

中央氣象局虹吸式雨量儀自記紙保存及電子化現況

黃文亭¹ 柯俊賢² 黃嘉美² 鄭富元¹

¹中央氣象局臺灣南區氣象中心 ²中央氣象局臺中氣象站

中文摘要

中央氣象局各氣象站保留大量虹吸式雨量儀自記紙，自去(2020)年起進行雨量自記紙的保存及電子化作業，過程包括紙本清點、拔釘、簡易修補、掃描、建檔造冊、最後分年以無酸袋包裝以延緩自記紙酸化，掃描影像檔以600dpi不壓縮之TIFF檔保存，另分別轉檔為300dpi和72dpi的JPEG檔案供快速檢索。

現階段已完成臺灣本島西部13個氣象站所保存由最早至1999年的雨量自記紙，共約19萬張，其中最早為臺中氣象站的1902年4月12日，其餘氣象站多數僅保留1940年代以後的自記紙。已掃描的自記紙共有67種款式，明顯的差異包括雨量紀錄方向、單次排水量、紀錄起始時間等部分的改變，大致可分為5種型式，其他款式僅有版次、印刷紙材顏色或印刷格線顏色的些微差異。分析自記紙的紀錄有幾點特殊之處，(1)臺中氣象站在1914年以前的自記紙是由右到左紀錄，(2)當觀測規則改變時仍沿用舊款自記紙，並以手改原印刷內容，(3)1960年代以前自記紙重用情況頻繁，(4)有少數時段同站有同日期的兩張紙，推測該站同時間有兩個儀器進行比對。由自記紙上的紀錄可推測早期雨量觀測作業的規則，電子化後的影像檔也可做為後續資料回溯所需。

關鍵字：虹吸式雨量儀、自記紙

一、前言

臺灣氣象觀測始於1885年(清光緒11年)前後，而制度化的氣象觀測事業則開始於1896年(明治29年)，該年3月臺灣總督府頒佈「臺灣總督府測候所官制」，規定測候所的職掌、組織及隸屬，並尋找適當的設所地點。7月即公布了臺北、臺中、臺南、恆春及澎湖等5個測候所的位置與名稱，隨即著手臺灣島上氣象測候所的設置(臺灣氣象報文, 1899)。

自1896年至今陸續設立20多個氣象站，多數氣象站有數十年甚至超過百年的觀測，也累積大量氣象觀測、紀要、書籍等紙本資料，中央氣象局過去以人工繕打氣象站觀測月報表資料，將紙本觀測資料數位化後，建立了氣候資料庫，提供各界於學術研究、資源管理、工程設計、防災規劃等多方面的應用。但各氣象站保存的歷史紙本文件中，數量最龐大的是各種傳統儀器的觀測自記紙資料，在自記紙上有觀測儀器一整天觀測數值變化的曲線，氣候資料庫僅包含自記紙中極少量的資訊，如小時資料，而一天的最高、最低值乃至分鐘的資訊則未被充分解析或數位化，若能解析自記紙上的數值資料，對於氣候資料的解析度定能大幅提升。

然而目前各氣象站的歷史紙本文件保存現況和品質並不一致，且多數站幾乎沒有穩定、合適的保存空間，對於永久保存及維護這些珍貴氣象史料的品質是一大隱憂。依據林(2018)蒐集國外氣象作業

單位在傳統氣象觀測資料的處理方式，澳洲氣象局(Bureau of Meteorology, BOM)在歷史自記紙的處理是將其掃描數位化，但不解析為數據資料；紐西蘭水與大氣國家研究組織(National Institute of Water and Atmospheric Research, NIWA)正進行1850~1960年期間，數十萬份船舶海洋氣象紀錄的影像保存和部分資訊的人工繕打。日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, JMA)大約在20年前自動觀測系統啟用後就停止機械式自記設備，歷史自計紙僅掃描保存，但不保留紙張。全美國各地的歷史氣象資料和紙本數位化處理均由國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)轄下之國家氣候資料中心(National Climatic Data Center, NCDC)統一處理。可見各國對於歷史資料均相當重視，也進行保存或解析的作業。

