

第二章 脆弱度與影響評估

脆弱度 (Vulnerability) 係指一個系統無法防護預期氣候變遷衝擊的程度；影響 (effect) 則指依個系統受氣候變遷衝擊所造成的社經、環境或永續性損害結果。然而，脆弱度的評估方法與工具，「截至目前為止，還沒有一套可適用於各種組織、領域及系統的定量分析或評估方法與工具。因此，在調適行動啟動初期主要都是以定性的方式，就組織、領域或系統的特性發展一套評估方法以因應脆弱度與影響評估需求。」⁵

2.1 脆弱度評估

聯合國「政府間氣候變遷專門委員會 (IPCC)」的 2007 年第 4 次綜合報告 (AR4) 結論指出，針對氣候變遷，最脆弱的地區為非洲、亞洲的大三角洲 (mega-deltas)、小島及北極地帶⁶。臺灣，正好是位處亞熱帶的「小島」，更遑論其他離島如澎湖、綠島等，這些島嶼尺度更小，島上生態體系面對氣候變遷衝擊的緩衝或調適能力將更脆弱。

此外，該報告同時也指出最脆弱的部門為：熱帶乾旱地區的水資源、低緯度地區的農業、各區域的人類健康、敏感的生態系統，如凍土、北極地、高山、紅樹林、珊瑚礁等，這些部門在我們進行規劃過程時應特別予以注意。

2.1.1 臺灣氣候變遷情形

臺灣氣候變遷當然受全球暖化趨勢的影響，其關聯性分從季風系統及颱風氣候說明⁷。臺灣氣候變化受到季風影響很大，1970 年代末期，太平

⁵ 中華民國都市計畫學會，《氣候變遷調適政策綱領 (草案)》，(臺北：行政院經濟建設委員會，2010 年)。

⁶ Martin Parry, Grantham Institute, Imperial College London 教授，《The UK Strategy for Climate Change》(臺北：2011 年演講)。

⁷ 2.1.1 及 2.1.2 資料來源主要為陳亮全、周仲島所著，劇烈氣候變異與臺灣風險環境的形構，《全球風險環境的形構-氣候變遷對台灣總體安全的衝擊》(臺北：遠景基金會，2010 年)。惟該研究並未說明北部區域、中部、南部及東部區域之範圍。

洋氣候突變使得西太平洋海平面溫度上升，故臺灣地區氣候明顯的改變。夏季季風，過去百年無明顯長期趨勢，自 1920 年以後，東亞夏季季風強度逐年減弱；但是，「影響颱風活動的季風槽及太平洋亞熱帶高壓強度於 1990 年代末期有一突然的變化，使得威脅臺灣的颱風個數增加。」

臺灣地區冬季天氣受亞洲冬季東北季風的影響，北部及東北部地區為易降雨地區。亞洲冬季季風有減弱的趨勢，影響臺灣冬季降雨及溫度變化；依過去 30 年資料，臺灣冬季降雨日數有減少趨勢，再以過去 40 年資料觀之，每日最低溫有明顯增溫，極端低溫發生日數也有減少。

颱風是威脅臺灣最大的自然災害之一，百年來看，侵襲臺灣的颱風數目有減少，但就近 40 年觀之，侵臺颱風次數呈現增加趨勢。自 1990 末期，西北太平洋颱風生成個數有減少、但影響臺灣的颱風個數卻增加。自 2000 年以後資料觀之，影響臺灣颱風個數明顯增加，多為中度颱風，強烈颱風增加趨勢並不明顯。

2.1.2 臺灣氣候變遷的空間向度

(一) 溫度上升

臺灣整體平均溫度上升 0.8°C ⁸，比全球上升 0.74°C 的幅度高。其中，都會區上升平均 1.4°C ，山區平均上升 0.6°C ，顯見都會區受到都市化、熱島效應的影響。有關極端溫度，以過去 40 年觀之，每日最高氣溫無明顯變化，每日最低溫則有明顯增溫現象。但最高溫度超過 30°C 的日數全年平均增加 28 天，最低溫度低於 10°C 的日數也有減少，以過去 50 年觀之，山區減少 19 天、平地減少 1 天。

以中央氣象局 1971~2000 年氣溫變化趨勢統計，北部區域⁹是臺灣本島全年平均溫度變化最高之區域，高緯度區域暖化速度較低緯度快，除溫

⁸ 《1897-2008 臺灣氣候變化統計報告》臺北：交通部中央氣象局，2009 年

⁹ 北部區域包括臺北市、新北市、基隆市、桃園縣、新竹縣市及宜蘭縣；中部區域包括苗栗縣、臺中市、南投縣、彰化縣及雲林縣等。

室氣體造成之暖化外，都市熱島效應亦加強其暖化速度；中部全年平均溫度上升速度為全島最低，主要原因應是山區面積較大¹⁰。

（二）海平面上升

根據 2007 年聯合國政府間氣候變遷委員會(IPCC)第四次報告中指出，自 1961 年以來，平均每年上升 1.88mm，自 1993 年後，全球平均海平面上升的速度加劇，每年為 3.1mm，預估到 2050 年時，海平面將上升 15-30cm，到 2100 年時，海平面將上升 18-59cm。

