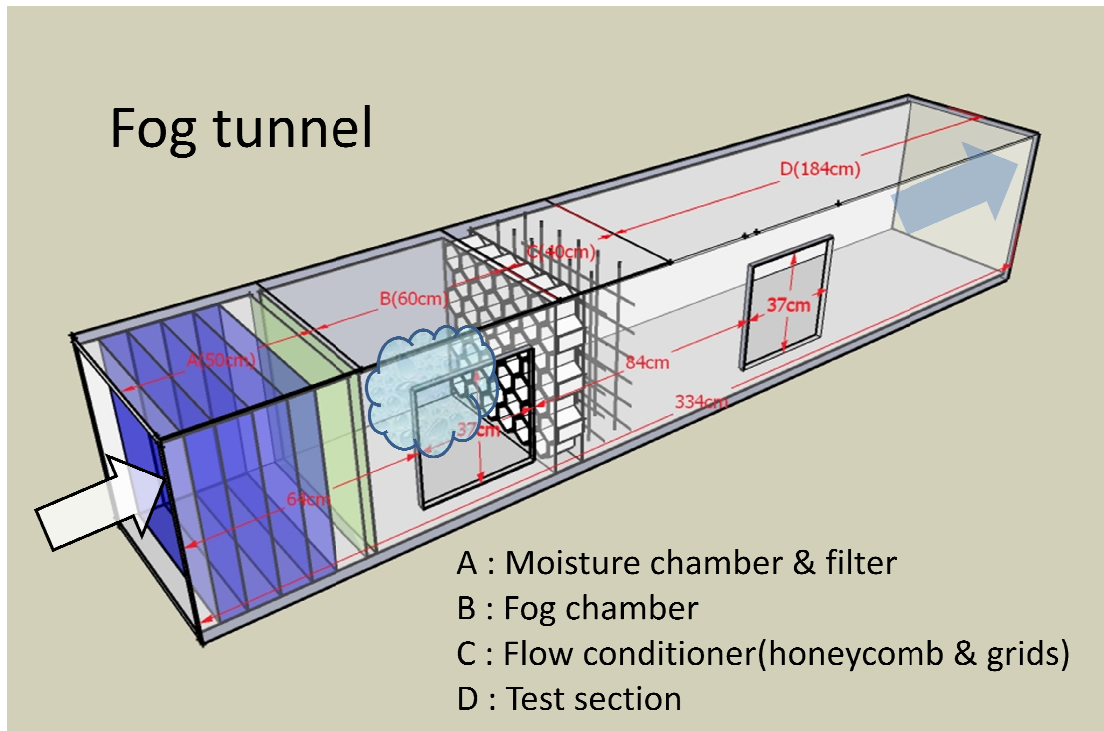


圖 20a.霧風洞設計圖

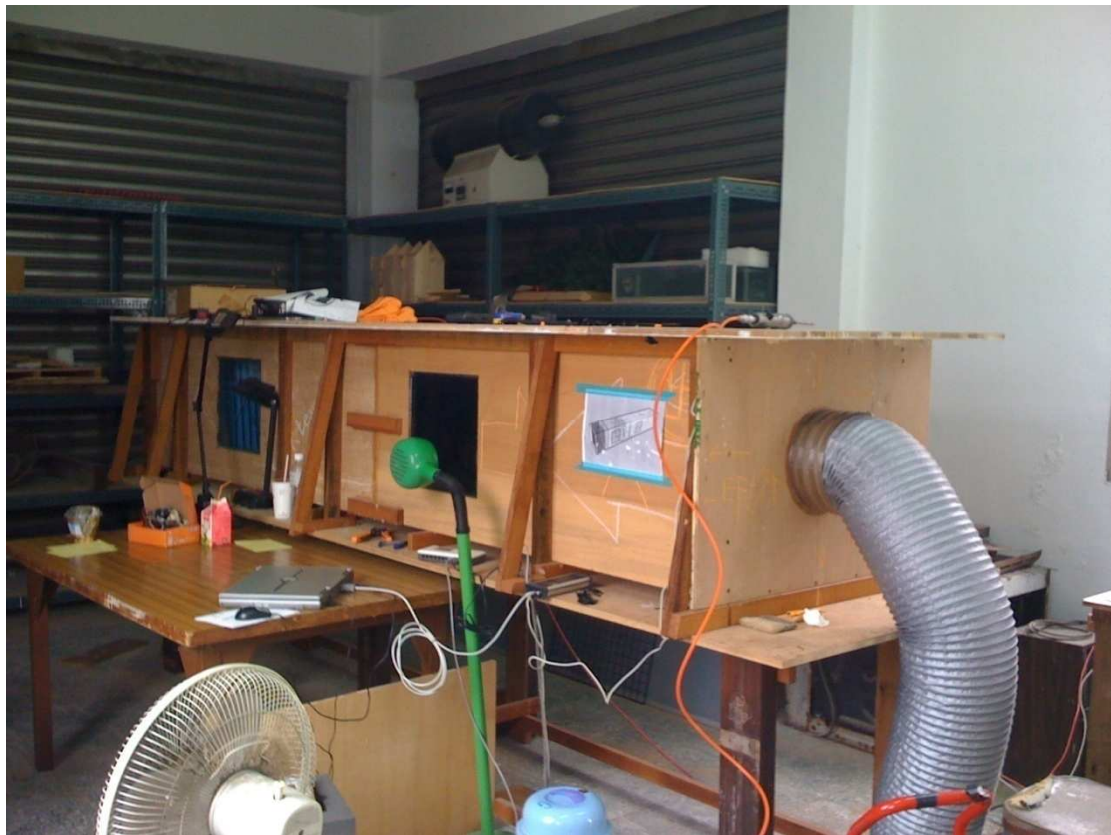


圖 20b. 霧風洞實際操作圖

表 1.FDID 各元件性能表現

| | 霧偵測 | | | | 霧攔截 | |
|------|------|-------|-------|------|------|------|
| | 數位相機 | NRFDS | NRFDD | NLFD | NCFC | NSFC |
| 表現良好 | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| 表現尚可 | | ✓ | | | | ✓ |
| 表現較差 | | | | ✓ | | |

表 2. 觀測期間資料分類表

| date | NSFC(mm) | NCFC(mm) | Rainfall(mm) | classification |
|------------|----------|----------|--------------|----------------|
| 2008-06-27 | 14.5 | 13 | 17 | Type D |
| 2008-06-28 | 0 | 1 | 6 | Type C |
| 2008-06-29 | 52 | 28.5 | 2 | Type D |
| 2008-06-30 | 14.5 | 4.5 | 7 | Type D |
| 2008-07-01 | 0.5 | 0.5 | 7 | Type D |
| 2008-07-02 | 0 | 0 | 5.5 | Type C |
| 2008-07-03 | 0 | 1.5 | 3.5 | Type C |
| 2008-07-04 | 0 | 0 | 8 | Type C |
| 2008-07-05 | 11.5 | 1.5 | 15 | Type D |
| 2008-07-06 | 29.5 | 6 | 0 | Type B |
| 2008-07-07 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-07-21 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-07-22 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-07-23 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-07-24 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-07-25 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-07-26 | 1.5 | 0 | 2.5 | Type C |
| 2008-07-27 | 109 | 59.5 | 55.5 | Type D |
| 2008-07-28 | 303.5 | 771 | 232.5 | Type D |
| 2008-07-29 | 24.5 | 472.5 | 26 | Type D |
| 2008-07-30 | 1.5 | 1.5 | 0 | Type B |