將歷史紙本文件掃描是保存的第一步，而後才有將其數位化、數據化可能性。不過目前各氣象站保存之自記紙數量極大，粗估有兩、三百萬張，且各式傳統觀測儀器原理不同、自記資料形式差異大，全面數位化保存、解析並非短時間可完成。可優先處理較有高解析度資料需求且與近年臺灣的氣象災害相關性較大的雨量資料，因此中央氣象局臺灣南區氣象中心(以下簡稱南區中心)即與第二組及氣象站自去(2020)年起進行虹吸式雨量儀自記紙的強化保存及電子化作業。

二、電子化流程

虹吸式雨量儀自記紙電子化的流程包括至各氣象站清點取件、整卷、拔釘、簡易修補、掃描、建檔造冊、復原包裝、歸還至各氣象站等數個階段。整體而言，早期的自記紙狀況不佳，為降低對原件的傷害與確保電子化的品質，因此委由專業掃描廠商執行電子化。約1986年以後的自記紙紙質較厚，且保存狀況佳，則集中於南區中心執行電子化。

因目前多數氣象站的自記紙保存環境普遍不佳，原件可能因放置的環境潮濕陰暗，常有沾黏、髒污、皺摺、破損、發霉、蟲蛀等問題，而早期的自記資料紙本資料也因存放時間久遠或本身紙質極薄，而有泛黃、脆化、破損的狀況，因此由各氣象站取回自記紙後須先進行整卷的工作，越早期的自記紙整卷工作須越費工細心處理。各氣象站保存的自記紙多以年或月裝訂或網綁，材料包括棉繩、夾子、訂書針、大頭針、迴紋針、釘扣等，其中用金屬的固定方式對自記紙的影響較大，不僅因生銹增加折卷、拆釘時的困難度，也會破壞原件。拆卷後須視狀況進行清潔和簡單的修復，若有折痕或皺紋則須先做壓平或低溫燙平的處理，以免影響掃描品質之情形。

專業掃描廠商使用SMA Scan Master II高階平板掃描設備進行作業，張紙可固定於掃描平台，由上鏡頭掃描可減少對原件的大範圍接觸。南區中心則使用Canon DR-M1060掃描機，可自動送紙，加速掃描作業。

每張自記紙共掃描成3種影像格式，以提供未來不同用途：

(一)資料永久保存格式：原尺寸全彩24-bit掃描製作，解析度600dpi，不壓縮，以TIF影像掃描格式存檔。

(二)資料服務格式：全彩24-bit掃描製作，解析度300dpi，不壓縮，以JPEG影像掃描格式存檔。

(三)資料索引格式：全彩24-bit掃描製作，解析度72dpi，壓縮品質80%，以JPEG影像掃描格式存檔。

掃描檔案須一一檢視是否清晰、完整、有無歪斜、有無雜點、濃淡是否合宜等等。掃描後會依氣象站、年份建檔造冊，並註記特殊狀況，如：破損、髒污、暈染、日期誤植、用錯自記紙種類、顛倒用紙、重複用紙等，但早期自記紙狀況甚多，實難一一記錄，部分僅能以概略性描述。

待全部掃描完成後，自記紙以年份分別包裝，為延長保存避免自記紙日久酸化，採用無酸材質之

包裝袋進行包裝，包裝外再加上明確的資料標示(如圖1)，最後再歸還至各氣象站。



圖1 阿里山站虹吸雨量儀自記紙包裝外觀

二、保存數量

自去(2020)年起陸續執行自記紙的掃描電子化作業，截至今(2021)年9月底已完成臺灣本島西部13個氣象站所保存由最早至1999年的虹吸雨量自記紙，共近19萬張，各氣象站保存之詳細數量如表1。目前本島西部僅有玉山站尚未完成，而臺北站、日月潭氣象站1999年以前的自記紙則均因天災已毀損。

