

NCDR 109-T06

多模式多空間尺度之氣候變遷
淹水災害風險圖

Multi-model and multi-spatial scale risk maps of
flooding disaster under climate change



行政法人

國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

國家災害防救科技中心

中華民國 110 年 01 月

NCDR 109-T06

多模式多空間尺度之氣候變遷
淹水災害風險圖

Multi-model and multi-spatial scale risk maps of
flooding disaster under climate change

陳韻如、林宜汝、黃亞婷、劉俊志、連琮勛、陳永明



國家災害防救科技中心
中華民國 110 年 01 月

摘要

國家災害防救科技中心(以下簡稱災防科技中心)發展氣候變遷淹水災害風險圖，至今約 10 年，隨著氣候情境資料與淹水模擬資料更新，今年度(109 年度)完成第三版的淹水災害風險圖。相較於過去單一模式不確定性高，以及鄉鎮空間尺度過大造成均質化問題，第三版受影響人口淹水災害風險圖，採用 33 個大氣環流模式且分析四種空間尺度，提供使用者更多選擇，可套疊應用分析。另外，研究中利用統計分析，評估多模式風險圖的表現特性，分別以標準差、訊號雜訊比與超越機率等方式，呈現風險圖不確定性分析，決策者便可依據接受的風險與不確定性高低，考量合適氣候變遷調適策略。最後，針對全台版與縣市版的氣候變遷淹水災害風險圖，分別以案例說明圖資套疊應用之可行性，未來使用者可依據其需求應用於不同領域評估氣候變遷淹水災害風險衝擊研究。

關鍵字:多模式、淹水災害風險圖、訊號雜訊比、不確定性分析

ABSTRACT

National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR) has been developing risk maps of flooding disaster for climate change since 2009. In this study, the third edition flooding disaster risk maps have been completed with daily climate data of General Circulation Model (GCM) and updated flooding simulation data of 2020. The third edition risk map has improved high uncertainty issue of single model and homogenization problem of large spatial scale that appeared in the past editions of risk maps. 33 GCMs are applied to assess flooding disaster risk with four spatial scales in the third edition risk maps to provide users with multiple choices. Moreover, the uncertainty analysis of the risk maps is evaluated by means of standard deviation (SD), signal-to-noise ratio (SNR), and different percentiles of exceeding probability. The decision maker can evaluate appropriate climate change adaptation strategies based on the uncertainty of risk level. Finally, there are cases to explain applications of flooding disaster risk maps in overlay map for impact assessments in different fields.

Keywords: Multi-mode, Risk map of flood disaster, signal-to-noise ratio, uncertainty analysis

目錄

第一章 前言.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 災害風險圖研發.....	2
1.3 研究架構.....	5
第二章 風險圖評估方法.....	7
2.1 統計降尺度氣候情境資料.....	7
2.2 淹水災害風險圖評估方法.....	8
2.2.1 空間尺度說明.....	10
2.2.2 風險指標選擇.....	10
2.2.3 指標計算.....	12
2.3 不同空間尺度下之災害風險圖.....	14
第三章 全臺淹水災害風險圖.....	20
3.1 鄉鎮市區風險圖.....	20
3.1.1 危害度.....	21
3.1.2 脆弱度.....	23
3.1.3 暴露度.....	24
3.1.4 淹水災害風險圖.....	26
3.2 最小統計區風險圖.....	29

3.2.1	危害度	29
3.2.2	脆弱度	32
3.2.3	暴露度	33
3.2.4	淹水災害風險	34
3.3	網格 5 公里危害－脆弱度圖	37
3.3.1	危害度	37
3.3.2	脆弱度	40
3.3.3	淹水危害-脆弱度	41
3.4	網格 40 公尺危害－脆弱度圖	43
3.4.1	危害度	44
3.4.2	脆弱度	46
3.4.3	淹水危害-脆弱度	46
3.5	比較全台不同空間尺度下淹水災害風險圖	48
第四章 縣市版淹水災害風險圖		50
4.1	鄉鎮市區風險圖	50
4.1.1	危害度	51
4.1.2	脆弱度	53
4.1.3	暴露度	53
4.1.4	淹水災害風險圖	54

4.2	最小統計區風險圖	56
4.2.1	危害度	57
4.2.2	脆弱度	59
4.2.3	暴露度	59
4.2.4	淹水災害風險	60
4.3	網格 5 公里危害-脆弱度圖	63
4.3.1	危害度	63
4.3.2	脆弱度	66
4.3.3	淹水危害-脆弱度	66
4.4	網格 40 公尺危害-脆弱度圖	68
4.4.1	危害度	69
4.4.2	脆弱度	71
4.4.3	淹水危害-脆弱度	72
4.5	比較新北市不同空間尺度下淹水災害風險圖	74
第五章	風險不確定性分析	77
5.1	全台風險不確定性分析	78
5.1.1	鄉鎮市區	78
5.1.2	最小統計區	80
5.1.3	網格 5 公里	82

5.1.4	網格 40 公尺	85
5.2	縣市版風險不確定性分析	88
5.2.1	鄉鎮市區	88
5.2.2	最小統計區	91
5.2.3	網格 5 公里	94
5.2.4	網格 40 公尺	97
第六章	淹水災害風險圖資之應用	100
6.1	全臺淹水災害風險圖之應用	100
6.2	縣市淹水災害風險圖之應用	103
第七章	結論與建議	109

NCDR

圖目錄

圖 1 災害風險圖研發歷程圖	3
圖 2 研究架構圖	6
圖 3 氣候變遷災害風險圖評估流程	9
圖 4 淹水災害風險圖選擇指標圖	12
圖 5 淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖指標計算.....	14
圖 6 各不同空間尺度示意圖	16
圖 7 各指標轉換空間尺度運算示意圖(以最小統計區為例)	17
圖 8 全台淹水災害風險總圖(鄉鎮市區).....	20
圖 9 全台淹水危害度圖(鄉鎮市區).....	21
圖 10 全台淹水危害度等級變化圖(鄉鎮市區).....	22
圖 11 全台多模式淹水危害度圖(鄉鎮市區).....	23
圖 12 全台淹水潛勢圖與淹水脆弱度圖(鄉鎮市區).....	24
圖 13 全台淹水脆弱度等級 4 以上鄉鎮市區所佔比例圖	24
圖 14 全台暴露度圖-鄉鎮市區(a)現況(b)2036 年未來推估.....	25
圖 15 全台各縣市暴露度等級 4 以上的鄉鎮個數所佔比例圖	26
圖 16 全台淹水災害風險圖(鄉鎮市區).....	27
圖 17 全台各縣市風險等級 4 以上的鄉鎮個數所佔比例圖	27
圖 18 全台多模式之淹水災害風險圖(鄉鎮市區).....	28

圖 19 全台淹水災害風險總圖(最小統計區).....	29
圖 20 全台淹水危害度圖(最小統計區).....	30
圖 21 全台淹水危害度等級變化之比例圖(最小統計區)	30
圖 22 全台多模式淹水危害度圖(最小統計區).....	31
圖 23 全台淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(最小統計區)	32
圖 24 全台淹水脆弱度等級 4 以上最小統計區個數所佔比例圖	32
圖 25 全台暴露度圖(最小統計區).....	33
圖 26 全台各縣市暴露度等級 4 以上最小統計區個數所佔比例圖 .	34
圖 27 全台淹水災害風險圖(最小統計區).....	35
圖 28 全台各縣市風險等級 4 以上最小統計區個數所佔比例圖	35
圖 29 全台多模式淹水災害風險圖(最小統計區).....	36
圖 30 全台淹水危害-脆弱度總圖(網格 5 公里)	37
圖 31 全台淹水危害度圖(網格 5 公里).....	38
圖 32 全台淹水危害度等級變化圖(網格 5 公里).....	38
圖 33 全台多模式淹水危害度圖(網格 5 公里).....	39
圖 34 全台淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 5 公里)	40
圖 35 全台淹水脆弱度等級 4 以上網格個數所佔比例圖	40
圖 36 全台淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里).....	41
圖 37 全台各縣市危害-脆弱度等級 4 以上網格個數所佔比例圖	41

圖 38 全台多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里).....	42
圖 39 全台淹水危害-脆弱度總圖(網格 40 公尺).....	43
圖 40 全台淹水危害度圖(網格 40 公尺).....	44
圖 41 全台多模式淹水危害度圖(網格 40 公尺).....	45
圖 42 全台淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 40 公尺).....	46
圖 43 全台淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺).....	47
圖 44 全台多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺).....	48
圖 45 全台不同空間尺度下淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖.....	49
圖 46 新北市淹水災害風險總圖(鄉鎮市區).....	50
圖 47 新北市淹水危害度圖(鄉鎮市區).....	51
圖 48 新北市多模式淹水危害度圖(鄉鎮市區).....	52
圖 49 新北市淹水潛勢圖與淹水脆弱度圖(鄉鎮市區).....	53
圖 50 新北市暴露度圖(鄉鎮市區).....	54
圖 51 新北市淹水災害風險圖(鄉鎮市區).....	55
圖 52 新北市多模式淹水災害風險圖(鄉鎮市區).....	56
圖 53 新北市淹水災害風險總圖(最小統計區).....	57
圖 54 新北市淹水危害度圖(最小統計區).....	57
圖 55 新北市多模式淹水危害度圖(最小統計區).....	58
圖 56 新北市淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(最小統計區).....	59

圖 57 新北市暴露度圖(最小統計區).....	60
圖 58 新北市淹水災害風險圖(最小統計區).....	61
圖 59 新北市多模式淹水災害風險圖(最小統計區).....	62
圖 60 新北市淹水危害-脆弱度總圖(網格 5 公里).....	63
圖 61 新北市淹水危害度圖(網格 5 公里).....	64
圖 62 新北市多模式淹水危害度圖(網格 5 公里).....	65
圖 63 新北市淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 5 公里)	66
圖 64 新北市淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里)	67
圖 65 新北市多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里)	68
圖 66 新北市淹水危害-脆弱度總圖(網格 40 公尺).....	69
圖 67 新北市淹水危害度圖(網格 40 公尺).....	70
圖 68 新北市多模式淹水危害度圖(網格 40 公尺).....	71
圖 69 新北市淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 40 公尺)	72
圖 70 新北市淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺)	73
圖 71 新北市多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺)	74
圖 72 新北市不同空間尺度下淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖	76
圖 73 全台多模式風險標準差圖(鄉鎮市區).....	78
圖 74 全台多模式風險信噪比圖(鄉鎮市區).....	79
圖 75 全台不同百分比下之風險圖(鄉鎮市區).....	80

圖 76 全台多模式風險標準差圖(最小統計區).....	80
圖 77 全台多模式風險信噪比圖(最小統計區).....	81
圖 78 全台不同百分比下之風險圖(最小統計區).....	82
圖 79 全台多模式風險標準差圖(網格 5 公里).....	83
圖 80 全台多模式風險信噪比圖(網格 5 公里).....	83
圖 81 全台不同百分比下之風險圖(網格 5 公里).....	84
圖 82 全台多模式風險標準差圖(網格 40 公尺).....	85
圖 83 全台多模式風險信噪比圖(網格 40 公尺).....	86
圖 84 全台不同百分比下之風險圖(網格 40 公尺).....	87
圖 85 新北市多模式風險標準差圖(鄉鎮市區).....	88
圖 86 新北市多模式風險信噪比圖(鄉鎮市區).....	89
圖 87 新北市不同百分比下之風險圖(鄉鎮市區).....	90
圖 88 新北市多模式風險標準差圖(最小統計區).....	91
圖 89 新北市多模式風險信噪比圖(最小統計區).....	92
圖 90 新北市不同百分比下之風險圖(最小統計區).....	93
圖 91 新北市多模式風險標準差圖(網格 5 公里).....	94
圖 92 新北市多模式風險信噪比圖(網格 5 公里).....	95
圖 93 新北市不同百分比下之風險圖(網格 5 公里).....	96
圖 94 新北市多模式風險標準差圖(網格 40 公尺).....	97

圖 95 新北市多模式風險信噪比圖(網格 40 公尺).....	98
圖 96 新北市不同百分比下之風險圖(網格 40 公尺)	99
圖 97 國土功能分區圖(資料來源：國土計畫摘要本，營建署(2019))	101
圖 98 國土計畫農業發展區套疊淹水高危害-脆弱度區	102
圖 99 國土計畫城鄉發展區套疊淹水災害高風險區(空間尺度：鄉鎮 市區).....	102
圖 100 淹水危害-脆弱度圖套疊水稻分布圖(a)一期作，(b)二期作	103
圖 101 新北市新訂或擴大都市計畫地區套疊淹水災害風險圖(最小 統計區).....	105
圖 102 新北市新訂或擴大都市計畫地區套疊淹水危害-脆弱度圖(最 小統計區).....	106
圖 103 新北市工業區套疊淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺).....	108
圖 104 新北市產業園區與淹水危害-脆弱度圖套疊.....	108

表目錄

表 1 不同版本之淹水災害風險圖	4
表 2 淹水災害風險圖各指標	12
表 3 各不同空間尺度下之災害風險圖比較表	19
表 4 新北市新訂或擴大都市計畫地區表	104
表 5 新北市新訂或擴大都市計畫地區表	106
表 6 新北市工業區一覽表	107



第一章 前言

1.1 研究動機

國家發展委員會於 103 年核定「國家氣候變遷調適行動計畫(102-106 年)」明定災害調適領域目標為降低氣候變遷所導致之災害風險，強化整體防救災調適能力。為落實國家氣候變遷調適工作，環保署於 107 年啟動的「國家氣候變遷調適行動方案(107-111 年)」，在災害領域調適，以建構災害風險評估知識與精進災害風險管理機制為主要調適策略，其中氣候變遷災害風險地圖製作，為災害領域優先行動計畫。

在國土計畫法第九條與第十條中，明列直轄市、縣(市)國土計畫之內容，應載明氣候變遷調適計畫。在國土空間發展策略中的天然防治策略提到針對淹水、坡地崩塌、土壤液化、土石流、海嘯等天然災害，須從防災及減災兩部分推動。在防災中，須積極整備防災據點等基礎設施，高潛勢地區應避免設置重大公共設施。而減災中，則可透過防救災資料庫，指認高災害潛勢、風險地區，作為規劃城鄉發展範圍的重要參考。於營建署於 2020 年五月在縣市國土計畫通案範例中，提出縣市政府應將氣候變遷趨勢可能引發災害類別納入規劃考量，並研擬相關配套措施，將既有都市計畫及城鄉發展地區第 2 類之 3(屬新訂或擴大都市計畫範圍)，套疊環境敏感地區如淹水熱區、淹水潛勢圖、土石流潛勢溪流影響範圍、山崩與地滑地質敏感區等。

考量氣候變遷調適工作與國土計畫等政策評估，需針對高風險區位進行判釋，以及能源與農業等不同領域對於災害風險圖的圖資套疊需求，災防科技中心自 2009 年開始致力於氣候變遷災害風險圖製作，並配合科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(簡稱 TCCIP)的氣候變遷科研資料的應用測試，隨著情境資料更新，今年(109 年度)推出第三版氣候變遷淹水災害風險圖，以提供使用者查詢風險圖與圖資套疊，推動落實氣候變遷災害風險辨識與風險治理。

1.2 災害風險圖研發

災防科技中心發展氣候變遷災害風險圖的版本與時間歷程中如圖 1 所示，配合 TCCIP 於 2012 年產製之 IPCC AR4(A1B 情境)動力降尺度時資料，便開始應用於評估氣候變遷下淹水、坡地、乾旱、與海岸災害等四種災害類別之風險圖，於 2013 年完成第一版的單一 GCM 模式鄉鎮尺度的災害風險圖。

隨著氣候情境資料更新，2014 年 TCCIP 產製 IPCC AR5(RCP8.5 情境)動力降尺度時資料，因此，災防科技中心於 2015 年完成第二版的氣候變遷下淹水及坡地災害風險圖，受限情境資料特性，此版本災害風險圖亦是單一 GCM 模式，故只有世紀末期間的風險圖可與基期比較。2018 年 TCCIP 發展新的氣候情境資料，為統計降尺度日資料，相較於過去單一模式且只有世紀末的動力降尺度資料，統計降尺度資

料在時間與模式選擇上更多元，第三版淹水災害風險圖(2020年)便是利用此多模式大氣環流模式之資料，評估全台以及17個縣市之淹水災害風險圖，並發展四種空間尺度可供使用者套疊應用。

第三版氣候變遷淹水災害風險圖，相較於前兩個版本災害風險圖，除了情境資料更新，其他指標與分析的空間尺度亦更精進。

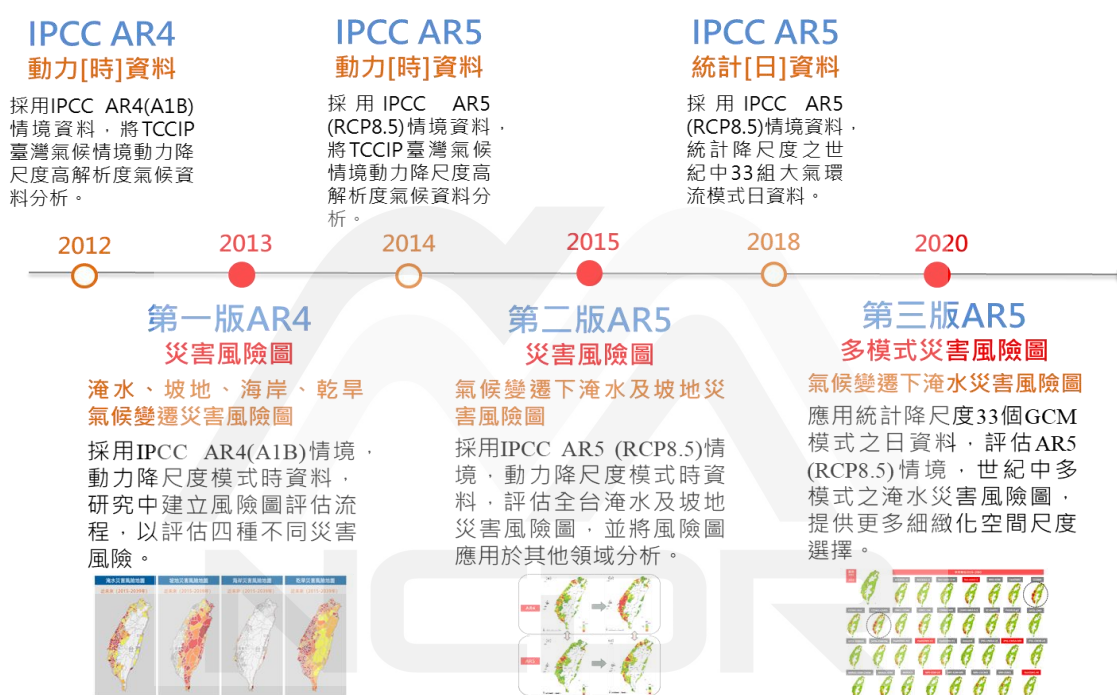


圖 1 災害風險圖研發歷程圖

表 1 呈現三個版本災害風險圖差異比對，在氣候情境在統計降尺度資料，TCCIP 可提供四種氣候情境(RCP8.5、RCP6.0、RCP4.5、RCP2.6)，本研究應用 33 個 GCM 多模式的評估極端降雨資料評估危害度指標，推估期也考量使用者規劃應用需求，分析世紀中資料，以利於相關政策推動。而空間尺度則是採用更多細緻化的尺度(鄉鎮市

區、最小統計區、網格 5 公里、網格 40 公尺)，淹水脆弱度圖則是配合水利署公告第三代淹水潛勢圖進行分析。在暴露度方面，考量未來人口變動的影響，以推估的 2036 年人口資料(詹士樑，2019)來做分析世紀中風險圖。

表 1 不同版本之淹水災害風險圖

項目	版本	2013 年	2015 年	2020 年
		第一版	第二版	第三版
情境		A1B	RCP8.5	RCP8.5、RCP4.5 RCP6.0、RCP2.6
資料		單一 GCM 模式 動力降尺度	單一 GCM 模式 動力降尺度	33 個 GCM 模式 統計降尺度
大氣環流模式		日本-MRI	日本-MRI	多模式(共 33 個)
推估期		世紀中/世紀末	世紀末	世紀中
時間尺度		小時	小時	日
空間尺度		鄉鎮市區	鄉鎮市區	鄉鎮市區、最小人口統計區、網格
危害度圖		600mm/24hr 極端降雨機率	600mm/24hr 極端降雨機率	650mm/day 極端降雨機率
脆弱度圖		災防科技中心 淹水模擬圖	災防科技中心 淹水模擬圖	水利署 第三代淹水潛勢圖
暴露度圖		現況人口密度	現況人口密度	現況與推估 2036 年人口密度

淹水災害風險圖發展，隨著情境資料及模式更新，以及外界對於圖資套疊的需求，不斷精進與研發更適用使用者之風險圖，故在第三版風險圖更多細緻化及多模式的結果，所有全台與縣市版的風險圖圖，相較過去第二版一百多張圖資，第三版風險圖圖資量則增

加到一萬多幅供決策者參考。

1.3 研究架構

本研究報告主要分成七個章節，第一章前言，簡述風險圖發展動機與研發歷程。第二章則是著重於介紹氣候變遷淹水災害風險圖的評估方法，包含多模式統計降尺度資料應用與整理、風險圖指標的評估方式、風險圖研究架構圖(如圖 2)。根據前章節的評估方法，應用於全台版本的淹水災害風險圖，第三章則將全臺淹水災害風險圖四種不同空間尺度(鄉鎮市區、最小統計區、網格 5 公里與網格 40 公尺)圖資，進一步介紹與說明各項圖資。而第四章則是針對縣市版淹水災害風險圖進行評估，並以新北市為例，展示各項圖資。由於第三版淹水災害風險圖，採用多模式資料，模式選擇性更多，研究中進一步利用統計分析方式評估，33 個模式的風險等級表現，分別以眾數、標準差(SD)、信噪比(SNR)超越機率的不同百分比呈現模式不確定性結果，提供決策者可依據其需求採用合適的風險圖資。在第六章中將全台及縣市版的淹水災害風險圖資應用於國土計畫或區域計畫上，將圖資套疊分析計畫開發的範圍是否位於高風險區位，可針對熱點地區做細部分析與調適評估。最後，第七章提出結論與建議，總結災害風險研析的結果，並針對後續研究方向提出建議。

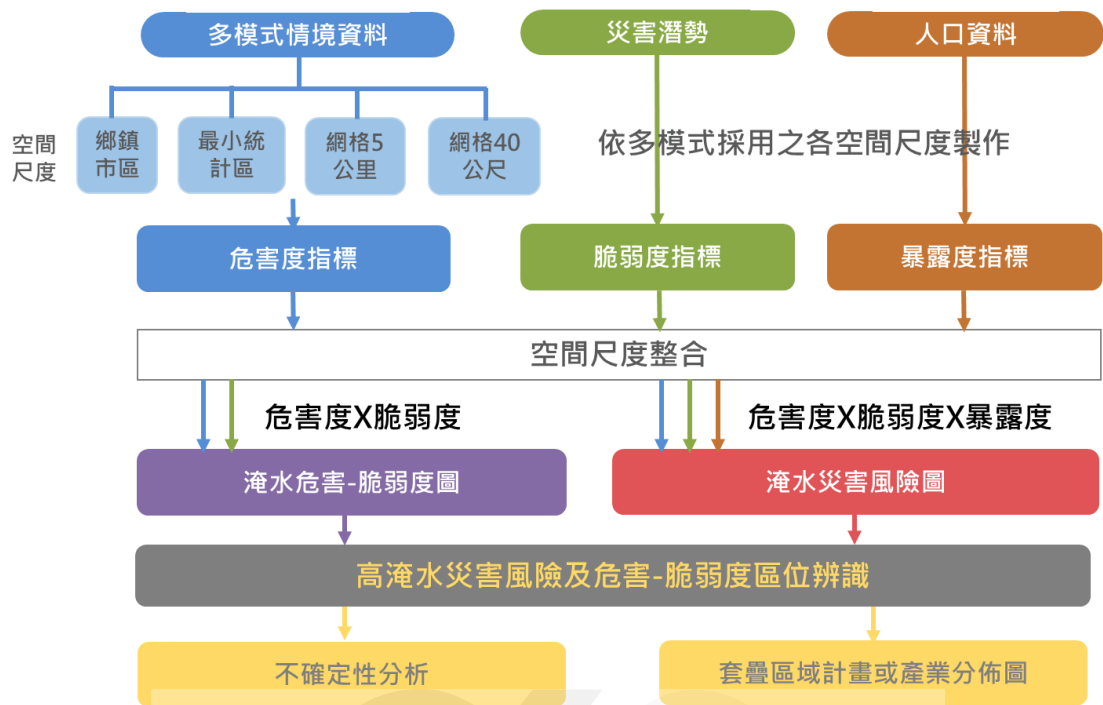


圖 2 研究架構圖



第二章 風險圖評估方法

此章節主要介紹風險圖採用的氣候情境資料的特性，以及風險圖評估流程與各項指標計算方式。

2.1 統計降尺度氣候情境資料

氣候情境資料採用的是 TCCIP 於 2018 年分析完成之統計降尺度日資料。統計降尺度是利用觀測資料建立大尺度氣候狀況和區域氣候之間的統計關係，藉由此統計關係，應用於在全球氣候模式(GCMs)輸出的大尺度氣候訊息，預測區域中的氣候變化趨勢。TCCIP 應用統計降尺度將全球模式的 100~300 公里的網格解析度，降尺度至 5 公里×5 公里高解析度網格資料，以呈現臺灣地理特徵細緻化的降雨的空間分布，詳細的統計降尺度日雨量資料評估方法可參考童裕翔等人(2019)。

根據 TCCIP 提供之觀測值與 33 個統計降尺度 GCM 模式在基期(1981~2010 年)以及 RCP8.5 情境下世紀中(2036~2065 年)時期之網格日資料，進一步利用頻率分析，計算年最大 1 日累積雨量與不同重現期設計雨量值，每個網格點均套配皮爾遜第三型(PT3)分布，比較各模式間之氣候變遷比值。配合水利署第三代淹水潛勢圖，選擇雨量資料最大的淹水潛勢圖進行評估，故在此是採用日雨量超過 650 公釐發生降雨機率，計算觀測值基期與 33 個 GCM 模式世紀中時期極端降雨發生機率。

由於本研究將分析各不同空間尺度下之風險圖，因此需將原始氣候網格資料 5 公里x5 公里，轉換成各空間尺度使用。在鄉鎮市區方面，氣候網格 5 公里的資料，套疊鄉鎮市區所涵蓋的範圍，計算各網格降雨機率值x鄉鎮面積比，最後加總起來，為其該鄉鎮市區之降雨機率值。在最小統計區方面，計算方式如同鄉鎮市區算法，將最小統計區套疊氣候網格 5 公里資料，以此計算該空間單元之降雨機率值。而網格 40 公尺方面，由於也是網格空間單元，尺度也比原始資料網格 5 公里還小，直接採用疊圖方式，可得知各空間單元之降雨機率值。

2.2 淹水災害風險圖評估方法

氣候變遷下受影響人口之淹水災害風險圖評估，應用氣候變遷情境下的日降雨資料，推估未來在 RCP8.5 情境下，極端降雨可能造成自然災害衝擊的機率，以及評估環境的淹水脆弱度，對保全住戶衝擊的影響。其評估的流程主要包括，不同空間尺度的資料處理、指標的確認與計算，再利用統計分析評估多模式的結果以及風險等級不確定，評估流程可參閱圖 3 所示。



圖 3 氣候變遷災害風險圖評估流程

2.2.1 空間尺度說明

風險圖的計算依據各項指標特性與未來行政管理方便，共分析四種空間尺度包含鄉鎮區、最小人口統計區、網格 5 公里與網格 40 公尺。鄉鎮區尺度為行政單元，在全台空間管理上，相對較易辨別區位的差異，但因受限部分鄉鎮範圍大，空間均質化易造成過度呈現風險分布，故進一步以各項指標之空間屬性分析評估，如網格 5 公里便是 TCCIP 對外提供之氣候情境資料空間尺度，而網格 40 公尺則是淹水潛勢圖原始的空間尺度，最小人口統計區則是內政部評估人口分布所採用空間尺度，依據此三種細緻化空間尺度，將各項資料分別利用降尺度與升尺度將資料加以整合應用，完成四種空間尺度下淹水災害風險圖，考量網格資料可進一步跨域應用，故產製危害-脆弱度圖，使用者可評估不同暴露度之衝擊影響，如農作物的分布、重要能源措施等。

2.2.2 風險指標選擇

在淹水災害風險評估中，依據風險的定義包括危害度、脆弱度及暴露度三個指標，而淹水危害-脆弱度圖則由危害度及脆弱度兩個指標所組成，其各指標所選擇的資料、分析方式及資料年份，如圖 4 及表 2 所示，以下就各選用指標說明如下：

1. 危害度

根據 TCCIP 提供之基期與 33 個統計降尺度 GCM 模式在基期 (1976~2005 年)以及 RCP8.5 情境下世紀中(2036~2065 年)時期之網格日資料，進行頻率分析。針對淹水災害風險圖之 24 小時雨量超過 650 公釐發生降雨機率，於基期(觀測值)、33 個 GCM 模式世紀中時期分析發生機率。因 GCM 模式基期設計雨量調整成基期(觀測值)設計雨量，故 33 個 GCM 模式基期之 650 公釐門檻值發生機率圖與觀測值的一樣。故危害度分析資料採基期(觀測值)及 33 個 GCM 模式世紀中時期發生機率進行危害度指標計算。

2. 脆弱度

淹水脆弱度以淹水指標為表示，依據經濟部水利署所公告第三代的淹水潛勢圖，於 24 小時降雨量 650 公厘下全台的淹水深度及淹水範圍。將淹水潛勢圖中淹水深度 0.3~0.5 公尺、0.5~1 公尺、1~2 公尺、2~3 公尺、3 公尺以上分為等級 1 至 5，各等級也為其權重值，依各空間單元於不同淹水深度範圍下的淹水面積比，計算各空間單元之淹水評分值，再依淹水災害評分值標準化後劃分 5 個等級，進而繪製淹水脆弱圖。

3. 暴露度

暴露度為可能受外在危害影響的對象，本研究以保全住戶為受影響對象。指標以人口密度來分析，當災害發生時，人口密度越高的

地區，較直接受到衝擊影響。在鄉鎮市區及最小統計區兩種不同空間單元分析中，僅鄉鎮市區有考量到未來人口會有變動情形，採用 2036 年未來人口推估資料(詹士樑，2019)分析。另外，最小統計區的空間單元，僅考慮現況人口資料(2019 年)來分析。



圖 4 淹水災害風險圖選擇指標圖

表 2 淹水災害風險圖各指標

指標	選用資料	資料來源	資料年份
危害度	RCP8.5 推估情境下 650mm/24hr 發生之降雨機率	統計降尺度	2019 年
脆弱度	淹水潛勢圖定量降雨 650mm/24hr	經濟部水利署	2018 年
暴露度	人口統計(最小統計區、鄉鎮市區)	內政部	2019 年
	2036 年未來推估人口數(鄉鎮市區)	詹士樑等(2019)	2019 年

2.2.3 指標計算

以淹水災害風險圖為例(圖 5)，將危害度、脆弱度及暴露度各指標原始數值分別指標標準化。首先，先將危害度的觀測值(1976~2005 年)降雨機率值標準化，其值介於 0~1 之間，再等分間距為 5 個等級，

而 33 個未來推估(2036~2065 年)模式結果則依據觀測值的級距標準進行分級。脆弱度由淹水評分值直接數值標準化，其值再等分間距為 5 個等級。暴露度則是空間單元為鄉鎮市區，會考量到未來人口會有變動情形，將現況人口及 2036 年的未來推估人口兩個時期的人口密度進行數值標準化，再將數值等分間距為 5 個等級。暴露度另一空間單元為最小統計區，僅考慮現況人口，因此將現況的人口密度數值標準化，其值再等分間距為 5 個等級。

而災害風險值則是先將觀測值的危害度、脆弱度及暴露度三個指標標準化數值等權重相乘，其值排序後等分間距為 5 個等級。另 33 個未來推估模式也是三個指標標準化等權重相乘，再以觀測值級距標準進行分級，等級越高，則代表災害風險越高。

在評估危害-脆弱度圖方面(圖 5)，僅考慮危害度、脆弱度兩個指標，指標分析方式如前所述，但在分析危害-脆弱度則是將觀測值的危害度與脆弱度兩個指標標準化數值等權重相乘，其值排序後等分間距為 5 個等級，另 33 個未來推估模式也是將兩個指標標準化等權重相乘，再以觀測值級距標準進行分級，等級越高，則代表淹水危害-脆弱度越高。

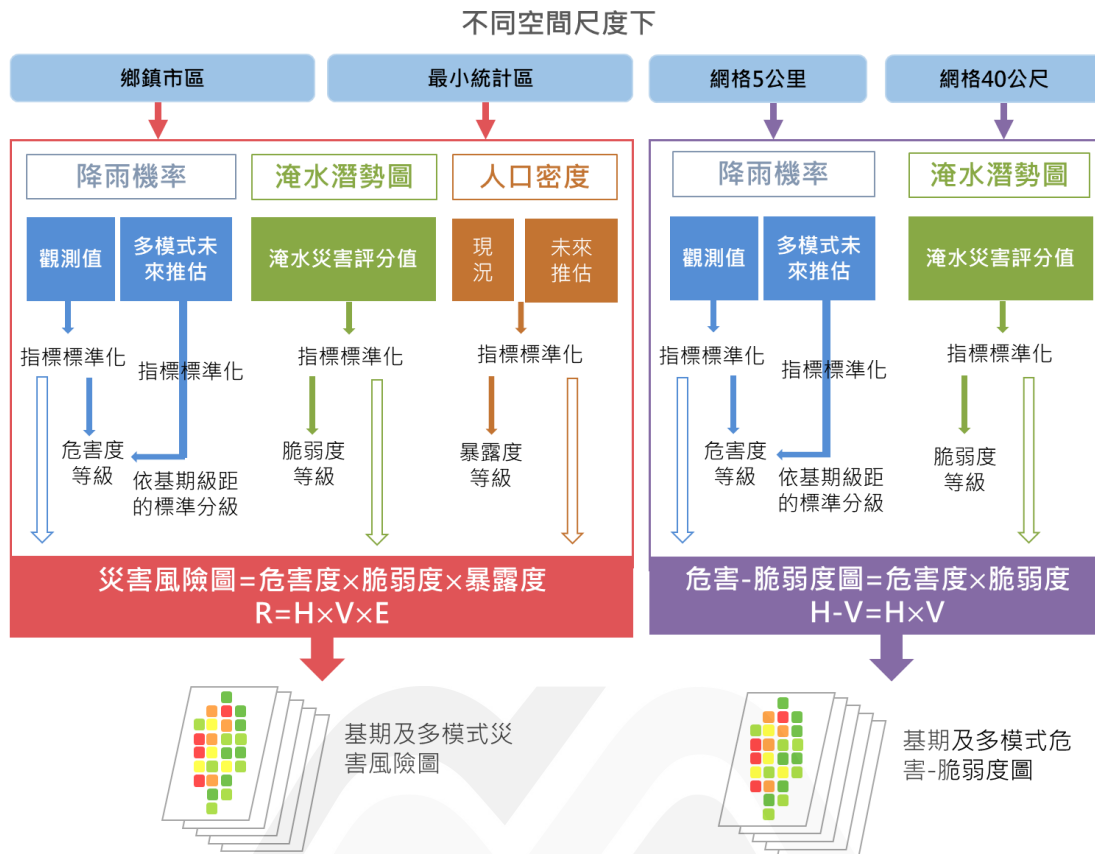


圖 5 淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖指標計算

2.3 不同空間尺度下之災害風險圖

因應應用於不同領域上，選擇較適合空間尺度的風險圖及危害-脆弱度圖，因此製作不同空間尺度下之圖資，以利後續使用者套疊相關圖資，如區域計畫、土地利用、農作物分布、工業區分布或區域計畫等。

各不同空間尺度資料及轉換說明如下(圖 6 及圖 7)：

1. 鄉鎮市區：以新北市的新店區為例，危害度原始資料解析度為網格 5 公里(粉紅色格線)，套疊新店區所涵蓋範圍為編號 1 至 11，計算各網格降雨機率值×鄉鎮面積比，最後加總起來，為其鄉鎮市

區之降雨機率值。而脆弱度原始資料淹水潛勢圖的空間尺度為網格 40 公尺(黃色區域)，分為五個等級的淹水深度範圍，因此鄉鎮市區之淹水評分值為依不同淹水深度範圍下的淹水面積比，加總起來為淹水評分值。暴露度則是採各鄉鎮市區之人口資料進行暴露度分析。鄉鎮市區之風險，在這三個指標為同一空間單元下再透過 R 程式進行災害風險的計算。

2. 最小統計區：最小統計區的範圍大部分較網格 5 公里還小，因此將最小統計區套疊網格 5 公里的降雨機率資料，即為各空間單元降雨機率值，但如果最小統計區(藍色區域，編號 A、B)涵蓋兩個區域(編號 8、9)，則也是依各網格的降雨機率值 \times 最小統計區面積比，最後加總為其最小統計區的降雨機率值。而脆弱度計算方式如鄉鎮市區的算法，因此最小統計區之淹水評分值為依不同淹水深度範圍下的淹水面積比，加總起來為淹水評分值。暴露度則是採各最小統計區之人口資料進行暴露度分析。最小統計區之風險，在這三個指標為同一空間單元下再透過 R 程式進行災害風險的計算。

3. 網格 5 公里：為 TCCIP 統計降尺度 5 公里 \times 5 公里的高解析度網格。因此危害度之降雨機率值無需再進行空間單元的轉換，而脆弱度如鄉鎮市區的算法，轉換的空間單元為網格 5 公里。而危害-

脆弱度圖則是在這兩個指標為同一空間單元下再透過 R 程式進行計算。

4. 網格 40 公尺：網格 40 公尺比危害度原始資料網格 5 公里還小，因此直接套疊網格 5 公里的降雨機率資料，即為各空間單元之降雨機率值。脆弱度直接採用淹水潛勢圖於各淹水深度範圍所劃分的等級，而危害-脆弱度圖則是在這兩個指標為同一空間單元下再透過 R 程式進行計算。

