

從氣候情資分析東亞降水氣候年循環空間分佈特徵

The Annual cycle of Precipitation in East Asia from Climate Intelligences view

蔡晉東、林正直、陶家瑞

Ching-Tung Tsay, Cheng-Chih Lin, Chia-Ruei Tao

空軍航空技術學院軍事氣象系

Department of Military Meteorology, Airforce Institute of Technology

摘要

本研究說明氣候情資之重要性，討論氣候情資搜集之難處，並介紹國、內外研究機構所搜集長期之氣候情資之來源，提供氣候情資搜集參考資料以供國軍相關單位應用。

利用氣象情資資料於東亞季風區降水的氣候年循環空間分佈特徵分析，研究資料包含 1958 至 2000 年中央氣象局 20 個雨量站、中國 160 測站雨量資料與歐洲氣候研究單位的降水資料。討論東亞地區(台灣與中國)冷季與暖季降水的氣候情資長期平均與隨季節演進的天氣系統間之關係，結果顯示台灣與中國隨季節演變的降水氣候空間分佈特徵具有相異的特性，與過去研究結果一致，此氣候情資顯然具有高度的可信度，故此類氣候情資可有效地被應用於氣候情報、教學與研究方面。

Abstract

The climate intelligences are very important to the military operation. This study discusses some difficulties in the collection of climate intelligences. Therefore, new resources of climate intelligences from domestic and international research units and web sites are introduced in our study. It may provide some useful information to our military.

To verify the reliability of climate precipitation, the annual cycle of long-term mean of precipitation in East Asia and associated seasonal variation of weather systems over Taiwan and China from cold season to warm season are discussed. The precipitation data used in this study includes 20 stations of Central Weather Bureau in Taiwan, 160 stations in China and Climate Research Unit version 2 for the period of 1958–2000.

It shows that migration of precipitation with seasonal march in Taiwan and China is different, consistent with other studies. Therefore, we conclude that those data related to climate intelligence is apparently to be highly reliable. It can be applied in climate intelligence, teaching and research.

Keyword: climate intelligence, annual cycle

一、前言

台灣及當面大陸地區長期氣象情資的蒐整，為了解台灣及大陸氣候特性與異變基石。如孫子兵法中所提、「知天知地，勝乃可全」，清楚地說明正確地掌握戰場「天候」資料之重要性，亦足以影響軍事行動的成敗，顯見氣候情資在軍事行動中扮演相當重要的角色，此處「天候」係指天氣與氣候，天氣為短時間(數分鐘至數天)大氣氣象要素的變化，氣候則為長期天氣變化累積的綜合結果。作戰區氣候掌握及天氣預報準確與否，又為我空軍達成任務的重要關鍵。所以正確有效地掌握氣候情資，熟知敵我的氣候特性，有助於我軍情資偵搜、降低戰場環境不確定因素、各項戰備整備計畫的擬定及執行與戰場指揮官下達決心等。

故掌握正確氣候情資，不僅有助於我國軍在軍事行動與作為可執行順遂，且亦能降低劇烈天氣所帶來的危害。然而，氣候情資蒐整需長年累月、有系統、有計畫、有管道、有技巧並持恒執行，非一蹴可及。以下再討論氣候情資蒐整可能面臨的困境與國內、外現況。

當面大陸氣候情資的蒐整，因下列可能影響因素，肇致不易作全面性、系統性的整合：

1)當面大陸重大演習時往往封鎖天氣情資的廣播；

2)過去負責傳遞、交換各區域的即時天氣情資的全球傳遞系統中，亞洲地區支線網路內部網連品質不佳；

3)人為造成：包含廣播線路中斷、未即時廣播或廣播的情資錯誤。

4)測站的搬遷或自然災害的破壞等問題。

此外，過去對於東亞氣候的研究已指出當面禁止國外研究機構使用中國地區的氣候資料，再者，2007年元月中共頒佈「氣象探測資料管理規定」的新措施--將氣象情報也納併國家機密的含蓋範圍內，這使原已系

統性搜整不易的氣候資料更雪上加霜。如何結合片斷且分散但又量大且多元化的氣象情資，整合、儲存、再分析有用的氣候情資，以滿足情報運用的需求，實為現階段重要的課題。

80年代氣候議題開始受到重視，在90年代後各種氣候資料庫整建開始發展蓬勃，國際間知名的研究機構亦投入龐大的人力與物力，著手搜集全球長期氣候資料，透過資料的品管、同化、統計等方法藉以建立可供研究的氣候資料庫，使我們對於造成長期氣候變異的原因有更進一步了解的機會。此種國際間整合開發且共享的氣候資料，不論在時、空解析或品質的可靠度，足以有效且正確地提供我國軍對戰場天候在日、季內、季節以至年變化的基本認識。如何從資料本身解讀出有用的情資以作為我建軍備戰任務的基礎，亦為另一重要的議題。

國內氣象作業界或研究單位根據不同實際需求，已著手蒐集有用的氣候資料，建立數位研究資料庫，如中央研究院的環境變遷研究中心、國立中央大學的大氣物理研究所、水文與海洋科學研究所、國立台灣大氣大氣科學研究所等。中央氣象局也已彙整台灣過去近100年局屬測站的數位氣候資料。而我空軍氣象聯隊於80年代即開始建置台灣各軍用機場的數位氣候兵要情資，並已回溯至各天氣中心成立時期。故國內作業與研究單位，儼然擁有充份的氣候情資可供應用。

發生於對流層內的天氣系統從形成、發展、減弱階段，具有時、空間整合的四度空間的特性。而長期氣候情資蒐整後的儲存，須使用相當大量的儲存空間與穩定的系統，並非個人電腦即可達成。諸如：衛星觀測、雷達觀測、氣候模式模擬結果、再分析資料等等。建立數位化的氣候資料庫須擁有龐大的儲存空間，拜科技進步所賜，儲存媒體的軟硬體技術更趨成熟，儲存媒體穩定性、平價化與容量持續大躍進，整合儲存媒體成為大容量的儲存空間有利於各式資料的儲存與

備份。從早年磁帶(Tape)櫃、MO(Megneto Optical)櫃、光碟(Optical disc)櫃等產品問世，但仍無法解決快速成長資料量的窘況。目前具有傳輸速率快、輸出入速率高、儲存容量大、擴充性佳、管理維護便利、資料安全性及穩定性高等特性的磁碟陣系統(Redundant Array of Independent Disks, RAID)可稱得上是最便利儲存媒體，應用於氣候情資的儲存設備即是不錯的選擇。以下再回顧國外的研究機構所蒐整研發的氣候情資。

附錄 A 列舉國內、外氣候情資資料庫之相關資料，包含來源單位、資料時間長度、資料時間解析度、變數名稱與數量、資料來源連結網址與參考文獻，礙於篇幅限制，變數名多於 8 個以上不詳加列舉。

