

第3章 氣候變遷衝擊影響及評估

一、關鍵領域氣候變遷風險與衝擊評估

嘉義市關鍵領域界定和分析氣候變遷衝擊，參考 IPCC 之脆弱度評估方式[脆弱度=f(暴露、敏感度、調適能力)]進行初步之衝擊分析，作為脆弱度評估時之參考依據。衝擊分析首先依事件類別進行分析，氣候變遷可能導致氣溫上升、海平面上升、水文變化、及極端天氣事件(颱風、暴雨及乾旱之強度/頻率增加)等 4 種情境現象，而嘉義市因未臨海，故本執行方案不予以討論海平面上升，以及海岸領域之議題。

嘉義市調適行動計畫之「嘉義市調適應用情境」，依據國家政策採「西元 2021-2040 年升溫 1.5°C、西元 2041-2060 年升溫 2°C」，和國內科學報告「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(TCCIP)」趨勢評估結果，以兼顧施政期程規劃與目標設定，作為各部門進行風險評估與辨別調適缺口之共同參考基本情境，輔以嘉義市近年實際之氣候變異狀況，可強化嘉義市整體風險評估之一致性，也助於跨部門風險評估應用與整合。衝擊分析之情境設定如下：

情境一：暴雨頻率/規模增加（降雨強度 500 mm/hr）

情境二：乾旱發生頻率/規模增加（連續無降雨天數達 30 天以上）

情境三：平均溫度上升 2 度；極端高/低溫事件（36°C 以上/10°C 以下）發生頻率增加

（一）氣候災害

全球暖化下將造成氣候系統諸多面向的變遷，包括極端高溫、海洋熱浪、豪雨、區域農業與生態乾旱的發生頻率與強度增加，報告亦提供各區域的關鍵氣候資訊，針對亞洲地區的氣候變遷未來變遷趨勢評估摘錄如下：

1. 溫度：極端高溫事件將會增加、冷事件減少。
2. 降水：極端降水、平均降水、洪水事件將會增加。

3. 風場：地面風速下降；熱帶氣旋的數量減少但強度增加。
4. 海岸與海洋：推估海平面上升造成沿岸地區洪水增加、海岸線倒退；海洋熱浪增加。

(二) 調適領域衝擊與挑戰

就國家氣候變遷調適政策綱領，以臺灣的地理特性與社會條件而言，面對氣溫上升與降雨型態大幅度改變，可能造成各調適領域的衝擊，包括：颱風、暴雨影響較為顯著的洪災與坡地災害；遭受各種災害破壞的維生基礎設施；水資源的調度越趨困難；土地的環境脆弱與敏感度相對提高；海平面上升造成國土流失；能源供給與產業管理風險增加；糧食安全受到威脅以及生物多樣性的流失；傳染性疾病流行風險升高等，均不可忽視其嚴重性。(如表 3.1-1 所示)

表 3.1-1、各調適領域衝擊與挑戰

調適領域	衝擊與挑戰
維生基礎設施	重要維生基礎建設(橋樑、道路、水利、輸配電及供水設施)因區位不同，受到豪雨、水位上升等影響，所受災害類型及損失亦不相同。
水資源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 降雨型態及水文特性改變，提高河川豐枯差異及複合型災害風險。 2. 氣溫及雨量改變，影響灌溉需水量、生活及產業用水量，使得水資源調度困難。 3. 河川流量極端化下，河川水質亦受影響。
土地利用	極端氣候，使環境脆弱與敏感程度相對提高，突顯土地資源運用安全性、重要性等。
能源供給及產業	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能源需求發生變化，可能無法滿足尖峰負載需求 2. 各產業之能源成本與供應受衝擊 3. 企業之基礎設施受氣候變遷衝擊，引發投資損失或裝置成本增加等
農業生產及生物多樣性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溫度升高，降雨量不足等，打亂作物生長期，農產品產量及品質面 2. 臨不確定性，危及糧食安全；漁業生產力亦受影響等 3. 環境變化，亦影響生態系原有棲地，造成生物多樣性流失等
健康	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溫度上升，升高傳染性疾病流行的風險，亦增加心血管及呼吸道疾病死亡率，加重公共衛生與醫療體系負擔

二、嘉義市氣候變遷趨勢風險及衝擊評估

根據中央氣象局觀測資料分析顯示，臺灣年平均氣溫於過去 110 年間（1911-2020 年）上升約 1.6°C，近 50 年及近 30 年增溫呈現加速趨勢(圖 3.2-1)。在四季分布方面，21 世紀初夏季長度已增加至約 120-150 天，冬季長度則縮短約 70 天，且近年來冬季甚至縮短至約 20-40 天(圖 3.2-2)。未來推估部分，全球高度排放溫室氣體的最劣暖化情境（SSP5-8.5）與理想減緩情境（SSP1-2.6）相比較，前者對我國衝擊程度將明顯大於後者。在氣溫方面，最劣情境下，高溫達 36°C 以上日數於本世紀末增加約 48 天；理想減緩情境下，增加天數降為 6.6 天。