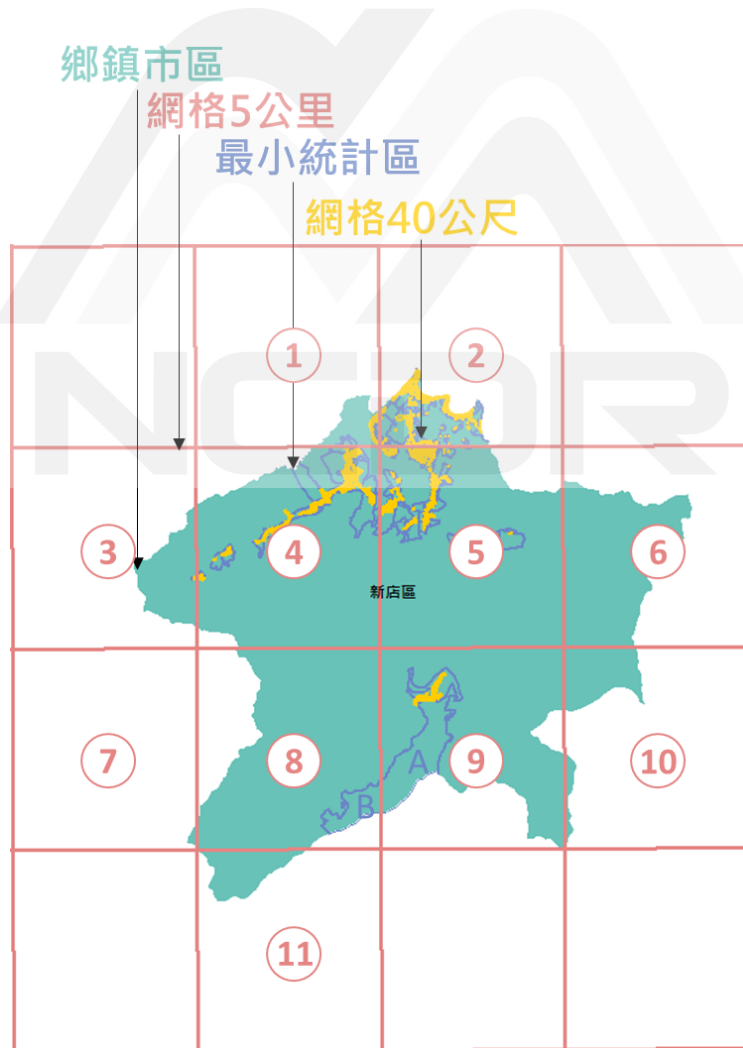


圖 6 各不同空間尺度示意圖

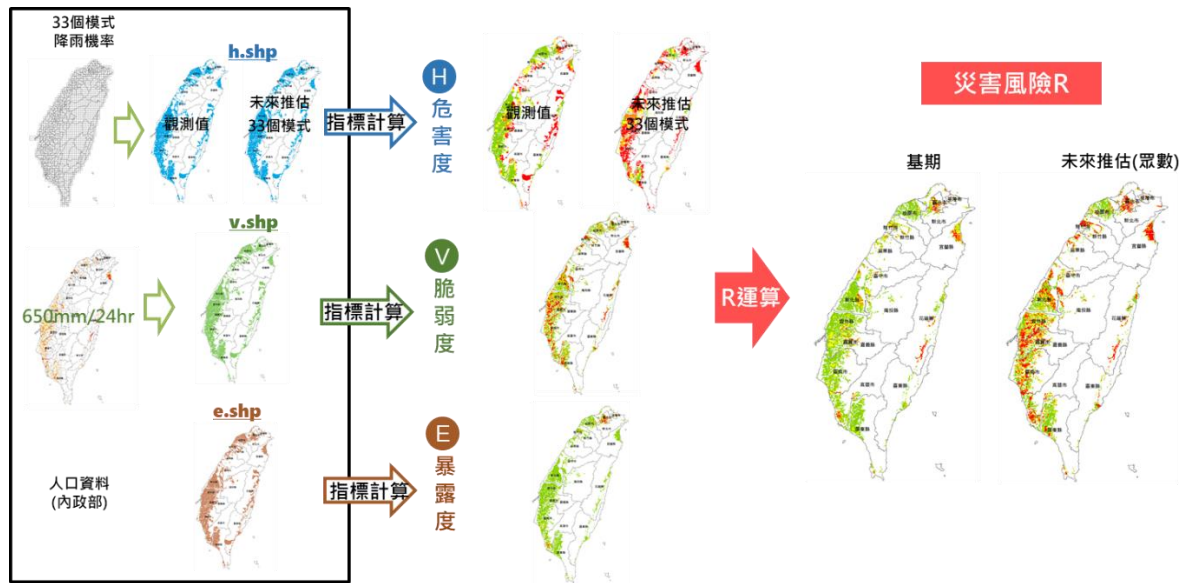


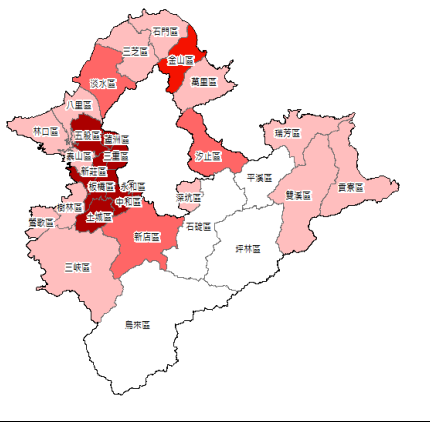
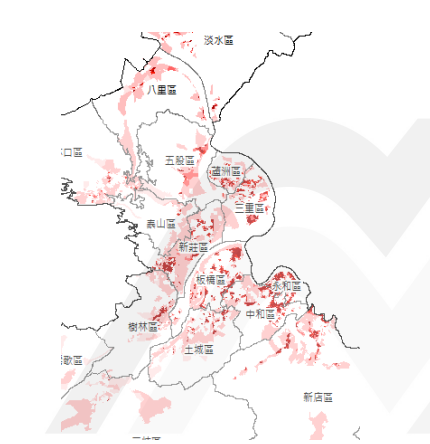
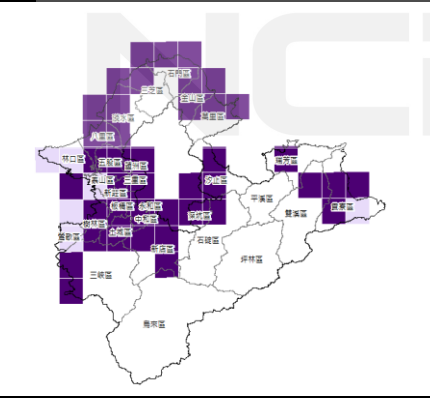
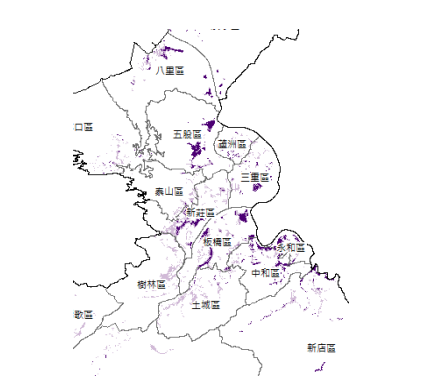
圖 7 各指標轉換空間尺度運算示意圖(以最小統計區為例)

各不同空間尺度之應用限制與建議說明如下(如表 3)：

1. 鄉鎮市區：為製作災害風險圖最大的空間單元，為內政部統計區分類系統第三級發布區，各行政機關、業務單位等，可依據其業務特性，針對其取得之資料進行統計發布之區域。因此分析的災害風險圖，對行政機關而言較好判讀及執行相關規劃。此空間尺度的圖資建議用於全國國土計畫。
2. 網格 5 公里：依據 TCCIP 應用統計降尺度 5 公里×5 公里的高解析度網格來做分析，由於是氣候資料的空間尺度，其不確定較低，但另一考慮指標的脆弱度，則需由小尺度的淹水潛勢範圍來分析至 5 公里×5 公里的尺度，會有均質化的影響。圖資建議用於全國層級，例以不同領域套疊應用(如：農業等產業)。

3. 最小統計區：內政部統計區分類系統裡人口或社會經濟資料蒐集及彙整的最小空間單元，其區域內的資料盡量會呈現均勻的特性，也保存原始資料的空間分布特性。因此在製作災害風險圖可明顯分析出位於人口集中或淹水潛勢範圍較大的區位。圖資適用於縣市層級國土區域空間規劃，以人口為討論對象的政策規劃，或可將暴露度指標置換成其他人口特性或社會經濟資料。
4. 網格 40 公尺：為製作災害風險圖最小的空間單元，是依據淹水潛勢圖的網格尺度，由於空間尺度最小化，考慮指標僅危害度及脆弱度，其不確定性較低。圖資適用於縣市層級-小區域之農業、工業區等土地利用。

表 3 各不同空間尺度下之災害風險圖比較表

		空間尺度	應用限制與建議
淹水災害風險圖	鄉鎮市區		<p>建議</p> <p>為製作圖資中最大空間單元，是統計區分類系統第三級發布區，對行政機關而言較好判讀或執行相關規劃</p> <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 空間尺度過大 ● 行政區均質化
	最小人口統計區		<p>建議</p> <p>為統計區分類系統裡人口或社會經濟資料彙整的最小空間單元，其區域內的資料盡量會呈現均勻的特性，資料易讀性高</p> <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 不確定性高 ● 以全臺空間大尺度來看，圖資視覺較差不易判讀
淹水危害 脆弱度圖	網格 5 公里		<p>建議</p> <p>依據 TCCIP 統計降尺度的網格大小來做分析，由於為氣候資料的空間尺度，因此不確定性較低</p> <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 網格均質化 ● 無風險圖
	網格 40 公尺		<p>建議</p> <p>分析中最小的空間單元，依據淹水潛勢圖的網格尺度來做分析，其不確定性也較低</p> <p>限制</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 網格均質化、無風險圖 ● 以全臺空間大尺度來看，圖資視覺較差不易判讀

第三章 全臺淹水災害風險圖

以下就全臺淹水災害風險圖之各指標及風險結果分別說明如下：

3.1 鄉鎮市區風險圖

在全臺氣候變遷風險圖總表中(圖 8)，主要展示危害度、脆弱度及暴露度三項指標所評估的災害風險，以鄉鎮市區的空間單元來分析其高風險區位位置。總圖中所展示的危害度及風險的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就全臺淹水災害風險圖之各指標及風險結果分別說明如下：

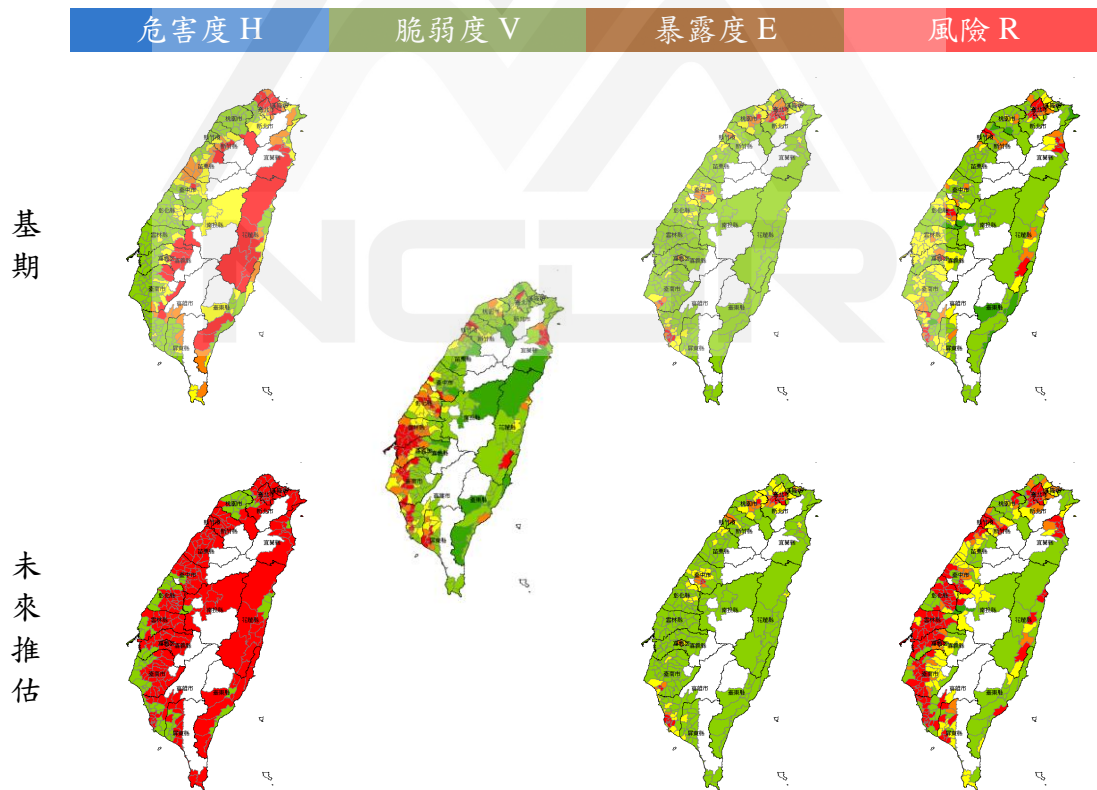


圖 8 全臺淹水災害風險總圖(鄉鎮市區)

3.1.1 危害度

危害度指標是以測站時雨量資料和 33 個統計降尺度 GCM 模式網格點日資料分別進行水文頻率分析，計算基期(1976~2005 年)與 RCP8.5 未來情境(2036~2065 年)下之降雨機率。

在空間尺度鄉鎮市區的危害度圖(圖 9)，以基期來看，臺灣的大臺北地區沿海鄉鎮、東部山區與中南部的山區，過去發生極端降雨的機率相對較高。在未來推估的眾數結果方面，也是以近山區為高危害度分佈。比較基期及未來推估危害度的變化結果(圖 10)，以中部及南部地區等級變化較大。

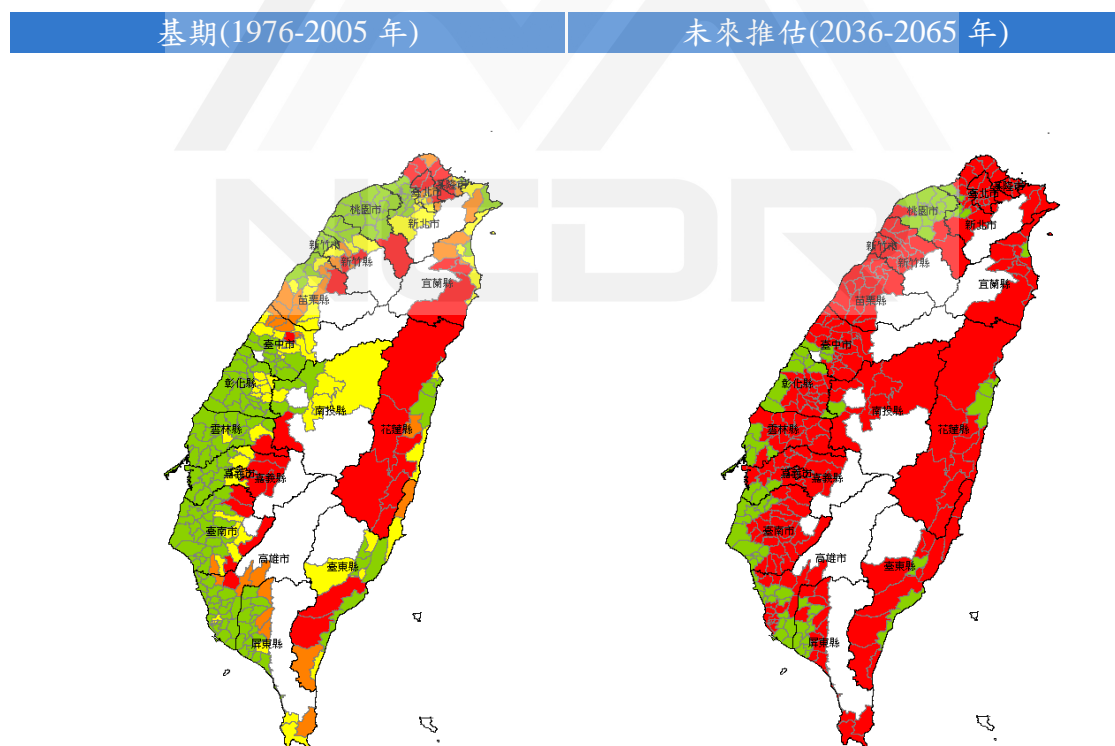


圖 9 全台淹水危害度圖(鄉鎮市區)

危害度等級變化(基期至未來推估)

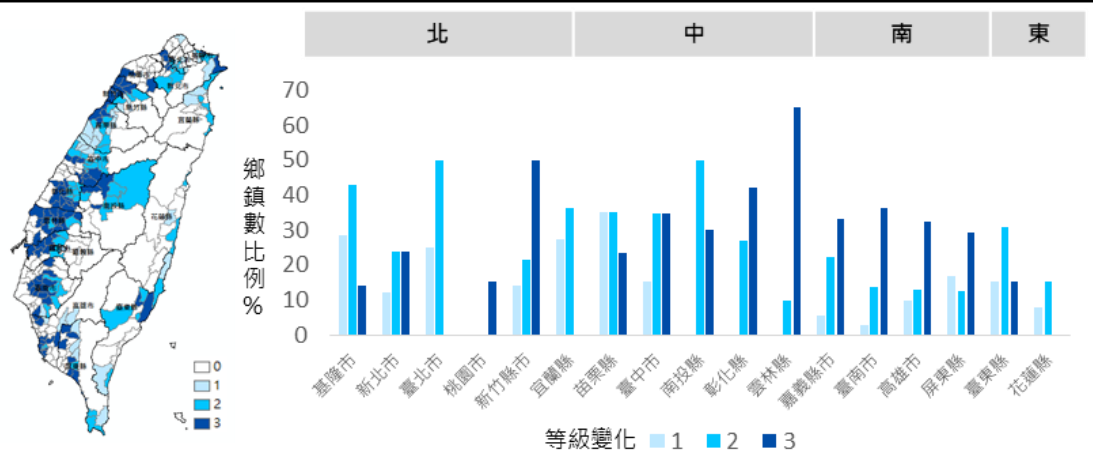
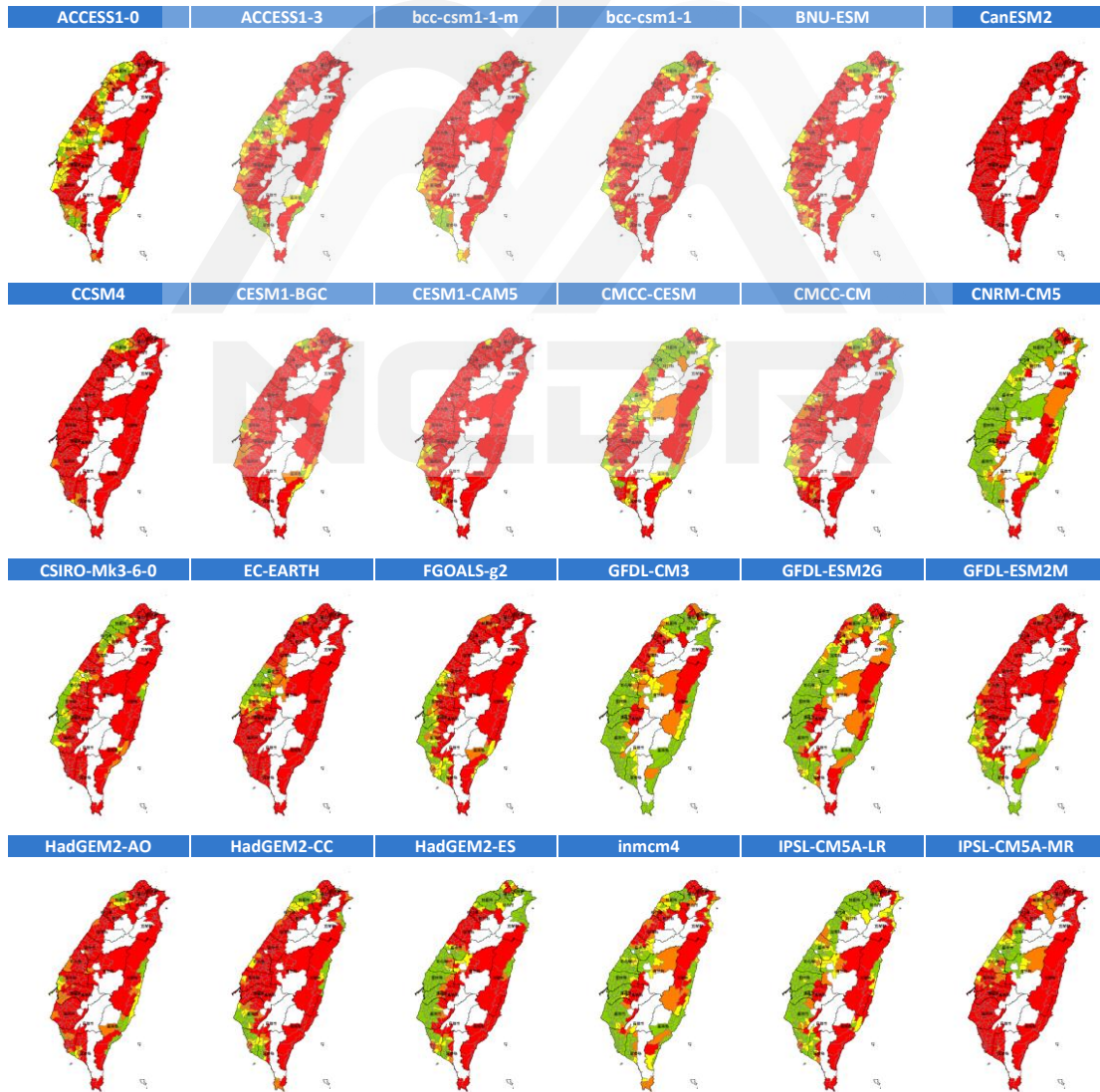


圖 10 全台淹水危害度等級變化圖(鄉鎮市區)



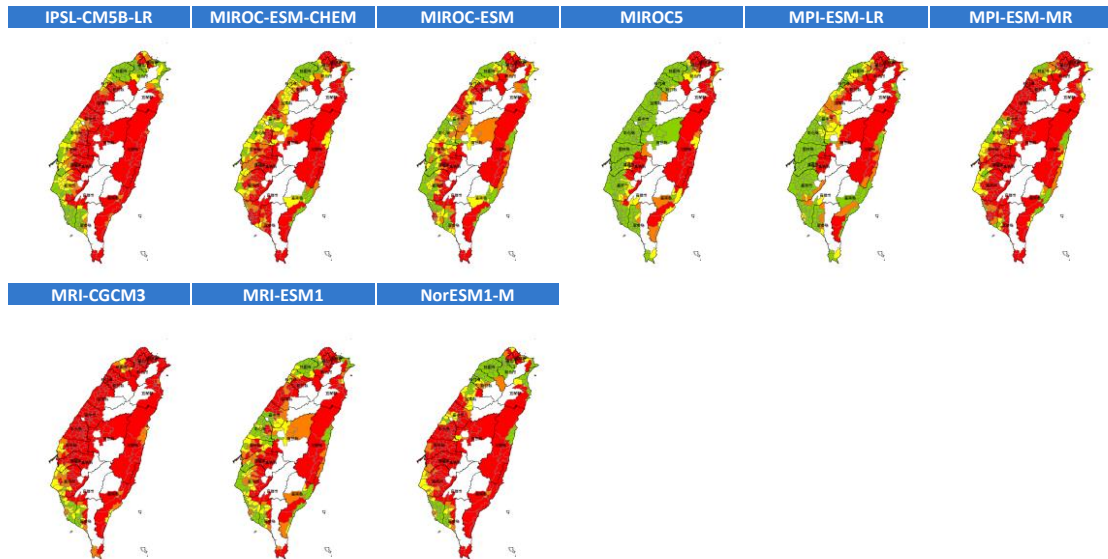


圖 11 全台多模式淹水危害度圖(鄉鎮市區)

3.1.2 脆弱度

由水利署公告的第三代淹水潛勢圖，模擬不同定量降雨及重現期下可能的淹水深度及影響範圍。脆弱度採用淹水指標來表示，由經濟部水利署所公告之淹水潛勢圖定量降雨 650 公厘/24 小時來做分析，計算各鄉鎮市區淹水災害評分值以分析淹水指標，製作淹水脆弱度圖(圖 12)。

根據統計分析的結果顯示(圖 13)，中部及南部為高脆弱度地區，北部地區則是宜蘭縣為高脆弱度區。

淹水潛勢圖

淹水脆弱度圖

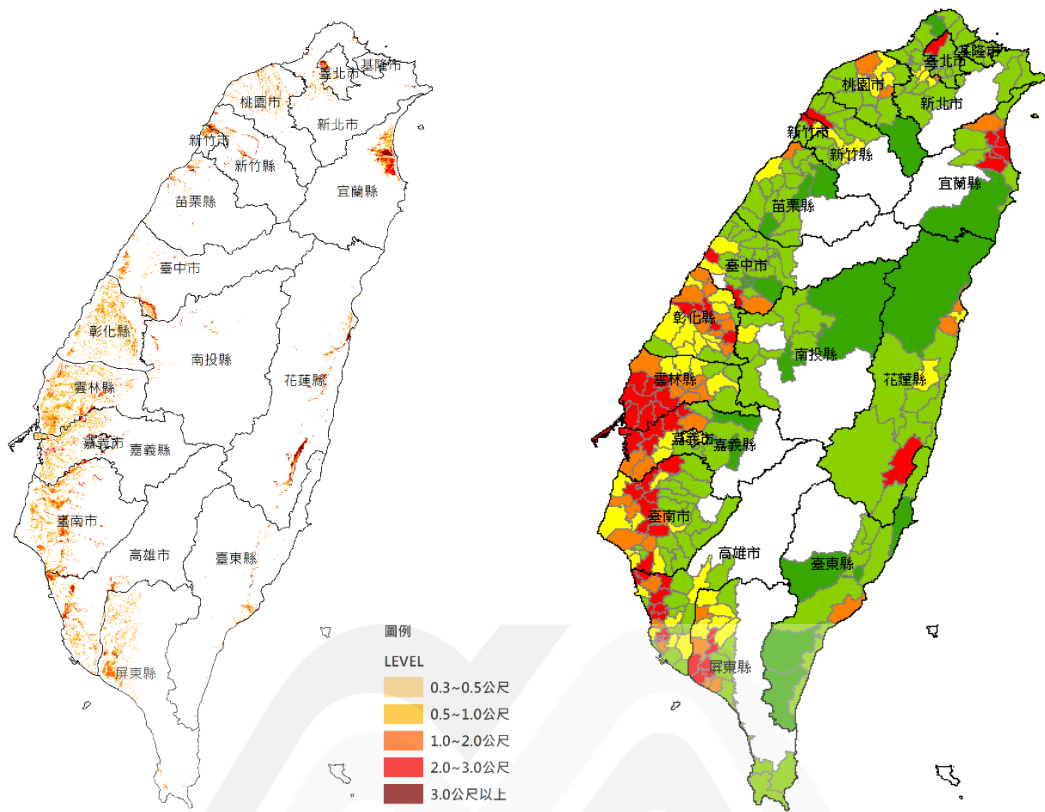


圖 12 全台淹水潛勢圖與淹水脆弱度圖(鄉鎮市區)

百分比(%)：該縣市等級4以上鄉鎮個數 / 該縣市鄉鎮總個數

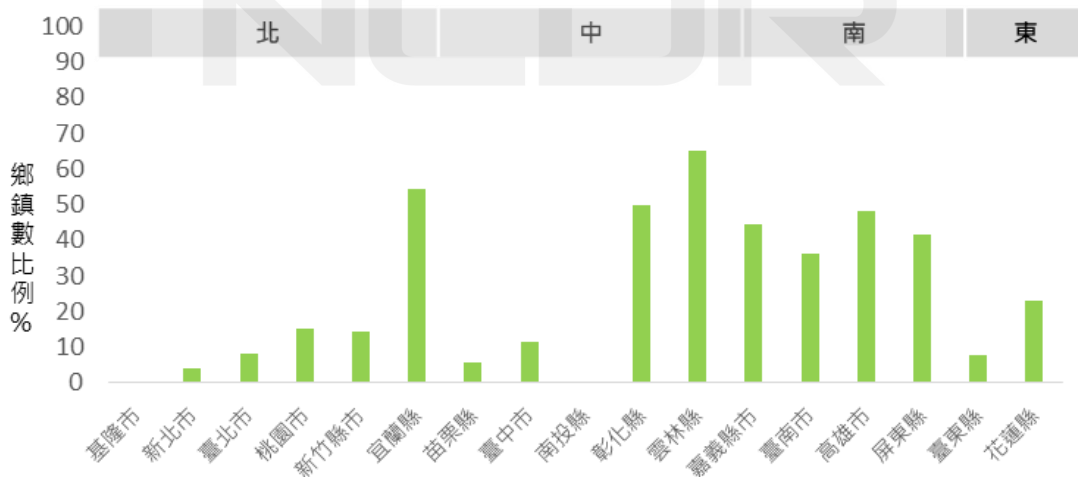


圖 13 全台淹水脆弱度等級 4 以上鄉鎮市區所佔比例圖

3.1.3 暴露度

暴露度考量未來人口會有變動情形，因此採用內政部現況(2019

年)人口統計資料及 2036 年未來人口推估資料(詹，2019)分析。指標以人口密度來分析，人口密度越高則暴露度越高，當災害發生時，人口密度越高的地區，較直接受到衝擊影響。

由暴露度圖及統計圖(等級 4 以上的個數)可看出(圖 14 及圖 15)，不論是現況或未來推估，高暴露度區主要集中於六都的都會區區域，尤其以臺北市人口密度為最高。

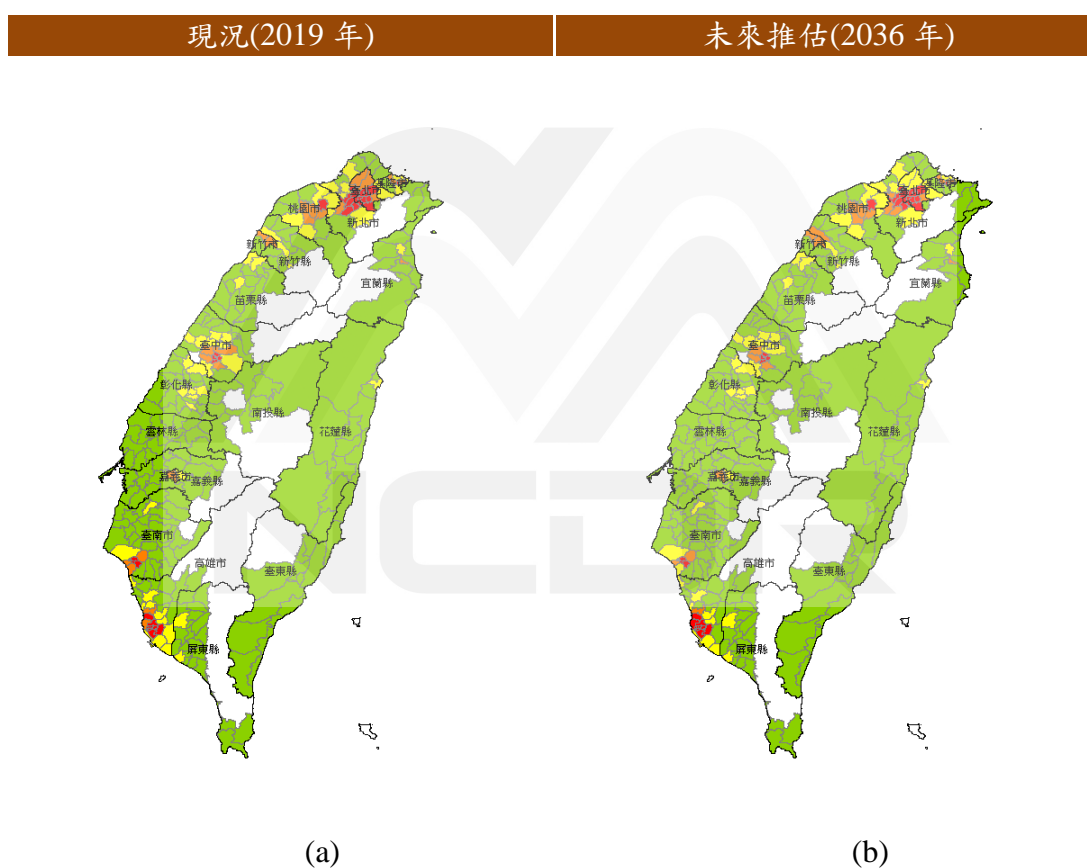


圖 14 全台暴露度圖-鄉鎮市區(a)現況(b)2036 年未來推估

在比較基期(現況)與未來推估的暴露度，各鄉鎮市區的等級變化差異不大，但其中有幾個縣市的未來人口為增加或減少，如新北市及新竹縣市在未來推估下，人口有增加情形，而高暴露度的鄉鎮數有增加。另外，臺北市、臺中市及臺南市則未來人口有減少情形，而高暴

露的鄉鎮數為減少。

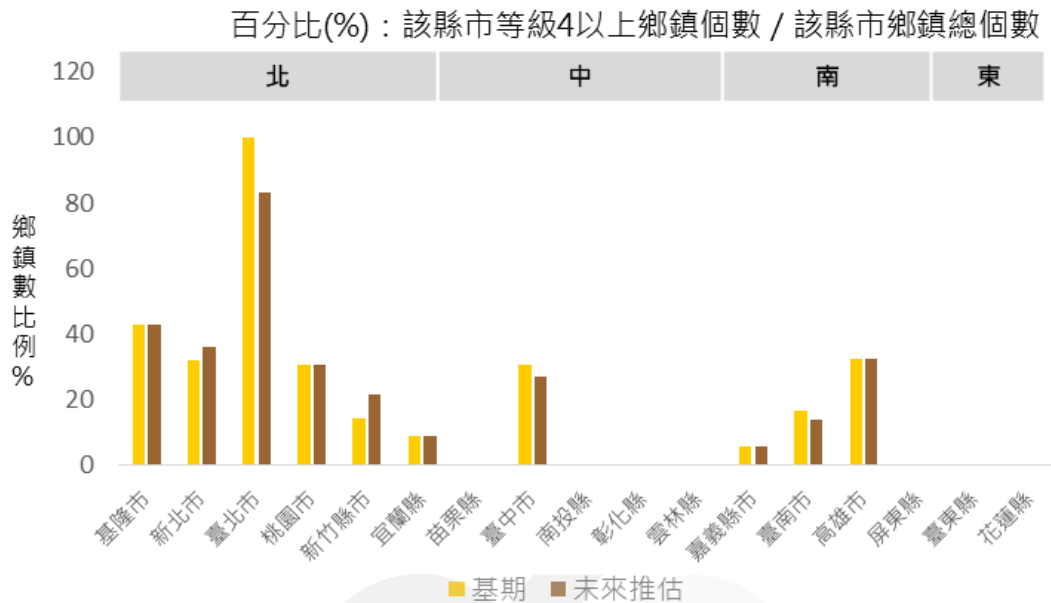


圖 15 全台各縣市暴露度等級 4 以上的鄉鎮個數所佔比例圖

3.1.4 淹水災害風險圖

根據風險的定義，將危害度、脆弱度與暴露度三項指標分析氣候變遷下的淹水災害風險圖。由淹水災害風險圖模式結果(圖 16 及圖 17)，基期下以北部及南部為高風險地區，而未來推估(眾數)下則以南部為高風險地區。

在未來推估下，各縣市的災害風險等級都增加，其中以基隆市、苗栗縣、臺中市、彰化縣、雲林縣、嘉義縣市、臺南市、屏東縣高風險增加的幅度為最多。其主要原因為危害度於未來推估(眾數)下，降雨機率增加，而眾數圖的等級亦增加的關係。

基期(1976-2005 年)

未來推估(2036-2065 年)

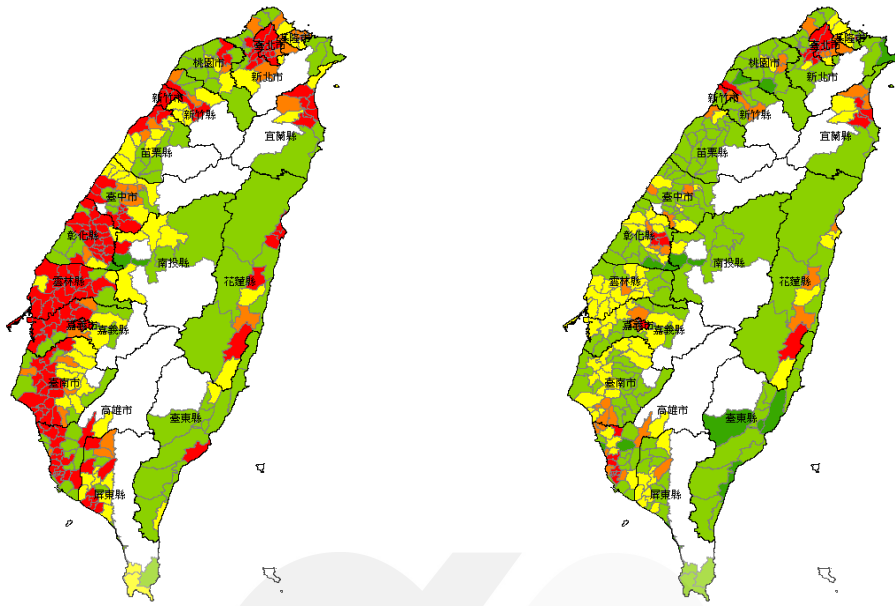


圖 16 全台淹水災害風險圖(鄉鎮市區)