（三）降雨型態改變

近百年，臺灣各地區降水時數均減少，以近 30 年資料觀之，降雨日數亦稍微減少，僅春季降雨日數明顯減少。綜上，整體降雨量並無太大改變，降雨日數減少、降雨強度增加。研究顯示強降雨量隨暖化而增加，低降雨量則減少，全球增溫 1°C，臺灣前 10%強降雨將增加 140%，前 10%小雨將減少 70%。

有關日降雨強度，日降雨量大於 50mm¹¹的日數占總降雨日數的比例，除東部平地（臺東除外）及南部的臺南，均呈現上升。最大一日降雨值，除蘭陽平原及花蓮沿海地區，均有增加趨勢，西南部及中央山脈山區增加尤其顯著。台南市及高雄市的山區名列前三名中。

（四）乾旱

有關乾旱¹²，以連續 3 個月雨量計算標準化降雨量指標，臺灣氣象乾旱現象，北部及花蓮漸趨緩和，中部、南部及台東則有嚴重的趨勢。但是就不降雨日數觀察，全臺均呈現增加，東部最明顯、中南部次之。南部連

¹⁰本段落資料來源為楊重信教授所著，都市土地使用因應氣候變遷衝擊之減災與調適策略研究，（臺北：內政部建築研究所，2009 年 12 月）。

¹¹ 近似中央氣象局定義的大雨。

¹² 降水量不足引起之水資源短缺現象，稱為氣象乾旱。

續不降雨日多在颱風季結束後至次年梅雨季之間，以過去 50 年資料觀察，南區的乾季逐漸增長。

(五) 極端氣候事件

在溫度方面，臺灣夏季平均最高溫與最低溫皆有提高之趨勢，且夏季最高溫之日數也有增加之趨勢；此外，北部及中南部呈現低溫日數增多之趨勢。

自 2000 年至 2009 年，強降雨颱風發生頻率及其帶來之暴雨與損傷有逐漸升高情形；熱帶氣旋（颱風）活動受海水溫度影響大，全球暖化將促使颱風更加強烈，臺灣四面環海更應謹慎¹³。

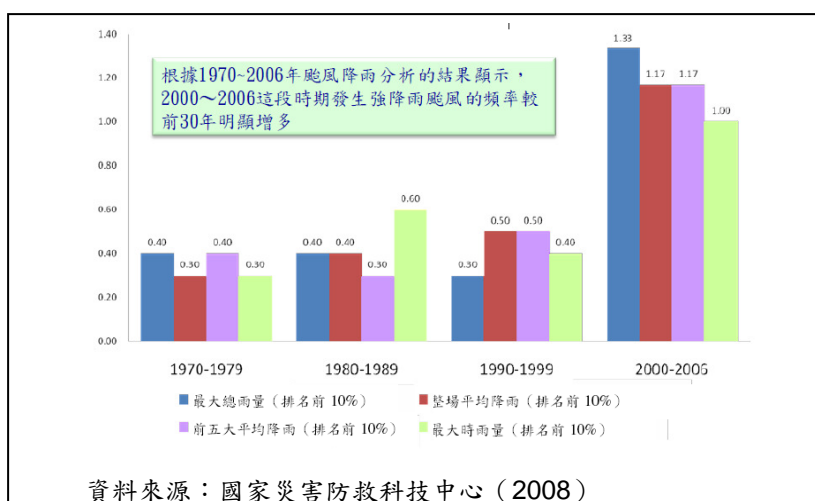


圖 2.1 臺灣強降雨颱風發生頻率

2.1.3 各區域氣候變遷之趨勢

綜合 2.1.1 及 2.1.2 整理各區域氣候變遷之趨勢，也是各區域可能面對之氣候現象及問題，惟因各個資料來源對於北部、中部、南部及東部區域或地區之定義未盡相同，故資料僅能作為土地使用規劃及擬定調適策略或計畫之參考，整理如下表：

