

以荷蘭氣候變遷減災調適經驗探討我國空間  
規劃之策略方向－與水共生的空間

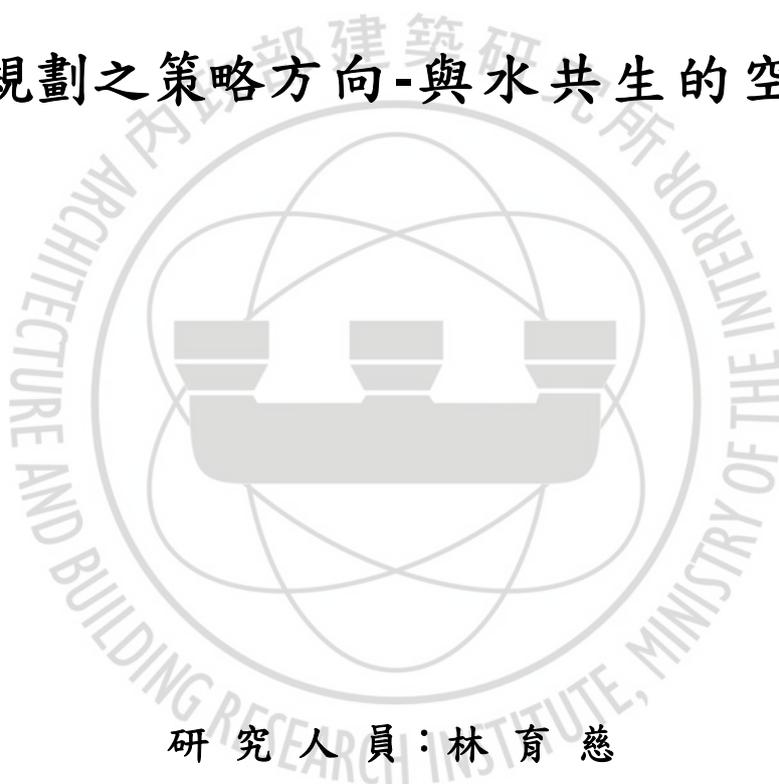


研究人員：林育慈

內政部建築研究所研究報告  
中華民國九十七年十二月

國科會 GRB 編號：PG9710-0221  
內政部計畫編號：097301070000G2024

# 以荷蘭氣候變遷減災調適經驗探討我國空間 規劃之策略方向-與水共生的空間



研究人員：林育慈

內政部建築研究所研究報告  
中華民國九十七年十二月

## 目次

目次	I
表次	II
圖次	I
摘要	IV
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與目的	1
第二節 研究內容與範圍	4
第三節 研究方法與步驟	6
第四節 預期成果	8
第二章 氣候變遷與災害衝擊	9
第一節 氣候變遷現象與未來情境模擬	10
第二節 氣候變遷之於全球與亞太地區之衝擊	22
第三節 氣候變遷衝擊調適策略之國際發展	31
第四節 政府部門因應氣候變遷減災調適之研究	40
第三章 荷蘭空間規劃制度與氣候變遷調適	48
第一節 荷蘭空間發展與災害背景	48
第二節 荷蘭天然災害背景與水患治理	56
第三節 因應氣候變遷之減災調適作為	63
第四節 治水與空間規劃策略、技術演進與調適	73
第四章 氣候變遷趨勢下國土與都市空間規劃課題	81
第一節 氣候變遷對國土與都市環境之衝擊	81
第二節 從空間規劃看水資源管理議題	84
第三節 氣候變遷下之空間規劃調適方向	89
第五章 結論與建議	93
第一節 結論	93
第二節 建議	101
附錄一	104
附錄二	105
附錄三	108
參考文獻	112

## 表 次

表 2-1 21 世紀末全球平均地表溫度升高與海平面上升預估	14
表 2-2 氣候變遷與環境、部門脆弱度關係	24
表 3-1 第四版國家氣候變遷通訊中的荷蘭氣候變遷衝擊	68
表 3-2 第四版國家氣候變遷通訊的荷蘭氣候變遷調適措施	70
表 4-1 一般的與調適的觀念與作法比較	89
表 4-2 結合水資源管理的都市空間規劃調適方向	91
表 5-1 荷蘭與我國地理條件、災害背景與制度比較	94



## 圖 次

圖 1-1 減災與調適策略關係示意圖	5
圖 1-2 研究計畫流程圖	7
圖 2-1 IPCC2007 評估報告內容與發布時間	11
圖 2-2 過去 150 觀測到的全球均溫、海平面與北半球積雪變化	12
圖 2-3 溫室氣體增加趨勢	13
圖 2-4 2090-2099 年與 1980-1999 年預測之氣溫差距	15
圖 2-5 台灣地區年平均溫度分布圖 (SRES-A2)	18
圖 2-6 台灣地區年平均溫度分布圖 (SRES-B2)	18
圖 2-7 台灣地區夏季平均溫度分布圖 (SRES-A2)	19
圖 2-8 台灣地區冬季平均溫度分布圖 (SRES-A2)	19
圖 2-9 台灣地區夏季平均溫度分布圖 (SRES-B2)	20
圖 2-10 台灣地區冬季平均溫度分布圖 (SRES-B2)	20
圖 2-11 台灣地區雨季平均降雨量分布圖 (SRES-A2)	20
圖 2-12 台灣地區乾季平均降雨量分布圖 (SRES-A2)	21
圖 2-13 台灣地區雨季平均降雨量分布圖 (SRES-B2)	21
圖 2-14 台灣地區乾季平均降雨量分布圖 (SRES-B2)	21
圖 2-15 全球氣候變遷衝擊面向	22
圖 2-16 洪水災害帶來的風險程度	26
圖 2-17 氣候變遷與調適行動關係圖	31
圖 2-18 UNFCC 中各國適應方案建立之系統架構	34
圖 3-1 荷蘭國土與都市分佈概況	49
圖 3-2 三級制與水管局的位階	50
圖 3-3 不同層級空間規劃主管機關的角色、及與其他團體、利益者的參與關係	52
圖 3-4 荷蘭低於海平面及易受水患威脅之地區	56
圖 3-5 須得海變成艾瑟湖(Ijsselmeer)	58
圖 3-6 荷蘭典型的治水與土地利用模式	62

圖 3-7 氣候變遷空間規劃計畫之主要概念圖	65
圖 3-8 氣候變遷空間規劃計畫組織圖	66
圖 3-9 全球平均溫度上升與大氣環流變化的模擬境況	67
圖 3-10 荷蘭夏季平均氣溫的變化趨勢	67
圖 3-11 溫室氣體排放量維持現況之全球平均溫度上升趨勢	68
圖 3-12 Delta Commission 委員組成	74
圖 3-13 荷蘭還空間於水之案例與策略示意圖	77
圖 3-14-1 還地於河策略的概念圖	80
圖 3-14-2 2008-2050 執行策略示意圖	80
圖 4-1 台灣氣候變遷現象、衝擊與空間規劃因果關係圖	83
圖 4-2 現行水利主管與相關機關與執掌	87
圖 4-3 現行水利事權圖	87
圖 5-1 漂浮屋案例	83
圖 5-2 荷蘭馬斯河(Mass)岸的漂浮屋	56

## 摘要

關鍵詞：空間規劃、氣候變遷、調適

### 一、研究緣起與目的

我國的地理環境與土地利用狀況，屬於氣候變遷衝擊下高災害脆弱度的國家，在世界銀行 2005 年 "Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis" 研究報告指出，台灣約有 73% 的人口居住在有 3 種以上災害可能衝擊之地區，很可能為世界上最易受到天然災害衝擊地區之一，加上氣候變遷與氣候極端事件更增加都市脆弱度劇，因應氣候變遷的減災調適準備尚待政府部門的整合與民眾參與。荷蘭與我國國土面積相當，都市人口集中，地勢低窪而且歷史上發生多次水患，對氣候變遷敏感度極高、政策因應與相關研究計劃累積很多作法與經驗，值得台灣借鏡。

在氣候變遷與極端事件證據日趨明顯之際，國土與城鄉空間規劃的調適減災策略益形重要，國內的氣候變遷調適行動目前尚未有國家型或跨部門之政策研擬，而荷蘭與我國國土、人口規模相當、80% 人口居住在 2 萬人以上都市；災害脆弱度亦高，長期處於水患威脅而有新觀念與先進技術，自 1995 年開始於官方政策中呼應氣候變遷議題；於 2006 年正式提出國家型的氣候調適計畫，有與空間規劃連結的規劃程序、政策、經驗，將在本研究中探討。

研究目的包括解先進國家在空間規劃政策上因應氣候變遷的調適方法；探討荷蘭在因應氣候變遷、與災害共處之思維下，所研訂之規劃政策？計畫內容為何？有何創新建議與操作方式？日後如何執行？預期效益為何？綜合整理其調適策略與創新作法，作為我國空間規劃部門，提出長期性、預防性之氣候變遷調適政策之參考，最後提出往後科技計畫方向與課題。

## 二、研究方法及過程

本研究計畫針對國內外之相關研究報告、氣候變遷調適減災方向、空間規劃因應氣候變遷的調適方向歸納比較及分析；並研究目前國內之國土空間規劃政策對氣候變遷的因應現況，從荷蘭經驗檢討我國空間規劃制度與因應氣候變遷之關連性，提出政策性建議與後續研究方向。

## 三、結論

荷蘭在歷史上是一個洪澇和風暴潮災害十分嚴重的國家。長久以來採取結構性措施來抵禦水災，有其在水災威脅下的空間規劃與制度設計，而以其國土為世界上 40 個最大的河口三角洲之一，在氣候變遷衝擊下，屬於脆弱度最高的地區，因而公私部門對相關調適策略的研擬與推動，予以高度重視。

### (一)荷蘭與我國空間規劃背景之差異

荷蘭不在板塊活動帶上，加上地勢相對低平，因此，地震、坡地災害並非荷蘭的主要天然災害威脅。歷史上有許多冬季的風暴潮及洪水引起的災害，雖然目前荷蘭已進行須得海工程及三角洲工程等工程，而全國的堤防安全標準也提昇至海岸地區 1 萬或 4 千洪水頻率年、東部 1250 洪水頻率年的標準。然而，面對以泥沼為主的土地持續沈降（每百年平均約沈降 10cm），另一方面，因地理條件的限制，可發展空間有限，城市相當緊密，人口稠密且高度城市化，尤其是全國的經濟重心的蘭斯塔德地區，尤其深受氣候變遷下的海平面上升及降雨頻率改變衍生的河川、海水威脅。

因此荷蘭與我國雖在國土面積相當、人口集中、高度都市化方面有相似特性，然背後的國情、制度上有很大的差異，其特殊的環境及高密度的發展，歷史上的城鄉發展反映出不少環境的限制；例如土地近乎國有、因此公部門在土地利用上具有主導權；其次，中央稅收有四成作為社會福利使用，中央稅收佔九成，透過預算分配引導省、地方的建設計畫，因此在財政、土地利用與建築開發方面具有中央集權的特色。

近年來，荷蘭特別關注全球暖化所造成的環境衝擊，進而發展出多面向的減災及調適策略，其中亦包含空間規劃的面向。洪氾區為堤線之範圍，而

非自然的洪氾平原。此外，荷蘭僅較受水災威脅，其思考災害管理上，仍著重於從水的系統來處理；在空間規劃的減災及調適策略上，荷蘭則偏重於政策方向。

荷蘭的水資源管理與開發利用，乃是將空間規劃、社經影響、環境再造及地景政策都納入評估，再經政府單位、相關機關與民眾團體溝通，形成復育規劃方案，例如規劃預算約台幣 800 億元，擬將沿海鬱金香種植區內遷，海邊留作綠地與濕地，同時搭配水質淨化與再利用。

## (二)荷蘭經驗對我國空間規劃政策擬定之啟示

本研究以荷蘭因應全球氣候變遷現象所造成衝擊與議題為主軸，探討其規劃經驗，繼而檢討臺灣國土空間規劃，並由相關部會推動之政策與計畫的蒐集與彙整，發現目前國土規劃政策在因應全球氣候變遷之不足，再參酌荷蘭之對應作法，進而研擬我國全球氣候變遷下國土或都市空間規劃制度上、策略上的調適方向。因此，透過上述內容之執行，提出可供我國參採的思維、策略、制度方面的作法如下：

第一部份：荷蘭規劃與推動因應氣候變遷措施的重要思維：

- 1、新 Delta Commission 的政策建議報告指出，荷蘭以往的防洪工作相當完備，因而近年沒有嚴重洪災發生。但在全球氣候變遷的衝擊下，風險將持續升高，若荷蘭人民已淡忘洪災的可怕，予以輕忽，將使荷蘭步入災難性的境況。
- 2、為了形成具體有效的行動，必須提昇政策對調適作為的支持。因而，參與氣候變遷相關研究、規劃的機構與人員，均致力於與所有利益相關者(stakeholder)溝通，使民眾與決策者均能充份瞭解重要觀念與知識，進而產生明確的政策目標，以及適切的推動策略。
- 3、在氣候變遷的衝擊下，洪災與水資源管理遭受到的威脅是顯而易見的，若要有效因應，必須與空間規劃一併處理，使可強化系統性的調適能力。甚至可藉由此契機，一併改善潛在的社會與經濟問題，提昇國家整體競爭力。

- 4、必須長期投入因應氣候變遷的調適作為，同時，應密切監測環境變化，對於相關調適策略持續檢討修訂。為使相關工作能夠順利推動，必須有政策、行政管理、法規與財務之妥適配合。
- 5、針對不同環境區域研擬調適策略的過程中，非常重視知識的交流與彙集，並投入可觀資源建構國內與國際的知識交流平台，此舉可有效的持續檢視與改善相關工作進展情形，對於氣候變遷衝擊評估與調適作為之長期推動，將有相當大之助益。
- 6、除了透過各部門計畫之因應策略外，另提出 CcSP 計畫以及氣候情境模擬、減量、調適、整合與資料傳遞等五個主題，以作為空間規劃模擬之指導原則。
- 7、從「與天爭地」的土地利用到「還地於水」的空間規劃與水資源管理思維

## 第二部分：因應氣候變遷的減災調適策略與作法

- 1、尊重水資源，將永續的治水、用水觀念，揭諸於具法源的國土規劃政策，並融入各級空間規劃與土地利用方案中
- 2、明確的國土空間規劃法制與目標，預算分派進行資源配置
- 3、確立「還地於水」、「還地於自然」(Room for the river 或 space for water and nature)為空間規劃與決策的最高指導方針
- 4、水資源管理、生態保育、減災調適多目標的土地使用與空間規劃策略

生態手段成為荷蘭策略性土地規劃的指導原則，自然地區以廊道串連，而河川不再只是提供運輸與水源，而是成為遊憩地區與生態系統的一部份，空間規劃與土地利用在永續、防災的原則之下進行。

- 5、結合不同利益團體、民眾的參與
- 6、採用成本效益分析法，評估各種調適方案推動優先順序，涵蓋空間規劃調適策略與構想，目前優先推動的調適策略有：

- (1) 為因應氣候變遷，將投資台幣 1,110 億，到 2050 年前完成因應全球氣候變遷之土地利用雨水管理計畫。
- (2) 進行國土規劃，還地於海，減少海岸邊土地開發，設計 bypass，規劃濕地及洪水平原。
- (3) 進行海平面上升之淹水模擬，標示高度危險區域，依海面上升程度擬定不同因應策略。
- (4) 建築結構物設計開始考量如何因應海水位上升，如學者提出可以隨水位調升的綠建築都市，建築師設計兩棲住宅 (Amphibious Houses)、漂浮建築 (Floating Architecture) 等，學生競圖提出漂浮城市等概念。(如下圖)
- (5) 結合防洪、景觀、生態規劃
- (6) 將河流兩岸的堤防往外移，增加行水面積和蓄洪量，回復河川原有的蓄洪力及生態功能，不但可徹底解決水患，也可創造人類、河川和土地的新關係。
- (7) 將部分填土所造陸地還給海洋，讓岸邊的陸地成為自然滯洪區。
- (8) 將氣候變遷對河川流向與海平面升高的影響，反映在公共設施的設計中。

7、結合水利、都市計畫及建築管理手段進行跨領域的合作，融合土地利用、水資源管理與減災工作，運用工程方法與非工程方法，規劃與水共生的居住或休憩環境。

8、跨區域的治理、土地承擔一定災害

氣候變遷不會衝擊所有地方，然威脅或災害形成是不會遵循著人為的行政疆界，因此跨區域的因應措施，如採取流域管理的方法、考量生物地理區的觀點，藉國家、區域、地方階層執行或落實為必要。而這些和諧共處的地區除居民有安全保障外，土地亦要承擔一定的洪水災害，並建立民眾風險意識與配套補償機制。

- 9、荷蘭空間規劃的模式（Dutch Mode）有其土地多屬國有的規劃彈性，但在制度設計上並沒有忽略民眾參與（PPP），形成氣候變遷調適策略與推動方案過程均將民眾參與、對利益團體的溝通，所需花費的時間與金錢成本算入，進行分期規劃，雖可能影響時效，但溝通過程中達到政策宣導的目的，利於後續方案的推動。
- 10、荷蘭政府基於確保國土安全、免於水患的國家指導原則，以及面對氣候變遷引致的水患威脅日增，提出還地於水、將更多的空間與土地還給河流，此一政策揭示與散見於不同部門的文件中，各層級的水利單位在進行水資源管理時，有憲法賦予的權利推動進行防止水患發生的政策與方案，而經濟發展的情勢與需求也反映在國家規劃政策中，當開發與「還地與水資源管理的政策」衝突時，以後者為優先。

### 第三部分：調適或減災方面的策略方向應用上的限制

- 1、台灣災害型態更複雜：臺灣 3/4 為坡地，土地大多是高山、丘陵，多坡地災害；實際平地面積相較之下約只有荷蘭的三分之一，荷蘭的人口又只是臺灣人口的三分之二，因此相較之下臺灣地狹人稠，加上土地私有制，土地作為開發管制的籌碼甚少，可利用的公有土地更少，在推動還地於河的觀念時，相關單位需要更多的魄力與決心。
- 2、減少氣候變遷引致災害的措施可預先做，但要考量各方立場，如遷村必然會引起反彈而需審慎處理，有待最適化的方法，但因調適策略不是零合遊戲，行動方案奠基在最大集合的共識。
- 3、荷蘭所採用的調適、減災策略，有還地於水，涉及大規模搬遷，該情境如發展於臺灣因土地制度的差異，需有配套補償機制，實施上需要由下而上、風險溝通等策略開始，較具困難性。

## 四、建議

氣候變遷在臺灣高度可能發生的現象包括海平面上升、降雨改變、氣溫上升與臭氧層破壞，衍生的負面衝擊有海岸退縮、生態系統改變、農林漁牧

衝擊、水供給問題、土砂災害、洪旱災害、疫病傳染與能源使用改變等等，有待檢討的國土空間規劃與城鄉土地利用方式，與海岸保育、生態系統保育、糧食安全維護、水資源管理、土壤保護、天然災害防制、公共衛生防制與能源管理等議題交錯影響，在本研究範疇中，從政策作法、策略、法規類別角度提出下述建議與後續研究課題。

## 一、政策研訂與推動機制方面

### (一) 氣候變遷調適政策綱領擬定與機制設計

國內因應氣候變遷雖有國家永續發展委員會為最上位機關，然氣候變遷議題牽涉部門廣泛，政府各部門衝擊影響之科研推動與政策制訂，仍須進一步擬定積極的整合機制，以便有效推動氣候變遷相關研發工作與政策擬定。

國土三法尚在修訂與立法階段，參酌荷蘭國土規劃架構與法制，確立永續與安全為各項政策、方案、計劃的最高指導原則，災害脆弱地區、環境敏感地區明確指定限制開發，確立留給水域與自然環境更多的開發指導原則，再強化「還地於水」、「水資源保育與管理」的觀念，調整草案內容，以回應溫度上升、降雨頻率改變、暴雨、海平面上升等明確的氣候變遷趨勢。並由經建會提出氣候變遷調適政策綱領，作為各部會匡列預算經費之指導原則，並開始進行政府部門橫向與縱向的溝通宣導。

### (二) 逐步轉化與應用氣候變遷衝擊、調適與災害管理之研究成果

國內之氣候變遷研究與政策過去多以溫室氣體減量為主，近年來由於國內外災害頻傳，衝擊與調適策略相關研究雖逐漸受到重視，放眼未來仍須進一步強化跨領域之整合研究與方法論之建立，如不同災害類別的脆弱度與風險分析、考量不同層級（如地區、國家、區域發展）的調適工具建立與災害管理與永續發展之策略擬定等。國內的相關研發仍有許多待加強的空間，如氣候變遷下各災害脆弱度風險地圖的製作，亟需相關專業領域之共同研析與合作。

### (三) 民眾風險溝通：與災害風險共生（living with risk）

民眾意識建立之重要性，雖然氣候變遷近年受到關注，但一般民眾對氣候變遷的危機意識較低，因此，提高公眾對氣候變遷的認識，是具有其必要與優先性，最終方得以透過簡單變化生活的方式作為減緩氣候變遷的行動。因涉及議題廣泛，公眾意識的政策可能會有所變動，然而一些措施是共同的，包括：訊息、教育和訓練；公眾和利益相關者的參與；賦予人民權力和動機，對氣候變遷的影響採取有效行動，讓民眾體會如何與災害風險共生（living with risk）。

## 二、調適減災策略方向

### （一）精進氣候變遷推估能力（主辦：經濟部、國科會、交通部）

因應氣候與環境變遷之脆弱度分析與變遷模擬所需，需強化山區與集水區降雨監測、附近海溫、海水位、河川水位與流量、水質監測、地層下陷程度、海岸變遷、土地利用、植被與土水監測等資料之監測與資料庫之建立。而氣候與環境變遷事涉不同領域之資料、資訊與知識庫，建立因應氣候與環境變遷之資訊整合平臺，統一格式與展示介面，以利於變遷研究與整合分析之用。

### （二）氣候與環境變遷災害管理調適策略之擬定

因應氣候與環境變遷之災害管理調適策略，須與國土政策規劃與環境永續利用緊密結合，應用氣候與環境變遷下之巨災衝擊情境模擬、社會經濟發展情境模擬；系統性整合自然環境承载力管理、人為防災系統建構與社會經濟發展決策，強化調適能力與預警機制，以便即時採取事先規劃且具操作性的應變調適策略。

### （三）以國土空間為主軸，由各相關部會進行策略研擬，再形成「整體國土空間策略」

目前國內相關國土空間計畫與法令皆尚未針對全球氣候變遷議題進行因應措施之研擬，而各部會相關政策與計畫又大多停留在研究與分析階段，缺乏能落實於土地規劃之相關策略。因此本研究建議應以國土空間為主軸，由各相關部會分別根據「生態資源」、「水資源」、「能源」、「天然災害預防」、「農業發展」

與「城鄉發展」等，再透過「整體國土空間策略」串連各部會之計畫，以有效落實於國土空間上。

(四) 從 30-50 年後的最大衝擊情境，檢討土地利用與管理法令

以台北市為例，面對缺水、增溫、驟雨、海平面上升等氣候變遷問題，嘗試從 2030 年時台北會發生什麼事來作研究，重新評估易淹水地區是否有高產值的土地利用、現有土管都設規定是否應有調整、檢討道路設計、建築發電機與維生系統的放置樓層是否調整、是否強制規定新開發建築設計綠屋頂以短暫分散都市瞬間暴雨。



# **Planning with the Water: Learning the Dutch Experience of Adapting to Climate Change to Suggest Spatial Planning Policies and Strategies in Taiwan**

## **Summary**

Keyword: climate change, spatial planning, adaptation, mitigation.

### **The Purpose of this Research**

Taiwan is classified as highly vulnerable to climate change due to the nation's geological environment and land use pattern. The World Bank's report published in 2005 "Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis" indicates Taiwan is situated on one of the most hazardous natural climate impact regions, with 73% of the population living in more than 3 possible natural disaster impact zones. With climate change and occurrences of extreme weather, the deterioration of urban environment vulnerability will only magnify. National and urban spatial planning policies and strategies are needed to be adjusted to cope with increasing disaster impacts caused by climate change. The Netherlands occupies similar land area and population density as Taiwan, with the lowlands being susceptible to frequent flooding and dependent on climate stability, the strategies, research and experience is something to learn from.

The evidence of climate change can be seen in the occurrences of extreme natural events happening in recent ages. The importance of damage mitigation through settlement planning is becoming more and more pressing. Currently there are no national or inter departmental policies to deal with the impact of climatic changes. Netherlands is similar in territory and population to Taiwan, with 80% of the population living in cities with 20 thousand people or above. The nation is highly vulnerable to natural disasters and often threatened by flooding and combats this threat by innovative technologies to mitigate the threat. Since 1995 Netherlands has outlined the threat from climate changes in governmental policies and has brought forth a national climate mitigation plan in 2006. The plan incorporates spatial planning with planned procedure, policies and integrates previous experiences and will be discussed in further detail in this research.

The aim of this research sets out to understand how advanced nations adapt their national policies and special planning in order to adjust to climate changes; this report

will discuss how the Netherlands establish their national policies with climate change and potential natural disaster, the content and innovative ideas and management methods, future implementation and what are the expected benefits? These strategies and innovative methods is summarised to provide our nation with a long-term preventative policy and spatial planning to adapt to future climate changes.

### **Research method and Procedure**

First, we will categorize and analyse related international and internal literature and reports on climate change and damage mitigation and adaptive spatial planning to climate change. Second, we will study into our current national spatial planning and policies to climate change hazards. Thoughts can be compared between the Netherlands experience and our national climate change hazard solutions to formulate appropriate policies suggestions and future research direction.

### **Background of Netherlands and Taiwan's spatial planning**

Netherlands is safely located out of the tectonic plate movement regions and has relatively low lands. Earthquake and mudslides are not the main natural threat to the Netherlands. Historically numerous winter storms and flooding caused much of the natural damages. Although currently the nation is undergoing numerous harbor and river and delta projects, with the nation's dike safety standard to be raised to 10-4 thousand annual flood frequency (AFF) and the Eastern regions are set at 1250 AFF. However, the swamp lands in this country continue to sink at a rate of 10cm/year. In addition, developable land in this country is also limited and the cities are closely packed, resulting in high population density and a high degree of urbanisation. This is especially so in the economic centre of Randstad, which is under a serious threat of both raising sea levels and changing river and coast due to rain pattern changes.

Although Netherlands is similar to Taiwan in terms of territory area, population density and both have a high degree of urbanisation, there is a significant differences in the national structure. Historically this has been reflected in township and country development limitations; examples include a high degree of national land ownership, providing governmental development high domination in land use planning. In addition, 40% of the taxes are used in social benefits, 90% of regional construction funds comes from the tax revenues. A characteristic of highly centralised control is found in land use and construction projects.

In recent years Netherlands has place further attention to the environmental impacts of

global warming and has developed multiple directions in damage mitigation and adaptation, which also include spatial planning. Further, flood plains are limited by the dike structures rather than nature flood lines. As the Netherlands is more susceptible to flooding, their natural disaster management concentrates upon water management; as a result, they lay great emphasis on its national damage mitigation and adaptation policies.

Water resources planning in the Netherlands incorporates special planning, societal and economic impact, environmental and landscape policies. Governmental departments communicate with regional communities to establish a recovery strategy. An example might be a budget of 80 billion NT will be utilises in transfer coastal tulip plantations to further inland to leave the coast as natural wetland while improving water quality and reuse.

### **The Dutch experience and ideas for our national spatial planning policies**

This research first discusses the impact and concerns of climate changes in the Netherlands and their policies and returns to Taiwan's own spatial planning. Through the understanding of relevant policies and plans, Taiwan's national policies to climate change impact are insufficient. By formulating a new national territory and city planning by consulting Netherlands adaptation solutions, the following ideas, strategies and policies is suggested by the research:

#### **Part 1: Key ideas in Netherlands policies due to climate change**

1. According to Delta Commission's policy reports, the construction in past flood dams are sufficient as there has been no major flooding occurring in recent years. However, in the impact of international climate changes, the potential of flood damage is rising and the people of Netherlands must not become complacent to the damages of flooding so that they will not experience such disaster again.
2. Support is essential for effective action, therefore research and planning personnel associated to climate change must communicate to the stakeholders. So that the people and the policy makers have sufficient understanding and knowledge to make the correct policy goals and implement suitable strategies.
3. The threat of flooding and water resource management is apparent due to climate change impacts. Spatial planning must be addressed in order to respond to the problems and strengthen system adjustability. It is even possible to improve hidden social and economical problems while addressing these issues and beneficially raise the national competitiveness.

4. Long-term adjustments are required to solve problem from climate changes. In the mean time close monitoring of climate changes allows for appropriate adjust and work to be carried out successfully. National policy, administrative management, regulations and finance must be integrated.
5. The exchange of information and data is essential for cross-environmental climate regions when forming adjustment strategies. Substantial resources are needed to develop national/international information exchange platforms, this will benefit continuous monitoring and improvement to the work carried out. The information platform will support climate change impact assessment and its relevant long-term adjustments and execution.
6. Other than various departmental response strategies and plans, CcSP as well as the five key topics (climate simulation, reduction, adjustment, reorganise and data transfer) can be used as guidelines for spatial planning.
7. Shift from “acquiring more lands” to the mindset of “room for river” as the future thought of water management and spatial planning.

## **Part 2: Adapting to climate change .**

1. Respect the water resources by integrating sustainable water regulation and usage into national land laws and follow all stages of spatial planning and land use proposals.
2. Clear national spatial planning laws and aims. Budget planning should also be conducted for appropriate resource distribution.
3. Thought of “room for the river” and ”space for water and nature” as the utmost guidance in spatial planning and decisions.
4. Multiple objectives (water resource management, environmental protection, damage mitigation and adaptation) are included in land use and spatial planning strategies. Environmental protection actions are one of the guidelines for Netherlands strategic land planning. Corridors connect ecological regions and rivers are a part of recreational and the local ecological system rather than just for transportation and water. Spatial planning and land use are carried out under the principles of sustainable management and disaster prevention.
5. Incorporating interest groups and public participation in decision making.
6. Incorporate cost-benefit analysis to determine the order of adaptation proposals. These proposals must follow spatial planning strategies and concepts, currently adaptations strategies with priorities are:
  - (1) As a response to climate changes, 111 billion NT will be invested by 2050 for the utilisation of rainwater due to global climate change.
  - (2) Carry out national land planning, marine restoration, reduce coastal land

- development and designs bypass for wetlands and flood plains.
- (3) Simulate rising sea level flooding and mark out high hazard regions to develop responding strategies against different sea level rises.
  - (4) Architectural designs can provide answers how to deal with rising sea levels. Academics have suggested green cities capable of rising with the water levels. Architects design amphibious and floating houses. The floating city concept is also brought up in student competitions . (See picture below)
  - (5) Incorporate flood prevention, landscape and ecological planning in spatial planning. Examples include government purchasing land near riverbeds for recreation and sports while providing space for water during storms or flash floods.
  - (6)
  - (7) Return created land in the coast to the ocean, allowing coastal land to become flood buffer regions.
  - (8) Build public facilities taking into account of rising sea level and river path changes as a result of climate change.
7. Combine water regulation, city planning and building management to create a cross-disciplinary cooperation. Merging land use, water resource management and damage mitigation through engineering and non-construction methods to ensure a habitable environment with water.
  8. A cross-regional management system to let land bear some damage. Climate change may not impact all regions in a nation, however the extent of the damage will not follow boundaries as defined by people and this will become a problem with regional management of natural hazards. As such, a cross-regional management, such as river basin management, taking the point of bio-geographical divisions into account, is necessary. Further, above should work with a top-down concept from national, regional and local level execution to provide protection to the citizens. In addition to certain expected damage from flooding, a comprehensive compensation system should be in place as well as risk awareness education to the people.
  9. Dutch mode spatial planning model with high percentage of national land for flexible planning while still incorporating peoples participation programme (PPP). The cost of incorporating communication with interest groups may be time consuming due to staging progress for communication. However, during the communication progress the government achieves strategies guidance and education that will be beneficial to future proposals.
  10. With safety and flooding prevention as the national directive principles, the Netherlands government proposed room for water and other similar policies to

return space and land to the river in order to prevent climate change hazards. The policies can be seen in various governmental agencies. In addition, the agencies have the power of the constitution to actively promote disaster prevention during in water resource management policies and proposals. The need for economy may conflict with damage mitigation policies and the latter should take precedence.

### **Part 3: The limitations of damage mitigation policies application**

1. The Taiwan situation may be more complex: 3/4 of Taiwan's land is hills and mountainous regions and is vulnerable to mudslides; the actual flatlands are only 1/3 of Netherlands. In addition, the population number of the Netherlands is only 2/3 of the Taiwanese population. Private land ownership has higher percentage in Taiwan with the developing agencies having less power with the lack of national land. The execution of room for river may require much more determination and power from the authorities.
2. Damage mitigation from climate changes can be pursued with consideration from multiple viewpoints. Major changes such as village relocation may encounter resistance and needs to be treated carefully to find the best solution. However mitigation strategies are not zero-sum games and action must have the agreement from multiple parties.
3. The Netherlands room for river and major relocation schemes for damage mitigation may have problem under Taiwan's current state of land ownership, accompanying compensation schemes, bottom to top execution and the risk in communication all pose further difficulties.

### **Suggestions**

Climate changes in Taiwan will result in rising sea levels, change in rainfall patterns, temperature increase and damage to the ozone layer. Negative impacts from these phenomena are coastal retreat, change in the ecological systems, impact to the agricultural and fisheries, water supply problems, soil erosion, flooding or drought, disease and changes to resource use. National territory spatial planning and land use need to be discussed, with coastal environmental protection, ecological protection, maintenance of food source, water resource management, soil protection, natural disaster prevention, public health systems and energy management all influences future strategies. In this current scope of research, we propose recommendations for future research through policymaking, strategies and law making.

## **Policymaking and institutional adjustments**

### **1. Climate change mitigation policies and overall system proposal**

Climate change impact is the responsibility of the National Council for Sustainable Development. However climate change topic is a wide-ranging, multiple department spanning policy and require cooperation from the various agencies. Further step in outlining a more pro-active overall system must be in place to ensure the success of climate change impact research and policymaking.

The 3 National Land Laws are still in amendment and legislative process. The advice from Netherlands national land planning structure and laws is taken as a reference to ensure sustainability and safety as the highest priority in policies, proposals and planning. Limit development in regions prone to natural hazards or environmentally sensitive regions, ensuring clear-cut and guidance for the protection of water and natural regions, enforce room for river and space for water and nature concepts. Adjust proposal contents to reflect rising temperature, changes in rainfall patterns, rising sea level trends. The Council for Economic Planning and Development needs to propose climate change mitigation policies guidelines and apply it to the national budget distribution. In addition, vertical and horizontal communication and education between governmental departments is needed to spread the concept.

### **2. The application of disaster management research to the continuing application of climate change impact mitigation.**

Previous national climate change research was based on reduction in greenhouse gases; however, recent events of national/ international climate impacts are gaining attention for more mitigation strategies. Looking ahead the need for the establishment of cross disciplinary research such as different disaster risks and vulnerabilities analysis, different level (local, national, regional) mitigation implementation and disaster and sustainable management need to be strengthened. Research within the nation can be improved such as a risk map for different disaster vulnerable regions and this requires cross-disciplinary research and cooperation.

### **3. Communicating with the public about living with risks**

Although there is mounting interest from the public regarding climate change, most citizens are unaware of the dangers of climate changes. It is vital for the public to be aware of the impacts of climate change and this takes priority to educate the people to follow through simple lifestyle changes. Due to the wide breadth of the topic, public awareness policies may have changes but the actions are the same,

these include information, education and training; participation by the public and interest groups; giving the people motivation and right to take steps to change and understand what living with risk means.

### **Adaptation and damage mitigation directions**

#### **1. Improve climate change prediction capabilities**

In order to simulate and analyze the climate and environmental changes and its vulnerability, the monitoring and collecting of data from the mountains rainfall, surrounding sea temperature, sea level, river level and volume, water quality, land sink, coastal migration and land use, plant distribution and other information must be enhanced and can be combined to establish a database. Due to the cross-departmental cooperation required in this project, the establishment of a climate and environmental changes overall platform with similar forms of information to aid analysis is essential.

#### **2. Determination of mitigation management strategies for climate changes**

Climate and environmental change disaster management strategies must be combined with national policy planning and sustainable environment strategies. By simulating climate, environmental impacts and social economical development, an overall natural systematic management, disaster mitigation system and social economics development policies can be determined. The system aims to strengthen adaptability and warning mechanism to have a pre-determined strategy.

#### **3. Using the national land as the core to establish strategies in various departments to form an overall national land strategy**

Currently our national spatial planning and laws have not taken into account the global climate change and its response and most departments are still place climate change in research and analysis stage and have not developed solid implementation guidelines for land use planning. This research suggest using the national land as the core and through various departments divide into ecological, water, energy resources and natural disaster prevention, agricultural development and country development.

#### **4. Integrating water resource, land use and spatial planning mitigation strategies**

- Promote rainwater recycling system from city public residential, industrial, commercial and education lands. These water can be used for city plant irrigation and reduce overall water use, allowing water regulation budget to go to the rain water budget and reduce the stress on the city water drainage system.