百分比(%)：該縣市等級4以上鄉鎮個數 / 該縣市鄉鎮總個數

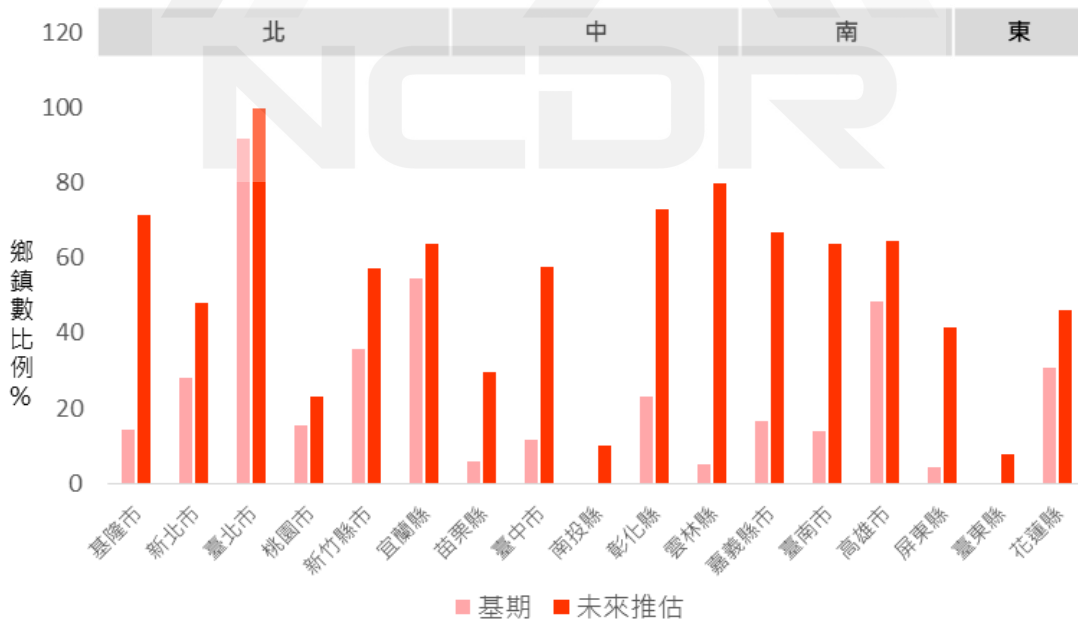


圖 17 全台各縣市風險等級 4 以上的鄉鎮個數所佔比例圖

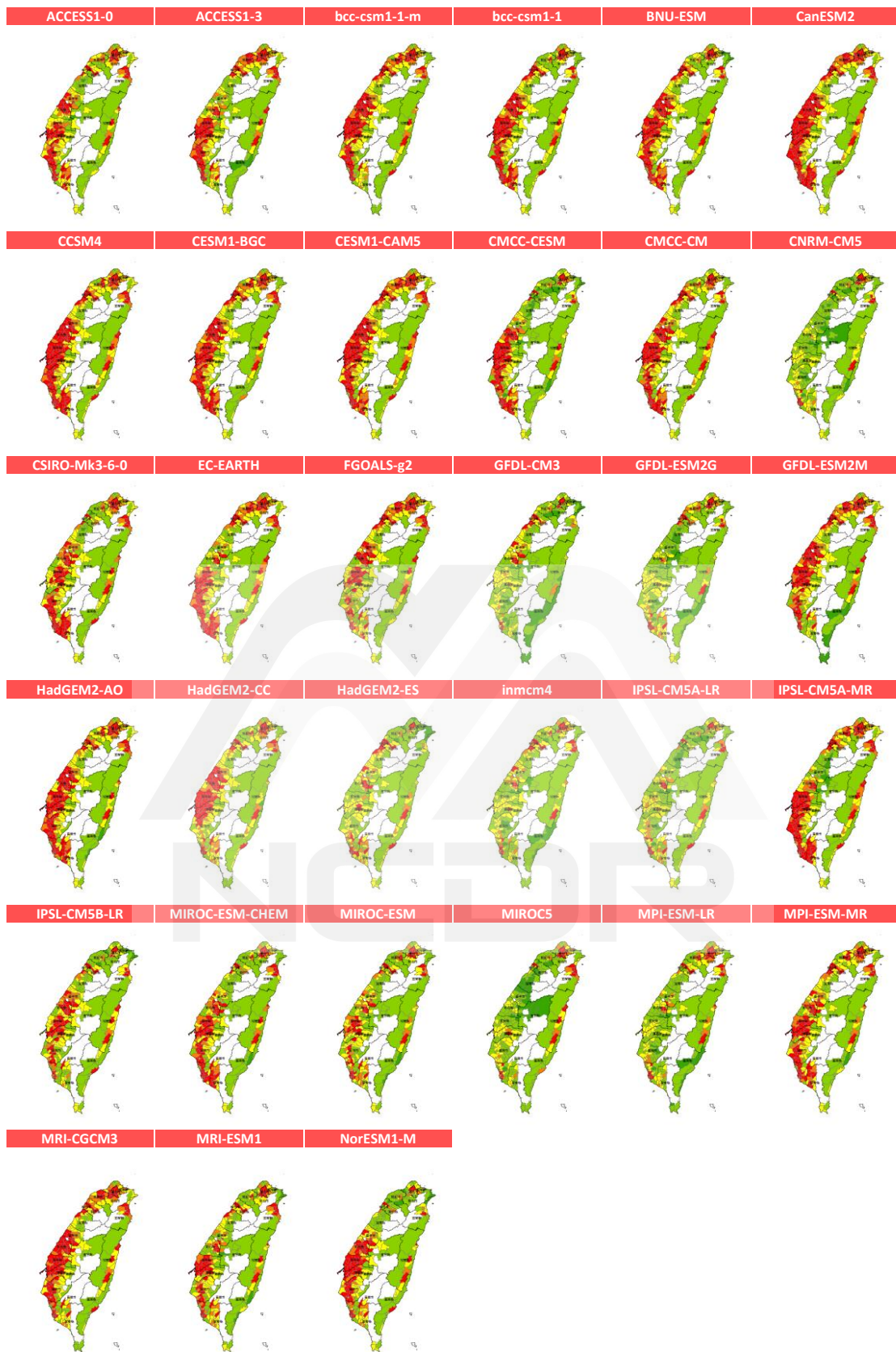


圖 18 全台多模式之淹水災害風險圖(鄉鎮市區)

3.2 最小統計區風險圖

在全臺氣候變遷風險圖總表中(圖 19)，主要展示危害度、脆弱度及暴露度三項指標所評估的災害風險，以最小統計區的空間單元來分析其高風險區位位置。總圖中所展示的危害度及風險的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就全臺淹水災害風險圖之各指標及風險結果分別說明如下：

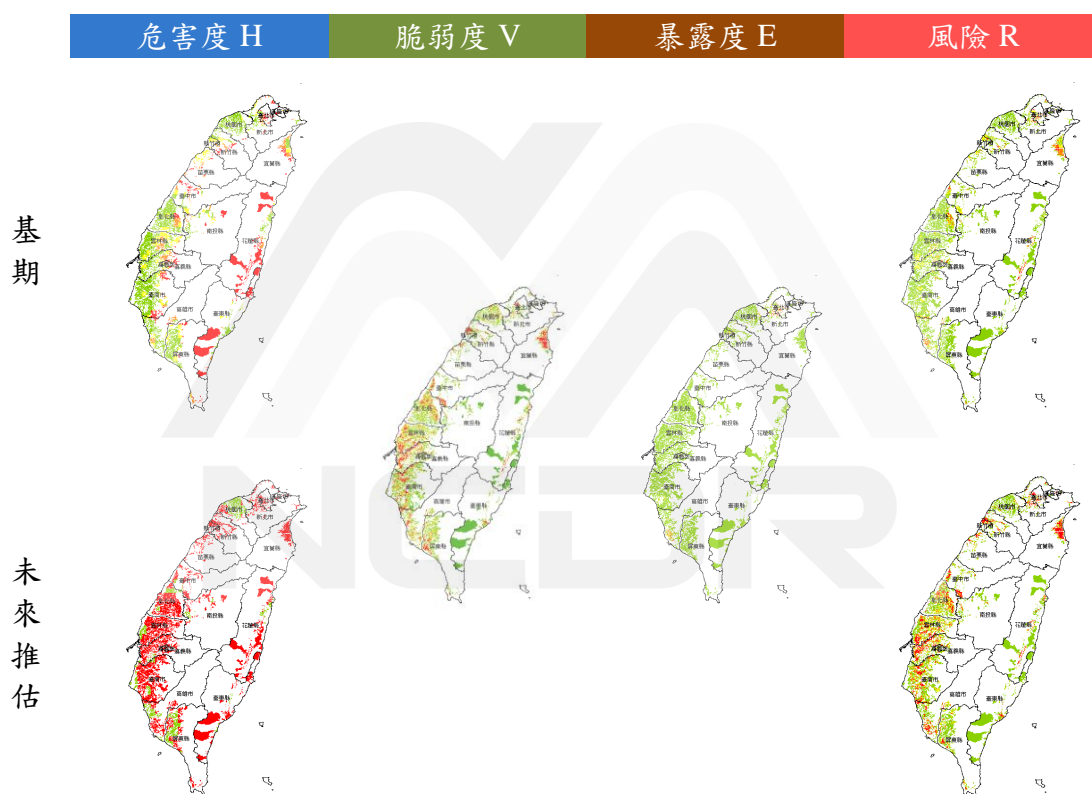


圖 19 全臺淹水災害風險總圖(最小統計區)

3.2.1 危害度

最小統計危害度的分析結果(圖 20 及圖 21)，在基期下，以近山區的最小統計區降雨機率較高，未來推估下，為 33 個模式推估之眾

數結果，全台危害度降雨機率為增加情形。而比較基期及未來推估危害度的變化結果，以中部及南部地區等級變化較大。

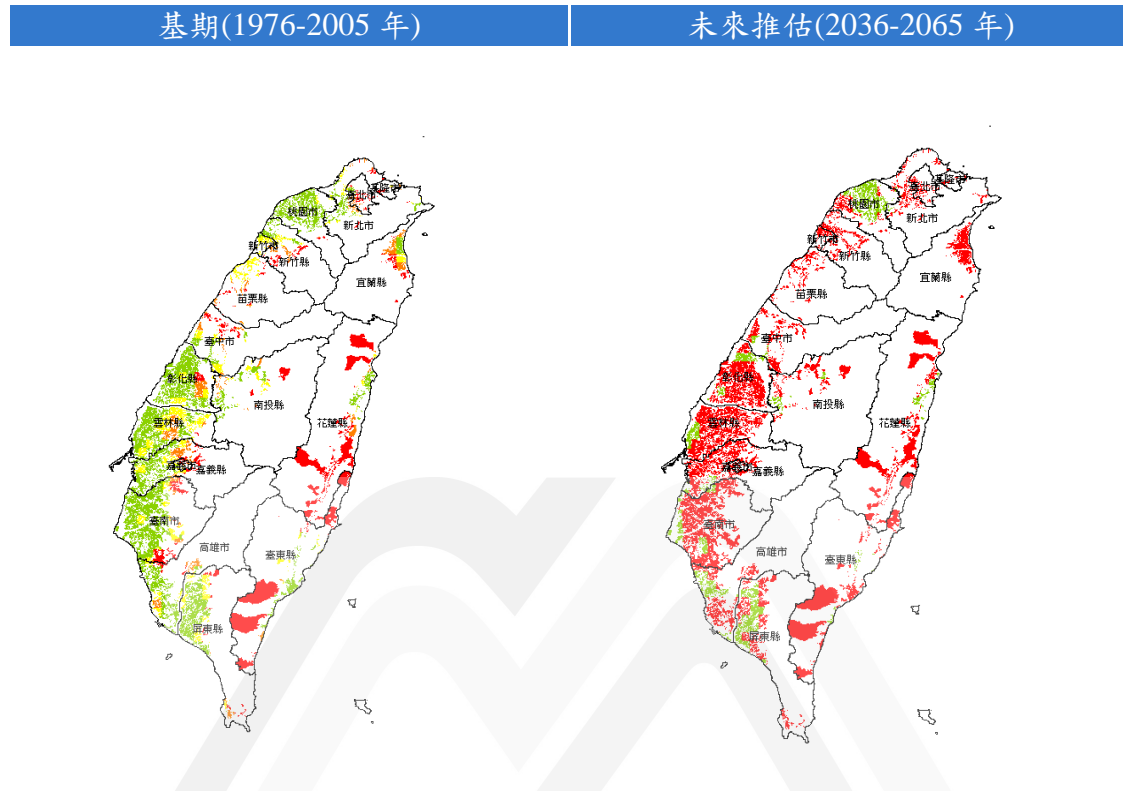


圖 20 全台淹水危害度圖(最小統計區)

危害度等級變化(基期至未來推估)

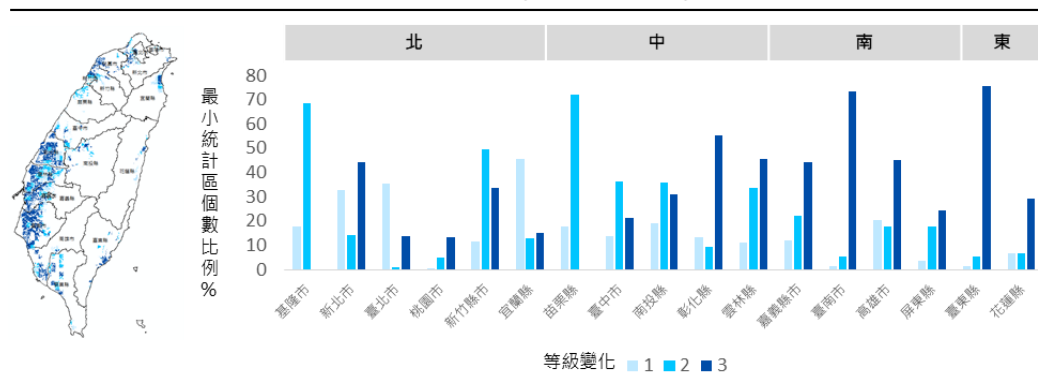


圖 21 全台淹水危害度等級變化之比例圖(最小統計區)

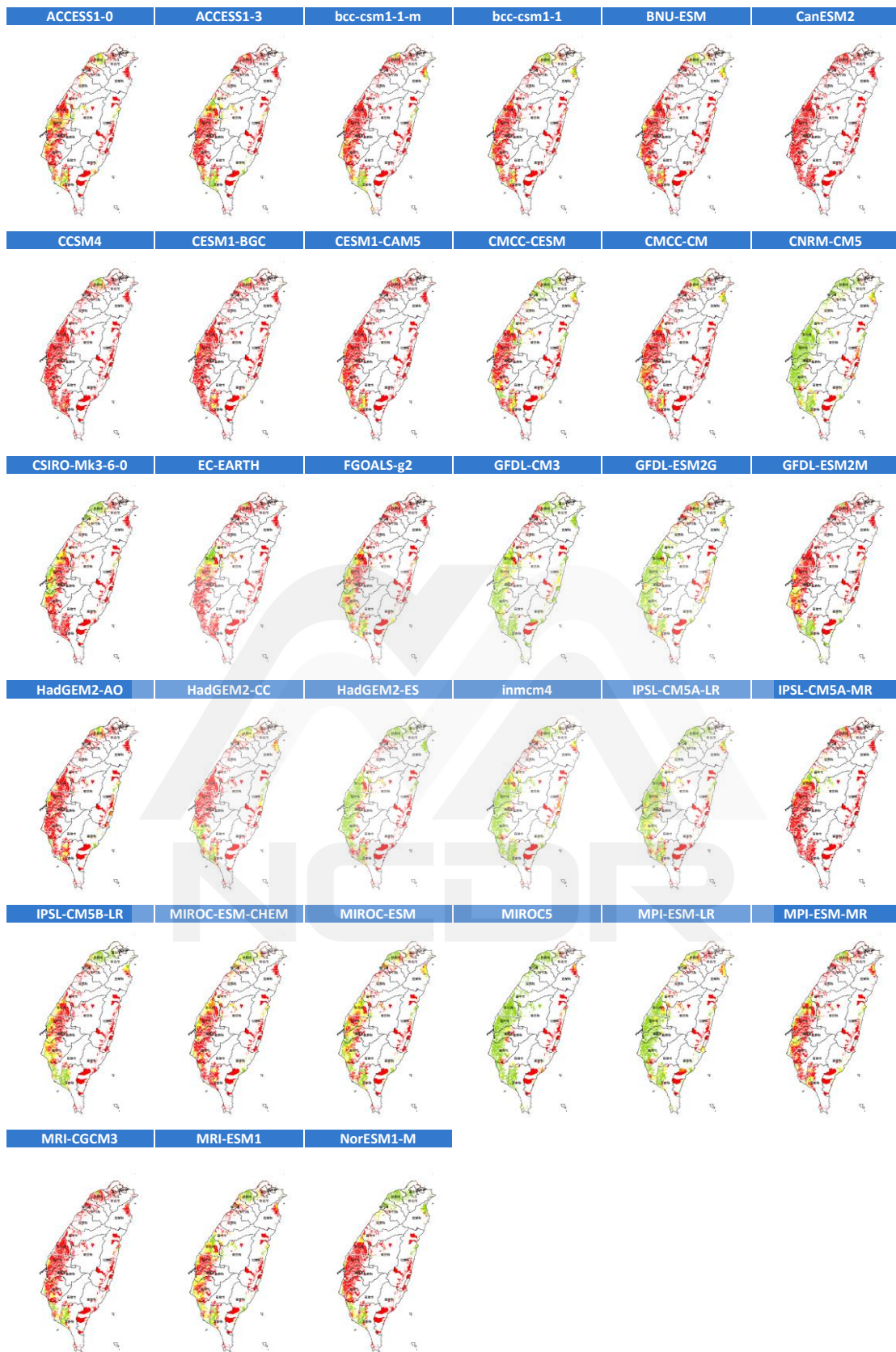


圖 22 全台多模式淹水危害度圖(最小統計區)

3.2.2 脆弱度

脆弱度的分析結果(圖 23 及圖 24)，由於採用的空間單元為最小統計區，其統計個數的比例會與鄉鎮市區有差異，其分析結果則顯示北部地區的宜蘭縣為高脆弱度區。

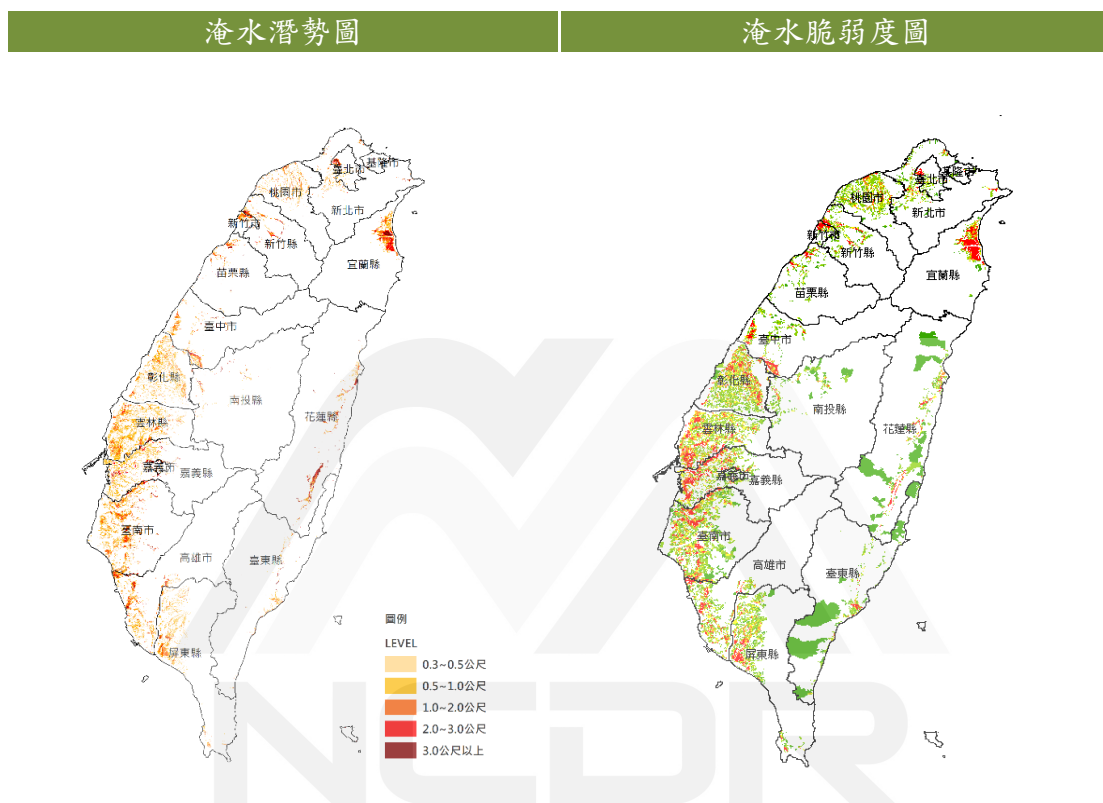


圖 23 全台淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(最小統計區)

百分比(%)：該縣市等級4以上最小統計區個數 / 該縣市最小統計區總個數

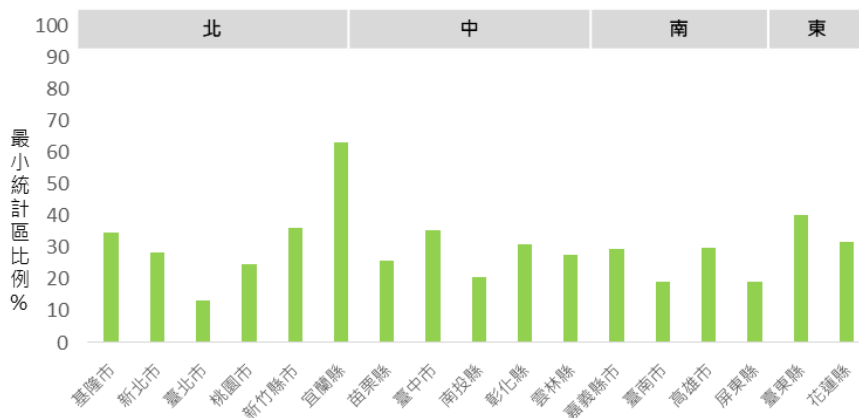


圖 24 全台淹水脆弱度等級 4 以上最小統計區個數所佔比例圖

百分比(%)：該縣市等級4以上最小統計區個數 / 該縣市最小統計區總個數

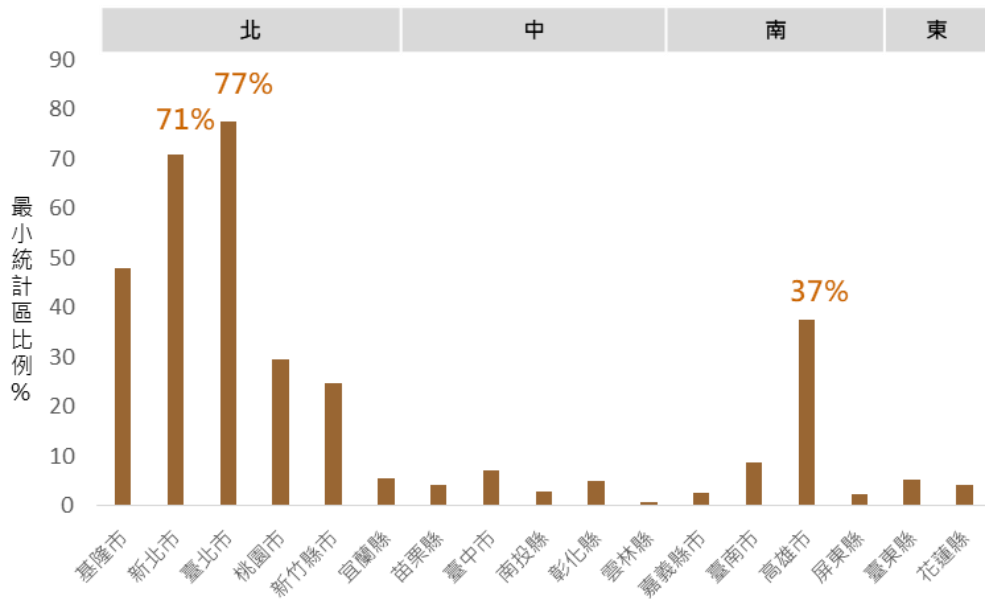


圖 26 全台各縣市暴露度等級 4 以上最小統計區個數所佔比例圖

3.2.4 淹水災害風險

根據風險的定義，將危害度、脆弱度與暴露度三項指標分析氣候變遷下的淹水災害風險圖。由淹水災害風險圖模式結果(圖 27 及圖 28)，基期下以北部為高風險地區，而未來推估(眾數)下也是以北部為高風險地區。

在未來推估下，各縣市的災害風險等級都增加，其中以中部及南部地區高風險增加的幅度為最多。

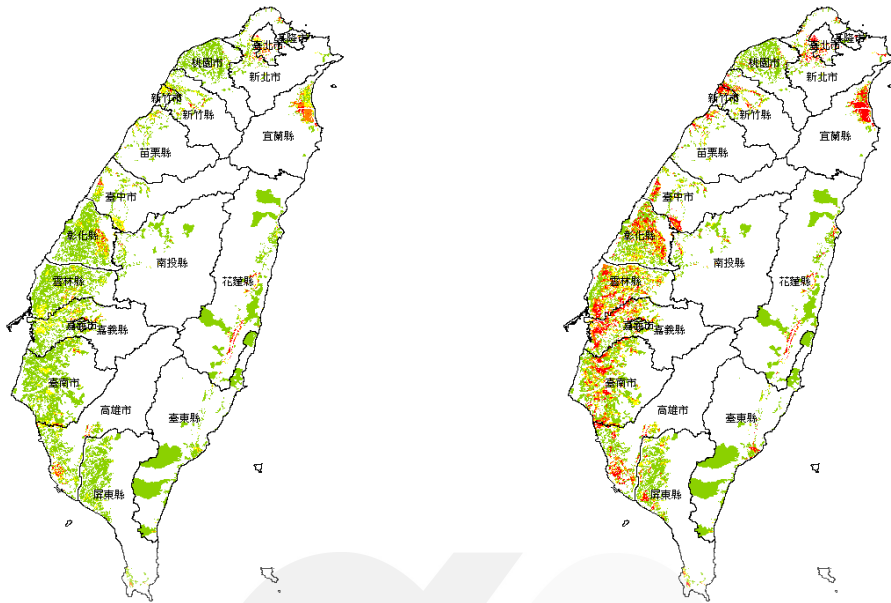


圖 27 全台淹水災害風險圖(最小統計區)

百分比(%)：該縣市等級4以上最小統計區個數 / 該縣市最小統計區總個數

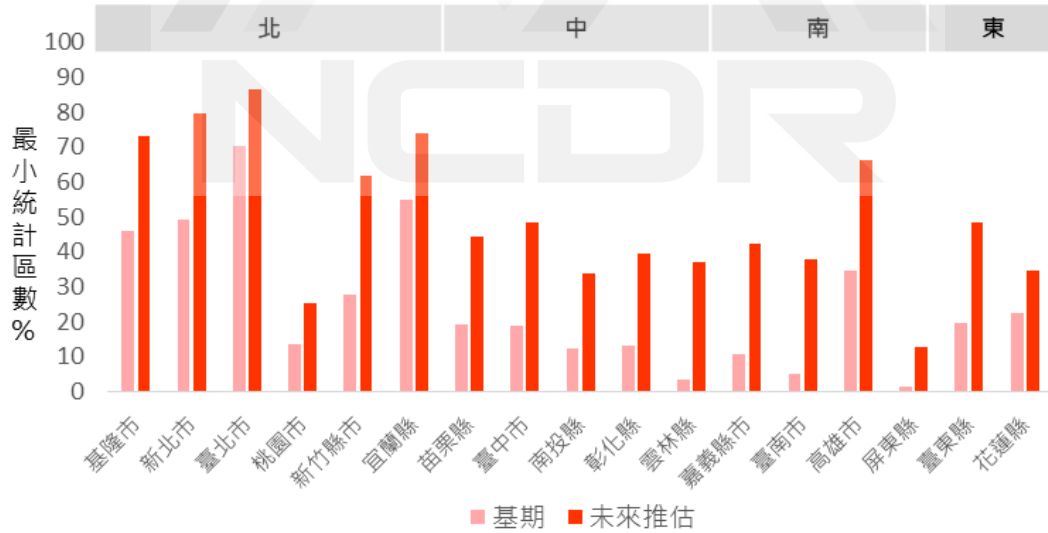


圖 28 全台各縣市風險等級 4 以上最小統計區個數所佔比例圖



圖 29 全台多模式淹水災害風險圖(最小統計區)

3.3 網格 5 公里危害-脆弱度圖

在全臺氣候變遷危害-脆弱度圖總表中(圖 30)，主要展示危害度、脆弱度兩項指標所評估的危害-脆弱度圖，以網格 5 公里的空間單元來分析其高危害-脆弱度區位置。總圖中所展示的危害度及危害-脆弱度的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，下面就全臺淹水危害-脆弱度圖之各指標結果分別說明如下：

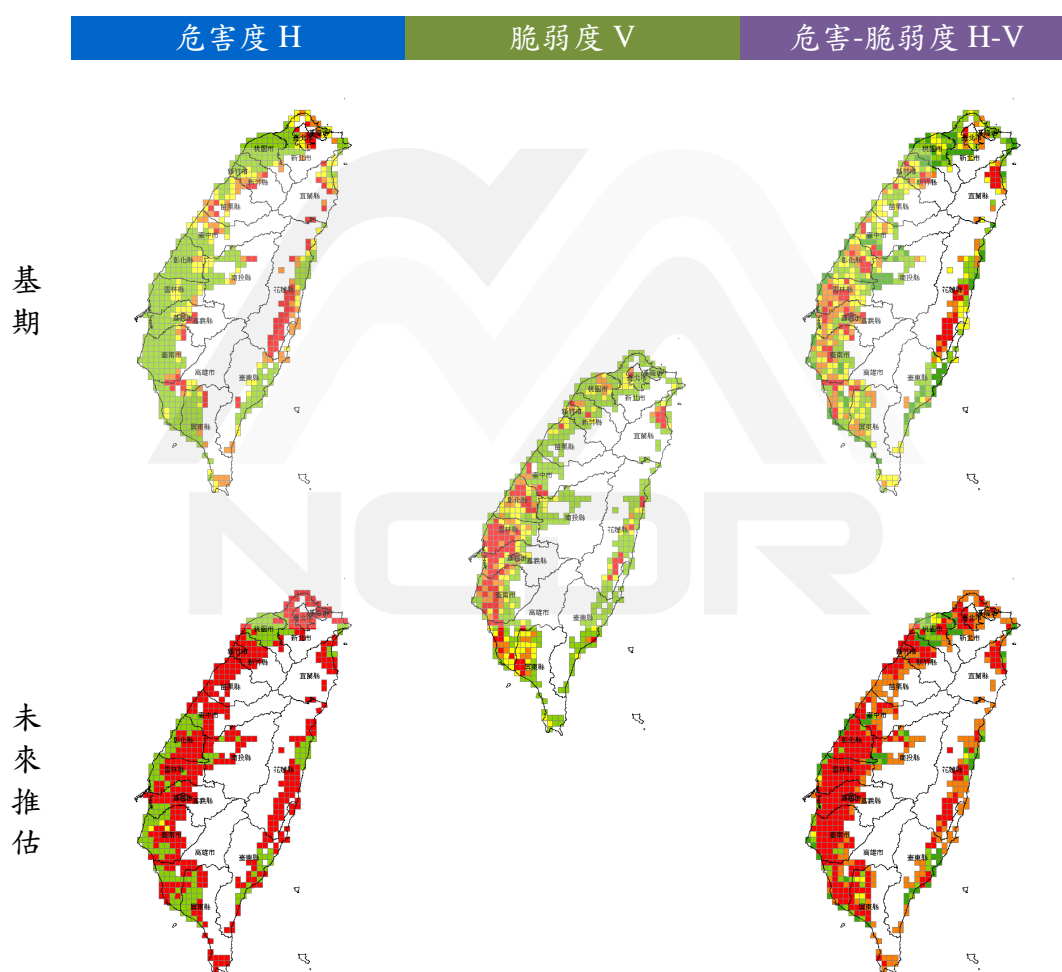


圖 30 全臺淹水危害-脆弱度總圖(網格 5 公里)

3.3.1 危害度

在空間尺度網格 5 公里的危害度圖(圖 31)，以基期來看，臺灣

的大臺北地區沿海鄉鎮、臺北市、東部山區與中南部的山區，過去發生極端降雨的機率相對較高。在眾數結果分析方面，除了近山區為高危害度外，北部地區也為高危害度區。比較基期及未來推估危害度的變化結果(圖 32)，以中部及南部地區等級變化較大。

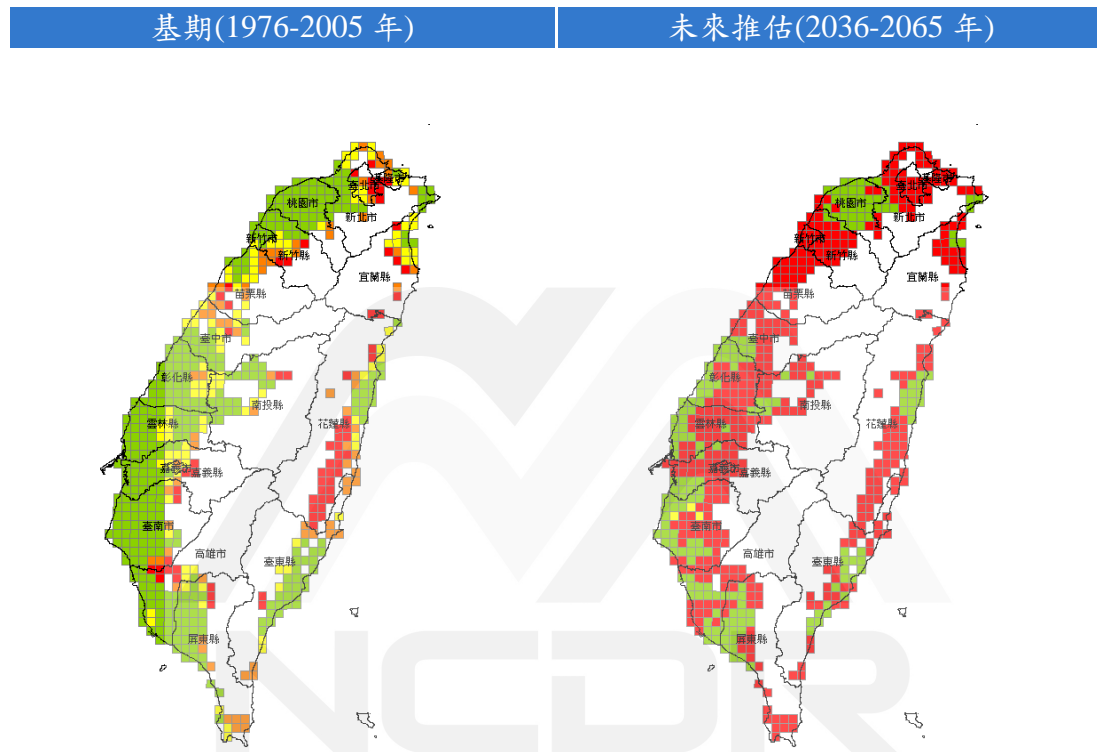


圖 31 全台淹水危害度圖(網格 5 公里)
危害度等級變化(基期至未來推估)

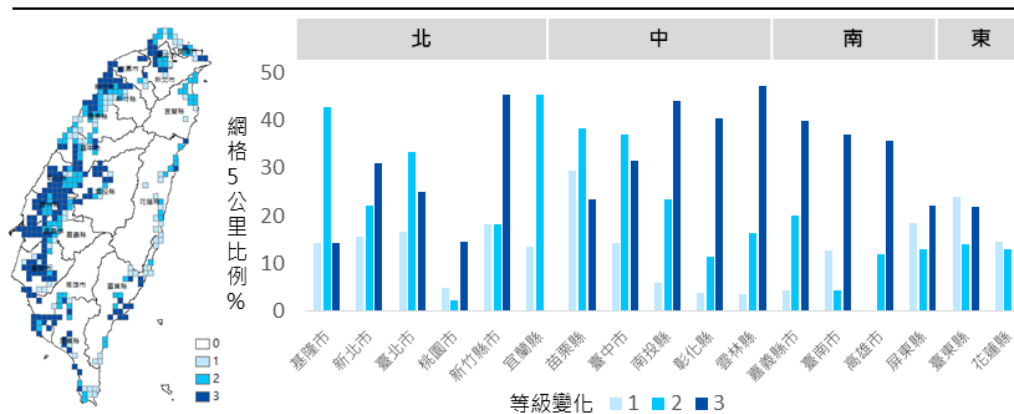


圖 32 全台淹水危害度等級變化圖(網格 5 公里)

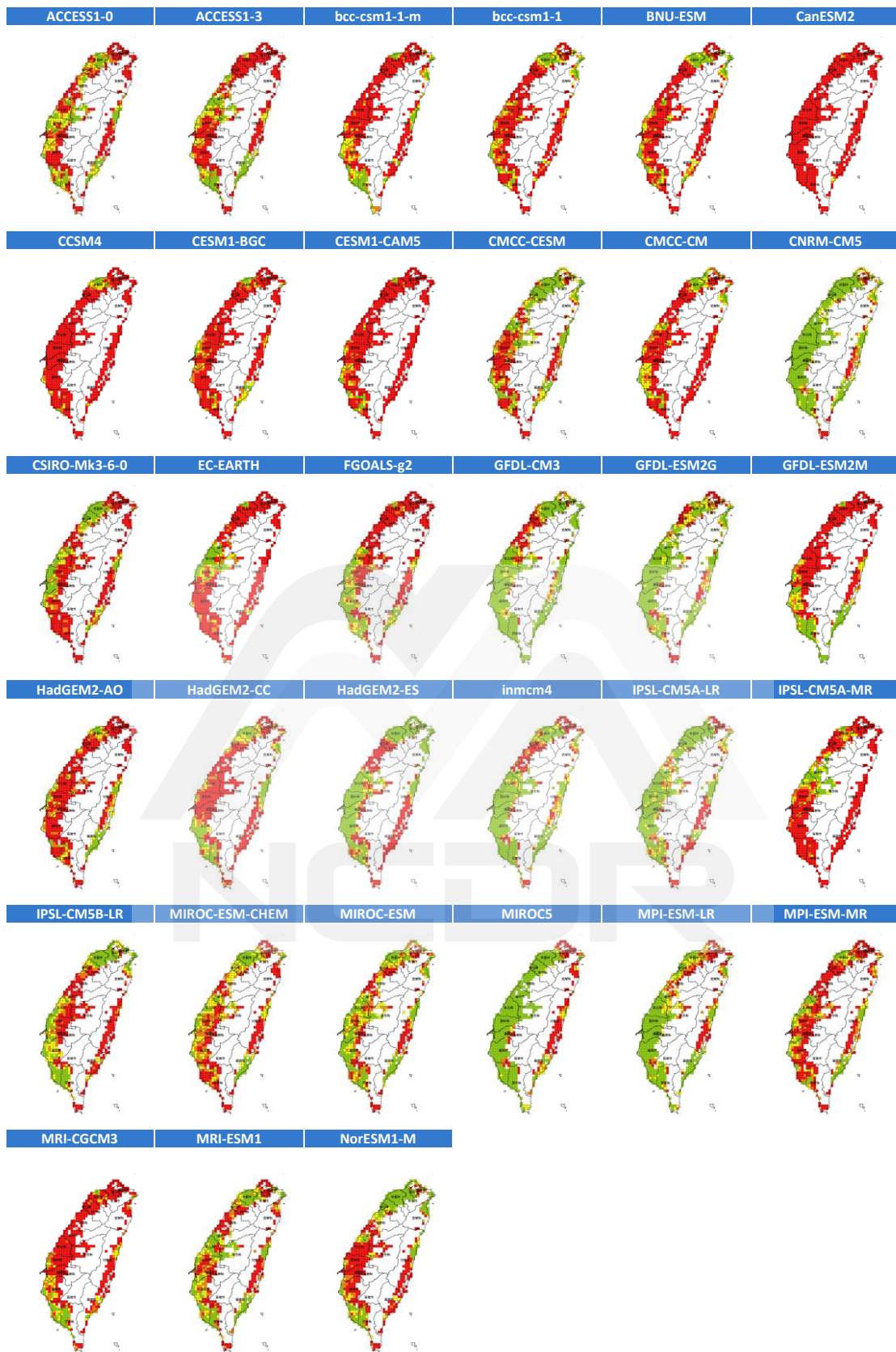


圖 33 全台多模式淹水危害度圖(網格 5 公里)

