

第三章 關鍵領域氣候變遷風險與衝擊評估

氣候變遷風險評估主要目的在於尋找出氣候變遷之脆弱源，並預期可能發生損害的範圍、程度等，進而擬定相對應因應措施或待改善補強之策略，據以達到規避風險或降低衝擊損害。

本市關鍵領域氣候變遷風險，整合本方案第二章「地方自然與社會經濟環境特性及氣候變遷衝擊影響」內容，並參照國家調適應用情境及氣候變遷調適框架（兩階段、六構面）進行第一階段辨識氣候風險與調適缺口，以提供各關鍵調適領域檢視調適行動對應未來風險，並作滾動式修正。

一、關鍵調適領域氣候變遷風險與衝擊評估

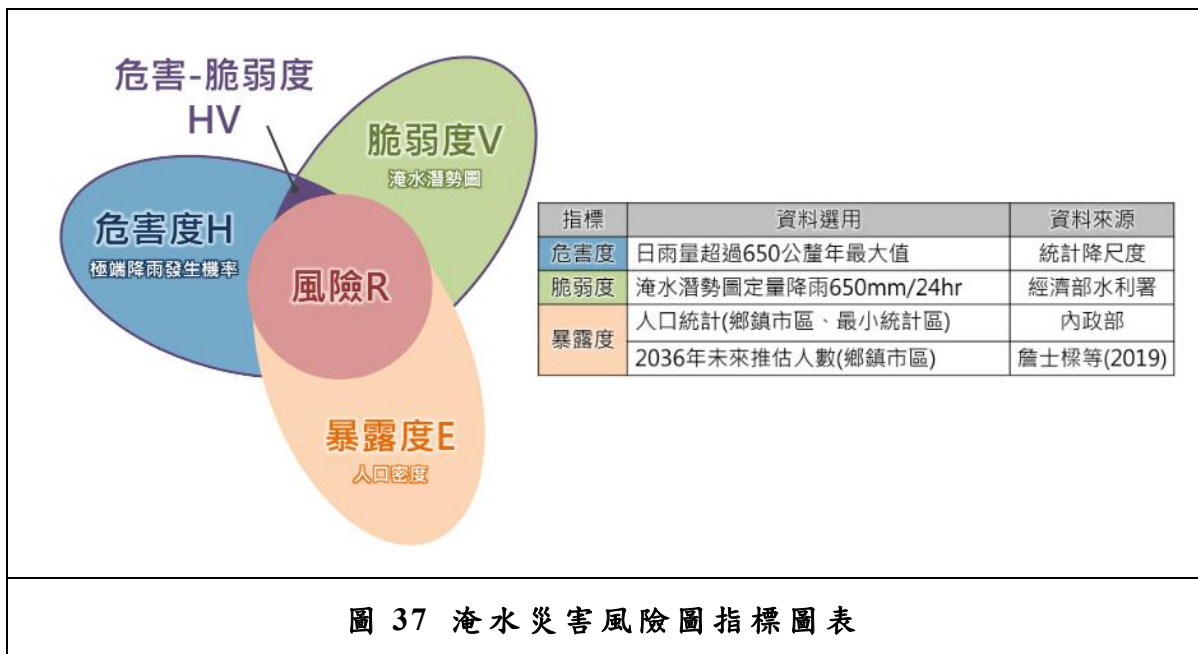
本市關鍵領域氣候風險評估參考國家氣候變遷調適行動方案計畫中提出以「西元 2021-2040 年升溫 1.5°C、西元 2041-2060 年升溫 2°C」作為後續關鍵領域風險評估與辨別調適缺口之基本情境。

為進一步辨識本市脆弱度與調適缺口，本方案以降雨型態不均、溫度變化、極端天氣、海平面上升等氣候變遷因子進行本市氣候變遷風險與衝擊分析評估，分別以強降雨風險（淹水災害）、乾旱風險及高溫風險為例。

