

宜蘭地區秋季共伴豪雨與聖嬰-南方震盪的遙相關

林淑芬

中央研究院歷史語言研究所

(中華民國 106 年 11 月 24 日收稿，中華民國 107 年 5 月 04 日定稿)

摘 要

宜蘭地區自古以多雨聞名，特別是在每年秋季，台灣西南部已進入枯水期，位於東北部的宜蘭卻可能出現致災性降雨，造成當地生命財產蒙受極大的損失，這些秋季豪雨的發生經常和共伴效應有關。本文比較蘇澳、宜蘭和竹子湖氣象站在 1982-2016 年間的雨量觀測數據，指出蘇澳氣象站的豪雨紀錄是台灣秋季共伴豪雨的代表性資料。透過該站及宜蘭縣境內自動測站秋季共伴豪雨事件所對應的共伴颱風性質，本文嘗試框畫出台灣發生共伴降雨時的共伴颱風熱區，大致是在 $15-23^{\circ}\text{N}$ ， $108-124^{\circ}\text{E}$ 之間的區域。而由共伴豪雨事件與赤道太平洋地區聖嬰-南方震盪(ENSO)活動紀錄的比對，證實兩者之間存在著遙相關。自 1982 年以來，在反聖嬰現象發生期間的秋季，宜蘭地區往往也留下共伴豪雨紀錄，尤其是在強烈反聖嬰事件期間。因為在赤道太平洋進入反聖嬰時期的秋季，有較多颱風的移動路徑向西直行經過台灣南方海域，這將有利於共伴效應的發生，進而在宜蘭或台灣北部、東北部地區降下共伴豪雨。這樣的結果不僅對氣象預測提供了極為重要的訊息，在古氣候與古人文研究上，也提供了有關宜蘭古代豪雨事件的發生機制與理論基礎。

關鍵詞：秋季豪雨、共伴效應、聖嬰-南方震盪、宜蘭地區

一、前言

宜蘭地區自古以多雨聞名，一方面因為這裡是台灣全島雨量最為豐沛的地區之一，另一方面也因為宜蘭秋冬季節的降雨型態是很特殊的氣象現象。《噶瑪蘭廳志卷五上》中描述著宜蘭的氣候：“蘭與通臺氣候亦自有別。…。蘭與淡水接壤，淡水冬多朔風，飛沙拔木；蘭則冬多淋雨，積潦成渠。蘭尤時常陰翳連天，密雨如線，即逢晴霽，亦潮濕異常。…。故常交霪為雨，與通臺氣候竟有不同”。宜蘭由於位在台灣東北隅，受到東北季風的影響最為直接，加上口袋狀地形之故，在每年秋冬之際，東北季風自海面長驅直入，帶著水氣的氣團受到平原四周的高山所阻擋而抬升，形成連續不停的降雨。相較之下在每年夏季，溫暖的西南季風雖然飽含水氣，但由於中央山脈的阻擋，位處背風面的宜蘭很少接受降雨，只有在夏季颱風襲擊時才會帶來顯著雨量。

中央氣象局的降雨紀錄顯示，位在宜蘭平原中心的宜蘭氣象站年平均降雨量 2765 mm(1936-2016 年)，平原

東南側的蘇澳氣象站則達 4392 mm (1982-2016 年)，兩測站的雨量分布皆以秋季(9、10、11 月份)最為多雨，秋雨平均量分別達 1185 mm 和 1884 mm，佔全年總雨量的 43%左右，是全台灣秋雨佔全年比重最高的地區。根據降雨特性，宜蘭地區全年的降雨分布可分為四個階段，每年 5、6 月是梅雨期，7、8 月是旱季，降雨日數最少，但颱風常常帶來豪雨，9 月中旬至 11 月是在東北季風及颱風環流的雙重影響之下暴雨頻仍，12 月至翌年 4 月則是東北季風帶來的綿綿細雨(中央氣象局宜蘭氣象站，www.cwb.gov.tw)。

台灣由於位在全球最大陸塊(歐亞陸塊)與最大海洋(太平洋)的交接地帶，氣候條件主要受到東亞季風的影響。每年秋冬時節盛行東北季風，台灣西南部雖然在中央山脈的阻擋之下進入枯水期，位於東北部的宜蘭地區卻因面迎挾帶豐沛水氣的東北季風，降雨量頗為可觀。大致而言，宜蘭地區與東北季風有關的降雨可以分成兩種型態，一種是東北季風與颱風環流雙重

影響下的強降雨，好發於秋季，另一種則是東北季風所帶來細綿不絕的地形雨，通常含跨整個秋冬時節(王等，1984；Chen and Chen, 2003)。

自 19 世紀初清朝將宜蘭收入版圖之始，降雨的天然災害顯然已是蘭地居民重要的生活經驗，《噶瑪蘭廳志卷八》蘭陽雜詠八首中的『漏天』寫到：

“聞道黔中雨勢偏，秋冬蘭雨更連綿。
氣迎塞北風掀浪，地處瀛東水上天。
補石欲邀媧再鍊，變桑誰信海三遷。
可憐沖壓艱修復，租稅年年泣廢田”
當中深刻描寫著蘭地因為秋冬多雨，造成海陸變遷及居民身家財產因天災而受損的悲苦景象。就降雨型態而言，連綿不絕的冬雨或許淒苦難耐，但是瞬間大雨所帶來的水患災情對蘭地居民的衝擊更是嚴酷。以近年發生的氣候性災害為例，在 2009 年和 2010 年秋季，宜蘭地區接連受到豪雨襲擊，先是 2009 年 10 月 5 日因中度颱風芭瑪引發共伴效應，驟雨造成冬山鄉成為水鄉澤國，同樣是共伴效應又發生在隔年的 10 月 21 日，梅姬颱風引發了當地創新歷史紀錄的單日總雨量，

重創蘇澳和蘇花公路一帶，兩次極端降雨事件皆造成當地生命財產蒙受極大的損失。

極端降雨由於經常引起災害，長期以來受到社會各界的關注，過去已有許多學者對於台灣北部、東北部地區秋季豪雨的觀測資料、發生機制和大尺度綜觀天氣情勢進行統計與分析(葉，1977；潘等，1984；張等，1995；曲和陳，1998；俞和馬，1991)，也曾針對歷年來幾次豪雨個案進行數值模擬(周等，2001；張，2004；李等，2007；馮，2007；Wu et al., 2009；曾，2011；蕭，2012)。以台灣的地理位置，由於進入秋季之後的環境風場已轉變為盛行東北季風，此時台灣南方若有颱風移近，即使颱風中心並未登陸，甚至距離台灣陸地有數百公里之遙，具有豐沛水氣的颱風外圍環流亦可能與東北季風產生交互作用，並在台灣北部、東北部導致豪雨發生，此東北季風與颱風的交互作用稱為共伴效應(葉，1977)，此類颱風則稱之為共伴颱風。

觀測資料顯示，颱風環流與東北季風共伴造成台灣北部、東北部降下

豪雨的個案大都發生在 9、10、11 等三個月份，以 10 月份出現的次數最多(葉, 1977), 常有鋒面伴隨(李等, 2007)。根據統計，過去共伴颱風的行進路線可概分為二類，一為由東向西行經巴士海峽或呂宋島進入南海或台灣海峽南部，另一則是由台灣東方近海北上(葉, 1977; 曲和陳, 1988; 李等, 2007)。當颱風中心位在台灣南方，隨著颱風外圍環流所挾帶的暖濕氣流向北移動，與來自東北方的冷空氣在台灣東部外海交會輻合，此時在強勢東北風場的主導之下，致使輻合氣流往西或西南方移動至陸地，並受地形影響進一步抬升、舉升凝結，造成對流發展旺盛並降下豪雨(李等, 2007; Wu et al., 2009)。

對於宜蘭地區而言，獨特的口袋狀地形顯然在豪雨的空間分布上扮演著重要角色，不僅提供氣流舉升的有利條件，更有加強並鎖定降雨中心的作用。透過數值模擬，當東北季風進入三面環山的宜蘭平原，在地形作用之下將形成兩股分流，一股遇山阻擋直接向上爬升，另一股則會沿著地形

向南繞流，在這兩股氣流的聯合運作之下，位在宜蘭平原南側及東南側的地形迎風面往往成為雨量分布的中心位置(張, 2004)，也因此，平原東南側的蘇澳氣象站有著相對顯著的地形效應，此地所觀測到的雨量紀錄總是高於宜蘭氣象站(楊, 2011)，在 1982-2016 年期間蘇澳氣象站單日總雨量超過 200 mm 的累積日數達到 52 日，遠高於宜蘭氣象站的 21 日。

整體而言，造成宜蘭地區秋季發生共伴豪雨¹的因素，除了獨特口袋狀地形加強了降雨效應之外，秋季颱風與東北季風等綜觀尺度環境場更是造成共伴豪雨的主觀要件。由於每年秋季，全台已逐步籠罩在東北季風的環境風場下，相對而言，颱風在入秋之後已不若夏季颱風尖峰時期般頻繁發生，因此秋颱的生成，且適時行經台灣南方並與東北季風產生共伴效應是宜蘭秋季共伴豪雨的重要關鍵。過去研究顯示，颱風的生成時間、位置、移動路徑、強度、持續壽命皆受到赤

¹ 本文中的豪雨是指單日總雨量達到 200mm 以上的情形，此為本文設定之研究範疇，秋季共伴效應所引發的強降雨理當不只這些案例。

道太平洋地區海表溫度的影響，聖嬰、反聖嬰事件由於會造成西北太平洋地區海表溫度分布的位移，因此改變颱風特性 (Chia and Ropelewski, 2002; Wang and Chan, 2002; Camargo and Sobel, 2005)。本文整理 1982-2016 年、前後 35 年期間宜蘭縣境內氣象測站的豪雨紀錄，從中篩選出秋季共伴效應造成強降雨的代表性資料，分析其所對應共伴颱風的中心位置與移動路線，同時結合熱帶太平洋所記錄到的海洋聖嬰指標(ONI)，討論宜蘭秋季豪雨和聖嬰-南方震盪之間的遙相關。

二、台灣秋季共伴降雨的代表性資料

秋季共伴效應所造成的強降雨在空間分布上往往集中在台灣北部及東北部區域，因此本文整理該區域的代表性氣象站，包括蘇澳、宜蘭、竹子湖等三個測站在 1982²-2016 年期間的秋季(9-11 月份)豪雨紀錄，以獲得秋季共伴降雨的代表性資料。在此期間，蘇澳站共記錄了 40 個豪雨日(表 1)，宜蘭站有 13 日(表 2)，竹子湖站則為 41

日(表 3)，由於這些豪雨個案的發生機制除了東北季風與颱風外圍環流發生共伴所導致的降雨之外，也包括受到颱風侵襲時颱風環流的直接貢獻，以及秋季鋒面通過時帶來的降雨，因此若比對過去的侵台颱風紀錄，蘇澳站 40 個豪雨日中有 4 日正位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內或是邊緣地帶，是颱風環流直接帶來的降雨，其餘 36 日則與東北季風的作用有關，這些日數約佔全部豪雨日數的 90%；宜蘭站 13 個豪雨日中有 4 日與颱風環流的直接貢獻有關，因此與東北季風有關的降雨日數為 9 日，約佔全部日數的 69%；至於竹子湖站，雖然秋季豪雨日數高居三個氣象站之冠，達到 41 日，但其中受到颱風環流直接影響的降雨有 24 日，只有 17 日與東北季風的降雨有關，僅佔全部日數的 41%左右。此結果說明蘇澳和宜蘭氣象站的秋季豪雨紀錄中，只有少部分是導因於颱風環流的直接貢獻，共伴效應和秋季鋒面通過帶來的降雨才是宜蘭地區秋季豪雨最主要的降雨機制，相對而言，竹子湖氣象站秋季豪雨的降雨因素較為複雜，

