

4 臺灣的颱風、暴雨災害量化分析

吳瑞賢、蘇文瑞、廖偉民、張志誠

國立中央大學土木工程學系

E-mail: rswu@ncuen.ncu.edu.tw

摘要	38
壹、研究方法	38
貳、颱風豪雨災害分類與分析	46
參、豪雨分類與分析	48
肆、結語與建議	48
伍、誌謝	50
陸、參考文獻	50
英文摘要	52

4 臺灣的颱風、暴雨災害量化分析

吳瑞賢、蘇文瑞、廖偉民、張志誠

國立中央大學土木工程學系

E-mail:rswu@ncuen.ncu.edu.tw

摘要

臺灣地處亞熱帶，並位於西太平洋颱風區，每年七月至十月為颱風侵襲的主要期間，平均每年有3.5個颱風與多次豪雨侵襲，根據經濟部水利署統計近13-16年的颱風豪雨資料，發現每年平均造成3000間房屋受損，約有128億元金額損失。有鑑於此，本研究蒐集統計處理完成的各項颱風豪雨災害調查資料，配合颱風豪雨的降雨分佈進行交叉比對量化分析，求得彼此間的關連性，以了解各項因子對於災害發生與否及量級之影響程度。然後配合各項災害紀錄，建立彼此間的因果關係，完成不同降雨型態與災害分析。本研究結果發現，不同颱風路徑會對臺灣各地造成不同程度的累積降雨及災情。依據統計結果，颱風災害造成臺灣地區農林漁業、人員傷亡及房屋損毀，每場平均損失約20億元左右。若將臺灣分成北中南東四區域來看，當颱風累積降雨量在北部地區達200mm以上，中部地區達300mm以上，南部地區達350mm以上，東部地區達300mm以上時，各地區淹水機率即高達40%。「秋颱」為秋天從臺灣南部北上之颱風，佔秋季颱風比例約60%，且由於颱風本身逆時鐘方向旋轉，加上東北季風影響，故不論其從臺灣西岸或東岸掠過，雨量均集中於東部。「西北颱」為從臺灣北部經過之颱風，則會造成臺灣北部及中部集中降雨。

關鍵詞：颱風、暴雨、災害、量化分析。

壹、研究方法

本研究主要流程如圖1所示，首先進行自1946年至2001年颱風暴雨之相關資料蒐集，包含颱風路徑、降雨分佈、降雨延時、引致災害資料及淹水鄉鎮範圍等；接著將各類資料分類並加以分析整理，推求其致災相關性，並歸納出類似路徑及規模之颱風或暴雨發生時可能引致之災害，主要之進行步驟如圖1：

貳、颱風暴雨災害分類與分析

針對颱風與其所造成的災情，分析之步驟可分為(1)將颱風以路徑分類，(2)將每場颱風所降雨量進行分析，(3)災害資料量化以利分析比較，(4)進行路徑、強度、淹水、河海堤、水庫放水等分析。

一、颱風路徑分析

西太平洋的颱風多半都形成在菲律賓

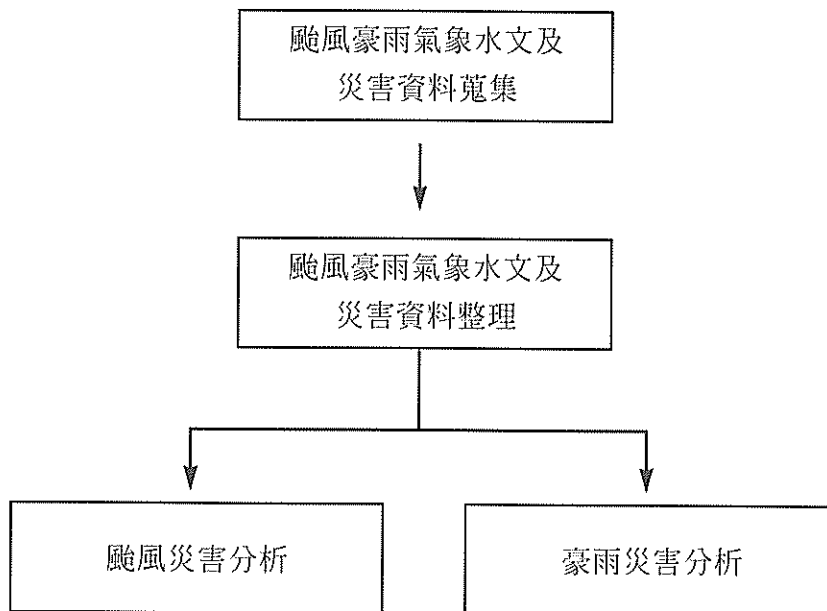


圖1. 研究流程圖。

以東的海面上，如加羅林群島等地，這些地方都是在北緯10度左右，也就是東北信風帶內。同時在太平洋上夏季經常有高氣壓，颱風形成後就跟隨高氣壓的環流向西或西北進行，有時會因氣流之牽引而有更偏北的路線。當颱風漸漸行進到北緯20度至30度間後，已到高氣壓的邊緣，而菲律賓、臺灣、琉球及日本為西太平洋島嶼，位處颱風必經之路附近，常受颱風的侵襲而導致災害。

至於颱風路徑分類，目前氣象局則彙整颱風路徑，將其細分為九大類如圖2所示，各種路徑概述如下：

1. 西行颱風相對於台灣分為五類

(1) 第一類路徑：通過臺灣北部海面向西行或西北進行者。

(2) 第二類路徑：通過臺灣北部向西行或西北進行者。

(3) 第三類路徑：通過臺灣中部向西行

或西北進行者。

(4) 第四類路徑：通過臺灣南部向西行或西北進行者。

(5) 第五類路徑：通過臺灣南部海面向西行或西北進行者。

2. 北行颱風分為四類

(1) 第六類路徑：沿東岸或東部海面北上者。

(2) 第七類路徑：沿西岸或臺灣海峽北上者。

(3) 第八類路徑：通過臺灣南部海面向東或東北進行者。

(4) 第九類路徑：通過臺灣南部向東或東北進行者。

3. 非以上九類路徑者

除上述九類颱風以外，由於九類路徑並不能全然表現出多樣化的侵臺路徑，本研究決定加入第十類路徑，「其他路徑」。如2001年的納莉颱風就無法以上述九種路

徑分類，因而歸納為其他路徑。

由圖3得知第五類路徑颱風多為強度及中度颱風，推究其原因可能是在颱風西行的過程中並無呂宋島及臺灣本島的陸地阻擋，因此颱風強度能持續增強，雖然颱風中心不會直接侵襲臺灣本島，但其颱風環流會對東部及南部地區帶來豪雨，並造成低窪地區多次海水倒灌。