- Evaluation on the development for the lowland flood susceptible regions of western plains and coastal regions as mid to small flood retention zones by national land planning and rezoning to contain excess rainwater and provide resource for irrigation and aquaculture in normal times. Soil from these regions can be used to raise other areas for new suburbs. Utilising methods such as land exchange and transfer to compensate landowners the land lost from the plans.

5. Discuss land use regulations and its impact 30-50 years from now

Using Taipei City as an example, the city faces water shortage, temperature rise, changing rainfall patterns and rising sea levels. By thinking ahead and conceive the possible problems Taipei in 2030 will face, reevaluate flood prone regions versus land productivity, current regulations and the required amendments, road design, building generators and life support systems adjustments, and need for new buildings to have green roofs to temporary disperse sudden rainfalls in the city

Historically Netherlands has always been a nation frequently suffered from storm and flooding damages. The traditional method of mitigation was by structural defences to prevent flooding. Being a nation with as one of the 40<sup>th</sup> largest river delta system in the world, suitable spatial planning and policies must be in place to prevent flooding. Unstable climate change will have great impact to the region and therefore damage mitigation has great importance in adaptation strategies of public and private sectors.

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與目的

#### 一、研究緣起

近年來氣候變遷與氣候異常所致之巨災損失逐年增加，除了有更劇烈降雨強度與颱風強度外，加上社經發展與環境變遷等因素，更提高洪澇災害發生之規模、風險與損失；除了直接的天然災害衝擊外，生態系統的危機、疾病發生的型態與地區的改變，以及因溫度升高與降水改變對農業與糧食的衝擊，都是氣候變遷將對全球，尤其對濱海國家、海島型且人口密集的國家經濟社會帶來嚴重威脅。經濟合作暨發展組織（OECD）2007年12月18日發表研究報告指出，全球溫室效應導致海平面升高問題，2070年可能導致全球136個沿海城市，1億5千萬名居民，35兆美元財產，活在淹水恐懼中，而亞洲超大型城市人口不斷成長，其沿海都市居民將是全球暖化最大受害者。

目前對全球氣候變遷的模擬預測、因應方向與原則都根據聯合國「跨國氣候變遷小組」（IPCC；Intergovernmental Panel on Climate Change）的氣候變遷評估報告（Fourth Assessment Report, AR4），該報告認為21世紀全球暖化的趨勢是非常明確的，並指出氣候變遷將引致全球性的環境與生態變遷。在探討氣候變遷的問題中，除全球暖化的研究受到重視，「氣候變異性」（climate variability）的問題更吸引國際間的注意。氣候的變化時常呈現大幅度震盪，再逐步往全球暖化的趨勢發展，對於人類生活與環境的影響，變得更加難以掌握。聯合國氣候變遷會議於2007年底通過「巴里島藍圖」（Bali Roadmap），則確立減緩（mitigation）與調適（adaptation）並重的氣候變遷因應策略。

荷蘭與我國國土面積、人口規模相當，80%人口居住在2萬以上的都市，長期處於水患威脅，又面臨全球氣候變異帶來的劇烈衝擊（陳亮全等，2007），與我國均屬高災害脆弱度的國家，例如洪澇災害、國土變遷以及對生態、農糧威脅…等，如何做好氣候變遷調適（adaptation）以因應氣候變遷的災害衝擊，成為國際社會當前的重大挑戰。

荷蘭自 1995 年開始將氣候變遷議題反映於國家政策中，到 2007 年住宅空間規劃與環境部 (VROM) 與相關部會提出跨部門的氣候變遷空間調適國家計畫 (National Programme for Spatial Adaptation to Climate Change Adaptation in Netherlands)，尚有許多因應氣候變遷衝擊調適之政策提出，提出不同的衝擊調適觀念與政策推動作為，供各部會政策推動依循。

台灣的氣候變遷調適行動目前尚未有國家型或跨部會之政策研擬，而空間規劃作為上位指引之功能，宜先從國土空間規劃的層次整合跨領域如氣象研究、水利工程、生態保育的經驗，提出有效的調適減災方向，與地方政府共同提前因應氣候變遷衍生之災害衝擊，而荷蘭政府部門與學界長期投入且具體實施因應氣候變遷衝擊的土地利用與水管理策略，透過具有法定位階的國土空間計畫，提出空間保育利用的原則與空間發展架構，有效指導中央到地方的土地利用，其推動方式、政策方向與創新作法可供我國空間規劃工作推動參考。

## 二、研究目的

目前國際間的研究機構，如全球環境變遷人文面向研究 (IHDP) 與國際地圈生物圈計畫 (IGBP) 等國際重要組織均積極進行相關計畫與研究，分析人類與環境複合系統的互動、都市地區生活方式與消費型態、土地使用與地表覆蓋變遷情形等都市過程，探討全球環境變遷與減緩 (mitigation) 調適 (adaptation) 策略。我國為環海島國，屬於氣候變遷衝擊脆弱度較高的國家，除環保署積極推動節能減排外，因此氣候變遷的調適方法也應學習先進國家推動方式，從國家政策整體考量，做好減災調適準備。

在上述氣候變遷國際研究與因應趨勢下，本研究目的為：

1. 整理空間規劃政策因應氣候變遷調適的國際發展。
2. 整理分析荷蘭在因應氣候變遷、與災害共處之思維下，所研訂規劃之政策、計畫內容、執行效益、創新性策略、公部門之推動執行方式。
3. 歸納荷蘭空間規劃調適策略與創新作法，作為我國空間規劃部門，後續展開長期性、預防性氣候變遷空間規劃減災調適政策之參考。
4. 從研究內容中，根據我國政策與制度存在之課題與需要，提出供我國因應氣候變遷之衝擊評估與調適策略研擬參考，並進一步提出後續研究與推動

方向。

5. 因應氣候變遷與變異可能導致之災害衝擊，釐清氣候變遷與空間發展、土地使用之交互關係與因應對策，供政策擬定與空間規劃人員參考。



## 第二節 研究內容與範圍

全球氣候與環境變遷的衝擊面向涵蓋生態、洪澇、乾旱、國土變遷、糧食安全、疫病、生態。所造成的溫度上升，將導致海平面上升，進而直接影響到海岸土地淹沒與沿海村落必須面臨遷移等問題。此外，氣候變遷導致降雨型態變化極端，使得乾旱成為無可避免之自然現象，集水區與山坡地的保育刻不容緩。

台灣地區經濟成長快速，新科技不斷開發且進步，然而對於重大天然災害仍無法有效掌握，尤其近年來每逢颱風或豪雨侵襲，輒易造成洪災，引發淹水與土石流災害，造成民眾恐慌及生命財產之折損。

荷蘭有一套完整之空間規劃制度，且在不同時代背景需要之下，完成五次國家空間規劃政策研訂，均在水資源管理與水患預防的大原則下，進行防災空間規劃。從荷蘭相關政策文件中可發現，當全球氣候變遷成為本世紀最大環境議題時，荷蘭國家相關部會已開始投入國家改造計畫，透過國土空間規劃之制度有效落實防災永續發展，而我國在現在行政體系下，面臨的課題，也許可以從荷蘭經驗中，思考我國因應全球環境與氣候變遷所引起的都市與國土空間安全議題，從空間規劃策略與手段予以調適。

### 一、研究內容

本研究內容包括以下：

- (一) 全球與臺灣的氣候變遷現象、情境模擬與災害衝擊
- (二) 氣候變遷對都市與建成環境、空間之衝擊
- (三) 荷蘭因應氣候變遷之國家政策與空間規劃調適
- (四) 氣候變遷衝擊下之我國各層級空間規劃課題
- (五) 我國國土與都市空間規劃減災調適工作、方向與策略
- (六) 後續研究方向與課題

### 二、研究範圍與相關名詞定義

- (一) 空間規劃策略範疇：以國土與城鄉空間發展策略規劃為範疇

(二) 氣候變遷、調適、減災等名詞定義

1、氣候變遷：氣候變遷(climate change)是全球環境變遷的一環，

- 「全球變遷」指的是地球整體環境的變遷，其中包含了氣候的變遷、生態系統的變遷、水與大氣的變化、海陸資源生產力的變化等。氣候變遷驅動力：可能是自然的因子，也可能因為人類所造成、18世紀後漸漸由自然力為主轉為人為驅動為主的形式。
- 全球氣候環境的變化終將影響到地球涵育生命(包括人類及其他生物)的能力

2、減災與調適(Mitigation and Adaptation)

- 減災(或稱為減緩)：氣候變遷所採取的減災或減緩策略，著重在減少二氧化碳的排放、減少對氣候環境的衝擊，包括溫室氣體的源頭減量與加強溫室氣體的吸存等措施。
- 調適：承認氣候變遷會帶來災害或衝擊，而採取適應以及減少災害脆弱度的措施，是調整自然系統與人類社會系統來因應氣候變遷的影響，減少損害，或開發有益的機會與採取無悔的措施。

兩者之間的關係如下圖：

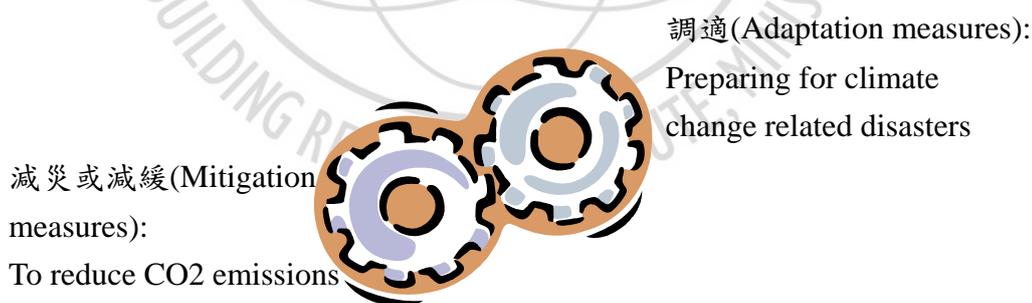


圖 1-1 減災與調適策略關係示意圖

本研究主要從防災減災層面探討氣候變遷對國土與都市空間的衝擊，相關的調適與減災策略，主要從災害衝擊觀點切入，少部分述及節能減碳的減緩措施。

### 第三節 研究方法與步驟

本研究著重於質化評析研究，針對氣候變遷下空間規劃減災調適策略之探討，以下說明研究計畫進行中將採取之研究方法與進行步驟。

#### 一、研究方法

##### (一) 文獻蒐集評析

本研究將蒐集國外全球氣候變遷研究，並瞭解其如何影響都市空間與國土規劃等相關文獻，此外，亦蒐集國內目前受到全球氣候變遷之影響、因應對策與方法以及國土空間規劃之機制、管理等相關文獻與資訊，並加以整理分析，以利後續研究之進行。

##### (二) 專家訪談

針對全球氣候變遷所產生的溫室效應、水資源、海岸與洪旱災害等各方面影響，相關荷蘭經驗，透過訪談相關研究領域之專家學者，歸納上述影響對空間規劃與建成環境衝擊、政策發展與各層級空間規劃部門因應課題。

##### (三) 現行制度檢討

就目前國內國土利用及都市空間規劃管理等政府部門回應氣候變遷衝擊之工作、發展方向予以檢討與提出課題。

##### (四) 荷蘭實施經驗可行性研議

荷蘭實施經驗與策略供我國應用之可行性研議。

二、研究步驟

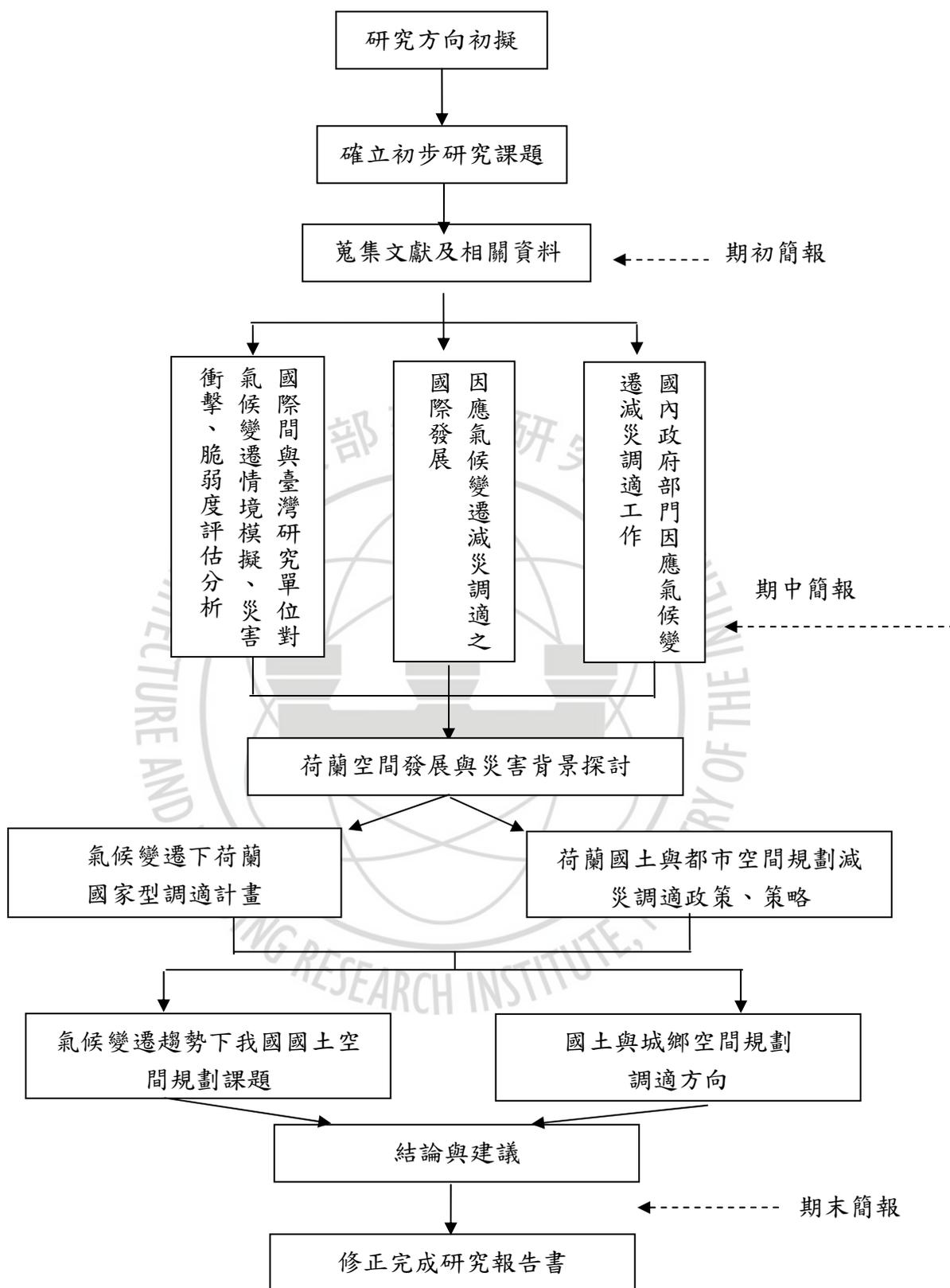


圖 1-2 研究計畫流程圖

## 第四節 預期成果

預期成果如下：

- (一) 國際間、歐洲與荷蘭因應氣候變遷調適方向，空間規劃與資源利用調適策略與減災措施彙整分析。
- (二) 我國現行空間規劃體制與課題、規劃部門因應氣候變遷之相關工作、面臨課題之提出。
- (三) 整理荷蘭空間規劃方面之觀念、制度、創新策略與作法供我國不同層級(可能包含國土、城鄉環境)空間規劃政策、計畫調適與減災參考。
- (四) 提出土地利用或空間規劃調適減災的後續研究課題。



## 第二章 氣候變遷模擬與災害衝擊

跨政府氣候變遷小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）近年來公布的氣候變遷評估報告指出，即使目前溫室氣體減量達一定成效，未來的全球溫度仍會成長，氣候變遷仍然會發生，所造成的天然災害威脅，如乾旱、颱風、豪雨、熱浪與暴風雪等近年來在世界各地所造成的災情也屢破歷史紀錄，而未來帶來的衝擊影響可能是更全面的，可能因為氣候變遷的關係導致劇烈降雨強度與颱風強度增加，加上社會經濟發展與環境變遷等因素，洪澇災害發生之規模、風險與損失將更為提高；除了直接的天然災害衝擊外，生態系統的危機、疾病發生的型態與地區的改變，以及因溫度升高與降水改變對農業與糧食的衝擊，都是氣候變遷將對全球尤其是人口密度甚高之亞太地區的經濟社會帶來嚴重威脅（陳亮全，2007）。

各國面對氣候變遷之議題可分兩大方向，一為氣候變遷的防治，主要針對溫室氣體排放與管制方面的政策；另一為氣候變遷所致生態環境系統改變所須因應對策。除了溫室氣體控制外，如何做好氣候變遷調適成為對抗氣候變遷衝擊的另一重要關鍵議題。調適工作乃是因應氣候變遷的可能衝擊，預先進行調適方法，將衝擊降至最低。但氣候變遷影響層面之廣，各層面所需的評估工具與資訊大不同，如何進行適當的調適策略為國際社會一大挑戰。本章根據 IPCC 2007 氣候變遷評估報告與台大全球變遷研究中心的模擬資料，整理氣候變遷現象與未來情境模擬料、衝擊、調適與脆弱度、減緩氣候變遷的資料，作為後續章節之基礎。

## 第一節 國內外氣候變遷現象與未來情境模擬

為因應氣候變遷可能產生之災害，決策者需瞭解氣候變化的成因，潛在環境和社會經濟的衝擊影響，及可能的因應對策，世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）與聯合國環境規劃署（United Nations Environment Programme, UNEP）在 1988 年成立跨政府氣候變遷小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC），IPCC 在全面、客觀、公開與透明基礎上，彙整有關全球氣候變遷最好的科學、技術和社會經濟研究成果與資訊，以發行評估報告等方式，針對全球氣候變遷的議題提供決策者、科學家與專家參考。

### 一、氣候變遷的定義

氣候變遷是氣候狀態的變化，而這種變化能通過其特性的平均值或變異率的變化予以界定（如運用統計檢定），而持續一段延伸的時間，通常幾十年或更長時期。氣候變遷的原因可能是由於自然內部過程或各種外力，或是由於大氣成分和土地利用中持續的人為變化。而在「聯合國氣候變遷綱要會議」（UNFCCC）第一條將氣候變遷定義為「在可比較時期內所觀測到、在自然氣候變異外的直接、間接歸因於人類活動而改變全球大氣成分所致。」，因此 UNFCCC 對可歸因於人類活動而改變大氣成分的氣候變遷、以及歸因於自然的氣候變異做出區別（IPCC，2007）。

### 二、IPCC 氣候變遷評估報告（2007，AR4）

#### （一）歷次評估報告的提出

IPCC 第一次評估報告於 1990 年發表，促使聯合國大會制訂氣候變遷公約（UNFCCC），1995 年 IPCC 發表第二次評估報告『Climate Change 1995』對京都議定書做出貢獻，2001 年第三次評估報告『Climate Change 2001』及 2007 年第四次評估報告『Climate Change 2007』，更是結合了 130 多個國家，超過 2500 名科學家所做出的完整評估報告，分別針對氣候變遷的現象、成因與氣候變遷所造成的衝擊、調適與脆弱度提出完整報告，並對如何減緩氣候變遷提出整體整合評估。

#### （二）IPCC 評估報告內容摘要

IPCC 2007 年分四次公布不同主題之評估報告，包括第一工作小組的「氣候變

遷科學基礎」、第二工作小組的「氣候變遷之衝擊、調適及脆弱度」與第三工作小組的「減緩氣候變遷」，最後發表總結報告，各主題與發佈時間與內容如下圖：

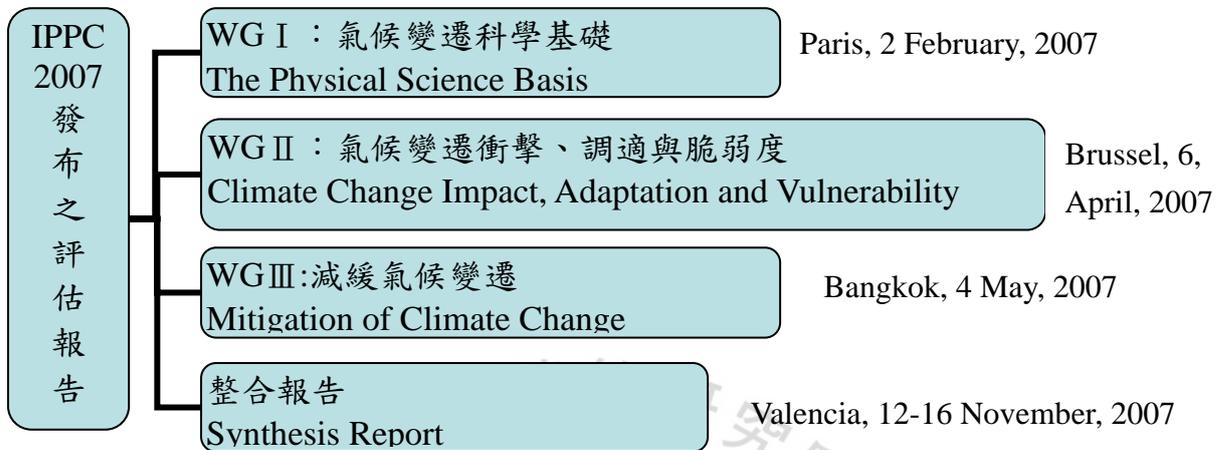


圖 2-1 IPCC2007 評估報告內容與發布時間

(資料來源：IPCC，2007)

### (三) 目前所觀測到的氣候變遷

IPCC 2007 AR4 公布評估報告之重點摘要內容彙整如下：

1、氣候系統之暖化現象已經被認為是非常明確的()，全球平均溫度及海平面高度在過去 100 年皆有上升趨勢，過去 100 年(1906-2005)全球平均溫度增幅為 0.74 °C，已較 IPCC 2001 中之所觀測之 100 年(1901-2000)增幅 0.6 °C 為大。

2、1961~2003 年全球海平面高度以平均每年 1.8 毫米的速度在上升，而 1993~2003 年這段時間上升的速度增加為每年 3.1 毫米，而北半球之冰雪覆蓋面積在 80 年代後有明顯下降。

3、全球陸地溫度增加速度較海溫為快，而極地之溫度增幅為全球平均的兩倍。

4、大部份陸地豪大雨發生的頻率與有增加的趨勢，整體降雨量的變遷空間分佈有所不同，在北美及南美之東部、北歐及中北亞皆有明顯之上升，而在撒哈拉、地中海、南非及部份南亞有變乾之趨勢，同時在熱帶及亞熱帶很多地區觀測到較嚴重及長期之乾旱。

5、各地之極端溫度皆起了變化，冷日、冷夜及出現霧之頻率明顯減少而暖日、冷夜及出現熱浪之頻率增多。

6、強烈颱風之數目在北大西洋有所增加，但在台灣所處的西北太平洋並沒有明顯趨勢。

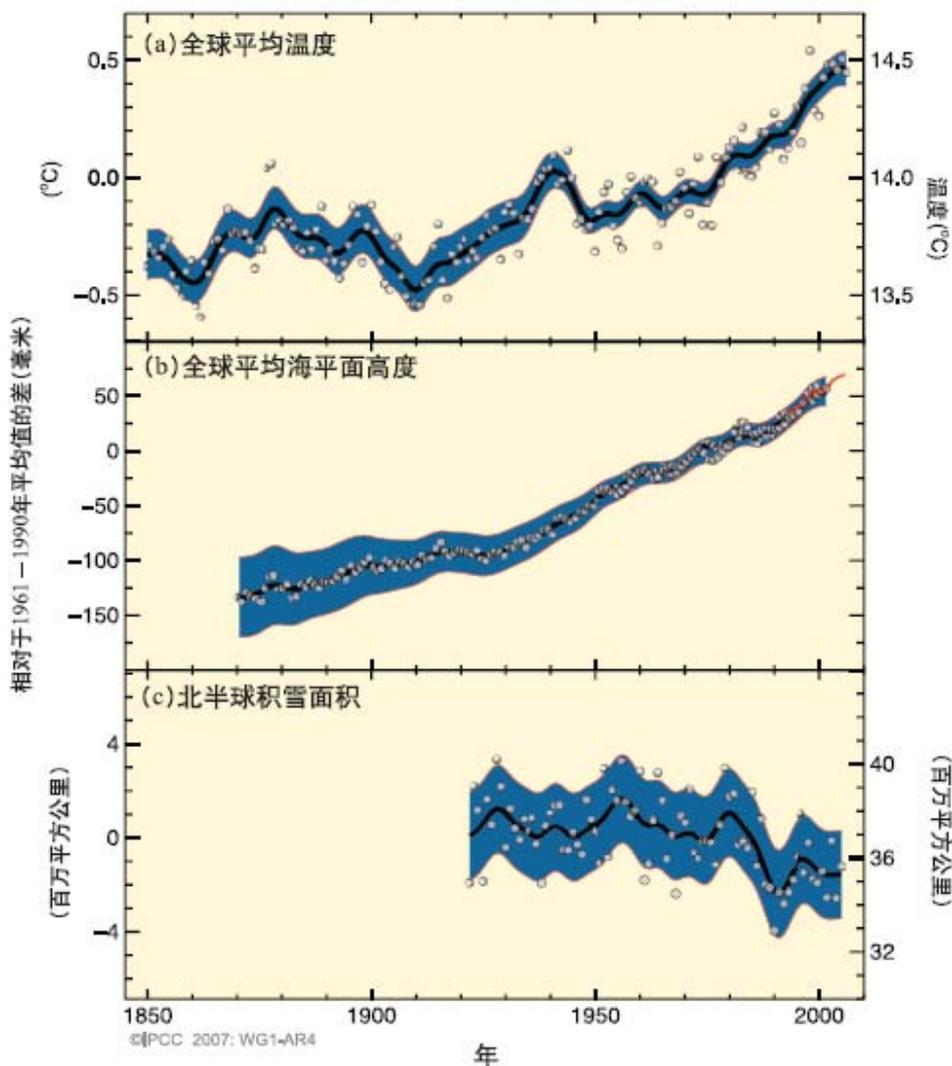


圖 2-2 過去 150 觀測到的全球平均溫度、海平面與北半球積雪變化。(資料來源：IPCC，2007：氣候變遷 2007：綜合報告)

#### (四) 變遷的原因

氣候變遷的探討，在許多的報告當中皆以工業革命為人類活動對大氣影響的起點，在過程中，追尋著重要論證為氣候變遷為自然演替或是人類活動所致，而 IPCC 的報告中也無法百分之百完全地確定其看法，只能以八種不同的「可能」程度來闡釋研究報告中氣候變遷與人類活動的關係。不過，由 IPCC 第四版的報告指出，全球氣候變遷的現象越來越明顯，人類活動對大氣系統的影響越來越深刻，甚至取代

了自然演替作用，並且，報告中亦認定人類活動「非常可能」為氣候變遷的主因。IPCC 2007 認為從 20 世紀中葉開始全球暖化現象的原因非常可能(very likely，可能性> 90%)是由人類活動所釋放之溫室氣體所引起，相較於 IPCC 2001 認為的可能程度 (likely，可能性> 66%)，不確定性已大幅減少。

IPCC 第四版報告中，如下圖 3 之資料即可發現出溫室氣體巨幅成長的轉折時間點恰巧約為工業革命時期的 1750 年後才開始，在 1750 年之前約為 275-285ppm，但從 1750 年至 2005 年二氧化碳的濃度卻增加到 379ppm，在短短的時間之內約莫增加了 100ppm，每年約增加有 2-3ppm。

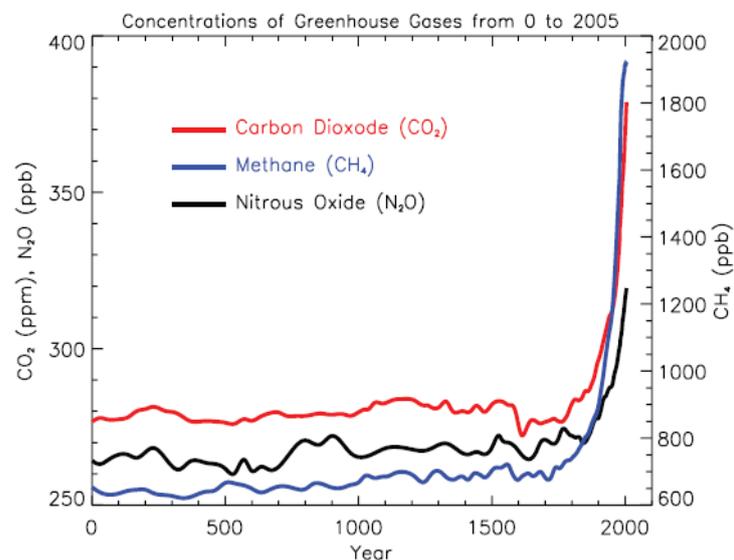


圖 2-3 溫室氣體增加趨勢

(資料來源：IPCC，2007)

導致氣候變遷的原因指向為人類開始大量利用生態資源、化石燃料以產生溫室氣體，但也有多方認為絕大數的溫室氣體是來自於海洋，為自然演替為冰河時期的現象，但不論如何溫室氣體的產生改變了地球大氣循環與運行狀態，而產生了過去在有科學氣象記錄以來未曾出現過的氣候異常現象，以及未來各地區氣候變化趨勢的改變，氣候變遷現象眾多且不斷有新的現象出現。

### 三、未來氣候變遷之情境模擬

IPCC 的研究報告中針對未來人類面臨氣候變遷的發展模擬如下幾種情境：

1. A1：為一個經濟快速發展的未來世界，全球人口在世紀中達到頂端後開始下降，新的更高的技術被迅速採用，隨著區域間平均所得差異縮小，基本活動主題主要表現，地區間的融合增加，能力建設增強，以及文化和社會間增加的交互作用。A1 情境可分為三個組合描述 A1 系統中技術變化分別：A1F：化石能源、A1T：非化石能源、A1B：所有資源平衡協調利用（不過份依賴某一種）。
2. A2：此為一個非常不均衡的世界，主要為自給自足以地方性經濟為主的情境，人口、經濟持續的成長，技術的進步較其他情境緩慢且零散。
3. B1：全球人口達到顛峰開始下降，經濟結構趨向於服務業為主的社會，經濟變化迅速，材料密集程度下降，並且採用清潔、高效資源技術，強調經濟、社會、環境的持續性，包括增加平等性等方面的全球性解決方案。
4. B2：焦點及終於社會、經濟、環境持續發展的地方性方案，隨著低於 A2 速率的持續性人口增長，經濟發展則處於中等水平，與 A1、B1 相比，技術變更緩慢且種類增多，主要強調地方和區域性水平的層次。

IPCC 第四次報告中對此四種情境下進行模擬，並在不同的社會、經濟與科技發展程度下，預測在四種情境下 2100 年時的二氧化碳含量，見下表與下圖，預測結果發現若將 2090-2099 年溫度與 1980-1999 年之平均溫度相比較，可估計地表溫度將升高 1.8°C-4°C，而四個情境當中以 B1 情境增溫的情形較為緩和，A2 情境增溫的幅度最大。而升溫狀況將視 2100 年前有多少 CO<sub>2</sub> 進入大氣層而定，當 CO<sub>2</sub> 濃度增加至工業革命前的兩倍左右（550ppm）時，全球平均氣溫增加 4.5°C 甚至更高。

表 2-1 21 世紀末全球平均地表溫度升高與海平面上升預估

个例	温度变化 (与1980-1999年相比, 2090-2099年时段的温度, 单位:°C) <sup>a,d</sup>		海平面上升 (与1980-1999年相比, 2090-2099年时段的高度, 单位:米)
	最佳估值	可能范围	基于模式的变化范围, 不包括未来冰流的快速动力变化
稳定在2000年的浓度水平 <sup>b</sup>	0.6	0.3 - 0.9	无
B1 情景	1.8	1.1 - 2.9	0.18 - 0.38
A1T 情景	2.4	1.4 - 3.8	0.20 - 0.45
B2 情景	2.4	1.4 - 3.8	0.20 - 0.43
A1B 情景	2.8	1.7 - 4.4	0.21 - 0.48
A2 情景	3.4	2.0 - 5.4	0.23 - 0.51
A1FI 情景	4.0	2.4 - 6.4	0.26 - 0.59

(資料來源：IPCC，2007)

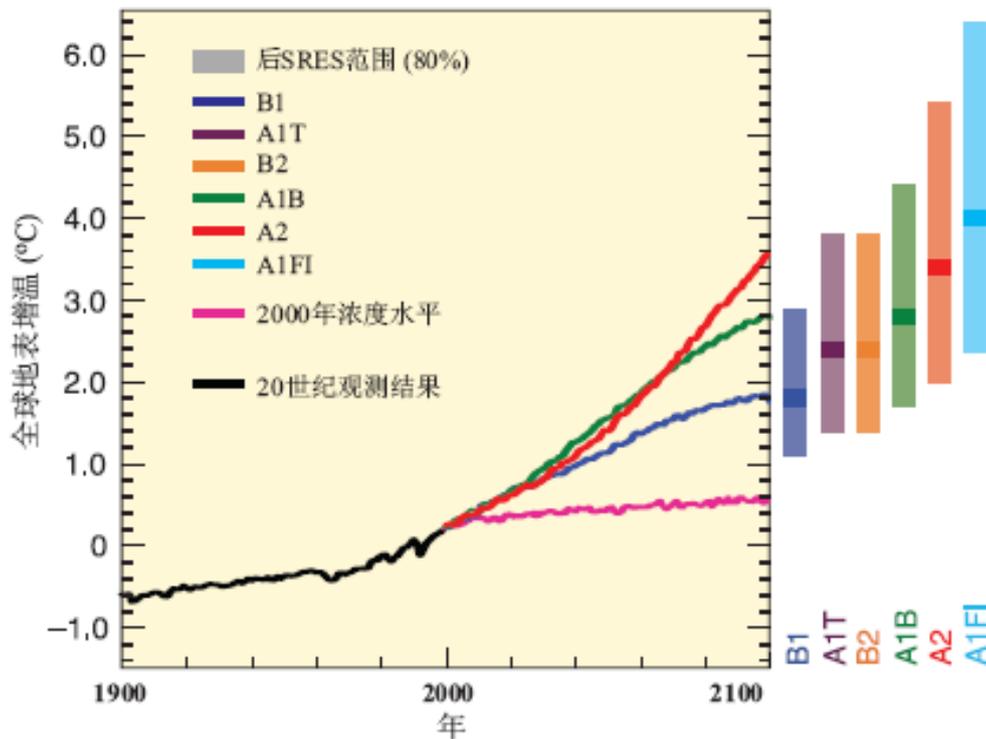


圖 2-4 2090-2099 年與 1980-1999 年預測之氣溫差距

(資料來源：IPCC，2007)

摘要歸納未來氣候變遷在不同情境模擬結果如下：

(一) 平均氣溫上升

考量不同情境的溫室氣體排放程度，模式預估未來 2000-2100 年之全球平均溫度將上升 1.8°C(低溫室氣體排放情境)至 4°C (高溫室氣體排放情境)，極端情況溫度會上升 6.4°C，上升區域集中在陸地及北半球較高緯度地區。

(二) 海平面高度上升

到 2100 年海平面高度上升幅度最嚴重的情形為上升 59cm，平均上升高度約為 10~20cm。

(三) 總降雨量

總降雨量在高緯度地區可能增多，而在副熱帶地區的陸地雨量會減少；針對東亞地區的預估，冬天雨量減少、夏天雨量增多。

(四) 極端事件頻率

熱浪及豪大雨之頻率極可能會持續增多，乾旱的強度與頻率將會增加，而由於海溫升高，未來之颱風可能更強及伴隨更大之降雨。

#### 四、臺灣氣候變遷模擬

氣候變遷對人類所產生之可能衝擊，必須採用多種全球模式對多種情境進行模擬，再將其結果加以綜合分析以提供未來氣候之不確定性解釋，其中在溫室氣體排放之情境模擬中，根據 IPCC 所公佈之社經情境模擬之數據，以 SRES-A2 和 SRES-B2 最常被使用，通常前者對於未來溫室氣體的預期排放量模擬較後者為多。目前臺灣大學全球變遷中心運用日本 CCS (CCSR/NIES AGCM+CCSR OGCM, Center for Climate System Research National Institute for Environmental Studies) 模式完成台灣地區氣候降尺度模擬資料進行氣溫及雨量的變遷模擬，並以 SRES-A2、SRES-B2 兩個情境進行全台灣地區氣候之模擬，以下將針對台灣地區之氣溫及雨量模擬結果作說明 (何明錦，2008)。