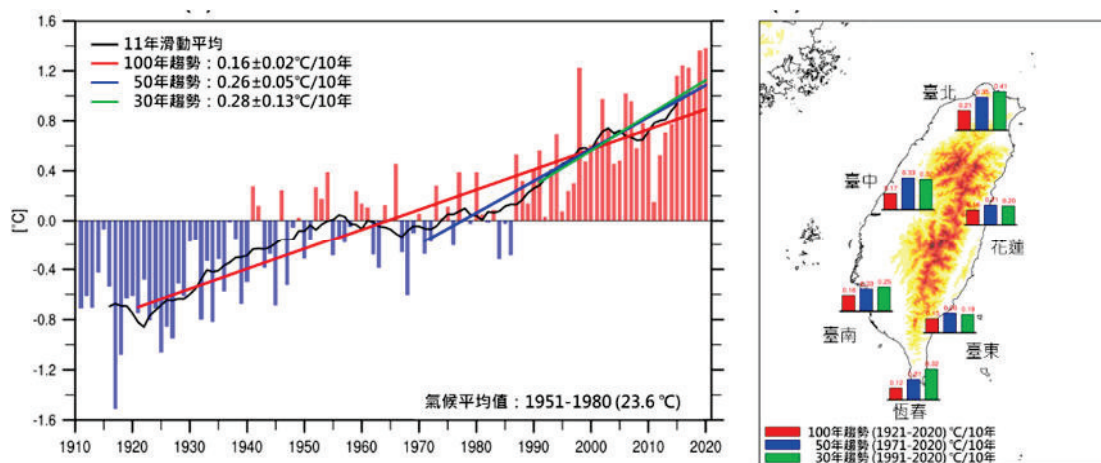


圖 3.2-1、臺灣年平均氣溫變化趨勢

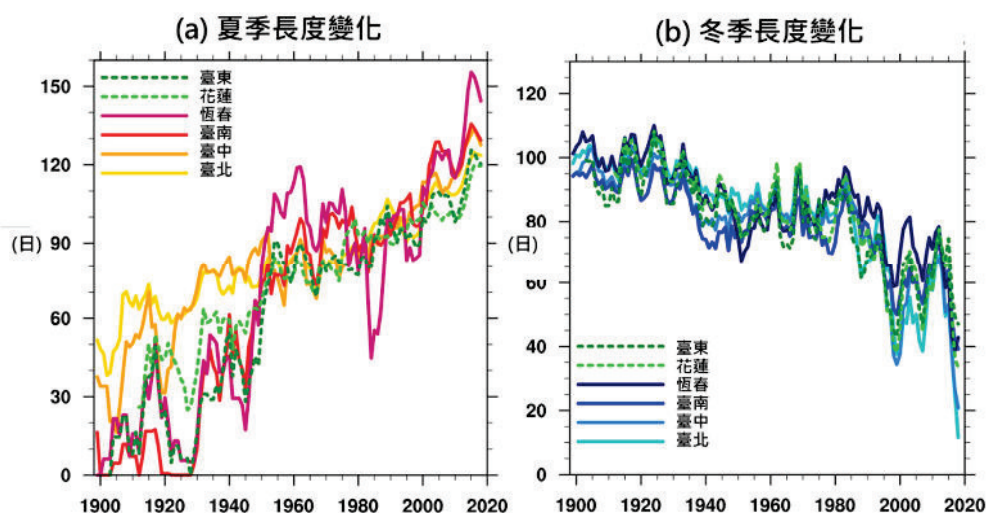


圖 3.2-2、臺灣冬夏兩季長期變遷趨勢

在降雨方面，年總降雨量趨勢變化不明顯，但 1961- 2020 年間少雨年發生次數明顯比 1960 年前時期增加，其中年最大 1 日暴雨強度在 1990-2015 年間，強度與頻率均呈現明顯增加趨勢（圖 3.2-3）；另與乾旱有關之年最大連續不降雨日數趨勢變化明顯，過去 110 年增加約 5.3 日最大連續不降雨日數（圖 3.2-4）。

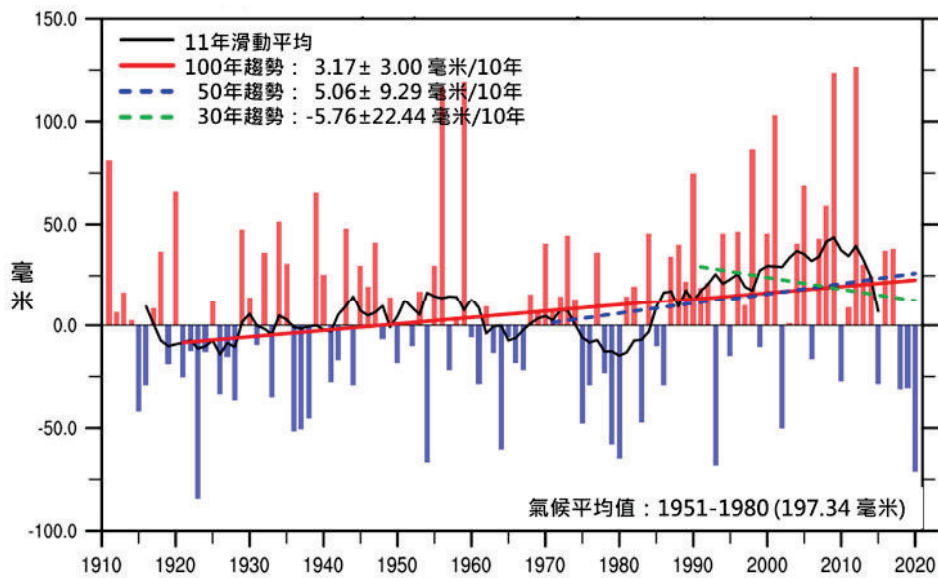


圖 3.2-3、臺灣年最大 1 日暴雨變化趨勢

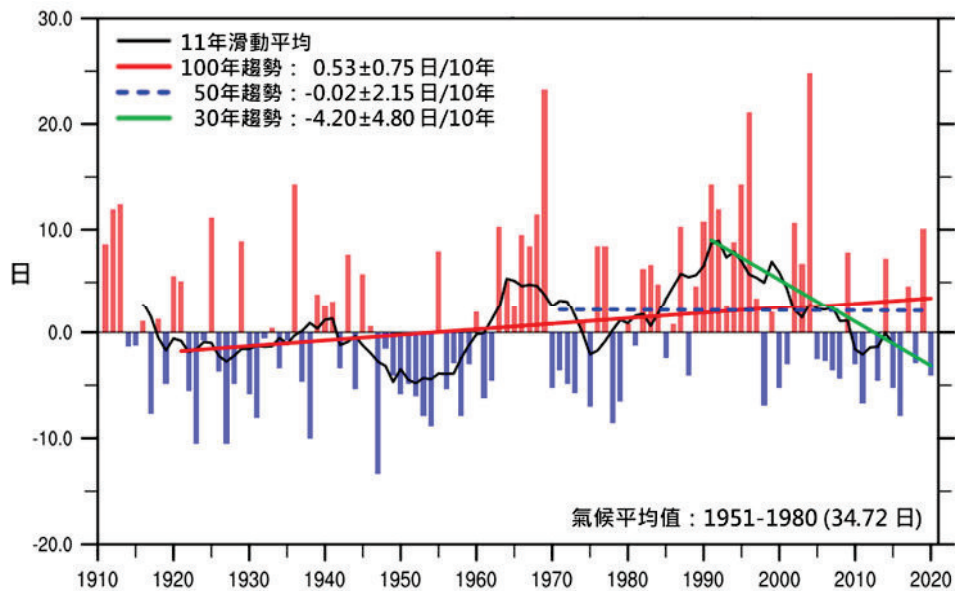


圖 3.2-4、臺灣年最大連續不降雨日數變化趨勢

在氣溫方面，最劣情境下，於本世紀末高溫達 36°C 以上日數將較基期增加約 48 天；理想減緩情境下，增加天數降為 6.6 天（圖 3.2-5）；於四季分布方面，夏季長度從約 130 天增長至 155-210 天，冬季長度從約 70 天減少至 0-50 天，變遷趨勢於最劣暖化情境下顯著，理想減緩情境下則相對緩和（圖 3.2-6）。

