

第三章、關鍵領域氣候變遷風險與衝擊評估

氣候變遷調適係基於對氣候變遷造成衝擊事件，預期可能發生損害範圍或程度，進而加以預防、規避或調整等作為，最終降低氣候變遷造成之衝擊損害。而所謂預期可能發生的損害範圍或程度即為風險評估，評估內容包括：可能衝擊對象、致災區域、發生機率高低及危害程度等，透過氣候變遷風險評估結果，可擬定相應之調適策略及措施，更重要是篩選優先執行調適之區位或對象，據以達到規避風險或降低衝擊損害之目的。有關本縣氣候變遷風險評估結果及既有施政計畫檢討，說明如下：

一、新竹縣氣候變遷風險與衝擊評估

(一)新竹縣氣候變遷風險評估方法

本方案依據氣候變遷署「臺灣氣候變遷調適平台(Taiwan Adaptation Platform, TAP)」公布之「科技部 TaiCCAT 支援政策系統」，係科技部(現為國科會)參考國際相關調適評估架構，並考量國內現況，所發展出我國研議氣候調適策略與措施之標準作業流程，界定每個流程步驟之次序與內容。茲就本方案氣候風險評方法與流程說明如下：

1.氣候風險評估定義

依照政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change，以下簡稱 IPCC)2014 年提出之報告指出氣候風險指標包含：危害度、暴露度及脆弱度，而脆弱度又包含了敏感度及調適能力之評估，如圖 3.1 所示。

舉例而言，當一個地區、系統或對象，有高度機率接觸到一個危害事件(危害度)，其自身相較其他群體易受到負面影響之特性(暴露度)，且又較不具有因應危害事件之能力(脆弱度)，當 3 個條件都成立時，即有較高風險招致損害，說明如下：

- (1)危害度：一個自然或人為引發的事件，此事件將可能導致人員傷亡、財物損失、基礎設施損失、生計損失、環境資源損失等影響。
- (2)暴露度：指存在於可能受不利影響的地方和環境中的人群、生計、物種或生態系統、環境功能、服務和資源、基礎設施，或經濟、社會或文化資產。
- (3)脆弱度：一系統或地區易受到不利影響的傾向與素質(物理與社會經濟)，以及因應不利影響的能力。



資料來源：國家災害防救科技中心網站
<https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Disaster/RiskDetail/BAL0000012>

圖 3.1 氣候變遷風險評估架構

根據災防科技中心風險圖資應用說明，風險評估除了將危害度、暴露度及脆弱度指標套疊成風險圖外，也可以將危害度與脆弱度指標等級相乘後，產製危害-脆弱度圖，再加值套疊不同的暴露

度指標圖層，以分析暴露度對象是否位於高危害-脆弱度地區，如圖 3.2 所示。如將暴露度指標設定為老年人口密度，由於高齡者可能因體力、行動不便等因素，在緊急避難時需人協助，為災害衝擊的高風險對象。



資料來源：國家災害防救科技中心網站

<https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Education/Brief?NowMenu=Brief>

圖 3.2 危害-脆弱度圖應用

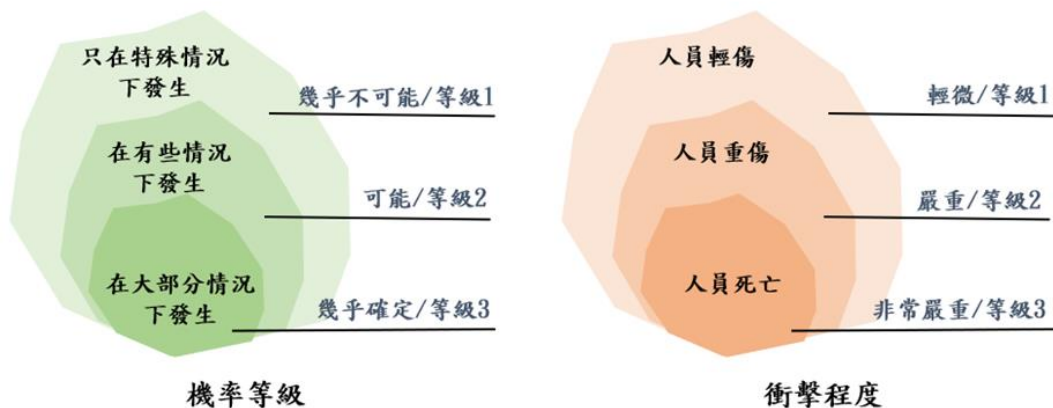
2. 氣候風險評估方法

氣候風險評估有時受限於氣候變遷衝擊損害之統計，或地方各鄉鎮尺度之氣象觀測數據資料不足，加上地方調適計畫所涉及議題所需資料尺度，相較國家調適計畫以縣市層級之空間尺度探討範圍，評估資料有時更為缺乏。因此，根據災防科技中心風險分

析方法說明，不同調適領域之氣候風險評估方法，可依據資訊收集內容，採定性、半定量或量化方式加以分析。針對3種分析方法說明如下：

(1) 定性分析

定性分析係以質化方式分析，風險分析結果以文字方式呈現。該分析方式適用於以下情形：質性資料較豐富、數據資料較難獲得以致無法評估風險、因經費有限而無法進行較詳實風險評估時，可使用敘述性文字表示風險程度，作為1種等級劃分，例如在分析某種衝擊事件可能導致被評估對象之受衝擊程度時，可劃分為「非常嚴重」、「嚴重」及「輕微」3個等級，並設立各等級所代表的含義，若3個等級劃分不夠精細，亦可增加至4或5等級，如圖3.3所示。



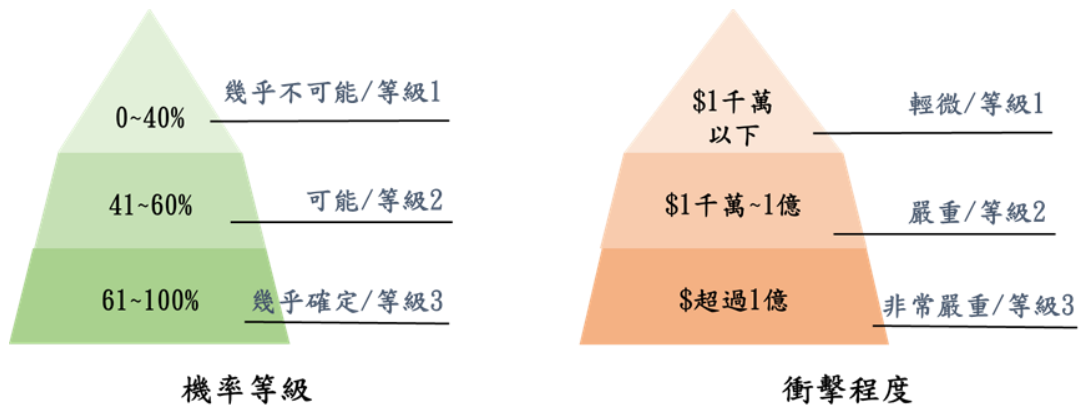
資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。<https://reurl.cc/5vk00z>

圖 3.3 定性風險評估法

(2) 半定量分析

半定量分析係介於定性與量化之間的分析方法。當具有部分量化資料惟仍不足以進行全量化分析時，可採用半定量分析方法。半定量分析方法以較模糊數值表示等級間之差異，雖無法精準算出風險值，但有助於設定優先順序。例如針對人員傷亡，

可利用歷史災害事件之傷亡人數統計造成的損害金額劃分衝擊等級，如圖 3.4 所示。



資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。<https://reurl.cc/5vk00z>

圖 3.4 半定量風險評估法

(3) 量化分析

量化分析係利用數據建立模型等方式計算精確風險數值的方法。當統計或相關數據資料充分時，即可用模型或模組推估災害發生之風險程度，分析結果為數值，較劃分等級的方式更為精準，因此風險控管的排序亦更加直觀及具可比較性，有助於決策者將資源有效分配。例如水災風險量化分析，可使用「降雨量」、「工程排水設計」、「地表逕流量」、「地形地勢」、「統計歷史淹水區域」等資料建立模型，以計算各地區「可能淹水的機率」，並計算該範圍內之可能影響人口數及可能造成的損失，再評估該地區社會經濟條件、減災整備條件、應變條件及復原能力，以評估某區域發生水災之風險程度。

(二) 本縣氣候風險評估標的與分析方式

早期各地方政府進行風險之脆弱度分析時，受限氣候風險評估資料及方法尚未建立完整，多以定性分析方式，透過訪談或文獻資料將脆弱度以高、中、低分級後，再以矩陣方式得到風險分析結果。隨著氣候統計數據及分析工

具逐漸豐富普及，災防科技中心逐步建立我國災害風險評估圖資系統，使風險評估方法易於量化及更具科學化。

因此，本方案依據前述氣候變遷調適衝擊及災防科技中心已公布之災害風險評估圖資，決定優先針對淹水災害、坡地災害及極端高低溫發生風險等以量化分析風險；而針對農業生產、生物多樣性及海岸等領域之議題，則透過訪談及現有相關研究文獻，以定性方式分析新竹縣主要脆弱來源，如表 3.1 所示。

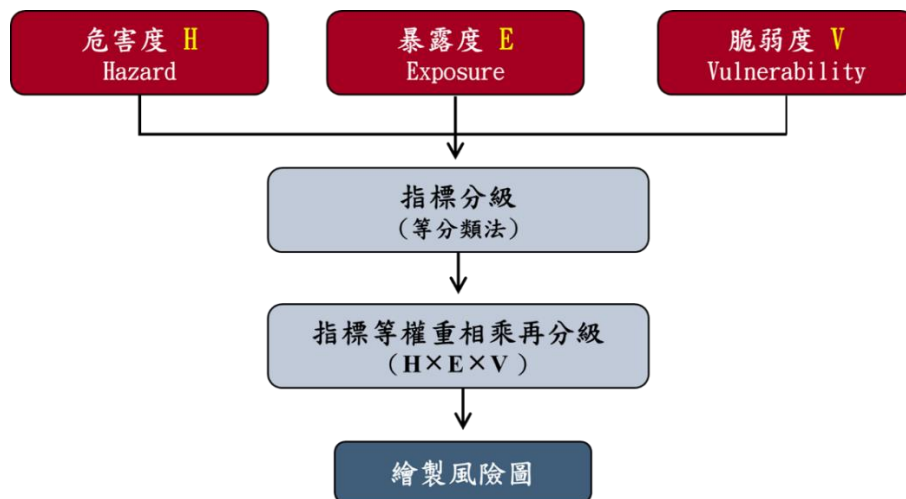
表 3.1 本方案各領域氣候變遷風險評估分析方式

分析方式	領域議題		分析資料來源
定性分析	海岸－海岸侵蝕		新竹縣二級海岸防護計畫
	農業生產－ 易受氣候影響作物		農試所研究文獻
	生物多樣性－瀕危物種		專家與機關訪談
定量分析	災害	淹水災害	災防科技中心建立之「氣候變遷情境下 (AR5)淹水災害風險空間圖」
		坡地災害	災防科技中心建立之「氣候變遷情境下 (AR6)坡地災害風險空間圖」
	健康－ 極端高低溫發生風險		TCCIP 統計與推估之極端高溫持續指數 HWDI (Heat wave duration index)及極端低溫持續指數 CWDI (Cold wave duration index)

資料來源：本方案彙整。

(三)擇定風險評估空間尺度、氣候變遷情境與量化評估指標

針對三項以量化分析的災害風險評估議題，將透過災防科技中心及本方案分別建立各災害之風險評估指標(危害度、暴露度、脆弱度)，透過彙整相關統計資料及政府公開之地理資訊圖，將各評估指標分級後以地理資訊系統(GIS)套疊，計算分析出新竹縣三項災害之風險評估結果。茲就分析流程彙整如圖 3.5 所示，並說明如下：



資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.5 量化分析評估指標與計算方法

1. 定義空間尺度

界定擬評估對象之空間尺度，空間尺度範圍越小，越有助於決策者聚焦氣候變遷調適措施之實施範圍及對象，故本方案將淹水災害與坡地災害風險圖的空間尺度設定為「最小人口統計區」，為內政部統計人口或社會經濟彙整資料之最小空間單元，每一單元人口數小於 400 人；淹水災害與坡地災害危害-脆弱度圖的空間尺度設定為「網格 5km」。極端高低溫發生風險因為統計資料空間尺度的限制，因此風險圖與危害-脆弱度圖的空間尺度皆設定為「鄉鎮市區」。

