

應用雨量和地文因子於淹水災害之研究

The Study of Flooding Disaster Based on Level of Precipitation and Topographic Factors

國家災害防救科技中心

李雅鈞

LI, Ya-Jiun

國立臺灣師範大學

教授

張國楨

CHANG, Kuo-Chen

國家災害防救科技中心

傅金城

Jin-Cheng Fu

摘要

臺灣面臨多樣的災害，包含洪水、地震、坡地災害等災害類別，其中以洪水災害為發生頻率較高的災害類別。根據統計臺灣每年平均會受到 3~5 個颱風的侵襲，伴隨鋒面、梅雨等不同的降雨型態，導致臺灣多處受到淹水災害的威脅。因此掌握淹水可能發生的區域，降低淹水的損失是現今重要的課題。

本研究以高雄市美濃區為研究區域，主要透過不同的地文因子與雨量和淹水面積之間的關係進行淹水災害分析。首先，選用坡度、土壤、土地利用、距河川距離、高程、植生指數等 6 種地文因子，藉由不同地文因子的分級，進行雨量和淹水面積的關係式建立。最後透過建立的關係式推估淹水面積，繪製出高、中、低的淹水風險圖。

由結果顯示，運用建構出的雨量和地文因子與淹水面積之間的關係式，所繪製出的淹水風險圖，對照歷史災害事件中實際的淹水範圍，都有良好的結果。

關鍵詞：地文因子、雨量、淹水風險圖

ABSTRACT

Taiwan faces various disasters, including floods, earthquakes, slope disasters and other categorical events, among which floods are the most frequently occurring incident. According to statistics, Taiwan is often visited by 3 to 5 typhoons on average every year, accompanied by different rainfall patterns such as frontal rain and the rainy season in May, which threatens the livelihood of many places with floods in Taiwan. Therefore, it is important to identify all areas of possible flooding to reduce any losses to the events.

In this study, the Meinong District of Kaohsiung City was the area of interest. The flooding disaster was analyzed mainly through different topographic factors and level of precipitation in relation to the area affected. First, the relationship between rainfall and flooded area was established by using six topographic factors, such as slope, soil composition, land use, distance from river, elevation and vegetation index. Finally, through the established relationship, and then a map of high, medium and low risk of flooding could be drawn.

The results showed that the flood risk map drawn by using the relationship between level of precipitation, topographic factors and flooded area, in which the distribution areas of high risk and extremely high risk were compared with the actual flooding range in history of disasters, had good outcomes.

Keywords: Topographic factor; Level of precipitation (rainfall); Flood risk map

一、前言

1.1 研究動機與目的

近年全球極端氣候的影響，造成淹水災害事件頻傳，根據內政部消防署所彙整的「臺灣地區天然災害損失統計表」於 1958 年至 2020 年，影響臺灣的災害事件以水災災害為大宗。因此，該如何因應水災災害的威脅，並且了解災害可能發生的風險區域，是相當重要的課題。

本研究主要透過建立雨量和地文因子與淹水面積之間的關係式，了解不同地文因子對於淹水風險之影響，並能將結果產製成淹水風險圖，透過淹水風險圖中的高、中、低不同區域標示，了解不同淹水風險的分布，能在災前的減災、整備工作上有所參考之依據。

1.2 研究範圍

本研究選定高雄市美濃區做為研究區域，美濃區位於高雄市轄區內，主要受到水災的災害威脅為主。依據 110 年高雄市美濃區地區災害防救計畫中主要的災害類型，包含風水災、坡地、地震、毒性化學物質及生物病原災害，其中於彙整的淹水災害歷史列表中，列出 105 年梅姬颱風、106 年尼莎、天鵝颱風、107 年 0822 豪雨、109 年 0519 豪雨等不同的歷史淹水災害事件對於美濃區的衝擊，於此顯示，淹水災害對於美濃區的影響甚大，因此選定美濃區做為本研究所探討的範圍。

二、文獻回顧

2.1 地文因子選擇

影響淹水災害的地文因子相當多元，有許多研究對於影響淹水災害的因子有不同的定義，彙整了淹水相關研究所使用的地文因子種類進行彙整，主要採用的因子分為地文與影像兩大類，地文類的因子主要為坡度、高程、土壤、距河川距離等因子；影像相關的則以土地覆蓋率、NDVI(植生指數)為主。