各站開始觀測日期和保存最早的自記紙有不同時間長短的差異，例如臺中和恆春均由1896年底開始觀測，但臺中保存的自記紙最早為1902年4月12日，而恆春站的第一張是到1912年4月12日初，而且由1912年到1944年間也只有7年有資料，這中間的差異，是恆春站只保留部分自記紙，或是較晚才使用虹吸式雨量自記儀器則尚待釐清。

因各站保存狀況不一，加上不同款紙質的氧化程度差異大，因此有些自記紙顏色差異頗大。即便是同一站保存的同一款紙，也會有很大的顏色落差(如圖2)。

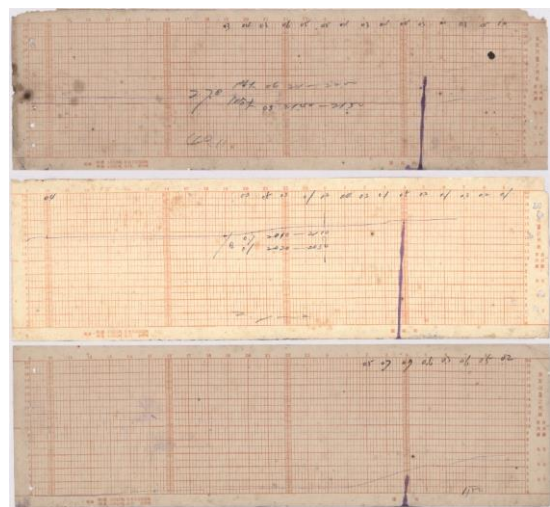


圖2 鞍部站1951年11月27日、1952年2月1日、1953年1月4日的虹吸雨量儀自記紙

表1 已完成掃描電子化作業之自記紙數量

氣象站	建站日期	保存最早日期	保存張數 (至1999年)
鞍部	1937/11/01	1946/07/31	14,800
淡水	1942/01/01	1942/12/31	13,136
竹子湖	1937/04/07	1950/01/01	15,881
基隆	1946/10/01	1951/12/31	16,545
新竹	1937/04/07	1937/06/06	15,536
梧棲	1976/01/01	1976/10/17	8,477
臺中	1896/12/20	1902/04/12	19,135
阿里山	1933/03/15	1940/12/08	20,271
嘉義	1968/09/01	1968/08/31	11,439
永康	1941/01/01	1947/06/02	6,117
臺南	1897/01/01	1945/03/19	14,313
高雄	1931/04/01	1946/03/29	16,570
恆春	1896/11/20	1912/01/22	17,541
總計			189,761

四、自計紙種類

目前已完成電子化的雨量自記紙，共有67種款式，明顯的差異包括雨量紀錄方向、單次排水量、紀錄起始時間等部分的改變，大致可分為5種型式，其他款式僅有版次、印刷紙材顏色或印刷格線顏色的些微差異。以下簡略說明主要的5種型式：

(一)約1900年代

時間軸方向由右至左，起始時間為正午，雨量軸為10毫米。圖中可見雨量紀錄線由右下往左上，與目前使用的自記紙方向相反。由雨量紀錄線可推定每日換紙的時間在正午12時。(如圖3)

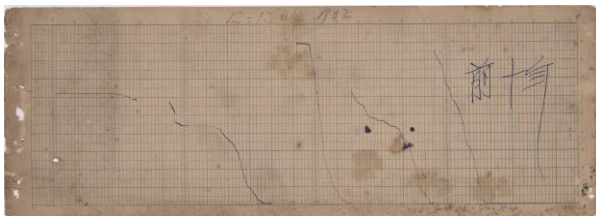


圖3 1902年4月12日台中站虹吸雨量儀自記紙

(二)約1910年代

時間軸方向由左至右(往後亦是)，起始時間為上午11時，雨量軸為10毫米。圖中可見雨量紀錄線

由左下往右上，此後方向均與目前使用的相同。由雨量紀錄線可推定每日換紙的時間在正午12時。(如圖4)

