

台灣二〇〇二年國際科學展覽會

科 別：地球與太空科學科

作品名稱：颱風遇到山～談地形對侵臺颱風風速・雨量的影響

得獎獎項：地球與太空科學科佳作

學 校：臺北市立介壽國民中學

作 者：魏宏時 許育豪

壹、挑戰與學習

去年（民國九十年），我們在國中地科課本第六章「多變的天氣」中看到一段不懂的話：『颱風移到高緯度的海面以後，也會因低層水氣的供應減少而減弱消失。』（104 頁第二行），請教老師之後，疑惑未解。師長們幾番鼓勵之後，我們這群對於大氣現象原本就充滿無限好奇的國中生便想試試能否一探問題真相，釐清事情原貌。想到能夠挑戰學生心目中至高無上的課本，我們真的是非常興奮！

經過數週的資料蒐尋與交叉討論之後，我們發現這並不是件容易的事，事情並非我們想的那麼簡單。於是，在大家冷靜沉澱想法之後，我們便將焦點放在颱風與地形的交互作用上，先從難度較低的項目開始學習。

貳、颱風到底如何與地形互動？

台灣位處西北太平洋的邊緣，颱風不時侵擾。高聳多山的環境，有時成了擋風的屏障，有時則是豪雨不斷。甚至我們可以發現，縱然遭到同樣一個颱風侵擾，小小島國上有些地方風平浪靜，也有些地方則是狂風驟雨。到底這些風雨的分布情形與臺灣峰峰相連的地形有何關連？而臺灣變化多端的地形又會如何影響這些遠從四面八方來襲的颱風？課本上說「迎風坡多雨，背風坡少雨」，在強風驟雨的颱風侵襲期間，這樣的說法是否依然適用在向心渦旋狀環流跟地形的互動上？這些疑問，不時發生在我們研讀相關論文以及蒐尋參考資料的時候，我們非常好奇。

老師隨即對我們展開一連串密集而且要求嚴格的訓練，這段期間，我們深深體會到颱風議題的複雜性，同時也對颱風與臺灣的親密關係，有了迥異以往的認知。

參、MISSION IMPOSSIBLE

以我們國中生的程度，不能輕易理解上述這些問題，應該是正常的。但是，真正的問題是，每次颱風來襲所帶來的水災、風災和土石流，往往使得社會動盪，農作物也經常被吹得東倒西歪，損失慘重。所有這些災害的元兇——風和雨，卻往往演出令人意外的戲碼，令專家學者們跌破眼鏡，像我們這些市井小民們，更是只有無奈聽天由命的份了。

我們都知道『預防勝於治療』，可是如果不能清楚明瞭颱風所帶來的風雨與地形之間的關連，那要如何在事前予以有效防範呢？特別是在最近幾年，山坡地長期濫墾、濫建，再加上全球氣候的異常，使得颱風帶來的災害發生頻率增加，災情也較以往嚴重。所以，如果能夠對颱風帶來的風雨多一分瞭解，是否就可以減少一分因颱風而帶來的災害呢？

肆、診斷分析

在老師的引導之下，我們先是統計了過去五十一年來臺灣地區八個主要地面測站有關雨量與風速的地面觀測資料，希望利用這種長期平均的量化研究方式，可以求得颱風襲臺的平均趨勢。統計所得的平均值，則借助 Arc View 強大的資料處理能力，將之繪成等雨量線及等風速線圖。之後，再配合七條臺灣島內的地形剖面圖，診斷分析不同路徑侵臺的颱風，探討她們所帶來的風雨與地形間的錯綜複雜關係。

由於時間有限，我們這次研究只選取了三條侵臺路徑的颱風進行分析，分別是第二、六、九類侵臺颱風路徑。第二類侵臺路徑的颱風由東向西行進，主要影響區域是臺灣北部區域；第六類侵臺路徑的颱風主要沿著中央山脈東側的海域，由南向北行進；第九類侵臺路徑的颱風大致沿著臺灣海峽由西南向東北行進，影響區域以臺灣西部為主。這三類颱風雖然只占侵臺颱風總數的 1/3 左右，但卻往往為臺灣帶來重大災害。探討這三類路徑侵臺的颱風，不僅可以增進我們對於颱風侵臺期間風雨和地形間互動關係的瞭解，也能讓我們明瞭為什麼這樣的互動會為臺灣帶來重大的災害與傷亡。

伍、平安喜樂

颱風是不可避免的天災，我們能做的只有盡可能降低它所帶來的災害。

我們的問題由課本而生，如果這次科展研究有任何所得，我們很希望這些成果都能回饋給養育我們的這個社會，帮助大家更瞭解颱風的影響，提前做好防颱準備，政府也能在平時做好地方上的水土保持以及防風措施，學校對於學生有正確且有效的防颱知識教導，整個社會盡一切可能降低颱風所帶來的損失，而讓我們的社會更加地平和與樂利。

壹、研究方法

颱風並非單獨存在的大氣現象，要從颱風所造成的風雨分布情形逆推影響分布的發生機制，勢必要將更大範圍的大氣環境納入考慮，並配合地面上高低起伏、不一而足的地理環境綜合考量，方能得到一份合理的研判結果。

一、時間平均法～尋找長期趨勢

「時間平均法」可以減少極端資料的影響比重，在長期變化趨勢的研究上，是一種常被使用的方法。

我們利用「時間平均法」統計分析臺灣五十一年來侵臺颱風的平均雨量、平均風速和最大陣風資料，尋找臺灣五十一年來侵臺颱風雨量和風速的長期趨勢，希望藉以釐清氣候統計資料中不同路徑颱風侵臺期間所造成的風雨分布情形與強度趨勢。

二、等值線法～呈現空間分布特性

我們統計了八個測站的風速和雨量資料，在空間上來講，這只代表八個數字的組合而已。但透過 Arc View 強大的資料處理能力，將這空間上八個不同位置的數值以「內插法」轉換成一幅幅有意義的圖形，不僅可以讓我們看出空間分布上的差異，也可清楚分辨不同路徑的颱風其影響範圍與強度趨勢。

三、立體思考法～考量真實空間中的高度起伏變化

等值線所呈現者僅為平面上的二維分布趨勢，而真實世界卻是有著高低起伏的複雜結構。在指導老師的建議之下，我們嘗試利用七條不同緯度的地形剖面圖來表現從臺灣頭到臺灣尾的高度變化情形。

當然，我們很清楚這樣並不能完全展現臺灣的地形特徵。不過，透過這種簡單的模式，在接下來的「診斷分析」中，倒也提供了相當重要的參考價值。

四、診斷分析法～綜合各項因子的複合作用

將「時間平均法」計算所得的數據經過多重校正、除錯 (debug) 之後，利用 Arc View 繪出等值線，並考慮地形阻滯 (blocking) 颱風運動、破壞颱風環流的特性，嘗試『定性』並『定量』描述不同路徑的颱風所帶來的不同影響程度。

其中，地形是破壞颱風環流結構的重要因子，同時也使得不同路徑的颱風在風雨分

布上產生極大的差異。因此，我們在診斷分析時，十分看重地形在颱風運動中所扮演的角色。

貳、研究過程

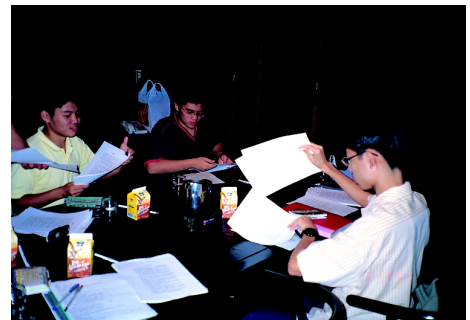
一、組成團隊

因為上次「聖嬰現象」的科展研究準備不夠充分，製作上較為粗糙，所以這次的『捲土重來』，基本上還是跟上次的組合類似。

我們這個團隊大家平常交情都不錯，談得來，做事也相當負責任，相信只要我們同心協力，大家互相配合，應該可以讓這次科展有不錯的表現。

二、資料的研讀

我們過去所學的課程中，對於颱風大多只有簡短的描述，社會上也只有在颱風來臨時才有相關訊息的披露與報導。所以，其實我們對於颱風所知極其有限，就像一張白紙一樣。



▲9月12日會議

既然想要解答心中的疑惑，在老師的耳提面命之下，我們努力研讀一些與颱風相關的文獻資料，並撰寫各人的心得報告（內容如表一），期使在最短的時間之內，藉由前人研究經驗的累積，對颱風產生最可能、最快速的深刻了解。

這是我們這次科展研究正式展開前的暖身工作。

三、決定研究的時間尺度為五十年

受到「千禧年」話題的影響，一開始，大家興沖沖地欲以「百年」時間尺度進行研究。但經過幾次的資料蒐集以及請教專家的結果，我們發現臺灣早期的氣象觀測原始資料取得不易，而且相較於現代進步的觀測結果而言，資料的可信度及完整度比較不足。

經過一番波折，老師們建議『新手上路』的我們以取得容易、可靠且後續處理較為單純的資料開始著手比較好，於是我們把目標鎖定在近五十年（1950-2000）來的颱風身上。

表一 我們所研讀的資料名稱及心得摘要

閱讀的書名或文章篇名	心得摘要
《颱風百問》 (其中與地形有關之章節)	(1) 台灣東部在颱風侵臺期間，風力最大 (2) 任何路徑的颱風在通過北部及東北部時，都會出現大風 (3) 中部因有中央山脈阻擋，除了通過本區及由台灣海峽北上的颱風外，其餘風力均不強 (4) 中南部地區除非颱風通過或由南部北上，風力並不強
《颱風》 第三章 颱風的路徑和預測方法	(1) 侵台颱風主要分成三類：原地向西或西北、拋物線路徑及不規則型，行徑中若進入高空輻散區，則威力會增強 (2) 造成的災害集中於暴潮、豪雨及暴風
《颱風》 第四章 颱風的災害	(1) 颱風的災害主要集中於暴潮、豪雨及暴風 (2) 注意中央氣象局發布的颱風警報，以及早做好防範工作 (3) 迎風坡種植防風林、沿河及山地廣泛造林、改善水利系統、注意水土保持等，皆有助於減輕農作物在颱風侵臺期間所遭受之損害
《颱風》 第七章 臺灣的颱風季	統計了1894~1979年的颱風資料，包含： (1) 颱風侵臺的次數統計 (2) 颱風侵臺月分的次數統計 (3) 颱風侵臺月分的百分比統計 (4) 颱風可能侵臺月分的百分比統計 (5) 颱風侵臺的分句統計 (6) 颱風登陸之時間
《颱風》 第八章 颱風替台灣帶來的最大風雨	(1) 颱風侵襲之最大風速，受颱風強度、地形及高度所影響 (2) 街堂風和山角效應 (3) 行走路線主要可以分為四類
《天氣分析與預報研討會論文彙編(87) 氣象》 1989-1996年侵台颱風伴隨降水特性分析	(1) 大部分從東部海面進襲台灣的颱風，在東北部及中南部山區會造成明顯降水，尤其是海拔400~500公尺的山坡地。此對山坡地的開發及水資源的利用有重要參考價值 (2) 從南海北上的侵台颱風，在東部沿海及高屏地區有較多雨量，在防災上值得注意
《侵台颱風降雨預報之應用》 賀伯颱風降雨預報之應用	1996年7月31日賀伯颱風接近北台灣時，出現以下特徵： (1) 地形對地面降水有重置的現象 (2) 雨帶在雪山山脈迎風面有增強的現象 (3) 雨帶在雪山山脈背風面有減弱的現象 (4) 由雷達徑向速度場可見在山前有明顯的輻合場 (5) 由雷達徑向速度場可見在山後有明顯的輻散場
《侵台颱風降雨預報之應用》 資料庫與網站設計構想	(1) 東進颱風，若氣流過山，則西線易有焚風現象 (2) 西進颱風，若氣流過山，則東線易有焚風現象 (3) 焚風除令人感到不適外，對農作物影響甚大

表一 我們所研讀的資料名稱及心得摘要（續）

閱讀的書名或文章篇名	心得摘要
《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(二)》 颱風對地形的影響	(1) 藉由中、北部各地逐時雨量分級以及平地、山地測站降雨強度的分析中，探討降雨與中、北部地形之關係 (2) 就各地平均降雨與各類不同路徑颱風間之關係，做了調查，藉以瞭解各地降雨之地形影響及不同類別颱風對各地總雨量分布之影響
《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(二)》 百年（1897～1996）侵襲台灣颱風之統計分析	(1) 探討侵台颱風之「定義」 (2) 分析百年來侵台颱風資料 (3) 探討台灣地形與侵台路徑強度變化
《建立台灣地區颱風預報輔助系統》 颱風旋流之繞山與爬山之預報	(1) 旋流繞山 (2) 旋流爬山 (3) 山脈迎風面颱風旋流之分流
《建立台灣地區颱風預報輔助系統》 侵台颱風路徑與強度地形影響	(1) 不同路徑的颱風運動主要受制於駛流牽引 (2) 地形在颱風本身強度、結構及登陸地點的選擇上均扮演相當重要的角色
《侵台颱風降雨預報之應用》 侵台颱風未受中央山脈影響前之環流與風雨分布分析	重點在南來颱風對東台灣之影響，特別是在氣壓變化和降雨分布方面
《侵台颱風降雨預報之應用》 侵台颱風資料便覽	(1) 在雨量、風速和溫度（尤其是焚風）分布方面，中央山脈東、西兩側差異較大 (2) 過去的歷史颱風資料並不夠齊全
《天氣分析與預報研討會論文彙編 1》 氣象章節～颱風登陸地點之研判	(1) 路徑連續過山：即自由過山，越靠近山，北偏愈明顯，山脈西側不易產生低氣壓，此時台灣海峽盛行東北季風 (2) 路徑呈不連續狀：即分裂過山，此時台灣附近無明顯氣壓系統，山脈西側通常有副低壓產生 (3) 颱風左偏，登陸經常提前；右偏時，則延遲登陸時間

四、選取八個具有代表性的測站

礙於時間因素，我們並沒有統計所有測站的資料，而是挑選了台北、台中、台南、恆春、花蓮、台東、澎湖及蘭嶼等八個具有代表性的測站，利用他們在颱風侵臺期間的雨量 and 風速資料來進行本次科展的統計分析。

我們選取這八個測站的原因有下列四點：

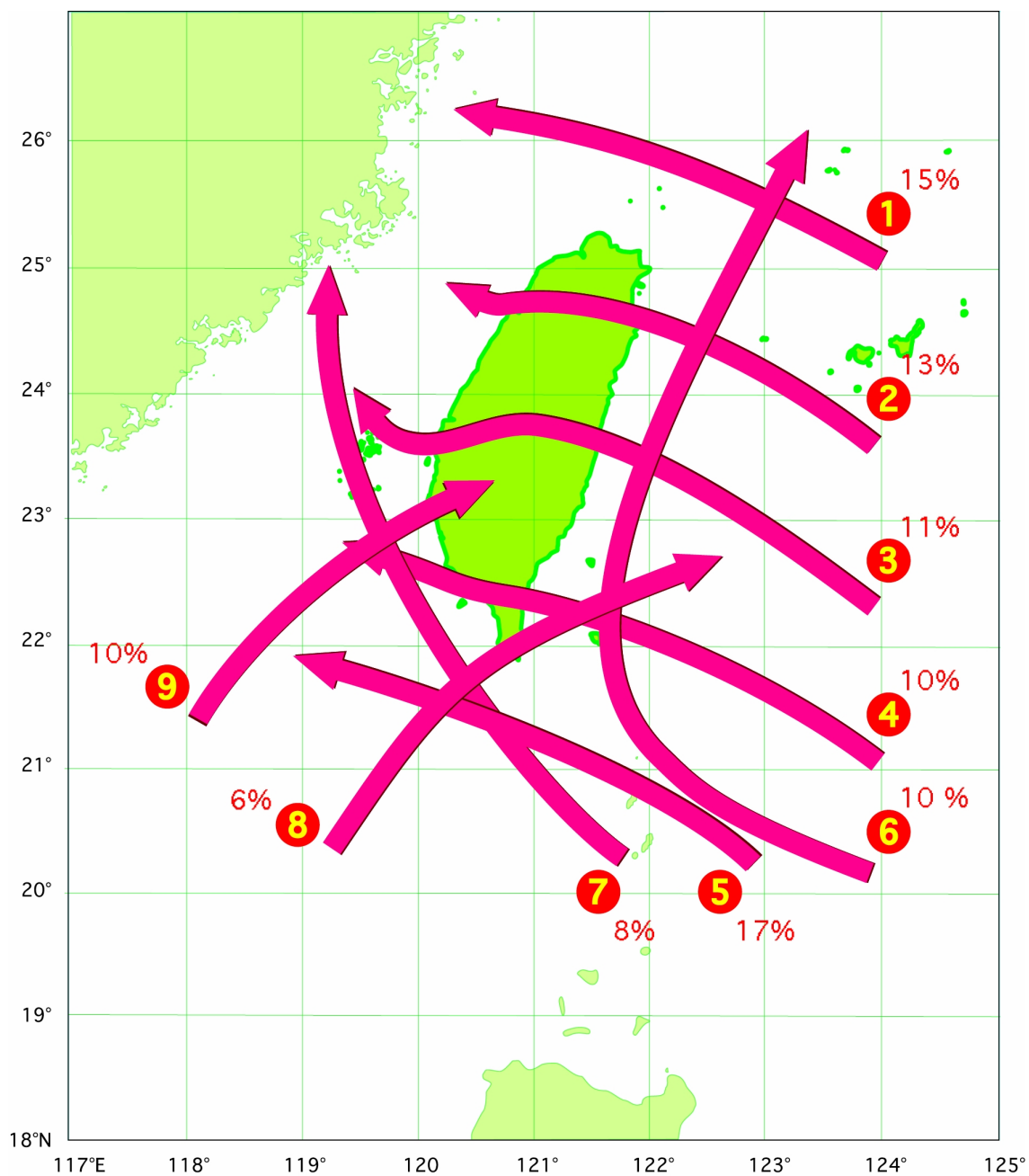
- 1.這八個測站平均分布在台灣四周（如圖二），如此可使我們在進行等值線空間分析時，得到最接近真實的狀況，而不致有資料空窗之憾，也可使得研究結果更具有代表性、可靠性與參考性。
- 2.在這八個測站中，台北、台中、台南、恆春、花蓮及台東是本島測站，澎湖、蘭嶼是離島測站，希望這樣的組合可以同時分析、比對颱風在本島與離島所造成的降雨及風速差異，也能突顯不同地理條件在颱風侵臺時所扮演的角色。
- 3.本島所選取的六個測站中，台北、台中、台南與恆春位於本島西部，花蓮、台東位於本島東部。這兩類測站分別位於中央山脈的兩側，藉此比對中央山脈兩側不同地形對於雨量以及風速上的影響，也是饒富趣味的項目之一。
- 4.所選取的八個測站皆位於低海拔地區，最高的測站也不過 324 公尺（蘭嶼站），此舉免除了高地測站與平地測站在資料轉換上的困擾，對於颱風研究的新手而言，也不致發生有無法駕馭資料的情形發生。