² 這三個測站中以蘇澳站最晚設立，因此本文以其設立年份 1982 年為分析資料的起始年份。

在 41 個豪雨日紀錄中有一半以上(59%) 效應雖然也會在此地引發豪雨，但整與颱風直接襲擊有關，說明秋季共伴 體貢獻度較低。

表 1 蘇澳氣象站 1982-2016 年間秋季豪雨紀錄及其對應之西北太平洋颱風資料。

豪雨事件編號	豪雨日編號	豪雨日期	蘇澳站日總雨量 (mm)	颱風名稱	海上警報期間	陸上警戒範圍	相關研究文獻
# 1	1	1986.10.15	238.7	艾倫 (Ellen)	1986.10.14-10.17	台南以南地區	
# 2	2	1986.11.21	251.9	喬依 (Joe)	無警報發布		
# 3*	3	1987.09.09	201.6	傑魯得 (Gerald)	1987.09.07-09.11	台灣各地區，豪雨當日蘇澳站位於颱風暴風半徑籠罩範圍邊緣	
# 4	4	1987.10.27	250.8	琳恩 (Lynn)	1987.10.22-10.27	台灣各地區，宜蘭縣未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	曲和陳, 1988; 李等, 2007
# 5	5	1988.09.19	219	瑪美 (Mamie)	無警報發布	未發布陸上警報	
# 6	6	1988.09.21	216.7	克蒂 (Kit)	1988.09.21-09.22	未發布陸上警報	
# 7	7, 8	1988.10.01-10.02	257.5, 267.9				
# 8	9	1988.10.26	283.3	魯碧 (Ruby)	1988.10.25-10.27	未發布陸上警報	
# 9	10	1991.11.24	319.5				
# 10	11	1992.11.16	538.5				
# 11	12, 13	1995.10.08-10.09	407.8, 284.0	泰德 (Ted)	無警報發布		張, 2004
# 12	14	1995.11.05	259.3	安琪拉 (Angela)	無警報發布		
# 13	15, 16	1996.10.09-10.10	237.0, 299.2				葉, 2003
# 14	17	1996.11.15	211.5				
# 15	18	1996.11.25	206.0				葉, 2003
# 16	19	1998.10.04	294.5				
# 17*	20	1998.10.15	299.5	瑞伯 (Zeb)	1998.10.13-10.17	台灣各地區，豪雨當日蘇澳站位於颱風暴風半徑籠罩範圍邊緣	周等, 2001
# 18	21, 22	1998.10.24-10.25	242.0, 369.5	芭比絲 (Babs)	1998.10.25-10.27	台灣各地區，宜蘭縣未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	Wu et al., 2009
# 19	23	1998.11.27	301.0				
# 20	24	1999.10.16	220.0				
# 21	25	2000.11.05	356.0	貝碧佳 (Bebinca)	2000.11.06-11.07	未發布陸上警報	
# 22*	26	2001.09.17	315.5	納莉 (Nari)	2001.09.08-09.10, 09.13-09.19	台灣各地區，豪雨當日蘇澳站位於颱風暴風半徑籠罩範圍之內	
# 23	27	2005.10.08	216.2				
# 24	28	2006.09.10	204.5				馮, 2007
# 25	29	2007.11.08	218.7	琵琶 (Peipah)	無警報發布		
# 26	30	2007.11.26	202.5	米塔 (Mitag)	2007.11.26-11.27	未發布陸上警報	
# 27*	31	2008.09.28	214.5	薔蜜 (Jangmi)	2008.09.26-09.29	台灣各地區，豪雨當日蘇澳站位於颱風暴風半徑籠罩範圍之內	
# 28	32, 33, 34	2009.10.05, 10.12-10.13	308.7, 230.2, 221.6	芭瑪 (Parma)	2009.10.03-10.06	恆春半島	曾, 2011; 蕭, 2012
# 29	35, 36, 37	2010.10.20-10.22	250.9, 939.5, 242.5	梅姬 (Megi)	2010.10.21-10.23	台中以南地區	
# 30	38	2011.10.03	410.4	奈格 (Nalgae)	無警報發布		
# 31	39, 40	2016.11.22-11.23	225.8, 232.7				

* 灰色底色為受到颱風環流直接影響之豪雨事件

表 2 宜蘭氣象站 1982-2016 年間秋季豪雨紀錄及其對應之西北太平洋颱風資料。

豪雨事件編號	豪雨日編號	豪雨日期	宜蘭站日總雨量 (mm)	颱風名稱	海上警報期間	陸上警戒範圍	備註
# 1	1	1983.10.12	291.9	喬伊 (Joe)	無警報發布		
# 2	2	1988.09.17	204.2				
# 3	3	1988.10.01	329.7				
# 4	4	1988.10.26	355.6	魯碧 (Ruby)	1988.10.25-10.27	未發布陸上警報	
# 5	5	1995.11.05	244.5	安琪拉 (Angela)	無警報發布		
# 6*	6	1998.10.15	288.1	瑞伯 (Zeb)	1998.10.13-10.17	豪雨當日宜蘭站位於颱風暴風半徑籠罩範圍邊緣	10.16 東方海面北上
# 7	7	1998.10.25	383.4	芭比絲 (Babs)	1998.10.25-10.27	台灣各地區，宜蘭縣未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	
# 8	8	1998.11.27	265.5				
# 9*	9	2001.09.17	321.0	納莉 (Nari)	2001.09.08-09.10, 09.13-09.19	豪雨當日宜蘭站位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.16 東北角登陸
# 10*	10	2007.10.06	203.0	柯羅莎 (Krosa)	2007.10.05-10.07	豪雨當日宜蘭站位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	10.06 頭城登陸
# 11*	11	2008.09.14	355.5	辛樂克 (Sinlaku)	2008.09.11-09.15	豪雨當日宜蘭站位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.14 蘭陽溪口登陸
# 12	12	2010.10.21	356.5	梅姬 (Megi)	2010.10.21-10.23	台中以南地區	
# 13	13	2011.10.03	222.9	奈格 (Nalgae)	無警報發布		

* 灰色底色為受到颱風環流直接影響之豪雨事件

表 3 竹子湖氣象站 1982-2016 年間秋季豪雨紀錄及其對應之西北太平洋颱風資料。

豪雨事件編號	豪雨日編號	豪雨日期	竹子湖站日總雨量 (mm)	颱風名稱	海上警報期間	陸上警戒範圍	備註
# 1*	1	1985.10.04	274.5	白蘭黛 (Brenda)	1985.10.02-10.05	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	10.04 東方海面北上
# 2*	2, 3	1986.09.18-09.19	338.2, 215.6	艾貝 (Abby)	1986.09.16-09.20	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.19 成功登陸
# 3*	4, 5	1987.09.08-09.09	208.3, 209.1	傑魯得 (Gerald)	1987.09.07-09.11	豪雨當日位於颱風暴風半徑籠罩範圍邊緣	
# 4	6, 7, 8	1987.10.23-10.25	336.4, 1135.5, 204.7	琳恩 (Lynn)	1987.10.22-10.27	台灣各地區，台北市未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	
# 5	9	1988.09.19	216.7	瑪美 (Mamie)	無警報發布	未發布陸上警報	
# 6	10	1988.10.26	262.9	魯碧 (Ruby)	1988.10.25-10.27	未發布陸上警報	
# 7*	11	1989.09.11	221.8	莎拉 (Sarah)	1989.09.08-09.13	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.12 花蓮成功間登陸
# 8*	12	1994.10.10	414.2	席斯 (Seth)	1994.10.07-10.11	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	10.09 東方海面北上
# 9	13, 14	1996.09.28-09.29	290.8, 269.6	薩恩 (Zane)	1996.09.27-09.28	未發布陸上警報	09.28 東方海面北上
# 10*	15, 16	1998.10.15-10.16	371.0, 543.0	瑞伯 (Zeb)	1998.10.13-10.17	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	10.16 東方海面北上
# 11	17, 18	1998.10.25-10.26	291.8, 236.0	芭比絲 (Babs)	1998.10.25-10.27	台灣各地區，台北市未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	
# 12*	19, 20	2000.10.31-11.01	223.5, 531.0	象神 (Xangsane)	2000.10.30-11.01	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	11.01 東部近海北上
# 13	21	2001.09.05	294.5				
# 14*	22, 23, 24	2001.09.16-09.18	685.0, 339.5, 246.0	納莉 (Nari)	2001.09.08-09.10, 09.13-09.19	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.16 東北角登陸
# 15	25	2001.09.26	245.0	利奇馬 (Lekima)	2001.09.23-09.28	台東、花蓮及雲林以南地區	09.26 台東大武間登陸
# 16*	26	2004.09.11	212.0	海馬 (Haima)	2004.09.11-09.13	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.12 形成於東方海面，向北移動
# 17*	27	2004.10.25	281.0	納坦 (Nockten)	2004.10.23-10.26	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	10.25 頭城北方登陸
# 18	28	2005.10.08	248.0				
# 19	29	2006.09.10	556.5				
# 20*	30	2007.09.18	381.0	韋帕 (Wipha)	2007.09.17-09.19	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.18 通過北方海面
# 21*	31	2007.10.06	448.5	柯羅莎 (Krosa)	2007.10.05-10.07	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	10.06 頭城登陸
# 22	32	2007.11.26	256.0	米塔 (Mitag)	2007.11.26-11.27	未發布陸上警報	
# 23*	33, 34	2008.09.13-09.14	448.0, 354.0	辛樂克 (Sinlaku)	2008.09.11-09.15	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.14 蘭陽溪口登陸
# 24*	35	2008.09.28	416.0	薔蜜 (Jangmi)	2008.09.26-09.29	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.28 南澳登陸
# 25	36	2009.09.28	201.5	凱莎娜 (Ketsana)	無警報發布		
# 26	37	2010.10.21	409.5	梅姬 (Megi)	2010.10.21-10.23	台中以南地區	
# 27	38	2011.10.03	330.5	奈格 (Nalgae)	無警報發布		
# 28*	39	2015.09.28	361.6	杜鵑 (Dujan)	2015.09.27-09.29	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.28 南澳登陸
# 29*	40	2016.09.17	232.0	馬勒卡 (Malakas)	2016.09.15-09.18	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.17 東部近海北上
# 30*	41	2016.09.27	320.6	梅姬 (Megi)	2016.09.25-09.28	豪雨當日位在颱風暴風半徑籠罩範圍之內	09.27 花蓮登陸

* 灰色底色為受到颱風環流直接影響之豪雨事件

蘇澳和宜蘭氣象站雖然都位在宜蘭縣境內，相距只有 20 公里左右，不過因為地形效應，兩地的豪雨觀測紀錄有著顯著差別。在 1982-2016 年期間，蘇澳氣象站的豪雨總日數有 52 日，宜蘭氣象站只有 21 日，而在秋季豪雨日數上，蘇澳氣象站有 40 日，遠高於宜蘭站的 13 日，若扣除颱風環流直接貢獻的降雨，則蘇澳氣象站有 36 日秋季豪雨的降雨機制和東北季風的作用有關(表 1)，也遠高於宜蘭氣象站的 9 日(表 2)。過去張(2004)曾透過數值模擬，指出當東北季風進入三面環山的宜蘭平原後，在地形作用之下，將會在平原南側的地形迎風面形成降雨中心，這說明在宜蘭平原口袋狀地形的影響之下，位在東南側平原與山地交界地帶的蘇澳氣象站，顯然會比位在平原北側的宜蘭氣象站有著較高的降雨量，也因此留下較多的豪雨紀錄。

地形效應造成豪雨在空間分布上的差異也顯示在宜蘭縣境內自動測站的雨量觀測紀錄中。若比較 1996-2016 年期間自動測站³的豪雨資料，在 18

個測站當中，記錄下最多秋季豪雨日數的三個測站分別是位在平原南側地形迎風面上的古魯站、寒溪站和新寮站，相對而言位於平原北側的壯圍站、頭城站和內城站所記錄的豪雨日數明顯少了許多(圖 1)，說明在地形影響之下，宜蘭平原南側地形迎風面有著較多且相對詳細完整的豪雨記錄。

這些自動測站的觀測資料始自 1996 年，在時間深度上不及蘇澳氣象站和宜蘭氣象站，但具有降雨空間分布的意義，因此本文以蘇澳氣象站 1982-2016 年的觀測資料為主，輔以宜蘭氣象站和宜蘭縣境內這 18 個自動測站的豪雨記錄，嘗試將宜蘭地區秋季豪雨事件與西北太平洋的颱風歷史進行連結，試圖找出引發共伴效應的颱風，並藉由這些颱風的移動路線及宜蘭地區降下豪雨當日的颱風中心位置，描繪台灣北部、東北部出現秋季共伴豪雨時的共伴颱風熱區。

³ 本文只比較研究設立於 1996 年的 18 個自動

測站觀測紀錄，設立較晚或觀測期間中斷的另外 8 個測站資料並未納入考慮。

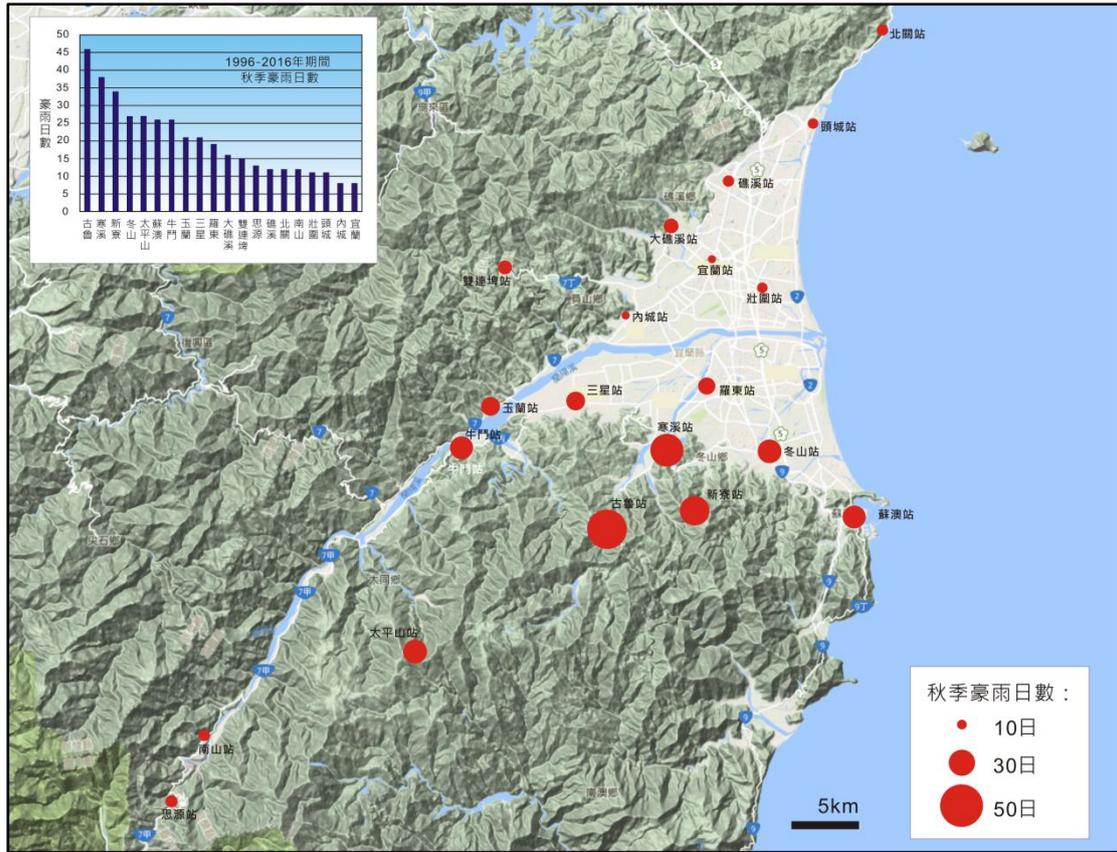


圖 1 宜蘭縣境內 1996-2016 年間 18 個自動測站和蘇澳、宜蘭兩個氣象站記錄之秋季豪雨日數圖(左上)，及豪雨日數空間分布圖。(底圖來自中央研究院 GIS 中心)