二、災害資料之蒐集與量化

由於颱風災害發生時間短，期間因交通與其他客觀限制因素，歷年來對災情調查分析內容並不詳細，且災後調查結果不易與實際受災情形頗有出入。颱風災害等級之分級的方式因人而異，若能在共同的比較基礎下，則分級的方式才具意義，否則就會失去比較的意義。

本研究考慮災害等級以災情評估指標為主，並配合颱風致災因子來分析其相關性。研究方法採用災情綜合指標計算法，

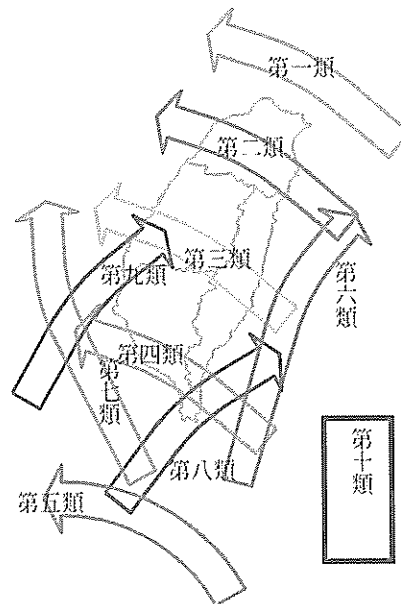


圖2. 颱風路徑分佈圖。

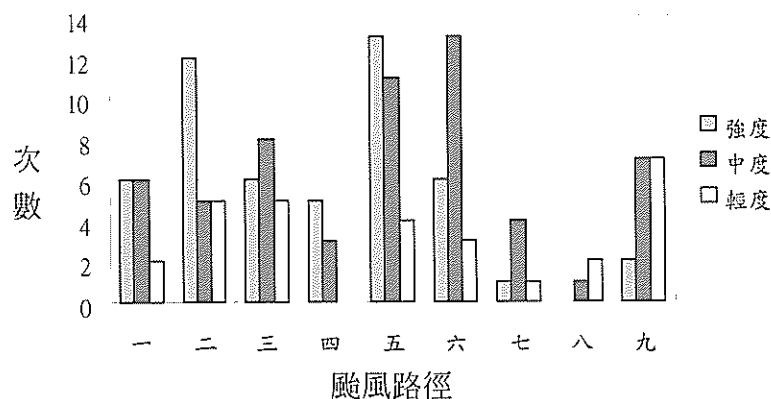


圖3. 不同路徑下之颱風強度統計圖。

災害等級主要考慮因子包括死亡失蹤、人員受傷、房屋損毀狀況、農漁業損失及淹水地區。由於災情的分佈以小災情佔多數，重大災情則佔少部分，因此會在分析上造成整個災情皆分佈於災情較小地帶。此結果會使得在災情指數在量化過程中，在災情差異極大的狀況下亦無明顯的分別，進而無法明確反應整個災情。因此將災情為零的次數與以剔除，研究範圍從1997年至2000年。本研究利用Weibull法計算五項災情累積機率，由累積機率圖(圖4)中可看出，小災情所佔之比例較高，因此整體而言累積機率會集中在災情較小處。

由上述累積機率圖4中可知，小災情所佔之比例較高，因此就整體而言，累積機率會集中在災情較小處。此外在農漁業損失方面，本研究採用行政院主計處公佈之1962年至2001年物價指數換算表，將其金額轉換為2001年之金額。在累積機率曲線意義部份，累積機率越高所對應之災害值則發生機率越低，例如農漁業損失方面，在累積機率0.90所對應的農業損失值為65.24億元，亦即表示前述的災情大約每十

個致災颱風即會有一次達此金額。藉由累積機率曲線結果，我們將各項災情指數依照機率累積曲線來評定1-100分的指數，評分的方法即對照累積機率所對應的災情值，如上述農業損失為65.24億元，其分數即為90分，依此類推。為了簡化計算過程，本研究將分成十個區間，每個區間包含10%的分佈值，而超過累積機率100%以上的災害值即給予100分，各分數分界點及災害綜合指標值計算方法如表1所示。

由表2的結果可知，1996年的賀伯颱風是自1961年以來最嚴重的災情，災害綜合指標達90.9，其次是1969年艾爾西颱風，災害綜合指標達87.3，這兩個颱風之的災害綜合指標值特別高是因為其權重值較大之「農業損失因子」(權重值3)的災情中皆有相當重大的災情。第三名為1986年韋恩颱風，第四名為2001年桃芝颱風，不過由於桃芝颱風正確的農漁業損失及房屋損毀數得俟年底正確災情公佈後，其災害綜合指標值必會有增加的趨勢，因此桃芝颱風的指標值仍有可能再修正。