（一）氣候變遷下未來淹水災害風險（升溫 1.5-2°C 情境）

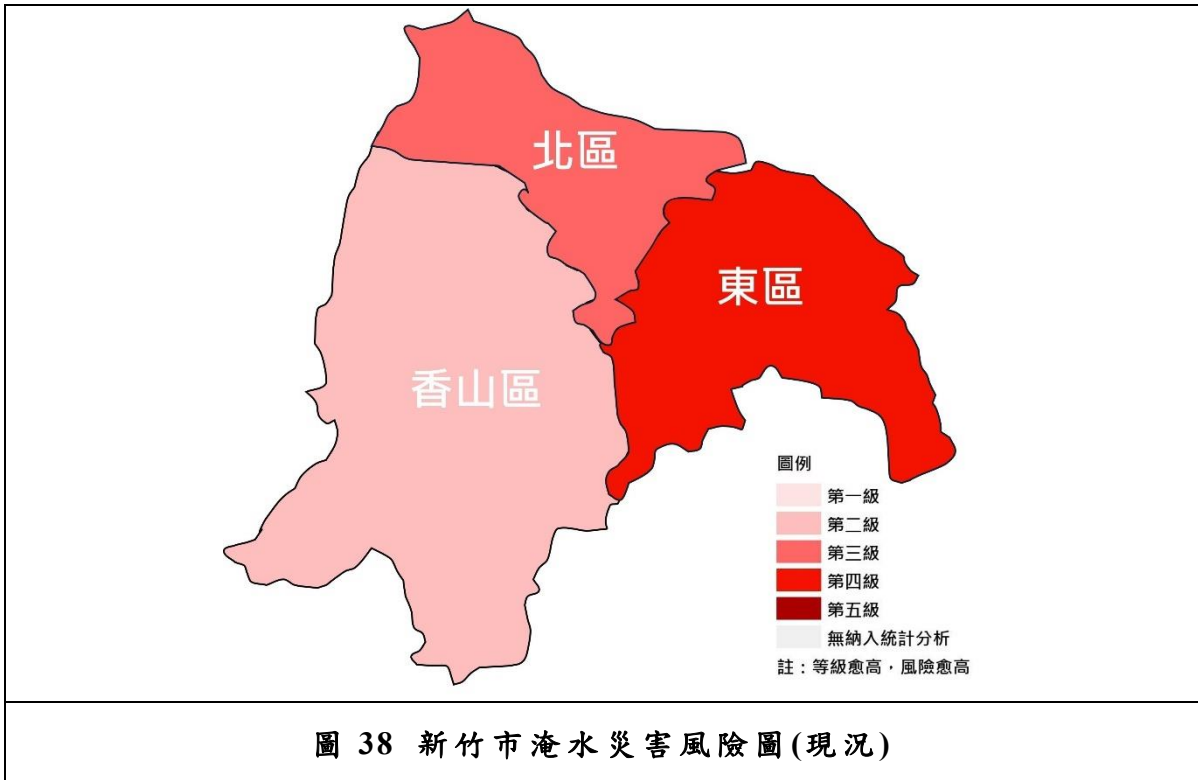
根據國際政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, 簡稱 IPCC)(2012)評估報告之風險定義，包含危害度、脆弱度及暴露度等 3 指標，以此 3 指標(如圖)評估氣候變遷下受影響人口之淹水災害風險圖。而危害度、脆弱度 2 個指標所組成危害-脆弱度，可應用危害-脆弱度於評估不同暴露度之淹水災害衝擊影響(如農作物產量影響、工業淹水衝擊、土地利用規劃等地區)。根據氣候變遷災害風險調適平台相關指標說明如下：

1. 危害度：分析 CMIP5 的氣候情境資料之網格日資料，進行頻率分析。針對淹水災害之日雨量超過 650 公釐之年降雨量最大值，分析全球暖化情境(近似 1°C、1.5°C、2°C、4°C)之降雨發生機率，以進行危害度指標計算。
2. 脆弱度：依據經濟部水利署所公告之第三代淹水潛勢圖，做為淹水指標，並選用 24 小時定量降雨量 650 公釐，全臺的淹水深度與淹水範圍，進而繪製出淹水脆弱度圖。
3. 暴露度：此為可能受外在危害影響之對象。人口密度越高之區域，受災害衝擊影響相對較高。在鄉鎮市區尺度中，考量未來人口變化趨勢，採用 2036 年未來人口推估資料(黃國慶等，2019)分析。