| | | | | |
|------------|------|--------|-------|--------|
| 2008-07-31 | 2 | 3.5 | 17.5 | Type D |
| 2008-08-01 | 0.5 | 1 | 0 | Type B |
| 2008-08-02 | 0 | 1036 | 45.5 | Type C |
| 2008-08-03 | 0.5 | 1742 | 80.5 | Type D |
| 2008-08-04 | 0 | 1410 | 17 | Type C |
| 2008-08-05 | 0 | 1640 | 4 | Type C |
| 2008-08-06 | 0 | 843.5 | 3.5 | Type C |
| 2008-08-22 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-23 | 0 | 1.5 | 0 | Type C |
| 2008-08-24 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-25 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-26 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-27 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-28 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-29 | 3.5 | 3.5 | 0 | Type B |
| 2008-08-30 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-08-31 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-01 | 0.5 | 0 | 0.5 | Type C |
| 2008-09-02 | 64 | 54 | 18.5 | Type D |
| 2008-09-03 | 9.5 | 1.5 | 12.5 | Type D |
| 2008-09-04 | 37.5 | 8.5 | 41 | Type D |
| 2008-09-05 | 21 | 8 | 7.5 | Type D |
| 2008-09-06 | 29 | 7 | 17.5 | Type D |
| 2008-09-07 | 0.5 | 0.5 | 0 | Type B |
| 2008-09-08 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-09 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-10 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-11 | 0.5 | 0 | 0.5 | Type C |
| 2008-09-12 | 350 | 233.5 | 190 | Type D |
| 2008-09-13 | 553 | 1715 | 522.5 | Type D |
| 2008-09-14 | 615 | 2243.5 | 939 | Type D |
| 2008-09-15 | 232 | 1478 | 325 | Type D |
| 2008-09-16 | 23 | 46 | 29.5 | Type D |
| 2008-09-17 | 0.5 | 0 | 1 | Type C |
| 2008-09-18 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-19 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-20 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-09-21 | 0.5 | 1790 | 11.5 | Type D |

| | | | | |
|------------|------|--------|-------|--------|
| 2008-11-02 | 0 | 0.5 | 0 | Type C |
| 2008-11-03 | 4 | 1.5 | 0 | Type B |
| 2008-11-04 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-05 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-06 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-07 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-08 | 57 | 32.5 | 60 | Type D |
| 2008-11-09 | 40.5 | 1207.5 | 114.5 | Type D |
| 2008-11-10 | 35 | 13.5 | 0 | Type B |
| 2008-11-11 | 47 | 17 | 0 | Type B |
| 2008-11-12 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-13 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-14 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-15 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-16 | 39.5 | 13 | 10 | Type D |
| 2008-11-17 | 0 | 0 | 0.5 | Type C |
| 2008-11-18 | 2 | 0 | 0 | Type A |
| 2008-11-19 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-20 | 0.5 | 0 | 0.5 | Type C |
| 2008-11-21 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-22 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-23 | 1.5 | 0 | 1.5 | Type C |
| 2008-11-24 | 4 | 0 | 0.5 | Type C |
| 2008-11-25 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-26 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-27 | 24 | 7 | 4.5 | Type D |
| 2008-11-28 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-29 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-11-30 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-01 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-02 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-03 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-04 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-05 | 37.5 | 16 | 6.5 | Type D |
| 2008-12-06 | 25.5 | 5.5 | 15.5 | Type D |
| 2008-12-07 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-08 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-09 | 0 | 0 | 0 | Type C |

| | | | | |
|------------|-----|-----|---|--------|
| 2008-12-10 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-11 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-12 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-13 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-14 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-15 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-16 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-17 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-18 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-19 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-20 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-21 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-22 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-23 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-24 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2008-12-25 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-01 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-02 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-03 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-04 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-05 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-06 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-07 | 0.5 | 0.5 | 0 | Type B |
| 2009-01-08 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-09 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-10 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-11 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-12 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-13 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-14 | 0 | 0 | 0 | Type C |
| 2009-01-15 | 0 | 0 | 0 | Type C |

附錄 A

數位影像霧偵測處理

利用數位相機拍攝之影像，其數位結構是以陣列儲存許多微小的單元，如同一個個的斑點一般，這些單元稱之為畫素(pixel)，而每個畫素上又儲存了該位置上影像的色資訊—RGB 值。所謂 RGB，是取光學三原色，紅(Red)、綠(Green)、藍(Blue)三色之英文首個字母之縮寫。現行的數位影像技術在各個畫素中利用三種不同強度比例之原色光在組合成各種不同的顏色光，其顏色的解析度則利用 24 位元的方法解析，所以三種原色光各分到 8 位元，每一種原色的強度依照 8 位元的最高值 2^8 分為 256 個值(0~255)，用這種方法可以組合 1670 萬種顏色。舉例來說，黑色是利用無光狀態來表示，所以三原色之強度皆為 0，故其 RGB 值為(0, 0, 0)，而紅色光則是只有紅光存在，故其 RGB 值為(255, 0, 0)。