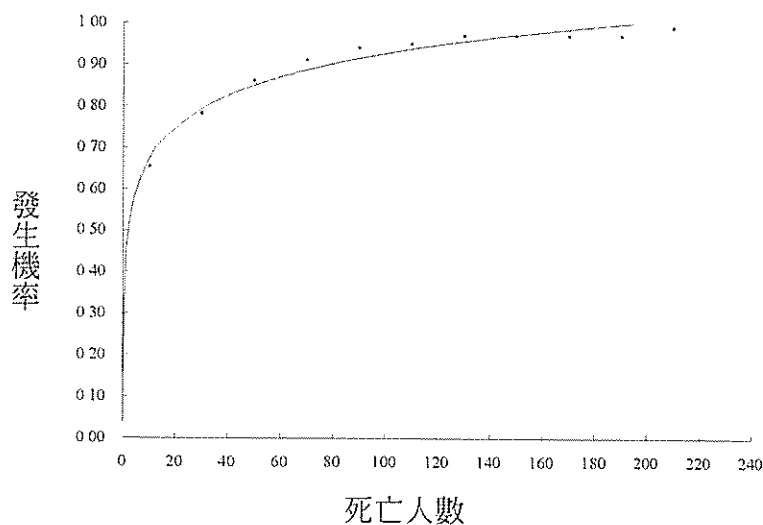


圖4. 死亡失蹤人數累積機率統計表。

三、各縣市平均累積雨量分析

本研究共蒐集129場完整的颱風雨降資料進行分析，並計算各縣市平均累積雨量機率圖，如圖5所示。其中各縣市平均累積雨量小於100mm的機率佔所有場次的大約50%，不過北部縣市整體平均累積雨量來看仍大於中、南及東部，而出現高累計雨量的機率則是北部及東部地區；但超過600mm以上的颱風比例不到5%。若以各縣市來分析，臺東縣、花蓮縣、屏東縣、宜蘭縣、臺北縣、基隆市及臺北市其累積降雨1,000mm以下的機率低於50%，且其累積降雨機率走勢較相似，不同於其他縣市，此五個縣市在100mm以下的機率較低；而基隆市與新竹縣曾發生過大於1,000mm的累積降雨。在相同的累積雨量下，各縣市發生的機率可由圖5看出若以小於100mm之

累積雨量為例，以澎湖縣發生的機率最高。

圖6可知中部及南部在小於100mm的累積雨量達65%，而北部與東部則是僅有50%；在100-500mm之間中部和南部則有30%，而北部與東部則高達45%。因此由此圖可得知，北部和東部雨量分佈較相近且屬於高累積雨量地區，而中南部則同屬於雨量分佈較小的地區。

四、西北颶所致災害分析

除了不同路徑之分析外，另外值得一提的是，臺灣北部、東北部及西部地區的民眾特別敏感的「西北颶」，其原因是此類颶風常給這些地區帶來嚴重的風災與水患。所謂的「西北颶」是颶風從臺灣東方海面向西北方進行，中心通過基隆與彭佳嶼之間海面，臺灣北部及西部地區多吹西

表1. 災害綜合指標計算方法。

災害名稱	死亡失蹤 (人數)	受傷 (人數)	房屋損毀 (棟)	農漁業損失 (百萬元)	淹水地區 (鄉鎮數)	
災害權重	3	1	2	3	2	
災害等級之分數	0	0	0	0-2	0-29	0
	10	0	0	3-5	30-58	1
	20	0	0	6-12	59-114	2
	30	0	1	13-31	115-225	3
	40	1	2-4	32-76	226-441	4-5
	50	2-5	5-11	77-188	442-865	6-8
	60	6-13	12-29	189-464	866-1696	9-14
	70	14-31	30-72	465-1143	1697-3326	15-24
	80	32-79	73-174	1144-2813	3327-6523	25-40
	90	80-195	175-419	2814-6927	6524-12791	41-66
	100	195 以上	419 以上	6927 以上	12791 以上	66 以上

災害綜合指標=(3 × 死亡失蹤等級點數 + 1 × 受傷等級點數 + 2 × 房屋損毀等級點數 + 3 × 農業損失等級點數 + 2 × 淹水地區等級點數)/11

北風，受地形影響雨勢特大，又因風向幾乎與海岸垂直，使積水不易宣洩，甚至引起海水倒灌，故此路徑的颱風為害相當大，由於吹的是西北風故稱「西北颶」，歷史紀錄中共發生過8場，其相關災害與災害綜合指標值如表3所示。

五、強度分析

颱風強度大小，即代表著颱風風速的大小，也直接地影響著災情。由圖7中可以明顯的看出，隨著強度的增加，災情有著相對的提高。

表2. 重大颱風災害指標值。

颱風名稱	死亡失蹤 (人數)		受傷 (人數)		房屋損毀 (棟)	農漁業損失 (百萬元)		淹水地區 (鄉鎮數)		災害 綜合 指標	
權重	3		1		2	3		2			
分數	人數	分數	人數	分數	棟	分數	百萬元	分數	鄉鎮數	分數	
1996 賀伯	73	80	463	100	1383	80	17210	100	76	100	90.9
1969 艾爾西	105	90	371	90	32846	100	14587	100	6	50	87.3
1986 韋恩	87	90	422	100	38156	100	16762	100	5	40	86.4
2001 桃芝	214	100	189	90	1095	70	3373	80	40	80	84.5
1963 葛樂禮	312	100	450	100	24733	100	1799	60	21	70	83.6
1989 莎拉	52	80	47	70	1190	80	7768	90	31	80	81.8