3.3.2 脆弱度

根據統計分析的結果顯示(圖 34 及圖 35)，中部及南部為高脆弱度地區，北部地區宜蘭縣為高脆弱度區，其分析的結果與空間單元為鄉鎮市區相似。

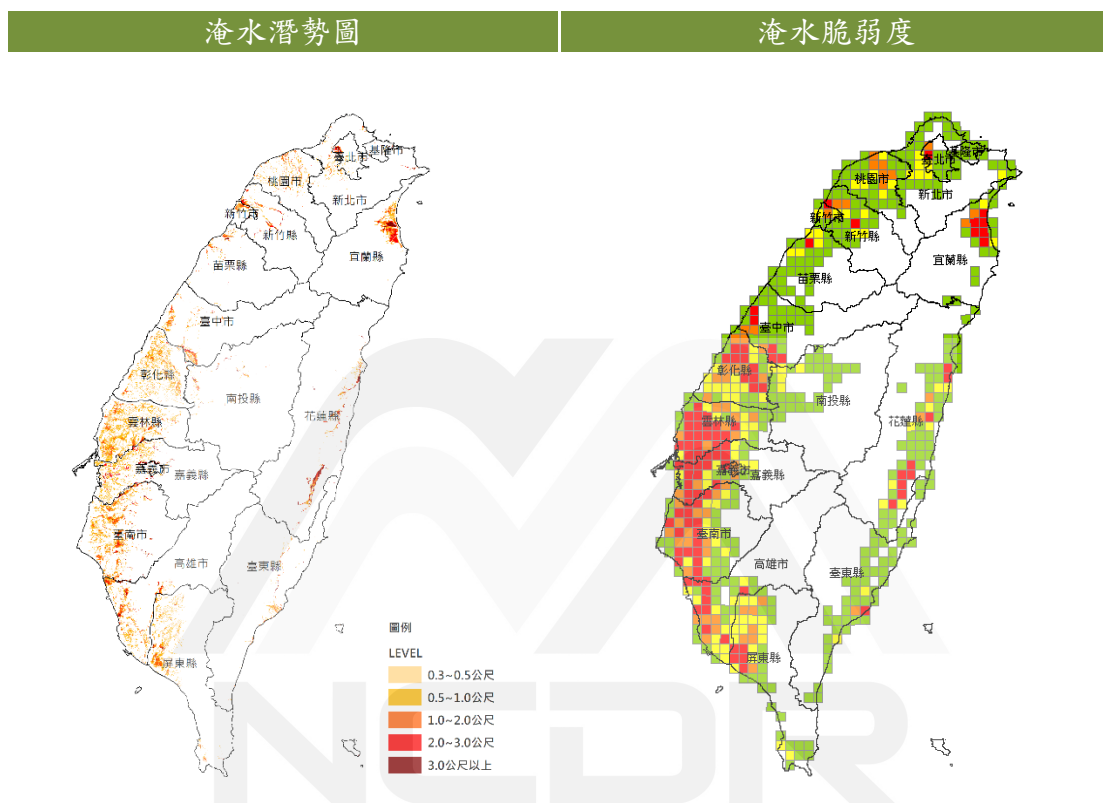


圖 34 全台淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 5 公里)

百分比(%)：該縣市等級4以上網格個數 / 該縣市網格總個數

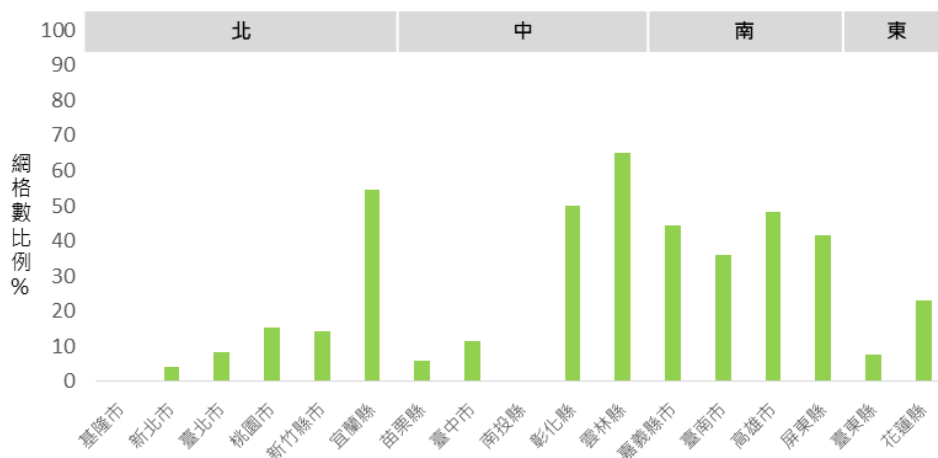


圖 35 全台淹水脆弱度等級 4 以上網格個數所佔比例圖

3.3.3 淹水危害-脆弱度

由淹水危害-脆弱度圖多模式結果(圖 36 及圖 37)，基期下以北部的宜蘭縣，中部的雲林縣，南部的嘉義縣市，東部的花蓮縣為高危害-脆弱度區，而未來推估(眾數)下，各縣市的危害-脆弱度等級都增加。

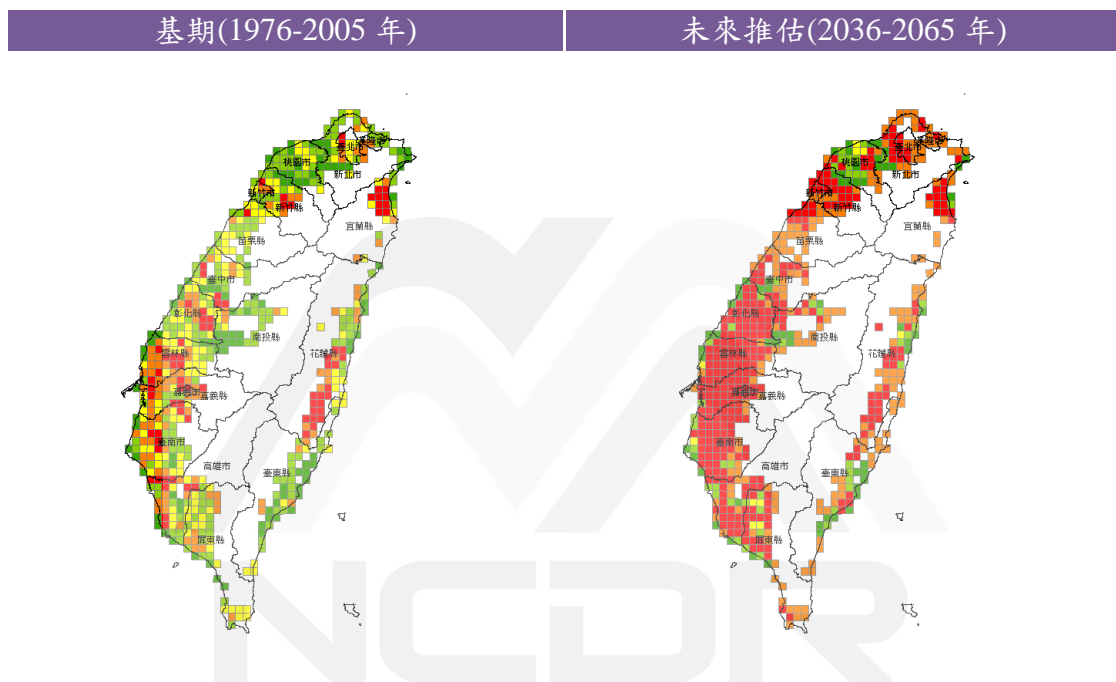


圖 36 全台淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里)

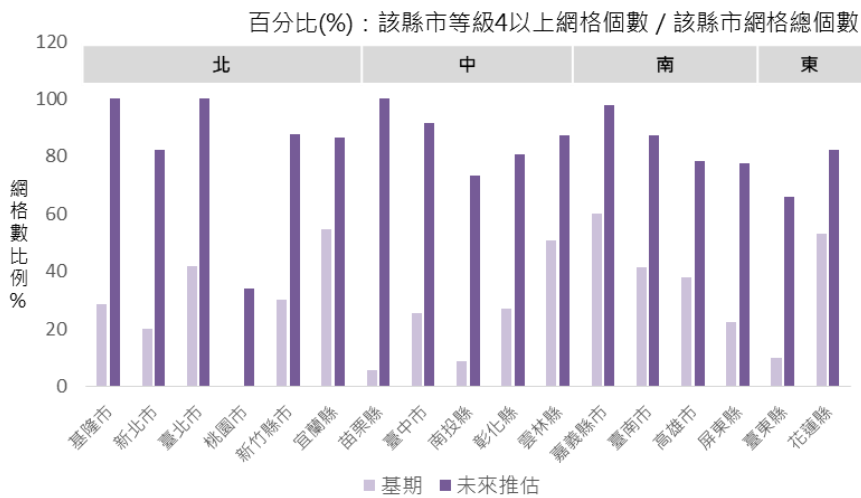


圖 37 全台各縣市危害-脆弱度等級 4 以上網格個數所佔比例圖

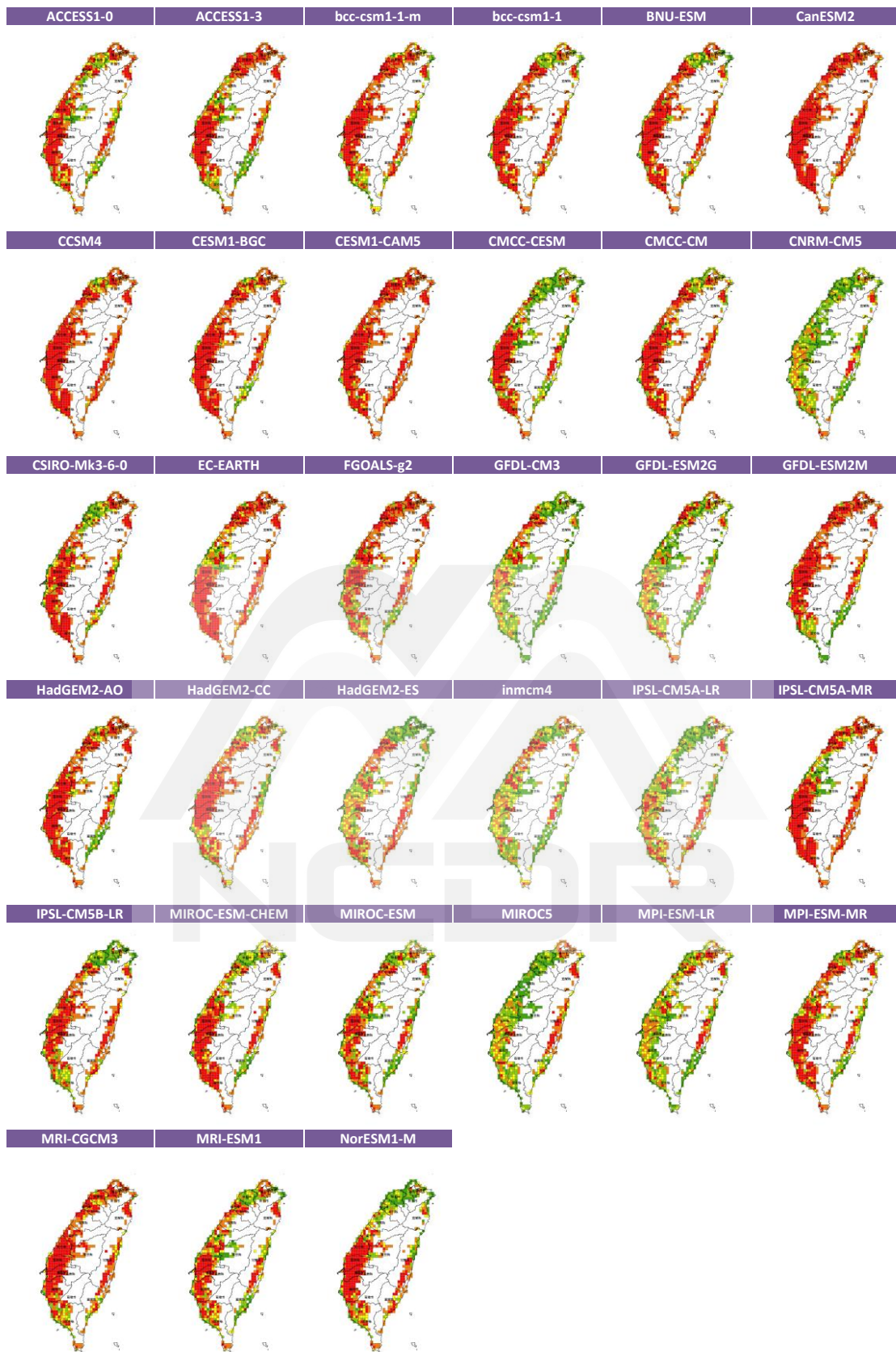


圖 38 全台多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里)

3.4 網格 40 公尺危害-脆弱度圖

在全臺氣候變遷危害-脆弱度圖總表中(圖 39)，主要展示危害度、脆弱度兩項指標所評估的危害-脆弱度圖，以網格 40 公尺的空間單元來分析其高危害-脆弱度區位置。總圖中所展示的危害度及危害-脆弱度的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就全臺淹水危害-脆弱度圖之各指標結果分別說明如下：

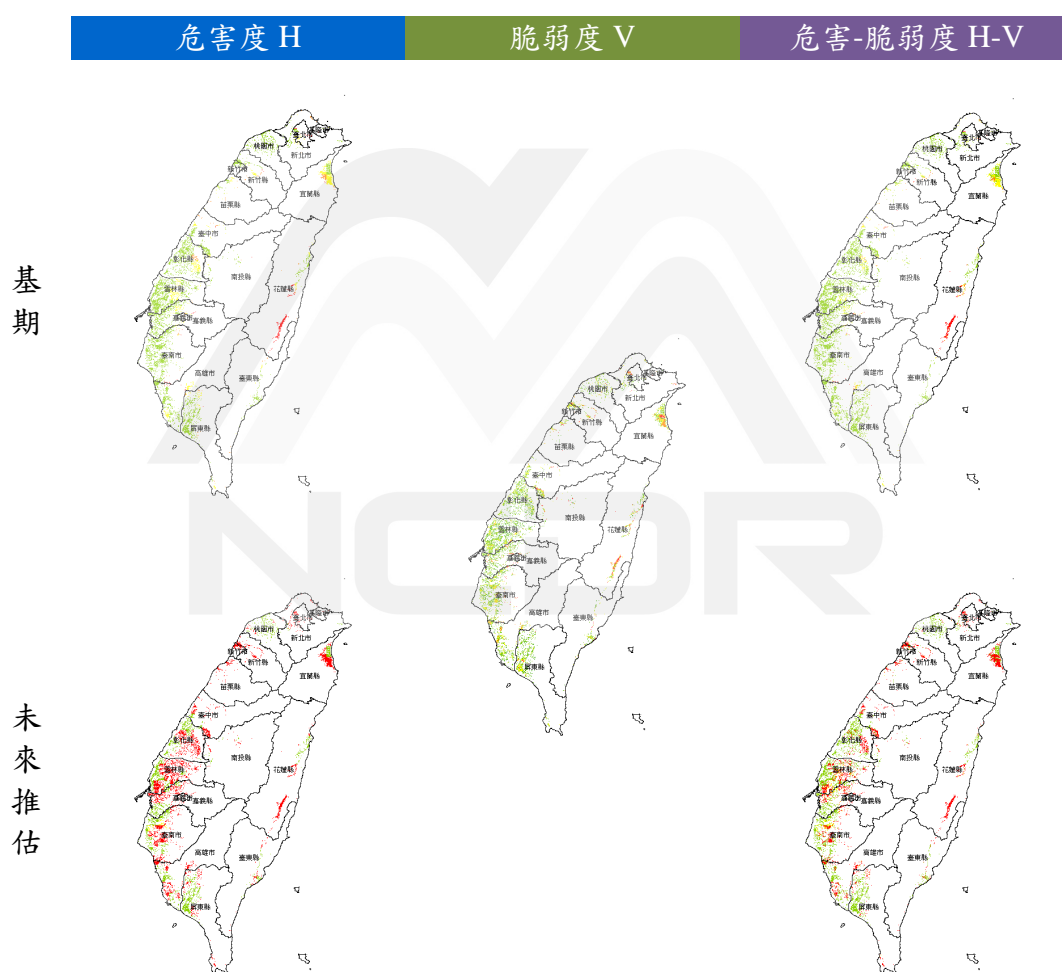


圖 39 全臺淹水危害-脆弱度總圖(網格 40 公尺)

3.4.1 危害度

網格 40 公尺危害度圖的分析結果(圖 40)，在基期下，以近山區的降雨機率較高，未來推估下，為 33 個模式推估之眾數結果，全台危害度降雨機率為增加情形。

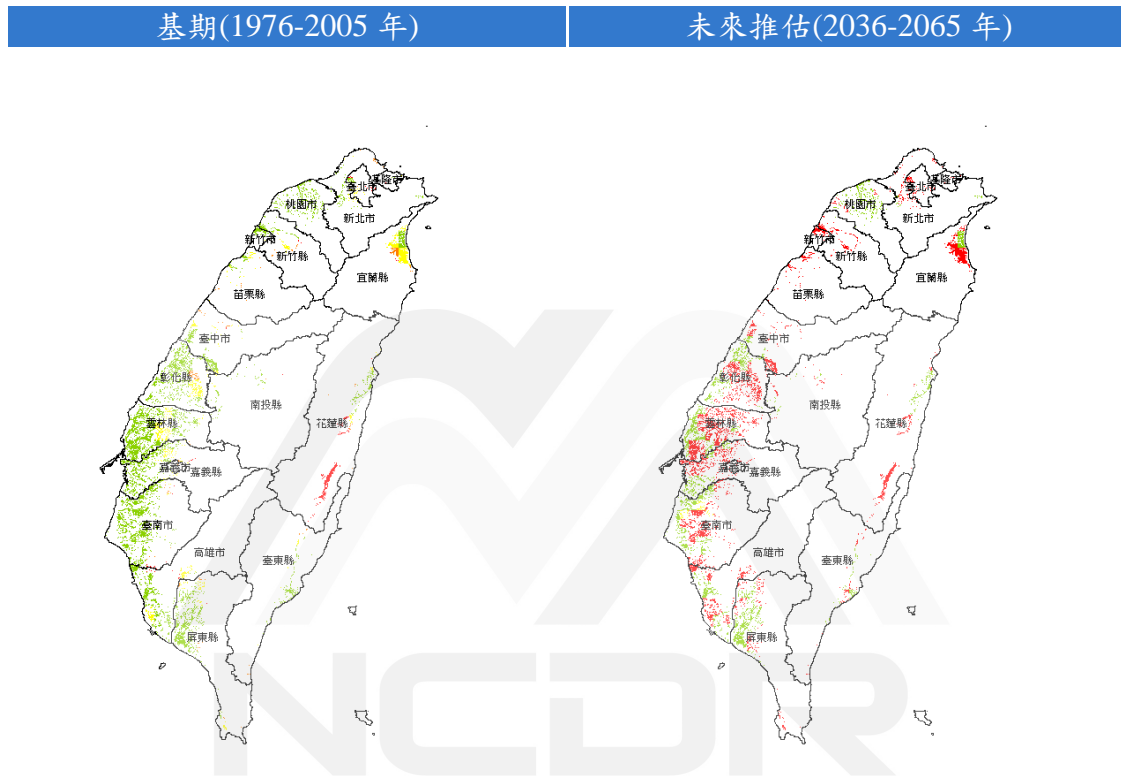


圖 40 全台淹水危害度圖(網格 40 公尺)

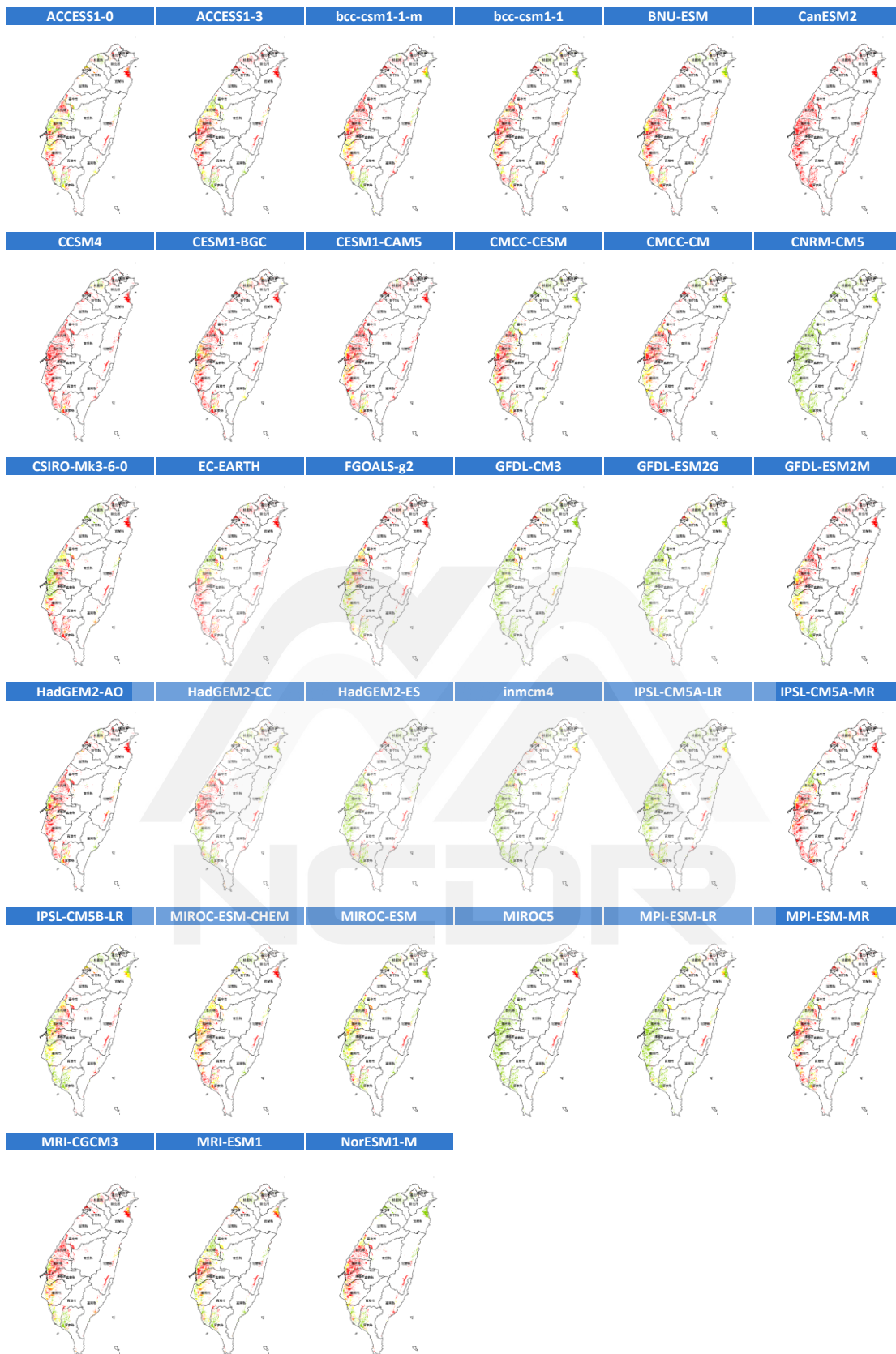


圖 41 全台多模式淹水危害度圖(網格 40 公尺)

3.4.2 脆弱度

根據結果顯示(圖 42)，其淹水脆弱度等級是依據淹水潛勢圖各淹水深度範圍所劃分，淹水深度越高其淹水脆弱度等級越高，在淹水脆弱度等級 4 以上範圍較大的縣市為東部的花蓮縣、北部的宜蘭縣、南部的嘉義縣市、臺南市等。

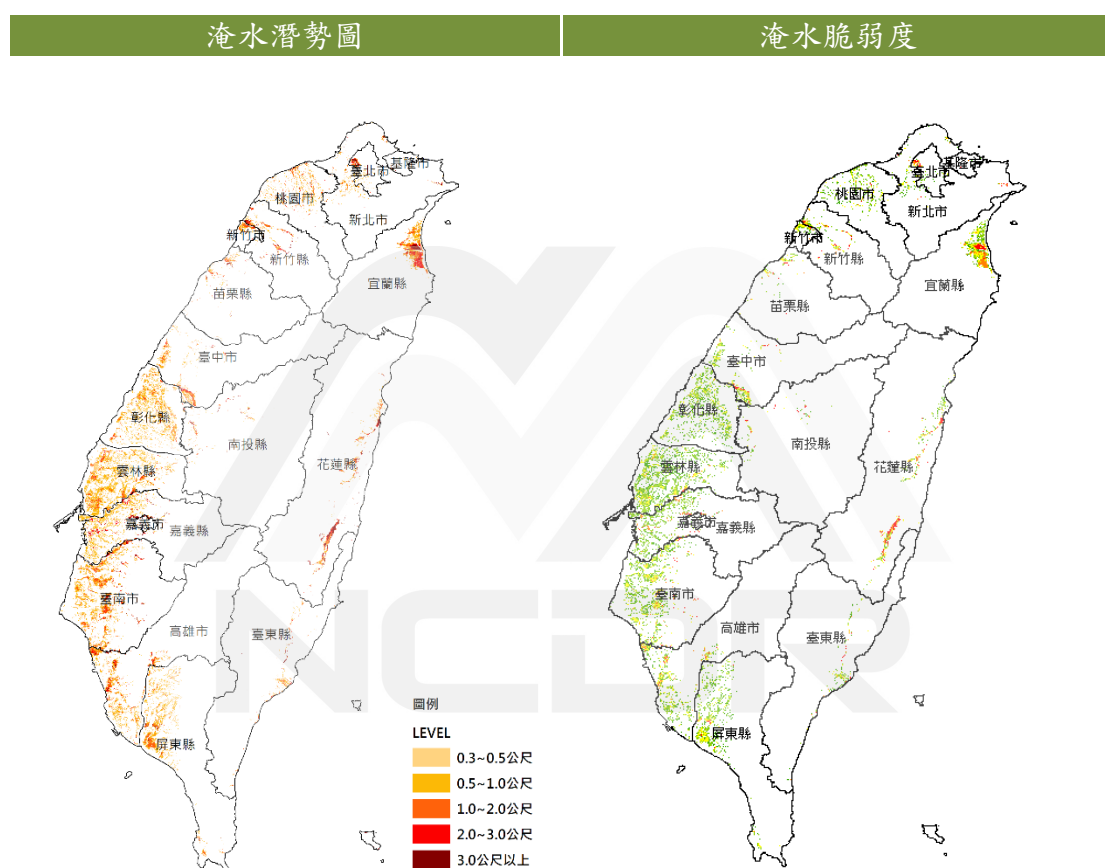


圖 42 全台淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 40 公尺)

3.4.3 淹水危害-脆弱度

由淹水危害-脆弱度圖多模式結果(圖 43)，基期下以北部的宜蘭縣，中部的雲林縣，南部的嘉義縣市，東部的花蓮縣為高危害-脆弱度區，而未來推估(眾數)下，各縣市的危害-脆弱度等級都增加。

基期(1976-2005 年)

未來推估(2036-2065 年)

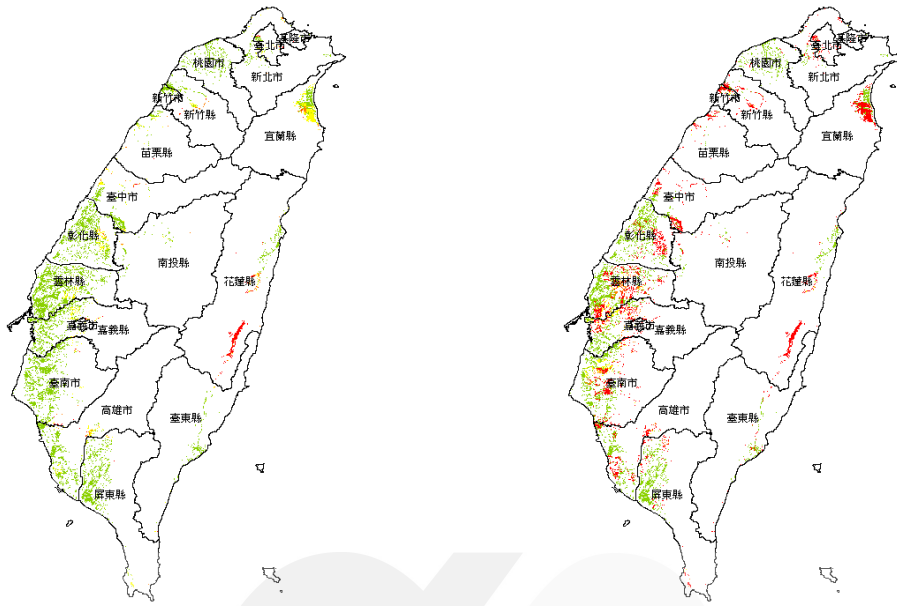


圖 43 全台淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺)

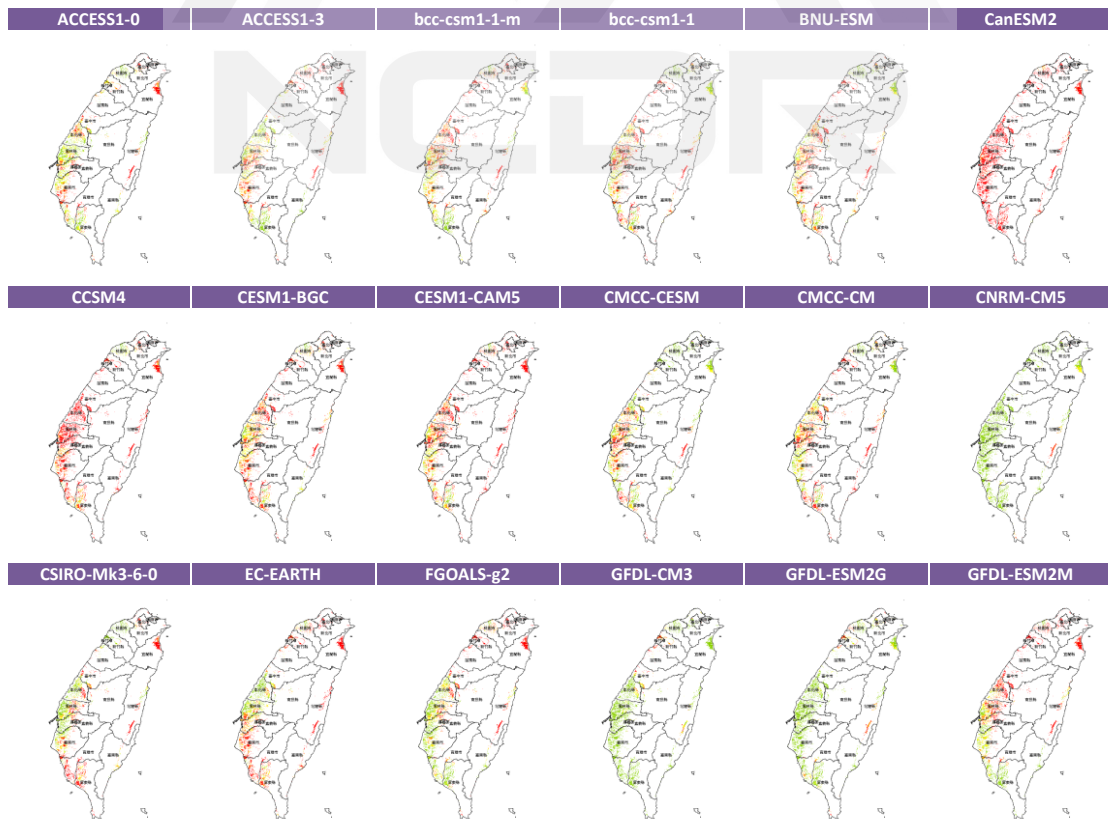




圖 44 全台多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺)

3.5 比較全台不同空間尺度下淹水災害風險圖

分析四種不同空間尺度(鄉鎮市區、最小統計區、網格 5 公里、網格 40 公尺)下之淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖，由圖 45 可看出，在全台下，以鄉鎮市區及網格 5 公里空間尺度資料易讀性較高，雖然會有空間均質化的影響。而最小統計區及網格 40 公尺的空間尺度，在全台來看，空間尺度過小，較不易解讀。因此在看全台的淹水災害風險，較建議使用鄉鎮市區及網格 5 公里的空間單元來分析。

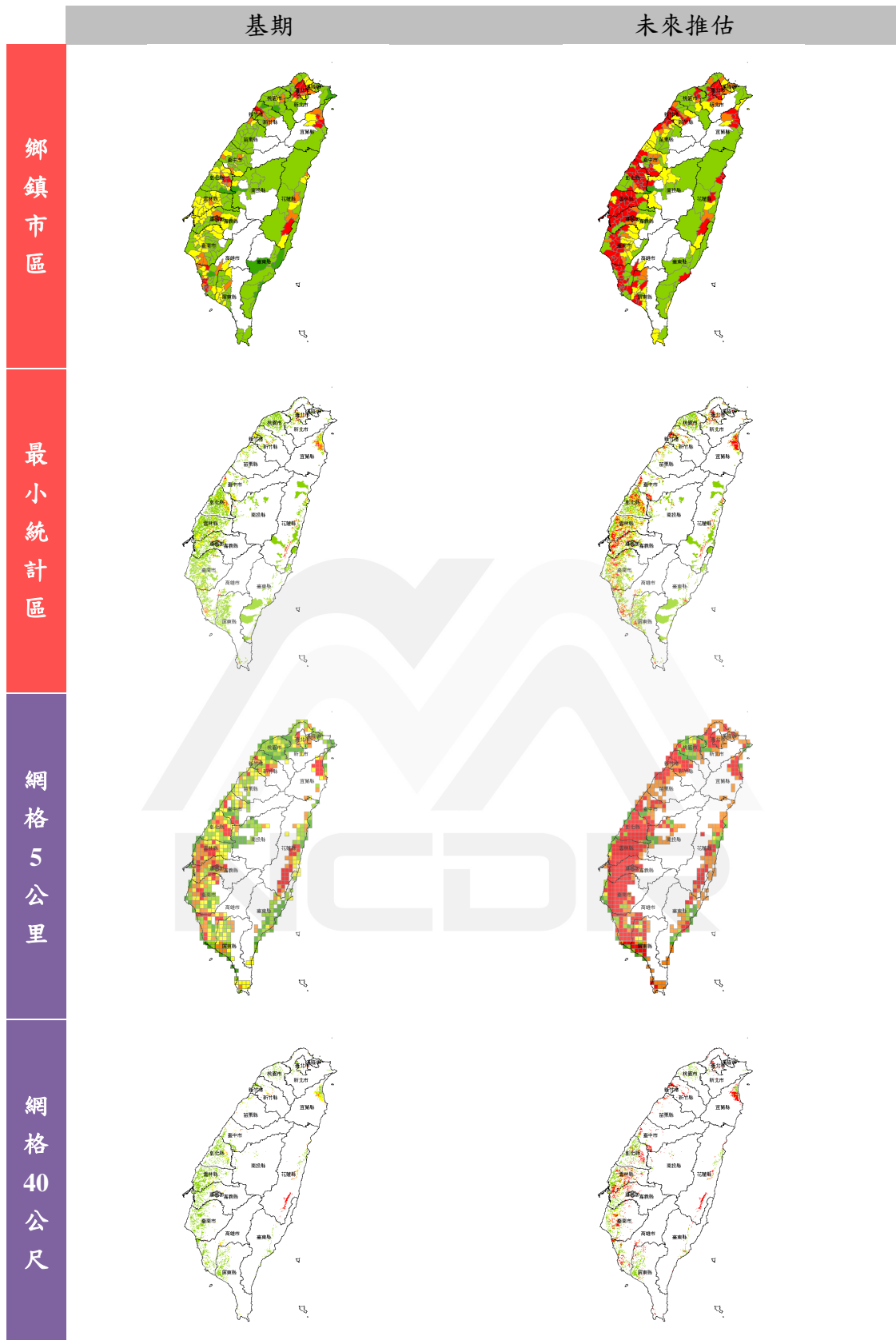


圖 45 全台不同空間尺度下淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖

第四章 縣市版淹水災害風險圖

以新北市為例之縣市淹水災害風險圖，將各指標及風險結果分別說明如下：

4.1 鄉鎮市區風險圖

在新北市氣候變遷風險圖總表中(如圖 46)，主要展示危害度、脆弱度及暴露度三項指標所評估的災害風險，以鄉鎮市區的空間單元來分析其高風險區位位置。總圖中所展示的危害度及風險的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就新北市淹水災害風險圖之各指標及風險結果分別說明如下：

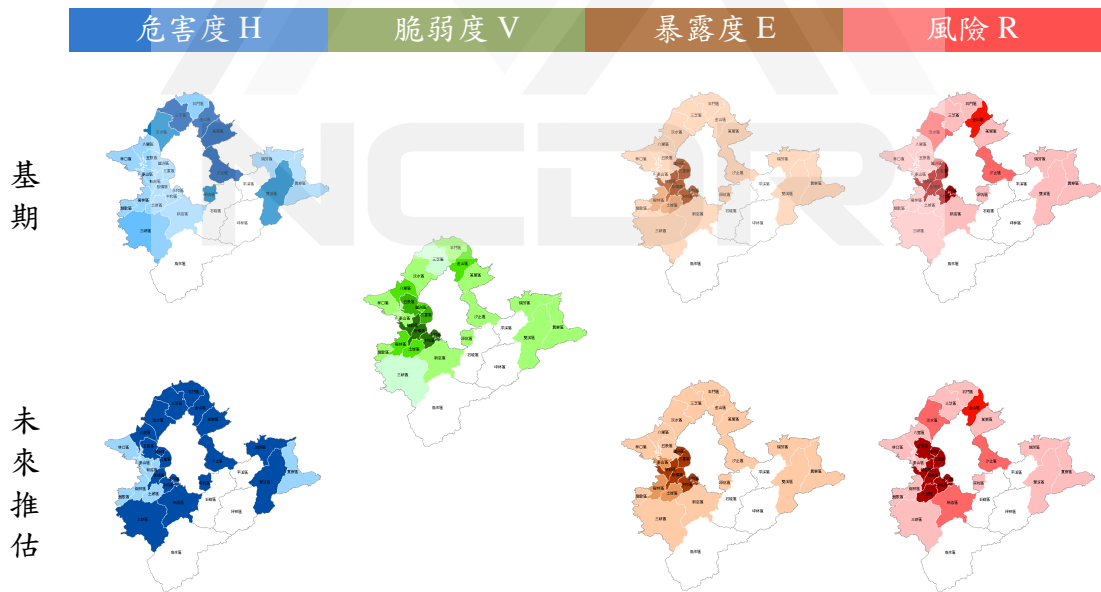


圖 46 新北市淹水災害風險總圖(鄉鎮市區)

4.1.1 危害度

新北市的危害度分析結果(圖 47)，以基期來看，三芝區、金山區、萬里區與汐止區，在過去發生極端降雨的機率相對較高。而在眾數結果分析方面，接近臺北市周圍之鄉鎮市區及瑞芳區、雙溪區具有較高等級的危害度分佈。比較基期及未來推估危害度的變化結果，以臺北市西側一帶之八里區、五股區、蘆洲區、三重區、板橋區、永和區、中和區及新店區等級變化較大。