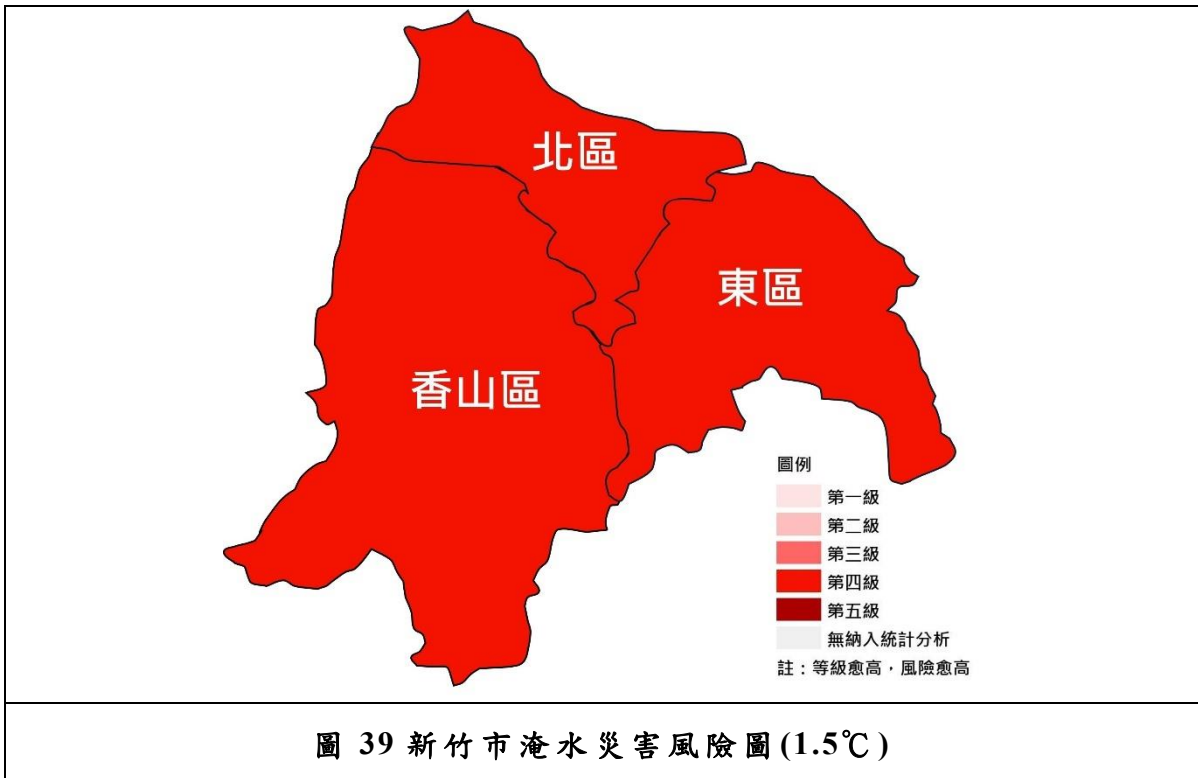


※資料來源：Dr.A 氣候變遷災害風險調適平台

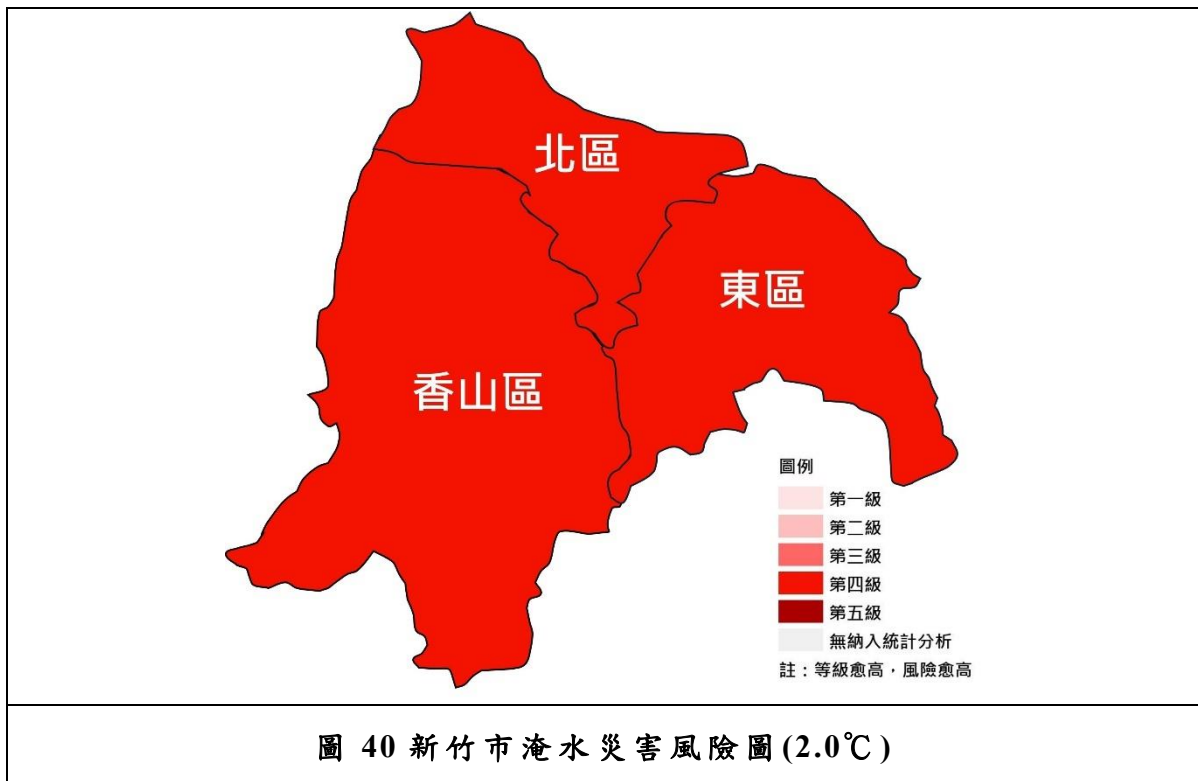
本方案依據國家災害防救科技中心(Dr.A 氣候變遷災害風險調適平台)資料，重新繪製本市由危害度、脆弱度、暴露度 3 種指標所組成之淹水災害風險圖，如圖 38 至圖 40 所示。