再談近年劇烈天氣與氣候變遷的現象，近年來國內、外受天然災害的侵襲與破壞相較過去頻繁，又以氣候變遷的大環境下所引起的極端劇烈天氣影響為最嚴重，如暴雨、暴雪、颱風、乾旱等。以下列舉近幾年發生在國內、外極端劇烈天氣個案：如 2005 年 8 月侵襲美國南部沿海的超級颶風卡翠那(Katrina)，造成美國空前災情。2007 年春天，海南省遭受嚴重的旱災侵襲；2008 年 1 月下旬中國 14 省份遭大暴雪襲擊，受困災民近 8 仟萬，也造成中國海、陸空交通大亂；2009 年 8 月 7 日由台灣花蓮登陸的莫拉克(Morakot)颱風，台灣中、南部許多地方降下超過 2000 釐米超大豪雨雨量，刷新歷史紀錄，至少造成 619 人死亡、76 人失蹤，農業損失超過新台幣 164 億元，為傷亡最慘重的侵台颱風；中國 2009 年 11 月 17 日突如其來的暴雪，天寒地凍的寒害席捲，中國北方 8 個省份共 900 多萬人受災；2010 年 2 月 5 日美國東岸遇百年來罕見暴風雪，部份地區積雪厚達 76 公分，美國首都華盛頓附近地區數十萬戶居民失去電力供應，陸、空交通陷於癱瘓，災情慘重。2010 年 3 月初澳洲東北部昆士蘭，在三天內集中降下一年的雨量，豪雨成災，同一時

間烏干達大部分地區亦受冰雹、暴雨等惡烈極端天然災害所侵襲。諸如以上的個案近年來不勝枚舉，氣候變遷下所伴隨極端劇烈天氣不僅影響國軍戰、演訓任務之執行，亦影響國家、社會與經濟發展，更為人民生命與財產帶來極大威脅與傷害。

由於大氣-海洋-陸地交互作用影響，賦予地球季風系統具有多樣化、複雜化的特性。台灣及中國位於全球最顯著的東亞季風區，再加上具有複雜的地形與地貌，更使該區域的季風降水擁有較其它季風區複雜面貌。雖然台灣與中國緊臨台灣海峽，但二地之氣候顯現出其特有的差異性，一方面因為海島型的台灣擁有相當複雜中央山脈地形影響，西部地形以平原、丘陵、台地與盆地為主，東部地形以山地和平原為主，東鄰大平洋，西濱台灣海峽；另一方面亦因中國幅員廣闊，地形地貌特殊，西南部有世界最大的青藏高原和喜馬拉雅山盤據，北面為戈壁沙漠和原始森林，西部地區則為廣闊黃沙與雪峰峻嶺，形成中國獨特天然的地理屏障，同時受東海、黃海、南海、印度洋與太平洋的水汽調節。故受季節循環、地理位置再加上天氣系統共同的影響，也讓台灣與中國氣候呈現相當不同的面貌。

影響氣候變遷主要原因有二大來源，除自然界本身的作用力外，另一則是人為的作用力所導致，前者所言係指氣候的年代變異、年代際變異甚至於世紀變異等，顯然擁有不同時間尺度的特性，而後者則為長期的氣候趨勢，亦即近年來引起廣泛討論全球暖化的問題。根據 2007 年聯合國跨政府氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)的氣候變遷研究報告，氣候變遷的意義為氣候在平均狀態與(或)特性上發生具有可維持十年或更長時間持續性的變化，且自然界的變異或人為活動造成的結果均可視為影響氣候變遷的原因。

東亞季風區的氣候變異(climate variability)受不同時間尺度的海溫變異或大氣振盪所調節，年際(Inter-annual)尺度有

準二年 (Quasi-Biennial Oscillation)週期的振盪(Lu, 2002; Shen and Lau, 1995)；3到7年週期振盪為眾所周知的聖嬰(ENSO)現象，中東太平洋異常海溫激發大氣羅士培波(Rossby Wave)進而影響東亞季風區氣候(Wang et al., 2000)；考慮10年以上的振盪，又以太平洋年代際振盪(Pacific decadal oscillation)為太平洋重要的特徵(Mantua et al., 1997; Zhang et al., 1997)，它為年際尺度中具有顯著的統計重要性的長期擾動，且扮演著年際尺度氣候變異重要的背景場，影響太平洋、東亞地區與北美洲的氣候(Barlow et al., 2001; Chang et al., 2000a,b, Chan and Zhou, 2005; Tsay and Sui, 2009; Miller and Schneider, 2004)。而週期小於年際尺度的振盪，如季內尺度30-60天週期的季內振盪(Intra-Seasonal oscillation) (Teng and Wang, 2003)，準二週的振盪(Quasi-Biweekly oscillation)(Kikuchi and Wang, 2009)亦扮演影響角色。當然還有許多與氣候有關的大氣振盪與日前被重視的全球暖化的議題，在此不詳加說明，可見東亞季風區氣候具有相當高的複雜性。

二、研究動機

台灣四季分明，逐月長期雨量觀測的氣候平均受季節循環影響，產生獨特氣候特徵。過去對於台灣地區長期氣候平均狀態之基本認識因資料搜集不易且片斷，往往僅能以短暫幾年的資料作為氣候均態，誠如上所述，影響氣候變異存有相當的複雜性，當資料長度不足實難真正說明氣候的平均狀態。再者，當面氣候情資之搜集亦有相當大的難度，台灣與中國位屬於同一季風系統，影響二地之天氣系統往往密不可分，如冬季的寒潮、春季的春雨、梅雨季的梅雨鋒面、盛夏自南海或西北太平洋北移的颱風等。

是以本研究搜集國、內外研究機構長期有關台灣與中國氣候情資-雨量資料，作初步的分析，以期使讀者能更清楚地瞭解台灣

與中國降水氣候年循環空間分佈特徵，作為掌握台灣與當面氣候情資的基本參考資料，也有助於提昇作業單位對逐月東亞地區，尤其是台灣與中國地區雨量的空間分佈特徵能有更深一層的認識。

三、研究資料與研究方法

本研究所使用氣候情資蒐集自於國、內外不同研究機構，由於各資料庫時間長度不盡相同，為配合本研究分析，獲得時間上的均一性，統一選取1958~2000年共43年的時間長度。詳細的研究資料描述如後：

台灣中央氣象局20個主要氣象測站月平均的降水資料，測站位置如圖1所示，測站經、緯度與高度則列表於表1，台灣北部8個測站（彭佳嶼、基隆、鞍部、竹子湖、淡水、台北、新竹、宜蘭），台灣中南部有7個測站（台中、日月潭、阿里山、澎湖、台南、高雄、恆春）及台灣東部的5個測站（花蓮、大武、成功、台東、蘭嶼），以上共包含三個離外島及四個海拔高度超過500公尺的山區測站。