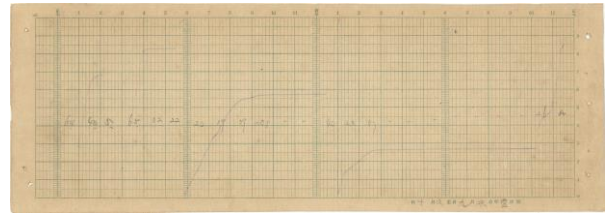


圖4 1912年6月9日恆春站虹吸雨量儀自記紙

(三)約1920年代~1930年代

時間軸與先前同，雨量軸改為20毫米(往後亦是)。由雨量紀錄線可推定每日換紙的時間在正午12時。(如圖5)

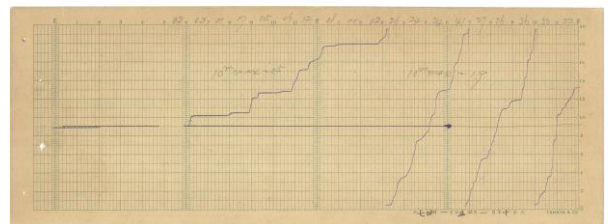


圖5 1921年1月25日恆春站虹吸雨量儀自記紙

(四)約1930年代後期至1940年代

時間軸起始時間為上午10時，雨量軸為20毫米。由此型式自記紙的雨量紀錄線推斷，有些換紙時間在10時、有些則在11時(如圖6)。

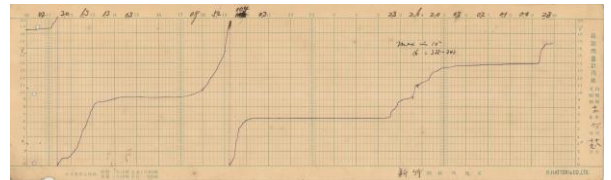


圖6 1937年6月18日新竹站虹吸雨量儀自記紙

(五)約1950年代以後

時間軸起始時間為上午9時，雨量軸為20毫米。由此型式自記紙的雨量紀錄線推斷，換紙時間在9時(如圖7)。由此時期至現今，大約每1~2年就有一新款，但幾乎為同一型式，只是1950年代印刷格線顏色有時為黑色，約1960年代以後多是偏紅色或橘色。另外，1950年代有幾款時間軸起始時間為上午10時，但大部分會手改為開始自上午9時起(如圖8)。

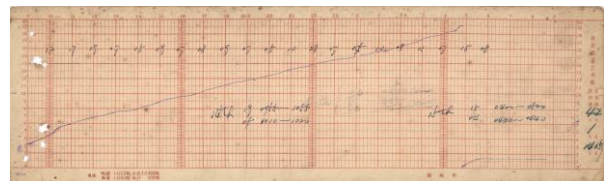


圖7 1953年1月14日竹子湖站虹吸雨量儀自記紙

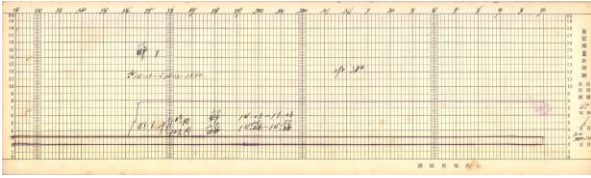


圖8 1956年6月21日臺南站虹吸雨量儀自記紙

前述僅是以目前掃描的氣象站自記紙進行粗略分類，也僅就各型式使用年份大略的紀錄，各氣象站在同一年使用的款式仍有些差異。另外，部分自記紙上會以手改寫時間軸或雨量軸原本印刷的數字氣象站在，例如：有時仍使用舊版，推測是因觀測儀器或觀測時間改變，而仍用舊款自記紙的權宜方式。

自記紙上有些文字也值得注意，如「TAMAYA & CO. LTD.」(如圖9)、「K HATTORI&CO. LTD.」(如圖10)，因兩者均為儀器公司，若自記紙是搭配對應廠牌儀器使用，或許可由此推定某些年份使用儀器的廠牌。不過並非每一張自記紙上均有印刷儀器品牌，且1960~1990年代部分款式也有標註「TAMAYA & CO. LTD.」，目前可以確定在1990年代使用的並非此廠牌虹吸式雨量儀，在1990年代的自記紙為何出現「TAMAYA & CO. LTD.」字樣仍無法釐清。