※資料來源：Dr.A 氣候變遷災害風險調適平台，本方案重繪



※資料來源：Dr.A 氣候變遷災害風險調適平台，本方案重繪



※資料來源：Dr.A 氣候變遷災害風險調適平台，本方案重繪

依現況而言本市香山區、北區、東區風險等級依序為 2 級、3 級、4 級，顯示東區現時為各調適領域應優先關注地區，而在 GWL 1.5°C 及 GWL 2°C 情境下 3 各行政區之風險趨勢相同，應針對本市全區進行短、中、長期調適規劃。

(二)未來氣候變遷下高溫風險

國家科學及技術委員會與 TCCIP 共同彙編之「暖化趨勢下的臺灣極端高溫與衝擊」分析報告指出，暖化氣候下異常高溫更為頻繁，將造成多項衝擊，包含都市全年熱不舒適區域占比增加、高溫產生的勞動問題、達到中風高風險高溫門檻的天數增加、對養殖漁業生產區的危害程度升高且影響範圍擴大、乳牛平均乳量與經濟產能降低等。

本市因無盆地、縱谷、近山區等地形，且臨海具有海風調節，可降低異常高溫威脅，但本市屬高速都市化之縣市，密集

開發與建築，容易導致都市內的產熱與蓄熱量大於散熱量，無法達成熱平衡，而形成「熱島效應」。

透過依據中央氣象署所屬測站觀測值，及 TCCIP(臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台)的分析資料，近 20 年間（西元 2001-2023 年）7 月份的觀測資料顯示，本市 7 月最高溫、平均溫、最低溫等皆呈逐年上升趨勢(如圖)，以及圖 24、25 顯示隨著未來可能全球暖化程度增加，年平均溫度的變化及高溫 36°C 天數也顯著增加，正凸顯出本市可能正面臨著嚴峻的熱島效應。

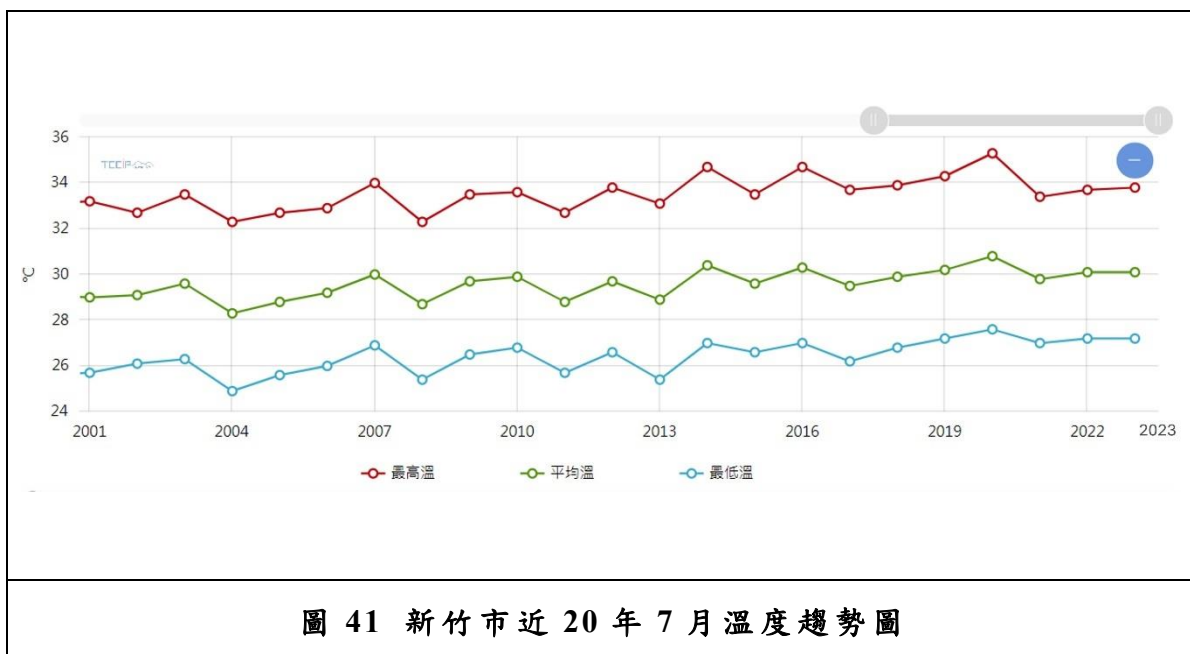


圖 41 新竹市近 20 年 7 月溫度趨勢圖

※資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台

(三) 關鍵調適領域氣候衝擊與脆弱來源

本方案整合前述氣候變遷與衝擊評估，包含地方自然與經濟特性、歷史災害等資料，以及跨局處會議溝通各項調適議題，歸納彙整本市關鍵調適領域面對氣候變遷衝擊與脆弱來源如後所述。

1. 維生基礎設施領域

維生基礎設施包含輸油、輸電、輸水、輸氣(瓦斯)、電廠、自來水、交通道路系統、橋樑、建築及通訊系統等設施。此領域易受豪雨、極端事件(暴雨、颱風)發生頻率及強度增加、海平面上升、溫度上升等因素影響。