經由模擬結果可知，不管是 SRES-A2 或 SRES-B2，在溫度變化方面都有逐漸增高的趨勢，只是 SRES-A2 比 SRES-B2 升高幅度較大，溫度也都較高，主要是因為兩者對於未來生活環境之友善程度不同。從 2000 年、2050 年、2090 年的年平均溫度方面 (圖 2-5、圖 2-6) 來看，平原地區溫度仍是比山區較高，靠近山區之平均溫度從 2000 年之 14°C 左右上升到 2090 年將近 22°C，而平原地區則是從 2000 年氣溫大約在 22~23°C 左右，逐漸上升到 2050 年約為 23~25°C 左右，若到 2090 年年平均氣溫已將近 28~30°C，特別是台北盆地與西南沿海平原，溫度上升幅度相當大。

從整體的年平均溫度來看，不管是 SRES-A2 或 SRES-B2 的年平均溫度皆是上升，但還是生長可容忍之溫度範圍內。下面將針對夏季 (6、7、8 月) 平均溫度與冬季 (12、1、2 月) 平均溫度之模擬結果作分析說明，SRES-A2 中 2000 年、2050 年、2090 年之夏季平均溫度約落在 7~33°C 之間 (圖 2-7)，冬季平均溫度從 0~25°C (圖 2-8)；而 SRES-B2 中 2000 年、2050 年、2090 年之夏季平均溫度約落在 7~31°C 之間 (圖 2-9)，冬季平均溫度則是從 -2~25°C (圖 2-10)，由此可知，在夏季平均溫度 SRES-A2 較 SRES-B2 之溫度落差較大，冬季平均溫度反而是 SRES-B2 溫差較 SRES-A2 大，由數據中可知，SRES-A2 不管是在夏季或冬季所模擬出之氣候結果，比 SRES-B2 溫度要高，且至 2090 年溫度上升幅度相當大。

由台灣地區夏季平均溫度之模擬結果 (圖 2-7、圖 2-8) 可看出，在 SRES-A2 和 SRES-B2 下，台灣地區平原地帶在 2050 年時，平均溫度已達到 27~29°C，若再往後 40 年到 2090 年時，平均溫度已達到 29~31°C，在 SRES-A2 的模擬下，更有部

分地區之平均溫度上達 33°C，氣溫上升之速度是很驚人的，並且溫度較高之地區，多為人口集中或農作物主要生長之區域，如：台北盆地、西南沿海平原以及蘭陽平原與屏東墾丁一帶，未來確實需更加重視高溫頻率較高之地區，以防範氣候變遷所造成之危害。

冬季平均氣溫方面（圖 2-8、圖 2-10），在 2000 年時，SRES-A2 與 SRES-B2 的冬季平均溫度相差不多，直到 2050 年仍然維持此現象，人口聚集之平原冬季平均溫度約 20°C 左右，當時間來到 2090 年時，SRES-A2 的平均溫度則與 SRES-B2 的平均溫度相當，約在 20~23°C 間，而兩者在中南部之平均溫度較北部地區高，北部地區除台北盆地溫度較高外，其餘皆在 20°C 左右，緯度越低溫度逐漸升高，南部地區高雄、屏東冬季平均溫度都高達 24、25°C，此現象除了顯示冬季溫度與夏季溫度一樣持續上升外，也顯示出 SRES-A2 在冬季溫度上升幅度較大，SRES-B2 在冬季溫度上升幅度較小，不過不管在哪種情境下，未來台灣地區之溫度皆是呈現持續上升的情況，是值得加以重視的，特別是在溫度上升幅度較大之地區。

降雨量之模擬主要分為雨季（5-9 月）平均降雨量以及乾季（10-12、1-4 月）平均降雨量，在雨季平均降雨量方面（圖 2-11、圖 2-13），無論是 SRES-A2 或 SRES-B2 之模擬結果，從 2000 年到 2050 年而後到 2090 年間之變化情形，大致上皆呈現降雨量逐漸上升後下降的趨勢，不過變動的幅度依模式之不同而不一，在 SRES-A2 下，從 2000 年 3mm~25mm 間，逐漸增加到 2050 年的 6mm~70mm 之間，再逐漸減少至 2090 年 4mm~31mm 間，在 SRES-B2 下，從 2000 年 4mm~23mm 間，逐漸增加到 2050 年 6mm~40mm 之間，微幅減少至 2090 年 3mm~39mm 間；在乾季平均降雨量方面（圖 2-12、圖 2-14），則無上述波動較大之情況，並且兩種模擬情境變動幅度皆不大，SRES-A2 在此三年之平均降雨量大約都落在 0mm~18mm 之間，各年間乾季平均降雨量差異不大，SRES-B2 在此三年之平均降雨量也都約落在 0mm~23mm 之間，SRES-B2 之乾季平均降雨量較 SRES-A2 要來的多。

由台灣地區降雨量之模擬結果分布圖可知，降雨量在空間分布上，無論是 SRES-A2 或 SRES-B2 大致上呈現一致的狀態，降雨量較多之地區，在未來幾年仍然維持較多之降雨量，反之亦然。在雨季方面，雨量較多之地區多位於宜蘭山區以及南部山區，西部沿海平原相對而言降雨量較少；而乾季雨量較多之地區，則位於東北角海岸地區，以及宜蘭縣地帶，乾季降雨量較少之地區與雨季相同都為西部沿

海平原，比較特別的是在乾季降雨量較多之地區多位於北部區域，雨季降雨量較多之地區則多位於南部地區，未來對於水資源之規劃應謹慎考量降雨量之分布情況與變化情形。

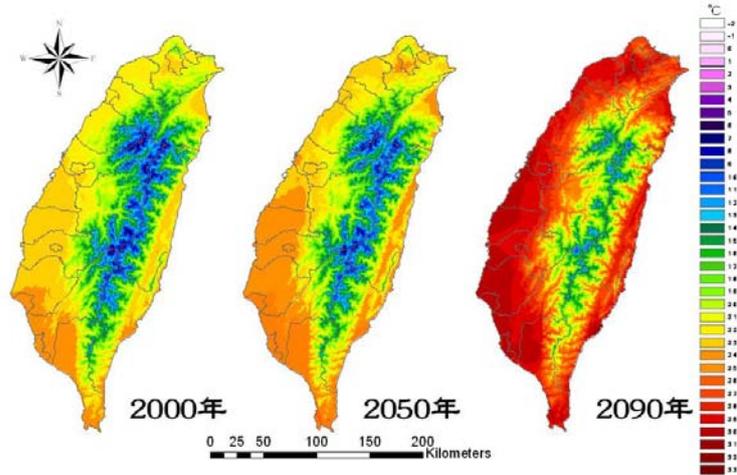


圖 2-5 台灣地區年平均溫度分布圖 (SRES-A2)

資料來源：全球變遷研究中心

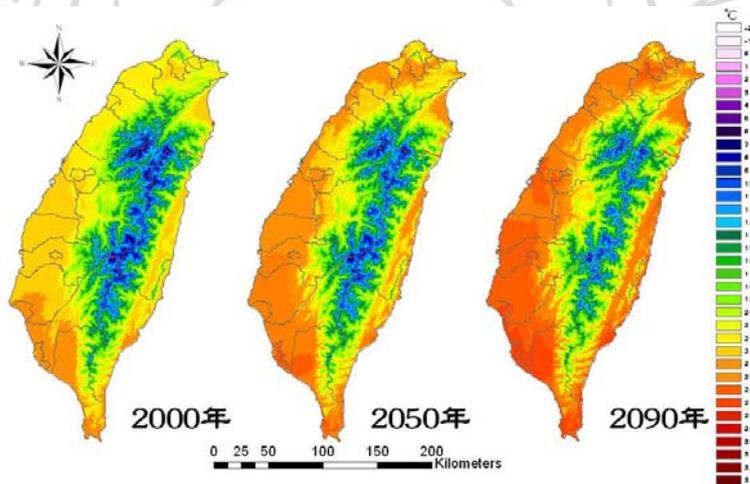


圖 2-6 台灣地區年平均溫度分布圖 (SRES-B2)

資料來源：全球變遷研究中心

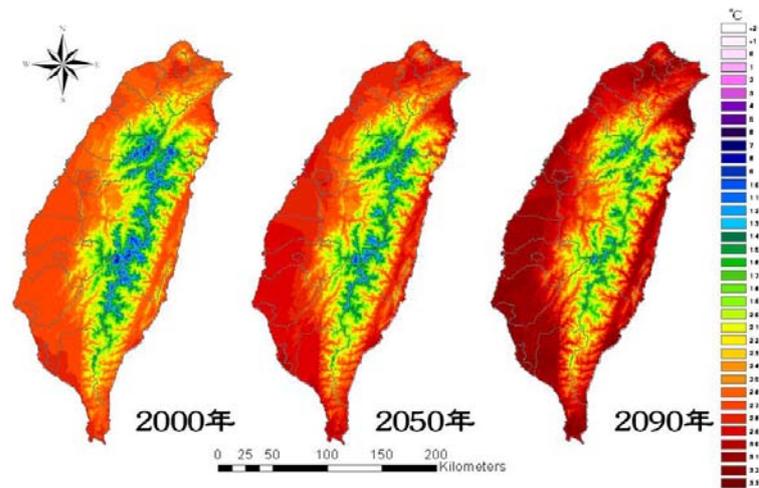


圖 2-7 台灣地區夏季平均溫度分布圖 (SRES-A2)

資料來源：全球變遷研究中心

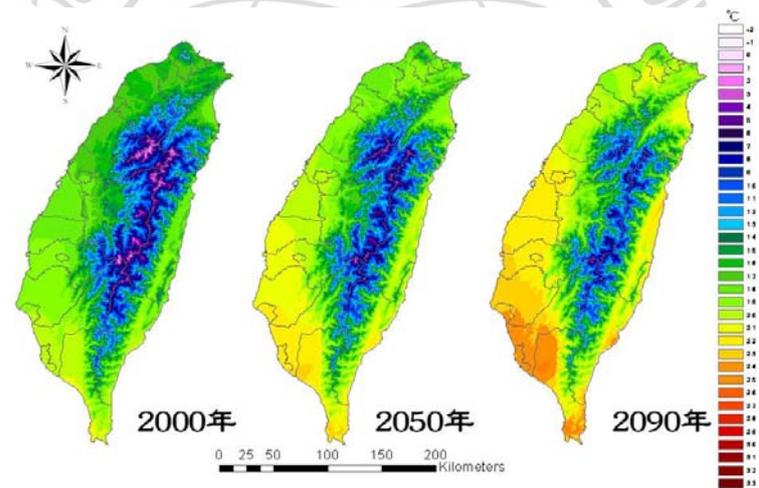


圖 2-8 台灣地區冬季平均溫度分布圖 (SRES-A2)

資料來源：全球變遷研究中心

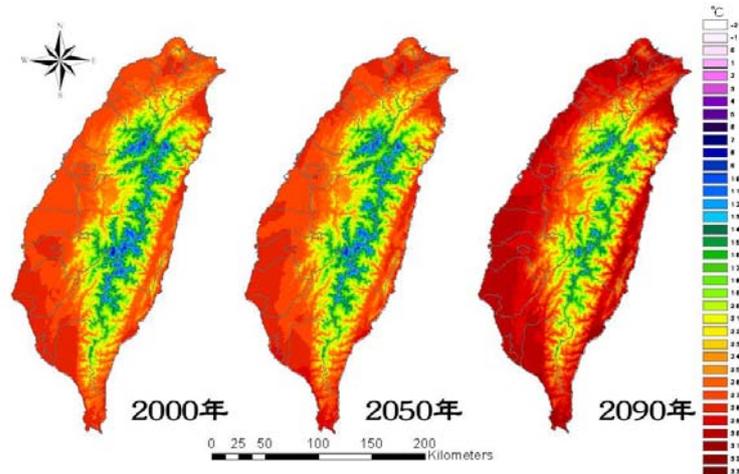


圖 2-9 台灣地區夏季平均溫度分布圖 (SRES-B2)

資料來源：全球變遷研究中心

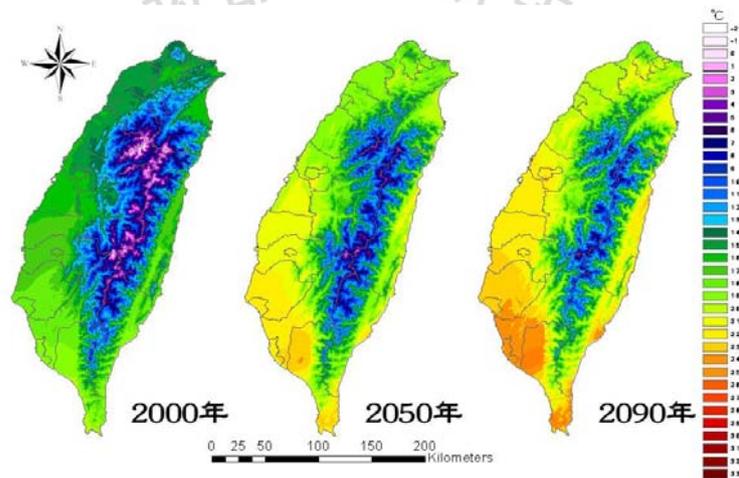


圖 2-10 台灣地區冬季平均溫度分布圖 (SRES-B2)

資料來源：全球變遷研究中心

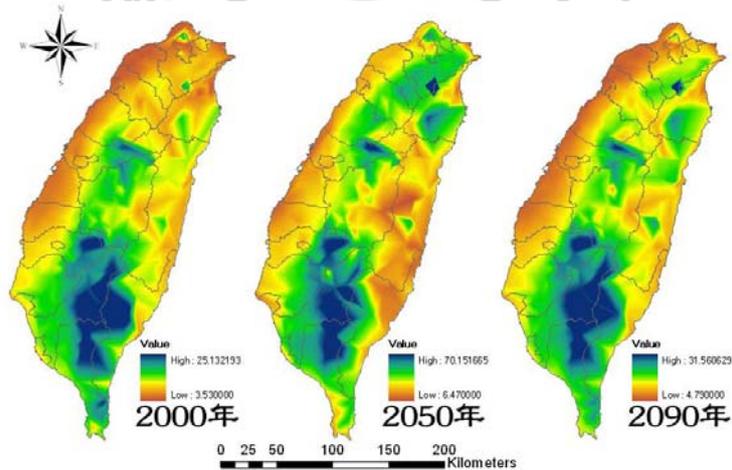


圖 2-11 台灣地區雨季平均降雨量分布圖 (SRES-A2)

資料來源：全球變遷研究中心

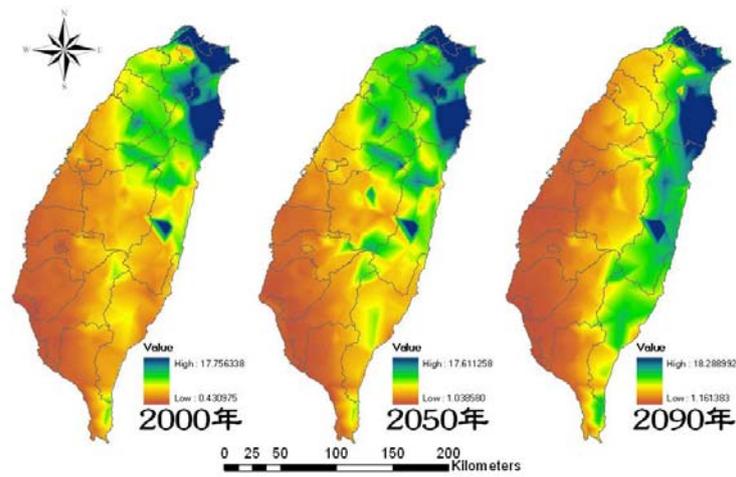


圖 2-12 台灣地區乾季平均降雨量分布圖 (SRES-A2)

資料來源：全球變遷研究中心

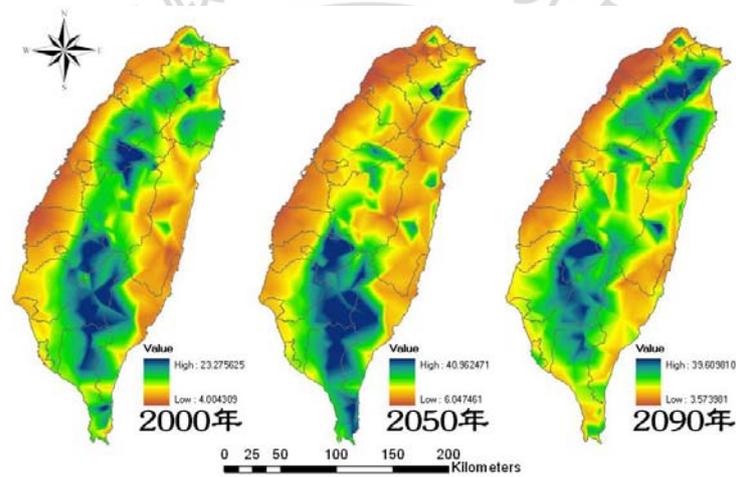


圖 2-13 台灣地區雨季平均降雨量分布圖 (SRES-B2)

資料來源：全球變遷研究中心

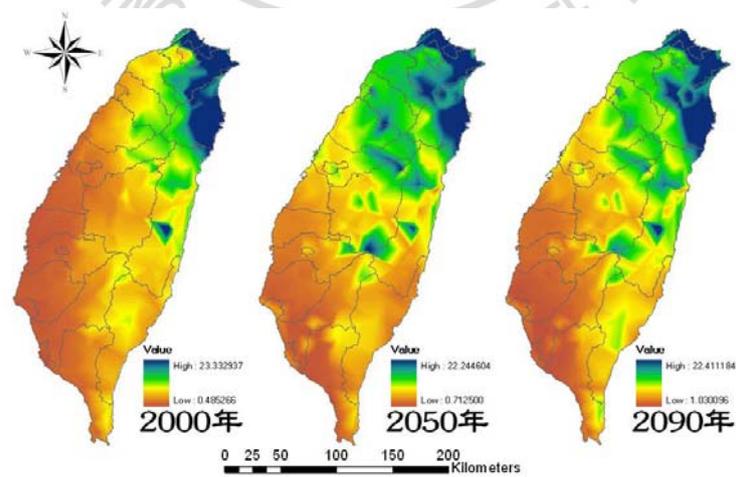


圖 2-14 台灣地區乾季平均降雨量分布圖 (SRES-B2)

資料來源：全球變遷研究中心

## 第二節 氣候變遷對區域與都市環境之衝擊

氣候變遷對環境、經濟、及社會系統可能會有許多正面與負面、直接與間接的衝擊，而那些衝擊會因空間、時間、及不同的經濟與社會層面而有所不同，與居住環境、資源的使用與當地社經環境狀況有相當大的關係，而氣候變化的規模與速度對人類來講是新的挑戰。即使氣候變遷對社會經濟系統的衝擊低於加上非氣候因素的衝擊，其邊際效應可能還是很顯著，且會使資源、基礎建設、及主管這些事項之發展與主管機關承受越來越重的壓力。本節簡單地回顧這些衝擊、脆弱度，下一節再探討國際間與歐洲國家氣候變遷調適政策。

### 一、氣候變遷的衝擊面向

從氣溫上升、降水變遷、海平面上升、冰雪消溶以及極端天氣的產生如此氣候變遷所產生的現象，對人類社會無論經濟、生活亦或環境社會之自然生態、物種保育、景觀等等皆帶來前所未有的影響。氣候變遷即為一種改變，改變的過程當中將直接或間接的對系統產生衝擊，而在系統的各層面中亦對於不同現象的產生有不同的衝擊發生（詳下圖），以下將對於氣候變遷所帶來的衝擊進行說明：

依據聯合國氣候變遷小組(IPCC)第二分組之「IPCC Climate Change 2007:

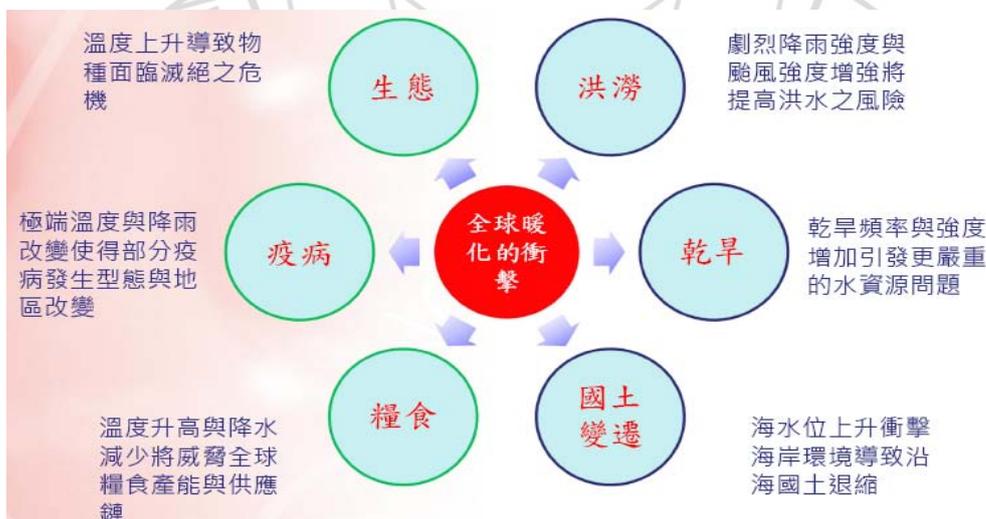


圖 2-15 全球氣候變遷衝擊面向  
(資料來源：陳亮全、2007)

Impacts, Adaptation and Vulnerability」報告，有關氣候變化所導致的衝擊主要發生在六大領域：

(一) 水資源及其管理：

熱帶地區的水量可能會增加 10-40%而造成淹水災難，其他地區的水量反而會減少 10-30%而帶來乾旱等問題。幾乎所有區域在水資源管理方面會逐漸遭到困難。

(二) 生態環境：

全球暖化所帶來的大部分現象對生態環境有負面的作用。鑑於氣候變遷的嚴重性以及迅速進行，很有可能會超出生態環境的恢復能力範圍，因此大約二成至三成的植物以及動物種類將面臨絕種，此現象一旦發生，便會造成生態的更多負面變化，也使得適應能力降低。

(三) 糧食、纖維以及森林物品：

由於暖化的關係，許多地區的農產品產量會下降而造成營養不良、飢荒等問題；另外尤其是溫帶地區可能會發生糧食、纖維物以及樹木生產量的上升，不過暖化一旦超過三度，此趨勢也會逆轉。

(四) 海岸以及臨海區域：

海岸地區將因為海平面的上升、土地侵蝕以及人為因素而會面臨嚴重危險，另外珊瑚的白化事件會增加，可能導致珊瑚族群的大量消失。對人類來講，淹水可能會成為普遍現象而造成嚴重的後果，颱風等地區性的氣候極端現象也會使得該情況惡化。

(五) 經濟、居住和社會：

全球暖化與氣候變遷在經濟方面所導致的損失會超越其所帶來的利益，隨著變化的嚴重性，損失也就跟著上升。尤其是貧窮地區的社會將會所受衝擊愈大，一方面最大的變化很有可能在第三世界地區發生，另一方面那些社會因資源和科學專業經驗的不足而缺乏發展國家所具有的適應能力。

(六) 健康：

全球氣候變化將很有可能會對許多人口健康產生危害，尤其是未發展國家因為

缺乏適應能力而無法健康問題的惡化。在溫帶地區暖化也許會使得低溫所造成的死亡率下降，但是由於高溫以及臭氧氣的增加卻會造成夏天死亡率上升。

根據此報告，許多變化及後果已經無法避免，因此人類接下來得進行生活各領域習慣的調整，同時也須加強對變化的適應潛力，而為預防問題的持續惡化，也需快速地加強對策及其實踐。目前的措施並不足以中斷或者減輕氣候暖化和其作用，而由於其他非氣候因素如HIV 等疫病、戰爭等等，也不斷地產生對生態環境的衝擊，故應大量加強調適措施。

## 二、脆弱度與空間面向分析氣候變遷衝擊

進行調適政策之前須先有衝擊評估 (impact assessment) 與脆弱度分析 (vulnerability analysis)，再針對脆弱度部門或地區進行調適，加強其在氣候變遷下的適應能力。除以上IPCC 列舉六大領域外，氣候變遷造成環境、產業部門的脆弱度關係如下表所示。氣候變遷包括氣候變異情形的發生，天然脆弱度包括洪氾濫、河川流量減少、海水入侵、極端溫度與超大暴雨等，影響農漁林業、畜牧業、公共建設、人體健康、生物多樣性、聚落等部門。針對不同部門的影響須進行不同調適政策研擬，以區域性的空間尺度採取因地制宜的調適作法。

表2-2 氣候變遷與環境、部門脆弱度關係

	現象	天然脆弱度 (physical vulnerability)	部門脆弱度 (sectoral vulnerability)
氣候變遷	平均氣溫上升 平均降雨量增加 海平面上升	洪水氾濫 河川流量減少 海水入侵 乾旱	農業 漁業 林業 畜牧業
氣候變異	不規則降雨發生 不規則潮汐發生 颶風與暴雨出現頻率增加	河道改變 極端溫度 超大暴雨 土壤沖刷	公共建設 工業 生物多樣性 人體健康 人類聚落 能源 交通

(資料來源：陳起鳳、柳中明，2008)

因此氣候變遷衝擊對應到空間面向，大致可分為下面幾項：

- 1、在水資源管理方面，受乾旱影響之面積會增多，但基於豪大雨頻率之增多及海平面持續上升，位於東南亞沿岸地區之淹水災害極可能增多。因氣候

變遷、人口增加及生活水平之提高，淡水之供應在中亞及東南亞會持續減少，至 2050 年將會十億人口受影響。

- 2、如果全球溫度上升超過 1.5-2.5 oC，將會有 20-30%之動植物瀕臨絕種之風險會增加。
- 3、在氣候變遷中氣候敏感與脆弱度極高之區域為位於沿岸地區及河流洪泛地區，這些地區通常包含工業區或急速發展之都市。
- 4、因氣候變遷所帶來之水循環之改變可能為東南亞地區帶來更多的疾病。

## 二、對亞洲地區的衝擊與可能引致之災害

世界百分之六十的人口聚集在亞洲，人口數約有四十億人，其中超過一半的人居住在沿海地區，受到海平面上升直接衝擊。根據世界銀行 2005 年公布的”NATURAL DISASTER HOTSPOTS: A GLOBAL RISK ANALYSIS” (World Bank, 2005) 的分析報告指出，天然災害直接衝擊人命損傷與經濟損失，會因地理位置與社會經濟發展程度不同，不同地區呈現不同等級的易損性與風險程度；其中天然災害包括颱風、洪水、乾旱、坡地災害、地震與火山爆發，而前四項的發生原因與降雨有關，也因此氣候變遷可能引發的衝擊不容忽視。圖 2 顯示亞太地區，尤其是東亞與東南亞地區所面臨的洪水威脅，無論是死亡率 (Mortality)，經濟損失 (Total economics loss) 與經濟損失佔的 GDP 密度比例 (Ecnomics loss as a proportion of GDP density) 都是最高風險的等級。

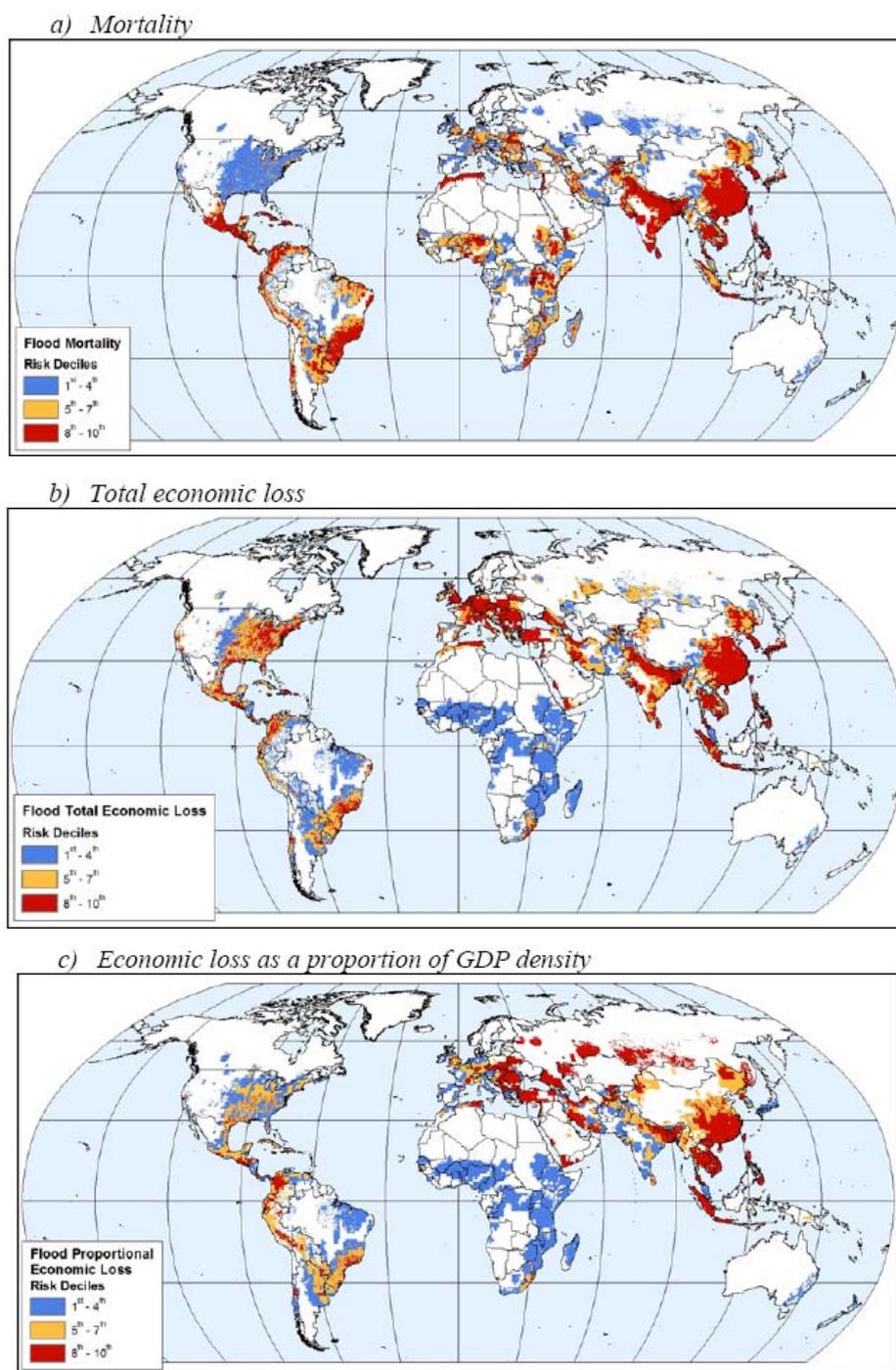


圖 2-16 Global distribution of flood risk. 分別為洪水災害帶來的風險程度，圖 a~c 分別為死亡率、經濟損失與經濟損失佔 GDP 的比例。  
(資料來源：世界銀行，2005)

氣候變遷造成區域性水循環的變化，也會威脅到食物生產以及供應安全。在印度，大規模的乾旱發生。中國北部乾旱發生頻率增加，造成嚴重的農業損失，而在

中國西部，大約 82% 的冰河逐漸衰退中。印度超過 6500 公里的低漥地區，數百萬印度人受到海水上升的威脅。強度大的暴雨造成洪水氾濫的機會增加，在過去幾年，中國已經發生多次的洪水，但在中國的乾旱地區，溫度從 1970 年開始上升，降雨量降低。關於亞洲國家在氣候變遷的衝擊與調適作法，如下分項說明（陳起鳳、柳中明，2008）：

### ◎都市

都市與氣候變遷的關係複雜且有兩方面矛盾的關係，因在都市地區，能源的消耗與石化燃料的使用為造成氣候變遷的主要因素，但都市本身卻也受其衝擊影響甚劇。中國大陸是全世界人口數最多的國家，快速的都市化過程，因大量人口遷徙到都市，使得都市地區對於極端氣候事件的因應機制會受到影響，災害風險提高。印度的金融都市-孟買 (Mumbai) 受到海平面上升的威脅，可能會造成非常大的金融損失。香港在全球暖化與都市化結合的情況下，該都市的冬天可能在 50 年內消失，在 1967 年至 1990 年間，冷天的天數 (0-12°C) 在冬天平均有 21 天，但從 1990 年以來，晚上溫度超過 28°C 的夏天天數已經上升了 4 倍。因為都市化的關係，熱氣停留在都市高樓大廈間，到了晚上也沒辦法完全消散，因此造成晚上的溫度也居高不下。孟加拉的首都 Dhaka 也遭遇到洪水以及高溫的壓力。降雨量增加以及喜馬拉雅山的融冰導致洪水氾濫的危機，而每逢雨季的排水問題本來就是一個長久以來待解決問題，如今氣候變遷的影響，對於原本排水不良的 Dhaka 帶來更大的傷害。

### ◎能源

亞洲快速發展以及裝設大量的清潔能源、再生能源設備，各式各樣的再生能源組合系統以及各種不同規模的再生能源都在使用。2004 年，全世界最小的國家 太平洋島國-紐埃 (Niue) 受到龍捲風的襲擊，損壞了 70% 的公共建設，該國政府在重建時，將紐埃國建造成世界上第一個百分百使用再生能源的國家，不再需要仰賴進口能源原料。印尼目前有大約六百萬的土地，用來種植油棕 (oil palm)，而印尼政府正積極擴大生物燃料的發展，2007 年政府簽署了 58 個協議書，共價值美金一億兩千萬元生物燃料，預計在 2010 年每天可生產 200,000 桶油，因此取代該國總石油需求量的 10%。但同時，這樣的發展估計會增加每年三億噸的二氧化碳排放量。

### ◎健康

全球暖化對於人體健康的危害是非常多面向的，孟加拉已經出現一些與氣候變遷相關的疾病，包括瘧疾、腹瀉、皮膚病、氣喘、高血壓、登革熱、痢疾以及黑熱病 (kala-azar) 的發生率在亞洲國家都逐漸上升，尤其是夏天的發生頻率更高。氣候變遷影響溫度、降雨以及環境鹽度，這些都會直接影響到疾病的發生，或者是脫水、營養失調、熱病等症狀。氣候變遷尤其會影響缺水國家，而在缺水國家中經由水體媒介產生的疾病已經佔死亡主因的 24%。

#### ◎移民 (遷徙)

氣候變遷造成海平面上升，一些國家或地區包括孟加拉、各地的三角洲地區、低窪的太平洋小島等，目前都面臨到需要大規模遷徙，來適應氣候變遷衝擊。一般來說，人們都不願意被強制離開自己的家鄉，而且強制遷移行動也會造成民族融合、文化以及安全等重大的社會影響，也會有新舊民族衝突等問題。遷徙在氣候變遷調適策略屬於較為極端的手段。但在太平洋島國中，如萬納度 (Vanuatu)、吉里巴斯 (Kiribati)、吐瓦魯 (Tuvalu) 等國，一些沿岸地區因為海平面上升的影響，已經逐漸往內地遷移，Carteret Island 島上的居民在 2008 年前將全部移民到大陸。

#### ◎水資源及乾旱

過去幾十年來，喜馬拉雅山冰河的消退速度加速，造成亞洲主要七大河川-恆河 (Ganges)、印度河 (Indus)、雅魯藏布江 (Brahmaputra)、薩爾溫江 (Salween)、湄公河 (Mekong)、長江 (Yangtze)、黃河 (Huang He) 的洪水氾濫機會增加，但長期下來，河水流量卻是減少。中亞的水資源壓力較大，農業系統以及生態系統受到降雨量的降低而出現危機，例如伊朗因為乾燥氣候，使得水資源供應困難。伊朗有 94% 的水使用在農業生產，而其中 55% 仰賴地表水資源，因此氣候變遷造成的乾旱將對伊朗的食物供應造成極大衝擊。所以部分地區開始尋求耐旱的作物，如巴基斯坦農民開始耕作扁豆 (gram)，作為新的食物來源。

#### ◎海水及海岸

在 2004 以及 2006 年間，亞洲沿岸經濟與環境受到海平面上升、暴雨侵襲、海岸沖刷以及海水入侵等，造成極大的損害。2006 年長江三角洲地帶，因為海水入侵以及海岸線沖刷，造成上海市的水資源供應受影響，地下水與土壤的品質也受害，甚至地方的生態系統也遭受破壞。因為海岸線提供許多生物的棲息處所，又許

多小農民、漁夫的生計都受到海平面上升影響。越南的海平面上升約一公尺，每年造成170億美元的損失，超過12%的肥沃土地消失。50%的人聚集在紅河 (Red River) 與湄公河沿岸低窪地區，超過1700萬人被迫失去家園，其中1400萬居民即居住在湄公河三角洲地區。柬埔寨長達435公里的海岸線也受到氣候變遷影響，很多經濟活動因為都須重新思考並設計。例如原本紅樹林被砍伐作為木炭來源，但因為紅樹林具有緩和暴雨與潮汐的沖刷，因此紅樹林保護的價值與經濟需求之間的平衡將重新估算。

### ◎生物多樣性與環境

在越南，林木砍伐與水污染問題已經導致豐富的生物多樣性受損。研究指出，海水上升90公分將造成越南1/3的保護區損失。在泰國的湄公河地區擁有非常豐富的生物多樣性而被認為是生物熱點 (biological hotspot)。但有1/6的國家公園以及野生動物保護區受到氣候變遷下平均溫度升高以及降雨量增加，而有明顯的負面影響產生。