工作進行到此，暖身已近尾聲了。

五、挑選第二、六、九類侵臺路徑的颱風為研究對象

颱風侵臺的路徑在學界有數種版本流傳，經過一番蒐尋與討論，大家還是決定以「中央氣象局颱風資料庫」上的颱風侵臺路徑分類方式為準，即圖一中的九類路徑（編號①～⑨）。

根據「中央氣象局颱風資料庫」的說明，西行侵臺颱風分成一～五類路徑，通過台灣北部海面向西或西北行進者為第一類，通過台灣北部向西或西北行進者為第二類，通過中部向西或西北行進者為第三類，通過台灣南部向西或西北行進者為第四



說明：編號①～⑨代表九類侵臺颱風路徑，箭頭代表颱風走向。

資料來源：中央氣象局颱風資料庫

<http://photino.cwb.gov.tw/>

圖一 颱風侵臺路徑示意圖

表二 1950-2000 第二類侵臺路徑颱風名錄

第二類颱風路徑名錄					
中文名	英文名	分類	年份	陸上颱風發布時間	陸上颱風解除時間
黛納	Dinah	2	1956	9月/1-4日	
芙瑞達	Freda	2	1956	9月/14-19日	
雪莉	Shirley	2	1960	07/30/07時00'	08/02/07時00'
艾妮絲	Agnes	2	1960	08/14/00時00'	08/15/00時00'
波密拉	Pamela	2	1961	09/11/16時00'	09/12/16時00'
歐珀	Opal	2	1962	08/04/10時00'	08/06/09時45'
艾美	Amy	2	1962	09/02/10時20'	09/21/05時45'
溫蒂	Wendy	2	1963	07/14/22時30'	07/16/21時00'
瑪麗	Mary	2	1965	08/17/23時00'	08/19/21時50'
娜拉	Nora	2	1967	08/28/22時40'	08/30/10時20'
艾爾西	Elsie	2	1969	09/25/22時10'	09/27/25時40'
貝絲	Bess	2	1971	09/21/08時10'	09/23/10時30'
琴恩	Jean	2	1974	07/18/22時30'	07/19/22時00'
妮娜	Nina	2	1975	08/02/09時00'	08/04/05時00'
畢莉	Billie	2	1976	08/08/21時30'	08/10/15時00'
薇拉	Vera	2	1977	07/29/15時00'	08/01/09時00'
黛拉	Della	2	1978	08/12/15時40'	08/13/15時00'
諾瑞斯	Norris	2	1980	08/26/20時30'	08/28/14時30'
莫瑞	Maury	2	1981	07/18/15時50'	07/20/08時15'
芙瑞達	Freda	2	1984	08/06/15時10'	08/08/04時00'
楊希	Yancy	2	1990	08/18/04時40'	08/20/04時15'
愛麗	Ellie	2	1991	08/16/15時15'	08/18/15時45'
葛拉絲	Gladys	2	1994	08/31/10時15'	09/02/02時30'
賀伯	Herb	2	1996	07/29/23時20'	08/01/23時20'

表三 1950-2000 第六類侵臺路徑颱風名錄

第六類颱風路徑名錄					
中文名	英文名	分類	年份	陸上颱風發布時間	陸上颱風解除時間
葛萊拉	Clara	6	1950	11月/9-11日	
露絲/魯士	Ruth	6	1951	10月/11-14日	
黛納	Dinah	6	1952	6月/20-22日	
梅瑞	Marie	6	1954	9月/23-25日	
佛琴尼	Virginia	6	1957	6月/24-6日	
費依	Faye	6	1957	9月/22-26日	
芙瑞達	Freda	6	1959	11/18/00時00'	11/19/12時00'
貝蒂	Betty	6	1961	05/25/17時00'	05/27/11時00'
凱特/凱蒂	Kate	6	1962	07/20/22時22'	07/23/09時30'
黛納	Dinah	6	1965	06/17/21時40'	06/19/05時45'
芙勞西	Flossie	6	1969	10/01/06時00'	10/03/22時30'
歐佳/歐家	Olga	6	1970	07/02/10時30'	07/03/10時30'
費達	Wilda	6	1970	08/10/10時30'	08/12/10時20'
溫蒂/范迪	Wendy	6	1974	09/26/22時30'	09/29/06時30'
婀拉	Ora	6	1978	10/11/21時45'	10/14/09時00'
歐敏	Irrving	6	1979	08/12/21時30'	08/15/15時30'
裘恩	June	6	1981	06/18/21時30'	06/21/04時00'
西索/西仕	Cecil	6	1982	08/06/10時10'	08/10/12時30'
亞力士	Alex	6	1984	07/03/04時10'	07/04/04時00'
白蘭黛	Brenda	6	1985	10/03/09時10'	10/04/21時10'
南施	Nancy	6	1986	06/22/20時55'	06/24/09時40'
賽洛瑪	Thelma	6	1987	07/12/21時00'	07/14/20時55'
費南	Vernon	6	1987	07/20/04時30'	07/21/21時40'
亞力士	Alex	6	1987	07/25/21時00'	07/27/21時35'
歐菲莉	Ofelia	6	1990	06/21/21時30'	06/24/04時30'
凱特琳	Caitlin	6	1991	7月/25-27日	
芭比	Bobbie	6	1992	06/26/21時10'	06/28/15時40'
泰德	Ted	6	1992	09/20/15時20'	09/23/09時30'
道格	Doug	6	1994	08/06/14時30'	08/09/06時15'
席斯	Seth	6	1994	10/07/20時40'	10/11/05時40'
薩恩	Zane	6	1996	09/25/20時00'	09/29/20時00'
楊妮	Yanni	6	1998	09/27/23時30'	09/29/08時55'
瑞伯	Zeb	6	1998	10/13/20時20'	10/17/02時45'
寶發	Bopha	6	2000	09/08/20時40'	09/10/08時40'
象神	Xangsane	6	2000	10/31/02時45'	11/01/17時45'

表四 1950-2000 第九類侵臺路徑颱風名錄

第九類颱風路徑名錄					
中文名	英文名	分類	年份	陸上颱風發布時間	陸上颱風解除時間
衛歐拉	Viola	9	1953	10月/3-4日	
瑪麗	Mary	9	1960	06/10/12時	06/10/23時
艾琳	Elaine	9	1960	08/20/23時	08/24/11時
裘迪	Judy	9	1966	05/29/17時00'	05/30/23時30'
艾爾西	Elsie	9	1966	09/14/21時00'	09/17/05時00'
娜定	Nadine-2	9	1968	07/24/16時20'	07/26/22時10'
魯絲	Ruth	9	1977	06/15/21時30'	06/17/05時30'
艾克	Ike	9	1981	06/12/15時30'	06/13/21時00'
韋恩1	Wayne1	9	1986	08/21/04時10'	08/23/04時30'
韋恩2	Wayne2	9	1986	08/28/21時45'	09/03/04時25'
蘇珊	Susan	9	1988	06/01/04時25'	06/02/20時55'
瑪麗安	Marian	9	1990	05/18/15時40'	05/19/14時50'
耐特	Nat-2	9	1991	09/22/15時10'	09/23/21時10'
荻安娜	Deanna	9	1995	06/04/20時50'	06/06/11時50'
蓋瑞	Gary	9	1995	06/08/05時40'	06/08/14時50'
賴恩	Ryan	9	1995	09/21/03時25'	09/23/12時15'
凱姆	Cam	9	1996	05/22/03時20'	05/23/18時00'
卡絲	Cass	9	1997	08/30/10時00'	08/30/20時20'
妮蔻兒	Nichole	9	1998	07/09/05時55'	07/10/09時45'
維琪	Vicki	9	1998	9月/19-20日	
芭比絲	Babs	9	1998	10/26/08時50'	10/27/23時05'

類，通過台灣南部海面向西或西北行進者為第五類；北行颱風分為兩類，第六類路徑沿著台灣東岸或東部海面北上，第七類路徑沿著台灣西岸或台灣海峽北上；東行颱風也分為兩類，第八類路徑為通過台灣南部海面向東或東北行進者，第九類路徑則為通過台灣南部向東或東北移動。

在這九類侵臺颱風路徑中，我們選取了三條路徑的颱風進行研究，分別是通過台灣北部向西或西北行進的第二類路徑颱風、沿著台灣東岸或東部海面北上的第六類路徑颱風以及通過台灣南部向東或東北行進的第九類路徑颱風。這三類颱風的詳細資料，請見表二、表三及表四。

我們只選擇這三類路徑颱風進行研究的原因，主要如下：

第一，這三類颱風恰可做為西行、北向及東行侵臺路徑颱風代表，雖然她們的出現頻率不是最高，不過卻可說是對台灣影響最大的三類颱風。選擇這三條路徑的颱風做研究，可以讓我們在最短時間內得到颱風侵臺的大致面貌。雖說這是我們面臨升學壓力下的無奈抉擇，但這研究還是具有一定的代表性。

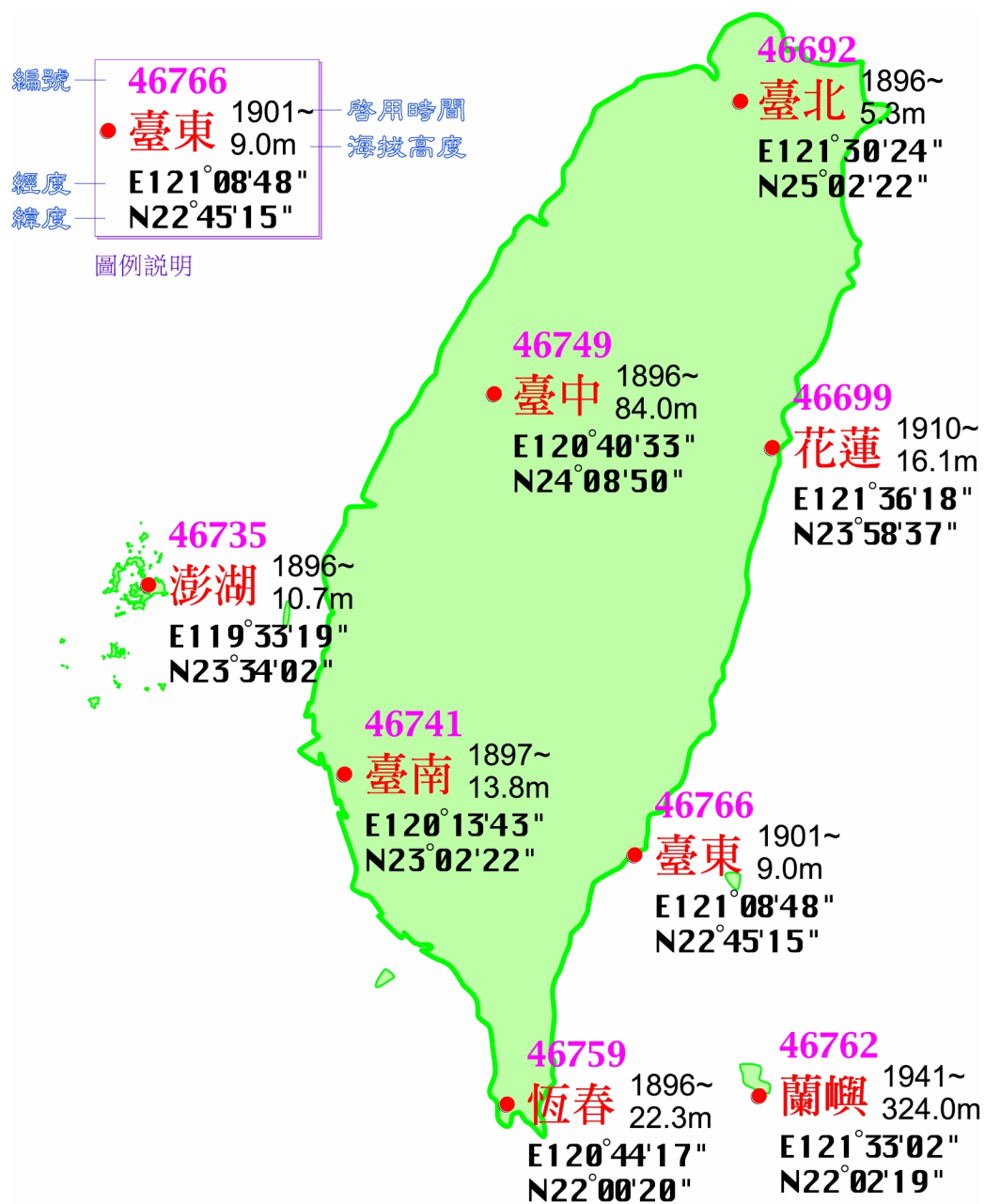
第二，第二類路徑颱風及第九類路徑颱風，前者影響區域以北部為主，後者則以南部為主要影響範圍。選擇這兩類路徑的颱風做研究，可以讓我們快速得到颱風影響台灣的全面印象。

第三，第六類路徑颱風由台灣東部海面由南往北前進，與中央山脈的走向大致平行。我們可以藉此比較橫掃台灣本島而過的第二類、第九類路徑颱風，看看到底中央山脈對颱風的影響程度有多大？

六、選擇「降雨量」與「最大陣風」、「平均風速」為研究內容

最早的構想是，以地理課本中最常提到的溫度、風和雨為研究主體，看看能否找出這些氣象因子與地形之間的交互作用。最後，基於現實考量，大家一致認為國中的課餘時間有限，必須把能量集中，所以，我們選擇了颱風侵臺期間的降雨量與平均風速、最大陣風這三項因子來研究。因為颱風帶來的風和雨，對我們來講，還是最容易察覺而有能力予以識別的因子。

很快地我們就發現，雖然研究份量減少了，但光是研究這些內容，就讓大家人仰馬



圖二 本次科展所選擇的測站位置圖

翻，忙得不可開交。由此，我們可以體會那些爲了文明進步而犧牲奉獻的科學家們，他們在研究過程中所付出的辛苦與努力，實在是外人所難以想像的啊！

七、蒐集適用本次科展研究的測站資料

完成上述這些事情之後，我們的科展大工程於焉展開，首先進行的就是資料蒐集與整理工作。由於早期的氣象資料取得不易，而且缺漏的現象也十分嚴重，透過管道輾轉取得的資料也不適用於本次科展研究。

原先，我們想利用空軍氣象單位的統計數據，但由於早期部分資料逸散，爲求資料的完整性與一致性，於是轉而求助中央氣象局，所幸在氣象局人員的熱心幫忙之下，解決了我們的燃眉之急。真是謝謝他們的幫忙！

八、統計分析

雨量統計的部分，我們的運氣不錯，在王時鼎顧問的報告裡頭已有各測站百年來侵臺颱風的雨量統計，我們便直接利用其數據，進行我們後續的研究。風速統計部分，則是在中央氣象局謝局長與紀副局長的幫忙之下，得以使用颱風資料庫中風速觀測資料進行統計。

面對十分龐大的工作量，我們的工作分配模式大多是透過例行性會議中『認養』、『合作』或『彼此協商』而完成。微軟（Microsoft）的 Excel 軟體，在此幫了我們很多統計平均方面的忙。

這部分的工作是本次科展研究中最累人的部分，現在回想起來，還是心有餘悸呢！

九、多重校正

爲了降低我們的統計誤差，甚至希望可以達到零誤差的程度，因此每每在統計完成之後，我們都會相互交換統計結果，彼此再確認對方的資料、內容及結果數次。

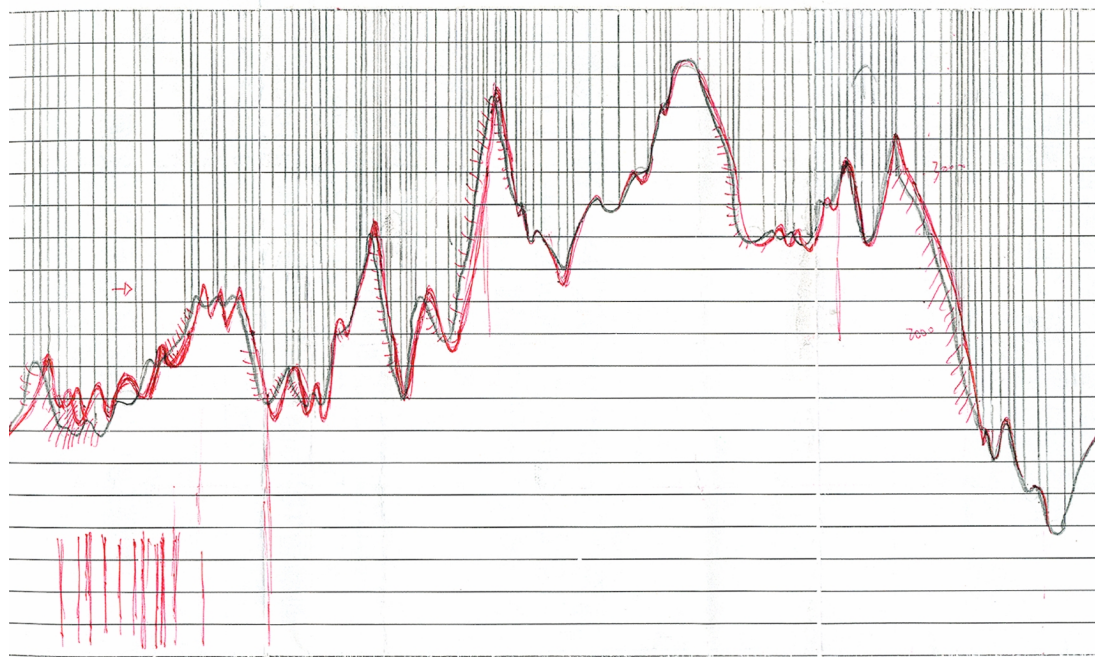


▲8月30日會議

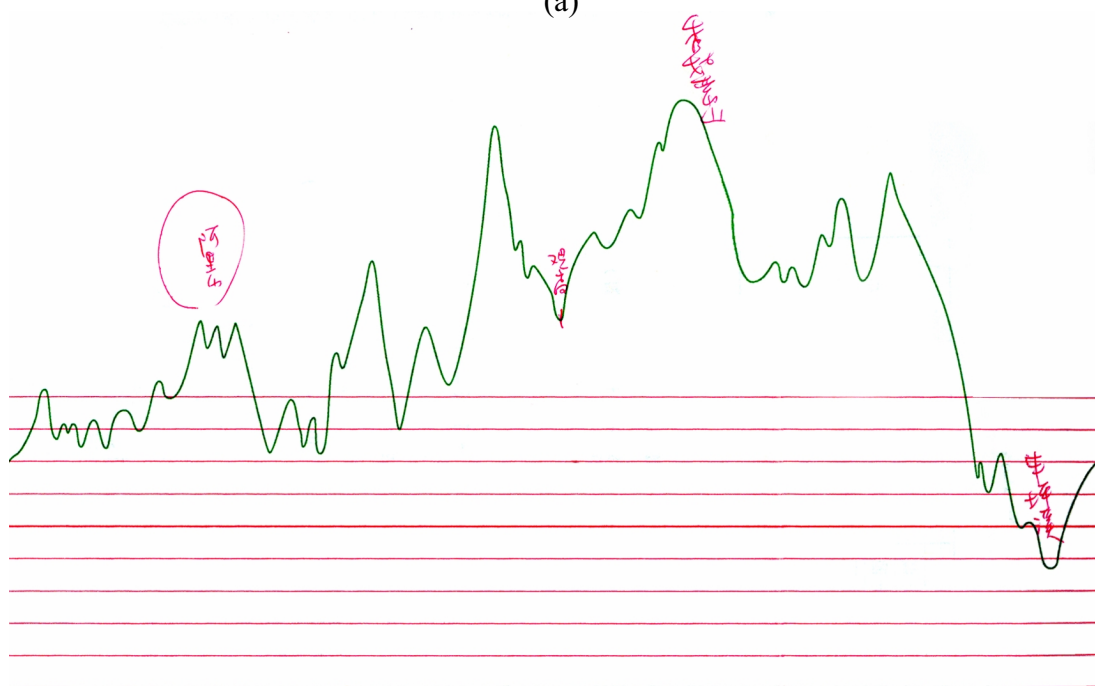
我們相信，不斷地檢覈與驗證才能提高科學研究的精度與可信度。

十、繪製地形剖面圖

國中一年級「認識臺灣地理篇」的課本中，就有地形剖面圖的練習，不過當時年幼



(a)



