

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

脆弱度、回復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究(第2年)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：MOST 102-2410-H-170-005-SS2

執行期間：103年08月01日至104年08月31日

執行單位：財團法人中華經濟研究院第三研究所

計畫主持人：李永展

計畫參與人員：碩士級-專任助理人員：李品蓉

碩士級-專任助理人員：陳喬琪

碩士級-專任助理人員：陳怡蓓

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：是，國發會、內政部、環保署

中 華 民 國 104 年 11 月 30 日

中文摘要：目前探討全球氣候變遷對應各種地理環境的課題日益增多，顯示各界重視氣候變遷的影響，而台灣受島國地理條件限制，使整體環境的敏感度更高，尤其是西部沿海地區易淹水一帶聚集在地層下陷嚴重的雲嘉南地區，其中以雲林縣地層下陷最嚴重，也是最容易受到氣候變遷衝擊的地區。另一方面，雲林縣以農立縣，農業人口及專業農戶居全國第一，但由於台灣的經濟發展投注在農村的公共建設不足，居住環境不佳，導致城鄉不均衡發展，鄉村被邊緣化，農業所得普遍偏低，人口外流，從業人口老化。雲林縣因地層下陷及海平面上升之威脅，致災危險性更增加，若再探討以農業為主的雲林縣，其社會脆弱度是否受自然脆弱度之影響而隨之變動，則分析變因又將影響回復力對策的擬定。

此外，本二年期計畫也進行生態足跡分析，探討社區居民碳足跡及水足跡大小，作為與脆弱度及回復力互相評析、探討的工具。質言之，本計畫第一年度將探討雲林縣的自然脆弱度與社會脆弱度之關係，並擬定回復力之對策；第二年度將分析降尺度到鄉鎮市及個人的生態足跡是否與自然脆弱度、社會脆弱度及回復力有關；最後在客觀與主觀的雙重檢視下，從自然、社會脆弱度與生態足跡之整合，研擬出對應雲林縣氣候變遷課題的回復力對策。

本計畫第一年度除進行文獻回顧及理論分析外，利用國家災害防救科技中心的自然脆弱度資料，透過圖層分析將雲林縣的自然脆弱度分為高中低三個等級，並透過15位專家學者二回合的模糊德爾菲調查法，建構社會脆弱度指標架構（包含20個指標），再以模糊層級分析法分配這些指標的權重，取得鄉鎮市層級資料的指標共有14個。本計畫以這14個指標進行社會脆弱度分析，並透過疊圖方法，將自然脆弱度及社會脆弱度綜合評估，研究結果得出V1-V5的脆弱度等級，並與國家災害防救科技中心的綜合脆弱度加以評比，得出本計畫與國家災害防救科技中心的敏感度表現一致，唯在社會脆弱度的指標差異造就部分鄉鎮市有些微的層級差異，最後特別針對脆弱度較嚴重的鄉鎮市(V4-V5等級)，分別研擬相關的回復力對策及調適計畫。

本計畫第二年度重點著重於個人生態足跡之問卷調查，並採用單因子變異數分析各鄉鎮市分區、自然脆弱度、社會脆弱度及綜合脆弱度和個人生態足跡之間的關係。研究結果顯示，雲林縣之個人每日碳足跡、個人每日生態足跡與各鄉鎮市地區有相關性，個人每日生態足跡與自然脆弱度層級未達顯著相關性，但個人每日碳足跡與社會脆弱度層級及綜合脆弱度層級達顯著相關性。

本計畫將雲林縣各鄉鎮市地區個人生態足跡依序排列分為高中低三種層級，研究結果發現個人生態足跡高的鄉鎮市多為人口密集、都市化程度較高的鄉鎮市，包括虎尾鎮、斗六市、麥寮鄉、西螺鎮、北港鎮、斗南鎮及二崙鄉。最後，本計畫將第二年度研究成果與第一年度的綜合脆弱度結果（V1-V5）進行交叉分析，針對位於高中低生態足跡層級與高綜合脆弱度層級區域（V4-V5）的鄉鎮市提出因地制宜的回復力政策，以建構韌性城鄉並邁向永續社會。

中文關鍵詞：自然脆弱度、社會脆弱度、回復力、生態足跡、永續發展

英文摘要：This two-year project adopts Yunlin County as a case study to explore the relationships among biophysical

vulnerability, social vulnerability, adaptation and ecological footprint. Based on these explorations, this two-year project proposes resilience strategies for Yunlin County. The first year of this project explores the relationships between biophysical vulnerability and social vulnerability and further proposes resilience strategies accordingly. The second year of this project examines the ecological footprint downscaling to the township and personal levels and explores its relationships with biophysical vulnerability, social vulnerability and resilience. In short, under the double-check of objective and subjective measures, this two-year project proposes appropriate resilience strategies for Yunlin County to cope with climate change challenges to help move toward sustainable development.

英文關鍵詞：biophysical vulnerability, social vulnerability, resilience, ecological footprint, sustainable development

科技部補助專題研究計畫成果報告

(☐期中進度報告/☒期末報告)

脆弱度、回復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究

(二年度計畫成果)

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：NSC102-2410-H-170-005-SS2

執行期間：102 年 08 月 01 日至 104 年 08 月 31 日

執行機構及系所：中華經濟研究院第三研究所

計畫主持人：李永展

計畫參與人員：董娟鳴、吳靜怡、李品蓉、陳喬琪

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 2 份：

☐執行國際合作與移地研究心得報告

☒出席國際學術會議心得報告

期末報告處理方式：

1. 公開方式：

☒非列管計畫亦不具下列情形，立即公開查詢

☐涉及專利或其他智慧財產權，☐一年☐二年後可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：☒否 ☐是

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考☐否☒是（國發會、
內政部、環保署）

中 華 民 國 104 年 11 月 30 日

摘要

目前探討全球氣候變遷對應各種地理環境的課題日益增多，顯示各界重視氣候變遷的影響，而台灣受島國地理條件限制，使整體環境的敏感度更高，尤其是西部沿海地區易淹水一帶聚集在地層下陷嚴重的雲嘉南地區，其中以雲林縣地層下陷最嚴重，也是最容易受到氣候變遷衝擊的地區。另一方面，雲林縣以農立縣，農業人口及專業農戶居全國第一，但由於台灣的經濟發展投注在農村的公共建設不足，居住環境不佳，導致城鄉不均衡發展，鄉村被邊緣化，農業所得普遍偏低，人口外流，從業人口老化。雲林縣因地層下陷及海平面上升之威脅，致災危險性更增加，若再探討以農業為主的雲林縣，其社會脆弱度是否受自然脆弱度之影響而隨之變動，則分析變因又將影響回復力對策的擬定。

此外，本二年期計畫也進行生態足跡分析，探討社區居民碳足跡及水足跡大小，作為與脆弱度及回復力互相評析、探討的工具。質言之，本計畫第一年度將探討雲林縣的自然脆弱度與社會脆弱度之關係，並擬定回復力之對策；第二年度將分析降尺度到鄉鎮市及個人的生態足跡是否與自然脆弱度、社會脆弱度及回復力有關；最後在客觀與主觀的雙重檢視下，從自然、社會脆弱度與生態足跡之整合，研擬出對應雲林縣氣候變遷課題的回復力對策。

本計畫第一年度除進行文獻回顧及理論分析外，利用國家災害防救科技中心的自然脆弱度資料，透過圖層分析將雲林縣的自然脆弱度分為高中低三個等級，並透過15位專家學者二回合的模糊德爾菲調查法，建構社會脆弱度指標架構（包含20個指標），再以模糊層級分析法分配這些指標的權重，取得鄉鎮市層級資料的指標共有14個。本計畫以這14個指標進行社會脆弱度分析，並透過疊圖方法，將自然脆弱度及社會脆弱度綜合評估，研究結果得出V1-V5的脆弱度等級，並與國家災害防救科技中心的綜合脆弱度加以評比，得出本計畫與國家災害防救科技中心的敏感度表現一致，唯在社會脆弱度的指標差異造就部分鄉鎮市有些微的層級差異，最後特別針對脆弱度較嚴重的鄉鎮市（V4-V5等級），分別研擬相關的回復力對策及調適計畫。

本計畫第二年度重點著重於個人生態足跡之問卷調查，並採用單因子變異數分析各鄉鎮市分區、自然脆弱度、社會脆弱度及綜合脆弱度和個人生態足跡之間的關係。研究結果顯示，雲林縣之個人每日碳足跡、個人每日生態足跡與各鄉鎮市地區有相關性，個人每日生態足跡與自然脆弱度層級未達顯著相關性，但個人每日碳足跡與社會脆弱度層級及綜合脆弱度層級達顯著相關性。

本計畫將雲林縣各鄉鎮市地區個人生態足跡依序排列分為高中低三種層級，研究結果發現個人生態足跡高的鄉鎮市多為人口密集、都市化程度較高的鄉鎮市，包括虎尾鎮、斗六市、麥寮鄉、西螺鎮、北港鎮、斗南鎮及二崙鄉。最後，本計畫將第二年度研究成果與第一年度的綜合脆弱度結果（V1-V5）進行交叉分析，

針對位於高中低生態足跡層級與高綜合脆弱度層級區域（V4-V5）的鄉鎮市提出因地制宜的回復力政策，以建構韌性城鄉並邁向永續社會。

關鍵詞：自然脆弱度、社會脆弱度、回復力、生態足跡、永續發展

Abstract

Up to the present, there are increasing discussions and studies regarding the effects of climate change to numerous environments. This phenomenon indicates that the society emphasizes climate change impacts seriously. The environmental sensitivity and vulnerability are significant due to the island geographical condition of Taiwan. The flooding areas congregate in the Southwest Coast of Taiwan where the serious land subsidence problems exist, and the most serious area locates in Yunlin County. Furthermore, Yunlin County has the most agricultural population and households in Taiwan. However, the economic development conventionally neglects rural public services, resulting in poor living environment, unbalanced rural-urban development, and low household incomes. Moreover, population decreases rapidly and more aging population exists in Yunlin County. Because of the flooding areas and the rising sea level, Yunlin County has a high susceptibility to numerous disasters. Furthermore, whether the social vulnerability is to be affected by biophysical vulnerability and further affects the resilience strategies is another important research issue for this project. Ecological Footprint analyses are also adopted to examine the carbon footprint and water footprint and their relationships to biophysical vulnerability, social vulnerability and resilience.

Therefore, this project explores the case of Yunlin County regarding its relationships with vulnerability, resilience and ecological footprint. Also, planning the resilience strategies for Yunlin County is one important achievement. Most Ecological Footprint analyses focus on the national level. Specially, this project examines the Ecological Footprint downscaling to the township and personal level. In essence, the first year of this project explores the relationships between biophysical vulnerability and social vulnerability and resilience strategies are proposed accordingly. The second year of this project will examine the ecological footprint downscaling to the township and personal level and explore its relationships with biophysical vulnerability, social vulnerability and resilience. In short, under the double check of objective and subjective perspectives, this project will propose better and more appropriate resilience strategies to cope with climate change challenges for sustainable development of Yunlin County.

In addition to the literature review, this project adopts biophysical vulnerability data from the National Science and Technology Center for Disaster Reduction (NCDR) to analyze high-medium-low vulnerability in Yunlin County. As to the social vulnerability analysis, this project invites 15 researchers to answer two-run Delphi

questionnaires. A social vulnerability indicator framework (including 20 indicators) is established. This project further carries out the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) to examine the weights of social vulnerability indicators. For social vulnerability, 14 indicators are analyzed at the county level. This project adopts the overlay mapping approach to examine comprehensive evaluations of social vulnerability and biophysical vulnerability and categorizes the outcomes into V1 to V5 vulnerability categories. Comparing vulnerability categories with those of NCDR shows that the sensitivity of the results of this project is mostly consistent with the results of NCDR. Some minor differences exist due to the different structure of social indicators of vulnerability in this project. Furthermore, appropriate resilience strategies and adaptation plans are proposed for Yunlin County.

The second-year project focuses on the questionnaire survey of the EF of individuals. One-way analysis of variance is adopted to examine the relationships among township classification, biophysical and social vulnerability, integrated vulnerability and EF of the individuals. The results show that personal carbon footprint per day and personal EF per day have a statistically significant relationship with township classification. Personal EF per day and biophysical vulnerability show no statistical significance. However, personal carbon footprint, social vulnerability and integrated vulnerability have significant statistical relationships.

The second-year project categorizes three levels of EF (low-medium-high) in different townships of Yunlin County. Results show that townships with high EF of individuals are located in highly populated and urbanized areas, including Huwei, Douliou, Mailiao, Xiluo, Beigang, Dounan and Erlun. Furthermore, the results from the second-year project are compared with the results of the integrated vulnerability (V1-V5) from the first-year project. Appropriate localized resilience strategies are proposed for townships with different EF of individuals and high integrated vulnerability (V4-V5) in the hope to construct a resilient county for Yunlin.

Keywords: biophysical vulnerability, social vulnerability, resilience, ecological footprint, sustainable development

第一年度計畫成果

目錄

第一章 緒論	1
第一節 氣候變遷對臺灣的影響	1
第二節 臺灣總體脆弱度的現況	2
第三節 雲林縣總體脆弱度的現況	6
第四節 研究目的與重要性	10
第二章 文獻回顧	13
第一節 脆弱度與回復力之定義與重要性	13
第二節 指標與評估標準	15
第三節 生態足跡、水足跡、碳足跡之定義與重要性	25
第四節 小結：脆弱度、回復力與生態足跡之鍊結	39
第三章 實證地區-雲林縣現況	41
第一節 地形地勢	41
第二節 地質	42
第三節 水文	44
第四節 生態系統與物種	46
第五節 人口與經濟發展	48
第六節 水資源利用現況	60
第七節 水足跡概況	67
第八節 碳足跡概況	68
第九節 氣候變遷趨勢對雲林的衝擊	71
第四章 研究方法與架構	77
第一節 研究方法	77

第二節 以計畫年度說明研究方法之使用	79
第三節 研究架構	83
第五章 研究發現	86
第一節 指標建構	86
第二節 雲林縣脆弱度分析	100
第三節 與國家災害防救科技中心(NCDR)脆弱度之比較	107
第四節 綜整雲林縣因應自然脆弱度及社會脆弱度之回復力對策	110
第六章 第二年計畫預期進度	113
第一節 執行進度	113
第二節 預期完成之工作項目及績效	114
第七章 結論	117
參考文獻	119
參考網站	132
附錄一 第一階段模糊德爾菲專家學者問卷	134
附錄二 第二階段模糊德爾菲專家學者問卷	142

圖目錄

圖 1.1 台灣地區易淹水區分布圖	4
圖 1.2 氣候變遷對台灣衝擊與議題關聯圖	5
圖 1.3 台灣地區海岸脆弱度分級	6
圖 1.4 雲林地區 1992 年至 2010 年地層下陷之累積量圖	7
圖 1.5 2012 年雲林縣淹水潛勢圖 (600ml)	8
圖 1.6 2012 年雲林縣坡地災害潛勢圖	9
圖 2.1 社會脆弱度四大面向	18
圖 2.2 雲林縣社會脆弱度高低分布圖	21
圖 2.3 台灣生態足跡與各所得國家比較圖	26
圖 2.4 生態足跡：將消費轉換成土地面積	29
圖 2.5 生態足跡與生物容受力之計算架構	30
圖 2.6 水足跡組成示意圖	36
圖 2.7 藍水足跡、綠水足跡與流域水平衡關係圖	37
圖 2.8 兩貿易國國內水足跡和國家消費水足跡之關係圖	38
圖 2.9 都市回復力之轉變的四大要素	40
圖 2.10 都市回復力與其他因子之關係	40
圖 3.1 雲林縣高程示意圖	41
圖 3.2 雲林縣坡度分析示意圖	42
圖 3.3 雲林地區地質圖	43
圖 3.4 雲林縣水文示意圖	45
圖 3.5 湖山水庫位置圖	46
圖 3.6 雲林縣動物資源分布圖	48
圖 3.7 雲林縣各鄉鎮人口成長率概況	49
圖 3.8 雲林縣戶數及戶量趨勢變遷圖	50
圖 3.9 雲林縣各鄉鎮扶養比分布圖	52
圖 3.10 雲林縣各鄉鎮老化指數分佈圖	52

圖 3.11 雲林縣各鄉鎮人口增加率趨勢圖	53
圖 3.12 雲林縣各鄉鎮人口分佈圖	55
圖 3.13 雲林縣現有水源及供水設施示意圖	61
圖 3.14 雲林縣生活及工業用水供需比較圖（不含自行取水）	62
圖 3.15 雲林地區水資源利用供應圖	66
圖 3.16 雲林縣自來水計畫管路圖	67
圖 3.17 百年來台灣西部地區年均溫度變化趨勢	71
圖 3.18 百年來台灣西部地區年平均降雨量變化趨勢	72
圖 3.19 康芮潭美淹水範圍圖	73
圖 3.20 卡玫基颱風坡地災害勘災點	74
圖 4.1 計畫研究架構圖	84
圖 5.1 指標權重架構圖	100
圖 5.2 雲林縣自然脆弱度層級圖	102
圖 5.3 雲林縣社會脆弱度平均值高於 0.4 之鄉鎮分布圖	104
圖 5.4 雲林縣各鄉鎮社會脆弱度之排序圖	104
圖 5.5 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度分布圖	106
圖 5.6 NCDR 之雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度轉色示意圖	108
圖 5.7 本計畫與 NCDR 對於雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度比較圖	109

表 目 錄

表 1.1 歷史淹水災害之致災原因表	3
表 1.2 水災、坡地災害以及複合性災害之氣候與環境變遷因子以及衝擊面向 ..	3
表 2.1 脆弱度、回復力與指標群之關係	17
表 2.2 NCDR 社會脆弱度評估面向及指標說明	18
表 2.3 雲林縣社會脆弱度	20
表 2.4 綜合脆弱度評比圖層示意表	21
表 2.5 社會脆弱度指標之建構	22
表 2.6 從時間序列看全球生態足跡	26
表 2.7 水足跡計算之時空尺度	37
表 3.1 坡度分析表	42
表 3.2 雲林縣特有動物彙整表	47
表 3.3 台灣地區、雲嘉南生活圈及雲林縣人口數及成長率	49
表 3.4 雲林縣戶數及戶量彙整表	50
表 3.5 雲林縣各鄉鎮市人口結構	51
表 3.6 雲林縣人口資料彙整表	53
表 3.7 近十年都市與非都人口數及人口比例	54
表 4.1 自然脆弱度指標之建構	80
表 4.2 社會脆弱度指標變項	81
表 4.3 德爾菲問卷填寫範例	82
表 4.4 綜合脆弱度評比圖層示意表	85
表 5.1 參與第一階段之專家學者代號表	86
表 5.2 評估社會脆弱度指標	86
表 5.3 第一階段社會脆弱度指標統計原始表	89
表 5.4 專家學者建議綜整表	91
表 5.5 第二階段社會脆弱度指標	94
表 5.6 第二階段社會脆弱度指標統計原始表	95
表 5.7 第二階段專家學者建議綜整表	96

表 5.8 第二階段德爾菲篩選後的社會脆弱度指標	98
表 5.9 社會脆弱度指標確認版.....	99
表 5.10 雲林縣自然脆弱度統計表	100
表 5.11 雲林縣自然脆弱度層級表	101
表 5.12 雲林縣社會脆弱度統計表	103
表 5.13 雲林縣自然、社會脆弱度之綜整表.....	105
表 5.14 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度.....	106
表 5.15 NCDR 綜合脆弱度評比圖層示意表	107
表 5.16 本計畫與 NCDR 之社會脆弱度指標差異表	110
表 5.17 高脆弱度鄉鎮市脆弱原因	111
表 6.1 第一年度之執行進度.....	113
表 6.2 第二年度之執行進度.....	114
表 6.3 第一年度預期完成之工作項目及進度表	114
表 6.4 其他研究預期成果	115

第一章緒論

第一節氣候變遷對臺灣的影響

聯合國「政府間氣候變遷委員會」(Intnerational Panel on Climate Change, IPCC)每隔 5 到 7 年會發表全球氣候變遷的綜合評估報告，這是各國政府面對氣候變遷衝擊時，制定與推動相關政策的重要資訊。每次評估報告的內容都包含了三個不同工作小組的研究成果：第一工作小組 (Working Group I, WG I) 職司評估氣候變遷的物理科學基礎；第二工作小組 (Working Group II, WG II) 負責處理氣候變遷的衝擊、調適及脆弱度；第三工作小組 (Working Group III, WG III) 著重在氣候變遷的減緩 (mitigation)，三個工作小組的研究成果都一併納入評估報告中。

2013 年 9 月 30 日公布「第五次評估報告」(Fifth Assessment Report, AR5) 的「第一工作小組報告」指出，很多氣候變遷現象明顯受到人為的影響，例如：大氣與海洋的暖化、全球水循環變遷、冰雪減少、全球平均海面上升及某些極端氣候的變遷等。該報告也指出，從 2007 年的「第四次評估報告」(Fourth Assessment Report, AR4) 迄今，人為影響極可能是造成 20 世紀中期以來暖化現象的最主要原因 (經濟建設委員會¹，2012)。第五次評估報告更進一步斷言，人類活動就是造成氣候暖化的元兇 (高達 95% 的信心度)，而如果持續排放二氧化碳，最糟的情境是在 21 世紀末升溫 4.8°C，海平面最糟則會上升 82 公分，比第四次評估報告升溫最多 4°C、海平面最多上升 60 公分的結論還要不樂觀 (IPCC, 2013)。

IPCC 同時也指出氣候暖化對於島嶼國家脆弱度的影響有關 (Mimura, 2007)，許多關於加勒比海小島氣候變遷的國外研究發現，颱風增加所造成的傷害，將使得觀光收益流失與基礎建設的損毀，其所造成的成本損失將佔小島經濟的 10% (Bueno *et al.*, 2008)。因環境變遷帶來的極端氣候事件 (extreme climate events) 在世界各地所帶來的災損，導致人們開始重新思考社會發展和環境之間的關係，人類社會開始承認並意識到氣候變遷及伴隨發生的災害乃是社會建構的 (socially constructed)，是人類將各項開發行為加諸於自然環境下的後果。

脆弱度 (vulnerability) 及回復力 (或韌性) (resilience) 的評估，即可讓人們更了解到環境壓力與人類行為對人們所居住的環境在面對自然災害時的承受力，與災後重建的反應力，以作為「永續調適」(sustainable adaptation) 能力的參考依據。然而，我們無法確定人類面對氣候變遷的回應是否在社會或環境上能永續，

¹2014 年改制為國家發展委員會。

也無法確定是否對人類福祉及減輕貧窮有助益（Eriksen & Brown, 2011）。氣候變遷對永續發展可能是威脅（Pradhan *et al.*, 2012; Yohe *et al.*, 2007），也可能是機會（Commission on Climate Change and Development, 2009; Pradhan *et al.*, 2012），直到最近，才有研究嘗試記錄並比較各種調適作法及其對發展中國家的衝擊（McGray *et al.*, 2007; Mearns & Norton, 2010），這些相關研究指出，人類對氣候變遷的回應或許跟永續發展的原則相衝突，因此，用來減輕氣候敏感度（例如降雨量或水文變化）的調適政策及介入即便對某些團體有正面效益，但同時會對脆弱的團體造成負面衝擊並造成社會不公平，也會不經意地危害環境的整合性（Barnett & O'Neill, 2010）。事實上，和永續性有關的是回復力及脆弱度的概念，尤其是在社區層級地區相關的海岸災害（Cutter *et al.*, 2000; Jacob *et al.*, 2013），因此，必須從更宏觀的角度及多元的面向來探討氣候變遷與永續發展之間的關係（Eriksen *et al.*, 2011; Eriksen & Brown, 2011）。

IPCC第4次評估報告結論指出（IPCC, 2007），針對氣候變遷現象之觀察，最脆弱的地區為非洲、亞洲的大三角洲（mega-deltas）、小島類型及北極地帶，並指出最脆弱的部分為：熱帶乾旱地區的水資源、低緯度地區的農業、各區域的人類健康、敏感的生態系（如凍土、北極地、高山、紅樹林、珊瑚礁等）。而台灣正是位處亞熱帶與熱帶交界的小島，進行國土空間策略規劃時也須謹慎面對氣候變遷造成的脆弱面向。

第二節 臺灣總體脆弱度的現況

由全球氣候變遷的趨勢來看其對台灣造成自然環境的衝擊有：(1).降雨強度增加提高淹水、坡地土砂與複合型災害風險上升；(2).海平面上升易導致沿海低窪地區排水困難；(3).暴潮發生機率增加導致淹水機會與時間增加；(4).極端事件發生機率上升導致設施設計防護基準下降（交通部，2012）。其中海平面常態性上升將導致沿海低窪地區之排水系統因內外水頭差縮小，增加區域排水藉由重力排除之難度，並可能因內水不易排除而導致淹水災害發生，也會造成國土面積因被洪氾淹沒而流失。

而國家科學委員會（2011）（現科技部）則指出，災害的頻率增加與災害規模改變，不全然是由氣候變遷所造成，人為環境的改變是造成災害增加的另一個主要因素；以台灣為例，一方面由於氣候極端降雨事件發生機率增加，導致災害事件頻傳，另一方面台灣在經歷921地震及莫拉克風災後，原本脆弱的地質條件更受到嚴重衝擊，再加上未來台灣社會高齡少子化、都會化及地層下陷等人為與社會環境變遷問題的持續發展，將可能導致災害型態的改變與災害規模的持續擴大。

氣候變遷造成不同颱風或暴雨事件會因其降雨之時間、空間分布不同，淹水

災害之程度及規模亦有所不同，國家災害防救科技中心（The National Science and Technology Center for Disaster Reduction; NCDR；以下簡稱災防中心或NCDR）（2009）彙整台灣過去淹水災害歷史後，大致將災害因子整理如表1.1。其中部分自然因素與氣候變遷及極端氣候事件有密切關係，然而人為環境變遷因子對災害的增加亦是不可忽視的重要因子。其中(1).過多之降雨量；(2).地勢之相對低窪；(3).淹水地區下游有水流受阻的瓶頸，三項為最重要的致災原因。

表 1.1 歷史淹水災害之致災原因表

自然因素	人為因素
降雨量大且超過防洪設施標準	缺乏長期流域整體治理方案
河川與天然地形不利排洪	土地開發快速與建物過多
流域水流瓶頸	防洪排水設施不足
河川上、中游河床遭土石堆積 減少通水斷面積	橋梁阻礙河川水流、 對洪水位具有抬升作用
地勢低窪排水不易	路堤效應
受河口漲潮影響	河道淤塞或佔用河道

資料來源：國家科學委員會（2011）

氣候變遷對於環境造成影響的因子，可大致歸納於4類：(1).氣溫特性改變；(2).降雨特性改變；(3).海平面上升；(4).極端事件（颱風等）發生強度增加（交通部，2012；內政部，2012）。此外，國家科學委員會（2011）也指出，氣候與環境變遷正突顯了台灣屬高災害風險地區的嚴重性，包含極端天氣事件衝擊與土地使用所引發的水土複合型災害，降雨不均與用水需求增加的水資源問題，受地層下陷、海水位上升與暴潮增加所導致的海岸衝擊等，將在空間上突顯台灣災害的氣候敏感區位，其中，雲林地區所屬的沿海及地層下陷區（高脆弱度與災害風險）即是一例（表1.2）。

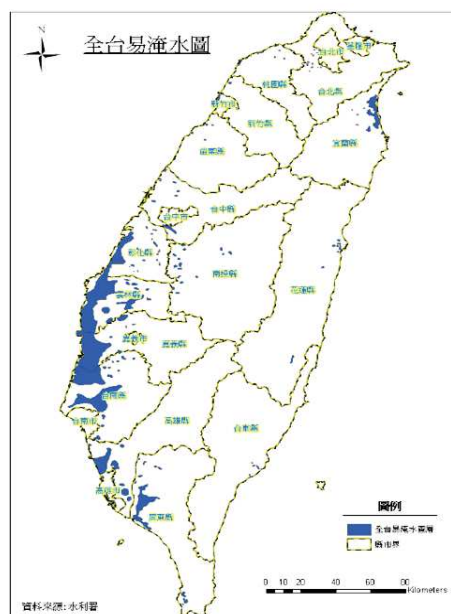
表 1.2 水災、坡地災害以及複合性災害之氣候與環境變遷因子以及衝擊面向

氣候與環境 變遷因子	水災衝擊	坡地災害衝擊	複合型災害
極端降雨強度 增加	過大降雨強度超過排水系統之容量復單或提防防護標準將提高淹水之風險	降雨強度增加導致坡地災害風險增高，直接衝擊山區道路、聚落的安全、山區觀光與產業、高齡化人口與醫療資源缺乏之防災弱勢族群	水土複合型災害更為嚴重，衝擊政府在防災體系之應變與長期在防減災政策之規劃，影響層面將包含：

氣候與環境 變遷因子	水災衝擊	坡地災害衝擊	複合型災害
強颱發生機率 增加	連續性大規模災害衝擊防 災體系之軟硬體層面之應 變與復原能力	若颱風侵襲機率增加，坡 地災害的復原與重建問 題較洪災更為嚴重，連續 性災害將提高二次災害 風險，以及防災體系的應 變與復原能力	<ul style="list-style-type: none"> ● 高災害風險地區 之防災應變能力 ● 基礎設施的安全 ● 水質穩定、水庫 操作與乾旱缺水 ● 土沙沖刷、河道 淤積、二次災害 ● 漂流木與堰塞湖 之問題
豐枯期降雨愈 趨不均	降雨不均影響水庫蓄水能 力、水質穩定與水庫操作安 全以及下游淹水風險	降雨不均將影響土壤保 水能力，進一步影響水土 環境永續與安全	
海水位上升及 地層下陷	因海水位上升將使得暴雨 侵襲時排水更為困難，也使 沿海低窪地區及地層下陷 地區增加淹水之風險		
地震頻繁與重 大災害(如莫拉 克)之環境衝擊	災後所導致環境脆弱度增加、與公共建設之復原與重建 更加困難，增加後續災害發生之機率與風險		

資料來源：國家科學委員會（2011）

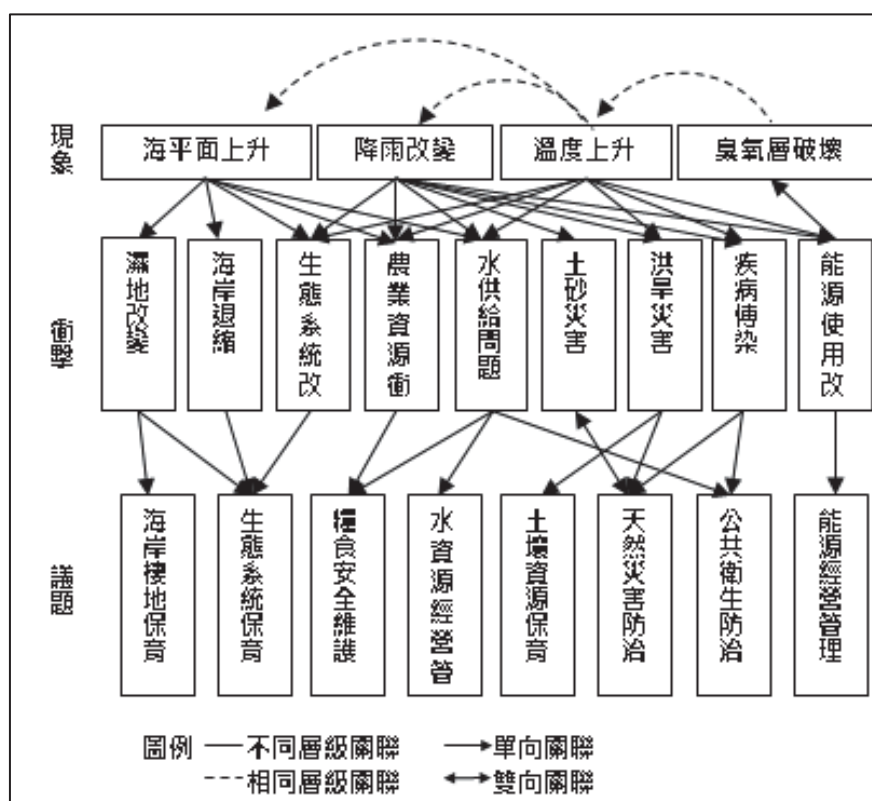
另一方面，從水利署（2011）的全台易淹水圖（圖1.1）可看出，易淹水區域主要位於彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東及宜蘭等縣市的沿海一帶、地勢低窪以及河川匯集處地區。而根據防災中心所模擬的淹水潛勢區域，以及近幾年調查颱洪受災淹水範圍，台灣地區易淹水低窪地區總面積約1,150平方公里，八成易淹水地區集中於縣（市）管河川、區域排水、事業海堤等未完成改善或地層下陷等地區，其中以宜蘭、台北、彰化、雲林、嘉義、台南及高雄沿海地區鄉鎮為甚（國家科學委員會，2011）。



資料來源：水利署（2011）

圖 1.1 台灣地區易淹水區分布圖

馮正民、詹士樑（2007）指出，台灣氣候變遷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、濕地改變等九個層面衝擊（圖1.2），這些現象主要是由氣溫上升、降雨改變及海平面上升所構成，隨之而來的是颱洪災害、坡地災害及地層下陷、海水倒灌等亦日益嚴重。



資料來源：馮正民、詹士樑（2007）。

圖 1.2 氣候變遷對台灣衝擊與議題關聯圖

環境保護署（2011）指出，台灣周遭海平面變遷呈現年代際（inter-decadal）的震盪，1961 至 2003 年的海平面高度，每年平均上升速率達 2.4 公釐，約為全球海平面平均上升速率 1.8 公釐的 1.4 倍。1993 至 2003 年期間，台灣沿岸潮位站的海平面上升速率更高達 5.770 公釐/年，如果海平面上升，主要的淹沒區將為台南縣、台南市、嘉義縣及高雄縣等沿海鄉鎮，主要風險區則為台南縣、雲林縣和嘉義縣等地（環境保護署，2002）。內政部（2012）亦指出台灣南部氣候變遷之趨勢為：除台南日降雨強度上升，南部有嚴重氣象乾旱現象的趨勢，使南部的乾季逐漸增長。交通部（2012）則提到海平面上升，主要的淹沒區將包括台南市、嘉義縣及高雄縣等沿海鄉鎮，主要的風險區則為台南市、雲林縣和嘉義縣等地。而根據 2005 年聯合國環境規劃署（UNEP）的海岸脆弱度指標（coastal vulnerability index, CVI），考量海岸地區的人口密度、天然災害發生機率、森林覆蓋率、地理暴露量、人類發展指標，共計算 118 個國家的海岸脆弱度，台灣海岸脆弱度指數為 0.517，屬於高等，全球排名第 16，是嚴重脆弱區域；若依據 UNEP 的方法

分別計算台灣本島沿海鄉鎮之脆弱度，並將之分級，海岸脆弱地區主要分布在雲林、嘉義、台南、高雄等縣市的海岸（圖 1.3）（國家科學委員會，2011）。



資料來源：國家災害防救科技中心（2014）

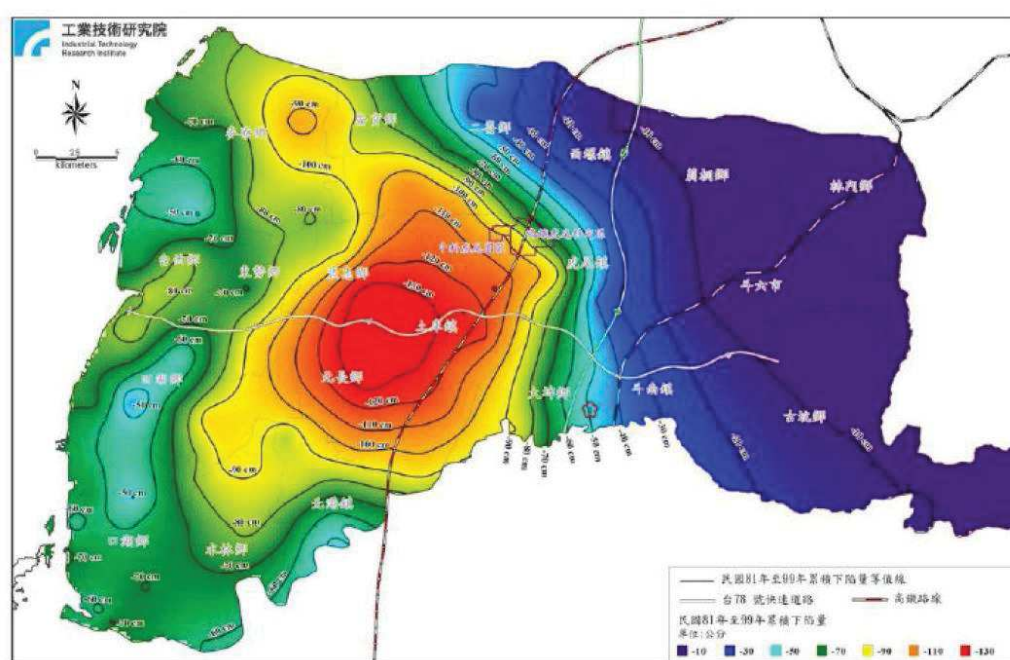
圖 1.3 台灣地區海岸脆弱度分級

長久以來，台灣中部區域計畫將苗栗縣、台中市（含原台中縣）、彰化縣、南投縣及雲林縣納入共同的區域發展體系，但區域行政、商業、教育、醫療等機能集中在中彰投區塊，雲林縣反而淪為北台農產品的廉價供應者，卻與中部區塊的互動不佳，中部區域計畫並未妥善處理雲林縣的角色與定位，而面對大環境下城市競爭的挑戰，雲林縣社會發展及條件也因此備受影響，經由多方資訊整理皆顯示，雲嘉南地區沿海一帶已是全球氣候變遷下受嚴重影響的區域之一，因此，更須探討雲林縣現有的社會環境及人為管理機制還帶來哪些其他的衝擊。