以供水系統為例，當極端降雨發生時，可能因原水濁度過高導致淨水場無法有效發揮作用，而必須減壓供水或採取輪流供水；或因暴雨產生災害使管線受損影響供水。而水利設施系統亦可能因水位上升、土砂與漂流木增加、洪流淘刷與衝擊力增強，使河堤、海堤、抽水站與水門等水利設施損壞或淹沒，而引發更嚴重之淹水災害。

交通設施方面，暴雨發生時，可能造成邊坡滑動、路基掏空，進而使鐵路、公路、橋樑等設施損壞。極端事件發生頻率與強度增加所造成的災害，則可能間接導致通訊設備無法操作。此外，因海平面上升、海水入滲地下水等現象會使得水中之鹽份增高，也進一步提高結構物受損之風險。除直接或間接破壞設施外，維生基礎設施之復原能力亦受到氣候變遷的影響，如因災害造成重要橋樑毀損無法通行，將使環境清污、供電及供水設施之修復時間增加，甚至影響救災與物資之配送。

另外，強降雨易造成雨水下水道系統宣洩不及，導致低窪地區淹水(本市易淹水地區如表 16 所示)。未來若強降雨發生頻率及其強度增加，將提高低窪地區淹水頻率，亦可能威脅重要通訊基地台之供電設備與民宅配電系統。

表 24 維生基礎設施領域衝擊與脆弱來源

| 氣候變遷因子 | 衝擊與脆弱來源 |
|--------------|--|
| 持續增溫 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 設施承載能力與防損害性不足：除強降雨外，熱島效應亦提高淹水災害發生機率。東區及北區水災發生較為頻繁，由於地區之設施承載能力(如排水設施)與防損害性不足。 ➤ 通訊基地台之供電設備不足、部份民宅配電系統設置於地下室易受災害導致斷電而斷訊。 ➤ 設計須考慮氣候變遷及環境發展趨勢：低窪地區設施如沿海地區之台 61 公路，應考慮海岸侵蝕、遭海水淹沒及洪水等問題。此外，極端溫度、洪災亦會對管線造成衝擊。 |
| 降雨不均 | |
| 強降雨增加 | |
| 颱風強度改變及海平面上升 | |

2. 水資源領域

水庫之供水不僅供應生活及工業用水，尚需提供大量灌溉用水，故供應生活及工業用水之水庫庫容量並不充裕。當暴雨引起之洪水挾帶崩塌之土石及上游浮木進入水庫時，將使水庫之有效庫容大幅減少，除降低現有蓄水設施供水及調節水資源之能力，對水庫使用年限亦造成極大影響。

此領域主要易受降雨型態改變、極端事件(暴雨、颱風)發生頻率及強度增加、溫度上升及海平面上升等因素影響。溫度上升導致河川蒸發量增加，對於河川水文影響甚大，造成地表水及水庫取水受到衝擊，亦間接影響民生、農業及工業用水需求。

未來若氣候變遷造成不降雨日數持續增加，使臺灣豐枯水年的循環週期縮短，且呈現豐枯情形加劇的趨勢。而河川枯水期低流量期間增長，造成地表水及水庫取水受到衝擊並影響地下水入滲量；亦可能導致水質惡化，影響淨水效率。而降雨強度之增加，恐導致原水濁度上升，進而影響用水水質。此外，亦可能造成水庫河川淤積，影響供水量及品質。海平面上升則可能造成地下水含水層遭鹽水入侵。

另依據「臺灣各區水資源經理基本計畫(110年核定本)」預估，125年新竹地區用水需求量將達到79.5萬噸/日，與供水能

力 84 萬噸/日相比，勘可滿足用水。但若考量工業發展、人口成長及連續不降雨日數逐年增加導致旱象加劇，則應審慎思考水資源管理問題及調配機制。

表 25 水資源領域衝擊與脆弱來源

| 氣候變遷因子 | 衝擊與脆弱來源 |
|--------------|--|
| 持續增溫 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 熱島效應可能加重水資匱乏之問題：當降雨機制受到影響後恐造成集水區缺水。 ➤ 造成用水需求增加：除人口與產業成長外，新竹縣境內科學園區、新竹生物醫學園區等皆為新竹地區用水應納入考量，若溫度持續增溫，將對民生用水與工業冷卻用水的需求產生影響。 |
| 降雨不均 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 乾旱時水資源調配管理機制更為嚴峻。 ➤ 若枯水期增長可能導致水體涵容污染能力降低。未來新竹市水污染管理需投入更多資源及成本。 ➤ 污水下水道建設緩慢，為民生用水污染河川原因之一。 |
| 強降雨增加 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 沿海地區水質鹽化 ➤ 大雨沖刷及坍塌，增加原水濁度 |
| 颱風強度改變及海平面上升 | |