(b)

說明：(a)黑線係我們在描繪地形剖面圖時所使用，紅線則為指導老師為我們修正錯誤時所使用。

(b)綠線則為在電腦中重繪之向量圖，紅字則為比對地圖上的相對位置。

圖三 地形剖面圖練習實例之一

無知的我們並沒有用心學，因為實在不知道它有什麼用，所以就交差了事。現在需要用到它的時候，就必須償付過去不用心的代價，這真是讓我們吃足了苦頭。

我們先從最基本的平原、山地、丘陵、盆地及高原等五大地形剖面圖開始練習畫起，再經過幾次精進的練習之後，才正式描繪本次科展所需的地形剖面圖。

因為臺灣的地形南北狹長，所以根據平均取樣的原則，以緯度 0.5°為間隔，在比例尺 1:250000 的臺灣地圖底圖上，描繪出臺灣緯度 22°N、22.5°N、23°N、23.5°N、24°N、24.5°N 和 25°N 所通過區域的七條東西向地形剖面圖。

這工作也花了我們相當長的時間，我們先將剖面圖描繪於初稿上，再由老師為我們一一修正初繪過程中不小心產生的錯誤。(圖三)

我們辛苦，可是老師更辛苦呢！

十一、寫作實驗日誌

指導老師為我們定了一個實驗日誌格式(圖四)，我們也以一週大約一次的頻率來寫作實驗日誌，自我紀錄本次科展研究的學習過程、心得與感想，並為自己的成長留下一份忠實的寫真。

老師的用意是希望透過日誌的撰寫，我們可以自省而察覺研究方向有否偏差，是否需要及時調整步伐並修正不當的作法。不過，不夠努力的我們，在這點上是有些辜負了老師的好意。

十二、參訪教學

利用暑假結束前的最後一週，我們在短短一天的行程裡，匆忙拜會了空軍氣象聯隊氣象中心、台大大氣科學系、台大地理環境資源學系 GIS 中心以及中央氣象局。

主要的目的是要讓我們瞭解我們的研究不只是象牙塔內的工作而已，而是真實生活當中的一部分。同時也讓我們有機會當面向國內的學者專家



▲8月27日參訪空軍氣象聯隊氣象中心



▲8月27日參訪臺大大氣科學系

二〇〇一科展 實驗日誌

▶▶記錄人：

▶▶日期： 年 月 日

▶▶天氣：

▶▶心情：

▶▶記錄類別：☐文獻探討 ☐讀書心得 ☐新聞隨想 ☐實驗記錄☐參訪有感 ☐軟體學習 ☐相片說明☐其他（請說明於後）

▶▶記錄內容：

▶▶心得：

▶▶應用處：☐求生存 ☐謀生計 ☐延生命

▶▶說明：

裝

訂

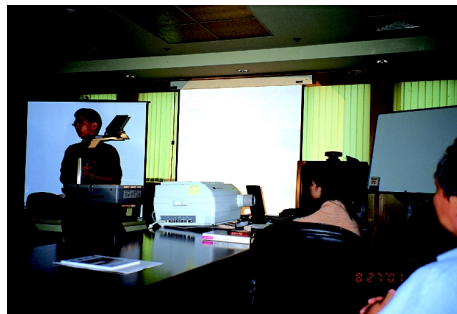
線

圖四 實驗日誌範本

請教，藉著他（她）們多年的經驗與豐富的學識，試圖解決一些我們所無法處理的問題。

我們的參訪行程安排如下：

參訪行程安排		
參訪時間流程	參訪地點	主要活動內容
0700~0740		集合（介壽國中校門口）
0810~1000	空軍氣象聯隊氣象中心	林得恩預報長、吳俊憲氣象官及黃清順氣象官為大家講解氣象預報作業以及衛星影像的解讀如何運用在空軍的飛航安全上
1010~1130	臺灣大學大氣科學系	郭鴻基教授為我們比較颱風與其他物質的能量規模，並簡單說明颱風環流運動的特性
1200~1230	臺灣大學地理環境資源學系	賴進貴教授為我們講解GIS的基本特性，並請研究生當場展示點圖及掃圖工作
1400~1630	中央氣象局	陳課長及馮課長親自出馬為我們介紹預報工作內容，並請專員為我們解說颱風資料庫的使用細節



▲8月27日參訪中央氣象局



▲8月27日參訪臺大地理環境資源學系 GIS 中心

我們參訪的每個單位都很慎重地接待我們，除了詳細的簡報之外，還充分回答我們這些「新手」的提問，以滿足我們無窮無盡的上進心。

所謂「百聞不如一見」，今天的行程真是讓我們獲益良多。

十三、診斷分析

在統計工作結束之後，等值線與地形剖面圖也相繼完成，接下來就是要結合數據與圖像，並試圖在真實且複雜的颱風運動中推論出令人信服的分析與研判。

不同颱風的運動路徑，對臺灣帶來的風雨分布與強度大小在局部地區的確存在差異性與地域性，而地形正是在其中扮演的關鍵角色，經由「診斷分析」的步驟，確實驗證了這部分的假設。

在這個階段中，我們過去囫圇吞棗的文章以及多次討論中被質疑與反覆辯證的論點，在此終於獲得了澄清。這樣的結果，實在令人太高興了。

十四、臺灣模型製作概況

會議中決定要做一個臺灣的立體模型，以供展覽時講解方便使用，於是由廖家立老師依照大家的能力分配工作。

我們充分發揮「化腐朽為神奇」的精神，利用紙箱來製作模型。首先選取適當的等高線，再將這等高線的輪廓放大貼到瓦楞紙上，再裁下來。老師幫我們進行最後的修飾工作後，就利用紙黏土把層層相疊的瓦楞紙間凹陷的地方補滿。最後只要上漆，就大功告成了。

在製作過程中，大家各自發揮長處，通力合作，有說有笑，樂在其中，好像回到過去無憂無慮的童年。啊！這真是個好玩的經驗呢！

十五、團隊合作


我們爲了這次科展，時常聚在一起開會，大約一、二週就會開一次會。（表五）會中大家輪流擔任紀錄，確認上回會議記錄、追蹤檢討進度、分享讀書心得，並經由討論釐清研究方向、練習繪製地形剖面圖以及用腦力激盪想出新點子等等。

大家在研究中所碰到的困難，也會在會議中提出並試圖運用資源以尋求解決方案。

表五 小組開會時間一覽表及開會重點摘要

日	一	二	三	四	五	六	重要大事紀
二	月			三	月		
25	26	27	28	1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10	
11	12	13	14	15	16	17	
18	19	20	21	22	23	24	[會議 3/18]初定研究步驟與進行時程
25	26	27	28	29	30	31	[會議 3/26 聯合晚報]}科展強調「鄉土性」，希望能從居住環境和生活中取材，並且研究題目必須出自當年教材內容。
四	月						
1	2	3	4	5	6	7	
8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	[會議 4/28]確定研究重心在「侵臺颱風與地形間的交互作用」。
		五	月				
29	30	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12	[會議 5/12](i)第一次讀書報告(ii)確定本次科展研究時間尺度為 50 年。
13	14	15	16	17	18	19	
20	21	22	23	24	25	26	[會議 5/20]確定所有報告及繳交資料電子化。
					六	月	[會議 5/26]所有討論與成果皆屬團隊所有，在未公開前請勿向外張揚與炫耀。
27	28	29	30	31	1	2	
3	4	5	6	7	8	9	[會議 6/03]採用「颱風百問」中的颱風路徑分類。
10	11	12	13	14	15	16	[會議 6/09]明瞭地形剖面圖之概念與技術。
17	18	19	20	21	22	23	[會議 6/16]開始繪製地形剖面圖。
24	25	26	27	28	29	30	[會議 6/28]侵臺颱風路徑西行、東行及北行各選

日	一	二	三	四	五	六	重要大事紀
七	月						一條。
1	2	3	4	5	6	7	[會議 7/02]找到前人百年颱風雨量統計資料。
8	9	10	11	12	13	14	[會議 7/09]統一「颱風雨量統計」工作細節。
15	16	17	18	19	20	21	[會議 7/16]地形剖面圖的標準選定與工作分配。
22	23	24	25	26	27	28	[會議 7/23]現場實作繼續完成地形剖面圖。
			八	月			
29	30	31	1	2	3	4	[會議 7/30](i)「科展作品說明書」工作分配(ii)等
5	6	7	8	9	10	11	雨量線圖初稿完成。
12	13	14	15	16	17	18	[會議 8/13]第一次討論「科展作品說明書」。
19	20	21	22	23	24	25	[會議 8/20](i)開始進行「風速」資料的統計(ii)解
						九	說 Aug/27/2001 行程細節與注意事項。
26	27	28	29	30	31	1	[會議 8/27]參訪空氣氣象聯隊、台大大氣系、台大
月							地理系 GIS 中心及中央氣象局。
2	3	4	5	6	7	8	[會議 9/04](i)定出科展題目(ii)改採與中央氣象局
9	10	11	12	13	14	15	相同之路徑分類和颱風選取標準
16	17	18	19	20	21	22	[會議 9/12]結束「科展作品說明書」內容討論
23	24	25	26	27	28	29	
	十	月					
30	1	2	3	4	5	6	[會議 10/1](i)「科展作品說明書」內容補充討論(ii)
7	8	9	10	11	12	13	「科展作品說明書」後續工作分配
14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	[會議 10/23]邀請講師莊瑞宜小姐介紹科展展板相
				十	一	月	關之基礎美學
28	29	30	31	1	2	3	

 為開會時間

壹、研究結果

一、地形剖面圖（圖五）

我們考量臺灣的南北狹長地形特徵，以緯度 0.5° 為間隔，平均取樣，共描繪出臺灣本島與緯度 22°N 、 22.5°N 、 23°N 、 23.5°N 、 24°N 、 24.5°N 和 25°N 相交會區域的七條東西向地形剖面圖。

二、各路徑侵臺颱風觀測資料統計

1. 第二類路徑侵臺颱風平均雨量統計。（表六）

我們依據王時鼎顧問研究報告中的表一〈1897~1997 共 628 個侵襲台灣及台灣近海過境颱風各地（區）總雨量（單位為 0.1 公厘）分布及其排序表〉，其中所整理各測站於颱風襲臺期間的雨量觀測值統計而得。

2. 第二類路徑侵臺颱風平均風速統計。（表七）

我們根據由中央氣象局取得之颱風侵臺期間風速觀測資料統計而得。

3. 第二類路徑侵臺颱風最大陣風統計。（表八）

依據同上。

4. 第六類路徑侵臺颱風平均雨量統計。（表九）

依據同上。

5. 第六類路徑侵臺颱風平均風速統計。（表十）

依據同上。

6. 第六類路徑侵臺颱風最大陣風統計。（表十一）

依據同上。

7. 第九類路徑侵臺颱風平均雨量統計。（表十二）

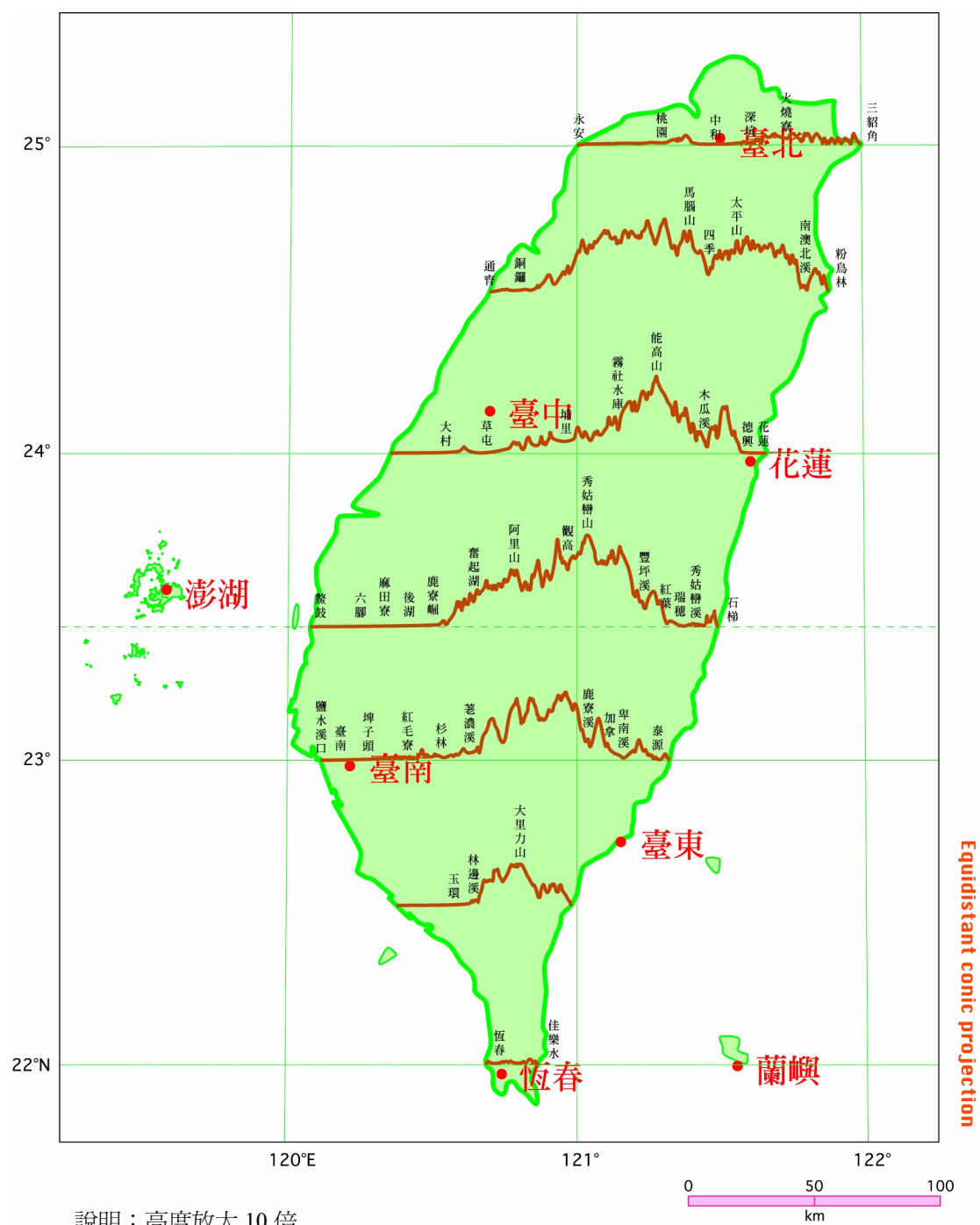
依據同上。

8. 第九類路徑侵臺颱風平均風速統計。（表十三）

依據同上。

9. 第九類路徑侵臺颱風最大陣風統計。（表十四）

依據同上。



圖五 七條以緯度 0.5°為間的東西向臺灣地形剖面圖

表六 第二類路徑颱風平均雨量統計

第二類路徑颱風平均雨量		單位：mm							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
黛納	Dinah	157.9	114.2	16.9	315.6	100.1	63.7	273.3	64.5
芙瑞達	Freda	111.6	643.7	536.3	364.7	514.1	297.4	566.3	93.2
雪莉	Shirley	199.1	276.8	76.6	489.4	228.4	184.7	186.6	21.6
艾妮絲	Agnes	68.4	30.7	8.5	18.5	16.7	5.4	6.1	89.4
波密拉	Pamela	102.0	81.5	8.8	103.6	30.5	7.7	139.2	3.2
歐珀	Opal	143.5	84.8	16.3	139.4	20.1	25.6	4.9	66.5
艾美	Amy	208.0	292.0	34.4	114.4	103.0	44.2	138.5	56.0
溫蒂	Wendy	70.7	137.7	18.4	256.2	203.8	52.0	220.1	39.2
瑪麗	Mary	146.2	86.1	17.4	415.1	283.1	84.6	113.4	20.2
娜拉	Nora	54.4	109.9	68.8	66.6	159.3	34.1	56.0	48.2
艾爾西	Elsie	193.3	287.9	88.9	82.2	224.0	160.5	148.8	6.1
貝絲	Bess	181.6	14.1	2.9	106.5	9.6	2.9	14.2	0.0
琴恩	Jean	86.7	38.3	0.0	17.4	0.9	0.4	0.0	3.5
妮娜	Nina	80.5	139.0	21.4	92.0	245.9	86.1	295.0	21.6
畢莉	Billie	190.2	11.3	20.6	227.7	104.7	8.2	69.4	0.2
薇拉	Vera	260.7	32.1	6.3	192.2	26.4	68.7	33.7	0.0
黛拉	Della	84.0	317.0	3.3	15.5	2.7	26.3	2.4	21.7
諾瑞斯	Norris	107.5	65.3	20.6	254.0	68.0	12.6	40.5	5.1
莫瑞	Maury	343.1	122.8	55.8	249.3	231.2	140.1	68.2	48.2
芙瑞達	Freda	174.5	22.1	0.0	67.6	5.6	11.9	2.7	0.3
楊希	Yancy	132.2	26.1	45.5	397.0	169.6	115.4	106.1	128.3
愛麗	Ellie	91.0	20.5	9.6	59.8	16.5	0.0	2.5	8.2
葛拉絲	Gladys	94.9	72.5	0.0	110.3	81.5	14.1	0.0	0.1
賀伯	Herb	247.3	158.5	65.1	514.6	214.0	142.0	184.6	46.7