三、宜蘭地區的豪雨紀錄與共伴颱風

歷年來的雨量觀測資料顯示，蘇澳氣象站在 1982-2016 年期間總共記錄到 52 個豪雨日，其中有 40 日出現在 9-11 月份，只有 12 個豪雨日是發生在其餘的 9 個月份，豪雨集中發生於秋季的現象十分明顯(圖 2)。一般而言，台灣各地的豪雨大多源自於梅雨鋒面或是夏季颱風的直接襲擊(Chen and Chen, 2003；Chen et al., 2007)，宜蘭由

於位處台灣東北隅，且三面環山，在山脈阻擋之下受到梅雨鋒面的影響較小(Chen et al., 2007)，而在颱風降雨上，統計期間蘇澳氣象站的豪雨紀錄也很少與颱風的直接襲擊有關，相關案例只有 1987 年 9 月傑魯得颱風、1997 年 8 月安珀颱風、1998 年 10 月瑞伯颱風、2001 年 9 月納莉颱風、2007 年 8 月聖帕颱風、以及 2008 年 9 月薔蜜颱風，其餘的豪雨個案顯然有著不同於颱風襲擊的降雨機制。

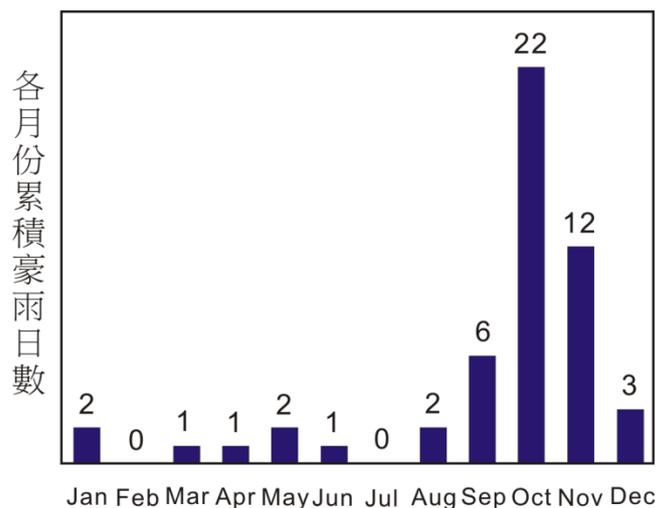


圖 2 蘇澳氣象站 1982-2016 年間各月份累積豪雨日數圖。

在蘇澳氣象站所記錄的 40 個秋季豪雨日中，若考慮單一氣候事件可能導致多日豪雨的情形，共可歸納出 31 次豪雨事件(表 1)，當中有 4 次是受到颱風環流直接貢獻的強降雨，另外 27 次秋季豪雨事件的降雨機制則與東北季風的作用有關，其中包括了東北季風與颱風外圍環流發生共伴效應所造成的共伴降雨。若進一步與西北太平洋地區的颱風歷史進行比對，可發現有 15 次事件和行經台灣南方的颱風紀錄具有同時性，亦即蘇澳氣象站留下豪雨紀錄的當時，在綜觀環境場下有颱風生成並行經台灣南方區域，暗示著這些颱風與宜蘭秋季豪雨之間的共

伴關聯性。至於其餘的 12 次豪雨事件雖然沒有可對應的颱風紀錄，但部分事件仍可能與共伴效應有關，例如 1996 年 10 月 9-10 日及 1996 年 11 月 25 日的豪雨事件，當時的綜觀天氣圖上低緯度地區有熱帶低壓存在，並由衛星雲圖發現此低壓與中緯度高壓似乎形成共伴環流，應是導致蘇澳地區降下豪雨的原因(葉，2003)。然而考量秋季鋒面經過亦會帶來可觀的雨量，與共伴效應並無關聯，因此本文對於這些降雨機制並不明確的豪雨事件，在下文共伴颱風的比較研究中將不列入考慮。

表 4 宜蘭縣境內 1996-2016 年間 18 個自動測站秋季豪雨紀錄排序，及相對應的蘇澳站、宜蘭站、竹子湖站雨量紀錄與西北太平洋颱風資料。

豪雨事件編號	豪雨日期	蘇澳站	宜蘭站	竹子湖站	自動測站豪雨紀錄排序 (日總雨量mm)	台灣南方海域的 颱風系統	備註*
		日總雨量(mm)**					
#12	19961009	237.0	14.7	59.5	新寮(232.0)、冬山(227.0)、古魯(203.0)		
	19961010	299.2	171.5	75.4	冬山(388.5)、新寮(315.5)、寒溪(289.5)、羅東(236.0)、壯圍(232.0)		
	19961012	151.1	60.5	86.0	牛門(333.0)、新寮(256.0)、寒溪(242.0)、冬山(221.0)		
	19961103	5.4	7.8	44.1	寒溪(310.0)、新寮(305.5)、三星(215.0)		
	19961109	170.4	176.5	60.5	冬山(200.0)	爾尼 (Ernie)	
#13	19961115	211.5	69.5	130.5	新寮(286.5)、冬山(284.0)、寒溪(215.5)		
#14	19961125	206.0	59.0	3.3			
	19980928	125.3	141.4	178.0	太平山(388.0)、古魯(384.5)、牛門(281.5)、南山(257.0)、寒溪(243.5)等		宜蘭縣位於楊妮颱風暴風半徑籠罩範圍內
#15	19981003	179.8	99.7	65.2	古魯(296.0)、寒溪(289.5)、新寮(268.0)、冬山(226.0)、玉蘭(212.5)、三星(211.0)		
	19981004	294.5	140.3	93.4	古魯(679.0)、太平山(322.0)、新寮(308.5)、冬山(271.0)、寒溪(267.5)、牛門(216.5)		
	19981005	168.1	186.5	120.5	古魯(254.0)、大礁溪(208.0)、礁溪(206.0)		
#16	19981015	299.5	288.1	371.0	牛門(492.0)、太平山(481.0)、新寮(467.5)、古魯(463.5)、寒溪(457.5)等		宜蘭縣位於瑞伯颱風暴風半徑籠罩範圍內
	19981016	95.5	181.1	543.0	大礁溪(350.0)、頭城(295.5)、北關(263.0)、礁溪(259.0)、雙連埤(209.5)		
#17	19981024	242.0	72.6	107.1	新寮(269.0)、寒溪(232.5)、古魯(226.5)		
	19981025	369.5	383.4	291.8	大礁溪(442.0)、雙連埤(419.0)、內城(398.5)、寒溪(383.5)、羅東(380.5)、礁溪(380.0)、新寮(360.0)、壯圍(346.5)、三星(333.5)、頭城(328.5)、玉蘭(282.5)、牛門(254.5)、古魯(249.5)、北關(205.5)、太平山(200.0)	芭比絲 (Babs)	
	19981026	143.0	184.0	236.0	新寮(640.0)、寒溪(457.0)、羅東(438.5)、三星(416.5)、雙連埤(324.5)、內城(314.0)、大礁溪(287.5)、玉蘭(216.5)		
	19981027	36.6	175.3	22.0	壯圍(256.0)		
#18	19981127	301.0	265.5	73.7	冬山(371.0)、壯圍(318.5)、新寮(287.0)、羅東(278.0)、礁溪(251.5)		
	19991005	20.0	42.2	107.6	玉蘭(281.0)、寒溪(255.0)	丹恩 (Dan)	
	19991012	21.6	23.4	19.2	新寮(229.5)		
	19991014	1.0	未觀測	0.0	新寮(203.5)		
#19	19991016	220.0	126.4	192.1	古魯(257.5)		
	20001013	68.0	21.7	83.0	寒溪(218.0)、古魯(201.0)		
	20001014	41.5	9.3	67.0	新寮(266.5)、冬山(216.0)、寒溪(205.0)		
	20001031	192.6	155.0	223.5	太平山(375.0)、古魯(349.0)、頭城(300.5)、寒溪(260.0)、新寮(257.0)等		宜蘭縣位於象神颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20001101	121.5	163.1	531.0	古魯(318.0)、太平山(250.0)、大礁溪(229.5)、壯圍(227.5)、新寮(213.5)等		
#20	20001105	356.0	163.2	74.5	羅東(348.0)、冬山(297.5)、新寮(272.0)、寒溪(271.5)、玉蘭(268.5)、三星(240.0)、牛門(227.0)、壯圍(222.5)、內城(222.5)、古魯(215.0)	貝碧佳 (Bebinca)	
	20001108	140.5	111.4	73.0	頭城(234.5)		
	20001113	169.5	141.0	18.5	頭城(201.5)		
#21	20010916	172.5	181.9	685.0	大礁溪(369.5)、北關(351.5)、礁溪(312.5)、頭城(254.0)、雙連埤(243.0)		宜蘭縣位於納莉颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20010917	315.5	321.0	339.5	古魯(937.0)、太平山(743.5)、牛門(656.0)、寒溪(561.0)、三星(524.5)等		
	20010918	43.5	34.2	246.0	牛門(432.0)、古魯(357.5)、玉蘭(252.0)		
	20010923	103.5	41.4	151.0	太平山(334.5)、古魯(320.0)、南山(224.0)		
	20010925	103.5	84.0	159.5	古魯(500.0)、太平山(399.5)、牛門(285.5)、寒溪(239.0)、新寮(226.5)、思源(201.5)	利奇馬 (Lekima)	
	20010926	76.5	140.0	245.0	古魯(346.0)、牛門(258.5)、太平山(251.0)、雙連埤(240.0)		宜蘭縣位於利奇馬颱風暴風半徑籠罩範圍邊緣
	20030901	7.5	8.0	32.0	太平山(226.0)	杜鵑 (Dujuan)	颱風中心通過鶯鑾鼻南方近海，宜蘭縣未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20030910	47.0	122.0	120.5	大礁溪(227.5)、雙連埤(201.5)		
	20031004	100.5	21.7	46.0	古魯(326.5)		
	20031125	50.0	7.6	20.5	古魯(202.0)		
	20041025	106.0	147.5	281.0	太平山(256.0)、古魯(221.5)		宜蘭縣位於納坦颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20050922	184.2	121.7	71.5	內城(376.0)、古魯(349.0)、三星(332.5)、雙連埤(315.0)、寒溪(287.5)、玉蘭(272.0)、太平山(254.5)、羅東(241.0)、牛門(210.5)、冬山(203.5)、大礁溪(200.0)	丹瑞 (Damrey)	
	20050923	29.0	73.4	52.0	玉蘭(232.5)		
	20051002	65.5	71.0	88.5	太平山(574.5)、古魯(390.0)、思源(379.0)、南山(287.0)		宜蘭縣位於龍王颱風暴風半徑籠罩範圍內
#22	20051008	216.2	171.9	248.0	古魯(278.5)、冬山(208.0)		
#23	20060910	204.5	113.6	556.5	古魯(218.0)、牛門(216.0)		
	20060921	116.9	59.5	0.5	冬山(206.0)		

* 灰色底色為受到颱風環流直接影響之豪雨事件。

** 藍色底色標示著蘇澳站、宜蘭站和竹子湖站達到豪雨標準之日總雨量。

表 4 (續)