¹³ 楊重信教授，都市土地使用因應氣候變遷衝擊之減災與調適策略研究，（臺北：內政部建築研究所，2009 年 12 月）。

表 2.1 臺灣各區域氣候變遷之趨勢

區域	溫度	降雨	乾旱
北部	全年平均溫度變化最高之區域	日降雨強度(大於 50mm 的日數占總降雨日數的比例)，呈現上升	氣象乾旱現象，北部漸趨緩和
中部	全年平均溫度變化最低之區域	日降雨強度，呈現上升	氣象乾旱現象，中部有嚴重的趨勢
南部		日降雨強度，除南部的臺南，呈現上升	1. 氣象乾旱現象，南部有嚴重的趨勢 2. 南區的乾季逐漸增長
東部		日降雨強度，僅臺東呈現上升	氣象乾旱現象，花蓮漸趨緩和，台東則漸趨嚴重
備註 (其他區域現象)	1. 都會區溫度上升平均 1.4°C，山區溫度上升平均 0.6°C。 2. 山區最低溫度低於 10°C 的日數減少 19 天，平地則減少 1 天	最大一日降雨值，西南部及中央山脈山區增加尤其顯著。	

2.1.4 臺灣土地利用的現況（空間面向）

臺灣土地使用的空間分佈詳如表 2.2，發現 65% 農業使用主要集中在高度 100 公尺以下的地區，但高達 34% 的農業使用分佈高度 100 公尺以上地區，另建成環境使用分佈在高度 100 公尺以上的地區約 25%。

高度 100 公尺以上的地區，其環境脆弱與敏感的程度相對高，也隱約透露基於安全的考量下，重新檢視土地使用適宜性的重要性。

表 2.2 臺灣各類土地使用在不同地形高度之分配比例

高度 土地使用	0-100公尺 (%)	100-500公尺 (%)	500公尺以上 (%)
農業使用	65.05	24.17	10.78
森林使用	5.79	24.80	69.41
建成環境使用	76.62	22.12	3.26
其他使用	53.98	18.37	27.65

備註:

- 1.上述面積之分佈比例，依內政部國土測繪中心2006-2008年全台國土利用現況調查成果計算。
- 2.建成環境使用，係合併交通使用、建築使用、公共使用與遊憩使用。
- 3.其他使用，係合併水利使用、礦鹽使用與其他使用。

資料來源：行政院經濟建設委員會 99 年度「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」

環境與地質敏感的臺灣，法定保護區面積占臺灣總面積 62.4%(表 2.3)，這些天然的土地環境結構脆弱。

表 2.3 臺灣法定保護區面積表¹⁴

區域	總面積(km ²)	現行法定保護區	
		面積(km ²)	比例(%)
北部區域	7,379.63	4,351.16	58.96
中部區域	10,571.38	6,252.59	59.15
南部區域	10,006.14	6,124.66	61.21
東部區域	8,117.98	5,775.22	71.14
全臺灣	36,075.13	22,503.62	62.38

分布在西部沿海平原以及零星分布東部宜蘭平原與花東縱谷地區之都市計畫地區，僅占臺灣國土總面積 12%，卻聚集了全臺灣近 80%的人口，顯現臺灣土地使用非常集約；河口三角洲及河岸也多半是產業、都市發展的重要區位。

在產業轉型與都市化過程，都市中各種活動對於土地資源的需求升高，臺灣都市面積不斷擴張，民國 70 年代至今，臺灣地區都市計畫面積增加 1,386.53 km²(增加率為 45%)，請參考表 2.4。

表 2.4 臺灣都市計畫區與人口變動

時間 (西元年)	都市計畫面積 (km ²)	都市計畫區 占臺灣總面積(%)	都市計畫區內 人口占總人口(%)
1981	3081.45	8.6	69.6

¹⁴ 內政部營建署市鄉規劃局，國土規劃前置作業辦理計畫-子計畫 10.國土保育地區防災空間規劃策略之整合型規劃，(臺北：2006 年)。

1991	4381.58	12.2	76.4
2001	4471.54	12.4	77.9
2007	4467.98	12.4	79.6

資料來源：行政院經濟建設委員會，都市及區域發展統計彙編，2008

然而，臺灣地區農耕地的土地使用的變化，在近 15 年驟減了 445.16 km² (1992 年 8,704.63 km²，2007 年 8,259.46 km²)¹⁵。

在天然地形與發展條件的限制下，又因人口、經濟與都市的快速成長，土地資源競爭使得土地使用型態變遷的問題更加嚴重，一旦農地使用型態改變，也將失去的糧食生產、調節微氣候與地下水補注等生態系統服務功能；部分土地使用之不當區位分佈，更造成環境與生態資源的敏感與脆弱。

另外，林地則占 58%，臺灣地區公私有林面積總計 218,902.82 公頃，其中屬國有林事業區森林面積約 1,538,638 公頃；保安林面積約 465,936 公頃（包括水源涵養林、土砂扞止林、飛砂防止林及防風林）¹⁶。從沿海至高山，呈現海岸林、熱帶雨林、暖溫帶與林、溫帶針葉林、高山針葉林及高山寒原之垂直分布。