表七 第二類路徑颱風平均風速統計

第二類路徑颱風平均風速		單位：m/s							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
黛納	Dinah								
芙瑞達	Freda								
雪莉	Shirley								
艾妮絲	Agnes								
波密拉	Pamela	14.08	7.20	7.49	7.81	7.39	8.18	16.13	18.27
歐珀	Opal	8.40	6.14	5.27	4.34	4.51	4.48	10.03	20.24
艾美	Amy	2.05	5.47	3.48	1.36	4.32	3.59	10.22	15.33
溫蒂	Wendy	8.50	7.17	4.48	3.68	4.98	5.16	9.12	18.18
瑪麗	Mary	5.34	4.22	3.77	4.53	4.24	6.44	8.37	18.51
娜拉	Nora		3.41	3.21	1.60	3.36	4.08	8.30	9.95
艾爾西	Elsie	5.62	6.97	5.36	1.58	8.19	7.33	13.74	21.53
貝絲	Bess	9.30	4.10	3.54	6.45	4.24	4.89	10.29	15.75
琴恩	Jean	6.47	2.57	2.12	1.06	1.05	3.61	2.25	15.28
妮娜	Nina	2.61	5.26	3.07	6.56	6.56	5.31	12.14	18.45
畢莉	Billie	5.25	3.66	4.11	3.81	5.12	7.48	6.03	17.70
薇拉	Vera		1.79	1.48	0.93	4.02	4.59	5.93	10.43
黛拉	Della		3.57	2.88	0.61	2.52	2.73	4.25	11.84
諾瑞斯	Norris		2.60	4.06	3.39	3.77	4.47	7.18	16.81
莫瑞	Maury	1.35	1.60	3.28	1.83	2.51	4.73	3.50	15.90
芙瑞達	Freda	2.23	2.18	1.87	1.84	4.10	3.46	4.70	18.95
楊希	Yancy	6.42	3.42	3.05	3.55	6.08	5.43	8.47	19.54
愛麗	Ellie	3.32	1.29	1.34	1.44	4.02	2.54	4.40	10.97
葛拉絲	Gladys		3.89	2.57	1.65	2.86	2.99	4.75	12.35
賀伯	Herb		4.29	2.67	3.84	6.43	6.29	7.72	16.82

表八 第二類路徑颱風最大陣風統計

第二類路徑颱風最大陣風		單位：m/s							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
黛納	Dinah								
芙瑞達	Freda								
雪莉	Shirley	15.85	16.05	18.75	15.68			16.02	27.68
艾妮絲	Agnes	11.80	11.55	12.45	7.15			10.80	19.60
波密拉	Pamela	30.85	19.90	17.15	24.50	22.15	16.15	26.85	31.90
歐珀	Opal	37.73	18.00	19.03	16.47	19.63	15.93	16.97	40.40
艾美	Amy	12.36	22.50	16.97	6.63	15.33	10.05	18.15	30.40
溫蒂	Wendy	20.00	20.76	16.96	13.67	17.97	15.47	14.07	34.50
瑪麗	Mary	22.80	14.50	11.83	16.63	12.93	15.87	14.90	33.03
娜拉	Nora	17.00	13.06	17.43	6.40	15.80	15.23	16.80	30.77
艾爾西	Elsie	31.00	17.30	12.40	27.03	25.00	23.70	22.86	46.93
貝絲	Bess	33.00	20.83	14.63	18.17	19.97	17.13	20.70	29.33
琴恩	Jean	15.90	9.50	5.65	6.95	6.90	9.80	5.70	21.25
妮娜	Nina	20.00	27.53	14.06	17.73	21.60	14.23	26.26	29.97
畢莉	Billie	28.23	13.56	13.03	15.10	16.77	15.93	14.56	28.73
薇拉	Vera	22.20	7.37	6.30	12.95	16.73	11.95	14.12	22.88
黛拉	Della	15.30	12.70	8.70	6.05	13.05	9.80	11.05	23.35
諾瑞斯	Norris	23.97	20.76	14.30	14.67	13.17	11.83	14.20	31.63
莫瑞	Maury	13.20	10.86	16.56	10.90	10.00	14.00	10.70	31.60
芙瑞達	Freda	15.60	11.13	11.63	9.57	13.00	12.57	11.16	32.20
楊希	Yancy	16.63	14.03	16.36	16.80	18.67	19.23	23.40	46.47
愛麗	Ellie	13.90	6.96	5.80	7.67	10.97	9.67	12.43	19.27
葛拉絲	Gladys	20.57	12.10	12.20	8.63	9.90	12.43	13.40	23.00
賀伯	Herb	22.25	19.42	15.52	15.78	18.60	19.60	18.17	39.98

表九 第六類路徑颱風平均雨量統計

第六類路徑颱風平均雨量		單位：mm							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
葛萊拉	Clara	42.2	7.2	6.5	0.0	0.5	3.5	0.6	46.5
露絲/魯士	Ruth	62.6	9.3	63.5	0.0	8.4	13.1	0.0	74.0
黛納	Dinah	15.9	3.6	0.6	1.3	27.2	154.4	0.1	56.9
梅瑞	Marie	62.0	100.4	9.6	1.9	1.3	2.1	0.2	96.7
佛琴尼	Virginia	7.1	240.5	344.3	1.2	25.3	350.6	0.0	269.4
費依	Faye	44.6	79.9	14.3	20.9	1.6	27.4	1.0	114.6
芙瑞達	Freda	105.0	322.8	253.4	25.4	27.3	255.4	2.9	322.6
貝蒂	Betty	56.9	308.2	199.4	10.1	7.9	136.2	1.0	126.2
凱特/凱蒂	Kate	47.9	226.9	287.1	168.7	307.8	312.0	20.8	118.7
黛納	Dinah	74.6	91.3	205.6	24.5	37.7	301.5	4.3	118.9
芙勞西	Flossie	415.0	327.7	111.9	9.0	13.9	77.7	0.0	129.3
歐佳/歐家	Olga	3.4	0.1	0.0	72.6	0.0	6.1	0.0	1.0
費達	Wilda	250.6	27.9	8.1	77.5	17.7	1.2	55.8	121.9
溫蒂/范迪	Wendy	145.0	162.9	205.8	58.9	21.1	365.4	2.8	571.0
嫻拉	Ora	212.3	93.5	183.2	8.7	13.7	65.8	1.3	328.8
歐敏	Irrving	231.5	7.6	0.0	40.0	34.3	20.8	0.1	5.0
裘恩	June	108.5	147.5	106.2	91.0	11.9	79.8	2.8	231.5
西索/西仕	Cecil	218.4	38.3	7.4	136.2	18.1	18.5	0.7	82.4
亞力士	Alex	62.5	77.0	57.2	88.0	39.1	131.4	0.0	77.1
白蘭黛	Brenda	86.1	53.5	1.0	17.2	8.2	12.7	1.1	49.9
南施	Nancy	61.0	169.8	84.6	12.8	131.5	66.7	5.3	87.5
賽洛瑪	Thelma	62.1	10.0	8.8	18.7	8.2	98.1	5.5	37.6
費南	Vernon	3.0	10.0	16.2	53.7	185.4	294.2	10.7	139.9
亞力士	Alex	53.5	105.4	96.7	49.6	24.0	192.8	2.2	242.8
歐菲莉	Ofelia	92.4	497.5	271.3	162.2	142.3	319.5	52.7	194.9
凱特琳	Caitlin	2.0	0.0	2.2	0.5	115.4	45.8	5.0	0.4
芭比	Bobbie	11.9	1.3	0.0	1.5	0.3	31.2	0.0	36.0
泰德	Ted	96.4	519.5	142.5	65.6	46.2	104.0	15.1	131.9
道格	Doug	188.2	42.5	12.8	258.0	68.6	164.5	4.8	87.5
席斯	Seth	186.2	90.0	4.6	19.9	3.1	3.5	0.8	43.5
薩恩	Zane	231.9	17.0	19.5	4.3	0.0	20.5	0.1	29.3
楊妮	Yanni								
瑞伯	Zeb								
寶發	Bopha								
象神	Xangsane								

表十 第六類路徑颱風平均風速統計

第六類路徑颱風平均風速		單位：m/s							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
葛萊拉	Clara								
露絲/魯士	Ruth								
黛納	Dinah								
梅瑞	Marie								
佛琴尼	Virginia								
費依	Faye								
芙瑞達	Freda								
貝蒂	Betty	6.87	5.40	12.43	1.29	3.78	9.39	8.63	18.72
凱特/凱蒂	Kate	2.93	2.96	4.75	1.87	2.96	5.91	3.66	15.57
黛納	Dinah	1.71	3.16	5.20	1.78	2.24	6.55	3.24	16.69
芙勞西	Flossie	5.49	7.09	5.44	8.49	7.40	7.65	15.82	19.22
歐佳/歐家	Olga	3.10	4.39	2.47	2.26	2.97	6.41	2.70	10.97
費達	Wilda	2.71	2.40	2.16	2.58	2.71	4.38	3.34	4.81
溫蒂/范迪	Wendy	5.27	3.85	4.22	1.78	1.77	5.63	7.40	18.72
嫻拉	Ora		4.67	2.99	4.10	4.89	2.70	13.24	16.43
歐敏	Irrving		1.91	2.57	2.42	3.71	4.38	5.92	18.25
裘恩	June	5.39	3.40	4.63	2.46	2.55	3.68	4.23	21.58
西索/西仕	Cecil	3.93	1.92	2.91	1.29	2.21	3.21	2.31	17.22
亞力士	Alex	2.71	2.48	3.88	0.94	4.55	2.92	3.50	19.59
白蘭黛	Brenda	5.83	3.90	3.68	2.88	6.51	3.43	8.10	27.13
南施	Nancy	3.02	3.09	2.62	1.84	5.46	3.49	2.17	13.51
賽洛瑪	Thelma	3.67	1.39	1.08	1.43	5.77	2.96	3.30	12.98
費南	Vernon	2.80	1.85	2.83	1.19	4.46	2.37	2.25	14.57
亞力士	Alex	3.89	1.72	3.06	1.09	5.64	3.87	4.30	19.24
歐菲莉	Ofelia	3.53	3.45	4.19	1.47	4.42	6.41	5.60	20.33
凱特琳	Caitlin								
芭比	Bobbie		3.50	1.98	1.83	3.20	2.27	6.02	12.11
泰德	Ted		5.59	3.31	1.64	3.08	5.48	8.93	17.63
道格	Doug		4.46	2.93	2.60	5.00	5.70	5.16	21.13
席斯	Seth		2.51	2.52	2.33	4.75	4.91	7.09	17.67
薩恩	Zane		2.11	1.84	2.72	4.19	2.92	7.14	8.47
楊妮	Yanni	2.20	3.62	1.13	2.52	5.04	3.08	7.05	10.28
瑞伯	Zeb	4.84	3.08	2.62	2.13	4.66	7.46	6.37	15.89
寶發	Bopha	1.83	1.55	1.25	3.24	5.43	2.02	6.29	6.07
象神	Xangsane	3.31	3.74	3.69	3.92	9.28	6.72	8.64	15.72

表十一 第六類路徑颱風最大陣風統計

第六類路徑颱風最大陣風		單位：m/s							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
葛萊拉	Clara								
露絲/魯士	Ruth								
黛納	Dinah								
梅瑞	Marie								
佛琴尼	Virginia								
費依	Faye								
芙瑞達	Freda	16.05	16.60	17.40	9.45	19.70	20.80	22.15	29.95
貝蒂	Betty	18.87	20.70	30.56	9.47	13.37	15.90	16.13	47.40
凱特/凱蒂	Kate	13.08	17.72	17.90	7.38	16.38	15.75	8.55	42.20
黛納	Dinah	10.10	10.36	27.03	8.67	9.80	16.47	6.53	30.07
芙勞西	Flossie	20.37	17.90	15.36	19.43	22.30	22.10	26.80	41.60
歐佳/歐家	Olga	12.55	11.70	7.65	7.15	9.55	15.10	6.40	25.45
費達	Wilda	12.00	5.73	4.50	8.07	10.30	10.53	8.03	11.37
溫蒂/范迪	Wendy	19.63	15.10	12.07	6.93	9.68	14.88	13.60	30.03
婀拉	Ora	17.03	15.30	12.70	12.38	15.13	13.73	30.25	32.25
歐敏	Irrving	16.95	9.17	12.92	10.13	14.95	16.40	12.77	33.80
裘恩	June	18.20	11.77	16.17	8.70	10.95	13.65	11.62	32.18
西索/西仕	Cecil	14.96	8.56	12.08	7.84	9.90	11.26	8.88	33.42
亞力士	Alex	10.50	9.30	16.35	12.45	14.45	8.05	9.85	52.05
白蘭黛	Brenda	23.95	20.05	13.45	14.35	18.55	11.75	26.90	50.35
南施	Nancy		17.36	15.06	9.97	16.60	9.07	9.73	31.47
賽洛瑪	Thelma	11.40	8.50	6.83	8.27	12.93	13.10	9.56	27.33
費南	Vernon	12.30	10.15	12.65	9.70	13.75	10.95	7.85	33.40
亞力士	Alex	19.75	11.86	14.23	9.73	14.90	15.83	10.96	41.83
歐菲莉	Ofelia	9.20	19.72	16.35	10.15	15.45	18.23	17.15	40.88
凱特琳	Caitlin								
芭比	Bobbie		11.10	10.00	8.90	9.90	10.93	16.36	22.20
泰德	Ted		15.60	17.30	9.00	12.23	18.10	22.70	37.53
道格	Doug	22.73	18.62	14.50	13.78	14.90	20.28	13.95	40.80
席斯	Seth	18.18	12.54	14.34	11.86	15.76	20.10	16.24	38.08
薩恩	Zane	12.66	9.84	9.20	11.98	13.62	11.68	17.16	25.72
楊妮	Yanni	12.93	13.66	7.46	9.77	11.30	16.57	19.10	24.77
瑞伯	Zeb	18.18	12.52	13.66	11.40	16.50	23.42	21.34	37.70
寶發	Bopha	10.87	9.30	11.60	13.90	14.03	12.57	17.10	28.47
象神	Xangsane	17.45	19.75	25.35	22.85	30.80	28.50	26.35	49.30

表十二 第九類路徑颱風平均雨量統計

第九類路徑颱風平均雨量		單位：mm							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
衛歐拉	Viola	1.1	6.1	46.3	18.2	20.4	311.3	86.7	182.2
瑪麗	Mary	37.9	23.1	47.9	66.4	33.7	49.0	57.5	17.8
艾琳	Elaine	90.3	38.8	70.0	11.5	218.2	419.0	114.6	136.5
裘迪	Judy	10.6	174.0	169.7	46.9	231.1	232.9	79.4	54.8
艾爾西	Elsie	425.6	226.3	332.8	16.8	47.5	161.5	109.5	166.9
娜定	Nadine-2	27.7	13.6	131.5	11.8	142.9	91.9	82.6	250.2
魯絲	Ruth	43.9	0.5	11.0	18.4	36.2	74.8	24.9	4.4
艾克	Ike	109.6	292.1	121.8	49.4	114.2	154.1	125.4	55.6
韋恩1	Wayne1	275.7	223.0	179.7	275.1	116.2	151.1	234.7	82.9
韋恩2	Wayne2	0.6	25.8	13.0	54.5	27.6	74.8	0.3	145.2
蘇珊	Susan	34.0	194.2	335.6	27.3	47.5	144.8	2.6	88.1
瑪麗安	Marian	32.0	103.5	82.6	34.2	59.7	57.5	115.6	40.9
耐特	Nat-2								
狄安娜	Deanna								
蓋瑞	Gary								
賴恩	Ryan	96.4	143.5	187.1	31.9	42.7	371.5	27.7	232.1
凱姆	Cam	32.3	82.0	161.5	56.7	19.1	34.0	39.9	257.9
卡絲	Cass	93.6	286.5	58.5	63.5	66.8	37.0	45.6	15.5
妮蔻兒	Nichole								
維琪	Vicki								
芭比絲	Babs								