第三節 雲林縣總體脆弱度的現況

雲林縣向來以農立縣，根據行政院主計處2014年統計，其農業人口佔全縣21.36%，約72,410人，農戶數為74,594戶，僅次於彰化縣，農業產值於2014年達726

億元，居全國第二，較2013年成長10.1%，為全國之冠。但雲林縣耕地面積約10萬多公頃，農地生產規模小且零碎，平均耕地不到1公頃，農業發展在全球化競爭下是該維持現有生產體系或思考創新機制改變現有經營規模，以及在農業土地使用管理的相關配套措施，皆為本計畫所需探討的社會背景。台灣的經濟發展投注在農村的公共建設相對不足，居住環境不佳，導致城鄉不均衡發展，鄉村被邊緣化，農業所得普遍偏低，農村人口外流，從業人口老化，亟待吸引年輕人回流，此現象在雲林縣更加明顯。另一方面，雲林縣自1980年代以來，由於農產品價格收益不佳，而養殖業利潤豐厚，導致沿海地區農地大量變更為漁業養殖，惟養殖事業需仰賴大量淡水以保持魚池水質潔淨，在地面水源缺乏的情況下，扣除工業用水的供給外，農業經營上過量抽取地下水，造成自口湖鄉開始向內陸擴展至元長鄉、土庫鎮一帶的地層下陷相當嚴重（經濟建設委員會，2011）（圖1.4）。

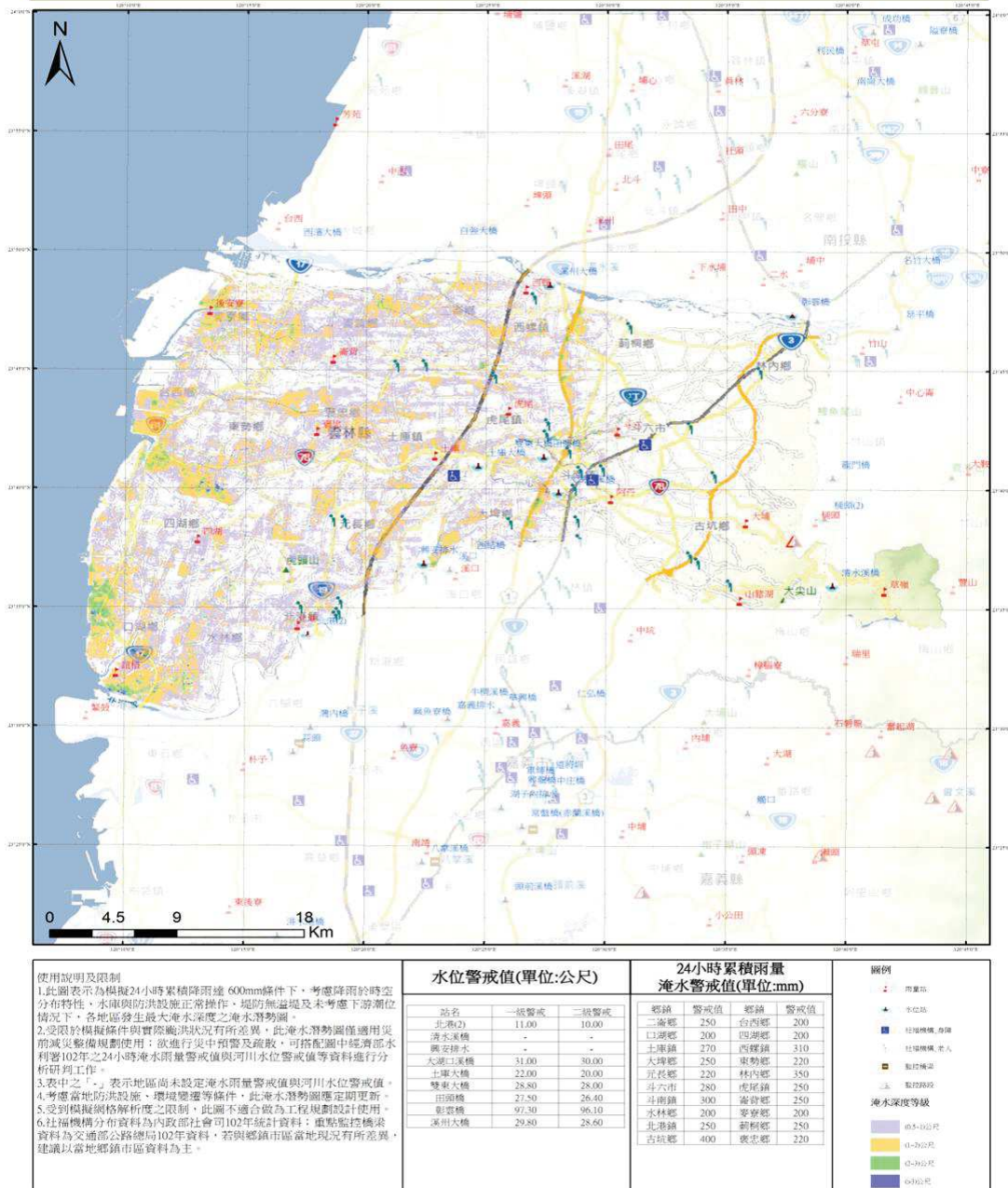


資料來源：經濟建設委員會（2011）

圖 1.4 雲林地區 1992 年至 2010 年地層下陷之累積量圖

經濟建設委員會（2011）指出，近年台灣地區極端氣候所造成的颱風、暴雨現象，使得地勢低窪的雲林縣，每當雨量達到600mm時，除林內鄉及古坑鄉因地勢較高無淹水狀況外，其餘鄉鎮市淹水高度多在0.5公尺至2公尺之間（圖1.5），而古坑鄉雖無淹水之患，卻面臨著大尖山斷層通過，北接車籠埔斷層，南連嘉義觸口斷層，全長40公里，其環境威脅不容忽視（圖1.6）。

雲林縣一日暴雨(600mm)淹水潛勢地圖

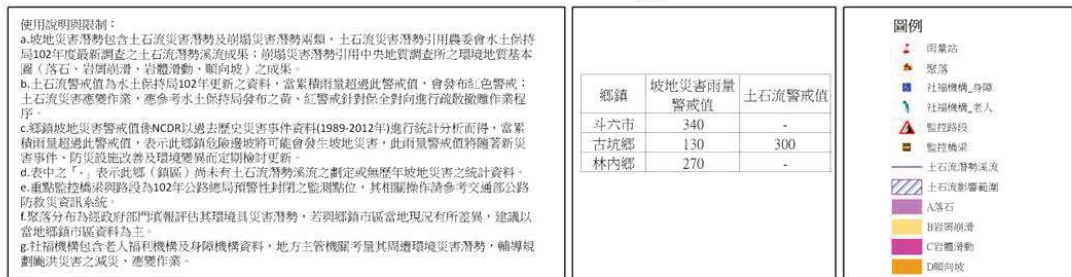
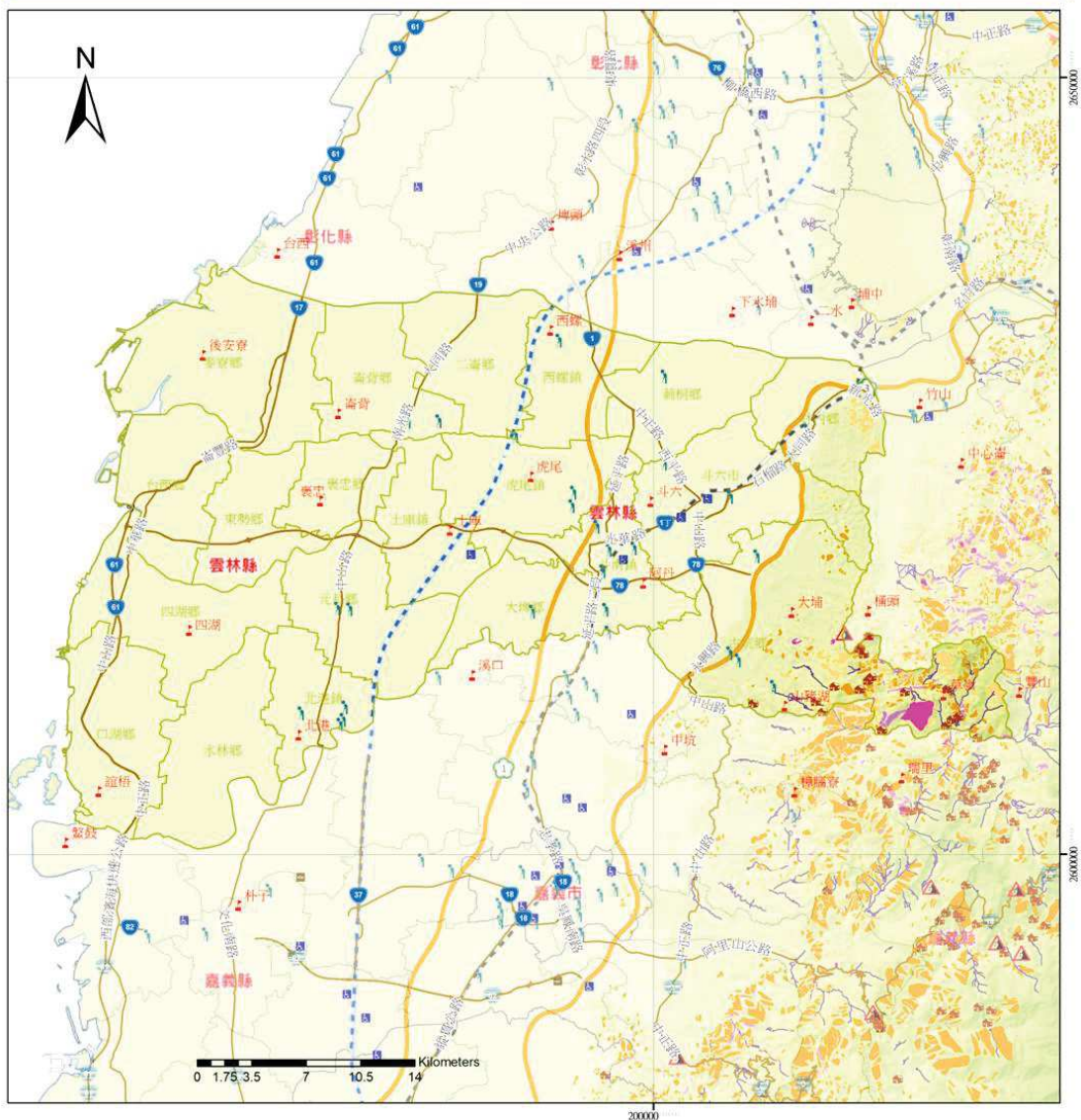


101.05

資料來源：國家災害防救科技中心（2012）

圖 1.5 2012 年雲林縣淹水潛勢圖（600ml）

雲林縣 坡地災害潛勢地圖



102.05

資料來源：國家災害防救科技中心（2012）

圖 1.6 2012 年雲林縣坡地災害潛勢圖

根據農業委員會2010年針對農林漁牧業普查統計結果，雲林縣農業經營管理者平均年齡為61.91歲，農業人口高齡化，而年長農民所受農業教育及訓練水準

較低，生產方式採用傳統的經營模式，風險承擔意願薄弱，使得農業發展也有所困境。但反觀觀光業的成長，因雲林縣境內擁有丘陵、平原、海口溼地等自然環境資源及廟會、布袋戲、藝閣、陣頭、武術等傳統藝術與民俗技藝文化資源，以及具特色的農漁業物產資源，觀光遊憩資源豐富，加上陸客來台旅遊快速增加觀光人口，使得觀光產值對雲林縣經濟發展貢獻逐年增加。

雲林縣觀光產業的發展集中於寺廟文化的展現，而雲林濱海地區最負盛名的寺廟包括北港朝天宮、麥寮拱範宮、四湖海清宮、台西安西府、口湖萬善爺廟及水林蕃薯厝順天宮等，每年都吸引上百萬遊客前往，是重要的文化資產；而濱海六鄉鎮以養殖漁業及農業為主要產業發展，故特殊產業景觀包括魚塭蚵寮及合作農場，亦為觀光收益增色不少（黃光昕，2008）。雲林縣政府為遏止人口外流，目前正積極針對農產事業、農業研發科技化、農業企業化、行銷商業化，透過農產體系的改善，增進農產價值及效率（雲林縣政府，2009）。

另一方面，嘉南地區因受地層下陷及海平面上升之威脅，使得致災危險性更為增加，若再探討以農漁業為主要經濟發展的雲林縣社經背景，其社會脆弱度是否易受自然脆弱度之影響而隨之變動，則分析變因又將有所影響回復力對策的擬定。本計畫對於雲林縣永續發展的議題甚為關注，而根據李永展（2006）的分析結果顯示，完善的公共服務與有效的土地利用是縮小生態足跡規模的重要路徑，因此，本計畫將加入永續發展指標之一的生態足跡資料，作為與脆弱度及回復力互相評析、探討的工具。

然而，公共服務設施的不均分配以及土地的無效使用，正是台灣區域間不均衡發展的結果（例如：西部沿海地層嚴重下陷是台灣西部長期超量開發土地所需付出的代價），這是環境正義的課題，而這個問題將在氣候變遷及極端氣候事件的突顯下，成為一個亟需被重視與解決的區域發展課題。由於生態足跡和個人可使用的生物生產力土地面積之間是反比的關係，個人是鑲嵌在尺度更高的社會層級之內（例如：個人鑲嵌在社區、村里、鄉鎮、縣市、區域、國家，甚至是洲際），如果區域或縣市間在生態足跡存在著不均衡的結構，將可能影響或限制個人的消費行為模式，亦即影響生態足跡之總量。由於台灣生態足跡資料在國家層級較完整，而缺乏降尺度（downscaling）到縣市、鄉鎮、社區，甚至個人層級之資料，因此，本計畫希望從消費端來探討資源是否過度消費而大量增加生態足跡，並將針對個人層級的生態足跡測量架構進行討論以及發展的可能性評估，最後再整合到氣候變遷的相關研究中，探討消費面向的生態足跡與脆弱度及回復力之間的關係。

第四節 研究目的與重要性

一、研究目的

台灣為島嶼型國家，深受氣候變遷所帶來的衝擊之影響，從探討脆弱度的角度而言，雲林縣整體環境面對氣候變遷所造成的海平面上升、土地鹽化擴大，以及水土複合型災害的多重威脅考驗，加上雲林縣有些地區為經濟利益超抽地下水造成沿海地區嚴重地層下陷，以及高齡少子化、勞動人口外流等社會經濟結構的轉變，亦增強了本身的社會脆弱度。在不同的脆弱度下，不同鄉鎮市中因個人所消耗的生態足跡不同，將可能對回復力產生不同的影響。質言之，在這些環境及社會背景脈絡下，本計畫之研究目的為：

1. 希望透過自然脆弱度與社會脆弱度及回復力系統的建構，評估雲林縣在面對氣候變遷引發之各種災害風險下，本身受到自然脆弱度及社會脆弱度交互影響，其致災度如何？
2. 本計畫經由第一年之分析基礎及理論建構，從雲林縣整體現況、資料等，觀察其自然脆弱度狀況，並採以鄉鎮市的分區來分析之；而第二年則採用分層抽樣的統計方法，進行雲林縣居民個人生態足跡的問卷調查，經統計整合後，取得鄉鎮市層級的生態足跡之資料。本計畫特別將雲林縣各鄉鎮市自然脆弱度分為有、無，社會脆弱度分為高、低四個不同類別，分別探討其致災度。
3. 針對上述四個類別的脆弱度分析，中央單位、地方政府、其他研究單位等，可提供的回復力與調適力為何？其政策貢獻為何？
4. 經由客觀地以衡量指標將雲林縣各鄉鎮市進行脆弱度與回復力的分類及分析後，在環境永續的觀念下探討台灣的生態足跡，相關研究發現台灣的生態足跡逐年增加，而所得的提高亦增加了人民對資源的消耗。然而這些生態足跡的分析係從全台灣的角度來分析，使用的基礎亦屬國家統計資料。因此，本計畫第二年的研究階段，將從主觀的地區居民個人角度出發，將國家層級的生態足跡降尺度到縣市層級，並深入鄉鎮市地區，計算在不同高低脆弱度的地區中，個人生態足跡的大小差異性。
5. 針對雲林縣不同類別鄉鎮市的社區在自然脆弱度、社會脆弱度與生態足跡交互影響下，探討地方政府可提供的回復力與調適力之政策為何？

二、研究重要性

目前探討氣候變遷對應各種地理環境的課題日益增多，顯示各界重視氣候變遷所伴隨而來的影響，台灣受島國地理條件限制以致於整體環境的敏感度更高，而本島西部沿海地區易淹水一帶聚集在地層下陷嚴重的雲嘉南地區，且以雲林縣地層下陷最嚴重。因此，本計畫將針對自然脆弱度高的雲林縣進行探討，分析自然脆弱度與社會脆弱度之關係，並擬定回復力之對策。此外，國內大部份生態足跡的研究多集中在國家層級的分析，本計畫將降尺度到縣市的鄉鎮市層級，以雲林縣鄉鎮市社區的居民為研究對象，透過問卷調查分析個人的生態足跡，並探討生態足跡是否與自然脆弱度、社會脆弱度及回復力有關，本計畫之重要性如下：

1. 目前國內對於自然脆弱度之研究大部分集中於國家層級的數據及分析，本計畫將針對雲林縣之整體環境，彙整相關文獻及統計資料，探討雲林縣在淹水潛勢圖、地層下陷圖、土石流潛勢圖之疊圖整合下，探討自然脆弱度及環境敏感度等相關課題。
2. 目前國內各界對自然脆弱度的研究相對較多，但有關社會脆弱度的研究則方興未艾，因此本計畫期望透過文獻分析，彙整出社會脆弱度指標的架構，並配合台灣實證統計資料的測量，針對雲林縣各鄉鎮市的社會脆弱度進行評估，以作為對應於自然脆弱度分析的空間紋理之工具。
3. 由統整雲林縣自然脆弱度與社會脆弱度之資料及分析，延伸探討雲林縣環境現況及面對災害的調適能力，亦即進行回復力的探討，透過相關數據及分析資料，擬定雲林縣回復力對策。
4. 由於國內大部分生態足跡的研究屬於國家層級，為求符合在地現況的降尺度檢視精準度，本計畫經由第一年之分析基礎及理論建構，第二年將採用分層抽樣的統計方法，進行雲林縣居民個人生態足跡的問卷調查，以獲得鄉鎮市層級的個人生態足跡之資料。
5. 以客觀的自然脆弱度、社會脆弱度指標對應主觀的個人生態足跡之計算，希冀分析生態足跡與脆弱度之間的關係，此縣市層級的研究成果可突破一般國家或區域層級的環境概況資料（尤其是生態足跡之資料），並能更適切反應在地環境的現況。
6. 從自然脆弱度、社會脆弱度及生態足跡之整合，研擬雲林縣面對氣候變遷及社會環境的回復力對策，希望能依當地實際條件應對全球氣候變遷及不確定性的課題，在客觀與主觀的雙重檢視下，期望發展從自然脆弱度、社會脆弱度及生態足跡角度出發且更完善回應環境課題的回復力對策。

第二章文獻回顧

第一節脆弱度與回復力之定義與重要性

最簡單的解釋，「脆弱度」可以理解為弱點和脆弱的代名詞（Menoni, 2012; Norris *et al.*, 2008），這個概念被應用在不同的研究範疇中，包含社會、生態及自然環境等領域（Adger, 2006; Smit & Wandel, 2006）。而在氣候變遷的背景下，脆弱度是指「一個系統容易遭受無法應對氣候變化的不利影響，包括氣候變異性和發生極端事件」的程度（Committee on Climate Change (CCC), 2010; IPCC, 2001; Jabareen, 2013），或系統無法防護預期氣候變遷衝擊的程度，而影響（effect）則是指系統受氣候變遷衝擊所造成的社經、環境或永續性損害結果（內政部，2012）。

在氣候變遷背景下，脆弱度是「一個系統的暴露度、敏感性及適應能力之函數」（CCC, 2010:61），Pelling (2003) 認為天然災害的脆弱度由三個部分組成：暴露、抵抗力（resistance）及回復力。Vogel *et al.* (2007) 也指出脆弱度包含了風險結構（暴露度）、危險、回復力、不同的敏感度及恢復（recovery）／減緩（mitigation）。Cutter (2006) 則認為現在複合學科性質的脆弱度理論導致脆弱度的定義和範圍特別寬廣而沒有共識，它被認為是災害和人類的脆弱度之相互作用，也是暴露度、應變能力和調適能力的綜合結果。交通部（2012）與內政部（2012）則指出，脆弱度乃是指系統的氣候變遷衝擊的暴露度、敏感度及適應力三者的綜合值。此外，脆弱度為一個跨時間、空間與尺度的動態過程，若無人打斷其發生，脆弱度將持續發展而不間斷（Khan, 2012）。

相較於關注災害造成的損害與損失，脆弱度將災害的焦點轉移到更廣泛適合的框架去思考根本的原因，有時候是不起眼的原因造成這些現象的影響（Menoni *et al.*, 2012）。理解脆弱度和回復力的議題，是當代城市規劃者和管理者的一項關鍵要求（Khailania, 2013; Lawrence & Thomas, 2005; Lee, 2014）。脆弱度研究可以幫助我們了解人民和地方置於風險中，以及那些減少人民和地方應對環境威脅能力的狀況（Vogel *et al.*, 2007），並提出調適治理的策略因應。國內外研究關於脆弱度之定義雖不全相同，但大致可歸納出天然災害的「自然脆弱度」與社會經濟因素所影響之「社會脆弱度」。氣候變遷及其它風險的衝擊會影響脆弱度不均等地分佈、也具有社會差異性（Davies *et al.*, 2008; IPCC, 2007; Jabareen, 2013; Lee, 2014），此即本計畫將自然脆弱度與社會脆弱度一同探討的原因。

Adger *et al.* (2004) 將脆弱度分為二種，一種是「生物物理脆弱度（biophysical vulnerability）」，係指氣候相關事件的發生與衝擊的可能性；另一種是「社會脆

弱度」(social vulnerability)，為人們處理壓力、或改變社會與經濟因素的能力。社會脆弱度是一個普遍的標準，用來管理某個地方在災害和氣候變遷的影響 (Khan, 2012)。在不斷變化的環境條件下，社會脆弱度不僅決定了當地敏感度和極端事件的應對能力，也影響了公眾參與和適應能力 (Khan, 2012; Roger *et al.*, 2007)。李婷潔、李永展 (2012) 歸結在當前對脆弱度的討論中，多半將脆弱度分為兩種類型：「生物物理脆弱度」及「社會脆弱度」。前者指的是因特定氣候或災害事件對一個系統所產生災害的程度，後者則是指一個系統在遇到災害前就存在的狀態。社會脆弱度的內涵是在災害發生前社會系統本身就存在的狀態，也就是探討社會系統受災害影響程度的結構性因素，這種研究取向認為社會系統的脆弱程度乃是從系統內部的結構性特徵中所衍伸出來的，也因此被稱為社會脆弱度 (Adger *et al.*, 2004)。

另外，接續Jabareen (2013) 的觀念，在衝擊取向研究成果的累積後，有愈來愈多的學者注意到自然環境對社會系統的衝擊，會受到社會系統本身的特質而產生程度上的差別。因此，愈來愈多的研究將焦點放在辨識社會系統在那些社會、經濟與政治的條件下，受到自然環境災害的衝擊程度將特別嚴重；而那些條件又會讓系統在經歷災害後能夠以最快的速度復原，前者被定義為脆弱度，而後者則被定義為回復力 (Cutter, 2003)。

回復力的概念則是早期從力學領域發展而來，Holling (1973) 將其引入生態學的領域，並定義回復力為一個系統經過短暫的擾亂回到平衡狀態的能力。Jabareen(2013) 認為回復力是一個複雜、跨領域的現象，集中探討單一或部分變因，在某現象不精確的結論或謬誤中，是否會造成其影響的原因。Folke *et al.* (2011) 則主張回復力是動態且複雜的系統，其特徵為複雜的發展路徑、逐漸及快速變遷的交互影響期間、回饋及非線性動態、發展路徑的轉換，以及這些動態關係如何在時間及空間尺度上交互影響。

此外，由於氣候變遷的範圍廣泛，其對地球環境的衝擊也包括人類社會快速全球化與互相依賴的交互作用所影響的結果，為了減少潛在威脅的風險和衝擊，並增加居民的居住安全與福祉，城市及社區必須更具有回復力才能正面準備應對措施 (Folke *et al.*, 2011)。而具有回復力的城市在遭遇災難事件後較能快速恢復基本服務及社會、制度及經濟活動 (Healey, 2007; Hardoy & Satterthwaite, 2009; Healey & Upton, 2010; Jabareen, 2013; UNISDR, 2010)，對環境變遷也較有調適的反應能力；易言之，回復力同時也是環境系統在經歷擾亂及維持運作中，整體容受力的表現 (Gunderson & Holling, 2001)。

第二節指標與評估標準

一、脆弱度指標之探討

脆弱度評估基礎的指標是常見的，他們也受到複雜的標準化、加權、彙總的方法所挑戰（Barnett *et al.*, 2008; Hinkel, 2011）。即便如此，他們受到決策者的青睞，因為他們在空間上提出了一個簡化的脆弱度情境模擬，幫助地區優先考慮和計畫災害的應變與調適（Khan, 2012）。脆弱度往往由多個因素組成，因此它難以透過使用單個或少數幾個指標在空間上描述其變因。此外，各種脆弱度評估方法得到不同的結果也增加了問題的複雜度。為了瞭解地方的實際脆弱度，不同利害關係人的不同知識基礎、方法及觀點是必要的（Adger, 2006）。指標選擇的標準，包括觀測到的衝擊、學者對有效性的共識、強大的理論基礎、數據的可取得與否、指標對研究場域之相關性等；基於災害和氣候變遷的調適能力容許度不同，指標也各不相同（Eriksen & Kelly, 2007）。

自然脆弱度當中，氣候變遷脆弱度與氣候變遷之暴露、敏感度與調適能力相關（經濟建設委員會，2012），而針對土地使用領域，內政部（2012）就氣候變遷與土地脆弱度列出氣象因子之分類指標，溫度指標有平均溫度上升、海平面上升與暴潮高上升，降雨指標有降雨強度增加、氣象乾旱，極端氣候事件指標有最高溫/最低溫、颱風（熱帶氣旋），另外尚有地層下陷指標。交通部（2012）針對維生基礎設施領域之脆弱度初步評估，依暴露度、敏感度與適應力三種考量因素訂定調適行動啟動初期之定性評估標準。

除評估標準分類分級，交通部（2012）並針對能源系統、供水及水利系統、交通系統、通訊系統等各項設施，根據所處地點（海岸、都市/平原、山區）設定評估準則。針對集水區脆弱度分析，吳政庭等（2012）推估集水區內坡地沖蝕量是相當重要的關鍵議題，採用土壤沖蝕指標模式（SEIM），列出土壤指標、降雨指標、地形指標、覆蓋指標與土地利用指標。而針對台灣沿海鄉鎮海岸脆弱度評估之指標，張書瑋（2011）由文獻整理歸納成4個因子，13個項目，實體因子之項目：人口密度、海堤長度；自然環境因子之項目：海岸地貌、平均波高、平均潮差、海岸侵淤狀況、海岸地質敏感區、地層下陷速率；社會經濟因子之項目：沿海土地利用、人口成長率；回復力之項目：人類發展指數、海堤修復預算、縣市財政預算。

當代脆弱度研究的演變，已經從單純評估地方社會脆弱度以企圖彰顯人類面對災害時的能動性（agency），逐漸轉變為對被生產的脆弱度知識和決策間關係的關注，前者被歸納為知識生產，而後者則可歸納為知識應用的過程。之所以脆弱度研究會有這種焦點的移轉，主要是因為專家學者察覺到近來大量累積的脆弱度研究成果並沒有如期地讓各種減緩策略與措施發揮作用（Cutter *et al.*,

2008; Turner *et al.*, 2003; White *et al.*, 2001)；換句話說，即是當前脆弱度知識生產與應用之間所出現的斷裂關係，阻礙了災害風險管理 (disaster risk management) 機制的運作，這個現象若置於當前氣候變遷的趨勢下來看，可能成為影響社會難以永續發展的關鍵要素 (Turner *et al.*, 2003)。

然而，在不同的空間尺度下，社會脆弱度因子的意義會不同，例如，社區尺度的女性人口百分比之意義便不同於鄉鎮市尺度。迄今為止，社會脆弱度應用的尺度可以從個人 (Steinführer *et al.*, 2007)、家戶 (Morrow, 1999)、社區 (King & MacGregor, 2000; Morrow, 1999)、市 (de Oliverira Mendes, 2009)、郡 (Cutter, 2003; Lee, 2014)、區域 (Wood *et al.*, 2010) 到國家 (O'Brien *et al.*, 2004) 不等，而為了說明真正的影響，某些因子只能適用在某些空間尺度上，例如「社區衰敗」便只能應用在社區層級，正因為這些考量，使用社會脆弱度時空間尺度的大小便應被納入考量。

很多因素都會影響個人和社區的脆弱度，然而，主要的影響因子為收入、教育、語言表達能力、性別、年齡、身體和心理承受能力、可使用的資源和政治權力和社會資本 (Cutter *et al.*, 2003; Jabareen, 2013; Lee, 2014; Morrow, 1999; Ojerio *et al.*, 2011)。Morrow (1999) 從社區層級的觀點，指出有效的災害減災與緊急應變，必須認知由社會、經濟、政策結構所引發的脆弱度，因此在社區層級的脆弱度上，Morrow (1999) 將相似的風險依個體與家戶的方式來分類。Adger *et al.* (2004) 提出「脆弱度及適應能力指標」，包含：經濟福利、健康與營養、教育、基礎設施、地理與人口統計因素、組織、政府、社會資本、農業依存度、自然資源與生態系、科技能力等評估項目。Cutter *et al.* (2003) 羅列出各種類型的脆弱度因子，包括性別、族群、年齡層、產業型態等，並探討這些因子是否會增加或降低系統的脆弱度。

Khan (2012) 提到，紐西蘭 Hutt Valley 的脆弱度評估所採用的方法包括紐西蘭被剝削指數 (NZDep)、主成分分析 (PCA)、綜合脆弱度指數 (CVI) (有或無權重) 及特定脆弱度指標的評估等。綜合脆弱度指數是一種用來表示在空間上的脆弱度而廣泛使用的方法，主要有兩種類型的綜合指數，也就是不加權的綜合脆弱度指數和加權綜合脆弱度指數。有些研究使用相等權重或沒有權重來表示綜合脆弱度指數 (Cutter *et al.*, 2003; Khan, 2012; Lee, 2014; Schipper, 2009; UNFCCC, 2007)，不加權的主張包括簡單性、加權過程過於主觀，以及無法提供加權所需的資訊。

Khan (2012) 歸結了洪水脆弱度的指標，包括過度擁擠 (71%)、收入 (71%)、老人 (57%) 和無自有居所率 (57%)。長期疾病、發展密度、失業、沒有汽車和兒童等指標出現在 42% 的研究中；移民、種族、單親家庭、住房條件、性別和人口福利等指標則出現在 29% 的研究。

Jacob *et al.* (2013) 將「社會斷層」(social disruption) 指標納入脆弱度評估，

並從文獻中整理出四種脆弱度／回復力形式：(1).社會；(2).經濟；(3).生態／自然的環境；(4).社會斷層，總計4個面向、9個量化指標（表2.1）。

表 2.1 脆弱度、回復力與指標群之關係

項目	指標群
社會脆弱度和回復力	人口組成、貧窮、住宅屬性
經濟脆弱度和回復力	經濟結構
生態/自然環境回復力	天災、技術性災害
社會斷層	房屋毀壞、經濟崩解、個人崩潰

資料來源：Jacob *et al.* (2013)

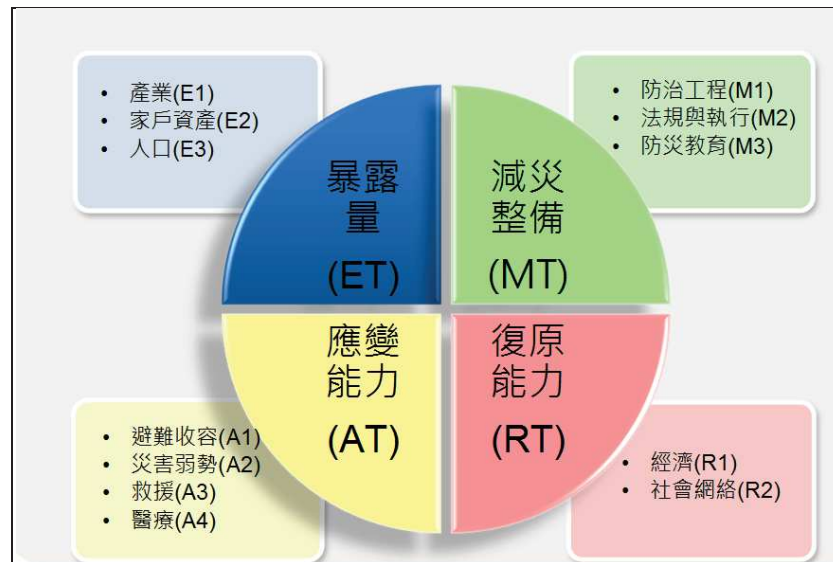
李香潔、盧鏡臣（2010）整理出政府現有的脆弱度指標，其中，老幼人口結構相關災害脆弱度指標包括：較多的老幼（65歲以上和15歲以下）人口數、較高的老幼人口占總人口比率；高齡居住安排相關災害脆弱度指標：較多的列冊獨居高齡戶、較高的列冊獨居高齡戶比率、較多的高齡者居住於安養護機構。

吳杰穎、黃昱翔（2011）認為脆弱度指標除了不同災害類型的地理環境外，主要有人口特性（包含年齡、教育程度、身心障礙等）、家戶經濟狀況、應變能力、復原能力等，並列出評估指標：洪災的暴露性、土石流的暴露性、受災人口、防救災硬體設施、防救災專業人員、經濟收入、基礎維生設施、住宅持有率、民眾教育程度，再透過模糊德爾菲法，確立脆弱度評估指標之項目。

李婷潔、李永展（2012）歸納出一般性的社會脆弱度指標：女性人口、年齡、人口密度、出生率、嬰兒死亡率、具有身心障礙者家屬之家戶、社經地位、貧窮人口、收入、25歲以上未具有高中及其以上學歷者、失業率、初級部門的勞動力、社會網絡、出租房屋比例、居民擁有的公共建設資源、住屋年齡及其安全性、老舊住屋比例，並整理出各個指標和社會脆弱度之間的關係（正向或是負向）。

二、國家災害防救科技中心脆弱度指標之定義與本計畫之關係

社會脆弱度情境乃採用災防中心(NCDR)之2011年統計資料，分為暴露量、減災整備、應變能力與復原能力四大面向；暴露量之因子為(1).產業、(2).家戶資產及(3).人口；減災整備之因子為(1).防治工程、(2).法規與執行及(3).防災教育；應變能力因子包括(1).避難收容、(2).災害弱勢、(3).救援及(4).醫療；復原能力因子包括(1).經濟及(2).社會網絡，整理如圖2.1所示。



資料來源：國家災害防救科技中心（2011）

圖 2.1 社會脆弱度四大面向

（一）NCDR社會脆弱度之計算

每一面向之下各有數個統計項目，統計項目與脆弱度之正相關與負相關以(+)、(-)來表示，統計脆弱度時須將數值乘上+、-號。各鄉鎮於各項目之數值為原始資料標準化後之 z 分數，其中：

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (\sigma \neq 0)$$

- x 是需要被標準化的原始分數
- μ 是母體的平均值
- σ 是母體的標準差
- z 值的量代表著原始分數和母體平均值之間的距離，是以標準差為單位計算。在原始分數低於平均值時 z 則為負數，反之則為正數。

表 2.2 NCDR 社會脆弱度評估面向及指標說明

第一層	第二層	社會脆弱度指標 (Social Vulnerability Index; SVI)	正負向	資料單位
暴露量	產業	農林漁牧業生產總額	(+)	全年生產總額(千元)
		工商業生產總額(中間消費+生產毛額)	(+)	全年生產總額(千元)
	家戶資產	家戶財建物價值	(+)	百億元

