

## 第四章、氣候變遷風險評估

### 一、未來風險評估

由於本市過去並未針對七大易受衝擊領域進行風險評估作業，故本期藉由彙整節錄臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫(簡稱 TCCIP)所編撰之「臺灣氣候變遷關鍵指標圖集：AR6 統計降尺度版」、「2023 臺灣氣候變遷分析系列報告：2020-2021 極端乾旱事件與未來推估」及調適百寶箱之衝擊圖資，與收錄國家災害防救科技中心(簡稱 NCDR)所繪製之淹水災害及坡地災害風險圖資，期藉由前述科學化評估圖資及數據成果，呈現本市在基期及固定增溫情境(GWL)或代表濃度路徑(Representative Concentration Pathways, RCP)之氣候危害、衝擊及風險，作為各衝擊領域評估分析調適缺口之參考，以利研擬調適策略進行因應改善，彙整項目如下說明。

#### (一)日高溫最大值

日高溫最大值是指每年中出現高溫的最大值，彙整臺灣在基期(1995-2014 年間)日高溫最大值之空間分布如圖 4-1，由觀測資料顯示高雄市近海及平原地區日高溫最大值約在 35°C 以上，山區及丘陵地區約在 26-30°C。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣日高溫最大值未來變化空間分布如圖 4-2，而高雄市日高溫最大值之可能變遷範圍如圖 4-3，顯示高雄市隨著增溫情境越劇烈，未來日最高溫也會上升也越高，以 GWL 4°C 來看，未來相較於基期可能增加 1.9-3.8°C，而所有模擬模式平均值之系集平均結果為增加 2.7°C。

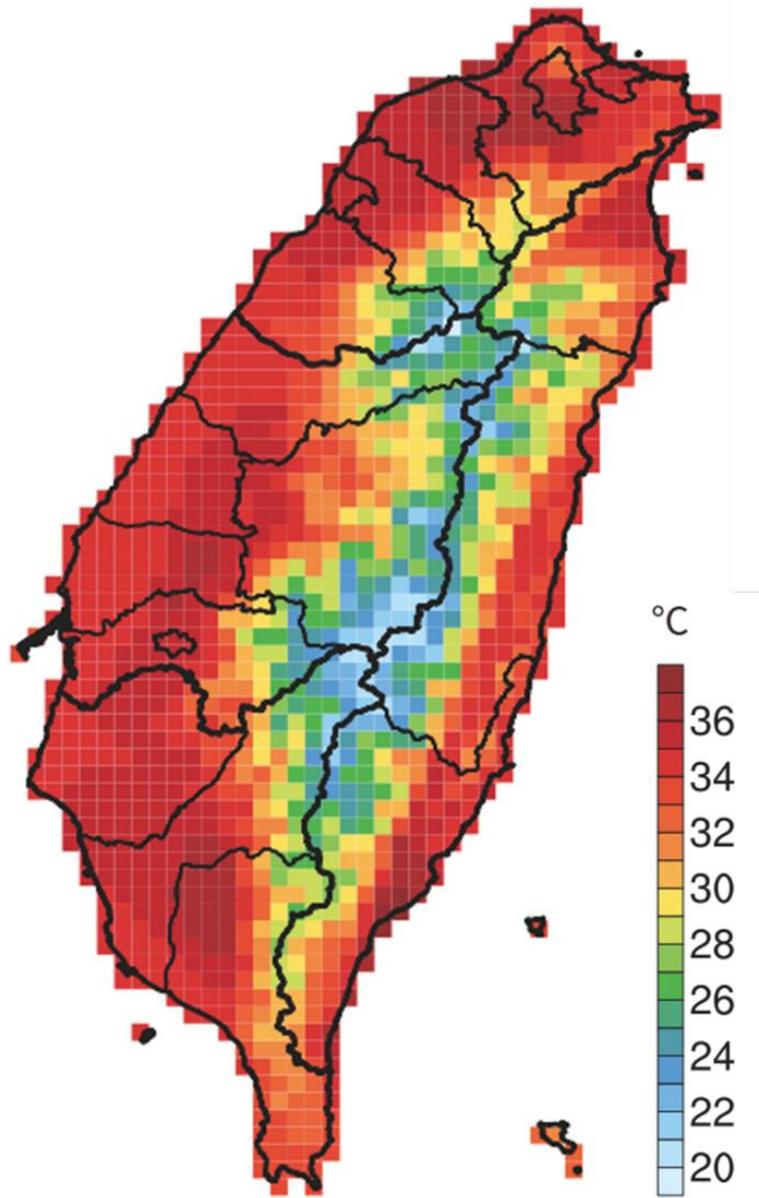
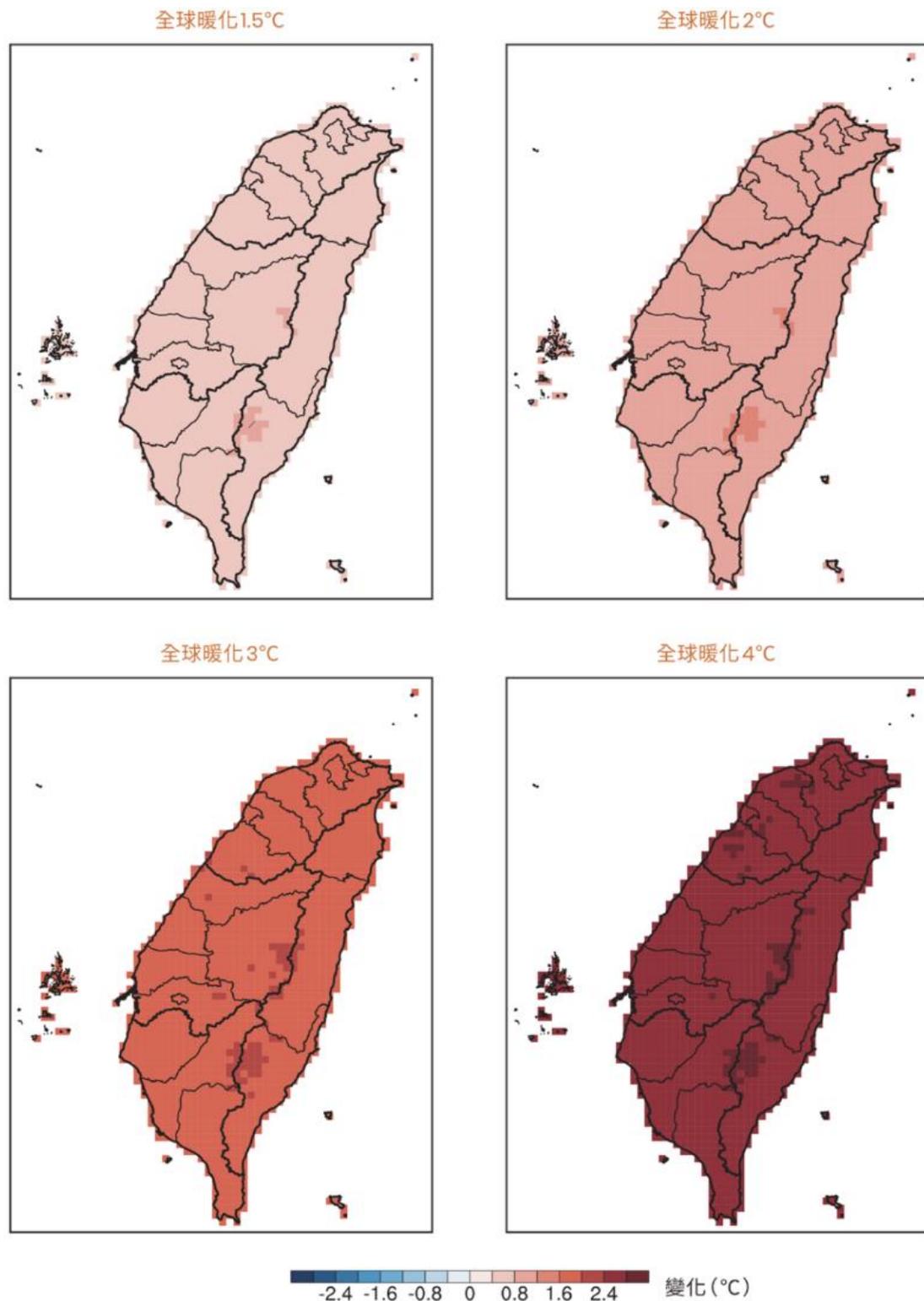


圖 4-1、臺灣在基期之日高溫最大值空間分布



**氣候變遷訊號評估**  
 無標記：模式一致性高(80%以上模式變化符號相同)  
 斜線：模式一致性低(低於80%模式變化符號相同)

**圖資說明** | 全球暖化1.5°C、2°C、3°C及4°C時期，相對於基期1995-2014年，模式系集平均的變化(單位：°C)

圖 4-2、臺灣在不同增溫情境下之日高溫最大值推估變化空間分布

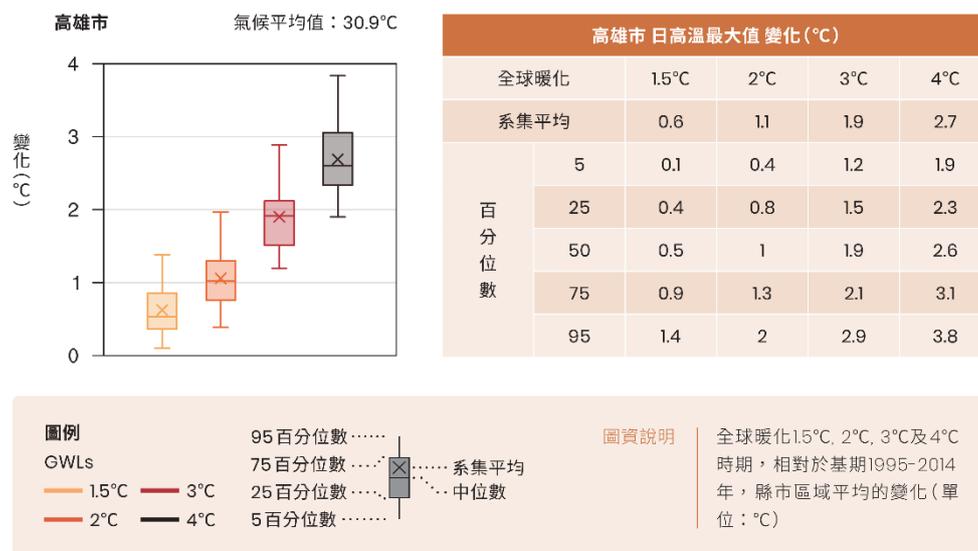


圖 4-3、高雄市日高溫最大值推估變遷之可能性範圍

## (二)日低溫最小值

日低溫最小值是指每年中出現低溫的最小值，彙整臺灣在基期(1995-2014年間)日低溫最小值之空間分布如圖 4-4，由觀測資料顯示高雄市近海及平原地區日低溫最小值約在 10°C以上，丘陵地區約在 8°C以上，高山地區約在 6°C以上。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣日低溫最小值未來變化空間分布如圖 4-5，而高雄市日低溫最小值之可能變遷範圍如圖 4-6，顯示高雄市隨著增溫情境越劇烈，未來日最低溫亦會隨之上升，以 GWL 4°C來看，未來相較於基期可能增加 2.1-4.3°C，而所有模擬模式平均值之系集平均結果為增加 3°C。