2. 擇定風險指標之氣候變遷情境

新竹縣氣候風險評估之淹水災害與坡地災害氣候變遷情境為全球暖化增溫情境(GWLs, Global Warming Levels)的升溫近似 1°C 與升溫 2°C 情境，極端高低溫發生風險為升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境。

根據災防科技中心提供之災害風險評估圖資情境說明，全球暖化增溫情境是以工業革命前(1850~1900年)全球尚未開始人為溫

室氣體排放時期，以那時的溫度作為基準平均溫度(+0°C)，在1995-2014年全球已升溫+0.85°C，現今大約增溫接近1°C的情況，故以升溫近似1°C情境視為現況基期，不同增溫情境則視為未來推估。各項情境說明如表3.2所示。

表 3.2 全球暖化增溫情境定義

增溫情境	定義
升溫 1.5°C 情境	即全球暖化+1.5°C，最可能發生的時期約在 2021~2040 年。在世紀中或世紀末以前達成淨零排放，便能將升溫控制在 1.5°C 或 2°C 以內，達成《巴黎協定》目標。
升溫 2°C 情境	指未來 20-40 年內多數排放情境(中度排放以上)皆會升溫 2°C，全球暖化+2°C 可能發生的時期在 2041~2060 年。

資料來源：國家災害防救科技中心。

3. 設定量化風險評估之危害度、脆弱度及暴露度評估指標

新竹縣淹水災害與坡地災害風險評估指標中，危害度、脆弱度及暴露度指標參照災防科技中心分析指標。另極端高低溫發生風險評估指標中，危害度指標參照災防科技中心統計分析的極端高溫持續指數及極端低溫持續指數，暴露度指標為老年人口密度，脆弱度指標為社區照顧關懷據點及長照據點密度。茲就新竹縣氣候風險評估指標，彙整如表 3.3 所示。

表 3.3 新竹縣氣候風險評估指標

指標	危害度	暴露度	脆弱度
淹水災害	新竹縣市-鄉鎮市區日雨量超過 650 公釐發生降雨機率	新竹縣市人口密度	淹水潛勢圖— 24 小時降雨量 650mm
坡地災害	新竹縣市-鄉鎮市區日雨量超過 350 公釐發生降雨機率	新竹縣市人口密度	坡地災害潛勢圖 (落石、岩屑崩滑、岩體滑動、順向坡範圍)
極端高溫發生風險	極端高溫持續指數 HWDI(一年之中，連續 3 天以上日最高溫高於基期第 95 百分位數之事件總天數)	新竹縣老年人口密度	新竹縣社區照顧關懷據點密度
極端低溫發生風險	極端低溫持續指數 CWDI(一年之中，連續 3 天以上日最低溫低於基期第 5 百分位數之事件總天數)		

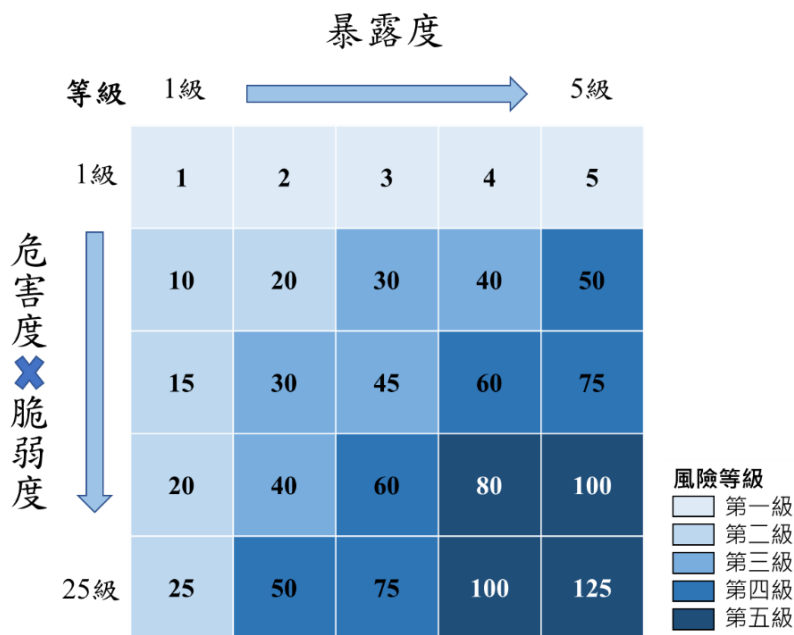
資料來源：本方案彙整。

4.風險圖資繪製方式說明

(1)風險圖繪製方式說明

本方案淹水災害、坡地災害及極端高低溫發生風險評估結果以「風險圖」與「危害-脆弱度圖」呈現。其中，淹水災害與坡地災害之「風險圖」是使用災防科技中心提供的圖資，其產製方法是將危害度、暴露度與脆弱度指標之原始數值，先以等分類法由低至高分成 1 至 5 級，等級越高其危害度、暴露度與脆弱度相對越高。分別計算各指標等級後，再以等權重方式將危害度、暴露度與脆弱度 3 個指標等級相乘，以獲得各個災害風險值。

各災害風險值共劃分為 5 個等級，即可得出該氣候變遷風險中，新竹縣市的鄉鎮市區在不同升溫情境下的相對風險高低，如圖 3.6 所示。其中，風險等級 5 表示該區域的災害風險「相對」最高。風險等級 1 表示災害風險「相對」較低，並非是無災害風險或不發生災害事件。



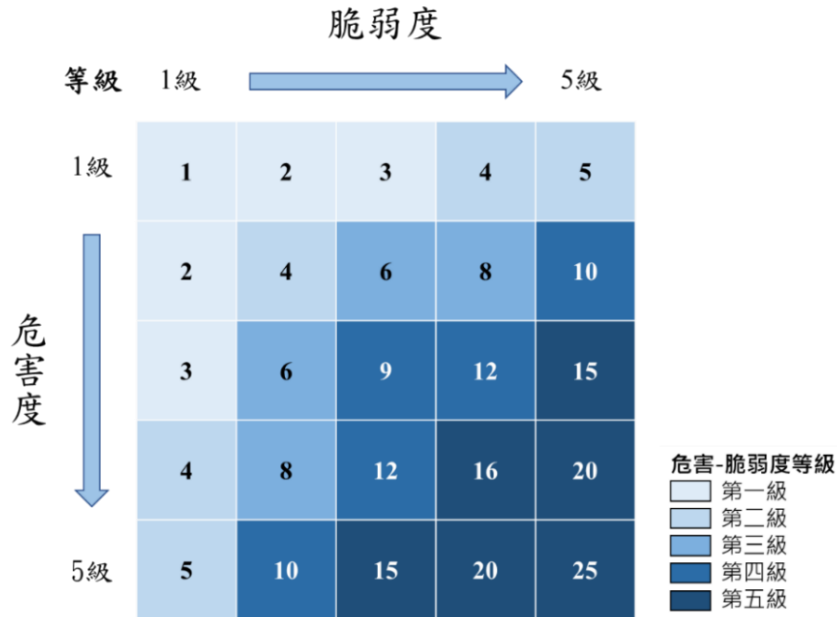
資料來源：國家災害防救科技中心網站，本方案繪製。

<https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Education/Publication?NowMenu=Publication>

圖 3.6 風險圖計算方法

(2)危害-脆弱度圖繪製方式說明

新竹縣淹水災害與坡地災害風險評估之「危害-脆弱度圖」亦使用災防科技中心提供之圖資，其產製方法是將危害度與脆弱度兩個指標等級相乘，再以等分類法由低至高分成 1 至 5 級以獲得「危害-脆弱度圖」，如圖 3.7 所示。

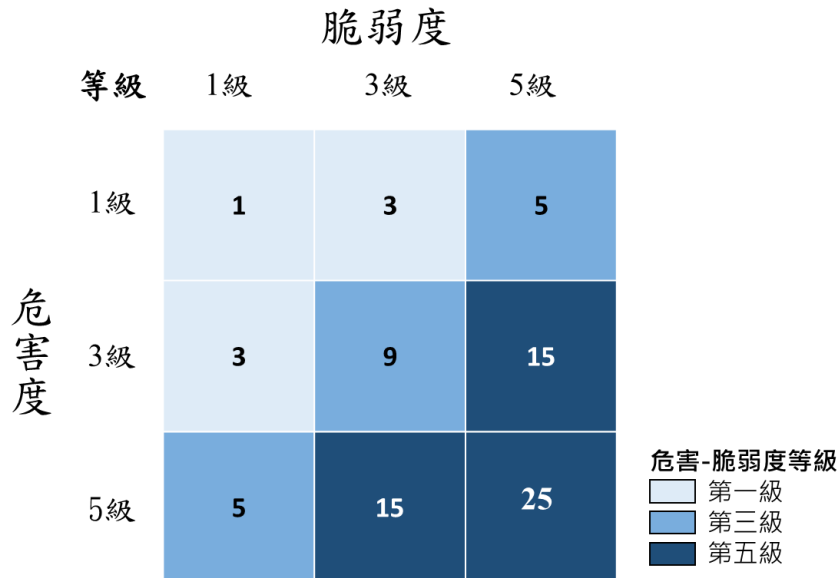


資料來源：國家災害防救科技中心網站，本方案繪製。

<https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Education/Publication?NowMenu=Publication>

圖 3.7 危害-脆弱度圖分五級計算方法

新竹縣極端高低溫發生「風險圖」與「危害-脆弱度圖」參考災防科技中心風險圖的製作方式，惟因樣本數較少只有 12 鄉鎮市做分級，因此分級時等級只分 3 個等級，如圖 3.8 所示。



資料來源：國家災害防救科技中心網站，本方案繪製。
<https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Education/Publication?NowMenu=Publication>

圖 3.8 危害-脆弱度圖分三級計算方法

5. 風險評估指標及等級意義說明

茲就各項氣候風險評估指標與等級劃分，說明如下：

(1) 淹水災害

A. 危害-脆弱度指標與等級

升溫近似 1°C 情境是依照災防科技中心淹水災害風險空間圖資中「危害-脆弱度_現況」的指標分級資料，由低至高分別為 1 至 5 級。

升溫 2°C 情境是依照災防科技中心淹水災害風險空間圖資中「危害-脆弱度_未來推估」的指標分級資料，由低至高分別為 1 至 5 級。

B. 風險評估指標與等級

升溫近似 1°C 情境是依照災防科技中心淹水災害風

險空間圖資中「風險_現況」的指標分級資料，由低至高分別為 1 至 5 級。

升溫 2°C 情境是依照災防科技中心淹水災害風險空間圖資中「風險_未來推估」的指標分級資料，由低至高分別為 1 至 5 級。

(2) 坡地災害

A. 危害-脆弱度指標與等級

升溫近似 1°C 情境是依照災防科技中心坡地災害風險空間圖資中「危害-脆弱度_現況」的指標分級資料，由低至高分別為 1 至 5 級。

升溫 2°C 情境是依照災防科技中心坡地災害風險空間圖資中「危害-脆弱度_未來推估」的指標分級資料，由低至高分別為 1 至 5 級。

B. 風險評估指標與等級

升溫近似 1°C 情境是依照災防科技中心坡地災害風險空間圖資中「風險_現況」的指標分級資料，由低至高分成 1 至 5 級。

升溫 2°C 情境是依照災防科技中心坡地災害風險空間圖資中「風險_未來推估」的指標分級資料，由低至高分成 1 至 5 級。

(3) 極端高低溫發生風險

A. 危害度指標與等級

依據災防科技中心統計之極端高溫持續指數及極端低溫持續指數當作危害度指標。

極端高溫發生風險依據其連續 3 天以上日最高溫高於基期第 95 百分位數之事件總天數相對基期的增加天數越多，等級越高，等級分 3 級，由低至高為 1、3、5 級。

極端低溫發生風險依據其連續 3 天以上日最低溫低於基期第 5 百分位數之事件總天數相對基期的減少天數越少，等級越高，等級分 3 級，由低至高為 1、3、5 級。

B.脆弱度指標與等級

依據新竹縣政府社會處統計的社區照顧關懷據點及長照據點資料，計算各鄉鎮據點密度作為脆弱度指標。機構密度越低脆弱度等級越高，等級分 3 級，由低至高為 1、3、5 級。

C.暴露度指標與等級

依據新竹縣政府民政局統計的各鄉鎮市老年人口數資料，計算各鄉鎮老年人口密度作為暴露度指標。老年人口密度越高暴露度等級越高，等級分 3 級，由低至高為 1、3、5 級。