第一層	第二層	社會脆弱度指標 (Social Vulnerability Index; SVI)	正負向	資料單位
	人口	水保局土石流潛勢溪流保全戶(實際居住人數)	(+)	人
		戶籍人口數	(+)	人
減災整備	防治工程	TELES 建物資訊低以下耐震強度比率	(+)	樓地板面積比率
		治山防洪工程量	(-)	Z 分數
	法規與執行	山坡地超限利用比	(+)	百分比
		訪視訪評成績	(-)	分
	防災教育	土石流防災演練次數	(-)	次
應變能力	避難收容	鄉道以上聯外道路數	(-)	條
		收容率	(-)	比率
	災害弱勢	獨居老人數	(+)	人
		身心障礙者人數	(+)	人
		老福機構數	(+)	個
		身障機構數	(+)	個
	救援	消防人數(含義消)	(-)	人
		救災車輛、救護車救生艇數量	(-)	台
	醫療	每一醫療院所服務面積	(+)	平方公尺
		醫療人數	(-)	人
		病床數	(-)	個
復原能力	經濟	低收入戶數	(+)	戶數
		復原時間比	(+)	比率
		颱風洪水險投保率	(-)	比率
		住宅地震投保率	(-)	比率
		歲入來源別補助及協助收入	(-)	百萬元
	社會網絡	社會福利人員比	(-)	比率

(二) 由NCDR評估模式分析雲林縣的社會脆弱度

利用NCDR社會脆弱度評估模式計算雲林縣各鄉鎮市的社會脆弱度，結果如下（詳表2.3）。

1. 暴露量面向：斗六市脆弱度最高，因工商業生產總額（中間消費+生產毛額）及戶籍人口數高；林內鄉脆弱度最低，因戶籍人口數及家戶財建物價值低。

2. 減災整備面向：北港鎮脆弱度最高，因 TELES 建物資訊低以下耐震強度比率及山坡地超限利用比比值高；古坑鄉脆弱度最低，因土石流防災演練次數多。
3. 應變能力面向：口湖鄉脆弱度最高，因獨居老人人口數多；斗六市脆弱度最低，因鄉道以上聯外道路數多，消防人數（含義消）數量多，且每一醫療院所服務面積較廣。
4. 復原能力面向：褒忠鄉脆弱度最高，因其社會福利人員比相對較其他鄉鎮市少；斗六市脆弱度最低，因社會福利人員比例高，且住宅地震投保率高。

表 2.3 雲林縣社會脆弱度

脆弱度四面向	暴露量	減災整備	應變能力	復原能力
斗六市	0.71	0.71	-0.38	-1.35
斗南鎮	-0.20	0.67	0.05	-0.50
虎尾鎮	-0.03	0.69	-0.24	-0.87
西螺鎮	-0.15	0.73	-0.21	-0.50
土庫鎮	-0.27	0.69	0.02	-0.24
北港鎮	-0.17	0.73	-0.02	-0.40
古坑鄉	0.00	0.14	0.03	-0.25
大埤鄉	-0.36	0.65	0.08	-0.09
莿桐鄉	-0.29	0.65	0.05	-0.23
林內鄉	-0.42	0.64	-0.09	-0.08
二崙鄉	-0.24	0.69	-0.07	-0.17
崙背鄉	-0.28	0.67	-0.21	-0.17
麥寮鄉	-0.16	0.67	0.04	-0.30
東勢鄉	-0.40	0.65	0.07	0.00
褒忠鄉	-0.39	0.65	0.13	0.01
台西鄉	-0.28	0.66	0.07	-0.08
元長鄉	-0.19	0.68	0.04	-0.17
四湖鄉	-0.23	0.67	-0.12	-0.10
口湖鄉	-0.19	0.66	0.13	-0.09
水林鄉	-0.10	0.68	0.12	-0.09

NCDR以九宮格色彩歸類法，將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別，並依綜合脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層；低中、中低為V2圖層；中中、低高、高低為V4圖層；中高、高中為V4圖層；高高為V5圖層（詳表2.4）。

表 2.4 綜合脆弱度評比圖層示意表

		社會脆弱度			圖層說明
自然脆弱度		低	中	高	
	低	低低(V1)	低中(V2)	低高(V3)	
	中	中低(V2)	中中(V3)	中高(V4)	
	高	高低(V3)	高中(V4)	高高(V5)	

V5
 V4
 V3
 V2
 V1

運用九宮格法，套用在 NCDR 計算雲林縣自然與社會脆弱度的圖層上，可發現 V5 圖層的脆弱度最高，有口湖鄉、元長鄉、褒忠鄉；V4 圖層有四湖鄉、東勢鄉、土庫鄉、大埤鄉，V3 圖層則多偏向西邊沿海一帶（圖 2.2）。

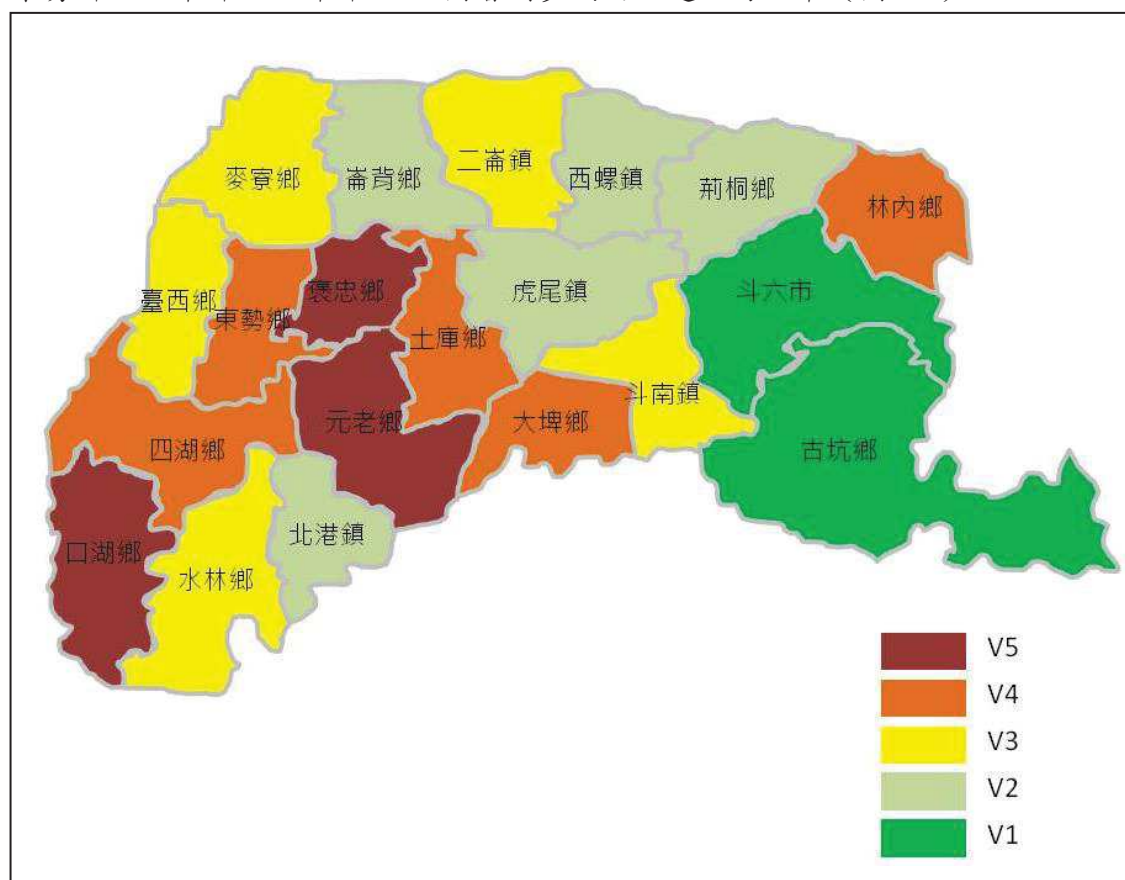


圖 2.2 雲林縣社會脆弱度高低分布圖

三、小結

綜上所述，脆弱度、暴露度、抵抗力及回復力（或暴露度、敏感度與適應力）迄今尚未有一套可適用於各種領域及系統的定量分析或評估方法與工具。在評估的尺度上，亦有國家、都市、區域、鄉鎮與社區等不同的層級，因此，指標未來運用的空間層級，將會決定指標之內容，而為了因應脆弱度與影響評估之需求，應該以定性的方式就組織、領域或系統之特性發展各自之評估方法。本計畫依照研究範疇及研究對象研擬脆弱度之指標與評估標準，如表2.5所示。

表 2.5 社會脆弱度指標之建構

標的	評估面向	評估指標	向量	算式	文獻來源
社會脆弱度	人口組成	人口密度	-	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	李婷潔、李永展，2012；張書瑋，2011；Adger <i>et al.</i> , 2004; Mendes, 2009
		老幼比	+	鄉鎮老幼人口（65歲以上及15歲以下）/鄉鎮總人口數	李香潔、盧鏡臣，2010；Khan, 2012
		獨居高齡者比	+	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數	李香潔、盧鏡臣，2010
		身心障礙者比	+	鄉鎮身心障礙者數/鄉鎮總人口數	吳杰穎、黃昱翔，2011；李香潔、盧鏡臣，2010
		女性人口比	+	鄉鎮女性人口/鄉鎮總人口	李婷潔、李永展，2012；Cutter <i>et al.</i> , 2003; Cutter <i>et al.</i> , 2000; Morrow, 1999
		新住民人口比	+	鄉鎮新住民人口/鄉鎮總人口數	Khan, 2012
		單親家戶比	+	鄉鎮單親家戶/鄉鎮總戶數	Khan, 2012
		粗出生率	-	每千人中出生人口之比率 公式：(出生登記數/年中人口數)*1000	李婷潔、李永展，2012；Mendes, 2009
		嬰兒死亡率	+	係指每年一千個活產嬰兒中未滿一歲即死亡之數目=未滿一歲即死亡之數/嬰兒出生數*1000	李婷潔、李永展，2012；Mendes, 2009
		不識字率	+	鄉鎮不識字人口數/鄉鎮總人口數	吳杰穎、黃昱翔，2011；Adger <i>et al.</i> , 2004; Cutter <i>et al.</i> , 2003; Jabareen,

標的	評估面向	評估指標	向量	算式	文獻來源
					2013 ; Ojerio <i>et al.</i> , 2011; Mendes, 2009; Morrow, 1999
	社會網絡／社會福利	社區發展協會比	-	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	李婷潔、李永展，2012；Adger <i>et al.</i> , 2004; Steinführer <i>et al.</i> , 2007
		領取老人年金人口比	-	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數	Khan, 2012
		領取失業救助金人口比	-	鄉鎮領取失業救助人口/鄉鎮失業人口數	Khan, 2012
		社會福利人員比	-	鄉鎮社福人口總計*各鄉鎮佔縣市人口比	NCDR, 2012
	健康醫療	健康消費支出比	-	鄉鎮健康消費支出/鄉鎮總消費支出	Adger <i>et al.</i> , 2004
		重大傷病人口比	+	鄉鎮重大傷病人口數/鄉鎮總人口數	Khan, 2012
		醫院數比	-	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	NCDR, 2012
		病床數比	-	鄉鎮病床數/縣總病床數	NCDR, 2012
	經濟結構	一級產業人口比	+	鄉鎮一級產業人口數/鄉鎮就業人口數	李婷潔、李永展，2012；Cutter <i>et al.</i> , 2003;Mendes, 2009
		二級產業人口比	+	鄉鎮二級產業人口數/鄉鎮就業人口數	李婷潔、李永展，2012；Cutter <i>et al.</i> , 2003;Mendes, 2009
		三級產業人口比	-	鄉鎮三級產業人口數/鄉鎮就業人口數	吳杰穎、黃昱翔，2011；Cutter <i>et al.</i> , 2003; Jacob <i>et al.</i> , 2013
		每戶可支配所得比	-	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數	NCDR, 2012
		低收入戶比	-	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數	Khan, 2012
		汽車持有率	-	鄉鎮汽車持有入口數/鄉鎮總人口數	Khan, 2012
		財政預算比	-	鄉鎮總歲出數/縣總歲出數	張書瑋，2011
	居住	自來水供水普及率	-	鄉鎮供水人口數/鄉	Adger <i>et al.</i> , 2004

標的	評估面向	評估指標	向量	算式	文獻來源
	條件			鎮總人口數	
		電燈用戶普及率	-	鄉鎮電燈用戶數/鄉鎮總戶數	本計畫建議增列
		家戶使用寬頻網路比率	-	鄉鎮具有上網設備戶數/鄉鎮總戶數	本計畫建議增列
		自有住宅率	-	鄉鎮自宅持有戶數/鄉鎮總戶數	Khan, 2012；吳杰穎、黃昱翔，2011
		老舊住屋比	+	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數	李婷潔、李永展，2012；Adger <i>et al.</i> , 2004; Cutter <i>et al.</i> , 2000; Mendes, 2009
	防救災條件	收容率	-	鄉鎮收容人口數/鄉鎮總人口數	NCDR, 2012
		消防人數比(含義消)	-	鄉鎮人口佔該縣市比*縣市消防人數(含義消)	NCDR, 2012
		救災車輛、救護車、救生艇數量比	-	鄉鎮市之救災車輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計	NCDR, 2012
		土石流防災演練次數	-	鄉鎮演練次數(依村里累計)/縣演練次數累計	NCDR, 2012

人類生存與環境之間的關係是密不可分的，過去傳統人類看待環境的方式，主要是基於征服、侵略及開發的角度，這種價值主導傳統人類以「衝擊」的取徑來預估環境的變化。衝擊取徑主要是分析物理性災害的潛在風險及其變遷，傳統的環境變遷模式與人口預測等模型都是為了檢視人類社群或社會系統在特定災害發生下的暴露風險機會，也就是說環境衝擊取徑的研究主要是研究自然環境災害的發生，藉此分析在特定的地理範圍內人類社群遭受因環境變遷所帶來的災害事件的潛在風險（林冠慧、吳珮瑛，2004）。

另一方面，潛在風險的範圍包含氣候變遷導致的災害，而人類的社福制度即是隱性回復力的第一道防線。回復力對社會實質面評估的層面就是了解人類對脆弱度的敏感度，社會學家更強調回復力的範圍需包含大眾的社會經濟回復力、民眾精神回復力、硬體建設及基礎設施的實質回復力，以及整體都市系統的生態回復力（Khailania & Pererab, 2013）。因此，面對詭譎多變的自然環境時，也不可忽視社會經濟條件所建立的應變災害機制及回復力應對能力，Andrew & Neema(2011) 甚至主張社會脆弱度取徑應將「人」置於氣候變遷調適的核心。

第三節生態足跡、水足跡、碳足跡之定義與重要性

一、生態足跡

(一) 生態足跡的定義

「生態足跡」(Ecological Footprint, EF) 提供了一個總體衡量人類社會對自然所造成的壓力 (Lammers *et al.*, 2008; Lee & Peng, 2014)，將社會經濟新陳代謝結合到土地使用上，而土地使用正是影響環境變遷的「社會與自然關係」中最重要過程之一 (Haberl *et al.*, 2001; Lammers *et al.*, 2008; Wackernagel & Rees, 1996)。生態足跡估算某特定人口維生所需的生物生產力之土地及水域面積，這些土地及水域提供消費所需的資源並處理所產生的廢棄物。而透過計算該地的「生物容受力」(biocapacity)，人類對該地區的需求便可以與該地區的自然資本比較，使得它在世界各國學術及實務界日益受到重視 (李永展，陳安琪，1998、1999；葉佳宗等，1999；Bagliani *et al.*, 2003; Bicknell *et al.*, 1998; Ferng, 2005; Haberl *et al.*, 2001; Lammers *et al.*, 2008; Lee & Peng, 2014; Lenzen & Murray, 2001; McDonald & Patterson, 2004; Renderiro Martín-Cejas & Pablo Ramírez Sánchez, 2010; Zhou & Liu, 2009)，更成為政府研擬國家永續發展相關政策的重要參考指標 (李永展，2014；Barrett *et al.*, 2005; Erb, 2004)。

生態足跡由耕地足跡 (cropland footprint)、牧草地足跡 (grazing footprint)、森林足跡 (forest footprint)、漁場足跡 (fishing ground footprint)、碳足跡 (carbon footprint)、及建成地 (built-up land) 六大項所構成。生態足跡的大小與環境衝擊成正比，足跡愈大，環境衝擊也愈大；而足跡的大小與每人可使用的生物生產力土地面積成反比，足跡愈大，每人可使用的生物生產力土地面積也就愈小。

由以上可知，生態足跡的基本觀念十分容易理解並且具備永續價值的高度對應程度，已逐漸成為永續發展的規劃及分析工具。而生態足跡與永續性的關聯在於以「生態赤字」(ecological deficit) (即生態足跡與生態標竿之差距) 估算人類挪用其他地區資源存量所造成的全球不永續情形，以瞭解生態底限，促使永續性之策略更具有效性與更具價值。

從 2010 年全球足跡網絡 (GFN, 2010a) 所公布的生態足跡統計方法中可知，1961 年全球生態足跡只佔生物圈能提供資源的 62%，到了 1980 年代，人類的需求已經超過地球的「生物容受力」(biocapacity)；2007 年全球生態足跡為地球生物容受力的 1.52 倍 (表 2.6)。易言之，全球的生態赤字逐年迅速提升，說明人類的過度消費已造成生態諾大的壓力，人類必須正視這項議題，並採取相對應的行動，不僅將有益於世界各國的總體發展，對於各國內部的城鄉關係將能更具永續性，然而，在全球化的時代，環境、氣候是世界共有的公共資產，透過全人類

對於校正生態赤字的共同努力，相信一定能夠邁向更永續的未來。

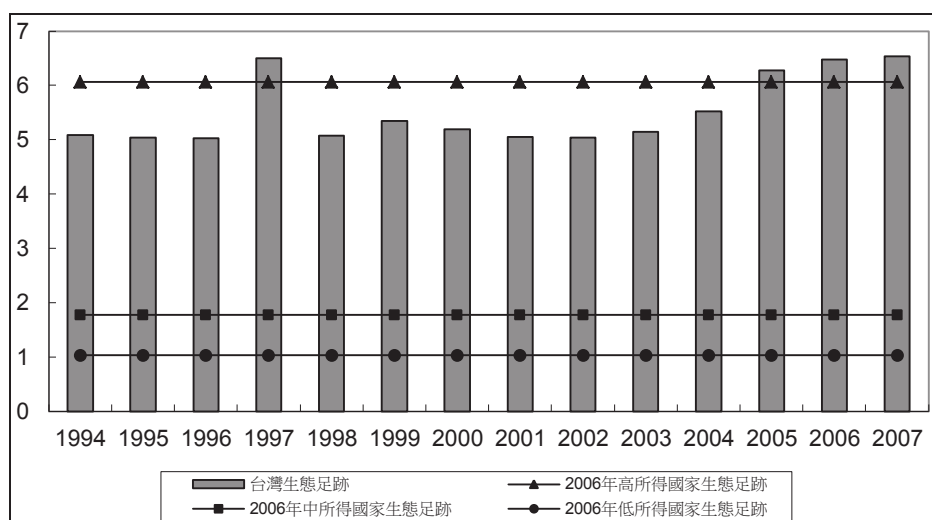
表 2.6 從時間序列看全球生態足跡

單位：全球公頃/人

年 項目	1961	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007
生態 足跡	2.29	2.43	2.60	2.61	2.63	2.45	2.51	2.41	2.47	2.58	2.59	2.70
生物容 受力	3.72	3.45	3.13	2.85	2.62	2.42	2.25	2.09	1.95	1.83	1.81	1.78
生態 赤字	-1.43	-1.02	-0.53	-0.24	0.01	0.03	0.26	0.32	0.52	0.75	0.78	0.92

資料來源：GFN (2010a)

在實踐永續發展的過程中，自然科學與社會經濟領域應緊密連結，易言之，環境、經濟、及社會面向不應彼此分隔或彼此對立，因為自然與社會本來就是共生的，但是往往因為缺乏良好的對話工具，造成領域間的相互不理解。但是，生態足跡因為除了可作為計算人類對資源的耗用情形，也可將研究對象轉為其他生物或非生命物質。這項分析是評估在特定時間點或是區間內，人類社會的消耗型態與水準對自然資源與自淨能力的依賴程度，並比較該社會所在地區之生物生產力可利用量，以判斷是否超限利用。永續與否則是人類社會經濟體與生態系統間長期互動的結果，藉由生態足跡時間序列的分析，可以呈現人類社會經濟體的消費與生產活動對生物生產力的需求程度、以及對生物生產力供給能力的影響。從這層意義上，生態足跡的確可以是一項跨自然科學與社會經濟領域的對話工具（Wanget al., 2012）。



資料來源: Wanget al.(2012)

圖 2.3 台灣生態足跡與各所得國家比較圖

綜合來說，生態足跡之目的是研判人類消費規模是否超過生物圈的再生能力，以及估算其超過的程度。由於生態足跡同時衡量實體經濟規模與顯示超限利用，以及生態足跡具有聯結社會經濟代謝與土地利用的功能，故可做為衡量社會經濟代謝是否符合永續的一種檢驗的方法，因此，相較於探討實體經濟的其他衡量架構，生態足跡具有以下的優勢及功能（許添本，2001）：

1. 做為永續發展的指標

藉由可量化的指標顯示人類的消費和自然環境的關係，讓大眾了解永續發展觀念，以落實永續發展的理念。

2. 永續發展的檢驗工具

可幫助企業單位、政府機構進行政策的評估，檢驗政策的演進是否邁向永續發展的目標前進，而非流於口號。唯有在減少資源消費量及廢棄物製造量下提升人類生活品質，才能使人類邁向永續發展。

3. 生態環境的持續性追蹤

可進行每年生態環境的追蹤比較，由家庭、企業、國家等資源消耗所呈現的生態足跡變化狀況，觀察某特定人口與永續發展的距離。

由以上可知，生態足跡不只在概念應用的層級十分廣泛，其分析的尺度甚至可應用到國家、區域、都市、社區、家計單位、甚至個人等不同範疇。過去實證研究上，生態足跡已經進行全球 52 個國家、義大利（Wackernagel *et al.*, 1999）、倫敦（Sustainable London Trust, 1996）、聖地牙哥（Wackernagel, 1998）、台灣（李永展、陳安琪，1998；Lee & Peng, 2014; Wang *et al.*, 2013）、台北市（Lee & Chen, 1998）及家計單位（Wackernagel & Richardson, 1998）的計算。不只如此，檢視特定消耗行為或是消耗類型的生態足跡，例如旅遊永續性（Gossling *et al.*, 2002）、能源供給永續性（Stoglehner, 2003）。

但是，生態足跡的內涵與主要彰顯的意義，會隨著空間尺度的差異而有所不同。在全球或國家尺度上，生態足跡的內涵著重於比較各國對於生態容受力的消費或透過貿易挪用生態容受力的分析；在都市尺度上，則是用以檢測與國家平均值的對比、作為永續性策略之評估或是可以應用在檢視區域是否達到均衡發展的驗證工具；而在家計單位尺度上，則是經由對個人行為的調查以檢視個人消費行為、比較消費的選擇過程與漸增消費項目之間的變化。

目前國內外相關研究認為完整生態足跡的測量方式應包含直接使用的土地面積以及所有物質與能源消費的間接使用之土地面積，由於在 2007 年及其以前的研究成果中，足跡的計算方式乃是採取列舉式，這意味著每增加一個評估項目就有可能增加足跡的總值，據此所計算出的足跡會比真實世界的資源使用來的保守（李永展，2014）。

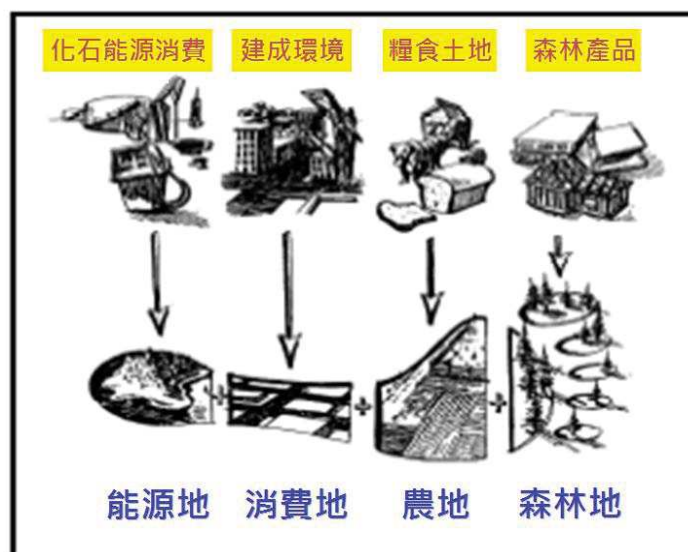
生態足跡法的計算分析分為兩個過程：首先追蹤並分析我們消費的所有資源及產生的廢棄物；再將消費的資源及廢棄物轉換為供應與維持其功能所需的生物生產力土地面積。理論上，生態足跡法計算所有消費及廢棄物處理所需的土地及水域面積，但如此的計算過程是十分繁雜且困難的，因此有下列計算的簡化方式（Wackernagel & Rees, 1996）：

1. 假設提供產業收穫的土地（如農地與森林）是永續性的，實際上卻非如此，土地衰竭的速度通常大於再生的速度。
2. 僅納入自然界所提供的基本服務，主要探討人類直接與間接活動對自然功能的挪用，包含對可再生能源與不可再生能源的消費、廢棄物的吸收、建築用地、淡水的抽取、各項環境污染等。
3. 同一塊土地若同時提供兩種以上的服務，不重複計算所耗用的生態足跡，只將佔用面積較大者納入生態足跡的估算。
4. 簡化生物生產力的分類方法以便計算與分析，例如將生態系統區分為八種土地類別。

這種簡化的做法會低估人類對土地的需求，但只要持續追蹤，生態足跡指標就如同相機一般，可以呈現各階段時期，人類對自然資源的需求情形（Deutsch *et al.*, 2000）。生態足跡提出另一種思考面向檢視環境問題，強調生態物理性的分析，主張經濟體的發展與擴充皆受限於生態容受力規模，人類所需物質與能源的消費也必須考量生態系本身所能提供的限制（Wackernagel *et al.*, 1999）。

如前所述，生態足跡分析的計算主要分為兩大部分，第一部份是由某一特定地區人口消費行為轉換為土地面積組成的生態足跡部份，亦即上述理論內容所稱部份，另一部份則是生態標竿部份，生態標竿的計算是由某一地區既有生物生產力土地面積組合而成。至於生物生產力土地面積的分類與計算雖有爭議，但依Wackernagel & Rees (1996)的研究及其後包括Wackernagel *et al.* (1999)的研究方式發現，目前生態足跡分析使用包括海洋、森林、耕地、牧草地、建成地、及化石能源地在內的六種生物生產力土地是較適合作為區域性的比較分類方式，但本計畫認為若進行時間序列分析並預期生態足跡分析的作用不只是作為「記錄」永續發展過程的功能，而仍應包括「管理」的功能在內的話，則應就生物生產力土地分類方式進行討論。在仍未對生物生產力土地分類方式討論的情形下，如果沒有以等值因子進行修正，則計算出來的生態足跡總值會有扭曲的現象產生，因為不同的生態類別在生物生產力上會有相當大的差異，例如，耕地很明顯地比牧草地的平均生物生產力來得大，因此，考慮等值因子後，便可以把每個生態類別的不同地區按照生產力大小加以調整。例如，耕地的等值因子為 2.8，表示耕地比平均世界生物生產力土地有 2.8 倍多的質能（biomass）（Wackernagel *et al.*, 1999）。經由這個計算比例的調整，全球的生物容量（bio-capacity）便不會被扭曲，而世

界總值經由等值因子調整後，便可以等於全球總量以真實的物理空間所呈現出來的總量，以期能真實的呈現台灣之生態足跡與永續性趨勢。



資料來源：Wackernagel *et al.*(1996)

圖 2.4 生態足跡：將消費轉換成土地面積

(二) 生態足跡計算方式之說明

Wackernagel & Rees (1996) 提出生態足跡的概念，當時以加拿大溫哥華為研究區域，計算了當地的生態足跡。Wackernagel *et al.* (1999) 開始以國家為單位，進行生態足跡的統計。上述兩個研究所進行的生態足跡內涵，包括海洋、森林、耕地、牧草地、建成地及化石能源地等六項。2008 年 GFN 調整生態足跡計算的內涵，依據 GFN (2008) 的計算方式，生態足跡是由耕地足跡、牧草地足跡、森林足跡、漁場足跡、碳足跡及建成地等六大項加總而成。因此，台灣 2004 年至 2007 年的生態足跡計算與分析是依據當時「全球足跡網絡」公告的「生態足跡計算方法」所進行。Wackernagel & Rees (1996) 及 Wackernagel *et al.* (1999) 與 GFN (2008) 所提出的生態足跡統計方法，最大的差別在於 GFN 以碳足跡取代化石能源地足跡。

全球足跡網絡每年均會發布國家足跡估算，GFN 於 2013 年出版的《生物圈再生能力需求與供給之計算：國家生態足跡估算方法與架構 2011 年版》(Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework.)²一文，將生態足跡與生物容受力的架構及計算流程表達如下 (圖 2.5)：

²本文公佈在 GFN 之官方網站，為該網絡之官方文件



資料來源：整理自 GFN (2013)

圖 2.5 生態足跡與生物容受力之計算架構

在這個架構中所呈現的生態足跡組成，將人類的消費與廢棄物生產分為農業產量、畜牧產量、水產產量、木材產量、建成區域及化石能源之二氧化碳排放。圖 2.5 說明生態足跡的計算流程，乃是將各項消費除以該項土地使用型態之生物生產力，再乘以等值因子，即可得出該項消費佔該項土地之面積。以農作物為例，該年之生態足跡即為農業產量（公噸/公頃）除以世界穀類產量（公噸/公頃），再乘以耕地的等值因子，即可估算出耕地消費所佔用的土地（公頃）。最後再加總這六項組成，即為該年度全球之生態足跡。

而提供這六項消費和吸收廢棄物生產所對應的土地使用類別則為耕地、牧草地、漁場（包含海洋和內陸）、林地、建成地及碳吸收地，此一組成關係中，消費和廢棄物生產與土地型態之間的歸類標準如下（GFN, 2013; Wackernagel *et al.*, 2004）：

1. 耕地

種植農作物以做為糧食、餵養動物、纖維以及油籽作物需求的耕地，這類土地型態每公頃生物生產力的最大平均值。根據 FAO 的估計，2009 年全世界大約有 15 億公頃的耕地（FAO, 2013）。

此一估算並不紀錄人類長期活動所造成的耕地生產力降低，例如土壤惡

化、腐蝕或鹽化。雖然這些過程將反映在未來生物容受力的衰退，但目前這個衰退並無法明確指向是由於人類活動所造成的惡化。

2. 牧草地

畜養動物以提供肉類、皮革、羊毛及牛奶，包括提供畜養使用的耕地、牧場。在計算家畜生產的牧草地生態足跡時，為避免重複計算，採取簡化之方式，減去供畜養使用的其它來源。

即加工與衍生的生產（例如酪農業等）將等值於主要生產，故牧草地需求總數為家畜生產所使用的牧草地總量。根據 FAO 的估計，2009 年全世界大約有 35 億公頃的自然與半自然的草地和牧地。

3. 漁場

提供漁獲和其他海產生產所需的乾淨水域以及海洋漁場。超過 95% 的海魚捕撈位於大陸棚，排除難以到達或不具生產力的水域，總共有 19 億公頃。

從 FAO 取得的資料估算，漁場每年可供應的數量為 9300 萬公噸，通常這個計算包含供人類消費與供魚類食用。然而，國家足跡估算在 2010 年以前的七年間在計算漁場方面已有顯著改善，包括許多魚類萃取率的修正，及納入水產養殖生產和水產飼料作物（GFN, 2010b）。

4. 森林區域

收穫木材生產與燃料木材所需的自然或人造森林。全世界可取得的森林地約有 39 億公頃，此一森林生產力的估算使用相當多的資料來源，主要是 TBFR 以及 GFSM。圓材與燃木消費根據以下四個過程的生產——鋸木、木板、紙與硬紙板、紙漿。

5. 建成地

供住宅、運輸及工業生產的設施佔用構成建成地。建成地的全球公頃為 2 億公頃，建成地可能取代耕地，就如同人類早已因移動優勢而佔據一個國家最豐饒的區域。

用來提供水力發電的水壩與水庫也併入建成地計算。由於缺乏水力發電水庫的全球性資料庫，國家足跡估算（NFA）假設，這些水庫覆蓋世界平均生物生產力的區域和他們的發電能力成正比。建成地總是具有和其生態足跡相等的生物容受力，因為這兩個數量所獲得的生物生產力總量不受到物理基礎設施侵蝕的影響。此外，建成地的生產足跡和消費足跡在國家足跡估算內是相等的，由於資料缺乏，建成地的交易目前並不包括在計算中，如此的省略可能會導致高估淨出口國家建成地足跡和低估淨進口國的建成地足跡。

6. 碳吸收地

人類以多種方式增加二氧化碳排放至空氣中，包括燃燒化石燃料，一些自然循環可從空氣中消除二氧化碳，包括海洋吸收以及植物的光合作用。

計算化石燃料消費的生態足跡藉由估算需要多少生物生產地以吸收人類經濟活動所造成的廢棄物生產。在這個計算中，每年大約有 18 億公噸的碳被海洋吸收，在吸收中對海洋生物容受力可能的負面影響並未被包含在內。除了海洋之外，森林也是吸收碳排放的生物生產地，但其容受力因森林的完善度與構成狀況而有所不同。

說明完上述六種生產分類的歸類方式後，以下說明各類足跡的計算方式。

1. 主次要生產的足跡計算

「主要生產」是特定地區的初級產出，包括耕地、牧草地、森林中行光合作用而生長的穀類、水果、蔬菜、供家畜食用的飼料，以及圓材等；對漁業而言，則指從海洋或內陸漁場捕獲且未經加工處理的水產。這些產品的生態足跡計算方式為：

$$\text{【生態足跡 (gha)} = [\text{生產} + \text{進口} - \text{出口 (tons)}] / \text{全球生物生產力 (tons/ha)} \text{】}$$

「次要生產」為從主要產品衍生出來的商品，包括肉類、牛奶、紙類及養殖漁類。當主要生產的生態足跡已經被計算過，次要產品的足跡將視同為主要產品足跡的一部份；此外，僅被生產而未進行貿易的次級產品之生態足跡，亦包含在其原產品的足跡計算中。

2. 建成區域的足跡估算

生態足跡假定人類的居住與設施通常都是佔用農業豐產地，某些聚居區域已經完全被覆蓋，其他區域則仍具有生物生產力，例如花園或公園等。包含在這些區域的生態足跡根據它們之前的農業生產力，因此，建成區域等同於它所取代的耕地總量，故使用耕地生物生產力調整它的生產力。其計算公式為：

$$\text{【建成地生態足跡 (gha)} = \text{區域建成面積 (ha)} \times \text{建成地等值因子 (gha/ha)} \times \text{耕地生物生產力} \text{】}$$

3. 二氧化碳吸收地的足跡估算

二氧化碳吸收地的足跡估算方法為，藉由造林需要增加多少生物生產力區域，以隔離空氣中的二氧化碳。吸收地的計算需減去三分之一或四分之一由海洋吸收的排放量 (GFN, 2008; IGBP, 2013; IPCC, 2001)，這個路徑的計算

方法為：

$$\text{【吸收地面積(gha)} = \text{CO}_2 \text{ 排放量(tons)} \times (1 - 1/3 \text{ or } 1/4) / \text{吸收率(tons/ha)} \text{】}$$

綜合上述計算方式，在計算內容中也無可避免有部份之缺失，如對於產生於自然環境中之自然資源（乾淨的水）或自然環境對於廢棄物的處置等計算方式尚無較具體的討論。本計畫對於生態足跡法的分析與計算分為兩個過程：首先追蹤並分析所有消費的資源及產生的廢棄物，再將消費的資源及廢棄物轉換為供應與維持其功能所需的生物生產力土地面積。

（三）國內生態足跡研究發展

台灣生態足跡研究最早為李永展、陳安琪於 1997 年參考 Wackernagel *et al.* (1996) 的研究，將生態性土地生產力分為六個主要類別：化石能源地、林地、耕地、牧草地、建成地及海洋，試圖以列舉式的計算方式進行生態足跡之估算，其結果得知台灣 1996 年的生態足跡為 4.67 全球公頃/人（李永展、陳安琪，1998）。由於該研究並未納入「等值因子」進行計算之矯正，因而計算出來的生態足跡總值將會出現與現況有所落差的現象。而後為了真實呈現台灣生態足跡的長期發展趨勢，農委會自 2005 年委託學術單位進行後續的相關研究，前溯自 1994 年並後推到 2003 年，以 10 年為時間基期，透過台灣統計資料的蒐集與測量，建構出台灣生態足跡的統計資料庫。為了更貼近台灣生態足跡的現況，2005 年的研究將等值因子納入研究分析的過程，以檢視台灣 1994-2003 年間生態足跡之發展趨勢，研究結果發現 1994 年到 2003 年的 10 年間，台灣的生態足跡呈現增加的趨勢，從 1994 年每人 5.09 公頃，增加到 2003 年的 5.14 公頃（李永展，2005a）。2006 年的後續研究則首次突顯了二氧化碳排放所造成的足跡壓力：2004 年台灣生態足跡為 6.718 全球公頃/人，總生態足跡相當於 42 個台灣，其中二氧化碳排放所需的碳吸收地面積達 2.295 全球公頃/人，這意味著即使台灣島上全部種滿了樹，也需要 14 個以上的台灣才足以完全吸納。對應於日益惡化的全球暖化問題，藉由生態足跡的路徑，可更明確地將問題的嚴重性予以揭露並且被理解，而這也是生態足跡做為永續性衡量工具最主要的功能之一（李永展，2006）。2006 年的研究同時進一步估算縣市層級的生態足跡，藉由生態足跡乃估算人類消費所挪用的資源土地大小之觀點，透過各縣市之於全國家庭消費收支的比例，進行各縣市生態足跡的估算。估算結果顯示，消費型態和區域特性與生態足跡密切相關；而進一步透過比較足跡組成，亦可得知完善的公共服務與有效的土地利用亦為縮小足跡規模的重要路徑。