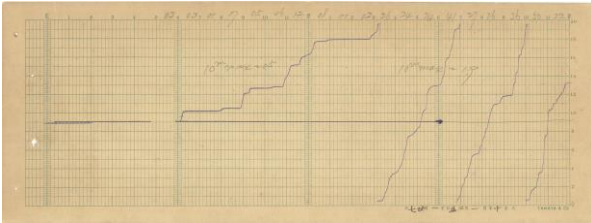


圖9 1921年01月25日恆春站虹吸雨量儀自記紙

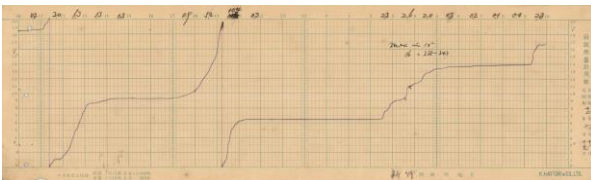


圖10 1937年6月18日新竹站虹吸雨量儀自記紙

目前已完成掃描的自記紙中幾乎都是單面印刷，只有兩個款式是雙面印刷。一種約使用在1948~1950年左右，米白色紙材，正面印刷綠色格線和字體，背面則是天氣圖底圖(如圖11)，推測應是將不用的天氣圖背面加以印刷利用。此款尚有一特殊之處，正面4邊皆有虛線，印有「用前依此綫截去」字樣，提醒觀測員要先沿虛線裁切後，才會有適當大小自記紙可使用，但現存原件中，並非每一張均有依規定裁切，有些僅以反摺在後，有些甚至完全沒有摺痕。

另一雙面印刷的款式大約在1950年後的1-2年間使用，米黃色紙材，紅色格線和字體，雙面印刷

一樣(如圖12)，但大部分只用一面，背面仍留空白。只有極少張背面有雨量紀錄。

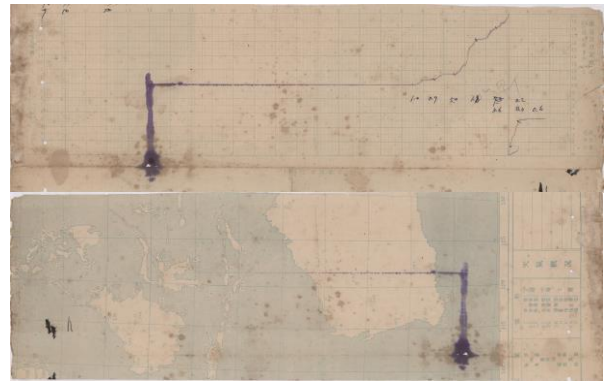


圖11 1950年8月14日新竹站虹吸雨量儀自記紙正反面

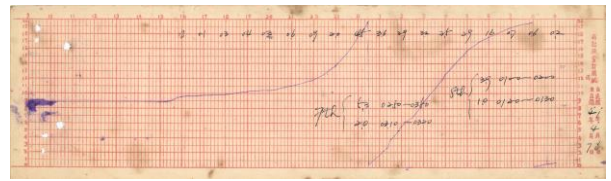


圖12 1952年4月7日竹子湖站虹吸雨量儀自記紙

五、特殊紀錄

自記紙上除了雨量紀錄線，部分也留下雨量相關資訊，如小時降雨量、60分鐘或10分鐘降雨最大值、天氣記詳(如圖13、圖14)，做法大致現今相同。

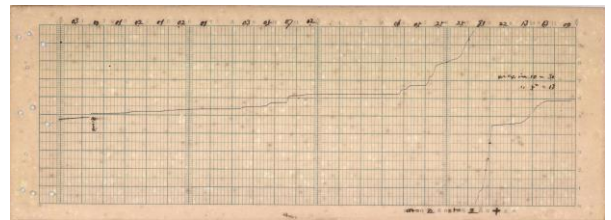


圖13 1921年5月23日臺中站虹吸雨量儀自記紙



圖14 1965年8月6日臺南站虹吸雨量儀自記紙

另外有些關於觀測作業的紀錄或特殊紀錄，列舉如下：

(一)觀測儀器的改變

圖15是臺中站1914年12月1日虹吸雨量儀自記紙，紙上總共12月1日至9日的雨量紀錄，並以手寫註記，推測是「本日改變自記儀器度量」的意思。而在下一張12月9日的自記紙雨量軸為0~20毫米，時間軸由左到右。