表十三 第九類路徑颱風平均風速統計

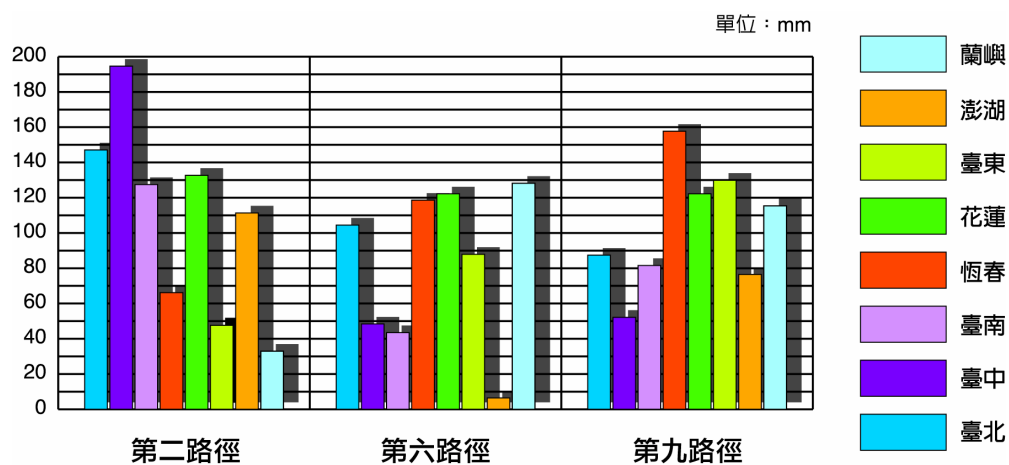
第九類路徑颱風平均風速		單位：m/s							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
衛歐拉	Viola								
瑪麗	Mary								
艾琳	Elaine								
裘迪	Judy	4.20	2.19	3.41	0.96	5.39	5.44	7.93	14.02
艾爾西	Elsie	3.21	3.57	3.91	3.93	4.95	5.91	12.96	9.60
娜定	Nadine-2	7.47	5.24	6.20	2.08	2.40	5.41	9.84	15.03
魯絲	Ruth		3.23	2.67	1.65	4.71	2.65	8.70	9.55
艾克	Ike	4.01	2.73	4.87	2.23	4.88	7.33	8.70	20.17
韋恩1	Wayne1	3.34	1.49	2.58	2.18	8.47	4.02	8.53	18.22
韋恩2	Wayne2	4.41	1.88	2.05	1.00	3.27	2.53	3.93	8.89
蘇珊	Susan	2.54	2.95	2.16	2.24	5.87	5.11	7.61	11.05
瑪麗安	Marian	4.22	3.12	2.56	1.28	6.27	4.53	7.36	11.86
耐特	Nat-2	5.34	2.58	3.72	1.44	3.42	4.92	6.44	14.62
狄安娜	Deanna		2.53	1.81	1.62	2.47	2.71	6.02	6.50
蓋瑞	Gary		2.14	2.20		5.78	4.82	3.71	15.5
賴恩	Ryan		2.47	1.47	1.99	4.68	5.09	7.25	10.51
凱姆	Cam		2.25	2.33	1.30	2.32	7.36	5.71	19.33
卡絲	Cass		1.57	2.48		6.27	3.11	5.85	12.28
妮蔻兒	Nichole	2.68	1.48	0.97	1.18	7.08	2.52	3.55	10.34
維琪	Vicki								
芭比絲	Babs	4.52	1.71	1.47	1.02	6.18	3.47	4.97	8.91

表十四 第九類路徑颱風最大陣風統計

第九類路徑颱風最大陣風		單位：m/s							
中文名	英文名	臺北站	花蓮站	臺東站	臺中站	臺南站	恆春站	澎湖站	蘭嶼站
衛歐拉	Viola								
瑪麗	Mary	21.30	4.60	19.90	18.20	15.50		20.40	29.90
艾琳	Elaine	9.00	10.28	10.30	9.44	16.22	12.28	15.02	31.98
裘迪	Judy	12.50	7.15	15.70	9.15	23.35	15.00	17.65	24.50
艾爾西	Elsie	10.88	11.95	11.92	12.40	14.10	17.18	18.37	21.30
娜定	Nadine-2	16.00	14.50	16.76	6.43	13.57	17.97	18.40	38.07
魯絲	Ruth	17.10	10.83	12.33	12.57	19.70	9.70	17.66	18.50
艾克	Ike	13.20	12.05	15.45	8.85	15.70	21.00	21.10	32.10
韋恩1	Wayne1	15.27	6.80	12.73	18.60	22.83	13.00	38.06	32.67
韋恩2	Wayne2	14.14	7.41	10.51	6.44	9.70	11.10	11.74	26.71
蘇珊	Susan	10.95	13.60	16.75	11.20	18.30	25.35	24.00	37.75
瑪麗安	Marian	11.50	15.85	13.15	8.90	23.10	18.65	22.50	26.10
耐特	Nat-2	16.45	9.95	20.00		9.80	22.90	23.70	74.40
狄安娜	Deanna	11.83	9.66	8.30	8.27	11.37	11.27	13.50	16.93
蓋瑞	Gary								
賴恩	Ryan	10.50	11.76	9.33	6.63	14.37	22.70	19.43	41.23
凱姆	Cam	12.80	10.20	9.70	6.00	8.45	27.90	15.40	48.20
卡絲	Cass	18.90	13.30	11.40	14.20	21.80	16.80	23.80	24.60
妮蔻兒	Nichole		6.25	5.30		23.65	12.25	10.85	21.00
維琪	Vicki								
芭比絲	Babs	17.55	7.30	9.75	5.65	17.00	12.75	18.40	17.95

三、最後統計結果

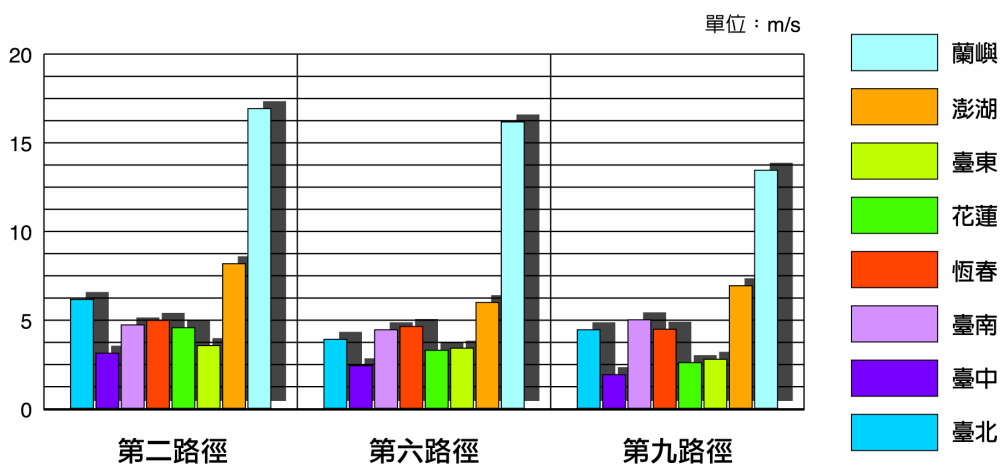
1.各類路徑侵臺颱風平均雨量統計結果。



單位：mm

	臺北站	臺中站	臺南站	恆春站	花蓮站	臺東站	澎湖站	蘭嶼站
第二類路徑	147.1	194.6	127.5	66.2	132.7	47.6	111.4	33.0
第六類路徑	104.5	48.4	43.5	118.6	122.2	87.9	6.4	128.2
第九類路徑	87.4	52.2	81.6	157.7	122.2	129.9	76.5	115.4

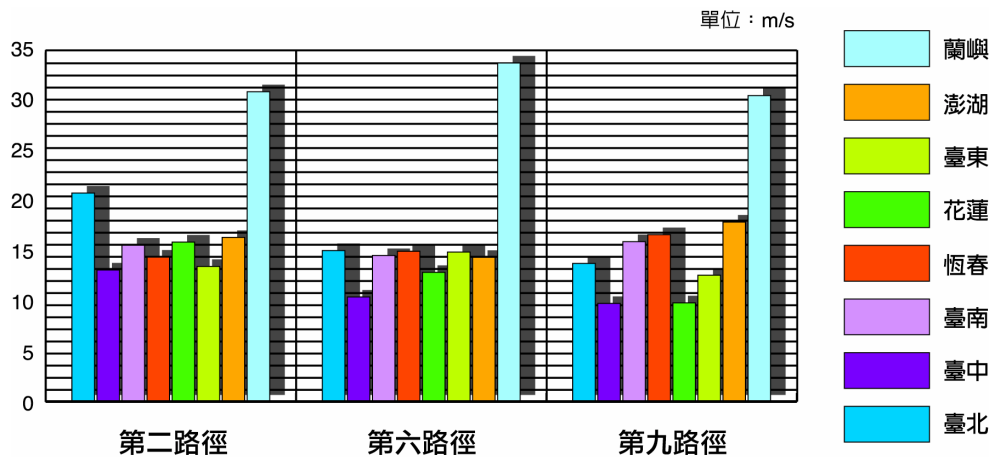
2.各類路徑侵臺颱風之最大陣風統計結果。



單位：m/s

	臺北站	臺中站	臺南站	恆春站	花蓮站	臺東站	澎湖站	蘭嶼站
第二類路徑	20.92	13.22	15.70	14.51	16.02	13.58	16.48	31.08
第六類路徑	15.17	10.51	14.67	15.10	12.98	15.01	14.49	33.96
第九類路徑	13.88	9.87	16.06	16.76	9.93	12.70	18.02	30.69

3.各類路徑侵臺颱風平均風速統計結果。



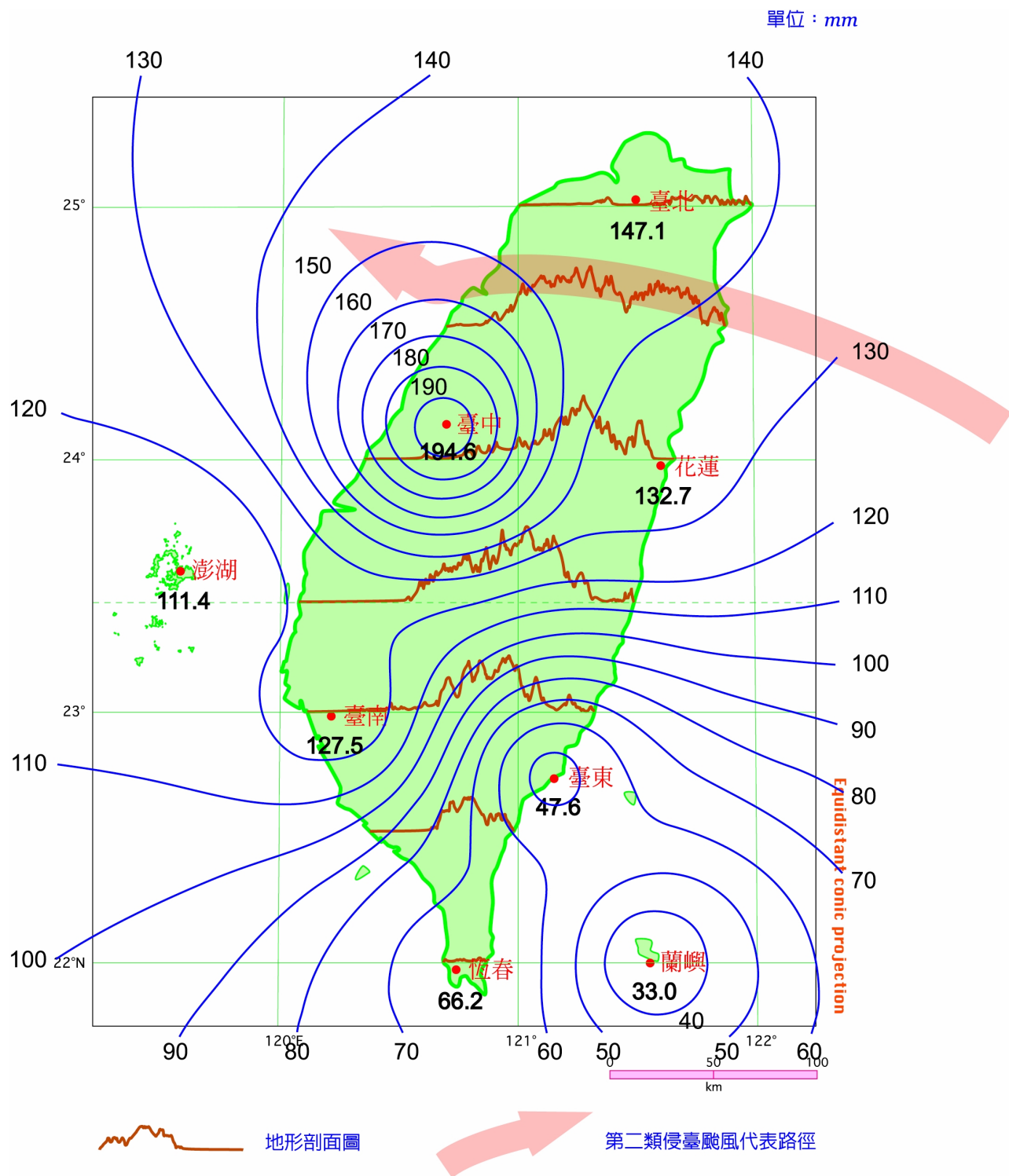
單位：m/s

	臺北站	臺中站	臺南站	恆春站	花蓮站	臺東站	澎湖站	蘭嶼站
第二類路徑	5.89	2.98	4.51	4.76	4.36	3.39	7.82	16.22
第六類路徑	3.73	2.30	4.25	4.43	3.14	3.25	5.72	15.50
第九類路徑	4.25	1.82	4.79	4.28	2.47	2.65	6.63	12.88

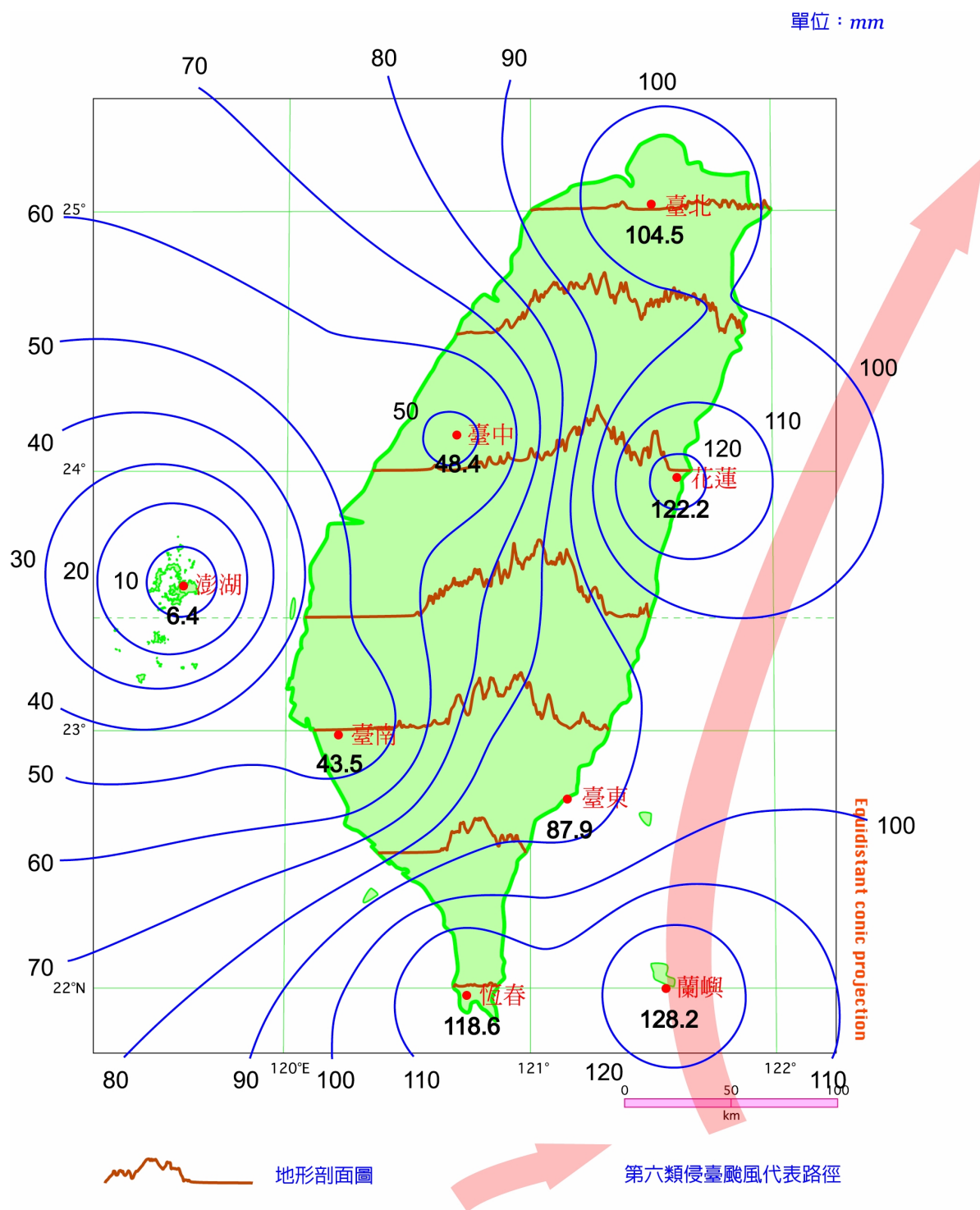
四、等值線

當我們把近五十年來第二類路徑、第六類路徑及第九類路徑的侵臺颱風，在台北、台中、台南、恆春、花蓮、台東、澎湖及蘭嶼等八個測站所觀測到的平均雨量、平均風速以及最大陣風統計完之後，接著轉請臺灣大學地理學系的 GIS 中心利用 Arc View 軟體繪製等雨量線圖、平均風速圖及最大陣風等值圖。

- 1.第二類路徑侵臺颱風等雨量線圖。(圖六)
- 2.第二類路徑侵臺颱風平均風速圖。(圖七)
- 3.第二類路徑侵臺颱風最大陣風等風速圖。(圖八)
- 4.第六類路徑侵臺颱風等雨量線圖。(圖九)
- 5.第六類路徑侵臺颱風平均風速圖。(圖十)
- 6.第六類路徑侵臺颱風最大陣風等風速圖。(圖十一)
- 7.第九類路徑侵臺颱風等雨量線圖。(圖十二)