## 三、亞太地區可能面臨的災害威脅

### (一) 亞洲

- 1、作物減產 (2.5 到 10%於 2020 年代)
- 2、水資源問題：中、南、東、東南亞大河流域可用淡水減少
- 3、增加4億九千萬人陷於飢荒 (2020 年代)
- 4、南、東南亞增加洪水風險
- 5、因海升及淡水流量減少造成海水入侵，損害養殖業及近海大都會的基礎建設
- 6、因消化類疾病，南、東南亞疾病與死亡率增加

### (二) 小島國家

- 1、超過50%人口在離海岸1.5公里內，重要設施均在海岸，氣候變遷將加劇淹水、侵蝕
- 2、很有限的水資源供給。太平洋海島預估有10%平均降雨減少(2050年代)。
- 3、氣候變遷加劇聖嬰現象衝擊重要產業-漁業。
- 4、氣候變遷造成海岸侵蝕、珊瑚礁白化、文化資產因淹水損失，暖化減少觀光需求，將衝擊重要產業-觀光。

- 5、 低緯度島嶼疾病與死亡率增加。



### 第三節 氣候變遷衝擊調適策略之國際發展

因應全球氣候變遷，國際行動分為兩大主要方向，一為溫室氣體減量，常以 mitigation 稱之；另一為氣候變遷衝擊調適，概稱為 Adaptation。溫室氣體減量在京都議定書下規定了簽署國的減量目標，並有相關國際合作機制，幫助各國達成目標。然調適工作由於各國發展狀況與所受氣候變遷衝擊各異，在國際上尚未有一致的作法，脆弱度較高的地區或低度開發國家中已遭受危害者有開始進行調適外，多數開發國家多致力於減量行動，尚未開始進行調適工作。目前國際調適政策研訂流程與所採用的工具如圖 1 所示。（陳起鳳、柳中明，2008）。

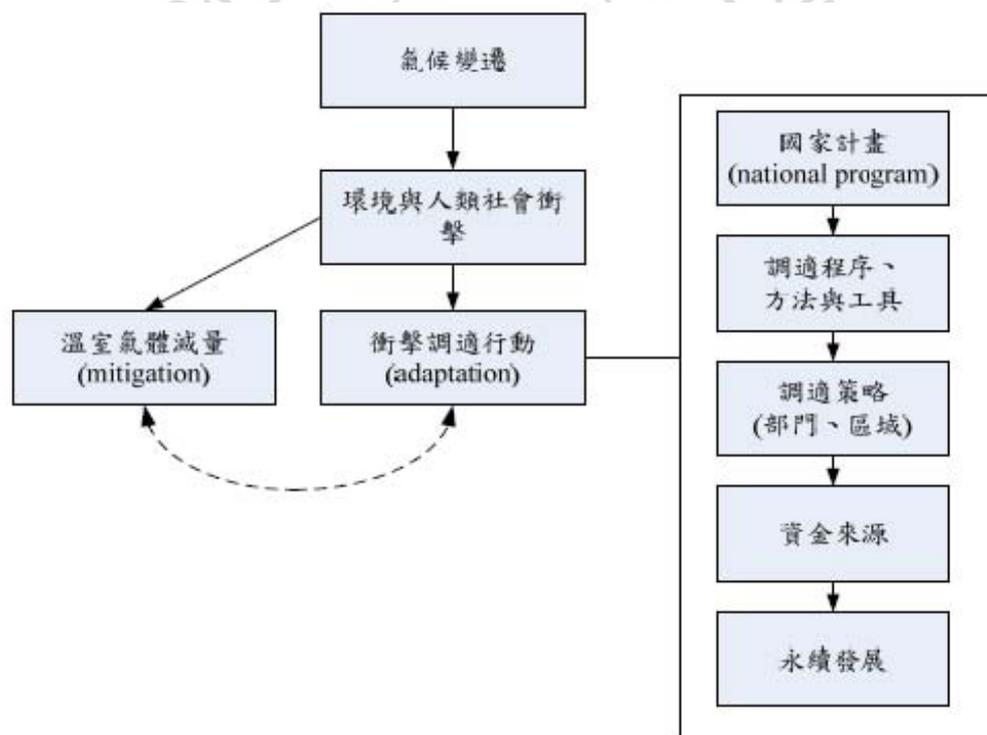


圖 2-17 氣候變遷與調適行動關係圖

（資料來源：陳起鳳、柳中明，2008）

## 一、調適措施

### (一) 調適的意涵

人類並不是氣候變遷的消極受害者，減緩或減災(mitigation)與調適(Adaptation)措施的時間點與範圍，受到對解決氣候變遷的不確定性而意識到的需求與警戒間的緊張度影響(Pearce 1991; Lemons and Brown 1995)。

歐盟所屬的歐洲委員會(Commission of the European Communities)在2007年於布魯塞爾所發佈的「歐洲氣候變遷調適-歐盟行動選擇(Adapting to climate change in Europe – options for EU action)」對調適的定義為「調適是氣候變遷(如目前與未來的降雨量增加，溫度升高、漸稀少的水資源或頻率增高的暴雨等狀況)的因應措施，目的在降低來自現今或未來的風險與損失衝擊，以成本有效或增加潛在利益的方式予以因應。調適行動例如更有效的使用日漸稀少的水資源、調整現有的建築法規以因應未來氣候與極端氣候事件、興建防汛牆，針對海平面上升提高防波堤的高度，種植耐旱作物，慎選能經得起火災與風暴的森林林種與林葉，研發空間計畫與通道以助於物種遷移。

調適策略可涵蓋國家、區域層級的策略、甚至社區或個人採取的實際行動。調適的方法應用於自然與人類系統，是可預期、可回應的。確保整個投資行為整個生命週期的永續性有將氣候變遷納入考量，乃是所謂的"climate proofing"。換言之，調適乃是承認氣候變遷的不確定性與威脅，所採取的無悔的措施(No Regret Actions)。

### (二) 減緩與調適

減緩行動著重在減少二氧化碳的排放、回復人類所造成的環境改變趨勢的人類能力，在IPCC2007出版的AR4對減緩的定義為「旨在減少源頭投入和單位產出排放的技術變化和替代，雖然一些社會、經濟和技術政策可減少排放，但就氣候變遷而言，減緩則意味著實施有關減少溫室氣體排放的各項政策。」

相反的，調適措施所代表的是適應氣候變遷，以降低社會及生態系統的缺失，而這經常被解讀為承認無法及時回復氣候變遷的現象。

成功的減緩行動有賴於國際合作，而成功的調適措施則有賴於地方財力、技術

與人力資源。同樣的，減緩行動將造福全球，而調適因應措施將造福地方。因此，減緩行動經常被當作適當的氣候變遷問題因應措施來推廣。減緩行動及調適措施需併行發展，而將珍貴的資源放在適當的政策及投資策略上，而調適與減緩兩者都密切關係到土地使用、都會發展及其相關的社經及技術問題。

### (三) 調適措施的範圍

調適措施的範圍包括分享或承擔損失、主動地降低或預防缺失。某些因應措施可能是針對特定的氣候事件—像是在地下室或隧道安置抽水機，以因應越來越多的降雨量，或者增加氯消毒飲用水，以避免高溫時的疾病傳染問題。其他的可能是一些警報系統，如安置可及早警示兩極化氣候事件發生的預警系統、調整農業與森林管理實務、基因工程農作、重新檢討設計橋樑以因應高水量沖刷問題、電線埋設於地底下以降低風雨、與冰風暴的影響(Frankhauser 1996)。

## 二、 聯合國氣候變化綱要公約相關規定

「聯合國氣候變化綱要公約」(UNFCCC) 重視氣候變遷下的調適問題，公約內容指出：所有締約國將「為氣候變化的衝擊調適做準備合作；發展適當精心製作的沿海水域管理、水源和農業，和為地區的保護和修復的聯合計劃，特別是受乾旱和沙漠化，甚至洪水影響的非洲。」同時指出：所有締約國將「在可行程度上，在他們相關的社會、經濟和環境政策行動，和使用適當的方法，例如衝擊評估，制定和全國性決定減緩或調適氣候變化的項目或措施，使對經濟、公共衛生和環境品質的不利影響減到最小，來考慮解決氣候變化。」第 4.4 條則指出：已開發的締約國和其它包括在附件二已開發的締約國將協助對氣候變化的不利影響特別脆弱的發展中締約國，付給那些不利影響的調適費用。

UNFCCC 根據締約國屬性不同，分為附件一 (Annex I) 與非附件一 (Non-Annex I) 國家，附件一國家為工業國家，屬於已發展國家，而非附件一國家為發展中國家，其中 50 個國家被聯合國認定為最低度開發國家 (LDC)，屬於受到氣候變遷負面衝擊較嚴重的發展中國家，且能力有限來適應氣候變遷變化，所有會員國應給予適當的資金與技術支援。UNFCCC 要求各國必須針對氣候變遷提供適應方案，其架構如下圖所示。

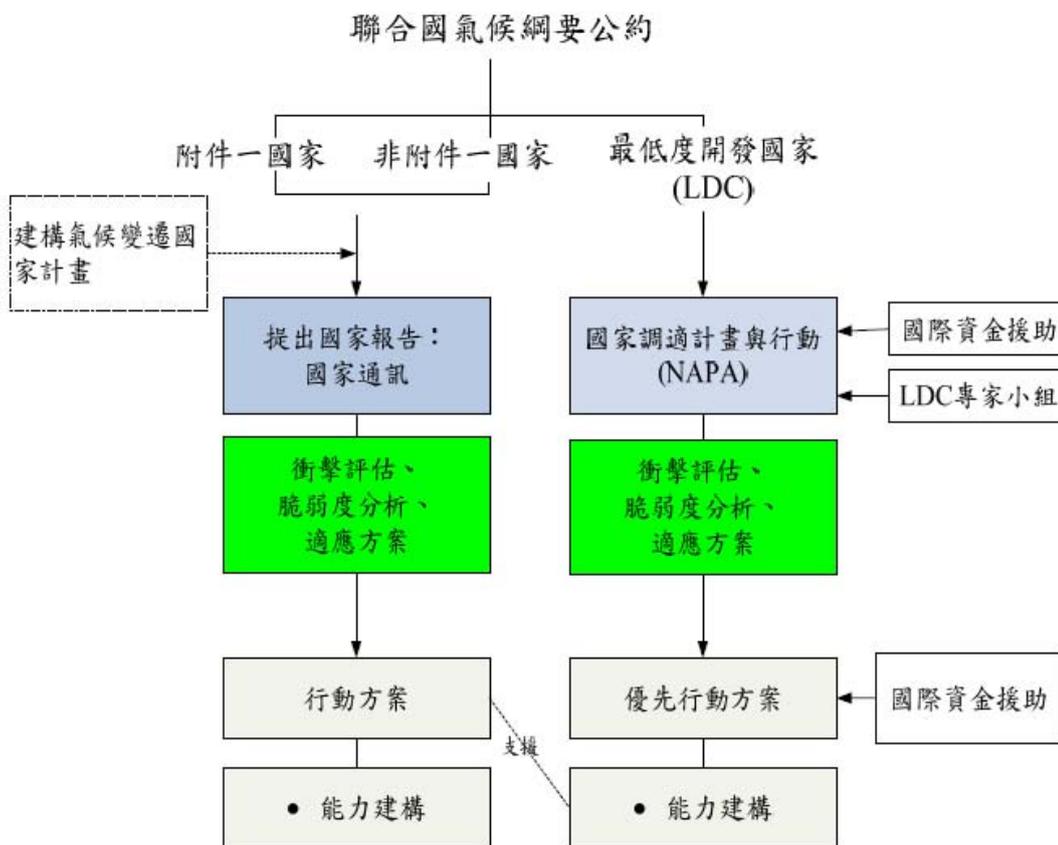


圖2-18 聯合國氣候變遷綱要公約中各國適應方案建立之系統架構  
(資料來源：陳起鳳、柳中明，2008)

依照 UNFCCC 規定，附件一與非附件一國家在公約規定下，都必須提出因應氣候變遷的國家報告(National Reports)，在公約下稱為各國的國家通訊 (NC)，而 LDC 國家則提出國家適應行動計畫 (NAPA)(依照 COP7 第 28 條規定)。NCs 一般由各國先進行國家計畫，訂定國家目標等，再由國家計畫內容與實行成果撰寫成 NCs，提交聯合國。而 LDC 國家因為相關專業知識與能力不足，通常由聯合國指派支援，在第七次締約國大會 (COP7) 規定 LDC 必須提出 NAPA，亦同時規定成立 LDC 的專家小組 (LEG)，提供 LDC 國家在準備以及執行氣候變遷國家適應行動 (NAPA) 的諮詢與協助 (Decision 29/COP7)。無論 NC 或 NAPA，在提出適應行動方案之前，都須經過三個階段調查：衝擊評估、脆弱度評估 (vulnerability) 以及調適策略 (adaptation)。最後的適應方案多包含相關專業能力以及知識的建立 (capacity building)，如訓練相關的專業人員以及教育不同階層的民眾，使全球變遷

成為全民了解並重視的議題。

相較於發展中國家，先進國家屬於氣候變遷影響中脆弱度較低的國家，氣候衝擊的影響較不明顯，所以先進國家目前實際進行的調適策略案例較少。但在 IPCC 第四次評估報告提出即使持續減量工作，未來的地球環境仍會比現在惡化，因此不管是低度開發國家、發展中國家或是先進國家，都應立即並積極籌備調適工作。多數國家目前的調適政策都在建構當中，目前已經正式宣佈或提出具體作法的國家並不多，其中荷蘭即為其一。

### 三、 歐盟氣候變遷調適方向

氣候變遷調適策略是歐洲氣候變遷政策的新領域。歐洲氣候變遷計畫(European Climate Change Programme)中的第二工作小組(ECCP II)的目的就是在開發出調適策略，改善歐洲國家在氣候變遷影響下的適應能力，並鼓勵將氣候變遷調適策略整合進其他的國家政策當中，包括歐盟層級、國家層級或是地區層級。

#### (一) 建立國家調適策略(Building National Adaptation Strategies)

ECCP II 小組定義歐盟層級的政策方向，然後由各國家來進行。歐盟委員會已經召開了 10 個不同產業的調適會議，尋求各產業可行的國家調適政策。該小組 2006 年所出版的“Building National Adaptation Strategies”(ECCP, 2006)，此報告則是綜合整理了這些會議中資訊，提出如何發展調適策略。

內容包括現有歐盟層級的政策或是相關計畫，歐盟並無直接要求各會員國必須提出該國家調適策略，但在調適領域上，也有一些已經在進行的研究，可以幫助未來策略的制定。除了歐盟政策外，也整理了各會員國或地區中已經在執行的相關計畫。在報告的後半段，則是提出現有狀況尚待加強的建議，以及未來 EU 層級可能的政策方案等，作為參考。

#### (二) 歐洲氣候變遷調適-歐盟行動選擇

歐盟(EU)所屬的歐洲委員會(Commission of the European Communities) 2007 年在布魯塞爾發佈綠皮書(Green Paper)「歐洲氣候變遷調適-歐盟行動選擇(Adapting to climate change in Europe – options for EU action)」政策文件，文件內容指出氣候變遷對歐洲地區的衝擊，而面對氣候變遷的挑戰，其出發點認為在歐盟

的層級上，應採取一個綜合的、協調的方式來處理氣候變遷調適問題。因為歐洲的物理、生物和人類系統具豐富多樣性，而在很多方面，氣候變遷調適需要一個跨越邊境的做法，而需與其各會員國與其他國家合作行動，文中建議應採取的政策與行動回應，焦點放在歐盟的角色上，涵蓋各會員國中央層級、區域層級、地方政府層級可採取的有效調適方向與策略。

許多措施必須被採取或實施，各方面的努力也必須互相配合，以符合成本效益的方式來進行，這需要動員所有層級的人士。此外，某些行業（如農業、水利、生物多樣性、漁業和能源網絡），將主要在歐盟等級整合，透過單一市場和共同的政策，以達成適應目標直接獲得效益。氣候變遷調適應納入各項歐盟方案中，如研究、凝聚力、跨歐洲網絡、農村發展、農業、漁業、社會基金、外部的行動和歐洲發展基金等。這些都需要歐盟會員國之間的團結，以確保貧窮和處境不利地區及那些將被氣候變化打擊嚴重的地區，將能夠採取必要的措施。歐洲具有人力資源能力、技術能力和財政資源，應採取強而有力的領導地位，因此歐盟會員國應該表示氣候變遷調適問題的必要性，以及必須考慮納入所有歐盟的有關政策，樹立一個榜樣並加強合作，以適應氣候變遷這一全球性的威脅。

該文件架構如下：

- 1、將調適與減緩的觀點納入
- 2、過去的氣候變遷帶來的多面向影響引起全球關注
- 3、歐洲容易產生災害的地區
- 4、歐洲社會與公共政策的挑戰，必須採取調適行動挑戰
- 5、聚焦歐盟行動-彈性化
  - 5.1 執行並修改現存或未來的法令與政策時，需整合所有的調適措施、整合調適措施與現有歐洲盟資金贊助計畫結合、制訂新的政策回應
  - 5.2 統整適應措施成歐盟外在行動
  - 5.3 藉由透過整合氣候研究擴展知識根基,降低不確定性
  - 5.4 為歐洲社會、企業與公部門參與合作進行調適策略準備

政策文件開宗明義指出，歐洲社會與歐洲各國的公共政策必須面對氣候變遷帶來的挑戰與採取調適行動。茲將調適策略方向與空間規劃部門的調適內容略為：

- 1、從現在即開始規劃與進行調適行動

若無制訂初步政策回應氣候變遷，歐盟與其會員國可能被迫採取被動且無計畫的調適措施，且是突發性地面臨危機與疾病災害，而此種回應只會證明成本付出更多，且危及歐洲各國社經體系與安全。對於預測信誓旦旦回應其效應所採取的適應措施，必須從現在就開始做。

## 2、歐洲各國人民均有面對氣候變遷的調適角色

私部門、工業、服務業與個人均在調適行動中扮演重要角色，如

- (1) 採取軟性、相對較不昂貴的方法：如水資源保護、公眾參與規劃、提高對氣候變遷議題的意識；
- (2) 較昂貴的防禦與調整區位的方法：如增加堤防高度、將港口、產業與社區從沿海低窪地區搬遷到內陸或較安全的地區。

### (三) 都市規劃與營建部門的調適方向

全球城市人口數在過去的 50 年加倍，而估計到 2030 年將有 2/3 世界人口居住在城市，因此都市規劃、營建、水資源管理的調適方向為：

#### 1、都市規劃方面

- (1) 都市規劃及土地使用計畫需以長期眼光，來考量氣候變遷對都市環境的可能衝擊。
- (2) 分別以國家、區域及地方層級考慮災害衝擊，但相關的調適策略必須融入地方層級的政策中。
- (3) 公有土地的釋出須謹慎管理，因其可能對開放空間的維護及發展公平性、災害調適能力造成負面影響。
- (4) 都市計畫及政策必須具體，包含指定洪泛平原的限建、排水設施及堤防的改善、提昇泥地區位建築準則等。不同的區位的發展政策需考量其風險。
- (5) 鼓勵緊密發展。
- (6) 都市規劃政策對於所有面向，包含交通等基礎設施及能源供應，需考量關於減災調適之相關實施策略。

#### 2、過熱的問題

- (1) 提供綠地空間，尤其是住宅區及都市中心。

- (2) 提供適當的樹木遮蔭及相關表面水體。
- (3) 排水設施需確保於乾季時，植物仍有足夠的生長所需水源。
- (4) 提供建物的外部遮蔭，包含遮蔭設施、百葉窗等。
- (5) 提昇都市的透水性，包含提供更多的綠色空間、綠色屋頂、透水鋪面以增加蒸發散熱及降低洪泛災害。

### 3、建物環境方面

- (1) 建管規則需與都市規劃互補並相輔相成。建物改建需提昇建物品質，並處理夏季舒適度之議題。
- (2) 避免不永續的建築型態，例如需高強度地使用空調之建築。
- (3) 地方政府需進行公有建物品質提昇，以提供示範。
- (4) 提供營建環境專業者（決策者、規劃者、建築師、工程師等）訓練。

### 4、營建部門

- (1) 需提供低耗能建材。
- (2) 提供遮蔭及水供應系統（亦可降低水災）。
- (3) 計畫擬定需考量因不良天候所造成的施工限制。
- (4) 健康及安全議題的意識提昇。

### 5、水管理

- (1) 用整合性水資源管理策略，來提昇排水管理及規劃，以確保未來城鄉發展所需之水源。
- (2) 以阻隔或以可再生能源移至水源的方式，避免表面水源遭受污染。以封閉式地下水能源系統，避免地下水源遭污染。
- (3) 非飲用水源可考量做為工業等使用。
- (4) 減少浪費、減少使用及加強循環水資源利用。
- (5) 洪泛設施需考量風險的改變，包含改善堤防、增加新設施。
- (6) 高滲透土壤區宜予以保存，以提昇降雨時的入滲，減少逕流。
- (7) 相關投資需考量水資源保存及再利用科技。
- (8) 投資關於系統回復力的研發。
- (9) 提昇緊急應變及重建規劃的公共意識，以確保洪災發生後所採取之計畫的適切性。

這份綠皮書的重點是提供一個優先的、具緊迫性的一套可供選擇的調適行動。因此提出歐盟重點行動的四個支柱，靈活的四管齊下的辦法：第一，在歐盟內及早採取行動；第二，整合適應納入歐盟對外行動；第三，通過綜合氣候研究，減少不確定性，擴大知識基礎；第四，涉及歐洲社會、商業和公共部門在籌備協調和全面的適應戰略。

### 四、荷蘭的國家氣候調適行動與計畫

在荷蘭，氣候變遷與全球暖化已非常受到重視，包括溫暖的冬天與夏天、降雨量增加、海平面持續上升等，而海平面的上升造成荷蘭沿海地區以及低窪地區嚴重的影響。荷蘭政府在水政策上早在 1995 年就開始有氣候變遷調適的相關做法，來減少海岸地區的衝擊危害，以及吸收過多的降水，減少洪水發生。直至今日，荷蘭的水資源風險已經有效降低，然而該政府認為，為了未來永續發展，更新以及全面的調適計畫仍然需要。

荷蘭政府在 2006 年 3 月首次提出國家氣候變遷調適計畫 (Nationaal Programma Adaptatie, Ruimte en Klimaat, 簡稱 ARK)，包括農業部、自然資源與食物品質部 (LNV)、交通部、公共事務與水管理部 (VenW)、住宅空間規劃與環境部 (VROM) 等各部門都必須重視調適問題。這個計畫的目標在於增加荷蘭空間規劃上，氣候變遷的適應 (climate proof)，包括設立國家氣候調適議程與策略 (National Adaptation Agenda and Strategy)，從這計畫開始，荷蘭政府將其氣候政策從減量觀點擴大到調適規劃。該計畫的策略從 2007 年開始實行，而 2008 年擴大全面執行。

詳細之內容於第三章再予以進一步探討。

## 第四節 國內因應氣候變遷減災調適之研究與政策概述

近年來，受氣候變遷影響的層面似越形擴大，針對氣候變遷的研究及預測漸受各國政策之重視。以美國為例，即在總統行政辦公室下成立「美國全球變遷研究計畫」，成為重要決策之參佐。我國政府部門針對未來全球溫暖化或氣候變遷調適所進行的相關研究或重要政策，以國科會委託的研究計畫為眾，其他行政機關基於業務權責進行的氣候變遷與調適研究或政策，分屬於行政院經濟建設委員會、國家災害防救科技中心、內政部營建署、經濟部工業局、經濟部水利署、衛生署疾管局、農委會林務局、農委會農糧署以及環保署空保處。

### 壹、相關政策與研究計畫方向

#### 一、行政院經濟建設委員會

行政院針對氣候變遷之因應，在 1992 年成立跨部會之「全球環境變遷工作小組」，1994 年進一步將此小組擴編提昇為「全球環境變遷政策指導小組」；1997 年再進一步提升至「國家永續發展委員會」，下設「大氣保護與能源工作分組」，負責蒙特婁議定書及聯合國氣候變化綱要公約之推動事務；2002 年「國家永續發展委員會」重新劃分工作分組，下設有「國際環保組」負責國際環保公約與組織之推動事務。

於 2007 年委託研究辦理「因應地球溫暖化我國調適策略之探討」乙案，計畫執行目的在於蒐集與分析我國、具標竿比較意義之國家，以及重要國際組織針對未來全球溫暖化之調適策略與管理機制相關資訊，建立標竿學習準則與持續改善模式。進而因應國際發展趨勢檢討我國針對未來全球溫暖化之調適策略現況，並研擬具體建議，以供經建會作為調整我國針對全球溫暖化之調適策略參考。

於 2008 年委託辦理「氣候變遷長期影響評估及因應策略研議」乙案，就如何運用既有之氣候變遷研究知識及資料，建置屬於我國在國土永續利用、公共建設及經濟發展的衝擊影響評估及政策機制，進行第一階段的政策研究。

#### 二、國家災害防救科技中心

於 2007 年就「因應氣候變遷之防災調適策略評估」進行 2009-2010 年完成氣候變遷辨識與不確定性、災害衝擊與風險分析、災害管理與調適策略之內容進行預備

規劃。

於 2008 年提出「因應氣候與環境變遷之防災調適策略」99-102 年未來工作規劃，方向包括

- 1.氣候變遷引致之災害情境建立與推估
- 2.災害脆弱度與氣候風險分析
- 3.土地利用變遷之風險分析
- 4.社會經濟變遷之風險分析
- 5.災害風險地圖應用與調適策略

### 三、國科會

有關氣候變遷對都市與國土利用之衝擊與調適的研究重點摘要說明如下：

「全球化與氣候變遷下國土規劃之課題與策略」（馮正民等, 2006）較具綜合性，該報告內容指出：在全球環境變遷的衝擊下，台灣國土規劃缺乏探討與兩者關係的整合性研究。在全球氣候變遷下，未來亞洲農業生產力將降低、部分區域水資源短缺，旱澇次數與程度的增加將直接衝擊水資源供需，黃金山(2002)未來台灣水資源政策與措施必須配合國土綜合開發規劃。馮正民等(2006)海平面上升、海岸線退縮，海岸等藍色國土的土地利用管理更顯重要。「國土規劃」是一個國家長久生存發展之重要工具，然而在台灣卻是長期未受到重視。商議許久的「國土計畫法(草案)」及「國土復育條例(草案)」，仍尚未形成最後共識下而被擱置；刻正執行中的“國土復育策略方案暨行動計畫”其執法的正當性也遭受到些許批評，岌岌可危。全球正面臨氣候暖化所帶來的環境變異，台灣自然也無法自立於外，尤以一個島國之特性，遭受到氣候變遷衝擊的脆弱度更比一般國家要來的高。台灣實有必要擬定一全國國土規劃，將環境資源、產業發展區位以及各區域空間發展策略等，做一整體性之規劃，詹士樑(2007)國土保育地區在減緩氣候變遷衝擊之角色與功能；農業發展區在生產上之衝擊及因應之道；城鄉發展地區在災害防治與溫室氣體排放減緩之課題等，以前瞻性的眼光，考量氣候變遷之衝擊，嘗試以全球變遷為前提，討論未來國土規劃所面臨的議題及因應策略。

國土規劃上除了回應氣候變遷的衝擊外，具 IPCC(2007)年的報告指出，未來全球暖化已是不可避免的趨勢，意味著我們必須思考氣候異變的調適以及減緩暖化速度的策略。這部分國土規劃也必須有回應。劉紹臣等(2007) 區域氣候變遷與都市熱島效應過去四十年以來，台灣經濟快速發展，由於高度工業化，人口密集，使得台灣西部平原也逐步都市化，大部分的土地已被櫛比鱗次的建築、工廠、村莊及柏油馬路所取代，其結果是使得熱島效應越來越明顯，範圍也越來越大。劉小蘭(2007) 都市化後，為了都會區內及都市間之人口通勤、貨物運送等之需求，而大量興建之各種交通建設，此不僅造成都會區內部之農地、溼地等之轉用，更使得都市偏遠地區之農地、濕地、森林地之轉用流失，都市蔓延的發展方式，不僅侵蝕了珍貴的土地資源，同時也在消耗大量能源，產生污染。李彥頤等(2007) 隨著變化衝擊強度增大及頻率增加的狀態，又在都市熱島現象的加成下，熱浪衝擊對於居住環境以及生態環境的衝擊，已成為部分居住人口的生存環境風險要因。考量永續發展的條件下，省能設計已成為建築構造與設備的必須考量要素。

另一方面，甯蜀光等(2006)土地利用/覆蓋之變化與地球氣候變遷在空間與時間之尺度上具有極密切且複雜的關係，土地利用 / 覆蓋之型態將改變與氣候密切相關的溫室氣體排放量、反照率及地表粗糙度等因素；然而氣候的變化亦明顯的影響了土地利用原有的目標及特性，國內外因應二氧化碳減量所採取的措施不外乎推動節約能源、提高能源轉換及使用效率、推廣再生能源利用、減少高耗能產業、研發二氧化碳吸收和固定技術等，但較少提及藉由土地利用規劃，控制二氧化碳排放之成長。另一方面，由於台灣地狹人稠，土地資源利用之政策一直備受關注，西部沿海地區土地大量開發，為台灣帶來可觀的收益，但對環境之衝擊亦相當顯著，此項發展趨勢明顯與削減本地區二氧化碳排放量之目標相違背。由此可知，針對溫室氣體減量，屬於土地利用上位計畫的國土規劃策略，在其中亦扮演關鍵的角色。

氣候變遷的影響，雖是緩慢、漸進的，但其改變可能也是巨大、劇變的；相同地，全國的國土規劃，其改變雖是無形，但影響國家社會卻很深遠。前者是全球變遷下台灣不能免除的環境衝擊課題，後者則是架構一國在社會公義、經濟發展及環境永續的前提下之重要基礎，兩者皆必須要由政府出面擔任領導者的角色，並結合兩者具未來、前瞻的特性，提出具創新的規劃指導原則，以期能引領

社會各界、民間團體及個人等，往共同的目標邁進。

#### 四、內政部 營建署

營建署並未針對全球暖化的問題成立調適行動方案，但已於建築技術規則中的綠建築專章提出綠化、保水、節約能源、雨水或生活雜排水回收再利用之設計，在建築構造上採用降低環境衝擊之設計，以及採用符合生態性、再生性、環保性、健康性及高性能之建材。

#### 五、經濟部 工業局

工業局在未來預計以國內產業之生產總值(GDP)、產量、產值以及溫室氣體排放量對產業結構進行調整。

#### 六、經濟部 水利署

##### (一) 政策方面：易淹水地區水患治理計畫

##### 1、前言

鑒於淹水災害日益嚴重，經濟部針對淹水現況進行全面調查，並進一步分析與探討，以尋求解決對策。依據國科會防災國家型科技計畫辦公室所模擬之淹水潛勢區域，加上近幾年調查颱風受災淹水範圍得知，台灣易淹水低窪地區總面積約 1,150 平方公里，八成集中於縣(市)管河川、區域排水、事業海堤等未完成改善或地層下陷等地區。其中並以宜蘭、台北、彰化、雲林、嘉義、台南及高雄沿海地區鄉鎮為甚。不但造成住宅、農田損失、交通受阻、民眾生活不便與安全威脅，甚而影響國家重大建設(高鐵、捷運、科學園區)之推動。因地方政府財政困難，加上地層下陷問題日益嚴重，水患問題長年未獲解決，基於水患治理之迫切性，若靠地方政府現有財力，擬於短期內根治水患，實屬空談，為使水患能有效解決，亟需加速治理。因此，為有效改善淹水問題，經濟部乃參考基隆河整治模式，提出以系統性治理縣(市)管河川、區域排水及事業海堤之構想，規劃配合水患治理特別條例之訂定，針對淹水情形嚴重且治理進度落後之縣(市)管河川、區域排水及事業海堤等，分 8 年編列 1,160 億元特別預算以加速治理速度。

##### 2、前言

台灣地區縣(市)管河川計 91 水系，總長度約 1,320 公里；區域排水計 1,067 系統，總長度約 8,969 公里；縣(市)管事業海堤總長度約 45 公里(不含工業區、

漁港區、鹽田區及垃圾掩埋場海堤)。台灣山坡地總面積 264 萬多公頃，其中位於易淹水區域之上游山坡地面積 35 萬多公頃，以治山防洪為計畫標的主要規劃面積 80 萬多公頃。另都市雨水下水道規劃幹線總長度約 6,715 公里，截至 2004 年 12 月底止僅完成 3,997 公里，部分已完成之雨水下水道幹線因都市計畫使用分區改變，既有斷面已不敷原設計收集水量，亟待改善。針對淹水情形嚴重之縣(市)管河川、區域排水及事業海堤等，於歷年易淹水地區中，優先選定住宅密集區、配合國家重大建設、科技園區、工業區等地區及其上游集水區、坡地易淹水地區作為計畫範圍；治山防洪則涵蓋原住民鄉鎮、重大土石災害區及其相關影響範圍。核定計畫範圍包括縣(市)管河川 21 水系、縣(市)管區域排水計 115 系統及其流域、集水區內都市雨水下水道系統與上游坡地水土保持、土砂災害嚴重地區之治山防洪(包括原住民地區)、農田排水等及縣(市)管事業海堤 5 處。

### 3、計畫目標與內容

參考淹水潛勢資料及歷年水災調查成果資料，選擇亟需處理地區約 500 平方公里內之縣(市)管河川、區域排水及事業海堤等，作為主要治理對象，並結合雨水下水道、上游坡地水土保持及農田排水等作整體規劃治理，於完成整體規劃後，除擇瓶頸段以綜合治水方式辦理治理工程外，並依照排水維護管理辦法規定，完成相關排水治理計畫之公告，期能以流域整體規劃、治理工程及管理等手段，有效降低易淹水地區之水患威脅。

(1) 疏浚清淤：為降低本計畫執行前已存在之水患威脅，增加通洪斷面，在無用地問題及瓶頸河段，先行辦理疏浚。

(2) 規劃：各水系目前規劃完成程度，分 3 種方式辦理：已完成綜合治水及流域治理規劃者：直接依規定辦理治理計畫及公告；已完成規劃但未作綜合治水規劃或整體保護標準未達 50~100 年重現期者：編列經費持續辦理後續檢討規劃後再依規定辦理治理計畫及公告；從未辦理流域整體治理規劃者：列入新辦整體治理規劃(含綜合治水)。以上各項規劃均涵蓋系統內之重要下水道、市區排水、農田排水、上游坡地水土保持及治山防洪。

(3) 工程：相關工程應依據具體之規劃成果辦理，並經推動工作小組現勘核定後辦理，列入第 1 階段辦理。工程選定原則如下：

- 近 3 年內已完成綜合治水或治理規劃之河川及區域排水，且近 3 年內有發生水患事實者。

- 是否屬於易淹水地區。
- 順利取得工程用地、土地使用同意書或能編列用地費部份之配合款。另相關範圍內，上游坡地水土保持工程、農田排水工程及雨水下水道工程與治山防洪工作，亦一併納入以發揮整體流域治理功效。

## (二) 研究方面

水利署目前已委託學術單位對我國水文遭受氣候變遷之衝擊模式進行模擬及評估，並針對水利政策進行調適建議。2006 年委託國立台灣大學全球變遷研究中心進行「因應氣候變遷及京都議定書水利政策調整之研究(1/2)」，所建議之調適策略如下：

### 4、於水資源因應對策

- (1) 確保水資源穩定與可靠供應。
- (2) 新興水資源開發。
- (3) 推動海水淡化等水資源多元化。
- (4) 推動地表水與地下水聯合營運。
- (5) 節約用水技術的開發與管理

### 5、極端氣候發生頻率增加造成異常洪災與旱災的對策

- (1) 增加洪水儲存區。
- (2) 增加沿海堤防高度。
- (3) 透過更好的閘門與抽水站系統來抵抗極端洪水事件。
- (4) 加強防洪設施的保護標準。

## 七. 環保署 空保處

已提撥空污基金供各學術單位進行調適研究，由 2003 至 2006 年度和氣候變遷衝擊調適相關之『環保署/國科會空污防制科研合作計畫』。

## 八、農委會 林務局

目前關於溫室氣體的計畫是由環保署主導，各部會定期開會討論。局內主要工作是集中於森林固碳效果以及回收木質廢棄物對溫室氣體減量效果的評估，因此研究項目多為整合全國樣區，以建立主要樹種的碳轉換係數以及森林表面積的調查。

對於調適方面，林務局已在全島設置三千多個樣區進行數據收集的工作，未來將會以收集到的數據對全球暖化的調適策略進行探討。

## 貳、小結

綜上所述，針對氣候變遷相關研究在我國目前多停留在對策研究的階段，成果多累積於學術研究單位，如行政院國家科學委員會、中央研究院、國立台灣大學全球變遷研究中心等，相關結論及推測雖彙整有年，尚難與國家重要政策及部會之行政分工具體接軌，極可能影響我國對未來環境快速變化因應之效率，而國土永續利用、易淹水地區水患治理計畫、重大公共建設及經濟發展等的議題層面，跨部會的策略性計畫整合不足，國土總體利用的指導綱領及氣候變遷未來發展之因應與調適，不僅無法降低風險，也大大影響公共建設投資的效益與總體資源的有效利用。