利用以上的定義，設法找出霧事件發生時 RGB 值的變化特徵，利用此一特徵即可由影像資訊判斷是否有霧事件之發生。在對實際影像分析之前，先考慮霧事件對一均勻色彩之背景影像的 RGB 值會造成甚麼樣的影響。首先，由霧和雲一樣，在霧滴的光學散射特性之下，在不同的光源強度之下，會呈現白或灰白等「灰階」色彩。故當霧事件發生時，環境之原有色彩會遭到霧的掩蓋而呈現灰階色彩。而灰階

色彩具有一項重要的 RGB 特徵，那就是三原色的強度相等，舉例來說白色為(255, 255, 255)、灰色為(127, 127, 127)、黑色則是(0, 0, 0)。因此，我們利用 R、G、B 三色強度值之標準差做為霧事件檢驗的第一標準，當 RGB 之標準差越小，其組成越接近灰階色彩，也就代表越有可能存在霧事件。接下來，在實際的野外觀測時，必須考慮到現實環境中的色彩隨太陽角度及遮蔽狀況的不同會有光影上的變化，當光線不足的時候，物體會呈現接近黑色等較暗的顏色，此時之 RGB 標準差雖然降低了，但卻不代表霧事件的發生。為了避免這樣的誤判，霧事件產生時之 RGB 之平均強度不能過低，這是我們的第二個標準。換句話說，霧事件發生時期影像之 RGB 值須具備兩項特徵：

1. RGB 之標準差需低於某個閾值
2. RGB 之強度平均值需高於某個閾值

當影像同時具備這兩個特徵時，我們便可判定有霧事件發生。

接下來，我們將利用實際觀測的影像來定義這兩個閾值。圖 A1 為本計劃在觀霧地區架設之自動相機之實際拍攝影像，在影像中我們選取了五個區域來做上述的閾值分析。在區域的選擇上我們採用了三個原則：

1. 不能為灰階色彩的區域
2. 屬於色彩均勻的區域(例如全部都是綠色)

3. 距離相機之距離不同

前兩個原則是為確保閾值分析準確性的必要條件，第三個條件則是方便利用類似能見度之概念用以分辨霧事件之濃度。

區域選取完畢之後，我們選取十張影像，分別代表從完全晴朗無霧到濃霧的狀況(A2a~A2j)，接著利用自撰的程式，將這十張範例影像之各區域內每個畫素的 RGB 值平均成該區域的平均 RGB，最後在對此平均 RGB 作標準差及強度平均的分析來找出個別的霧事件閾值。其結果如圖 A3a 到 A3e 所示，可以看出在該區域 2、3、4 對霧事件之反應較為敏感，而這三個區域在發生霧事件的同時 RGB 標準差皆降至 5 以下且其 RGB 強度平均值皆大於 85。因此，我們便採用這三個區域(見表 A1)及上述兩閾值作為霧事件影像分析方法來處理我們的影像。又由於這三個區域存在著區域 2 最遠、區域 4 次之、區域 3 最近(距離相機)的空間關係，故可更細分為只有區域 2 有霧時為輕霧事件、區域 4 有霧為中霧事件、區域 3 有霧則為濃霧事件。