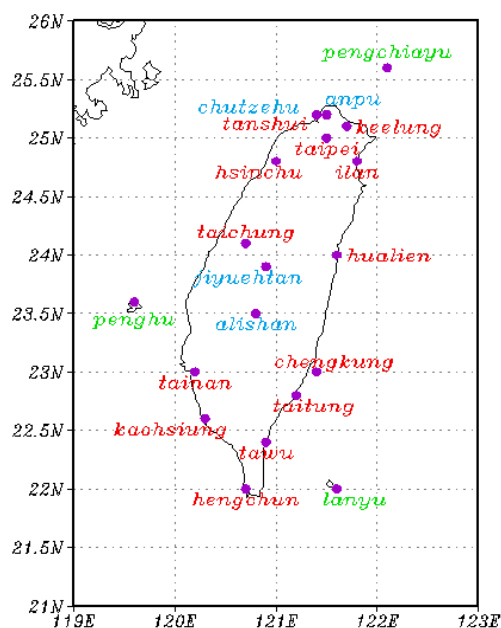


圖1 中央氣象局台灣20個主要氣象測站位置示意圖。

- 中國境內 160 個測站月降水資料，測站分佈位置如圖 2 所示，完整月降水量記錄資料主要集中於中國東部地區，中國西部的測站明顯偏少（尤其是青藏高原地區）。
- 月平均全球陸地 Climate Research Unit (CRU) TS 2.0 版降雨資料，下載自 http://www.cru.uea.ac.uk/~timm/grid/CRU_TS_2_0.html，時間總長自 1901 至 2000 年，本資料庫為由測站資料內插成 0.5×0.5 空間解析度的格點，資料內插時考慮距離及權重 (Mitchell et al. 2003; New et al. 1999,)。

本研究期望呈現台灣與中國的降水氣候年循環空間分佈特徵。故未應用複雜的氣象統計方法，僅使用簡單的分析技巧包含 Cressman(1959)客觀分析與氣候平均二種方法。

四、研究結果

分析比較不同降水資料庫所求得氣候年週期循環 (annual cycle)，若以中國 160 個測站為基準，CRU 的結果最為接近，其次為 CPC Merged Analysis of Precipitation (CMAP)，最後則為 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) (彭，2004)，為更清楚描述台灣與中國降水的氣候特徵，接下來本研究分析重點除以 CRU 月平均的降水資料為主外，亦輔以中央氣象局月平均的降水資料。

1958-2000 年 CRU 台灣與中國地區降雨氣候年週期循環 (annual cycle) 空間分佈特徵如圖 3、4 所示。圖 3(a)-3(f)分別為此區域冷季 11 至 3 月降水的氣候平均值，而圖 4(a)-4(f)則為暖季 4 至 10 月降水氣候平均值。由於 CRU 空間解析度為 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ，再加上有限的格點無法詳細表示台灣地區降水特徵。為更清楚地描繪台灣地區降雨空間分布特徵，使用 Cressman(1959)客觀分析方法將 1958-2000 年中央氣象局局屬 20 個雨量站資料作 $0.125^\circ \times 0.125^\circ$ 空間內

插，台灣地區降雨氣候分析結果如圖 3(a)-(1)右下角所示。

表 1 台灣中央氣象局台灣 20 個主要氣象測站名稱、經、緯度與高度。三個離外島與四個海拔高度超過 500 公尺的山區測站分別以斜線與格線呈現。

測站名稱	經度 (°N)	緯度 (°E)	高度 (m)
彭佳嶼	25.6	122.1	104.6
基隆	25.1	121.7	27.7
蘇澳	25.2	121.5	827.1
竹子湖	25.2	121.5	607.6
淡水	25.2	121.4	23.0
台北	25.0	121.5	7.1
新竹	24.8	121.0	28.9
台中	24.1	120.7	85.3
日月潭	23.9	120.9	1014.8
阿里山	23.5	120.8	2415.9
澎湖	23.6	119.6	11.4
台南	23.0	120.2	14.7
高雄	22.6	120.3	3.1
恆春	22.0	120.7	24.1
蘭嶼	22.0	121.6	205.1
大武	22.4	120.9	8.9
台東	22.8	121.2	9.0
成功	23.0	121.4	37.8
花蓮	24.0	121.6	19.1
宜蘭	24.8	121.8	8.0

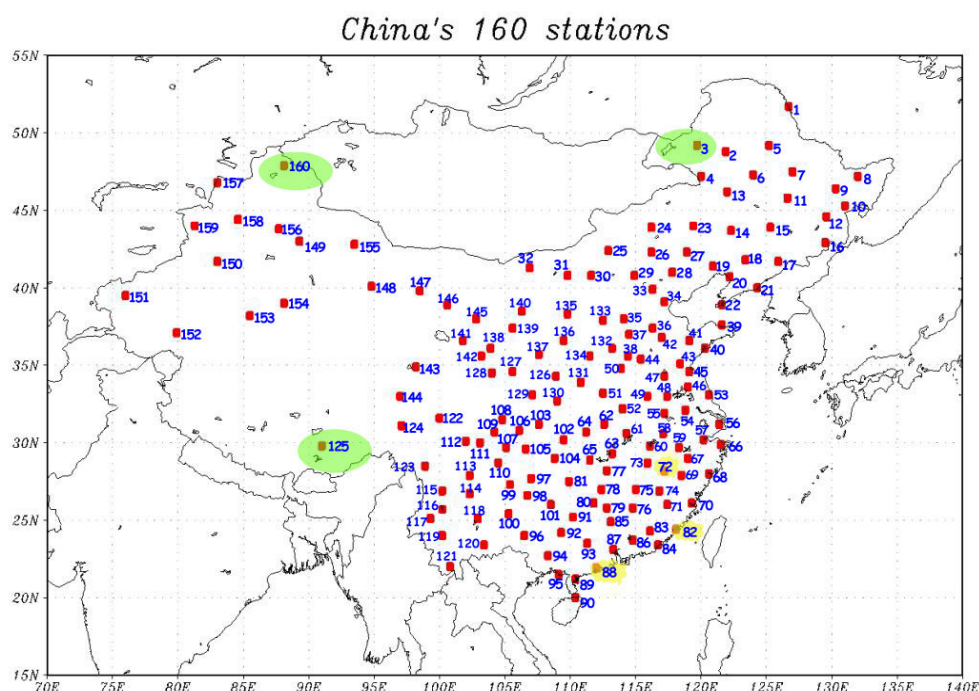


圖 2 中國 160 個測站地理位置以實心圓表示，數字僅代表其個數。

首先比較 CRU 與 CWB 資料台灣地區長期氣候平均之結果，二組資料對台灣地區降水氣候年循環空間分佈特徵趨勢大致相符。台灣與中國地區降雨的氣候年週期循環特徵描述如後：

時序入秋後，中國與台灣受西伯利亞大陸冷高壓影響頻率增高，太平洋副熱帶高壓南撤東退。10 月降水氣候平均值大於 40mm 主要位於北緯 35° 以南，115° 以西的中國內陸降水較沿海地區為多，海南島為中國降雨最豐沛，其餘地區降水均小於 40mm；反觀台灣，東部地區降水明顯較西部地區為多，且集中在花蓮以北，尤以基隆、宜蘭兩地區降水為全省之冠(如圖 3(a))。