### 第三章 荷蘭空間規劃制度與氣候變遷調適

荷蘭領土總面積 4.2 萬平方公里，其中陸地面積 3.4 萬平方公里，特性屬於濱海平原地貌，地勢低平。同時荷蘭人口稠密、高度城市化，全國的經濟活動主要集中在西部的蘭斯塔德 (Randstad) 地區。為了因應全球氣候變遷，荷蘭於 2005 年即開始草擬跨部會、因應氣候變遷衝擊的國家政策，並也試圖從空間規劃的角度，來因應全球氣候變遷所可能造成之衝擊。

由於荷蘭與台灣在高都市化、高密度的空間發展、歷史上發生許多災害等特性相似，近年來因應氣候變遷進行相當多的政策因應與研究計畫，其就氣候變遷所提出的城鄉發展因應策略，值得台灣借鏡。因此，本章將就荷蘭的空間發展背景、國家層級因應全球氣候變遷之行動，以及在空間規劃上所採用之減災調適策略進行回顧。藉由荷蘭經驗的回顧，將有助於思考台灣空間規劃及管理，在因應氣候變遷上可採行之策略。

#### 第一節 荷蘭空間發展與災害背景

##### 一、地理環境概述

荷蘭位於歐洲西部，西、北瀕臨北海，地處萊茵河(Rhine river)、繆斯河(Meuse river)及斯海爾德河(Scheldt river)三大河流入海口，是一個低地國家，為典型的河口三角洲。截至 2007 年底總人口約 1636 萬人，國土面積 41,500 km<sup>2</sup>，人口密度為 485 人/km<sup>2</sup>，人口成長率 0.1%，壯年人口 (20-64 歲) 佔總人口約 60%。國土中的水域面積高達 7700 km<sup>2</sup>，低於海平面的陸地面積為陸域面積的 26%，即陸地面積的四分之一低於海平面，荷蘭的土壤組成主要為河流及海濱沉積物，部分地區，特別是西荷蘭，覆蓋有全新世以來形成的泥沼。境內最高點位於南部與德國、比利時的交界處，僅海拔 323 公尺、最低點靠近鹿特丹為海平面以下 6.5 公尺，全國平均高度為 11 公尺。



圖 3-1 上圖為荷蘭國土、交通與都市分布；左圖顯示出 Randstad 都市區、低於海平面的地區。

國土西半部與東半部的地形差異很大，西半部為地勢低平平原，藉由水平面的控制，許多圩田被創造出來，西部特色多圩田、湖泊、運河、渠道，平均高度僅 5 公尺，人口多聚集在西荷蘭；在荷蘭東部，為覆蓋風成沉積物之更新世冰磧山脊；南部主要為馬斯河之河階地，主要以鬆散的沉積物或風成沉積物為主。

荷蘭海岸線長 1,074 公里，由於地形平坦，低地比例高，加以有萊茵等大河於荷蘭出海，因此，水災是荷蘭最常見的災害，特別是在西半部，低於海平面的國土，需要靠海堤保護，以避免因海水或河水所造成的水災。自 13 世紀開始圍海造地，全國用於圍海造地之堤壩總長度逾 1,800 公里，增加土地面積約 70 萬公頃，目前有 1,600 萬人生活環境低於海平面。1953 年，一次高於平時潮位 4 m 之北海暴潮侵襲荷蘭，造成超過 1,800 人死亡的鉅大災難。為了加強對洪水的防護，荷蘭政府成立了三角洲委員會(Delta Commission)，進行了為期約 40 年的大規模防洪建設，為該國建立了世界上防禦能力最強的防洪系統，並於 1997 年功成身退。近年全球氣候

變遷的趨勢日益顯著，荷蘭政府與學界未雨綢繆，經過冗長的討論與研究，決定採取多項重要措施，持續投入大量資源，以提高國家整體調適能力，減輕可能造成之衝擊(何興亞，2008)。

## 二、政治制度與稅收

### (一) 君主立憲國家

荷蘭為君主立憲及代議會制國家，政體由上而下為女皇、首相、及部長，最高行政機關是內閣，並以總理為內閣首長統轄各部會；荷蘭議會則由眾議院與參議院組成，政治學家一般認為荷蘭為協商民主政體的典型樣本。

中央政府有 13 個部會，涉及氣候變遷、災害、安全議題權責的部會主要有住宅、空間規劃與環境部 (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 簡稱 VROM)、內政與皇室關係部 (Ministry of the Interior and Kingdom Relations, 簡稱 BZK)、交通、公共建設與水管裡部 (Ministry of Transport, Public Works and Water Management)、農業、自然管理與漁業部 (Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries)。

最高立法機關是兩院制的國會，上議院有參議員 75 名，由各省推選，下議院則有 150 名議員，由人民直接選舉，任期為四年。

### (二) 中央、省、市三級制

包括 12 個省、443 個一級市。有關全國性利益之事務屬中央政府之責任，但許多工作均分權至省、市地方機關。另，水的管理是國家重要議題，在政府體系中特別區分水管局，它的位階相當於市鎮政府，但是只負責單一的功能，包括防洪、排水、灌溉、維護水源、處理廢水、防範水土流失。

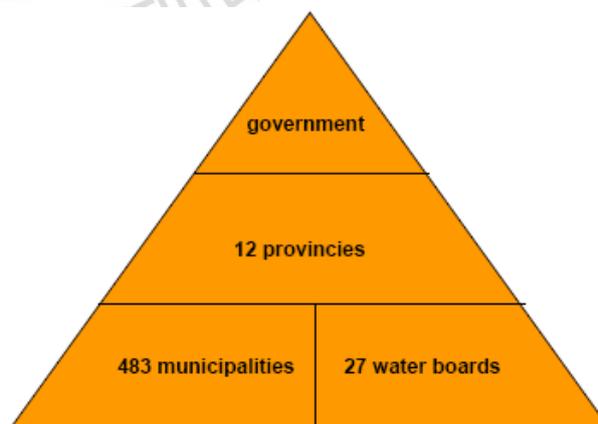


圖 3-2 三級制與水管局的位階。

前四大都市：阿姆斯特丹、鹿特丹、海牙、烏特列特位於蘭斯塔德地區(Ranstad urban conurbation)，該地區面積約為 830 平方公里，占荷蘭國土總面積的 1/4，居住人口占總人口的 45%，提供了全國 50%的工作機會，1966 年，英國學者彼特·霍爾（Peter Hall）將蘭斯塔德作為全球性的七大世界城市（World Cities）之一，蘭斯塔德和綠心（Green Heart）是荷蘭空間發展的特色。

### （三）稅收

荷蘭國家總收入每年約為三兆五千億歐元，其中公部門收取的一兆七千億包括稅收以及相關的社會安全費。課稅收入約為八千五百億歐元，依不同稅基來源分為：

個人收入及相關稅收	25B
企業及其他收入稅收	16B
增值稅及其他相關稅收	38B
小計	79B (93%)
省及市鎮稅收	6B (7%)

在空間規劃系統上雖然分層分權至省(provinces)、市(municipalities)，但在稅制上，中央政府每年收取 93%的總稅收，稅制偏向於中央集權。

### （四）土地八成以上國有、空間規劃體系與民眾參與規劃

荷蘭的土地所有制度是地方政府直接向農民買土地後，公部門擁有土地所有權，之後再擬定都市計畫，內容從社區、景觀、生活品質、綠帶、公共空間、社會階層融合到型式的都市設計作整體考量與計畫，這些計畫在經過地方民眾參與討論與學者提供專業意見後，進入執行階段，先由公部門先完成公共設施、交通，然後將地上權交由私部門（建築師、建築公司、房地產公司）作建築計畫、執行，亦即公部門扮演開發者的主動角色，對於農地地價與計畫後的地價（租賃地價），公部門有一套計算公式。荷蘭同時從十九世紀末開始實行土地租賃制度(Land Lease System)配合此一特殊的土地使用系統，事實上荷蘭自 1924 年之後，地方政府就沒有真正賣掉土地的紀錄，至今荷蘭有 80%的土地為國有。以阿姆斯特丹市為例，除了幾少數在市中心的歷史民房建築的土地私有外，大部分為國有。土地所有權、土地開發一直以來皆由中央政府單位/公部門統籌全國的規劃業務並主導開發計畫模

式，直至最近幾年權力才逐漸下放給地方政府。

從中央的國土空間規劃到地方政府的都市與住宅計畫執行，經由公開規劃資訊，建立平台，透過民眾參與慢慢形成共識，然後執行，這樣的強力管制後面有十分完備的法規支持。若無質量具高的民眾支持，荷蘭的強力土地管理政策也不可能被支持而執行。

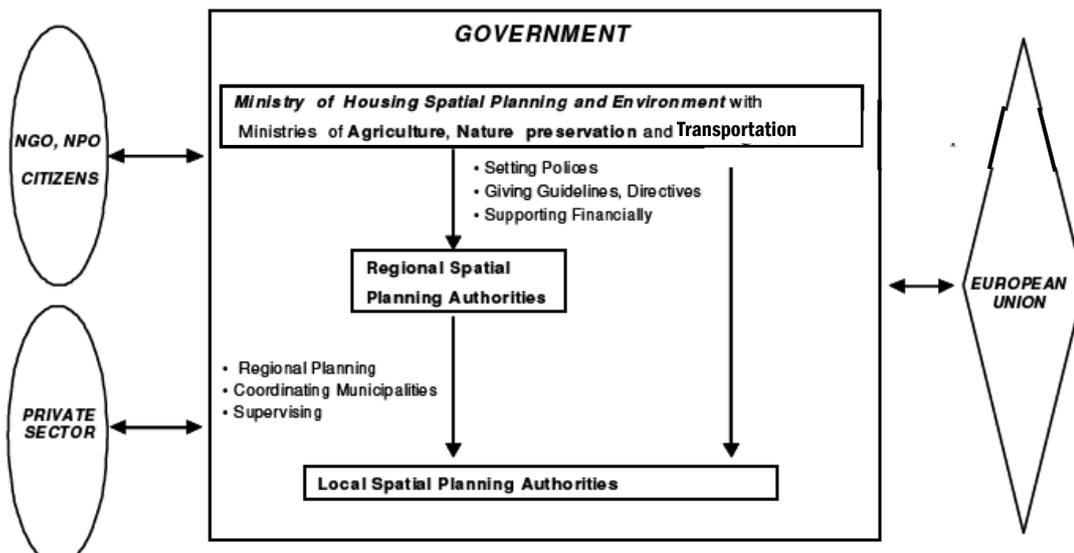


圖3-3 不同層級空間規劃主管機關的角色、及與其他團體、利益者的參與關係。  
(資料來源：P. Alpkokin)

不管從由上而下(up bottom)的專業評估與規劃設計，到由下而上 (bottom up) 意見凝聚與參與都是非常積極主動而頻繁的，形成荷蘭空間規劃與其他政策形成的重要機制，即此一特殊的 PPP 關係(Public- Private- Partnership) (如上圖)。

表 空間規劃系統的層級及其角色

層級	BODIES IN CHARGE	MAJOR ROLES
國家層級 (1960)	Central Government (Ministry of Housing Spatial Planning and Environment) Parliament	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Countrywide policy objectives and policy instruments (Key planning decisions)</li> <li>✓ General spatial planning principles and guidelines to be followed by the regional and local authorities</li> <li>✓ Directives to provincial and local authorities where necessary</li> <li>✓ Budgeting for financing and supporting regional and local developments and projects,</li> <li>✓ Implementation of large scale national and international significance projects and infrastructures</li> </ul>

區域層級 (1931)	Provincial Council Provincial Executive	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Regional level zoning plans as guidelines for the local level authorities</li> <li>✓ Supervision of municipal and water management board decisions</li> </ul>
地方層級 (1931)	Municipal Council Municipal Executive	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Detailed local land use plans developments and implementations</li> <li>✓ Building permits covering all construction activities</li> </ul>

(資料來源：P.Alpkokin)

### (五) 空間發展與規劃政策的轉變

由於國土環境的限制，荷蘭可發展空間有限，城市發展相當緊密，城鄉地景分野明顯，人口密集且高度都市化。由於河、海為何攔發展的利基之一，荷蘭經濟活動重心的蘭斯塔德 Randstad 地區也深受水災及全球氣候變遷的威脅，進而在空間規劃與水患治理方面發展出多面向的減災及調適策略。

1950 年代以來，荷蘭開始向「規劃的社會」邁進，中央政府進行了 5 次國家空間規劃，希望通過保持綠心的開放性、盡可能地在城市地區安排城市化活動等措施來提升蘭斯塔德地區的空間品質，為居民提供舒適的生活環境，各階段的主要發展課題與發展策略如下。

#### 1、都市區域及新鎮的發展

在 50、60 年代，荷蘭人口及經濟快速成長。隨著人均收入的增加，以及上一階段擁擠的都市發展，使得居民對空間的需求也大幅增加；另一方面，荷蘭作為歐陸的對外門戶，為了促進發展，公共設施需要予以擴充及現代化，而都市的發展也需要予以調整。

此時，荷蘭的空間發展政策也針對這樣的新議題予以因應。其發展的主要概念為發展都市區域 (urban regions) 及新鎮 (new towns)。舊城必須發展，提供令人愉悅的居住條件、有效率的交通系統。另外，也透過衛星城的開發，包含擴充既有郊村或是開發居住人口約十萬的新鎮，來提供新的居住及發展空間。舊城和衛星城鎮形成新的都市體系，叫做都市區域。在此發展下，開放空間被保護，不為都市發展而被開發，以提供遊憩及環境功能。此時，不少因須得海工程所創造出來的淤田市鎮成立，包含 Bant (1951)、Creil、Rutten(二者皆為 1953)、Espel、Tollebeek 及 Nagele (三者皆為 1956)、Dronten(1962)、Swifterbant、Biddinghuizen(二者皆為 1963，後來

與 Dronten 合併)等村落，以及後來成為 Flevoland 省省會的 Lelystad (1966)等。

然而，當初並沒有創造適當的執行工具，尤其沒有為衛星城的開發提供財務誘因，所以，新鎮開發的工作實際上並未進行，舊城改造也停滯，只有既有郊村因為土地開發的成本比較低，實際成效超出預期。此外，由於大規模的汽車化，使得許多人可以住在鄉村，開車到市區工作。

## 2、控制都市蔓延

70 年代之後，荷蘭生育率降低，使得上一階段過高的人口預測形成空間過量供給。另一方面，伴隨著去中心化的都市區域發展、以及大規模汽車化的郊區化橫掃全國，城市中的有錢住民紛紛外移，造成嚴重的擁擠問題。此時，荷蘭調整都市化政策，以便控制郊區都市化的趨勢。藉由政府在財政上的支持都市更新，舊城繼續擴張；另一方面，新鎮也逐步被開發。特別是須得海工程創造出來的新鎮，也逐漸增加人口，而新的 Flevoland 省也於 1986 年成立。

## 3、經濟再結構與強化既有都市機能

80 年代末期，荷蘭政府為了因應經濟再結構，重點發展國際運輸與物流、國際製造者服務兩個部門。為了運輸與物流部門，政策上決定發展「歐洲兩門」：史基浦空港及鹿特丹海港，並且建造高速、高承載量的基礎建設，聯結「兩門」和歐陸。為了服務國際製造者，政府全力發展四大城市，讓它們變成企業願意落腳的卓越城市。然而，這樣的空間發展政策在 90 年代被修正：第一、強調經濟再結構的同時必須重視環境保護；第二、宏觀與微觀的空間計畫之間必須重視區域發展。此時，空間規畫政策也有一些新的內容：第一、強化「緊實都市 (compact city)」，也就是儘量以既成都市區的重建來滿足空間需求，當擴張無法避免時，以開發鄰近都市的土地取代蛙跳擴張。第二、策略性開發大面積的區域公園，服務鄰近擁擠的都市區。第三、改變都市擴張的方式，用公共運輸取代小汽車來支撐都市擴張，因為小汽車是環境問題的主要根源。

## 4、面對氣候變遷挑戰，為水與自然環境預留更多空間

荷蘭現行之國土空間規劃法(Spatial Planning Act)為主要的立法執行基礎，並配合理性規劃(rational planning)的模式，在第五次的國家空間策略規劃中詳細地將國家地景圖完整地劃設、分區。第四次國家空間規劃 (1980s-1990s) 與 2000 年底經

內閣通過的「第五次國家空間規劃」的重要政策目標詳如下表，包括權力下放、都市更新、都市網絡建立、經濟與環境平衡發展等重要方向。

表 第四次國家空間規劃與第五次國家空間規劃的重點

第四次國家空間規劃政策 (1980's底-1990's)	第五次國家空間規劃政策(2000's)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Strengthening the collaboration of municipalities to eliminate competition</li> <li>● Concepts of “compact city”, “contrast of areas”</li> <li>● Area Specific Approach (ROM) to solve specific environmental problems</li> <li>● ABC Policy for business locations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● More authority towards regional and local authorities for decentralization and collaboration</li> <li>● Concepts of “urban renewal”, “vital cities”, “urban networks” with “compact city” and “contrast of areas”</li> <li>● More practices of (ROM) and “polluter pays approach”</li> <li>● New Location Policy for new business developments</li> <li>● Drawing countrywide red and green zoning maps</li> </ul>

(資料來源：P.Alpkokin等)

荷蘭政府最近根據第五次國家空間規劃政策與第二次鄉村地區國家結構計劃 (the 2<sup>nd</sup> National Structure Plan for the Rural Areas)，採納國家空間策略 (National Spatial Strategy, 荷文為 Nota Ruimte)，以反應當前的環境需要，並在之前所完成的規劃政策上作調整，其重點包括：更加強化區域與地方層級不同角色的參與，如公部門、企業、社區、NGO等；與其他部會的政策整合協調；強調新的發展必須尊重自然環境、水資源管理與休閒機能；因應氣候變遷，考量海水位上升、極端氣候事件衝擊、防洪災不能僅依靠工程手段解決，而應將更多的空間還給水，洪水平原作為排水目的的土地不能被挪作其他使用。

從中央(如 National Spatial Strategy, 荷文 Nota Ruimte)、省到市的空間結構計劃、土地利用計劃，長期以來就結合水管理的概念，融入治水、防洪的觀念，這幾年的中央政策更強調：水不是被看待為限制條件，相反地，提供多種機能，例如休閒遊憩、永續的運輸網路、都市或城鎮的歷史地景，水所潛藏的各種利用的可能性正待規劃者、使用者重新發掘。

## 第二節 荷蘭天然災害背景與水患治理

荷蘭地勢低平，西側面臨北海，並為歐洲大河的出海處，西部來自北海的風暴潮，東部主要來自河流的漲水，在歷史上是一個洪澇和風暴潮災害十分嚴重的國家，而中央政府所擁有的水資源管理權責，早於 1848 年的憲法就被賦予與確認。另因荷蘭不在板塊活動帶上，加上地勢相對低平，因此，地震、坡地災害並非荷蘭的主要天然災害威脅，。

由於荷蘭地勢低平，城鎮及農地均遭受水災的威脅，因此，圩田的土地利用形式在 11 世紀即被採用。圩田透過築堤、利用風車排水的方式，一方面可以抵禦水患，一方面，排乾低地積水的方式，也可增加農墾用地。十九世紀後，城牆因軍事的發展，不再具有軍事需要而多被拆除。然而，荷蘭沼澤遍布、黏土與泥炭地質的限制，使得荷蘭人仍然很難隨心所欲使用空間。此外，改善地基需要極高成本，因此，荷蘭的地景具有集中的聚落和廣袤的鄉村的空間發展傳統，而「低地」也自然成為荷蘭的特色之一。

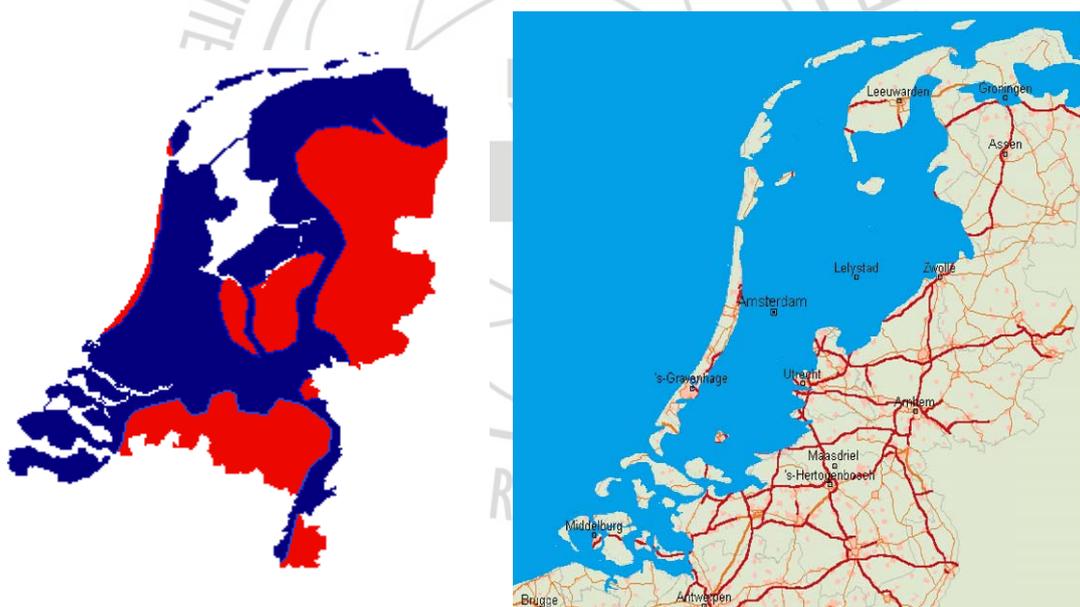


圖 3-4 荷蘭低於海平面及易受水患威脅之地區

(資料來源：<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/d/d3/Netherlandsbelowsea.png> )

### 一、風暴潮與河洪災害

荷蘭洪澇災害主要來自西部北海的風暴潮，中部與東南部的萊茵河、馬斯河的漲水。荷蘭位處於北海的東南源，海岸地形主要為淺灘及泥灘，並有濱外沙洲之發育。北海在南緣因大不列顛島與歐陸的收束成漏斗狀，潮差遠較北緣來得大，在英國局部地區潮差可達 6.5 公尺，而位於內河的鹿特丹港的平均潮差也達 2 公尺。此外，北海潮流的方向為逆時針方向，若加上冬季強烈的西風，甚至是溫帶氣旋，將使得沿海及低地遭受風暴潮的威脅。以 1953 年之北海風暴潮災害為例，其局部地區的風暴潮高度達平均海平面 5.6 公尺。

另一方面，荷蘭、德國等地冬季為濕季，大量的降雨也會造成萊茵河等河水位抬升，引發河洪災害。而若遇上風暴潮，將使得水患的災情更為嚴重。

1953 年 2 月 1 日，三角洲地區內河漲水與北海大潮相遭遇，洪水氾濫，圩堤數百處決口，20 萬公頃農田受淹，1835 人喪生，7.2 萬人被迫離開家園，大量房屋和其它財產遭受破壞。

## 二、須得海工程圍海造湖

20 世紀初，須得海（Zuiderzee Works）工程被研議，並於 1918 年通過須得海法案（Zuiderzee Act），來執行須得海海堤及相關工程，以圍堤填海的方式，屏蔽來自北海的威脅，增加農牧用地，以及增加水資源的利用。須得海工程於 1927 年海堤合籠，使得須得海變成艾瑟湖(IJsselmeer)。然而，此計畫規模龐大，主要的淤田開發，則延至第二次世界大戰後才完成。



圖 3-5 須得海變成艾瑟湖(IJsselmeer)

(資料來源：<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Zuiderzeeworks.png>)

二次世界大戰後，荷蘭積極進行戰後重建。在美援的協助下，荷蘭取得長足的進展，促成了農業、製造業及服務業的現代化。此時，蘭斯塔德地區（包含荷蘭四大都市：阿姆斯特丹、海牙、鹿特丹、烏茲列特，以及在這些都市之間的城鎮）為經濟發展的中心。然而，其都市環境也因為集中發展而有經濟過熱及擁擠的問題。此時，荷蘭的國家空間發展政策上，有將人口及產業發展疏散到蘭斯塔德周邊一百公里的企圖。此時，須得海計畫亦持續進行，新的淤田持續被創造。

### 三、災害歷史

由於荷蘭的地理特性，使得在歷史紀錄中，有多次大水患被紀錄，而決多數的水患發生在冬季。另一方面，荷蘭人的生活，以及荷蘭的海岸地形及國土也被這些天然作用力強烈的形塑著。以下為歷史紀錄中，荷蘭所發生的主要災害：

- 838/12/26：大部份西北荷蘭被水淹沒，當時仍缺乏良好的堤防保護。依據 Troyes 主教的紀錄，有 2437 人受害。
- 1014 /9/28：Walcheren 堤防損壞，遭受嚴重的災害衝擊。災害後續的影響持續數年。依 Quedlinburg 在 Saxony 記載，有成千上萬的人死亡。
- 1024/11/2：Blandiniensis 年鑑記錄洪水影響 Flemish 海岸，特別是 Yser 河口。
- 1134 年：Zwin 被衝出一條貫通 Bruges 與北海的渠道。
- 1163 年：荷蘭於此年經歷了數次嚴重洪水，造成 Maas 地區的堤防潰堤。洪水的沉積物並造成 Katwijk 的 Oude Rijn 河口阻塞。
- 1170 年：大部份北荷蘭須得海地區被淹沒。淡水湖 Flavo 被衝出一條連接北海的河道，而變成鹹水的須得海。洪水一直從北海、須得海延續到 Waddenzee。
- 1196 年：聖尼古拉水災。防洪（聖-nicolaasvloed）。大部份北部的荷蘭和須得海地區被淹沒。此範圍和 1170 年水患雷同，並更為惡化。大量泥炭被沖刷，並使 Waddenzee 及 Almere 變成須得海的一部份。
- 1212 年：北荷蘭省遭受了大洪水，約有 6 萬的受害者。
- 1214 年：暴雨洪水影響荷蘭全境，並造成許多泥炭區的侵蝕。
- 1219/1/16：聖 Marcellus 洪水，大部份北荷蘭和須得海地區被淹沒，估計約 3.6 萬人死亡。此為近五十年來之第四個大水患。這四個水患造成荷蘭的兩個大內海：須得海及 Waddenzee 海。
- 1248 年 11/20、12/28 及 1249/2/4：Callantsoog 地區的海岸沙丘決堤，北荷蘭發生水災。另，Friesland 及 Groningen 亦有水災。

- 1277 年：Reiderland 水災。
- 1280 年：大部份的北荷蘭被淹沒。此災害形成了 Lauwerszee 灣。
- 1282 年：風暴潮衝破了海岸沙洲，並讓鹹水侵入 Waddenzee 海及 IJsselmeer 海。
- 1287/12/14：聖 Lucia 洪水。
- 1362 /1：西大西洋溫帶氣旋侵襲，造成相當大的風暴潮，造成至少 2.5 萬人死亡。丹麥及英國也有相關災害。
- 1404/11/19：第一次聖 Elizabeth'水災，因風暴潮造成潰堤，侵襲地區主要為今天之 Zeeland 及 Flanders 地區。
- 1421/11/18：第二次聖 Elizabeth 水災，因風暴潮造成潰堤。
- 1530/11/5：聖 Felix 水災，影響區為 Flanders 及 Zeeland。
- 1570 /11/1：第二次全聖人水災，為風暴潮所引起，影響區為 Egmond、Bergen op Zoom 及 Saefthinghe。
- 1675 年：主要影響北荷蘭地區，包含 Terschelling、Stavoren、Hindeloopen、Mastenbroek、Schagen、Den Helder、Alkmaar 東邊之北 Holland、阿姆斯特丹及 Haarlemmermeer 局部或周邊地區。
- 1703/12/7-9：1703 大風暴。嚴重的風暴潮造成許多堤防同時潰堤，尤其是在夜間時最為嚴重，南 Friesland 因嚴重的潰堤而遭水患。這場風暴造成的洪水造成數以千計的人死亡。
- 1717/12/24-25：聖誕節水災，因西北風暴所引起，影響地區包含北荷蘭 Groningen、Zwolle、Dokkum、Haarlem 及阿姆斯特丹等地，造成約 1.4 萬人溺斃。
- 1820/1/23：堤防潰堤，水淹沒大部分的 Alblasserwaard 地區，並堵塞 Steenenhoek 和 Gorinchem 間的運河。約 1300 km<sup>2</sup> 的區域遭受災害。
- 1825/2/3-5：Groningen 省、Friesland 省及 Overijssel 省因嚴重的潰堤而遭受水患。超過 800 人死亡。

- 1836 年：兩個風暴導致 Haarlemmermeer 湖地區水患。11 月的水患延伸到阿姆斯特丹附近，12 月的聖誕節水患影響了 Leyden 地區。一直到 1840 年 5 月，人們才抽乾 Haarlemmermeer 的積水。
- 1916/1/13-14：須得海周邊因數十個堤防潰堤，發生水災。這同時也促成了後來的須得海法案及須得海工程。
- 1953/1/31-2/1 晚：1953 北海水災。因冬季風暴下，Zeeland、Zuid-Holland 及 Noord-Brabant 省的堤防潰堤而造成水災，7 萬人被緊急疏散，但仍造成 1,835 人死亡。水災面積達 1,365 平方公里，佔荷蘭耕地的 9%。估計有超過 3 萬的牲口溺斃，4.73 萬棟建築受災，1 萬棟建築被破壞，損失達 895 百萬荷蘭盾。此災害也促成後來三角洲工程（Delta Works）的進行。

在 2000 時，荷蘭 33,784 平方公里的陸域面積中，69% 為農業用地，10% 為森林，4% 為自然地貌，而都市及公共設施用地則佔 14%。人口密度最高的區域為蘭斯塔德地區；鹿特丹港為世界主要的海港及煉油基地之一，而鄰近阿姆斯特丹的 Schiphol 機場則為歐洲的主要空運中心之一。經由 20 世紀的發展，使得蘭斯塔德地區更加成為荷蘭的核心：約有一千萬人口聚集於此，佔總人口約 2/3。然而，此地區也為萊茵、馬斯等大河的河口三角洲所形成的低地，本來便為水災（包含河水及海水）高風險地區。另一方面，因為須得海工程所開發的新土地（面積約 1650 平方公里），亦聚集超過 37 萬的人口；而這些新增的人口，亦暴露於自然災害的風險之下。

由荷蘭的主要災害歷史來看，其災害類型以水災為主，且絕多數源自冬天風暴所導致的北海風暴潮所引起。如前所述，荷蘭歷史上有許多冬季的風暴潮及洪水引起的災害，雖然目前荷蘭已進行須得海工程及三角洲工程等工程，而全國的堤防安全標準也提昇至海岸地區 1 萬或 4 千洪水頻率年、東部 1250 洪水頻率年的標準，然而面對以泥沼為主的土地持續沈降（每百年平均約沈降 10cm），及全球氣候變遷下的海平面上升及降雨頻率改變，更讓荷蘭面對更大、更不確定的災害威脅。

荷蘭政府面對其在全球氣候變遷下所面臨的災害威脅，也積極尋求調適因應對策。全球氣候暖化、海平面上升以及地面沈降等因素影響，預測到 2050 年，低於海平面的陸地面積將超過陸地總面積的一半以上。地下水水位的高低，關係到荷蘭

的社會穩定與生態環境安全。荷蘭非常重視地下水與地表水的轉化，特別強調地下水、地表水一體化和水循環。無論是水資源開發利用還是水害防治，荷蘭政府始終把地下水、地表水看作統一的整體。自然地理條件固然構成荷蘭人治水的原動力，但荷蘭政治與法律體制的發展亦與其歷史上治水的努力有相當的互動關係。

荷蘭傳統的治水與土地利用模式如下圖所示：

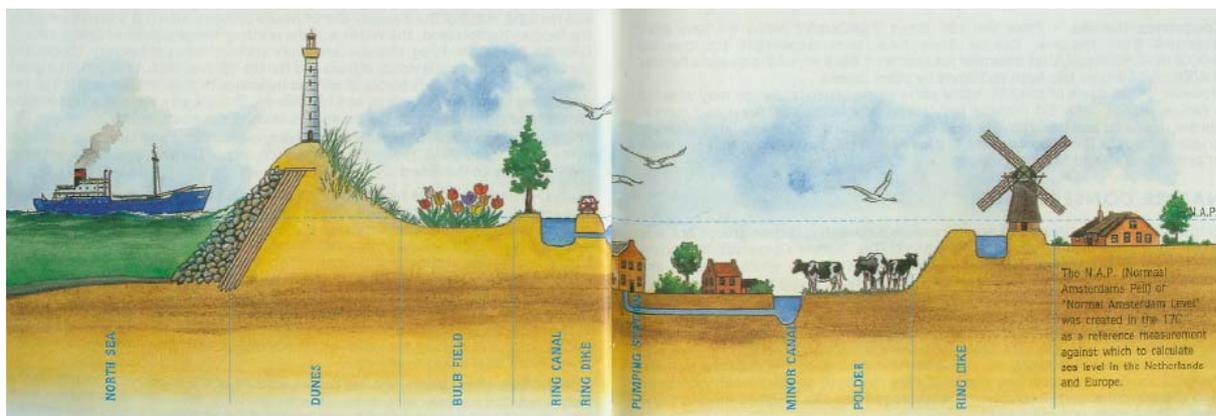


圖 3-6 荷蘭傳統的治水與土地利用模式。

(資料來源：Cannon, 2001)

### 第三節 因應氣候變遷的減災調適作為

從荷蘭的地理環境、都市發展、空間規劃方向與天然災害背景可發現，對於水患的治理、水資源管理與開發利用，乃是在制度與政策上將空間規劃、經濟發展、地景改造的多面向目標、策略都納入評估，並透過工程手段防災或規劃政策引導減災的土地利用。本節則就 90 年代荷蘭政府開始因應氣候變遷，而於近兩三年所完成的、具代表性、跨部門影響的重要政策、方案與科學研究成果予以整理說明，並介紹組織上的異動與調整。

#### 壹、第四次國家環境政策計畫

第四次國家環境政策計畫(The National Environmental Policy Plan 4; NMP4)透過各部門對於氣候變遷的相關研究，以作為達到國土永續發展的解決方法。NMP4 強調現今荷蘭重要環境問題包括生物多樣性的消逝(loss of biodiversity)、氣候變遷、自然資源的過渡開發與利用(over-exploitation of natural resources)、健康危害(threats to health)、外在安全危害(threats to external safety)、生活環境品質的損害(damage to quality of the living environment)、難以掌握的潛在風險(possible unmanageable risks)等七大項，值得注意的是，其他 6 項環境問題會受到氣候變遷的影響而加劇，並直接衝擊經濟發展。因此為了尋找以低氣體排放發展空間基礎設施的機會、在有限資源與溫室氣體匯(sinks)中增加土地使用機會、提升農業、天然資源與水資源等適應能力(adaptive capacity)以及提升基礎設施對於人民生命財產安全的維護，荷蘭住宅、空間規劃與環境部(the Ministries of Housing, Spatial Planning and the Environment; VROM)統整過去空間與氣候改變分別規劃的傳統模式，並提出氣候變遷空間計畫(Climate changes Spatial Planning; CcSP)計畫，以加強部門與人民在空間規劃上的共同參與與學習。

荷蘭住宅、空間規劃與環境部除了投資約 4 億歐元外，參與規劃者也分別提供共 4 億歐元，以做為 CcSP 計畫在 2004 年至 2011 年間的經費。CcSP 計畫主要以氣候變遷與氣候變異做為空間規劃研擬之指導原則，並體認土地使用、水資源與自然管理等相關研究成果對於氣候研究的貢獻。CcSP 計畫主要目標如下：

1. 建立階層性、高品質以及容易取得的氣候變遷與空間計畫資料庫，並提供

給荷蘭公私部門與其他相關利益團體使用。

2. 建立相關利益團體與科學家的溝通平台，以透過空間調適與減量策略來因應氣候改變問題，並且貢獻一個安全、永續、適宜居住的荷蘭社會經濟結構。

CcSP計畫共有五個主題，包括氣候情境模擬(climate scenarios)、減量(mitigation)、調適(adaptation)、整合(integration)與資訊傳遞(communication)，並包含生物多樣性、農業、漁業、水資源、海岸地區、水路交通、與土地使用相關之能源生產、商業、財政、保險與制度擬定等內容。各主題說明如下：

1. 氣候情境模擬

主要涵蓋造成環境改變的大氣作用，以及建構多種氣候改變情境。本主題主要藉由量測與模擬維生氣候變異性，以提升有關氣候系統的相關知識。透過氣候情境預測、長時間氣候建置與古氣候資料重建將有助於空間計畫的進行。