本研究透過文獻彙整歸納的方法，選用了不同文獻中常被使用的因子，並且考量資料獲得的難易度，選定了 6 種因子做為本研究主要使用的地文因子，包含坡度、土壤、土地利用、距離河川距離、高程、NDVI 做為後續的研究使用。

2.2 雨量與淹水面積關係

雨量與淹水面積具有一定的關聯性，透過不同的歷史淹水事件找出雨量與淹水面積相關的趨勢線，用於推估未來相同雨量下，可能造成的淹水面積大小。

Horton(1935)關於降雨特性與逕流歷線的研究中提到降雨特性與逕流歷線之關係，降雨強度為 i 、土壤入滲能力為 f 、土壤累積入滲量為 F 、土壤水分有效容量為 S_e ，建立降雨特性與逕流歷線之關係。

許家銘(2010)之研究，利用建立雨量與淹水面積迴歸式，運用不同的重現年雨量做為一日降雨量的依據，並且結合地理資訊系統算出不同重現年雨量之淹水

面積，進行迴歸分析進而得到關係式，用於未來的淹水面積推估，並且建立各區淹水雨量的警戒值，做為後續淹水預報使用。

陳宜君(2017)之坡地災害潛式模式研究，透過土壤雨量指數與水深之關係，建立土壤雨量警戒值，並且運用土壤雨量警戒值建立與災害危險度之關係圖，算出不同區域的危險度數值。統整上述關於雨量相關的關係式建立之研究，發現主要透過雨量進行相關的趨勢線建立，進行後續關於淹水面積與坡地崩塌危險度之研究。

本研究探討雨量與淹水面積之間的關係，並加入地文因子進行趨勢線的建立，透過不同地文因子的分級進行雨量與淹水面積關係式的建立，得出主要影響淹水面積的地文因子做為後續的預測使用，將不同的淹水風險地區進行標示。

三、研究方法

3.1 歷史淹水事件

統計高雄市美濃區於 2008 年至 2018 年主要的歷史淹水事件的影響時間區間、24 小時累積最大雨量、淹水面積，如表 1，共有 8 起颱風、豪雨事件，分別是 2008 年卡玫基颱風、2009 年莫拉克颱風、2010 年凡那比颱風、2012 年 0610 豪雨、2013 年康芮颱風、2014 年麥德姆颱風、2016 年梅姬颱風、2018 年 0822 豪雨，發現淹水區域有重疊的狀況，而主要多集中於美濃區域內的平原地區，主要影響的里為瀾濃里、泰安里、東門里、合和里，表示美濃區內主要的淹水區域有重複發生且淹水區域相同的特性。

表 1 歷史淹水災害

年分	事件	影響區間	24 小時累積 最大雨量 mm	淹水面積 km ²
2008	卡玫基颱風	7/15 15:00 ~ 7/19 00:00	538	2.15
2009	莫拉克颱風	8/05 21:00 ~ 8/10 06:00	707	2.18
2010	凡那比颱風	9/18 00:00 ~ 9/20 15:00	461	2.14
2012	0610 豪雨	6/10 00:00 ~ 6/11 00:00	233	0.10
2013	康芮颱風	8/27 12:00 ~ 8/29 21:00	468	0.38
2014	麥德姆颱風	7/21 18:00 ~ 7/24 00:00	245	0.04
2016	梅姬颱風	9/26 00:00 ~ 9/28 18:00	620	1.40
2018	0822 豪雨	8/24 06:00 ~ 8/30 19:00	240	0.23

3.2 地文因子分析

本研究採用的 6 種地文因子在不同歷史淹水事件中，雨量所對應的淹水面積如表 2，隨著 24 小時累積最大雨量的提高，地文因子中的分級受淹水影響的面積也跟著上升。分級中部分不受淹水影響之分級，於後續的分析中排除，將地文因子中所挑選出的分級，做為後續建立雨量和地文因子與淹水面積之關係式使用。