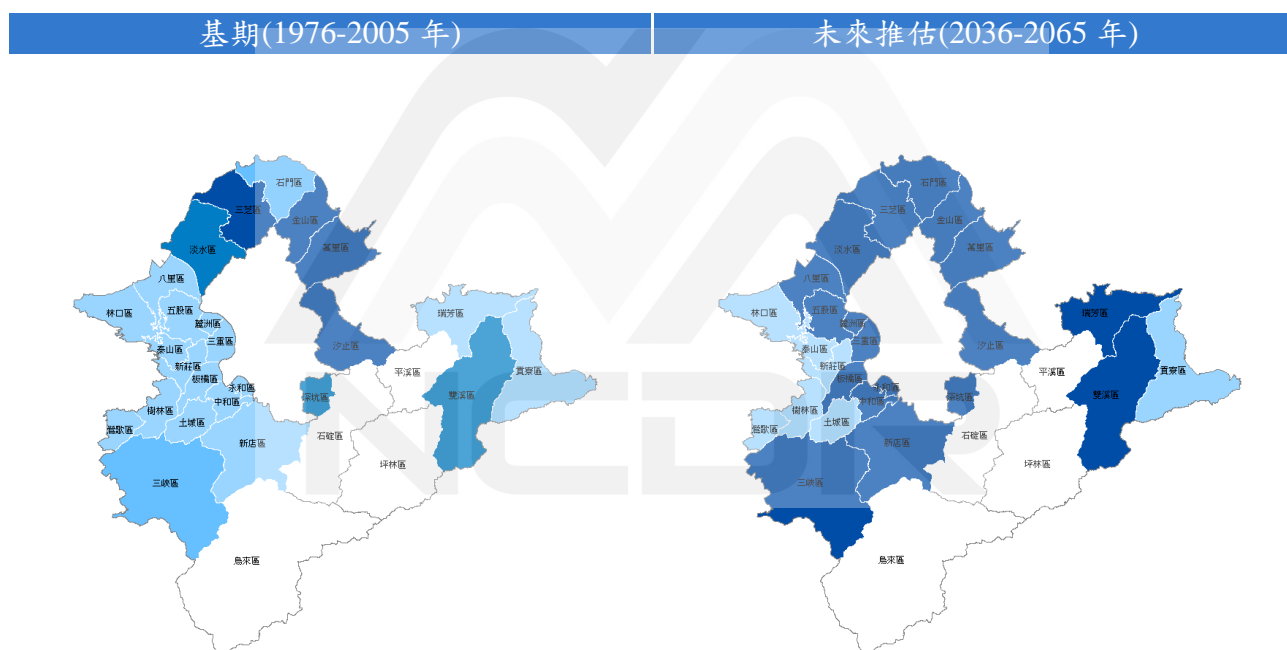


圖 47 新北市淹水危害度圖(鄉鎮市區)

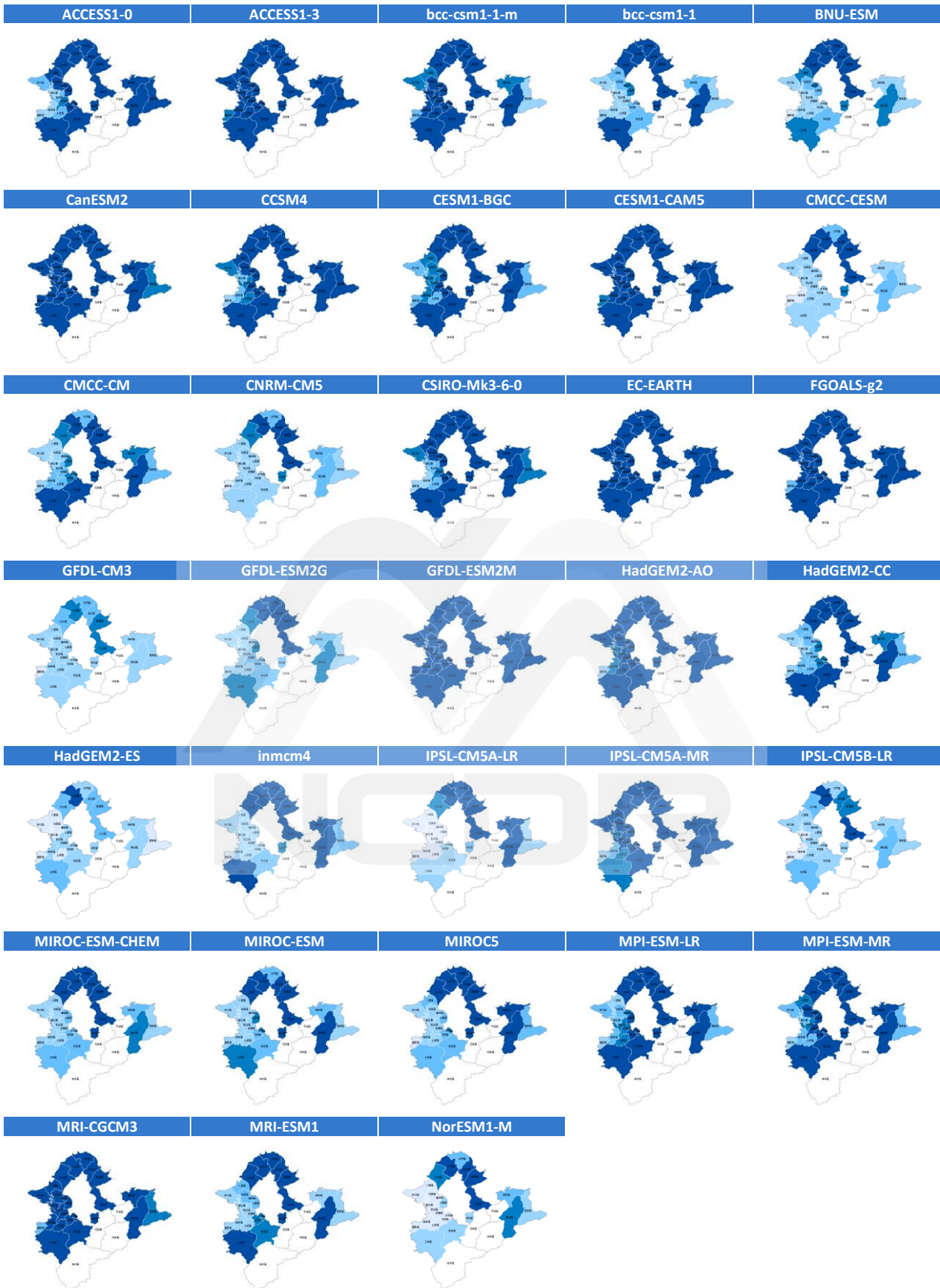
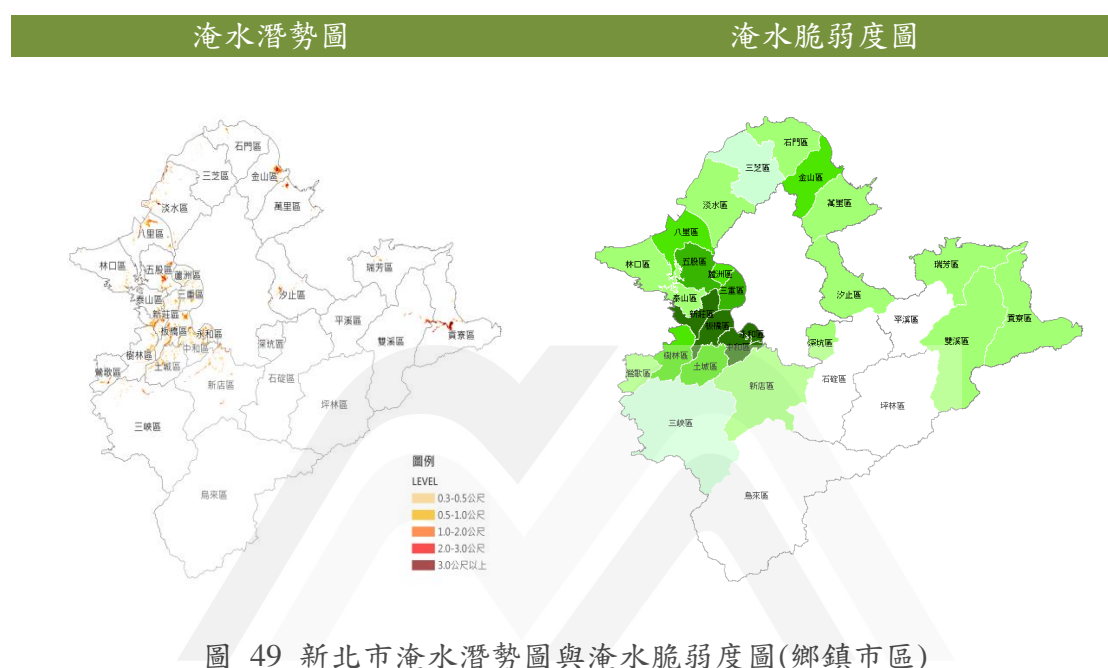


圖 48 新北市多模式淹水危害度圖(鄉鎮市區)

4.1.2 脆弱度

如圖 49 所示，高脆弱度地區主要集中於西側，而根據統計分析的結果顯示位在大漢溪北及溪南一帶，包含新莊區、板橋區、中和區及永和區為高脆弱度地區。



4.1.3 暴露度

暴露度考量未來人口會有變動情形，因此採用內政部現況(2019年)人口統計資料及 2036 年未來人口推估資料(詹，2019)分析。指標以人口密度來分析，人口密度越高則暴露度越高，當災害發生時，人口密度越高的地區，受到衝擊影響越大。

由暴露度圖及統計圖(如圖 50)可看出，不論是現況或 2036 年未來推估，高暴露度區主要集中於大漢溪北及溪南一帶的區域，包含蘆洲區、三重區、新莊區、板橋區、中和區及永和區，其中以永和區人

基期(1976-2005 年)

未來推估(2036-2065 年)

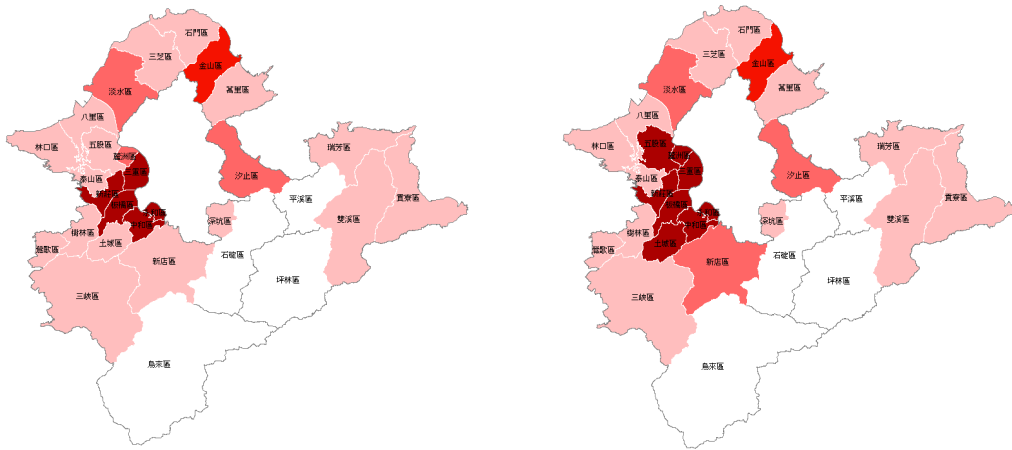
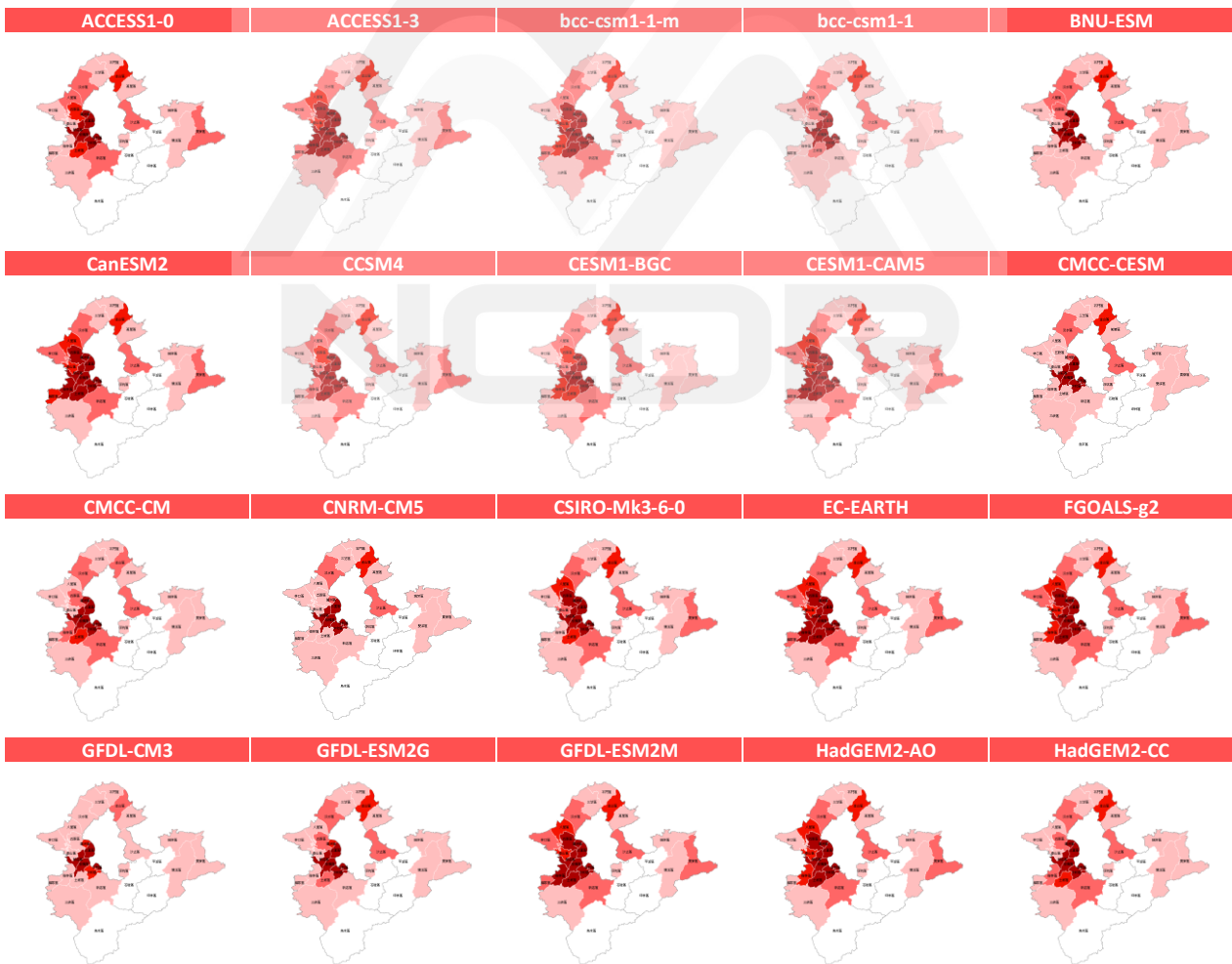


圖 51 新北市淹水災害風險圖(鄉鎮市區)



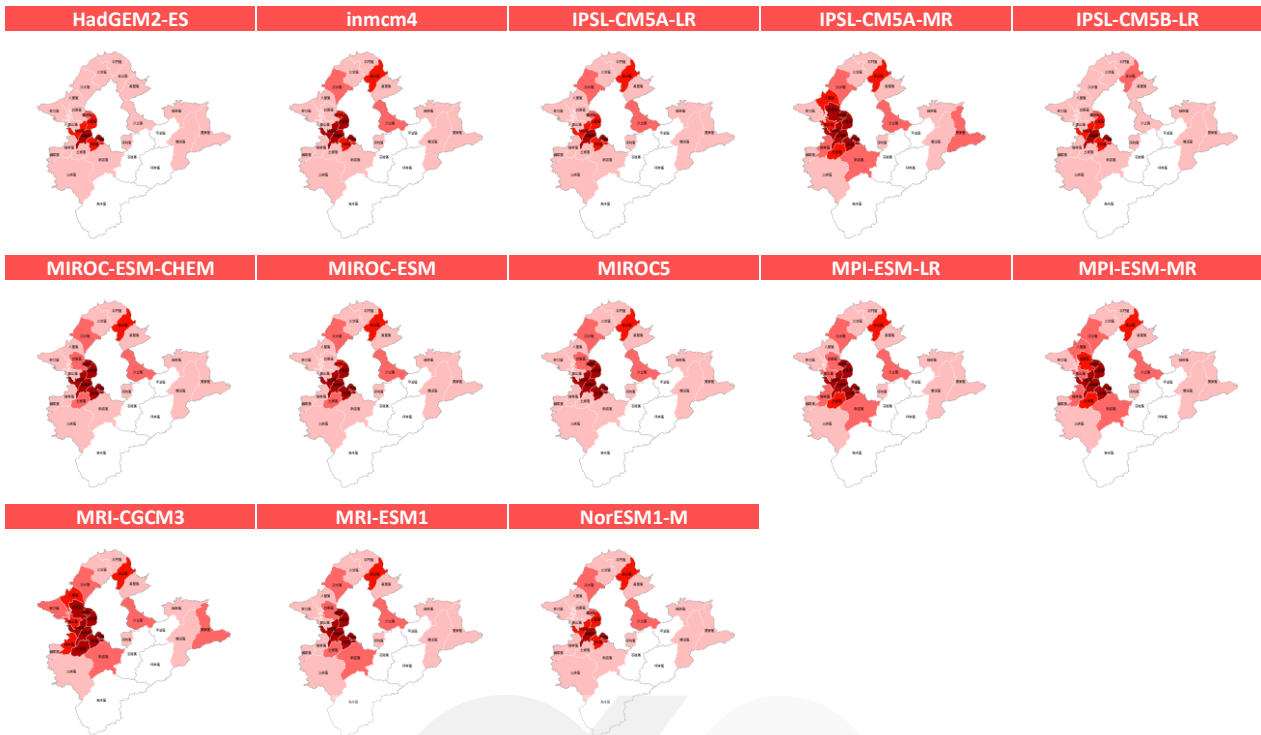


圖 52 新北市多模式淹水災害風險圖(鄉鎮市區)

4.2 最小統計區風險圖

在新北市氣候變遷風險圖總表中(如圖 53)，主要展示危害度、脆弱度及暴露度三項指標所評估的災害風險，以最小統計區的空間單元來分析其高風險區位位置。總圖中所展示的危害度及風險的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就新北市淹水災害風險圖之各指標及風險結果分別說明如下：

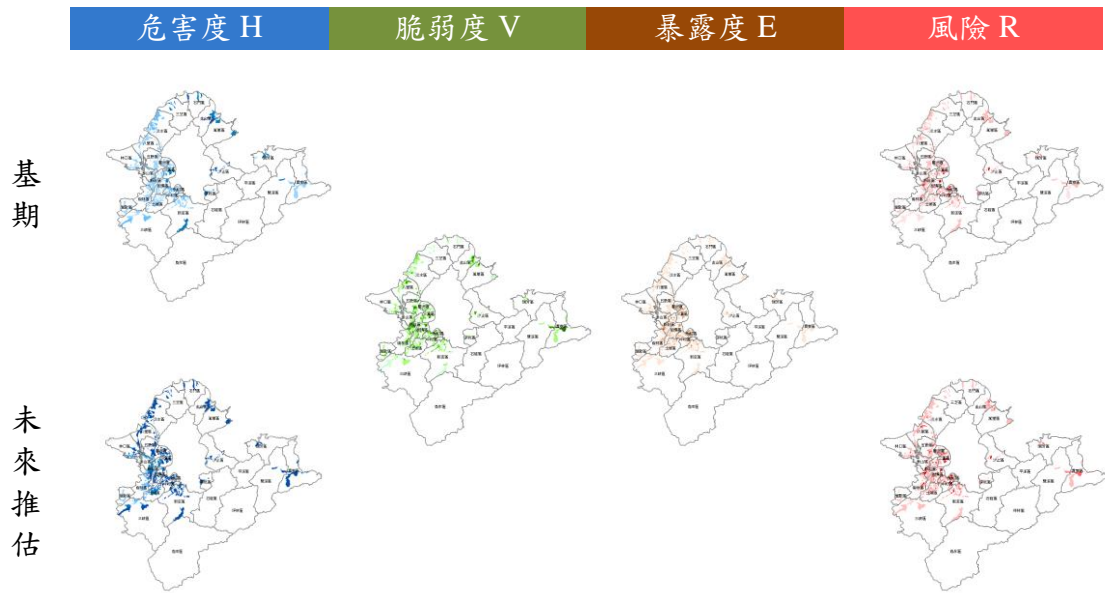


圖 53 新北市淹水災害風險總圖(最小統計區)

4.2.1 危害度

新北市危害度的結果(圖 54)，在基期下，位於臺北市西側一帶之最小統計區降雨機率較高；未來推估下，為 33 個模式推估之眾數結果，其危害度降雨機率有增加的情形。比較基期及未來推估之危害度的變化結果，顯示西側地區等級變化較大。

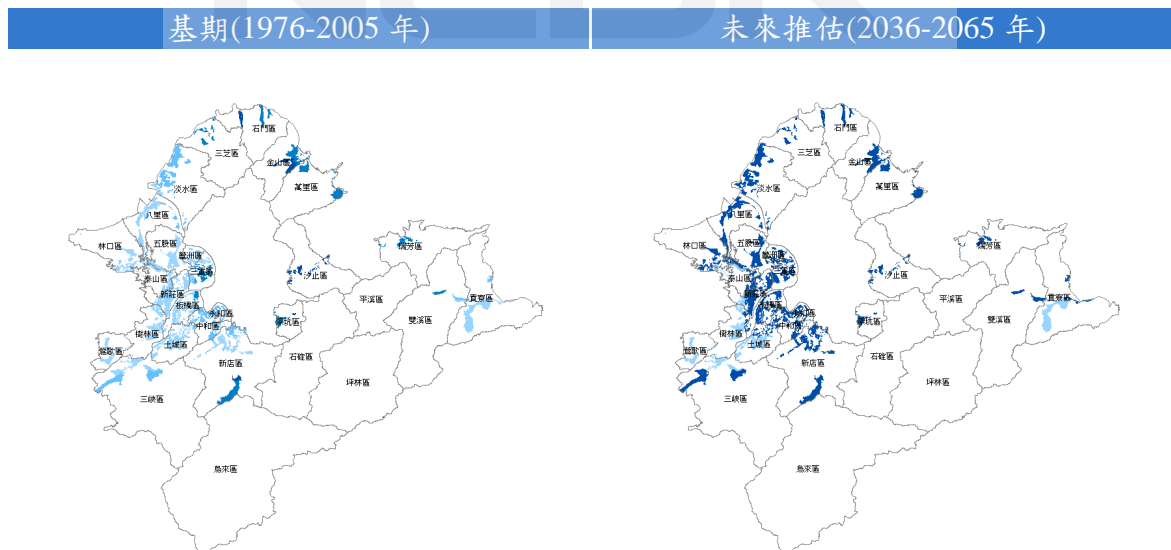


圖 54 新北市淹水危害度圖(最小統計區)

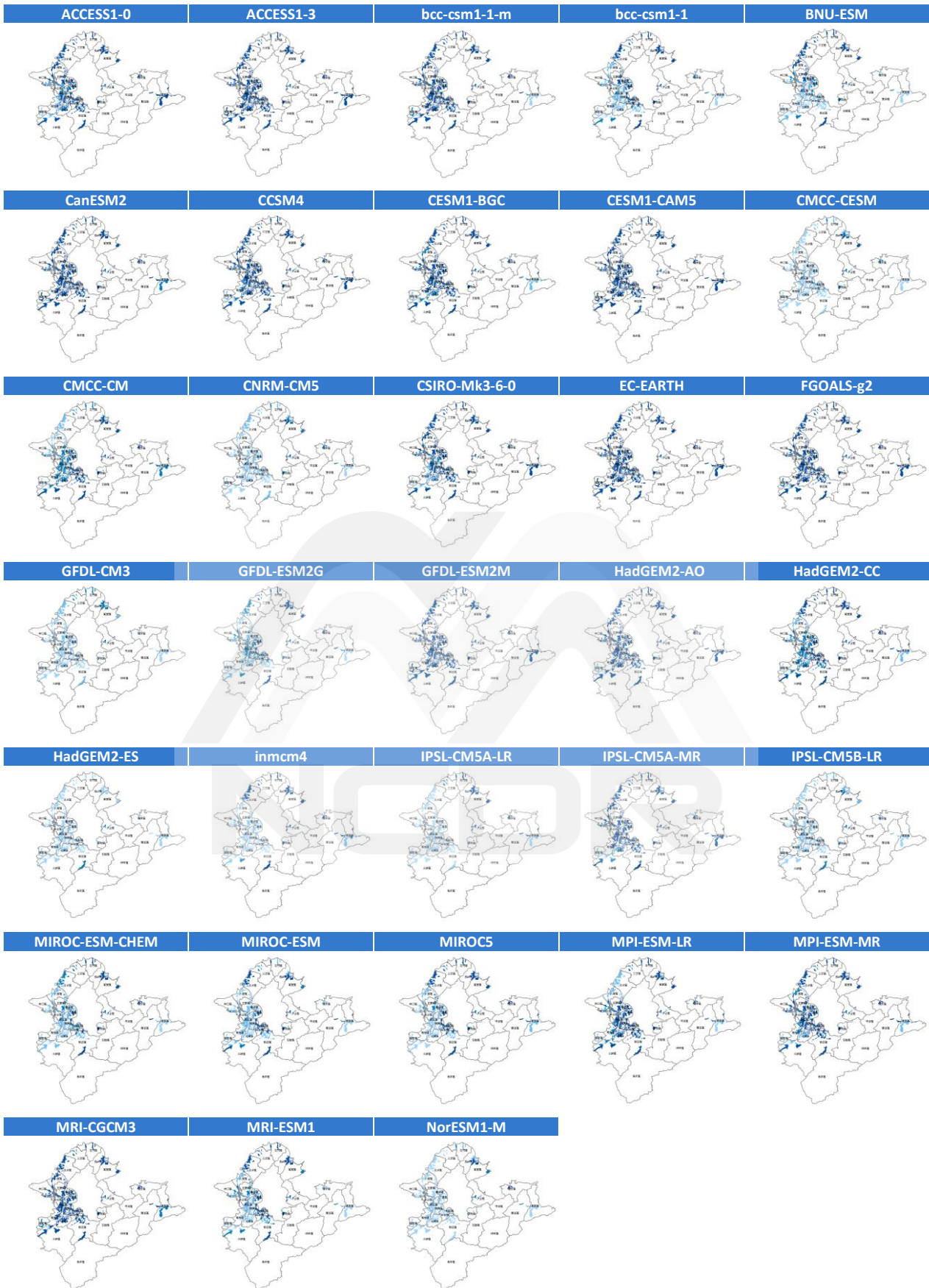


圖 55 新北市多模式淹水危害度圖(最小統計區)

4.2.2 脆弱度

新北市的脆弱度圖(圖 56)，由於採用的空間單元為最小統計區，而統計個數的比例會與各鄉鎮市區有所差異，此分析結果顯示，大漢溪北、溪南及貢寮區為高脆弱度之地區。

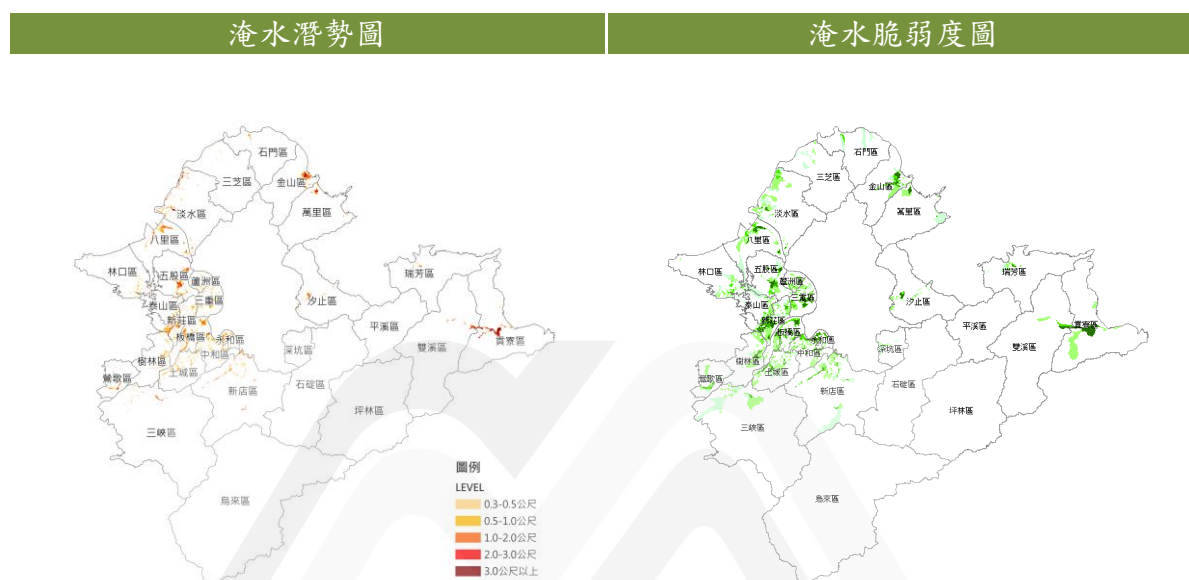


圖 56 新北市淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(最小統計區)

4.2.3 暴露度

由於最小統計區沒有未來人口推估之資料，因此暴露度僅分析出現況的人口統計資料(2019年)。由暴露度圖(如圖 57)顯示，高暴露度區主要集中於大漢溪北及溪南等地區，包含蘆洲區、三重區、新莊區、板橋區、中和區及永和區，尤其以永和區人口密度為最高，其次為蘆洲區。

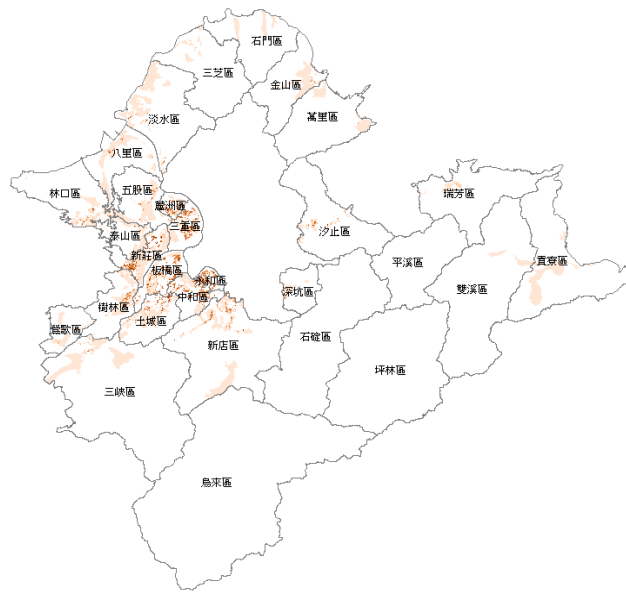


圖 57 新北市暴露度圖(最小統計區)

4.2.4 淹水災害風險

由淹水災害風險圖模式結果中顯示(圖 58)，以三重區、新莊區、板橋區、中和區及永和區為高風險地區，而未來推估(眾數)則增加五股區、蘆洲區、土城區及新店區為高風險地區。在未來推估下，各鄉鎮的災害風險等級都增加，其中以大漢溪北及溪南一帶的地區高風險增加的幅度為最多。

基期(1976-2005 年)

未來推估(2036-2065 年)

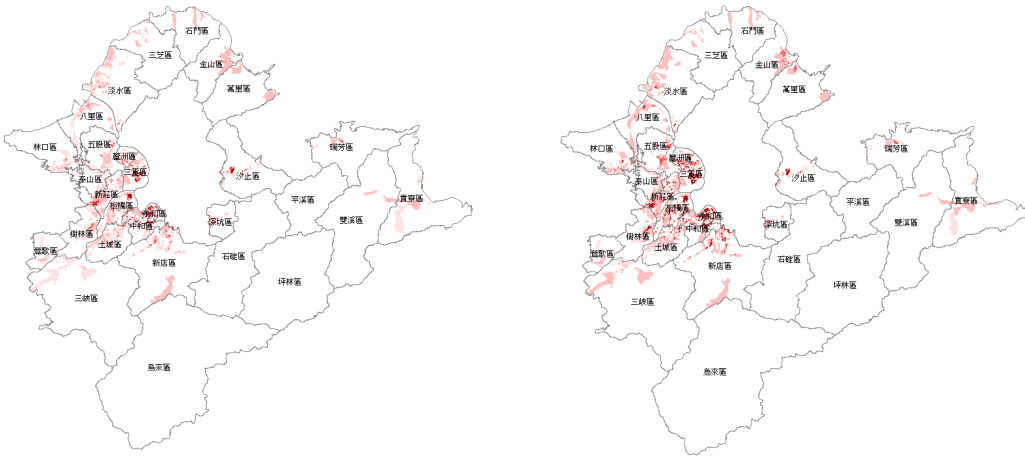
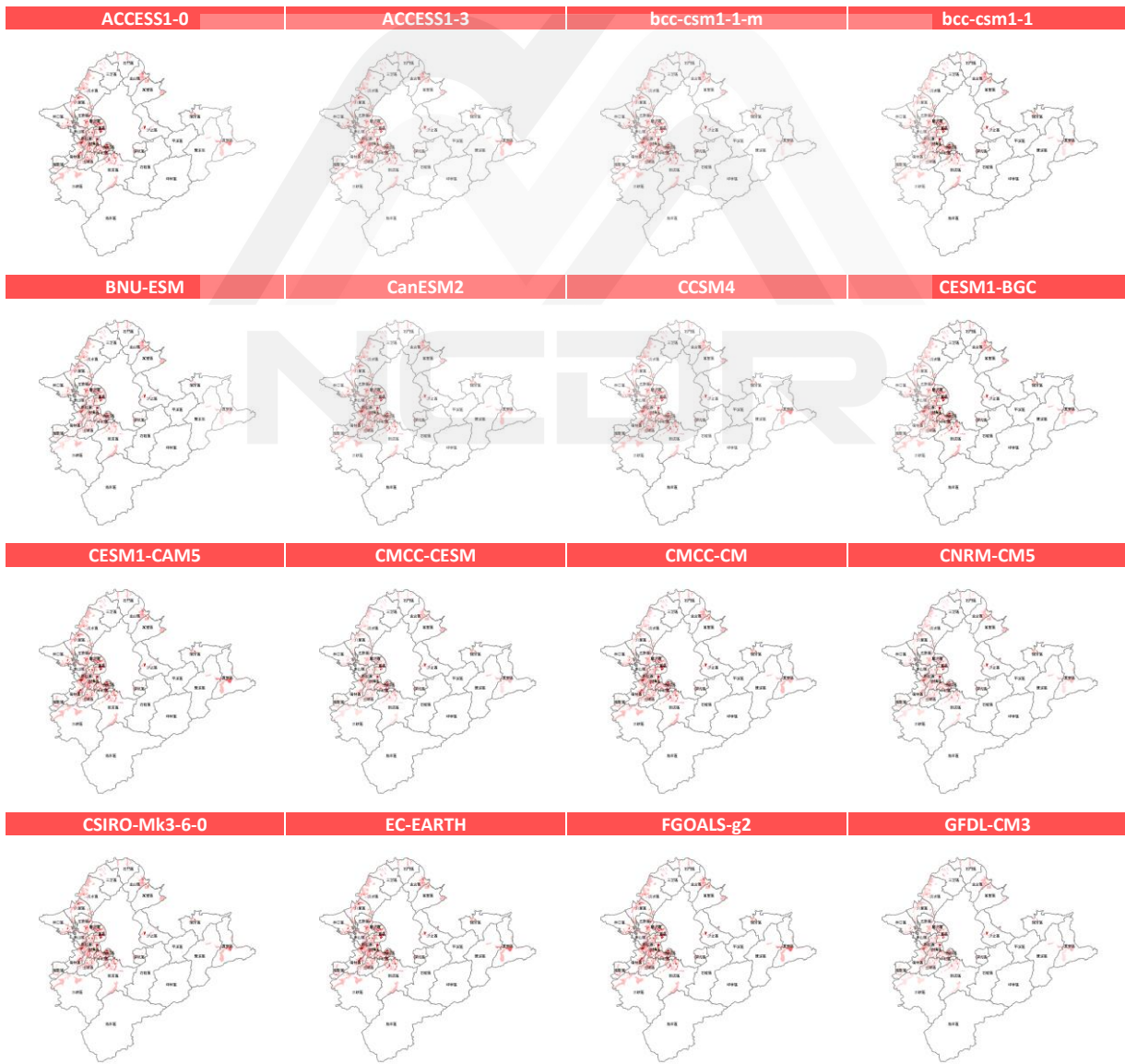


圖 58 新北市淹水災害風險圖(最小統計區)



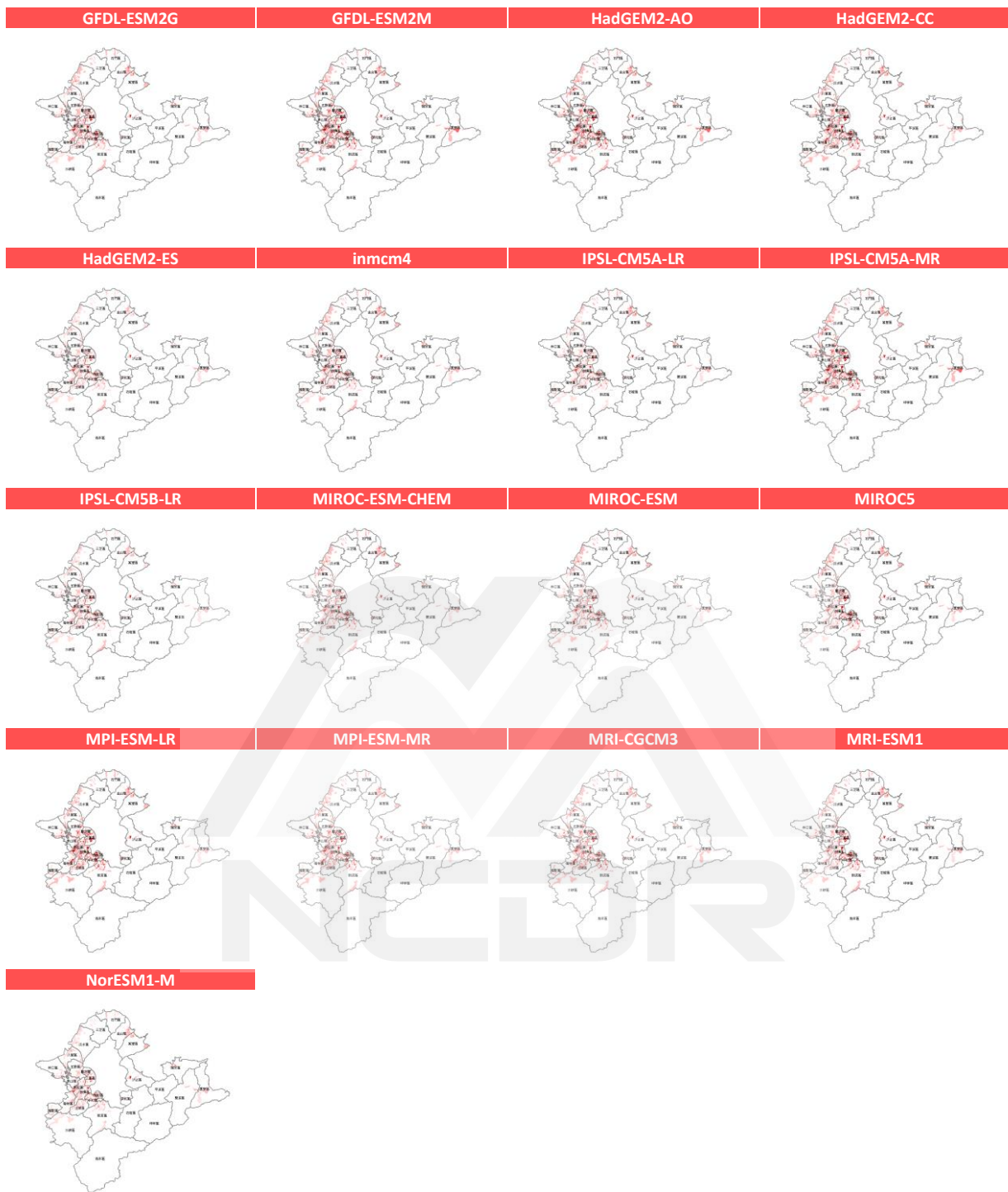


圖 59 新北市多模式淹水災害風險圖(最小統計區)