2.1.5 評估

本節針對平均溫度上升、海平面上升與暴潮高上升、降雨強度增加、氣象乾旱、最高溫/最低溫、颱風（熱帶氣旋）、及（河口三角洲）地層下陷說明土地使用的脆弱度。

¹⁵ 行政院農業委員會，2008，農業統計年報，行政院農業委員會。

¹⁶ 面積係依農委會林務局統計資料，迄 97 年底統計數值。

表 2.5 土地使用脆弱度說明

氣候變遷/氣象因子		脆弱度說明
溫度	平均溫度上升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 都市熱島效應 2. 農漁業生產受損 3. 動植物棲息地遷徙或生態改變
	海平面上升與暴潮高上升	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海岸或河岸都市或鄉村地區淹水 2. 都市或鄉村地區之基礎設施毀損 3. 海岸或河岸工業區淹水 4. 農田淹水、流失及災損 5. 地下水及土壤鹽化 6. 海岸或河岸週邊生態系受損
降雨	降雨強度增加	<ol style="list-style-type: none"> 1. 都市或鄉村地區淹水 2. 都市或鄉村地區之道路、下水道等基礎設施毀損 3. 農漁、工業等產業淹水、受災損 4. 林地或坡地之崩塌、土石流 5. 林地毀損
	氣象乾旱	<ol style="list-style-type: none"> 1. 都市或鄉村地區缺民生用水 2. 工業用水短缺 3. 農業用水不足致農損 4. 溼地等生態系受損
極端氣候事件	最高溫/最低溫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高溫造成都市熱島效應加強 2. 熱浪或寒流之人命傷害 3. 農漁業損失
	颱風（熱帶氣旋）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 都市或鄉村地區淹水 2. 都市或鄉村地區之道路、下水道等基礎設施毀損 3. 農漁、工業等產業淹水、受災損 4. 林地或坡地之崩塌、土石流 5. 林地毀損 6. 道路、下水道等基礎設施毀損 7. 地形地貌之大幅變異（河川改道）
(河口三角洲)地層下陷		<ol style="list-style-type: none"> 1. 都市或鄉村地區易淹水 2. 海岸或河岸工業區淹水 3. 農田淹水 4. 地下水及土壤鹽化 5. 基礎設施毀損或難以使用

進行脆弱度分析必須先選取脆弱度評估指標因子，建立脆弱度評估體系。惟考量部份蒐集資料之評估指標因子多係針對特定災害類型，例如淹水，僅為氣候變遷脆弱度之部分，尚無法引用¹⁷。本報告初步將以暴露度、敏感度及適應力作為評估指標因子，並就本領域範圍之「自然空間系統」進行定性的評估。

以下針對不同地理區位的土地進行初步評估，包括山坡地（包括坡地及林地）、平地（包括農業發展地區及都市發展地區）、沿海地區等三類區位土地，俾對各不同區位土地之脆弱度有概略的瞭解：

表 2.7 脆弱度評估表

評估項目		脆弱度			綜合
		暴露度 (受衝擊機率與程度)	敏感度 (受危害影響程度)	適應力 (降低脆弱能力程度)	
自然系統	山坡地	<ul style="list-style-type: none"> -強降雨造成崩塌、林地傾倒、土石流 -乾旱造成農業損失 -熱浪及寒流易造成農漁損失 	<ul style="list-style-type: none"> -聚居人口較少 -農業密集 -基礎設施規模小受損較小 	<ul style="list-style-type: none"> -聚落人口遷移較易 -農業土地使用調整較易 -基礎設施強度加強 -易建立災害防救系統及計畫 	中低脆弱度
		高暴露度	中敏感度	中適應力	
	林地	<ul style="list-style-type: none"> -溫度上升使得物種遷徙 -強降雨造成崩塌、林地傾倒、土石流 -乾旱造成農業損失 	<ul style="list-style-type: none"> -聚居人口較少 -農業密集 -基礎設施規模小受損較小 	<ul style="list-style-type: none"> -聚落人口遷移較易 -農業土地使用調整較易 -基礎設施強度加強 -易建立災害防救系統及計畫 -森林保全及樹種調整較易 	中低脆弱度
		高暴露度	中敏感度	中適應力	
平地	農業發展地區	<ul style="list-style-type: none"> -強降雨造成低窪地區淹水 -乾旱造成農漁重大損失 -熱浪及寒流最易造成農漁損失 	<ul style="list-style-type: none"> -聚居人口最少 -農漁產業密集 -基礎設施中等規模 	<ul style="list-style-type: none"> -聚落人口遷移不易 -農漁土地使用調整不易 -基礎設施強度加強 -易建立災害防救系統及計畫 	低脆弱度
		中暴露度	低敏感度	高適應力	