與災害衝擊有關之「年最大 1 日暴雨強度」方面，在最劣情境下之 21 世紀末強度增加約 41.3%，理想減緩情境下，暴雨強度增加幅度約為 15.3%（圖 3.2-7）。最劣情境（AR5 RCP8.5 暖化情境）下於本世紀中及本世紀末，影響臺灣地區颱風個數將減少約 15%、55%，但強颱比例將增加 100%、50%，颱風降雨改變率將增加約 20%、35%，（圖 3.2-8）。未來最劣暖化情境（AR5 RCP8.5 暖化情境）下，本世紀末颱風風速約增強 2%~12%，平均增強 8%。因其先天地理環境，臺灣沿岸地區颱風風浪衝擊以東北及東南部海岸衝擊較大，颱風暴潮衝擊則以北部、東北部及中部海岸衝擊較大，故於升溫情境下，其衝擊皆高於其他地區。據 IPCC AR6 升溫 2°C 情境顯示，臺灣周邊海域海平面上升約 0.5 公尺，於升溫 4°C 情境將導致海平面上升 1.2 公尺。

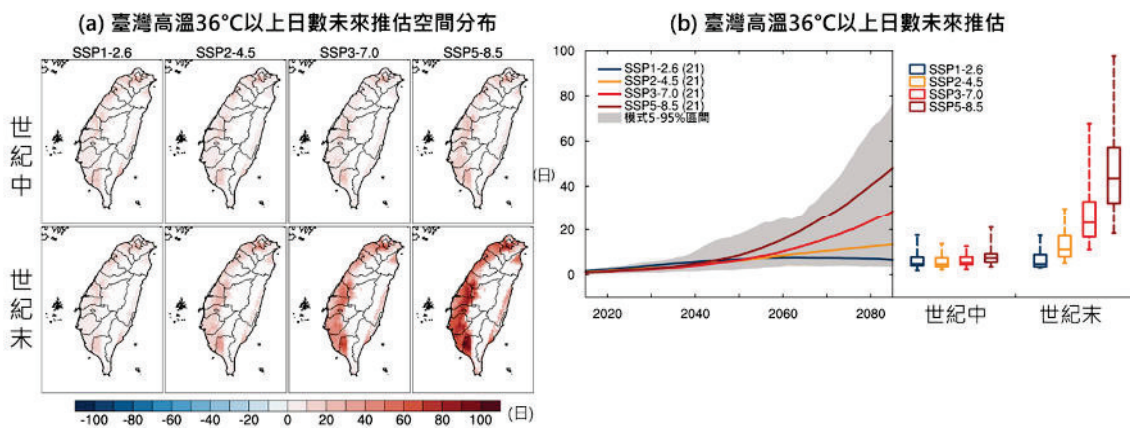


圖 3.2-5、臺灣未來高溫超過 36°C 空間分布與年高溫日數推估

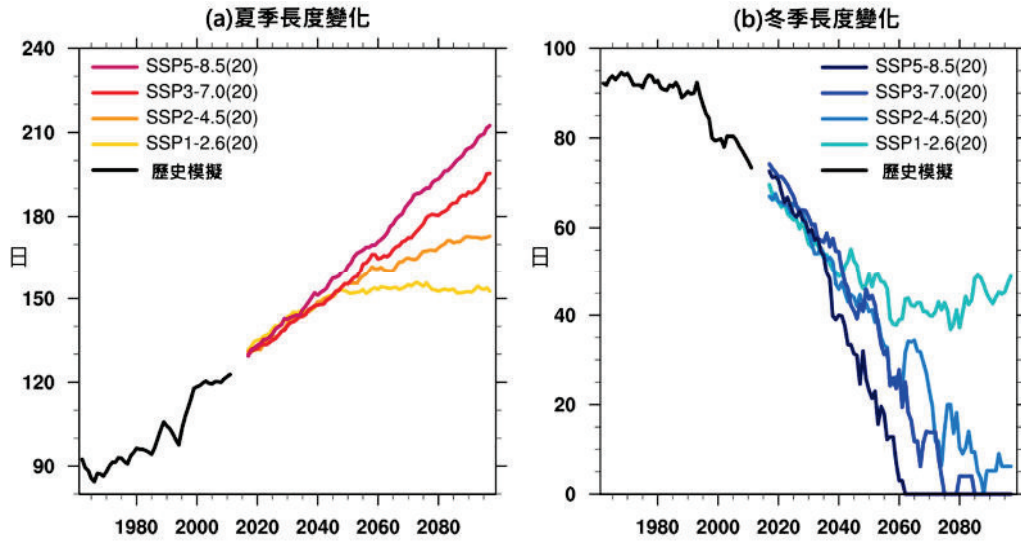


圖 3.2-6、臺灣未來季節長度推估

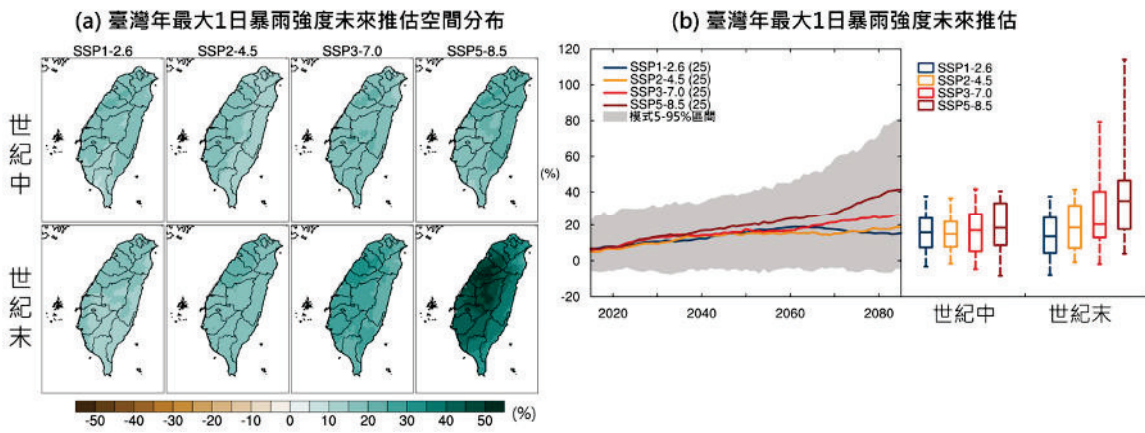


圖 3.2-7、臺灣未來年最大 1 日暴雨空間分布與強度推估

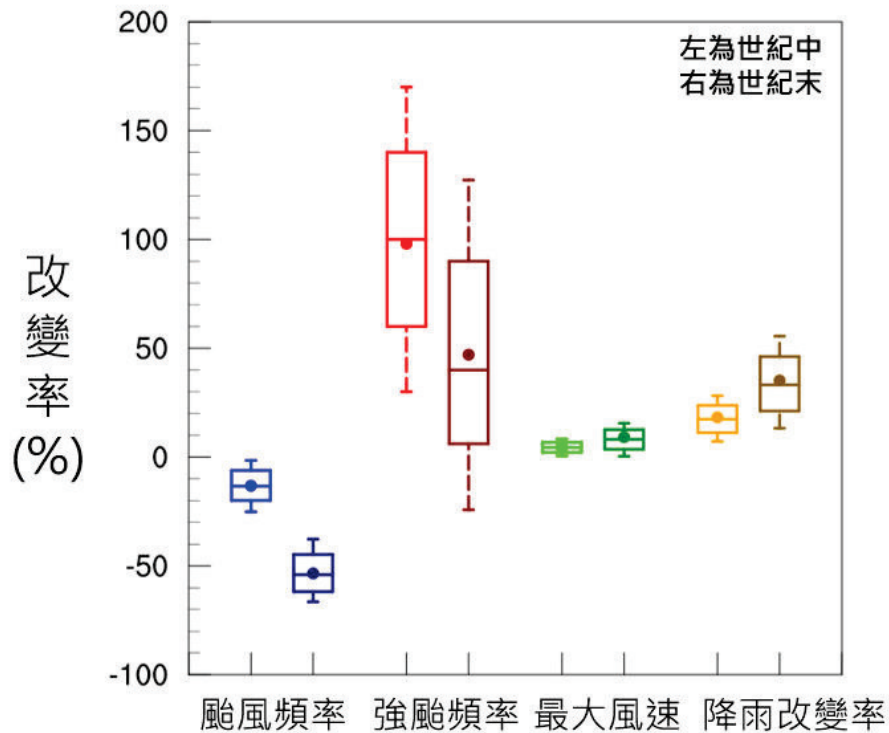