表 2 地文因子各分級於歷史事件淹水面積

地文因子	分級	雨量(mm)					
		233	240	245	538	620	707
坡度	一級坡(0~5%)	0.1068	0.2288	0.0472	2.0952	1.3652	2.1208
	二級坡(5~15%)	0	0.0016	0.0008	0.0552	0.0372	0.0676
	三級坡(15~30%)	0	0	0	0	0.0040	0
	四級坡(30~40%)	0	0	0	0	0	0
	五級坡(40~55%)	0	0	0	0	0	0
	六級坡(55%以上)	0	0	0	0	0	0
土壤	崩積土	0	0	0	0	0	0
	沖積土	0.1068	0.2304	0.0480	2.1504	1.4064	2.1884
	黃壤	0	0	0	0	0	0
	紅壤	0	0	0	0	0	0
	混和區	0	0	0	0	0	0
	無	0	0	0	0	0	0
	黃棕色石質土	0	0	0	0	0	0
	裸岩或崩崖	0	0	0	0	0	0
	雜地	0	0	0	0	0	0
土地利用	交通使用利用	0.0032	0.0472	0.0124	0.1960	0.1128	0.1968
	公共設施使用利用	0	0.0300	0.0012	0.1148	0.0020	0.1156
	其他使用利用	0.0092	0.0084	0.0040	0.1656	0.0608	0.1560
	建築使用利用	0.0176	0.0860	0.0088	0.4796	0.2416	0.5044
	森林使用利用	0	0.0012	0	0.0200	0.0172	0.0200
	水利使用利用	0.0020	0.0092	0.0012	0.1192	0.1004	0.1256
	礦岩使用利用	0	0	0	0	0	0
	農業使用利用	0.0748	0.0456	0.0200	1.0480	0.8708	1.0588
	遊憩使用利用	0	0.0028	0.0004	0.0068	0.0008	0.0108
	無	0	0	0	0.0004	0	0.0004
距河川距離	100 公尺	0.0920	0.1172	0.0200	0.9336	0.2992	1.0504
	200 公尺	0.0148	0.0572	0.0212	0.6308	0.2868	0.6728
	300 公尺	0	0.0368	0.0068	0.3836	0.2400	0.3296
	300 公尺外	0	0.0192	0	0.2024	0.5804	0.1352
高程	小於 110 公尺	0.1068	0.2304	0.0480	2.1504	1.4064	2.1884
	111~215 公尺	0	0	0	0	0	0
	216~335 公尺	0	0	0	0	0	0
	336~500 公尺	0	0	0	0	0	0
	大於 500 公尺	0	0	0	0	0	0
NDVI	-0.2169~0.2358	0.0216	0.1696	0.0284	0.9160	0.5240	0.9320
	0.2358~0.4103	0.0284	0.0452	0.0144	0.5328	0.4172	0.5288
	0.4103~0.5544	0.0212	0.0152	0.0044	0.4332	0.3220	0.4560
	0.5544~0.7730	0.0356	0.0004	0.0008	0.2684	0.1432	0.2712

3.3 雨量和地文因子與淹水面積關係式建立

將地文因子中，主要受到淹水災害影響的分級，如表 3，進行雨量和地文因子與淹水面積關係式建立，用於推估未來不同雨量下可能受淹水影響的程度。

採用的地文因子區間如：

1. 坡度因子：一級坡、二級坡、三級坡
2. 土壤因子：沖積土
3. 土地利用因子：交通使用利用、公共設施使用利用、其他使用利用、建築使用利用、森林使用利用、水利使用利用、農業使用利用、遊憩使用利用
4. 距河川距離因子：100 公尺、200 公尺、300 公尺、300 公尺外
5. 高程因子：小於 110 公尺
6. NDVI 因子：-0.2169~0.2358、0.2358~0.4103、0.4103~0.5544、0.5544~0.7730