D.危害-脆弱度指標與等級

將危害度等級、脆弱度等級等權重相乘得出風險值，再將風險值以等分類法分 3 級，由低至高為 1、3、5 級。

E.風險評估指標與等級

將危害度等級、脆弱度等級及暴露度等級等權重相乘得出風險值，再將風險值以等分類法分 3 級，由低至高為 1、3、5 級。

6. 災防科技中心風險空間圖資資料說明

本方案淹水災害及坡地災害風險評估所使用的災防科技中心風險空間圖資，資料有以下幾點說明與限制：

- (1) 淹水災害及坡地災害氣候變遷推估資料不確定性高，圖資原始資料為 5km 空間解析度，內插後的空間解析不確定性高，應用時需考量其限制，此圖資呈現統計降尺度多模式之眾數結果。
- (2) 坡地災害風險圖，因空間解析度較粗，無法評估坡面單元等小尺度的空間變化。
- (3) 淹水災害及坡地災害圖資僅適用於氣候變遷災害風險高低相對辨識，不能保證對任何特定用途的適用性，亦不得用於開發限制、法律或監管等目的，國家災害防救科技中心不對該圖資分析得出的任何結論而負責。
- (4) 新竹縣市的淹水災害及坡地災害風險是共同分級評估，故本方案淹水災害及坡地災害風險評估成果會包含新竹市的評估成果，但本方案不做後續的結果討論。

7. 風險評估工具

- (1) 災防科技中心「Dr.A 氣候變遷災害風險調適平台」

災防科技中心建置之「氣候變遷災害風險調適平台(Disaster Risk Adaptation, 簡稱 Dr.A 網站)」，已分批展示全國各縣市之淹水災害風險評估圖資。本方案透過向災防科技中心申請淹水及坡地災害風險評估圖資，協助完成本方案淹水及坡地災害風險評估。

- (2) 地理資訊系統套疊

本方案透過訪談災防科技中心專家及網站提供的圖資，建

立淹水災害、坡地災害及極端高低溫發生風險等氣候風險評估指標(危害度、暴露度及脆弱度)，並藉由蒐集各機關相關統計資料數據或已建立圖資對應風險評估指標，並於地理資訊系統分析軟體(Q-GIS)圖層套疊分析，計算出新竹縣各災害氣候風險評估結果與風險圖資。

(3)專家學者訪談或或文獻資料

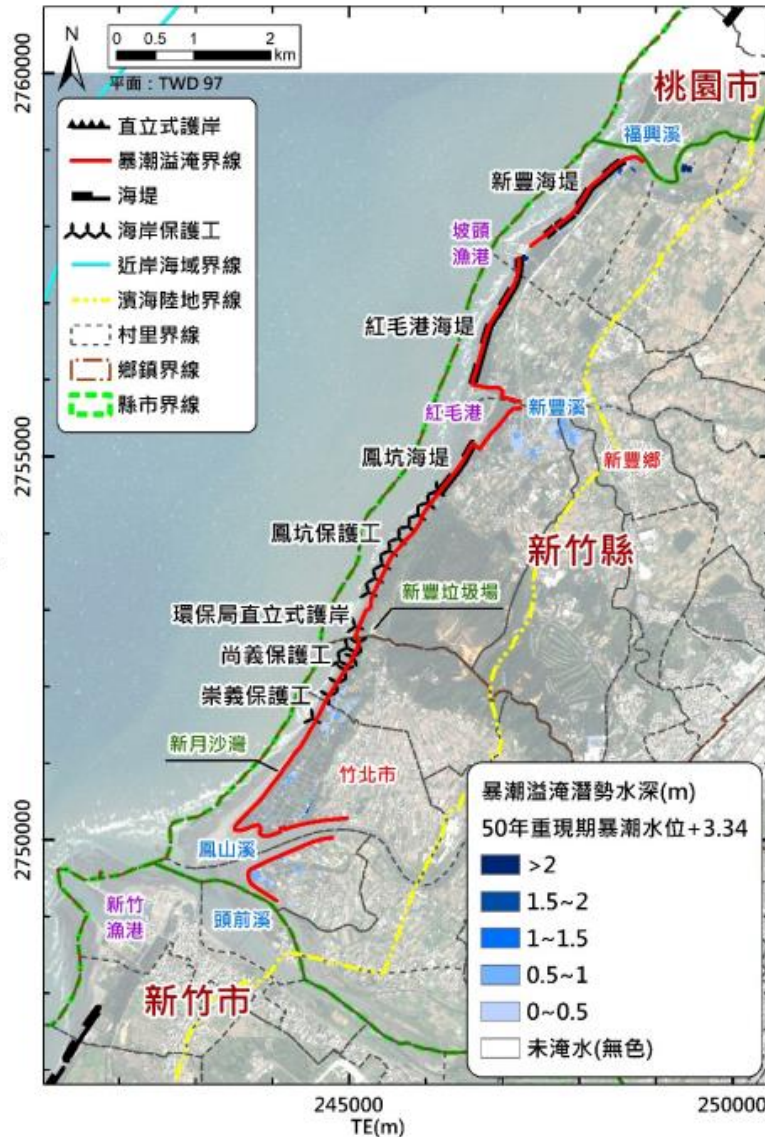
部分領域之氣候變遷風險數據及研究資料較難獲得而無法量化分析時，透過專家學者訪談或文獻資料，以定性分析列明脆弱來源，彌補空間與統計等基礎資料不足之情形，例如新竹縣可能受氣候變遷影響之瀕危物種、海岸線受侵蝕區域與受影響農作物等。

(四)新竹縣氣候風險評估定性分析結果

1.海岸—海岸侵蝕

(1)暴潮影響區域範圍

依據新竹縣政府「新竹縣二級海岸防護計畫」分析內容，該計畫以 50 年重現期暴潮水位(+3.34 公尺)，配合內政部數值高程模型資料進行比對，濱海陸地地面高程低於 50 年重現期暴潮水位，即納入暴潮溢淹潛勢範圍。其中，新竹縣海岸地區暴潮溢淹潛勢範圍僅位於堤前淺灘及河口潮間帶地區，無淹水深度達 50 公分以上之中潛勢暴潮溢淹範圍，如圖 3.9 所示。



資料來源：新竹縣二級海岸防護計畫，新竹縣政府，111年4月。

圖 3.9 新竹縣海岸 50 年重現期暴潮溢淹潛勢(潛勢水深)範圍

(2) 海岸侵蝕

依據「新竹縣二級海岸防護計畫」分析新竹海岸線從北往南依序監測侵蝕速率，福興溪至新豐溪南端之海岸段，雖有部分海岸線呈侵蝕退縮現象，但其整體漂沙區間平均侵蝕速率約 0.03 公尺/年，未達中潛勢海岸侵蝕標準。新竹縣鳳坑海堤以南至新豐垃圾掩埋場西側之海岸線，已退至海岸防護設施，海堤前已無沙灘(斷面 H9~H13)。而在崇義、尚義及新月沙灣海岸一帶(斷面 H17~H19)，海岸線侵蝕速率大於 2 公尺/年，具中潛勢海岸侵蝕，

如圖 3.10 所示。

其中，新豐垃圾掩埋場即位於鳳坑保護工斷面 H13 之海岸線侵蝕範圍內側，掩埋場離海堤最短距離不到 100 公尺，目前透過海堤及消波塊等做防護，為目前新竹縣海岸線氣候風險中主要的暴露。而海岸沿線的防護工程與北段的海岸風機在未來氣候變遷情境下，也可能受海岸侵蝕導致災損暴露。



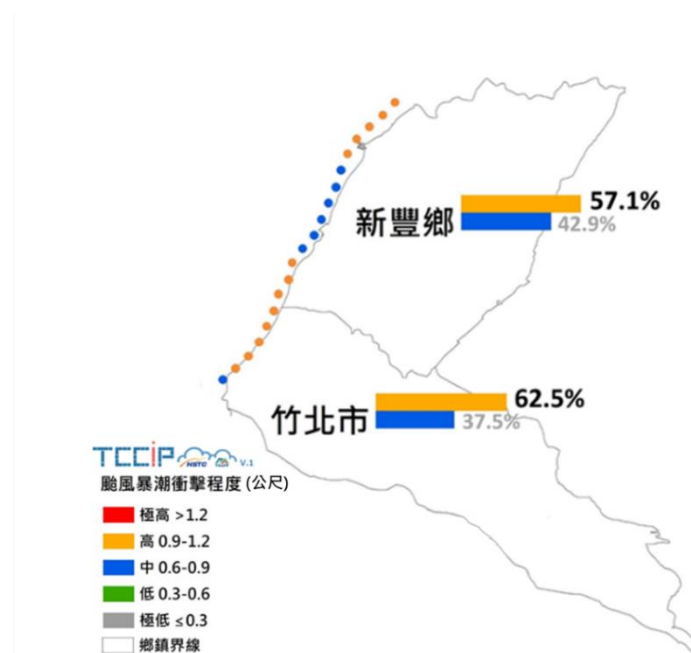
資料來源：新竹縣二級海岸防護計畫，新竹縣政府，111 年 4 月。

圖 3.10 新竹縣海岸線侵蝕範圍

(3) 新竹縣海岸線受暴潮或溢淹風險評估

參考 TCCIP 網站(<https://reurl.cc/bleXj6>)彙整資料說明，依 IPCC AR6 模式模擬結果，升溫 2°C 情境下(SSP3-7.0 世紀中期間)，可能導致臺灣周邊海域海平面上升 0.5 公尺；升溫 4°C 情境下(SSP5-8.5 世紀末期間)，可能導致海平面上升 1.2 公尺，如圖 3.11 所示。因此，因應未來海平面上升趨勢明顯，最主要將增加對新豐垃圾掩埋場造成的衝擊危害，加上掩埋場外之海岸線已退縮至海堤而無沙灘，海堤與消波塊保護功能亦有可能受暴潮或颱風波浪而有所損壞或沉陷，且掩埋場距海岸最短距離不到 100 公尺，致災風險增加為未來需注意重點。

另 TCCIP 針對現況與 RCP 8.5 情境做海岸線衝擊評估，分別為颱風風浪與颱風暴潮衝擊變化影響。颱風風浪衝擊方面顯示，新竹縣沿海鄉鎮市區無論現況或未來，皆呈現極低至低程度的颱風風浪衝擊。而颱風暴潮衝擊方面顯示，新竹縣沿海鄉鎮市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，竹北市、新豐鄉增加幅度顯著，高衝擊程度(0.9-1.2 公尺)分別增加 62.5%、57.1%。



資料來源：TCCIP，本方案繪製。

https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/ark_01_ct_impact.aspx。

圖 3.11 新竹縣受颱風暴潮衝擊影響之海岸線範圍

2. 農業生產－新竹縣易受氣候影響農作物

依據農委會農試所之 2030 年易受氣候影響農作物風險分析，並訪談新竹縣政府農業處列出之新竹縣主要農作物種類，包含：水稻、梨、甜柿、茄子、椪柑、文旦柚、西瓜、青蔥、草莓以及綠竹筍等。其中，依據農試所分析農業風險資料顯示，於北部地區種植之茄子、文旦柚、西瓜及青蔥等，無易受氣候災害之風險，故列出新竹縣較易受氣候影響農作物如下：

表 3.4 新竹縣易受氣候災害影響農作物

易受災害風險農作物	111 年收穫農地面積(公頃/年)	易影響農作物之災害類型
水稻	6,577	高溫、低溫、雨害及風災
桶柑	1,301	低溫、雨害
綠竹筍	347	風災
甜柿	230	低溫、雨害及風災
梨	132	低溫、雨害及風災
草莓	15	低溫、雨害及風災

資料來源：農委會農試所(2022)、111 年農業統計年報

註：

1. 高溫：氣溫溫度大於 36°C 之高溫，部分作物已考量乾旱風險，易發生旱災係指第一期作 5-6 月梅雨減少；第二期作 7-9 月無颱風雨水。
2. 低溫：溫度低於 10°C 之低溫
3. 雨害：24 小時累積雨量大於 200 mm
4. 風災：強/颱風係指風速大於 20 m/s 之強風(7 月至 10 月)；鹽風害係指風速大於 20m/s 之東北季風，夾帶大量鹽分(10 月至隔年 3 月)

3. 生物多樣性－瀕危物種

經由專家訪談歸納目前出現在新竹縣境內，屬易受氣候變遷影響且瀕危或近危之物種，包括：觀霧山椒魚及寬尾鳳蝶等。觀霧山椒魚及寬尾鳳蝶主要出現在高海拔之新竹縣五峰鄉山區及苗栗縣觀霧山區，目前多由農業部相關單位及學術單位進行棲地復育工作。

觀霧山椒魚侷限於有限的分布和低族群量，有研究顯示觀霧山椒魚面對氣候暖化時，可能無法即時反應棲地溫度環境的改變，去調整溫度偏好以適應新的環境(觀霧山椒魚偏好環境選擇及潛在