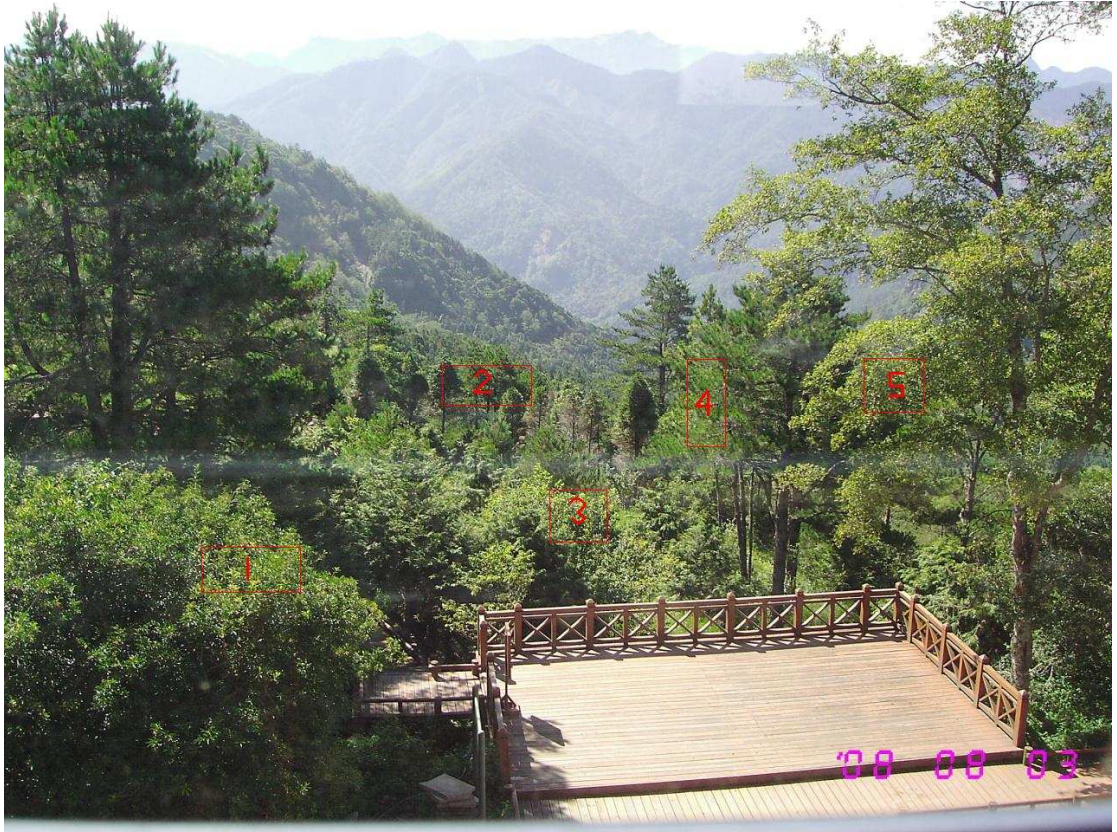