Wang *et al.* (2012) 持續參考李永展(2006)的研究方法，進行 1994 年到 2007 年台灣生態足跡的計算與分析，該研究結果顯示 2007 年，台灣每人平均生態足跡為 6.54 全球公頃，總生態足跡則相當於需要 42 個台灣面積之土地，才可能滿足台灣的資源使用狀況。

除了上述針對國家及縣市層級所做的生態足跡研究之外，國內有關生態足跡的研究多從產業、單一產品或作物的角度著手(杜政榮等, 2008; 翁毓琪等, 2009; Ferng, 2005)，或是計算區域性的生態足跡(林漢良, 2014)；以國家為層級的生態足跡則以李永展等(1998, 2005a, 2005b, 2006)、Wang *et al.* (2012)為主，農委會林務局亦於 2013 年延續過去研究，持續建置 2008 年到 2011 年台灣生態足跡的資料庫，並分析其發展趨勢(李永展, 2014)。

二、碳足跡與水足跡

(一) 碳足跡

碳足跡、水足跡及生態足跡都屬於「足跡家族」指標群的一部分。足跡家族指標群可定義為：從消費為基礎的面向，追蹤人類對周遭環境造成壓力的一群資源估算工具，壓力界定為生物自然資源挪用及二氧化碳吸收、溫室氣體排放、全球水資源消費及污染。就此而言，足跡家族可分別透過生態足跡、碳足跡及水足跡來監測三個主要的生態系：生物圈、大氣圈及水圈(Galli *et al.*, 2011)。

生態足跡用來衡量為了滿足人類各種需求所消耗的土地及水域面積，其運作如同全球的資產負債平衡表，從負面來看，是透過對自然資源的消耗來支撐人類的生活，如建築、運輸、住宅、商業、能源使用、農林漁牧及所有這些活動所造成的消耗；從正面來看，則為環境的生物容受力，作為提供資源及吸收廢棄物的能力。

碳足跡同樣也可說明人類活動對環境的影響，其定義為「某個活動直接或間接引發的或某個產品在其生命週期所累積的二氧化碳總排放量」(Wiedmann & Minx, 2008)，此定義包含個人、群體、產品、政府、公司、組織、製程及產業部門等活動，產品則包括商品及服務，而所有直接(在地或內部)及間接(外地、外部、蘊含、上游或下游)的排放都應該包括進來。不過此定義只探討二氧化碳(不包含其他溫室氣體)的排放量(公斤、公噸等)，也沒有將此排放量轉換成土地單位(公頃、平方公尺、平方公里等)。

一般而言，碳足跡的應用可分成四個層面：個人(家庭)碳足跡、產品碳足跡、企業碳足跡及國家(城市)碳足跡(Galli *et al.*, 2011; Lee & Lin, 2014)：

1. 個人(家庭)碳足跡

針對個人(家庭)日常生活中的食、衣、住、行所導致的碳排放量加以估算的內容，目前國際上的估算方法有「由上而下」與「由下而上」兩種作法。由上而下是以家庭收支調查為基礎，輔以投入產出分析，計算各家庭或各收入階層的碳足跡；而由下而上則是利用碳足跡計算器，依個人(家庭)日常生活中活動方式、實際消費及交通型態為估算依據。

2. 產品碳足跡

從單一產品製造、使用及廢棄階段，計算整個「從搖籃到墳墓」的過程中，因燃料使用及製程導致的溫室氣體排放量。

3. 企業碳足跡

相較於產品碳足跡，企業碳足跡同時包括了非生產性的活動，例如相關投資的碳排放量，也是企業碳足跡需計算的範疇，它同時也反應市場中某個產品或商品所包含的化石能源。

4. 國家（城市）碳足跡

針對整個國家（城市）的總體物質與能源消耗所產生的排放量，並針對直接與間接、進口與出口所造成的排放量差異之分析，以檢視國家（城市）碳足跡是否符合環境正義的原則。

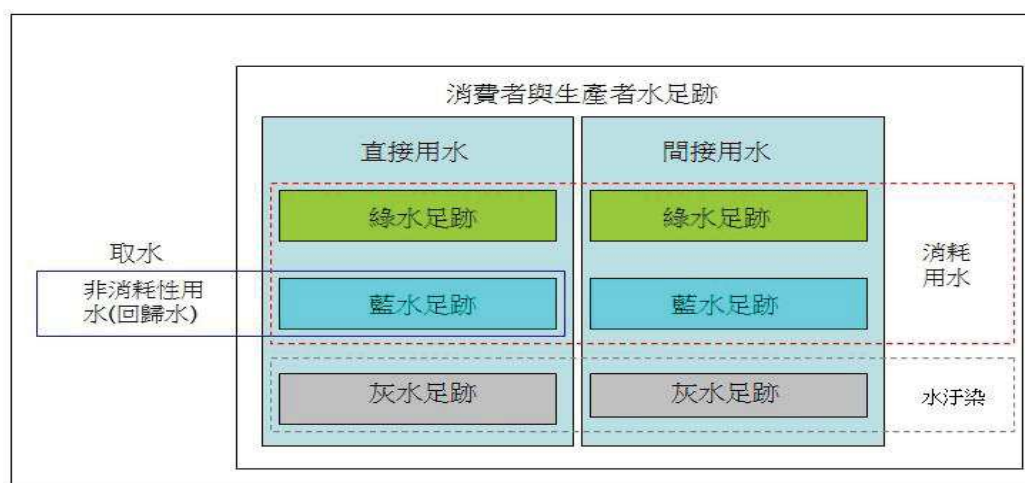
（二）水足跡

水足跡的概念主要由生態足跡概念發展而來，探討人類用水需求對於環境的負荷，最早是由John Anthony Allan教授在1990年代初期提出「虛擬水資源」(Virtual Water) 概念衍生而來的，嗣後由Arjen Y. Hoekstra教授於2002年提出水足跡 (Water Footprint) 一詞 (WFN, 2013)。Allan (1999) 認為因為水資源為糧食生產不可缺的要素，因此，水資源隱含在各種農業產品中。當進行交易時，隱含於該農產品生產所需之等量的水資源亦同時被反向交易，隱含於農產品中的水資源即是虛擬水資源。例如，每1公斤的小麥中約含有1立方公尺的虛擬水資源，則進口1公噸的小麥就相當進口了1,000立方公尺的水資源(周嫦娥、李繼宇, 2009)。Chapagain & Hoekstra (2004) 則認為，計算一地區民眾活動所需消耗之水量除直接用水量外，還需加上生產過程中投入的間接水量。換言之，可以透過計算一區域的直接和間接用水量的總虛擬水量，觀察用水需求對環境的衝擊，此即水足跡之概念。水足跡亦可以「由下而上」分別計算各產品與活動所需的直接用水量與間接水量之和，也可透過「由上而下」的方式以投入產出模型推算。與生態足跡相同，目前學者計算水足跡時，常會受限於資料不足而無法向上或向下追溯整個產品生命週期的虛擬水量。

由生態觀點來看，一個國家使用水資源的多寡會對環境造成不同的壓力，也是水資源管理所必備的參考資訊。一國水資源真正使用量可以國家的水足跡和虛擬水量來衡量(周嫦娥, 2011b)。國家水足跡被定義為提供全國人民消費所生產的商品和服務所需使用的淡水總量。由於不是所有在特定國家所消耗的商品都是生產於該國，因此水足跡包含兩部分：國內水資源的使用和國外水資源的使用。當評估一個國家的水足跡時，勢必須量化該國進出口虛擬水的流量。如果把國內水資源使用作為評估國家水足跡的起點，應該減去流出該國的虛擬水流量，並添加流入該國的虛擬水流量(Hoekstra & Chapagain, 2007)。目前在文獻上可看到，產品水足跡的計算多以「由下而上」的方式計算，而區域或國家水足跡或虛擬用

水量的計算多以「由上而下」方法估算。值得注意的是，虛擬用水量所使用的「由上而下」方法多是投入產出模型，水足跡學者所採用的「由上而下」方法則是由總體數據以比例方式加以推估。估算國家或區域水足跡可進而瞭解一個國家水資源的區位使用，以及是否處於水資源盈餘或赤字的情況，可進一步研擬其水資源管理、貿易和產業政策（周嫦娥，2011b）。

水足跡的發展較生態足跡與碳足跡晚，因此國際上尚未有較完整一致的計算方式，目前國際上提出水足跡計算方式有兩種：一是由國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）所提出的ISO14046水足跡標準，如同碳足跡以生命週期的方式評估產品在生產、製程及組織過程中所使用的水源與排水，以及不同區域環境或不同社經條件下水足跡的處理方式。另一是水足跡網站（WFN）（周嫦娥等，2011）。根據水足跡網站（WFN）2011年出版的「水足跡評估手冊—全球標準之制訂」的水足跡概念，水足跡的計算並不包含傳統的取水用量，而是包含直接（direct water use）和間接（indirect water use）的淡水用水量，並將水資源分為藍水、綠水和灰水三種類型。因此，水足跡有藍水足跡（Blue water footprint）、綠水足跡（Green water footprint）及灰水足跡（Grey water footprint）（如圖2.6）。藍水足跡指的是地面水和地下水之使用量，綠水足跡為蘊藏於土壤中之雨水用量（僅存在於農林產品中），灰水足跡指的是「在現有水質標準下，吸收水污染物所需的淡水水量」，非消耗性的用水（回歸水）不包含在水足跡的計算當中。



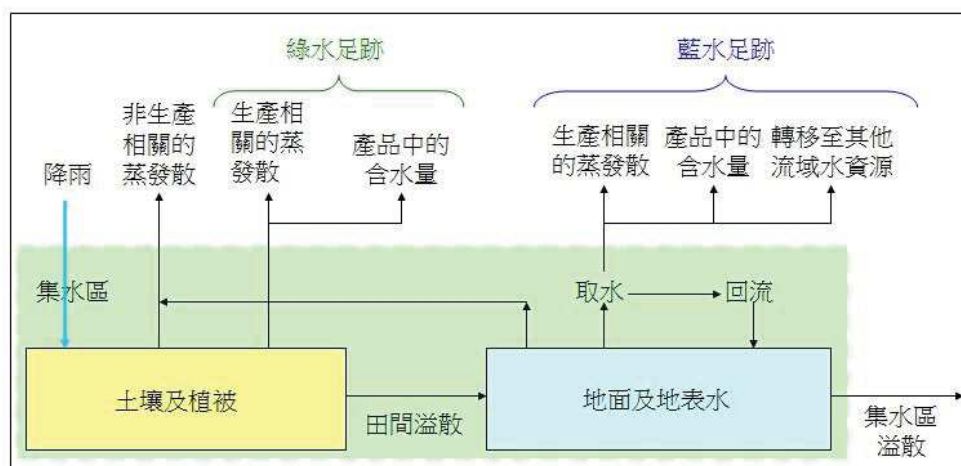
資料來源：Hoekstra（2011）

圖 2.6 水足跡組成示意圖

水足跡的計算是以圖2.7的水平衡圖為主要概念基礎，圖2.7中的集水區之水資源來自於降雨，部分水資源以蒸發及溢流方式離開集水區。綠水足跡為經由降雨蘊藏於土壤或植被的水資源，在作物或森林生長過程中蒸發並成為產品之一部分的水量；藍水足跡則為所抽取的地下水和地面水，除在生產過程中蒸發或成為產品之一部分的水資源耗用量外，也包括移轉至其他集水區的水資源；易言之，

藍水足跡是指水資源的耗用量。值得注意的是，圖2.7中的回歸水並不包含於藍水足跡，此意味著回歸水可補充地下水或成為集水區中地面水的一部份。灰水足跡則與工業用水所排放的汙染物對淡水水質造成的影響較為相關。一般而言，國家總水足跡的計算，應包含藍水足跡、綠水足跡及灰水足跡，如公式¹³：

➤ 國家總水足跡＝藍水足跡＋綠水足跡＋灰水足跡
＝直接水足跡＋間接水足跡 （公式 1）



資料來源：Hoekstra (2011)

圖 2.7 藍水足跡、綠水足跡與流域水平衡關係圖

WFN水足跡評估手冊依測量範圍的精細程度分成三個層級的時空尺度，即A、B、C 三級。A、B、C級所指的時空尺度、估算所需之資料來源和用途如表2.7，A級測量的尺度為全球平均，B級為國家、區域或特定流域，C級為小範圍集水區及特定土地。本計畫主要使用B級國家、區域、流域的空間尺度來進行縣市的估算，並以年為單位。另一方面，計算特定地理區域內（如都市、省、州、國家、流域）的水足跡，意即所有發生於該地理區域所有製程的水足跡之總和。

表 2.7 水足跡計算之時空尺度

層級	空間尺度	時間尺度	用水資料來源	水足跡計算實例應用
A級	全球平均	年	從可取得的生產或生產過程中消耗及汙染用水文獻或統計資料	提升認識；粗略確認總水足跡的重要部分；全球水消耗的重要預測。
B級	國家、區域與特定流域	年或月	同上，但使用國家、區域或流域資料	空間擴展和變化的初步確認；作為水分配決策的知識基礎。
C級	小流域或特定土地	月或日	實證資料或(如果無法直接測量)特定區域或年度消耗用水及污染的最佳估計資料	為進行水足跡持續評價提供基礎知識；建構減少水足跡和相關地方影響的戰略。

資料來源：Hoekstra (2011)

³本公式參考自 WFN 網站 2011 年出版的「水足跡評估手冊—全球標準之制訂」所提出的概念。

圖2.8顯示國內水足跡及國家消費水足跡之間的關係，其中內部水足跡指的是生產一個國家內居民所消費的產品及服務所使用的國內水資源量；外部水足跡指的是在國外生產本國居民所消費的產品之外國水資源量；虛擬水指的是在消費地生產產品所需的水量，因為生產產品所使用的水並不會成為產品的一部分，故稱之為虛擬水；而國與國之間透過產品的貿易造成虛擬水的移轉，稱之為虛擬水流量，虛擬水出口即意味著生產出口品所需要的水量，虛擬水進口則指生產進口品所需的水量。國家消費水足跡的計算方式主要可分為兩種，一種為「由下而上法」，另一種為「由上而下法」，前者是先估算消費者的水足跡，再將國內消費者的直接和間接水足跡加總；後者則是國內水足跡加上虛擬水進口減去虛擬水出口（Hoekstra & Chapagain, 2008）。然而由下而上的估算方式目前尚無人真正使用，國際上多以後者之計算方式為主，如公式2：

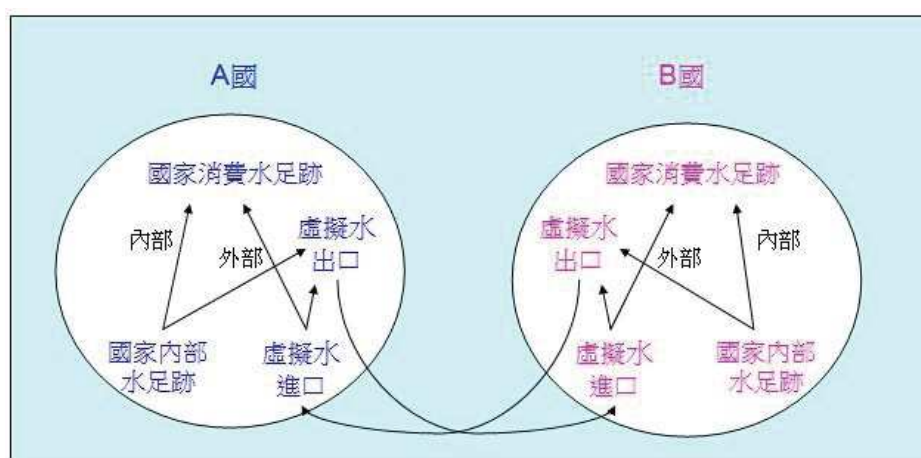
➤ 國家消費水足跡 = 國內水足跡 + 外部虛擬水足跡 (公式2)

→ 國內水足跡 = 國內水資源總使用量 - 出口到其他國家的虛擬水量

→ 外部虛擬水足跡 = 進口的虛擬水量 - 生產再出口產品的虛擬水量

→ 國家水足跡 = 國內水資源總使用量 - 出口到其他國家的虛擬水量

+ 進口到本國的虛擬水量



資料來源：Hoekstra (2011)

圖 2.8 兩貿易國國內水足跡和國家消費水足跡之關係圖

國內水足跡代表生產國內民眾消費的產品與服務所耗用之國內水資源，為國內經濟使用的本國水資源量（包含農業用水、民生用水與工業用水）扣除生產出口產品使用的虛擬水量。實際上完整的農業用水量必須包含有效降雨量、灌溉用水量。Chapagain & Hoekstra (2004) 將農業用水簡化定義為作物生長所需的蒸發散水量，而民生用水與工業用水則是為民生與工業用途所抽取水量。外部水足跡不僅是國民使用進口品背後所代表虛擬水量，同時也包含因加工出口品所需而

進口的物料，簡言之，將進口品虛擬水量減去輸出之加工品虛擬水量，即為外部水足跡。

第四節小結：脆弱度、回復力與生態足跡之鍊結

大部份國家及城市只著重在應用「減緩」手段來探討如何透過減少溫室氣體排放以因應人類所引發的氣候變遷問題，但Bueno *et al.* (2008) 指出，即便是國際間採取強硬的行動來減緩二氧化碳排放，但由於過去累積的排放量及現在正在進行的排放，意謂著氣候仍會持續改變，因此，調適及減緩並不是替選方案 (alternatives)，而是一體兩面的 (counterparts) (Jabareen, 2013)。

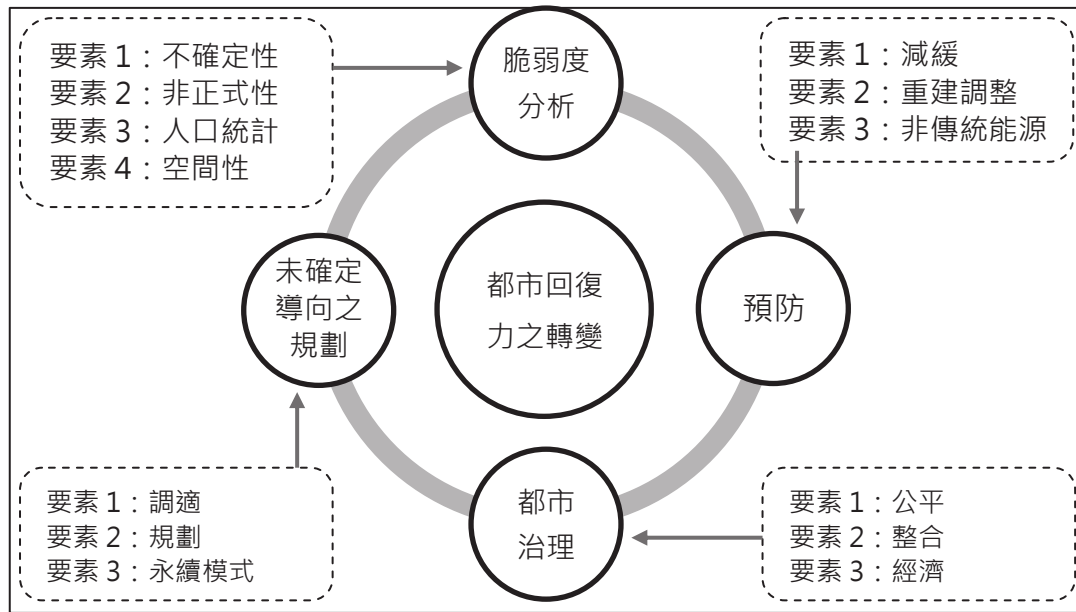
為了因應氣候變遷的新挑戰，進行國土空間規劃時必須發展出更大的覺知力並且以調適政策取代減緩，或採取實際的調整來強化因應氣候變遷衝擊的回復力並減少脆弱度 (Adger *et al.*, 2007)。此外，為了減輕面臨自然災害的社區脆弱度，規劃學者提出了利用土地使用管理及透過建築及基地設計法規來規範易致災地區的發展 (Zhang, 2010)。但是，規劃必須擴大其範疇納入對風險及不確定性及因應方法的預測及期望 (Jabareen, 2013)。

本計畫建立在永續發展的理念下，認為必須要有針對整體環境評估的工具及分析方法作為研究媒介，而Parris & Kates (2003) 提出永續性評估有四個主要訴求：(1).制定決策與管理；(2).倡導；(3).參與及共同建設；(4).研究分析，這些正是本計畫欲進行及推動的研究目的與效應。由於各地自然條件、社會背景皆不同，在進行整合性評估時，常因各研究變因本質差異而影響永續性評估指標比較的準則，此三個原因為：(1).各研究對永續發展的定義模糊不一；(2).描繪與測量永續發展目的之多重性；(3).被測量方法的相關術語、資料及方法疑惑 (Parris & Kates, 2003)。事實上，在氣候變遷的衝擊下，和永續性有關的是回復力及脆弱度的概念，尤其是在社區層級地區相關的海岸災害 (Cutter *et al.*, 2000; Jacob *et al.*, 2013)。

因此，從自然脆弱度與社會脆弱度的客觀性與個人生態足跡的主觀性交互評估作用下，本計畫希望找出回應雲林縣國土空間永續發展的回復力對策。面對日益不穩定的環境與社會條件，都市回復力在經由各項環境變因、人為治理之下，將會影響整體脆弱度、預防機制、都市治理、永續規劃之間的連結關係 (Jabareen, 2013) (圖 2.9)，而生態足跡的大小也會影響都市回復力之轉變。

本計畫除了檢視雲林縣的自然脆弱度及社會脆弱度外，將藉由生態足跡進一步檢視在縣市層級時，環境的回復力與脆弱度、生態足跡之間的關係。Pulselli *et al.* (2008) 認為沒有單一指標能含括所有面向，因此必須和其他指標共同使用才能針對問題得到更精確、更充份且更及時的評估結果，有鑑於此，本計畫將生態

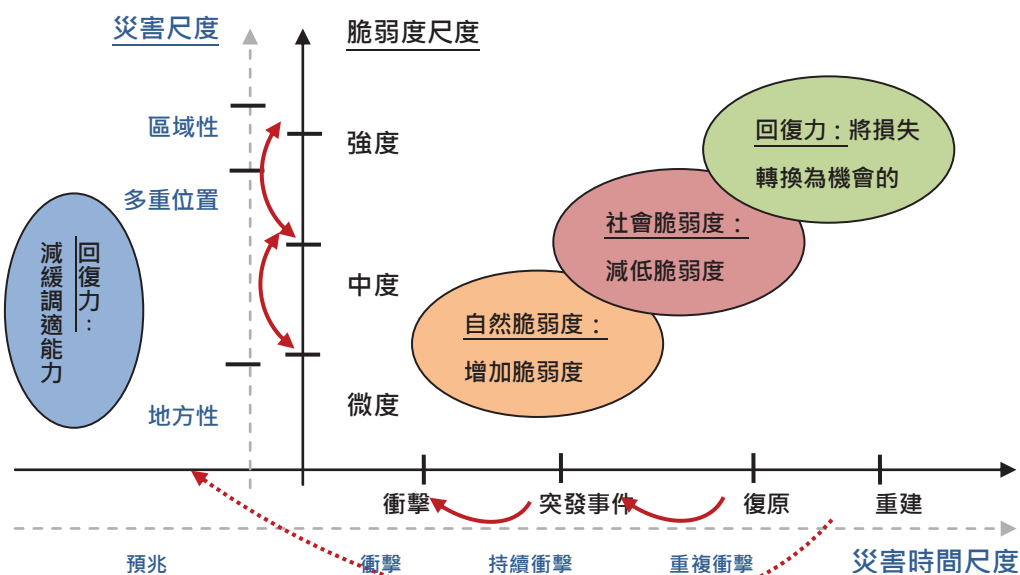
足跡分析納入脆弱度及回復力的討論，以檢視其相關性。



資料來源：修改自 Jabareen (2013)

圖 2.9 都市回復力之轉變的四大要素

另一方面，脆弱度是一種動態的概念，隨著時間尺度的差異將導致不同的致災過程，而且還必須將空間尺度納入考量（Menoni *et al.*, 2012），一旦將時間規模拉長觀察，可發現不管受災時間多長，回復力將是危機轉換為轉機的環境自我調適能力（圖2.10）。本計畫擬整合各種評估自然環境及人為環境的複雜性，以建構一個多重標準的架構（Munda, 2006），來回應雲林縣縣內不同層級的實證研究，能用不同評估標準（脆弱度、回復力及生態足跡）進行相互比對，以檢視不同於以往單層級結構的研究面向。



資料來源：Menoni *et al.* (2012)

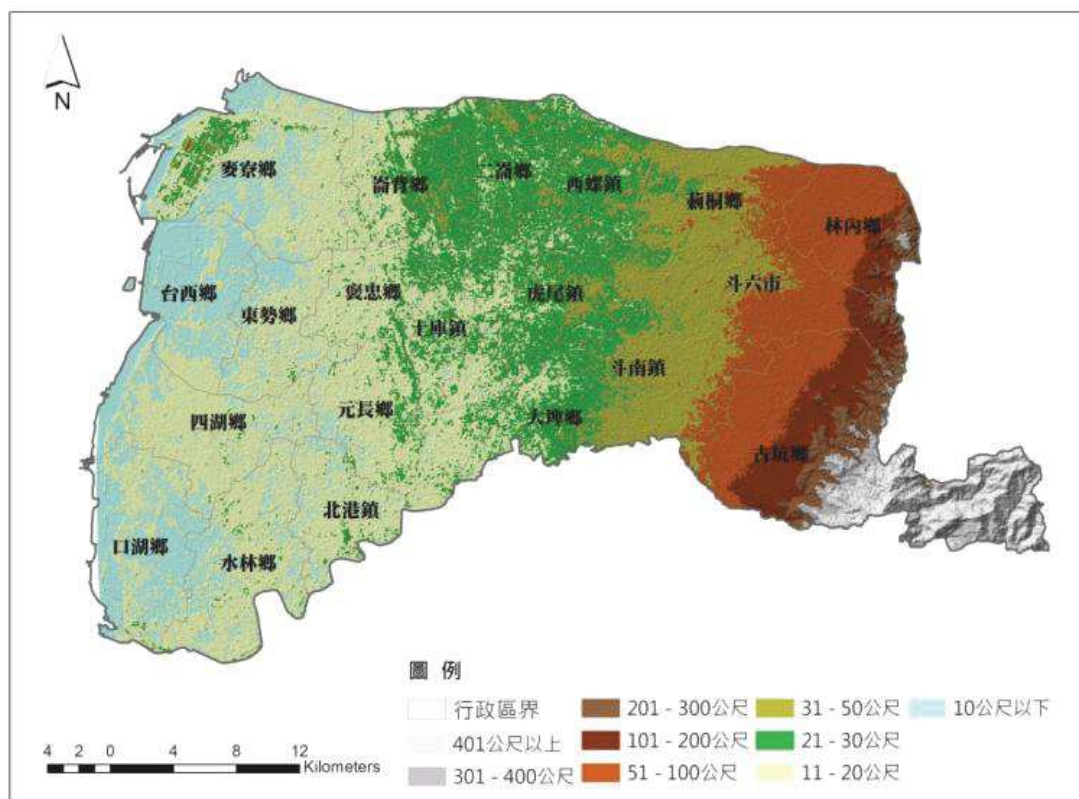
圖 2.10 都市回復力與其他因子之關係

第三章實證地區—雲林縣現況

考量全球氣候變遷及極端氣候情況，自然環境分析應蒐集地形地勢、氣候、雨量、歷年天然災害發生類型等相關基礎資料，做為本計畫之研究基礎。

第一節地形地勢

雲林縣境內多為平坦之平原地形，除莿桐鄉、斗六市、斗南鎮、林內鄉與古坑鄉等五個鄉鎮市中有部分或全區高度超過海拔 100 公尺之外，其餘鄉鎮市高度皆在海拔 100 公尺之下（圖 3.1）。整體而言，全縣地勢由西向東緩慢增加，以古坑鄉為最高（約 1,658 平方公尺），共包含濱海、平原、山坡丘陵和高山等四大地形。



資料來源：中華經濟研究院（2015）

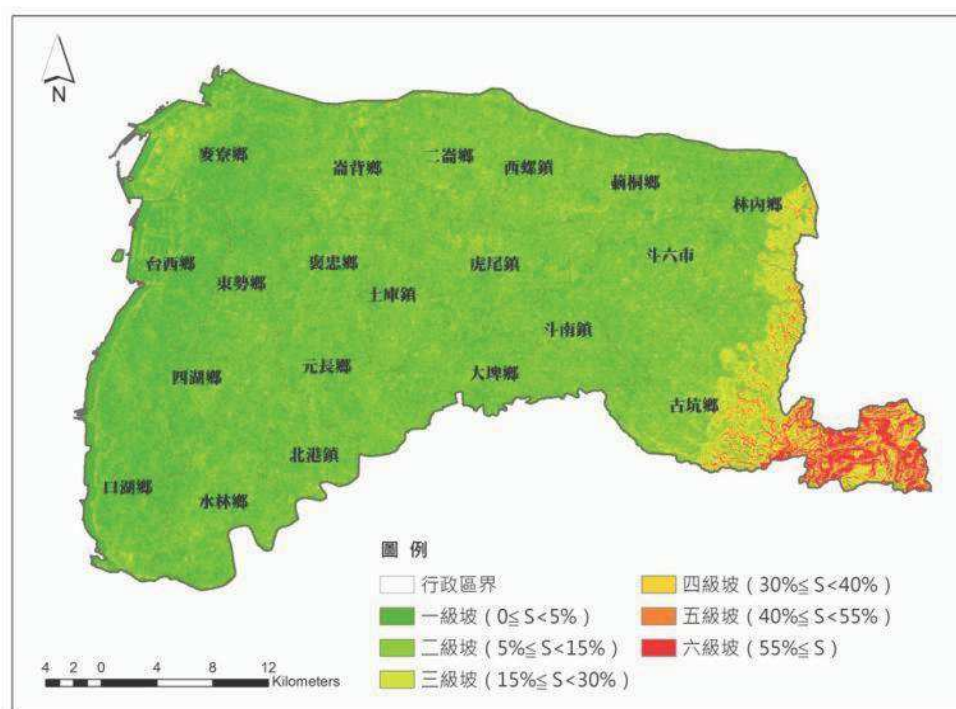
圖 3.1 雲林縣高程示意圖

就土地開發之坡度限制而言，依據「非都市土地開發審議作業規範」與農委會「山坡地山地可利用限度分類標準」之規定，限制坡度大於 30% 以上者不可

開發，惟雲林縣土地坡度在二級坡以下（即坡度小於 15%）約近九成，開發利用應特別注意是否損及優良農地之國土保安。相關坡度分析與分布示意圖參見表 3.1 及圖 3.2 所示。

表 3.1 坡度分析表

坡度分級	坡度	土地使用類別
一級坡	$S < 5\%$	宜農牧用地
二級坡	$5\% \leq S < 15\%$	宜農牧用地
三級坡	$15\% \leq S < 30\%$	宜農牧用地
四級坡	$30\% \leq S < 40\%$	宜農牧用地
五級坡	$40\% \leq S < 55\%$	宜林地
六級坡	$55\% \leq S$	宜保育用地



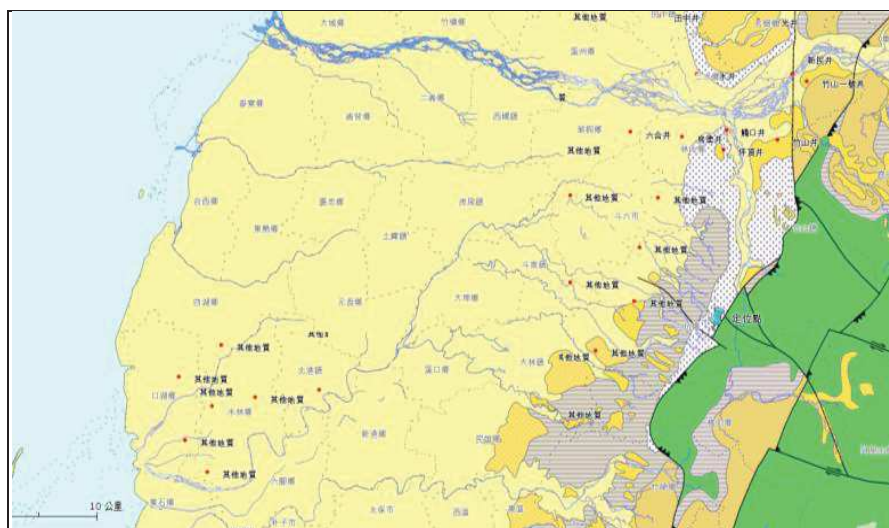
資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.2 雲林縣坡度分析示意圖

第二節地質

雲林縣東部斗六丘陵區域地層屬更新世之頭嵙山層，包括火炎山礫石、雨香

山砂岩；中西部平原地區則皆屬全新世沖積層，由礫石，砂及黏土組成。雲林縣地質年代依地體構造可區分為：中新世至更新世岩層、台地礫石層及沖積層。主要由第三紀碎屑岩層組成，主要岩石為砂岩和頁岩互層，局部夾雜有石灰岩和凝灰岩的凸鏡體或薄層所組成（中央地質調查所，2012）。



資料來源：中央地質調查所（2012）

圖 3.3 雲林地區地質圖

地質分類由東向西依序說明如下（中央地質調查所，2012）：

（一）三峽群

本群屬中新世晚期之三峽群地層，此地質為台灣西部中新世中最年幼之沈積循環，由白色砂岩、黑色頁岩及砂岩—頁岩的薄頁互層所構成，主要分佈於古坑鄉草嶺地區，由水底寮向東北延伸至外湖較近深山之條形地帶。

（二）上新世地質錦水頁岩

上新世地層在地形上呈現出一系列之山丘，由於中新世岩層構成之較高山嶺西側，主要由海相碎屑沈積物組成，分佈於草嶺、華山地區。

（三）上新世卓蘭層

本地質層由砂岩、粉砂岩、泥岩和泥岩之互層組成，由於砂岩和頁岩之抗蝕力不等，所以在互層出產區域常形成單面山或豬背嶺的地形。主要分佈於草嶺地區與嘉義梅山交界較深山區之牛磨角附近山腰及山頂部份，分佈面積不大。

（四）上新世及更新世頭嵙山層

礫岩相及碎屑岩相兩地層由礫岩、砂岩、泥岩及頁岩所組成，經由陸地劇上升而產生大規模侵蝕而造成岩屑堆積，在地形上常形成鋸齒狀的山峰和較高之台地。礫岩相以塊狀之礫岩為主，夾有薄層砂層，在砂岩中出現交錯偽層，主要分佈於林內至水底寮近平原之淺山部份。碎屑岩相則以砂岩、頁岩互層的碎屑岩相為主，成帶狀分佈於棋盤厝至古坑、梅山附近。

（五）更新世台地堆積層

屬第四紀地層，可分為台地堆積層及紅土台地堆積層，兩者具有相同之岩性特徵，主要差異為後者覆蓋有紅土表層，在地形上大都為海岸台地、河階台地和沖積平原。台地堆積地層大多數由未經膠結之礫石及夾在其中的平緩砂質或粉砂質凸鏡體組成，分佈於崁頭厝附近，近平原區部份，分佈面積很小。紅土台地堆積層主要分佈於古坑東北方、荷苞山附近，分佈區在雲林縣為面積最小的地層。

（六）現代沖積層

現代沖積層主要由粘土、粉砂、砂和礫石組成，廣泛地覆蓋在平原與盆地區內。沖積層造成了許多河流氾濫平原與現代台地，也包括海岸砂丘。雲林縣地質多屬現代沖積層，廣佈於平原地形。