11 月起由於西伯利亞大陸冷高壓勢力更向南推移，降水大於 40mm/月自華北地區持續向南退，且雨量亦明顯減少，台灣地區降水分佈趨勢相近於 10 月的結果，雨量較多地區台灣東北部、東部為主，但較前月減弱(如圖 3(b))。

台灣與中國 12 月已進入寒冷的冬季，由於受大陸冷高壓勢力籠罩影響，不論台灣或中

國的雨量為全年最少的一個月，除長江流域下游向西南延伸至廣西省一帶與海南島的降水超過 40mm 外，中國其餘地區降水均小於 40mm；本月台灣降雨氣候平均值西部地區小於 40mm，東部地區平均約 40-80mm，而東北角地區仍為台灣降雨量最高峰區。(如圖 3(c)所示)

圖 3(d)、3(e)分別為 1、2 月中國與台灣降水氣候平均值，此期間中國超過 40mm 的降雨區則位於華中以南，即浙江、江西、湖南省以南，較 12 月份的降水區域廣闊，且福建、江西與湖南省 2 月份平均雨量已超過 80mm，然而，此期間海南島降水較 10-12 月卻減少且低於 40mm，2 月份海南島雨量為全年最少的月份，中國西部地區降水情況仍相似於前幾個月的雨量配置，均低於 40mm；台灣地區降水量自 1 月逐漸向西擴展，台灣中部、南部沿海雨量較其它地區少，到 2 月除台灣南部地區為少雨外，餘各地雨量則漸增，且東北部地區在這 2 個月內的雨量仍居全國之冠。

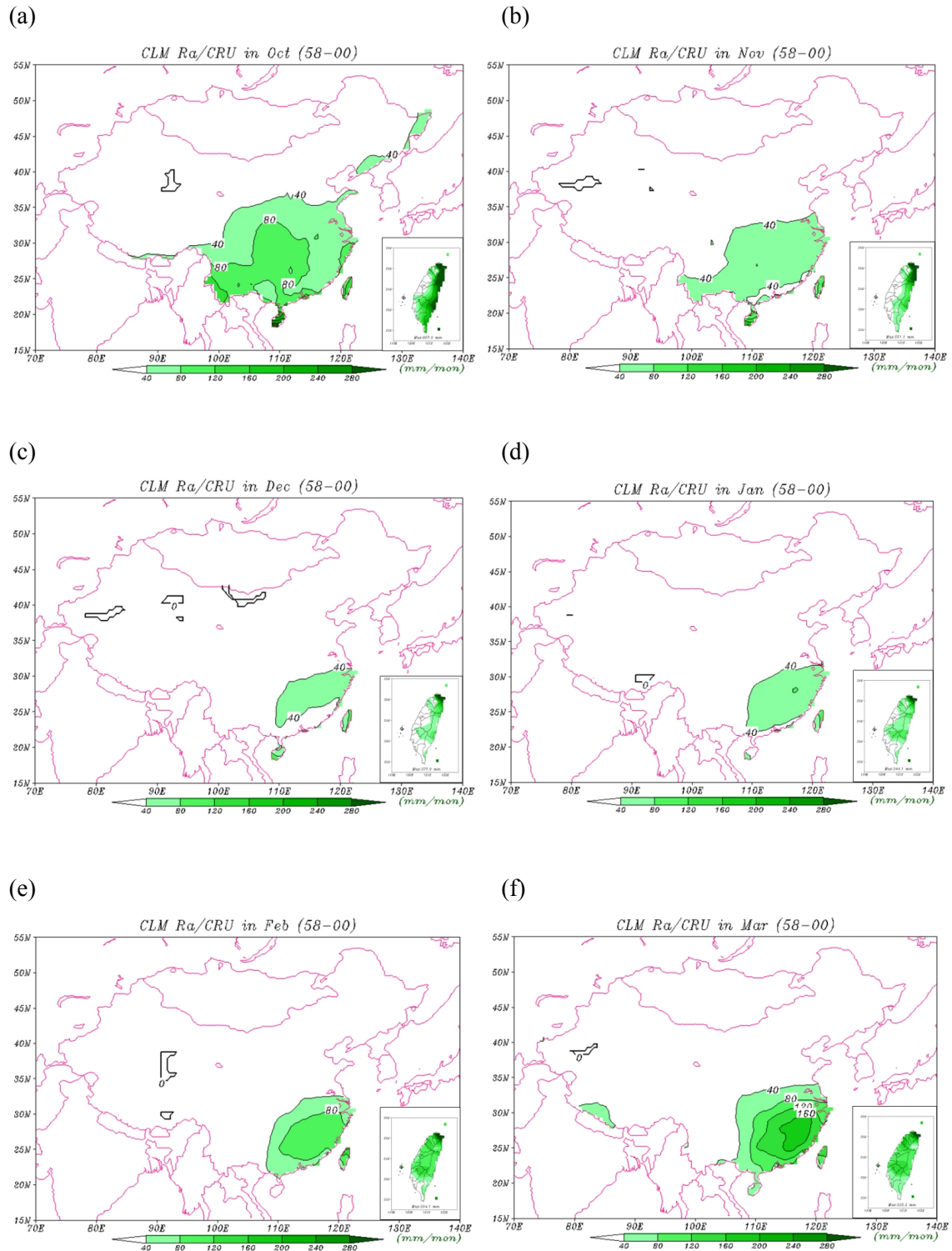


圖3 (a)-(f)分別為43年CRU氣候情資所提取台灣與中國冷季11月至隔年3月平均降水之氣象年循環空間分佈特徵，台灣地區放大圖則為中央氣象局局屬測站降水經客觀分析所得之結果，雨量多寡參考圖下方之色標，單位為釐米/月。