3. 土地利用領域

過往土地使用規範標準與規劃較少納入氣候變遷趨勢思維，不當開發利用的情形已使災害發生頻率大幅增加。為因應氣候變遷，實有必要於進行國土環境進行環境風險評估分析、未來區域發展計畫與重大工程或國土與城鄉規劃時，考慮環境資源之限制條件、環境之承載能力、以及環境脆弱度與風險評估之結果。

土地使用領域主要易受降雨型態之改變、極端氣候事件(暴雨、颱風)發生頻率與強度增加、溫度上升及海平面上升等因素影響。當降雨型態改變，若連續不降雨日數增加，可能使得都市缺水風險增加。此外，若發生強降雨，可能會使都市地區之

排水系統不堪負荷，而對於不當使用之山坡地(如濫墾、水土保持不佳)，則加劇上游地區之坡地災害，或使下游地區造成洪災。溫度上升時，會使平地或高度人口聚集地區之熱島效應更嚴重；亦會影響農業用地的作物產量，可藉由調整土地使用規劃與發展模式，配合其他部門，如能源產業經濟、維生基礎設施與健康、建築結構與管理等部門共同因應。

由於海岸地區具有土地成本低、污染物處理便利等優勢，許多都市聚落、工業區、交通建設、電力設施、汙染物處理廠皆建立於此。然而若因氣候變遷造成海平面上升時，上述位於海岸地區之各種發展將面臨海水溢淹、國土流失、海岸侵蝕及海岸線後退等問題，造成暴潮入侵與水患等災害的損害風險，故應建立完整之預警機制以防生命財產之損失。

表 26 土地利用領域衝擊與脆弱來源

| 氣候變遷因子 | 衝擊與脆弱來源 |
|--------|---|
| 持續增溫 | 都市內熱島效應：街道狹小緊密，造成散熱不易，可能加速氣溫升高的速度。 |
| 降雨不均 | <ul style="list-style-type: none"> ➢ 都市計畫用地綠地不足、都市蓄洪保水能力仍需提升。 ➢ 氣候變遷衝擊影響於都市化地區較高：未來都市計畫區域的增加，可能會加重上述問題的程度與頻率。 |
| 強降雨增加 | |

4. 海岸及海洋領域

海岸及海洋領域主要易受極端事件(暴雨、颱風)、溫度上升、海平面上升等因素影響。颱風來襲則有可能導致暴潮，並使沿海地區造成淹水、土壤鹽化等災害。海水暖化造成海溫上升與酸化，威脅與破壞海洋生態系(如：沿岸珊瑚礁鈣化現象)。極端降雨事件造成排水、河川洩洪及禦潮更為困難；海平面上升將導致海岸土地淹沒、海岸侵蝕及海岸線後退，間接造成沿海低窪地區排水困難與淹水。降雨型態改變可能面臨枯水期增長、河床裸露時間變長，加劇河口揚塵之現象。依據 TCCIP 衝擊指標圖，RCP 8.5 情境下，世紀末新竹縣市沿海鄉鎮市區最大颱風暴潮皆呈現中至高的颱風暴潮衝擊。在 RCP 8.5 情境下，整體未來衝擊較現況增加。(如圖 42 所示)