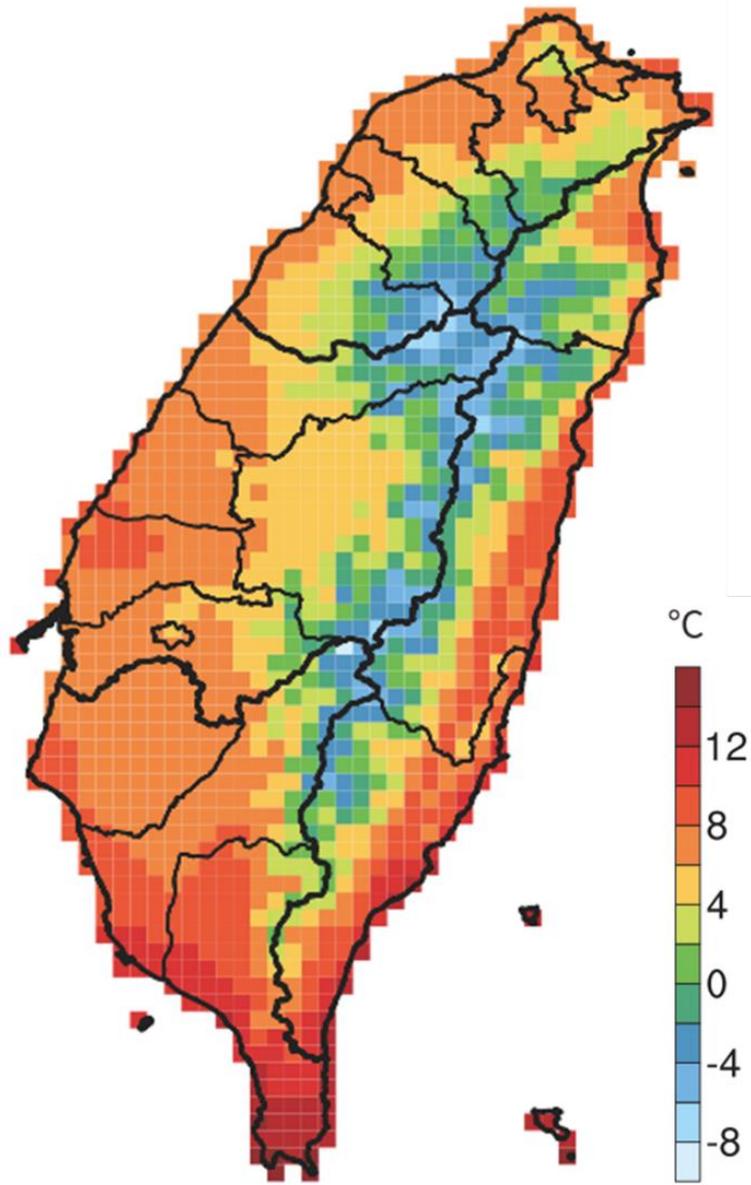


圖 4-4、臺灣在基期之日低溫最小值空間分布

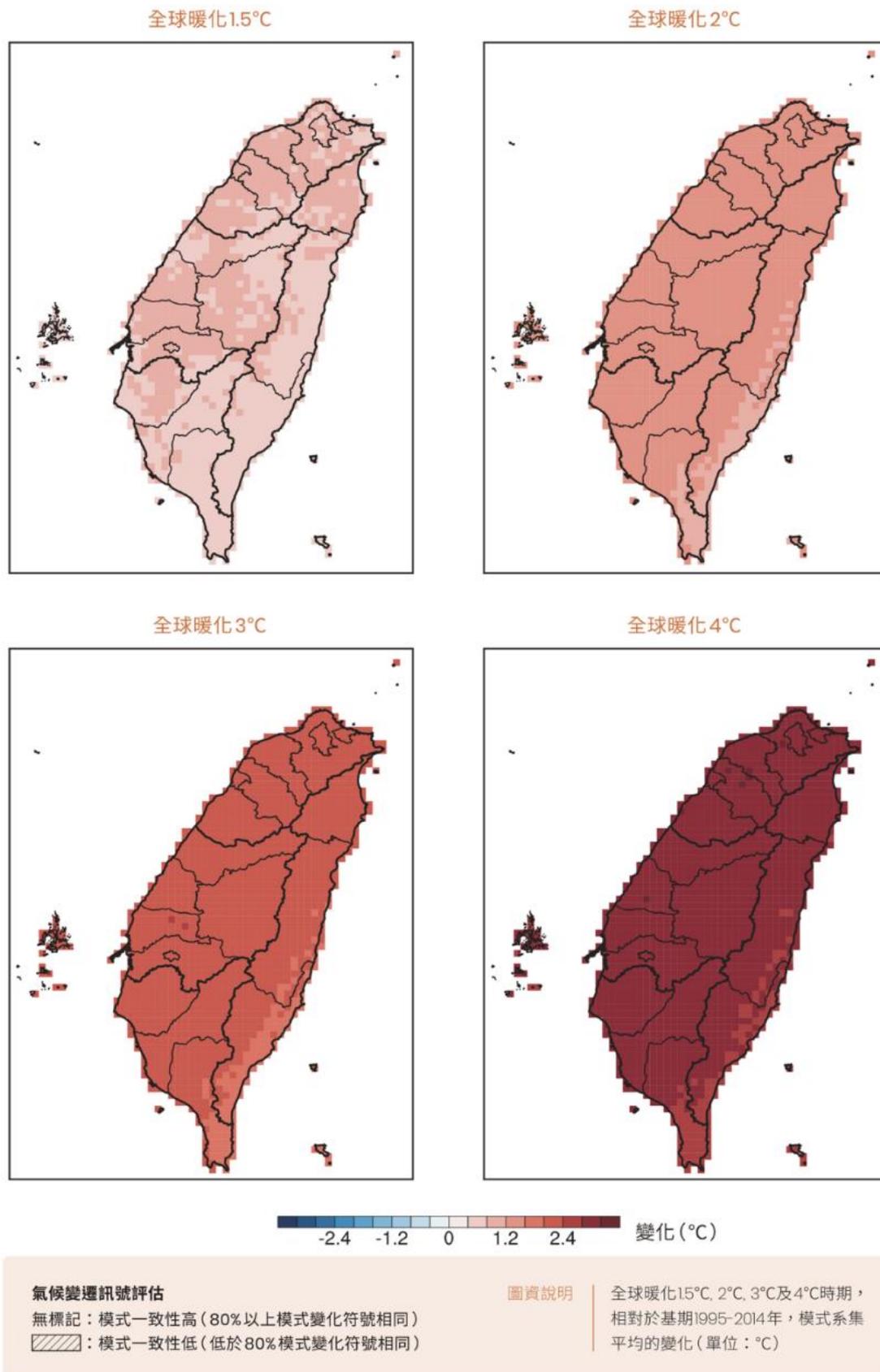


圖 4-5、臺灣在不同增溫情境下之日低溫最小值推估變化空間分布

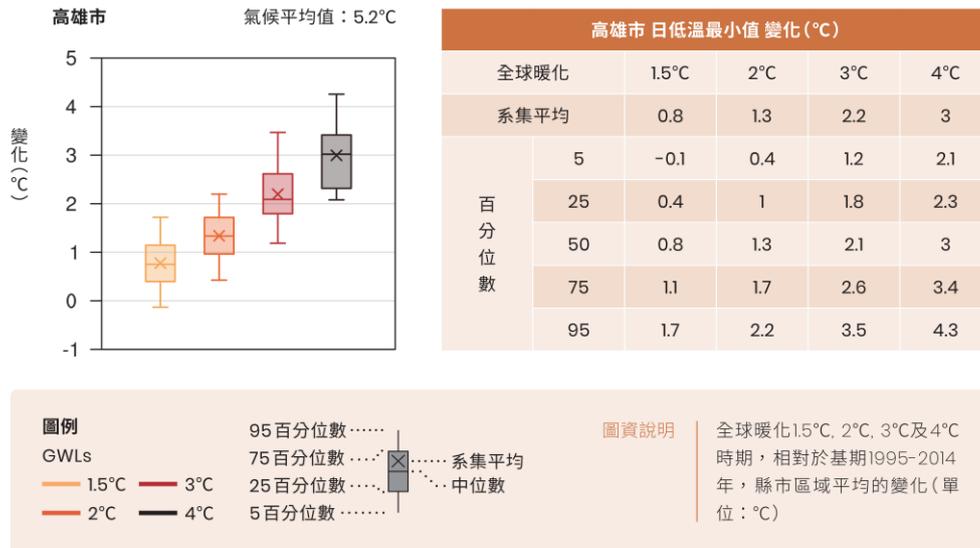


圖 4-6、高雄市日低溫最小值推估變遷之可能性範圍

### (三)極端高溫持續指數

極端高溫持續指數是指一年中有連續 3 天以上日高溫高於基期門檻值之事件總天數，彙整臺灣在基期(1995-2014 年)之極端高溫空間分布如圖 4-7，由觀測資料顯示高雄市發生極端高溫持續平均天數約為 10.5 天。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣極端高溫持續指數未來變化空間分布如圖 4-8，高雄市極端高溫指數之可能變遷範圍如圖 4-9，在 GWL 1.5 °C、2 °C、3 °C及 4 °C，高雄市未來極端高溫持續天數可能分別增加 15.3 天、29.9 天、65.1 天及 100.9 天。

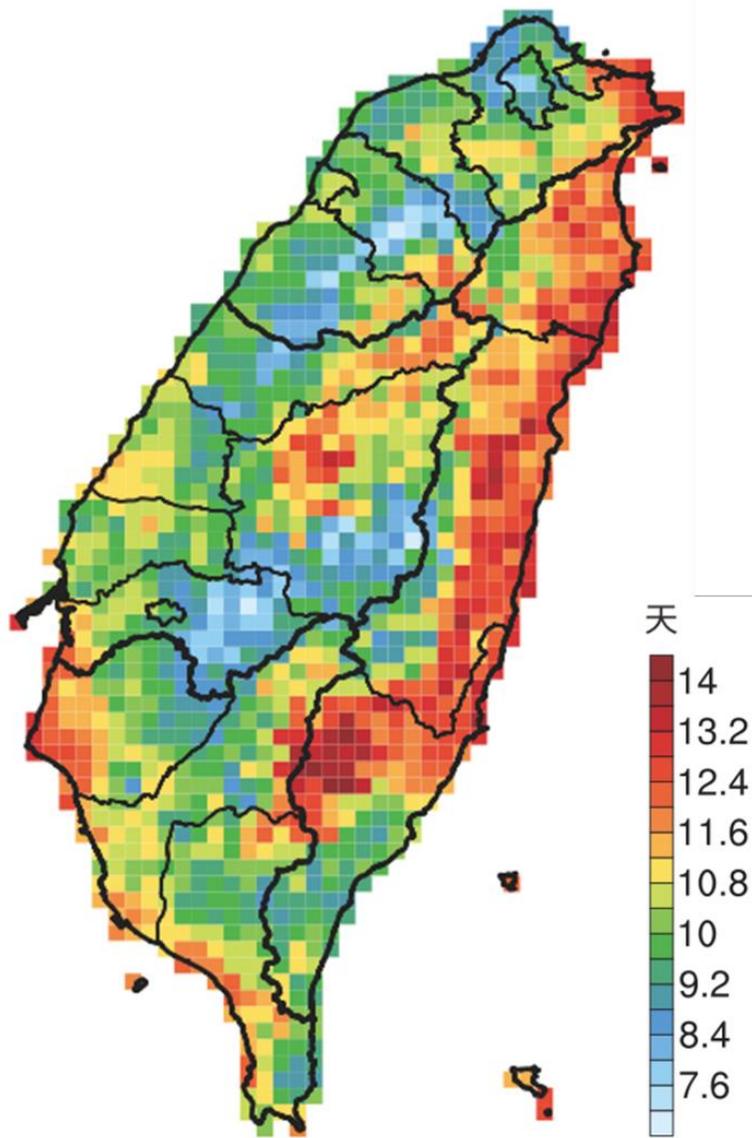


圖 4-7、臺灣在基期之極端高溫空間分布

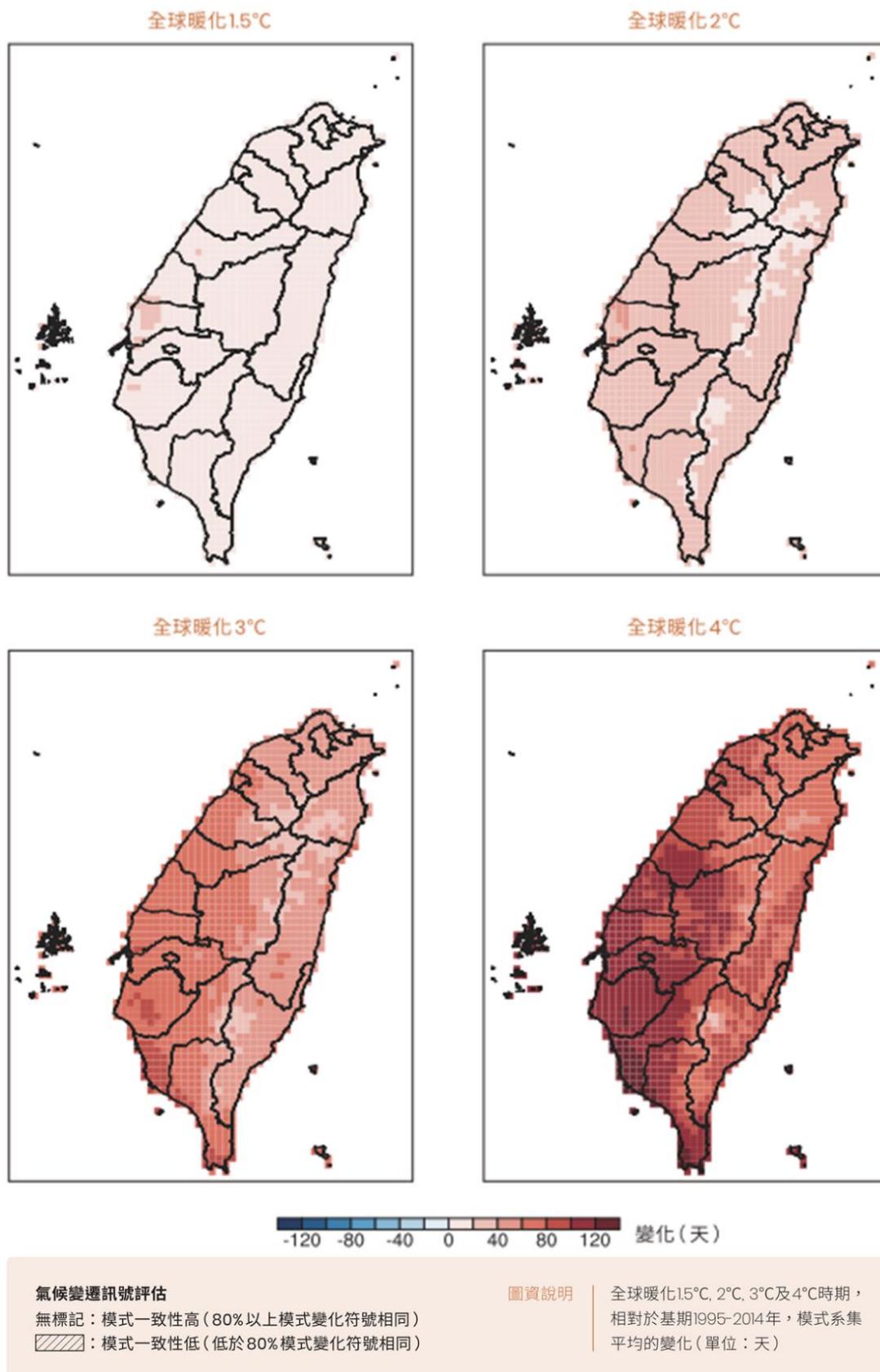


圖 4-8、臺灣在不同增溫情境下之極端高溫推估變化空間分布

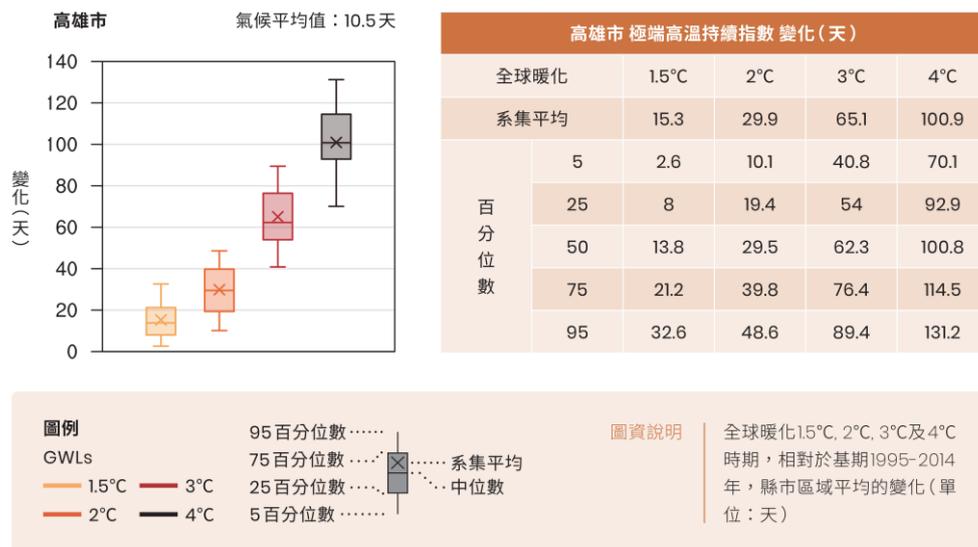


圖 4-9、高雄市極端高溫持續指數推估變遷之可能性範圍

#### (四)極端低溫持續指數

極端低溫持續指數是指一年中有連續 3 天以上日低溫低於基期門檻值之事件總天數，彙整臺灣在基期(1995-2014 年)之極端低溫空間分布如圖 4-10，由觀測資料顯示高雄市發生極端低溫持續平均天數約為 13.6 天。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣極端低溫持續指數未來變化空間分布如圖 4-11，高雄市極端低溫指數之可能變遷範圍如圖 4-12，在 GWL1.5 °C、2 °C、3 °C及 4 °C，高雄市未來極端低溫持續天數可能分別減少 4 天、6.5 天、9.1 天及 10.5 天。