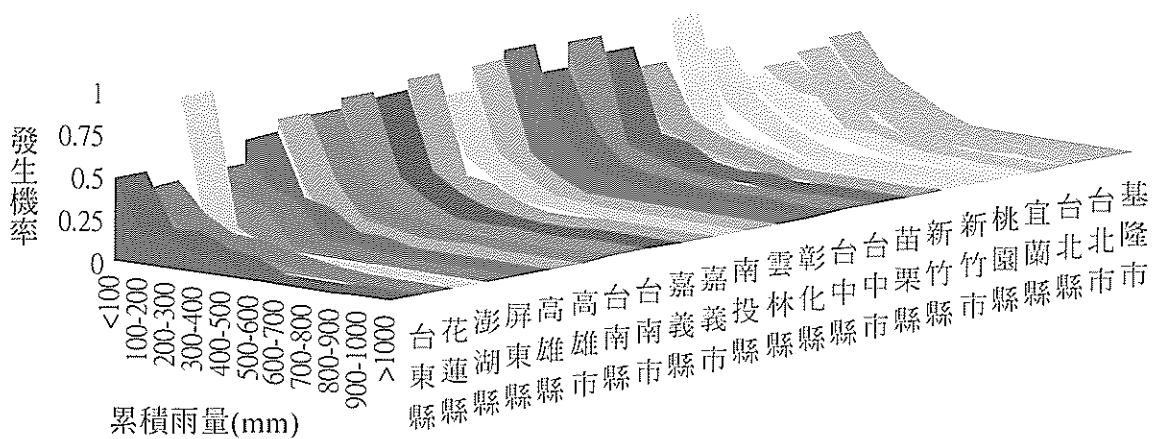


圖5. 各縣市累積降雨量機率圖。

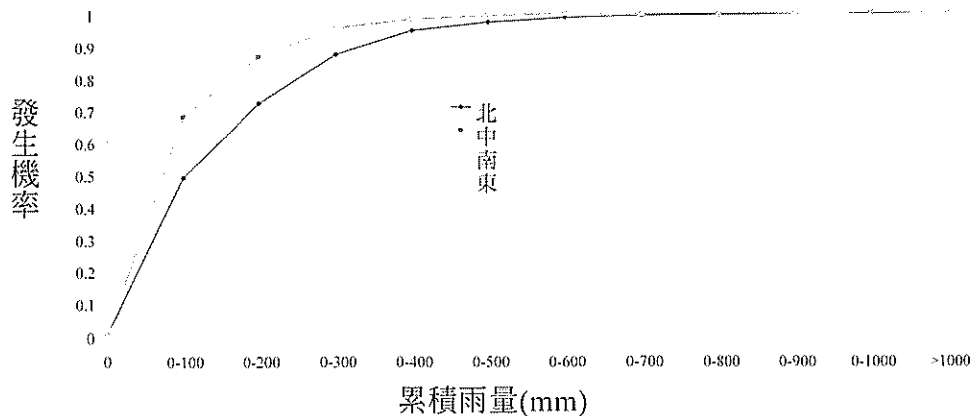


圖6. 各縣市累積降雨量機率圖(2)。

六、侵台時間分析

颱風侵臺時間通常介於每年五月至十一月之間，然介於九月至十一月的颱風，即所謂之「秋颱」。依據中央氣象局的定義(中央氣象局颱風百問，2001)，「秋颱」就是颱風從臺灣南邊經過，但是北方正好有東北季風南下，兩股勢力就會發展「共伴效應」，會為北部及東北部地區帶來豪大雨。秋颱形成的因素主要是季節逐漸進入冬天，蒙古西伯利亞冷高壓勢力將會逐漸增強，而此時若秋颱出現在臺灣南方附近海域，將會增強整個東亞地區南北方向的氣壓梯度，造成較強烈的風出現。伴隨秋颱的對流雲系，加上冬季東北季風所帶來的東北風，將會在臺灣東部地區產生額外的水氣輻合，再加上臺灣特殊地形的影響，將會導致東半部出現較強的雨勢。至於秋颱的產生會造成什麼災情，主要還是取決於颱風侵臺的路徑。通常秋颱侵襲臺灣的路徑主要由臺灣南邊向北移動，若由臺灣東南方接近臺灣，則主要造成東部、東北部、北部以及山區的豪雨、強風；若由臺灣西南方移近臺灣，則會在臺灣西半部與東南部產生豪雨與強風。

北部地區影響較大的颱風有三種，第一為「秋颱」、其次是「西北颱」、再其次則是颱風中心橫貫北部陸地的颱風，而最近15年來重創北臺灣的颱風中，以秋颱影響最為嚴重。秋颱的特色就是只要北部地區進入颱風的勢力範圍，即便距離颱風中心很遠，但在東北季風推波助瀾下，就會導致豪雨成災。在過去的颱風史中，秋颱對北部地區所帶來的重大災害，甚至超過「西北颱」。

從1973年娜拉颱風、1987年的琳恩颱風以來，北部地區幾次重大災害的颱風中，1998年的瑞伯、巴比絲及2000年的象神，都是發生在十月到十一月之間的秋颱。當時東北季風正盛，颱風或許不是直接侵襲臺灣，但是卻都造成北部地區的大淹水，這就是秋颱的威力。本節主要針對秋颱所造成的災情加以探討，其侵臺月份與災害之關係如圖8所示。

由圖8的結果可看出，災害綜合指標值隨著進入夏季而有漸昇的趨勢，而到達最高峰的月份為九月份。由於九月份已經進入秋颱時期，因此九、十及十一月的侵臺颱風災害綜合指標值也較七、八月來的高。不過秋颱的產生會造成什麼災情，主

表3. 西北颱災害綜合指標。

颱風名稱	死亡失蹤 (人數)		受傷 (人數)		房屋損毀 (棟)		農漁業損失 (百萬元)		淹水地區 (鄉鎮數)		災害綜合 指標值
	3	3	1	1	2	2	3	3	2	2	
權重	分數		分數		分數		分數		分數		
分數	人數	分數	人數	分數	棟	分數	百萬元	分數	鄉鎮數	分數	
1996 賀伯	73	80	463	100	1383	80	17210	100	76	100	91
1969 艾爾西	105	90	371	90	32846	100	14587	100	6	50	87
1963 葛樂禮	312	100	450	100	24733	100	1799	60	21	70	84
1971 貝絲	39	80	208	90	7078	100	1834	60	9	60	76
1970 芙安	130	90	47	70	2865	90	1754	60	9	60	75
1981 莫瑞	41	80	20	60	661	70	715	50	15	70	66
1972 貝蒂	27	70	17	60	1328	80	507	50	5	40	60
1985 尼爾森	10	60	24	60	23	30	1079	60	1	10	46