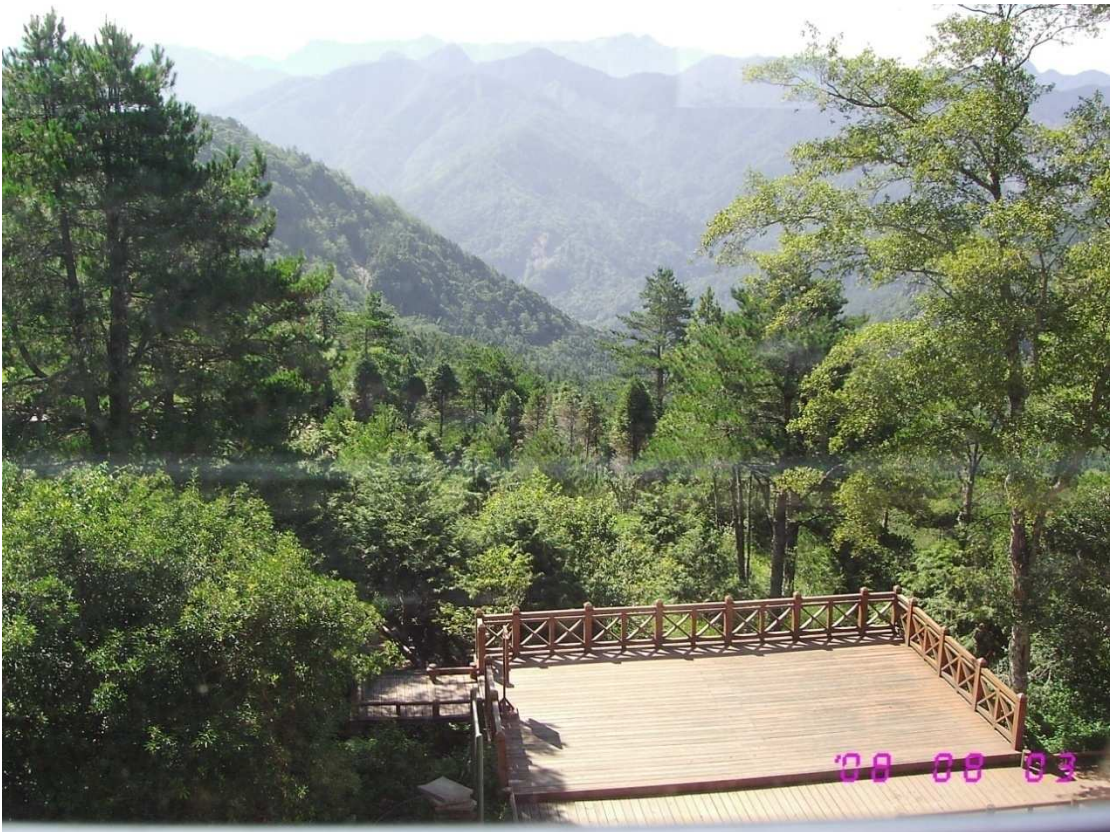
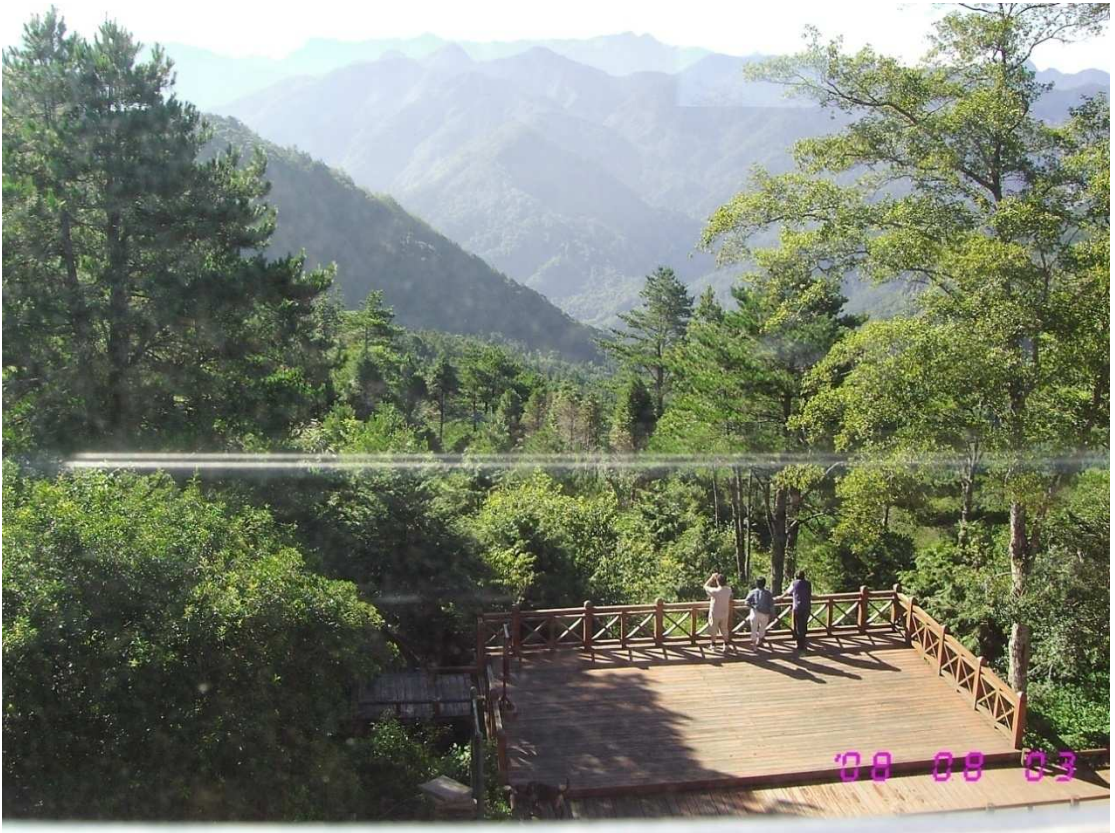