圖 3.2-8、臺灣未來颱風特性變化趨勢推估

氣候變遷所衍生的各類衝擊因子對臺灣不同部門與領域所造成衝擊有其差異，但可步歸納於我國具潛在顯著影響之因子為：溫度（熱與冷）、降雨（濕與乾）、海岸與海洋（海平面上升、海洋熱浪、酸化等）。以下針對溫度、降雨、海平面上升等變化趨勢，簡述各領域未來潛在可能衝擊：

1. 高溫
2. 極端降雨

未來暖化情境下，呈現極端降雨強度增加、侵臺颱風機率降低、降雨型態改變等趨勢。於淹水衝擊影響評估，皆呈現增加趨勢。對坡地災害的衝擊趨勢，本世紀中除中部山區外，其餘為增加趨勢；本世紀末增加趨勢更為明顯。（圖 3.2-9）

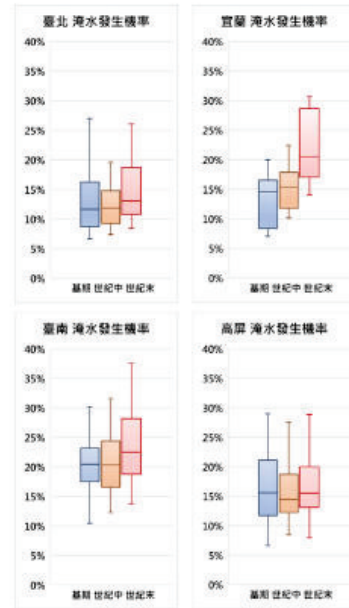
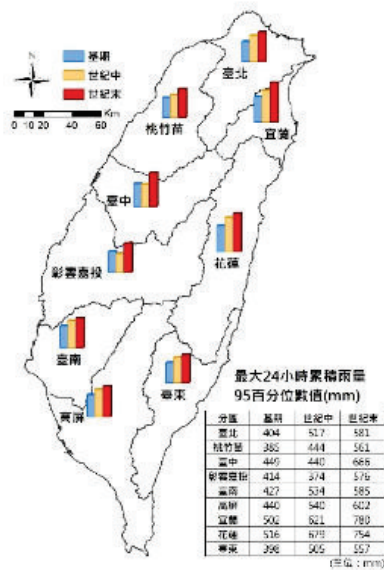


圖 3.2-9、極端降雨與淹水發生機率未來變化趨勢

極端暴雨對維生基礎建施的影響甚鉅，當降雨量超過排水設計，道路、軌道或隧道則面臨淹水、鐵軌容易腐蝕，機場設施的地面基礎、鋪面結構也會遭受損壞和惡化；而山區交通建設多沿河谷開鑿構築，容易受到邊坡滑動崩塌的威脅；因洪水沖蝕加劇而危及道路路基、破壞軌道，中斷鐵、公路系統；若河川上游發生洪水、土石流等，則沖刷裸露基礎之橋梁；下游橋梁之橋墩、橋面也易遭洪水、土石流沖毀或掩埋。大雨造成發電設備或光電板受損無法運轉發電，發電廠廠房、儲煤場、變電所等設備淹水、損壞。