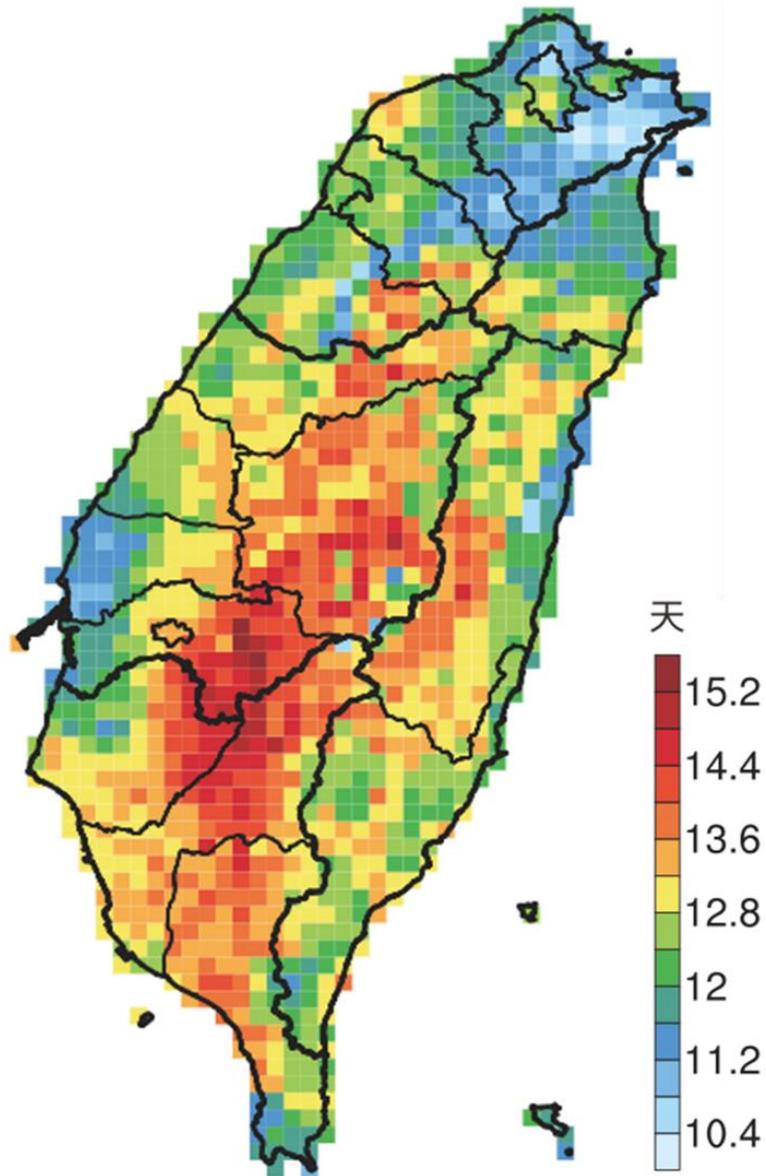
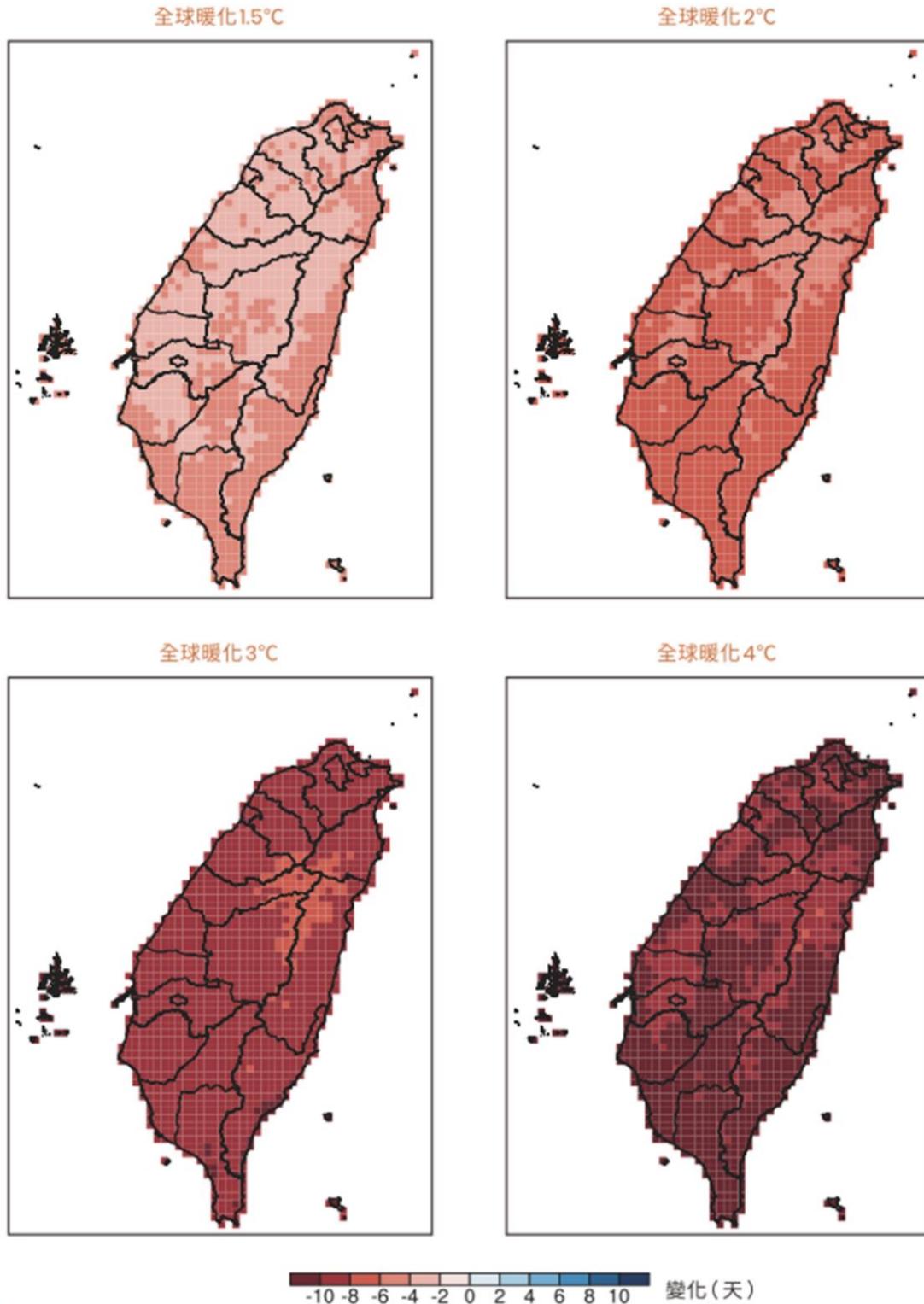


圖 4-10、臺灣在基期之極端低溫空間分布



**氣候變遷訊號評估**  
 無標記：模式一致性高(80%以上模式變化符號相同)  
 斜線：模式一致性低(低於80%模式變化符號相同)

**圖資說明** | 全球暖化1.5°C、2°C、3°C及4°C時期，相對於基期1995-2014年，模式系集平均的變化(單位：天)

圖 4-11、臺灣在不同增溫情境下之極端低溫推估變化空間分布

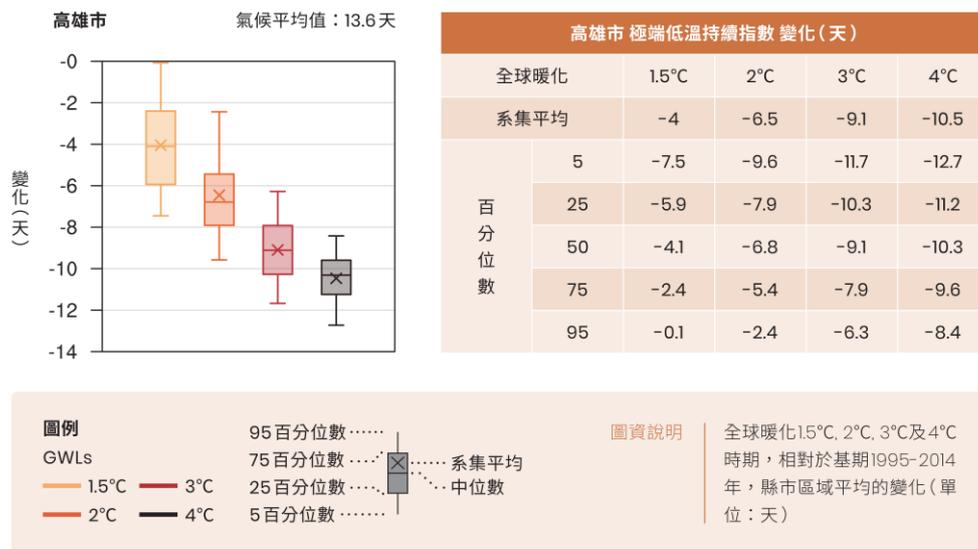


圖 4-12、高雄市極端低溫持續指數推估變遷之可能性範圍

### (五)年總降雨量

彙整臺灣在基期(1995-2014 年)之年總降雨量空間分布如圖 4-13，由觀測資料顯示高雄市近海及平原地區年總降雨量約為 1,600 毫米以上，山地丘陵地區約為 2,400 毫米以上，全市平均值約為 2,039.2 毫米。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣年降雨量未來變化空間分布如圖 4-14，高雄市年降雨量之可能變遷範圍如圖 4-15，顯示在 GWL 1.5-3°C，未來年總雨量相較於基期增加幅度不大，皆在 10%以下，然於 GWL 4°C可增加達到 21.1%。

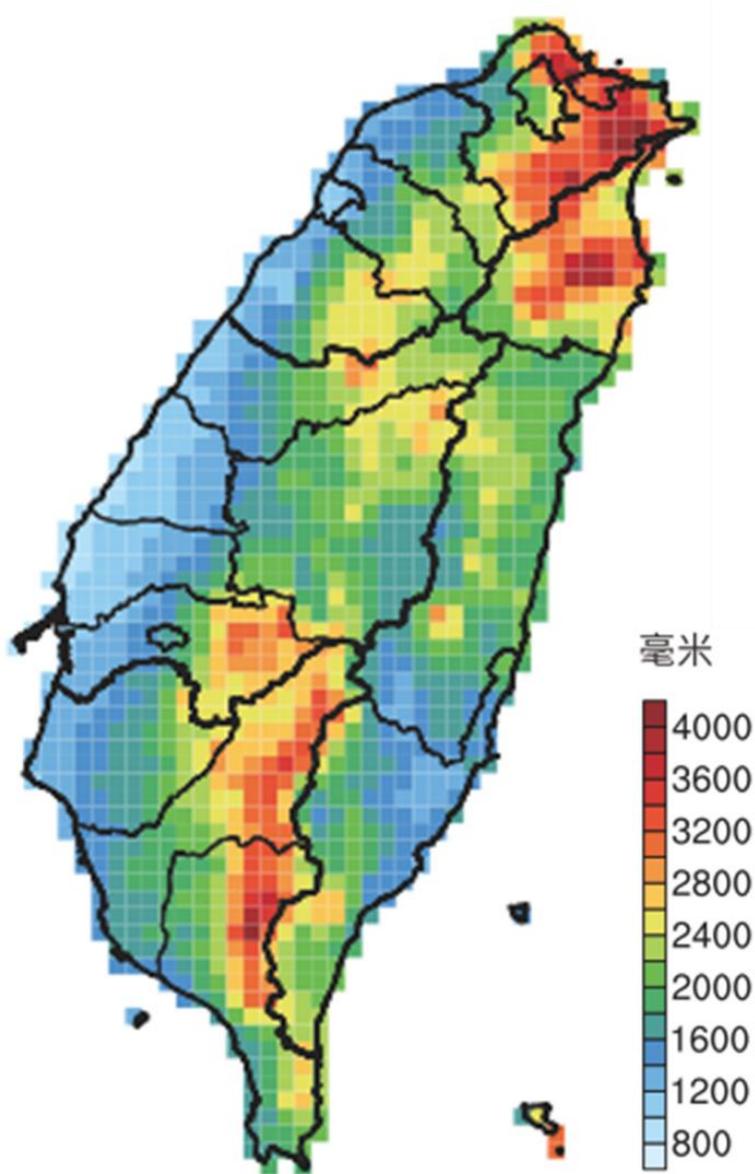
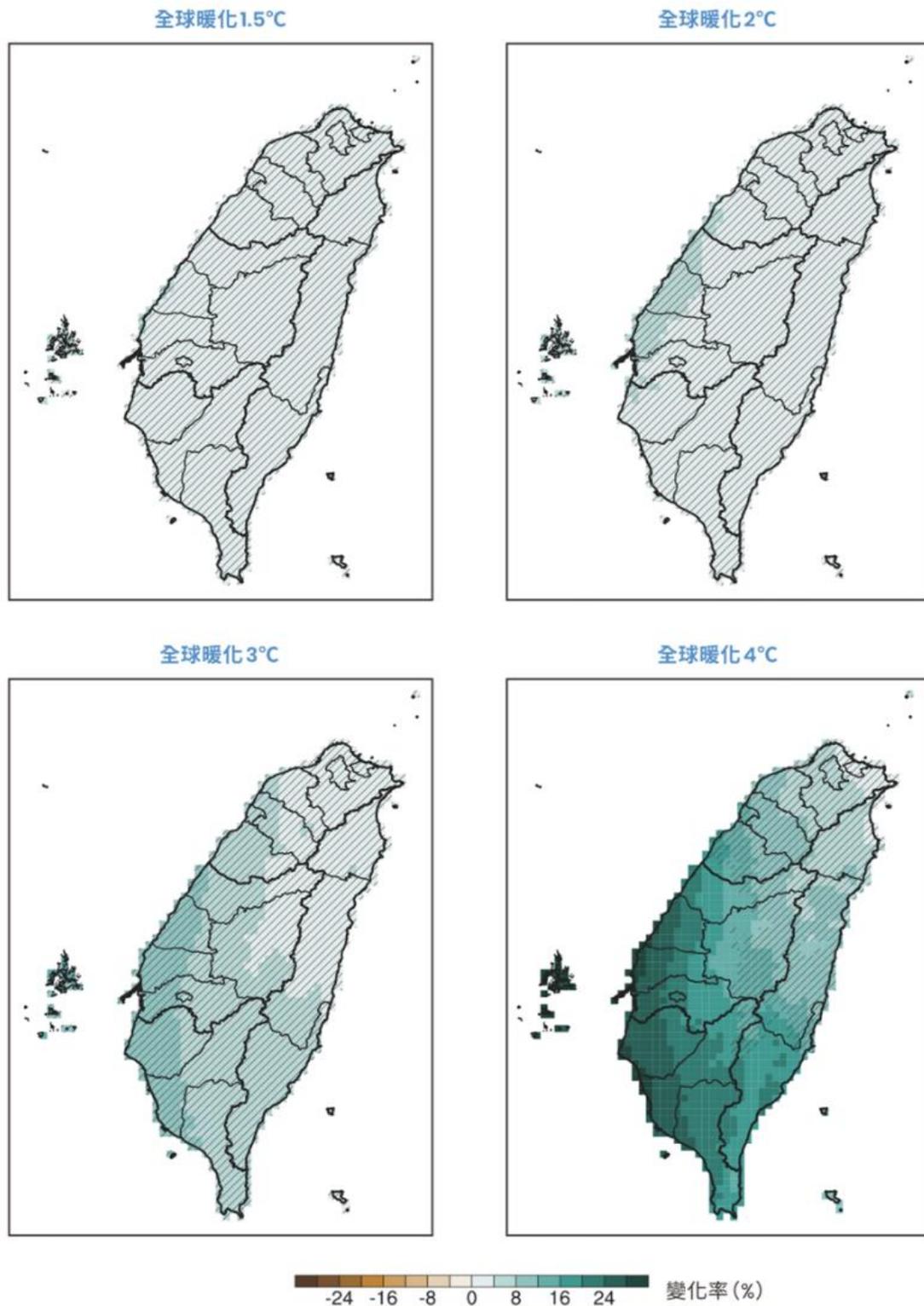