¹⁷ 蕭煥章（2008）針對水災脆弱度，將其分為自然脆弱度（淹水潛勢資料）及社會脆弱度（戶數、人口、低收入、獨居老人、身心障礙、65歲以上、14歲以下及不識字等）二類，並建立脆弱度評估體系。吳杰穎（2010）所著《都市洪災脆弱度分析與風險地圖之研究》，考量評估因子間影響關係強弱，將其分為淹水潛勢、水災保全人數、土地使用強度、透水鋪面面積、人口密度、老幼人口數、身心障礙人口數、低收入戶、平均每戶經常性支出等。

評估項目	脆弱度			
	暴露度 (受衝擊機率與程度)	敏感度 (受危害影響程度)	適應力 (降低脆弱能力程度)	綜合
自然系統 都市發展地區	-溫度上升最易產生熱島效應 -海平面上升衝擊沿海都市發展地區 -強降雨造成都市地區淹水-乾旱造成都市民生及產業缺水 -熱浪及寒流最易造成人命及健康損失	-人口最密集 -二、三產業重要聚集地 -都市系統及基礎設施密集	-都市人口遷移困難 -二、三級產業土地使用調整不易 -基礎設施密集，設施加強需投入較大經費 -建立災害防救系統及計畫最為重要但困難度最高 -土地使用計畫調整牽涉利益龐大而困難	高脆弱度
	中暴露度	高敏感度	低適應力	
沿海地區	-海平面上升最易衝擊海岸地區聚落 -海平面上升易造成農漁損失 -強降雨造成低窪地區淹水 -乾旱造成農漁損失 -熱浪及寒流最易造成農漁損失	-人口密集 -農漁產業集中 -二、三級產業集中 -城鎮及設施中等規模	-城鎮人口遷移困難 -二、三級產業土地使用調整不易 -基礎設施密集，設施加強需投入較大經費 -建立災害防救系統及計畫重要但困難度高 -土地使用計畫調整不易	中高脆弱度
	高暴露度	中敏感度	中適應力	

平地（都市發展地區）雖然具備各種防災設施及救災體系，然因其一旦受災，相關人命、財產及都市系統之受危害影響程度將非常嚴重，故其敏感度最高；而都市發展地區之降低脆弱度能力，涉及調整土地使用等問題，故其適應力最低，故總體而言，平地（都市發展地區）之脆弱度其實最高，山坡地（應注意環境敏感地）及沿海地區（應注意低窪、產業聚集及聚落）成為第2階高脆弱度地區。

2.2 影響評估

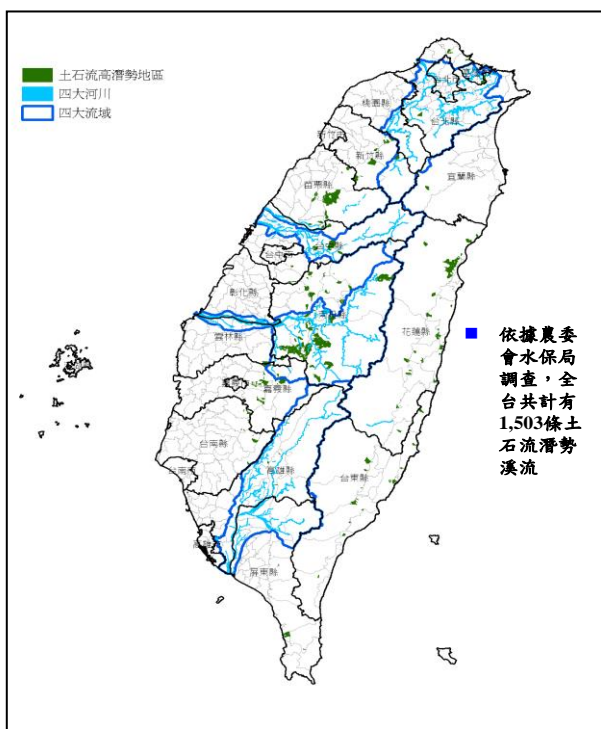
本節針對氣候變遷對於土地使用之影響評估¹⁸，將針對山坡地、平地、沿海地區作簡要說明。

¹⁸ 黃金山、華昌宜，氣候變遷對水文環境及國土之衝擊，《全球風險環境的形構-氣候變遷對台灣總體安全的衝擊》（臺北：遠景基金會，2010年）

(一) 山坡地

因為其地形、地質與地貌特性，本就有坡地及環境地質災害規模與頻率加劇之情形，又因為違規、超限利用及濫墾破壞國土，造成水土流失、水源涵養等國土自然環境嚴重破壞問題。而山坡地各類環境敏感區無法有效管理，使得生物棲地品質列化或零碎，影響臺灣生物多樣性。

而高強度之豪雨很容易造成崩塌地、土石流及大量的泥沙下輸至河道及水庫，造成洪水氾濫、乾旱缺水，住家及聚落遭土石流淹沒。臺灣土石流潛勢溪流 1,660 條，分佈臺灣 19 縣市山區（159 個鄉鎮），直接面臨威脅者約 36,841 人，僅占臺灣地區人口 0.16%，但遇重大災害或豪大雨，卻必