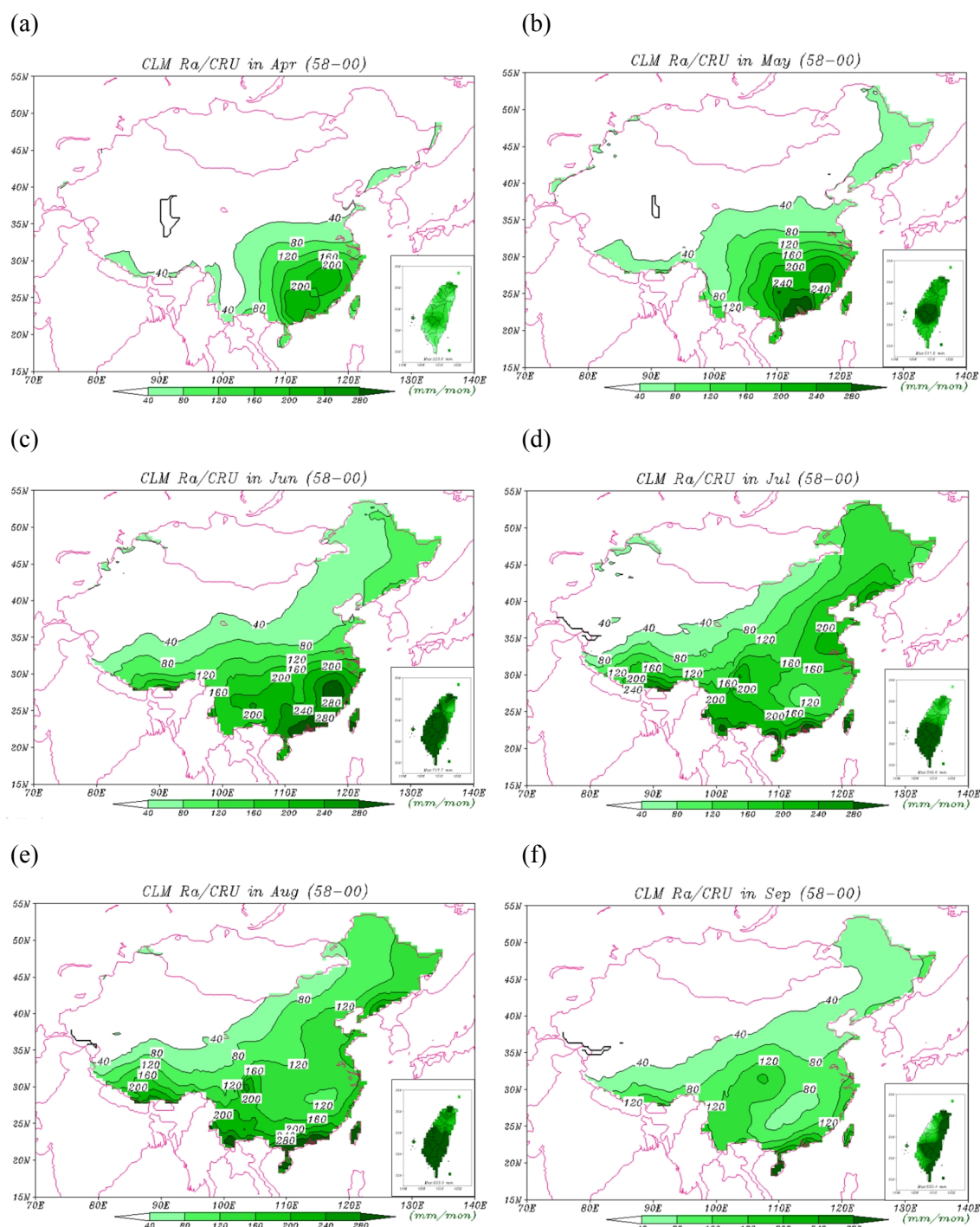


圖4 同圖3，但為暖季4-9月之結果。

隨氣溫逐漸增暖，中國華南與台灣地區進入春雨期。自 3 月開始(如圖 3(f))中國降雨往內陸漸增且向北緩慢推進，3 月最大的降雨區位於福建、江西省附近，雨量較 2 月增加近 1 倍，而中國西部、北部、東北地區雨量仍偏少；台灣雨量分佈除恒春地區之雨

量小於 40mm/月外，其餘各地雨量與 2 月相似，但較上個月略增。

中國華南與台灣地區 4 月分天氣仍受春雨期所伴隨之天氣系統所影響，雨量分佈型態與 3 月分相近，中國氣候平均雨量最大中心分為二，一位於江西省，另一則位於廣東

省與廣西壯族自治區附近，此時 40mm 以上的降雨區向北移至山東、河南、陝西省，並向西擴展至四川、雲南省附近，另一值得注意的現象是雲南、西藏自治區南部的雨量開始增強；台灣東北部自 10 月起維持將近半年的顯著降水特徵已不復存在，北部、中部山區降水較 3 月略增(如圖 4(a)所示)。

5 月中旬起由於西南季風逐漸增強，南海季風的肇始，大氣環流的改變促成南海水氣增加，季節轉換下南、北風在此處輻合增強。中國華南地區自 5 月起逐漸進入前汛期，台灣地區開始受梅雨鋒面徘徊影響，伴隨梅雨鋒面系統與中尺度對流雲系為二地帶來豐沛雨量。中國氣候平均雨量超過 40mm/月地區更朝北與西北伸展，達黃河流域中、上游，東北地區的降雨也開始增加，而中國長江流域以南的地區，雨量又較春雨末期 4 月顯著地增加，尤以廣東、廣西省降雨月平均值為中國之首，除中國西北地區降雨仍不足 40 公釐；此時，台灣平均雨量較前幾個月增強，降雨極大值則轉換至中部山區(如圖 4(b)所示)。

6 月起為中國長江流域中、下游以南的汛期，然而台灣則逐漸進入梅雨季的尾聲。中國東南沿海地區的降水量較 5 月份為多，降雨量的兩大中心分別位於福建、江西與浙江省交界區與廣東省一帶，東北九省的雨量亦略增，西藏自治區南部可見另一降水的極值區，西北部氣候平均雨量仍偏乾。而台灣各地本月平均降雨量均超過 100mm，東北部降雨量反而為最少，而新竹、苗栗、離島的馬公、台灣中部以南及北部山區降水量均超過 280mm，。

位於長江流域降雨帶於 7 月突然北跳至中國華北附近(Lau et al., 1988)，宣告長江流域以南地區梅雨季的結束，亦代表中國與台灣降水趨緩，且 7 月為東亞季風間歇期，比較前二個月的雨量分佈(如圖 4(b)與 4(c))，圖 4(d)可清楚看出 7 月中國降雨分佈顯然與前二個月有顯著的差異性，中國西部地區主要的降水原位於長江流域以南，本月則

北跳至中國華北的遼寧、河北省一帶，而華中地區位於長江中、下游的江西、湖南省降雨明顯趨減，然中國南部沿海的雨量依然偏多，此外，中國西南部的雨量亦較前月增強且向北抬；此時，台灣中南部及花蓮以南降雨量最高，向北逐漸遞減，然而北部山區降雨量仍較北部沿海為多。

隨著時序進入盛夏後，西北太平洋季風爆發，季風槽附近對流發展旺盛，伴隨有利環境，組織性的對流進一步形成為熱帶低壓，部份增強為颱風，受太平洋副熱帶高壓駛流的導引，影響中國與台灣，此時期亦稱為颱風季。8 月中國降雨分佈(如圖 4(e)所示)雖與 7 月相似(如圖 4(d))，然而，中國降水主要位於東部沿海與西南部的內陸，東南沿海的廣東、廣西壯族自治區與海南島雨量為最高；台灣地區降水 7 月(如圖 4(d))與 8 月(如圖 4(e))空間型態分佈亦相似，雨量仍為中南部較北部為多。此降水分佈型態，Chen et al. (2004)指出發生於台灣西南部午後對流與颱風降雨貢獻相近。