大雨可能沖毀供油、供氣設備，造成過河段管線裸露或燃料油管線沖斷。對產業的直接影響為設備毀壞損失、供水系統或電力配電系統停擺，造成維運成本增加或生產中斷。極端暴雨對水體也造成影響，因山區坡地崩塌、土石流等現象，帶來土石、泥沙及土壤污染物流入水體，導致水庫河川濁度上升，影響取水及淨水效率，又因淤積量增加，減少蓄水量；而水體中的有害物質濃度增加，則進一步劣化養殖池與沿岸養殖海域的水質和環境。

降雨型態改變對農業的影響對不同生產區位栽培作物與個別品項的衝擊規模不同，大致而言降雨頻率改變會影響蔬菜及果樹之產量，降雨量不足會造成農作物缺水，降雨強度過大會直接破壞作物外觀與

品質。極端暴雨災害對健康的直接衝擊為死亡與肢體傷殘。緊接著，因原先堆積或掩埋的污染物及病媒的快速擴散污染水源、再者由於水處理設施在洪水期間可能遭到破壞或因暴雨而超出原本處理容量、淹水逐漸退去後的積水處有利於蚊蟲孳生，都增加了傳染病發生之風險。

歸納嘉義市颶洪淹水的主要致災原因有豪雨洪水氾濫、排水不及、地勢低窪、溪水暴漲造成溢堤或潰堤等原因。依據經濟部水利署第三代淹水潛勢模擬資料，降雨延時與降雨量之組合計有 10 個情境，其中嘉義市 24 小時累積雨量 200mm、350mm、500mm 及 650mm 之東、西區淹水潛勢分述如下：

(一)嘉義市東區

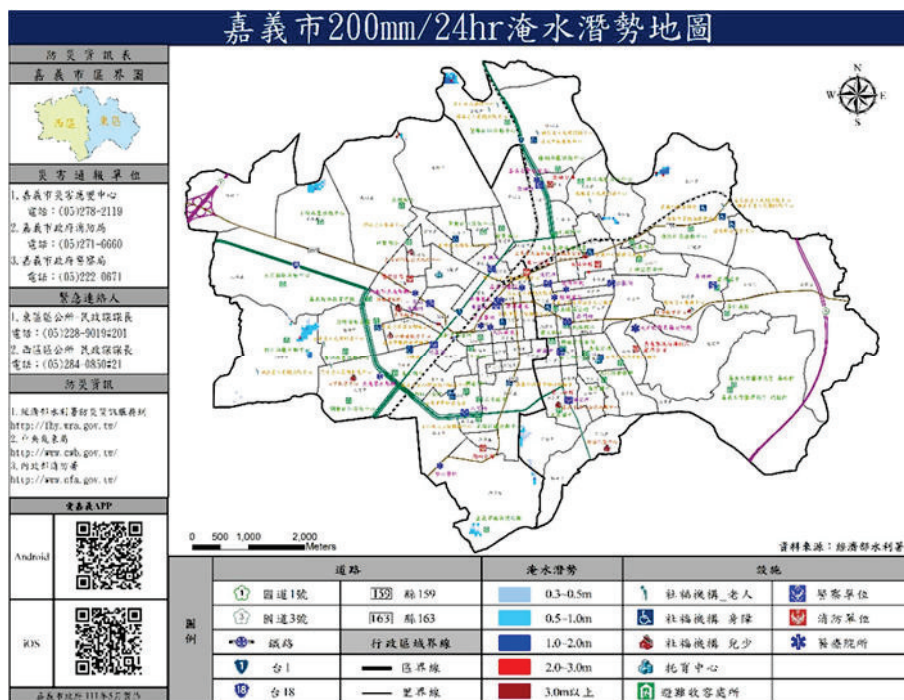
東區於 24 小時累積降雨 200mm 的情形下，興安里與光路里交界處、荖藤里及後庄里靠近牛稠溪的地方有淹水的情形，平均淹水深度為 0.3~2.0 公尺間；於 24 小時累積降雨 350mm 的情形下，後庄里、荖藤里、後湖里、新店里、興安里及太平里東區分隊的地方有淹水的情形，平均深度介於 0.3~3.0 公尺間，最深有可能超過 3.0 公尺；於 24 小時累積降雨達 500mm 的情形下，以後庄里及荖藤里靠近牛稠溪附近淹水情形較嚴重，平均淹水深度為 2.0~3.0 公尺；於 24 小時累積降雨達 650mm 的情形下，以後庄里、後湖里及頂庄里靠近牛稠溪附近淹水情形較嚴重，平均淹水深度為 1.0~3.0 公尺，最深有可能超過 3.0 公尺，如圖 3.2-10~3.2-13。

(二)嘉義市西區

1. 24 小時累積降雨 200mm 的情形下，頭港里的國泰老人長期照護中心附近、湖內里的嘉義市垃圾焚化廠附近及下埤里靠近牛稠溪處有淹水情形，淹水深度介於 0.3~1.0 公尺；
2. 於 24 小時累積降雨 350mm 的情形下，竹村里、下埤里及北湖里靠近牛稠溪的地方有淹水之情形，平均淹水深度大約 0.3~3.0 公尺，最高可能超過 3.0 公尺；頭港里之國泰老人長期照護中心與何庄社區活動中心附近，平均淹水深度大約 0.5~1.0 公尺，最高可能達 3.0 公尺；而湖內里嘉義市垃圾焚化

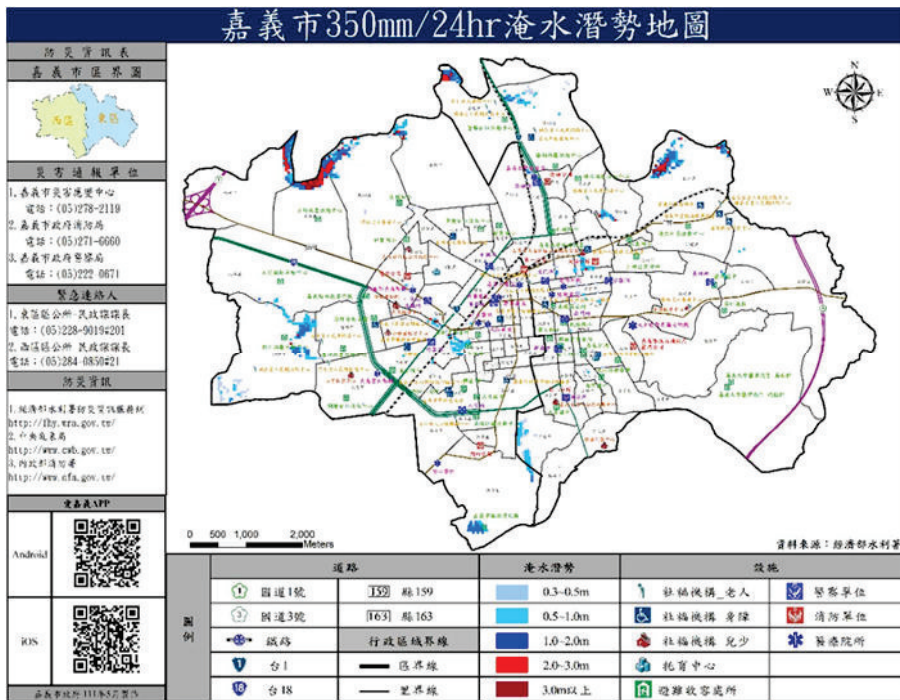
廠平均淹水深度介於 1.0~2.0 公尺；另外永和里、垂楊里及新西里交界處亦有淹水之情形，平均淹水深度介於 0.5~1.0 公尺；