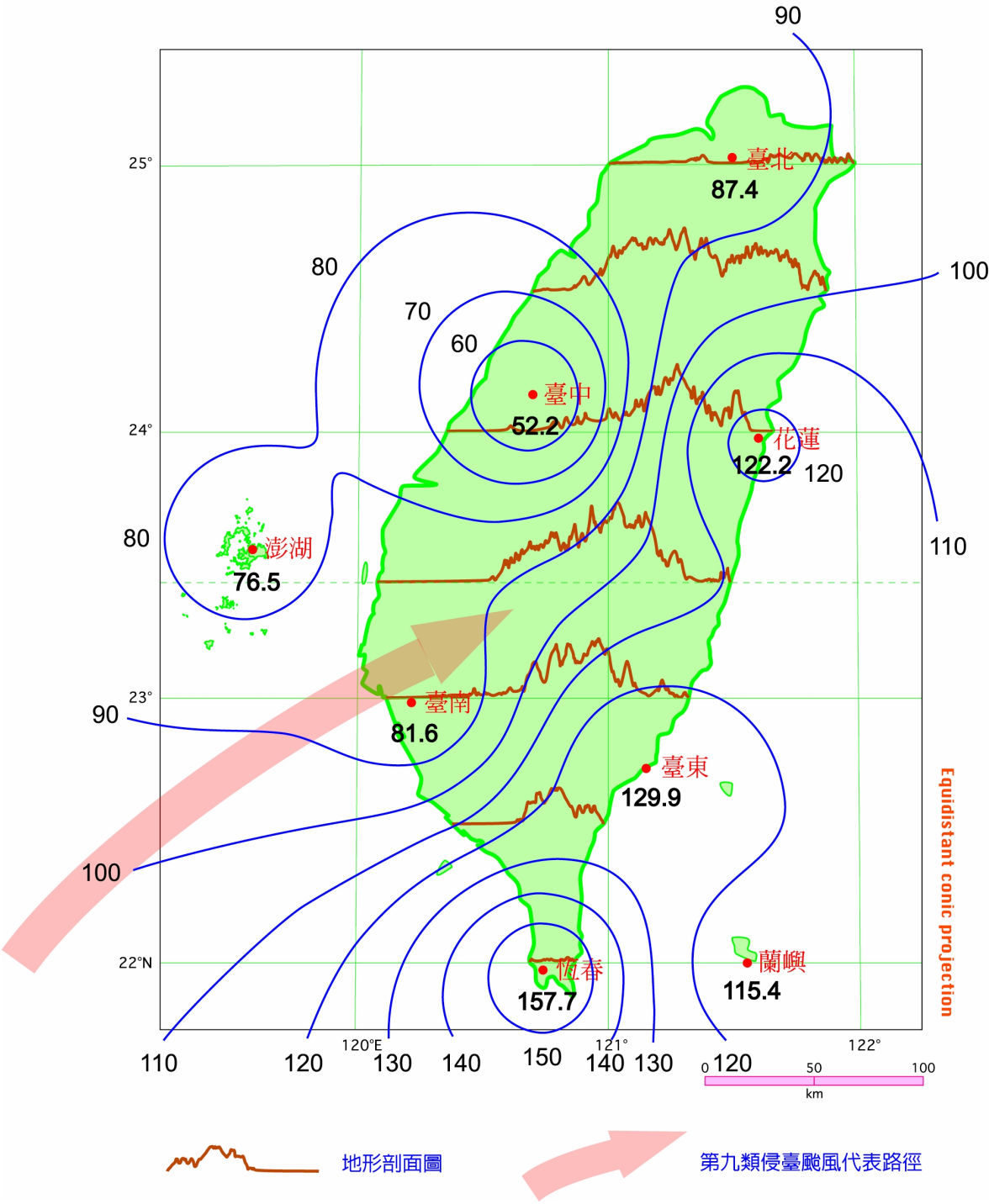


圖六 第二類侵臺路徑颱風平均雨量圖



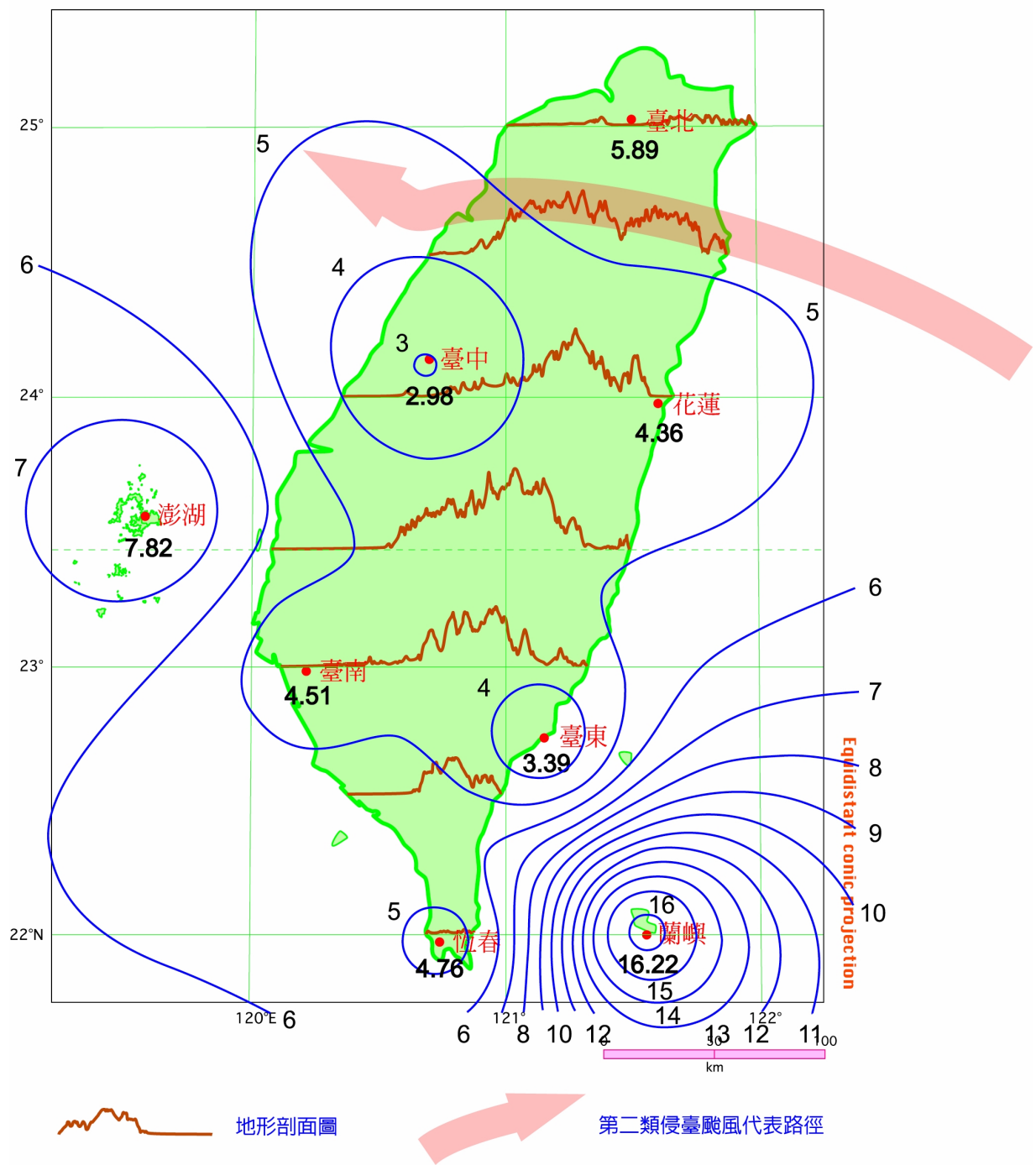
圖七 第六類侵臺路徑颱風平均雨量圖

單位：mm



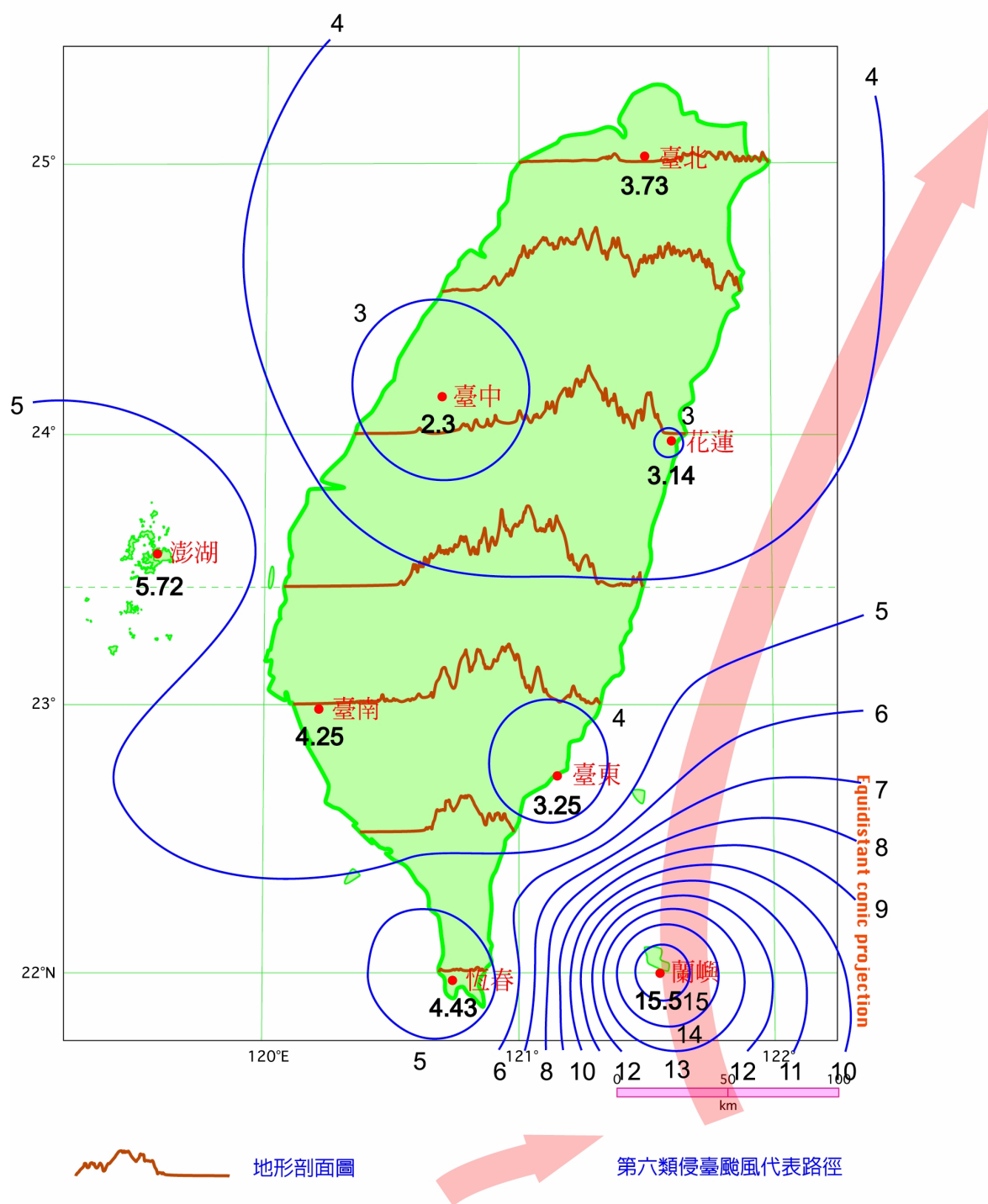
圖八 第九類侵臺路徑颱風平均雨量圖

單位：m/s



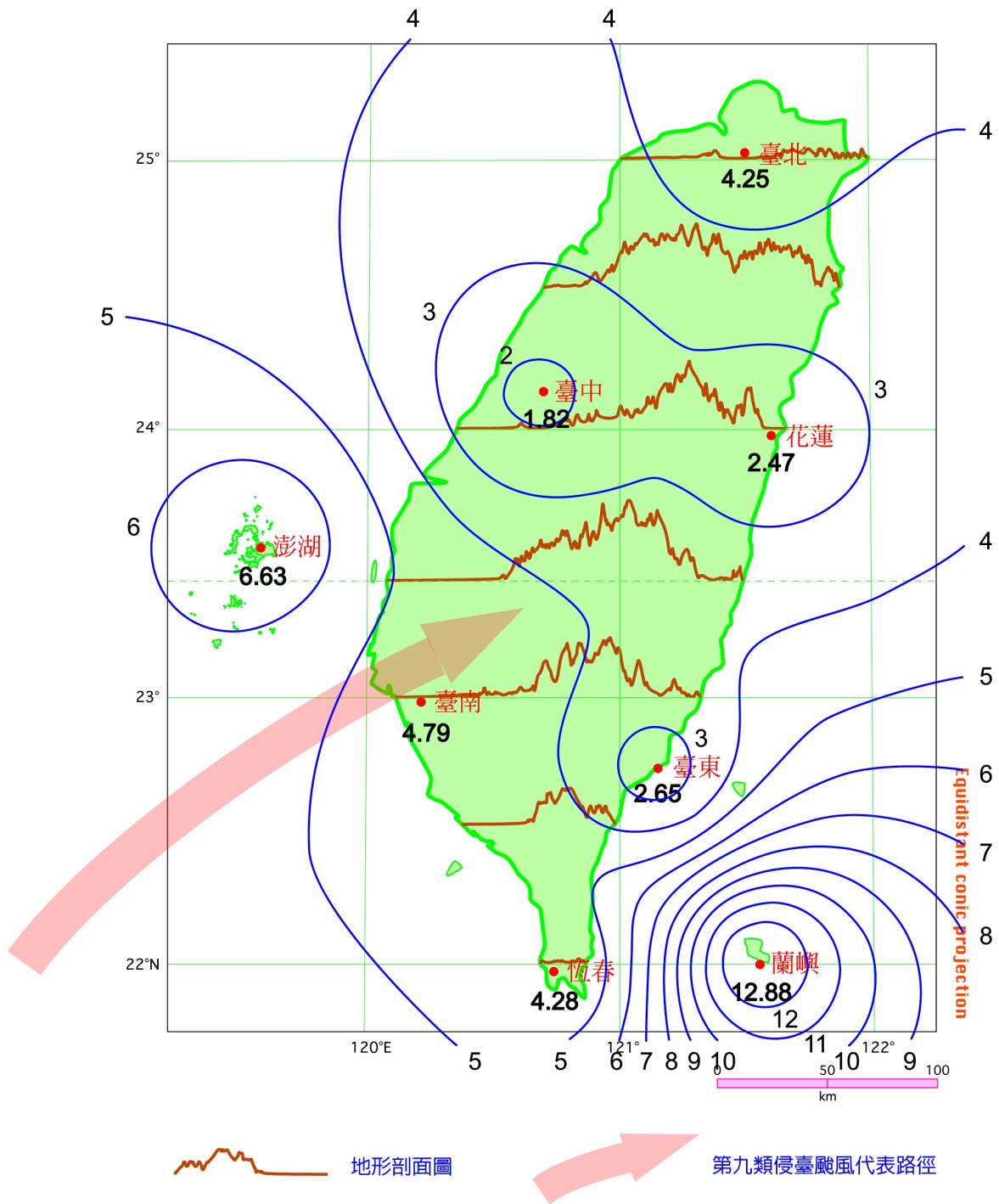
圖九 第二類侵臺路徑颱風平均風速圖

單位：m/s

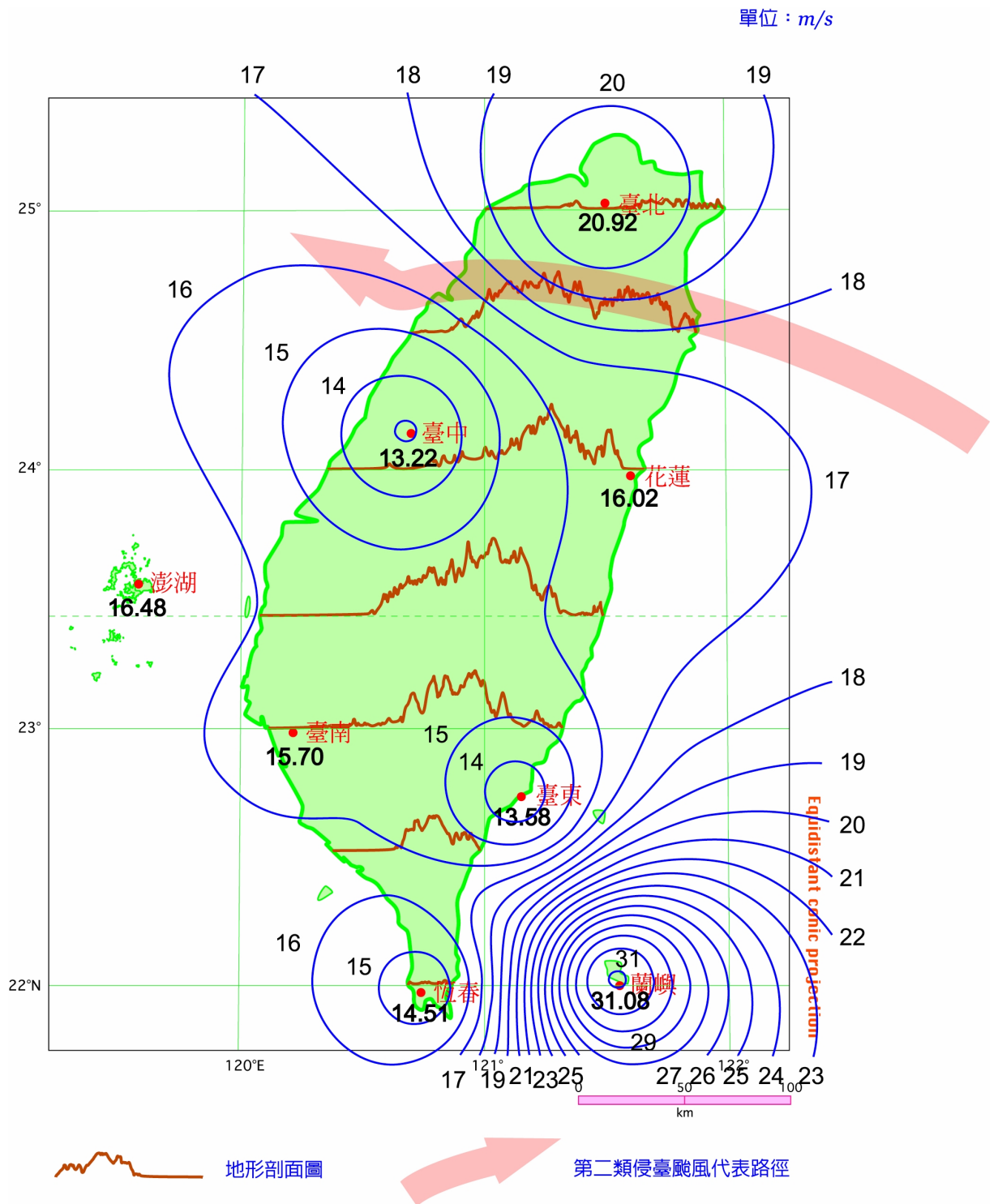


圖十 第六類侵臺路徑颱風平均風速圖

單位：m/s

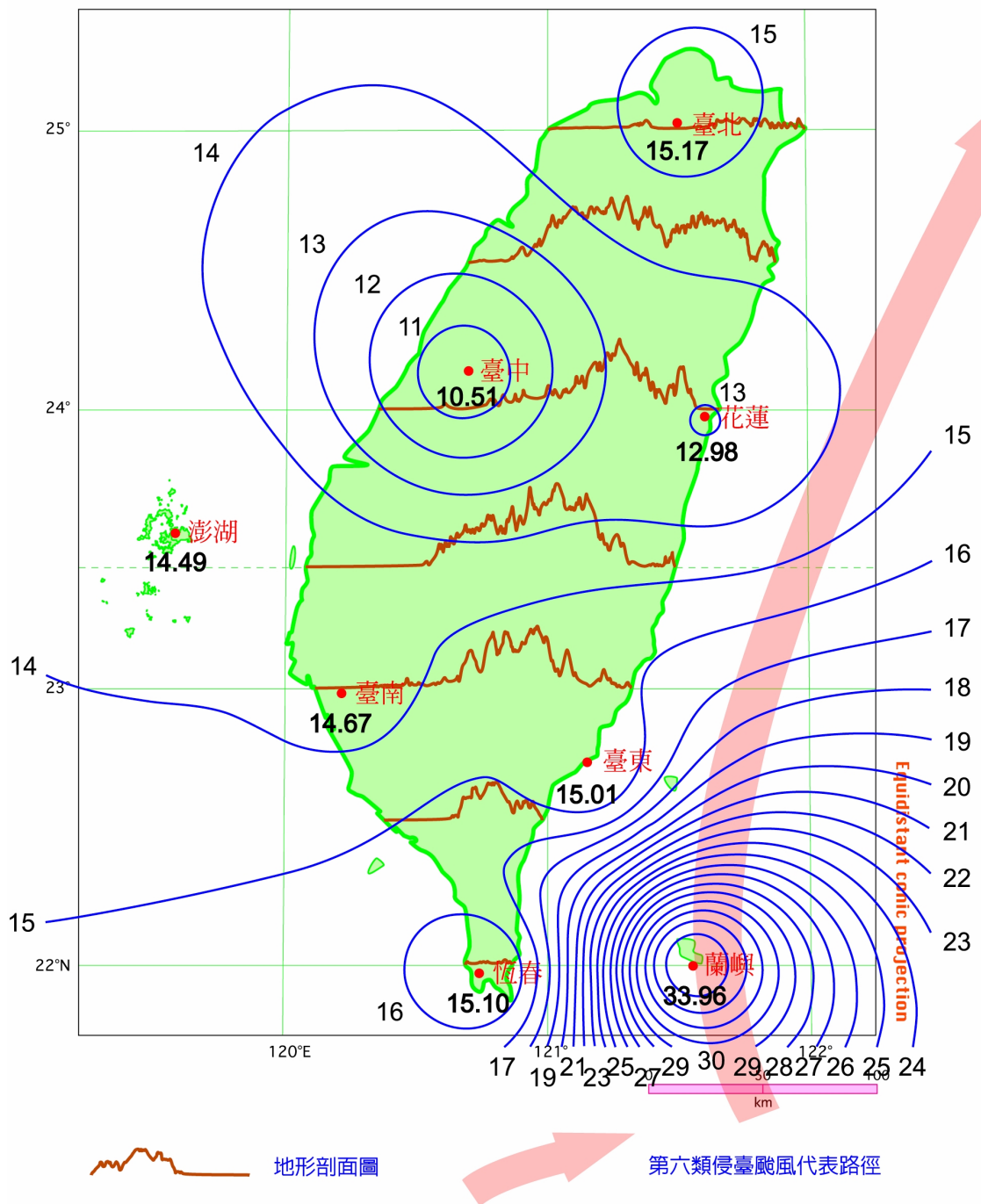


圖十一 第九類侵臺路徑颱風平均風速圖



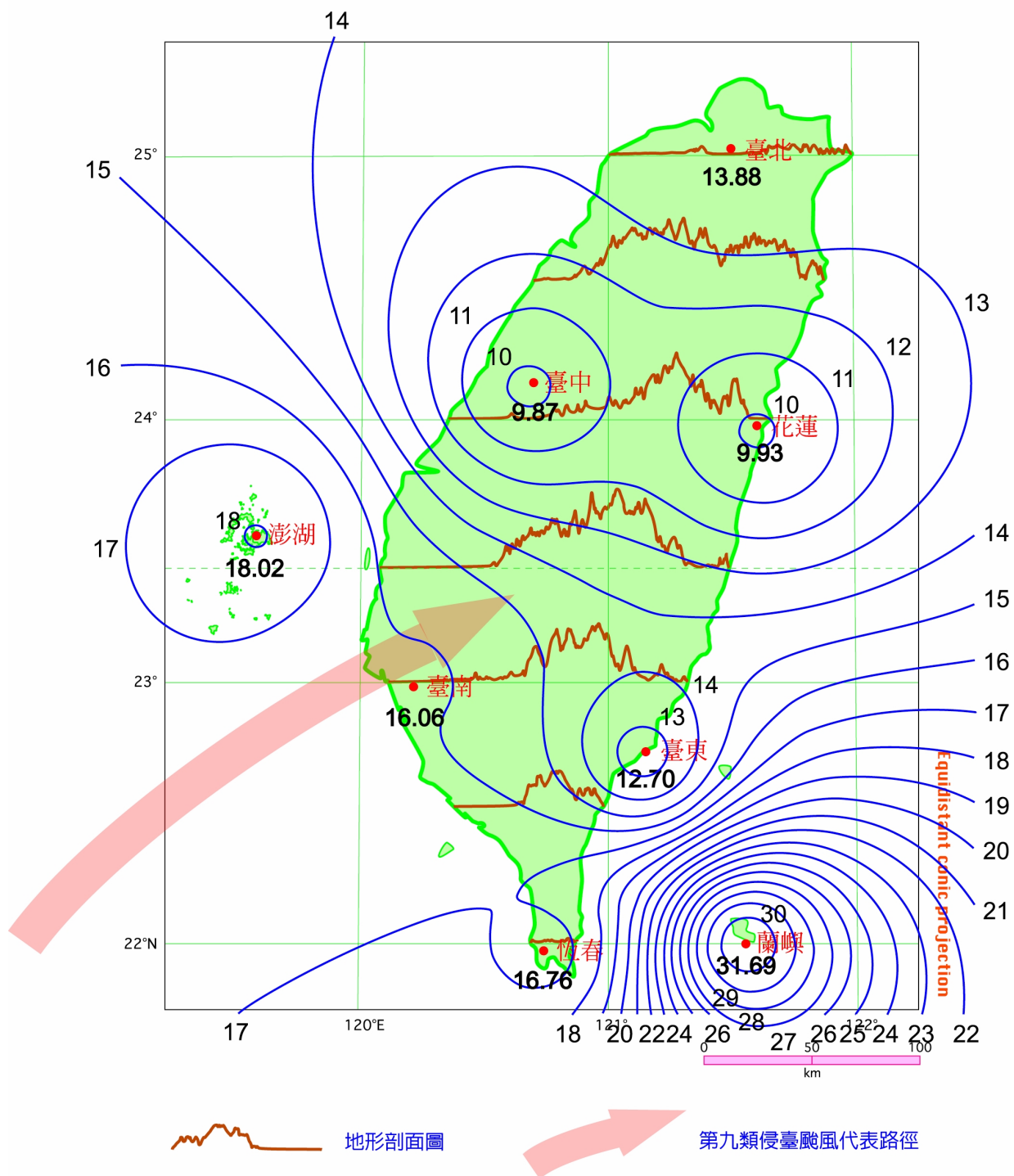
圖十二 第二類侵臺路徑颱風最大陣風等風速圖

單位：m/s



圖十三 第六類侵臺路徑颱風最大陣風等風速圖

單位：m/s



圖十四 第九類侵臺路徑颱風最大陣風等風速圖

8.第九類路徑侵臺颱風平均風速圖。(圖十三)

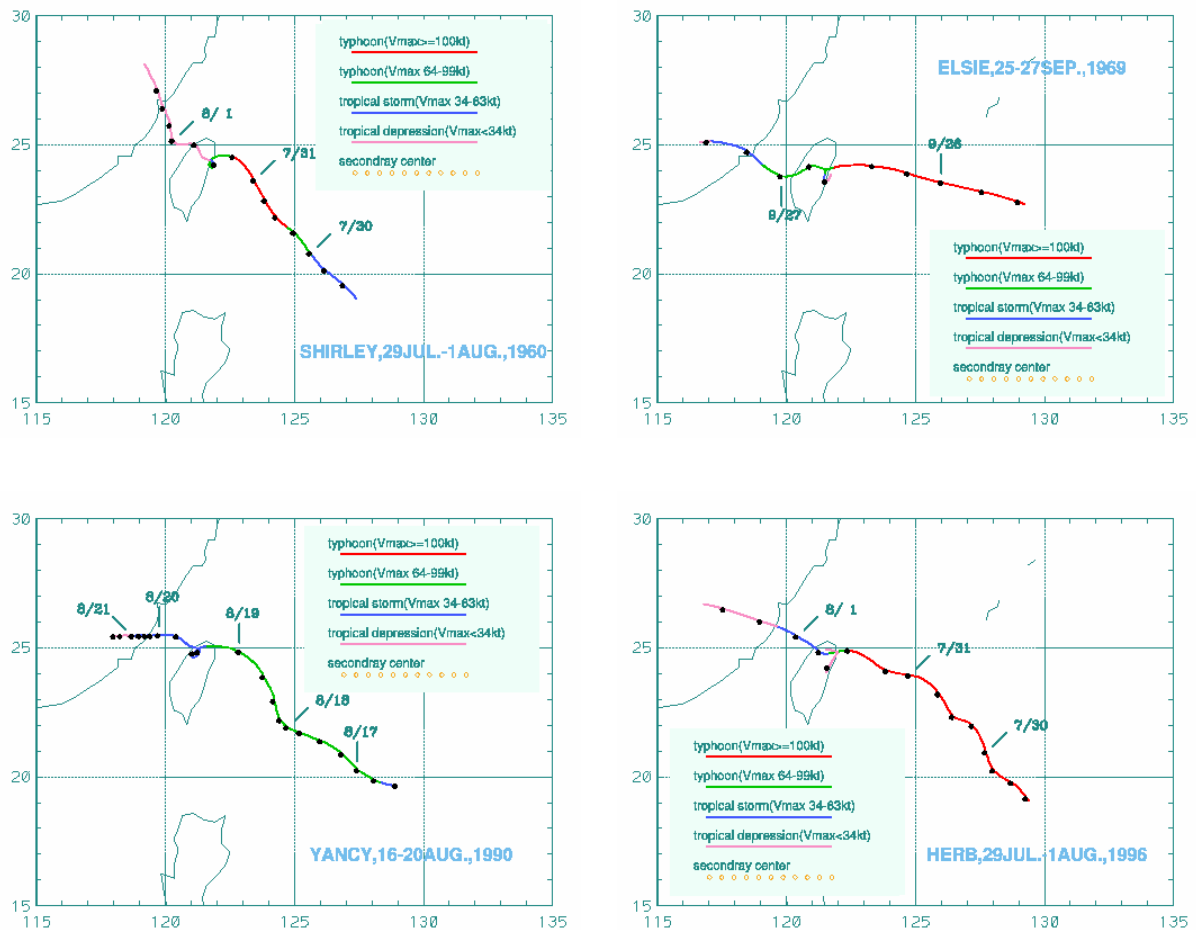
9.第九類路徑侵臺颱風最大陣風等風速圖。(圖十四)

貳、討論

一、第二類路徑侵臺颱風降雨的空間分布情形

1.此為本次科展研究所選擇的三條颱風路徑中，降水部分影響臺灣最大的一條颱風路徑。

2.東部雨量少於西部，臺灣東南方的蘭嶼雨量最少。



資料來源：中央氣象局颱風資料庫

圖十五 第二類侵臺路徑颱風代表

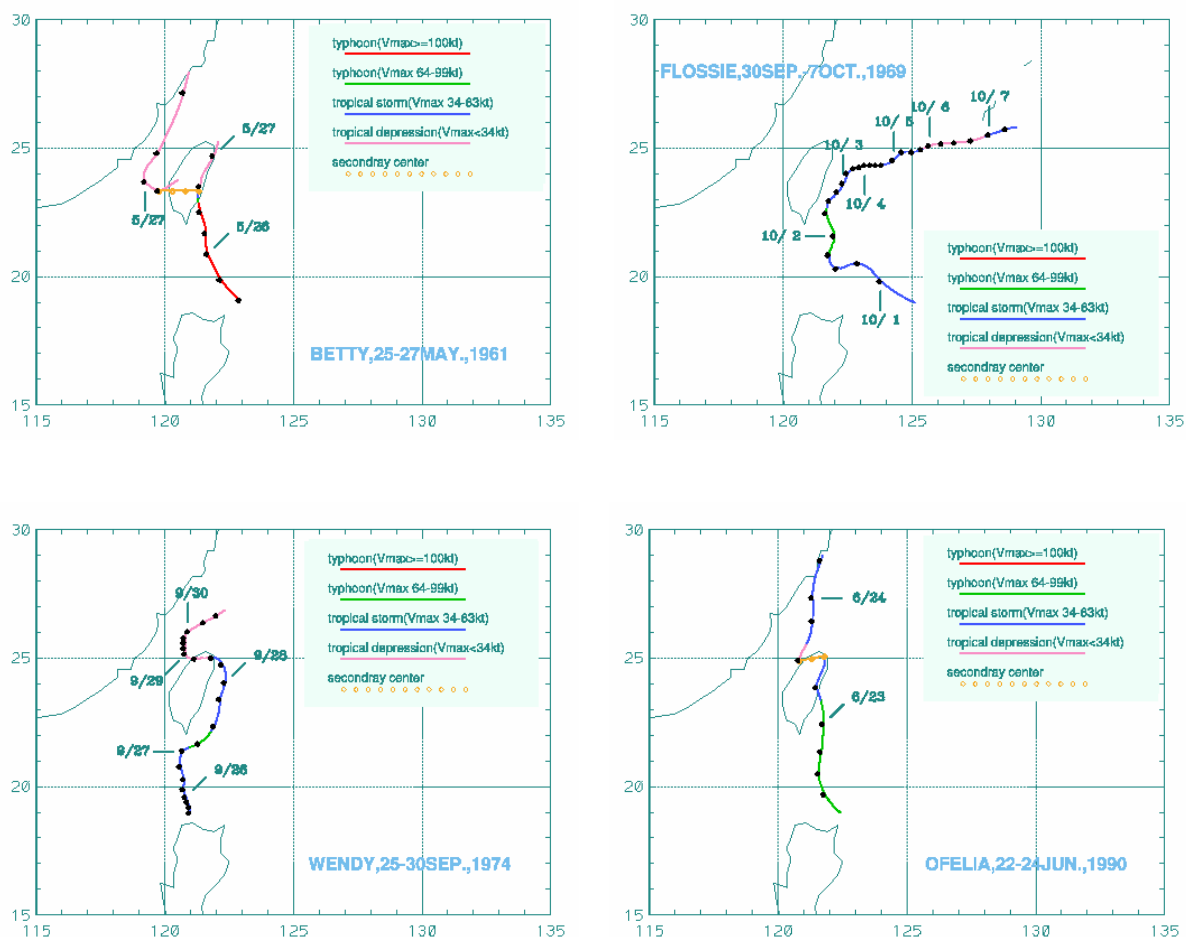
- 3.迎風面的臺灣西部降水明顯多於背風面的臺灣東部。