2. 減量

主要是研究減量政策對於土地使用的機會與其導致的結果，並在溫室氣體排放或隔離(透過森林與農業)的考量下，描繪出具體的可能性。可再生能源的使用(例如生質能源)是減緩溫室氣體排放的主要執行方式，也是本主題的研究重點。

3. 調適

CcSP計畫從區域與部門角度來進行相關因應氣候改變的調適。本主題的主軸著重於交通、自然保育或流域(如萊茵河流域)等部門與區域計畫，同時也結合公共建設、財政與制度調適政策。

4. 整合

氣候情境預測、減量與調適等主題將在本主題中整合，以提供決策擬定的參考架構，並提高整體計畫的一致性與連貫性。

5. 資訊傳遞

本主題係促使相關利益團體能在計畫初期就能參與研究，並有機會納入相關利益團體的實際經驗與知識於計畫之中，以增加未來研究成果的使用價值。

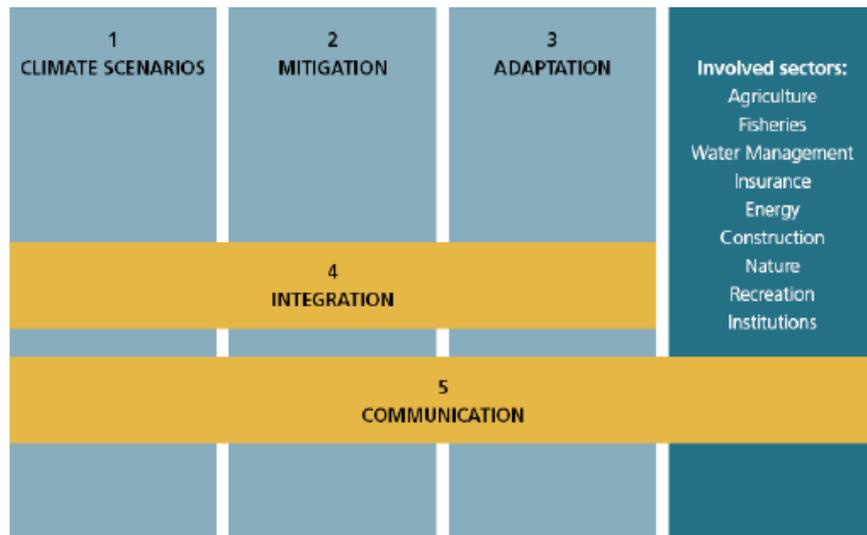


圖3-7 氣候變遷空間規劃計畫之主要概念圖

(資料來源：Veraat et al., 2007。)

CcSP 計畫中的知識專案計畫(the Knowledge project plan ‘Climate changes Spatial Planning’)提供 CcSP 計畫之基礎合作網絡(如上圖所示)，此網絡連結其他全國性、國際性資訊中心以及荷蘭所參與之國內外相關研究，政府、專業組織、非政府民間組織與私人團體可透過此網絡分享交流相關資訊與知識，亦提供管道來整合計畫參與者所建立的知識系統，以及促進相關機構彼此之間的溝通聯繫，並為參與者與其他相關機構扮演氣候與空間規劃之資訊交換中心。其中所參與之相關機構包括 VROM、農業、自然管理與漁業部門(the Ministries of Agriculture, Nature Management and Fisheries; LNV)、交通、公共工程與水資源管理部(the Ministries of Transport, Public Works and Water Management; V&W)、教育、文化與科學部(the Ministries of Education, Culture and Science; Oc&W)、經濟部(the Ministries of Economic Affairs; EZ)、區域與地方政府辦事處、私人機構與非政府組織等，共同參與計畫者則超過 70 個相關研究組織、資訊中心等荷蘭國內外研究機構與組織(馮正民等，2007)。

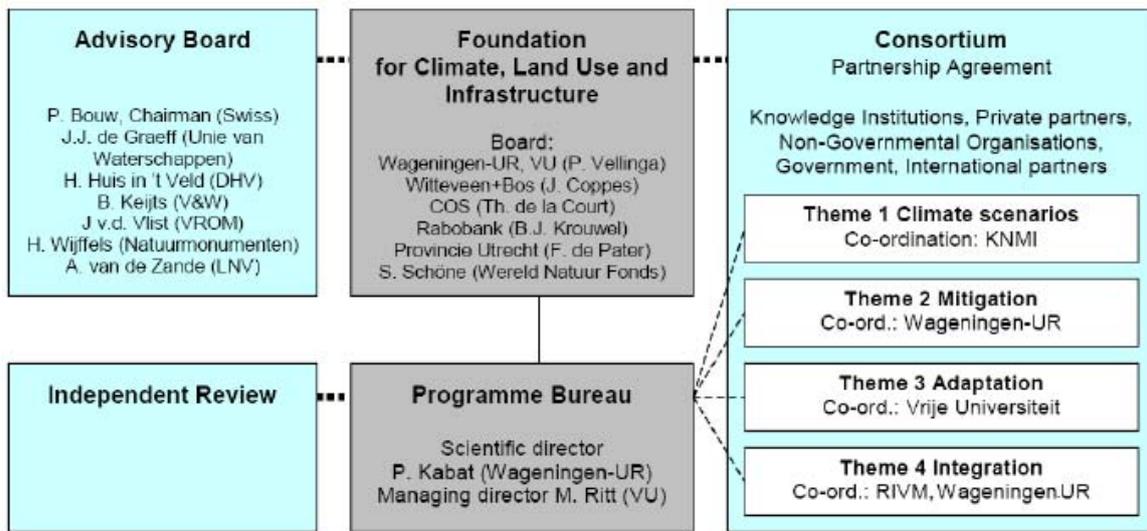


圖3-8 氣候變遷空間規劃計畫組織圖  
(資料來源：Werners et al., 2003。)

## 貳、氣候變遷情境推估

未來氣溫、海水位與降雨量之變化趨於與程度，是因應氣候變遷之衝擊評估與調適策略研擬的首要課題。荷蘭依據 KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute) 2006 Scenarios、IPCC 2007 Assessment Reports 及其他國際重要研究機構之情境推估資料，並將全球氣候模式(GCM)推估資料，經由降尺度(downscaling)分析，研判未來可能境況，據以研擬因應對策。目前在其國內已獲致主要共識如圖 1~圖 3 所示。全球平均溫度上升程度的與大氣環流變化情況有關，在大氣環流隨著溫室氣體排放改變下，全球平均溫度上升的程度較高。2050 年荷蘭夏季的平均氣溫，將由目前的 17°C 增加至 17.5°C~19.5°C，2100 年則增加至 18°C~22°C。即使全球溫室氣體排放量，能夠立刻停止增加，維持在目前的標準，全球平均溫度仍然會持續上升至一平衡狀態，2100 年的全球平均溫度將較目前高約 0.5°C。在海水位上升情況推估方面，2100 年荷蘭附近平均海水位將較目前為高 0.65~1.3 m，2200 年則較目前為高 2~4 m。另由於極端降雨量的增加，將導致萊茵河、繆斯河的尖峰流量於 2100 年分別高達 18,000 cms 及 4,600 cms。

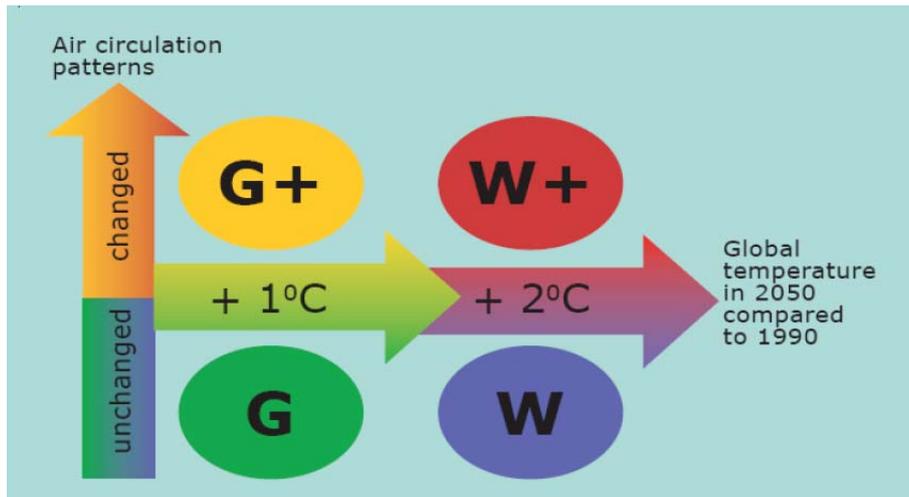


圖 3-9 全球平均溫度上升與大氣環流變化的模擬境況

(資料來源：KNMI 06 Scenarios)

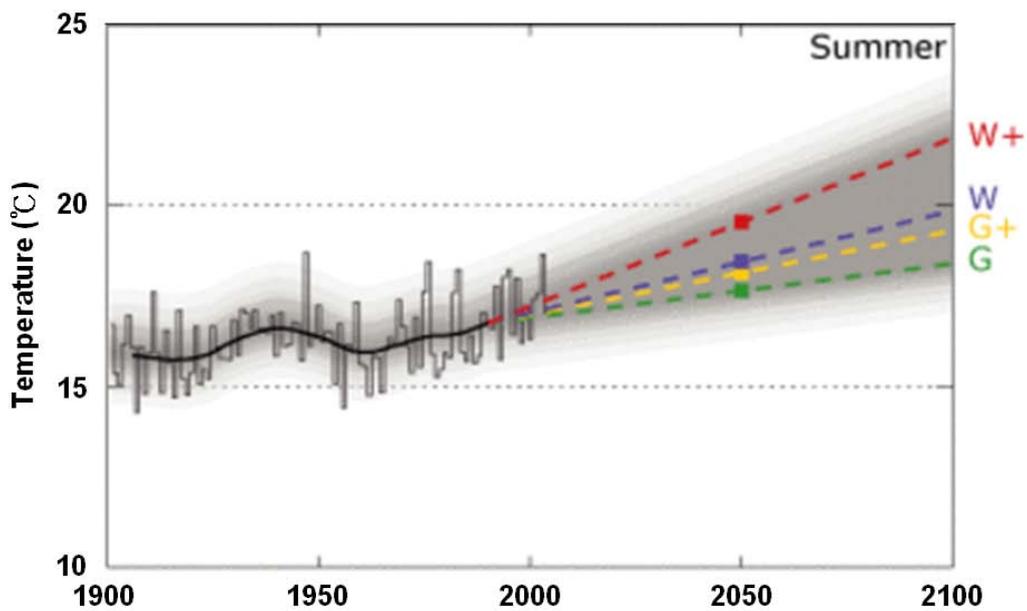


圖 3-10 荷蘭夏季平均氣溫的變化趨勢

(資料來源：KNMI 06 Scenarios)

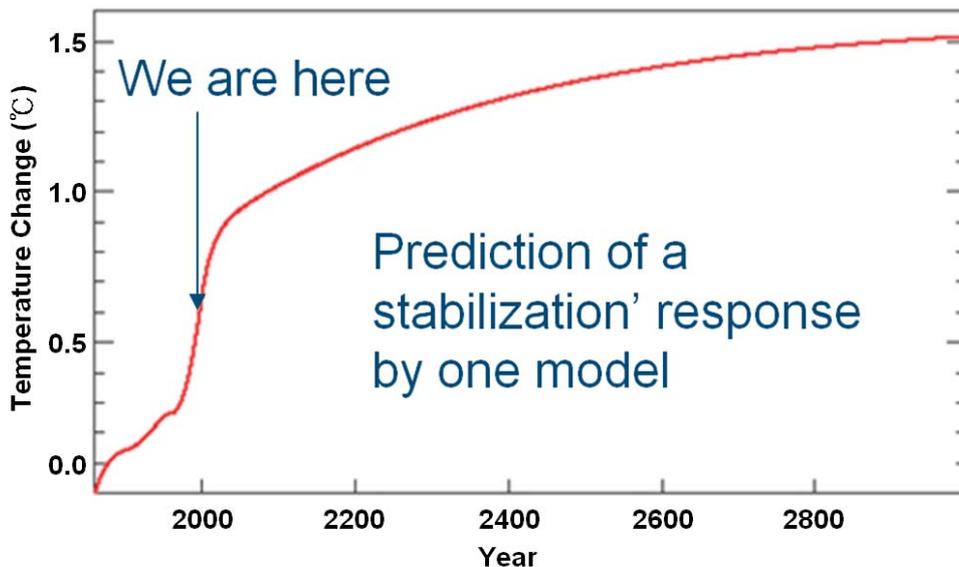


圖 3-11 溫室氣體排放量維持現況之全球平均溫度上升趨勢

(資料來源：Hadley Centre for Climate Prediction and Research)

參、政策重要作為

一、第四版國家氣候變遷通訊

因應氣候變遷調適與減災之政策文件很多，荷蘭住宅、空間規劃與環境部 (VROM)於 2005 年底出版的第四版國家氣候變遷通訊(Forth Netherlands' National Communication under the United Nations Framework convention on Climate Change)，該通訊文件的第六章 "Vulnerability assessment, climate change impacts and adaptation measures"對於荷蘭的氣候變遷所造成的衝擊、調適措施選擇和脆弱性做出評估。在研究的過程中，結合了政策制定者、利益擁有者和學者專家三方面的意見。主要目標在於：對於現今及未來荷蘭的氣候變遷，在經濟領域、人類健康和自然系統所造成的衝擊，提供一個有科學視野、專家意見和利益擁有者看法的綜覽；經由讓利益擁有者參與的過程，針對這些領域發展出一套調適措施選擇；對於氣候變遷造成的衝擊與其調適措施，進行跨領域的整合性評估。其重點內容簡要整理如下表：

(一) 氣候變遷衝擊部分

表3-1 第四版國家氣候變遷通訊中的荷蘭氣候變遷衝擊

衝擊	部門別	現象與調適方向說明
6.2 水 氣	1、對水 資源及	海平面的上升：過去的一世紀海平面已上升20公分，而未來一世紀預計平均又將再上升60公分。這也會使Usselmeer湖的水面上升。

候變遷預期將帶來的衝擊	水資源管理的衝擊	<p>河川流量將增加：氣候的變遷將會使河川流量在冬天增加40%，而在夏天減少30%。</p> <p>地層下陷：在荷蘭的低地區域，到了2050年時平均下陷的程度將在2-60公分之間。</p> <p>降雨量增加：到2050年時，冬季的降雨量將會增加約10%，而夏季降雨量將減少小於10%。</p> <p>最大的擔憂在於淹水以及在Rhine、Meuse河或是Usselmeer湖沿岸的堤防破裂，這可能會造成嚴重事故或是經濟上的損害。乾旱也是問題之一，將會影響飲用水的供應、能源生產、自然、農業以及船運，造成經濟上的損失。預測在短期內氣候變遷帶來地下水缺乏及地表水的不足，對於農業和自然的影響會大於水運、休閒和電力製造，但就長期來看，也許會有轉變。</p>
	2、對沿海地區及沿海防護的衝擊：	<p>近來有研究報告顯示因為上升的海平面、氣候變遷及進一步的經濟社會發展，將會增加水災的風險。海平面上升若是伴隨著乾旱，會使得荷蘭低窪地區鹽化，這將對農業、自然以及飲用水供應造成衝擊。研究顯示，在乾旱的年份，鹽化在北方諸省、Usselmeer Polder、Haarlimmermeer Polder及Zeeland省的新生地最為嚴重。</p>
	3、對於自然的衝擊	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氣候變遷已經對於荷蘭的自然環境造成影響，例如生長季節的延長、南方物種已建立永久的棲息地等等。乾季的延長，也對生態系的恢復性造成影響，例如增加了森林火災的機會。動、植物季節週期的改變，對於食物鏈之間的互動關係有可能造成影響。</li> <li>2. 氣候變遷也有「正面」的效應：生長季的延長將有助於植物的碳吸存(carbon sequestration)。植物在較高濃度的CO<sub>2</sub> 之中，對於水的利用將會較有效率。</li> <li>3. 溫度上升在漸進且有限制的條件下(2°C in 2100)，所造成的影響將會是中性的。而溫度上升的幅度愈快愈大，所造成的負面影響就愈強。</li> </ol>
	4、對農業、糧食安全與健康的衝擊	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氣候變遷也許會促進作物的生長，但還需考慮水質和乾旱帶來的損害，以及瘟疫、疾病所帶來的風險。</li> <li>2. 海平面上升，導致沿海地區地下水鹽化，對農業活動造成威脅。</li> <li>3. 極端天氣型態的次數增加，會使得保險費率提高。然而這些影響對於荷蘭的經濟不會太顯著，畢竟荷蘭的農業在整體經濟活動中只佔很小的比例。</li> <li>4. 另因水災、熱浪和傳染病的散播，威脅人類健康的因素將會隨之增加。</li> </ol>

(資料來源：本研究整理。)

(二) 脆弱性評估

實際上，研究計畫或是政策規劃較傾向於做特定領域的脆弱性評估。由於沒有可用的定量評估，目前的評估方式是由科學家、專家和利益擁有者來做定性的評估

(三) 調適措施

表3-2 第四版國家氣候變遷通訊中的荷蘭氣候變遷調適措施

<p>1、對於水利和水源管理的調適措施</p>	<p>1. 整體的國家政策重點：</p> <p>安全依舊是最優先的考量，其他的目標如避免破壞具有歷史文化意義及自然價值的河景，指導原則如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 預先做出預防措施勝於事後做出反應；</li> <li>▪ 遵守三個步驟，首先原地保留，接下來進行貯存，最後的手段才是排水；</li> <li>▪ 除了運用技術方法補強之外，還需分配給水更多的空間；</li> <li>▪ 提高海灘的高度。</li> </ul> <p>在於準備及防護 2015 年時萊茵河高達 16,000 m<sup>3</sup> 的流量，以及 2015 年之後的 18,000 m<sup>3</sup> 的流量。國會在 2006 年時已經通過一筆 22 億歐元的預算去改善河川流域的氾濫情況。疏浚已經被引進做為管理河川和港口的的方法。2004-2010 年期間將會花費 7 億歐元去維護內陸的河道，到 2010 年之後，將需要 103 億歐元的預算，其中 30 億將會用來加寬加深河道，75 億用來管理和維護上面。</p> <p>在炎熱的天氣下，為了維持飲用水的供應，目前已在尋求將淡水貯存在 Usselmeer 湖的可能性。</p> <p>2. 政策執行的責任：</p> <p>中央政府負責主要的河川、沿岸地區和 Usselmeer 湖。水利委員會負責區域水管理的第一線工作。省級政府承擔水管理政策的空間整合，並負責監督市級政府的空間分配計畫。2000 年以後，興建影響到水管理的大型基本建設或是空間規劃時，都必須進行水文評估。這些確保了水文政策可以被納入其他政策的考量之中。地方政府也將中央的水文政策轉化為「集水區策略」和「地方水文計</p>
-------------------------	--

	<p>畫」。</p> <p>但一般而言，重點仍然是放在大規模的解決方法上，因為可以跟其他方面的政策做連結，例如將水源貯存與對抗乾旱做整合。</p>
<p>2、沿海區域與沿海防護的調適措施</p>	<p>沙粒補充法(sand supplements)在 1990 年被引進，做為一種動態管理海岸的方式。這個方法是在沿岸地帶鋪上數百萬顆幾立方公尺大的沙粒。2002 年時被相關部門加強使用，作為因應氣候變遷最恰當的適應措施。</p> <p>地方政府發展屬於當地的沿海地區適應措施，以因應未來長期的氣候變遷。堤防和沙丘的維護由地方水利管理單位來負責，中央政府則需對抗海岸的結構性侵蝕。</p>
<p>3、對於自然環境的調適措施</p>	<p>履行設立綠色廊道和生態區的政策，被認為是因應自然環境對氣候變遷的衝擊最佳的作法。這和水管理一樣都需要空間，因此可以一起連帶考量以求增效作用(synthergy)，整合在設立在新生態區。</p>
<p>4、對於農業、糧食安全與健康的調適措施</p>	<p>在第三版國家通訊報告中，認為氣候變遷對農業的影響是不需要結構性的改變就能夠應付的。然而最近的研究重新評估乾旱對於農業的影響，並將之整合入農業政策中。適應的策略包括改進極端天氣事件的預報，讓農人能夠調整他們的管理方式。其他正在研究中的措施如改良穀物品種、改變栽植和收割的日程、農地遷移或是保險等等。</p> <p>在 Wadden Sea 區域，氣候變遷促成了減量捕捉水生有殼生物的決定，政府也委託進行研究，調查氣候變遷對於水生生物族群、產卵地點和生長地點所造成的衝擊。</p>
<p>5、空間規劃和住宅調適措施</p>	<p>提出明確的保留地區、功能限制、與調適相關的行動：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 在國家水政策一致，沿著主要河流區域的保護拓寬主要河流的氾濫平原(flooding plains)</li> <li>▪ 沿海的 foundation zone(從沙丘內側邊緣到 20 公尺等高線的區域)</li> <li>▪ 確保 Usselmeer 和 Markermeer 湖淡水的貯存</li> <li>▪ 擴展與連結自然區域</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 在鄉村與城市間的交接區域受到特別的關照。能夠結合自然、水和居住的創意作法被鼓勵。</li><li>▪ 將調適的措施實踐於永續建築(sustainable building)中。SenterNovem 這個組織也在實行一些小型的、開創性的計畫像是飄浮建築 (floating house)，從而鼓勵與水共同生活以及為了未來更溫暖的夏天做準備。</li></ul>
--	--

(資料來源：本研究整理。)

## 二、ARK programme

2006年3月，荷蘭內閣批准因應氣候變遷空間調適的國家行動方案(National Programme for Spatial Adaptation and Climate Change, ARK)，該方案由住宅空間規劃與環境部(Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment)主導，並由農業部(Ministries of Agriculture)、自然與食品管理部(Nature Management and Food Quality)、經濟部(Economic Affairs)、運輸與公共工程及水管理(Transport, Public Works and Water Management)等部門協辦，同時納入民間組織、商業界、水管理委員會(Water Board)等，預定投入經費約2億5千萬歐元(約新台幣110億元)。

此方案之目的是確保荷蘭的空間規劃能夠妥適因應氣候變遷，因而，擬訂一個對運輸、自然、農業、水利、能源、公共衛生與健康、工業及休閒等部門相關且明確的氣候變遷影響觀點是非常重要的。2007-2008年，此方案將評估氣候變遷的影響，並擬訂2008-2014年之實施計畫，使荷蘭得以妥善因應氣候變遷。

## 三、Knowledge for Climate Programme

為了彙集因應氣候變遷相關經驗與知識，建構一個實用的知識交流平台，供未來長期之研究與檢討運用。荷蘭政府決定於2007-2012年間撥出1億5百萬歐元(約新台幣47億元)，推動氣候變遷知識平台計畫(Knowledge for Climate Programme)。此計畫由Wageningen University、Utrecht University、VU University、KNMI及TNO/Deltares等大學與研究機構共同執行，將於荷蘭國內與國際上積極因應氣候變遷的國家中，選擇不同環境特性與課題面向的熱點(hotspots)，透過這些不同類型熱點之調適研究、規劃與追蹤檢討，彙集相關知識。目前荷蘭國內的熱點包括：Haaglanden、Schiphol Airport、Rotterdam region、Wadden Sea、Weak coastal links、

Shallow lakes and peat lands、Rivers、Dry rural areas 等 8 項。國際合作夥伴包括：美國加州與密西西比州、臺灣、越南、埃及等；臺灣之熱點，初步選定臺北都會區(都市防洪)、嘉義沿海低窪地區(空間規劃與防災)、南部地區(乾旱與水資源管理)等 3 項。

#### 四、國家空間規劃策略的調適

荷蘭新上任的政府所採行的國家空間策略(Nota Ruimte)，是基於第五次國家空間規劃政策等政策基礎，考量全球氣候變遷的衝擊日增、經濟與環境的均衡發展等當前趨勢，重新訂出土地規劃利用所需遵循的重點原則。

與以往的 Nota Ruimte 相較，經 VROM 指出最重要的轉變在於：

1、堅持基本原則下的治理形式轉變：中央權力下放，更加考慮區域與地方層級的發展需求，重視不同黨派、利益團體、公民社會的聲音，以使荷蘭成為更具吸引力的國家，只要堅持基本的標準、保證脆弱地區的安全，這些基本的要求首先適用於自然、地景、文化資產和水管理上。國家防洪的基本考量是不變的，因此新建築開發必須將水管理需求納入考量，評估開發對水管理的負面影響；新的空間發展計劃必須兼顧休閒、綠色環境保育、水管理的需求。

2、因應氣候變遷引致的衝擊，藉由規劃將空間還給水：海水位上升、極端降雨、河水位上漲，以現行的工程手段防洪已不足應付，而應將更多的空間還給水，重新檢討洪水平原內的其他土地利用，留給河川與水更多的空間，但這並非將水視為發展的限制條件，反而是要開發水域空間的休閒、交通、生態保育、塑造城鎮地景的機能，開發永續用水的各種可能，同時有配套的搬遷補償機制。

#### 五、任務導向的組織：再次成立 Delta Commission

如前一節所述，荷蘭的第一次 Delta Commission 於 1953 年洪災後成立，至 1997 年功成身退。近年全球氣候變遷的現象與衝擊愈來愈顯著，再加上美國卡崔娜颶風(Hurricane Katrina)的省思，荷蘭政府於 2007 年 9 月再次成立新的 Delta Commission，由前農業部長 Prof. dr. Cees Veerman 擔任主席。



圖 3-12 Delta Commission 委員組成。

此委員會運作一年後，於 2008 年 9 月 3 日向內閣提出一份政策建議報告。嚴正指出，在氣候變遷衝擊下，荷蘭將面臨嚴重的洪災，不採取任何行動的策略，

將使荷蘭陷入災難性的境況，其後果是不可被

接受的，並提出 12 項重要建議，包括：(1)強化防洪堤防(Flood protection level)；(2)新的都會發展規劃(New urban development plans)；(3)堤外區域管理(Areas outside the dikes)；(4)北海海岸地區之防護(North Sea coast)；(5)維登海岸地區之防護(Wadden Sea area)；(6)西南沿海沙洲東部之防護(South-western Delta: Eastern Scheldt)；(7)西南沿海沙洲西部之防護(South-western Delta: Western Scheldt)；(8)西南沿海沙洲卡拉瑪區之防護(South-western Delta: Krammer-Volkerak Zoommeer)；(9)主要河川流域之防護(The major rivers area)；(10)萊茵河口之防護(Rijnmond, mouth of the river Rhine)；(11)烏什米爾地區之防護(IJsselmeer area)；(12)政策、行政管理、法規與財務之配合(Political-administrative, legal, financial)。

基於此等建議，荷蘭在 2010-2050 年間，每年需投入 13-19 億歐元；2050-2100 年間，每年需投入 12-18 億歐元；意即 2010-2100 年的 90 年期間，每年平均投入約 15 億歐元(約每年新台幣 675 億元)，並獲得荷蘭總理將予以執行的支持。

## 第四節 治水與空間規劃策略、技術演進與調適

面對溫室效應氣體不斷的排放，氣候異常問題日益嚴重，荷蘭已經開始思索全方位解決。他們認為，人無法勝天，無法與海爭地，所以一部分低窪地區就必須要還給大海。因為要還給大海，所以區域內的農業就必須輔導遷移，當地鬱金香就無法種植，而說服當地民眾接受，並不再提供獎勵等手段，多管齊下，輔導遷村。另外，因為海平面降低，因此造成土壤與地下水鹽化的問題，而這些鹽化地區就變成旅遊地區。而地下水會鹽化，地下水無法再使用，所以也開始研究河川表面取水，並且也開始研究可以耐鹽化的作物，為未來農業找尋出路。

### 壹、治水與水資源管理策略的進展

由於荷蘭地勢低平，在歷史上，城鎮及農地均遭受水災的威脅。在面對大河的氾濫及北海的風暴潮，在傳統上，荷蘭是透過築堤的方式來抵禦；而由於環境的限制，其城鄉發展也相當緊密，在自然的發展過程中，選擇了土壤較為紮實的土地作為城鎮發展的基地。此外，淤田的土地利用形式在 11 世紀即被採用。淤田乃透過築堤、利用風車排水的方式，既可抵禦水患，也可藉由排乾低地積水的方式增加農墾用地。

#### 一、還地於水/河、民主化、國際化的趨勢

整體來說，荷蘭的水災管理具有工程取向的傳統。近年來，隨著治水思潮的演進，其水災管理也有自然化、民主化、整合化及國際化的趨勢。在自然化方面，其反思傳統築堤圍堵洪氾的方式，強調靈活發展（smart design）的設計理念。在處理洪災上，更能夠考量地方的景觀特色以及文化傳統，並借重傳統的知識及自然過程的方式，來取代過去以工程硬體設施為導向的洪災因應方式。在實質的工程處理上，也強調不是只有加高堤防來抵禦水災，而是透過還空間於河流/水（room for the river/water）的方式，如透過加深河灘地、抬高阻擋水流的橋樑、加深及疏浚或加寬河槽、加大堤距、設置疏洪道、滯洪池等方式，來增加排水及水的儲留（下圖）。

#### 二、實際作法

相關案例如目前進行中的馬斯河工程（Masswerken, Mass Work），即透過築堤、

新開疏洪道、開鑿礫石凹地滯洪、創造自然遊憩地（把已不具主要防洪功能的礫石凹地恢復成為自然的棲地及做遊憩使用），來降低水災的風險。在洪峰時作為疏洪的渠道，在荷蘭則被稱為 green river，這也是重要的還空間於河流/水的重要內容之一。在疏洪道的設置過程中，也可能涉及遷村等議題，如擁有約 200 人口的 Helhoek 位於規劃中的萊茵河到 IJssel 的疏洪道上，因而被遷村。

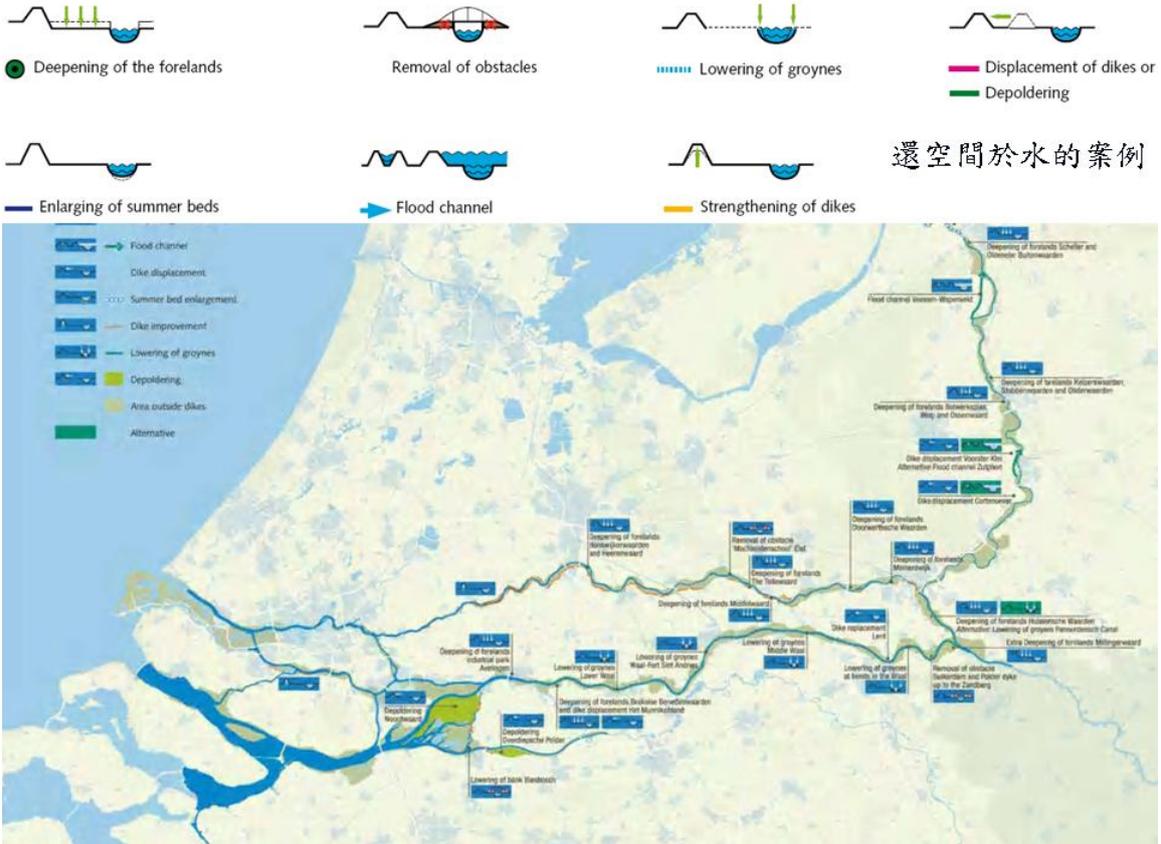


圖 3-13 荷蘭還空間於水之案例與策略示意圖  
(資料來源：V&W, 2006)

另一方面，由於荷蘭的堤防保護標準相當高，如重要都市地區可以抵禦 0.01% 的洪水事件，使得荷蘭不具備洪災保險的環境。但在上世紀 90 年代的幾次洪水威脅及淹水事件後，使得荷蘭開始再度重視預警系統及疏散的發展。

在非實質面向，民主化也是近年來荷蘭水災管理的重要趨勢。在決策上，改變過去由上而下的治理方式，進而透過公共參與的方式，納入權益關係人的意見。另外，荷蘭的水管理局(waterschappen, water boards)因為選舉人結構改變的緣故，也從過去從水出發的單一思考面向，進而被要求考量到多面像的議題，如築堤對環境的

衝擊等。不過，這類民主化的過程，也增加了水災管理的成本，並拉長其處理程序。如 1980 年至 1995 年間，因為民主化的要求，使得相關的堤防設施改善有限。然而，在 1995 年的萊茵河洪水後，為了矯正緩慢的行政流程，荷蘭不得不成立新的法案，來縮短這類公共工程的民主程序。

整合化也是民主化下重要的趨勢，由於 1970 年代至 80 年代的決策組織改造，使得水災管理須納入權益關係人的意見，並整合不同團體的利益。國際化則是近年來發展的趨勢，如歐盟對於跨國性議題的合議，以及和德國共同採取的萊茵河洪氾行動方案，包含如何降低災損、降低洪峰、提昇預警、增加公共意識等，均顯示出在荷蘭水災管理的國際合作趨勢。

## 貳、國家層級空間規劃策略

荷蘭在國家層級的水災因應策略，除了透過工程手法，包含上世紀初的須得海工程，以及進行中的三角洲工程、馬斯河工程等，也試圖以空間規劃配合水利工程的執行，來降低水災的風險。另一方面，由於相關治水思維的演進，也使得防洪工程必須考量自然環境及地方文化，尋求協調發展。

由於全球氣候變遷是當前歐盟相當重視的議題，因此，荷蘭的第四次全國通訊 (Fourth Netherlands' National Communication under the United Nations Framework Conversation on Climate Change) 中，揭諸了新的國家水災管理政策。其水災管理政策有兩大原則：

第一原則是不把水視為發展的限制因素。固然過多的水會造成水災；然而，水也是農業發展及支持都市、產業發展的重要資源。除此之外，水本身還負有文化、遊憩、交通等功能。因此，在水災議題的處理上，應該要兼顧到多目標的原則，而不是處理水患的單一議題。這樣的政策目標，也呼應到前文自然化、民主化、整合化等趨勢。

第二大原則是與水共處的空間發展原則，亦即還空間於河流/還空間於水。在河川及海岸地帶，未發展的區域應該考量其環境風險，限制其發展。此可避免新發展暴露在環境災害中，也可維持既有都市的緊密發展。而部分沿海岸及河岸的已發展區域，也必須考量水文及水災的風險，必要時需讓出空間給水。而這部分，會涉及土地徵收及遷村等議題。

在都市發展方面，重要政策包含：1.必須確保都市發展區（紅色區塊）與公園等開放空間/農牧（藍/綠）區塊的發展協調；2.評估都市發展對地下水及地表水之衝擊；3.增加都市截水能力；4.確保新發展不造成負面效益；以及5.透過科學方法，評估新發展可能造成的影響；若有負面影響，則需透過稅費等機制，補償其他受影響的地區。

### 參、都市地區發展策略-以阿姆斯特丹都會地區為例

在阿姆斯特丹 2040 發展策略(Metropoolregio Amsterdam, Ontwikkelingsbeeld Noordvleugel 2040)中，針對全球氣候變遷可能導致的水災及氣候的改變，研提相關的空間規劃因應策略。

氣候變遷將會誘發阿姆斯特丹地區環境的改變，包含洪峰提高、海平面上升，造成水災頻率的增加。另一方面，夏天的氣候將會更為乾熱，冬天則較為冷濕。而這樣的結果，也會造成土壤及地下水鹽化的現象增加。

為因應此一環境威脅，阿姆斯特丹都會區計畫將其空間發展區分為城、鄉地區，以不同的策略來因應環境變遷可能造成的衝擊：

1.城市地區：其主軸為緊密發展、增加防洪設施防禦標準、削減逕流及強化社區防災，其策略包含：

- 發展集中於都市化界線，並進行都市更新。
- 都市地區需能抵禦 1 萬頻率年之洪水。此部分為設置結構性堤防及半、非結構性措施。
- 增加都市截/儲水能力。
- 建立風險/防災意識，並利用相關防水措施來創造都市內具吸引力之環境。