豪雨事件編號	豪雨日期	蘇澳站	宜蘭站	竹子湖站	自動測站豪雨紀錄排序 (日總雨量mm)	台灣南方海域的 颱風系統	備註*
		日總雨量(mm)**					
	20070922	99.9	48.2	121.1	玉蘭(234.5)、牛鬥(209.5)、寒溪(200.5)	范斯高 (Francisco)	
	20071005	38.0	14.5	34.5	太平山(407.5)、思源(222.0)		宜蘭縣位於柯羅莎颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20071006	155.9	203.0	448.5	太平山(660.5)、大礁溪(419.0)、古魯(394.0)、思源(383.0)、南山(328.5)等		
	20071012	31.1	3.5	47.0	古魯(260.5)		
	20071013	27.2	0.7	30.5	古魯(211.5)		
	20071101	139.7	48.7	80.0	古魯(316.0)		
#24	20071108	218.7	56.5	32.0		琵琶 (Peipah)	
#25	20071126	202.5	86.0	256.0	牛鬥(683.0)、古魯(467.0)、寒溪(346.0)、新寮(326.0)、玉蘭(275.0)、冬山(217.5)	米塔 (Mitag)	
	20080913	138.5	141.0	448.0	太平山(620.5)、思源(374.5)、古魯(376.0)、南山(319.0)、牛鬥(274.0)等		宜蘭縣位於辛樂克颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20080914	166.5	355.5	354.0	大礁溪(410.0)、礁溪(344.0)、北關(299.5)、太平山(286.0)、三星(274.0)等		
#26	20080928	214.5	198.0	416.0	太平山(906.5)、思源(526.5)、新寮(334.0)、冬山(319.5)、南山(314.0)等		宜蘭縣位於雷蜜颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20081017	43.8	0.5	5.0	牛鬥(239.0)		
	20091004	53.8	148.0	107.0	三星(578.5)、寒溪(472.0)、新寮(414.5)、玉蘭(230.5)		
#27	20091005	308.7	199.0	189.5	古魯(1090.0)、牛鬥(1030.5)、寒溪(730.0)、玉蘭(678.0)、新寮(619.0)、三星(558.0)、冬山(460.5)、羅東(398.5)、太平山(366.5)、內城(329.5)、雙連埤(321.5)、大礁溪(245.5)、南山(200.5)	芭瑪 (Parma)	
	20091006	39.9	28.7	91.0	古魯(384.0)、太平山(224.5)		
	20091011	158.3	69.5	34.0	寒溪(631.0)、三星(434.0)、古魯(350.0)、冬山(343.5)、羅東(315.0)、玉蘭(289.0)、牛鬥(243.5)		
	20091012	230.2	74.3	10.0	寒溪(351.0)、冬山(333.5)、羅東(287.0)、三星(230.0)		
	20091013	221.6	40.0	7.0	冬山(204.5)		
	20091023	160.9	181.1	97.0	頭城(269.0)	盧碧 (Lupit)	
	20100919	64.9	59.1	86.0	太平山(423.5)、古魯(213.0)		宜蘭縣位於凡那比颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20101003	43.0	16.0	14.0	古魯(214.5)		
#28	20101018	23.4	12.1	66.5	古魯(559.5)、牛鬥(267.5)	梅姬 (Megi)	
	20101020	250.9	112.0	156.5			
	20101021	939.5	356.5	409.5	古魯(722.0)、新寮(685.5)、冬山(646.0)、羅東(575.5)、寒溪(554.0)、壯圍(395.5)、三星(328.5)、牛鬥(299.0)、礁溪(293.0)、玉蘭(272.5)、大礁溪(266.0)、雙連埤(227.5)、北關(225.5)、頭城(209.0)		
	20101022	242.5	147.5	103.0	冬山(297.5)、羅東(220.0)、新寮(212.5)		
	20111001	121.9	95.8	112.5	古魯(386.5)、牛鬥(359.5)、寒溪(272.0)、新寮(207.0)		
	20111002	51.6	40.7	167.5	牛鬥(783.0)、古魯(616.5)、思源(233.5)、南山(214.0)、寒溪(209.0)	奈格 (Nalgae)	
	20111003	410.4	222.9	330.5	古魯(604.5)、牛鬥(478.5)、寒溪(383.5)、冬山(372.0)、新寮(371.5)、羅東(310.0)、玉蘭(253.5)、三星(232.5)、壯圍(225.0)		
	20111115	197.2	93.2	26.0	新寮(234.5)、寒溪(200.5)		
	20120928	47.7	6.0	69.5	太平山(225.0)		宜蘭縣位於杰拉華颱風暴風半徑籠罩範圍邊緣
	20130918	13.6	30.1	56.0	古魯(200.5)		
	20130921	24.4	42.4	95.5	古魯(379.0)、太平山(353.0)、思源(300.5)、牛鬥(251.5)	天兔 (Usagi)	颱風中心通過巴士海峽，宜蘭縣未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20131012	35.0	44.2	16.0	古魯(262.0)	百合 (Nari)	
	20131111	93.3	23.9	32.5	新寮(263.0)、寒溪(253.5)		
	20140921	69.9	70.2	68.0	新寮(271.5)、寒溪(250.5)、古魯(213.5)		宜蘭縣位於鳳凰颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20141117	150.3	62.5	146.0	古魯(202.5)		
	20150928	121.9	197.2	361.6	北關(1377.5)、太平山(551.0)、新寮(318.0)、寒溪(272.0)、思源(269.0)等		宜蘭縣位於杜鵑颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20150929	28.3	26.0	18.4	北關(257.5)		
	20151103	176.4	39.6	31.7	新寮(314.0)、冬山(310.0)、寒溪(259.0)、羅東(202.0)		
	20160909	70.8	35.0	68.1	玉蘭(215.0)		
	20160914	102.4	81.3	30.0	太平山(340.5)	莫蘭蒂 (Meranti)	颱風中心通過鵝鑾鼻南方近海，宜蘭縣未曾在颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20160927	114.9	155.9	320.6	太平山(850.0)、思源(314.0)、寒溪(262.0)、新寮(261.5)、南山(236.0)等		宜蘭縣位於梅姬颱風暴風半徑籠罩範圍內
	20161012	17.7	19.5	93.7	北關(222.5)		
#30	20161122	225.8	53.7	65.3			
	20161123	232.7	56.5	113.7	冬山(250.0)、新寮(241.5)		

* 灰色底色為受到颱風環流直接影響之豪雨事件。

** 藍色底色標示著蘇澳站、宜蘭站和竹子湖站達到豪雨標準之日總雨量。

宜蘭縣境內的 18 個自動測站則提供了 1996-2016 年期間更全面性的秋季豪雨紀錄(表 4)。透過自動測站觀測資料與西北太平洋颱風歷史的比對，過去的 21 年間共有 15 次豪雨事件屬於颱風環流的直接貢獻，另外有 17 次事件在降下豪雨當日有颱風行經台灣南方低緯度地區的紀錄。有趣的是在雨量的空間分布上，若以記錄下最高日總雨量的測站作為降雨中心的代表，觀測資料顯示宜蘭地區過去受到秋季颱風直接襲擊時的降雨中心最常出現在太平山一帶的山區(表 5)，豪雨日數也以太平山站為最高(圖 3)，至於其他豪雨事件則因不同的降雨機制和大尺度環境場，雨量的空間分布顯得較多變化。若統計颱風環流直接貢獻之外的其他 69 個豪雨日，經常出現最高日總雨量的測站依序為古魯站(22 日)、蘇澳站(8 日)、新寮站(8 日)、冬山站(6 日)、寒溪站(5 日)，牛鬥站和玉蘭站各有 4

日紀錄，頭城站和太平山站各有 3 日，大礁溪站有 2 日，壯圍站、內城站、三星站和北關站則各有 1 日的紀錄(表 4)，意味著這些豪雨事件的降雨中心最常出現在古魯、蘇澳和新寮一帶，在空間上與颱風直接襲擊時的降雨中心相比，不僅位置較偏東側，海拔高度也較低，然而整體而言，這些豪雨事件仍然反映出在口袋狀地形的影響之下，雨量集中於平原南側迎風面的現象。

為探討引發宜蘭地區秋季共伴降雨的共伴颱風特性，本文整理蘇澳、宜蘭兩個氣象站 1982-2016 年間以及 18 個自動測站 1996-2016 年間的豪雨紀錄，從中篩選出豪雨發生當時，綜觀環境場下也有颱風形成並行經台灣南方低緯度地區的 26 次事件(表 6)，透過檢視豪雨事件發生當時的北方氣流與南方颱風資料，進一步驗證這些颱風的共伴性質。

表 5 宜蘭縣境內 1996-2016 年間受到颱風直接襲擊時，蘇澳、宜蘭、竹子湖站的日總雨量，以及各自動測站所記錄之日總雨量排序。

颱風名稱	豪雨日期	日總雨量(mm)			自動測站豪雨紀錄前五名排序 (日總雨量mm)
		蘇澳站	宜蘭站	竹子湖站	
楊妮	19980928	125.3	141.4	178.0	太平山(388.0)、古魯(384.5)、牛鬥(281.5)、南山(257.0)、寒溪(243.5)等
瑞伯	19981015	299.5	288.1	371.0	牛鬥(492.0)、太平山(481.0)、新寮(467.5)、古魯(463.5)、寒溪(457.5)等
	19981016	95.5	181.1	543.0	大礁溪(350.0)、頭城(295.5)、北關(263.0)、礁溪(259.0)、雙連埤(209.5)
象神	20001031	192.6	155.0	223.5	太平山(375.0)、古魯(349.0)、頭城(300.5)、寒溪(260.0)、新寮(257.0)等
	20001101	121.5	163.1	531.0	古魯(318.0)、太平山(250.0)、大礁溪(229.5)、壯圍(227.5)、新寮(213.5)等
納莉	20010916	172.5	181.9	685.0	大礁溪(369.5)、北關(351.5)、礁溪(312.5)、頭城(254.0)、雙連埤(243.0)
	20010917	315.5	321.0	339.5	古魯(937.0)、太平山(743.5)、牛鬥(656.0)、寒溪(561.0)、三星(524.5)等
	20010918	43.5	34.2	246.0	牛鬥(432.0)、古魯(357.5)、玉蘭(252.0)
利奇馬	20010926	76.5	140.0	245.0	古魯(346.0)、牛鬥(258.5)、太平山(251.0)、雙連埤(240.0)
納坦	20041025	106.0	147.5	281.0	太平山(256.0)、古魯(221.5)
龍王	20051002	65.5	71.0	88.5	太平山(574.5)、古魯(390.0)、思源(379.0)、南山(287.0)
柯羅莎	20071005	38.0	14.5	34.5	太平山(407.5)、思源(222.0)
	20071006	155.9	203.0	448.5	太平山(660.5)、大礁溪(419.0)、古魯(394.0)、思源(383.0)、南山(328.5)等
辛樂克	20080913	138.5	141.0	448.0	太平山(620.5)、思源(374.5)、古魯(376.0)、南山(319.0)、牛鬥(274.0)等
	20080914	166.5	355.5	354.0	大礁溪(410.0)、礁溪(344.0)、北關(299.5)、太平山(286.0)、三星(274.0)等
薔蜜	20080928	214.5	198.0	416.0	太平山(906.5)、思源(526.5)、新寮(334.0)、冬山(319.5)、南山(314.0)等
凡那比	20100919	64.9	59.1	86.0	太平山(423.5)、古魯(213.0)
杰拉華	20120928	47.7	6.0	69.5	太平山(225.0)
鳳凰	20140921	69.9	70.2	68.0	新寮(271.5)、寒溪(250.5)、古魯(213.5)
杜鵑	20150928	121.9	197.2	361.6	北關(1377.5)、太平山(551.0)、新寮(318.0)、寒溪(272.0)、思源(269.0)等
	20150929	28.3	26.0	18.4	北關(257.5)
梅姬	20160927	114.9	155.9	320.6	太平山(850.0)、思源(314.0)、寒溪(262.0)、新寮(261.5)、南山(236.0)等

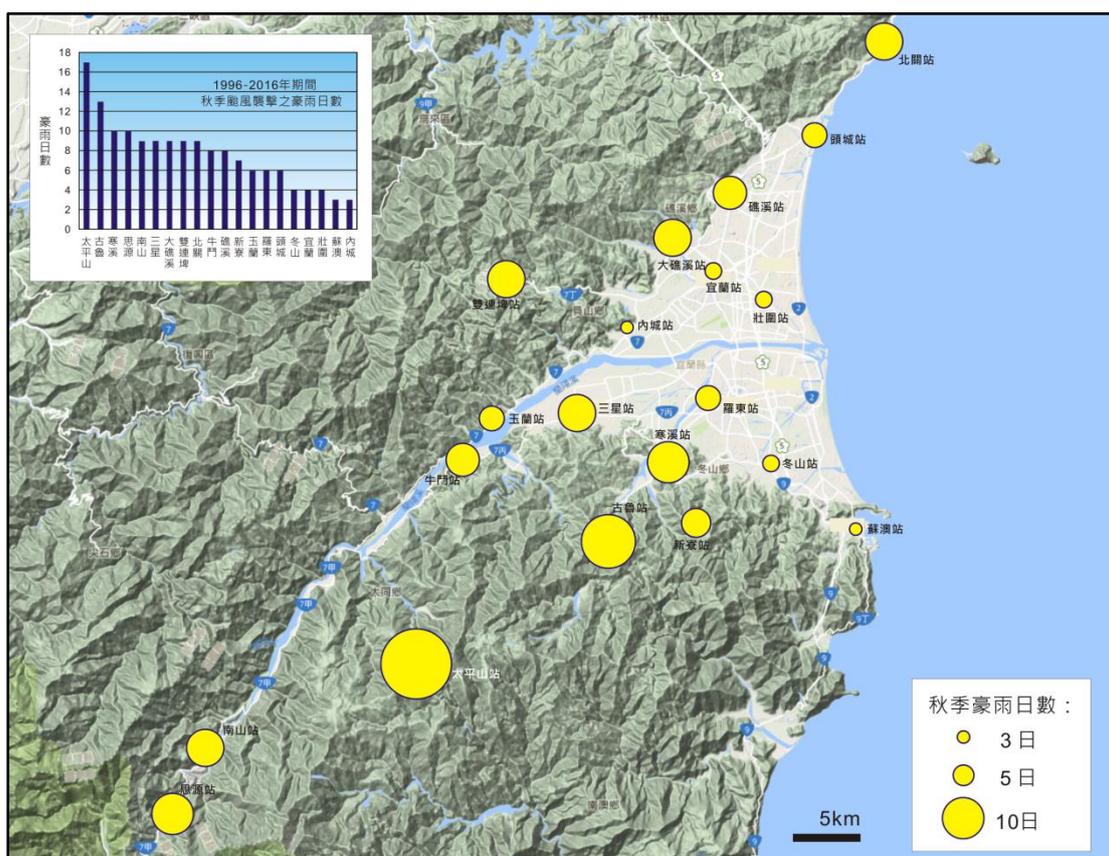


圖 3 在 1996-2016 年間蘇澳、宜蘭氣象站和 18 個自動測站所記錄颱風直接襲擊時的秋季豪雨日數圖(左上)，及豪雨日數空間分布圖。(底圖來自中央研究院 GIS 中心)