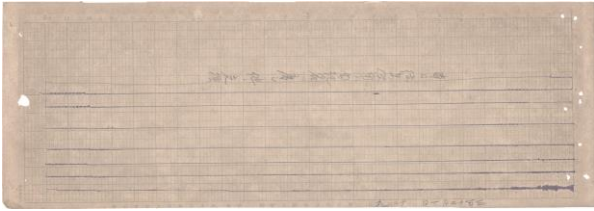


圖15 1914年12月1日臺中站虹吸雨量儀自記紙

(二)時區改變

日治時期1896年1月1日至1937年9月間臺灣時區採國際標準時加8小時(UTC+8)；1937年10月1日至1945年間因日本發動太平洋戰爭，將殖民地與日本本土同為「中央標準時」，即際標準時加9小時(UTC+9)。1945年戰爭結束，9月19日《臺灣總督府官報》公告，9月21日起臺灣恢復時區為國際標準時加8小時(UTC+8)。這兩次時區的變革也分別在新竹和臺南的自記紙上留下紀錄(如圖16、17)，但並非每個站都有紀錄。

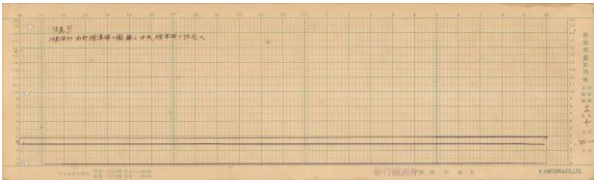


圖16 1937年10月1日新竹站虹吸雨量儀自記紙上紀錄「10月1日西部標準時廢除採中央標準時」



圖17 1945年9月20日臺南站虹吸雨量儀自記紙上紀錄「21日西部標準時更改」

(三)重複用紙

早期因物資較匱乏，自記紙有重複使用的狀況，可分兩種做法。第一種做法是連續數天用同一張紙，直到有下雨才換紙，而且每天將紀錄筆針往上抬一些，每天畫出一條獨立的線，如圖18共有25天共用同一張紙；但也有些氣象站沒有每一天將筆針往上抬，而是好幾天劃在同一高度。

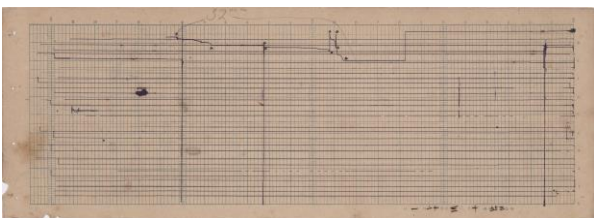


圖18 1902年10月3日臺中站虹吸雨量儀自記紙

第二種作法是將過去的自記紙整月重用於某一個月或任意一張重用於某一天(如圖19)。此種重用

的狀況每各站都有，只是重用張數多寡，大約到1960年之後才未再有重用的狀況。

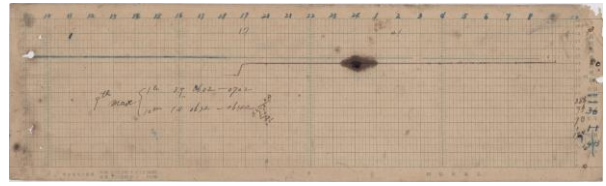


圖19 1949年9月9日高雄站虹吸雨量儀自記紙重用該站1947年1月13日

六、小結及未來工作

中央氣象局虹吸雨量儀自記紙的電子化作業，截至今(2021)年9月底已完成臺灣本島西部13個氣象站所保存由最早至1999年的虹吸雨量儀自記紙，共計近19萬張，明(2022)年將接續進行東部和離島地區的電子化作業，預估總計會完成超過30萬張虹吸雨量儀自記紙電子化。