4.3 網格 5 公里危害-脆弱度圖

在新北市氣候變遷危害-脆弱度圖總表中(如圖 60)，主要展示危害度、脆弱度兩項指標所評估的危害-脆弱度圖，以網格 5 公里的空間單元來分析其高危害-脆弱度區區位。總圖中所展示的危害度及危害-脆弱度的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就新北市淹水危害-脆弱度圖之各指標結果分別說明如下：

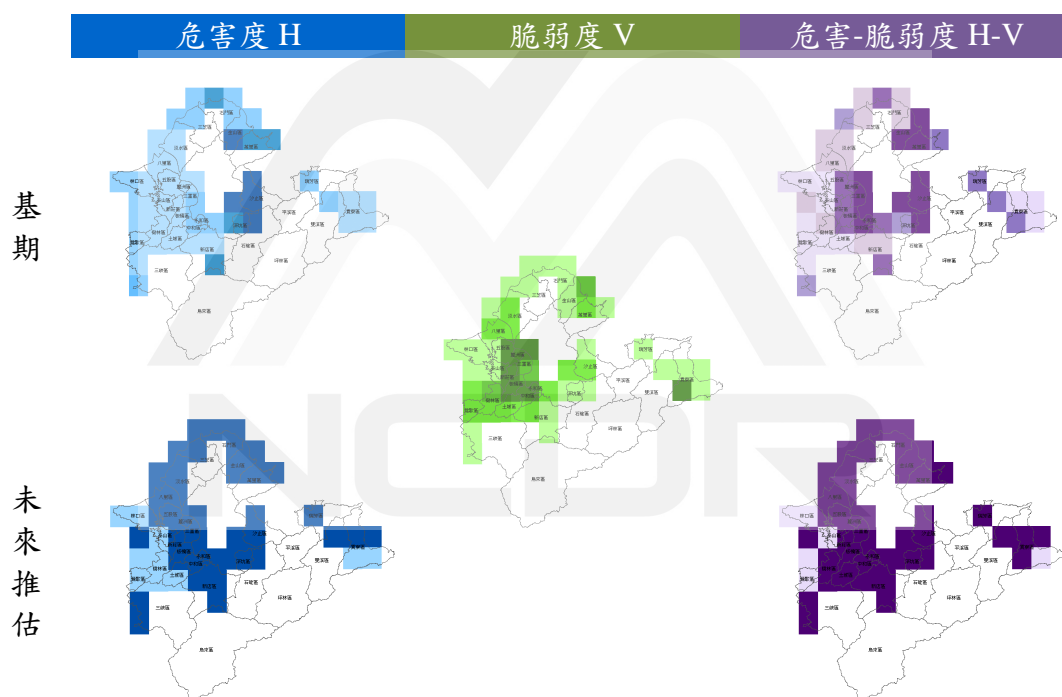


圖 60 新北市淹水危害-脆弱度總圖(網格 5 公里)

4.3.1 危害度

新北市的危害度圖(圖 61)，在基期下，以臺北市東側一帶的網格 5 公里降雨機率較高，包含金山區、萬里區、汐止區、深坑區及石碇區；在未來推估下，為 33 個模式推估之眾數結果，新北市之危害度

降雨機率為增加情形。而比較基期及未來推估危害度的變化結果，以
 新北市西側地區等級變化較大。

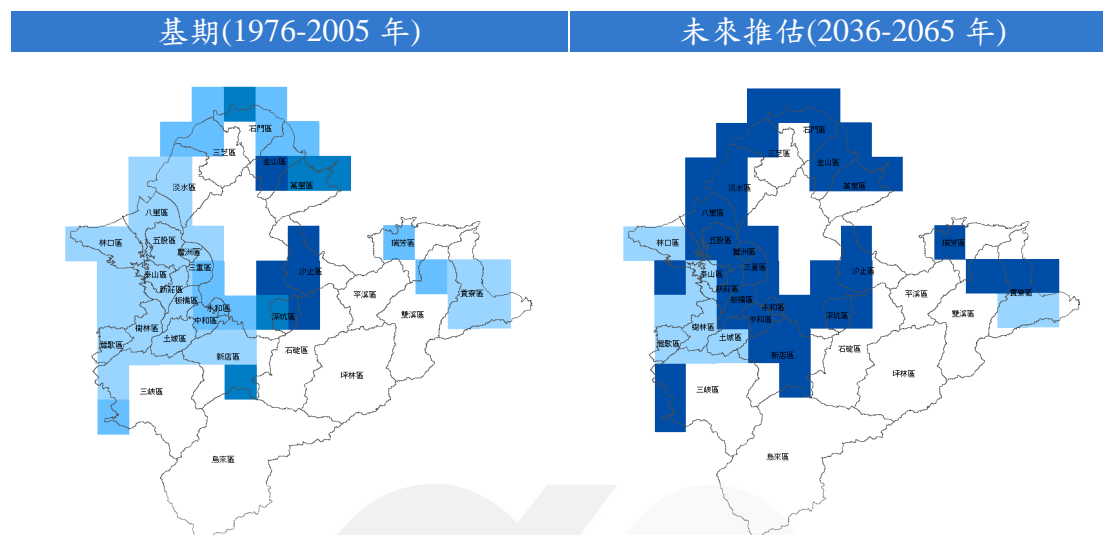
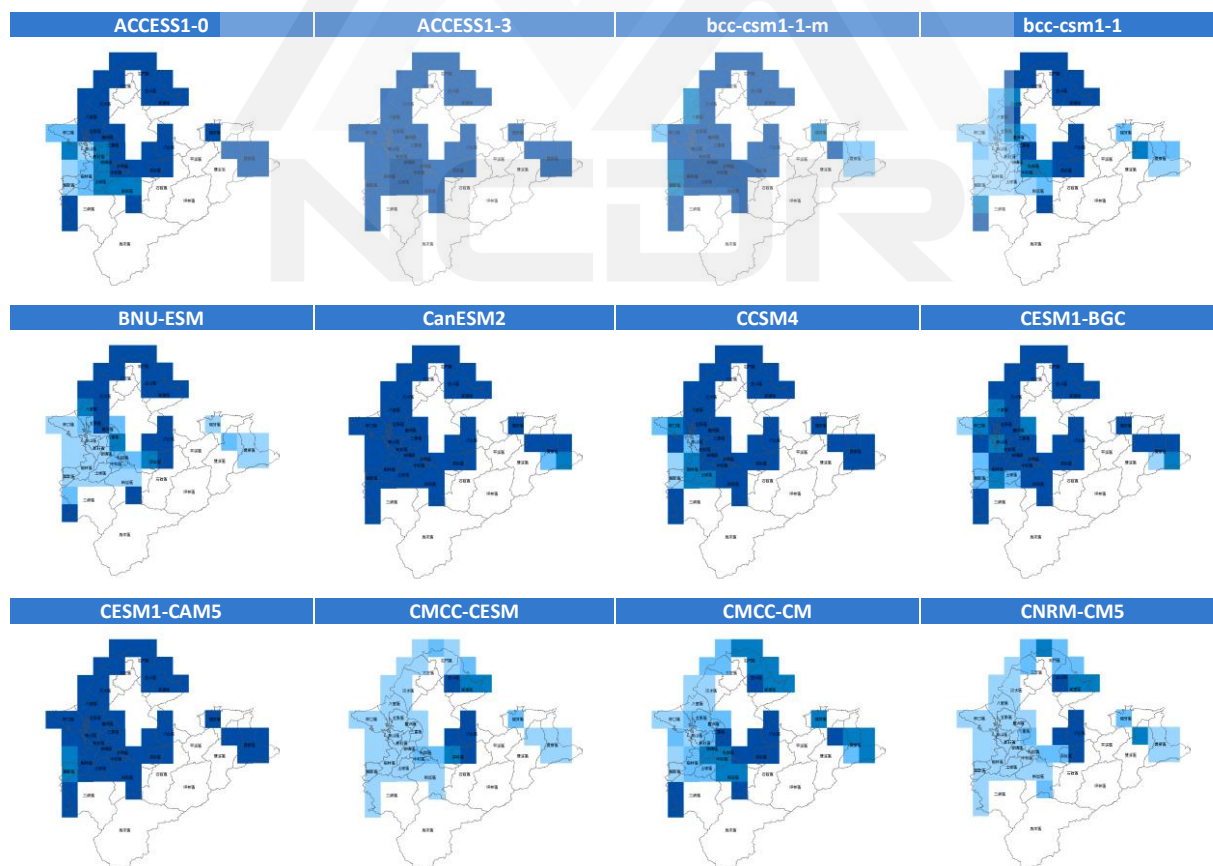


圖 61 新北市淹水危害度圖(網格 5 公里)



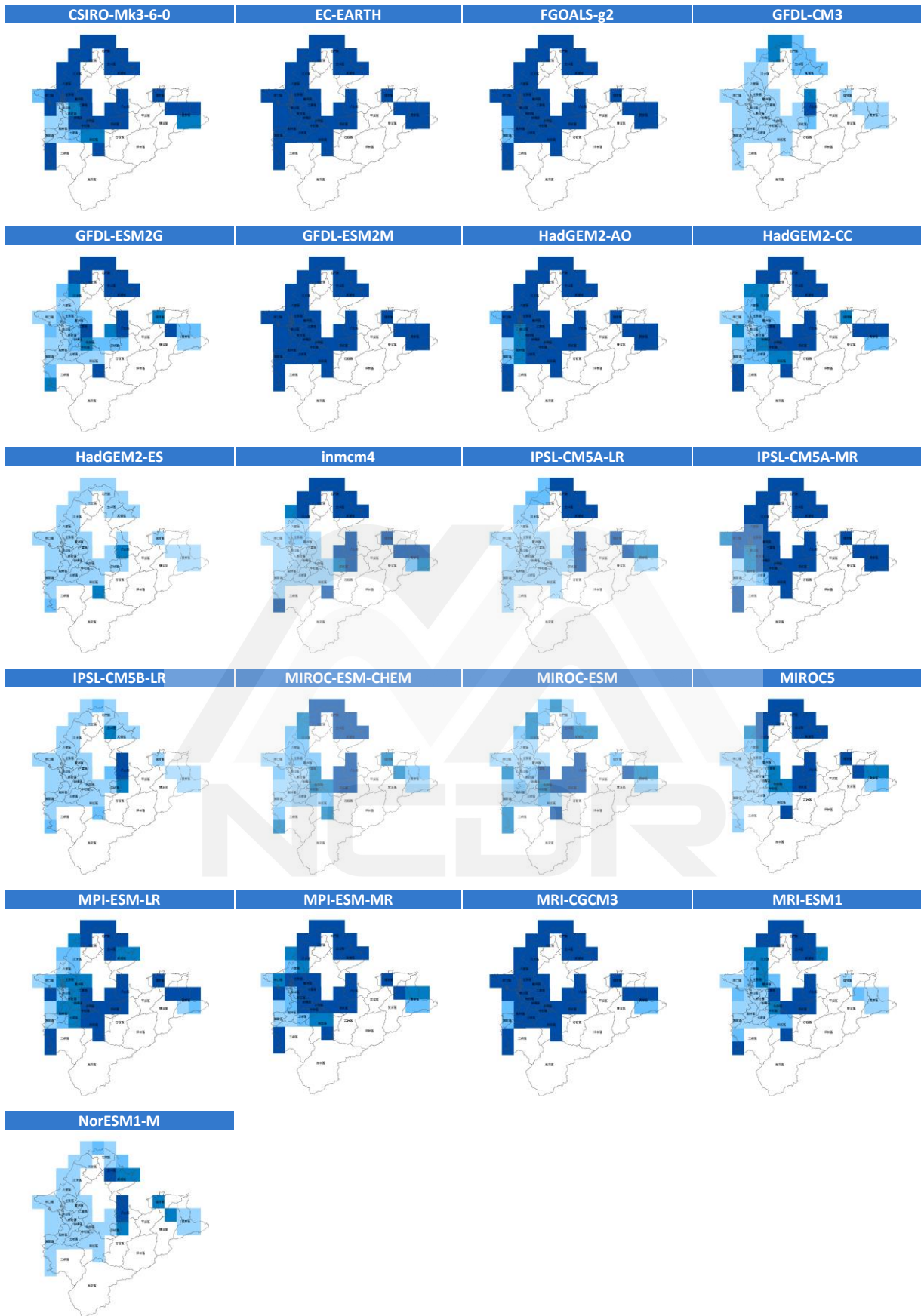


圖 62 新北市多模式淹水危害度圖(網格 5 公里)

4.3.2 脆弱度

以網格 5 公里之空間單元作為淹水脆弱度之分析尺度(如圖 63)，其統計個數的比例會與各鄉鎮市區有所差異，此分析結果顯示，新北市西側一帶及貢寮區南側為高脆弱度之地區。

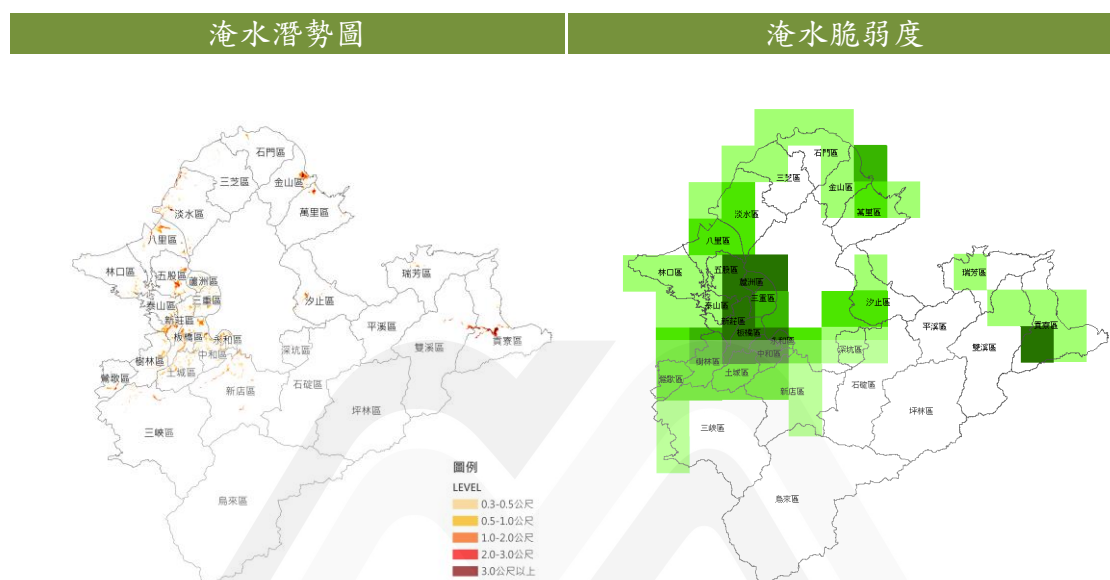


圖 63 新北市淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 5 公里)

4.3.3 淹水危害-脆弱度

在不考慮人口之情況下，以網格 5 公里之空間單元作為淹水危害-脆弱度之分析尺度(如圖 64)。基期以臺北市周邊之危害-脆弱度等級較高；未來推估為 33 個模式推估之眾數結果，其受危害度的影響，使得新北市全區危害-脆弱度等級有明顯增加。比較基期及未來推估危害-脆弱度的變化結果，以新北市西側及東側地區等級變化較大。

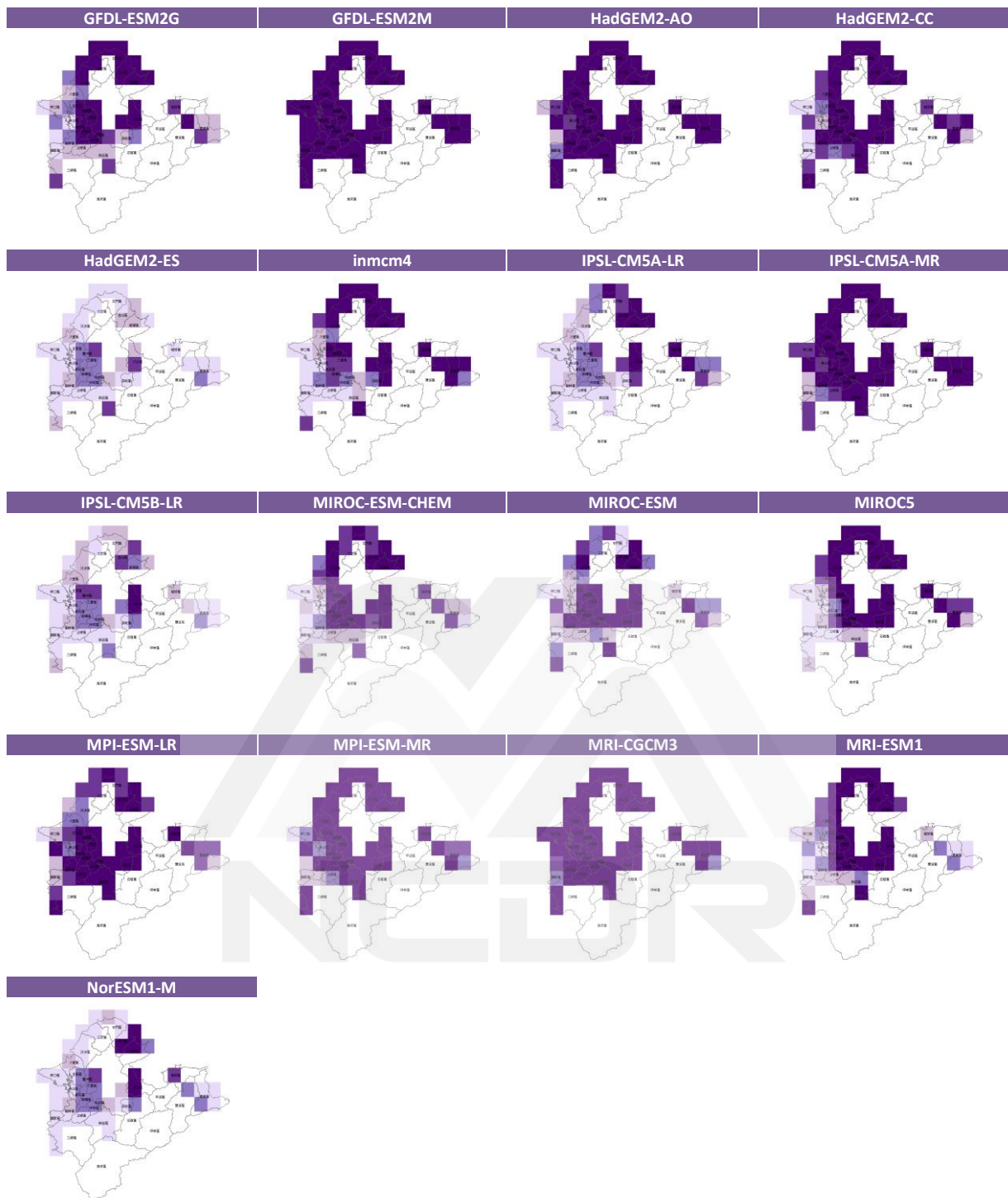


圖 65 新北市多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 5 公里)

4.4 網格 40 公尺危害-脆弱度圖

在新北市氣候變遷危害-脆弱度圖總表中(如圖 66)，主要展示危害度、脆弱度兩項指標所評估的危害-脆弱度圖，以網格 40 公尺的空

間單元來分析其高危害-脆弱度區位置。總圖中所展示的危害度及危害-脆弱度的未來推估圖為統計分析的眾數值，呈現多數模式在該空間範圍的等級，以下就新北市淹水危害-脆弱度圖之各指標結果分別說明如下：

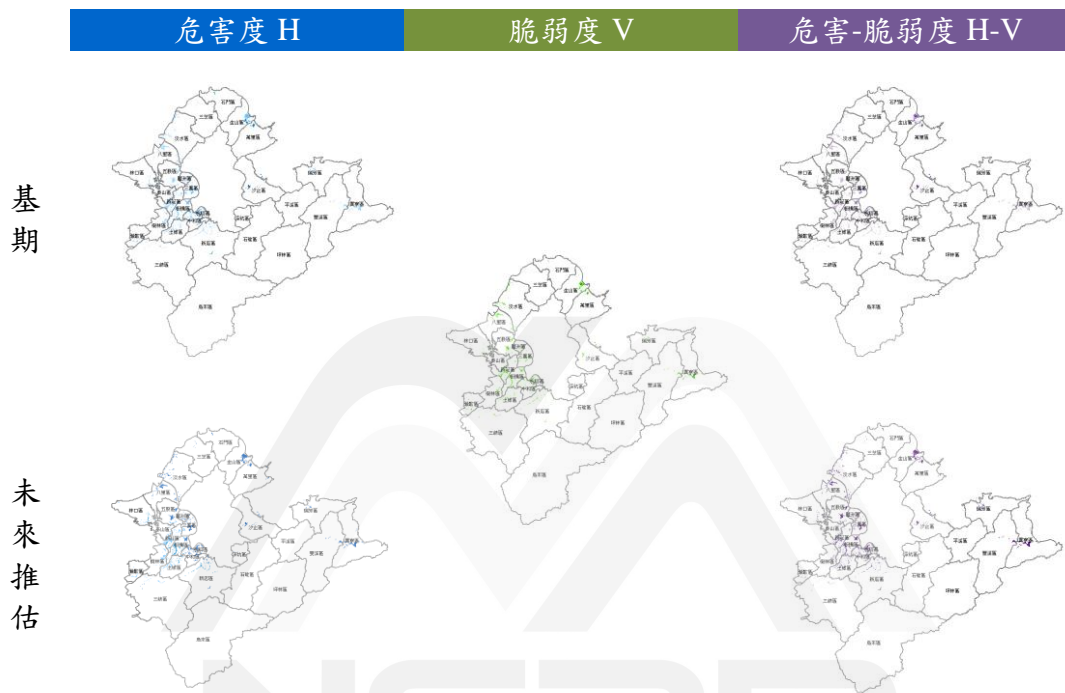


圖 66 新北市淹水危害-脆弱度總圖(網格 40 公尺)

4.4.1 危害度

新北市的危害度圖(圖 67)，在基期下，以臺北市西側一帶的網格 40 公尺降雨機率較高；在未來推估下，為 33 個模式推估之眾數結果，新北市之危害度降雨機率具有增加之情形。而比較基期及未來推估危害度的變化結果，以新北市西側地區等級變化較大。

基期(1976-2005 年)

未來推估(2036-2065 年)

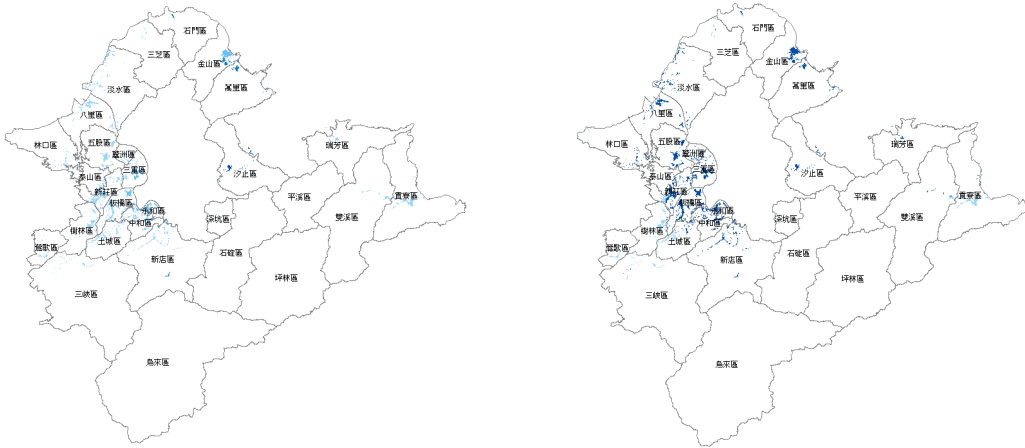
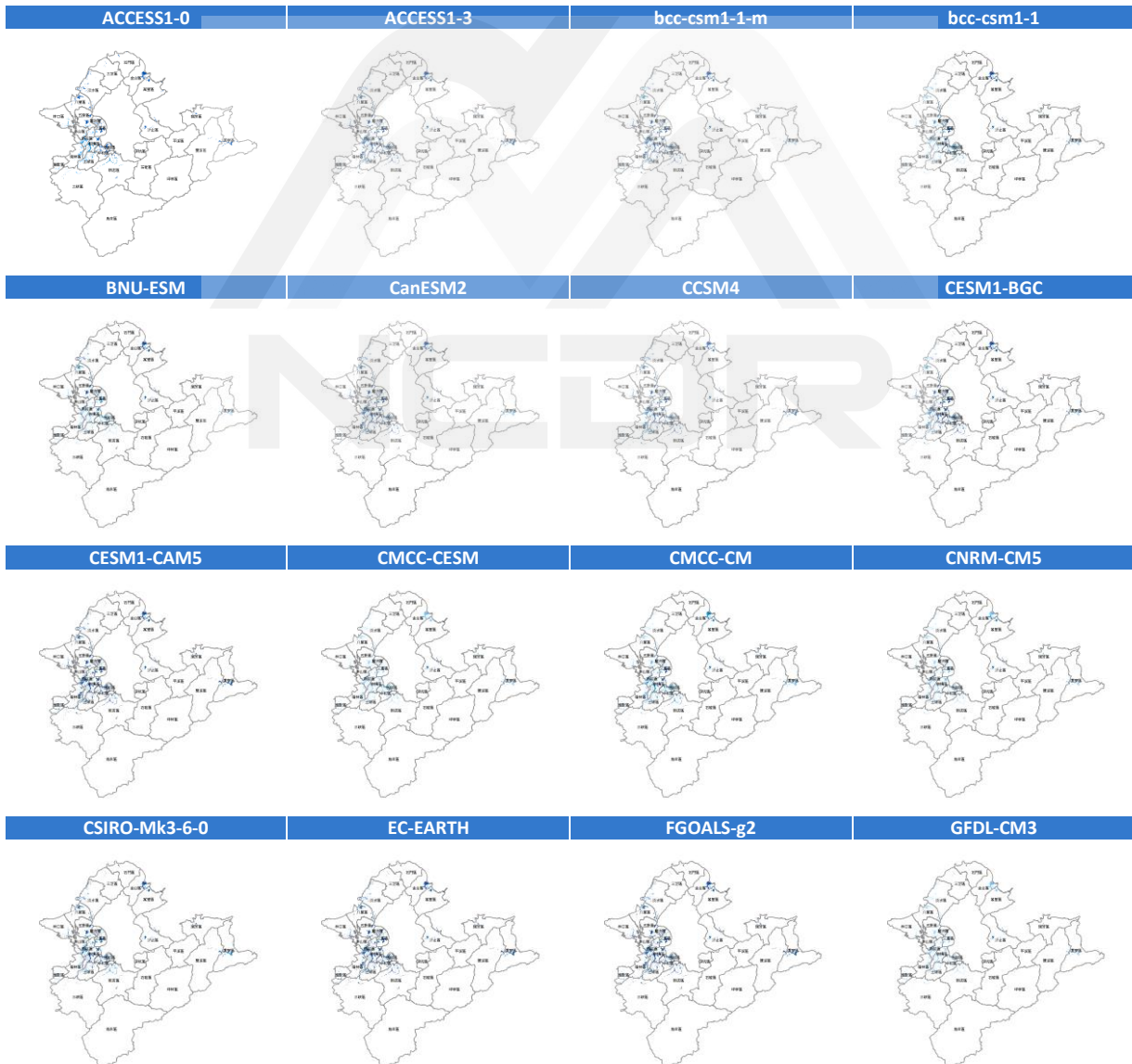


圖 67 新北市淹水危害度圖(網格 40 公尺)



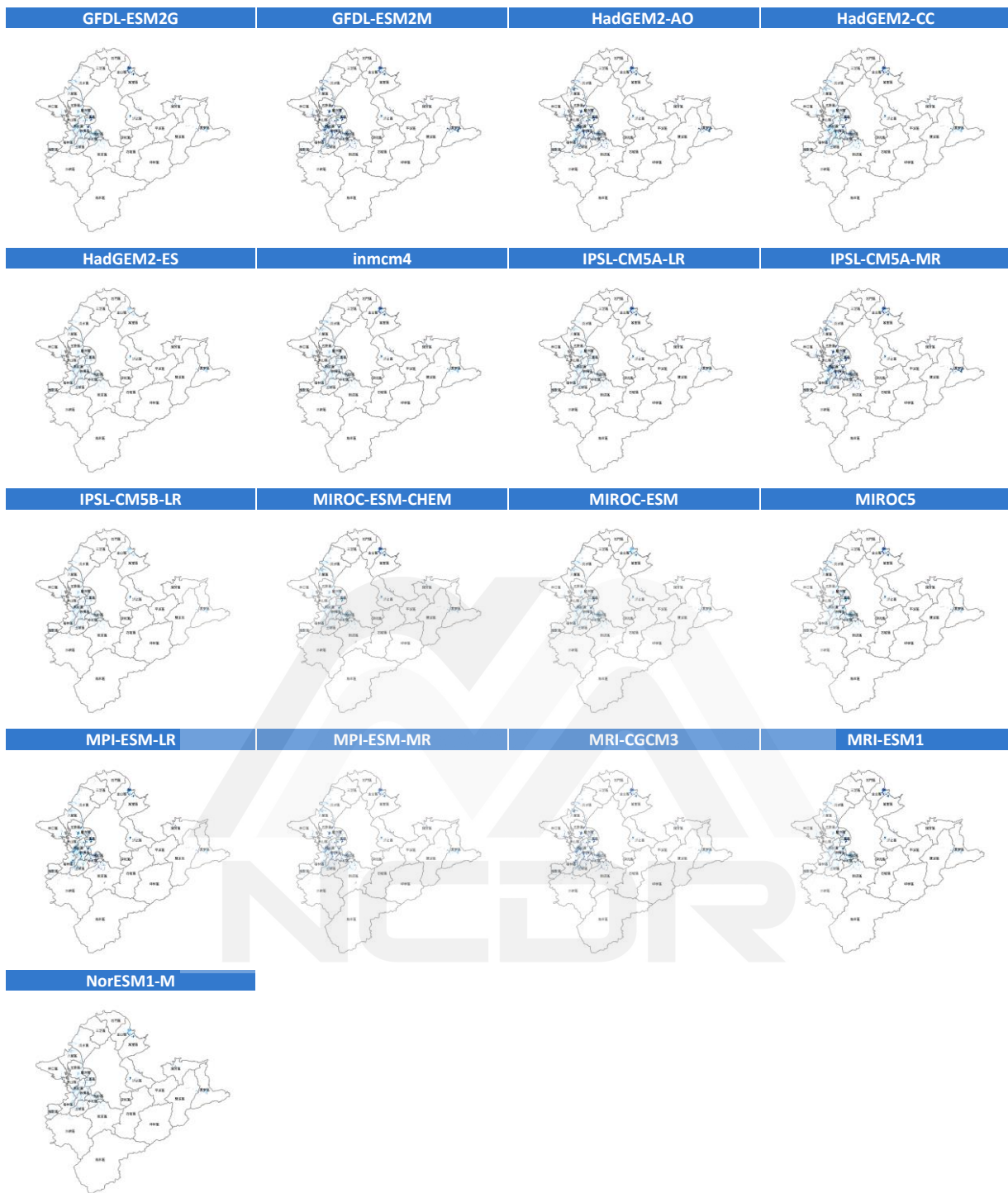


圖 68 新北市多模式淹水危害度圖(網格 40 公尺)

4.4.2 脆弱度

以網格 40 公尺之空間單元作為淹水脆弱度之分析尺度(如圖 69)，其統計個數的比例會與各鄉鎮市區有所差異，此分析結果顯示，大漢

溪北及溪南一帶為高脆弱度之地區。

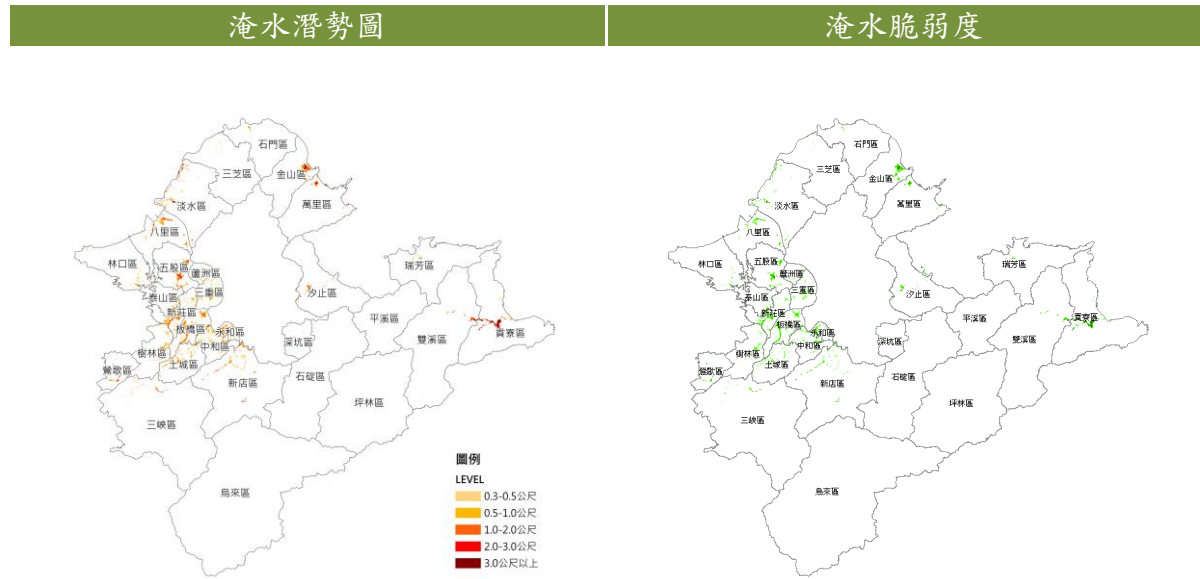


圖 69 新北市淹水潛勢圖及淹水脆弱度圖(網格 40 公尺)

4.4.3 淹水危害-脆弱度

在不考慮人口之情況下，以網格 40 公尺之空間單元作為淹水危害-脆弱度之分析尺度(如圖 70)。基期以臺北市西側一帶之危害-脆弱度等級較高；未來推估為 33 個模式推估之眾數結果，其受危害度的影響，使得金山區、萬里區、淡水區、八里區及臺北市西側一帶等級有明顯增加。比較基期及未來推估危害-脆弱度的變化結果，以新北市西側及北側 地區等級變化較大。

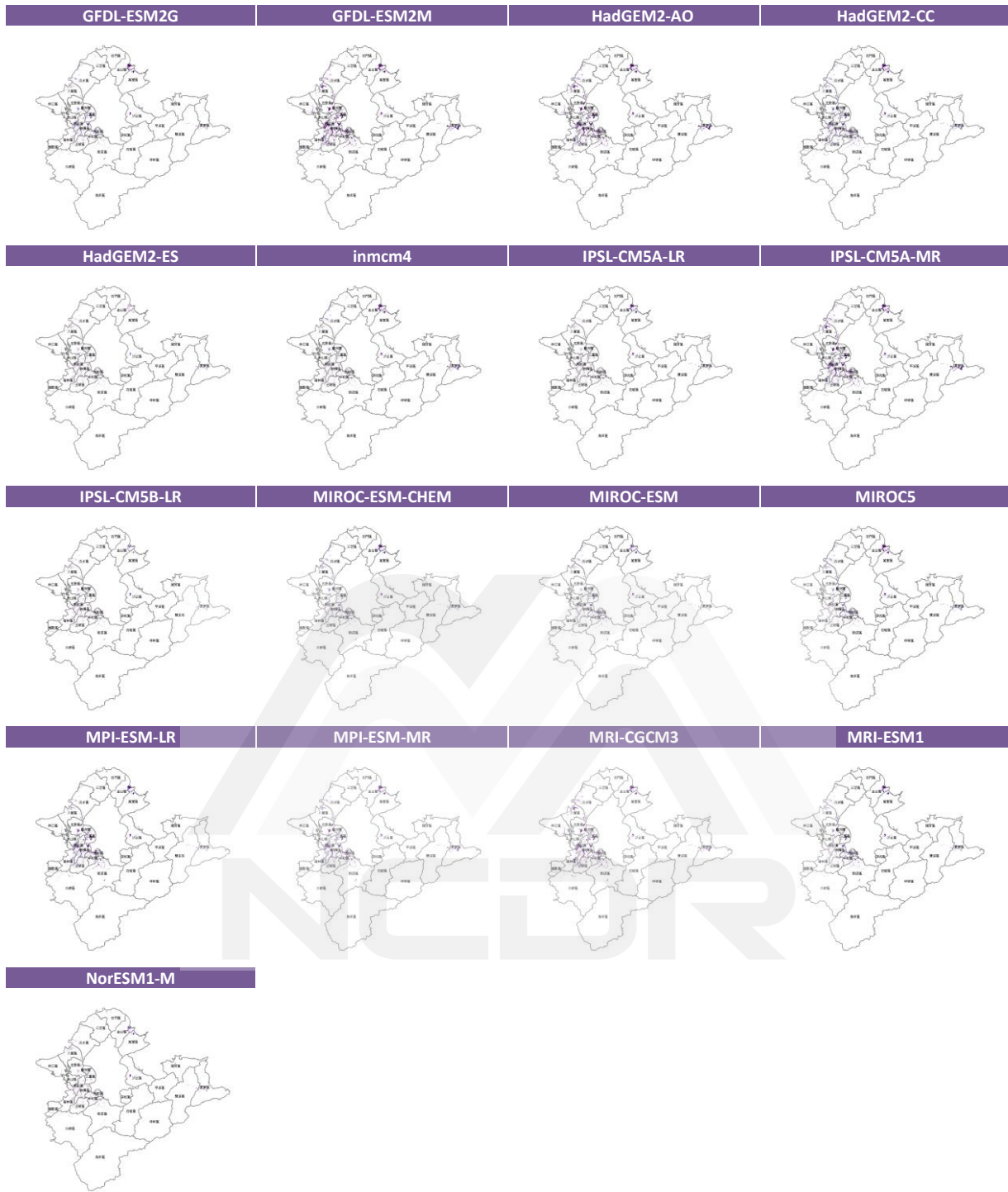
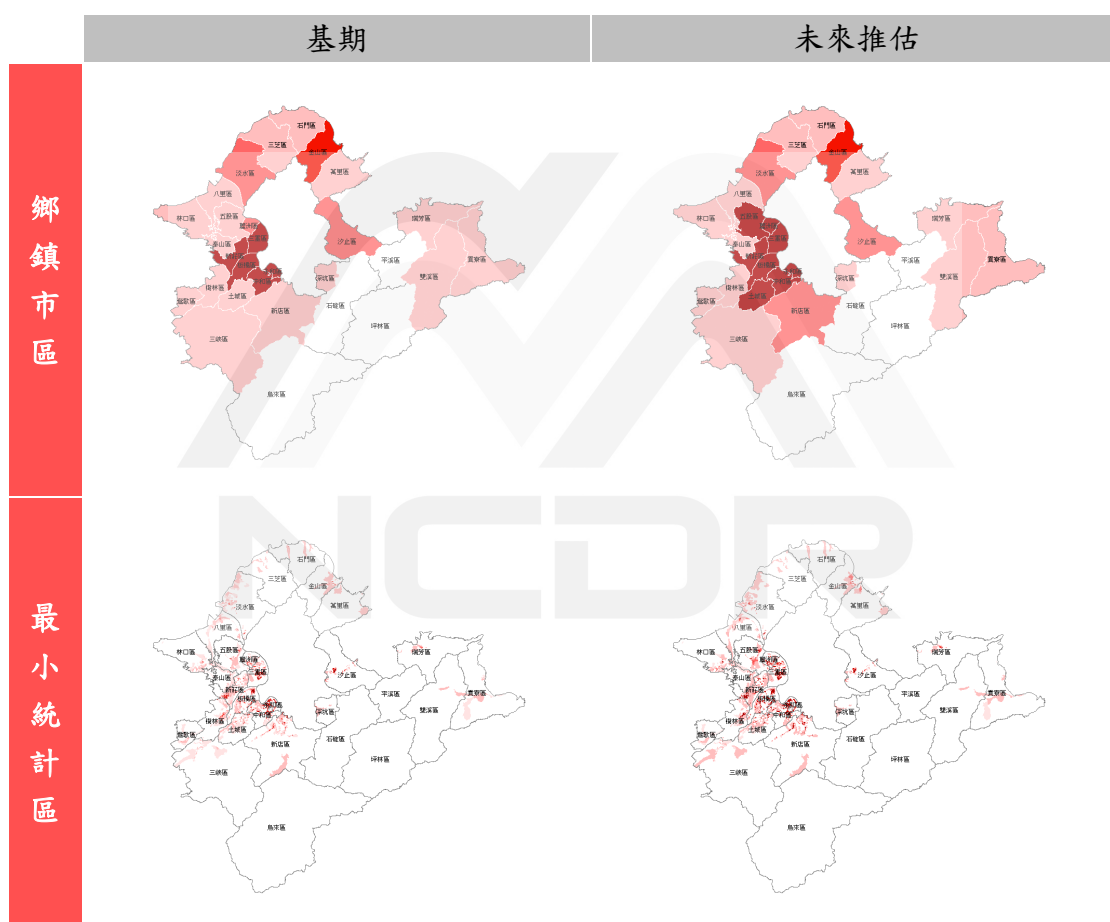