分布推估，雪霸國家公園管理處，105 年 12 月)，因此在棲地復育時必須協助其適應棲地溫度或濕度變異環境。

而寬尾鳳蝶主要係因雌蝶多於臺灣檫樹產卵或附近訪花，目前認為臺灣檫樹為寬尾鳳蝶在野外唯一寄主植物，然因台灣檫樹常呈群狀分布或單株散生，少見大面積純林，且屬於陽性先驅樹種，常發生於皆伐、火燒跡地、初期造林地、造林不成功等因素，加上生長時需光量大，若與其他樹種共同組成林冠，常因受光量不足，生長勢逐漸衰弱終至死亡，進一步造成寬尾鳳蝶繁衍遭到威脅。農業部已針對新竹林區管理處轄下林班地、雪霸國家公園之園區內，劃設了台灣寬尾鳳蝶保護區，公告名稱為「觀霧寬尾鳳蝶野生動物重要棲息環境」，園區面積 23.5 公頃，設立目的維護其寄主植物台灣檫樹棲息環境，以利台灣寬尾鳳蝶物種保存。(參考引述農業部林業及自然保育署自然保育網站資料)

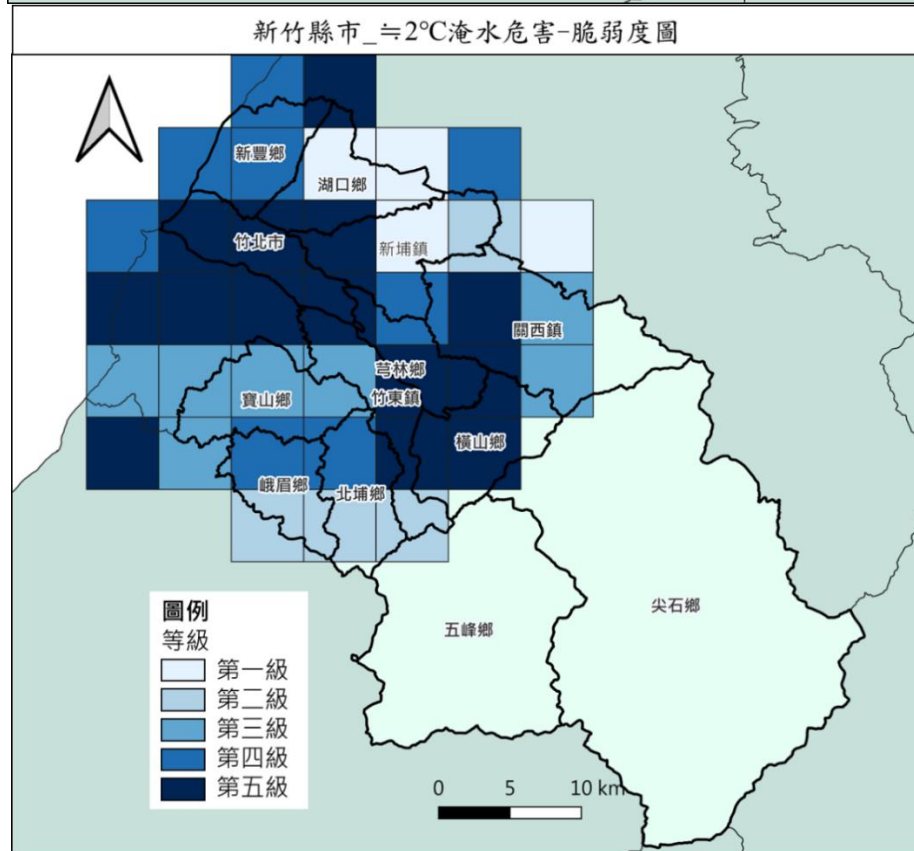
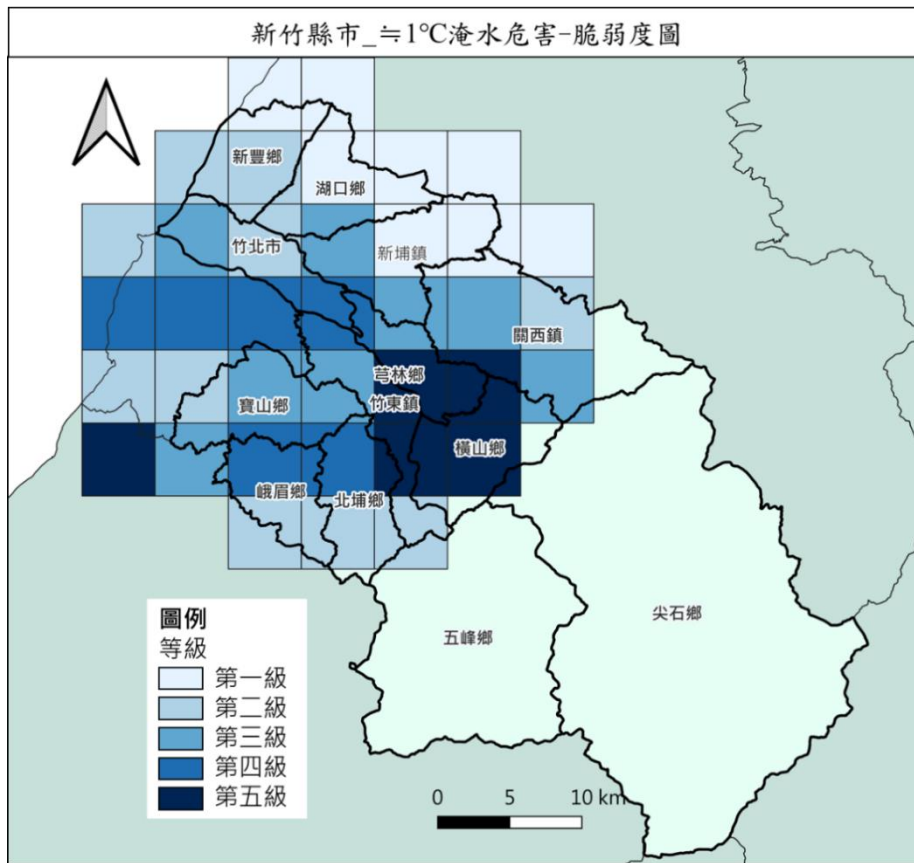
(五)新竹縣氣候風險評估量化分析結果

1.淹水災害

依據前述的評估方法，建立新竹縣淹水危害-脆弱度圖與風險圖，其分析成果如下：

(1)新竹縣淹水災害危害-脆弱度

套疊新竹縣市升溫近似 1°C(現在)及升溫 2°C(未來)情境下之淹水災害之危害-脆弱度圖，如圖 3.12 所示，並針對現在與未來之風險變化情形分析，說明如下：

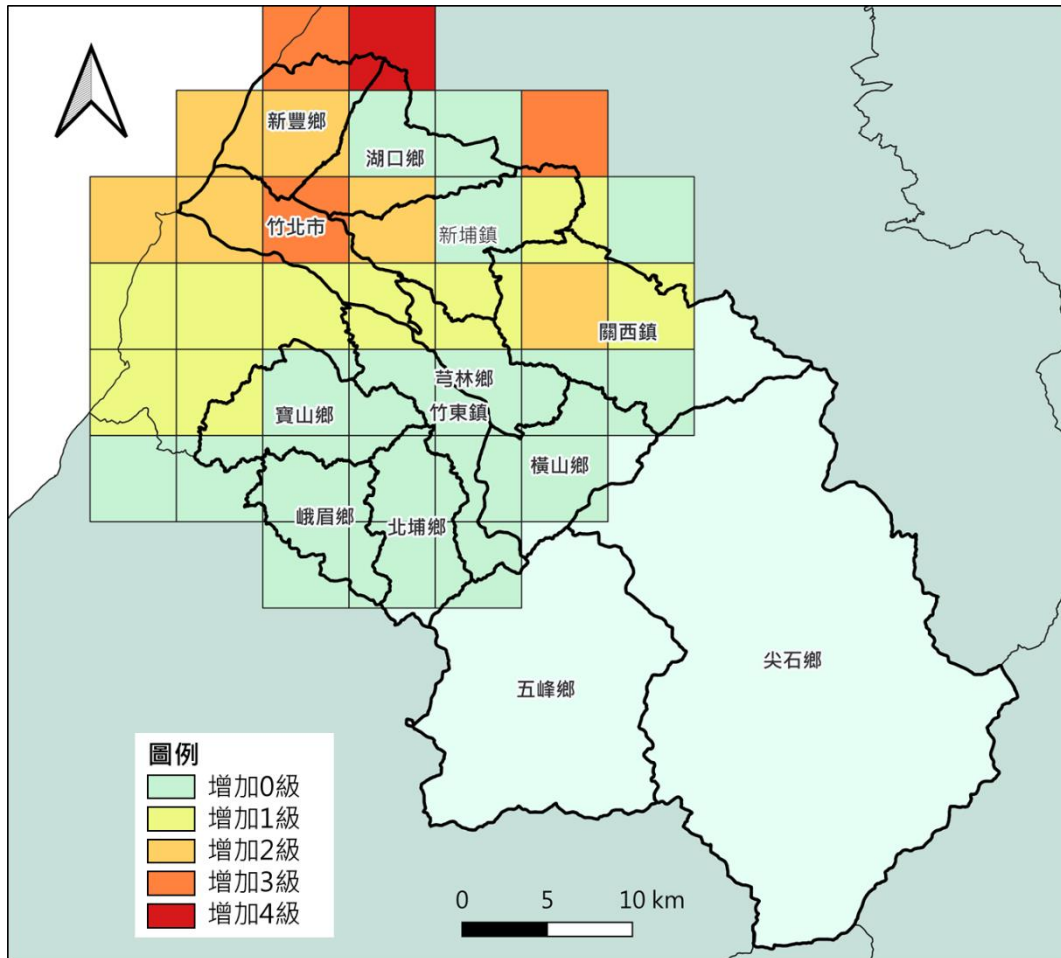


資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.12 淹水災害危害-脆弱度等級圖

A. 升溫 2°C 情境危害-脆弱度等級增加區域

相較於升溫近似 1°C 情境，在升溫 2°C 情境新竹縣淹水危害-脆弱度等級增加之鄉鎮市有由南往北增加的趨勢，增加的鄉鎮市主要為新豐鄉、竹北市、湖口鄉、新埔鎮及關西鎮，如圖 3.13 所示。



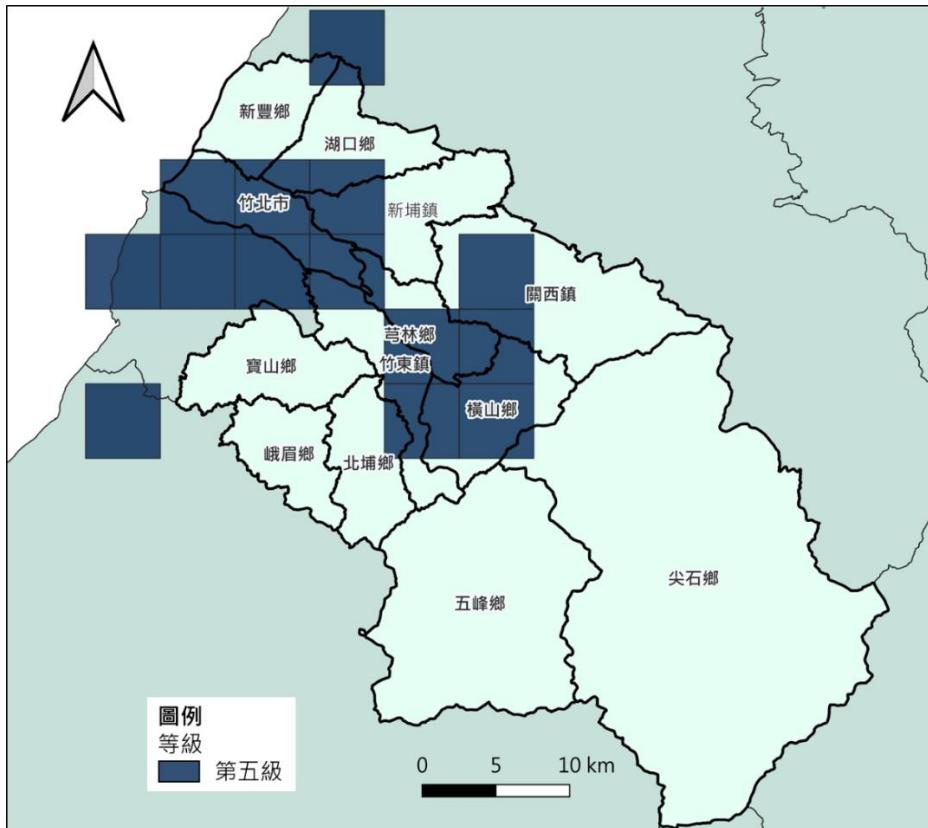
資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.13 淹水災害升溫近似 1°C 與升溫 2°C 危害-脆弱度等級比較圖