表 3 地文因子各分級雨量和淹水面積關係式

地文因子	分級	關係式	R ²
坡度	一級坡(0~5%)	$y = 1.7759\ln(x) - 9.5758$	0.89
	二級坡(5~15%)	$y = 0.0550\ln(x) - 0.3004$	0.91
	三級坡(15~30%)	$y = 0.0014\ln(x) - 0.0075$	0.19
土壤	沖積土	$y = 1.8323\ln(x) - 9.8837$	0.89
土地利用	交通使用利用	$y = 0.1514\ln(x) - 0.8064$	0.82
	公共設施使用利用	$y = 0.0686\ln(x) - 0.3645$	0.41
	其他使用利用	$y = 0.1220\ln(x) - 0.6587$	0.72
	建築使用利用	$y = 0.3821\ln(x) - 2.0513$	0.80
	森林使用利用	$y = 0.0191\ln(x) - 0.1041$	0.96
	水利使用利用	$y = 0.1143\ln(x) - 0.6205$	0.96
	農業使用利用	$y = 0.9689\ln(x) - 5.2472$	0.95
	遊憩使用利用	$y = 0.0056\ln(x) - 0.0296$	0.46
距河川距離	100 公尺	$y = 0.7103\ln(x) - 3.8089$	0.67
	200 公尺	$y = 0.5149\ln(x) - 2.7841$	0.79
	300 公尺	$y = 0.3053\ln(x) - 1.6512$	0.86
	300 公尺外	$y = 0.3015\ln(x) - 1.6385$	0.50
高程	小於 110	$y = 1.8323\ln(x) - 9.8837$	0.89
NDVI	-0.2169~0.2358	$y = 0.7363\ln(x) - 3.9507$	0.84
	0.2358~0.4103	$y = 0.4743\ln(x) - 2.5617$	0.94
	0.4103~0.5544	$y = 0.4015\ln(x) - 2.1810$	0.93
	0.5544~0.7730	$y = 0.2200\ln(x) - 1.1894$	0.82

四、研究成果

透過建立地文因子和雨量與淹水面積的關係式，將凡那比颱風事件之 24 小時累積最大雨量代入，推估地文因子中不同的分級，受到淹水影響的面積，並將對照資料與實際資料進行比對，並產製出淹水風險圖。

4.1、凡那比颱風

統整 6 種地文因子的實際資料與對照資料的比較差異後，結果如表 4，將實際資料之淹水影響面積設為 A、對照資料之淹水面積設為 B，做為兩者之間差異比較的計算，若 C-A 為正值，則對照結果之淹水面積有高估面積的現象；反之則為低估面積。由結果顯示，多數地文因子分級中有低估淹水面積的狀況。

表 4 凡那比颱風之地文因子各分級對照比較

地文因子	分級	實際資料	對照資料	淹水面積差異
		A	C	C-A
		淹水面積 km ²	淹水面積 km ²	
坡度	一級坡(0~5%)	1.8224	1.3433	-0.4791
	二級坡(5~15%)	0.3600	0.0369	-0.3231
	三級坡(15~30%)	0.2084	0.0011	-0.2073
土壤	沖積土	1.8420	1.3545	-0.4875
土地利用	交通使用利用	0.0948	0.1222	0.0274
	公共設施使用利用	0.0332	0.0563	0.0231
	其他使用利用	0.0296	0.0896	0.0600
	建築使用利用	0.2528	0.2923	0.0395
	森林使用利用	0.4892	0.0130	-0.4762
	水利使用利用	0.0552	0.0805	0.0253
	農業使用利用	1.4532	0.6954	-0.7578
	遊憩使用利用	0.0020	0.0047	0.0027
距河川距離	100 公尺	1.3244	0.5477	-0.7767
	200 公尺	0.8656	0.3740	-0.4916
	300 公尺	0.2132	0.2214	0.0082
	300 公尺外	0.0068	0.2108	0.2040
高程	小於 110 公尺	2.3616	1.3545	-1.0071
NDVI	-0.2169~0.2358	0.2828	0.5653	0.2825
	0.2358~0.4103	0.6508	0.3474	-0.3034
	0.4103~0.5544	0.8668	0.2816	-0.5852
	0.5544~0.7730	0.6096	0.1599	-0.4497

將實際資料與對照資料所計算出的淹水面積空間化，製作淹水風險圖，如圖 1~2，主要分為極低風險、低風險、中風險、高風險、極高風險五個分級，如表

5，將對照資料與實際資料進行淹水風險比較，於極低風險分級：實際資料占比為 12.55%、對照資料占比為 15.20%；低風險：實際資料占比 21.94%、對照資料占比為 21.60%；中風險：實際資料占比 11.57%、對照資料占比為 11.87%；高風險：實際資料占比 35.82%、對照資料占比為 35.65%；極高風險：實際資料占比 18.12%、對照資料占比為 15.67%。

凡那比颱風調查之淹水範圍與實際淹水風險圖相比，淹水範圍落在極高風險的分級，占比 78.77%；對照淹水風險圖，淹水範圍落在極高風險的分級，占比 75.12%，所產製出的淹水風險圖與實際淹水範圍的符合狀況，結果尚可接受。