需付出巨大之社會成本。山區道路的修復，一再重複損失，反而成為崩塌之原因；而泥沙及水庫淤積，嚴重傷害農業及產業發展，也影響民眾生活。

資料來源：經濟建設委員會，國土保安及復育策略方案

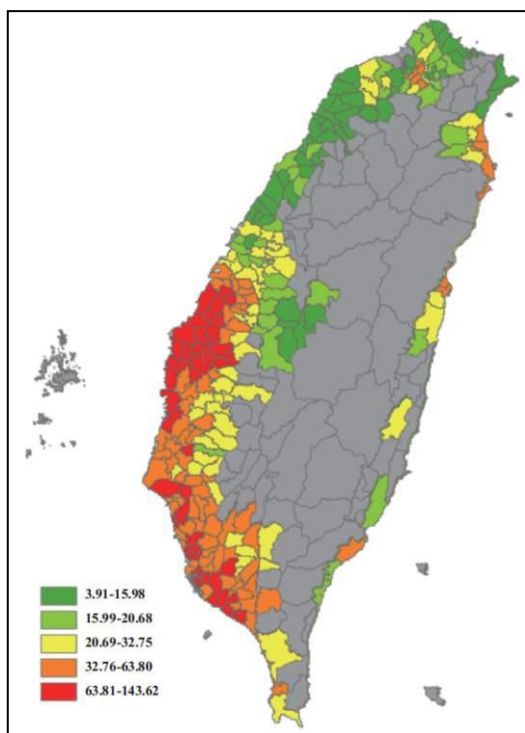
圖 2.2 土石流高潛勢地區

臺灣林地面積 2,102,400 公頃，占臺灣國土的 58.4%，保安林面積 465,936 公頃，占林地面積 21.24%。因近年來氣候變遷，極端降雨、地質年輕鬆軟，森林根系主要分布地層（根層），極易連根拔起造成崩塌地，或傾倒隨逕流帶往下游河川、水庫，是為嚴重問題。

(二) 平地

平地為臺灣農業發展、城鄉及都會發展地區，也是重要經濟命脈。山區集中於島嶼中央，山區發生豪雨時，狹窄的平地均為洪水必經之途，平地也因河川洪泛及逕流增加衍生易淹水現象。再者，土地利用計畫未充分考量自然環境特性，造成逕流量增、滯洪空間不足，洪水無處宣洩；且雨水下水道等公共建設尚未完備、維護管理作為失當、排水系統不足、山區逕流排入都市計畫區內等，使得水患頻仍。

而相關防洪工程、區域排水及下水道係以過去的規劃標準建設，都因為降雨強度及降雨延時創新紀錄，難以發揮原定功能。

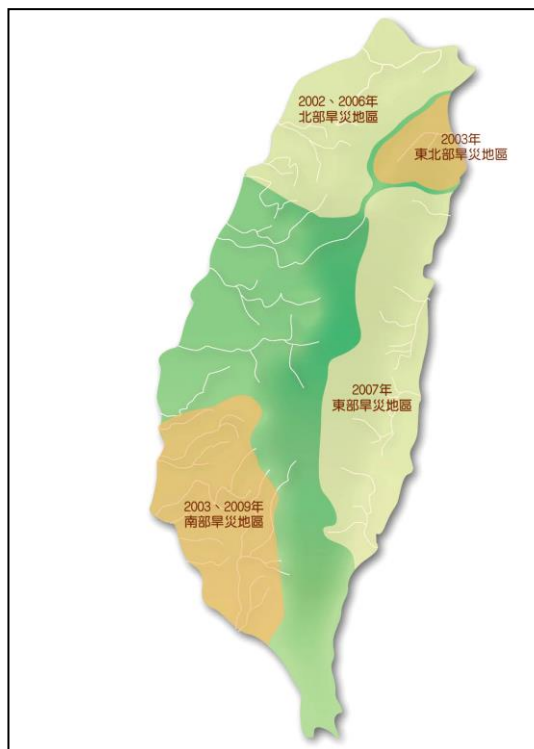


說明：淹水潛勢地區主要分布：河川行水區、都市排水不良地區、平原地勢低窪地區、沿海暴潮溢淹地區、地層下陷地區。

資料來源：國家災害防救科技中心繪製，
數值愈高代表風險愈大。

圖 2.3 氣候淹水災害風險圖

考量氣候變遷下之糧食安全，仍必須維持農業適當發展，故有關未來農業發展之乾旱缺水也是一影響；在都市發展地區，因氣候乾旱現象及臺灣用水浪費，已導致都市民生用水缺水、及製造業危機。