B. 升溫近似 1°C 與升溫 2°C 情境之危害-脆弱度等級均屬最高等級區域

比較新竹縣升溫近似 1°C 與升溫 2°C 情境之危害-脆弱等級均屬最高等級之鄉鎮市為新豐鄉、竹北市、湖口鄉、新埔鎮、關西鎮、芎林鄉、竹東鎮、橫山鄉及北埔

鄉，如圖 3.14 所示。



資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.14 淹水災害升溫近似 1°C 與升溫 2°C 危害-脆弱度第五等級圖

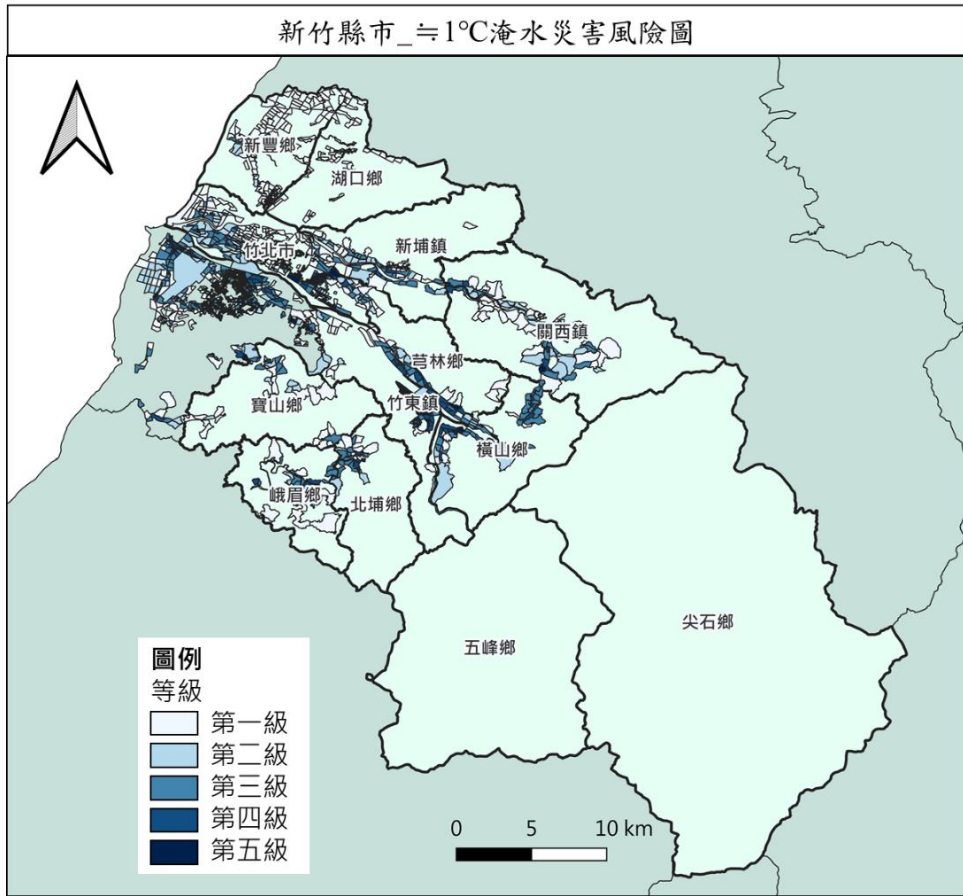
C. 淹水災害危害-脆弱度圖之應用

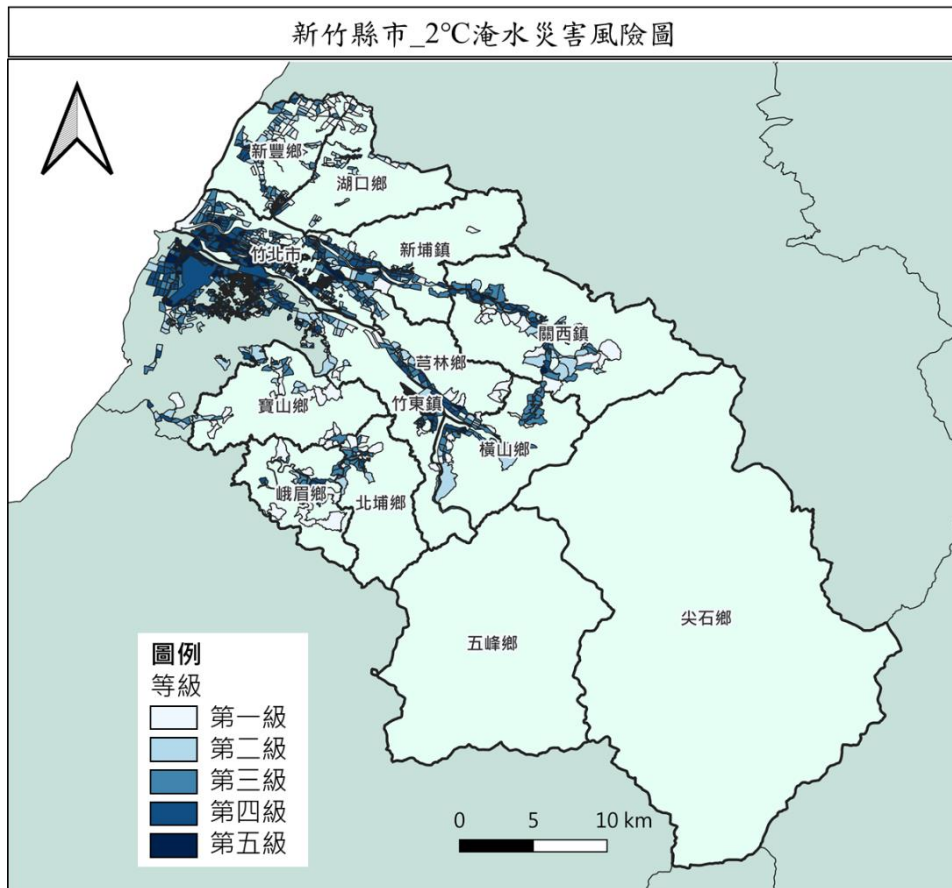
新竹縣 19 家老人福利機構中，位於升溫 2°C 情境淹水災害危害-脆弱度屬較高等級的地點有 11 家，占全部老人福利機構的 58%，包含竹北市 4 家、新埔鎮 3 家、芎林鄉 2 家、竹東鎮 2 家。

(2) 新竹縣淹水災害風險

將淹水災害危害度、脆弱度、暴露度指標等權重相乘後，進行風險分級，如圖 3.15 呈現的是氣候變遷下新竹縣在升溫近似 1°C 情境與升溫 2°C 情境的淹水災害風險圖。由圖得知在升溫近似 1°C 情境下，竹北市、竹東鎮淹水災害風險較高；在升溫 2°C 情境下，竹北市、竹東鎮、新豐鄉、湖口鄉、新埔鎮及關西鎮是

淹水災害高風險地區，並且竹北市、新豐鄉及新埔鎮高風險地區有較明顯增加的趨勢。





資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

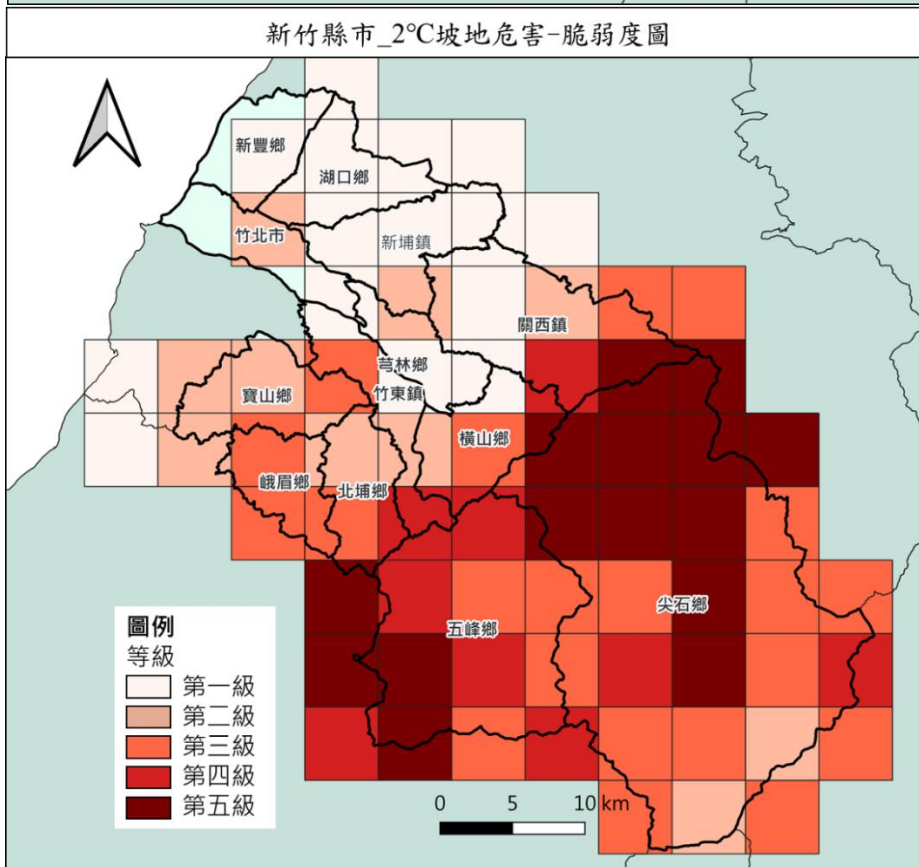
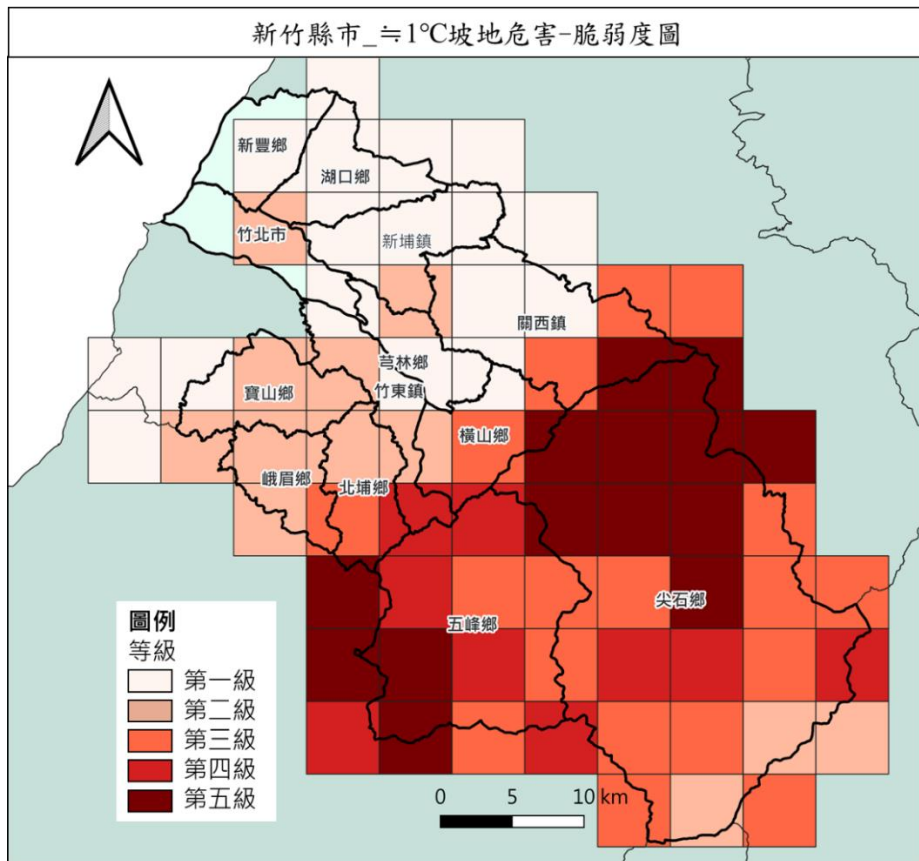
圖 3.15 淹水災害風險等級圖