第三節 水文

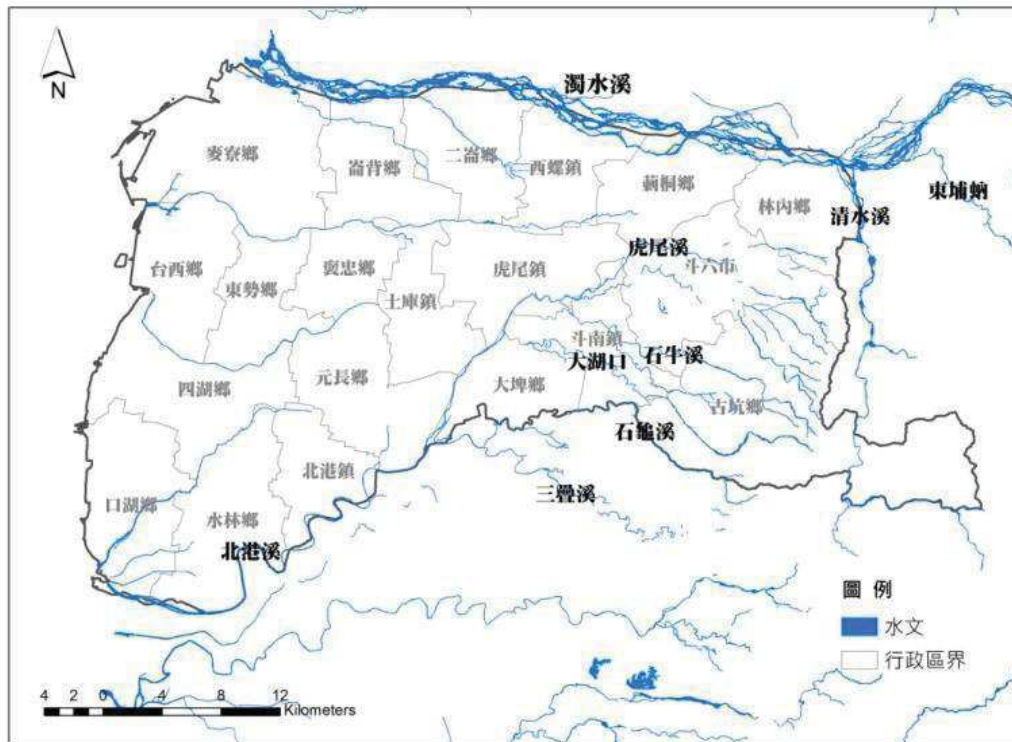
（一）河川

雲林縣之河川以濁水溪、新虎尾溪與北港溪等較為重要，另有重要排水路約十條。濁水溪為台灣三大河流之一，其豐沛之水量每年高達五十七億噸，為雲林縣主要地表水源。

（二）水資源與水庫

1. 水資源

雲林縣水資源供給較為獨立，縣內穩定供水以河川引水為主，抽取地下水為輔。然而隨著工業開發與上游人為活動污染，河川水質均不符合公告標準，其中北港溪與新虎尾溪皆無法提供公共用水，而濁水溪經處理後可以供二級公共用水。



資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.4 雲林縣水文示意圖

2.湖山水庫

湖山水庫位於雲林縣斗六市及古坑鄉，位於斗六市東南方 10 公里。因濁水溪豐枯懸殊，且大多為農業灌溉所用，自來水每日用水量 24 萬噸，全部來自地下水，且圳路下游末端之農業灌溉及沿海養殖用水大部份抽取地下水供應，致使雲林地區之地下水超抽量高達 2 億噸以上，部份地區之地下水發現「砷」污染，已不適用於飲用水，如元長自來水廠、北港自來水廠（經濟部水利署中區水資源局，2013）。

依據經濟部水利署中區水資源局網站（2013），湖山水庫工程計畫於 2001 年奉行政院核定實施，總經費達 204.75 億元。2014 年完工後與集集攔河堰聯合運用，可為雲林地區提供量穩質優之地表水源，除可作為民生用水之替代水源以減抽地下水、緩和地層下陷及提升民生用水品質外，剩餘水量亦可提供區域發展用水。

湖山水庫集水面積僅 6.58 平方公里，因本身水源有限，故在鄰域濁水溪支流清水溪構築桶頭攔河堰（集水面積 259.20 平方公里）引水挹注。呆水位標高為 165 公尺，有效蓄水量為 5,218 萬立方公尺。



資料來源：水利署中區水資源局網站（2013）

圖 3.5 湖山水庫位置圖

第四節生態系統與物種

（一）生態系統

雲林縣從自然環境與地形的分佈，概略可區分為三大生態系，分別為：濱海濕地生態系、平原農田生態系及高山森林生態系。

濱海鄉鎮有麥寮、台西、四湖、口湖四鄉鎮，形成一狹長之海岸線，為主要河川下游形成之沖積平原、海埔新生地及外海沙洲地所組成，海岸大陸棚緩和平坦，海底生物豐富，有利魚類棲息繁殖。

平原農田生態系主要分佈在海拔 100 公尺以下之平原地區，包括古坑鄉以西至水林、四湖、東勢、麥寮連線以東，本區為人為活動以農業生產介入生態系統的主要地區。

高山地區分佈於古坑鄉與南投縣、嘉義縣交界處，屬中央山脈玉山西山系，區內超過海拔 1000 公尺以上之高山計有尖山、石壁山、番子田等山脈，較少人為活動進入開發，生態保留較為完整。

（二）物種

依照農委會特有生物研究保育中心調查統計⁴(2013)，雲林縣的野生動物，共發現 35 目 114 科 351 種以上，包括爬蟲類 4 科 8 種、兩棲類 6 科 21 種、哺乳類 10 科 24 種、鳥類 46 科 150 種、蝴蝶類 7 科 70 種、蜻蛉類 5 科 11 種、蝸牛類 9 科 18 種、魚類 23 科 38 種、蝦蟹類 4 科 11 種等九大類動物。

哺乳類包括台灣葉鼻蝠、台灣獼猴、田鼯鼠、刺鼠和小黃腹鼠等 5 種為台灣特有種；保育類鳥類有 28 種；爬蟲類包括斯文豪氏攀蜥、台灣滑蜥、斯文豪氏遊蛇等 3 種為台灣特有種；兩棲類包括莫氏樹蛙、褐樹蛙、面天樹蛙及諸羅樹蛙等 4 種為台灣特有種，莫氏樹蛙、褐樹蛙與虎皮蛙、貢德氏赤蛙、黑蒙西氏小雨蛙及史丹吉氏小雨蛙等為農委會公告珍貴稀有保育類野生動物(台灣大學建築與城鄉研究發展基金會，2012)。

表 3.2 雲林縣特有動物彙整表

	總計	瀕臨絕種	珍貴稀有	其他應予保育
總計	1,969	581	1,365	23
哺乳類	584	247	337	0
鳥類	1,057	162	872	23
爬蟲類	195	74	121	0
兩棲類	28	15	13	0
魚類	16	10	6	0
無脊椎類	89	73	16	0

資料來源：南華大學（2006）

與黑面琵鷺同屬保育類野生動物的「八色鳥」屬夏候鳥，每年 4 月~10 月遷徙到台灣，棲息於低海拔丘陵山區。雲林縣林內鄉的湖本枕頭山保有大面積原始林，為生態相豐富的野生動物棲息地，也是八色鳥集中的棲地之一。近年來台西、麥寮沿海之廢棄魚塭吸引大批水鳥聚集，逐漸形成重要的生態分佈區域，包括水林鄉塭底濕地及口湖鄉成龍濕地。

⁴台灣野生動物資料庫查詢系統 <http://www.tbn.org.tw/twd97/SpeciesList.asp>，上網日期：2013.8.6



資料來源：南華大學（2006）

圖 3.6 雲林縣動物資源分布圖

第五節 人口及經濟成長

一、人口成長概況

雲林縣人口近十年皆呈現負成長趨勢，其中 2006 年、2010 年及 2012 年分別達-6.60‰、-7.11‰、-3.59‰，負成長情形最為嚴重，相較於雲嘉南區域，即使在 2010 年人口數衰退為十年中最为嚴重，成長率僅達-3.71‰，雲林縣人口相對嚴重衰退。

另根據內政部戶政司統計，台灣地區人口成長率近十年人口皆呈正成長，惟增加的比例趨緩，2012 年人口成長率僅 3.91。雲林縣近五年僅斗六市、虎尾鎮、麥寮鄉人口增加，其中麥寮鄉成長幅度最大，自約 5‰的成長率，快速上升至近三年的 22‰、29‰甚至 56‰，至 2012 年 6 月，麥寮鄉人口已突破 4 萬人。值得注意的是從戶數及戶量趨勢可發現自 2002 年起戶數逐年增加，至 2012 年時已增加 235,001 戶，戶量卻由每戶 3.61 人逐年下滑至每戶 3.03 人，推測可能與少子化現象及小家庭觀念盛行有關。

根據 2012 年 7 月 26 日雲林縣民政處於自由時報採訪時之說明，近年麥寮鄉人口成長快速主要與台塑六輕運作後從業人口增加，外來遷入人口增加，且六輕

補助低收入戶三節救助金、每人每月補助電費及健保費各 3 百元；另外，麥寮鄉公所認為，該鄉人口增加也與鄉公所提供之社會福利有關，包括學生營養午餐免費、學雜費免費、新生兒禮金一萬元、意外險、喪葬補助等福利等。

表 3.3 台灣地區、雲嘉南生活圈及雲林縣人口數及成長率

地區 年度	台灣地區		雲嘉南生活圈		雲林縣	
	人口數 (人)	成長率 (%)	人口數 (人)	成長率 (%)	人口數 (人)	成長率(‰)
2001	22,405,568	-	3,423,163	-	743,562	-
2002	22,520,776	5.14	3,425,726	0.76	742,797	-1.03
2003	22,604,550	3.72	3,426,966	0.35	740,501	-3.09
2004	22,689,122	3.74	3,425,607	- 0.40	736,772	-5.04
2005	22,770,383	3.58	3,425,050	- 0.16	733,330	-4.67
2006	22,876,527	4.66	3,421,422	- 1.06	728,490	-6.60
2007	22,958,360	3.58	3,420,153	- 0.37	725,672	-3.87
2008	23,037,031	3.43	3,419,203	- 0.28	723,674	-2.75
2009	23,119,772	3.59	3,419,778	0.17	722,795	-1.21
2010	23,162,123	1.83	3,407,085	- 3.71	717,653	-7.11
2011	23,224,912	2.71	3,399,984	-2.08	713,556	-5.71
2012	23,315,822	3.91	3,397,579	-0.71	710,991	-3.59

資料來源：內政部戶政司（2013）

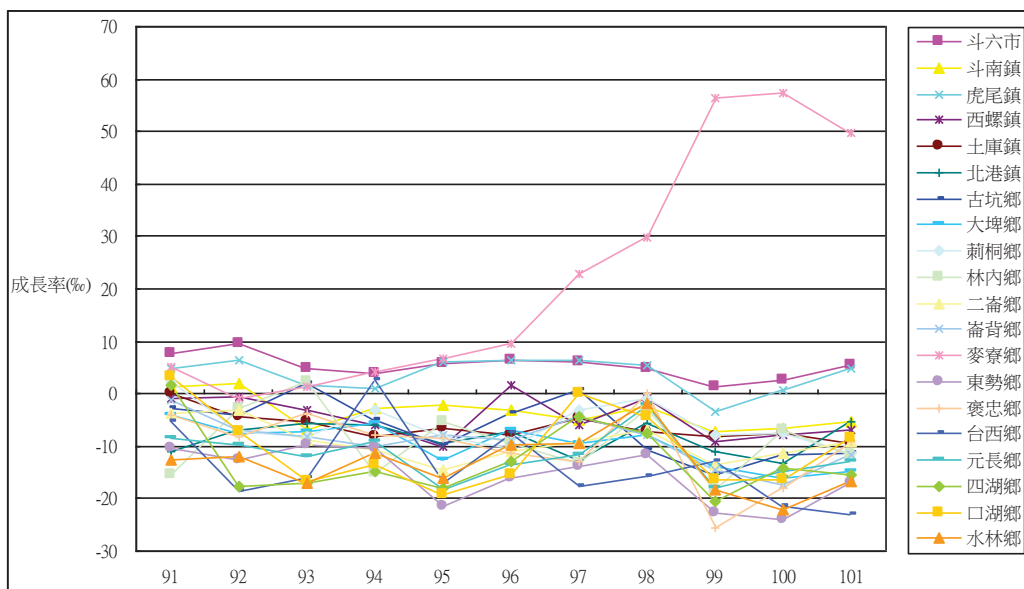
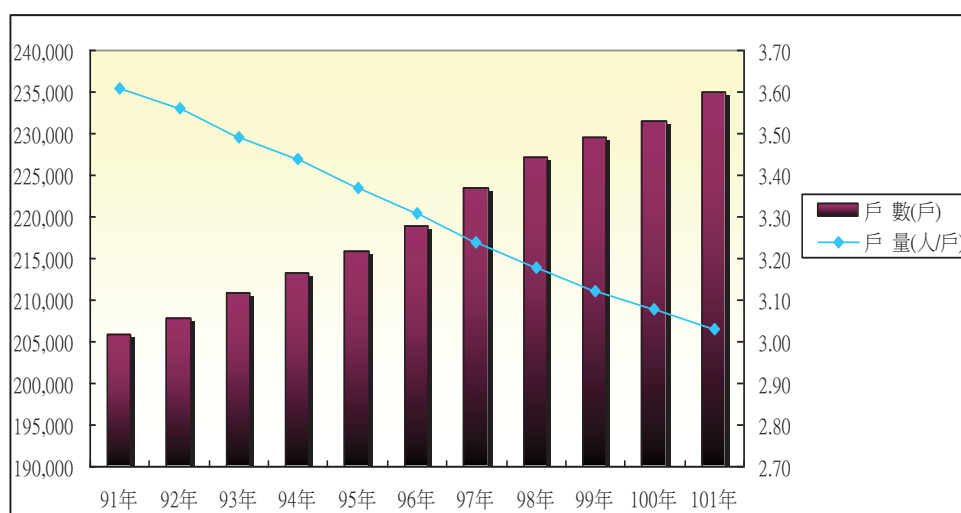


圖 3.7 雲林縣各鄉鎮人口成長率概況

表 3.4 雲林縣戶數及戶量彙整表

年度	戶數	戶量(人/戶)
2002 年	205,823	3.61
2003 年	207,921	3.56
2004 年	210,843	3.49
2005 年	213,216	3.44
2006 年	215,893	3.37
2007 年	218,962	3.31
2008 年	223,534	3.24
2009 年	227,121	3.18
2010 年	229,669	3.12
2011 年	231,594	3.08
2012 年	235,001	3.03

資料來源：雲林縣政府（2012）



資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.8 雲林縣戶數及戶量趨勢變遷圖

二、人口結構

2012 年底，雲林縣總人口數中 15 歲至 64 歲人口數為 500,769 人，佔總人口數之 70.43%，扶養比 41.97%，0 歲至 14 歲幼年人口數為 100,058 人，佔 14.07%，扶幼比為 19.98%。勞動力人口主要集中於斗六市，勞動力人口共 78,481 人，扶養比為全縣最低，佔 37.27%，水林鄉扶養比則高達 48.67%。

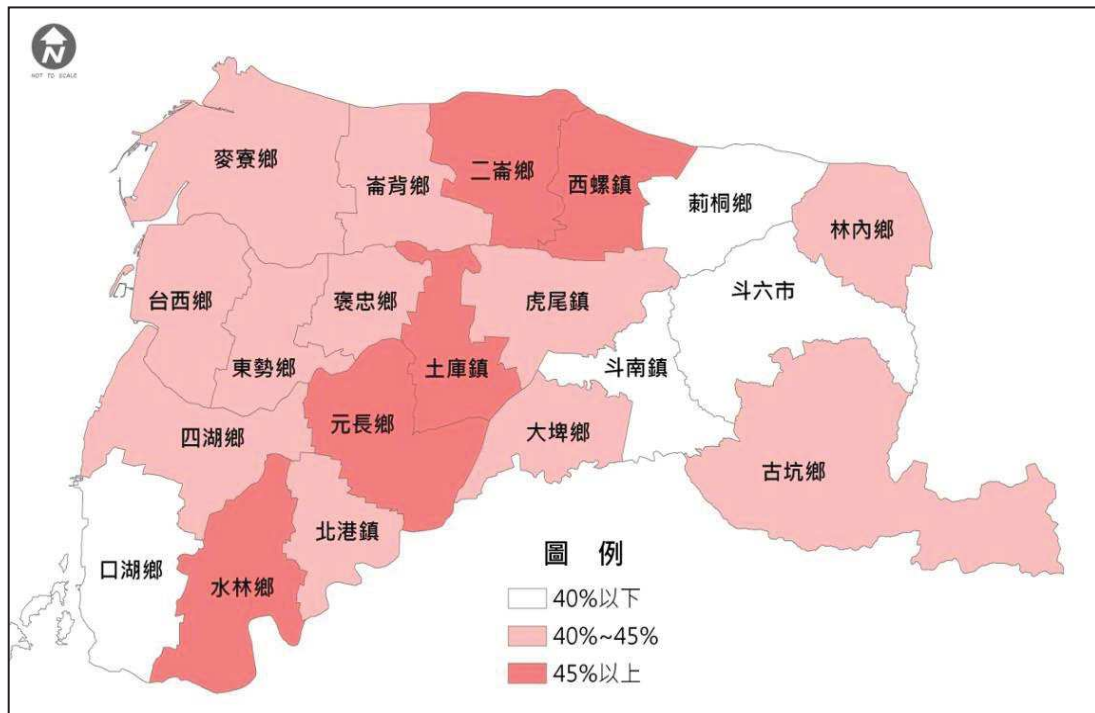
根據聯合國世界衛生組織對於高齡社會化定義：高齡人口（65 歲以上）比例佔 7%以上者為「高齡化社會」，而雲林縣高齡人口有 110,164 人，比例為 15.49%，人口結構逐漸老齡化，已成為聯合國定義的「高齡社會」（65 歲以上人口比例

佔 14%以上者)；其中元長鄉與水林鄉 65 歲以上人口超過二成，符合聯合國「超高齡社會」之標準（65 歲以上人口佔總人口 20%以上），值得注意。這也表示本計畫區相較台灣其他縣市、地區，更需面對人口老化與高齡社會衍生出的醫療、老人照護、喪葬等社會福利問題；另外有關產業發展，勞動人口問題亦不容忽視。

表 3.5 雲林縣各鄉鎮市人口結構

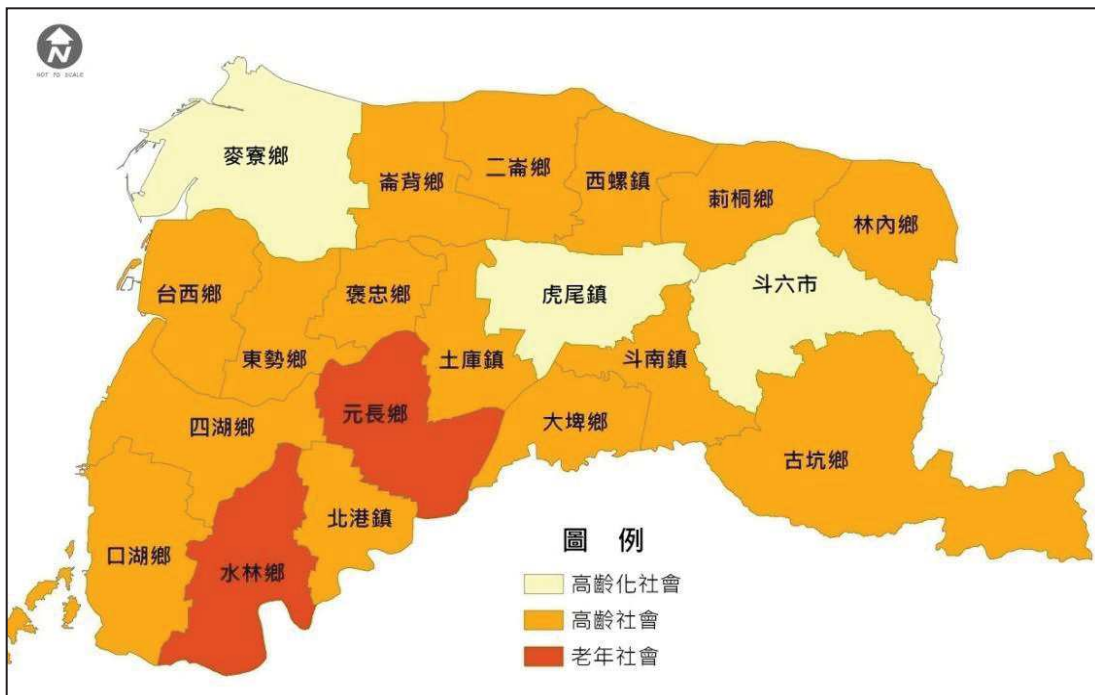
鄉鎮市	0-14 歲	15-64 歲	65 歲以上	總計	扶養比	高齡社會指數
斗六市	17,079	78,481	12,167	107,727	37.27%	11.29%
斗南鎮	6,381	33,484	6,705	46,570	39.08%	14.40%
虎尾鎮	11,604	49,756	9,063	70,423	41.54%	12.87%
西螺鎮	7,720	32,867	7,204	47,791	45.41%	15.07%
土庫鎮	4,306	20,607	5,044	29,957	45.37%	16.84%
北港鎮	5,900	29,553	6,804	42,257	42.99%	16.10%
古坑鄉	4,042	23,247	5,991	33,280	43.16%	18.00%
大埤鄉	2,670	14,275	3,637	20,582	44.18%	17.67%
莿桐鄉	4,064	21,403	4,439	29,906	39.73%	14.84%
林內鄉	2,659	13,755	2,938	19,352	40.69%	15.18%
二崙鄉	3,775	19,668	5,617	29,060	47.75%	19.33%
崙背鄉	3,611	18,482	4,477	26,570	43.76%	16.85%
麥寮鄉	7,727	29,058	4,311	41,096	41.43%	10.49%
東勢鄉	1,724	11,355	3,021	16,100	41.79%	18.76%
褒忠鄉	1,699	9,810	2,360	13,869	41.38%	17.02%
台西鄉	2,776	17,849	4,443	25,068	40.44%	17.72%
元長鄉	3,151	19,098	5,753	28,002	46.62%	20.54%
四湖鄉	2,732	18,077	5,098	25,907	43.31%	19.68%
口湖鄉	3,427	21,226	4,993	29,646	39.67%	16.84%
水林鄉	3,011	18,718	6,099	27,828	48.67%	21.92%
總計	100,058	500,769	110,164	710,991	-	-

資料來源：雲林縣政府（2012）



資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.9 雲林縣各鄉鎮扶養比分布圖



資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.10 雲林縣各鄉鎮老化指數分佈圖

雲林縣以 2012 年統計資料來看，人口總成長率為-3.61%，觀察人口負成長的原因主要發生於社會增加的部份，由於都市工商發達，農村人口不斷向都市遷

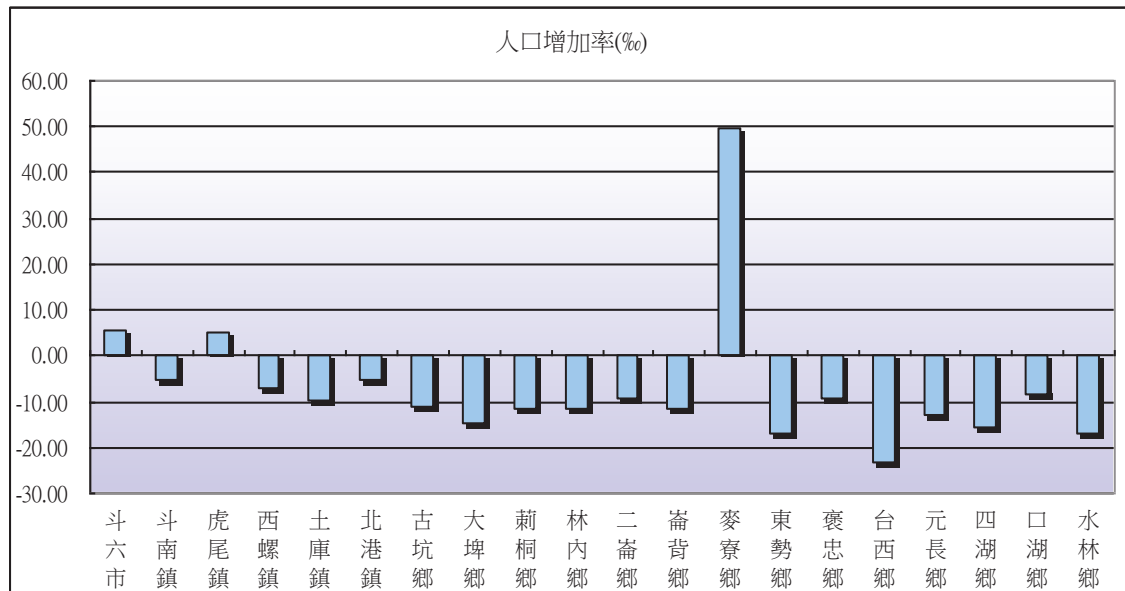
徙，尤其是青壯年人口的遷出可見雲林縣人口外流情況嚴重。

另更進一步觀察各鄉鎮人口增加率發現，僅斗六市、虎尾鎮與麥寮鄉為正成長，尤其以麥寮鄉最多，除反映出重大建設的投入帶來的效應，亦可能為台塑六輕回饋補助，致使部分鄉民皆遷移戶口至麥寮鄉之故，惟應注意因應人口增加所衍生的公共設施不足、環境品質惡化等問題。

表 3.6 雲林縣人口資料彙整表

年	遷入人數	遷出人數	社會增加率	出生人數	死亡人數	自然增加率	人口增加率
2002	33,852	38,039	-5.64	9,423	5,984	4.63	-1.01
2003	25,973	31,234	-7.10	8,857	5,892	4.00	-3.10
2004	26,365	31,459	-6.91	7,715	6,353	1.85	-5.06
2005	28,546	32,865	-5.89	7,257	6,380	1.20	-4.69
2006	29,251	34,671	-7.44	6,910	6,326	0.80	-6.64
2007	25,273	28,091	-3.88	6,500	6,500	0.00	-3.88
2008	27,648	29,538	-2.61	6,368	6,476	-0.15	-2.76
2009	27,785	28,184	-0.55	5,966	6,436	-0.65	-1.20
2010	26,057	29,977	-5.46	5,057	6,279	-1.70	-7.16
2011	22,774	25,835	-4.29	5,442	6,478	-1.45	-5.74
2012	23,197	25,249	-2.89	6,167	6,680	-0.72	-3.61

資料來源：雲林縣政府（2012）



資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.11 雲林縣各鄉鎮人口增加率趨勢圖

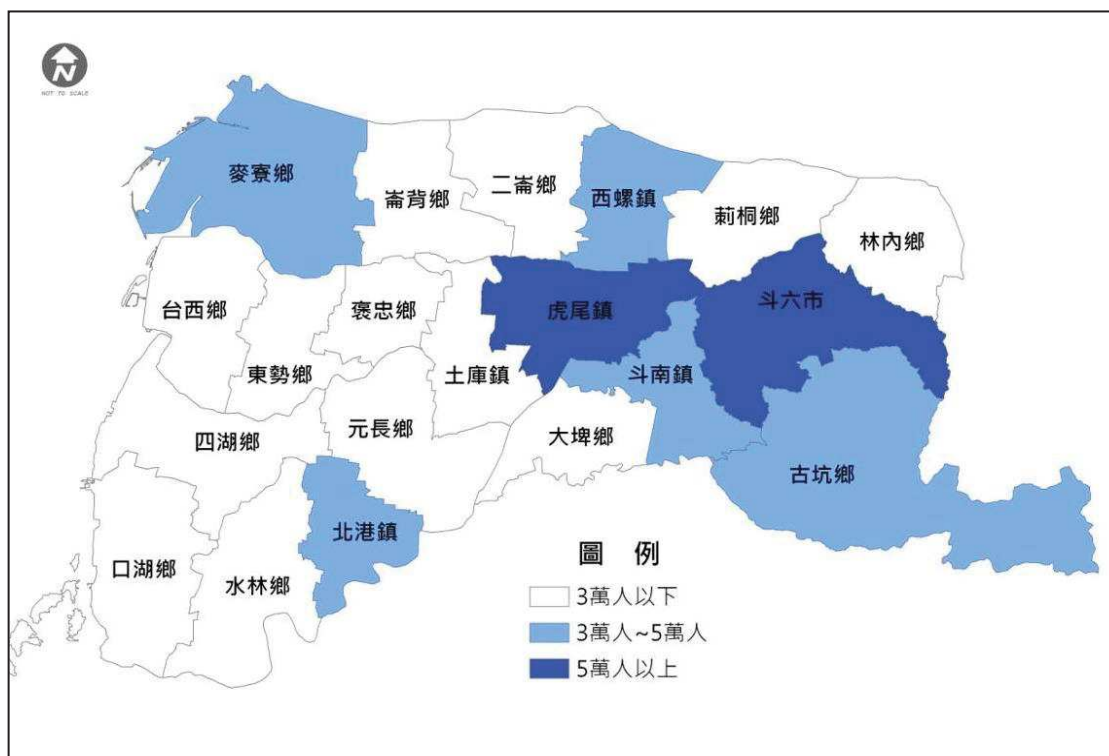
三、都市及非都市地區人口分布

在都市計畫區的部份，現況人口增加速度不若都市土地擴增速度，近十年因都市計畫區面積增加，計畫人口數也隨之增加，但現況人口密度由 2001 年每平方公里 3,027 人，降至 2012 年每平方公里 2,948 人，顯示現況都市計畫區人口密度漸疏。

表 3.7 近十年都市與非都人口數及人口比例

年度	都市計畫區 面積(平方公里)	都市計畫區			非都市計畫區
		計畫人口數 (人)	現況人口數 (人)	現況人口密度 (人/平方公里)	現況人口數 (人)
2001	93.68	472,700	283,613	3,027	459,949
2002	93.58	472,700	283,604	3,031	459,193
2003	93.58	472,700	283,599	3,031	456,902
2004	97.80	519,700	284,545	2,909	452,227
2005	97.80	519,700	279,342	2,856	453,988
2006	97.69	519,700	277,279	2,838	451,211
2007	97.77	519,700	277,656	2,840	448,016
2008	97.94	519,700	289,844	2,959	433,830
2009	97.83	518,700	289,918	2,963	432,877
2010	97.83	518,700	287,732	2,941	429,921
2011	97.79	518,700	290,717	2,973	422,839
2012	97.80	518,700	288,295	2,948	422,696

資料來源：雲林縣政府（2012）；雲林縣政府城鄉發展處都市計畫科提供。



資料來源：中華經濟研究院（2015）

圖 3.12 雲林縣各鄉鎮人口分佈圖

四、經濟成長

（一）各級產業從業人口與產值概況

雲林縣一級產業從業人口比例為 20.86%（2011 年），約為 14.9 萬人，二級產業從業人口比例為 32.78%，約為 23.4 萬人，三級產業從業人口比例為 45.78%，約為 32.7 萬人。整體而言，雲林縣一級產業人口全台最多，一級產業佔從業人口比例全台第三高，僅略低於嘉義縣（22.43%）及台東縣（21.56%），於農業縣中仍屬於高之縣市，較南投及屏東都高。

由上述統計分析資料得知，雲林縣迄今仍為國內舉足輕重的農業大縣，此外，無論是農產及其加工產量、農作物栽培技術，或是田野農園地景，都極具代表性。由地形與地勢條件來看，雲林縣的平原地區與濱海地區之廣大多樣的農漁業，都是未來城鄉發展的重要利基與根據地。

表 3.8 2011 年各級產業從業人口比較表（雲林與其他農業縣份比較）

單位：%

2011 年	一級產業	二級產業	三級產業	2011 年	一級產業	二級產業	三級產業
宜蘭縣	6.46	32.05	61.49	嘉義縣	22.43	30.39	47.18
苗栗縣	6.73	47.79	47.48	屏東縣	14.97	29.10	55.93

2011 年	一級產業	二級產業	三級產業	2011 年	一級產業	二級產業	三級產業
南投縣	18.29	30.13	51.58	台東縣	21.56	20.38	58.07
雲林縣	20.86	32.31	46.83	花蓮縣	9.92	24.36	65.71

資料來源：行政院主計處（2011）

（二）一級產業（農、林、漁、牧）概況

1. 農業產業結構

依其主要特性又可再細分為「傳統農業」、「養殖漁業」與「酪農畜牧」等三類。

（1）傳統農業

雲林縣產業結構以農地收穫面積加以區分，以蔬菜收穫面積所佔最大，有 58,820.47 公頃，為台灣首位；其次為稻作所佔面積，為 42,131 公頃，為全國第二；第三為雜糧作物，收穫面積為 30,930.06 公頃，亦為台灣首位。主要生產作物為稻米、甘薯、飼料用玉蜀黍、落花生、蔬菜及甘蔗，其中落花生為雲林縣最具特色的作物。

（2）養殖漁業

雲林縣西面為台灣海峽，麥寮、台西、四湖及口湖四個鄉亦是雲林縣的養殖重鎮，雲林縣 2011 年統計總漁戶數為 5,494 戶，其中台西鄉 2,360 戶，麥寮鄉 685 戶，四湖鄉 744 戶，口湖鄉 1,510 戶，即占全縣漁戶數之 96.45%。濱臨台灣海峽的麥寮、台西、四湖、口湖等四個鄉鎮，所形成一個狹長的養殖漁業區域，養殖種類以牡蠣、文蛤最多。

（3）酪農畜牧

依據農業統計年報對家禽及家畜之調查顯示，雲林縣 2011 年牲畜頭數為 1,527,857 頭、家禽隻數為 11,741 千隻，較前兩年有顯著成長。先進國家對此畜牧業的限制越趨嚴格，由於耗水量高及對環境的污染、排碳量等課題，雲林縣未來發展畜牧業必須考量與環境互動面，要有進一步的想法與技術。

2. 主要農業產值分析

（1）稻米

稻米為雲林縣之主要農產品，在台灣地區佔有相當重要的地位，在政府的休

耕政策下種植面積逐年減少，2002 年種植面積 46,007 公頃（產量 240,974 公噸）至 2011 年時減少至種植面積 42,131 公頃（產量 309,442 公噸），種植面積減少了 3,876 公頃，但由於生產技術的提升，產量反而增加 68,468 公噸（表 3.9）。2011 年稻米主要生產區為大埤鄉、荖桐鄉、二崙鄉。

表 3.9 2002-2011 年雲林縣稻米收穫面積、產量一覽表

年份	種植面積（公頃）	收穫面積（公頃）	產量（公噸）
2002 年	46,007	46,007	240,974
2003 年	42,631	42,631	238,238
2004 年	40,740	40,740	221,385
2005 年	43,556	43,556	208,289
2006 年	43,954	43,954	225,006
2007 年	42,550	42,550	184,578
2008 年	41,696	41,696	219,487
2009 年	42,098	42,098	241,789
2010 年	43,733	43,733	290,425
2011 年	42,131	42,131	309,442

資料來源：雲林縣（2011）

(2) 蔬菜

雲林縣為台灣主要蔬菜生產地區之一，主要蔬菜種類以竹筍、蘆筍、甘藍、花椰菜、西瓜、結球白菜、不結球白菜、香瓜、食用玉米、大芥菜、茭白筍、蒜頭等為主。2011 年雲林縣各鄉鎮市之收穫面積以二崙鄉 8,015.09 公頃所佔面積最大，其次為四湖鄉 6,025.92 公頃，再者為西螺鎮 5,045.23 公頃，產量則以二崙鄉 172,866 公噸最多，其次為西螺鎮 113,307 公噸，再者為四湖鄉 111,965 公噸。

(3) 果品

雲林縣地處副熱帶及熱帶氣候之交界，主要果品種類有香蕉、鳳梨、柑橘類、葡萄、荔枝等，2011 年雲林縣各鄉鎮市之收穫面積以古坑鄉 3,543.54 公頃所佔面積最大，產量為 101,758 公噸，其次斗六市收穫面積為 1,149.84 公頃，產量為 3,5897 公噸，由此可知，古坑鄉與斗六市為雲林縣主要的果品產地。

(4) 漁獲量及產值

漁獲量 2002 年時產量 62,261.7 公噸，價值 58 億 8,436 萬元，2011 年產量 76,474 公噸，價值 97 億 8,354 萬元，產量增加了約 1.4 萬公噸，產值增加約 40 億元。

表 3.10 2002-2011 年雲林縣漁獲量統計表

單位：公噸／新台幣千元

年份 (年)	總計		近海漁業		沿岸漁業		養殖漁業	
	產量	價值	產量	價值	產量	價值	產量	價值
2002	62,231.1	5,912,428	137.1	25,788	90.7	16,622	62,003.3	5,870,019
2003	64,283.1	5,683,771	148.6	27,808	94.9	17,383	64,039.5	5,638,580
2004	50,196.4	3,935,218	147.8	25,886	88.3	14,873	49,960.4	3,894,460
2005	45,358.7	4,032,254	84.2	13,184	36.7	4,526	45,237.7	4,014,544
2006	66,195.4	4,914,444	92.2	13,655	41.8	3,721	66,061.4	4,897,068
2007	57,378.6	5,036,052	150.4	24,300	262.3	34,316	56,965.8	4,977,435
2008	80,655.9	6,456,277	181.1	23,179	275.6	82,730	80,199.2	6,350,368
2009	68,979.0	6,223,532	63.9	8,645	357.0	93,593	68,557.6	6,121,295
2010	81,610.6	9,508,734	340.3	56,147	79.1	32,559	81,191.3	9,420,028
2011	76,474.0	9,783,547	344.5	60,534	219.3	91,429	75,910.2	9,631,584