3. 於 24 小時累積降雨達 500mm 的情形下，北新里、北湖里、下埤里及竹村里靠近牛稠溪一帶淹水情形較為嚴重，平均淹水約 2.0~3.0 公尺左右，最高可能達 3.0 公尺；
4. 於 24 小時累積降雨達 650mm 的情形下，北新里、北湖里、下埤里及竹村里靠近牛稠溪一帶淹水情形較為嚴重，平均淹水深度超過 3.0 公尺；湖內里的嘉義市垃圾焚化廠附近亦有淹水情形，平均淹水深度大約 2.0~3.0 公尺；而頭港里之國泰老人長期照護中心與何庄社區活動中心附近，平均淹水深度大約 1.0~2.0 公尺，其他地區如新西里、永和里及垂楊里之垂楊國小附近的淹水深度大約 0.5~1.0 公尺，如圖 3.2-10~3.2-13。



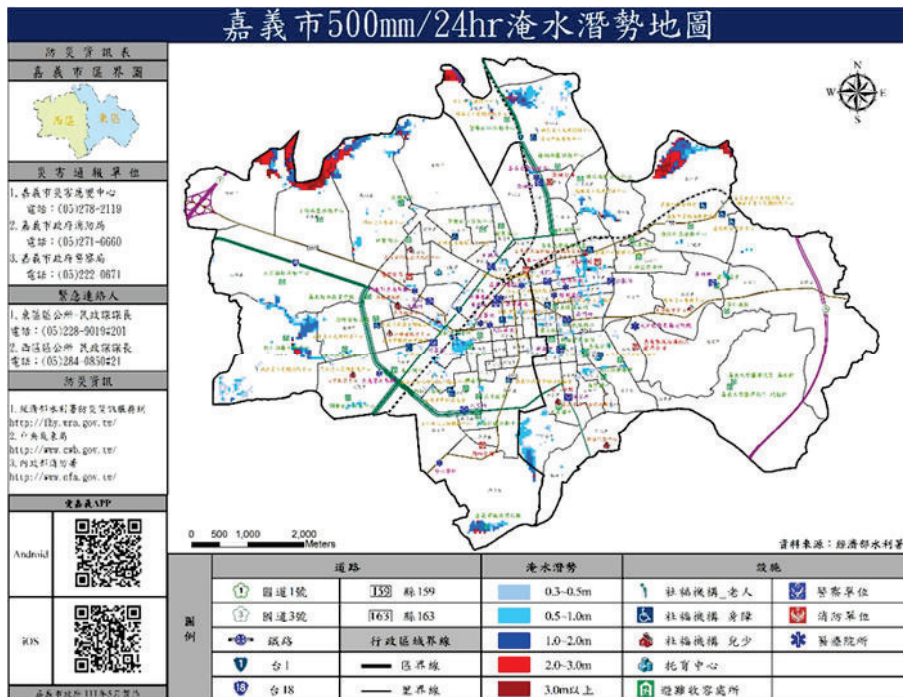
(資料來源：嘉義市災害防救深耕第3期計畫)

圖 3.2-10、嘉義市 24 小時累積雨量 200mm 淹水潛勢圖



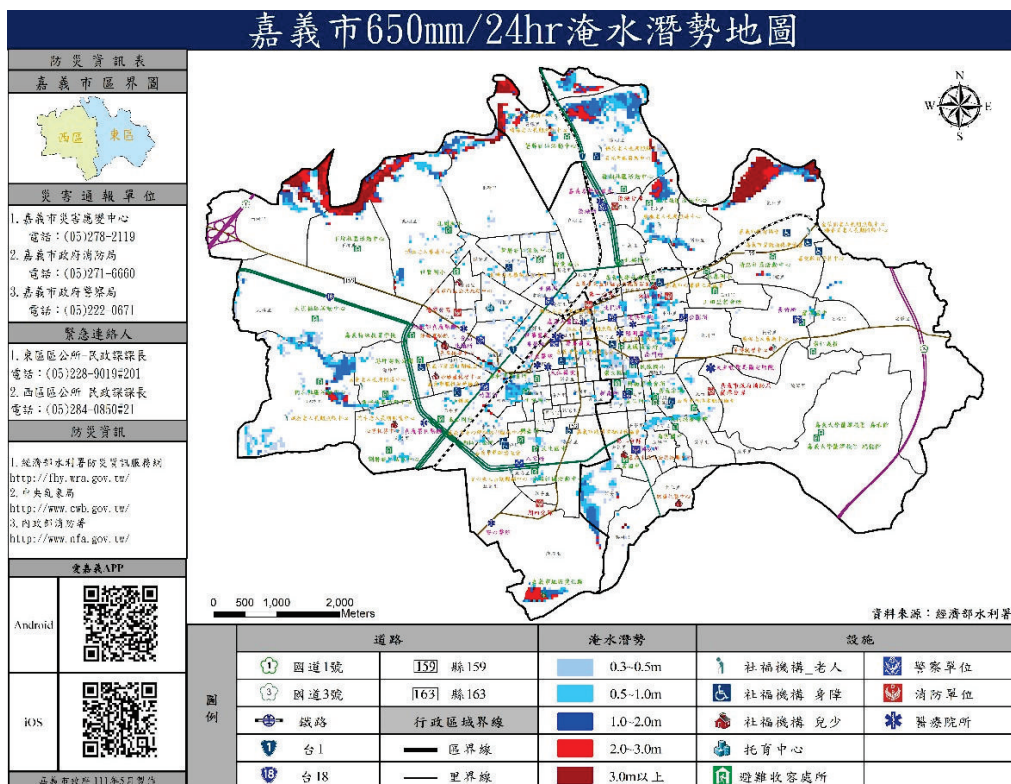
(資料來源：嘉義市災害防救深耕第3期計畫)