圖 4-13、臺灣在基期之雨日總降雨量空間分布



**氣候變遷訊號評估**  
 無標記：模式一致性高（80%以上模式變化符號相同）  
 ▨：模式一致性低（低於80%模式變化符號相同）

**圖資說明** 全球暖化1.5°C、2°C、3°C及4°C時期，相對於基期1995-2014年，模式系集平均的變化率（單位：%）

圖 4-14、臺灣在不同增溫情境下之兩日總降雨量推估變化空間分布

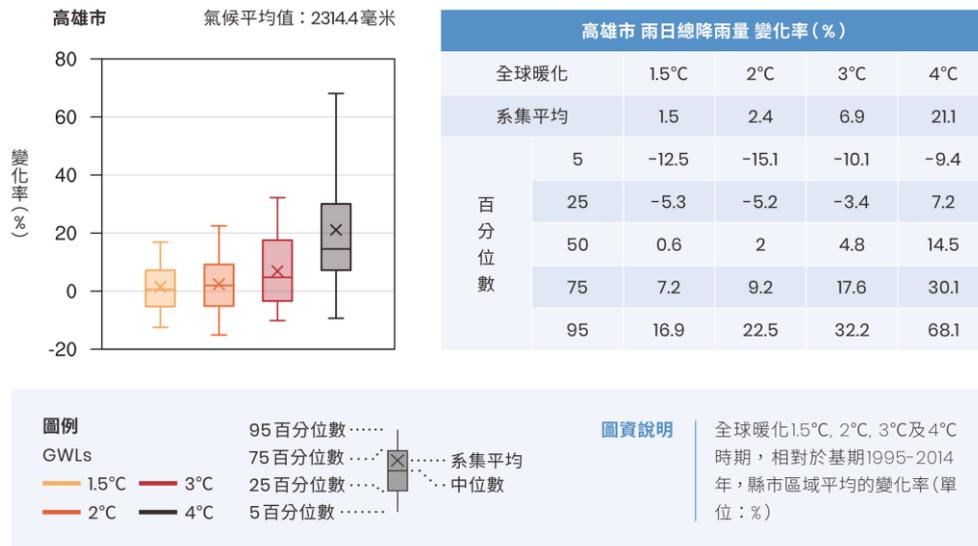


圖 4-15、高雄市兩日總降雨量推估變遷之可能性範圍

## (六)最大日降雨量

最大日降雨量是指每年中出現單日降雨的最大值，彙整臺灣在基期(1995-2014 年間)年最大日降雨量之空間分布如圖 4-16，由根據觀測資料顯示高雄市近海及平原地區最大日降雨量約為 200-300 毫米，高山丘陵地區約為 350-450 毫米，全市平均值約為 305.9 毫米。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣年最大日降雨量未來變化空間分布如圖 4-17，而高雄市年最大日降雨量之可能變遷範圍如圖 4-18，顯示隨著增溫情境越劇烈，高雄市未來最大日降雨量也會增加越多，尤以 GWL 4°C 增幅 31.1% 最為明顯。

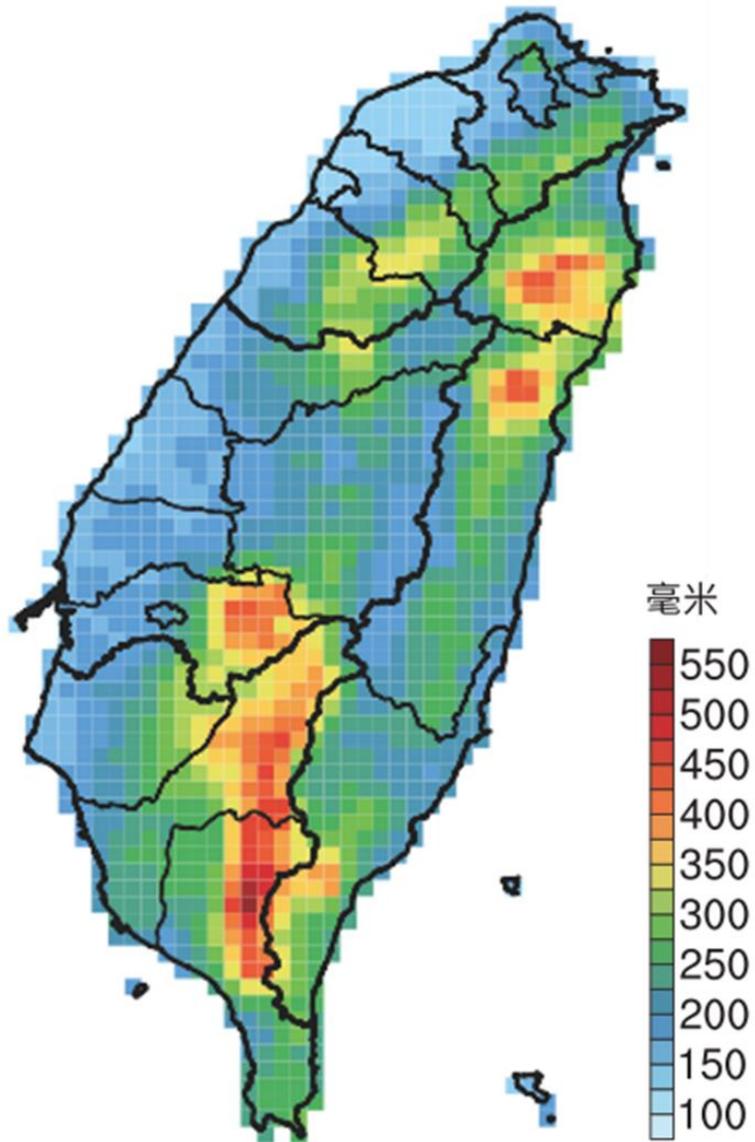
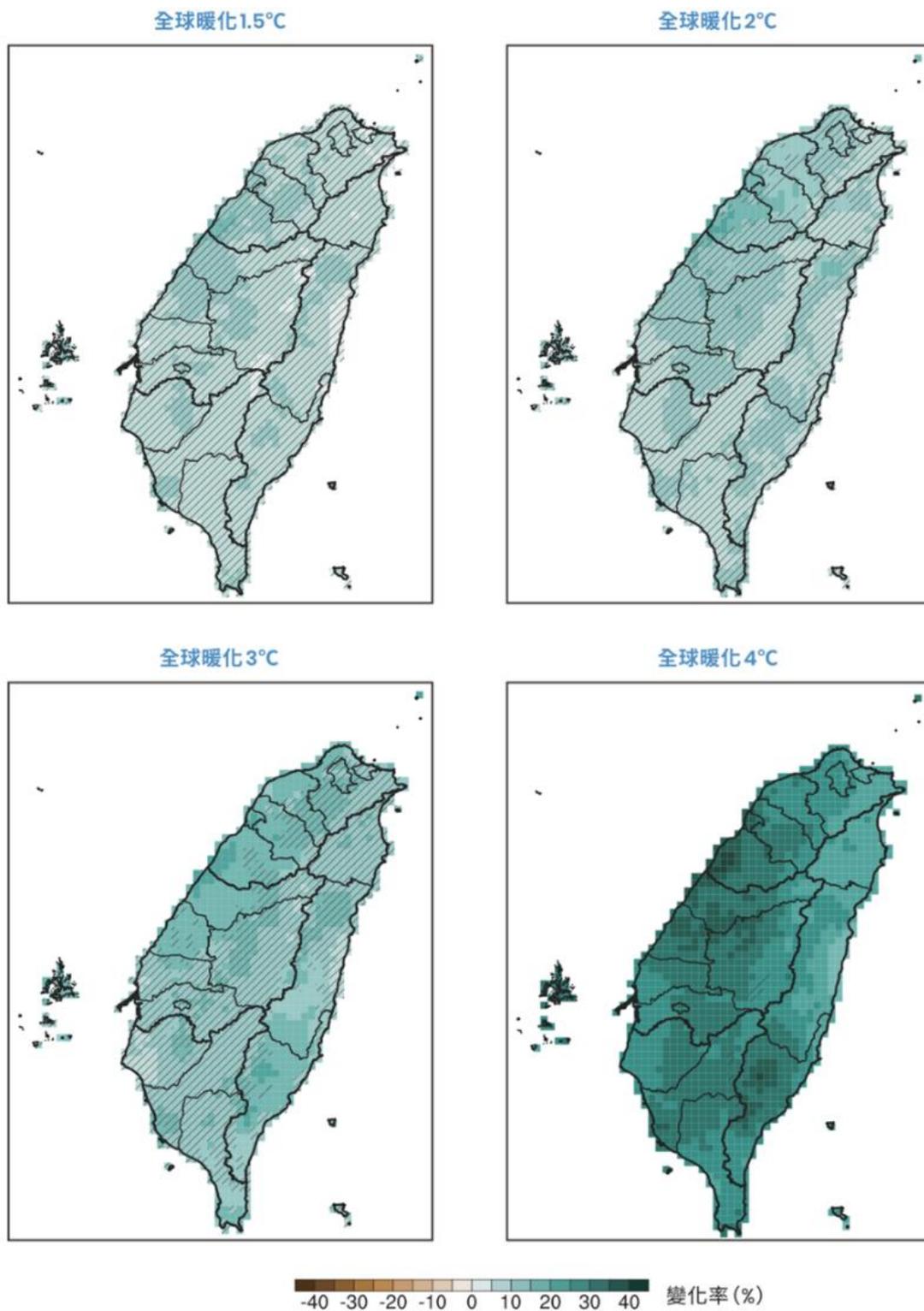


圖 4-16、臺灣在基期之年最大一日降雨量空間分布



**氣候變遷訊號評估**

- 無標記：模式一致性高（80%以上模式變化符號相同）
- ▨：模式一致性低（低於80%模式變化符號相同）

**圖資說明**

全球暖化1.5°C、2°C、3°C及4°C時期，相對於基期1995-2014年，模式系集平均的變化率（單位：%）

圖 4-17、臺灣在不同增溫情境下之年最大一日降雨量推估變化空間分布

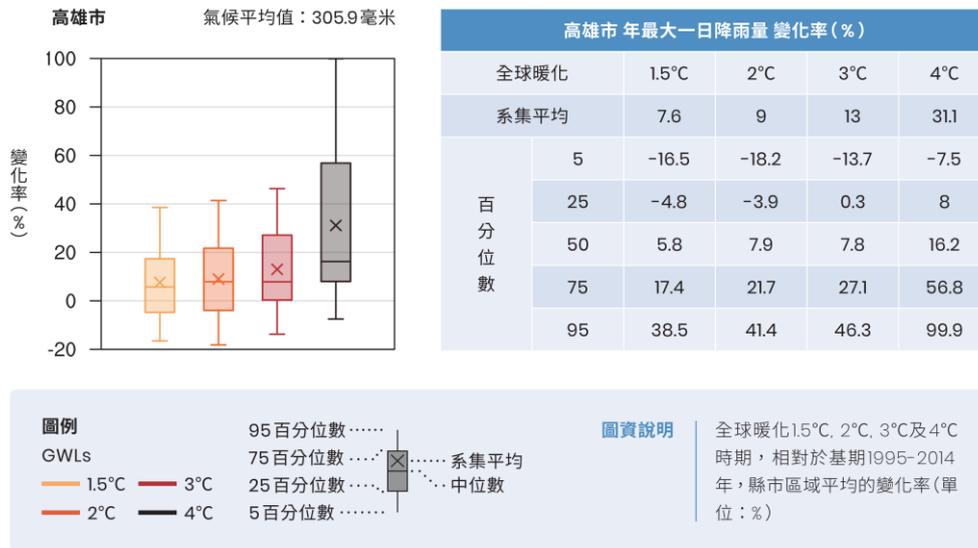


圖 4-18、高雄市年最大一日降雨量推估變遷之可能性範圍

### (七)連續不降雨日

連續不降雨日是指一年中日降雨量少於 1 毫米之連續最長天數，彙整臺灣在基期(1995-2014 年)之年連續不降雨日空間分布如圖 4-19，由觀測資料顯示高雄市出現連續不降雨之平均天數約為 49 天。而以 GWL 進行推估相對基期的臺灣年連續不降雨日未來變化空間分布如圖 4-20，高雄市年連續不降雨日之可能變遷範圍如圖 4-21，在 GWL 1.5°C、2°C、3°C及 4°C，高雄市未來連續不降雨日數可能分別增加 2.2 天、2.5 天、4.9 天及 5.7 天。