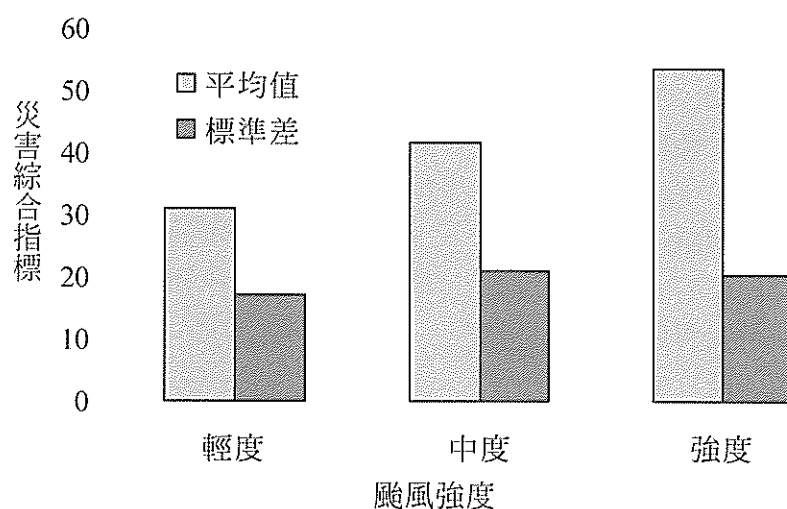


圖7. 颱風強度與災害綜合指標值。

要還是取決於颱風侵臺的路徑，並非每個秋颱即會造成重大損失。以十一月來說，計算於災害綜合指標值的三個颱風分別為1967年吉達颱風、2000年象神颱風及貝碧佳颱風其分數分別為64.5、60.9及11.8。然2000年貝碧佳颱風並無直接侵襲臺灣本島，而是於南海上空滯留一段時間便消失，若是不考慮貝碧佳颱風，則十一月的颱風災害綜合指標平均值將近60分！不過

十一月颱風發生次數較少，因此有待未來更多資料進行分析。

七、侵台年代分析

若單純以產生災害的年代來分析，我們得到圖9，由圖中可知災害綜合指標值隨著年代的接近而有減少的趨勢，這和一般人認為近幾年來的天災特別嚴重的概念有著全然不同之結果。但若針對災情各細項

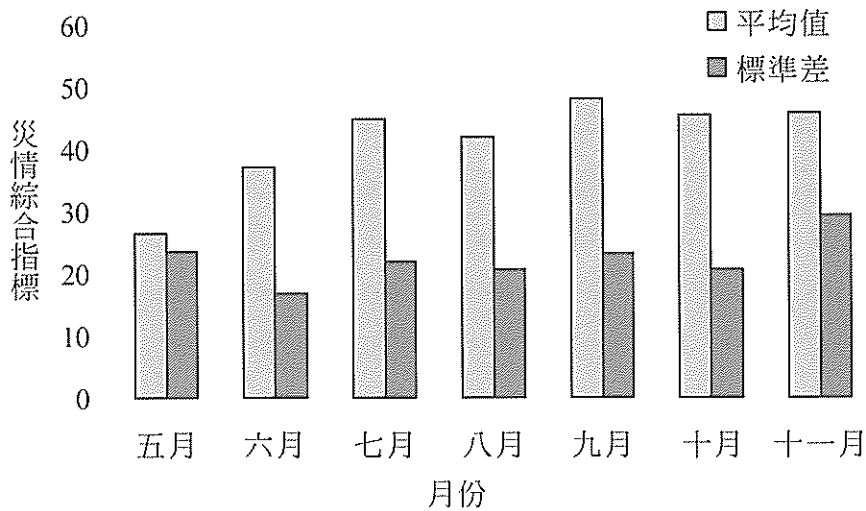


圖8. 颱風侵台月份與災害綜合指標值。

來看，在人員死亡失蹤、受傷及房屋受損方面則是隨著年代的增加而有減少的趨勢。這是因為60與70年代資訊不發達，民眾無法即時得知天氣概況，加上防災觀念不足與房屋結構較今日不堅固的情況下，造成這方面的災情較今日來的嚴重許多。而在農漁業方面，經由物價指數的換算結果，我們發現農漁業損失於近十年反而有增多的趨勢，其原因可能與農產品在近幾年來多樣化且經濟價值較早期以稻米為主的農產品為高，因此農漁業受損的結果反而較以往來得多。

而在淹水鄉鎮數方面，近十年來則有增加的趨勢。這可能是因為土地大量開發卻未規劃妥當，因此常造成一些新開發的鄉鎮及沿海地區在颱風來臨時便造成淹水地區。整體來說，近年來的災情因為人民的防災觀念、媒體事前的報導及建築物的結構穩固，因此在人員傷亡有明顯的降低，而房屋損毀已由以往風雨吹垮的土塊屋變成因土石流失被沖毀的混凝土屋，所以從1981年以後，僅1986年韋恩、1989年莎拉、1996年賀伯、2000年碧利斯及2001

年桃芝五場颱風有造成多於四百餘戶房屋倒塌。

參、豪雨分類與分析

一般豪雨的分佈是具有地域性的，且其特性為在短時間降下極大的降雨量，因此對於豪雨的研究將著重在個別區域的淹水情形，以及降雨量與降雨強度的分佈概況。以中央氣象局對豪雨的定義為：『每小時的雨量超過15mm的連續性大雨，且日雨量超過130mm以上者』。一般而言，豪雨的分佈是具有區域、局部等特性，在短時間降下極大的雨量。因此經常性的豪雨對某些區域會造成淹水或土石崩塌等災害。每年發生豪雨的次數相當多，但本研究針對導致災害發生的豪雨作探討，故由新聞媒體蒐集自1959年至2001年共74場致災豪雨，針對這74場致災豪雨研究其降雨分佈情形、降雨延時、降雨年代、月份與天數之關係，以探討這42年來豪雨變化的情形。

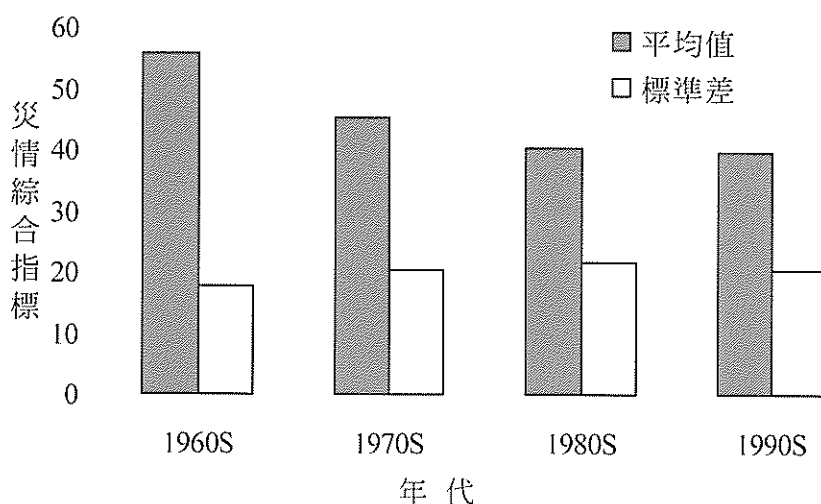


圖9. 不同年代颱風災情災害綜合指標值。

1. 致災豪雨發生月份與次數之關係

圖12為致災豪雨發生的月份與該月發生的次數統計圖，由圖中可以明顯的看出在1月及12月沒有發生過致災豪雨，主要發生的月份在5月至9月，這5個月即佔了全部的82.9%，而6月份為發生致災豪雨次數最多數，佔了全部的25%，這幾個月份剛好也是臺灣地區颱風侵襲的主要時期，所以在這幾個月份對於颱風及豪雨的災害要特別的防範注意。