圖 3.2-11、嘉義市 24 小時累積雨量 350mm 淹水潛勢圖



(資料來源：嘉義市災害防救深耕第3期計畫)

圖 3.2-12、嘉義市 24 小時累積雨量 500mm 淹水潛勢圖



(資料來源：嘉義市災害防救深耕第3期計畫)

圖 3.2-13、嘉義市 24 小時累積雨量 650mm 淹水潛勢圖

三、未來風險評估

國家災害防救科技中心根據國科會「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台」提供之 AR6 情境全球不同增溫(≐1 °C、1.5 °C、2 °C、4°C)情境下之降雨資料，評估淹水與坡地災害風險圖，提供全台版與縣市版，以及各四種不同空間尺度(鄉鎮市區、最小人口統計區、5km 網格與 40m 網格)下，受影響人口之淹水災害風險圖。建議不同領域的應用可網格資料之參考危害-脆弱圖套疊應用。

聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 繼 2021 年 8 月 9 日所公布氣候變遷第六次評估報告 (IPCC AR6) 第一工作小組 (WGI) 報告後，於 2022 年 2 月 28 日公開第二工作小組「衝擊、調適與脆弱度」報告 (AR6 WGII)。科技部「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫 (TCCIP)」科學團隊在國家氣候變遷調適分工上扮演提供科學資訊的重要角色，因應 WGII

報告的公布，彙整國內外科研資訊並發布『IPCC 氣候變遷第六次評估報告「衝擊、調適與脆弱度」之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷衝擊評析更新報告』。

(一)嘉義市未來氣候風險評估

目前預估在情境 AR6，嘉義市升溫 1.5°C 氣候變遷情境下淹水災害風險圖（圖 3.4-1~圖 3.4-8），共享社會經濟路徑 (Shared Socioeconomic Pathways, SSPs) 為新一代氣候變遷情境的重要組成，結合氣候變遷研究界多個研究社群成果，為社會經濟情境與氣候情境共同交織成的新情境框架

情境為參考 IPCC 第六次評估報告 (AR6) 定義的其中 4 個重要的排放情境 (是將「共享社會經濟路徑 Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)」與「代表濃度路徑 Representative Concentration Pathways (RCPs)」搭配，簡稱 SSP-RCPs)，代表在不同社會經濟發展之下產生輻射強迫力的差異。

1. SSP1-2.6 是低排放情境，SSP2-4.5 是中度排放情境，SSP3-7.0 是高度排放情境，SSP5-8.5 是極高排放的情境。
2. 系集平均是指所有模式之平均值。
3. 排放情境
 - (1) 優點：沿用過去傳統做法，特定年份有其不確定範圍，做決策考量。
 - (2) 缺點：情境選擇相對複雜，需選特定年份。