圖 71 新北市多模式淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺)

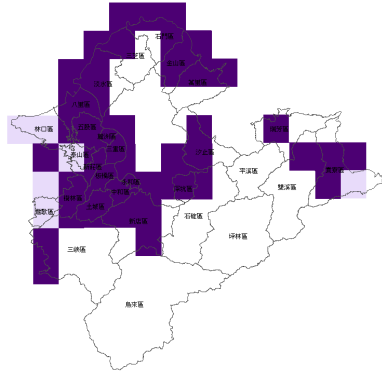
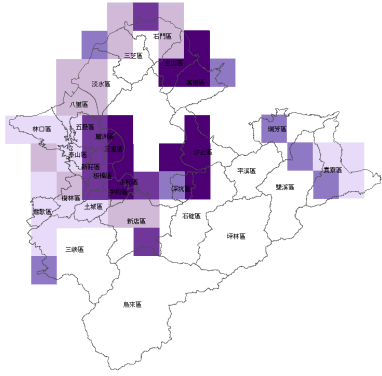
4.5 比較新北市不同空間尺度下淹水災害風險圖

分析四種不同空間尺度(鄉鎮市區、最小統計區、網格 5 公里、網格 40 公尺)下之淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖(圖 72)，由圖可

看出，新北市在最小統計區及網格 40 公尺的空間尺度，資料較細緻化，較少空間均質化的影響，資料易讀性也較高，在套疊區域計畫或計畫範圍較易討論。而在鄉鎮市區及網格 5 公里空間尺度較大關係，會有空間均質化的影響。因此在看縣市的淹水災害風險，較建議使用最小統計區及網格 40 公尺的空間單元來分析。



網格 5 公里



網格 40 公尺

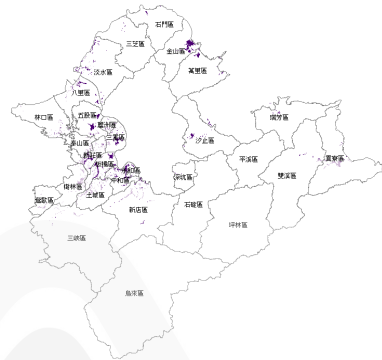
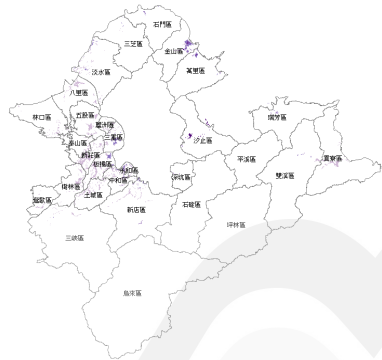


圖 72 新北市不同空間尺度下淹水災害風險圖及危害-脆弱度圖

NCDR

第五章 風險不確定性分析

在風險圖不確定性評估中，分別採用標準差(Standard Deviation, SD)與訊號雜訊比(Signal-to-noise ratio, SNR)呈現模式不確定性，以了解風險等級的可信度。SD 是利用 33 個 GCM 模式的風險等級之變異數的算術平方根所計算的標準差，當 SD 數值越大，代表多數模式計算的風險等級與平均風險等級之數值差距大，多模式結果較不一致，故不確定性越高。而 SNR 則是利用 33 個 GCM 模式評估的風險等級的平均值與標準差的比值表示，當 SNR 的數值越大，則代表該區域多數模式有較一致性的風險等級，故可視為模式一致性較高，其風險等級的可信度也高，使用者進一步應用可參考 SD 數值小或 SNR 數值大的區域，其模式一致性較高，可信度亦較高。

另外，針對 33 個氣候模式風險圖提供不同百分比的風險圖，可將不確性納入決策考量，利用超越機率排序，分別呈現 90%、75%、50%與 5%下的風險等級分佈，表示非常可能發生、很可能發生、可能發生與發生機率較低呈現，可依據需求，選擇要採用多少個模式的結果。

以下針對不同空間尺度，提供鄉鎮市區與最小統計區的風險等級之不確定性分析，而網格 5 公里與網格 40 公尺的則是針對危害-脆弱度探討其不確定性。

5.1 全台風險不確定性分析

5.1.1 鄉鎮市區

1. 風險圖-標準差(SD)

多數模式進行風險標準差分析，繪製風險標準差圖，如圖 73 所示，中部地區標準差等級 3 所占比例較多，標準差大則表示與平均值差異較大，其模式結果不確定性偏高。

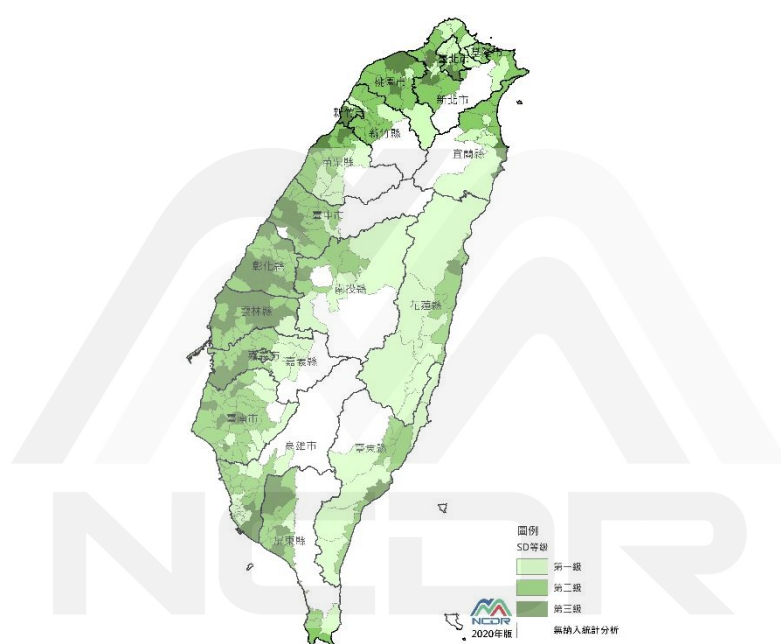


圖 73 全台多模式風險標準差圖(鄉鎮市區)

2. 風險圖-信噪比(SNR)

多數模式進行風險信噪比分析，繪製風險信噪比圖，如圖 74 所示，可看出東部地區 SNR 高的比例較高，即表示此地區模式一致性高，可信度高。

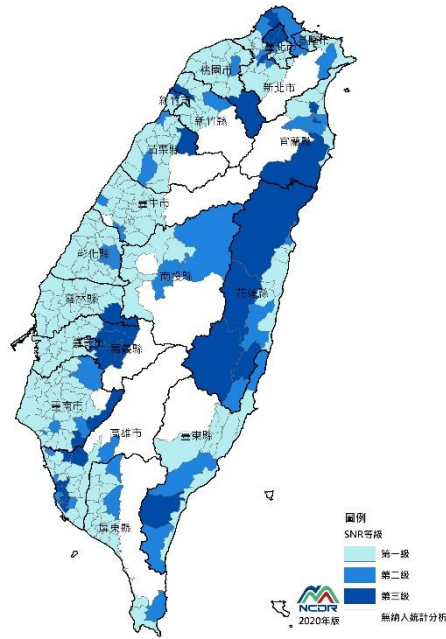


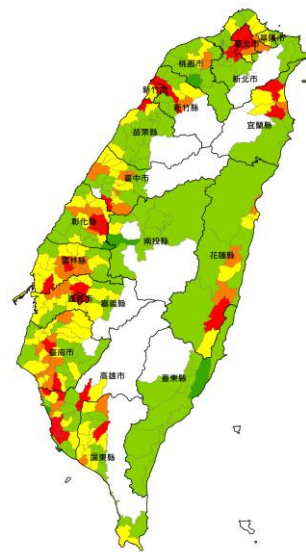
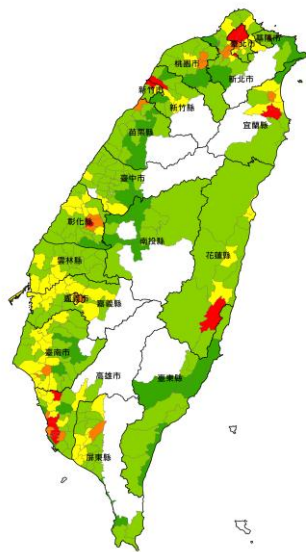
圖 74 全台多模式風險信噪比圖(鄉鎮市區)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 75 所示，依據其可信度，針對全國進一步熱點細部分析與調適評估，建議可依 75% 可信度優先考量，特別是高風險區。在 75% 的風險等級分佈下，可看出主要以中部及南部為高風險區。

非常可能發生(90%)

很可能發生(75%)



可能發生(50%)

發生機率較低(5%)

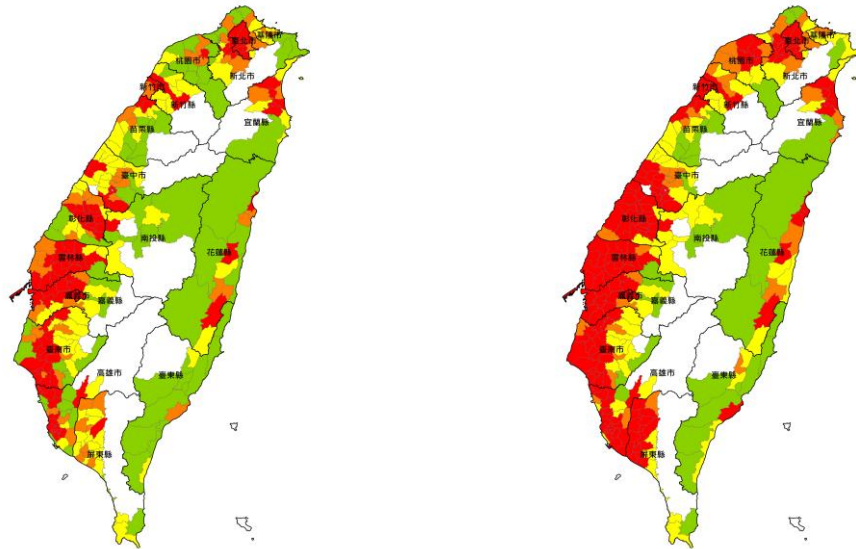


圖 75 全台不同百分比下之風險圖(鄉鎮市區)

5.1.2 最小統計區

1. 風險圖-標準差(SD)

如圖 76 所示，北部地區標準差等級 3 所占比例較多，標準差大則表示與平均值差異較大，其模式結果不確定性偏高。

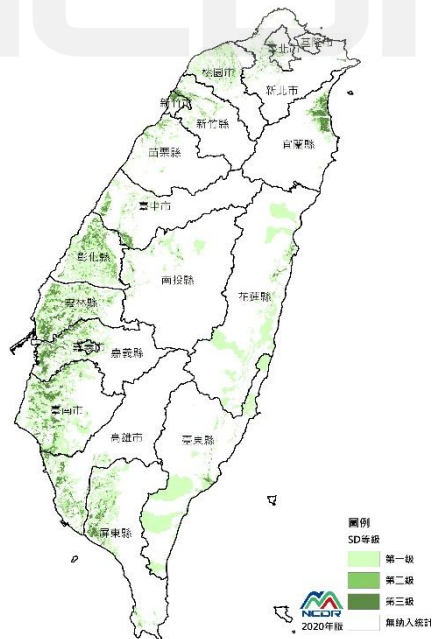


圖 76 全台多模式風險標準差圖(最小統計區)

2. 風險圖-信噪比(SNR)

如圖 77 所示，可看出東部地區 SNR 高的比例較高，即表示此地區模式一致性高，可信度高。

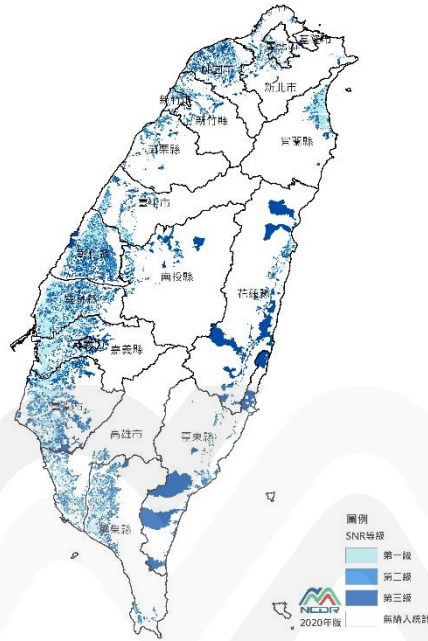


圖 77 全台多模式風險信噪比圖(最小統計區)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 78 所示，依據其可信度，針對全國進一步熱點細部分析與調適評估，建議可依 75% 可信度優先考量，特別是高風險區。在 75% 的風險等級分佈下，可看出主要以中部及南部為高風險區。

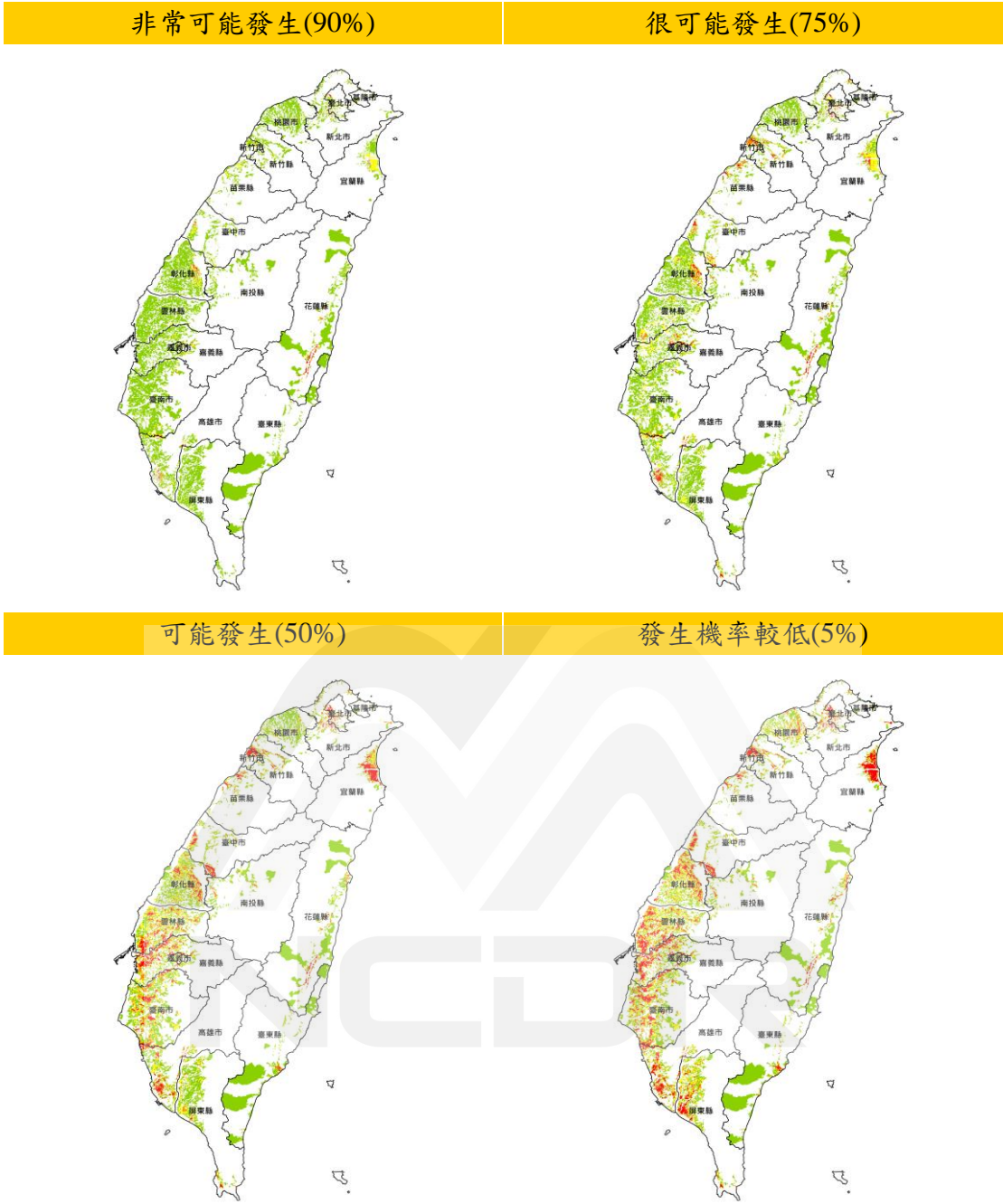


圖 78 全台不同百分比下之風險圖(最小統計區)

5.1.3 網格 5 公里

1. 風險圖-標準差(SD)

如圖 79 所示，北部地區標準差等級 3 所占比例較多，標準差大則表示與平均值差異較大，其模式結果不確定性偏高。

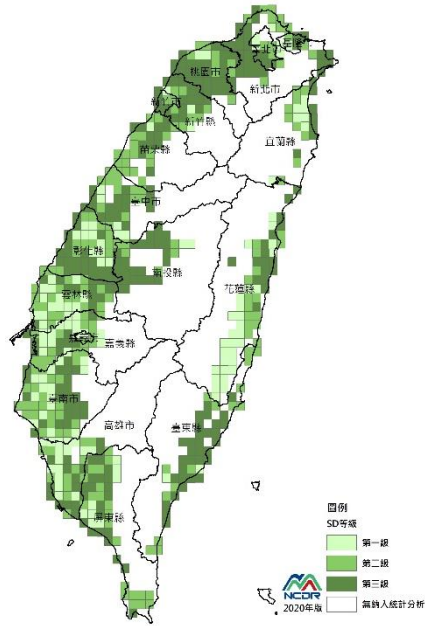


圖 79 全台多模式風險標準差圖(網格 5 公里)

2. 風險圖-信噪比(SNR)

如圖 80 所示，可看出東部地區 SNR 高的比例較高，即表示此地區模式一致性高，可信度高。

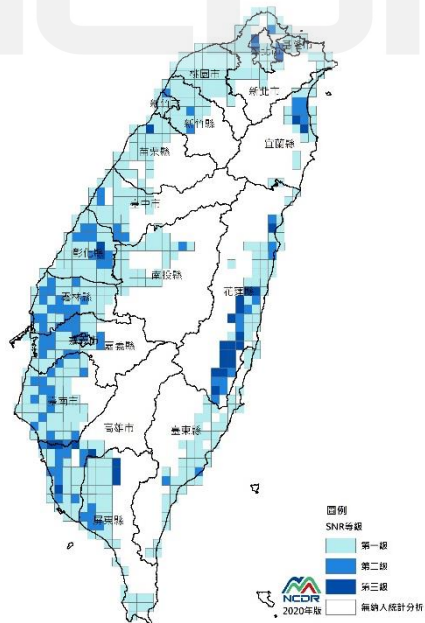


圖 80 全台多模式風險信噪比圖(網格 5 公里)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 81 所示，依據其可信度，針對全國進一步熱點細部分析與調適評估，建議可依 75%可信度優先考量，特別是高危害-脆弱度區。在 75%的風險等級分佈下，可看出主要以中部、南部及東部的花蓮為高危害-脆弱度區。

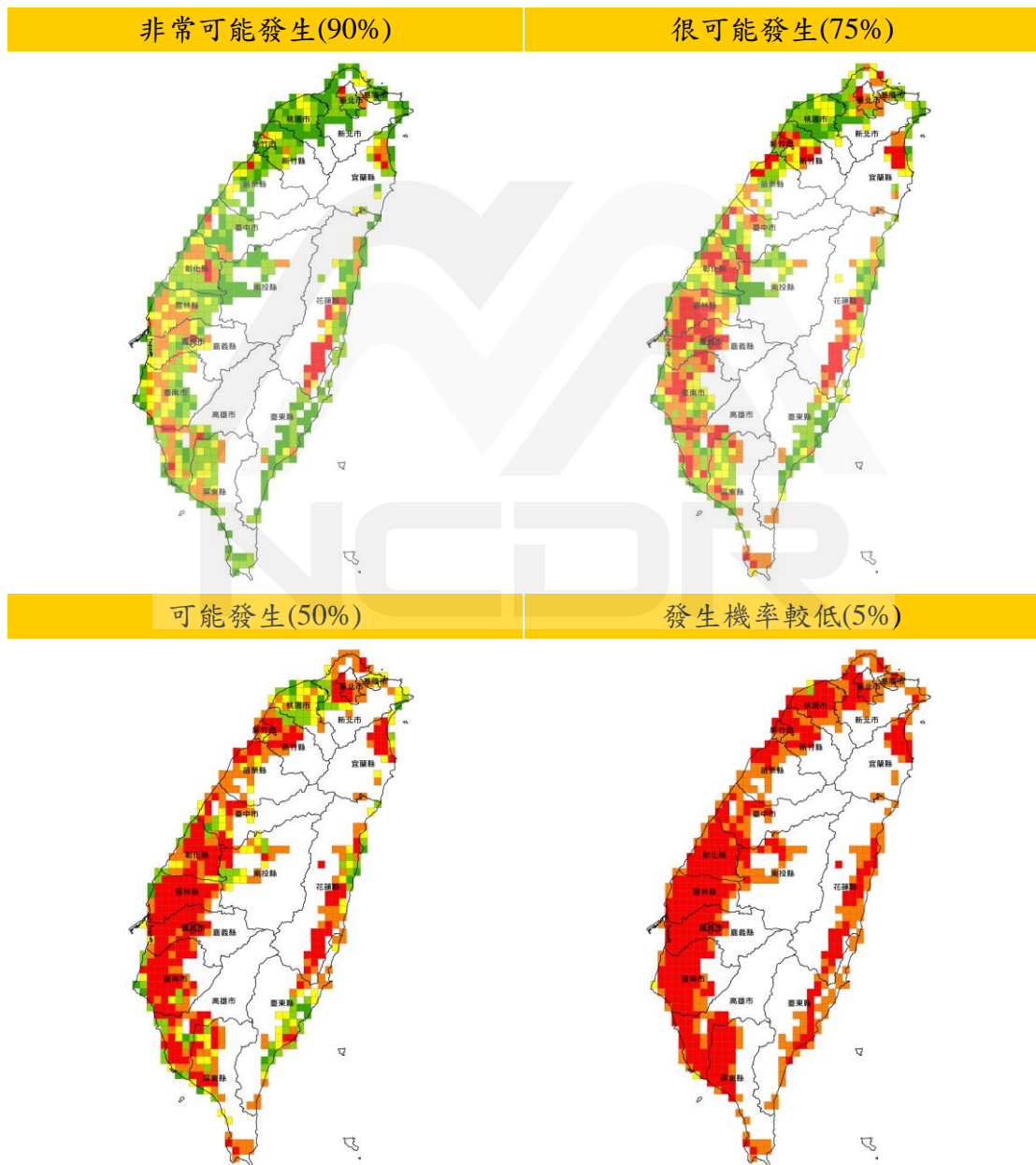


圖 81 全台不同百分比下之風險圖(網格 5 公里)

5.1.4 網格 40 公尺

1. 風險圖-標準差(SD)

如圖 82 所示，中部地區標準差等級 3 所占比例較多，標準差大則表示與平均值差異較大，其模式結果不確定性偏高。



2. 風險圖-信噪比(SNR)

如圖 83 所示，可看出東部地區 SNR 高的比例較高，即表示此地區模式一致性高，可信度高。

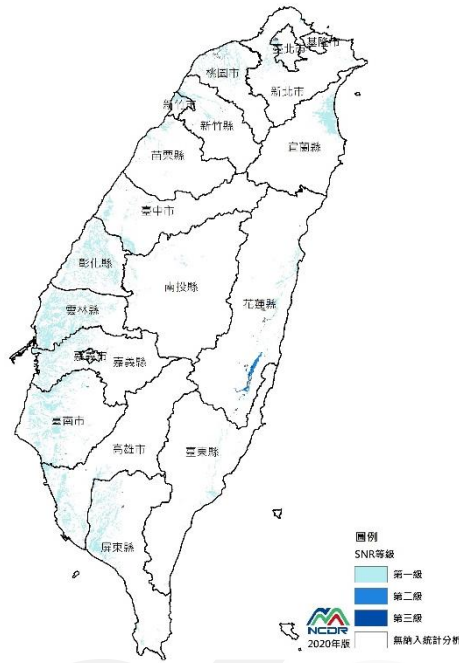


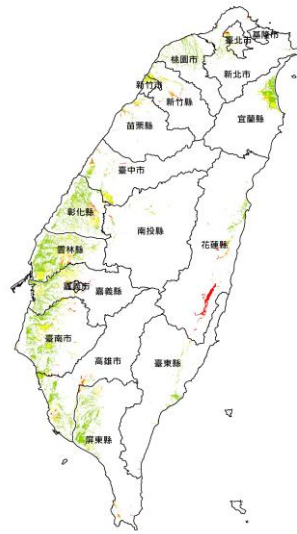
圖 83 全台多模式風險信噪比圖(網格 40 公尺)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 84 所示，依據其可信度，針對全國進一步熱點細部分析與調適評估，建議可依 75% 可信度優先考量，特別是高風險區。在 75% 的風險等級分佈下，可看出主要以中部、南部及東部的花蓮為高危害-脆弱度區。

非常可能發生(90%)

很可能發生(75%)



可能發生(50%)

發生機率較低(5%)

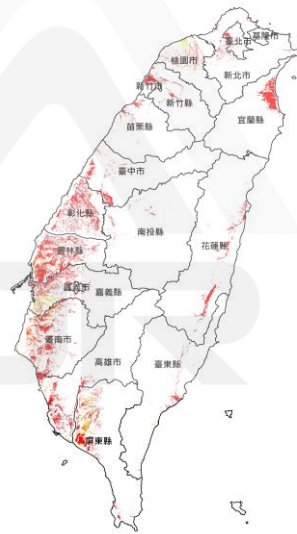
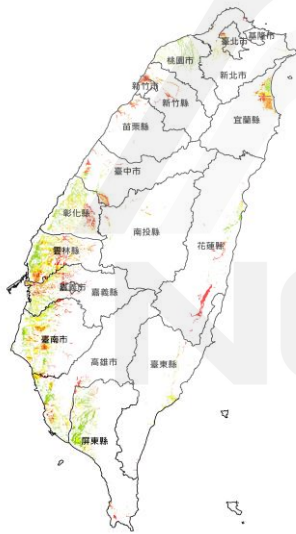


圖 84 全台不同百分比下之風險圖(網格 40 公尺)

5.2 縣市版風險不確定性分析

5.2.1 鄉鎮市區

1. 風險圖-標準差(SD)

多數模式進行風險標準差分析，繪製風險標準差圖，如圖 85 所示，新北市西側地區標準差等級 3 所占的比例較多，包含八里區、五股區、蘆洲區、泰山區、樹林區、土城區。其標準差越大則表示與平均值差異越大，造成模式結果不確定性偏高。

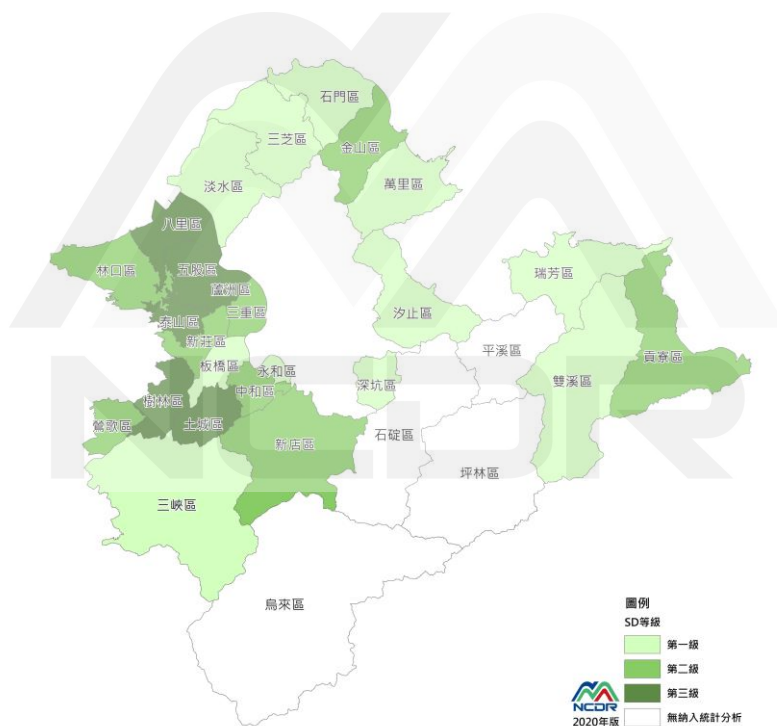


圖 85 新北市多模式風險標準差圖(鄉鎮市區)

2. 風險圖-信噪比(SNR)

多數模式進行風險信噪比分析，繪製風險信噪比圖，如圖 86 所示，可看出除了西側地區之八里區、五股區、泰山區、樹林區、

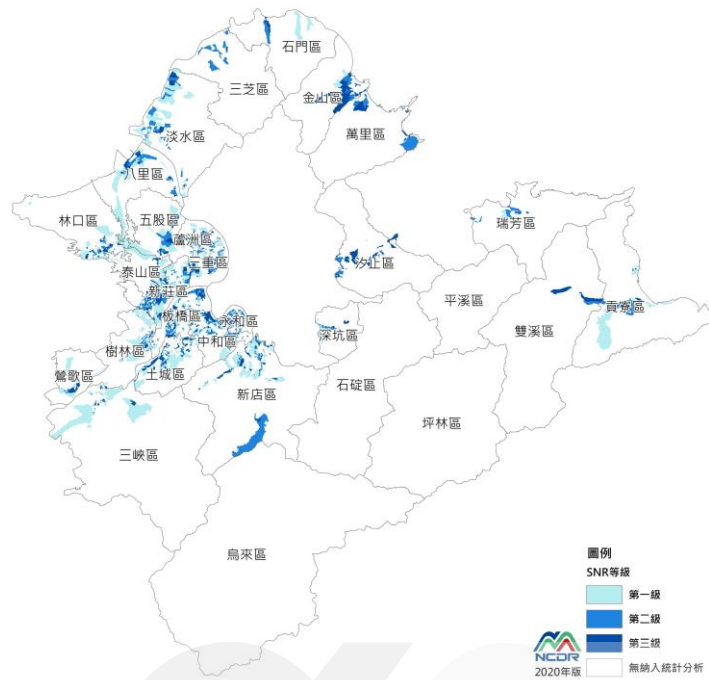


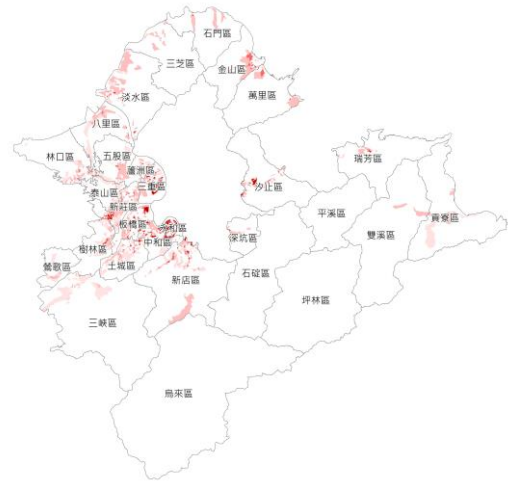
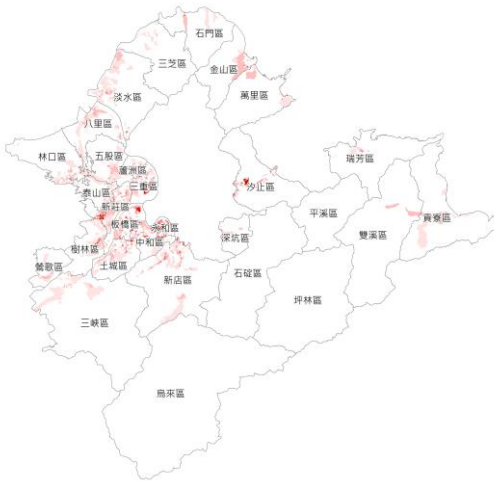
圖 89 新北市多模式風險信噪比圖(最小統計區)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 90 所示，依據其可信度，針對新北市做進一步熱點細部分析與調適評估，並建議可依 75% 可信度優先考量，特別是高風險區。在 75% 的風險等級分佈下，可看出主要以溪北的三重、新莊區及溪南的板橋、中和、永和區為高風險區。

非常可能發生(90%)

很可能發生(75%)



可能發生(50%)

發生機率較低(5%)

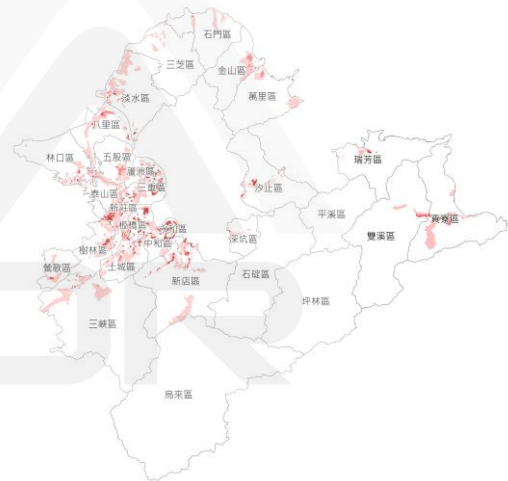


圖 90 新北市不同百分比下之風險圖(最小統計區)

5.2.3 網格 5 公里

1. 風險圖-標準差(SD)

多數模式進行風險標準差分析，繪製風險標準差圖，如圖 91 所示，新北市西側、部分東側地區標準差等級 3 所占的比例較多。其標準差越大則表示與平均值差異越大，造成模式結果不確定性偏高。

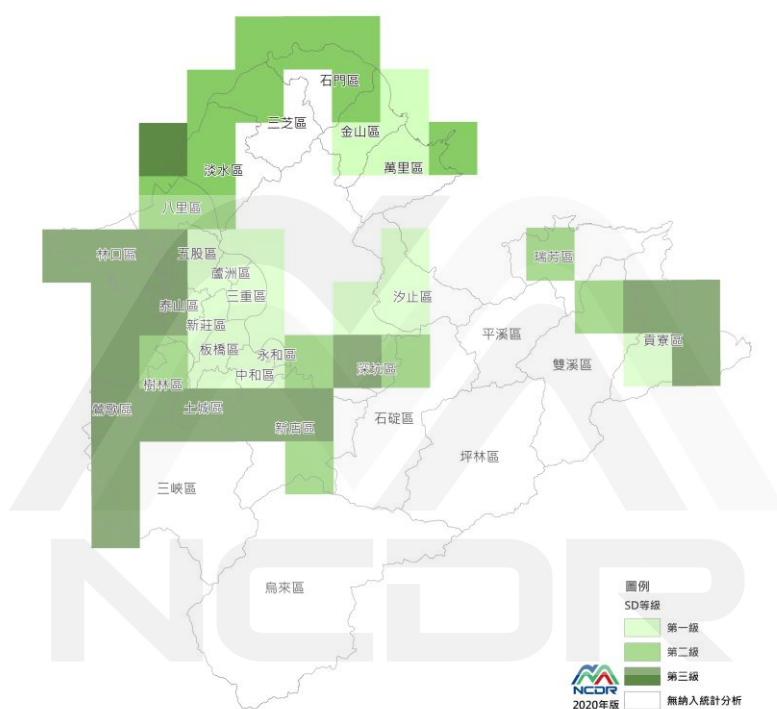


圖 91 新北市多模式風險標準差圖(網格 5 公里)

2. 風險圖-信噪比(SNR)

多數模式進行風險信噪比分析，繪製風險信噪比圖，如圖 92 所示，可看出鄰近臺北市西側、部分東側；以及新北市東北角位置之 SNR 等級較高，即表示此地區模式一致性高，可信度也高。