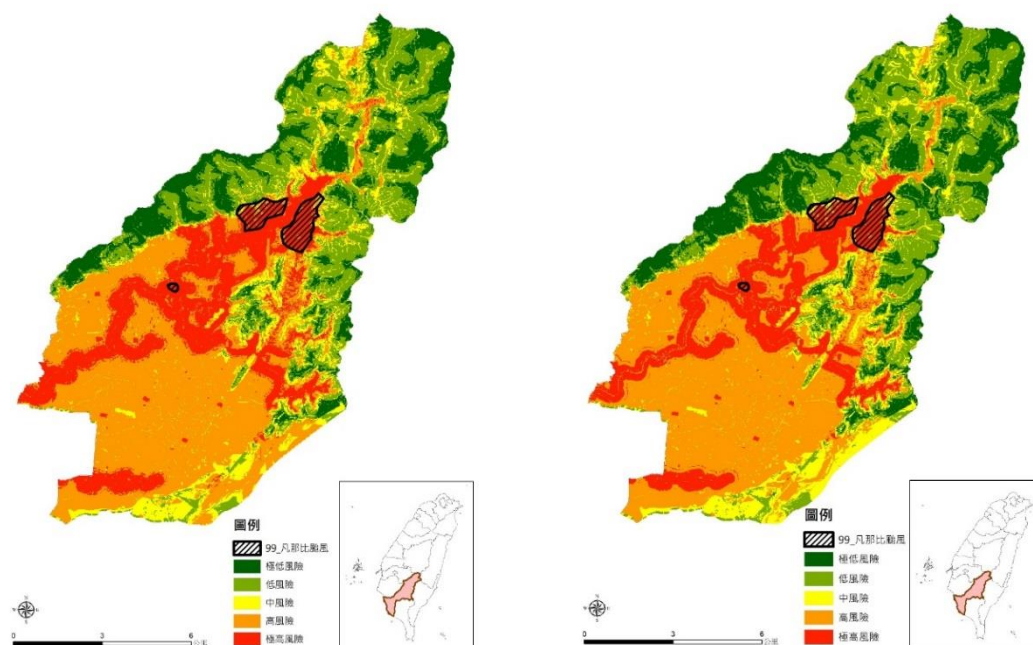


圖 1 凡那比颱風淹水風險圖之實際資料 圖 2 凡那比颱風淹水風險圖之對照資料

表 5 凡那比颱風淹水風險圖比較

分級	實際資料			對照資料		
	km ²	百分比	實際淹水範圍%	km ²	百分比	實際淹水範圍%
極低風險	14,8828	12.55	0.02	18,0236	15.20	0.05
低風險	26,0116	21.94	0.98	25,6124	21.60	1.29
中風險	13,7188	11.57	4.58	14,0752	11.87	5.46
高風險	42,4712	35.82	15.65	42,2720	35.65	18.07
極高風險	21,4836	18.12	78.77	18,5848	15.67	75.12

4.2、颱風事件應用

依據「110 年高雄市美濃地區災害防救計畫」中所提及 2017 年 7 月 28 日至 8 月 1 日，侵襲臺灣的尼莎颱風，造成部分的住戶停電、路樹傾倒及積淹水的災情傳出，多集中於美濃區內的興隆里、中圳里，因此本章節透過尼莎颱風主要影