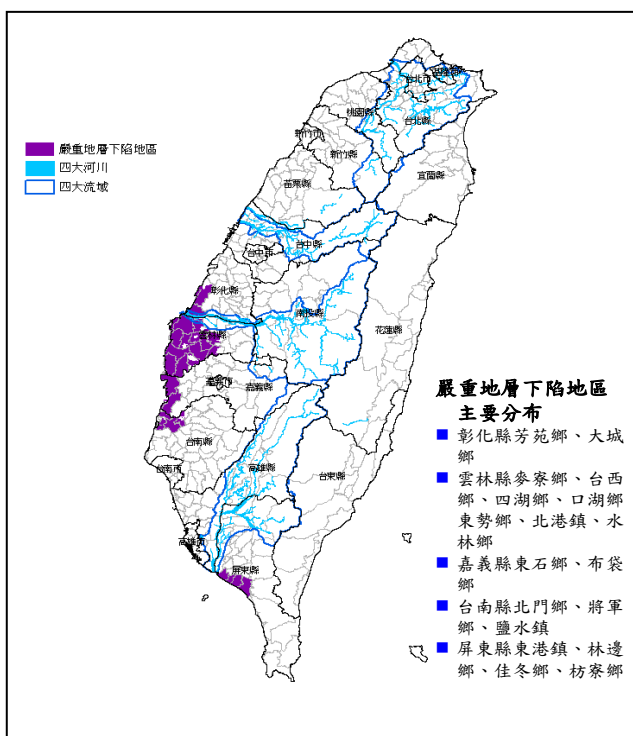
資料來源：水利建設因應全球氣候變遷白皮書，經濟部水利署，2000年

圖 2.4 西元 2000 年~2010 年臺灣地區主要旱災災情示意圖

(三) 沿海地區

沿海地區本就有地層下陷造成之水患問題、土壤及地下水鹽化、自然生態保護不足等問題，而氣候變遷之海平面上升現象，更造成海岸侵蝕、海堤潰決及海岸線倒退，國土淹沒危及國人之生存空間。

而坐落於海岸地區之工業區，如彰濱及六輕工業區，已受地層下陷影響達 1,500 多平方公里，其中 1,150 公頃土地遇雨就淹；地層下陷地區已難用排水或水利工程處理，如何透過地下水復育、減抽地下水、水源加強管理、土地利用方式如何調整等方向妥為因應是為一課題。



說明：嚴重地層下陷地區主要分布：彰化縣芳苑鄉、大城鄉，雲林縣麥寮鄉、台西鄉、四湖鄉、口湖鄉、東勢鎮、北港鎮、北港鎮、水林鄉，嘉義縣東石鄉、布袋鄉，臺南市北門區、將軍區、鹽水區，屏東縣東港鎮、林邊鄉、佳冬鄉、枋寮鄉

資料來源：經濟建設委員會，國土保安及復育策略方案

圖 2.5 嚴重地層下陷地區

2.3 課題分析

調適課題係指「降低氣候變遷衝擊脆弱度或損害度所須處理或解決的事情或問題」。綜合前開脆弱度分析、影響分析，有關土地使用規劃與管理領域，面對氣候變遷趨勢所應處理之課題說明如下。

2.3.1 實質空間面向

(一) 環境敏感地的保護及保育

氣候變遷對於臺灣生態保護區的衝擊，所有的保護區都面臨氣溫增高的問題，但雨量的變化則有增或減不同，對各類型的生態保護區，國家公園因為面積較大，雨量及溫度改變都在整體平均值，顯現小型保護區受到的影響較大。整體觀之，面積小、沿海與高海拔的生態保護區受到的衝擊最高。

國家公園中，雪霸國家公園上升溫度最高，年均溫上升平均 2.3°C，其次為玉山、陽明山、太魯閣與墾丁國家公園，平均年均溫上升接近 2°C。年雨量除墾丁國家公園顯現減少的趨勢，其他國家公園增加 50~250mm 不等。離島國家公園如金門、東沙環礁及臺江國家公園，因為受海水的調節有所不同，尚待監測分析。

（二）從流域觀點檢視水、土、林環境資源

河川流域概略包括上游山區的林地、中游的山區坡地、下游的平原、沿海地區及海洋資源地區等，其影響橫跨以上脆弱度評估的六類土地區位，也彰顯以上六類土地其實具有關聯性，且是一個互動之自然系統。例如，上游林地傾倒及土壤沖刷，可能造成中游坡地之土石流，再隨河水沖刷至河口三角洲，除沖刷河川、河砂外，也自然積累為沖積平原，並造成下游平原淹水、漂流木堆積河口、沖毀河堤及海堤設施等人造環境問題。

前開架構係以地形及地貌為基礎劃分，而流域是一個結合水文與地理的有機體，有其自然系統運作模式及生態系關係，但是，在傳統土地使用規劃、水文及水利專業及技術，甚至行政體系的運作上，較為忽略的部分，故有關河川流域的課題多分散在各不同領域中。