- 4.臺灣中部的降雨最爲集中，原因可能是移動前進的颱風環流與中部地區地形恰巧偶合而形成迎風坡大量降雨的情形。
- 5.北部及東北部的雨量比南部多，此與颱風由臺灣北方橫掃而過，逆時鐘旋轉的環流受到中央山脈破壞，南部的破壞情形較北部爲甚有關。
- 6.本類型的颱風經常爲中、北部帶來豪雨和水災，如圖十五所示的四個颱風，皆曾爲臺灣中、北部帶來嚴重災情。其中，1960 年雪莉（Shirley）颱風過境曾誘發中南部發生豪雨，該次水災由於特別嚴重，大家還給它取了一個別名——「八一水災」，以資特別警惕。而 1996 年的賀伯（Herb）颱風過境所引發的嚴重災情，至今尤令人記憶猶新。

二、第二類路徑侵臺颱風風場的空間分布情形

- 1.風在外島特別強盛，圖十六和圖十七中的蘭嶼及澎湖皆顯示出此項特性。
- 2.北部地區因爲是颱風主要侵襲區域，風比中、南部強烈，平均風速和最大陣風皆然。
- 3.外島蘭嶼是風勢最強的地區，應該是該地沒有高山屏障，地形較爲空曠的原因所致。
- 4.中部地區的風速最小，係因地形屏障效應在中部地區效應最大化所致。

三、第六類路徑侵臺颱風降雨的空間分布情形

- 1.蘭嶼與恆春半島的降雨都很多，此乃蘭嶼及恆春半島地勢較低，地形對颱風環流的破壞能力薄弱所致。
- 2.位於中央山脈東側的臺灣東部爲颱風環流的迎風面，所以降水較多，如花蓮地區是本島在此類型颱風侵臺時降水最多的區域。
- 3.因爲颱風環流大部分都被阻隔在中央山脈東側，導致位於中央山脈西側的平原、臺地區域雨量明顯偏少。
- 4.澎湖降水最少，因爲澎湖群島位於臺灣西側，且距離中央山脈最遠，大部分的颱風環流都被擋在臺灣東邊的海面上。



資料來源：中央氣象局颱風資料庫

圖十六 第六類侵臺路徑颱風代表

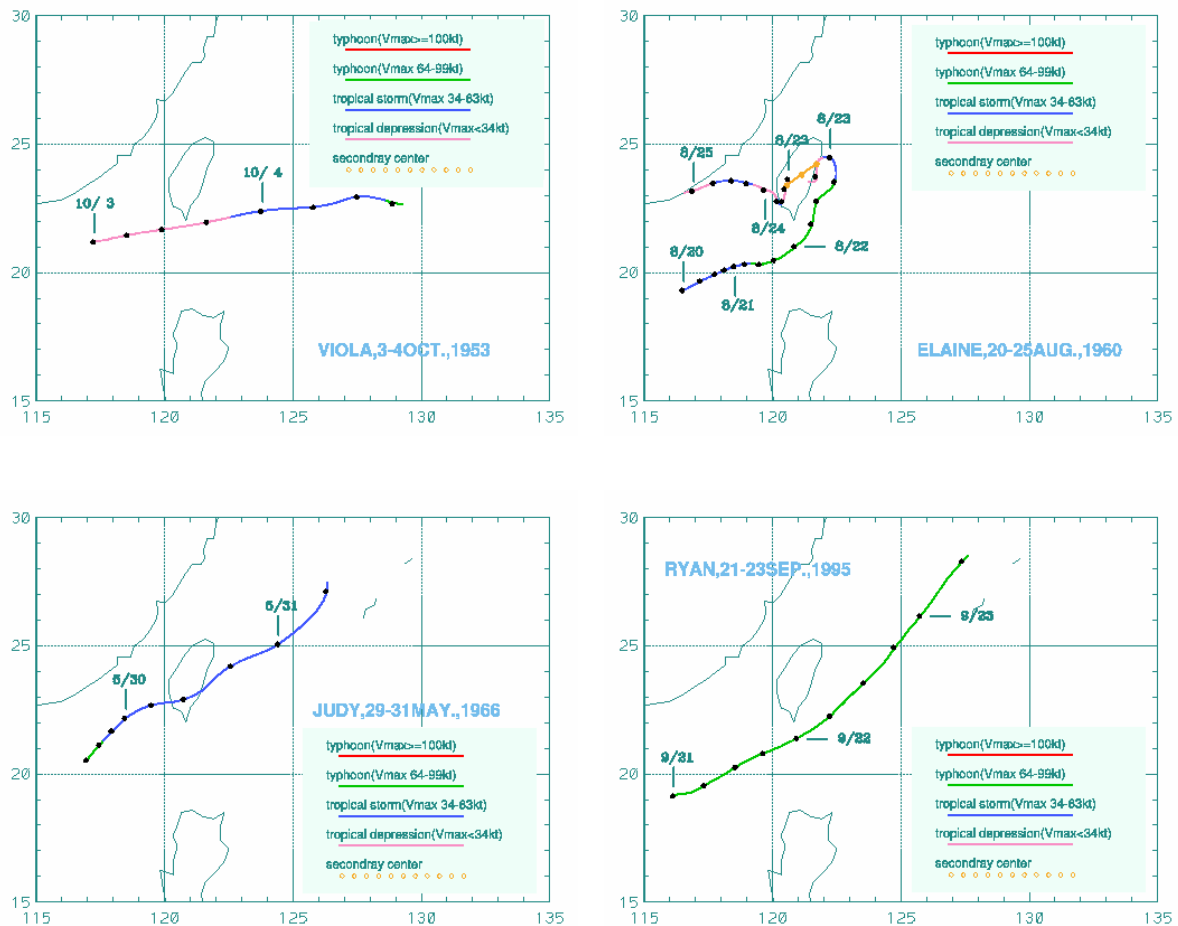
5.南部雨量又比北部稍多，據推測係因盤旋在臺灣南部的颱風環流受地形破壞較少，所以降雨的情形比較明顯。