資料來源：雲林縣（2002-2011）

(5) 養殖漁業及養殖面積

根據雲林縣主計處 2011 年統計，雲林縣水產養殖面積有 8,749.85 公頃，雲林縣養殖魚塭集中在靠近台灣海峽的四鄉，主要養殖有麥寮鄉、台西鄉、四湖鄉、口湖鄉等。

目前已成立的養殖漁業生產區（海水養殖）計有：口湖鄉的下湖口區 280 公頃、水井區 128 公頃、新港北區 458 公頃、新港南區 336 公頃、下崙北區 370 公頃、青蚶區 215 公頃、台子區 310 公頃、蚶仔寮區 237 公頃等八區，共計 2,334 公頃。

(三) 二三級產業概況

1. 二級產業總產值

依據工商普查調查報告雲林縣二級產業產值為 13,332 億元，其中製造業占 94.9% 為 12,657 億元，近九成以上為離島工業區之產值。

表 3.11 雲林縣二級產業別及產值

行業別	產值（千元）	比例
礦業及土石採取業	253,219	0.02%
製造業	1,265,748,027	94.94%
電力及燃氣供應業	37,398,284	2.81%
用水供應及污染整治業	2,770,355	0.21%
營造業	27,046,170	2.02%
合計	1,333,216,055	100.00%

資料來源：行政院主計處（2011）

2.三級產業產值

依據工商普查調查報告雲林縣三級產業產值為 1,028.5 億元，其中批發及零售業占 33.11%為 341 億元是三級產業比例最重要者，其次為金融及保險業、強制性社會安全業占 17.61%約為 181 億元，再其次為醫療保健及社會工作服務業占 12.28%約為 126 億元。

表 3.12 雲林縣三級產業別及產值

行業別	產值 (千元)	比例
批發及零售業	34,058,419	33.11%
運輸及倉儲業	10,903,268	10.61%
住宿及餐飲業	5,865,432	5.70%
資訊及通訊傳播業	6,177,844	6.01%
金融及保險業、強制性社會安全	18,109,446	17.61%
不動產業	3,661,605	3.56%
專業、科學及技術服務業	2,440,313	2.37%
支援服務業	1,642,171	1.60%
教育服務業	998,006	0.97%
醫療保健及社會工作服務業	12,630,660	12.28%
藝術、娛樂及休閒服務業	2,988,370	2.90%
其他服務業	3,377,656	3.28%
合計	102,853,190	100.00%

資料來源：行政院主計處（2011）

3.重點分布區域

若就二三級產業綜合分析，2011 年底斗六市、虎尾鎮、斗南鎮、北港鎮、西螺鎮及麥寮鄉發展程度較高，聚集雲林縣逾 6 成場所單位數與就業機會，貢獻 96%生產總額，為雲林縣工商業發展中心。

若按場所單位變動情形，2006 至 2011 年間場所單位數以台西鄉、土庫鎮、莿桐鄉增加幅度最多；從業員工人數以斗六市、土庫鎮及台西鄉增幅最多；生產總額以斗六市、褒忠鄉、虎尾鎮增幅最多。

表 3.13 雲林縣二三級產業場所單位數前六大行政區之經營概況

行政區	年底場所單位數		年底從業員工人數		全年生產總額		主要發展產業 (生產總額占該行政區比重) (%)
	(家)	較 2006 年底增減 比較 (%)	(人)	較 2006 年 底增減比 較 (%)	(百萬元)	較 2006 年增減比 較 (%)	
總計	28,115	6.91	134,732	10.41	1,484,511	50.24	
斗六市	6,512	11.16	44,952	19.90	220,697	70.59	非金屬礦物製品製造業 (30.66%) 紡織業 (11.50%) 金屬製品製造業 (9.03%)
虎尾鎮	3,576	12.52	14,715	11.74	34,658	52.94	化學製品製造業 (12.27%) 零售業 (7.03%)
斗南鎮	2,229	-0.49	8,837	-3.12	16,864	14.58	食品製造業 (10.43%) 零售業 (9.64%)
北港鎮	2,029	2.79	6,935	-0.19	12,006	4.51	醫療保健服務業 (12.23%) 零售業 (12.19%)
西螺鎮	1,943	1.99	6,135	6.99	9,614	15.63	食品製造業 (17.81%) 醫療保健服務業 (11.86%)
麥寮鄉	1,399	9.04	18,847	13.04	1,125,771	50.88	石油及煤製品製造業 (50.31%) 化學材料製造業 (45.37%)

資料來源：行政院主計處 (2011)

第六節 水資源利用現況

一、水資源使用及供需分析

雲林縣境內主要用水可分為生活、工業、農業用水，其中農業用水又分為灌溉、養殖、畜牧用水，以近年用水量逐年攀升，以 2006-2010 年用水資料統計，年用水量逐年攀升，平均達 19.5 億噸，而 2007 年度用水量高達 22.5 億噸。就 5 年平均用水情形觀之，其中農業用水(農漁牧)量佔 16 億噸，為總用水量的 83.7%，

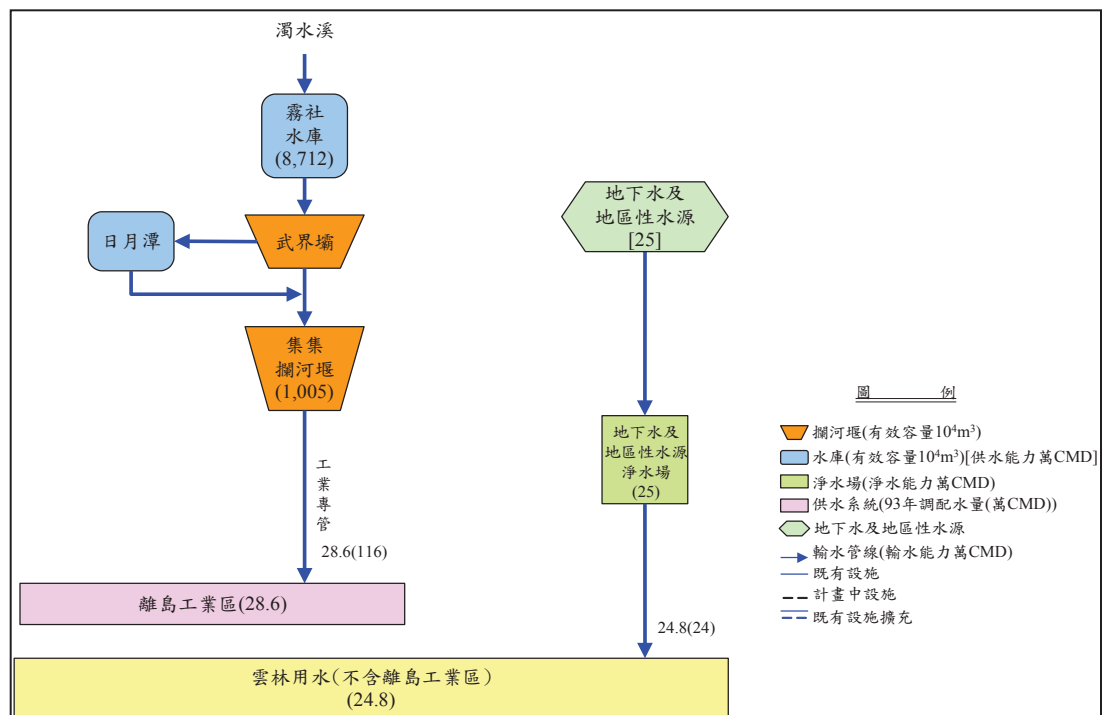
工業用水次之，約為 2 億噸，為總用水量的 11.3%，生活用水最少，年僅使用 0.98 萬噸，為總用水量的 4.99%（如表 3.14 所示）。

表 3.14 雲林縣 2006-2010 年各產業用水統計

單位：千立方公尺						
年度	生活	工業	農業			合計
			灌溉	養殖	畜牧	
2006	100,806	243,450	1,482,947	133,884	20,108	1,981,194
2007	99,779	213,920	1,742,694	170,165	19,241	2,245,799
2008	95,643	216,430	1,736,378	170,165	19,027	2,237,644
2009	96,297	214,590	1,048,961	90,961	19,007	1,469,816
2010	95,432	217,280	1,393,936	113,838	19,082	1,839,567
五年平均	97,591	221,134	1,480,983	135,803	19,293	1,954,804
佔總用水量百分比	4.99%	11.31%	75.76%	6.95%	0.99%	100.00%

資料來源：經濟部水利署各項用水統計資料庫網站（2013）

2011 年雲林縣的自來水供給率約 93.71%，普遍而言，濱海鄉鎮之自來水普及率較低，普及率未達八成者包括：麥寮、台西、水林等鄉。另依據經濟部水利署統計，2011 年全縣每人每日生活用水量約 235 公升。

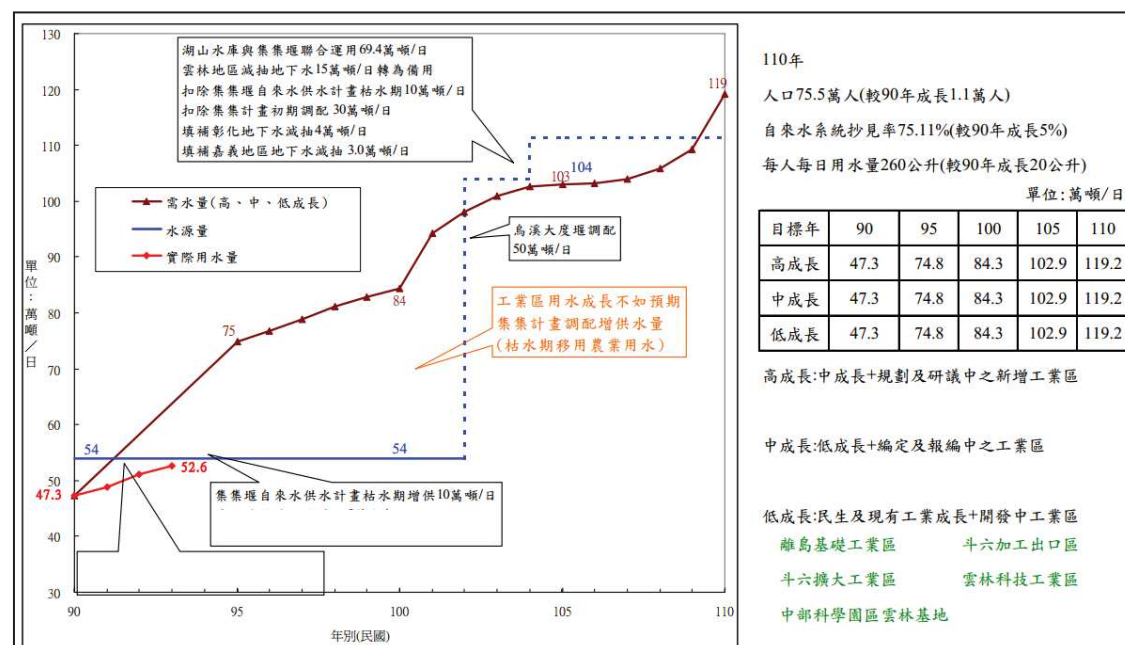


資料來源：經濟部水利署中區水資源局（2006）

圖 3.13 雲林縣現有水源及供水設施示意圖

依據 2006 年中部地區水資源利用整體檢討規劃，目前水源量並不足以供應

全縣農業、工業與生活用水，需由台中區支援用水，始能滿足所需用水量，未來待相關水庫、攔河堰與人工湖建設完成挹注後，始能滿足所需之用水量（經濟部水利署中區水資源局，2006）。



資料來源：經濟部水利署中區水資源局（2006）

圖 3.14 雲林縣生活及工業用水供需比較圖（不含自行取水）

二、水資源供需現況

雲林地區總用水量約 22.89 億噸，地下水總抽用量約 8.05 億噸，各主要用水標的的年地面水、地下水用水量如表 3-15 所示。雲林地區目前生活用水量約 1.03 億噸，佔總用水量 4.5%，其中約 43.69%來自地下水，工業用水量約 3.12 億噸，其中地下水約 2.06 億噸，約佔總用水量之 66.03%，主要多為自行取用地下水。灌溉年用水量約 17.20 億噸，其中約 24.42%（即 4.2 億噸）仰賴地下水，養殖用水之年用水量約 1.35 億噸，85.19%為地下水，畜牧則皆為抽用地下水（經濟建設委員會，2011）。

（一）生活用水

雲林地區供水現況自來水系統可供水源總量約 28.5 萬噸/日（1.04 億噸/年，不含離島工業區用水），主要由集集堰（15.9 萬噸/日，0.58 億噸/年）及地下水（12.6 萬噸/日，0.46 億噸/年）供應，可滿足現況用水量約 28.5 萬噸/日（約 10.4 億噸/年）。

未來預估至 2031 年民生用水需求約 24 萬噸/日（約 0.88 億噸/年），加上由自來水系統供應之產業用水，估計自來水系統需求至 2031 年達每日 31.6 萬噸（1.15 億噸/年）（經濟建設委員會，2011）。

（二）工業用水

雲林工業用水量約為 3.12 億噸，其中地下水約 2.06 億噸，約佔總用水量之 66.03%，主要多為自行取用地下水，另包含離島工業用水專管約 1.06 億噸（地面水），其餘為透過自來水系統供應。離島工業區用水係由集集攔河堰工業專管供應，離島工業區工業用水於集集堰豐水期核定水量為每日 86 萬噸，目前用水量約為每日 32 萬噸；枯水期（2-5 月）並無水權，故由經濟部工業局與雲林農田水利會簽訂調水協議調度農業用水因應。未來預估至 2031 年成長每日 3.6 萬噸（已初步考量部份自行抽取地下水改由自來水系統供應所需水源量）；該用水需求量已列入公共用水需求考量因應。

而離島工業區用水需求則依據離島工業區長期用水規劃為每日 86 萬噸，由集集堰工業用水專管供應，惟枯水期用水來源除前述調度農業用水外，尚須另覓水源或自行開發因應（經濟建設委員會，2011）。

（三）灌溉用水

灌溉年用水量約為 17.20 億噸，其中約 24.42%（即 4.2 億噸）仰賴地下水，雲林地區僅少部分為雙期作水稻，大部分為輪作田原均為三年一作，1960 年代政府開鑿 600 餘口深水井灌溉增產，部分農地始得改為三年二作或二年一作之制度，因無規劃第一期作水稻耕作之水源，農民為增加生產，自行鑿井灌溉，導致農業灌溉大量抽用地下水。

未來因近 10 年來因應工業及民生用水之需求，每年配合政策移用農業灌溉用水達 1.2 億噸，基於灌溉水量極為有限，且愈加匱乏，尤其氣候異常現象頻度增加，缺水事件將更為頻繁致使移用農業灌溉用水頻率及水量均呈增加趨勢（經濟建設委員會，2011）。

（四）養殖用水

雲林縣養殖面積 5,447 公頃，養殖年總用水量約為 2.44（包括鹹水及淡水年總用水量 1.09 及 1.35）億噸/年，而淡水年總用水量約為 1.35 億噸，其中包括地下水年總用水量 1.15 億噸及地面水年總用水量 0.20 億噸。

未來在政府發展鹹水養殖政策，改善沿海養殖生產區之潮汐供水路設施，逐

漸增加優質海水供應下，以逐年減少淡水之使用量，依據未來養殖產業發展預擬調整及替代用水方案，檢討養殖生產區及非養殖區之用水未來需求（經濟建設委員會，2011）。

表 3.15 2010 年雲林各標的用水量及水源別概估表

用途		生活	工業	農業				合計
				灌溉	養殖	畜牧	小計	
總用水量	年用水量 (億噸)	1.03	3.12	17.20	1.35	0.19	18.74	22.89
	百分比	4.50%	13.63%	81.87%				100%
地面 水用 水量	年用水量 (億噸)	0.58	1.06	13.00	0.20	0	13.2	14.84
	百分比	3.91%	7.14%	88.95%				100%
	佔總用水量 百分比	56.31%	33.97%	70.44%				64.83%
地下 水用 水量	年用水量 (億噸)	0.45	2.06	4.20	1.15	0.19	5.54	8.05
	百分比	5.59%	25.59%	68.82%				100%
	佔總用水量 百分比	43.69%	66.03%	29.56%				35.17%

資料來源：經濟部水利署（2012）

三、水資源供給情形

除經核准興建的湖山水庫（供水量每日 69.4 萬噸）外，以攔河堰及地下水井為主。攔河堰以 2002 年完工啟用的「集集共同引水」為主要取水設施（每日供給 131 萬噸），並以最大出水量為每秒 90 噸之南岸取水口取水，由南投竹山至雲林西螺長約 38 公里之南岸聯絡管道輸水至雲林地區，以供作雲林地區之公共用水，最大量可達每日 20 萬噸（每年 0.8 億噸）。另以位於林內之分水工進行南岸聯絡管道之分水工作，以長 47 公里之工業用專用管道（林內至麥寮）提供離島基礎工業區之用水，其規劃最大可供應水量為每日 86 萬噸（每年 3.2 億噸）（台灣大學建築與城鄉研究發展基金會，2012）。

2012 年雲林縣水源供給設施已完成與施工中之設施包含，集集攔河堰、湖山水庫、農田水利會引水灌溉系統、自來水系統，總供水量可達 15 億立方公尺，其中 13 億立方公尺為地面水源，而雲林縣仰賴地下水補足現有各產業所需水資源，其年使用量約為 5~7 億立方公尺。

雲林縣之地下水井數量達 10.7 萬口，其中以灌溉用水使用最多，數量達 9.6 萬口，其次為養殖使用數量為 6,000 口，公共用水與工業用水數量較少。因此，

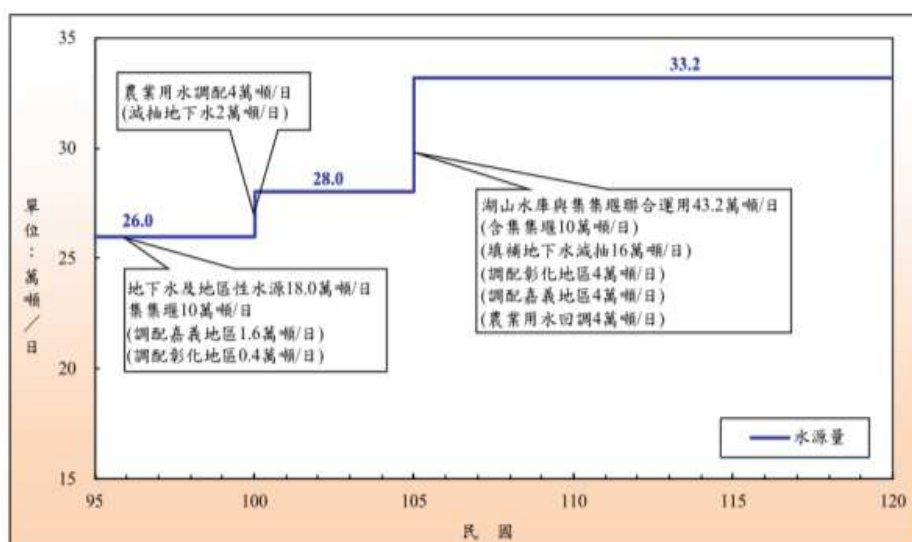
水井數量最多之鄉鎮集中於灌溉取水較頻繁之處，如元長、二崙、虎尾、麥寮、水林、崙背、土庫等地區；在養殖用水方面，使用水井集中於口湖、麥寮、台西；在公共給水方面，以麥寮、莿桐、東勢、斗六、水林較多；在工業用水方面，以麥寮最多。

表 3.16 雲林縣各水利系統供水量概估

項目	集集攔河堰與湖山水庫聯合運用	農田水利會引水灌溉系統	自來水系統
日供水量	69.4 萬噸（萬立方公尺） 1.民生：雲林 31 萬噸、彰化 4 萬噸、嘉義 4 萬噸 2.工業：非離島 18 萬噸、離島 10 萬噸	取濁水溪、清水溪、北港溪河川水源，因豐枯水期流量不穩定，另以 69 處回歸水補注、610 口地下深水井取地下水供應	38.56 萬噸（萬立方公尺）。除於北港溪設一處入水口，利用北港溪地面水外，其餘多使用地下水，設淺水井 13 口、深水井 186 口
年供水量（預測）	2.5 億噸（億立方公尺）	1.河川取水量：約為 10 億噸（億立方公尺） 2.回歸水與補助水源：約為 1000~2000 萬噸（萬立方公尺） 3.地下水：6000~7000 萬噸（萬立方公尺）	1.4 億噸（億立方公尺）

資料來源：台灣大學建築與城鄉研究發展基金會（2012）

雲林地區不含工業專管之公共水源原來供給能力約每日 26.0 萬立方公尺，水源主要來源為地下水及地區性水源每日 18.0 萬立方公尺，集集堰供給每日 10.0 萬立方公尺，並分別調配嘉義及彰化地區用水每日 1.6 及 0.4 萬立方公尺。於 2011 年調配農業用水每日 4 萬立方公尺以減抽地下水每日 2 萬立方公尺；2016 年湖山水庫與集集攔河堰聯合運用後每日將可增加供水 43.2 萬立方公尺，除支援彰化及嘉義每日各 4 萬立方公尺外，屆時亦將配合集集下游供水計畫再減抽本區地下水每日 16 萬立方公尺，並停止調配農業用水每日 4 萬立方公尺。綜合上述，雲林地區於 2031 年水源量為每日 33.2 萬立方公尺（圖 3.15）（經濟部水利署，2012）。



資料來源：經濟部水利署（2012）

圖 3.15 雲林地區水資源利用供應圖

四、自來水供給系統

自來水供水人口及供水量的情形，由台灣自來水股份有限公司第五區管理處管理，雲林縣的自來水轄區內的服務機構共有十個營運所，淨水場共 30 個及 1 個高架水塔。依據 2011 年底雲林縣統計要覽，實際供水人口數為 66 萬 8,699 人，供水普及率為 93.71%，較上年增加 0.03%。

表 3.17 2011 年雲林縣自來水供水普及率

鄉鎮市	人口數（人）			普及率 B/Ax100 （%）
	行政區域 人口數 A	供水區域 人口數	實際供水 人口數 B	
斗六市	107,143	107,143	106,665	99.55
斗南鎮	46,815	46,815	46,386	99.08
虎尾鎮	70,080	70,080	69,770	99.56
西螺鎮	48,125	48,125	47,840	99.41
土庫鎮	30,247	30,247	29,562	97.74
北港鎮	42,483	42,483	40,170	94.56
古坑鄉	33,659	32,065	29,749	88.38
大埤鄉	20,893	20,893	20,699	99.07
莿桐鄉	30,251	30,251	30,046	99.32
林內鄉	19,581	19,581	19,520	99.69
二崙鄉	29,331	29,331	28,949	98.70
崙背鄉	26,879	26,879	26,679	99.26
麥寮鄉	39,147	39,147	31,175	79.64
東勢鄉	16,379	16,379	14,619	89.25
褒忠鄉	13,997	13,997	13,100	93.59

鄉鎮市	人口數(人)			普及率 B/Ax100 (%)
	行政區域 人口數 A	供水區域 人口數	實際供水 人口數 B	
台西鄉	25,662	25,662	20,429	79.61
元長鄉	28,367	28,367	26,106	92.03
四湖鄉	26,316	26,316	21,401	81.32
口湖鄉	29,898	29,898	23,940	80.07
水林鄉	28,303	28,303	21,894	77.36
統計	713,556	711,962	668,699	93.71

資料來源：中華經濟研究院（2015）

未來依據自來水公司的計畫，配合湖山水庫計畫所施設之自來水管線系統，將來自來水管線將延伸至二崙、崙背、麥寮、台西、四湖等鄉之範圍（圖 3.16）。



資料來源：經濟部中區水資源局（2013）

圖 3.16 雲林縣自來水計畫管路圖

第七節 水足跡概況

針對 2010 年各縣市水足跡概況進行試算，讓過去以國家或區域層級的計算方式能夠更深入至縣市層級，並將其初步估算結果提供雲林縣政府作為用水調整之參考，該研究結果顯示雲林縣在藍水足跡與人均藍水足跡均為全國最高，這意味著雲林縣在地表水及地下水的汲取量已高於其他縣市，這可能是造成雲林縣嚴

重地層下陷的原因之一。而嘉南地區藍水足跡僅次於雲林縣，在人均藍水足跡上卻只有 1.38 千立方公尺，和雲林縣人均藍水足跡 5.28 千立方公尺差了 3.9 千立方公尺，這可能是因為嘉南地區涵括了台南市人口，而造成人均藍水足跡下降；台東縣則因人口較少，使得人均藍水足跡列居第二高，達到 5.04 千立方公尺（如表 3.18）（中華經濟研究院，2015）。

表 3.18 台灣各縣市 99 年度藍水足跡及各縣市各標的人口標準化之藍水足跡

縣市	農業用水	民生用水	工業用水	農耕產 品出口 虛擬水	畜牧產 品出口 虛擬水	藍水足跡(千 立方公尺/千 噸)	縣市人均藍 水足跡(千 立方公尺)
全國	11,548,058	3,073,949	16,010,200	105.93	16.45	30,632,085	1.32
北北基 區域	458,349	1,184,977	875,100	5.68	0.09	2,518,420	0.36
台中市	1,474,020	420,446	1,288,500	4.21	0.47	3,182,961	1.2
高雄市	506,810	198,826	2,477,100	1.87	0.75	3,182,732	1.15
桃園縣	310,933	264,614	2,678,900	2.71	0.25	3,254,445	1.63
新竹縣市	361,018	107,894	612,500	1.15	0.28	1,081,410	1.16
苗栗縣	335,539	67,494	675,100	9.94	0.22	1,078,123	1.92
彰化縣	1,589,355	136,754	1,058,400	7.72	2.15	2,784,498	2.13
南投縣	574,612	59,394	237,900	7.39	0.47	871,898	1.66
雲林縣	1,515,535	95,432	2,174,900	15.64	2.43	3,785,849	5.28
嘉南地區	946,055	312,699	2,441,800	0.49	4.87	3,700,549	1.38
屏東縣	1,053,889	86,317	431,900	9.18	3.22	1,572,094	1.8
台東縣	997,090	33,807	132,800	7.84	0.39	1,163,688	5.04
花蓮縣	1,074,418	48,764	442,700	6.63	2.68	1,565,873	4.62
宜蘭縣	807,330	56,532	481,900	18.6	0.08	1,345,743	2.92

資料來源：中華經濟研究院(2015)

第八節 碳足跡概況

雲林縣碳足跡概況之試算，主要以以國際能源總署(IEA)最新出版的《2013 Key World Energy Statistics》的 2011 年全國二氧化碳排放量為基礎，再依據各縣市 2012 年公布的《101 年家庭收支調查報告》⁵中各縣市家庭收支之消費支出比例為換算基準，再除以各縣市人口數⁶，估算出各縣市的人均碳足跡（中華經濟研究院，2015）。在碳足跡的計算上，參考李永展（2006）計算各縣市生態足跡

⁵ 2011 年並無各縣市家庭收支調查資料，故以 2012 年資料作為比例之計算。

⁶ 各縣市人口數據來自行政院主計處 99 年人口及住宅普查縣市報告統計表。上網日期：2013.12.05。

<http://ebas1.ebas.gov.tw/phc2010/chinese/rchome.htm>

之能源地消費足跡所採用的家庭消費支出項目，其在能源消費項目上，採取家庭收支調查報告中的消費支出項目：電費及燃料、交通及通訊作為計算基礎。此外，計算基礎採取主計處公布的家庭收支調查報告，調查範圍僅限於台灣區，並未納入福建省金門縣與連江縣的相關資料。其計算結果（表 3.19），雲林縣在二氧化碳總排放量和和其他縣市相比為第 9 低的縣市（5.87 百萬公噸），在人均二氧化碳排放量上，則為第 5 低的縣市（9.48 公噸/人），同時也較全國平均值（264.66 百萬公噸及 11.31 公噸/人）低很多。另外，和雲嘉南區域其他縣市相比，因嘉義縣市二氧化碳排放量較雲林縣高，常居人口數又較雲林縣少，使得其人均二氧化碳排放量高達 10.37 公噸/人，嘉義市甚至高達 10.19 公噸/人。台南市為雲嘉南區域中二氧化碳排放量最高的縣市，高達 20.17 百萬公噸，但因其人口為雲林縣之三倍，因而降低其人均二氧化碳排放量，為 10.96 公噸/人。

表 3.19 各縣市人均二氧化碳排放量統計表

縣市	二氧化碳排放量 (Mt)	人口數 (百萬人)	人均二氧化碳排放量 (Mt)
全國	264.66	23.39	11.31
台北市	36.94	2.66	13.91
新北市	48.47	4.05	11.95
桃園縣	25.82	2.19	11.79
新竹縣	7.72	0.52	14.79
新竹市	6.17	0.48	12.95
苗栗縣	6.08	0.53	11.47
台中市	27.86	2.73	10.20
彰化縣	10.27	1.23	8.37
南投縣	5.59	0.46	12.13
雲林縣	5.87	0.62	9.48
嘉義縣	5.11	0.49	10.37
嘉義市	2.73	0.27	10.19
台南市	20.17	1.84	10.96
高雄市	32.85	2.78	11.83
屏東縣	7.14	0.80	8.91
台東縣	1.85	0.20	9.18
花蓮縣	3.63	0.31	11.70
宜蘭縣	5.41	0.43	12.66
基隆市	4.26	0.38	11.16
澎湖縣	0.74	0.09	8.55
總計	264.66	23.39	11.31

資料來源：中華經濟研究院（2015）

若從各縣市的人均碳足跡來看（表 3.20），雲林縣的人均碳足跡為 4.98 全球公頃/人，低於全國人均碳足跡 5.94 全球公頃/人，但和其他縣市相較，則為排

名第 5 低的縣市。然而，此縣市人均碳足跡的計算是以各縣市家庭消費支出的比例為基礎所計算，並無法得知六輕工業區中各廠商的二氧化碳排放量對雲林縣的人均碳足跡有何影響。

表 3.20 各縣市人均碳足跡

各縣市	人均碳足跡 (全球公頃/人)	各縣市	人均碳足跡 (全球公頃/人)
全國	5.94	嘉義縣	5.44
台北市	7.30	嘉義市	5.35
新北市	6.28	台南市	5.75
桃園縣	6.19	高雄市	6.21
新竹縣	7.76	屏東縣	4.68
新竹市	6.80	台東縣	4.82
苗栗縣	6.02	花蓮縣	6.14
台中市	5.36	宜蘭縣	6.65
彰化縣	4.40	基隆市	5.86
南投縣	6.38	澎湖縣	4.49
雲林縣	4.98		

資料來源：中華經濟研究院（2015）

而六輕工業區的溫室氣體排放資料並無對外公開，僅可從 2010 年的《六輕營運 10 年總體評鑑計畫成果報告》一窺究竟，根據 2010 年 10 月 27 日至 29 日由 2010 年的《六輕營運 10 年總體評鑑計畫成果報告》顯示，在六輕溫室氣體排放量盤查評鑑上，六輕工業區在 2008 年的溫室氣體排放的二氧化碳當量為 44905411.22 t CO₂-e（表 3.21）：

表 3.21 六輕計畫之溫室氣體排放量

集團或公司	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	%
台塑六輕	39,279,803.57	41,978,890.31	46,044,518.57	43,893,558.32	98.77
中塑油品	8.10	8.48	10.44	35.29	0.00
長春六輕	205,183.85	257,179.57	655,621.58	1,011,817.61	1.23
總計	39,484,995.52	42,236,078.36	46,700,150.59	44,905,411.22	100.00

資料來源：王文裕（2010）

若以六輕工業區在 2008 年溫室氣體排放的二氧化碳當量 44905411.22t CO₂-e 為基礎，帶入前述碳足跡的公式，可計算出六輕工業區的二氧化碳排放量在雲林縣所造成的人均碳足跡為 35.757 全球公頃/人，可作為後續減碳政策之參考。

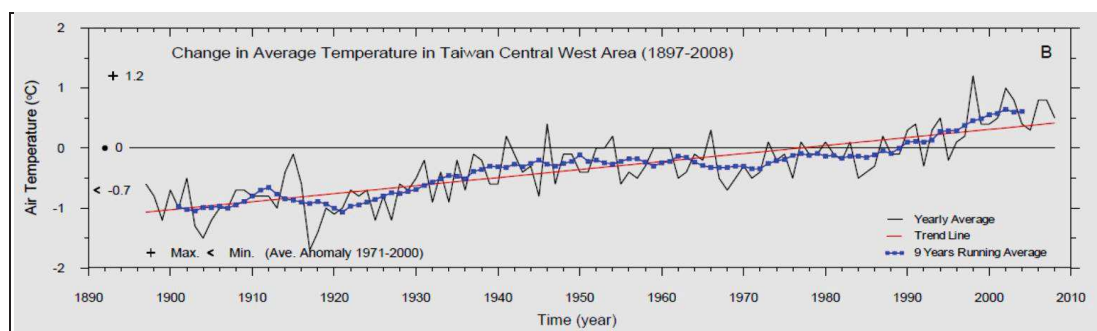
第九節氣候變遷趨勢對雲林的衝擊

雲林縣位於北迴歸線北方 20 公里處，氣候受緯度與暖流影響，屬亞熱帶季風型氣候，年均溫攝氏 22.6 度。夏季高溫炎熱，旺盛的西南氣流帶來大量雨水，但降雨相當不均勻，約七成的降雨集中在 5 至 9 月。年均雨量 1,300 毫米，遠低於台灣全島平均降雨量 2,500 公厘，加上年平均蒸發量約為 1,448 公厘，氣候較為乾燥。10 月至 1 月為乾早期，東北季風盛行。每年夏秋之際多颱風侵襲，遇豪雨與暴潮則易造成淹水災害（中華經濟研究院，2015）。

境內氣候受地形影響，山地丘陵地之降雨量較多，雨量隨地勢減緩而漸次下降。沿海及平原地區地勢平坦，氣溫變化不大，因缺乏天然屏障，受東北季風及海風影響大，冬季季風強烈，暴風日多，氣候乾燥不利農作，同時揚塵問題嚴重，影響空氣品質。東側之山地丘陵區氣溫變化較大，尤其日夜溫差顯著，降雨量較平原地區大，而因山區屏障，風速及風力較為緩和（中華經濟研究院，2015）。

（一）氣溫上升

依據中央氣象局報告（2013）顯示：近百年來全台平均氣溫上升 0.8℃（都會區是 1.4℃，西部市鎮 0.9℃，東部市鎮 1.3℃，山區 0.6℃，離島 1.1℃），季節變動幅度以春秋為最大。在都會地區，最低氣溫之升幅較最高氣溫高出幾近 3 倍，可見都會地區之夜晚升溫趨勢大於白天。全台平地南北溫差約 2.8℃，百年來平地平均氣溫上升了 0.9-1.2℃。



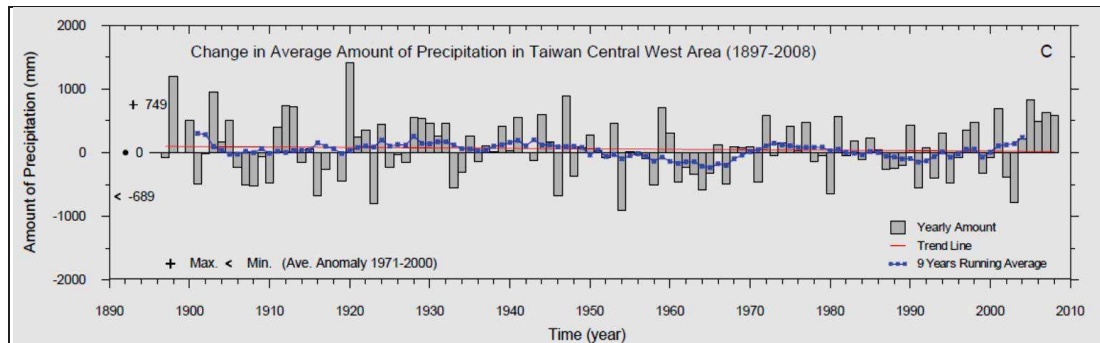
資料來源：中央氣象局網站（2013）

圖 3.17 百年來台灣西部地區年均溫度變化趨勢

（二）極端降雨量增強

依據中央氣象局報告（2013）顯示：近百年來全台降水量屬減少趨勢，惟近

年來又有增加之現象，平地略有增加，以秋季增加較多。近 70 年來，南部及山區稍有減少，以冬季減少為多，整體看台灣之降水量並不像氣溫有一致性之趨勢，降水時數則均呈減少，表示降水強度（單位時間內降水量）是屬增強的狀況。



資料來源：中央氣象局網站（2013）

圖 3.18 百年來台灣西部地區年平均降雨量變化趨勢

（三）海平面上升

台灣氣候變遷科學報告（國家科學委員會，2011）研究指出，自 1950 年以來，每個測站的海平面高度在長時間尺度下都處於上升的趨勢。海平面高度上升最快速的時期皆發生在 1970 年代與 1990 年代。台灣近海海平面高度變化與全球海平面高度變化比較，在 1993 年到 2003 年間驗潮儀所測得的海平面上升速率為 5.7 公厘/年，與西太平洋其它區域性海平面上升速率相近，但遠大於全球平均值 3.1 公厘/年。原因可能是近幾十年東太平洋海平面持續下降，西太平洋海平面持續上升所造成，聖嬰現象以及鄰近海域（如南海）海平面變化，都可能是造成台灣地區海平面高度變化劇烈的原因（Tsenget al., 2010）。