表 6 宜蘭縣境內 1982-2016 年間豪雨紀錄所對應之 26 個颱風個案在蘇澳站、宜蘭站、竹子湖站的日總雨量、自動測站豪雨事件日總雨量排序前五名、彭佳嶼站風場，以及台灣上空鋒面狀態。

豪雨日期	蘇澳站	宜蘭站	竹子湖站	自動測站豪雨紀錄 (日總雨量mm)	彭佳嶼站平均風**		彭佳嶼站最大平均風**		台灣南方海域的 颱風系統**	豪雨當日 鋒面狀態
	日總雨量(mm)*				風速(m/s)	風向(度)	風速(m/s)	風向(度)		
19831012	199.0	291.9	83.9		12.8	67.5	15.5	112.5	(1)喬伊 (Joe)	無
19861015	238.7	58.2	7.9		8.8	67.5	12.4	67.5	(2)艾倫 (Ellen)	滯留鋒，宜蘭外海
19861121	251.9	112.7	131.1		14.0	67.5	17.0	22.5	(3)喬依 (Joe)	滯留鋒，台東外海
19871027	250.8	86.3	80.2		10.7	22.5	15.0	22.5	(4)琳恩 (Lynn)	無
19880919	219.0	144.9	216.7	(尚未設立)	9.3	67.5	14.2	45	(5)瑪美 (Mamie)	滯留鋒，北部海面
19880921	216.7	174.1	63.1		8.9	112.5	17.8	112.5	(6)克蒂 (Kit)	滯留鋒，北部海面
19881026	283.3	355.6	262.9		14.7	45	17.0	45	(7)魯碧 (Ruby)	無
19951008	407.8	33.7	53.9		7.7	67.5	9.6	45	(8)泰德 (Ted)	滯留鋒，北台灣
19951009	284.0	101.8	61.3		9.0	67.5	11.2	67.5		無
19951105	259.3	244.5	27.7		10.4	135	12.8	135	(9)安琪拉 (Angela)	無
19961109	170.4	176.5	60.5	冬山(200.0)	10.5	112.5	19.2	112.5	(10)爾尼 (Ernie)	無
19981024	242.0	72.6	107.1	寒溪(269.0)、新寮(232.5)、古魯(226.5)	13.3	45	15.8	45	(11)芭比絲 (Babs)	滯留鋒，北台灣
19981025	369.5	383.4	291.8	大礁溪(442.0)、雙連埤(419.0)、內城(398.5)、寒溪(383.5)、羅東(380.5)等	14.3	45	18.2	67.5		
19981026	143.0	184.0	236.0	新寮(640.0)、寒溪(457.0)、羅東(438.5)、三星(416.5)、雙連埤(324.5)等	15.1	45	17.9	67.5		
19981027	36.6	175.3	22.0	壯圍(256.0)	13.8	45	19.2	45		
19991005	20.0	42.2	107.6	玉蘭(281.0)、寒溪(255.0)	11.2	45	14.4	45	(12)丹恩 (Dan)	無
20001105	356.0	163.2	74.5	羅東(348.0)、冬山(297.5)、新寮(272.0)、寒溪(271.5)、玉蘭(268.5)等	10.8	40	13.3	50	(13)貝碧佳 (Bebina)	滯留鋒，宜蘭外海
20010923	103.5	41.4	151.0	太平山(334.5)、古魯(320.0)、南山(224.0)	10.8	110	15.7	120	(14)利奇馬 (Lekima)	無
20010925	103.5	84.0	159.5	古魯(500.0)、太平山(399.5)、牛門(285.5)、寒溪(239.0)、新寮(226.5)等	12.8	60	21.1	70		無
20030901	7.5	8.0	32.0	太平山(226.0)	9.6	60	15.7	120	(15)杜鵑 (Dujan)	無
20050922	184.2	121.7	71.5	內城(376.0)、古魯(349.0)、三星(332.5)、雙連埤(315.0)、寒溪(287.5)等	8	110	12.8	100	(16)丹瑞 (Damrey)	無
20050923	29.0	73.4	52.0	玉蘭(232.5)	7.2	120	14.7	140		無
20070922	99.9	48.2	121.1	玉蘭(234.5)、牛門(209.5)、寒溪(200.5)	8.1	90	12.2	110	(17)范斯高 (Francisco)	無
20071108	218.7	56.5	32.0		10.8	40	13.6	40	(18)琵琶 (Peipah)	無
20071126	202.5	86.0	256.0	牛門(683.0)、古魯(467.0)、寒溪(346.0)、新寮(326.0)、玉蘭(275.0)等	14.5	60	21.5	40	(19)米塔 (Mitag)	滯留鋒，北台灣
20091004	53.8	148.0	107.0	三星(578.5)、寒溪(472.0)、新寮(414.5)、玉蘭(230.5)	13.8	60	18.2	60	(20)芭瑪 (Parma)	無
20091005	308.7	199.0	189.5	古魯(1090.0)、牛門(1030.5)、寒溪(730.0)、玉蘭(678.0)、新寮(619.0)等	14.8	60	17.9	70		
20091006	39.9	28.7	91.0	古魯(384.0)、太平山(224.5)	12.3	20	16.4	40		
20091011	158.3	69.5	34.0	寒溪(631.0)、三星(434.0)、古魯(350.0)、冬山(343.5)、羅東(315.0)等	11.4	60	13.7	60		
20091012	230.2	74.3	10.0	寒溪(351.0)、冬山(333.5)、羅東(287.0)、三星(230.0)	8.6	60	12.4	60		
20091013	221.6	40.0	7.0	冬山(204.5)	8	60	9.9	40		
20091023	160.9	181.1	97.0	頭城(269.0)	9.1	30	14.2	40	(21)盧碧 (Lupit)	無
20101018	23.4	12.1	66.5	古魯(559.5)、牛門(267.5)	12.3	50	14.3	40	(22)梅姬 (Megi)	無
20101020	250.9	112.0	156.5		10.7	40	15.7	40		
20101021	939.5	356.5	409.5	古魯(722.0)、新寮(685.5)、冬山(646.0)、羅東(575.5)、寒溪(554.0)等	14.7	40	20.8	40		
20101022	242.5	147.5	103.0	冬山(297.5)、羅東(220.0)、新寮(212.5)	13.4	60	22.0	60		
20111001	121.9	95.8	112.5	古魯(386.5)、牛門(359.5)、寒溪(272.0)、新寮(207.0)	11.4	60	14.5	60	(23)奈格 (Nalgae)	無
20111002	51.6	40.7	167.5	牛門(783.0)、古魯(616.5)、思源(233.5)、南山(214.0)、寒溪(209.0)	13.1	50	16.5	40		
20111003	410.4	222.9	330.5	古魯(604.5)、牛門(478.5)、寒溪(383.5)、冬山(372.0)、新寮(371.5)等	16.4	40	19.8	40		
20130921	24.4	42.4	95.5	古魯(379.0)、太平山(353.0)、思源(300.5)、牛門(251.5)	10.3	110	17.2	130	(24)天兔 (Usagi)	無
20131012	35.0	44.2	16.0	古魯(262.0)	11.1	80	13.8	80	(25)百合 (Nari)	無
20160914	102.4	81.3	30.0	太平山(340.5)	13.7	90	20.3	120	(26)莫蘭蒂 (Meranti)	無

* 灰色底色為宜蘭站和竹子湖站日總雨量皆未達到130mm的個案。

** 藍色底色標示著彭佳嶼站風場環境盛行東南風或東風的颱風個案。

對於共伴颱風的認定，過去李等人(2007)曾經提出四項條件，包括(1)於 10、11 月間影響台灣且中心位於 16-26°N，118-124°E 的範圍；(2)台灣附近有鋒面；(3)竹子湖或宜蘭測站之日總雨量達到過去氣象局之豪雨標準 (130 mm)；且(4)彭佳嶼測站有顯著的強東北風。若將發生月份放寬為 9-11

月份，上述 26 個豪雨事件所對應的颱風個案，在蘇澳站、宜蘭站、竹子湖站的日總雨量、自動測站豪雨事件日總雨量排序前五名、彭佳嶼氣象站環境風場、以及台灣上空鋒面狀態等資料分別如表 6 所示，颱風行進路徑則如圖 4 所示。

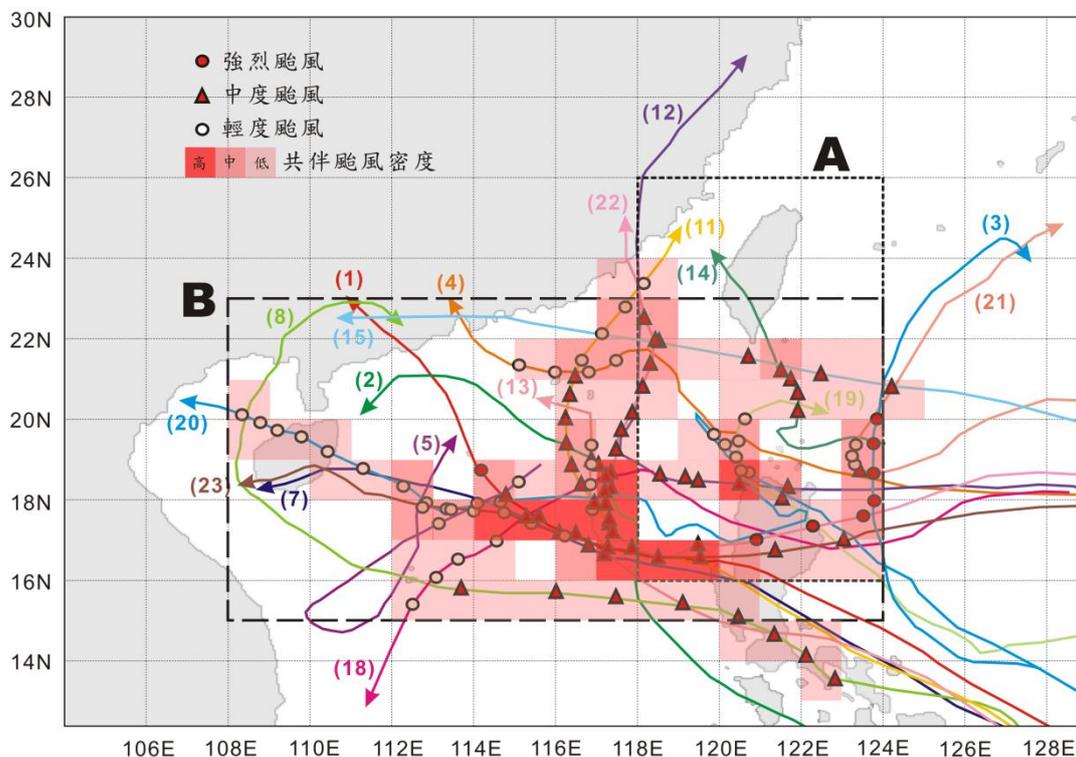


圖 4 宜蘭地區於 1982-2016 年間秋季豪雨事件所對應之共伴颱風路徑圖。紅色圓點、紅色三角形及白色圓點符號分別代表降下豪雨當日之強烈颱風、中度颱風和輕度颱風中心位置，紅色區塊代表共伴颱風中心的出現密度，虛線方框為共伴熱區範圍，方框 A 為李等人(2007)所提 16-26°N，118-124°E 的範圍，方框 B 為本文所修正 15-23°N，108-124°E 的範圍，颱風代號名稱如表 6 所示。

台灣北部、東北部地區秋季共伴降雨的發生，乃是台灣南方低緯度地區有颱風系統移近，其具豐沛水氣的颱風外圍環流與來自北方的東北季風產生冷暖交互作用所致，因此對於上述 26 個颱風個案是否曾經引發共伴效應造成宜蘭地區的降雨，首先必須檢視當時北台灣的環境風場。根據彭佳嶼氣象站的平均風和最大平均風紀錄(表 6)，豪雨事件發生當日的風場大多屬於強或偏強的東北風，符合引發共伴效應的條件，但也有 8 個颱風個案所對應的風場為東南風或東風，在這樣的環境風場下，宜蘭地區的豪雨事件是否與共伴效應有關顯然值得商榷。由於降雨機制存在著不確定性，本文將這些颱風個案歸類為非共伴颱風並排除在以下的檢視名單之外，這些颱風包括了 1988 年 9 月克蒂颱風、1995 年 11 月安琪拉颱風、1996 年 11 月爾尼颱風、2005 年 9 月丹瑞颱風、2007 年 9 月范斯高颱風、2013 年 9 月天兔颱風和 10 月百合颱風、以及 2016 年 9 月莫蘭蒂颱風。其餘的 18 個個案在颱風行經台灣南方的同時，北方環境風場盛行著東北風，大尺度綜觀天氣情

勢有利於共伴效應的發生，在宜蘭縣境內地面氣象站或自動測站也觀測到至少一處測站的日總雨量在 200 mm 以上，因此本文將以這 18 個颱風個案作為共伴颱風的代表進行分析。

在這些個案中，竹子湖站或宜蘭站的日總雨量大多達到 130 mm 以上，但也有 6 個案例未達雨量標準(表 6)，分別是 1986 年 10 月艾倫颱風、1987 年 10 月琳恩颱風、1995 年 10 月泰德颱風、1999 年 10 月丹恩颱風、2003 年 9 月杜鵑颱風、和 2007 年 11 月的琵琶颱風。另外在颱風路徑上，雖然多數颱風行經 $16-26^{\circ}\text{N}$ ， $118-124^{\circ}\text{E}$ 的範圍，也有幾個颱風路徑偏南或偏西，僅短暫期間路過此區域，1995 年 10 月的泰德颱風(代號 8)則是行經更南方的呂宋島中部及南海海域，並未穿越此區域範圍(圖 4)。至於鋒面狀態則在豪雨當日常有滯留鋒存在於台灣上空，但也常見沒有鋒面的情形。