2. 致災豪雨發生月份與其平均延時之關係

圖13為致災豪雨發生月份與該月發生時之平均延時關係圖，在一月及十二月份沒有致災豪雨發生，另外從二月至十一月致災豪雨的平均延時為3.4天，而由圖中可看出每個月份的致災豪雨天數變化不大。

3. 致災豪雨發生年代與發生次數之關係

本研究將1961年至2000年之火燒寮測站之時雨量資料，依照中央氣象局之豪雨標準(即小時降雨量超過15mm而且單日降雨量超過130mm)進行篩選，並依不同年代

統計其發生天數，圖14即為不同年代豪雨發生之累積天數，結果發現火燒寮站之年平均豪雨天數約為4天，而在1961-1990年間豪雨天數有增加趨勢但1991年以後又隨之豪雨天數又隨之減少，故豪雨天數與年代並無太大之關係。

4. 致災豪雨發生區域與發生次數之關係

將臺灣地區分為北、中、南及東部四個區域來討論豪雨與區域之關係，北部地區包括宜蘭、臺北、桃園、新竹及苗栗；中部地區為臺中、彰化、南投及雲林；南部地區為嘉義、臺南、高雄及屏東；東部地區則為花蓮及臺東。由圖15可以看出除了東部地區，其他三個區域致災豪雨發生的次數相差無幾，而東部地區發生豪雨的機率相對就小很多。