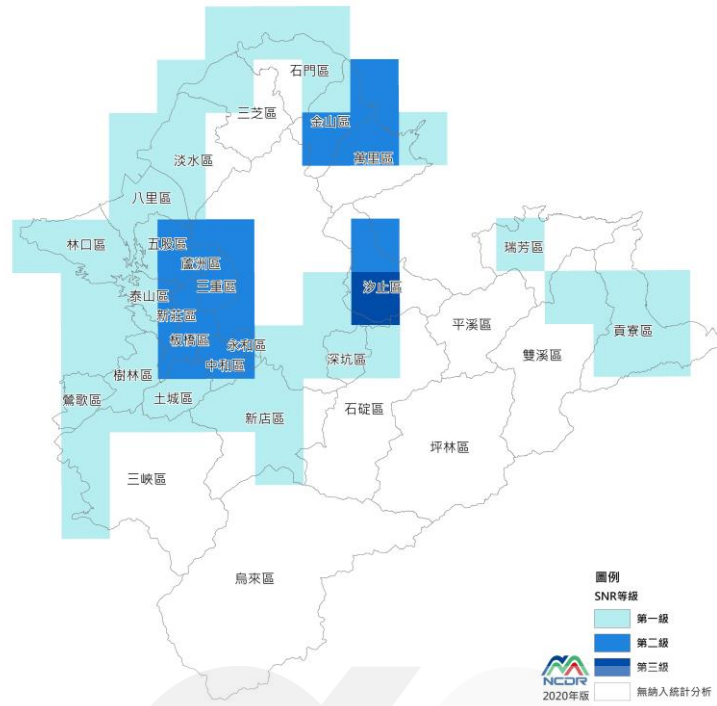


圖 92 新北市多模式風險信噪比圖(網格 5 公里)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 93 所示，依據其可信度，針對新北市做進一步熱點細部分析與調適評估，並建議可依 75% 可信度優先考量，特別是高危害-脆弱度區。在 75% 的風險等級分佈下，可看出除了溪北及溪南地區還有金山、萬里、汐止區為高危害-脆弱度區。

5.2.4 網格 40 公尺

1. 風險圖-標準差(SD)

多數模式進行風險標準差分析，繪製風險標準差圖，如圖 94 所示，新北市西側地區標準差等級 3 所占的比例較多。其標準差越大則表示與平均值差異越大，造成模式結果不確定性偏高。

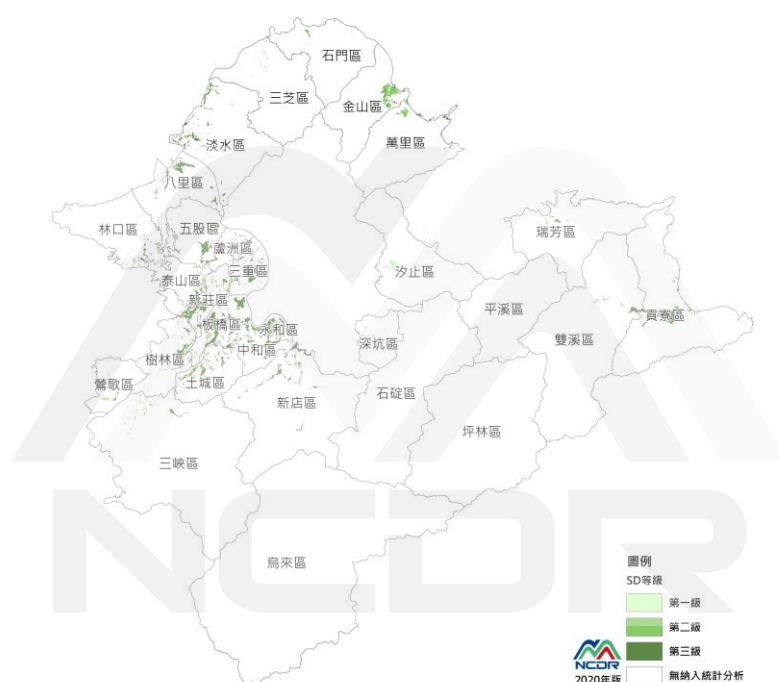


圖 94 新北市多模式風險標準差圖(網格 40 公尺)

2. 風險圖-信噪比(SNR)

多數模式進行風險信噪比分析，繪製風險信噪比圖，如圖 95 所示，可看出鄰近臺北市部分東側地區以及新北市東北角位置之 SNR 等級較高，即表示此地區模式一致性高，可信度也高。

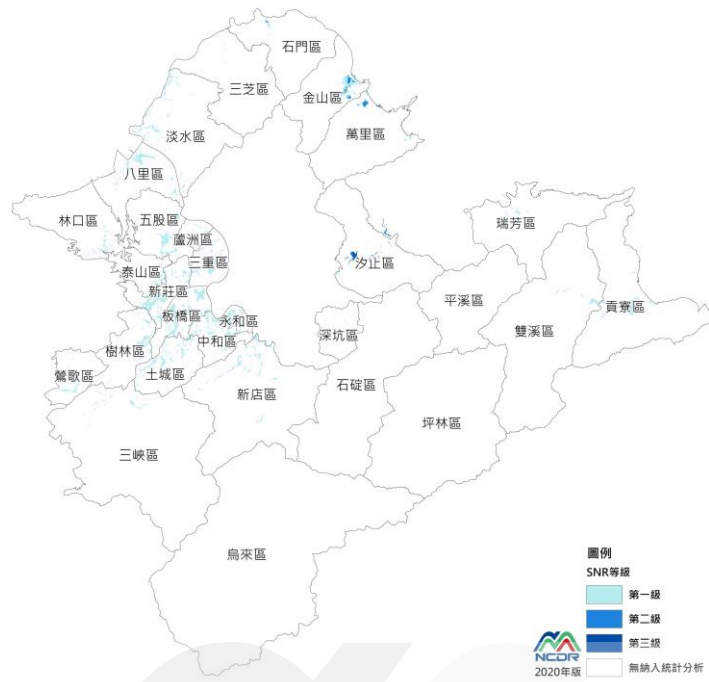


圖 95 新北市多模式風險信噪比圖(網格 40 公尺)

3. 風險圖-不同百分比

如圖 96 所示，依據其可信度，針對新北市做進一步熱點細部分析與調適評估，並建議可依 75% 可信度優先考量，特別是高風險區。在 75% 的風險等級分佈下，可看出除了溪北及溪南地區還有金山、萬里、汐止區為高危害-脆弱度區。

非常可能發生(90%)

很可能發生(75%)



可能發生(50%)

發生機率較低(5%)

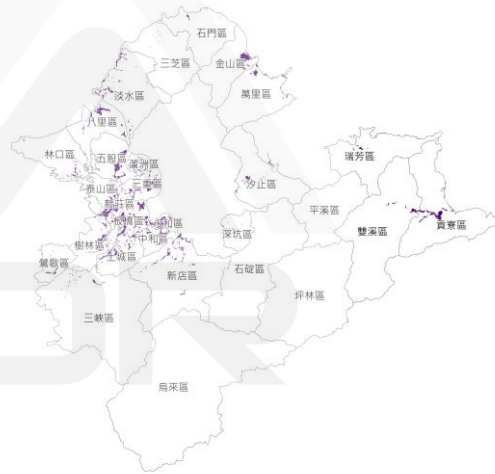
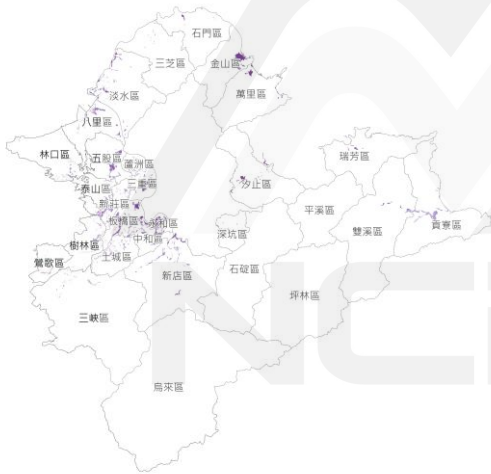


圖 96 新北市不同百分比下之風險圖(網格 40 公尺)

第六章 淹水災害風險圖資之應用

6.1 全臺淹水災害風險圖之應用

《國土計畫法》立法目的在於「因應氣候變遷，為了保護珍貴自然環境與人文資產，促進資源與產業合理配置，強化國土整合管理機制，並復育環境敏感與國土破壞地區，追求國家永續發展」。為強化土地使用分區的功能及功能分區之定位，國土將按環境資源特性及發展需求劃分，分別為國土保育地區、海洋資源地區、農業發展地區及城鄉發展地區(如圖 97)。

在國土空間發展策略中的天然防治策略提到”針對淹水、坡地崩塌、土壤液化、土石流、海嘯等天然災害，將從防災及減災兩部分推動。” 防災-以河川流域為範圍進行整體治理，積極整備防災據點等基礎設施，針對高潛勢地區應避免設置重大公共設施。減災-透過防救災資料庫，指認高災害潛勢、風險地區，作為規劃城鄉發展範圍的重要參考。

因此將國土計畫四大分區圖來套疊不同災害風險圖以了解各災害下哪些地區可能面臨高災害潛勢及風險。例如，將空間尺度為網格 5 公里的淹水危害-脆弱度圖套疊於農業發展地區，如圖 98 所示，可看出哪些農業產業範圍可能為高淹水危害-脆弱度區。而套疊城鄉發展區圖則採用空間尺度為鄉鎮市區的淹水災害風險圖，如圖 99 所示，

通常也是人口較密集地區，也可了解哪些地區可能為高風險區，需積極整備防災據點、避免重大公共設施開發或提早規劃改善措施，以降低災害風險。



圖 97 國土功能分區圖(資料來源：國土計畫摘要本，營建署(2019))

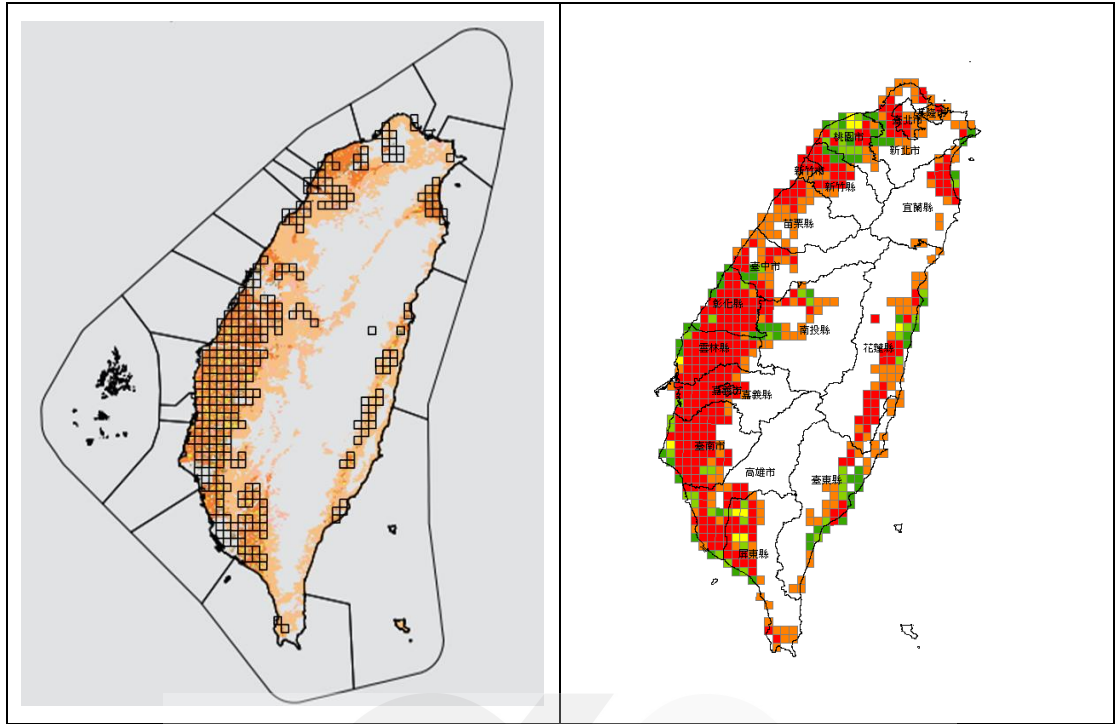


圖 98 國土計畫農業發展區套疊淹水高危害-脆弱度區

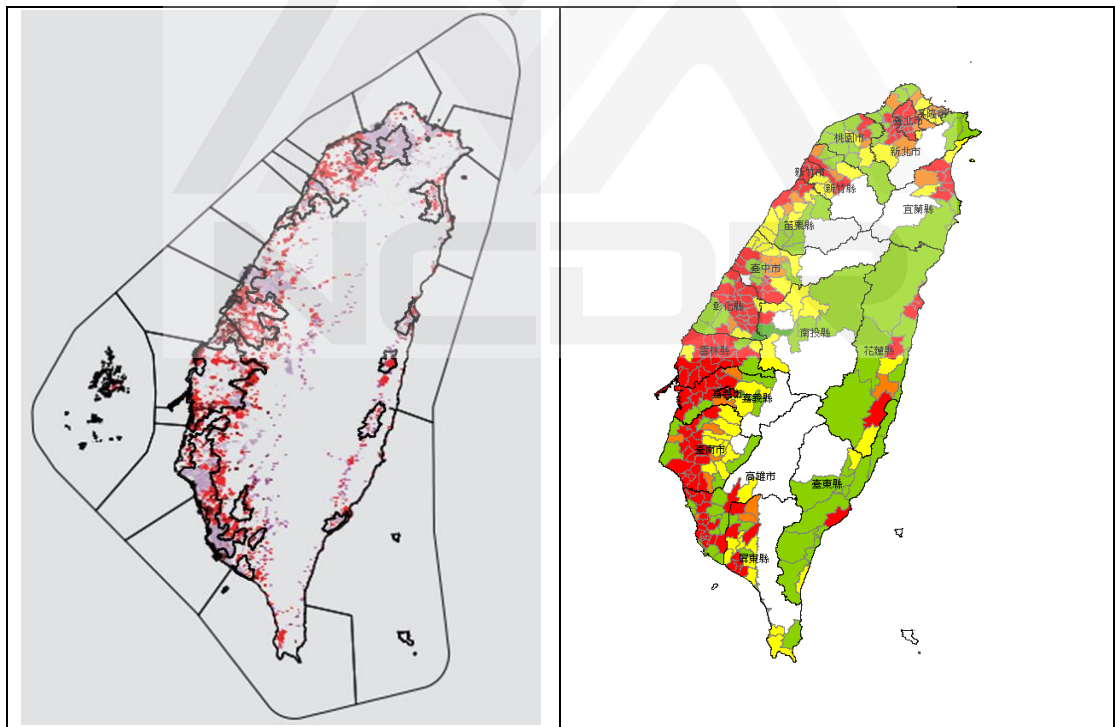


圖 99 國土計畫城鄉發展區套疊淹水災害高風險區(空間尺度：鄉鎮市區)

針對農業領域應用，則是應用農業試驗所提供之作物分布圖，以網格 5 公里的空間尺度之氣候變遷下淹水危害-脆弱度圖，分別套疊

一期作與二期作水稻分布圖，如圖 100 所示，在此單純考量極端降雨造成的淹水區域可能對作物的影響，暫無考量降雨對稻作生長期的影響與農作區排水設施等，未來推估情境下，極端降雨發生下可能發生淹水災害之高脆弱度區位與水稻種植區空間分布，在全台版圖資上，高危害-脆弱度等級較集中於中部地區，差異性小，使用者可再進一步套疊縣市版網格 40 公尺資料，細部分析作物在縣市內之危害-脆弱度空間變化。

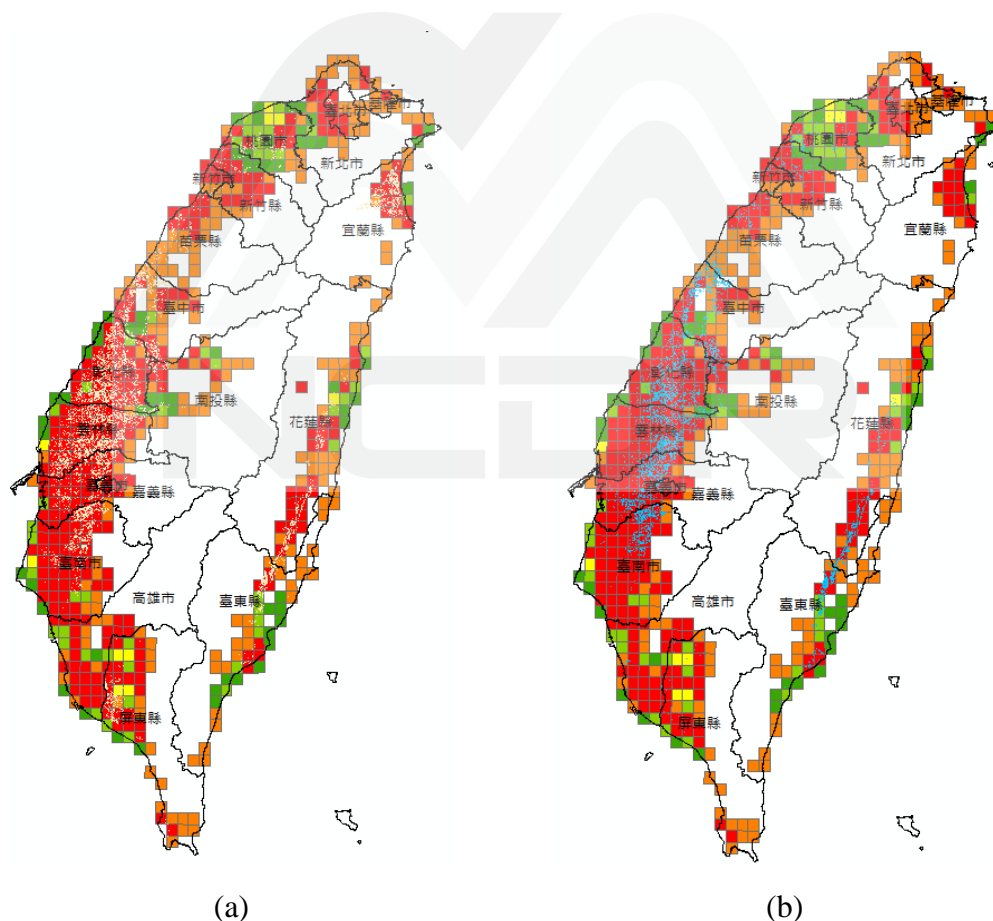


圖 100 淹水危害-脆弱度圖套疊水稻分布圖(a)一期作，(b)二期作

6.2 縣市淹水災害風險圖之應用

新北市區域計畫中「考量未來人口成長、產業用地新增需求，或

生產環境已受未登記工廠破壞，農地破碎不完整，透過新訂擴大都市計畫，或捷運場站周邊農業區開發利用，提供都市發展及產業發展所需用地，主要分布於溪南、溪北策略區、三鶯策略區、北觀策略區(淡海新市鎮、臺北港周邊)等，定位為都市發展儲備用地，應整合地方需求及環境生態之土地多元使用型態等整體規劃。」

以新北市為例，採用空間尺度為最小統計區之淹水災害風險圖(眾數)套疊新訂擴大都市計畫地區，由表 4 及圖 101 可看出這些區域是否為高風險區位，其大部分為低災害風險，可能原因為未開發區，人口較少暴露度較低，或淹水潛勢範圍較小，造成低風險的結果。

表 4 新北市新訂或擴大都市計畫地區表

	類型	新訂擴大都市計畫	套疊分析
1	住商為主 (TOD)	擴大三重及蘆洲都市計畫	主要位於低風險區，僅一小區域道路為高風險。
2		擴大土城都市計畫(土城彈藥庫附近地區)	主要位於低風險區
3		新訂三峽麥仔園都市計畫	主要位於低風險區
4	產業為主	泰山楓江及新北產業園區非都市土地	主要位於低風險區
5		擴大五股(部分更寮及水碓)都市計畫	主要位於低風險區
6		大柑園地區非都市土地	此區域為非淹水潛勢區，因此無災害風險。
7	管制為主	二重疏洪道非都市土地	此區域無人口居住，因此分析上為沒有災害風險，但雖位於無災害風險區，當豪雨或颱風災害來臨時，有可能因豪大雨或上游水庫洩洪時，會溢淹高灘地區域。

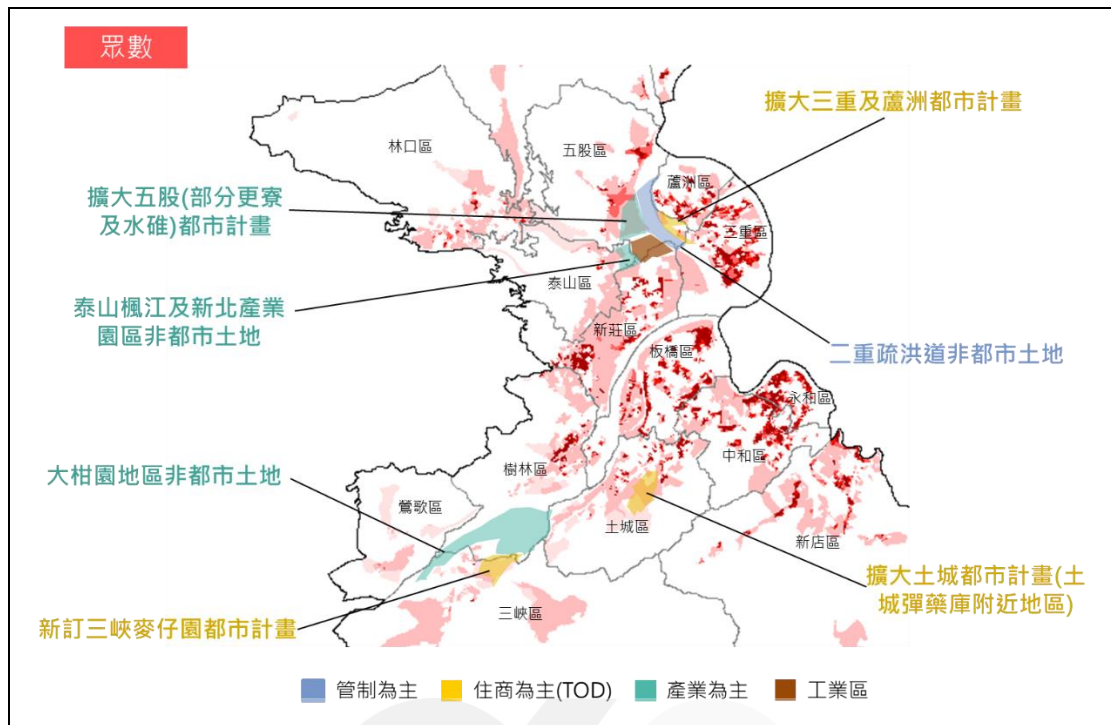


圖 101 新北市新訂或擴大都市計畫地區套疊淹水災害風險圖(最小統計區)

採用空間尺度為網格 40 公尺之淹水危害-脆弱度圖(眾數)套疊新訂擴大都市計畫地區，由表 5 及圖 102 可看出這些區域是否為高危害-脆弱度區位，其大部分為低危害-脆弱度，可能原因為淹水潛勢範圍較少。另外，擴大五股(部分更寮及水碓)都市計畫北部地區為高危害-脆弱度區，其主要為淹水潛勢區域。

表 5 新北市新訂或擴大都市計畫地區表

類型	新訂擴大都市計畫	套疊分析
1	擴大三重及蘆洲都市計畫	主要位於低危害-脆弱度，僅一小區域道路為高危害-脆弱度。
2	擴大土城都市計畫(土城彈藥庫附近地區)	主要位於低危害-脆弱度，淹水潛勢範圍較少。
3	新訂三峽麥仔園都市計畫	主要位於低危害-脆弱度，水潛勢範圍較少。
4	泰山楓江及新北產業園區非都市土地	主要位於低危害-脆弱度，淹水潛勢範圍較少。
5	擴大五股(部分更寮及水碓)都市計畫	都市計畫區的北部為高危害-脆弱度，其因主要為淹水潛勢區域。
6	大柑園地區非都市土地	此區域為非淹水潛勢區，因此無危害-脆弱度。
7	二重疏洪道非都市土地	此區域無人口居住，因此分析上為沒有危害-脆弱度，但雖位於無危害-脆弱度區，當豪雨或颱風災害來臨時，有可能因豪大雨或上游水庫洩洪時，會溢淹高灘地區。

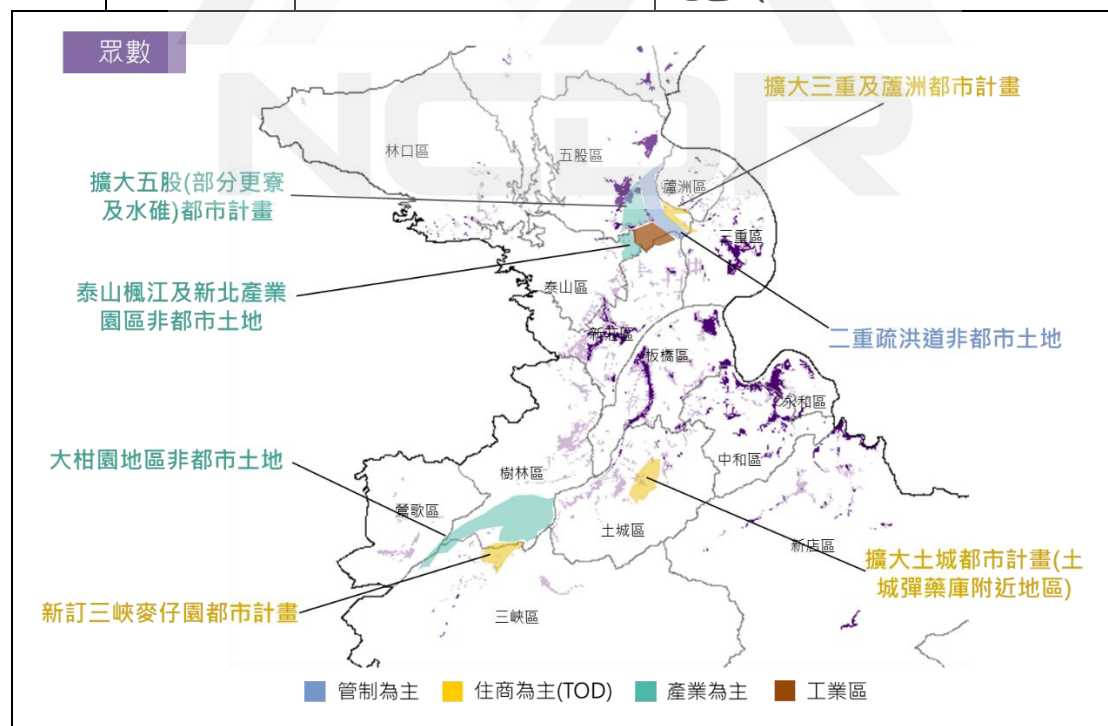


圖 102 新北市新訂或擴大都市計畫地區套疊淹水危害-脆弱度圖(最小統計區)

採用空間尺度為網格 40 公尺之淹水危害-脆弱度圖(眾數)套疊工業區，由表 6 及圖 103 可看出這些區域是否為高危害-脆弱度區位。樹林工業區、林口工二工業區影響範圍較小，為低危害-脆弱度區。土城工業區，雖影響範圍較大，但也位於低危害-脆弱度區。而新北市產業園區的北部區域，如圖 104 所示，近國道 1 及市道 107、107 甲，為高危害-脆弱度區，雖工業區內淹水潛勢影響範圍較小，但仍需注意附近為高危害-脆弱度區。

表 6 新北市工業區一覽表

	鄉鎮市區	工業區	套疊分析
1	泰山區 新莊區	泰山工業區	無災害風險，因此區域無淹水潛勢
2	土城區	土城工業區	雖影響範圍較大，但位於低危害－脆弱度區
3	五股區 新莊區	新北市產業園區 (五股工業區)	影響範圍較小，也為低危害－脆弱度區
4	樹林區	樹林工業區	影響範圍較小，也為低危害－脆弱度區
5	瑞芳區	瑞芳工業區	無災害風險，因此區域無淹水潛勢
6	林口區 五股區	林口工二工業區	影響範圍較小，也為低危害－脆弱度區

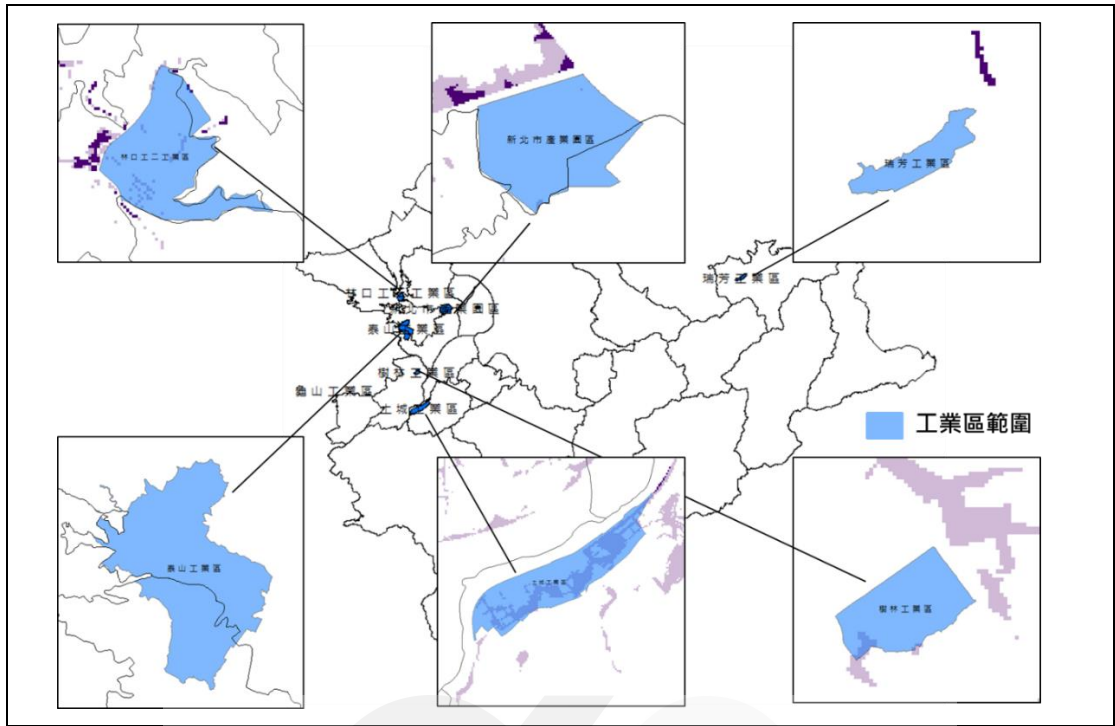


圖 103 新北市工業區套疊淹水危害-脆弱度圖(網格 40 公尺)

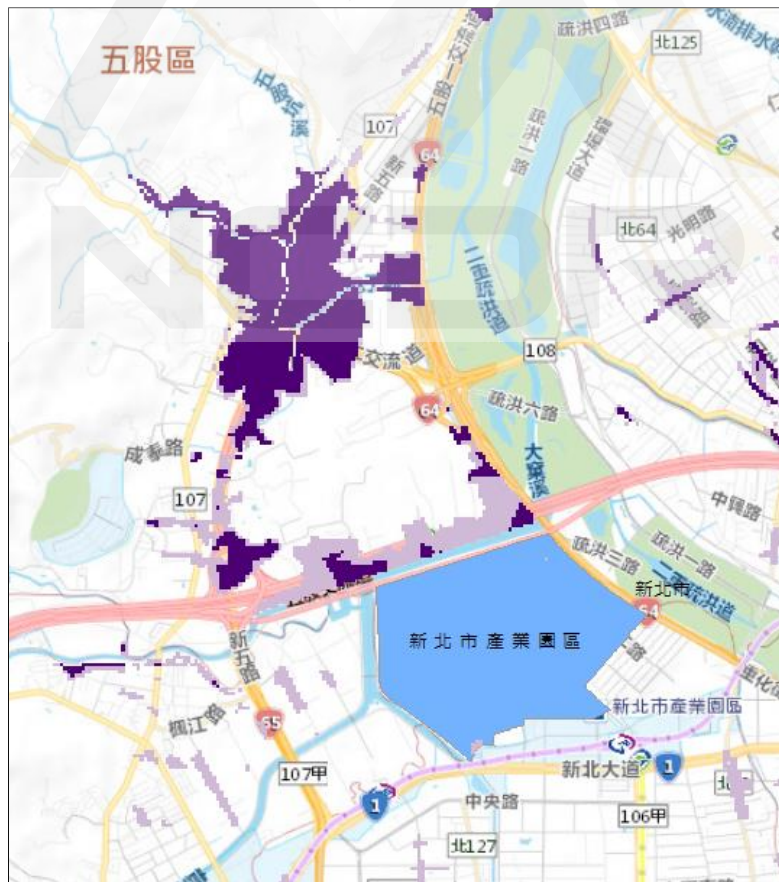


圖 104 新北市產業園區與淹水危害-脆弱度圖套疊

第七章 結論與建議

第三版氣候變遷淹水災害風險圖，改善過去只有單一個 GCM 模式之不確定性，且採用世紀中(2036-2065)的氣候情境資料，以利政府單位相關決策者可配合部會未來規劃時程，提出氣候變遷調適措施。且配合使用者需求，今年度(109 年度)完成的多模式多空間尺度淹水災害風險圖，除了分析鄉鎮尺度的圖資之外，分析最小人口統計單元、網格等更細緻空間尺度單元之風險圖與危害脆弱圖，以利使用者未來可進一步套疊不同領域圖資，以及更細緻化的分析。

多空間尺度的圖資，讓使用者更能加值套疊應用，最小人口統計區的空間尺度之淹水災害風險圖，改善過去整各鄉鎮因空間均質化都是相同等級之問題，此空間尺度建議以縣市版查看，較易看出風險等級之空間變化，可進一步應用於縣市國土計畫。網格 40 公尺之淹水危害-脆弱圖，可應用於不同領域之暴露度之套疊，如農業或能源領域，可針對未來極端降雨機率與淹水脆弱度高低，判別對該項設施或暴露的影響，但其因該指標不確定性大，使用者應用時，需了解該項圖資與指標之特性，避免套疊應用錯誤。

多模式淹水災害風險圖，是利用 33 個 GCM 模式評估危害度之結果，進一步套疊計算世紀中淹水災害風險圖之變化，研究中將各種模式的風險圖結果都呈現，使用者可依據需求挑選合適成果與模式。

由於模式選擇性較多，為以利使用者應用方便，研究中利用統計分析，評估風險等級眾數表現，與不同超越機率呈現風險等級變化，以及利用標準差與訊號雜訊比呈現模式一致性結果，決策者便參考相關圖資，依據可接受不確定性高低、可處理的能力與可用資源等，評估相關調適措施。

國土計畫中訂定氣候變遷調適章節，需評估高脆弱度位置，第三版縣市版本之氣候變遷受影響人口之淹水災害風險圖，便可提供相關圖資套疊應用，針對高熱點區進行優先調適措施。縣市國土計畫預計將在民國 110 年公告實施且在 114 年劃設功能分區，期望第三版淹水風險圖可在國土計劃通盤檢討時可提供參考。風險圖可提供的大方向的氣候變遷趨勢參考，細部設計與規劃則可由縣市團隊進一步深入分析研究高風險區位。考量不確定性影響，可在不同階段根據可用資訊評估規劃，在不影響國土計畫發展下，應用風險圖於區位評估優先規劃調適策略。

國家氣候變遷調適行動方案(107-111 年)，目前氣候變遷災害風險圖的成果亦有納入，未來國土計劃亦可進一步參考應用。待 AR6 之資料分析完成，製作新版(第四版)災害風險圖，可提供未來全國國土計劃通盤檢討之參考。

参考文献

- Blauhut, V., Stahl, K., Stagge, J. H., Tallaksen, L. M., De Stefano, L., & Vogt, J. (2016). Estimating drought risk across Europe from reported drought impacts, drought indices, and vulnerability factors. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(7), 2779–2800.
- Dark, S. J., & Bram, D. (2007). The modifiable areal unit problem (MAUP) in physical geography. *Progress in Physical Geography*, 31(5), 471–479.
- ESPON. (2013). *Territorial Dynamics in Europe: Natural hazards and climate change in European regions*. Luxembourg: ESPON.
- Hofste, R. (2016, November). *Mapping Water Risks*. OECD Managing Water Risks for Agriculture Workshop, Netherlands.
- IPCC (2014). *The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)*. Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Koks, E. E., Jongman, B., Husby, T. G., & Botzen, W. J. W. (2015). Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science & Policy*, 47, 42–52.
- Moel, H. de, Alphen, J. van, & Aerts, J. (2009). Flood maps in Europe—methods, availability and use. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), 289–301.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2015). *Adoption of the Paris Agreement*. 21st Conference of the Parties. Paris: United Nations.
- UNISDR (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030*. UNISDR, Geneva, Switzerland.

Shawn W. Margles Weis, Vera N. Agostini, Lynnette M. Roth, Ben Gilmer, Steven R. Schill, John English Knowles & Ruth Blyther (2016). *Assessing vulnerability : an integrated approach for mapping adaptive capacity, sensitivity, exposure.*

郭彥廉、蕭代基、林彥伶、謝雯惠、張銘城(2009)。天然災害脆弱性與社經脆弱性因子之回顧。災害防救電子報，第 42 期。

科技部(2014)。災害領域行動方案 102~106 年。科技部。

經濟部水利署第五河川局(2014)。河川治理及管理成效。103 年水利專題演講，嘉義縣創新學院。

國家發展委員會(2014)。國家氣候變遷調適行動計畫 102~106 年。國家發展委員會。

陳韻如、林宣汝、張駿暉、陳永明(2015)。應用 RCP8.5 氣候情境評估氣候變遷下之災害風險圖。國家災害防救科技中心。

陳韻如、林宣汝、陳永明(2016)。氣候變遷下淹水及坡地災害風險地圖圖集。國家災害防救科技中心。

經濟部、內政部、農委會(2017)。流域綜合治理計畫第一期成效檢討報告。台北市：經濟部。

陳韻如、邱雅暄、林宣汝、陳永明(2017)。風險圖細緻化之分析與應用方法論(以雲林縣為例)。國家災害防救科技中心。

陳韻如、邱雅暄、林宣汝、陳永明(2018)。風險圖應用於區域計畫以新北市與臺中市。國家災害防救科技中心。

內政部戶政司(2018)。人口統計資料。內政部戶政司，取自 <https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>。

經濟部水利署(2018)。淹水潛勢圖。水災保全計畫資訊服務網。

營建署(2019)。國土計畫政策快速入門指南：全國國土計畫摘要本。營建署。

陳韻如、林宣汝、劉俊志、連琮勳、陳永明(2019)。應用統計降尺度日資料於淹水災害風險圖。國家災害防救科技中心技術報告。

童裕翔、陳正達、劉俊志、陳永明(2019)。統計降尺度(日)資料評估與應用。國家
災害防救科技中心技術報告。



多模式多空間尺度之氣候變遷淹水災害風險圖

發行人：陳宏宇

出版機關：國家災害防救科技中心

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 9 樓

電話：02-8195-8600

報告完成日期：中華民國 109 年 12 月

出版年月：中華民國 110 年 01 月

版 次：第一版

非賣品



地址：23143新北市新店區北新路三段200號9樓

電話：++886-2-8195-8600

傳真：++886-2-8912-7766

網址：<http://www.ncdr.nat.gov.tw>