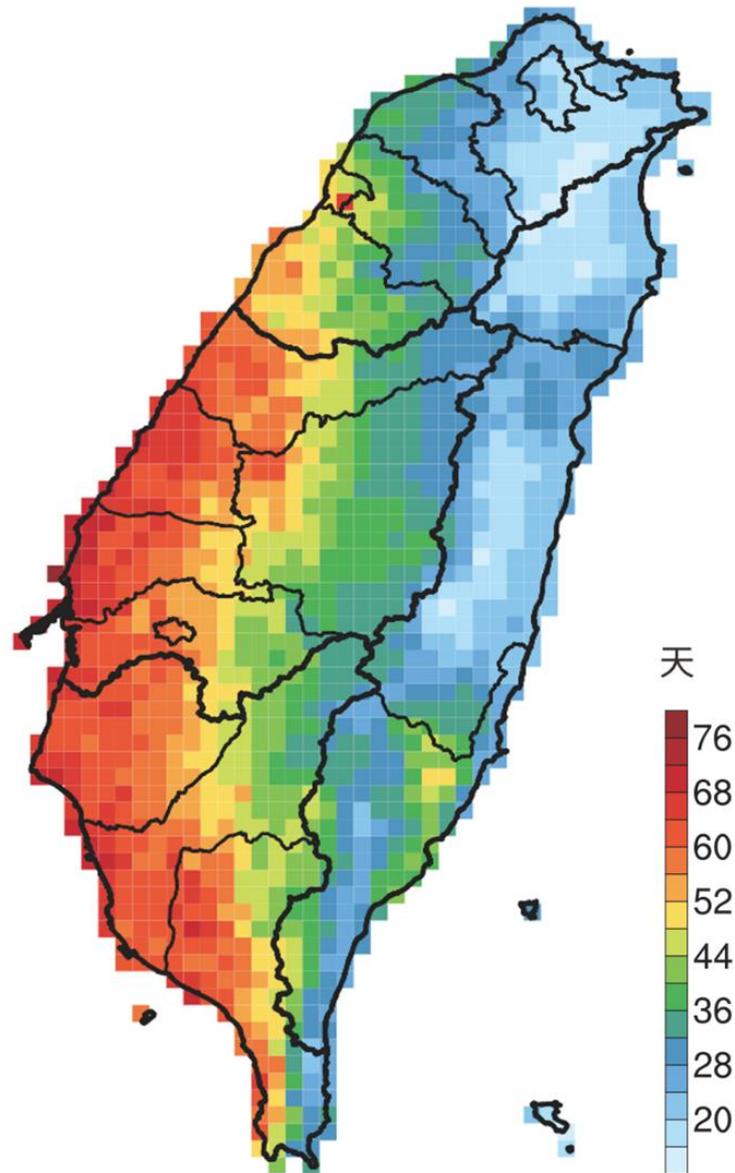
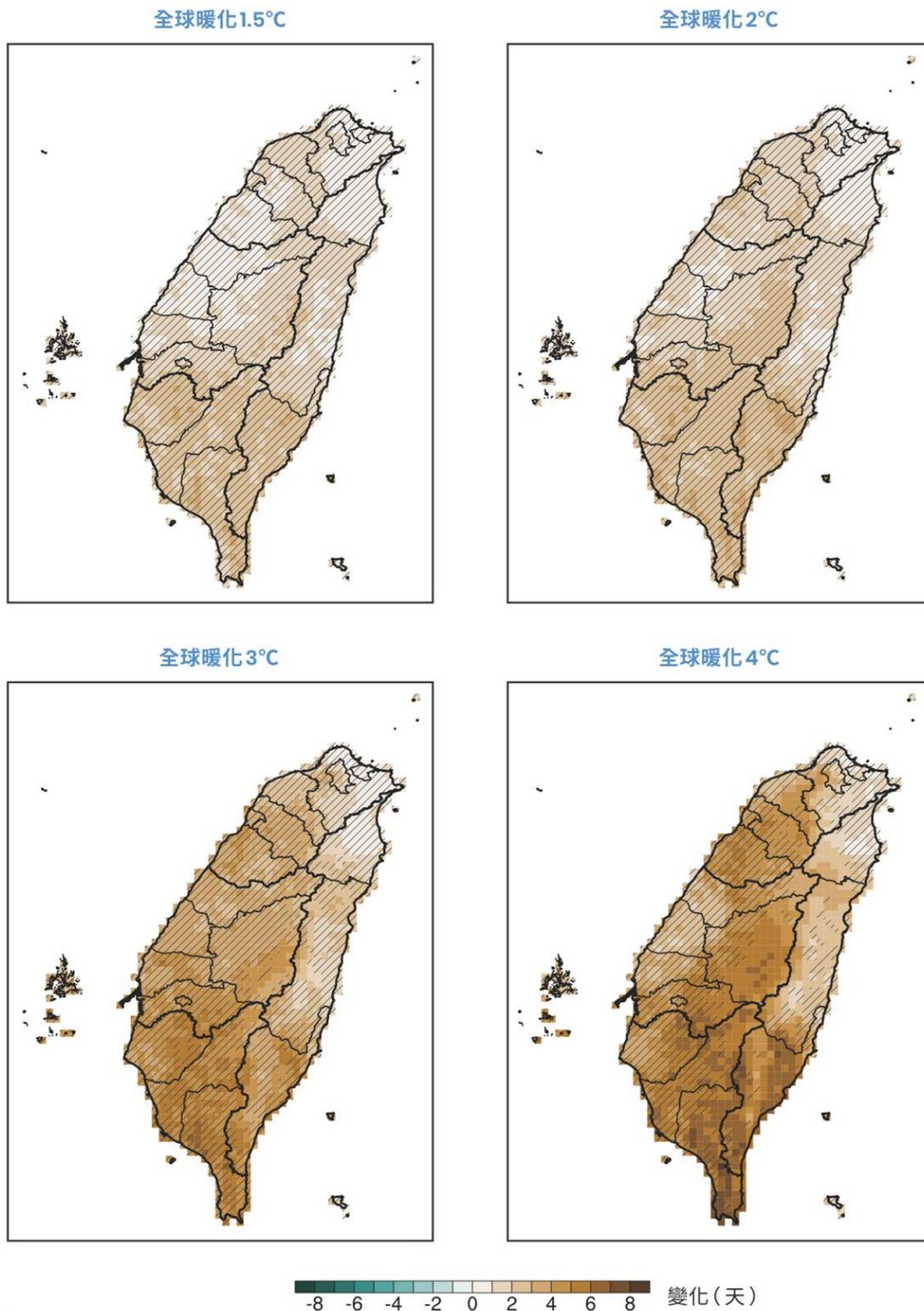


圖 4-19、臺灣在基期之年最長連續不降雨日空間分布



<p><b>氣候變遷訊號評估</b></p> <p>無標記：模式一致性高(80%以上模式變化符號相同)</p> <p>▨：模式一致性低(低於80%模式變化符號相同)</p>	<p><b>圖資說明</b></p> <p>全球暖化1.5°C、2°C、3°C及4°C時期，相對於基期1995-2014年，模式系集平均的推估變化(單位：天)</p>
--	---

圖 4-20、臺灣在不同增溫情境下之年最長連續不降雨日推估變化空間分布

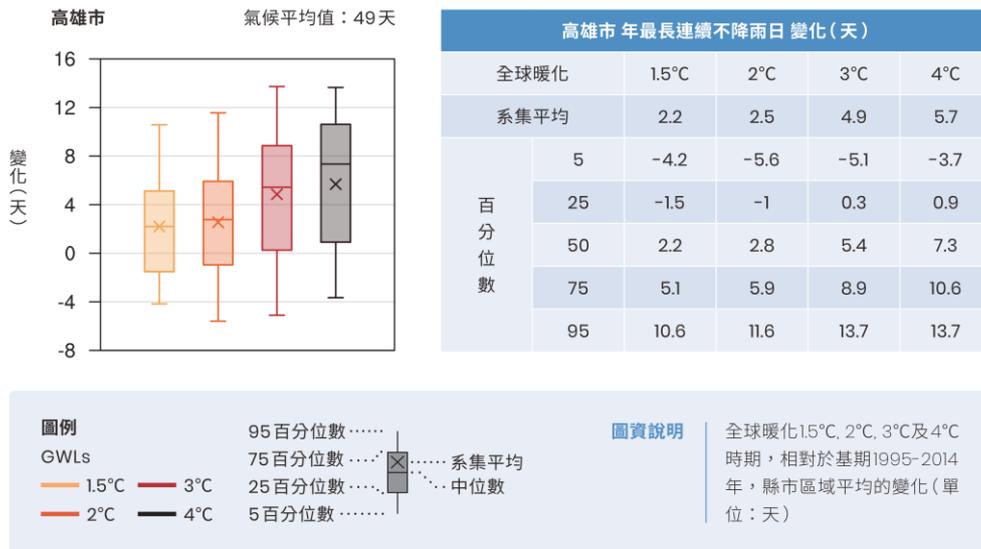


圖 4-21、高雄市年最長連續不降雨日推估變遷之可能性範圍

#### (八)南區集水區水文模擬評估

為瞭解氣候變遷對臺灣水資源之未來衝擊，「2023 臺灣氣候變遷分析系列報告：2020-2021 極端乾旱事件與未來推估」以 CMIP6 統計降尺度日資料應用至水資源相關集水區，並代入水文模式模擬基期(1995-2014 年)與 GWL 2°C及 GWL 4°C的臺灣四個集水區流量。該研究中與本市水資源相關之集水區為南區集水區，其劃分流域及控制點如表 4-1，在 GWL 2°C及 GWL 4°C之降雨改變率如表 4-2，流量變化空間分布如圖 4-22，流量變化空間分布如圖 4-22。

由降雨改變率顯示，隨著 GWL 由 2°C加劇至 4°C，南區集水區在春季及冬季的降雨將顯著減少，而颱風季則為降雨增加。而在集水區流域流量，高屏溪於 GWL 2°C時，梅雨季及秋季流量為減少趨勢，而春季、颱風季及冬季流量則為增加趨勢，而在 GWL 4°C時，春季及秋季流量為減少趨勢，梅雨季、颱風季及冬季流量為增加趨勢。由推估結果可確定未來春季及冬季降雨減少且加上秋季至春季的少雨季節時間延長，溼季縮短的變化，將使本市未來在秋季至春季時頻繁面臨旱象機率增加。

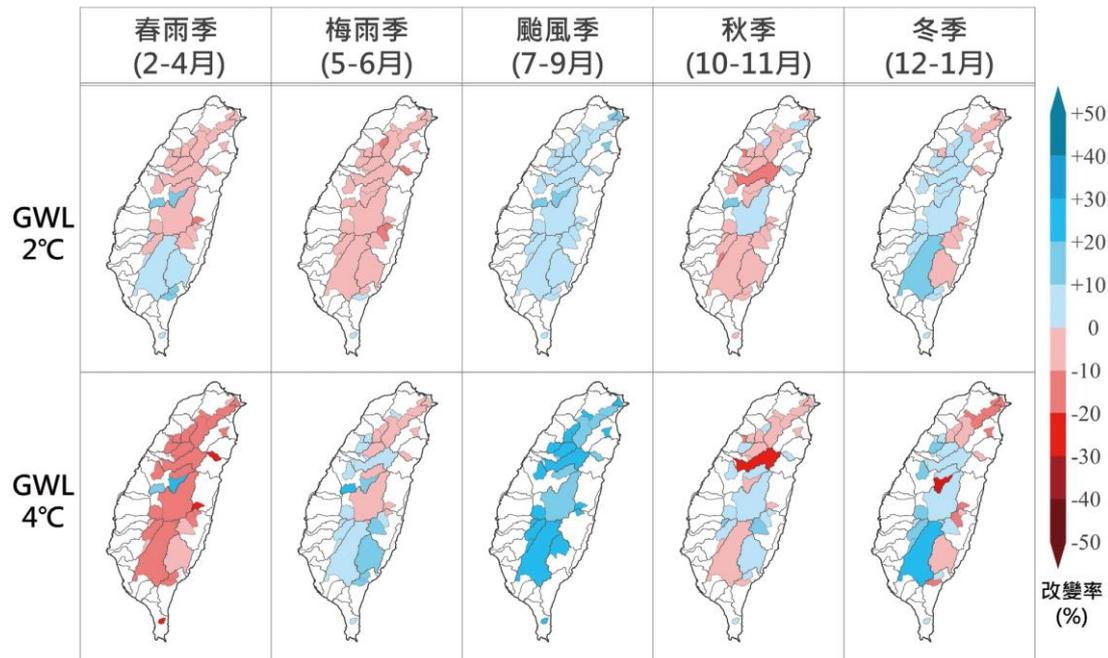


圖 4-22、全臺集水區於全球暖化程度 2°C 與 4°C 之流量改變率分布圖

表 4-1、南區集水區採用控制點及測站

分區	流域	集水區	代表控制點
南	曾文溪	曾文溪、後堀溪	曾文水庫、南化水庫
	四重溪	四重溪	牡丹水庫
	八掌溪	八掌溪	觸口
	高屏溪	高屏溪、旗山溪	高屏堰、阿其巴橋

1. 該研究以各地區主要水源取水設施或流量參考點作為控制點(集水區出流點)，由控制點以地表高程延伸劃分出集水區域。

表 4-2、南區集水區於全球暖化程度 2°C 與 4°C 之降雨改變率

全球暖化程度 2°C 集水區降雨改變率(%)					
分區	春季 (2-4 月)	梅雨季 (5-6 月)	颱風季 (7-9 月)	秋季 (10-11 月)	冬季 (12-1 月)
南	-3	-2.5	4	-8.5	1
全球暖化程度 4°C 集水區降雨改變率(%)					
分區	春季 (2-4 月)	梅雨季 (5-6 月)	颱風季 (7-9 月)	秋季 (10-11 月)	冬季 (12-1 月)
南	-6.5	4.5	21	-8.5	-3

表 4-3、南部集水區於全球暖化程度 2°C 與 4°C 之流量評估指標改變率

全球暖化程度 2°C						
分區	指標改變率(%) 集水區	春季 流量 (2-4 月)	梅雨季 流量 (5-6 月)	颱風季 流量 (7-9 月)	秋季 流量 (10-11 月)	冬季 流量 (12-1 月)
南	八掌溪	3.0	-10.0	3.0	-3.0	3.0
	曾文溪	-2.5	-8.0	2.5	-0.5	4.5
	高屏溪	6.5	-6.5	3.0	-1.5	19.0
	四重溪	5.5	0.5	3.0	-1.0	2.5
全球暖化程度 4°C						
分區	指標改變率(%) 集水區	春季 流量 (2-4 月)	梅雨季 流量 (5-6 月)	颱風季 流量 (7-9 月)	秋季 流量 (10-11 月)	冬季 流量 (12-1 月)
南	八掌溪	-8.0	4.5	25.5	11.5	7.0
	曾文溪	-15.0	0.0	24.0	4.0	11.5
	高屏溪	-15.5	5.0	24.0	-2.5	30.0
	四重溪	-22.0	5.5	27.5	8.0	1.5

### (九)水稻產量衝擊評估

在農業領域針對水稻產量之未來衝擊評估，TCCIP 以 AR5 統計降尺度日氣象資料(包含日最高溫、日最低溫、日降雨量及日輻射量)，輸入作物生產模式(Decision support system for agrotechnology transfer, DSSAT)推估 RCP8.5 暖化情境下的水稻產量，並計算相較於基期(1976-2005 年)之產量改變率，繪製衝擊圖資如圖 4-23，在 RCP8.5 情境下世紀中(2036-2065 年)，本市第一期水稻產量較基期減產約 5-10%，而在世紀末(2071-2100 年)將減產 15-20%。