在這些颱風當中，過去氣象學者曾針對 1987 年 10 月琳恩颱風(曲和陳，1988；李等，2007)和 1995 年 10 月泰德颱風(張，2004)進行數值模擬並深入

討論其在宜蘭引發豪雨的機制，因此這兩個颱風案例即使並不符合過去的共伴颱風條件，但其共伴性質應無疑義。以泰德颱風為例，1995年10月8-9日颱風中心位在13-15°N之間，距離台灣陸地超過1000公里，卻在相距遙遠的台灣東北方引發共伴效應，而在降雨的空間分布上，雖然竹子湖和宜蘭氣象站的降雨有限，日總雨量皆不及130 mm，在蘇澳氣象站卻留下407.8 mm和284 mm連續兩日的豪雨紀錄。這說明過去的共伴颱風標準可能過於保守，除了應將蘇澳氣象站和其他自動測站的雨量觀測紀錄列入考慮之外，颱風路徑範圍的劃定也有擴大的必要。

宜蘭地區的豪雨紀錄由於具有反映秋季共伴效應的特性，因此過去豪雨紀錄所對應的18個颱風案例將有助於瞭解共伴颱風的基本性質。若依前人對於共伴颱風路徑的分類方式(葉，1977；曲和陳，1988；李等，2007)，這18個颱風案例中行經巴士海峽或呂宋島往西的類型(第一類)共有13個，是數量最多的路徑類型，由台灣東方

海面北上者(第二類)則有2個案例(編號3和21)，另有一個案例在台灣南方的巴士海峽順時針迴轉向東(編號19)，一個案例自巴士海峽朝向西北並登陸台灣(編號14)，還有一個颱風(編號5)形成於南海(圖4)。必須說明的是2001年9月利奇馬颱風(編號14)是颱風中心登陸台灣的唯一案例，考量宜蘭地區降下豪雨的當時(9月25日)颱風中心仍位在台灣南方的巴士海峽，之後在9月26日18時30分才自台東、大武之間登陸，且宜蘭縣境並不曾在暴風半徑籠罩範圍之內，因此本文仍將9月25日的豪雨事件認定為共伴降雨，將利奇馬颱風視為共伴颱風之一。而在颱風強度上，宜蘭境內降下豪雨時有2個颱風屬於強烈颱風，7個屬於中度颱風，其餘9個為輕度颱風，在強度上以中度和輕度颱風居多，過去的相關研究曾經指出，只要大尺度環境場合宜，即使台灣南方海域只是出現熱帶低壓，還是能夠引發共伴效應並在宜蘭地區降下可觀的雨量(葉，2003)，由此可知颱風強度在共伴效應的發生上並非關鍵。

此外，由宜蘭地區受到豪雨襲擊當日共伴颱風的中心位置，可大致框畫出發生共伴效應時颱風中心所在的熱區(圖 4)⁴。初步顯示此共伴熱區在空間上跨越了台灣南方的廣大區域，包括巴士海峽、呂宋島北部及其東方海域、南海北部海域、及海南島，大致為 15-23°N，108-124°E 之間的範圍。這些颱風中心位置的涵蓋空間極廣，最遠甚至距離台灣陸地超過 1000 公里，也因此部分颱風案例由於路徑偏離台灣陸地，中央氣象局並未發布颱風警報(表 1)，這意味著出現在台灣南方低緯度地區、未直接對台灣陸地或周遭海域構成威脅的颱風系統，仍具有引發共伴效應並導致宜蘭地區降下豪雨的可能性，也說明在探討宜蘭地區秋季豪雨的發生機制時，不能將研究範疇侷限於侵台颱風。

四、宜蘭地區秋季豪雨與聖嬰-南方振盪

西北太平洋是全球颱風活動最為頻繁活躍的區域，而台灣的地理位置正好在西北太平洋颱風的主要移動路

徑上。颱風帶來強風驟雨，經常造成很大的破壞和災害，因此過去有相當多學者關注於颱風研究，內容涵蓋了颱風的生成時間及位置、移動路徑、強度、持續壽命等，也包括各種時間尺度下颱風特性的探討(Goh and Chan, 2010; Hong et al., 2016)。目前已知西北太平洋的颱風活動在多重時間尺度下各有不同的特徵與變化，除了年循環，也有明顯的年際(interannual)變化與年代際(interdecadal)變化特徵。對於宜蘭地區秋季豪雨而言，能夠引發共伴效應的颱風，一則在時間上集中於秋季(9、10、11 月份)，尤其 10 月份是發生頻率最高的月份，再者，在颱風生成之後，移動路徑必須西行經過台灣南方的共伴熱區。因此在討論引發宜蘭地區秋季豪雨的共伴颱風特性時，颱風活動的年際變化是關鍵，特別是聖嬰-南方震盪(El Niño -Southern Oscillation，簡稱 ENSO)所造成的影響。

為探討宜蘭地區秋季豪雨與 ENSO 活動之間的關聯性，本文將該地區 1982-2016 年期間的 18 個共伴颱風紀錄與熱帶太平洋地區的海洋聖嬰指標

⁴本文所框畫的共伴熱區僅是約略概況，畫出的範圍中還包括許多空白區域，因此尚待未來更多的觀測資料加以修正。

(Oceanic Nino Index, ONI)⁵進行比對。海洋聖嬰指標是以 Nino 3.4 區域(5°S-5°N, 120°W-170°W)海表溫度距平值(SSTA)的三個月滑動平均值為定義，當此指標達到連續五個月高於+0.5 以上(異常溫暖)或是低於-0.5 以下(異常寒冷)則分別為聖嬰事件或反聖嬰事件。根據此標準，在 1982-2016 年期間的 9、10、11 月份，屬於聖嬰年、反聖嬰年及正常年的年份分別如表 7 所示，其中 1984 年的反聖嬰事件雖然自 10 月份才開始，本文仍將之歸類在反聖嬰年，而 2005、2008、2014 年的海洋聖嬰指標遲至 11 月份才高於 0.5 或低於-0.5，在此歸為正常年份。整體而言，在過去的 35 年中(1982-2016 年)，屬於正常年份者最多，共有 13 年，佔所有年份的 37.2% 左右，聖嬰年和反聖嬰年份則各有 11 年，分別佔全部年份的 31.4% 左右。

若統計宜蘭地區秋季豪雨事件及其所對應的 18 個共伴颱風，其中發生在反聖嬰年份的共伴颱風個案最多，有 11 件，約佔全部案例的 61.1%；發

生在聖嬰年份的案例有 5 件，佔全部的 27.8% 左右；發生在正常年份的則有 2 件，約佔 11.1%(表 7)。換言之，在過去的 35 年中雖然只有將近三分之一(31.4%)的年份屬於反聖嬰年，卻有超過半數(61.1%)的共伴事件是發生在這些年份當中，說明宜蘭地區秋季共伴豪雨好發於反聖嬰年份，其與 ENSO 活動存在著遙相關。

透過西北太平洋的秋季颱風在聖嬰年、反聖嬰年及正常年份行經台灣南方共伴熱區的個數統計，則進一步說明在反聖嬰年份有偏多的秋季颱風經過共伴熱區，這些颱風當中又有較高比例會引發共伴效應並造成宜蘭地區降下共伴豪雨(表 8)。根據統計，在 1982-2016 年期間共有 11 個聖嬰年份，累計有 39 個颱風行經台灣南方的共伴熱區，每年平均數為 3.5 個，其中有 5 個颱風(12.8%)曾在宜蘭地區造成共伴豪雨；屬於反聖嬰年的年份個數和聖嬰年相同，卻有較多的颱風(45 個)經過共伴熱區，平均每年為 4.1 個，而這些颱風當中有 11 個曾在宜蘭地區造成共伴豪雨事件，約佔 24.4% 左右；至於正

⁵ 本文所使用之海洋聖嬰指標資料來源為美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)氣候預報中心(CPC, www.cpc.ncep.noaa.gov)，使用版本為 ERSSTv5 (Huang et al., 2017)。

常年則年份數目最多，共有 13 年，累計有 52 個颱風行經共伴熱區，平均每年有 4.0 個颱風經過，不過這 52 個颱風

之中只有 2 個曾在宜蘭地區引發共伴豪雨，比例只有 3.8%。

表 7 在 1982-2016 年期間秋季(9、10、11 月份)屬於聖嬰年、反聖嬰年及正常年份的年份表，以及宜蘭地區秋季豪雨所對應共伴颱風表列。

	聖嬰年份	反聖嬰年份	正常年份
年份	1982, 1986, 1987, 1991, 1994, 1997, 2002, 2004, 2006, 2009, 2015	1983, 1984, 1988, 1995, 1998, 1999, 2000, 2007, 2010, 2011, 2016	1985, 1989, 1990, 1992, 1993, 1996, 2001, 2003, 2005, 2008, 2012, 2013, 2014
年份數/所佔比例	11年 / 31.4%	11年 / 31.4%	13年 / 37.2%
颱風名稱/日期/ONI	(2)艾倫 / 1986.10.15 / 0.9	(1)喬伊 / 1983.10.12 / -0.8	(14)利奇馬 / 2001.09.25 / -0.2
	(3)喬依 / 1986.11.21 / 1.1	(5)瑪美 / 1988.09.19 / -1.2	(15)杜鵬 / 2003.09.01 / 0.3
	(4)琳恩 / 1987.10.27 / 1.5	(7)魯碧 / 1988.10.26 / -1.4	
	(20)芭瑪 / 2009.10.04-06, 10.11-13 / 1.0	(8)泰德 / 1995.10.08-09 / -1.0	
	(21)魯碧 / 2009.10.23 / 1.0	(11)芭比絲 / 1998.10.24-27 / -1.4	
		(12)丹恩 / 1999.10.05 / -1.3	
		(13)貝碧佳 / 2000.11.05 / -0.7	
		(18)琵琶 / 2007.11.08 / -1.5	
		(19)米塔 / 2007.11.26 / -1.5	
		(22)梅姬 / 2010.10.18, 10.20-22 / -1.7	
		(23)奈格 / 2011.10.01-03 / -1.1	
事件數/所佔比例	5件 / 27.8%	11件 / 61.1%	2件 / 11.1%

換言之在過去的 35 年中，不論聖嬰年、反聖嬰年或是正常年份的秋季都有颱風行經台灣南方的共伴熱區，平均個數為每年 3.9 個颱風。反聖嬰年份的平均個數最多，有 4.1 個，正常年份的個數也偏多，達到 4.0 個，但是反聖嬰年份顯然有較高比例 (24.4%) 的秋颱曾引發共伴效應並在宜蘭地區降下豪雨。相對而言在聖嬰年份行經共伴熱區的秋颱個數偏少，平均每年只有 3.5 個，在宜蘭造成共伴豪雨的比例 (12.8%) 也比反聖嬰年份為低，至於正常年份雖然每年有高於平均值的秋季

颱風行經共伴熱區(4.0 個)，引發共伴豪雨的比例卻是異常的低，只有 3.8%。這意味著在反聖嬰年份行經共伴熱區的秋颱數量相對較多，而這些颱風也較容易引發共伴效應並在宜蘭地區降下豪雨。另一方面，由聖嬰年份、反聖嬰年份、和正常年份中行經共伴熱區的颱風，在引發宜蘭共伴豪雨上存在著高低不同的比例，透露出除了經過共伴熱區的秋季颱風，共伴豪雨的發生還受控於其他綜觀環境場因素，例如當時北台灣的環境風場。

表 8 在 1982-2016 年期間聖嬰年、反聖嬰年、和正常年份行經台灣南方共伴熱區之秋季颱風、共伴或未引發共伴效應之個數和年平均值。

	颱風總數	年份數	年平均颱風個數	共伴颱風		未引發共伴效應之颱風		
				個數	百分比	個數	百分比	年份(個數)
聖嬰年	39	11	3.5 個/年	5	12.8	34	87.2	1982(4)、1986(4)、1987(2)、1991(5)、1994(4)、1997(2)、2002(2)、2004(2)、2006(4)、2009(3)、2015(2)
反聖嬰年	45	11	4.1 個/年	11	24.4	34	75.6	1983(3)、1984(3)、1988(3)、1995(4)、1998(2)、1999(4)、2000(3)、2007(2)、2010(1)、2011(3)、2016(6)
正常年	52	13	4.0 個/年	2	3.8	50	96.2	1985(8)、1989(6)、1990(4)、1992(1)、1993(5)、1996(5)、2001(1)、2003(2)、2005(4)、2008(4)、2012(3)、2013(5)、2014(2)
總計	136	35	3.9 個/年	18	13.2	118	86.8	

過去熱帶太平洋的 ENSO 活動歷史也證實了宜蘭地區秋季共伴豪雨與反聖嬰現象之間的相關性。自 1982 年以來的觀測資料顯示，在反聖嬰現象發生期間的秋季，宜蘭地區往往也留下共伴豪雨紀錄，尤其是在強烈反聖嬰事件期間(圖 5)。這樣的結果說明在

反聖嬰現象發生期間的秋季，宜蘭或是台灣北部、東北部地區發生共伴豪雨事件的可能性極高，相反的在正常年份，秋季發生共伴豪雨的機會則是低很多，這在氣象預測上提供了相當有用的訊息。