2.鄉村地區：主軸為與水共處及還空間於水，策略包括：

- 經水工評估後，適合的草地可作為水的留置區域，並提供遊憩功能
- 結合水、自然、開放空間、遊憩泥沼草原及小圩田等環境，創造圍繞於水的小生活空間
- 生產性農作集中於生產力高之區域
- 非高生產力地區，評估後還空間於水
- 保護淡水資源。

肆、還地於水/河的概要圖

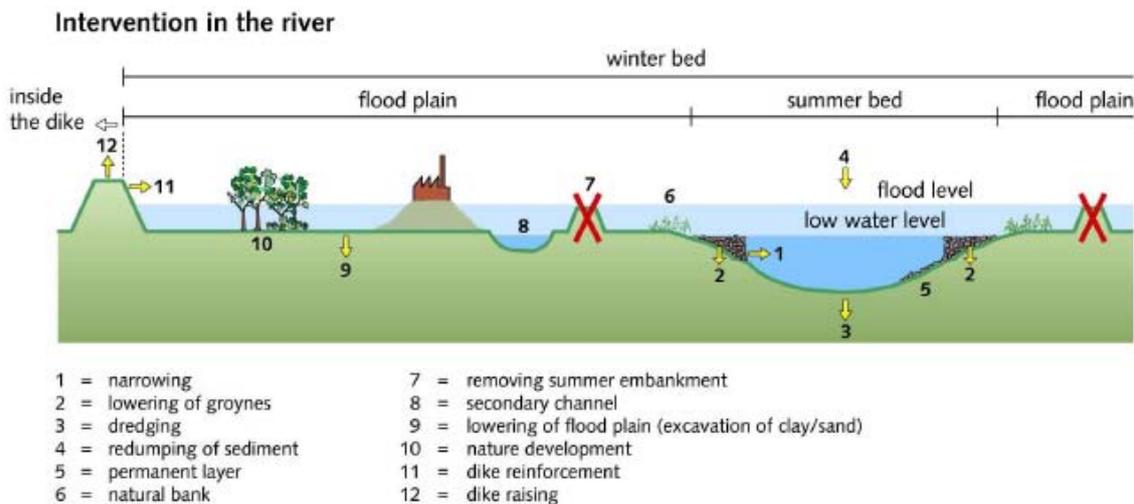


圖 3-14-1 還地於河策略的概念圖

(資料來源：Netherlands Environmental Assessment Agency, 2006, P.67。)

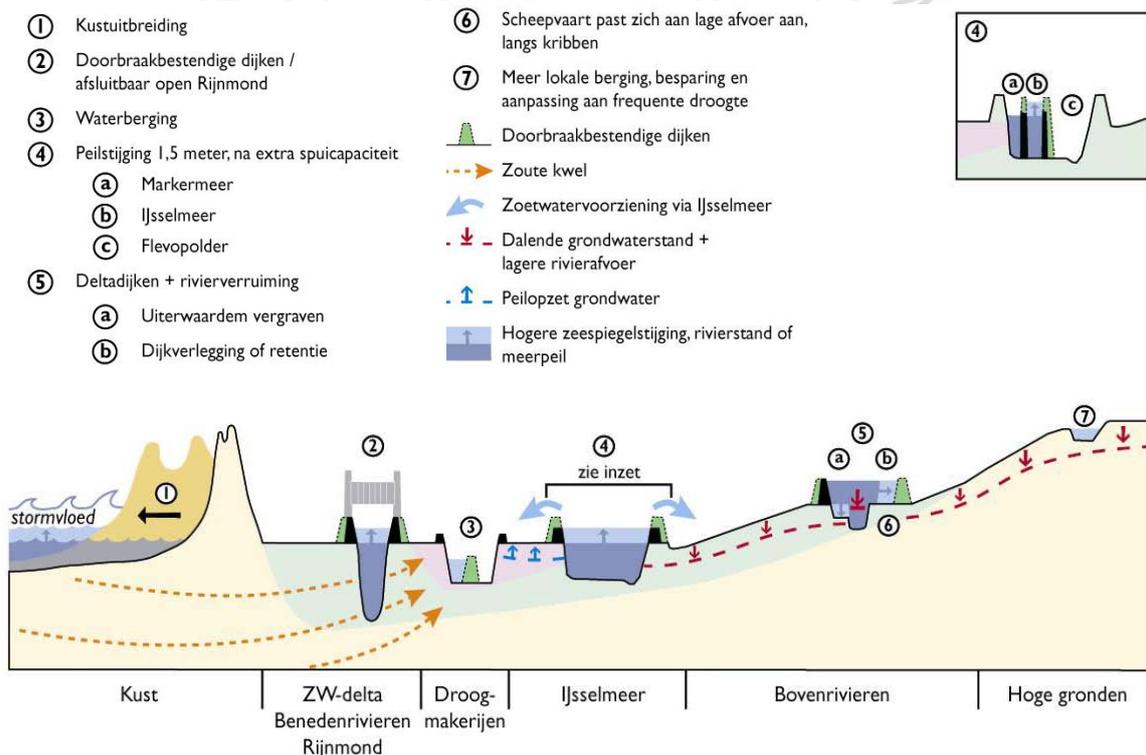


圖 3-14-2 2008-2050 執行策略示意圖

(資料來源：Louis C. Stuyt, 2008。)

## 第四章 氣候變遷趨勢下國土與都市空間規劃課題

本章將探討氣候變遷對台灣國土與城鄉土地利用與空間規劃的衝擊，再將空間規劃與水資源管理的議題予以結合，提出相關課題，進而根據國內外研究所指出的調適減災原則，提出減災導向的水資源管理與空間規劃調適策略方向。

### 第一節 氣候變遷對國土與都市環境之衝擊

現階段國內氣象科學領域研究歸納氣候變遷下，在台灣已發生與將發生的顯著現象為增溫、降雨型態改變、海水位上升，連帶地對國土利用產生實質與非實質面的衝擊。

#### 一、在台灣較明顯的氣候變遷現象

##### (一) 暖化

中央氣象局分析台灣過去 100 年間的氣象資料，全台氣溫上升速率在  $0.98^{\circ}\text{C}$  百年到  $1.43^{\circ}\text{C}$  百年間，遠大於全球平均值  $0.6^{\circ}\text{C}$ 。此外暖化現象不只發生於都會地區，玉山、東吉島等無明顯開發地區也有顯著的暖化現象(許晃雄，2006)。

##### (二) 海平面上升

因為氣候的變化，產生溫度上升、增加降雨機率與冰川融化，因此進而造成海平面上升的情形產生，身為海島型國家的台灣當然也面臨此一問題。

##### (三) 降雨改變

在過去十五年間發生水災、旱災的頻率與影響的面積都有些許增加的情形，在亞洲與非洲地區夏季乾旱、缺水的現象較為明顯且嚴重。

#### 二、台灣災害脆弱性

臺灣地理環境特殊，屬於高災害潛勢地區，無法避免颱風與地震等天然災害之發生，加上社會快速發展，環境脆弱度增加，近年災害頻率與規模均有增加趨勢。世界銀行 2005 年刊行之 Natural Disaster Hotspots—A Global Risk Analysis 指出 (World Bank, 2005)，臺灣同時暴露於三項以上天然災害之土地面積為與面臨災

害威脅之人口均為 73%，高居世界第一；臺灣同時暴露於兩項以上天然災害之土地面積與面臨災害威脅之人口均為 99%。臺灣面對氣候變遷所存在的潛在天然災害威脅主要為沿海與低窪地區淹水威脅，山洪爆發與土石流、都市洪水災害潛在威脅以及水資源調度與用水問題等。造成臺灣面臨到這些潛在威脅有 3 個主要原因：

- 1、臺灣本身的自然易致災性，包括易受颱風侵襲、降雨強度強、每年侵襲颱風平均約 3.5 次，豪大雨數十次，平均年損失約 128 億元以上。豐枯水期降雨不均、地勢山高水急、西南沿海地區地勢低窪以及地質脆弱、表土鬆軟等先天的因素。
- 2、社會經濟發展與環境變遷的衝擊影響，包括山坡地過度開發導致的坍方與土石流問題、都市化發展引發的都市防洪問題、都市熱島效應造成的高溫與局部對流加強、產業發展迅速所導致的用水量增加以及西南部地區超抽地下水造成地層下陷等後天環境變遷的因素。
- 3、氣候變遷可能的衝擊，包括以下可能的情況，如溫度持續上升、颱風與劇烈降雨強度增強、降雨的時空間分佈型態改變、乾旱發生頻率與強度變遷與海水位上升等衝擊。未來如果氣候與環境變遷的情形持續惡化，臺灣面對上述三項可能的災害威脅程度將提高。

### 三、從國土與城鄉發展看氣候變遷衝擊

為釐清台灣國土所遭受到的全球氣候變遷影響，在「全球化與氣候變遷下國土規劃之研究（馮正民、詹士樑等，2007）」研究報告中，透過現象、衝擊、議題之分析架構，彙整國內外相關文獻，並以專家意見諮詢與歸納方式，建立台灣地區受氣候變遷影響之衝擊以及延伸之相關議題，並建立影響關係圖如下圖所示，包括氣候變遷之現象、衝擊與重要議題所擬出台灣地區之氣候變遷交互因果圖。

台灣氣候變遷現象主要由氣溫上升、降雨改變以及海平面上升構成，而上述之現象，將造成「能源使用改變」、「疾病傳染」、「洪旱災害」、「土砂災害」、「水供給問題」、「農業資源衝擊」、「生態系統破壞」、「海岸退縮」、「濕地改變」九項衝擊，透過此九項衝擊項目，延伸出在氣候變遷影響下之相關議題，議題共分為「能源經營管理」、「公共衛生防治」、「天然災害防治」、「土壤資源保育」、「水資源經營管理」、「糧食安全維護」、「生態系統保育」、「海岸棲地保育」八種議題。

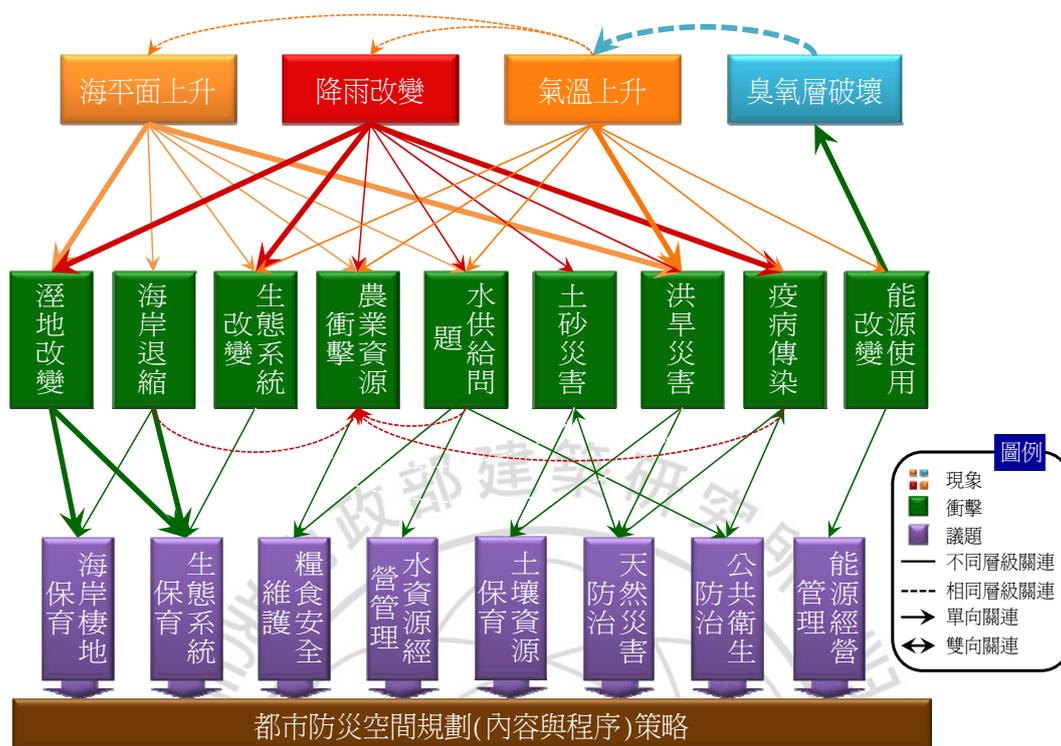


圖 4-1 台灣氣候變遷現象、衝擊與空間規劃因果關係圖

(資料來源：馮正民等，2007)

馮正民、詹士樑等（2007）在報告書中指出，由於受到二氧化碳濃度增加以及全球暖化影響，強風暴雨以及土質流失，未來極可能洪災與旱災的現象會更加嚴重，此外降雨量增多亦會提升土石流等災害強度，將造成水源嚴重污染與公共衛生問題，進而加速水體狀況的惡化，導致水質方面的問題。

由上圖可看出氣候變遷現象與其產生之衝擊的關連性，每一現象並不只有產生一項衝擊，每項衝擊也不是由單一現象所產生的，各類型的災害衝擊間息息相關，所影響之範圍也相當廣泛，因此在探討氣候變遷下臺灣都市災害型態與衝擊時，應同時考慮各種不同的氣候變遷現象，以在有限的資源裡，更完整預測新型態的災害。

#### 1、對國土利用、制度、民眾的衝擊

從國土利用的角度看氣候變遷衝擊，可分實質面、非實質面兩者觀之。實質面的衝擊涵蓋水、土、林等面向，如：(1)全球暖化所導致的水面升高，海岸線退縮導致國土流失，影響的層面也擴及沿海的土地利用範圍；(2)海水位上升後導致沿海陸域的土壤鹽化，影響農作物生長；(3)極端的天氣型態如：暴雨，加速山林國土的流失以及下游河床的砂石堆積；(4)海水的酸度上升與洋流型態的改變，影響

漁獲量的多寡及捕撈地點；(5)氣候改變下之生態系統發生轉變，生物多樣性的減少以及動物棲地之移動。

非實質面的衝擊則包括制度調整、管理思維、產業調整及行為模式等，如下列幾點：(1)極端的天氣型態如暴雨及乾旱之發生機率增高，公部門傳統水資源管理與治水設施的思維有待調整；(2)溫室氣體減排限制下所帶來的產業調整效應；(3)能源利用方式及農糧安全；(4)中央與地方政府各部門的應變與整合能力(5)民眾對衝擊的感知、危機意識與行動。

## 2、對都市空間的衝擊

氣候變遷所產生的衝擊深深影響到都市空間，溫度的上升導致熱島效應的發生，因為室外溫度過高，使得都市消費型態與生活能源使用的改變—用電量及用水量都逐年增加，間接影響都市地區電力系統之供應能力，以及導致水資源分配不均等問題的產生，造成更嚴重的惡性循環。溫度的升高導致病媒蚊數量增長，散播範圍擴大，降雨型態改變也衝擊都市地區之水資源污染問題，排水設施、地下道以及廢棄物之處理，將更顯重要，而都市通常為人口稠密之地區，氣候變遷效應下將對衛生健康造成衝擊。

從災害觀點來看，氣候變遷將對臺灣帶來海岸退縮、生態系統改變、農林漁牧糧食衝擊、水供給問題、土砂災害、洪旱災害、疫病傳染等衝擊，尤其已處於地層下陷危機的沿海地區、坡地社區，再加上氣候變遷所造成的衝擊，都是國土規劃必須考量的重要課題。例如：西南沿海地區長期飽受水患之苦，地方發展受限，傳統的治水思維若不考量氣候變遷因子，再投注更多的治水經費恐怕也是成效有限。

針對「天然災害防治」、「水資源經營管理」議題的細部內容，再以空間規劃策略予以整合分析如下節。

## 第二節 從空間規劃看水資源管理議題

台灣地形坡陡造成河川短小流急，蓄水能力原本就不佳，加以氣候變遷趨勢下，洪患、乾旱的強度增加、發生的週期不固定，造成陸地水資源涵養量的不穩定以及水質改變，而衝擊不僅對於水資源本身破壞更會影響糧食、產業衝擊。水資源保育議題包含水量、水質影響、地表涵養水源等。

97年卡玫基颱風再一次暴露台灣環境的脆弱性，再加上全球暖化的威脅，我國治水策略有必要做適當的調整。過去台灣對水資源的管理偏重於水源開發，例如大型水庫的興建，或藉由攔河堰、集水道等設施，將水匯集後使用。在水資源節約方面，政府僅透過政令宣導節約用水，其成效也十分有限。在氣候變遷的影響下，氣溫逐漸上升，未來恐將無法應付逐年增加的水資源需求。因此，未來水資源政策應由水源開發轉型為循環保育的發展方向。

### 一、水資源經營管理課題

#### 1、用水現況

台灣用水最主要的來源就是雨水，平均每年大約可以獲得2500公釐的雨量，換算成水量約為9百億立方公尺；經過蒸發、滲入地下及流到海裡後，實際可供運用的只有135億立方公尺的水量。可是目前我們每年需要的水量約為190億立方公尺，地表水不夠的部分就藉抽取地下水來補充，由於供需失衡，水資源不足的問題乃一年比一年嚴重。

台灣水資源的利用一向以農業(含灌溉、養殖、畜牧)所占比例最大，約七成多，民生用水(包括家庭、商業、機關、公共)次之，再其次則為工業用水。由於台灣產業結構已從農業轉型為工商業為主的型態，有待適度調整農業用水比例，並改善用水效率，將節餘的水量移轉作為保育、民生及工業之用，才能有效解決水資源不足的問題。

至於地下水每年估計的使用量，已大幅超過自然補注量，其中仍以灌溉用水消耗最多，占了地下水抽取量的七成多。以區域來說，則以南部及中部透支地下水的情形最嚴重。地下水資源長期透支下來，已經衍生出地下水位下降、沿海地區地層下陷、海水入侵、地下水質惡化等許多問題。例如屏東平原因近年來沿海地區超抽地下水，約自民國七十年起，沿海地區地下水位即降至海平面以下，海水乃沿著含水層大舉向內陸入侵，如今林園、東港、崎鋒等地區之地下水均已嚴重鹹化，不能使用，受影響的面積約100平方公里(林日揚，2007)。

#### 2、氣候變遷下的水患威脅

近年來降雨特性有更集中與加強趨勢，極端暴雨在空間分布變異特性也有所不

同，更增加防災應變不確定與困難。

因全球氣候變遷所帶來的極端天氣型態（如：暴雨、乾旱），一般認為將會更為頻繁；另外，對於影響台灣主要的幾個天氣系統如颱風、梅雨、西南氣流等，因氣候變遷會產生如何的改變，在科學上則尚未有定論。氣候變遷所帶來的衝擊，因現今科學發展上的限制，只能確認其大致方向「定性」的衝擊(如：溫暖化、海平面上升)，尚無法做到「定量」、「定點」的衝擊評估，且在台灣特殊的地形、地理環境下更為困難。

然而，我們知道氣候變遷確實是正在發生中的，已經且也會在將來持續的影響我們的生活。在台灣，間接與直接的改變如水文現象的變化，將使得我們對降雨強度、流域逕流量、洪旱災害等更難以掌握。

今(97)年6月(2008)，西南氣流在高雄帶來了降雨量高達1200mm之降水(過去平均400mm)，過去降雨多半發生在山上，然而今年卻是在平地，這是否與全球暖化有關？接著7月的卡玫基颱風，造成了南部及台中都會區嚴重的淹水，損失慘重，其預報的降雨強度及所造成的災害地點等，也都超乎許多氣象專家、水利防災人員的預期，這是不是氣候變遷所帶來的改變呢？目前氣象資料雖尚無有力數據可以佐證是或否，且也未有正式研究報告，但此異常的極端天氣型態，確實令許多水利專家不得不懷疑其與全球暖化所造成的氣候變遷之間的關連性(行政院經建會，2008)。

#### 4、治水機制與治水觀念轉變

我國行政範圍與河川流域之差異，造成流域性水資源保育利用與管理之困難。而世界各國面對治水問題，均已將區域規劃、國土復育、產業調整等議題一併納入考慮。我國目前體制，治水方面在流域上、中、下游分屬不同機構，水利事權分屬機構眾多、牽涉問題層面廣(國內水利事權分屬機關如下圖)。

性 位階	主管機關	目的事業主管機關 及目的事業機關	業務職掌
中 央	行政院	內政部 - 營建署	市區排水、下水道
	經濟部	農委會 - 林業處 水土保持局	農田水利會督導、治山防洪 水土保持處理與維護
直 轄 市	台北市政府 高雄市政府	建設局	河川管理、水土保持、水權管理
	工務局 工務局	建設局	河川管理、水權管理、農田水利會督導
縣 市	縣(市)政府	水利(工務或建設)局	水利工程興辦、河川管理、水權管理
		農業局 - 水土保持課	水土保持、農業治理

圖 4-2 現行水利主管與相關機關與執掌。

(資料來源：行政院經建會，2008)

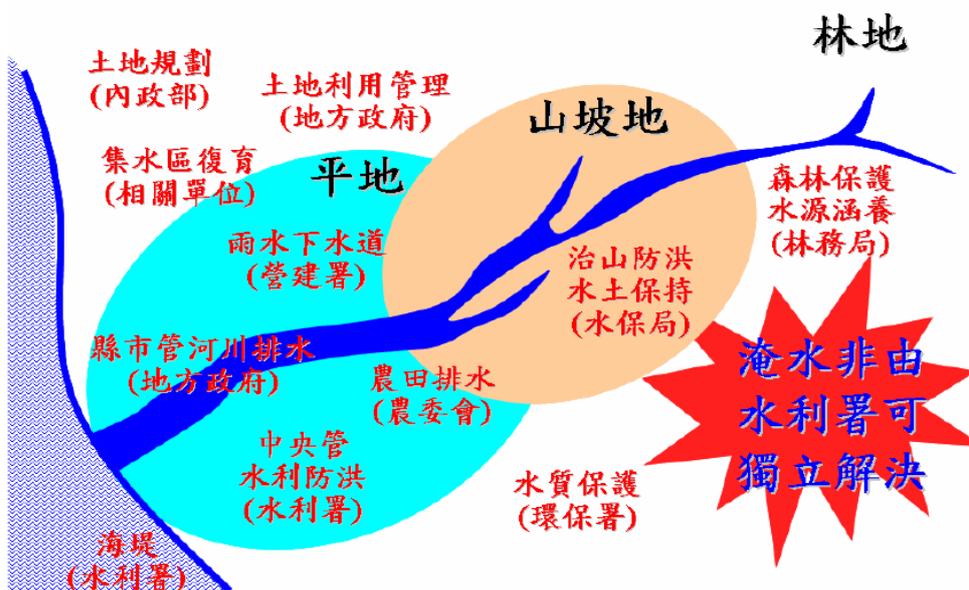


圖 4-3 現行水利事權圖。

(資料來源：行政院經建會，2008)

因此，現行治水機制多以水利工程為手段，有待還地於水、與災害共存的觀念的轉化落實，並顧及產業型態以及土地利用的通盤性檢討與規劃，從水循環保育與用水模式的改變，到發展休閒、水資源多元利用、濕地保育等策略，建立一個與自然和諧共處的環境為目標，從根本上解決當地水患問題，較之僅處理末端的區域排

水管線的問題更需要投注時間與人力考量。

應從現在注重排水與興建堤防的策略，增加與自然環境能調和的保水策略。台灣除了面臨水患的威脅之外，也面臨乾旱時水資源不足的困境，因此現行治水方案的加強排水與興建堤防策略，將颱風帶來的大量雨水快速的排放到河川及大海，不僅浪費了寶貴的水資源，同時也造成排水系統與河川負荷的增加，面對未來異常降雨頻率增加，淹水似乎也無法避免。

## 二、轉變為結合土地利用與降低水患的分散保水思維

參考荷蘭的治水策略，應是思考如何水資源留下，同時降低排水系統及河川的負荷。目前台灣已無適當的地點可建造大型山區水庫，因此在山區目前可行的策略，是請林務局及水土保持局加強山區的水土保持工作，增強森林的水源涵養功能。此外，可在山區中的適當地點，以生態工法建造數量眾多的小型水塘，平時可作為生態池及山區作物灌溉之用，在颱風來臨前可將水塘淨空，讓颱風帶來的雨水能盡量留在山區，避免雨水快速的排放到河川造成平地的淹水。

平地及都市的住宅區、商業區、工業區及學校機關用地，則應推動雨水回收系統，讓平地及都市的地表徑流能回收成為都市綠美化所需的澆灌用水。政府可從現有治水方案經費編列雨水回收的補助經費，讓全省數萬個社區開始落實雨水回收，用積少成多的方式，也可回收數量可觀的水資源，並降低都市排水系統的壓力。

而西部平原及濱海地區，可考慮以國土規劃與土地重劃的方式，將目前低窪的易淹水地區開闢為中小型滯洪池，可容納颱風時帶來的大量雨水，平時也可作為灌溉及養殖水資源之用。開挖滯洪池產生的土方，則可用來墊高附近的土地，作為新社區用地。此一新社區因為可免於水患，地價將會比附近易淹水地區的地價高，因此經過土地重劃產生的新社區用地，可作為與因建造滯洪池被徵收用地的地主交換土地之用。此一方案不須要政府事先編列大筆的土地徵收費用，可提高本方案的可行性（孫志鴻，2008）。

現行的治水方案不僅需花費大量治水經費，且成效有限，同時無法留住寶貴的水資源，治水新方向應是以分散式保水的方式，利用許多中小型工程，從山區、都市、到平地及濱海地區以積少成多的保水方式，可彌補現有治水方案過度追求排水及建造堤防圍堵河水的缺失。

### 第三節 氣候變遷下的空間規劃調適方向

氣候變遷的影響，雖是緩慢、漸進的，但其改變可能也是巨大、劇變的；近期的卡玫基颱風讓人注意到都市水災，有別於常見洪患，另外還有都市增溫、坡地、水資源分配等重要災難議題有待因應，未來應更進化到順應環境、學習與災害共處、從防災轉而減災調適的概念。而國土與城鄉的土地利用背後的主導機制：國土規劃與城鄉規劃的角色就扮演關鍵性的主導角色，影響國家社會卻很深遠。積極面可以引導土地合理用用、減緩的災害衝擊、提升社會公義、兼顧經濟發展及環境永續。

#### 一、轉變為調適的觀念

表 4-1 一般的與調適的觀念與作法比較

	一般的觀念與作法	調適的觀念與作法
人與自然的關係	人定勝天	尊重與順應自然、與災害共存
政策考量	當前需要	永續、減災、調適
經濟發展與稅制	較不考慮環境與生態資源成本	綠色經濟、綠色稅制
資源利用	片段式、無限制開發利用	循環利用；依環境特性，規範開發及保育措施
國土規劃	劃設保護區	劃設環境敏感區、確立環境保育為最高指導原則
治水觀念	1.「阻」、「擋」 2.工程手段為主	1.疏、導、保水 2.生態工法 3.非工程手段為主
天然災害處理	1.強化工程 2.反覆修設 3.以處理洪患為例，採用結構性措施如：堤防、防洪牆、防洪水庫、河道疏濬、減河、分水道、疏洪道、滯洪區、截彎取直。	1.還地於自然 2.管理重於治理 3.以處理洪患為例，採用「分散式保水」與「非結構性減災措施」，如強化水災預警系統、壩工安全檢查、搭配洪災保險、洪泛區土地使用管制、加強風險溝通、緊急避難規劃與應變、都市排水系統、雨水貯留設施。
區域環境管理	1. 片段式 2. 各機關缺乏整合協調	1. 整體性 2. 自然區域性整體考量

(資料來源：本研究整理)

## 二、 組織與制度調整

### 1、 跨部會的專責單位統籌規劃

從國家安全長期戰略的角度思考，成立跨部會且具法令位階的專責單位，負責制訂與推動整合性的調適與因應指導方針，確定減災與調適的策略方向，分派各項任務的執行。議題包括高脆弱地區的指定、高脆弱產業的氣候變遷衝擊評估與調適方向、國土規劃與城鄉土地利用的調整，擬定分年分期跨部會執行架構；透過權責法規修訂、資源與預算分派，作為施政與監督之依據。

### 2、 氣候變遷下的跨領域對話、研究成果轉化為政策法令

在國土計畫法草案之研擬回顧過程中，尚無因應全球氣候變遷之相關法條。而在相關部會推動之政策與內容中，行政院防災國家型科技計畫與國家災害防救科技中心即針對防救災進行相關研究與施行，行政院國家永續發展委員會則著重於水資源與生物多樣性等對於氣候變遷之因應，而行政院國家科學委員會永續發展研究推動委員會近年來主要進行全球變遷之模式與衝擊評估以及全球氣候變遷與水循環、大氣、陸海與生物等探究，行政院環保署、農委會、經建會與內政部營建署市鄉規劃局等也分別根據管轄範圍進行相關因應措施與永續發展計畫之研擬，各研究領域有待加強對話與瞭解、研究成果有待轉化為各部門的政策與法制修訂方向。

## 三、 中央層級：國土空間規劃調適的先期作業

- 1、 根據 IPCC 氣候預測情境與結果，推估未來台灣氣候變化以及其對國土空間所產生的影響與衝擊，以政策形式發佈，以喚起民眾意識、凝聚因應的共識。
- 2、 建構國土空間監控系統，長期持續掌控氣候變遷對臺灣海岸、都市、水資源、生態資源與農業資源的微觀變化。
- 3、 整合並建立短、中、長程之土地使用、水資源、生態資源、農業資源與再生能源使用等規劃，以有效減緩溫室氣體排放量。
- 4、 在氣候變遷的不確定性下，先從衝擊最大化、國家安全的角度思考未

來國土計畫草案的內容，由中央與地方政府、不同部會、民眾參與的形式，再次檢視國土計畫法、國土保育利用條例、海岸法等草案內容，形成簡明扼要的國土與城鄉空間規劃指導原則。

- 5、公共工程與重大開發計畫的經費審查，應納入未來增溫、驟雨等極端氣候事件的影響評估。
- 6、氣候變遷調適方案，結合公共建設、資本門投資計畫、預算分派、監督考核，引導空間發展相關溫室氣體減量與調適政策，掌握其執行減量選擇時所產生的影響，同時結合公共建設、財政與制度調適政策。

#### 四、地方層級：都市發展與空間規劃調適方向

氣候變遷具有高度不確定性，和都市化與建築開發利用方式之間有著複雜交互影響與衝擊，雖然目前還無法對特定地區提出精準的預測，可以優先採取的無悔的調適措施，與水資源利用相關、可減少都市淹水機會的近程、長程空間規劃調適策略方向如下表：

表 4-2：結合水資源管理的都市空間規劃調適方向

部門類別	近程工作項目	遠程工作項目
土地利用	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 公有地儲備：公有土地的釋出須謹慎管理，避免對開放空間的維護及發展公平性、災害調適能力造成負面影響。</li> <li>2. 坡地開發、都市水患緩衝地區對氣候變遷效益之研究。</li> <li>3. 氣候變遷影響熱點地區(hot spot)辨識之方法建構。</li> <li>4. 還地於水搭配的地上權取得、發展權移轉等手段的應用，遷移設施及補償機制之建立。</li> <li>5. 雨水排放系統與都市防洪、都市洪災高風險地區土地使用規劃議題。</li> <li>6. 都會區因應氣候變遷之空間規劃調整研究。</li> <li>7. 海岸都市因應氣候變遷之空間規劃調整研究。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 確立氣候變遷影響熱點的評估準則，據以研擬整體性都市發展計畫。</li> <li>2. 熱島效應在建築、社區、都市層級對應氣候變遷之研究。</li> <li>3. 土地利用型態導致增溫效果之研究。</li> <li>4. 未來極端氣候條件下都市洪氾損失的影響評估方法建構與實作研究。</li> <li>5. 因應極端降雨，建物透水層與地下空間使用相關議題。</li> <li>6. 沿海地區：土地徵收和創造沼澤濕地作為對海平面上升和洪水的緩衝；保護現有的天然屏障。</li> </ol>
建築物	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 從都市設計審議與建築開發許</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因應氣候變遷增溫與驟雨之建</li> </ol>

	<p>可，規範建築結構、型態、座向、地景等面向，減少都市增溫、規範個別建築基地保水、儲水、水循環利用。</p> <p>2. 從建築結構、型態、座向、地景等面向，探討對於（大規模）都市洪災之因應的基礎研究。例如發電與維生系統移到高樓層、不提倡斜屋頂等，納入建管規定以收立即效果。</p> <p>3. 建物雨水回收再利用。</p>	<p>築法規調適修正。</p> <p>2. 特殊建築或場所（地下場站、交通轉運站、超高建築、大型商場等）如何因應氣候變遷衝擊影響。</p> <p>3. 建築法、建築技術規則規定一定規模以上建築開發，應設置蓄水池。</p> <p>4. 都市洪災高風險地區變更為開放空間。</p>
<b>基盤設施與公共服務</b>	<p>1. 評估都市綠地與都市維生管線的氣候衝擊下的風險。</p> <p>2. 強化架空輸電和配電基礎設施，多用途的地下電纜，能源效率，可再生能源的使用，減低仰賴單一能源。</p>	<p>1. 都市綠資源生態服務對氣候變遷之效益分析。</p> <p>2. 公共設施規劃設計時結合「軟性防洪」的技術，提供可滲水的開放空間。</p>
<b>交通運輸</b>	<p>1. 大眾運輸系統及場站周邊地區對極端溫度與極端雨量之風險評估</p> <p>2. 重新調整/配置道路、鐵路和其他基礎設施的設計標準和規劃以應付增溫和排水。</p>	<p>1. 道路防救災服務功能在氣候變遷衝擊下之替代方案選擇。</p>
<b>都市防災體制</b>	<p>1. 天然災害保險(洪災部分)推動之配套措施研擬。</p> <p>2. 防救災演練與撤退方式模擬。</p>	<p>1. 研擬因應極端氣候災害之大規模疏散計畫。</p> <p>2. 進行建管部門對氣候變遷災害防救能力之評估。</p> <p>3. 氣候變遷對都市災害風險評估方法與模式研發。</p> <p>4. 氣候變遷影響下，現有避難場所重新檢討其避難收容機能。</p> <p>5. 物資儲存場所對氣候變遷衝擊之因應方式（區位與形式等）。</p>
<b>民眾與利益團體溝通</b>	<p>1. 提高對氣候變遷議題的意識。</p> <p>2. 建築、營建業者對氣候變遷認知與因應技術之探討。</p> <p>3. 獎勵各項在基地內保水的具體作法。</p>	<p>1. 都市活動與消費方式的調適。</p> <p>2. 宣導與災害風險共存的概念。</p>

資料來源：The World Bank and ISDR（2008），本研究整理

## 第五章 荷蘭經驗與我國空間規劃課題、策略

長期以來，以水資源利用為例，人們無約束的開發建設與洪水爭地，縮小了可宣洩調蓄保水的空間，導致水患災害不斷擴大。尋求人與自然和諧共處，應為國土與城鄉空間規劃、土地利用、水資源管理的廣泛共識。荷蘭因應氣候變遷與自身地理條件的限制，將原本該給水的空間還給水，讓河水自然通過、讓雨水保留與循環使用的水資源利用規劃作法，其經驗轉換到我國，首先是，負責水利工程的部門與負責土地利用的空間規劃部門，在觀念、制度、法規方面的轉變，考量氣候變遷的影響，從國家安全及永續發展的長期戰略作調適規劃。

氣候變遷與變異的高度不確定性，雖可能因為我們力行節能減碳而緩和，但是面對不可避免的極端氣候事件，災害的發生仍無可避免，因此，聯合國氣候變遷會議(COP13)於去(96)年年底通過所謂「峇里島藍圖」(Bali Roadmap)，確立了「減緩」(mitigation)與「調適」(adaptation)並重的氣候變遷因應策略，而回顧 IPCC、World Bank、聯合國、歐洲與荷蘭的研究報告後，「學習與災害共存」是一門永遠的功課，而思考未來台灣國土空間規劃與都市土地利用策略調整，應秉持此一思維，採取無悔與彈性的原則，檢討既有的空間規劃手段與工具、調整政策方向。本章歸納荷蘭的經驗、策略與作為，並從台灣現行國土規劃與城鄉發展空間、天然災害現況兩面向，提出減災調適策略方向作為結論與建議。

### 第一節 結論

荷蘭在歷史上是一個洪澇和風暴潮災害十分嚴重的國家。長久以來採取結構性措施來抵禦水災，有其在水災威脅下的空間規劃與制度設計，而以其國土為世界上40個最大的河口三角洲之一，在氣候變遷衝擊下，屬於脆弱度最高的地區，因而公私部門對相關調適策略的研擬與推動，予以高度重視。

#### 一、荷蘭與我國空間規劃背景比較

荷蘭不在板塊活動帶上，加上地勢相對低平，因此，地震、坡地災害並非荷蘭的主要天然災害威脅。歷史上有許多冬季的風暴潮及洪水引起的災害，雖然目前荷蘭已進行須得海工程及三角洲工程等工程，而全國的堤防安全標準也提昇至海岸地區1萬或4千洪水頻率年、東部1250洪水頻率年的標準。然而，面對以泥沼為主