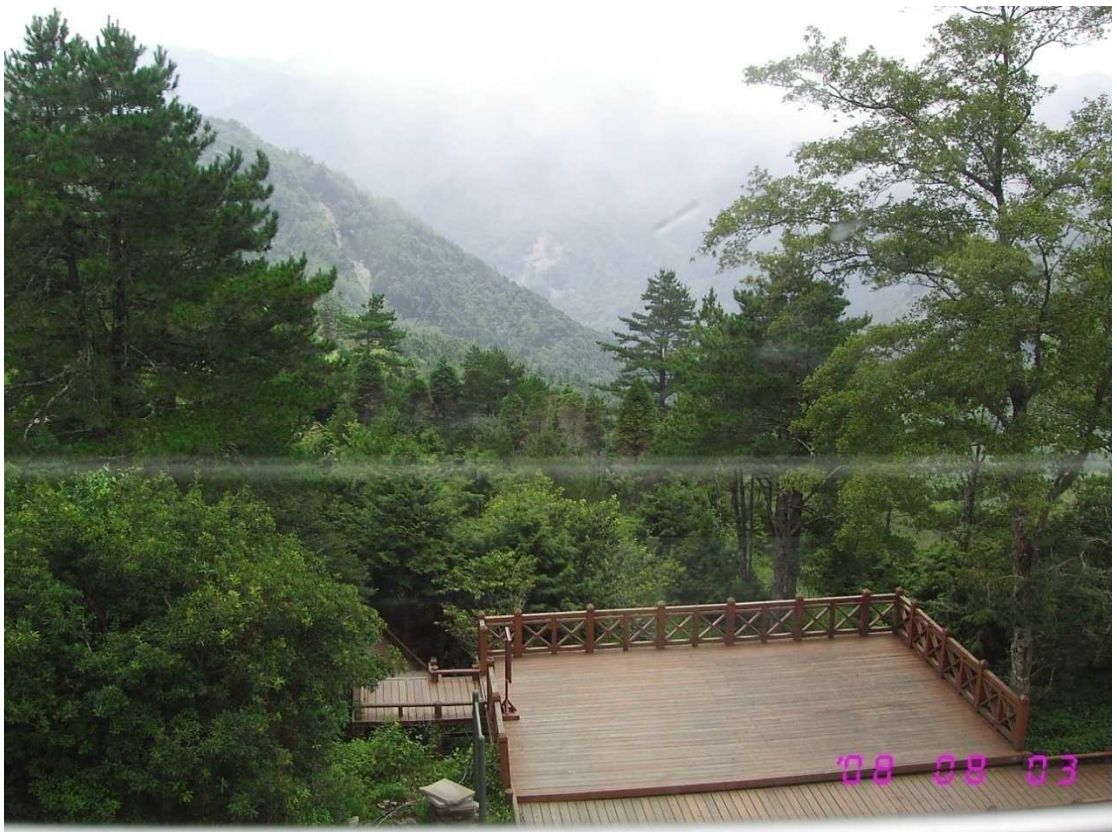