2. 坡地災害

依據前述的評估方法，建立新竹縣坡地危害-脆弱度圖與風險圖，其分析成果如下：

(1) 新竹縣坡地災害危害-脆弱度

套疊新竹縣市升溫近似 1°C(現在)及升溫 2°C(未來)情境下之坡地災害之危害-脆弱度圖，如圖 3.16 所示，並針對現在與未來之風險變化情形分析，說明如下：

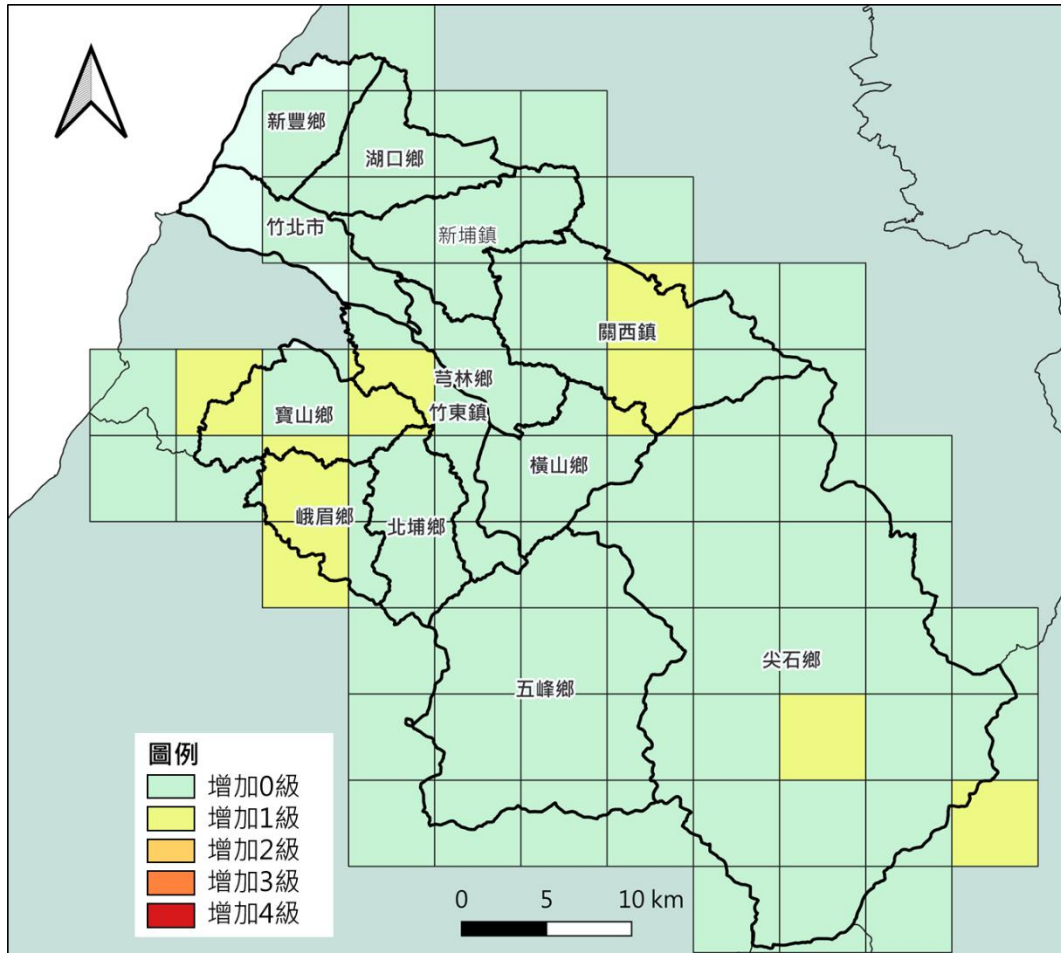


資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.16 坡地災害危害-脆弱度等級圖

A. 升溫 2°C 情境危害-脆弱度等級增加區域

相較於升溫近似 1°C 情境，在升溫 2°C 情境新竹縣淹水危害-脆弱等級增加之鄉鎮市為關西鎮、竹東鎮、寶山鄉、峨眉鄉及尖石鄉，如圖 3.17 所示。

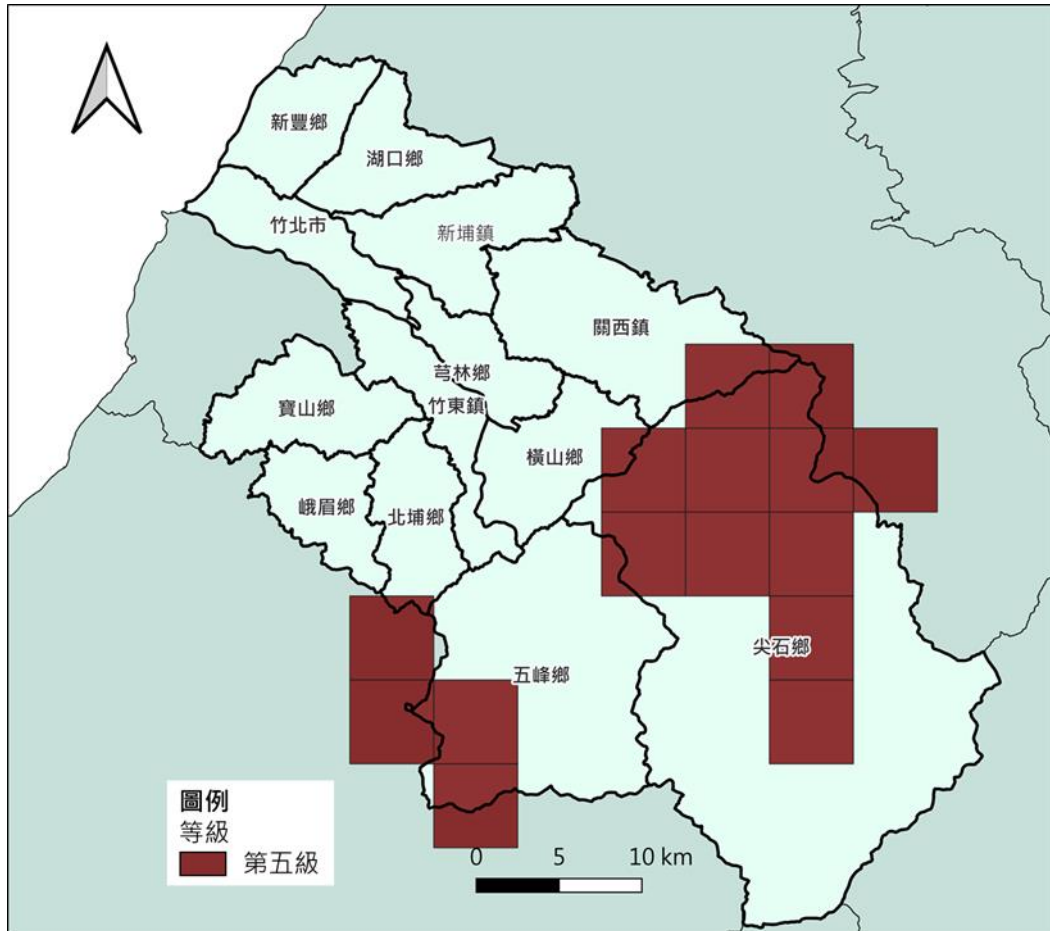


資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.17 坡地災害升溫近似 1°C 與升溫 2°C 危害-脆弱度等級比較圖

B. 升溫近似 1°C 與升溫 2°C 情境之危害-脆弱度等級均屬最高等級區域

比較新竹縣升溫近似 1°C 情境與升溫 2°C 情境之危害-脆弱等級均屬最高等級之鄉鎮市為關西鎮、橫山鄉、北埔鄉、五峰鄉及尖石鄉，如圖 3.18 所示。



資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

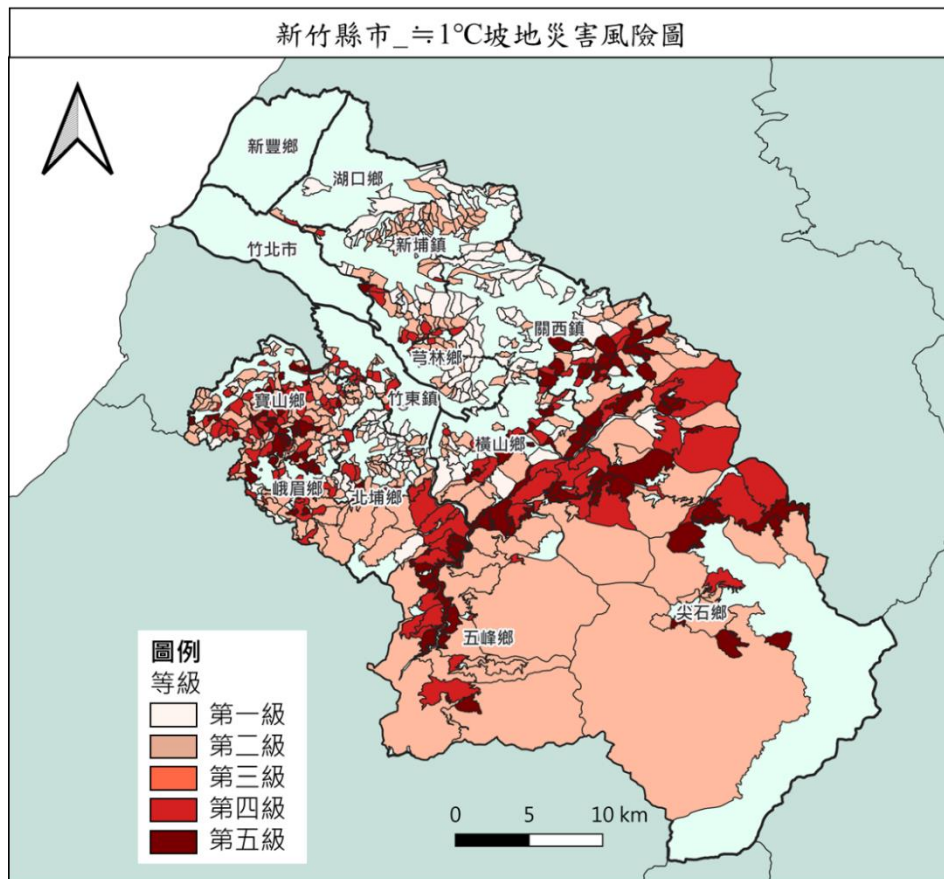
圖 3.18 坡地災害升溫近似 1°C 與升溫 2°C 危害-脆弱度第五等級圖

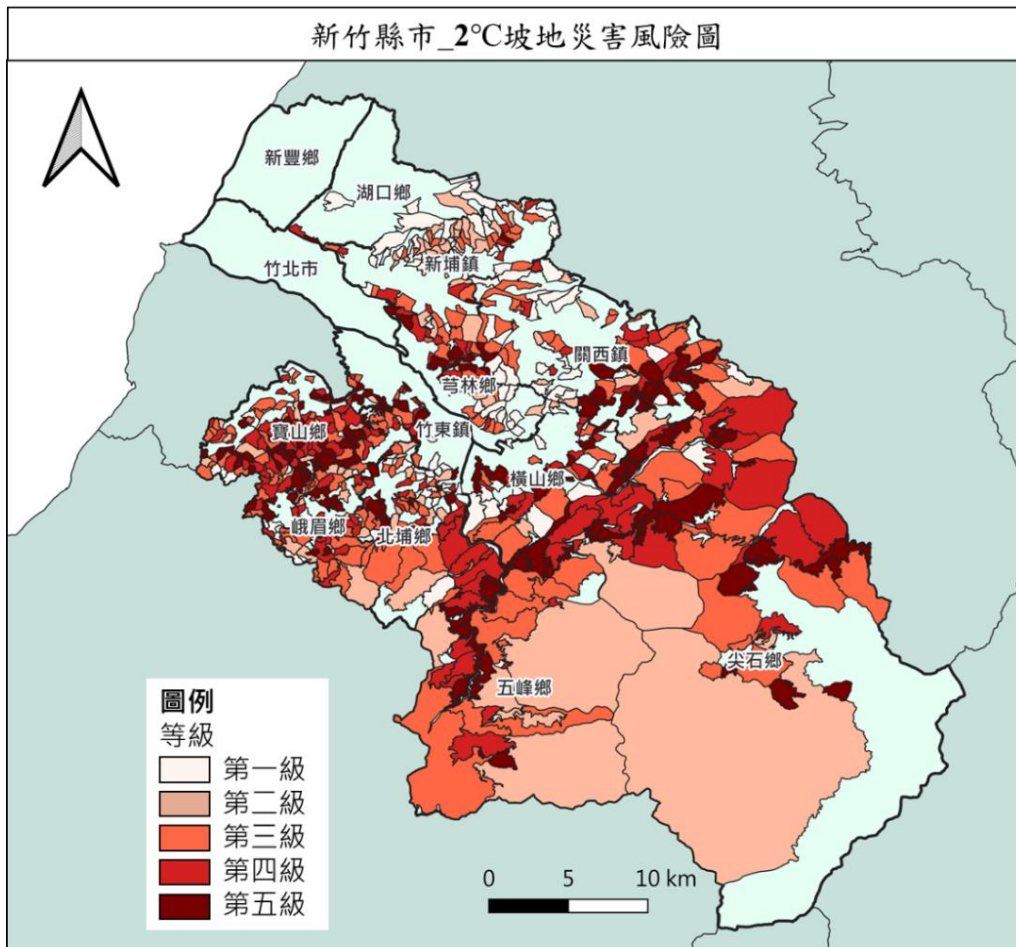
C. 坡地災害危害-脆弱度圖之應用

新竹縣 287 家露營區中，位於升溫 2°C 情境坡地災害危害-脆弱度屬較高等級的地點有 101 家，占全部露營區的 35%，包含關西鎮 4 家、橫山鄉 2 家、尖石鄉 86 家、五峰鄉 9 家。新竹縣 5 家溫泉區中，位在升溫 2°C 情境坡地災害危害-脆弱度屬較高等級的地點有 4 家，包含橫山鄉 1 家、尖石鄉 3 家。