5. 致災豪雨臨界災害線

本研究整理出相同縣市發生豪雨災情時的累積雨量與延時之關係，並繪出其臨界災害雨量線。依此臨界線可界定發生災害的臨界累積雨量及延時，如圖16。

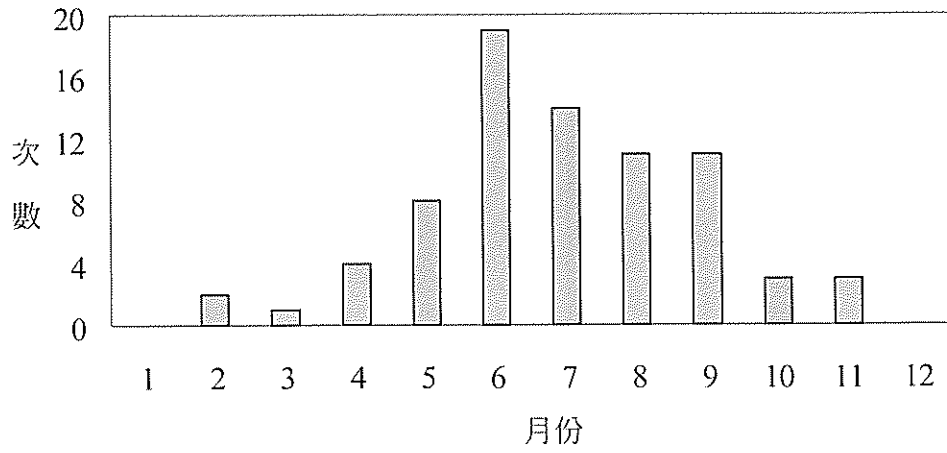


圖12. 致災豪雨發生月份與發生次數之關係。

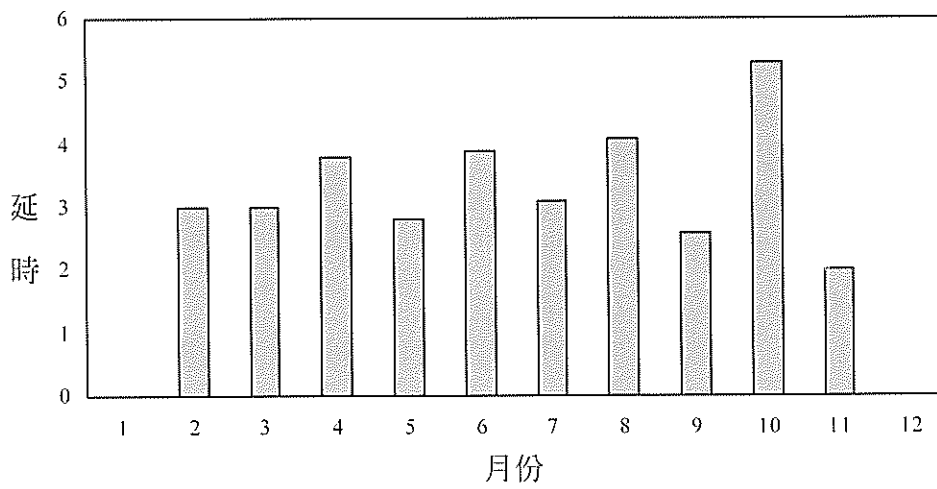


圖13. 豪雨發生月份與發生平均延時之關係。

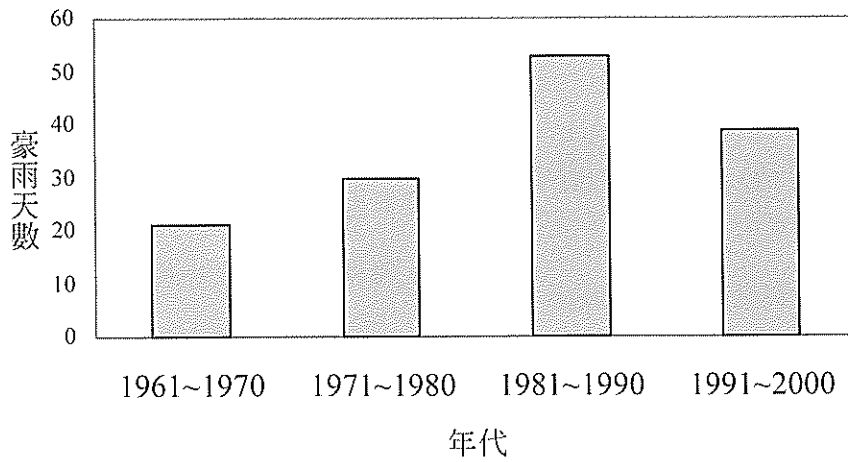


圖14. 豪雨發生年代與發生天數之關係圖。

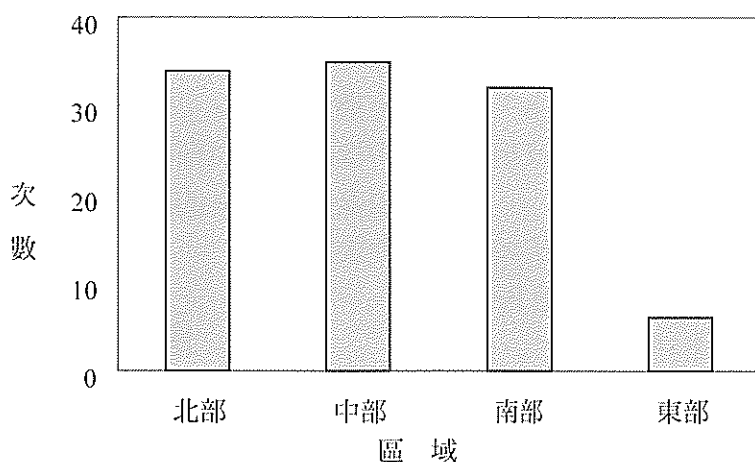


圖15. 豪雨發生區域與發生次數之關係圖。

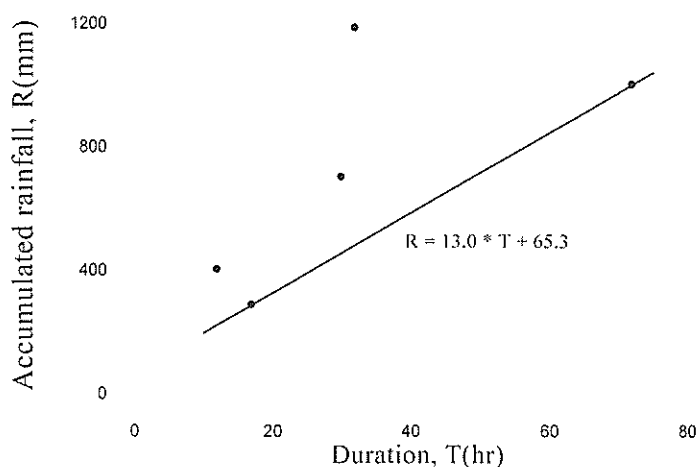


圖16. 宜蘭地區致災豪雨累積雨量與延時之關係圖。

圖16為宜蘭地區5場致災豪雨之累積雨量(R)與降雨延時(T)關係圖，由圖中可以得到臨界災害線為 $R = 13.0T + 65.3$ ；當累積雨量或延時超過此臨界值時(於臨界線的左上方)，就有發生災害的可能。

肆、結語與建議

1. 不同颱風路徑會對臺灣各地造成不同程度的累積降雨及災情，其中第一類路徑會對臺灣中部及北部造成較嚴重之災情，北部縣市會有較大之累積雨量。第二

類路徑會對臺灣中部造成較嚴重之災情，中部及南部縣市會有不小之降雨機率。第三類路徑因為有中央山脈阻擋，會對臺灣東部造成較嚴重之災情，中部縣市則會有明顯降雨。第四、五類路徑會對臺灣東部及南部造成較嚴重之災情，東部及南部縣市會有不小之降雨機率。第六類路徑會對花蓮、臺東及屏東造成較嚴重之災情，北部、東部及南部縣市會有不小之降雨機率。第七類路徑會對臺灣南部造成較嚴重之災情，東部縣市會有不小之降雨機率。第八類路徑僅有兩場颱風，災情方面以

中、東及南部為主。第九類路徑會對臺灣中部造成較嚴重之災情，中部縣市會有不小之降雨機率。依據統計結果，颱風災害造成臺灣地區農林漁業、人員傷亡及房屋損毀每場平均損失約20億元左右。

2. 若將臺灣分成北中南東四區域來看，當颱風累積降雨量在北部地區達200mm以上，中部地區達300mm以上，南部地區達350mm以上，東部地區達300mm以上時，各地區淹水機率即高達40%。

3. 由於水利設施受颱風毀損情況僅有近5年(1996至2000年)之資料，無法詳細分析其趨勢。若以賀伯或象神的在全臺造成的水利設施的損害，由此可知高累積雨量會對水利設施造成相當程度的毀損。

4. 就農業災情分析結果推論，單場颱風累積雨量超過100mm即有可能對農業造成災情，其可能是颱風伴隨著強風等其他因子，造成農業在低累積降雨即有災情發生。

5. 秋颱為秋天從臺灣南部北上之颱風，佔秋季颱風比例約60%，因為颱風本身為逆時鐘方向旋轉，加上東北季風影響，故不論其從臺灣西岸或東岸掠過，雨量均集中於東部。西北颱為從臺灣北部經過之颱風，會造成臺灣北部及中部集中降雨。

6. 本研究蒐集自1959年至2001年所發生的74場致災豪雨，藉由以上之分析可知發生於臺灣地區導致災害的豪雨有以下幾個特點：

①發生的月份多集中在5月至9月，約佔全部致災豪雨比例84.9%。

②發生的平均延時為3.4天。

7. 近年來豪雨所帶來的災害不亞於颱風災害，其對人民生命財物之威脅亦相當

的大。若能將各縣市豪雨致災的臨界雨量線定出，則有助於各縣市對豪雨災害的防治與預防，並可即時的掌握災情。而對於山坡地所佔面積較多的縣市，更需要注意因豪雨所造成的崩塌、地滑及土石流等地災。