四、第六類路徑侵臺颱風風場的空間分布情形

- 1.統計平均風速所呈現的等風速線與統計最大陣風所呈現的等風速線，圖形結構大致類似。
- 2.由於颱風從臺灣東部海岸由南向北前進，移動方向大致與縱橫臺灣本島的高大山脈平行，因此環流結構被破壞的程度不如第二類颱風侵臺路徑，所以全島受風情形較為一致。
- 3.離島的風依然較本島明顯強勁許多，應該是地形較低平而無屏障的原因使然。

五、第九類路徑侵臺颱風降雨的空間分布情形

- 1.此為本次科展所選的三條颱風路徑（第二、六、九路徑）中，對北部地區降水影響程度最小的一條，因為中央山脈以及位於中國東南福建的武夷山嚴重破壞了由此路徑來襲的颱風環流結構。
- 2.上述的地形效應，對於籠罩臺灣西部的颱風環流破壞情形遠較東部地區來得明顯，所以臺灣西部降水較東部少。
- 3.臺灣南部雨量較北部多，這是因為颱風環流在北部被破壞的情形較南部來得嚴重，而南部情形則相反。



資料來源：中央氣象局颱風資料庫

圖十七 第九類侵臺路徑颱風代表

- 4.臺灣東南方的降水較臺灣西北部多，特別是地勢低平的恆春半島，雨量最多，顯然是颱風環流受地形破壞的情形並不嚴重。

- 5.歷年來由此路徑進襲的颱風，在恆春半島以及其他南部地區經常造成嚴重的災情。例如 1995 年的賴恩（Ryan）颱風就曾使得恆春半島以及臺灣東南部地區豪雨成災，而 1966 年的裘迪（Judy）颱風也使得臺灣南部傳出嚴重災情，特別是蕉農的損失相當慘重。
- 6.由於颱風環流在此運動路徑下受到中央山脈嚴重破壞，中央山脈東側因而產生顯著颱風環流繞山輻合效應，而使得迎風面的臺灣西部雨量反而沒有東部多，其中又以中部地區的雨量最少，因為山脈破壞輻合的機制在此最為明顯。
- 7.離島地勢較低，颱風環流受地形破壞較少，整體而言，降下的雨量比本島多，特別是比西部地區多出許多。

六、第九類路徑侵臺颱風風場的空間分布情形

- 1.外島的風速遠大於本島，因為外島沒有高大的地形做為屏障，所以颱風環流被破壞的情形在此並不明顯。
- 2.中部的風速最小，此因地形屏障效應在中部地區最大化使然。
- 3.臺灣本島的南、北端點以及西南部的平原地區，風速都有較大的現象，應該也是地勢較為低平，而使颱風環流較少被破壞的原因使然。

壹、結論

由本次科展的研究顯示，地形的確在颱風侵臺期間扮演了阻滯的角色，不但會對來襲颱風內部結構進行破壞，同時也使得颱風帶來的風雨有區域分布上的顯著差異。

- 一、由不同路徑入侵的颱風，雖然有的從南向北移動，也有西行或東行的差別，但在中央山脈的阻滯效應影響之下，都會受到相當程度的影響。
- 二、受地形阻滯作用明顯的地區，會呈現局部地區降雨較少或者是風勢減弱的現象；反之，若地形沒有扮演阻滯效應或是阻滯作用較弱，則會出現明顯豪雨或強風。
- 三、颱風侵臺期間，風力強弱與地形阻滯效應關係較大，而與地形的種類相關程度較低。
- 四、在本次研究中，離島地區不論颱風從哪一類路徑入侵，風勢都很大，此殆地勢低平，阻滯作用不強使然。
- 五、局部地區會在颱風侵臺期間降下豪大雨，也有些地方的風勢特別強。不過，風大地區和降雨較多的地區，彼此間似乎並不存在特別的對應關係。
- 六、第二類路徑的侵臺颱風，帶給北部的風要比中、南部明顯大得多；第六類路徑侵臺颱風造成南部的風最強；第九類型路徑入侵臺灣的颱風，為西部帶來的風要比東部大得多。這顯示出颱風侵臺期間局部地區的風勢強弱與其行進路徑關係密切。
- 七、第二類路徑侵臺颱風帶來的雨害，中、北部要比南部來得大，臺東及蘭嶼最少；第六類路徑侵臺颱風帶來的雨害，蘭嶼、花蓮、恆春與臺北較大，澎湖最小；第九類路徑入侵臺灣的颱風，帶來的雨害多集中在東部及東南部，中部最少。
- 八、颱風侵臺期間，「迎風坡多雨，背風坡少雨」的說法基本上還是成立的。但是，「迎風坡風大，背風坡風小」的說法卻不盡然。這是因為颱風環流係成向心渦旋狀運動，風雨都受到地形阻滯作用的影響，而臺灣本島的地形複雜度又是舉世聞名，所以在分析降雨及風場分布的情形時，必須要很謹慎而且要仔細思量，否則極易「失之毫釐，差之千里」。

貳、應用

一、可以瞭解颱風的長期趨勢

颱風，一種最神祕的自然現象，每每為臺灣帶來許多人員傷亡與財產損失。它的不確定性，令人難以捉摸。本研究利用長期平均的量化手法，統計分析五十一年份的測站資料，並利用 Arc View 畫出等雨量線及等風速線。雖然我們沒有針對曾經對臺灣地區造成重大災情的颱風個案深入分析，但透過這樣的呈現方式，依然可以很清楚看到包括東進、西行與北向等不同路徑侵臺颱風的長期平均變化趨勢。

二、多一分瞭解，就能多一分準備，就可能減少一分災害

不同路徑來襲的颱風對於局部地區所造成的風雨分布，的確有其不同的特徵和典型。如果颱風的運動路徑可以被確定的話，臺灣局部地區的風雨分布、強度變化趨勢以及可能造成的災害應該是可以預期且事先加以預警與防範的。

當颱風襲臺路徑大致確定後，政府就可以依照長期趨勢變化做好準備工作。例如第二類路徑侵臺的颱風可能使得中部出現豪雨，而蘭嶼及北部地區會刮起特別強的風，事先對於這些地區做好防氾及防風的準備；第六類路徑颱風侵臺時，蘭嶼最需要特別注意強風的侵襲；第九類路徑侵臺的颱風，可能造成蘭嶼及南部地區出現強風，防風措施宜提前準備，南部和東部則要注意豪雨的肆虐。

甚至，防災經費的撥放亦可依照可能受災的情況，依比例分配給最需要的地方。如此，則可免除像前些日子吵來吵去的「統籌分配款」問題。

三、平時做好準備

沒有人願意當「受災戶」，不當「受災戶」的最好方法就是不讓災害發生。「平時做好準備」，就是不當「受災戶」的最佳途徑。

從颱風侵臺的長期趨勢可以看出，中部地區在第二類路徑颱風侵臺時所降下的雨量非常驚人，豪雨再加上長期山區的濫墾、濫建以及「九二一」所震落的土石，不發生土石流才怪！所以積極、快速地針對中部地區做好「水土保持」工作，應是當務之急。

蘭嶼，不管何種路徑的颱風入侵，風勢都是非常驚人。因此政府平時就應在當地做

好防止風災的措施，像是種植防風林等，才能使得當地居民更能妥善應付颱風的來襲。

四、補充教材的不足

我們的地科課本上一共用了 441 個字以及二張受災照片、賀伯颱風的地面天氣圖簡圖和衛星雲圖來介紹颱風。關於颱風與地形的關係，則有下列說明：『颱風是強烈低氣壓系統所造成的暴風，越靠近颱風中心，強風暴雨的現象越明顯。各地所受的影響會因颱風路徑及地形因素而有所不同。』（103 頁第三～五行）。從中，我們實在無從體會我們居住的地區與不同路徑侵臺颱風的風雨分布的關係，更沒有辦法針對不同路徑入侵的颱風做好相關的防颱準備。

我們的經驗告訴我們，利用等值線的方式表示颱風風雨的分布情形，很容易讓人一目瞭然颱風的主要影響範圍以及嚴重的程度。

我們建議：應在颱風相關章節的介紹中放進如本次研究成果中的等風速圖或等雨量圖，以豐富的圖表、清楚的數據來介紹颱風，這樣才能引起同學對於此一重大天然災害的注意，並進而針對居住的地方的特性，做好一切必要的「防颱」措施。

未來與展望

壹、礙於現實考量，本次科展只挑選平地八個測站的三類侵臺路徑颱風觀測資料進行研究，唯然她們的地理分布相當平均，足以反應臺灣平地之風雨分布情形，但卻無法解釋臺灣山區在颱風期間的風雨分布情形。當初爲了避免資料轉換的麻煩而省略掉山地測站，現在完成了研究工作，就覺得實在研究成果不足之處尚多，包括這一點。希望將來能有機會將臺灣所有氣象測站在颱風侵臺期間的觀測資料，都依本研究的方法再做一遍，屆時的成果就很具有代表性了。

貳、颱風侵臺路徑共有九類（現在應該說是十類），本次研究只挑選其中三類進行研究，同樣有掛一漏萬之遺憾。真心希望有一天能夠做完所有侵臺颱風的風雨分布情形，這樣對我們個社會應該有最大的貢獻吧！

參、本次研究採取「長期平均法」，期間忽略了許多颱風特性，諸如颱風強度、降水強度、總雨量不能代表受災程度……等等，希望有朝一日可以再來深入探討！

肆、有太多的夢想了，最後一個想講的是，這次我們利用地形剖面圖代表臺灣地形的高低起伏狀態，以等風速線和等雨量線來解釋颱風的風雨分布情形，這樣其實還不夠。

我們在想，因爲地形剖面圖只能示意而已，與真實地表連續性的高低起伏比較起來，還是有段差距。應該要利用 3D 的立體模型圖來展現地形對颱風行進的影響，現在流行多媒體，所以最好能以動畫的型式展現其隨時間變化的過程，或許還可以再加上等溫線的資料。如果老師可以用這種方式來教我們，那就太美妙了！

致謝

我們的研究結合了氣象資料統計分析、空間的分布模擬並考慮地形對於颱風運動的影響情形，在臺灣這並不屬於熱門研究領域，因為其中存在著許多不易克服的困難與挑戰。我們秉持著努力不懈的學習態度，在重重困難中，終於完成了研究，得到了豐碩的成果。這都得歸功於我們親愛的雙親、辛苦指導的師長，以及組員們日夜不休的奉獻。

除此之外，空氣氣象聯隊氣象中心的主任路上校，慷慨准予參觀一般人不得其門而入的軍事重要設施，讓我們得以一窺堂奧，林預報長得恩、吳氣象官俊憲以及黃氣象官清順用心的講解，讓我們獲益匪淺。臺大大氣科學系的郭教授鴻基以及臺大地理環境資源學系的賴教授進貴，不吝親自出馬為我們這群毛頭小子介紹颱風及 GIS 技術，真是令人感動。中央氣象局的師長們，這次特別謝謝您們的鼎力相助，要不然，我們真的不知道該怎麼辦才好。謝局長信良、紀副局長水上、王顧問時鼎、馮課長欽賜、陳課長建河、廖專員述密、服務課苟課長和王小姐，謝謝您們。

還要感謝許育豪的姐姐以及學弟侯宗成，願意幫我們跑腿去中央氣象局拿資料。

當然，最後幫忙我們踢進臨門一腳的莊瑞宜小姐以及廖家立老師，謝謝您們給了我們這麼多有用的指導。

謝謝大家！

許育豪的心情札記

從來沒有做過工程如此浩大的研究！

我們現在正承受著所有國三生都會經歷「讀書—考試」的循環，肩上的壓力已經不輕。再加上這個研究，如何善用一天中僅有的二十四小時，成了生活中另一個挑戰。話雖如此，熬夜至深夜的次數也漸漸多起來了呢！

在研究過程中，我們一同查資料、統計資料、畫地形剖面圖、到各單位參訪。高頻率的會議也連帶讓我熟悉簡餐的口味，甚至有回同學喝到一碗「髮菜湯」，也成了我們的共同回憶之一。

「含淚播種者，必歡呼收割」。雖然我們沒有含淚，但辛勤的作研究確實有了一些小成果。至少國中三年中，有這樣與統計數據、地形剖面圖為伍的經驗，也挺新鮮的。

魏宏時的心情札記

終於快跑到終點了，像百米賽跑已經跑了九十九公尺，俗話說：「百尺竿頭，更進一步。」一定要貫徹始終，跑完最後的的路程。當然我們經過很多的風風雨雨，但都一一克服了，我們的目的不只是想嚐到勝利的滋味，更重要的是，能從中學習課本上無法得到經驗和處世的態度，也由衷的希望我們的研究能對社會有所貢獻，含淚耕種者，必歡呼收割，能否得名自然不那麼重要了。能走到這除了一些同甘共苦的好朋友以外，也要感謝老師辛苦的指導，抽空來從旁協助，讓我們學到非常寶貴的經驗。

參考文獻

- 01.戚啓勳，民國 69 年，《颱風》，季風出版社有限公司，臺北。
- 02.蔡清彥、王時鼎、林民生，民國 82 年，〈侵台颱風路徑與強度地形影響預報輯要〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統》，交通部中央氣象局科技中心，179-202 頁。
- 03.-----，民國 82 年，〈侵台颱風路徑與強度地形影響〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統》，交通部中央氣象局科技中心，203-230 頁。
- 04.-----，民國 82 年，〈颱風旋流之繞山與爬山之預報〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統》，交通部中央氣象局科技中心，237-238 頁。
- 05.交通部中央氣象局，民國 83 年，歷年颱風警報發布概況（自民國四十七年至民國八十二年止），交通部中央氣象局，臺北。
- 06.李清勝、張奕郎，民國 87 年，〈1989-1996 年侵台颱風伴隨降水特性分析〉，《天氣分析與預報研討會論文集編彙(87)氣象》，交通部中央氣象局，276-281 頁。
- 07.吳宗堯、陳正改，民國 87 年，〈颱風登陸地點之研判〉，《天氣分析與預報研討會論文集編彙(87)氣象》，交通部中央氣象局，288-297 頁。
- 08.鄭明典，民國 87 年，《建立颱風資料庫（The Establishment Of General Purpose Typhoon Database）》，交通部中央氣象局，計畫編號：CWB88-1M-02，1-6 頁。
- 09.謝信良、王時鼎、鄭明典、葉天降、丘台光，民國 88 年，〈侵台颱風未受中央山脈影響前之環流與風雨分布分析 以蘭嶼測站資料為例〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(一)》，交通部中央氣象局科技中心，9-68 頁。
- 10.-----，民國 88 年，〈賀伯颱風雨帶之地形效應〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(二)》，交通部中央氣象局科技中心，155-168 頁。
- 11.-----，民國 88 年，〈侵台颱風資料便覽〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(一)》，交通部中央氣象局科技中心，182-230 頁。
- 12.-----，民國 88 年，〈表一：1897~1997 共 628 個侵襲台灣及臺灣近海過境颱風各地（區）總雨量（單位為 0.1 公厘）分布及其排序表〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，

- 第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(一)》，交通部中央氣象局科技中心，232-251 頁。
- 13.-----，民國 88 年，〈資料庫與網站設計構想〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(一)》，交通部中央氣象局科技中心，170-172 頁。
- 14.-----，民國 89 年，〈第二部分：百年(1897~1996)侵襲台灣颱風之統計分析〉，《建立台灣地區颱風預報輔助系統之研究，第三階段，侵台颱風降雨預報之應用研究(二)》，交通部中央氣象局科技中心，93-172 頁。
- 15.交通部中央氣象局，民國 89 年，《颱風百問》，交通部，臺北。
- 16.國立編譯館，民國 90 年，《地球科學教科書》，二版，國立編譯館，臺北。
- 17.交通部中央氣象局，颱風資料庫，<http://photino.cwb.gov.tw/>
- 18.王鑫，〈等高線讀圖法〉，<http://nercl.ckjhs.tyc.edu.tw/10116.htm>。
- 19.交通部中央氣象局，中華民國八十三年（公元 1994 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。
- 20.交通部中央氣象局，中華民國八十四年（公元 1995 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。
- 21.交通部中央氣象局，中華民國八十五年（公元 1996 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。
- 22.交通部中央氣象局，中華民國八十六年（公元 1997 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。
- 23.交通部中央氣象局，中華民國八十七年（公元 1998 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。
- 24.交通部中央氣象局，中華民國八十八年（公元 1999 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。
- 25.交通部中央氣象局，中華民國八十九年（公元 2000 年）中央氣象局颱風警報發布概況表。

評 語

- (1) 本作品探討颱風登陸台灣本島的風速、雨量等受地形之影響。最大風速常在蘭嶼出現。
- (2) 本作品具有鄉土性，作者對颱風風速及雨量之分析尚稱中肯。