(2)新竹縣坡地災害風險

將坡地災害危害度、脆弱度、暴露度指標等權重相乘後，進行風險分級，如圖 3.19 呈現的是氣候變遷下新竹縣在升溫近似 1°C 情境與升溫 2°C 情境的坡地災害風險圖。由圖得知在升溫近似 1°C 情境下，關西鎮、橫山鄉、寶山鄉、峨眉鄉、五峰鄉及尖石鄉坡地災害風險等級較高；在升溫 2°C 情境下，除了關西鎮、橫山鄉、寶山鄉、峨眉鄉、五峰鄉及尖石鄉是坡地災害高風險地區之外，北埔鄉、竹東鎮及芎林鄉的高風險地區有較明顯增加的趨勢。





資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.19 坡地災害風險等級圖

3. 極端高低溫發生風險

依據前述的評估方法，建立新竹縣極端高低溫之危害-脆弱度圖，並加入暴露度指標加值成風險圖，其分析成果如下：

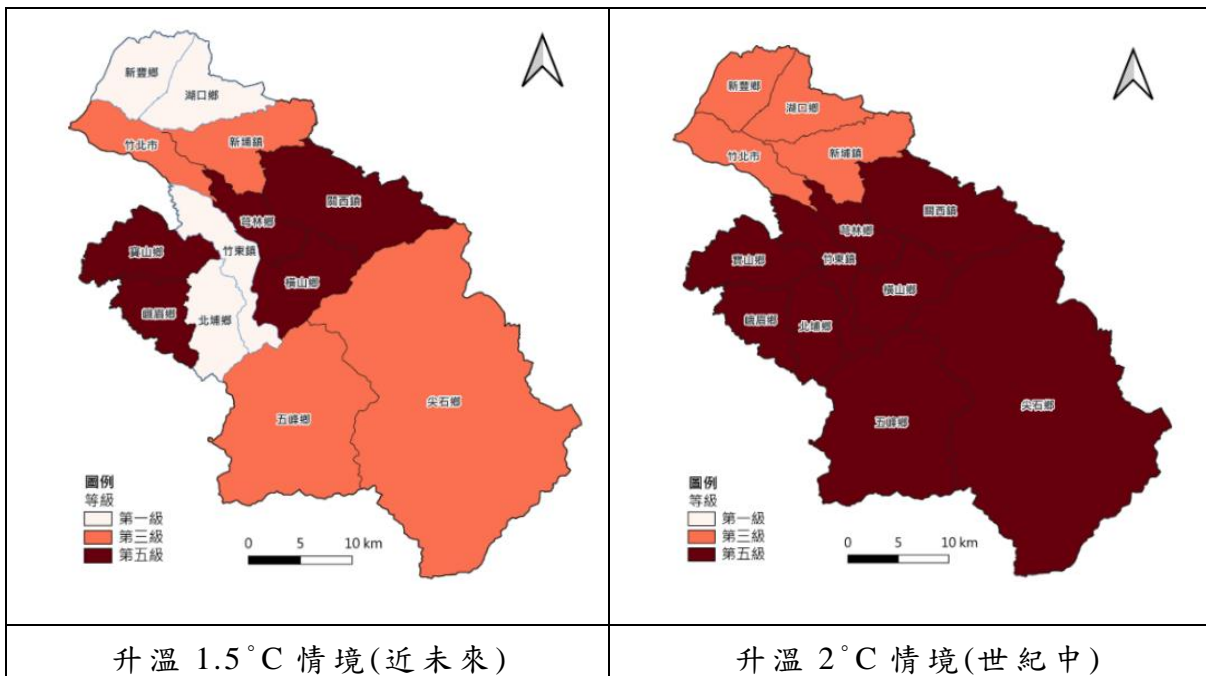
(1)新竹縣極端高低溫危害-脆弱度

A.極端高溫危害-脆弱度

如圖 3.20 極端高溫危害-脆弱度圖所示，若以升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境相比較，因極端高溫而可能造成危害-脆弱度增加的鄉鎮市包括：竹東鎮、新豐鄉、五峰鄉、北埔鄉、湖口鄉及尖石鄉。而在升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境，皆具有極端高溫發生風險等級的鄉

鎮市包括：關西鎮、芎林鄉、橫山鄉、寶山鄉及峨眉鄉。

由圖中可發現，在氣候變遷衝擊下，極端高溫危害-脆弱度有逐漸增加的趨勢，且以中高海拔區域等級較高，其主要原因為這些鄉鎮市脆弱度等級較高，皆為第3級和第5級，並且在升溫 2°C 情境危害度分級皆為第5級所致；而低海拔的鄉鎮市如新豐鄉、湖口鄉、新埔鎮、竹北市因脆弱度等級皆為第1級，故在資料處理後在升溫 2°C 情境危害-脆弱度等級為第3級。



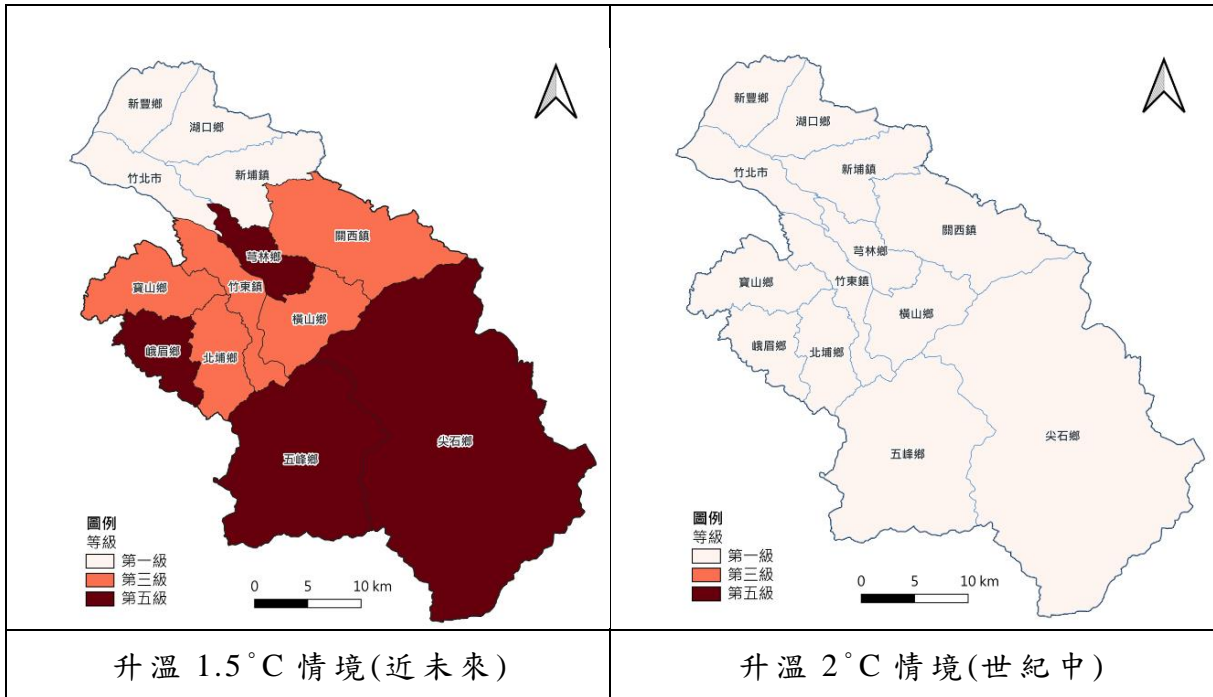
資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.20 氣候變遷下極端高溫危害-脆弱度圖

B.極端低溫危害-脆弱度

如圖 3.21 極端低溫危害-脆弱度圖所示，若以升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境相比較，沒有任何鄉鎮市因極端低溫而可能造成危害-脆弱度增加。而在升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境，亦無任何鄉鎮市在兩種情境皆具有最高極端低溫危害-脆弱度等級，因升溫 2°C 情境所有鄉鎮市等級皆為最低等級。

由圖中可發現，在氣候變遷衝擊下，極端低溫危害-脆弱度有逐漸減少的趨勢。在升溫 1.5°C 情境下，以中高海拔區域等級較高，其主要原因為這些鄉鎮市危害度及脆弱度等級皆為第 5 級；在升溫 2°C 情境下，所有鄉鎮市危害-脆弱度等級皆為第 1 級，主要原因為所有鄉鎮市危害度等級為第 1 級。



資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

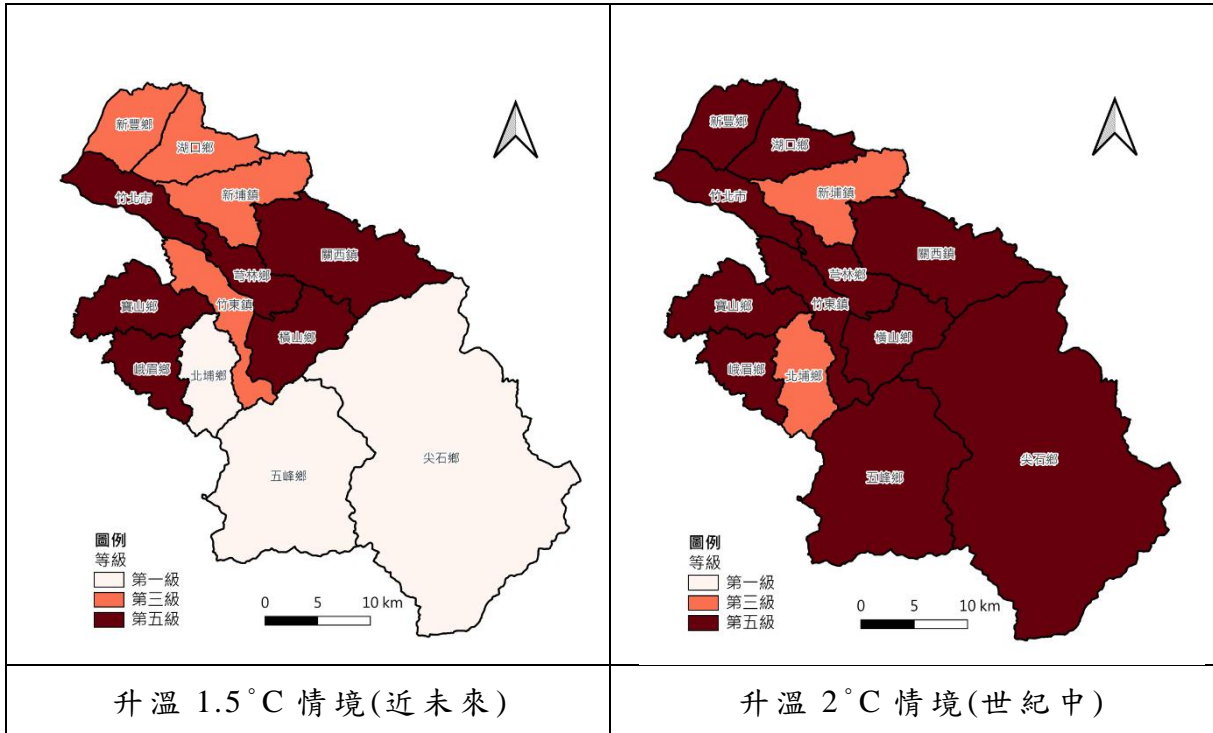
圖 3.21 氣候變遷下極端低溫危害-脆弱度圖

(2)新竹縣極端高低溫發生風險

A.極端高溫發生風險

經極端高溫發生風險評估分析，如圖 3.22 所示，若以升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境相比較，極端高溫發生風險增加的鄉鎮市包括：竹東鎮、新豐鄉、北埔鄉、湖口鄉、五峰鄉及尖石鄉。而在升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境，極端高溫發生風險皆具有最高風險等級的鄉鎮市包括：竹北市、芎林鄉、關西鎮、橫山鄉、寶山鄉