伍、誌謝

本文部分內容為經濟部水利署之研究計畫(MOEA/WRB/ST-900028)，在此敬致謝忱。

陸、參考文獻

- 中央氣象局。1978。「臺灣八十年來之颱風」。
- 中央氣象局。2001。「颱風百問」。
- 王如意、易任。1991。「水文學」。
- 王如意、李如晃。1993。「颱風逐時區域平均雨量最佳估計之研究」。農工學報39(3): 13-30。
- 石棟鑫。2001。「臺灣地區颱風雨降雨型態之分析研究」。國立中央大學土木工程研究所碩士論文，中壢。
- 余濬。1988。「降雨設計雨型之研究」。國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文，臺北。
- 吳宗堯、陳正改。1978。「臺灣北部地區豪雨特性之分析」。氣象預報與分析，第77期，p.15-30。
- 李清勝。1997。「雙中尺度渦旋交互作用之初步模擬」。大氣科學25(4): 547-568。
- 李清勝、陳正改。1993。「西北太平洋地區颱風路徑之研究」。行政院國科會研

- 究計畫，編號NSC81-0414-P002-01B。
- 易任、葉惠中。1991。「臺灣中部地區降雨空間分佈之研究」。臺灣水利39(4): 1-5。
- 洪如江。1990。「歐菲利颱風災害勘查報告」。行政院國科會防災科技研究報告 78-65號，p.5-7。
- 莊月璇。2001。「臺灣地區風速機率分佈之研究」。國立中央大學土木工程研究所碩士論文，中壢。
- 陳正改。1976。「中國東南沿海地區冷鋒之移動速度及其伴隨天氣之研究」。嘉新文化基金研究論文。
- 陳正改。1984。「臺灣地區的天然災害」。臺灣水利，31(1):p.21-50。
- 陳正改。1995。「臺灣地區氣象災害之分析」。臺北師院學報8: 195-221。
- 陳正改。1999。「臺灣地區颱風災情的實測性評估」。中央氣象局研究報告，第CW88-1A-02號。
- 楊志賢。1999。「臺灣地區颱風災害之潛勢分析」。國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文，臺北。
- 楊錦釧、葉克家、湯有光。1996。「臺灣暴雨雨型之認證」。臺電工程月刊579: 66-74。
- 廖偉民。2001。「土石流潛勢判定模式土石壩滲流破壞之研究」。國立中央大學土木工程研究所博士論文，中壢。
- 蔡清彥。1987。「傑魯得颱風災害調查報告」。行政院國科會防災科技研究報告 76-21號，p.22-24。
- 鄭克聲。1999。「臺灣地區降雨等級分類之研究」。八十八年度防災專案計畫成果研討會報告。
- 鄭克聲、許恩菁。1999。「暴雨延時特性與雨型分析之研究(二)」。p.62-83，農業水資源經營技術八十八年度研究計畫成果發表討論會。
- 謝信良、陳正改。1985。「臺灣地區氣象災害之調查研究(一)」。國科會防災科技研究報告。
- 謝信良、陳正改。1986。「臺灣地區氣象災害之調查研究(二)」。國科會防災科技研究報告。
- 魏元、謝信良、林民生。1971。『颱風特性與臺灣雨量之研究』。氣象學報，p.1-17。
- Eagleson, P.S. 1970. Dynamic Hydrology, McGraw-Hill.
- Huff, F.A. 1967. Time distribution of rainfall in heavy storms. Water Resources Research 3(4): 1007-1019.
- Keifer, C.J. and H.H. Chu. 1975. Synthetic storm pattern for drainage design. Journal of the Hydraulics Division, ASCE 83(4): 1-25(1957).
- Pilgrim, D.H. and I. Corderly 1975. Rainfall temporal patterns for design floods. Journal of the Hydraulics Division, ASCE 101(1): 81-95.
- Wenzel, H.G. 1982. Rainfall for urban stormwater design. p.35-67. Water Resources Monograph 7, AGU, Washington.
- Yen, B.C. and V.T. Chow. 1980. Design hyetographs for small drainage structures. Journal of the Hydraulics Division, ASCE 106(6): 1055-1076.

Quantitative Analysis Disasters of Typhoons (1946-2000) and Heavy Storms (1959-2000) in Taiwan

Ray-Shyan Wu, Wen-Ray Su, Wei-min Liao and Chih-Cheng Chang
Department of Civil Engineering, National Central University, Chung-Li, Taiwan (ROC)
E-mail: rswu@ncuen.ncu.edu.tw

Abstract

Taiwan, located at the subtropical zone in western Pacific Ocean, suffers the damage from 3.5 typhoons on average yearly, mainly during July to October, and several storms year-round. According to the statistics suggested by Water Conservancy Agency of Ministry of Economic Affairs, annual lost due to typhoon includes about three thousands of houses damaged and one hundred and twenty-eight thousands millions dollars of loss. This research has collected data relation to typhoons allotted among many agencies. By analyzing of cross-correlation between the data, the results show that the accumulative rainfall and scale of disaster depends on different paths of typhoon. According to statistics, each typhoon causes loses about 2 billion dollars including the loss of agriculture, fishery, human casualty, and building collapses. There is also an evidence to show when the amount of accumulative rainfall surpassed 200mm in Northern, 300mm in Midland, 350mm in Southern and 300mm in Eastern area of Taiwan, it will be increases the probability of flood to 40% in each regions. Besides, the 潤all typhoons© which appear during fall, coming from the south of Taiwan are 60% of all. Those typhoons during fall no matter coming from the east or west of Taiwan will certainly bring a great quantity of rainfall in Taiwan eastern area because of their counterclockwise rotation and the influence of northeast monsoon. Lastly, the northwest typhoon which passes through the north of Taiwan will make two obvious mass of rainfall in north and midst of Taiwan.

Key words: Typhoon, Heavy storm, Disaster, Quantitative analysis.