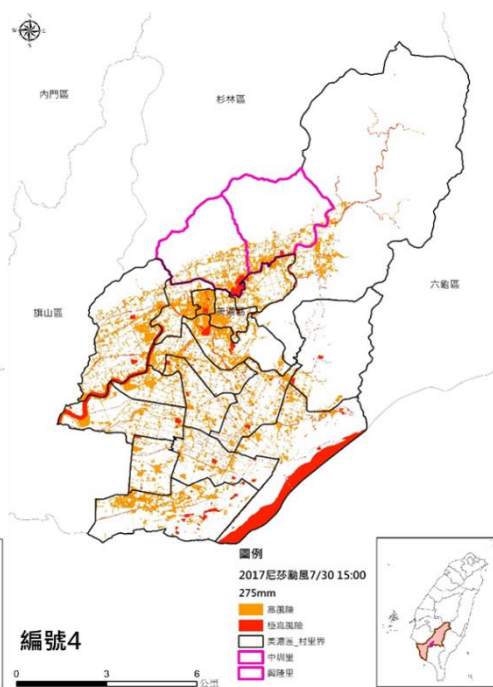
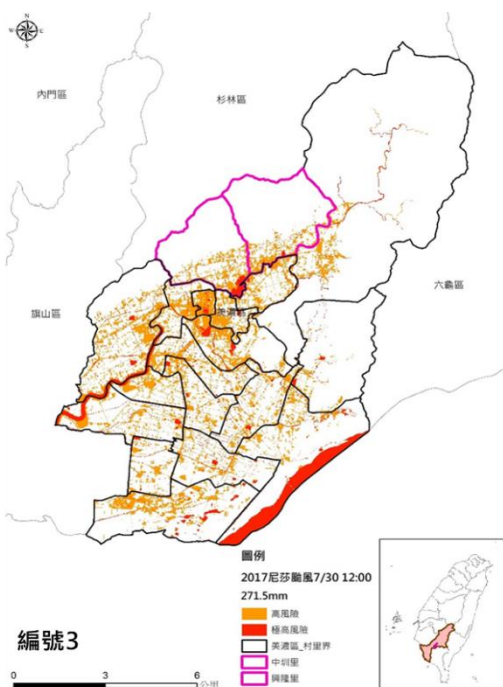
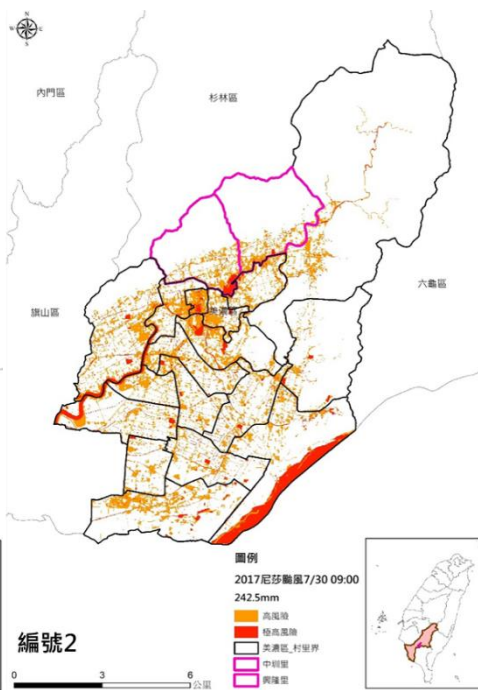
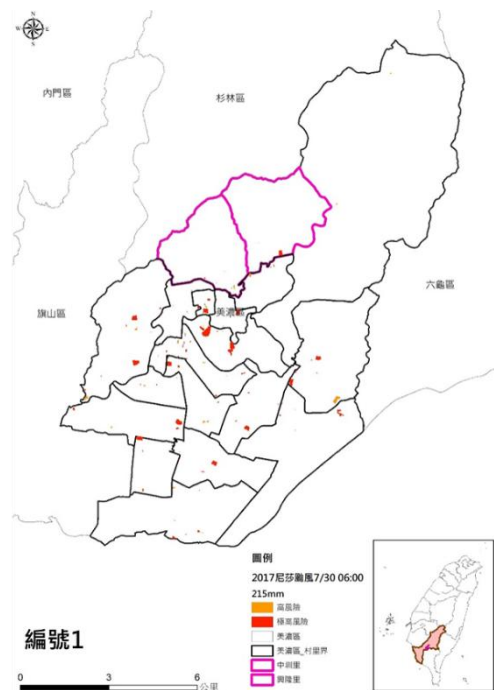
響的時間區間內，以不同時序的 24 小時累積降雨量，分別產製不同時間的淹水風險圖，用於比對是否與主要受影響的興隆里與中圳里相符。

尼莎颱風影響較大的時間區間為 2017 年 7 月 30 日至 7 月 31 日，每三小時挑選一個區間，如表 6，共挑選六個區間，後續將對應的雨量代入先前章節所建立的關係式，產製淹水風險圖。

表 6 尼莎颱風影響區間雨量

影響區間	24 小時累積雨量
2017/7/30 06:00 ~ 2017/7/31 05:00	215.5
2017/7/30 07:00 ~ 2017/7/31 06:00	227.5
2017/7/30 08:00 ~ 2017/7/31 07:00	239.0
2017/7/30 09:00 ~ 2017/7/31 08:00	242.5
2017/7/30 10:00 ~ 2017/7/31 09:00	250.0
2017/7/30 11:00 ~ 2017/7/31 10:00	270.5
2017/7/30 12:00 ~ 2017/7/31 11:00	271.5
2017/7/30 13:00 ~ 2017/7/31 12:00	274.5
2017/7/30 14:00 ~ 2017/7/31 13:00	275.0
2017/7/30 15:00 ~ 2017/7/31 14:00	275.0
2017/7/30 16:00 ~ 2017/7/31 15:00	275.5
2017/7/30 17:00 ~ 2017/7/31 16:00	277.5
2017/7/30 18:00 ~ 2017/7/31 17:00	279.0
2017/7/30 19:00 ~ 2017/7/31 18:00	276.5
2017/7/30 20:00 ~ 2017/7/31 19:00	276.0
2017/7/30 21:00 ~ 2017/7/31 20:00	225.0