及峨眉鄉。



資料來源：國家災害防救科技中心，本方案繪製。

圖 3.22 氣候變遷下極端高溫發生風險圖

B. 極端低溫發生風險

經極端低溫發生風險評估分析，如圖 3.23 所示，若以升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境相比較，沒有任何鄉鎮市極端低溫發生風險增加。而在升溫 1.5°C 情境與升溫 2°C 情境，亦無任何鄉鎮市在兩種情境皆具有最高極端低溫發生風險等級，因升溫 2°C 情境所有鄉鎮市極端低溫發生風險等級皆為最低等級。

表 3.5 與氣候變遷調適相關之既有施政計畫與例行業務檢討

調適領域	縣府既有施政計畫或例行業務	主辦機關	對應調適缺口	推動類別
土地利用	都市更新政策及發展研究相關計畫	產業發展處	國土計畫、都市計畫檢討與管理，尚須考量未來氣候變遷增加災害風險程度及區位，並持續滾動檢討，避免高風險區位超限利用，同時於新開發區域考量相關氣候變遷調適作為。	調整後推動
	都市計畫土地使用之防洪及滯洪檢討			
	辦理都市設計審議、危老更新及容積移轉			
	檢討新竹縣都市更新建築容積獎勵項目			
	非都市土地使用管制	地政處		
	山區觀光產業開發管理	交通旅遊處	應優先針對坡地災害高風險區域之露營場輔導管制。	調整後推動
	前瞻計畫—新竹縣水環境改善	工務處	專家建議應加強以自然為本之軟性工法。	調整後推動
	縣管河川及區域排水系統改善		應加強考量未來極端氣候變化對區域排水或雨水下水道之建設及規劃影響並據以重新檢討。	調整後推動
辦理雨水及污水下水道建設				
農業生產及生物多樣性	協助農民團體暨農民改善農業經營環境	農業處	應補充調查本縣易受衝擊農作物及分布，改善農業生產環境。	調整後推動
	加強辦理農民專業訓練		加強農民因應氣候變遷災害相關議題之專業訓練、技術輔導及識能。	調整後推動
	農業災害預警及救助		除辦理農業保險外，應加強「農作物災害預警平台」相關預報資訊使用之宣導。	調整後推動
	生物多樣性調查與復育		須優先加強對本縣易受氣候變遷衝擊影響之物種及自然生態系統進行調查與復育工作。	調整後推動
健康	推動職場安全文化，建構勞工安全工作環境，落實安全衛生自主管理，預防職業災害發生	勞工處	多以工安職災預防為主，極端高溫日數增加，可加強針對職場熱危害預防宣導工	調整後推動

調適領域	縣府既有施政計畫或例行業務	主辦機關	對應調適缺口	推動類別	
			作。		
	推動防疫演練與災前撤離機制	衛生局	已針對高風險山區部落之脆弱族群有建立緊急撤離機制，持續推動辦理中，可納入本方案追蹤成效。	持續推動	
	整備各項防災/防疫物資		主要以消毒藥劑為主，可加強針對氣候相關災害或傳染疫病之防治物資盤點準備。	調整後推動	
	醫療機構整備與管理		針對大型天災或緊急醫療應變等，均已建立妥善整備工作，評估不納入本方案。	持續推動	
	清除病媒蚊孳生源		需加強追蹤清除病媒孳生熱點分布，並加強宣導民眾參與防治工作。	調整後推動	
	提升社區關懷據點 弱勢族群關懷物資或服務 推動長期照顧服務		社會處	須將日常關懷服務納入極端高低溫預警機制，並增加與脆弱族群宣導，增加對健康領域調適相關識能。	調整後推動
維生基礎設施	公共工程防汛整備作業	工務處		既有例行業務，可因應工程防汛作業，評估不納入本方案。	持續推動
	監測及補強老舊危險橋梁			須考量氣候變遷增加強降雨機率所可能產生之洪泛風險及對強梁結構損害程度。	調整後推動
	地下道淹水預防(警)	工務處	應加強針對易淹地區之轄管地下道，要求相關單位定期檢討預警機制。	調整後推動	
	重要公共設施天然災害搶修		應增加位於高風險坡地災害之轄管縣道加強監測業務。	建議新增	
水資源	提升縣內主要河川頭前溪及鳳山溪流域水質	環保局	氣候變遷降雨變化對水質影響，可持續透過監測追蹤，評估不納入本方案。	持續推動	

調適領域	縣府既有施政計畫或例行業務	主辦機關	對應調適缺口	推動類別
能源供給與產業	無與氣候變遷調相關之既有施政計畫	—	考量縣府資源與權責，可加強產業面臨氣候實體風險或轉型風險之宣導工作，確保在地產業及早因應。	建議新增
海洋及海岸	公告實施「新竹縣二級海岸防護計畫」	工務處	111 年公告防護計畫已評估新竹縣海岸線侵蝕程度及相關防護計畫與海岸災害陸域緩衝區檢討。經檢視應再增加未來氣候變遷情境，模擬海岸線侵蝕問題變化趨勢。	調整後推動
	海岸侵蝕防護工程			
能力建構	制定災害防救計畫	消防局	依據災害潛勢及氣候風險評估，修訂災害防救計畫。另持續檢討各領域各項氣候災害預警及應變量能	調整後推動
	積極辦理救災重要專業技能進階訓練及相關技能培訓		加強公務機關人員因應氣候災害之預警與應變等訓練。	調整後推動

註 1：持續推動：既有調適施政計畫已可因應未來氣候變遷風險。

註 2：調整後推動：既有施政計畫或工作可對應或與調適議題有相關，但仍尚缺少氣候變遷調適意涵或行動者，則建議檢討調整後納入第四章之調適措施。

(二)既有施政計畫盤點後建議新增調適措施

經檢視本縣既有施政計畫與例行工作業務，針對無法直接對應本縣氣候變遷高氣候風險衝擊對象，所產生之調適缺口，參考國家氣候變遷調適計畫所提各領域之調適策略措施與諮詢專家學者意見，建議新增納入調適策略措施如下：

1.維生基礎設施領域

本縣公用維生基礎設施之調適作為，多由公用事業之管理單位依照國家氣候變遷調適計畫辦理。另針對山區高風險坡地災害之縣管道路，建議本期執行方案應加強對其辦理監測業務，以避免對道路設施與民眾生命財產安全損害。建議新增調適措施如下：

(1)增加位於高風險坡地災害之轄管縣道加強監測業務。

(2)加強監督公用事業落實災前預防及災後復原相關工作。

2.水資源領域

本領域建議優先針對於氣候變遷情境及產業成長趨勢，預估長期用水需求與供給情形，瞭解本縣未來是否有用水缺口，以備未來適時向中央提出相關水資源需求及水資源管理建議。同時，應加強推動促進產業節約用水及回收利用，降低產業面臨氣候變遷對產業用水衝擊程度。建議新增調適措施如下：

(1)須了解氣候變遷情境下，本縣長期用水需求與供給情形。

(2)加強落實耗水產業節約用水及水回收再利用。

3.能源供給及產業領域

本縣為全國工業重鎮之一，應持續加強產業理解氣候變遷產生各項衝擊(包含軟體與硬體設施)之識能，俾利產業即早因應調整。故建議新增調適措施：「產業因應氣候變遷衝擊及調適能力宣導工作」。

4.農業生產及生物多樣性領域

除調整推動相關農作物調適策略措施外，尚需進一步分析瞭解氣候變遷對本縣臨海養殖漁業衝擊與損害程度，故建議新增調適措施：「漁業資源及生產環境維護與管理」，檢視本縣臨海養殖漁業因應氣候變遷衝擊，以及規劃未來可採行相關適地適養之調適措施。

5.健康領域

針對健康領域之調適缺口，主要需補強作為是對於脆弱族群「熱/寒危害預防」之相關工作。另針對年長者則建議結合既有本

縣各項長照服務及社區關懷據點，融入提升對氣候變遷調適的識能訓練，讓長者瞭解氣候變遷對健康產生的衝擊危害。故建議新增調適措施如下：

- (1)透過多元管道辦理預防熱/寒危害衛教宣導。
- (2)雇主及勞工預防職場熱危害。
- (3)年長者參與健康調適活動。

6.能力建構

為因應氣候變遷衝擊與風險程度，除加強與民眾溝通及提升識能外，同時讓公部門決策時可以通盤考量氣候變遷風險，進而修訂相關施政計畫、強化風險管理或導入新技術，逐步增加對於氣候變遷調適之能力建構相關措施，故建議新增調適措施如下：

- (1)應用科學工具評估災害風險。
- (2)強化原住民族因應氣候變遷災害之風險溝通。
- (3)氣候變遷調適與風險認知教育宣導。
- (4)智慧防汛網推廣建置計畫
- (5)縣管區域排水防洪標準檢討及雨水下水道水位智慧監控
- (6)提升山坡地水土保持維護與管理技術

三、界定關鍵領域

本期執行方案針對篩選關鍵調適領域流程，主要透過盤點本縣各領域氣候變遷衝擊影響及氣候風險評估結果，並檢討既有施政計畫與工作，同時向縣府各局處及專家學者多次研商討論，先期歸納本縣各領域之重要調適議題及對應調適策略與措施，據以擬定出本縣氣候變遷調適執行

方案之基礎架構。

依本執行方案基礎架構與前述重點調適議題內容，考量縣府各機關職權之業務範圍，篩選本縣之關鍵調適領域。同時，又考量本期執行方案之執行期間僅 3 年(113 年～115 年)，必須於「可立即有效推動」之條件下設定調適措施推動優先性，故若該領域涉及調適議題之法令或計畫甫完成檢討，或部分調適議題尚需時間調查了解後再行妥善規劃者，即納入第二期執行方案再行滾動檢討，暫不列入本期執行方案之關鍵調適領域，並併入能力建構方式，朝向加強非關鍵領域特定議題之宣導教育、風險研究調查或新技術引入等策略措施。茲就本期執行方案界定關鍵領域之結果與理由，說明如下：

(一)本期執行方案關鍵領域說明

本期執行方案之關鍵領域包括：(1)土地利用、(2)農業生產及生物多樣性、(3)健康。此 3 大領域列為關鍵領域之主要原因如下：

- 1.本縣面臨高氣候風險(淹水災害、坡地災害及極端高溫)之脆弱族群(對象)包括：山地社區或部落、老年人、農民(農作物)、山區遊憩區(露營場)及戶外勞動者等，這些對象較易受氣候變遷衝擊損害，而多與土地利用、農業生產及健康等領域息息相關。
- 2.3 大領域之調適議題所對應之調適策略措施，多屬縣府機關權責範圍內，短期可立即規劃或推動執行的。
- 3.農業易受氣候衝擊影響，為本縣主要需保護與關注的產業。
- 4.本縣各鄉鎮分別有傳統農村與先進的都市土地，地形地貌與土地利用形態互異，妥善管理未來國土利用得以降低氣候變遷衝擊，故土地利用領域為本縣認為應優先調適之關鍵領域。

(二)本期執行方案非關鍵領域與能力建構重點方向說明

本期執行方案非關鍵領域包括：(1)維生基礎設施、(2)水資源、(3)海洋及海岸、(4)能源供給與產業等。此 4 個領域對於本縣並非不重要，而係該領域與本縣相關之氣候變遷調適作為，主要涉及中央政府權責及例行業務範圍，或已納入國家調適計畫與編列經費，地方政府主要為協辦角色或部分業務配合辦理。其次，部分領域尚無法知悉未來風險程度，制定相關調適措施前尚須有先期研究調查，用以作為未來規劃調適措施內容、推動目標對象及範圍等之參考依據，故尚無法於第一期執行方案中，直接規劃具體優先推動之調適策略措施。

因此，本期執行方案針對上述非關鍵領域之調適作為，朝向規劃非關鍵領域特定議題之能力建構，透過災害整備與預警、風險調查與研究、數據觀察監測、教育推廣及引進新技術等方向來辦理。若部分領域或議題未來認為有進一步規劃更完整之調適措施需求，再納入下期執行方案持續滾動檢討與推動。