圖 A1. RGB 分需區域選取圖

圖 A2a~A2j











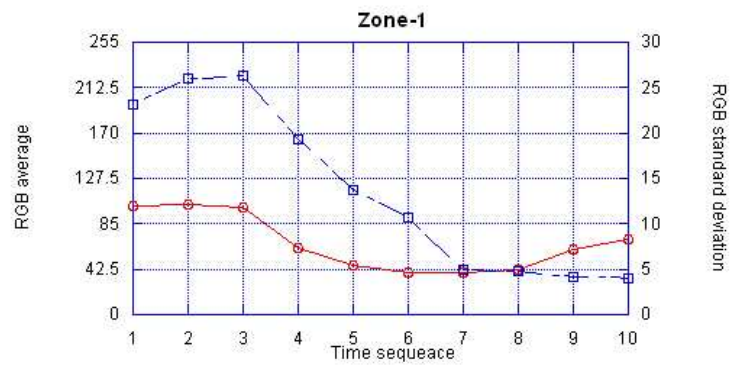


圖 A3a. 區域 1 RGB 分析圖

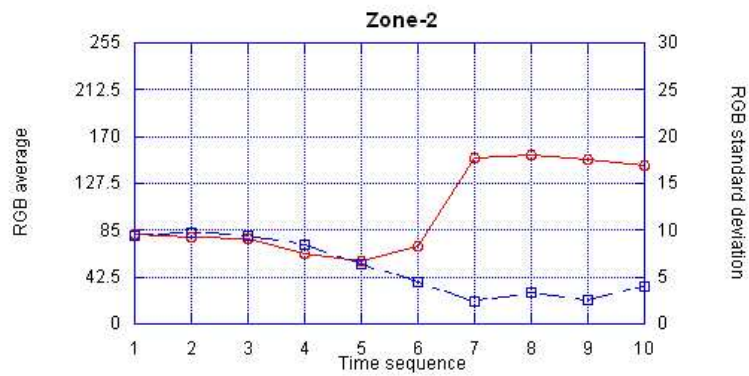


圖 A3b. 區域 2 RGB 分析圖

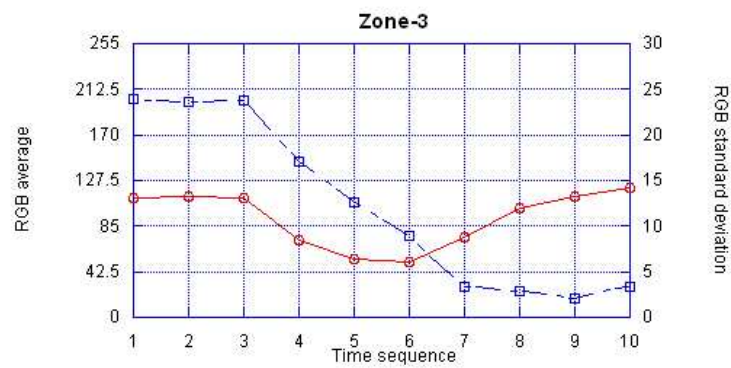


圖 A3c. 區域 3 RGB 分析圖

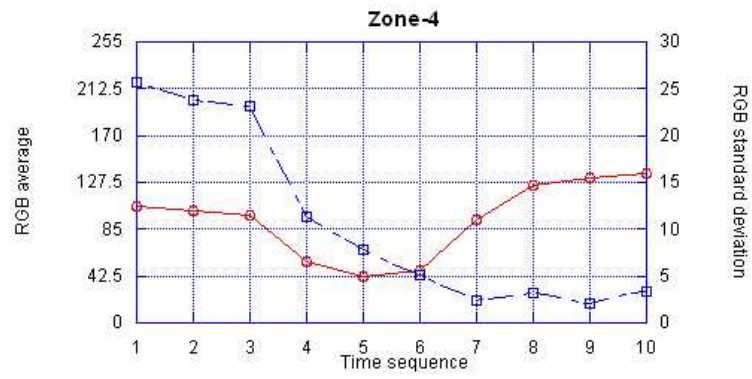


圖 A3d. 區域 4 RGB 分析圖

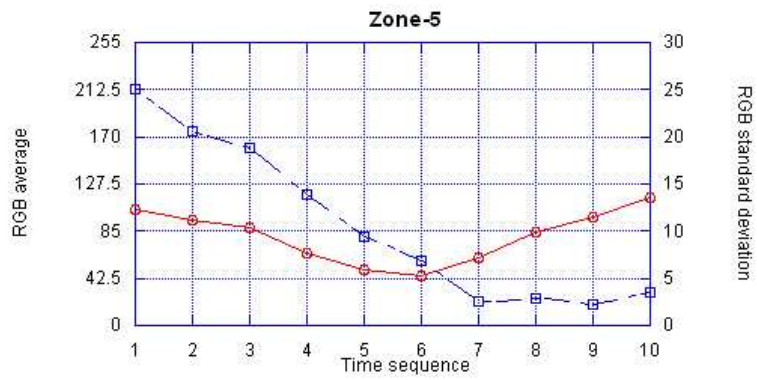


圖 A3e. 區域 5 RGB 分析圖

| | Left | Right | Top | Bottom |
|--------|------|-------|-----|--------|
| Zone-1 | 230 | 340 | 630 | 680 |
| Zone-2 | 500 | 610 | 420 | 465 |
| Zone-3 | 790 | 830 | 410 | 510 |
| Zone-4 | 630 | 690 | 570 | 620 |
| Zone-5 | 990 | 1060 | 410 | 470 |

表 A1. RGB calculation range