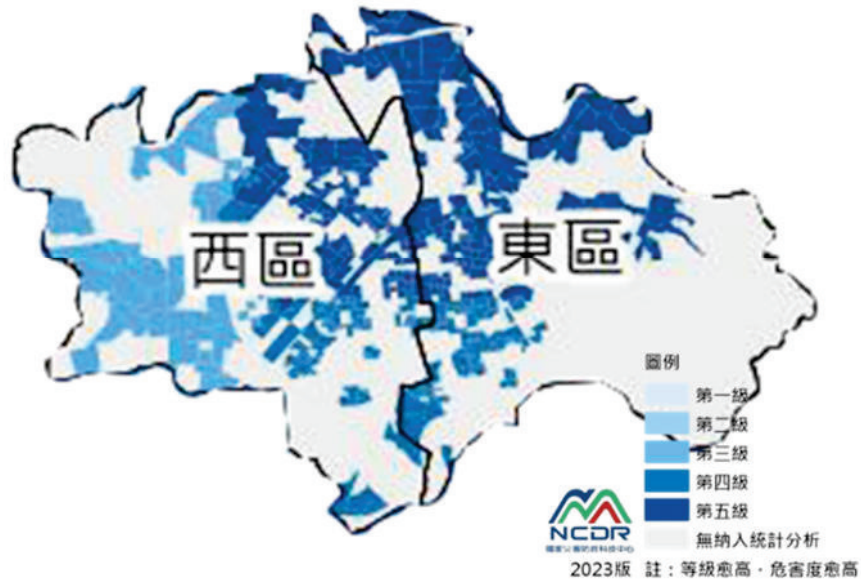


圖 3.4-1、最小統計區的危害度眾數圖

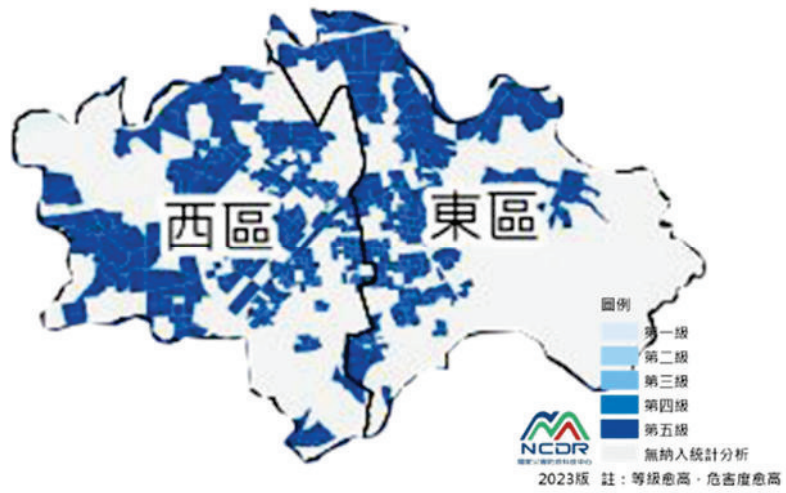


圖 3.4-2、未來推估最小統計區的危害度眾數圖

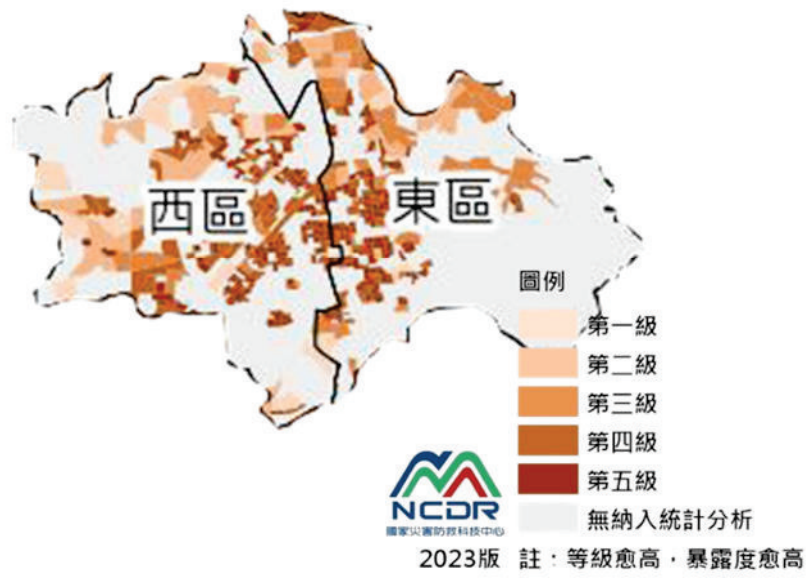


圖 3.4-3、嘉義市最小統計區的暴露度眾數圖

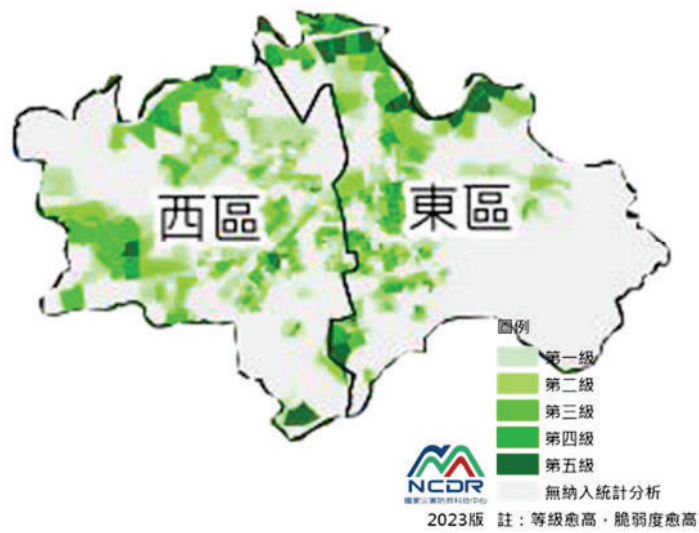


圖 3.4-4、嘉義市最小統計區的脆弱度眾數圖

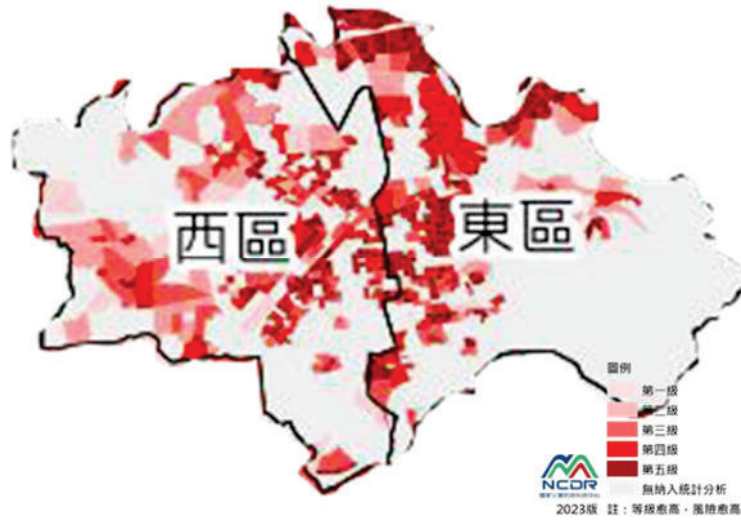


圖 3.4-5、最小統計區的風險眾數圖

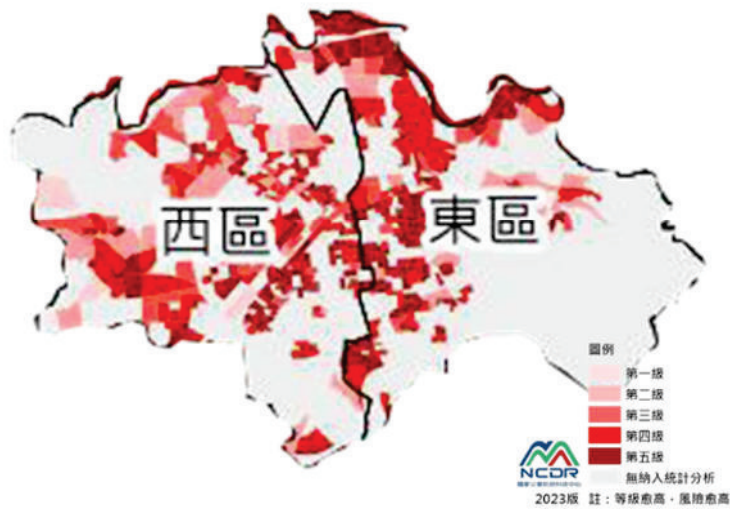


圖 3.4-6、未來推估最小統計區的風險眾數圖

四、檢視既有施政計畫能否因應關鍵領域未來風險

盤點嘉義市政府 113 年度施政計畫，期許將氣候變遷調適概念融入現行業務，並檢視既有政策與相關計畫，對應既有施政計畫與「氣候變遷風險評估」結果之關聯性；涉及氣候變遷各領域主責局處，並根據計畫區分為持續推動、調整後執行、建議新增、非屬調適計畫等四類，分類說明如下。

- (一) 持續推動：既有調適施政計畫已可因應未來氣候變遷風險。
- (二) 調整後執行：既有調適施政計畫調整後可因應未來風險。
- (三) 建議新增：既有計畫無法應對風險，表示有調適缺口、應評估新增。(未來持續滾動式檢討修正)
- (四) 非屬調適計畫：與調適計畫無相關之施政計畫。