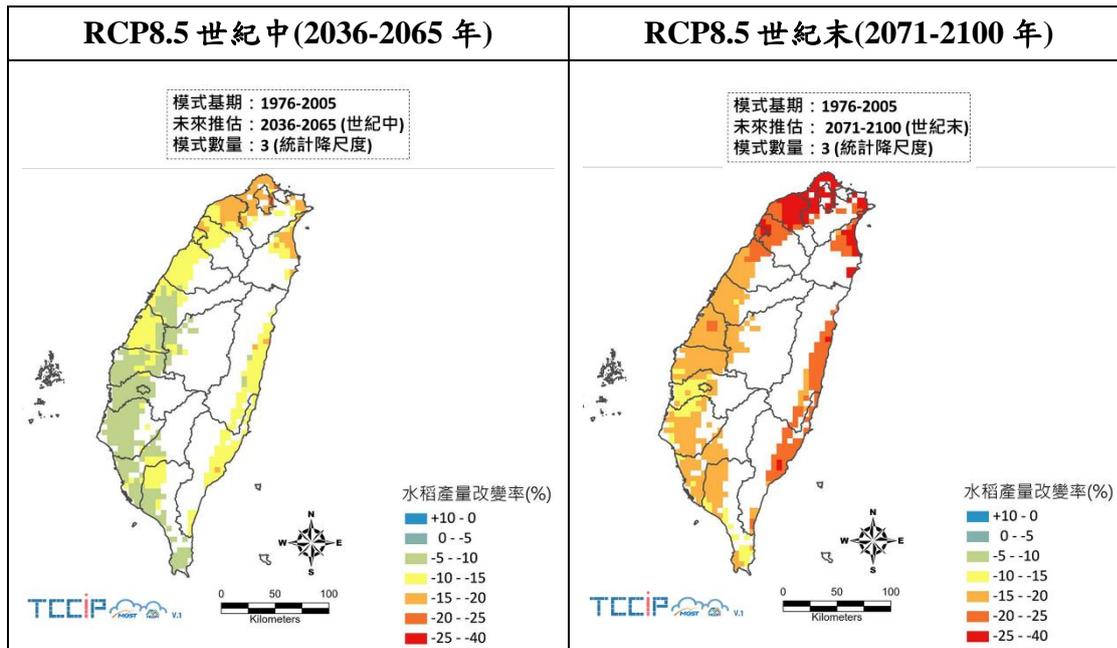


圖 4-23、臺灣未來暖化情境下第一期水稻產量改變率

#### (十)海岸波浪侵蝕及暴潮溢淹衝擊評估

在海岸及海洋領域針對波浪侵蝕與暴潮溢淹之未來衝擊評估，TCCIP 以 1978-2017 年共 125 場歷史颱風資料(路徑及中心氣壓)並設定 RCP8.5 暖化情境下平均颱風風速提高 8%為模擬條件，輸入「天文潮-暴潮-風浪全耦合模式」進行模式模擬推估示性波高及颱風暴潮偏差，並採前述兩項之最大值進行繪製海岸最大颱風風浪高衝擊圖(如圖 4-24)及海岸最大颱風暴潮高衝擊圖(如圖 4-25)。

波浪侵蝕部分，顯示本市不論現況或 RCP8.5 世紀末(2071-2100 年)情境下，皆僅有小港區部分區域海岸為中程度衝擊，其餘海岸段皆呈現極低至低程度衝擊，但整體未來衝擊程度仍略為提升；暴潮溢淹部分，本市現況在梓官區、楠梓區及左營區呈現高程度衝擊，而在 RCP8.5 世紀末情境下，將再新增彌陀區及鼓山區，且整體海岸段之未來衝擊皆有提升。

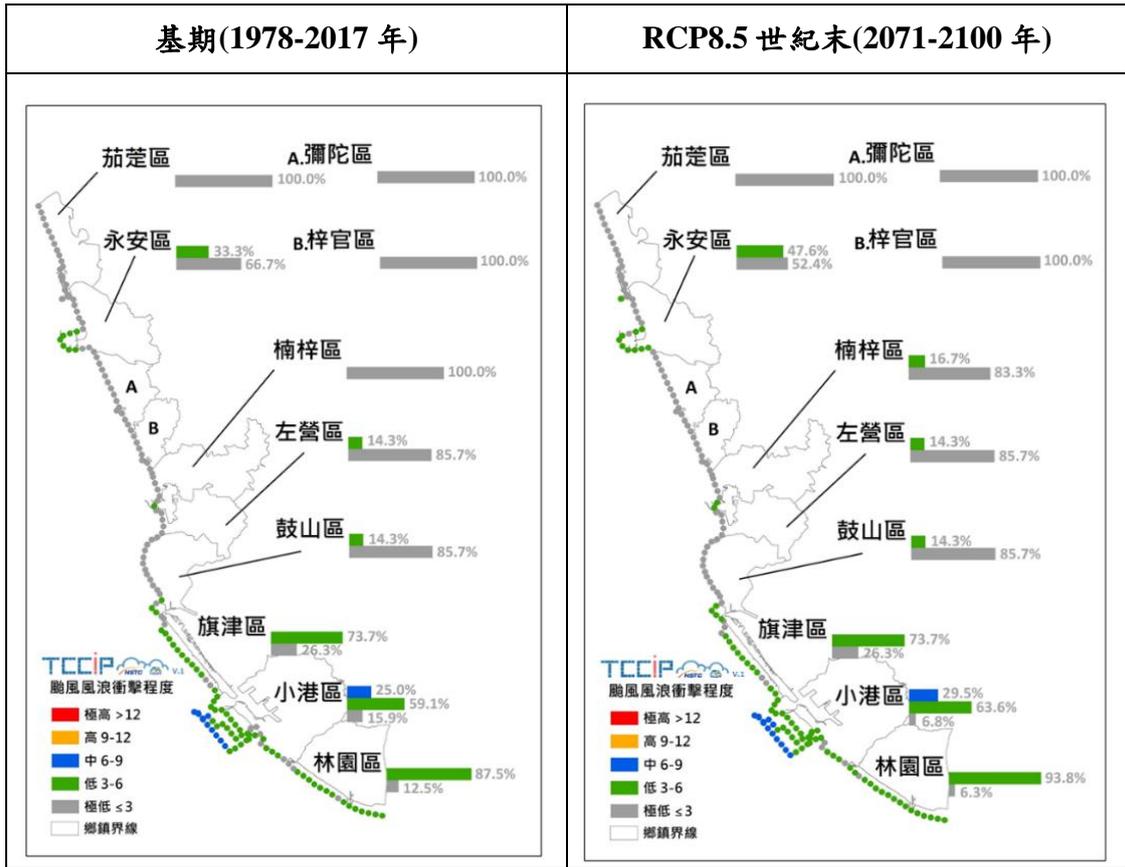


圖 4-24、海岸最大颱風風浪高衝擊圖

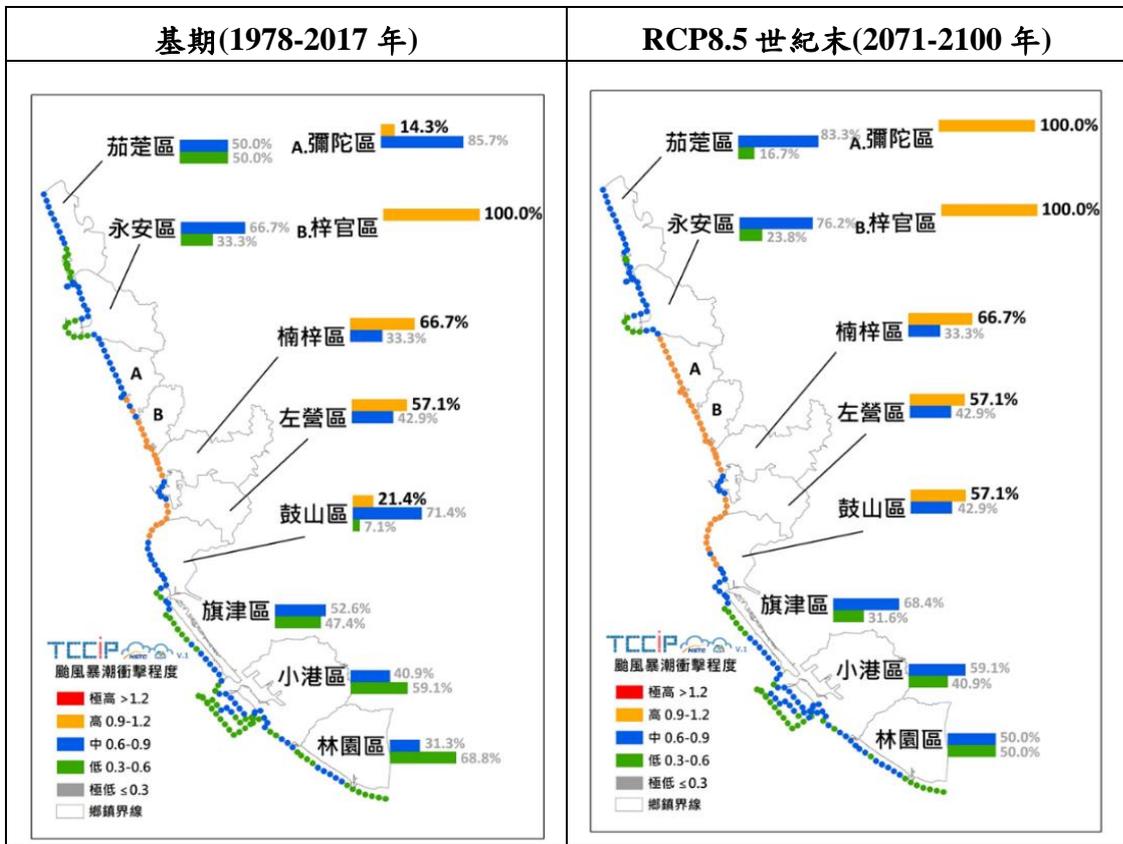
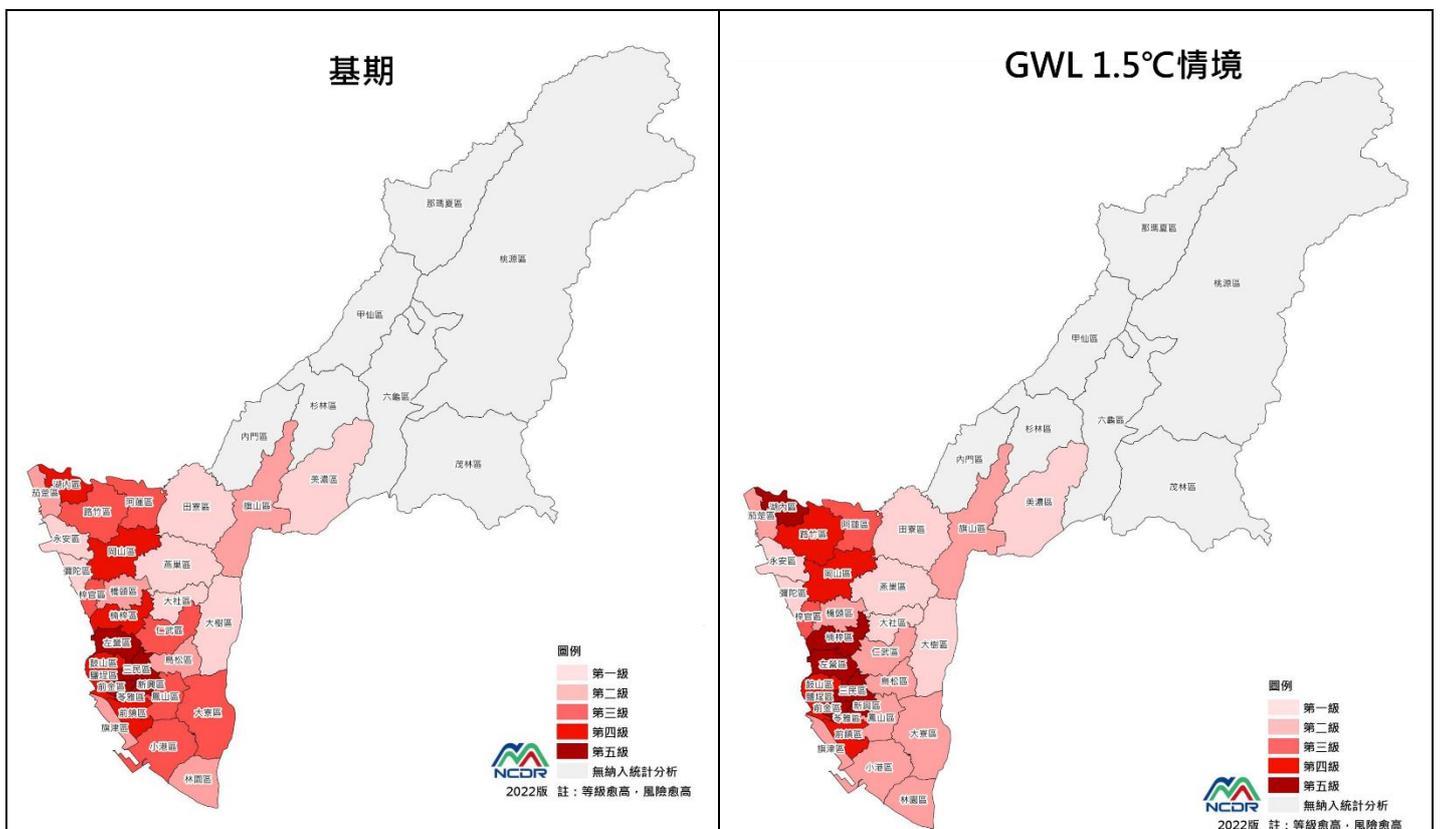


圖 4-25、海岸最大颱風暴潮高衝擊圖

## (十一) 淹水風險評估

NCDR 採用 AR5 統計降尺度 GCM 模式之網格日資料、第三代淹水潛勢圖及人口統計資料，分別計算分析危害度、脆弱度及暴露度三項指標，並將三項指標進行等權重相乘，完成分析未來不同增溫情境下各鄉鎮市之淹水風險，並繪製成淹水災害風險圖，如圖 4-26。

由成果顯示，本市於基期(1995-2014 年)有中高度風險發生淹水災害共有 18 個行政區，其中第五級風險有左營、三民、新興及前金等 4 區，第四級風險有湖內、岡山、楠梓、鼓山、鹽埕、苓雅及前鎮等 7 區，第三級風險有路竹、阿蓮、梓官、仁武、鳳山、小港及大寮等 7 區；而隨著增溫情境加劇，在 GWL 1.5-2°C 情境下，湖內、楠梓、路竹及仁武等 4 區之淹水風險將會增加，尤其在 GWL 4°C 情境下，將有多達 10 個行政區之風險提高，包含路竹、仁武、鳳山、大寮、小港、湖內、楠梓、茄萣、岡山、前鎮等區。