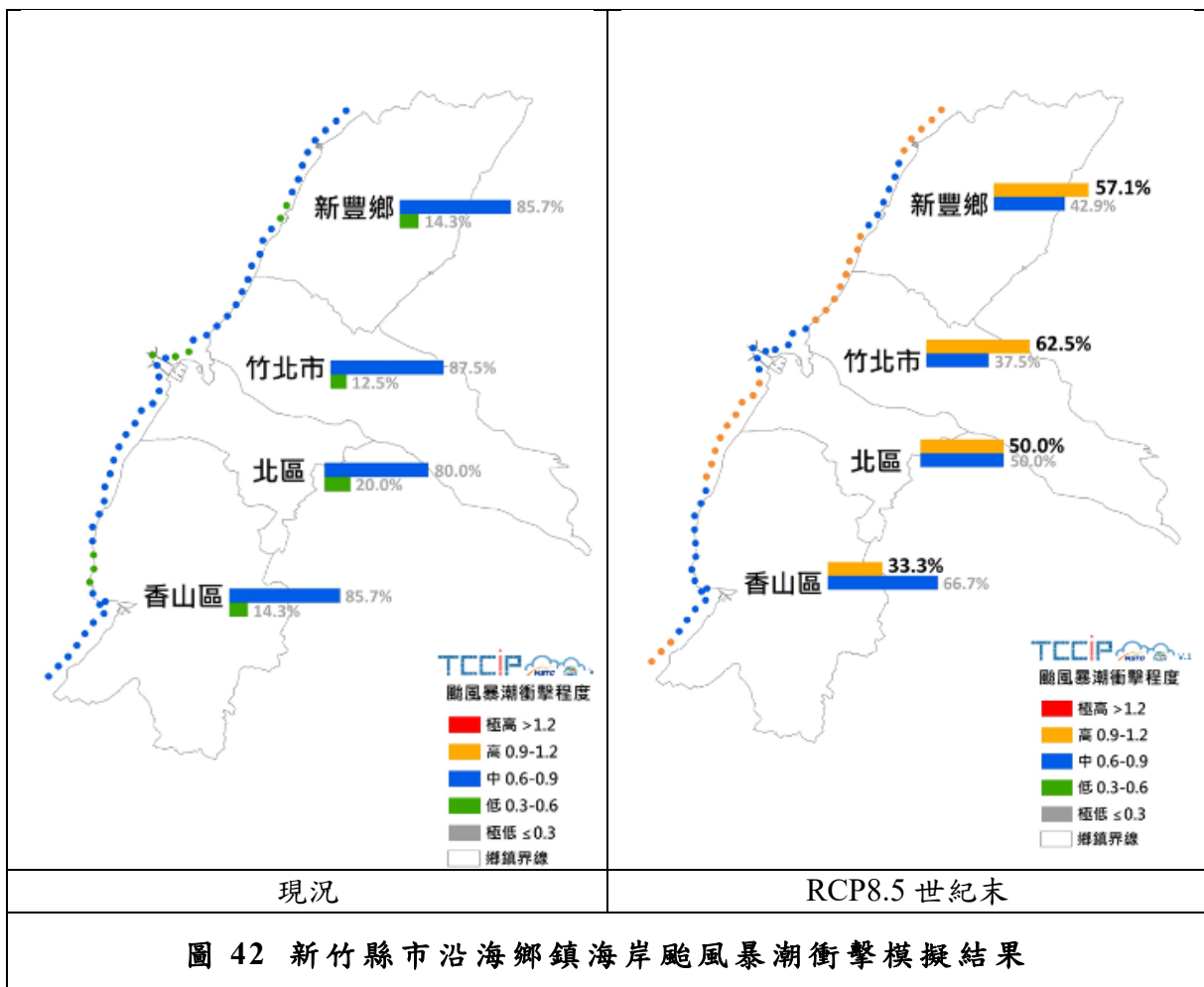


圖 42 新竹縣市沿海鄉鎮海岸颱風暴潮衝擊模擬結果

※資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台

此外，海岸地區不當使用與人工化，雖非氣候變遷之衝擊因子，但有加劇氣候變遷所帶來之損害程度的可能，例如：地層下陷地區面臨氣候變遷威脅程度增大；於沿岸地區海埔地、工業區、漁港、商港、養殖漁塭等區域設置大量海堤及消波塊，使人工岸佔臺灣海岸線的 50%以上。

本市海岸類型為沙丘及礫石平緩海岸，長度約 16.5 公里。自北向南，沿海地區有客雅溪河口濕地、三姓公溪與大庄溪口草澤濕地、香山泥灘濕地、海山罟紅樹林濕地、南港沙灘及新竹市濱海野生動物保護區，西側新竹機場區域周邊及北側頭前溪沿岸區域則有農田綠地資源。未來氣溫升高、海平面上升等因素將可能導致動植物目前棲息地環境之破壞，對於新竹市海岸領域中生態保育問題造成衝擊。

表 27 海岸及海洋領域衝擊與脆弱來源

| 氣候變遷因子 | 衝擊與脆弱來源 |
|--------------|---|
| 降雨不均 | 突堤效應加速海岸侵蝕。 |
| 強降雨增加 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 海岸地區豐富生態環境及公共設施可能因位置地勢地窪、海平面上升遭海水倒灌、淹沒及土壤鹽化 ➤ 河口溪水位上升，不利內水排出，造成海水倒灌與海岸侵蝕。 |
| 颱風強度改變及海平面上升 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 依據內政部國土管理署「111 年度第 2 期各縣市自然及人工海岸線比例一覽表」，本市海岸自然海岸比例僅 4.63%，人工海岸比例極高。 ➤ 颱風強度與頻率的改變伴隨港南地區因突堤效應造成之侵蝕可能使海岸線退縮速度加快。 ➤ 海岸地區為淹水潛勢區，且面臨海水上升可能淹沒之威脅，但目前使用強度偏高(如浸水垃圾掩埋場與客雅水資源回收中心)、台 61 與鐵路線與海最短距離不到 2 公里。 |

二、既有施政計畫因應關鍵領域未來風險

本方案以各領域涉及調適議題為基礎，檢視蒐集各項調適議題對應市府各局處目前既有施政計畫或例行業務工作，並參考氣候變遷工作小組討論會議與各局處業務之相關工作內容。針對現有施政計畫或工作結果，可分為下列三種類別。本方案透過跨局處會議逐項討論各行動計畫與氣候變遷衝擊與風險之關聯性，確認各項計畫的分類屬性及其相關建議事項，同時評估這些計畫是否具備以自然為本（Nature-based Solutions, NbS）或以社區為本的調適措施，如表 28 所示。