透過 6 個影響區間繪製出相對應的淹水風險圖，對應不同雨量的變化，統計不同風險所占的比例，是否會因為雨量的改變而有所差異，如圖 3 所示，於編號 1 中，受淹水影響較大的興隆里與中圳里內也幾乎沒有高風險與極高風險的分布。編號 2 的區間中，可以看出明顯的差異，於興隆里與中圳里內，高風險與極高風險分布範圍也對應的較多。於後續編號 3、4、5 的三個時間區間中，如表 7，24 小時累積雨量分別為 271.5mm、275mm、279mm，因雨量較為相近，高風險與極高風險的分佈比例無太大的差異。編號 6，24 小時累積雨量為 225mm，因雨量略為下降，於該區間中極高風險區間的占比有略微下降。由此結果顯示，產製的淹水風險圖運用在實際的事件中，能有一定程度的參考價值，多能反應隨著雨量的遞增與遞減，風險的占比也會有所改變。



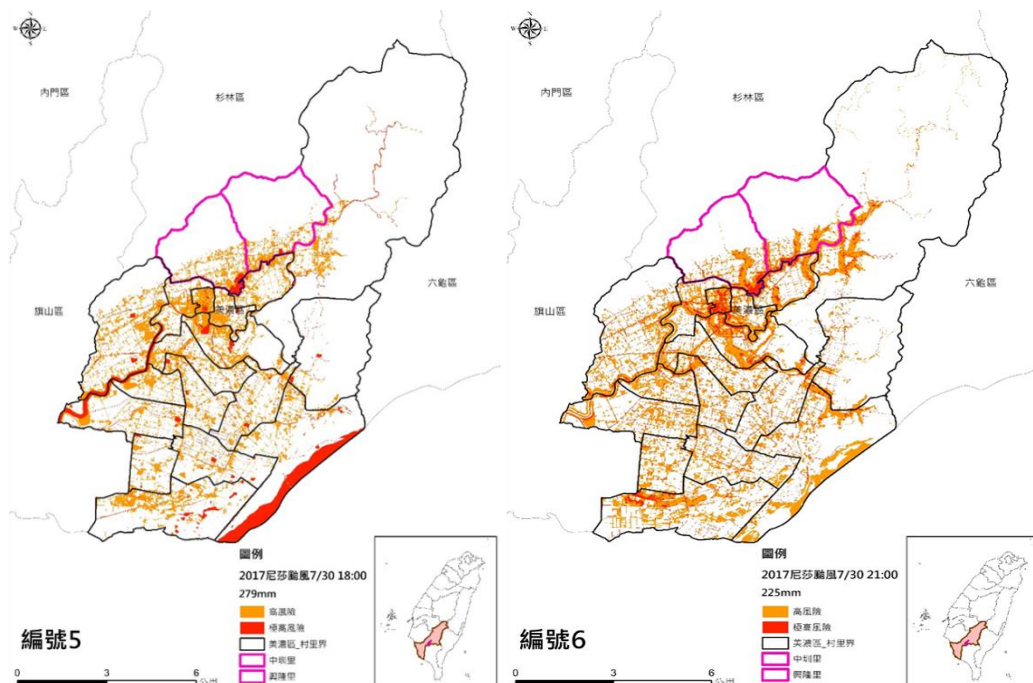


圖 3 影響區間淹水風險圖

表 7 影響區間淹水風險占比(%)