（四）極端天氣引發災害

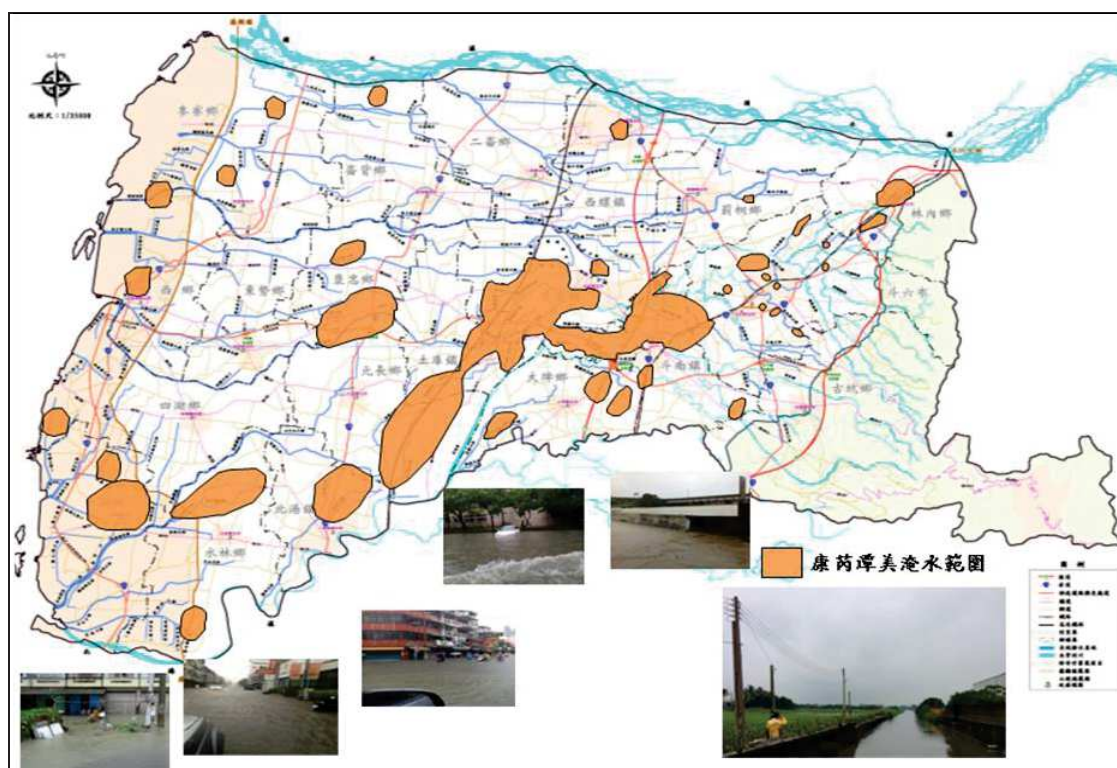
極端天氣較容易引發複合型天然災害，例如風災、震災、火災、水災及坡地災害，而雲林縣歷年所造成的災害事件主要為颱風災害與坡地災害兩類，因為風災一般會伴隨水災，所以稱為颱風災害。

1. 颱風災害

近年來，雲林縣飽受水患之苦，例如 2004 年 72 水災、2005 年 0612 水災、2006 年 0609 水災、2007 年 0819 水災、2008 年 0602 水災、0718 水災、2009 年 莫拉克颱風、2010 年 0726 水災、2012 年泰利颱風、0610 水災、2013 年 0519 水災、康芮及潭美颱風均挾帶豐沛的雨量，造成雲林縣地區多處發生淹水災情，致使嚴重損失之原因大致可分為降雨量過大、暴雨過度集中及地層下陷等 3 項。

康芮、潭美颱風淹水面積為 7,891 公頃，災區平均 24 小時累積降雨量 381mm，

主要淹水區域集中在斗南、虎尾、土庫、元長一帶，虎尾以南高鐵沿線兩側淹水面積範圍廣，其於較大面積的淹水在褒忠、水林、口湖一帶，零星分布於斗六、林內、四湖、麥寮、崙背（中華經濟研究院，2015）。

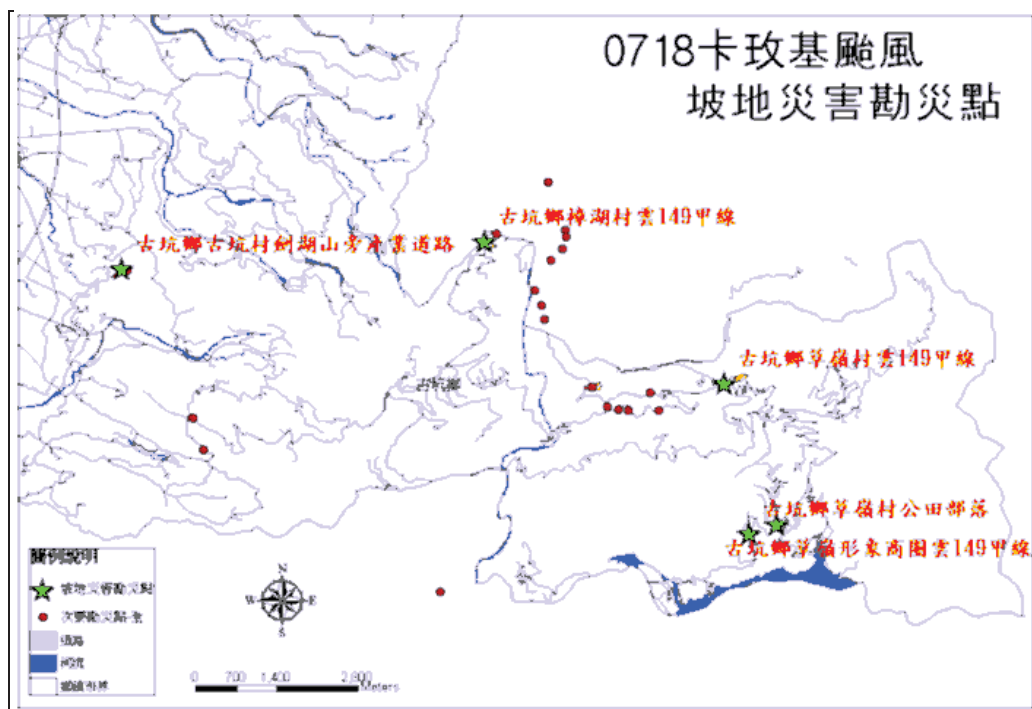


資料來源：雲林縣政府水利處（2013）

圖 3.19 康芮潭美淹水範圍圖

2. 坡地災害

雲林縣歷年來發生了多處崩坍或土石流事件，例如 2004 年林內坪頂邊坡崩坍，又於 2008 年卡玫基颱風過境於雲林縣古坑鄉造成 5 個崩坍處，分別為永光村劍湖山產業道路旁泥流，樟湖村雲 149 甲線崩坍、草嶺村雲 149 甲線崩坍、草嶺村形象商圈雲 149 甲線崩坍及草嶺村公田部落土石流，共計 5 處（如圖 3.20 所示）；2009 年莫拉克颱風造成 12 處崩塌。



資料來源：雲林縣消防局（2013）

圖 3.20 卡玫基颱風坡地災害勘災點

表 3.22 雲林縣歷年天然災害彙整表

災害類別		說明
天然災害	颱洪災害	2004 年 72 水災、2005 年 0612 水災、2006 年 0609 水災、2007 年 0819 水災與 2008 年的 0602 水災、0718 水災、2009 年莫拉克颱風、2010 年 0726 水災、2012 年泰利颱風、0610 水災、2013 年 0519 水災、康芮及潭美颱風
	坡地災害	2004 年林內坪頂邊坡崩坍、2008 年卡玫基颱風過境造成 5 個崩坍處、2009 年莫拉克颱風造成 12 處崩塌

資料來源：整理自雲林縣消防局（2013）

綜整上述，雲林縣複合型天然災害的情形進行分析及檢討，依災害型態列表說明如表 3.23。

表 3.23 雲林縣複合型天然災害情形

	颱風災	震災	火災(森林火災)	水災	坡地災害
時間	6-10 月颱風季節，9-11 月東北季風甚至與颱風外圍雲層共伴。	過去 100 年歷史文獻及記錄資料中，震源或震央發生於雲林或附近區域的歷史災害地震共有 11 次，皆造成重大傷亡及人員財物損失。	雲林縣未曾發生過，國外有案例。	6-10 月颱風季節，9-11 月東北季風甚至與颱風外圍雲層共伴。 梅雨季短時間的強降雨。	6-10 月颱風季節，9-11 月東北季風甚至與颱風外圍雲層共伴。 另長期或短期降大雨亦可能有坡地滑動、崩塌致災。
周期	每年約 1~2 次颱風豪雨致災。	大規模致災之地震紀錄	雲林縣未曾發生過。	每年約 1~2 次颱風豪雨致災。	每年約 1~2 次颱風豪雨引致坡地事件。
地點	地勢低窪或排水不利之處，如斗南、虎尾、土庫、元長。	1999 年 9 月 21 日的集集大地震，主要受災鄉鎮市有斗六市、古坑鄉。	雲林縣未曾發生過。	地勢低窪或排水不利之處，如北港、斗南、虎尾、土庫、元長、口湖、大埤、四湖、褒忠、水林、莿桐、崙背、林內、西螺、台西、麥寮。	古坑、斗六、林內一帶山坡地，土石流潛勢溪流、地質敏感坡地。
影響	局部地區有人員死傷、產業受創、土石崩塌。	大規模地震災害有大量人員死傷、建築損毀、土石崩塌。	造成森林地區人員死傷及生態環境遭受破壞。	局部地區人員死傷、產業受創。	造成局部地區人員死傷、建築物毀損、產業受創、土石崩塌。

分析	以淹水災害潛勢圖配合累積雨量警戒值作為預警。	以台灣震災評估系統 (TELES) 模擬評估。	保持森林地區林木的間距，避免摩擦造成火災。	以淹水災害潛勢圖配合累積雨量警戒值作為預警。	加強坡地自主防災監測預警外，繪製潛勢溪流與歷史災點配合疏散避難作業。
----	------------------------	-------------------------	-----------------------	------------------------	------------------------------------

第四章研究方法與架構

第一節研究方法

本計畫主要探討的是在縣市層級中，地方政府面對不同程度脆弱度的鄉鎮市，其可調適的回復力對策如何，以及在不同程度的脆弱度下，各鄉鎮市內村里層級中個人的生態足跡大小如何，透過降尺度的討論，將有助於進一步了解台灣生態足跡的內涵。本計畫將以莫拉克風災受創嚴重的雲林縣，作為評估指標的實證研究地區。以下為本計畫採用之相關研究方法：

一、文獻回顧法

要觀察縣市層級的脆弱度與回復力，首先必須先建構脆弱度指標，國內外文獻中對於脆弱度的討論，主要區分為生物物理脆弱度（自然脆弱度）及社會脆弱度兩種（Adger *et al.*, 2004）。而回復力則指在那些社會、經濟與政治的條件下，會讓系統在經歷災害後能以最快的速度復原（Cutter, 2003）；回復力同時也是環境系統在經歷擾亂及維持運作中，整體容受力的表現（Gunderson & Holling, 2001）。本計畫採用文獻回顧法蒐集國內外有關自然脆弱度與社會脆弱度指標項目之相關文獻，並配合雲林縣可取得的統計資料，挑選出本計畫可使用的脆弱度指標。

二、模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）與因素分析（factor analysis）

本計畫採用模糊德爾菲法來篩選可適用的脆弱度指標，模糊德爾菲法最早由Murray *et al.* (1985) 提出，他將模糊理論運用在德爾菲法中，以克服過去德爾菲法須經過多次專家學者問卷評估回合來獲取評估指標的缺點，以有效減少問卷重複調查的次數。陳建忠、吳杰穎（2011）透過模糊德爾菲法運用模糊理論中「三角模糊數」的概念整合專家學者認知，以改善傳統德爾菲法只能提供50%資訊及過多回合數的缺失，以專家問卷調查方式邀請各領域專家學者進行各層級評估指標項目的篩選，增加可能影響的評估指標項目或剔除相對不重要的評估指標項目，以取得評估指標項目之共識，作為評估指標評選的依據。模糊德爾菲法的問卷發放對象，主要以從事氣候變遷、災害風險、空間規劃、環境保護相關之公私部門及專家學者為主。在獲得自然脆弱度及社會脆弱度各項評估指標項目後，運用因素分析法將各個指標變項簡化成較大的指標特徵因素群，再從不同的指標特徵因素群進一步簡化成不同類型群，形成階層式的層級結構。

三、模糊階層分析法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）

模糊階層分析法主要是由Laarhoven & Pedrycz (1983) 提出，改良了Saaty

(1980) 的傳統階層分析法 (AHP)，運用模糊理論的概念，將三角模糊數直接代入成對比較矩陣中，以防止在處理準則衡量、判斷等過程中所產生之模糊問題，並以區間值 (interval value) 取代傳統AHP之確定數值 (exact value)，讓專家學者在決策時能以較彈性的尺度評估問題，給予評估指標比較值。因此，本計畫採用模糊階層分析法，兩兩比較各項評估指標之相對重要性，賦予各階層之評估指標權重值，作為分析的標準。

四、問卷調查法

針對雲林縣不同高低脆弱度的鄉鎮市村里中，觀察其生態足跡大小狀況有何不同，本計畫使用分層隨機抽樣法中的分層等機率三階段抽樣法 (probabilityproportional to size; PPS) 抽出受訪對象。本計畫設定在95%的信賴區間下，有效樣本數須完成384份，以獲得最小誤差值。

五、田野調查法

經由範圍界定後，對雲林縣整體環境進行資料蒐集與分析，佐以實地觀察雲林縣的自然環境概況、社會經濟背景，以補充文獻資料的不足，並同時以實地拍攝影像佐證各鄉鎮市村里空間的環境與特性。如同Zeisel (1981) 所言，觀察行為是心領神會、直接的、處理動態的現象，在研究環境中觀察行為時，可有不同的干擾程度。因此，本計畫採用無干擾觀察法以拍照方式，針對特殊地貌、城鄉空間、生活形態等三種尺度，挑選重點鄉鎮市或村里，初步瀏覽式地了解雲林縣實際情況與氛圍，並拍照留下記錄以便日後佐證使用，希望減少研究人員進入田野調查時干涉實際現象的程度。

六、深入訪談法

本計畫深度訪談使用結構性訪談大綱作發問依據，對象為10位雲林縣之在地耆老或重要人士。邀約訪談時間與地點則是由受訪者優先選擇其方便可接受採訪之條件，訪談花費之時間依研究者與受訪者談話內容之深淺與情境而有所增減，此外，深入訪談之內容是獲得受訪者之同意錄音建檔，並僅限於本計畫使用。從訪談過程中，實際了解在地居民對雲林縣居住環境、生活狀況的經驗、對環境變化的想法、及氣候變遷趨勢的了解，由訪談內容以了解居民對雲林縣的環境脆弱度現況了解之深淺，以及對整體永續發展的觀念訪談。本計畫先整理出訪談提綱以防訪談內容偏移研究走向，但會適時因受訪者回答情況而稍作問題調整。

七、生態足跡法

依據「全球生態足跡網絡」於2008年所建構的生態足跡計算方法 (GFN, 2008) 進行台灣2008年至2011年生態足跡的統計與分析。本計畫統計之項目與GFN所建構的項目相同，包括耕地足跡、牧地足跡、森林足跡、漁場足跡、碳足跡及建成地等六大項。生態足跡概念是基於以下想法：只要有任何物質或能源被消費，就

必須要從一個或數個生態系中提供一些土地，這些土地負責提供與這些消費有關的資源或廢棄物分解功能。因此，若要決定足以支持某種消費模式所需的土地面積大小，便必須估算每一項消費類別所對應的土地使用。要從準備、維持、到丟棄各個環節來評估數以千計的消費項目根本不可行，所以把計算範圍限制在選擇幾個主要的分類與個別的项目上。大部份的足跡估算是以全國的年平均消費量和全球的土地收成為基礎，這是為了便於在「一般情況」下，對區域或國家作比較而發展出來的標準化過程（在許多國家逐漸依賴多邊貿易並挪用全球公有地的情況下，這是相當實際的方法）。然而，要作到更精緻或更詳細的分析，以區域的或地方的消費與生產統計資料為計算基礎是必要的（李永展，2006）。

生態足跡法的計算分析分為兩個過程：首先追蹤並分析雲林縣個人消費的所有資源及產生的廢棄物；再將消費的資源及廢棄物轉換為供應與維持其功能所需的生物生產力土地面積。而本計畫生態足跡之獲得將採以分別計算個人碳足跡（以環保署綠色生活網之排碳量計算器）與水足跡（環境品質文教基金會之水足跡計算器）之總和，此消耗量再轉換為其所需的生物生產力土地面積，以獲得雲林縣居民生態足跡之數據，並將統整記錄作為後續研究分析使用。

據此，本計畫擬採用文獻回顧法、模糊德爾菲法、模糊階層分析法、問卷調查法、田野調查法、深入訪談法及生態足跡法，作為實證分析之方法。

第二節 以計畫年度說明研究方法之使用

本計畫設定為兩年期計畫，整體計畫目標是企圖透過文獻回顧法、模糊德爾菲法及模糊層級分析程序法，計算雲林縣各鄉鎮市自然及社會脆弱度的評估結果，並加以分類，探討不同高低程度脆弱度的鄉鎮市之回復力狀況，並利用問卷調查的方式，探究不同類型的鄉鎮市村里中，居民對於生態足跡的消費力大小是否有所不同。Mohai *et al.* (2009) 提出氣候變遷的不公平現象會增加社會調適力及回復力資源的不平等，且會隨著不同地區的性別、階級、種族而有所不同，甚至在鄰里及社區層級也會出現氣候變遷的不公平現象 (Mohai *et al.*, 2009; Adger *et al.*, 2006)。因此，本計畫希望透過分析結果，釐清雲林縣不同類型脆弱度下，各鄉鎮市、村里的回復力與生態足跡狀況。相信本計畫的研究成果無論是對學術研究或地方環境永續發展上（特別是對於當前氣候變遷及台灣進入後六都時代治理的兩大挑戰）都將有所貢獻。以下根據年度計畫內容配合主要採行之研究方法說明第一年度研究方法之使用：

第一年之研究方法主要透過基礎文獻資料蒐集、閱讀與評析，以建立雲林縣各鄉鎮市之自然脆弱度、社會脆弱度評估指標之建構、專家學者訪談、問卷調查、評估指標篩選及加權計算、脆弱度模型分析、綜合彙整初步研究結果。

一、文獻回顧（理論文獻、實例分析）

1. 理論文獻

從自然脆弱度、社會脆弱度、回復力、災害風險評估、縣市層級與鄉鎮層級脆弱度、颱風災害管理等方向進行文獻蒐集與評析，作為後續研究分析的理論基礎。

2. 實例分析

在蒐集文獻的過程中，將特別留意國內外與本計畫相關之實例分析，以做為研究對話之對象。

二、指標建構

1. 自然脆弱度、社會脆弱度之指標建構

本計畫需要建構指標的概念有以下二項：自然脆弱度及社會脆弱度。本計畫將參考國內外最新與經典研究以及實例經驗，作為各項概念指標建構之參考架構。

自然脆弱度評估指標的擬定，主要參考Jacob *et al.* (2013)、Khan (2012)、Sterret *al.* (2003)、童慶斌 (2012)、吳政庭等 (2012)、張書瑋 (2011)、陳建忠、吳杰穎 (2011)、李香潔、盧鏡臣 (2010) 等之研究內容，將自然脆弱度區分為環境敏感地和地理環境兩項目，環境敏感地項目又包含了生態敏感地、優良農田敏感地、地表水維護區、地下水補注區、地質災害敏感地，地理環境項目則包含崩塌地、沿海土地流失地區、地層下陷等指標，資料來源將取自雲林縣農業處及水利處。綜整而言，前人研究自然脆弱度指標建構應如表4.1所示。

表 4.1 自然脆弱度指標之建構

項目	圖資	參考文獻來源
環境敏感地	生態敏感區、優良農田、地表水源敏感地區、地下水管制區	吳政庭等，2012；陳建忠、吳杰穎，2011；張書瑋，2011；Sterr <i>et al.</i> , 2003
地質災害敏感地	山坡地保育區及加強保育區、土石流、崩塌地、嚴重地層下陷區、海岸侵蝕地區、洪水災害敏感地區	Jacob <i>et al.</i> , 2013; Khan, 2012；吳政庭等，2012；陳建忠、吳杰穎，2011；張書瑋，2011；李香潔、盧鏡臣，2010；邱淑宜，2010；Sterr <i>et al.</i> , 2003

為了符合前人研究及雲林縣環境變遷實況，本計畫以NCDR取得雲林縣自然脆弱度之數據，分為七個面向來辨識各項地理環境的脆弱程度，以代表雲林縣的

自然脆弱度情形，此七個面向分別是土石流潛勢溪面積、岩屑崩滑面積、岩體滑動面積、海嘯面積、順向坡面積、落石面積、降雨600mm淹水潛勢面積，符合上表環境敏感地及地質災害敏感地的評估特性。綜此，將各面向脆弱敏感面積加總，扣除重疊部分後，依鄉鎮市各別列出脆弱度總面積，其結果將於第伍章第二節中加以說明。

由於鄉鎮市層級在經濟面向上的資料取得不易，本計畫主要以社會脆弱度指標為主，根據國內外文獻歸納出一般性的社會脆弱度指標架構及根據國內二手資料可及性實際作為測量的變項，包含了女性人口比例、老齡人口比例、人口密度、粗出生率、嬰兒死亡率、具有身心障礙者家屬之家戶、低收入人口比例、失業率、初級部門的勞動力（農戶數、漁戶數）、耕地面積、社會網絡、老舊住屋比例、獨居家戶數、醫療院所平均服務人數、每千位居民平均擁有病床數等指標（李婷潔、李永展，2012；李香潔、盧鏡臣，2010；邱淑宜，2010；Cutter *et al.*, 2000; Cutter *et al.*, 2003; de Oliverira-Mendes, 2009; Jacob *et al.* 2013; Morrow, 1999; Ojerio *et al.*, 2011; Steinführer *et al.*, 2007）等。本計畫根據雲林縣政府主計處2011年度各鄉鎮市統計指標、內政部國土資訊系統社會經濟資料庫（National Geographic Information System, NGIS）及NCDR可取得的相關資料，提出表4.2的變項作為社會脆弱度指標，以供後續進行德爾菲問卷之基礎，隨後進行兩階段指標篩選過程，建構指標項目層級架構透過模糊德爾菲法，並邀請專家學者根據各概念之架構提出指標調整或更新的具體建議。

表 4.2 社會脆弱度指標變項

評估面向	變項
人口組成	人口密度
	老幼比
	獨居高齡者比
	身心障礙者比
	女性人口比
	新住民人口比
	單親家戶比
	粗出生率
	嬰兒死亡率
	不識字率
社會網絡／社會福利	社區發展協會比
	領取老人年金人口比
	領取失業救助金人口比
	社會福利人員比
健康醫療	健康消費支出比
	重大傷病人口比

評估面向	變項
	醫院數比
	病床數比
經濟結構	一級產業人口比
	二級產業人口比
	三級產業人口比
	每戶可支配所得比
	低收入戶比
	汽車持有率
	財政預算比
居住條件	自來水供水普及率
	電燈用戶普及率
	家戶使用寬頻網路比率
	自有住宅率
	老舊住屋比
防救災條件	收容率
	消防人數比(含義消)
	救災車輛、救護車救生艇數量比
	土石流防災演練次數

2. 德爾菲問卷填答說明

本表格為德爾菲問卷填寫範例說明，請專家學者根據指標評估之合理程度，給予「非常不合理」至「非常合理」五個程度選項之填選，若有修改建議則填寫於空欄中，後續數據紀錄以1~5來代表「非常不合理」至「非常合理」五個程度選項。

表 4.3 德爾菲問卷填寫範例

評估面向	評估指標	算式	合理程度					修改建議
			非常不合理	不合理	沒意見	合理	非常合理	
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(請填入您的修改建議或其他)

指標確認後，再以模糊層級分析程序法將各階層指標予以加權值，以作為指標修正之依據。關於社會脆弱度指標的計算，在各階層指標依重要度予以加權值後，進而計算各項指標分數，將各項指標進行標準化以及指標方向一致化，經過加權計算後，將各項目進行加總並根據項目數加以平均，以求得各鄉鎮市在各項

目的脆弱度標準化分數，以中位數為界進行各鄉鎮市的社會脆弱度高低相對比較。

$$\text{標準化公式： } z = \frac{x - \bar{x}}{SD}$$

三、模型驗證

Satterthwaite (2008) 指出環境風險並非總是依照地理區域分布的，某些社區可能受到其他因素的影響，如濱海地區可能較受到海嘯的威脅。因此標示出風險地區的空間分布對於現在及未來的規劃與調適是相當重要的；此外，因氣候變遷影響而脆弱度較高的社區，往往也是缺乏技能、缺乏調適結構及服務的高風險地區。因此，本計畫將針對上述研究方法所獲得不同權重之社會脆弱度指標，以及自然脆弱度高低程度加以結合，分析雲林縣20個鄉鎮市的脆弱度狀況，區分為「自然脆弱度高、社會脆弱度高」、「自然脆弱度中、社會脆弱度高」、「自然脆弱度高、社會脆弱度中」三個類別。

四、實證結果

最後彙整出這三大類別內之鄉鎮市所具備的回復力為何，在政策上有何對策，才可避免及降低脆弱度所造成的衝擊，作為研究成果的意涵。

第三節 研究架構

本計畫第一年度將從雲林縣的自然脆弱度提出整體分析，經七個評估面向的數據之加總（分別是土石流影響範圍面積、岩屑崩滑面積、岩體滑動面積、海嘯面積、順向坡面積、落石面積、降雨600mm淹水潛勢面積）分析後，建構雲林縣之自然脆弱度低中高三種層級。另外，利用兩階段模糊德爾菲法指認適合本計畫之社會脆弱度研究指標，再經由專家學者座談會召開AHP階層分析法找出指標權重，進而計算雲林縣各鄉鎮市的社會脆弱度，並按自然脆弱度之分析，分成低中高三層級並進行交叉分析，歸類出由低至高的V1~V5總體脆弱度分析，以提出對雲林縣評估的初步回復力對策。

第二年度將經由分層抽樣的個人生態足跡問卷法，獲取雲林縣鄉鎮市層級的降尺度生態足跡數據，期望以符合當地現況的資料蒐整及深度訪談內容，分析該地生態足跡的平均量，並與第一年度的自然脆弱度、社會脆弱度作整合性分析及探討，以求得雲林縣永續發展規劃的整體回復力對策，研究流程示意如圖4.1所示。

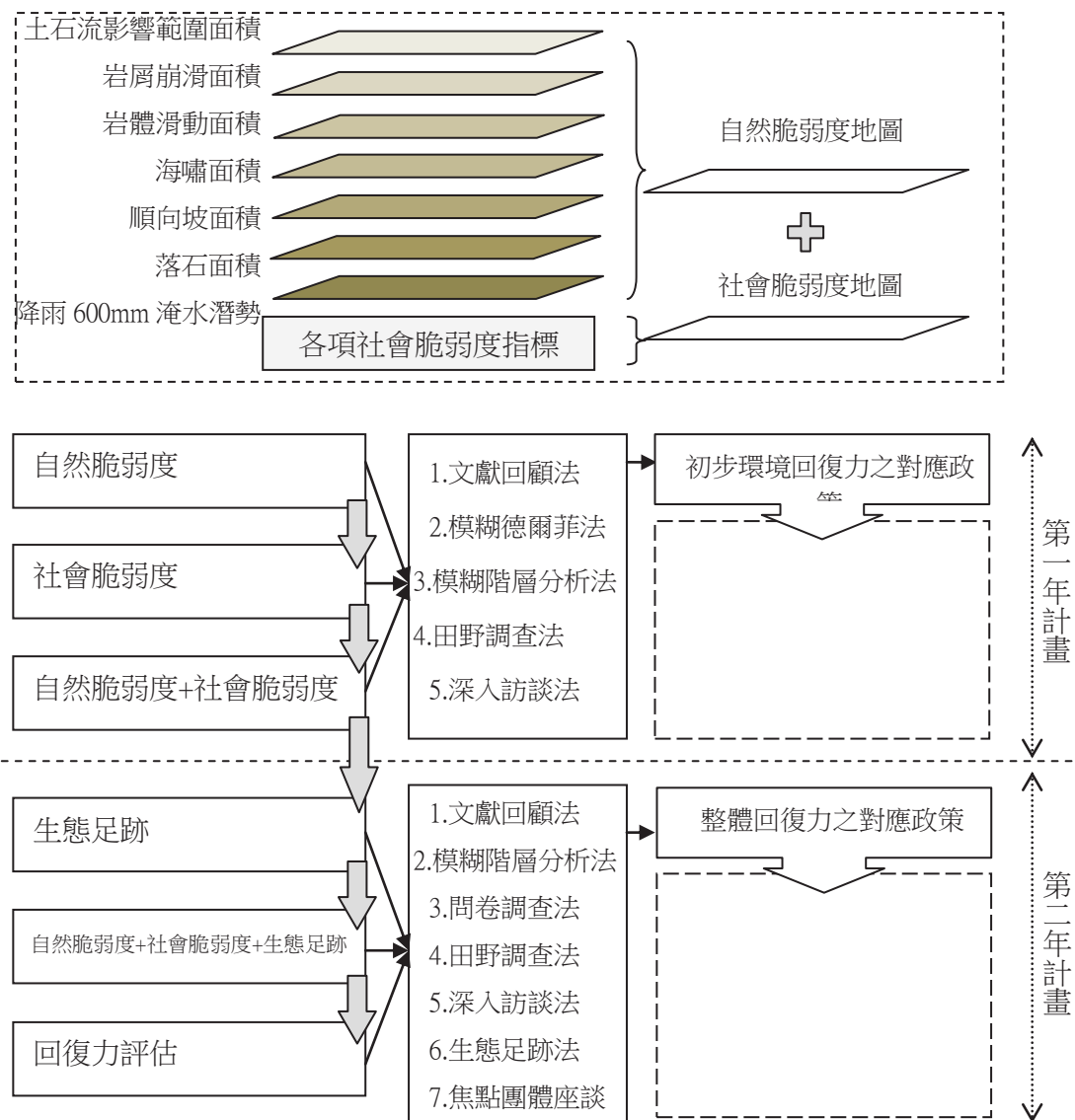


圖 4.1 計畫研究架構圖

本計畫於2014年7月完成第一年度所需執行進度，依計畫架構及期程安排，完成雲林縣自然脆弱度圖層、兩階段德爾菲指標蒐集。為求研究成果圖示顯現明確，將採用NCDR以九宮格色彩歸類法，將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別，並依綜合脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層；低中、中低為V2圖層；中中、低高、高低為V4圖層；中高、高中為V4圖層；高高為V5圖層（表4.4）。

表 4.4 綜合脆弱度評比圖層示意表

		社會脆弱度			圖層說明
		低	中	高	
自然脆弱度	低	低低(V1)	低中(V2)	低高(V3)	
	中	中低(V2)	中中(V3)	中高(V4)	
	高	高低(V3)	高中(V4)	高高(V5)	
					<div>V1</div> <div>V2</div> <div>V3</div> <div>V4</div> <div>V5</div>

第五章研究發現

第一節指標建構

本計畫根據國內外文獻所歸納出的一般性社會脆弱度指標架構並根據國內二手資料可及性實際測量的變項，目的在建構準確及符合台灣現況的社會脆弱度指標架構。本階段透過模糊德爾菲法，邀請專家學者根據各評估面向之架構提出指標調整或更新的具體建議。在模糊德爾菲問卷調查收斂指標並確認後，再以模糊層級分析程序法將各階層指標給予加權值，以作為指標權重之依據。

一、第一階段模糊德爾菲問卷篩選法

本計畫參與模糊德爾菲專家學者皆涉及社會、環境、經濟等面向之專業領域，擁有長年對脆弱度研究或相關論述的經驗，第一階段調查中共有15位專家學者參與，因應個資法將不公開姓名，僅以代號A~O英文字母代表之（表5.1）。

表 5.1 參與第一階段之專家學者代號表

代號	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
說明	台北大學教授	台北大學教授	中經院助理研究員	成功大學副教授	銘傳大學教授	台灣大學教授	台灣大學助理教授	台北科技大學教授	政治大學教授	銘傳大學教授	東華大學副教授	銘傳大學副教授	台灣大學教授	台經院資深研究員	新竹教育大學助理教授

第一階段模糊德爾菲問卷之評估指標為本計畫經文獻蒐集、討論後，所提出的34項社會脆弱度相關指標項目，再邀請專家學者根據指標評估之合理性，給予「非常不合理」至「非常合理」五個程度選項之填選，若有修改建議也填寫於適當空欄處，完整問卷內容如表5.2。

表 5.2 評估社會脆弱度指標

評估面向	評估指標	算式	合理程度					修改建議
			非常不合理	不合理	沒意見	合理	非常合理	

人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	老幼比	鄉鎮老幼人口（65歲以上及15歲以下）/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者數/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	女性人口比	鄉鎮女性人口/鄉鎮總人口	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	新住民人口比	鄉鎮新住民人口/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	單親家戶比	鄉鎮單親家戶/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	粗出生率	每千人中出生人口之比率 公式：(出生登記數/年中人口數)*1,000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	嬰兒死亡率	每年一千個活產嬰兒中未滿一歲即死亡之數目=未滿一歲即死亡之數/嬰兒出生數*1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	不識字率	鄉鎮不識字人口數/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
社會網絡 - 社會福利	社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	領取老人年金人口比	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	領取失業救助金人口比	鄉鎮領取失業救助人口/鄉鎮失業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	社會福利人員 比	鄉鎮社福人口總計* 各鄉鎮佔縣市人口 比	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
其他新增指標建議								
健康 醫療	健康消費支出 比	鄉鎮健康消費支出/ 鄉鎮總消費支出	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	重大傷病人口 比	鄉鎮重大傷病人/鄉 鎮總人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	醫院數比	鄉鎮醫院數/縣總醫 院數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	病床數比	鄉鎮病床數/縣總病 床數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
其他新增指標建議								
經 濟 結 構	一級產業人口 比	鄉鎮一級產業人口/ 鄉鎮就業人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	二級產業人口 比	鄉鎮二級產業人口/ 鄉鎮就業人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	三級產業人口 比	鄉鎮三級產業人口/ 鄉鎮就業人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	每戶可支配所 得比	鄉鎮可支配所得/鄉 鎮總戶數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉 鎮總戶數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	汽車持有率	鄉鎮汽車持有人數/ 鄉鎮總人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	財政預算比	鄉鎮總歲出數/縣總 歲出數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
其他新增指標建議								
居 住 條	自來水供水普 及率	鄉鎮供水人口/鄉鎮 總人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	電燈用戶普及	鄉鎮電燈用戶數/鄉	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

件	率	鎮總戶數						
	家戶使用寬頻網路比率	鄉鎮具有上網設備戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	自有住宅率	鄉鎮自宅持有戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
防救災條件	收容率	鄉鎮收容人數/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	消防人數比(含義消)	鄉鎮人口佔該縣市比*縣市消防人數(含義消)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	救災車輛、救護車救生艇數量比	鄉鎮之救災車輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	土石流防災演練次數	鄉鎮演練次數(依村里累計)/縣演練次數累計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
其他建議								

根據第一階段模糊德爾菲問卷回收及分組總和、分組平均數之計算，依表5.3所示，經由評估面向分類的平均數作為淘汰指標之基準，以人口組成面向為例，超過該組平均數3.91為老幼比、獨居高齡者比、身心障礙者比（粗體字），其他評估面向依此邏輯篩選出指標，詳細問卷數據資料請參見表5.3。

表 5.3 第一階段社會脆弱度指標統計原始表

評估面向	評估指標	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	累計	平均數	分組比較
人口組成	人口密度	5	4	5	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	4	4	54	3.60	分組總和
	老幼比	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	2	5	64	4.27	578
	獨居高齡者比	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	67	4.47	分組平均數
	身心障礙者比	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	2	4	63	4.20	3.91