(一)持續推動

既有施政計畫或工作已具有氣候變遷調適作為，而可持續辦理並可直接納入調適措施。

(二)調整後執行

既有施政計畫或工作可對應或與調適議題有相關，但尚缺少氣候變遷調適內涵者，則建議可進行調整後，納入調適措施。

(三)建議新增

氣候變遷調適議題尚無法對應本市既有施政計畫與工作者，則參考中央政府所提各領域調適方案之調適策略措施、所涉機關意見或其他因地制宜措施，建議新增納入調適措施中。

表 28 既有施政計畫對應關鍵調適領域氣候風險檢視表

※標示「*」為以自然為本的解決方案(NbS)或以社區為本調適措施

| 領域 | 既有施政計畫 | 辦理/協辦局處 | 類別 |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|
| 維生基礎設施 | 1-1-1-1 數位韌性通訊系統 | 消防局 | 持續推動 |
| | 1-1-1-2 道路、橋樑衝擊評估工作 | 工務處 | 持續推動 |
| | 1-1-1-3 維生管線衝擊評估 | 產業發展處 各管線單位 | 調整後 推動 |
| | 1-1-1-4 檢視易淹水區位建築規範 | 都市發展處 | 持續推動 |
| | 1-1-1-5 降低受災區域災損及致災時間 | 消防局 交通處 工務處 | 持續推動 |
| | 1-2-1-1 雨水下水道建置 | 工務處 | 持續推動 |
| | 1-2-1-2 雨水下水道清淤排障 | 工務處 | 持續推動 |
| | 1-2-1-3 加強市管排水系統檢查與維護工作 | 工務處 | 持續推動 |
| | 1-2-2-1 淹水敏感區位設備檢視 | 工務處 | 持續推動 |
| | 1-3-1-1 運輸系統氣候衝擊迴避計畫 | 交通處 | 持續推動 |
| | 1-4-1-1 運輸系統氣候風險偵測 | 交通處 工務處 | 持續推動 |
| | 水資源 | 2-1-1-1 建築物雨水貯留及再利用推廣計畫* | 環境保護局 都市發展處 |
| 2-1-1-2 觀光景點、公園貯水及再利用計畫 | | 城市行銷處 | 持續推動 |
| 2-1-1-3 公共下水道建設強化計畫 | | 工務處 | 持續推動 |
| 2-1-2-1 全民友善用水計畫* | | 文化局 環境保護局 都市發展處 各局處 | 調整後推動 |
| 2-1-2-2 水資中心再生水使用提升計畫 | | 工務處 | 持續推動 |
| 2-2-1-1 新竹市海水淡化廠計畫 | | 水利署 工務處 | 持續推動 |
| 2-3-1-1 產業節水輔導計畫 | | 產業發展署 產業發展處 | 持續推動 |
| 2-4-1-1 河川及水權管理計畫 | | 工務處 | 持續推動 |
| 2-4-2-1 市管區域排水及整體水系規劃 | | 工務處 | 持續推動 |

| 領域 | 既有施政計畫 | 辦理/協辦局處 | 類別 |
|-------|--------------------------------|-------------------------------|-------|
| | | 城市行銷處 | |
| | 2-4-2-2 水系範圍環境影響評估 | 環境保護局 | 調整後推動 |
| | 2-4-2-3 飲用水管理 | 環境保護局 | 持續推動 |
| | 2-5-1-1 新竹市所屬機關、學校、公有地節約用水實施計畫 | 各局處 | 調整後推動 |
| | 2-5-1-2 民眾自主節水推廣計畫 | 各局處 | 調整後推動 |
| 土地利用 | 3-1-1-1 氣候型都市計畫 | 都市發展處 | 調整後推動 |
| | 3-1-2-1 城市保水及綠覆提升計畫 | 都市發展處 | 調整後推動 |
| | 3-1-3-1 環境敏感區調適計畫 | 地政處 工務處 都市發展處 | 調整後推動 |
| | 3-1-4-1 落實非都市土地管制 | 地政處 | 持續推動 |
| | 3-1-5-1 水土保持計畫 | 產業發展處 | 持續推動 |
| | 3-2-1-1 綠建築/材推廣計畫 | 工務處 都市發展處 | 調整後推動 |
| | 3-2-2-1 建築節能改善計畫 | 都市發展處 | 調整後推動 |
| | 3-2-3-1 空氣品質淨化區 | 環境保護局 | 持續推動 |
| | 3-2-3-2 公園、道路、建築及水域綠化 | 城市行銷處 | 持續推動 |
| | 3-2-3-3 社區及校園綠美化 | 文化局 教育處 環境保護局 產業發展處 | 持續推動 |
| 海岸及海洋 | 4-1-1-1 沿海濕地物種保育計畫 | 產業發展處 | 持續推動 |
| | 4-1-2-1 海岸防護計畫 | 水利署第二 河川分署 工務處 城市行銷處 | 持續推動 |
| | 4-1-3-1 強化海岸地區土地利用與管制 | 產業發展處 都市發展處 工務處 | 調整後推動 |
| | 4-2-1-1 沿海聚落調適能力建構計畫 | 工務處 民政處 城市行銷處 產業發展處 | 持續推動 |