NINO 3.4 Oceanic Niño Index

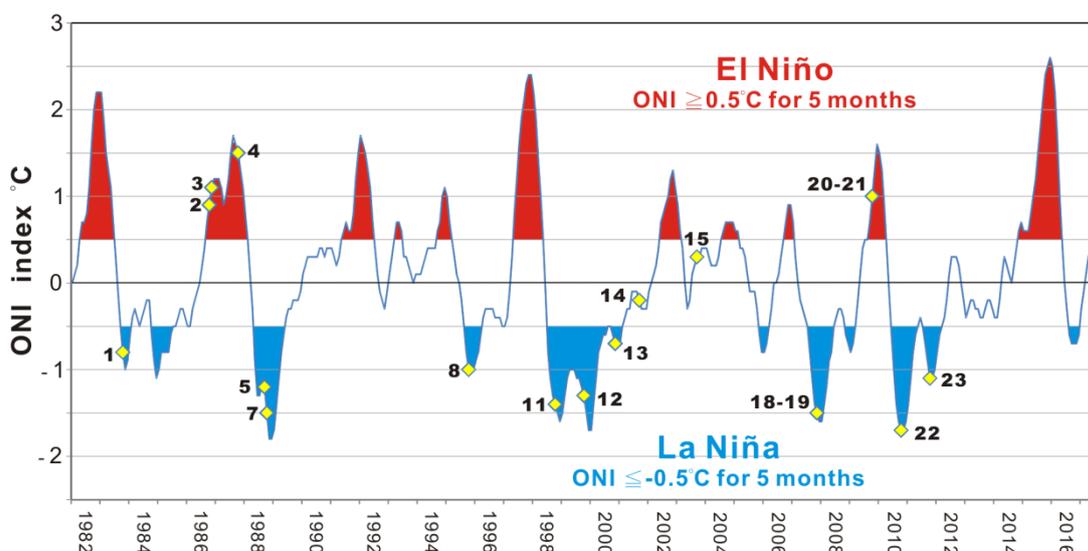


圖 5 熱帶太平洋地區 1982-2016 年 Nino 3.4 海洋聖嬰指標(ONI)隨時間變化圖。黃色菱形符號標示著宜蘭地區的秋季共伴豪雨事件，編號與所對應資料如表 6 和表 7 颱風編號所示。

五、討論

聖嬰-南方震盪雖然主要發生在赤道太平洋附近，卻能透過大氣與海洋循環而對全球氣候造成影響 (Ropelewski and Halpert, 1987; Halpert and Ropelewski, 1992; Dai and Wigley, 2000; Trenberth and Caron, 2000; Alexander et al., 2002; Wang, 2002; Tsonis et al., 2003)。過去學者指出台灣或東亞地區的降雨可能與 ENSO 活動有關，例如在聖嬰成熟期的冬季，菲律賓海上空會形成異常的反氣旋環流並將熱帶水氣向北傳輸，因此包括台灣在內的東亞地區，在聖嬰時期的冬季至隔年春季和梅雨季節，往往出現平均降雨量多於氣候平均的情形 (Wang et al., 2000; Zhang and Sumi, 2002; Jiang et al., 2003; Chen et al., 2003; Chou et al., 2009)，不過也有學者認為除了聖嬰現象的影響之外，台灣的春雨多寡也和印度洋海溫變化有關 (Chen et al., 2008)。

近年有學者進一步指出中太平洋聖嬰事件(CP El Niño)所造成的氣候變化與東太平洋聖嬰事件(EP El Niño)並

不相同(Weng et al., 2007; Feng and Li, 2011; Wang and Wang, 2012; Zhang et al., 2012)。台灣也有類似情形，根據 Lin et al. (2015)的研究，台灣在東太平洋聖嬰時期冬季與春季降雨增加，夏季與秋季降雨減少，但在中太平洋聖嬰現象期間則正好相反，呈現夏季和秋季降雨增加，而冬季與春季減少。至於反聖嬰事件期間則是不論哪一種類型，台灣都呈現秋季降雨增加的一致變化(Lin et al., 2015)。

除了降雨之外，ENSO 活動與侵台颱風之間的關聯性也是極受重視的課題。關於 ENSO 活動對西北太平洋熱帶氣旋的影響過去有相當多的研究與討論，並已獲得一些共識，包括 ENSO 事件與西北太平洋全年熱帶氣旋的生成總個數之間沒有明顯相關性(Lander, 1994; Wang and Chan, 2002)，但由於沃克循環在經度上的偏移，使得聖嬰事件發生時西北太平洋熱帶氣旋的生成位置會較平均偏東南方，在海上發展時間較長且較為強盛，生命期相對較長，而在反聖嬰事件發生時，熱帶氣旋生成位置較平均偏向西北方，較接

近陸地，生命期相對較短等(Lander, 1994; Chia and Ropelewski, 2002; Wang and Chan, 2002; Camargo and Sobel, 2005)。對台灣及鄰近區域而言，聖嬰時期因颱風生成位置距離台灣較遠，路徑向西直行而來的颱風個數相對較少，在反聖嬰時期則颱風生成位置距離台灣較近，侵台或是行經台灣鄰近區域的颱風個數也相對較多(Wang and Chan, 2002; Elsner and Liu, 2003; Goh and Chan, 2010; Zhang et al., 2012)。不過也有研究指出，在中太平洋聖嬰期間的秋季，熱帶氣旋通常在偏西的地點形成，加上副熱帶高壓及伴隨的引導氣流向西偏移，因此也會有比東太平洋聖嬰期間相對較多的熱帶氣旋在台灣及中國南方登陸(Hong et al., 2011)。

嚴格來說台灣並不位在 ENSO 事件的主要影響區域，因此兩者之間的關連性證據較為薄弱，加上影響台灣氣候的因素複雜，對於 ENSO 活動在台灣氣候型態上所扮演的角色，多數學者採取比較保守的看法，認為台灣降雨的時空分布主要還是受控於東亞季

風與陸上地形結構的交互作用(Yen and Chen, 2000; Wang and Chen, 2008; Lin et al., 2015)，甚至認為因為地形因素，台灣受 ENSO 活動影響所導致的降雨型態變化與東亞其他地區並不相同(Kuo et al., 2016)。

正因為地形是主導台灣地方性降雨的關鍵因素，大尺度環流系統的作用可能因此被放大或是壓縮。宜蘭平原獨特的口袋狀地形對於當地季節性降雨就具有放大的作用，使得有關降雨機制的訊號格外清晰。本文透過宜蘭縣境內地面氣象站及自動測站的秋季豪雨紀錄，指出發生在宜蘭地區的共伴豪雨事件與赤道太平洋一帶的 ENSO 活動有關，兩者之間透過行經台灣南方共伴熱區的秋季颱風來進行連結。觀測資料也顯示這些颱風的移動路線可能距離台灣相當遙遠，未必會被歸類於侵台颱風，也與颱風強度無關。換言之，整個西北太平洋的颱風紀錄中，發生於秋季且移動路徑朝西行經台灣南方海域的颱風，只要大尺度環境場合宜，便有機會引發共伴效應而在台灣北部、東北部降下驚人的

雨量。

相關研究證實，西北太平洋熱帶氣旋的生成及移動路徑與 ENSO 活動之間存在著季節性變化的特性(Wang and Chan, 2002)。根據環西北太平洋熱帶氣旋登陸歷史的統計，在聖嬰年份秋季颱風移動路徑較易北轉，影響日本和朝鮮半島的機會較大(Wang and Chan, 2002; Wu et al., 2004)，但在反聖嬰年份秋季颱風向西直行者較多，因此在中國大陸南方有特別多的颱風登陸紀錄(Wu et al., 2004)，南中國海和菲律賓也是在反聖嬰年份秋季出現颱風活動特別活躍的情形(Chan, 2000; Corporal-Lodangco et al., 2016)。根據本文的統計(表 7)，每年行經台灣南方共伴熱區的秋季颱風平均個數在反聖嬰年份最多，正常年份次之，聖嬰年份的颱風個數最少，與上述颱風移動路徑與 ENSO 活動之間的相關性研究成果不謀而合。

另一方面也有研究指出，東亞季風系統也會受到 ENSO 影響而出現異常，在聖嬰現象發生期間由於西北太平洋地區形成異常的反氣旋環流，致

使東北季風減弱，相反的在反聖嬰期間則是形成異常的氣旋環流，使得東北季風相對增強(Dai and Wigley, 2000; Wang et al., 2000; Kuo et al., 2016)，不過也有學者提出不同的看法，認為反聖嬰期間冬季季風異常增強的現象並不明顯(Zhang et al., 2017)。對於宜蘭地區而言，引發共伴豪雨的要素除了行經台灣南方的共伴颱風之外，北方環境風場也是關鍵因素。聖嬰年份由於大氣環流改變致使東北季風減弱將形成不利共伴效應發生的環境場，相反的在反聖嬰年份具有相對增強的東北季風則提供了引發共伴效應的有利條件，因此正可解釋行經台灣南方共伴熱區的秋季颱風中，反聖嬰年份造成宜蘭地區下共伴豪雨的比例比聖嬰年份來得高的原因，至於在正常年份只有極少的颱風曾引發共伴豪雨的原因目前並不清楚，在未來還需要更多的觀測資料和相關研究加以釐清。

綜合以上論述，說明在反聖嬰年份的秋季，因為西北太平洋熱帶氣旋的生成位置會較平均偏西北方，不僅有較多的熱帶氣旋向西直行，朝向台

灣南方的共伴熱區而來，也可能因大尺度大氣循環的相應變化，使得東北季風有異常增強的趨勢，這樣的綜觀環境場配置有利於台灣南方的暖濕氣流與北方的冷空氣在台灣東部外海交會輻合，發生共伴效應，並在台灣北部、東北部降下共伴豪雨，赤道太平洋的 ENSO 活動顯然是促使宜蘭地區發生共伴豪雨的重要推手。

過去 Kuo et al. (2016) 曾經以 1960-2009 年期間的逐月雨量紀錄，分析全台灣降雨的時空分布與大尺度環流系統之間的相關性，指出台灣秋季降雨和反聖嬰現象有著正相關，特別是緊接在聖嬰現象之後發生的反聖嬰現象期間，台灣東半部出現異常秋季降雨的情形特別明顯，也證明台灣東半部的秋季降雨和 ENSO 活動之間確實存在著相關性。

另外，根據 Hong et al. (2011) 的研究，在中太平洋聖嬰現象發生期間的秋季，會有相對較多的熱帶氣旋向西直行，暗示著因此引發共伴效應並在宜蘭地區降下豪雨的可能性。不過就宜蘭地區的共伴豪雨紀錄來看，若採

用 Yu et al. (2012) 所界定的東太平洋聖嬰和中太平洋聖嬰年份，此地所記錄發生在聖嬰年份的 5 次共伴豪雨事件中(表 6)，屬於中太平洋聖嬰的年份有 1987 和 2009 年共 3 次事件，而屬於東太平洋聖嬰者有 1986 年的 2 次事件，兩者相去不遠，除了樣品總數偏低的疑慮，目前似乎看不出宜蘭共伴豪雨和中太平洋聖嬰現象之間有特別突出的對應關係，推測還是和反聖嬰現象較為相關。

六、結論

台灣位在亞洲大陸與太平洋的交界處，在氣候上深受東亞季風影響，夏季盛行西南季風，冬季則以東北季風為主，對於位處台灣東北隅的宜蘭地區而言，東北季風更是主導此地氣候型態的最重要因素。過去的研究也指出，除了季風轉換所造成的季節性變化之外，東亞地區也同時受到許多不同時間尺度的震盪所影響，例如聖嬰-南方震盪(ENSO)和太平洋年代際震盪(Pacific Decadal Oscillation, PDO)等，尤其聖嬰-南方震盪是最顯著的年際變化訊號。

聖嬰-南方震盪是赤道太平洋地區大氣與海洋交互作用所產生的變化現象，屬於全球氣候系統的一環，其影響範圍及於全球各地。不過對台灣而言，雖然有研究指出東亞地區在聖嬰事件發生時，冬季降雨以至隔年的春雨和梅雨都會有偏多的情形出現，但因為影響台灣氣候的因素複雜，過去在 ENSO 事件發生時，台灣伴隨出現的氣候特徵往往並不一致，也因此對於 ENSO 活動在台灣氣候的影響性，目前仍無定論。

本文整理蘇澳、宜蘭、竹子湖等三個氣象站在 1982-2016 年間的豪雨紀錄，指出蘇澳氣象站的觀測數據是台灣秋季共伴降雨的代表性資料，同時也結合 1996-2016 年間宜蘭縣境內 18 個自動測站的雨量觀測紀錄進行比較研究。因為宜蘭平原獨特的口袋狀地形，使得此地對於共伴效應具有較高的敏銳度，透過宜蘭地區歷年秋季豪雨紀錄及所對應的共伴颱風性質，顯示出共伴颱風往往行經台灣南方海域，這些颱風的移動路徑可能距離台灣陸地相當遙遠，颱風強度也非關鍵

因素。由宜蘭地區豪雨當日所對應共伴颱風的中心位置，可以框畫出台灣北部、東北部區域受到共伴豪雨襲擊時颱風中心所在的熱區，大致是在 $15-23^{\circ}\text{N}$ ， $108-124^{\circ}\text{E}$ 之間的範圍。而透過共伴豪雨紀錄與熱帶太平洋 Nino 3.4 區域海洋聖嬰指標(ONI)的比對，證實在反聖嬰現象發生時的秋季，宜蘭地區往往因為發生共伴效應而降下豪雨，宜蘭地區秋季共伴豪雨與赤道太平洋的 ENSO 活動之間存在著遙相關。