編號	影響區間	24 小時 累積雨量	極低 風險	低風險	中風險	高風險	極高 風險
1	7/30 06:00 ~ 7/31 05:00	215.0	60.46	36.03	2.98	0.08	0.44
2	7/30 09:00 ~ 7/31 08:00	242.5	39.35	9.44	34.09	12.65	4.48
3	7/30 12:00 ~ 7/31 11:00	271.5	40.02	9.13	33.90	12.24	4.71
4	7/30 15:00 ~ 7/31 14:00	275.0	40.69	8.73	33.68	12.18	4.72
5	7/30 18:00 ~ 7/31 17:00	279.0	40.68	9.02	33.47	12.11	4.73
6	7/30 21:00 ~ 7/31 20:00	225.0	41.51	8.97	32.28	12.74	4.50

五、結論與建議

本研究透過建立雨量和地文因子與淹水面積之間的關係，建立不同地文因子和雨量與淹水面積之間的關係式，應用於未來不同雨量下的淹水面積推估，歸納出的結論如下：

- 1、利用建構出的雨量和地文因子與淹水面積的關係式，運用於實際颱風事件中，凡那比颱風實際淹水面積與推估出的極高淹水風險區域，位置大致相符。
- 2、2017 年尼莎颱風，造成美濃區的興隆里、中圳里有部分災情，透過本研究所建立的關係式進行淹水風險圖的產製，多能反應出隨著雨量的遞增與遞減，風險的占比也會有所改變，與受影響較嚴重的里也能有所對應。
- 3、本研究所產製的淹水風險圖，能夠做為防救災工作中減災及整備工作上的參考。於減災工作中能夠運用軟、硬體的防災措施來達到減災的效果，整備工作上能於災前，預先部屬相關的防救災機具與資源的調度工作。

六、參考文獻

一、中文文獻

1. 田仲傑，《應用多準則決策分析法於易淹水區域危險等級評估》。國立中興大學水土保持學系所碩士論文，2016。
2. 吳貽婷，《水災風險度分析暨防災地圖研究—以新北市為例》。國立臺灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文，2010。
3. 吳郁辰，《流域災害規模分析》。中國科技大學土木與防災設計研究所，2010。
4. 洪宣微，《主成份分析法於基隆市淹水災害風險評估之研究》。國立臺灣海洋大學河海工程學系，2019。
5. 許家銘，「淹水預警之研究」。國立臺北科技大學土木與防災研究所碩士論文，2009。
6. 許哲維，《台中市烏日區、太平區、西屯區、南屯區及北屯區淹水危險度分析》。國立中興大學水土保持學系所碩士論文，2015。
7. 陳世帆，《因應氣候變遷之淹水災害容忍門檻值評估與調適策略》。國立臺北科技大學土木與防災研究所碩士論文，2013。
8. 潘宏祥，《屏東縣颱風災害綜合脆弱性指標建立研究》。國立屏東科技大學土木工程系所碩士論文，2011。
9. 劉宜君，《結合土壤雨量指數與頻率比建構坡地災害潛勢模式》。國立中興大學水土保持學系碩士論文，2017。
10. 謝竺君，《颱風災害之整合水患風險評估-以北港溪流域範圍為例》。國立成功大學都市計畫學系碩士論文，2015。
11. 高雄市政府，《106年高雄市美濃區地方災害防救計畫》，2017。
12. 高雄市政府，《108年高雄市美濃區地方災害防救計畫》，2019。
13. 高雄市政府，《110年高雄市美濃區地方災害防救計畫》，2020。

二、外文文獻

1. Debabrata Sarkar, Flood Vulnerability Mapping Using Frequency Ratio (FR) Model: A Case Study On Kulik River Basin, Indo-Bangladesh Barind Region, 2019。
2. Kamonchat Seejata, Assessment Of Flood Hazard Using Geospatial Data And Frequency Ratio Model In Sukhothai Province, Thailand, 2019。
3. Kashif Ullah, GIS-Based Flood Hazard Mapping Using Relative Frequency Ratio Method: A Case Study Of Panjkora River Basin, Eastern Hindu Kush, Pakistan, 2020。
4. Moun-Jin Lee, Application Of Frequency Ratio Model And Validation For Predictive Flooded Area Susceptibility Mapping Using Gis, 2012。
5. Omid Rahmati, Flood Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Weights-

Of-Evidence Models In The Golastan Province , 2015 .

6. Ratan Kumar Samanta , Flood Susceptibility Mapping Using Geospatial Frequency Ratio Technique: A Case Study Of Subarnarekha River Basin , 2018 .
7. Sailesh Samanta¹ , Flood Susceptibility Analysis Through Remote Sensing, GIS And Frequency Ratio Model , 2018 .