入秋之後，西伯利亞大陸冷高壓系統逐漸成形、南移，9 月中國降水區亦開始往南退且雨量明顯減少，本月份雨量呈現東西三明治分佈型態，主要降雨帶位於中國長江以南沿海各省，長江流域中游的湖南、湖北省與貴州省雨量不足 80mm，雨量次高峰區由雲南向西北延伸至四川省附近，但較上月的雨量減少，西北部地區仍為偏乾；台灣的雨量分佈由 8 月的南部多雨轉為東部多雨西部少雨的特徵，此外，中部山區的雨量亦相對偏多，台灣東部的多雨主要受颱風影響(Chen et al., 2004)。

五、結論

本研究除介紹氣候情資所過去所面臨困境外，亦簡短地介紹氣候情資在軍事氣象所扮演的角色，並討論氣候情資搜集之難處，為解決此一困境，引入國內、外研究機構與作業單位近年來蒐整與發展的氣候情資，冀望能藉由本文拋磚引玉的介紹，能提高氣候

情資蒐整的便利性，並提供國軍相關單位應用。再者本研究所介紹國內、外氣候情資，透過有系統蒐整後，儲存於資料庫，不僅有助於提昇國軍對氣候情報了解與應用，同時應用於教學與研究上也有實質助益。

此外並將台灣與中國降水長期的氣候情資作整理與分析，結果說明位於東亞季風區的台灣與中國雖然地理位置相近，然而，由於季節循環、特殊地形地貌與天氣系統間彼此交互作用，逐月的降水變化卻顯現出相當不同的空間分佈的特徵。

由冷、暖季節劃分台灣與中國降水特性，顯示冷季雨量較暖季為少，且在冷季期間以冬季 1 至 2 月為枯水期降雨量最低。台灣地區冷季降水主要位於北部、花蓮以北地區，尤以迎風面的基隆、宜蘭最為顯著，降雨量呈現持續性高峰的特性。反觀中國的降水，冷季雨量主要位於長江流域以南。

台灣與中國暖季降水隨季節演進，展現季節性與地域性的時間與空間分佈差異的特徵。從春天的春雨開始，中國的降水緩慢向北推移，5 至 6 月為中國前汛期/汛期，長江流域以南地區為雨量高峰期，7 月為季風間歇期，長江流域降水趨緩，雨帶北跳至華北附近。至 8 月季風恢復期後，由於受颱風所帶來降水影響，多雨區位於中國沿海省份。反觀台灣降水並未呈現南北移動特徵，春雨期間雨量以台灣中部以北地區為主，進入梅雨季初期台灣雨量劇增，以中部地區為最高，6 月台灣雨量又較 5 月多，且以西部沿海及中部南山區為最顯著，夏季 7 至 8 月主要受午後對流與颱風降水影響，雨量空間分佈相近，以中部以南地區受降水極值所籠罩，台灣 9 月受颱風影響頻率仍高，降水空間分佈與暖季其它月份不同，降水極值除位於中部山區外，原位於台灣中、南地區的降水高值以逆時針方向移至台灣東部地區，推論可能為受颱風或颱風環流所影響。

本研究並未使用任何複雜的統計方法，只將蒐整長期台灣與中國地區的氣候情資作簡單的分析，並根據過去前人研究的結果，

將影響降水的空間分佈特徵與隨季節轉換的天氣系統一並作簡短的討論，以期讀者深入淺出地了解台灣與中國的降水長期氣候平均的情資。

六、致謝

本研究感謝國立中央大學水文與海洋科學研究所所提供相關氣候情資來源參考資料，使本文得以順利完成。

參考文獻

1. 彭于珈，2004：東亞地區降水氣候的特徵分析，碩士論文，77pp。
2. Adler, R.F., G.J. Huffman, A. Chang, R. Ferraro, P. Xie, J. Janowiak, B. Rudolf, U. Schneider, S. Curtis, D. Bolvin, A. Gruber, J. Susskind, P. Arkin, 2003: The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979-Present). *J. Hydrometeorol*, 4(6), 1147-1167.
3. Barlow, M., S. Nigam, and E. H. Berbery, 2001: ENSO, Pacific decadal variability, and U.S. summertime precipitation, drought, and stream flow. *J. Climate*, 14, 2105-2128.
4. Chen, T.C. M. C. Yen and S. Y. Wang, 2004 : Summer Monsoon Rainfall Variation over Taiwan and East Asia. *Atmospheric science*, Vol.:35 No:4, 305-352。
5. Chang, C.-P., Y. Zhang, and T. Li, 2000a: Interannual and interdecadal variations of the East Asian summer monsoon and tropical Pacific SSTs. Part I: Roles of the subtropical ridge. *J. Climate*, 14, 4310-4325.
6. Chang, C.-P., Y. Zhang, and T. Li, 2000b: Interannual and interdecadal variations of the East Asian summer monsoon and tropical Pacific SSTs. Part

- II : Meridional structure of the monsoon. *J. Climate*, 14, 4326-4340.
7. Cressman, G. P., 1959: An operational objective analysis system. *Monthly Weather Review*, Vol.87 No.10, 367-374.
 8. Dai, A., I. Y. Fung, A. D. Del Genio, 1997: Surface Observed Global Land Precipitation Variations during 1900 – 88. *J. Climate*, 10(11), 2943-2962.
 9. Johnny C. L. Chan and Wen Zhou., 2005: PDO, ENSO and the early summer monsoon rainfall over south China., *Geophys. Res. Lett.*, Vol.32, L08810, doi:10.1029/2004GL022015.
 10. Huffman, G. J., R. F. Adler, P. Arkin, A. Chang, R. Ferraro, A. Gruber, J. Janowiak, A. McNab, B. Rudolf, and U. Schneider, 1997: The global precipitation climatology project (GPCP) combined precipitation dataset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78(1), 5-20.
 11. Kikuchi, K., and B. Wang, 2009: Global Perspective of the Quasi-Biweekly Oscillation. , **22**, 1340 – 1359. 2009: Global Perspective of the Quasi-Biweekly Oscillation. , **22**, 1340 – 1359.
 12. Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, J. Woollen, S.-K. Yang, J. J. Hnilo, M. Fiorino, and G. L. Potter 2002: NCEP – DOE AMIP-II Reanalysis (R-2). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 83(11), 1631-1643.
 13. Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, R. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, Roy Jenne, and Dennis Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77(3), 437-471.
 14. Kistler, R., E. Kalnay, W. Collins, S. Saha, G. White, J. Woollen, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, M. Kanamitsu, V. Kousky, H. van den Dool, R. Jenne, and M. Fiorino, 2001: The NCEP – NCAR 50 – Year Reanalysis: Monthly Means CD – ROM and Documentation. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 82(2), 247-267.
 15. Kikuchi, K., and B. Wang, 2009: Global Perspective of the Quasi-Biweekly Oscillation. , **22**, 1340 – 1359.
 16. Lau, K.-M., Yang, G.J., Shen, S.H.. 1988: Seasonal and Intraseasonal Climatology of Summer Monsoon Rainfall over East Asia. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 18 – 37.
 17. Lu M.M., 2002: The Biennial Oscillations in Taiwan. *TAO*, Vol. 13, No. 4, 469-498.
 18. Mantua, N. J., Hare, S. R., Zhang, Y., Wallace, J. M., & Francis, R. C., 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 1069 – 1079.
 19. Miller, A. J., D. R. Cayan, T. P. Barnett, N. E. Graham, and J. M. Oberhuber, 1994: Interdecadal variability of the Pacific Ocean: Model response to observed heat flux and wind stress anomalies. *Climate Dyn.*, 9, 287-302
 20. Mitchel, T. D., T. R. Carter, P. D. Jones, M. Hulme, and M. New, 2003: A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100). To