根據西北太平洋熱帶氣旋的研究，在反聖嬰時期的秋季熱帶氣旋的生成位置較偏向西北方，向西直行朝向菲律賓、南中國海和中國東南沿海而來的颱風數量偏多，同時也因為反聖嬰現象伴隨大尺度大氣環流條件的改變，在東北季風相應增強的情況下，有利於在台灣東方外海引發共伴效應，並在台灣北部、東北部地區降下共伴豪雨。因此，透過大尺度環流條件的偏移與改變，遠在天際赤道太平洋地區所發生的 ENSO 活動，顯然是造成宜蘭地區秋季降下豪雨的重要驅動力之

一。

換言之，因為發生在赤道太平洋地區的反聖嬰現象，使得秋季颱風傾向於向西直行，並經過台灣南方海域的共伴熱區，對於宜蘭地區而言，遠在數百公里之外的秋季颱風環流，透過與東北季風發生共伴效應，竟可以在宜蘭平原降下致災性豪雨，這對於科技進步的今日，可以透過氣象知識加上先進儀器的觀測數據進行氣象預報，事先防備以降低災害損失，但是對於古代生活在蘭地的人們來說，恐怕很難憑藉著對於自然現象的觀察經驗，成功預言千里之外的颱風將引發共伴效應，事先得知豪雨災難即將到來並及早應變可能發生的災害。本研究不僅對宜蘭地區古代豪雨事件的發生機制提出理論基礎，也讓我們對過去人群所面對的環境難題有了更直接且深刻的體會。考古資料顯示在大約2000年前開始宜蘭地區的史前文化曾經中斷，地質資料顯示這很可能與當時的豪雨事件頻傳有關(Lin et al., 2007)，可是誰也不會料想到遠在赤道太平洋地區的聖嬰-南方震盪，竟然可

能是幕後推手之一。

致謝

作者由衷感謝兩位匿名審查人指正本文內容上的缺失，並提供重要建議。感謝『大氣水文研究資料庫』和中央氣象局『颱風資料庫』提供氣象觀測數據，另外也感謝熊大維、余子悅、關淑媛協助資料整理及繪圖，科技部專題計畫 MOST 103-2410-H-001-055-MY2 資助相關研究，特此深致謝忱。

參考文獻

- 王時鼎、鄭俠、趙友夔，1984：台灣天氣變化之自然季節。*大氣科學*，**11**，101-120。
- 曲克恭和陳正改，1988：琳恩颱風豪雨研究。*大氣科學*，**16**，253-262。
- 李清勝、羅英哲、張龍耀，2007：琳恩颱風(1987)與東北季風交互作用產生強降水之研究。*大氣科學*，**35**，13-34。
- 周昆炫、吳俊傑、顏自雄，2001：瑞伯颱風(1998)之數值模擬探討。*大氣科學*，**29**，291-314。
- 俞川心和馬汝安，1991：春秋季颱風對本省風力與雨量影響之特徵研析。*氣象預報與分析*，**128**，13-28。

- 張耀升，2004：宜蘭地區豪雨個案之研究。國立中央大學大氣物理研究所博士論文，共 162 頁。
- 張耀升、陳台琦、陳景森，1995：宜蘭地區連續降水初步探討。《氣象預報與分析》，**144**，11-20。
- 馮雅茜，2007：台灣北部初秋豪雨個案之降雨特性研究。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文，共 98 頁。
- 曾慧婷，2011：地形效應對台灣東北部秋季豪雨的影響：2009 年 10 月 11 日個案之研究。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文，共 83 頁。
- 葉文欽，1977：熱帶氣旋與極地高壓共伴環流對台灣天氣之影響。《氣象預報與分析》，**70**，30-39。
- 葉嘉靜，2003：宜蘭地區秋冬豪大雨特性之研究。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文，共 124 頁。
- 楊淑明，2011：宜蘭地區東北季風時期之降水分析。台北市立教育大學歷史與地理學系社會科教學碩士學位班碩士論文，共 56 頁。
- 潘大綱、張凱軍、徐天佑，1984：民國 72 年 10 月 12 日宜蘭地區豪雨個案之分析與探討。《天氣分析與預報研討會論文彙編》，中央氣象局，63-73。
- 蕭羽利，2012：芭瑪颱風(2009)與東北季風共伴效應之數值模擬分析。國立台灣師範大學地球科學研究所碩士論文，共 123 頁。
- Alexander, M. A., I. Blade, M. Newman, J. R. Lanzante, N. C. Lau, J. D. Scott, 2002: The atmospheric bridge: the influence of ENSO teleconnections on air-sea interaction over the global oceans. *J. Climate*, **15**, 2205-2228.
- Camargo, S. J. and A. H. Sobel, 2005: Western North Pacific tropical cyclone intensity and ENSO. *J. Climate*, **18**, 2996-3006.
- Chan, J. C. L., 2000: Tropical Cyclone Activity over the Western North Pacific Associated with El Niño and La Niña Events. *J. Climate*, **13**, 2960-2972.
- Chen, C. S. and Y. L. Chen, 2003: The rainfall characteristics of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1323-1341.
- Chen, C. S., Y. L. Chen, C. L. Liu, P. L. Lin, W. C. Chen, 2007: Statistics of heavy rainfall occurrences in Taiwan. *Wea. Forecasting*, **22**, 981-1002.
- Chen, G. T. J., Z. H. Jiang, M. C. Wu, 2003: Spring heavy rain events in Taiwan during warm episodes and the associated largescale conditions. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1173-1188.
- Chen, J. M., T. Li, C. F. Shih, 2008: Asymmetry of the El Niño-spring rainfall relationship in Taiwan. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **86**, 297-312.
- Chia, H. H. and C. F. Ropelewski, 2002: The interannual variability in the

- genesis location of tropical cyclones in the Northwest Pacific. *J. Climate*, **15**, 2934–2944.
- Chou, C., L. F. Huang, J. Y. Tu, L. H. Tseng, 2009: El Niño impacts on precipitation in the western North Pacific-East Asian sector. *J. Climate*, **22**, 2039-2057.
- Corporal-Lodangco, I. L., L. M. Leslie, P. J. Lamb, 2016: Impacts of ENSO on Philippine Tropical Cyclone Activity. *J. Climate*, **29**, 1877-1897.
- Dai, A. and T. M. L. Wigley, 2000: Global patterns of ENSO-induced precipitation. *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 1283-1286.
- Elsner, J. B. and K. B. Liu, 2003: Examining the ENSO-typhoon hypothesis. *Climate Res.*, **25**, 43–54.
- Feng, J. and J. Li, 2011: Influence of El Niño Modoki on spring rainfall over south China. *J. Geophys. Res.*, **116**, D13102, doi: 10.1029/2010JD015160.
- Goh, A. Z. C. and J. C. L. Chan, 2010: Interannual and interdecadal variations of tropical cyclone activity in the South China Sea. *Int. J. Climatol.*, **30**, 827-843.
- Halpert M. S. and C. F. Ropelewski, 1992: Surface temperature patterns associated with the Southern Oscillation. *J. Climate*, **5**, 577-593.
- Hong, C. C., Y. K. Wu, T. Li, 2016: Influence of climate regime shift on the interdecadal change in tropical cyclone activity over the Pacific Basin during the middle to late 1990s. *Clim. Dyn.*, **47**, 2587-2600.
- Hong, C. C., Y. H. Li, T. Li, M. Y. Lee, 2011: Impacts of central Pacific and eastern Pacific El Niños on tropical cyclone tracks over the western North Pacific. *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L16712, doi: 10.1029/2011GL048821.
- Huang, B., P. W. Thorne, V. F. Banzon, T. Boyer, G. Chepurin, J. H. Lawrimore, M. J. Menne, T. M. Smith, R. S. Vose, H. M. Zhang, 2017: Extended reconstructed sea surface temperature, Version 5 (ERSSTv5): upgrades, validations, and intercomparisons. *J. Climate*, **30**, 8179-8205.
- Jiang, Z., G. T. J. Chen, M. C. Wu, 2003: Large-scale circulation patterns associated with heavy spring rain events over Taiwan in strong ENSO and Non-ENSO years. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 1769–1782.
- Kuo, Y. C., M. A. Lee, M. M. Lu, 2016: Association of Taiwan's rainfall patterns with large-scale oceanic and atmospheric phenomena. *Advances in Meteorology*, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3102895>.
- Lander, M. A., 1994: An exploratory

- analysis of the relationship between tropical storm formation in the western North Pacific and ENSO. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 636–651.
- Lin, C. C., Y. J. Liou, S. J. Huang, 2015: Impacts of two-type ENSO on rainfall over Taiwan. *Advances in Meteorology*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/658347>.
- Lin, S. F., T. C. Huang, P. M. Liew, S. H. Chen, 2007: A palynological study of environmental changes and their implication for prehistoric settlement in the Ilan Plain, northeastern Taiwan. *Veget. Hist. Archaeobot.*, **16**, 127-138.
- Ropelewski C. F. and M. S. Halpert, 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niños /Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **115**, 1606-1626.
- Trenberth, K. E. and J. M. Caron, 2000: The Southern Oscillation revisited: sea level pressures, surface temperatures, and precipitation. *J. Climate*, **13**, 4358-4365.
- Tsonis, A. A., A. G. Hunt, J. B. Elsner, 2003: On the relation between ENSO and global climate change. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **84**, 229-242.
- Wang, B. and J. C. L. Chan, 2002: How strong ENSO events affect tropical storm activity over the western North Pacific. *J. Climate*, **15**, 1643–1658.
- Wang, B., R. Wu, X. Fu, 2000: Pacific–East Asian teleconnection: how does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, **13**, 1517-1536.
- Wang, C., 2002: Atmospheric circulation cells associated with the El Niño-Southern Oscillation. *J. Climate*, **15**, 399-419.
- Wang, C. and X. Wang, 2012: Classifying El Niños Modoki I and II by different impacts on rainfall in Southern China and typhoon Tracks. *J. Climate*, **26**, 1322-1338.
- Wang, S. Y. and T. C. Chen, 2008: Measuring East Asian summer monsoon rainfall contributions by different weather systems over Taiwan. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **47**, 2068-2080.
- Weng, H., K. Ashok, S. K. Behera, S. A. Rao, T. Yamagata, 2007: Impacts of recent El Niños Modoki on dry/wet conditions in the Pacific rim during boreal summer. *Clim Dyn*, **29**, 113-129.
- Wu, C. C., K. K. W. Cheung, Y. Y. Lo, 2009: Numerical study of the rainfall event due to the interaction of typhoon Babs (1998) and the Northeasterly Monsoon. *Mon. Wea. Rev.*, **137**, 2049-2064.
- Wu, M. C., W. L. Chang, W. M. Leung,

- 2004: Impacts of El Niño-Southern Oscillation events on tropical cyclone landfalling activity in the western North Pacific. *J. Climate*, **17**, 1419-1428.
- Yen, M. C. and T. C. Chen, 2000: Seasonal variation of the rainfall over Taiwan. *Int. J. Climatol.*, **20**, 803-809.
- Yu, J. Y., Y. Zou, S. T. Kim, T. Lee, 2012: The changing impact of El Niños on US winter temperatures. *Geophys. Res. Lett.*, **39**, L15702.
- Zhang, R. H. and A. Sumi, 2002: Moisture circulation over East Asia during El Niño episode in Northern winter, spring and autumn. *J. Meteorol. Soc. Japan*, **80**, 213-227.
- Zhang, W., H. F. Graf, Y. Leung, M. Herzog, 2012: Different El Niño types and tropical cyclone landfall in East Asia. *J. Climate*, **25**, 6510–6523.
- Zhang, R. H., Q. Y. Min, J. Z. Su, 2017: Impact of El Niño on atmospheric circulations over East Asia and rainfall in China: Role of the anomalous western North Pacific anticyclone. *Sci. China Ear. Sci.*, **60**, 1124–1132.

The relationship between El Niño-Southern Oscillation and autumn extremely heavy rainfalls from 1982 to 2016 in Yilan County

Shu-Fen Lin

Institute of History & Philology, Academia Sinica

(manuscript received 24 November 2017 ; in final form 04 May 2018)

Abstract

In Taiwan, Yilan County is famous for its high precipitation, especially in seasons when the winter monsoon prevails. In particular, the interaction between tropical cyclones and northeasterly winds during autumn brings torrential rain and causes great damage and severe economic loss in Yilan. This study examined extremely heavy rain data (daily rainfall >200 mm) from the Suao, Yilan, and Jhuzihhu stations of the Taiwan Central Weather Bureau (CWB) during the period of 1982-2016. The finding suggests that Suao's records are more effective in representing the heavy rainfalls associated with the interaction between typhoons and the winter monsoon that occurs in autumn. Typhoon tracks corresponding to the extremely heavy rainfall in autumns recorded in Yilan County reveal a concentrated area of typhoons at 15-23°N, 108-124°E, while extremely heavy rainfalls occurred over northeastern Taiwan. In addition, the heavy autumn rainfall associated with the interaction between typhoons and the East Asia winter monsoon were observed to be closely related to El Niño-Southern Oscillation (ENSO) activity. They occurred significantly more frequently during cold episodes (La Niña) in the equatorial Pacific Ocean as compared to those that occurred during warm (El Niño) and normal episodes. Our findings indicate the useful predictability of seasonal forecasts of extremely heavy rain in autumn over northeastern Taiwan. On the other hand, the results show the relationship between ENSO regimes and extreme precipitation events in Yilan, which support the physical basis on paleoclimate proxy records, for example, the floods that occurred around 2000 years ago.

Key words: Autumn extremely heavy rainfall, Interaction between typhoon and the East Asia winter monsoon, El Niño -Southern Oscillation, Yilan County

doi: 10.3966/025400022018034601002