電子化後可永久保存自記紙的掃描圖檔，可避免原件因年代久遠而破損粹烈其掃描數位化。從自記紙上的紀錄可約略推測早期雨量觀測作業的規則，有助了解早期觀測員的作業型態。也希望從中可以得知觀測儀器的廠牌，再逐步建立各氣象站的觀測儀器履歷。

此外，目前氣候資料庫的降雨資料，1942年以前僅有臺北站有逐時資料，其他站僅有每4小時一筆資料，分別是02時、06時、10時、14時、18時、22時；各氣象站在1942年左右改為8小時一筆資料只有06時、14時、22時有資料；在1945年10月以後雖然仍為8小時一筆資料，但卻改為05時、13時、21時(此應是戰後時區更改之故)；直到1947年11月前後，各站才有逐時的雨量資料。然而從目前已掃描的雨量自記紙當中即可見部分小時雨量資料，是否可依此補足氣候資料庫1947年11月以前沒有逐時資料的部分值得討論。

目前中央氣象局也正開發影像辨識技術以解析虹吸雨量儀自記紙上的雨量訊號線，無太多雜訊的自記紙可由雨量紀錄線解析出分鐘降雨資訊，但對於有雜訊或雨量紀錄線較模糊的自記紙仍有困難。若能再精進影像辨識技術，解析出小於時尺度、甚至分鐘尺度的降雨資訊是極有可能的，也能補足自動觀測儀器建置前短時強降雨的資料的不足。

致謝

感謝中央氣象局第二組、基隆、鞍部、竹子湖、新竹、嘉義、阿里山、高雄、恆春氣象站在自記紙

掃瞄作業過程中的協助。本研究中虹吸式雨量儀自記紙電子化在中央氣象局氣象資訊之智慧應用計畫經費支持下完成。

參考文獻

林博雄，2018：傳統人工氣象觀測之技術評估與資料永續探討，中央氣象局委託研究計畫期中成果報告。

臺灣總督府臺北測候所，1899：臺灣氣象報文第一冊，臺灣日日新報社，臺北

The Current Situation of Siphon Raingauge Charts Preservation and Digitalization in Central Meteorological Bureau (CWB)

Huang W.-T.¹ Ko C.-H.² Huang C.-M.² Jeng F.-Y.¹

¹Southern Region Weather Center, CWB ²Taichung Weather Station, CWB

Abstract

The stations of CWB retain a large amount of siphon raingauge charts. Since 2020, we have been processing the preservation of these charts. The process includes stock check, nails removal, simple repair, scanning and inventory renewal. The self-recording charts are packed by year in acid-free bags to defer the acidification at the end. The scanned image files are saved as uncompressed 600dpi TIFF files for completeness and uncompressed, 300dpi and compressed 72dpi JPEG files for the use of quick search.

At present, 13 weather stations in western Taiwan island have preserved the self-recording rainfall charts with a total of around 190,000 ranging from the earliest to 1999. The earliest one found in the Taichung weather station dates from April 12, 1902; Others can only trace back to the 1940s. Among these charts, there are 67 styles in total. Some differences are easily identified, such as changes in the direction of rainfall recording, single drain displacement and the recording start time, and can roughly be divided into 5 kinds. Others differ only in editions, paper colors or grid color. The study also show several noticeable features: (1) The charts of Taichung Weather Station before 1914 were recorded from right to left. (2) The old type charts were still used even when the observation rules changed. (3) Charts were frequently reused before the 1960s. (4) At the same station, there are a small number of two charts with the same date on the charts. We speculate that two instruments were utilized simultaneously for calibration comparison. In summary, the rules of early rainfall observation are inferred from the records on the Charts, and the image files will also be used for numeralization and case studys.

Key words: siphon raingauge charts, siphon rainfall recorder, pluviograph