（三）實質空間面向之課題

1. 颱風發生頻率增加及極端降雨等氣候事件，加劇河川上游之坡地災害，短時間集中於下游之逕流量，造成下游地區無法及時排出之洪災，故河川上游山區及林地因濫墾、坡地農業等造成的水土保持問題是為一重要課題。
2. 上游坡地災害如崩塌的泥沙、漂流木進入水庫，衝擊水庫蓄水量及水資源的品質，也突顯都市發展地區之水資源短缺、用水浪費問題。

- 3.沿海的三角洲、低窪地區、沙灘、濕地及人口集居地區將面臨海水入侵與淹沒威脅；而地層下陷、配合河口三角洲沉陷趨勢，將危及三角洲土地及都市發展區。臺灣沿海地區之土地使用與活動該如何調整為一課題。
- 4.科技產業都市為國家主要經濟及科技人才聚集之地區，所需承擔氣候變遷的風險將提高，如何降低其脆弱度為一課題。
- 5.氣候變遷不僅改變環境，保護區環境改變後也導致動、植物之遷徙或生態系變異，故有關環境敏感區之生態保護、所劃設保護區邊界的檢討與網絡之建構、界定並增進對生態敏感區的瞭解、減少沿（河、海）岸地區之開發等，是另一課題。

2.3.2 體制法規面向

（一）現階段國土規劃所面臨之問題

面向		說明
規 劃 面	計畫 擬定	<ul style="list-style-type: none"> ● 著重土地發展，未突顯氣候變遷及災害防救 ● 未將全國及縣（市）土地作整體規劃使用 ● 未能有秩序發展城鄉地區 ● 亟待加強土石流潛勢溪流、嚴重崩塌或其他高危險地區之功能性規劃 ● 未具法定強制力之國土計畫
	開發 審議	<ul style="list-style-type: none"> ● 未能落實國土保育與保安 ● 未能確保完整之重要農業生產環境 ● 缺乏計畫指導開發許可區位
管 理 面		<ul style="list-style-type: none"> ● 未能有效整合水、土、林業務 ● 缺乏協調都會區域重大基礎建設機制 ● 缺乏國土計畫指導部門計畫

(二) 國土規劃如何因應氣候變遷

因應氣候變遷之趨勢，相關土地使用規劃技術之基礎數值應依據該趨勢修正，都市或鄉村地區基礎建設之規劃設計亦應配合調整。例如，下水道及區域排水之排洪量計算。更進一步，土地使用規劃之範型亦依應據氣候變遷趨勢之各項影響重新檢討，例如，土地使用計畫是否應將住宅區或商業區直接規劃至河川治理線旁之防汛道路；除都市下水道外，是否可能以都市規劃處理強降雨之滯洪問題等等。

同樣的，既然極端氣候現象不斷會出現，災害發生前或災害發生後，應建立土地使用規劃與管理之調適機制，例如，發生重大災害後，是否可以迅行變更其土地使用計畫等，皆屬於既有法規與機制之檢討。

(三) 體制與法規面向之課題

1. 土地使用規劃與管理具有跨部門、跨領域的特性，為因應氣候變遷不確性之重要部門。如何調整或建立土地使用規劃機制，以能機動因應受災地區、災害潛勢地區及配合防災計畫之土地使用計畫為新興課題。
2. 面對極端氣候事件，都市地區很多（人造）系統將受到影響，影響型態及災害風險也相當多變，且都市熱島效應也將使空氣污染濃度增高，如何規劃或調整現有土地使用及土地使用計畫，以成為氣候安全及氣候不侵的都市發展地區是為急迫的課題。
3. 極端降雨造成下游洪災，浮現出都市發展地區之區域排水、下水道等基礎設施之規劃設計，皆無法因應之基礎設施問題；如何透過非工程方法，以土地使用規劃與管理方法減少災損是為另一課題。

2.3.3 資訊與監測面向

有關國土利用相關之監測，目前有農委會水保局辦理之山坡地監測，並有內政部營建署辦理之土地利用變遷監測；另有內政部國土測繪中心辦

理之國土利用調查，以上調查與監測多針對土地使用變異點或現況調查，可加強違規土地使用管理。此外，尚有林務局辦理之國有林班地監測，水利署辦理之海岸防護及地層下陷之監測，係為其主管事業辦理之監測，惟如何整合以上各單位之調查及監測計畫，並針對氣候變遷議題調整其調查內容，應為本領域另一重要課題。

尤其，目前因應氣候變遷議題，相關基礎數值尚不足以擬定計畫情境、目標，更如何作為訂定法規之參數，故仍需加強因應氣候變遷在土地使用相關之調查及長期監測。