- besubmitted to Journal of Climate.
21. Miller, A. J., D. R. Cayan, T. P. Barnett, N. E. Graham, and J. M. Oberhuber, 1994a: Interdecadal variability of the Pacific Ocean: Model response to observed heat flux and wind stress anomalies. *Clim. Dyn.*, 9, 287-302.
 22. Mitchel, T. D., T. R. Carter, P. D. Jones, M. Hulme, and M. New, 2003: A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100). To be submitted to Journal of Climate.
 23. New, M., M. Hulme, and Jones, P., 1999: Representing 20th-Century Space-Time Climate Variability. Part I: Development of a 1961 - 90 mean monthly terrestrial climatology. *J. of Climate*, 12(3), 829 - 856.
 24. New, M., M. Hulme, and Jones, P., 2000: Representing 20th-Century Space-Time Climate Variability. Part II: development of 1901 - 96 monthly grids of terrestrial surface climate. *J. of Climate*, 13, 2217 - 2238.
 25. Reynolds, R. W., 1988: A Real-Time Global Sea Surface Temperature Analysis. *J. Climate*, 1(1), 75-87.
 26. Reynolds, R. W., and D. C. Marsico, 1993: An Improved Real-Time Global Sea Surface Temperature Analysis. *J. Climate*, 6(1), 114-119.
 27. Reynolds, R. W., 1993: Impact of Mount Pinatubo Aerosols on Satellite-derived Sea Surface Temperatures. *J. Climate*, 6(4), 768-774.
 28. Reynolds, R. W., and T. M. Smith, 1993: Improved Global Sea Surface Temperature Analyses Using Optimum Interpolation. *J. Climate*, 7(6), 992-948.
 29. Reynolds, R. W., and T. M. Smith, 1995: A High-Resolution Global Sea Surface Temperature Climatology. *J. Climate*, 8(6), 1571-1583.
 30. Shen, S.-H. and K.-M. Lau, 1995: Biennial Oscillation Associated with the East Asian Summer Monsoon and Tropical Sea Surface Temperatures, *J. Meteor. Soc. Japan*, 73, No.1, 105-123.
 31. Smith, T. M. and R. W. Reynolds, 2003: Extended Reconstruction of Global Sea Surface Temperatures Based on COADS Data (1854-1997). *J. Climate*, 16(10), 1495-1510.
 32. Smith, T. M. and R. W. Reynolds, 2004: Improved Extended Reconstruction of SST (1854-1997). *J. Climate*, 17(12), 2466-2477.
 33. Smith, T. M. and R. W. Reynolds, Thomas C. Peterson, and Jay Lawrimore, 2008: Improvements to NOAA's Historical Merged Land-Ocean Surface Temperature Analysis (1880-2006). *J. Climate*, 21(10), 2283-2296.
 34. Smith, T. M. and R. W. Reynolds, 1998: A High-Resolution Global Sea Surface Temperature Climatology for the 1961 - 90 Base Period. *J. Climate*, 11(12), 3320-3323. Reynolds, R. W., N. A. Rayner, T. M. Smith, D. C. Stokes, and W. Wang 2002: An Improved In Situ and Satellite SST Analysis for Climate. *J. Climate*, 15(13), 1609-1625.
 35. Teng, H., and B. Wang, 2003: Interannual Variations of the Boreal Summer Intraseasonal Oscillation in the Asian - Pacific Region. *J. Climate*, 16, 3572 - 3584.
 36. Tsay C. T., C. H. Sui, 2009: Inter-

- decadal changes of hydrologic cycle in East Asia. The University Allied Workshop on Climate and Environmental Studies for Global Sustainability. 21-25 June, Korea
- variability: 1900-93, *J. Climate*, 10, 1004-1020.
37. Wang, B., R. Wu, and X. Fu, 2000: Pacific-East Asia teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, 13, 1517-1536.
38. Uppala, S. M., P. W. Kållberg, A. J. Simmons, U. Andrae, V. Da Costa Bechtold, M. Fiorino, J. K. Gibson, J. Haseler, A. Hernandez, G. A. Kelly, X. Li, K. Onogi, S. Saarinen, N. Sokka, R. P. Allan, E. Andersson, K. Arpe, M. A. Balmaseda, A. C. M. Beljaars, L. Van De Berg, J. Bidlot, N. Bormann, S. Caires, F. Chevallier, A. Dethof, M. Dragosavac, M. Fisher, M. Fuentes, S. Hagemann, E. Hölm, B. J. Hoskins, L. Isaksen, P. A. E. M. Janssen, R. Jenne, A. P. McNally, J.-F. Mahfouf, J.-J. Morcrette, N. A. Rayner, R. W. Saunders, P. Simon, A. Sterl, K. E. Trenberth, A. Untch, D. Vasiljevic, P. Viterbo, and J. Woollen, 2005: The ERA-40 re-analysis. *Quart. J. R. Meteorol. Soc.*, 131, 2961-3012.
39. Xue, Y., T. M. Smith, and R. W. Reynolds, 2003: Interdecadal changes of 30-yr SST normals during 1871-2000. *J. Climate*, 16(10), 1601-1612.
40. Xie, P., J.E. Janowiak, P.A. Arkin, R.F. Adler, A. Gruber, R.R. Ferraro, G.J. Huffman, S. Curtis, 2003: GPCP Pentad Precipitation Analyses: An Experimental Dataset Based on Gauge Observations and Satellite Estimates. *Climate*, 16(13), 2197-2214.
41. Zhang, Y., J. M. Wallace, and D. S. Batisti, 1997: ENSO-like interdecadal