的土地持續沈降（每百年平均約沈降 10cm），另一方面，因地理條件的限制，可發展空間有限，城市相當緊密，人口稠密且高度城市化，尤其是全國的經濟重心的蘭斯塔德地區，尤其深受氣候變遷下的海平面上升及降雨頻率改變衍生的河川、海水威脅。

因此荷蘭與我國雖在國土面積相當、人口集中、高度都市化方面有相似特性，然背後的國情、制度上有很大的差異，其特殊的環境及高密度的發展，歷史上的城鄉發展反映出不少環境的限制；例如土地近乎國有、因此公部門在土地利用上具有主導權；其次，中央稅收有四成作為社會福利使用，中央稅收佔九成，透過預算分配引導省、地方的建設計畫，因此在財政、土地利用與建築開發方面具有中央集權的特色，各項差異略微分析如下表：

表 5-1 荷蘭與我國地理條件、災害背景與制度比較

	荷蘭	台灣
面積	41,500 km <sup>2</sup>	36,189 km <sup>2</sup>
人口(2007 年底)	1636 萬人	2295 萬人
地形	地勢低平，最高僅 3 百多公尺	七成為坡地
平均每人 GDP	\$ 30,500	\$ 16,768
土地利用	三角洲地形，可發展土地有限，資源稀少	七成為坡地，可發展土地有限，資源稀少
地形	地勢低平	地形陡峭
地權	80%國有	多為私有，國有約 48%
地方分級	中央、省、市	中央、縣市
主要天然災害	風暴潮、河洪災害	颱風、地震、水患、坡地災害
空間發展	集中西北部的 Randstad conurbation（佔全荷蘭人口的 2/3），都市呈分散式集中。	集中於西部平原，尤其是北高都會區
水源	以地下水為主	地面水為主、地下水為輔
國土規劃法系	國土規劃法為法源	國土計畫尚未法制化
當前都市發展重要政策	緊密城市、都市更新	都市更新
都市防洪措施	工程手段為主，逐漸演進到「還地於水/河」的策略	築堤防、建抽水站、水門、排水系統，
氣候變遷的組織調整	成立三角洲委員會	無

資料來源：本研究整理。

近年來，荷蘭特別關注全球暖化所造成的環境衝擊，進而發展出多面向的減災

及調適策略，其中亦包含空間規劃的面向。洪氾區為堤線之範圍，而非自然的洪氾平原。此外，荷蘭僅較受水災威脅，其思考災害管理上，仍著重於從水的系統來處理；在空間規劃的減災及調適策略上，荷蘭則偏重於政策方向。

荷蘭的水資源管理與開發利用，乃是將空間規劃、社經影響、環境再造及地景政策都納入評估，再經政府單位、相關機關與民眾團體溝通，形成復育規劃方案，例如規劃預算約台幣 800 億元，擬將沿海鬱金香種植區內遷，海邊留作綠地與濕地，同時搭配水質淨化與再利用。

## 二、荷蘭經驗對我國空間規劃政策擬定之啟示

本研究以荷蘭因應全球氣候變遷現象所造成衝擊與議題為主軸，探討其規劃經驗，繼而檢討臺灣國土空間規劃，並由相關部會推動之政策與計畫的蒐集與彙整，發現目前國土規劃政策在因應全球氣候變遷之不足，再參酌荷蘭之對應作法，進而研擬我國全球氣候變遷下國土或都市空間規劃制度上、策略上的調適方向。因此，透過上述內容之執行，提出可供我國參採的思維、策略、制度方面的作法如下：

### (一) 因應氣候變遷的重要思維

荷蘭規劃與推動前述重要措施之過程中可歸納出重要的核心思維：

- 1、新 Delta Commission 的政策建議報告指出，荷蘭以往的防洪工作相當完備，因而近年沒有嚴重洪災發生。但在全球氣候變遷的衝擊下，風險將持續升高，若荷蘭人民已淡忘洪災的可怕，予以輕忽，將使荷蘭步入災難性的境況。
- 2、為了形成具體有效的行動，必須提昇政策對調適作為的支持。因而，參與氣候變遷相關研究、規劃的機構與人員，均致力於與所有利益相關者 (stakeholder) 溝通，使民眾與決策者均能充份瞭解重要觀念與知識，進而產生明確的政策目標，以及適切的推動策略。
- 3、在氣候變遷的衝擊下，洪災與水資源管理遭受到的威脅是顯而易見的，若要有效因應，必須與空間規劃一併處理，使可強化系統性的調適能力。甚至可藉由此契機，一併改善潛在的社會與經濟問題，提昇國家整體競爭力。

- 4、必須長期投入因應氣候變遷的調適作為，同時，應密切監測環境變化，對於相關調適策略持續檢討修訂。為使相關工作能夠順利推動，必須有政策、行政管理、法規與財務之妥適配合。
- 5、針對不同環境區域研擬調適策略的過程中，非常重視知識的交流與彙集，並投入可觀資源建構國內與國際的知識交流平台，此舉可有效的持續檢視與改善相關工作進展情形，對於氣候變遷衝擊評估與調適作為之長期推動，將有相當大之助益。
- 6、除了透過各部門計畫之因應策略外，另提出 CcSP 計畫以及氣候情境模擬、減量、調適、整合與資料傳遞等五個主題，以作為空間規劃模擬之指導原則。
- 7、從「與天爭地」的土地利用到「還地於水」的空間規劃與水資源管理思維

## (二) 因應氣候變遷的減災調適策略與作法

- 1、尊重水資源，將永續的治水、用水觀念，揭諸於具法源的國土規劃政策，並融入各級空間規劃與土地利用方案中

從中央(如 National Spatial Strategy, 荷文 Nota Ruimte)、省到市的空間結構計劃、土地利用計劃，長期以來就結合水管理的概念，融入治水、防洪的觀念，這幾年的中央政策更強調：水不是被看待為限制條件，相反地，提供多種機能，例如休閒遊憩、永續的運輸網路、都市或城鎮的歷史地景，水所潛藏的各種利用的可能性正待規劃者、使用者重新發掘。

- 2、明確的國土空間規劃法制與目標，預算分派進行資源配置

國土規劃體系分為國家、省、市三層級，從中央層級落實一條鞭的空間規劃管理制度，其國家空間規劃政策具有法源與法定位階，有專責機構，透過預算分配，有效發揮資源配置及引導公私部門投資。

- 3、確立「還地於水」、「還地於自然」(Room for the river 或 space for water and nature)為空間規劃與決策的最高指導方針

(1) 荷蘭從昔日的「與天爭地」到「還地於水」(Room for river 或 give

room to the river)的政策方向，呈現於中央到地方、各部會的政策方案中，在政策推動上，保護水資源與確保國家安全的目標與原則，凌駕於各部門政策計畫之上。在因應氣候變遷的國家通訊計畫(Fourth Netherlands' National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change)中指出，面對氣候變遷將引致的河川水位與海平面上升問題，築堤方式已不足夠，政策作為是「還地於水」、「水管理優先於防水」，因此淹水潛勢地區於空間規劃上屬環境敏感之天然災害區，除了遷移沿海地區的鬱金香花田外，考量當地環境資源特性，對淹水潛勢區之土地使用加強經營與管理。

## (2) 「還地於水」具體調適行動

- 國家重要門戶改建：考量氣候變遷，風向將會改變，所以史基普國際機場與鹿特丹港口的航道需要再評估是否改建。
- 補貼花農遷徙鬱金香生產區。
- 因用水均來自地下水，面對地下水將鹽化，開始尋找替代水源；土壤鹽化地區規劃為觀光休閒地區並進行水保、另尋水源改由地表取水。
- 因應氣候變遷，中央四部會研擬空間規劃的氣候變遷調適(ARK)，地方到中央、利益團體、民眾所需調適，已編列預算進行分年分期計畫，並側重在民眾風險溝通、教育。
- Green River 計畫

## 2、水資源管理、生態保育、減災調適多目標的土地使用與空間規劃策略

生態手段成為荷蘭策略性土地規劃的指導原則，自然地區以廊道串連，而河川不再只是提供運輸與水源，而是成為遊憩地區與生態系統的一部份，空間規劃與土地利用在永續、防災的原則之下進行。

## 4、結合不同利益團體、民眾的參與

包括透過國土規劃的完整策略，結合地理環境條件與產業發展，維護自然環境及水文生態，當中結合不同利益團體的公眾參與，形成全民政

策，而予以落實執行。空間規劃與水利工程部門的操作方式與目標都整合考量各方利益，尋求土地使用與保育減災協調的最佳方案。

5、採用成本效益分析法，評估各種調適方案推動優先順序，涵蓋空間規劃調適策略與構想，目前優先推動的調適策略有：

- (1) 為因應氣候變遷，將投資台幣 1,110 億，到 2050 年前完成因應全球氣候變遷之土地利用雨水管理計畫。
- (2) 進行國土規劃，還地於海，減少海岸邊土地開發，設計 bypass，規劃濕地及洪水平原。
- (3) 進行海平面上升之淹水模擬，標示高度危險區域，依海面上升程度擬定不同因應策略。
- (4) 建築結構物設計開始考量如何因應海水位上升，如學者提出可以隨水位調升的綠建築都市，建築師設計兩棲住宅(Amphibious Houses)、漂浮建築 (Floating Architecture) 等，學生競圖提出漂浮城市等概念。(如下圖)



圖5-1 漂浮屋案例。

(資料來源：<http://www.waterstudio.nl/>)



圖5-2 荷蘭馬斯河(Mass)岸的漂浮屋。

(資料來源：<http://www.waterstudio.nl/>)

- (5) 將防洪、景觀、生態規劃結合，例如在主要河床旁邊徵收土地，作為休閒或運動開放空間，遇有暴雨或洪水，即可作為蓄水空間。
- (6) 將河流兩岸的堤防往外移，增加行水面積和蓄洪量，回復河川原有的蓄洪力及生態功能，不但可徹底解決水患，也可創造人類、

河川和土地的新關係。

(7) 將部分填土所造陸地還給海洋，讓岸邊的陸地成為自然的滯洪區。

(8) 將氣候變遷對河川流向與海平面升高的影響，反映在公共設施的設計中。

6、結合水利、都市計畫及建築管理手段進行跨領域的合作，融合土地利用、水資源管理與減災工作，運用工程方法與非工程方法，規劃與水共生的居住或休憩環境。

7、跨區域的治理、土地承擔一定災害

氣候變遷並非會衝擊所有地方，然威脅或災害形成是不會遵循著人為的行政疆界，因此跨區域的因應措施，如採取流域管理的方法、考量生物地理區的觀點，再由國家、區域、地方階層執行或落實為必要。而這些和諧共處的地區除居民有安全保障外，土地亦要承擔一定的洪水災害，並有配套的補償機制與一定的民眾風險意識。

8、荷蘭空間規劃的模式（Dutch Mode）有其土地多屬國有的規劃彈性，但在制度設計上並沒有忽略民眾參與（PPP），形成氣候變遷調適策略與推動方案過程均將民眾參與、對利益團體的溝通，所需花費的時間與金錢成本算入，進行分期規劃，雖可能影響時效，但溝通過程中達到政策宣導的目的，利於後續方案的推動。

9、荷蘭政府基於確保國土安全、免於水患的國家指導原則，以及面對氣候變遷引致的水患威脅日增，提出還地於水、將更多的空間與土地還給河流，此一政策揭示與散見於不同部門的文件中，各層級的水利單位在進行水資源管理時，有憲法賦予的權利推動進行防止水患發生的政策與方案，而經濟發展的情勢與需求也反映在國家規劃政策中，當開發與「還地與水資源管理的政策」衝突時，以後者為優先。

(三) 調適或減災方面的策略方向應用上的限制

1、台灣較為地狹人稠、：臺灣 3/4 為坡地，土地大多是高山、丘陵，實際平地面積相較之下約只有荷蘭的三分之一，荷蘭的人口又只是臺灣人口

的三分之二，因此相較之下臺灣地狹人稠，加上土地私有制，土地作為開發管制的籌碼甚少，可利用的公有土地更少，在推動還地於河的觀念時，相關單位需要更多的魄力與決心。

- 2、減少氣候變遷引致災害的措施可預先做，但要考量各方立場，如遷村必然會引起反彈而需審慎處理，有待最適化的方法，但因調適策略不是零合遊戲，行動方案奠基在最大集合的共識。
- 3、荷蘭所採用的調適、減災策略，有還地於水，涉及大規模搬遷，該情境如發展於臺灣因土地制度的差異，需有配套補償機制，實施上需要由下而上、風險溝通等策略開始，較具困難性。



## 第二節 建議

氣候變遷在臺灣高度可能發生的現象包括海平面上升、降雨改變、氣溫上升與臭氧層破壞，衍生的負面衝擊有海岸退縮、生態系統改變、農林漁牧衝擊、水供給問題、土砂災害、洪旱災害、疫病傳染與能源使用改變等等，有待檢討的國土空間規劃與城鄉土地利用方式，與海岸保育、生態系統保育、糧食安全維護、水資源管理、土壤保護、天然災害防制、公共衛生防制與能源管理等議題交錯影響，在本研究範疇中，從政策作法、策略、法規類別角度提出下述建議與後續研究課題。

### 一、推動機制與科技研發整合方面

#### (一) 指定因應氣候與環境變遷專責單位

國內因應氣候變遷雖有國家永續發展委員會為最上位機關，然氣候變遷議題牽涉部門廣泛，政府各部門衝擊影響之科研推動與政策制訂，仍須進一步擬定積極的整合機制，以便有效推動氣候變遷相關研發工作與政策擬定。建議強化行政院永續發展委員會之機能、行政院下設成立專門委員會或推動辦公室，或於經建會下設專責單位實質進行政策綱領之規劃與推動工作，並由最高行政首長宣示政策重要性、協調跨部會任務。

#### (二) 釐清部門任務分工

由專責單位釐清各部門目前的任務分工，同時擬定國家政策綱領架構下各部門之任務方向與調適策略，並在此架構下進行整合協調，相關部門任務與議題如下：國土規劃，生態/資源與環境保護，災害消滅，公共工程建設，農糧安全，水資源，公共衛生，能源問題…等。

#### (三) 整合科技研發工作

推動跨領域及跨部門之國家級整合研發計畫或行動方案，整合相關議題、奠定基礎科學實力、發展技術創新與推動落實應用。

強化現有研究中心之功能角色、扶植國家級研究團隊…等，以任務導向為目的，實質提供科學研發成果與技術基礎做為政策推動之依據是有其必要與迫切性。

#### (四) 氣候變遷調適議題納入國土三法修訂內容中

國土三法尚在修訂與立法階段，參酌荷蘭國土規劃架構與法制，確立永續與安全為各項政策、方案、計劃的最高指導原則，災害脆弱地區、環境敏感地區明確指定限制開發，確立留給水域與自然環境更多的開發指導原則，再強化「還地於水」、「水資源保育與管理」的觀念，調整草案內容，以回應溫度上升、降雨頻率改變、暴雨、海平面上升等明確的氣候變遷趨勢。並由經建會提出氣候變遷調適政策綱領，作為各部會匡列預算經費之指導原則，並開始進行政府部門橫向與縱向的溝通宣導。

## 二、防災規劃調適減災行動方向

### (一) 轉化與應用氣候變遷風險管理之研究成果

國內之氣候變遷研究與政策過去多以溫室氣體減量為主，近年來由於國內外災害頻傳，衝擊與調適策略相關研究雖逐漸受到重視，放眼未來仍須進一步強化跨領域之整合研究與方法論之建立，如不同災害類別的脆弱度與風險分析、考量不同層級（如地區、國家、區域發展）的調適工具建立與災害管理與永續發展之策略擬定等。國內的相關研發仍有許多待加強的空間，如氣候變遷下各災害脆弱度風險地圖的製作，亟需相關專業領域之共同研析與合作。

### (二) 民眾風險溝通：與災害風險共生（living with risk）

民眾意識建立之重要性，雖然氣候變遷近年受到關注，但一般民眾對氣候變遷的危機意識較低，因此，提高公眾對氣候變遷的認識，是具有其必要與優先性，最終方得以透過簡單變化生活的方式作為減緩氣候變遷的行動。因涉及議題廣泛，公眾意識的政策可能會有所變動，然而一些措施是共同的，包括：訊息、教育和訓練；公眾和利益相關者的參與；賦予人民權力和動機，對氣候變遷的影響採取有效行動，讓民眾體會如何與災害風險共生（living with risk）。

### (三) 從 30-50 年後的最大衝擊情境，檢討土地利用與管理法令

以台北市為例，面對缺水、增溫、驟雨、海平面上升等氣候變遷問題，嘗試從 2030 年時台北會發生什麼事來作研究，重新評估易淹水地區是否有高產值的土地利用、現有土管都設規定是否應有調整、檢討道路設計、建築發電機與維生系統的放置樓層是否調整、是否強制規定新開發

建築設計綠屋頂以短暫分散都市瞬間暴雨。



# 附 錄 一

## 研究業務協調會議紀錄及回應

日期/時間	97年4月8日(星期二)上午9時30分	
主持人	何所長明錦	
地點	內政部建築研究所簡報室	
	綜合討論與建議事項	本研究回應與處理
	<ol style="list-style-type: none"> <li>案名建議調整為「以荷蘭氣候變遷調適與減災經驗探討我國空間規劃策略」。</li> <li>建議將荷蘭「還地於水」、「與水作朋友」的調適概念，與我國雲嘉南地區，或台北市社子島地區，予以比較、應用，提出建議。</li> <li>氣候變遷與氣候變異之定義、形成原因、因應作法不同，國內相關研究與作法缺乏整合，如海平面上升高度之數字差異很大，研究過程中應瞭解國外預測氣候變遷的推估模式、注意數字之正確性。</li> <li>建議蒐集 Clinton Foundation 建置之 C40 Cities 網站上國外城市因應氣候變遷之對策、國內外因應氣候變遷衝擊之相關政策計畫內容，再就國內、外相關資料資訊予以綜整分析，研判其共通性、差異性。</li> <li>國土空間規劃雖不屬本所權責，惟基於防災與減災之策略仍須從上位性的國土空間層次予以探討，較能全面性與根本性地解決問題，因此建議本研究所提策略作法，應可作為未來國土空間規劃作業參考。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>研究案名遵照所提建議修正。</li> <li>研究中將參考荷蘭水資源管理與治水觀念經驗，嘗試對我國高淹水潛勢地區，提出結合空間規劃與水資源管理之策略建議。</li> <li>將瞭解國外不同氣候變遷推估模式，找出適合本研究之氣候變遷預測情境。</li> <li>業已整理於本研究第二章、第四章。</li> <li>將從國土空間規劃角度提出後續作業參考之建議。</li> </ol>

## 附 錄 二

### 期中審查議紀錄及回應

日期/時間	97年8月12日(星期二)上午9時30分	
主持人	陳組長建忠	
地點	內政部建築研究所簡報室	
審查討論與建議事項		處理情形
王价巨教授	<p>1、氣候變遷和災害的關聯性的確是極為重要的課題，而本研究案主題很有趣且符合臺灣現況需求。</p> <p>2、荷蘭對於水患的處理值得借鏡，但有幾點應留意：</p> <p>(1) 國情及制度的差異(例如40%的稅賦、80%的土地國有，中央集權式的領導)。</p> <p>(2) 基本背景的比較與確認。</p> <p>(3) 空間規劃報告和環境備忘錄(NOTA RUIJMTE)的對照。</p> <p>(4) 空間規劃主管單位(VROM)和內務部緊急規劃局的功能連結</p> <p>(5) 基礎設施的處理和手法(例如Canal Ring和400m緩衝帶之設置等)</p> <p>(6) 強而有力的PPP關係(Public-Private-Partnership)。</p> <p>3、災情掌握的未來性：例如防水變保水、防止地下水鹽化等措施亦可參考。</p>	<p>1、基本背景、國情與制度差異、空間規劃與環境備忘錄、民眾參與機制、空間規劃手法等資料，已參考建議於本研究第三章補充說明。</p> <p>2、防水演進為保水、防止土壤鹽化等具體措施補充整理於第三章第二三節。</p>
呂孟儒教授	<p>臺灣的主要天然災害類型及特性、經濟發展與政治制度，與荷蘭顯著不同，反映出的空間規劃與土地利用策略因而有所差異，因此在經驗援引上要特別注意。</p>	<p>荷蘭與台灣災害特性、經濟發展與制度上的明顯差異，所反映出的減災防災策略、應變方式，多所不同而有參考應用上的限制，相關內容於本研究最後一章予以綜整分析。</p>

<p>蔡光榮局長</p>	<p>1、 這個研究題目非常好，荷蘭多水患，目前仍以防洪築堤為主要策略，研究內容中所蒐集之實際資料在期中報告後，建議再加強深度與廣度。</p> <p>2、 國科會因應氣候變遷此一議題，目前進行中的研究方向與學者大致可分為：(1) 防災部分：成大蔡長泰教授探討氣候變遷下林邊、麥寮、七股、彌陀鄉之滯早期、豐水期、海岸線退縮、土壤鹽化問題；(2) 生物脆弱度部分：由中國醫藥大學生科院院長召集，分由海洋大學、成功大學、清華大學不同系所教授，進行氣候變遷對森林、漁業、高海拔稀有物種、傳染病之衝擊研究。另經濟部技術處則委託進行國營事業如何減碳之研究。上述相關研究報告可予以蒐集參考，據以反映在國土空間規劃上。</p>	<p>1、 荷蘭的政策、研究、策略分析已於第三章內容深入探討。</p> <p>2、 氣候變遷的衝擊面向很廣，尤其反映在現行防災措施、土地利用、生物脆弱、產業發展、公共衛生、資源利用...等議題，因涉及範圍很廣泛，於第二章就衝擊面向予以整理，並為使本研究核心：水患治理與國土空間規劃制度的整合，相關資料參考後留作後續研究課題。</p>
<p>錢學陶教授</p>	<p>1、 建議研究案名增加副標題，例如針對水患的問題等，使研究範圍能更聚焦。</p> <p>2、 荷蘭經驗轉換到國內使用時，要考量我國社經環境、災害、地權關係、土地利用特性等背景，以提出更具說服力之策略建議。</p>	<p>1、 將參酌建議與研究內容修訂按名或增加副標題，使研究範圍聚焦。</p> <p>2、 荷蘭與台灣災害特性、經濟發展與制度上的明顯差異，所反映出的減災防災策略、應變方式，多所不同而有參考應用上的限制，相關內容於本研究最後一章予以綜整分析。</p>

<p><b>施邦築教授</b></p>	<p>1、請定義題目中「空間規劃」的範圍，究屬國土、都市、社區或建築？</p> <p>2、調適策略於空間規劃之策略分析，建議後續可採：衝擊面向→現況→問題→手段與策略(如：土地使用、利用、管理及財政誘因等)，進行分項整合說明。</p> <p>3、案例蒐集完整，惟為使研究成果利於落實應用，建議針對國內現行相關與氣候變遷調適與減災相關法令規章等，進行整理分析，提供後續修法之增修建議。</p> <p>4、荷蘭國情、國民所得等，皆與台灣條件不同，應敘述兩國之異同，作為比較或政策參考的依據。</p> <p>5、請敘述荷蘭政府訂出「還地於水」的政策背景因素，如：凝聚共識的過程與推動時遭遇的困難等。</p> <p>6、荷蘭推動此政策，有無評估分析其對經濟的影響，如：如何因應經濟的轉型與對國民就業的影響性評估。</p>	<p>1、屬於國土、都市的空間規劃利用，定義於第一章內容中予以補充說明。</p> <p>2、衝擊面向已陳述於第二章、利用與現況管理問題檢討置於第四章，可採行的策略或制度上的建議於第五章予以歸納。</p> <p>3、國內有關溫室氣體減量的相關法規較多，惟對於增溫、海水位、極端降雨等災害調適因應部分尚付之闕如，故檢討國內法規與執行、公眾意識等方面課題，參考荷蘭經驗與作法予以建議於第五章。</p> <p>4、相關比較與說明請參考第三章、第五章內容。</p> <p>5、政策背景於第三章第一節、第二節中予以說明。</p> <p>6、基於確保國土安全、免於水患的國家指導原則，以及面對氣候變遷引致的水患威脅日增，此一政策揭示與散見於不同部門的文件中，各層級的水利單位在進行水資源管理時，有憲法賦予的權利推動進行防止水患發生的政策與方案，而發展經濟的情勢與需求也反映在國家規劃政策中，當與還地與水資源管理的政策衝突時，應以後者為優先。</p>
<p><b>陳組長建忠</b></p>	<p>1、初步結論所提的調適、減災策略，有還地於水，案涉遷農、遷村，該情境如發展於臺灣，是否有可採之處？</p> <p>2、所述荷蘭空間規劃政策具有法源，以及可透過預算分派制度，請比對國內制度的差異。</p> <p>3、本案係經驗探討，宜就政治、社會、經濟等環境客觀條件比對分析，以擷取可用的經驗。</p>	<p>1、荷蘭土地有八成為國有，與我國土地私有為主的制度大異；國土空間規劃法制完整，據以指導省、市土地利用，中央透過預算分派與法令規定，較容易貫徹調適減災策略，我國土地私有、國土規劃法制不完備的國情，在執行地上物搬遷時，有待一套完整的計價與補償機制配合，以及安置空間，否則難以推行。</p> <p>2、有關政經環境等客觀條件比對分析將補充於第三至五章，提出應用上的限制與可參考的觀念作法。</p>

## 附 錄 三

### 期末審查議紀錄及回應

日期/時間	97 年 12 月 16 日 (星期二) 上午 9 時 30 分	
主持人	陳組長建忠	
地點	內政部建築研究所簡報室	
審查討論與建議事項		處理情形
林鎮洋教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、我國刻正發展四大流域管理策略，是否有仿荷蘭經驗而有利於調適策略施行？</li> <li>2、「還地於水」理論正確但與實質都市發展相衝突時如何調適？例如 LID(low Impact development)、Green Infrastructure (如 green roof 等) 應可參考。</li> <li>3、我國地文、水文與荷蘭有很大不同，荷蘭有哪些調適作法並不適用我國？</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、現由行政院推動中的四大流域整治計畫，由行政院政務委員協調跨部會間而單一流域上中下游問題，類似荷蘭中央政府處理水問題而成立的 Delta Commission，除了符合當前治水趨勢外，也有助於減少氣候變遷對治水的衝擊、有利調適策略的推動。</li> <li>2、人為對河川的干預，如河岸兩側築堤、在洪泛平原作人為開發利用，均會刺激河川改變，因此採取 LID、綠色永續的作法是取得平衡的作法。</li> <li>3、相關比較說明於第五章。</li> </ol>
施邦築教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、資料蒐集、分析相當豐富深入，研究成果相當良好。</li> <li>2、因氣候變遷的量化結果仍充滿不確定性，荷蘭的國土民情與台灣仍有顯著差異，建議現階段在台灣的空間規劃上，就上位的國土規劃、中位的區域發展詳探規劃策略，若有具體政策建議，則以「不後悔措施」及「熱點」為主要考量。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、本研究第四、五章所題的空間規劃策略與具體建議，多以 No Regret 的原則研提政策與策略建議，有關熱點部分則在後續研究中建議根據簡易評估原則選出高脆弱領域的地區與部門，再據以提出無悔的規劃策略建議。</li> </ol>
廖朝軒教授	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、本計畫之研究成果大致符合原規劃之預期成果。</li> <li>2、有關國際資訊彙整部分，除荷蘭資料相當完整之外，未來可參酌其他國家(如英國、日本等)之相關資訊。</li> <li>3、有關沿岸地區之調適亦為主要之考量重點，宜納入報告說明。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、有關國際資訊部分，後續研究建議參酌其他國家之相關資訊。</li> <li>2、沿岸地區重要調適方向補充說明於第五章。</li> <li>3、將參考委員建議辦理之。</li> </ol>

	<p>4、有關水資源管理，宜將水資源匱乏（旱災）部分納入考量。</p>	
<p>張志新博士</p>	<p>1、報告之文獻回顧資料相當完整，整理條理清晰，可閱讀性很高。</p> <p>2、文獻中第二章第四節國內因應氣候變遷提出「聯合國氣候變化綱要公約 國家通訊-中華民國(台灣)」，應納入收集；另外，因應氣候變遷，早期環保署爲了二氧化碳減量工作，委託研究案中有相當豐碩成果，建議在本研究定稿中補充，或是後續研究中補充。</p> <p>3、第三章中之前言說明：台灣、荷蘭確實很不一樣，再次舉例，例如：高山不同(荷蘭最高 323m，台灣動輒兩三千公尺高山)；海平面以下國土情況不同，荷蘭有 1/4 在海平面以下，台灣有 2/3 是山坡地；雨季不同，台灣夏季之颱風與荷蘭冬季雨季不同，荷蘭沒有颱風，其劇烈降雨形式與台灣不同；台灣是海島，還包括大小島嶼數十個，所需面臨氣候變遷之海面上升對於小島衝擊大為不同；產業特性不同；水文條件也不一樣，因此暴潮特性、水災特性不一樣，荷蘭為流經歐洲之萊茵河出海口，台灣河川短、陡，與荷蘭水文特性不同；臺灣年平均降雨 2500mm、荷蘭 700 多 mm，形塑之防災作為極為不同；土地所有權制不一樣；荷蘭有全世界屬一屬二之單車道與單車密度，其調適與減碳作為與台灣大為不同。</p> <p>4、接續上面，台灣其實是海島國家，除了台灣島本身外，還有大小不一島嶼 70-80 個，設有鄉公所之島嶼還有十多個，這些地方都是 IPCC 的報告中點出氣候變遷對於小島衝擊的嚴重性，然站</p>	<p>謝謝委員建議，所提建議與補充事項將參酌補充與修正於總結報告書中。</p>

	<p>在國家整體國土規劃上，這區域是很容易被遺忘的弱勢，未來相關研究應該要將其納入考量。</p> <p>5、第四章第一節(pp83) 三、從國土與城鄉發展看氣候變遷衝擊中提到對於國土利用之衝擊，舉例了沿海的土地利用範圍，會隨全球暖化海面上升，海岸退縮，若以 IPCC 退縮策略之建議，則國土流失，恐難避免，屆時相關土地政策、土地界線測定、海岸線劃定等應如何因應？必須儘早規劃，同時遷村或是遷島之議題勢難避免。</p> <p>6、沿海地區除零星漁村聚落外，還有許多大型離島工業區(Hot Spot)之國土發展，未來應如何因應氣候變遷之衝擊？雖未能立即解決問題，卻可以在全國國土規劃中點出問題。</p> <p>7、目前調適策略的發展有分為國家單位層級、或是更小的單元，建議本研究報告應該清楚界定建研所，所提之空間規劃層級，若屬於國家層級之國土空間規劃，應先清楚擘畫台灣因應氣候變遷之國家調適策略，而小單元之調適策略宜在後續發展中再行討論。第四章第三節氣候變遷下之空間規劃，討論了地方層級的空間規劃調適方向中，已經討論建築物不提倡斜屋頂等措施都已經納入近程工作項目，會讓人摸不著頭緒。</p> <p>8、表 4-2 有許多內容其實還是國家層級的調適，不宜劃進地方層級之調適方向。</p> <p>9、氣候變遷目前之研究存在不確定性，全球模式優於區域性預測，因此相關之調適策略課題仍需未來進行階段性修正檢討。</p> <p>10、在氣候變遷之不確定性下，我國國土空間規劃課題之擬定宜在更大範圍之思考。第五章以</p>	
--	---	---

	<p>荷蘭經驗對我空間規劃政策擬定之啟示：除歸納外，部分資料應該佐以台灣與荷蘭之不同，而有不同之採納與作為，例如荷蘭為國家、省、市三層制與目前台灣制度不同；河川對荷蘭而言在運輸、水源、遊憩或生態，在台灣運輸功能就不同；在荷蘭需要遷移鬱金香產區，在台灣可能是養殖漁業皆為不同，要如何採用等應進一步說明或在後續計畫中說明。</p> <p>11、報告中提到台灣沒有因應氣候變遷組織，其實應該是有的，但是現階段尚沒有發揮很好的整合功能。</p>	
<p>陳建忠組長</p>	<p>1、在比較分析時，所論之國內沒有跨部會組織，惟觀諸經建會、國科會、研考會、農委會，其功能上就應是以行政院立場整合，各管事務，宜請加以整理分析。</p> <p>2、有關土地資源、公私有比例，差異可能不只是80%、48%之比，台灣公有土地可能多在高山，是無法使用的資源，而可用的公、私有土地在都市發展、地價等條件都值得再思考。</p> <p>3、調適減災策略方向，請在具體化，如公有建築開始，是從示範後從中學習、或已有相對產值，可再考量看看。</p>	<p>1、補充分析於第五章。</p> <p>2、有關制度方面的差異，如土地資源、公私有比例，作為後續研究調整之參考。</p> <p>3、有關調適策略優先採行對象，後續建議以成本效益分析予以排序選擇優先順序。</p>

## 參考文獻

### 中文部分

1. 行政院經濟建設委員會，2008，「氣候變遷長期影響評估及因應策略研議委託辦理計畫」 期中報告。
2. 何興亞、游保杉，荷蘭因應氣候變遷的作為與思維，氣候變遷因應與調適策略電子報第四期，2008。
3. 陳起鳳、柳中明，2008，氣候變遷調適策略之國際發展，Global Change and Sustainable Development，Vol. 2，No.1，pp.30-51。
4. 邱文彥，2008，還給洪水自然空間，中國時報社論，7.29
5. 孫志鴻，要治水先保水，中國時報社論，2008.7.22。
6. 何明錦，2008，氣候變遷下之臺灣都市災害型態與衝擊評估先期研究計畫期中報告，內政部建築研究所。
7. 陳亮全、陳永明、郭彥廉，2007，從天然災害觀點論全球氣候變遷對於亞太經濟社會的影響，APEC 學術研討會-亞太的變遷與型塑。
8. 國家災害防救科技中心年報，2007，因應氣候變遷之防災調適策略評估。
9. 林日揚，2007，把脈台灣-環境生態面臨的危機，經典雜誌，2007年7月第108期。
10. 黃書禮，2007，國土保育地區防災空間規劃策略之整合型規劃（第二期）-國土保育地區土地使用管制，內政部營建署市鄉規劃局。
11. 馮正民、詹士樑、白仁德、陳彥仲、康熙宗，2007，全球化與氣候變遷下國土規劃之研究，國科會專題研究計畫（NSC95-2625-Z-009-006）
12. 林文澤、柳中明，2002，國外著名全球氣候變遷整合模式的發展與願景，全球變遷通訊雜誌，35期，pp.1-11。
13. 薩支平、陳亮全，2002，都市洪災防治策略之整合型規劃研究（一）-從災害管理層面探討都市洪災防治策略之研究，內政部建築研究所研究計畫。
14. 林憲德，2001，都市的保水與防洪，厚生雜誌 第14期。

## 網站部分

1. 荷蘭住宅空間規劃環境部 <http://www.vrom.nl/>
2. 世界銀行 2005: NATURAL DISASTER HOTSPOTS: A GLOBAL RISK ANALYSIS Synthesis Report.  
<http://www.ldeo.columbia.edu/chrr/research/hotspots/>
3. IPCC, 2007, IPCC Fourth Assessment Report:  
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>
4. 世界銀行 2008 : Climate Resilient Cities  
<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/NEWS/>
5. 國土規劃及不動產資訊中心：荷蘭國家景觀計畫介紹  
[http://www.ippi.org.tw/Realestate/result/ResultIndex\\_1.aspx?ID=4288](http://www.ippi.org.tw/Realestate/result/ResultIndex_1.aspx?ID=4288)
6. orange town: [http://blog.roodo.com/smallq/archives/cat\\_90260.html](http://blog.roodo.com/smallq/archives/cat_90260.html) , 2008.11.19

## 外文部分

1. The World Bank, 2008, Climate Resilient Cities- A Primer on Reducing Vulnerabilities to Climate Change Impacts and Strengthening Disaster Risk Management in East Asian Cities, Washington, D.C.
2. IPCC, 2007, Climate Change 2007 : The Physical Science Basis, Edited by Susan Solomon, Dahe Qin, Martin Manning, Melinda Marquis, Kristen Averyt, Melinda M.B. Tignor, Henry LeRoy Mill.
3. Peter J. Marcotullio, Gordon McGranahan, 2007, “Scaling the Urban Environmental Challenges”, Cromwell Press
4. Ministry of Transport, Public Works and Water Management (V&W) , 2006, Spatial Planning Key Decision “Room for the River”: investing in the safety of the Dutch river basin region
5. Netherlands Environmental Assessment Agency, 2006, Climate Change Scientific Assessment and Policy Analysis: Climate Adaptation in the Netherlands ◦
6. Ruth, Matthias.2006.”Smart Growth and Climate Change: Regional

Development, Infrastructure and Adaptation”, Cheltenham: Edward Elgar

7. Jackson, Ruth, 2006, “The Role of Spatial Planning in Combating Climate Change”
8. Cannon, Gwen (EDT), Michelin Green Guide Netherlands, , 2001, Michelin Travel publications