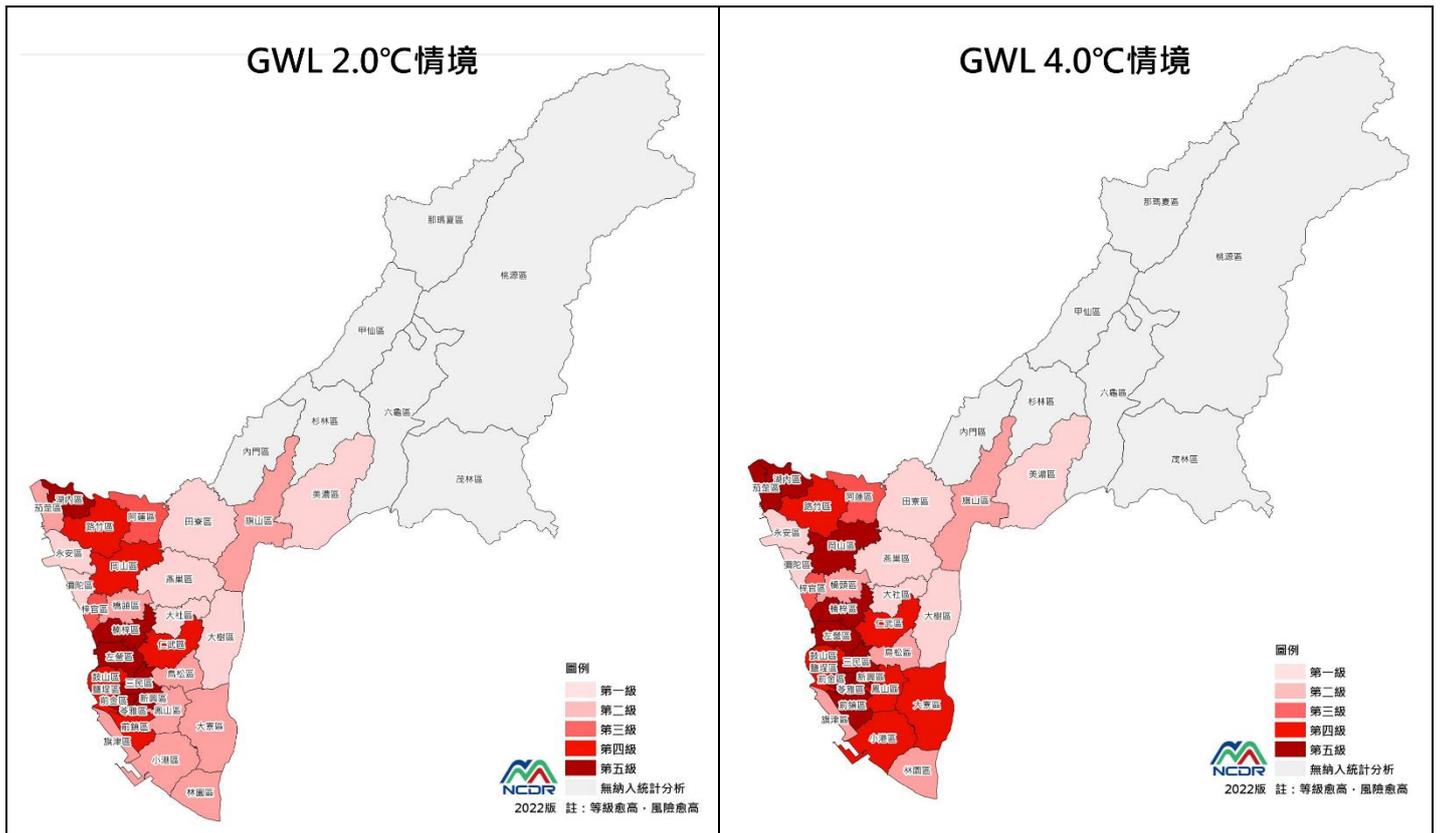


圖 4-26、高雄市在不同增溫情境下淹水災害風險

## (十二)坡地風險評估

NCDR 採用 AR6 統計降尺度 GCM 模式之網格日資料、地質災害潛勢與裸露地範圍及人口統計資料，分別計算分析危害度、脆弱度及暴露度三項指標，並將三項指標進行等權重相乘，完成分析未來不同增溫情境下各鄉鎮市之坡地風險，並繪製成坡地災害風險圖，如圖 4-27。

由成果顯示，本市於基期(1995-2014 年)有中高度風險發生坡地災害共有 10 個行政區，其中第五級風險有內門、杉林及六龜等 3 區，第四級風險有甲仙及美濃等 2 區，第三級風險有那馬夏、茂林、田寮、仁武及鼓山等 5 區；而隨著增溫情境加劇，在 GWL 1.5-2°C 情境下，桃源、甲仙、美濃、田寮及仁武等 5 區之坡地風險將會增加，尤其在 GWL 4°C 情境下，將有多達 11 個行政區之風險提高，包含桃源、鳥松、那馬夏、甲仙、美濃、田寮、仁武、旗山、燕巢、大社、鼓山等區。

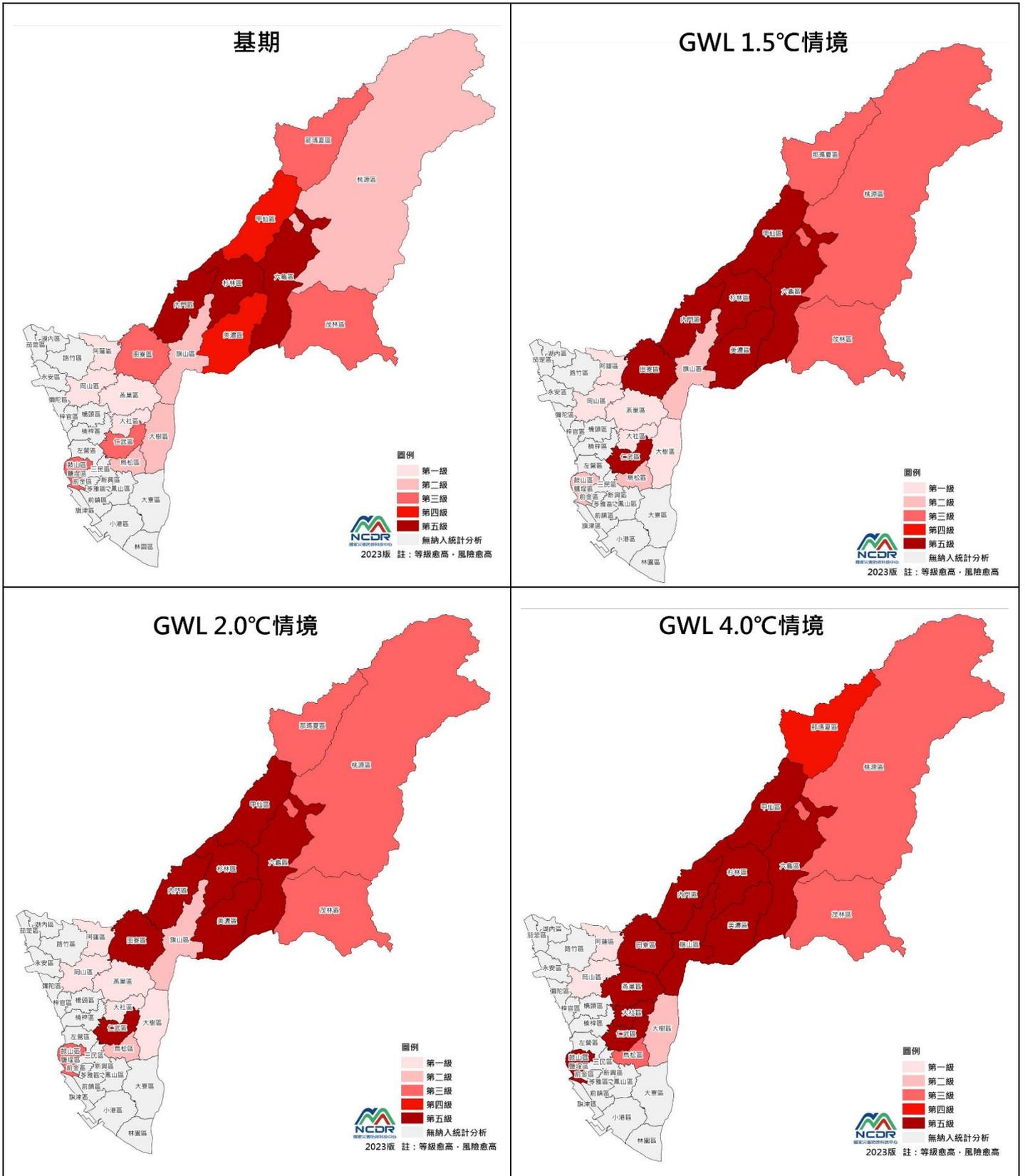


圖 4-27、高雄市在不同增溫情境下坡地災害風險

## 二、風險評估示範案例

因應全球暖化與極端氣候帶來的衝擊，必須仰賴有效的風險評估步驟，以協助本市於後續可能遭遇氣候變遷的衝擊層面提出有效的因應對策，降低氣候變遷的影響。本市過往已完成風險評估架構至鑑別氣候危害，並於 112 年度接續執行氣候情境模式模擬，藉由模式模擬產出風險圖資推估未來衝擊，以幫助決策者制定合宜調適策略與政策，規劃調適路徑，並使風險評估架構能持續滾動修正。

為使本市各局處未來於操作氣候風險評估案例時，能依循國家氣候變遷調適架構(二階段六構面)，採科學方法辨識氣候風險與調適缺口，再進行調適規劃與行動。因此，本市於 112 年以 2 個案例做為示範，分別為「高雄市虱目魚養殖生產區氣候風險與調適缺口辨識(短延時強降雨及低溫寒害→養殖漁業)」及「極端降雨與淹水→受污染土地污染物擴散」為案例。

根據 112 年環境部公告之「國家氣候變遷調適行動計畫(112-115 年)(核定本)」發布「國家情境設定及調適框架」，112 年度執行案例以「第一階段調適(構面①至構面③)」之「辨識氣候風險與調適缺口」為主，包含：界定範疇、檢視現況、評估風險等 3 構面，並作為未來調適規劃與行動依據。兩個案例執行成果如下說明。

### **(一)高雄市虱目魚養殖生產區氣候風險與調適缺口辨識(短延時強降雨及低溫寒害→養殖漁業)**

鑒於氣候變遷與全球暖化日益加劇，近年頻繁的天然災害如寒害與洪災造成臺灣養殖漁業龐大的損失，根據農業部漁業署 110 年統計，全臺近海養殖漁業年產值約為 272 億新臺幣，高雄市約為 31 億(占比 11%)(農業部漁業署，112)，過往因 105 年 1 月強烈寒流及 107 年 8 月 23 日熱帶低壓水災等極端氣候事件影響，高雄市養殖漁業損失超過 4 億元，極端氣候災害對養殖漁業除造成產值直接損失，更是對以養殖維生的漁戶生計造成莫大衝擊。

根據聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, 簡稱 IPCC)110年8月公布之氣候變遷第六次評估報告結果顯示,全球溫度短期(110-129年)內將升溫至 1.5°C,未來短延時強降雨等極端氣候事件發生頻率只會更加頻繁(IPCC, 110)。考量海港及漁業為本市作為港都城市之特色,故針對養殖漁業進行氣候風險評估模擬,以掌握未來氣候情境下本市養殖漁業可能遭遇之衝擊,進而研擬對應策略提升其面對極端氣候事件之調適能力。

#### ✚ 國家調適應用情境與調適推動框架操作

##### (1)設定目標：

基於前述擬定欲解決的研究問題,以本市養殖漁業生產的大宗養殖物種為研究對象,透過未來 AR6 未來氣候情境模擬,辨識可能的潛在氣候風險,以及未來調適缺口判定與行動依據。

##### (2)關鍵物種選定原則：

藉由農業部漁業署於 112 年公告「養殖漁業放養查詢平台」,以及高雄市政府海洋局「111 年高雄市漁業年報」資料蒐整確認,111 年時,高雄市内陸水產養殖漁業的總生產量,以及養殖面積皆係以「虱目魚」的占比為最高,分別為 51.55%與 45.63%。然而,若以本市總產量 80%以上的大宗養殖物種生產量占比觀察發現,虱目魚占總 80%產量中的 55%、生產值約占總 80%產值的 40%(高雄市政府海洋局,2023;農業部漁業署,2023)。

基於 2022 年的總產量、總產值、占總 80%產值與量的大宗養殖物種的總整結果,以及與高雄市政府多次會議討論後,確認挑選具有代表性的大宗養殖物種「虱目魚」,作為去(112)年度高雄市沿海漁業生產區為模擬評估主要對象與區域。

#### ✚ 虱目魚漁業生產現況檢視與盤點

本市虱目魚養殖生產地區,100 至 111 年間,已累計超過百萬仟元之生產地區,依累計數據大小排序順位為:茄萣區、路竹區、永安區、

湖內區、彌陀區、岡山區、阿蓮區，其中以茄萣區、路竹區及永安區占產量與產值累計前三名地區(高雄市政府海洋局，112年)，其中又以茄萣區為面積最大的虱目魚養殖生產地區。

過去十年間，臺灣自然災害頻傳，並造成農漁產品損失嚴重。為減少極端氣候事件可能對養殖經營者的影響，漁業署自106年起試辦養殖漁業保險，與產險公司合作規劃，並與養殖團體、縣市政府及產險公司進行協商，決議以符合漁業經營者的需求推行降水型及溫度型漁業保險。

依據「高雄市歷年虱目魚養殖投保降水型及溫度型漁業保險件數」統計，自106年起至111年間，累計之降水型漁業保險共計101件，其養植物種為虱目魚的理賠件數為26件；溫度型漁業保險部分，106年起至111年間累計共計333件，其中物種為虱目魚的件數為172件；高雄各地區中虱目魚養殖投保漁業保險中，以永安區投保數最多，分別為降水型22件及溫度型102件(高雄市政府海洋局，111)。

#### 未來氣候風險模擬評估

本次模擬方式係以兩種主要危害進行分析，包含：短延時強降雨事件與低溫寒害事件。其中，短延時強降雨事件以漁業保險設定之降雨指標的連續災害事件數累計值作為危害變數；低溫寒害事件則以漁業保險設定之低溫寒害指標的連續災害事件數累計值作為危害變數，且皆以IPCC AR6全球暖化情境(+1.5°C)之指定指標連續災害事件數作為基礎資料使用。

本次模擬方法以網格化資料進行模擬，透過全臺5公里網格點中挑選本市政府管轄範圍網格，再篩選出指定研究養植物種的主要生產作業區塊，並以選定區塊範圍進行未來暖化情境的低溫與極端強降雨危害事件數，以及暴露與風險統計運算。

模擬過程中，結合本市歷年養殖生產數據資料，如生產量或放養量等，以及歷年水產養殖漁業天然災害損失資料，彙整未來暖化情境本市虱目魚的生產潛在風險，最終產出本市漁業風險圖資。

本案依據 112 年通過《氣候變遷法》設定之國家情境(全球暖化情境+1.5°C)，選定全球暖化程度(Global Warming Level, GWL)，進行未來氣候風險評估，模式基期設定為 1976 至 2005 年，語系為中文，資料編碼格式為 UTF-8。