附錄 A：國內、外氣候情資列表

氣候情報來源	資料時間長度、時間解析度	變數名(單位)
中央氣象局 局屬氣象站 Central Weather Bureau (CWB)	1951/01 ~ now (逐時) 1897/01 ~ now (日) 1951/01 ~ now (月平均) <u>測站資料(約 33 個測站)</u>	<u>Hourly : 44 variables</u> <u>Daily : 75 variables</u> Monthly
中央氣象局 自動雨量站 Central Weather Bureau (CWB)	1987/06 ~ now (逐時) <u>測站資料</u>	1. 測站氣壓 (hPa) 2. 氣溫 (°C) 3. 平均風風速 4. 平均風風向 (360 degree) 5. 降水量 (mm) 6. 日照時數 (hr)
中國測站資料	1951/01 ~ 2000/12 (逐時、 月平均) <u>測站資料(共 730 個測站)</u>	1. 日平均溫度 (0.1°C) 2. 日平均最高溫度 (0.1°C) 3. 日平均最低溫度 (0.1°C) 4. 日降水量 (0.1mm)
氣候研究小組 Climate Research Unit (<u>CRU TS 2.0</u>)	1901/01 ~ 2000/12 (月平均) 0°E ~ 360°E , 90°S ~ 90°N Lon/Lat : 0.5° x 0.5° [720 x 360] Website : http://www.cru.uea.ac.uk Reference : <u>CRU TS 2.0 Introduction</u> Mitchel et al. (2003) ; New et al. (1999, 2000)。	1. 降水 (mm) 2. 溫度 (°C) 3. 日夜溫度差 (°C) 4. 水氣壓 (hPa) 5. 雲量(oktas)
美國國家環境預報中心 ：再分析資料第一版 National Centers for Environmental Prediction /National Center for Atmospheric Research(NCEP/NCAR) Reanalysis Project (NCEP R1)	1948/01 ~ now (每 6 小時) 1949/01 ~ now (月平均) [等壓面] 0°E ~ 360°E , 90°S ~ 90°N Lon/Lat : 2.5° x 2.5° [144 x 73] Lev : 17 (1000hPa ~ 10hPa) [地面] 0°E ~ 360°E , 88.542°S ~ 88.542°N Lon/Lat : 1.875° x Gaussian [192 x 94] 網站連結 : NCEP/NCAR Reanalysis Project 下載 : NOMAD3 server 參考文獻 : Kalnay et al. (1996) ; Kistler et al. (2001)。	等壓面 : 每 6 小時、月平均 地面 : 每 6 小時、月平均

美國國家環境預報中心 ：再分析資料第二版 National Centers for Environmental Prediction(NCEP/DOE) AMIP Reanalysis II (NCEP R2)	1979/01 ~ now (每 6 小時, 月平均) [等壓面] 0°E ~ 360°E , 90°S ~ 90°N Lon/Lat : 2.5° x 2.5° [144 x 73] Lev : 17 (1000hPa ~ 10hPa) [地面] 0°E ~ 360°E , 88.542°S ~ 88.542°N Lon/Lat : 1.875° x Gaussian [192 x 94] [波譜空間] 0°E ~ 360°E , 88.542°S ~ 88.542°N Lon/Lat : 1.875° x Gaussian [192 x 94] Lev : 28 (9950Pa ~ 25hPa)	等壓面 : 每 6 小時、月平均 地面 : 每 6 小時、月平均 譜空間 : 月平均
歐洲中期天氣預報-再 分析資料 European Center for Medium range Weather Forecasting (ECMWF) Re-Analysis(ERA40)	網站 : NCEP/DOE AMIP-II Reanalysis 下載連結 : NOMAD3 server 參考文獻 : Kanamitsu et al.(2002)。	等壓面 : 11 個變數 地面 : 每 6 小時、月平均
海洋大氣管理局：最佳 化內插海溫資料 National Oceanic and Atmospheric Administration(NOAA) Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST)	[第一版] 1981/11 ~ 2002/05 (每週, 月平均) [第二版] 1981/11 ~ now (每週) 1981/12 ~ now (月平均) 0.5°E ~ 359.5°E , 89.5°S ~ 89.5°N Lon/Lat : 1° x 1° [360 x 180] [重建版] 1950/01 ~ 2001/12 (月平均) 1°E ~ 3°E , 89°S ~ 89°N Lon/Lat : 2° x 2° [180 x 90]	海溫 (°C)

	網站：NOAA Optimum Interpolation Sea Surface Temperature Analysis 下載連結：FTP，CDC (V2) 參考文獻：Reynolds(1988)；Reynolds and Marsico(1993)；Reynolds(1993)；Reynolds and Smith(1993，1995)；Smith and Reynolds(1998)；Reynolds et al.(2002)。	
氣候資料中心：重建海溫資料 National Climatic Data Center (NCDC)'s Extended Reconstructed SST (ERSST)	[第一版] 1854/01 ~ 2005/06(月平均) [第二/三版] 1854/01 ~ now (月平均) 0°E ~ 358°E，88°S ~ 88°N Lon/Lat：2° x 2° [180 x 89]	海溫 (°C)
	Website：Extended Reconstructed Sea Surface Temperature download：FTP(V2)，CDC (V2)，FTP(V3) 參考文獻：Xue et al.(2003)；Smith et al.(2003, 2004, 2008)。	
衛星微波影像 Tropical Rainfall Measuring Mission(TRMM) Microwave Imager (TMI)	1997/12 ~ now (逐日,每週,月平均) 0.125°E ~ 359.875°E，39.875°S ~ 39.875°N Lon/Lat：0.25° x 0.25° [1440 x 320]	1. 海表面溫度 (°C) 2. 地表風速(m/s) 使用 11 Ghz 頻道 3. 地面風速(m/s)使用 37 Ghz 頻道 4. 大氣水氣 (mm) 5. 雲水含量 (mm) 6. 降雨率 (mm/hr)
	網站：Remote Sensing System (RSS / TMI) 下載方式：FTP	
戴愛國資料庫 Dai dataset	1900/01 ~ 1988/12 (月平均) 0.25°E ~ 360.25°E，79.25°S ~ 89.25°N Lon/Lat：2.5° x 2.5° [144x73]	降水
	網站：Observed Land Surface Precipitation Data 參考水獻：Dai et al.(1997)。	
聯合颱風警報中心 Joint Typhoon Warning Center (JTWC)	1945 ~ 2006	颱風最佳化路徑 bio：Northern Indian Ocean bsh：Southern Hemisphere bwp：Western North Pacific Ocean
	網站 1：Joint Typhoon Warning Center Products 網站 2：Unisys Weather	

全球降水氣候計畫 Global Precipitation Climatology Project (GPCP)	1987/01 ~ present(月平均) 1.25°E ~ 358.75°E , 88.75°S ~ 88.75°N Lon/Lat : 2.5° x 2.5° [144 x 72] 1.1997/01 ~ present (逐 日) 0.5°E ~ 359.5°E , 89.5°S ~ 89.5°N Lon/Lat : 1° x 1° [360 x 181]	降水
	網站 1 : Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX) 網站 2 : Global Precipitation Climatology Project (GPCP) 下載方式 : FTP 參考文獻 : Adler et al.(2003) ; Xie et al.(2003) ; Huffman et al.(1997)。	