推動成效

氣候風險辨識結果

(1) 連續性低溫氣候事件：「T10H24」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估。

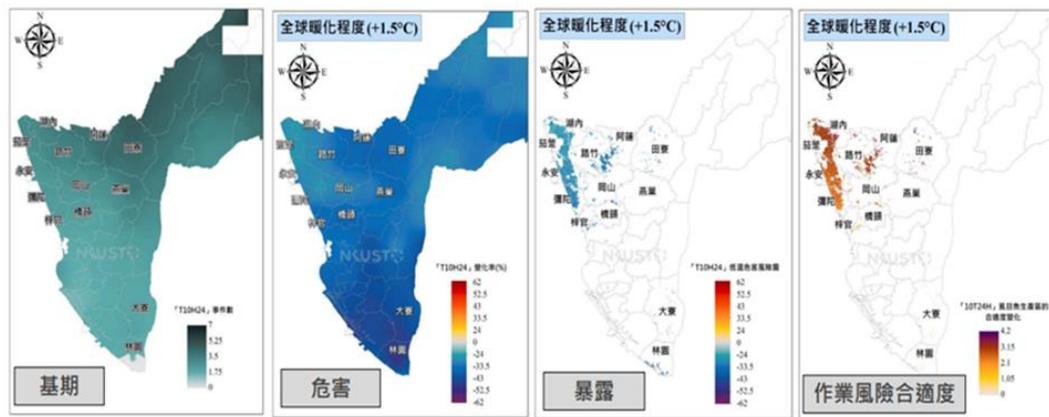


圖 4-28、「T10H24」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估

(2) 連續性低溫氣候事件：「T10H48」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估。

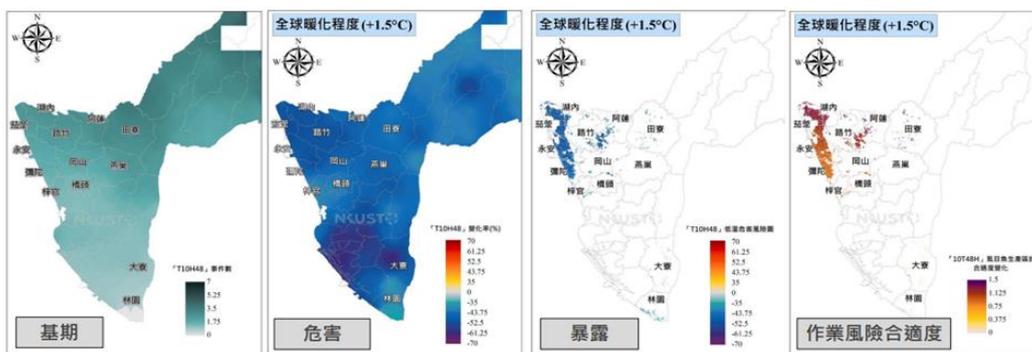


圖 4-29、「T10H48」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估

(3)極端強降雨氣候事件：「520mm48H」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估。

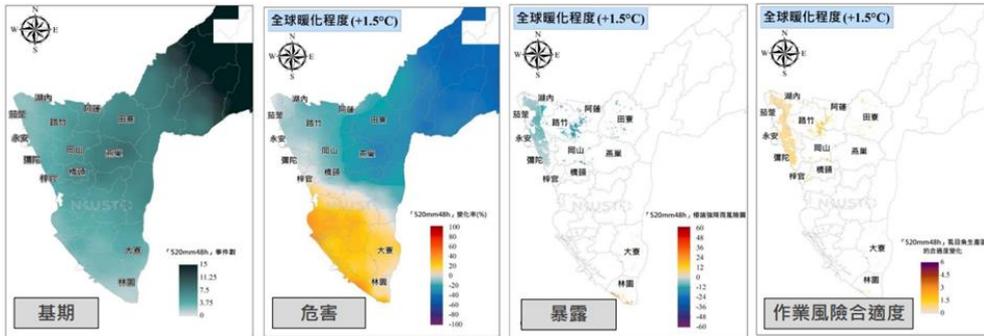


圖 4-30、「520mm48H」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估

(4)極端強降雨氣候事件：「740mm48H」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估。

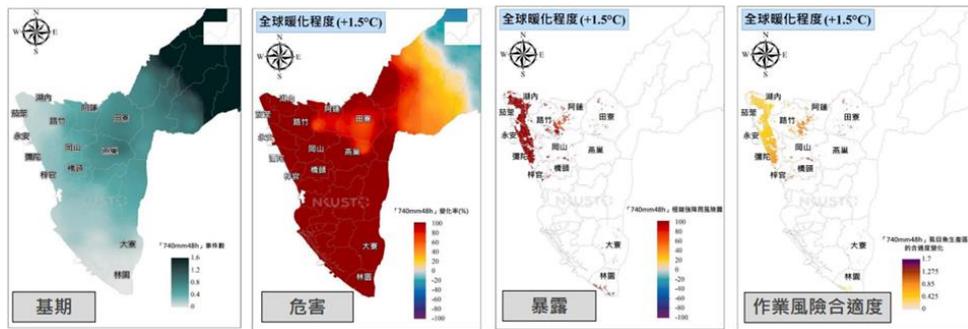


圖 4-31、「740mm48H」指標高雄虱目魚養殖生產區潛在風險評估

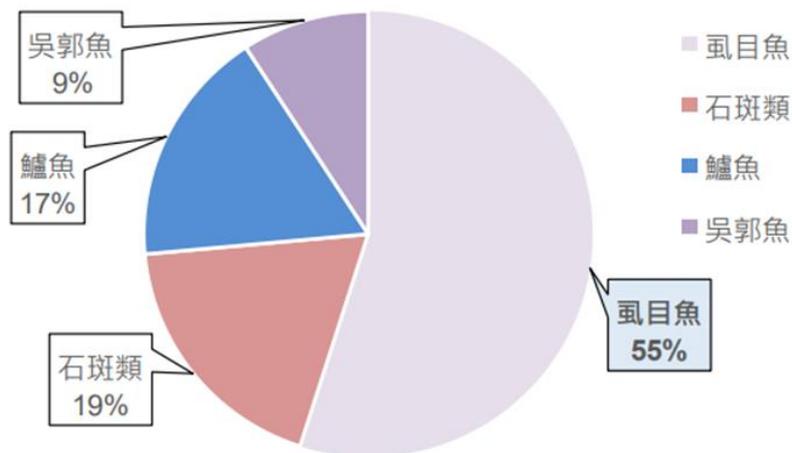


圖 4-32、2022 年高雄市總產量 80%以上的大宗養殖物種生產量占比

(資料來源：高雄市政府海洋局，111)

## (二)極端降雨與淹水→受污染土地污染物擴散

根據聯合國政府間氣候變化專門委員會公布的第六次評估報告(AR6)的降雨日資料，以污染傳輸數模擬方法，評估極端氣候條件下對本市烏松仁美場址中 PCE 污染團的影響。進行數值模擬之前，先根據政府公開的水文地質資料，建立仁美場址第一自由含水層的水文地質概念模式。但因為不同的來源資料對仁美場址的水文地質條件的解釋不一致，故研究中提出兩種不同的水文地質概念模式，差異在最接近地表的含水層為砂質黏土層或黏土層，以下的地層則為砂土層。仁美場址的基期降雨日資料，係根據多個單位之測站資料，擷取 84 至 103 年(AR6 定義之基期)之間網格化資料的平均值；未來的降雨日資料則取自 AR6 資料，並經由臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台進行統計降尺度後獲得的 5 公里網格資料，其中未來分為短期、中期及長期三個時間段。模擬結果指出，因仁美場址的基期與未來降雨日資料的差異不大，故極端氣候條件下仁美場址的 PCE 污染團不致產生明顯的變化。但若考慮乾旱情境，則不論基期或未來情境，PCE 會集中於地表下約 3 公尺之內之自由含水層，建議主管機關在預知乾旱發生之前對仁美場址進行開發限制，以降低 PCE 對人類及環境造成的危害。最後，根據本案的模擬結果，針對仁美場址的 PCE 污染狀況建議多項韌性調適策略以供高雄市政府參考。

本案旨在探討極端氣候下，對於污染物於地層中傳輸的影響。綜合以上模擬結果，得出以下結論：

- (1)因不同水文地質資料來源對模擬區域的地層分布解釋不盡相同，故本案考慮兩種水文地質概念模式。但不同水文地質概念模式推估出 PCE 污染團的空間分布差異不大，表示仁美場址水文地質概念模式的不確定性並非為影響該場址污染物分布的重要因素。
- (2)比較基期與 AR6 在短、中、長期的情境，根據模擬結果推論極端降雨對於污染場址污染物擴散影響不大。主要原因係 AR6 預測高雄地

區於 110–189 年之間的降雨量，並未隨全球溫度升高而有顯著的增長，日降雨量至多僅相差 1.49 mm / day，故對 PCE 污染團分布的影響有限。

(3)比較極端氣候的降雨情境與乾旱情境，乾旱情境下 PCE 多半存在於淺部未飽和含水層，而此區域卻更容易受到人類擾動，故乾旱情節對人類健康的影響可能高於降雨情境的影響。故未來面臨乾旱事件時，建議主管機關考慮限制污染場址的開發行為以期降低污染物對人類健康及環境造成的傷害。

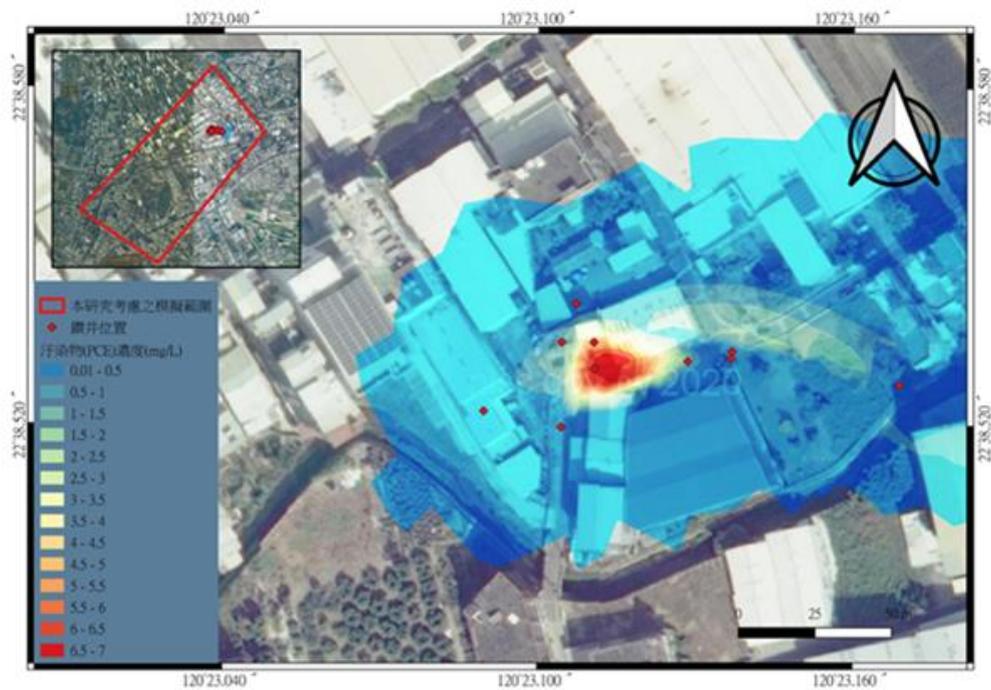


圖 4-33、初始 PCE 濃度分布的內插結果

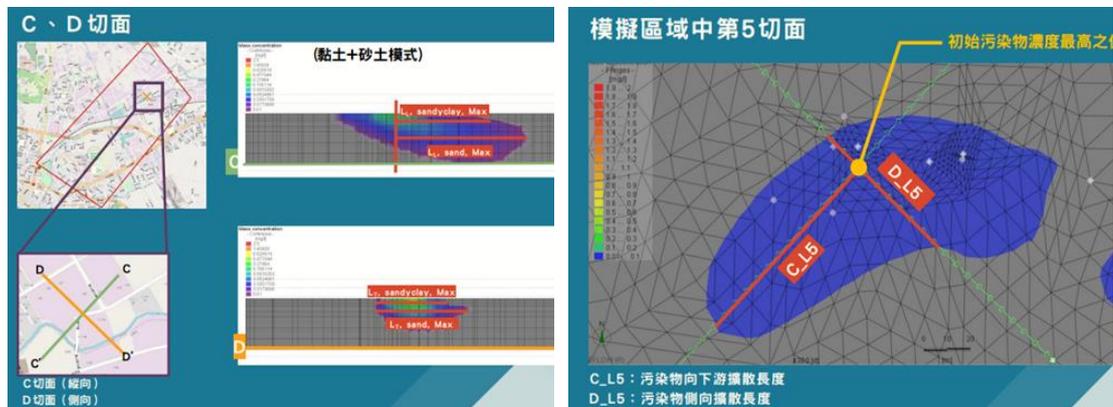


圖 4-34、PCE 污染團-6 項範圍擴散量化指標

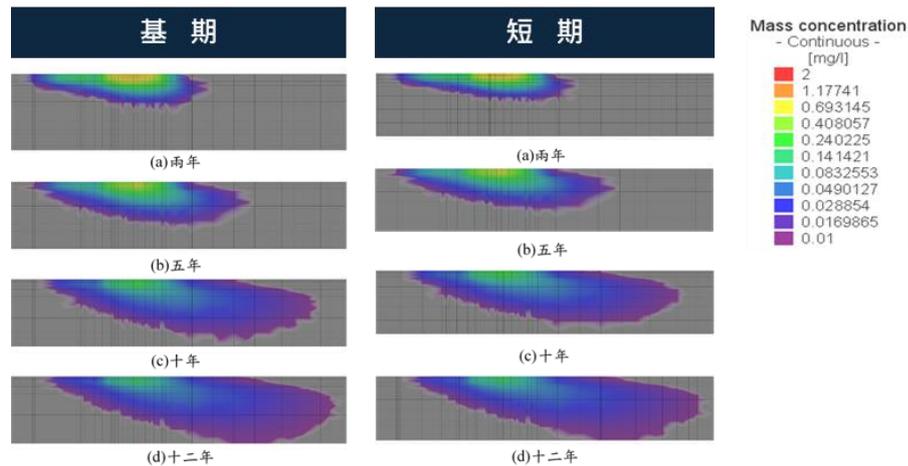


圖 4-35、污染團擴散模擬成果

### 三、風險評估精進方針

依據氣候變遷因應法第 18 條第 2 項，地方政府應使用氣候變遷科學報告，進行氣候變遷風險評估，作為研擬、推動調適方案及策略之依據。然本市過往在風險評估作業上較少著墨，故建議未來可藉由本市氣候變遷推動因應會，督促各局處參採我國「氣候變遷調適框架」第壹階段「辨識氣候風險與調適缺口」工作，研擬規劃風險評估計畫。

#### (一) 界定範疇及檢視現況

首先界定範疇係要找到需解決的問題、目標或關鍵議題，以確立調適策略方向避免議題發散，其次再針對問題點進行檢視盤點現有政策或資源。因此建議各局處以現階段既有調適策略為參考依據進行訂定關鍵議題，並藉由文獻回顧、檢視歷史氣象事件或利害關係人討論訪談，完成界定該議題需要分析評估之未來危害、衝擊，以利執行風險評估掌握現有政策與未來氣候衝擊間之施政差距(調適缺口)。

#### (二) 風險評估

在完成前述作業後，依據 NCDR「氣候變遷下災害風險問答集」建議的氣候變遷風險圖評估流程，如圖 4-28，首先風險定義參考 IPCC

AR5 報告，以危害度、暴露量、脆弱度三項指標交互作用探討氣候變遷衝擊風險，故採用三項指標相乘積作為評估方式，其次針對前述三項指標，依關鍵議題之氣候變遷特性，選用合適的科學數據資料，並將各指標所採用的原始數據資料以標準分數計算出各指標等級，並將三項指標等級以等權重相乘分別計算出基期與未來推估時間之風險值，最後將風險值進行等級劃分呈現風險高低程度並依需求採用不同空間尺度完成產製風險圖。



圖 4-28、氣候變遷風險圖評估流程