	女性人口比	4	3	5	3	3	4	2	4	4	5	5	4	—	1	3	50	3.57	
	新住民人口比	5	4	5	2	4	4	4	4	4	5	5	4	2	2	4	58	3.87	
	單親家戶比	5	4	5	3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	2	4	61	4.07	
	粗出生率	4	3	5	3	3	4	3	4	4	4	4	2	—	1	4	48	3.43	
	嬰兒死亡率	3	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	1	4	56	3.73	
	不識字率	3	4	5	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	57	3.80	
社會 網絡 -社 會福 利	社區發展協會比	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	—	4	3	52	3.71	分組總和
	領取老人年金人口 比	5	4	2	2	4	4	2	4	4	3	5	5	—	2	4	50	3.57	218
	領取失業救助金人 口比	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	2	4	61	4.07	分組平均數
	社會福利人員比	5	4	4	4	4	4	4	4	—	5	4	4	4	2	3	55	3.93	3.82
健康 醫療	健康消費支出比	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	55	3.67	分組總和
	重大傷病人口比	3	4	4	2	4	4	4	4	4	5	3	5	4	3	4	57	3.80	237
	醫院數	4	4	5	4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	63	4.20	分組平均數
	病床數	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	62	4.13	3.95
經濟 結構	一級產業人口比	5	4	5	4	4	4	2	4	4	4	5	5	2	4	4	60	4.00	分組總和
	二級產業人口比	4	4	5	4	3	4	2	4	4	4	5	5	2	4	4	58	3.87	405
	三級產業人口比	4	4	5	4	3	4	2	4	4	4	5	3	2	4	4	56	3.73	分組平均數
	每戶可支配所得比	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	60	4.00	3.86
	低收入戶比	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	2	4	63	4.20	
	汽車持有率	4	3	4	2	3	4	2	4	4	4	4	2	2	4	3	49	3.27	
	財政預算比	4	3	2	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	59	3.93	
居住 條件	自來水供水普及率	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	62	4.13	分組總和
	電燈用戶普及率	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	5	57	3.80	292
	家戶使用寬頻網路 比率	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	5	2	4	4	4	57	3.80	分組平均數
	自有住宅率	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	5	3	2	4	3	55	3.67	3.89
	老舊住屋比	5	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	5	4	4	3	61	4.07	
防救 災條 件	收容率	4	4	5	4	4	4	3	4	—	4	5	2	4	4	4	55	3.93	分組總和
	消防人數比(含義消)	4	4	5	4	4	4	4	3	—	5	5	4	4	4	4	58	4.14	237
	救災車輛、救護車救 生艇數量比	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	63	4.20	分組平均數
	土石流防災演練次 數	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	61	4.07	4.09

註：「—」為未填答，計算平均數時，分母個數減1。

第一階段德爾菲問卷回收時，由於部分專家學者（以代號表示）對於本問卷指標給予意見及提問，本計畫將部分指標建議納入、修改定義、意見回應等，一併統整如下（依繳交問卷先後順序排列）。

表 5.4 專家學者建議綜整表

代號C		
指標	指標計算	建議
領取老人年金人口比	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數	越多老人領取年金並不意味著社福越好。建議修改
財政預算比	鄉鎮總歲出數/縣總歲出數	不太清楚相對支出越高的意涵
其他新增指標建議	財政指標建議增列：鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數。以反映鄉鎮的財政結構，此指標各鄉鎮可以比較，若越高，則表示該鄉財政盈餘越少，若超過一，則表示財政赤字	
代號H		
指標	指標計算	建議
社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	社區發展協會確認是否明確
健康消費支出比	鄉鎮健康消費支出/鄉鎮總消費支出	是否有明確統計數據
病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數	宜考量鄉鎮規模
每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數	有明確鄉鎮可支配所得數據嗎
老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數	Why 1970?
消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數(含義消)	有考量區域特性嗎（如本來就天然災害風險較高）
代號J		
指標	指標計算	建議
家戶使用寬頻網路比率	鄉鎮具有上網設備戶數/鄉鎮總戶數	有點數位歧視
其他新增指標建議	由於實證地區是雲林，建議可從地層下陷、老農津貼(或當地常有隻疾病)、城鄉差距、設施脆弱或道德危害等，來新增指標	
其他整體建議	1.有關寬頻或數位此等指標是否適用於雲林，宜考量。 2.社會空間方面之通檢、用地變更或許可，可考量於內容	
代號I		
指標	指標計算	建議
社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/各鄉鎮佔縣市人口比	指標不明確

老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/ 鄉鎮總戶數	是否包含違建
收容率	鄉鎮收容人數/鄉鎮總人口數	計畫收容人口
消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數(含義消)	意義不明確
代號K		
指標	指標計算	建議
不識字率	鄉鎮不識字人口數/鄉鎮總人口數	排除幼稚園以下人口
代號L		
指標	指標計算	建議
人口密度	鄉鎮總人口數/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	都市地區與非都密度必然不同，但不必然影響社會脆弱度
粗出生率	每千人中出生人口之比率	出生率升高與降低的外在影響因子多元，未必與脆弱度有絕對關係
社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	是協會數目，還是常態性有活動的相關組織數目？社區文史工作室、生態協會等，是否也算是？
社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/各鄉鎮佔縣市人口比	定義不是很清楚
健康消費支出比	鄉鎮健康消費支出/鄉鎮總消費支出	健康消費與脆弱度未必有絕對關係，更有可能是態度、習慣與消費特性有關
病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數	建議考量醫院數量、病床數與總人口數。以縣的總數為母數恐有邏輯上的盲點
醫院數	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	
一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口/鄉鎮就業人口數	各級產業人口與脆弱度關係為何
電燈用戶普及率	鄉鎮電燈用戶數/鄉鎮總戶數	電燈，或是供電戶數？
收容率	鄉鎮收容人數/鄉鎮總人口數	收容人數與災害類別有關，有些災害(例如水災)都建議以居家垂直避難為主，未必需要異地收容
消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數(含義消)	定義不是很清楚
土石流防災演練次數	鄉鎮演練次數(依村里累計)/縣演練次數累計	為何僅針對土石流演練？地震更是台灣的全面性災害類別
其他新增指標建議	鄉鎮參與相關志工(例如：土石流防災專員、防汛志工)，或是參與防災社區建構的數目亦可加以考量	
其他意見	1.災害類別建議考量全災害取徑 2.NPO/NGO等對於社會脆弱度也有相關 3.不同的產業類別建議先釐清與社會脆弱度關係，再設定適合之項目。 4.科技發展的產物(例如：網路、汽車)和社會脆弱度未必然有絕對	

	關係。	
代號M		
指標	指標計算	建議
人口密度	鄉鎮總人口數/鄉鎮土地總面積(人/km2)	密度高低的脆弱度會受其他因素影響而異
女性人口比	鄉鎮女性人口/鄉鎮總人口	建議改為男女人口偏離1:1的程度
新住民人口比	鄉鎮新住民人口/鄉鎮總人口數	不同來源的新住民或在地住民的態度可能產生不同影響
粗出生率	每千人中出生人口之比率	非線性關係，太高或太低都不見得好
社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	非線性關係
領取老人年金人口比	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數	財務是否可以支撐可能比比比例更脆弱
代號N		
其他意見	1.All ratings above are based on the condition that impacts are identical that is, however, not realistic. 2.The resident’s perception and consciousness with respect to the risk of concern should be taken into account. Therefore, some indicators measuring individual’s risk attitude and willingness to invest or take action against the risk are necessary. 3.The respondent should be informed of the actions that might be taken by the authorities whenever the impacts occur should informed.	

專家學者對指標闡述、建立時的疑慮、建議、提點，綜整後整理如下：

1. 人口密度：此指標在第一階段被淘汰，但由於國內外文獻多將密度納入脆弱度評估中，密集城市有其公共設施、交通運輸等建設優勢，因此，建議考量納入。
2. 不識字率：此指標在第一階段被淘汰，雖不納入評估，但可在後續研究中，查詢全國不識字比率與雲林縣不識字比率的關係。
3. 社區發展協會比：為求得公平準確度，且需符合搜尋數據的實際性，此指標建議改為立案非政府組織比(NGOs)，計算方式：鄉鎮立案非政府組織(NGOs)數/縣立案非政府組織(NGOs)數。
4. 重大傷病人口比：此指標在第一階段被淘汰，因國外有多處文獻提及患有長期疾病人口對社會脆弱度的影響(Khan, 2012)，建議再考量納入。
5. 財政預算比：經由專家學者建議改成鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數，較能呈現財政使用的合理性。
6. 電燈用戶普及率：電力設備應為基礎設施重要項目之一，原先電燈用戶普及率略有不妥，建議改成供電戶比納入評估項目中。

7. 老舊住屋比：根據行政院主計總處「99年人口及住宅普查報告-雲林縣」報告中，將雲林縣住宅之竣工年份區分為民國59年以前、民國60-69年、民國70-79年、民國80-89年、民國90-99年之統計項目。本計畫認為民國59年（1970年）以前，為屋齡4、50年之老房子，遭遇自然災害對社會脆弱度帶來潛在威脅，因此列入評估考量。
8. 消防人數比(含義消)：此指標是統計各鄉鎮消防隊職員數與義消人數總和占雲林縣消防隊職員數與義消人數的總和，求其比例以得知面對救災人力的支援充足或短缺。

綜此，根據專家學者建議以及綜合考量各項指標意義及內容後，篩選為第二階段模糊德爾菲問卷評估指標從34個減為21個，其修正及綜整結果如表5.5所示。

表 5.5 第二階段社會脆弱度指標

評估面向	評估指標	計算方式
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口數/鄉鎮土地總面積(人/km ²)
	老幼比	鄉鎮老幼人口數（65歲以上及15歲以下）/鄉鎮總人口數
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者人口數/鄉鎮總人口數
	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者人口數/鄉鎮總人口數
	單親家戶比	鄉鎮單親家戶數/鄉鎮總戶數
社會網絡-社會福利	立案非政府組織比(NGOs)	鄉鎮立案非政府組織(NGOs)數/縣立案非政府組織(NGOs)數
	領取失業救助金人口比	鄉鎮領取失業救助人口數/鄉鎮失業人口數
	社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/鄉鎮總人口數
健康醫療	重大傷病人口比	鄉鎮重大傷病人/鄉鎮總人口數
	醫院數	鄉鎮醫院數/縣總醫院數
	病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數
經濟結構	一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口數/鄉鎮就業人口數
	二級產業人口比	鄉鎮二級產業人口數/鄉鎮就業人口數
	每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數
	財政預算比	鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數
居住條件	自來水供水普及率	鄉鎮供水人口數/鄉鎮總人口數
	供電戶比	鄉鎮供電戶數/鄉鎮總戶數

	老舊住屋比	鄉鎮 1971 年前竣工戶數/鄉鎮總戶數
防救災條件	消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數
	救災車輛、救護車救生艇數量比	鄉鎮市之救災車輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計

二、第二階段德爾菲問卷篩選法

第二階段德爾菲問卷填答方式如同第一階段，其21項社會脆弱度指標分組總和、分組平均數之計算，依表5.6所示，經由評估面向分類的平均數作為淘汰指標之基準，以人口組成面向為例，超過該組平均數4.38為老幼比、獨居高齡者比、身心障礙者比、單親家戶比（粗體字者），將列為下階段分析之指標項目，其他評估面向依此邏輯篩選出指標，詳細問卷數據資料請參見表5.6（專家學者排列方式依繳交問卷順序為準）。

表 5.6 第二階段社會脆弱度指標統計原始表

面向	評估指標	代號 J	代號 L	代號 K	代號 G	代號 E	代號 A	代號 B	代號 D	代號 O	代號 C	代號 N	小計	平均數	分組比較
人口組成	人口密度	3	2	2	3	4	4	4	4	4	5	4	39	3.90	分組總和 241 分組平均數 4.38
	老幼比	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	51	5.10	
	獨居高齡者比	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	52	5.20	
	身心障礙者比	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	51	5.10	
	單親家戶比	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	48	4.80	
社會網絡-社會福利	立案非政府組織(NGOs)比	4	3	4	4	2	4	4	4	3	5	2	39	3.90	分組總和 132 分組平均數 4.00
	領取失業救助金人口比	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	47	4.70	
	社會福利人員比	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	46	4.60	
健康醫療	重大傷病人口比	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	45	4.50	分組總和 133 分組平均數 4.03
	醫院數	4	4	5	4	3	5	4	3	4	5	3	44	4.40	
	病床數	4	4	4	4	4	4	5	3	4	5	3	44	4.40	
經濟結構	一級產業人口比	3	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	44	4.40	分組總和 229 分組平均數 4.16
	二級產業人口比	3	4	5	3	4	4	4	4	4	5	3	43	4.30	
	每戶可支配所得比	4	4	3	4	4	5	5	4	4	5	5	47	4.70	
	低收入戶比	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	49	4.90	
	財政預算比	4	4	5	4	4	3	5	4	4	5	4	46	4.60	
居住條件	自來水供水普及率	4	4	5	4	4	3	5	4	5	5	4	47	4.70	分組總和 136 分組平均數 4.12
	供電戶比	4	5	5	3	4	3	5	4	5	5	2	45	4.50	
	老舊住屋比	4	4	4	4	4	3	5	4	4	5	3	44	4.40	

面向	評估指標	代號 J	代號 L	代號 K	代號 G	代號 E	代號 A	代號 B	代號 D	代號 O	代號 C	代號 N	小計	平均 數	分組比較
防救 災條 件	消防人數比(含義消)	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	—	39	3.90	分組總和 74
	救災車輛、救護車救 生艇數量比	4	4	4	4	4	3	4	4	4	—	—	35	3.89	分組平均 數 3.89

第二階段德爾菲問卷回收時，由於部分專家學者（以代號表示）對於本問卷指標給予建議，一併統整如表 5.7（依繳交問卷先後順序排列）。

表 5.7 第二階段專家學者建議綜整表

代號J		
指標	指標計算	建議
其他建議	1.從「生命線」的角度，或可增加相關警政方面的指標。 2.從地區特性與脆弱人口來看，或可增加長期病患（如，洗腎…）；外配或外勞、公共設施用地開闢率…等相關指標。 3.過去發生重大災害的復原狀況（與災害潛勢及政府作為有關）？	
代號G		
指標	指標計算	建議
老幼比	鄉鎮老幼人口數（65歲以上及15歲以下）/鄉鎮總人口數	老幼比建議:算式似乎較接近「扶養比」用語，所謂「老幼比」待釐清
代號E		
指標	指標計算	建議
立案非政府組織比(NGOs)	鄉鎮立案非政府組織(NGOs)數/縣立案非政府組織(NGOs)數	NGOs指標建議：建議還是用社區發展協會，因許多NGOs是縣立案，但卻是執行鄉鎮的事
社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/鄉鎮總人口數	社福人員是否有許多是任職於NGOs?若是如此,將與前述NGOs指標關聯性過高,不利未來AHP操作
醫院數	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	是否調整為醫院與診所較精準
代號N		
指標	指標計算	建議
立案非政府組織比(NGOs)	鄉鎮立案非政府組織比(NGOs)數/縣立案非政府組織比(NGOs)數	端視NGO的職能而定
醫院數	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	與人口數的關係較密切，應改為人均
財政預算比	鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數	鄉鎮未償還債務占比
供電戶比	鄉鎮供電戶數/鄉鎮總戶數	改為當地停水、停電次數
消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數	改為占當地人口數比例為宜

救災車輛、救護車救生艇數量比	鄉鎮市之救災車輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計	與人口數有關
人口組成面向	評估社會脆弱度時，適當的指標與研究時所關注的特定問題（如能源危機、氣候變遷、或經濟蕭條等）有關。在此考慮的是氣候變遷。	
社會網絡面向	政府因應氣候變遷所設置的緊急災難預警或通訊系統的普及程度。	
健康醫療面向	1. 造成人體健康風險抗爭之事件數、或單位面積之污染密集廠商占比、有礙健康之污染物的濃度及總量。 2. 以人均（每千人）之醫院數、病床數為宜。	
防災條件面向	以人均（每千人）之消防人數、救災車輛數為宜。	

四位專家學者對指標闡述、建立時的疑慮、建議、提點，在討論綜整後將部分指標建議納入修改定義、意見回應，整理如下：

1. 人口密度：此指標在第一階段被淘汰，第二階段亦被淘汰，但本計畫建議應納入，因為此項指標在社會脆弱度相關的國外文獻皆有提及（請參見第二章表2.5），密集城市有其公共設施、交通運輸等建設優勢，因此，建議考量納入。
2. 重大傷病人口比：可以反映代號J學者對於地區特性與脆弱人口的考量。
3. 老幼比：根據行政院主計處指標項：扶養比(%)定義為依賴人口對工作年齡人口扶養負擔的一種簡略測度。公式： $[(0-14\text{歲人口數} + 65\text{歲以上人口數}) / 15-64\text{歲人口數}] * 100$ ，代號G學者建議以普遍人口統計之定義為佳，本計畫將依此做修改，將老幼比改為扶養比。
4. 立案非政府組織比（NGOs）：此指標已於第二階段淘汰，但可做後續研究分析用。
5. 醫院數：此指標為該鄉鎮醫院及診所數，為釐清定義，將指標改為醫療院所數。
6. 其他新增指標：部分專家學者建議新增加的指標較為針對事件性統計或特定議題特性，新增與否可作為後續研究討論。

綜此，根據第二階段專家學者建議、綜合討論各項指標意義及內容後，本計畫社會脆弱度評估指標從第一階段的21個減為第二階段的20個，其修正及綜整結果如表5.8所示。

表 5.8 第二階段德爾菲篩選後的社會脆弱度指標

評估面向	評估指標	計算方式
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口數/鄉鎮土地總面積(人/km ²)
	老幼比	鄉鎮老幼人口數(65歲以上及15歲以下)/鄉鎮總人口數
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數
	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者數/鄉鎮總人口數
	單親家戶比	鄉鎮單親家戶/鄉鎮總戶數
社會網絡- 社會福利	領取失業救助金人口比	鄉鎮領取失業救助人口數/鄉鎮失業人口數
	社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/鄉鎮總人口數
健康醫療	重大傷病人口比	鄉鎮重大傷病人/鄉鎮總人口數
	醫療院所數	鄉鎮醫療院所數/縣總醫療院所數
	病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數
經濟結構	一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口數/鄉鎮就業人口數
	二級產業人口比	鄉鎮二級產業人口數/鄉鎮就業人口數
	每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數
	財政預算比	鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數
居住條件	自來水供水普及率	鄉鎮供水人口數/鄉鎮總人口數
	供電戶比	鄉鎮供電戶數/鄉鎮總戶數
	老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數
防救災條件	消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數
	救災車輛、救護車、救生艇數量比	鄉鎮市之救災車輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計

從表5.8中，依據搜尋指標統計資料過程，部分指標僅限於縣市層級的統計數據，而無鄉鎮層級的統計數據，因此，將視實際蒐集數據情形加以酌減。本計畫的資料來源共有三類：一是內政部的國家地理資訊系統(National Geographic Information System, NGIS)，二是雲林縣政府主計處，三是其他相關統計單位，從上述官方資訊中提供本計畫測量社會脆弱度的統計數據，及提供雲林縣自然災害潛勢的空間分布資料。然而，受限於二手資料的可及性，可降尺度至鄉鎮市層級的統計數據有限，在單親家戶比、領取失業救助金人口比、二級產業人口、每戶可支配所得比、低收入戶比、供電戶比的項目中，僅有雲林縣層級數據，故先

予以刪除；而一級產業人口比之計算式則改為鄉鎮農漁業人口數/縣農漁業人口數，以符合實際可統計情形，因此，本計畫實際用來測量社會脆弱度的指標變項共有14個，如表5.9所示。

表 5.9 社會脆弱度指標確認版

評估面向	評估指標	計算方式
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口數/鄉鎮土地總面積(人/km ²)
	扶養比	鄉鎮老幼人口數(65歲以上及15歲以下)/鄉鎮總人口數
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數
	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者人口數/鄉鎮總人口數
社會網絡- 社會福利	社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/鄉鎮總人口數
健康醫療	醫療院所數	鄉鎮醫療院所數/縣總醫療院所數
	病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數
經濟結構	一級產業人口比	鄉鎮農漁業人口數/縣農漁業人口數
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數
	財政預算比	鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數
居住條件	自來水供水普及率	鄉鎮供水人口數/鄉鎮總人口數
	老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數
防救災條件	消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數
	救災車輛、救護車、救生艇數量比	鄉鎮市之救災車輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計

三、模糊階層分析法 (FAHP)

本計畫欲以模糊階層分析法，整合相關專家學者之意見，兩兩比較各評估指標之相對重要性，並利用模糊理論加以計算各指標之權重，再解模糊化賦予各項評估指標之權重值。本計畫假設各評估指標之關係為獨立，使模糊階層分析的操作上便於應用。在經模糊階層分析法其相對重要性的比較，正倒矩陣、解模糊化以及層級串聯之計算後，得到各項評估指標權重之架構圖5.1所示。

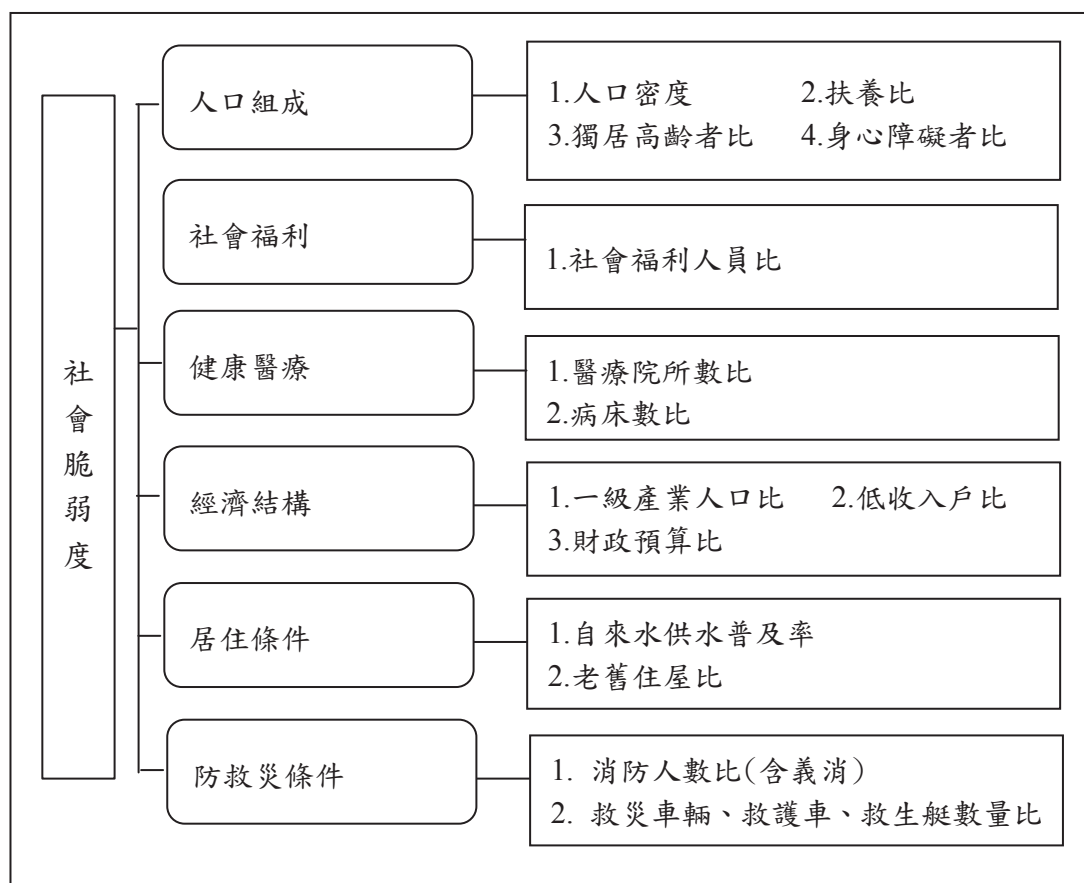


圖 5.1 指標權重架構圖

第二節 雲林縣脆弱度分析

一、自然脆弱度之分析

雲林縣自然脆弱度之疊圖將經由NCDR取得雲林縣自然脆弱度之數據，分為七個面向來辨識各項地理環境的脆弱程度，以代表雲林縣的自然脆弱度情形。此七個面向分別是土石流影響面積、岩屑崩滑面積、岩體滑動面積、海嘯面積、順向坡面積、落石面積、降雨600mm淹水潛勢面積，將各面向脆弱敏感面積加總，扣除重疊面積後，依鄉鎮市各別列出脆弱度總面積，整理如表5.10。

表 5.10 雲林縣自然脆弱度統計表

鄉鎮市	面積 (平方公尺)	土石流影 響面積 (平方公 尺)	岩屑崩滑 面積(平方 公尺)	岩體滑動 面積(平方 公尺)	海嘯面積 (平方公尺)	順向坡面 積(平方公 尺)	落石面積 (平方公尺)	降雨 600mm 淹水潛勢面 積(平方公 尺)	脆弱度總面 積(平方公 尺)	比值	權重 (%)
麥寮鄉	109061522.91	0.00	0.00	0.00	196456.31	0.00	0.00	63286702.15	63483158.46	58.21%	8.32%
二崙鄉	60789310.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47604169.15	47604169.15	78.31%	11.19%
崙背鄉	57123852.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46869120.29	46869120.29	82.05%	11.72%

鄉鎮市	面積 (平方公尺)	土石流影響面積 (平方公尺)	岩屑崩滑面積(平方公尺)	岩體滑動面積(平方公尺)	海嘯面積 (平方公尺)	順向坡面積(平方公尺)	落石面積 (平方公尺)	降雨 600mm 淹水潛勢面積(平方公尺)	脆弱度總面積(平方公尺)	比值	權重 (/7)
西螺鎮	50055846.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36499819.77	36499819.77	72.92%	10.42%
莿桐鄉	57144255.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11280533.34	11280533.34	19.74%	2.82%
林內鄉	52159012.39	0.00	648299.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	648299.16	1.24%	0.18%
台西鄉	59844228.58	0.00	0.00	0.00	157593.57	0.00	0.00	50097535.44	50255129.01	83.98%	12.00%
斗六市	91702421.74	0.00	119675.61	0.00	0.00	245159.02	0.00	14638559.76	15003394.39	16.36%	2.34%
土庫鎮	48089770.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42857223.74	42857223.74	89.12%	12.73%
虎尾鎮	68329941.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59671911.82	59671911.82	87.33%	12.48%
褒忠鄉	35641880.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34001709.04	34001709.04	95.40%	13.63%
東勢鄉	46478361.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42142025.27	42142025.27	90.67%	12.95%
斗南鎮	48290050.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32288082.11	32288082.11	66.86%	9.55%
四湖鄉	74318166.70	0.00	0.00	0.00	43828.46	0.00	0.00	65098233.83	65142062.29	87.65%	12.52%
古坑鄉	168405065.23	586024.24	3397952.70	1913654.61	0.00	4777996.34	1060945.69	0.00	11736573.58	6.97%	1.00%
元長鄉	72184432.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63791720.95	63791720.95	88.37%	12.62%
大埤鄉	44299250.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37549502.75	37549502.75	84.76%	12.11%
口湖鄉	71587029.64	0.00	0.00	0.00	11472.97	0.00	0.00	62507696.95	62519169.92	87.33%	12.48%
北港鎮	41631208.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34461356.12	34461356.12	82.78%	11.83%
水林鄉	72815533.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62319365.22	62319365.22	85.59%	12.23%

依表5.10顯示，雲林縣自然脆弱度可依數據比值高低分為脆弱度高、中、低三種層級，可發現自然脆弱度最高為斗南鎮，最低為水林鄉，如表5.11所示。

表 5.11 雲林縣自然脆弱度層級表

排序	鄉鎮市	脆弱度比	脆弱度層級
1	褒忠鄉	13.63%	高
2	東勢鄉	12.95%	
3	土庫鎮	12.73%	
4	元長鄉	12.62%	
5	四湖鄉	12.52%	
6	虎尾鎮	12.48%	

排序	鄉鎮市	脆弱度比	脆弱度層級
7	口湖鄉	12.48%	中
8	水林鄉	12.23%	
9	大埤鄉	12.11%	
10	台西鄉	12.00%	
11	北港鎮	11.83%	
12	崙背鄉	11.72%	
13	二崙鄉	11.19%	
14	西螺鎮	10.42%	低
15	斗南鎮	9.55%	
16	麥寮鄉	8.32%	
17	莿桐鄉	2.82%	
18	斗六市	2.34%	
19	古坑鄉	1.00%	
20	林內鄉	0.18%	

依自然脆弱度高、中、低層級以三種顏色圖層表示，如圖5.2所示。

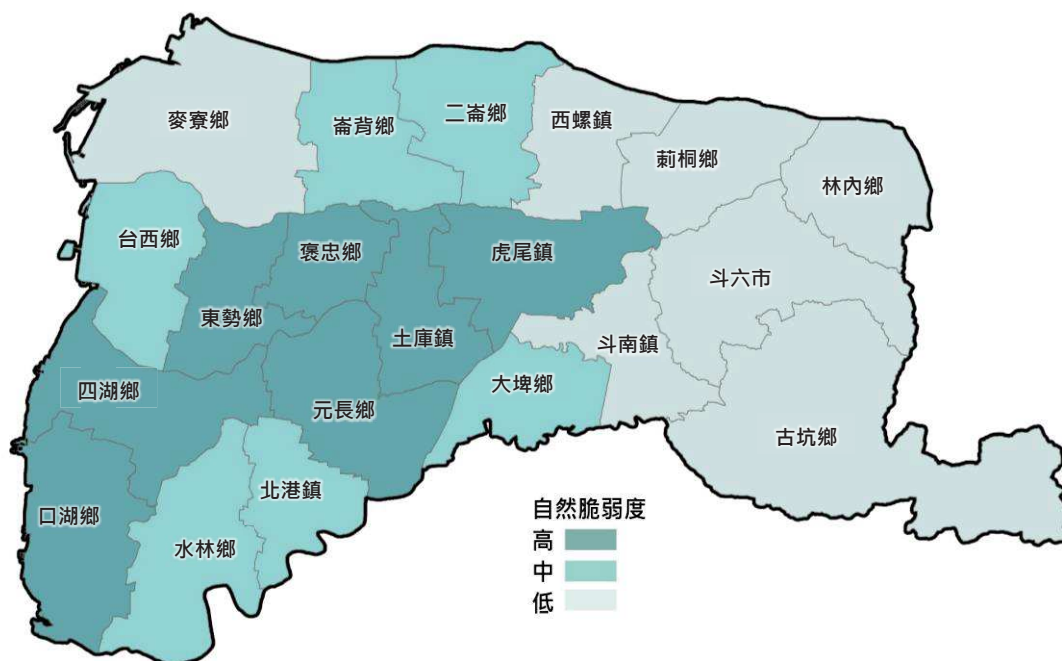


圖 5.2 雲林縣自然脆弱度層級圖

二、社會脆弱度之分析

經由社會脆弱度指標篩選過程與統計加權後，雲林縣社會脆弱度經由標準化及正規化的程序，所呈現之數值如表 5.12：

表 5.12 雲林縣社會脆弱度統計表

指標項目	人口密度	扶養比	獨居高齡戶數比	身心障礙人口比	社會福利人員比	醫療機構數	病床數	一級產業人口比	低收入戶佔總戶數比	財政預算比	自來水普及率	老舊屋比	消防人數比	救災車輛、救護車、救生艇數量比		
	正向	正向	正向	正向	負向	負向	負向	正向	正向	正向	負向	正向	負向	負向	加總	正規化
斗六市	0.226	-0.166	-0.040	-0.417	0.553	0.134	0.151	0.011	-0.028	0.034	0.020	-0.116	0.059	-0.113	0.308	0.697
斗南鎮	0.163	-0.105	-0.019	-0.253	0.244	0.012	-0.010	0.004	-0.027	-0.039	0.019	-0.050	-0.021	-0.113	-0.195	0.246
虎尾鎮	0.180	-0.049	-0.035	-0.314	0.362	0.074	0.041	0.009	-0.027	-0.125	0.020	-0.079	0.010	-0.113	-0.046	0.379
西螺鎮	0.161	0.062	-0.032	-0.372	0.251	0.013	0.016	0.012	-0.029	-0.083	0.019	0.000	-0.019	-0.113	-0.114	0.318
土庫鎮	0.033	0.047	0.007	-0.079	0.158	-0.016	-0.012	0.009	0.028	-0.042	0.015	-0.042	-0.043	-0.113	-0.050	0.376
北港鎮	0.182	-0.030	-0.035	-0.016	0.223	0.038	0.038	0.009	-0.029	-0.125	0.006	0.032	-0.026	-0.113	0.154	0.559
古坑鄉	-0.121	0.009	0.031	0.053	0.176	-0.018	-0.018	0.024	0.000	-0.032	-0.008	0.053	-0.038	-0.113	-0.002	0.419
大埤鄉	-0.024	0.035	0.013	0.058	0.110	-0.023	-0.018	0.003	-0.016	-0.125	0.019	-0.056	-0.056	-0.113	-0.193	0.248
莿桐鄉	0.024	-0.105	-0.014	-0.090	0.158	-0.011	-0.017	0.006	-0.007	-0.051	0.020	-0.064	-0.043	-0.113	-0.307	0.145
林內鄉	-0.004	-0.074	-0.022	-0.055	0.102	-0.023	-0.018	-0.003	0.026	-0.125	0.020	-0.006	-0.058	-0.113	-0.353	0.104
二崙鄉	-0.014	0.128	0.007	-0.182	0.153	-0.023	-0.017	0.014	-0.020	-0.125	0.017	0.059	-0.044	-0.113	-0.160	0.277
崙背鄉	-0.026	0.010	-0.029	-0.098	0.141	-0.013	-0.016	0.010	-0.050	-0.172	0.019	-0.085	-0.047	-0.113	-0.469	0.000
麥寮鄉	-0.015	-0.025	-0.016	-0.272	0.192	-0.009	-0.001	0.011	-0.025	0.271	-0.036	-0.109	-0.034	-0.113	-0.181	0.258
東勢鄉	-0.070	-0.067	0.003	0.280	0.087	-0.022	-0.016	0.000	-0.019	-0.154	-0.009	0.039	-0.061	-0.113	-0.122	0.311
褒忠鄉	-0.056	-0.052	0.012	0.066	0.074	-0.022	-0.018	0.004	-0.015	0.010	0.003	0.012	-0.065	-0.113	-0.160	0.277
台西鄉	-0.020	-0.079	0.037	0.312	0.136	-0.020	-0.018	0.010	0.054	-0.126	-0.035	0.051	-0.049	-0.113	0.140	0.546
元長鄉	-0.049	0.089	0.027	0.150	0.149	-0.022	-0.018	0.020	-0.035	-0.125	-0.003	0.002	-0.045	-0.113	0.027	0.445
四湖鄉	-0.070	0.016	0.007	0.383	0.138	-0.013	-0.015	0.016	0.037	-0.125	-0.032	0.049	-0.048	-0.113	0.230	0.627
口湖鄉	-0.058	-0.101	0.054	0.407	0.157	-0.019	-0.018	0.019	0.114	-0.125	-0.035	0.149	-0.043	-0.113	0.388	0.769
水林鄉	-0.052	0.160	0.044	0.438	0.150	-0.018	-0.017	0.031	0.069	-0.125	-0.039	0.163	-0.045	-0.113	0.646	1.000
正規化之平均值：0.400																

由表 5.2 發現正規化後的平均值為 0.400，超過平均值之鄉鎮市有 8 個，多分布於沿海及山區（圖 5.3），推測高於平均值的地區若遭遇自然災害侵襲，極可能因社會脆弱度偏高，在面對災害或突發事件的處理能力及支持環境皆較不利。

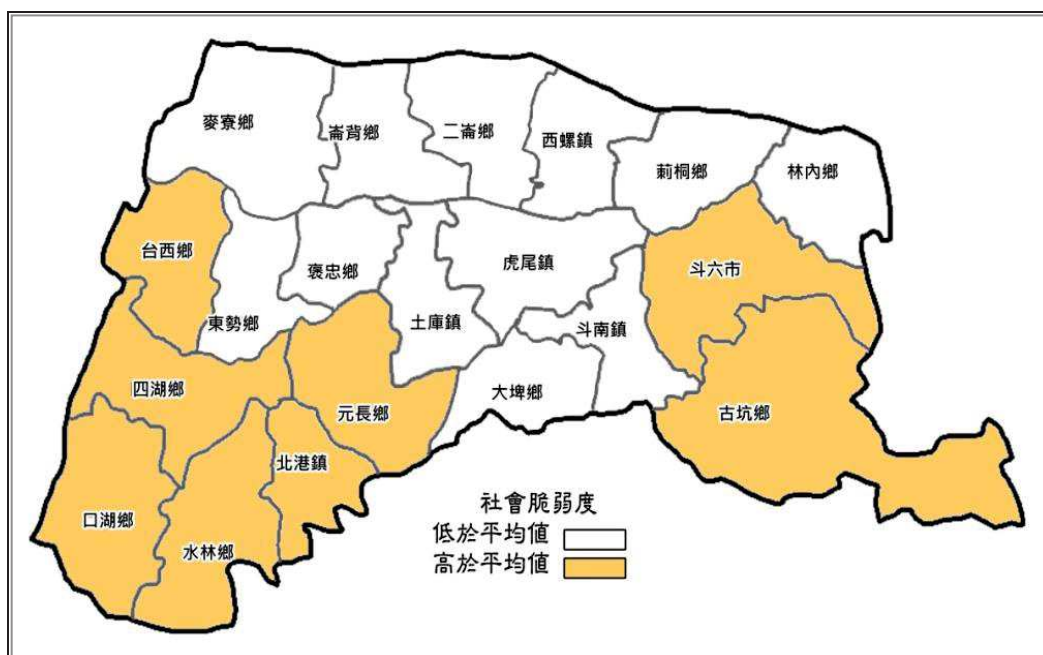


圖 5.3 雲林縣社會脆弱度平均值高於 0.4 之鄉鎮分布圖

進一步經由排列各鄉鎮市社會脆弱度數值之高低來看，社會脆弱度最高為水林鄉，最低為崙背鄉，如圖 5.4 所示。

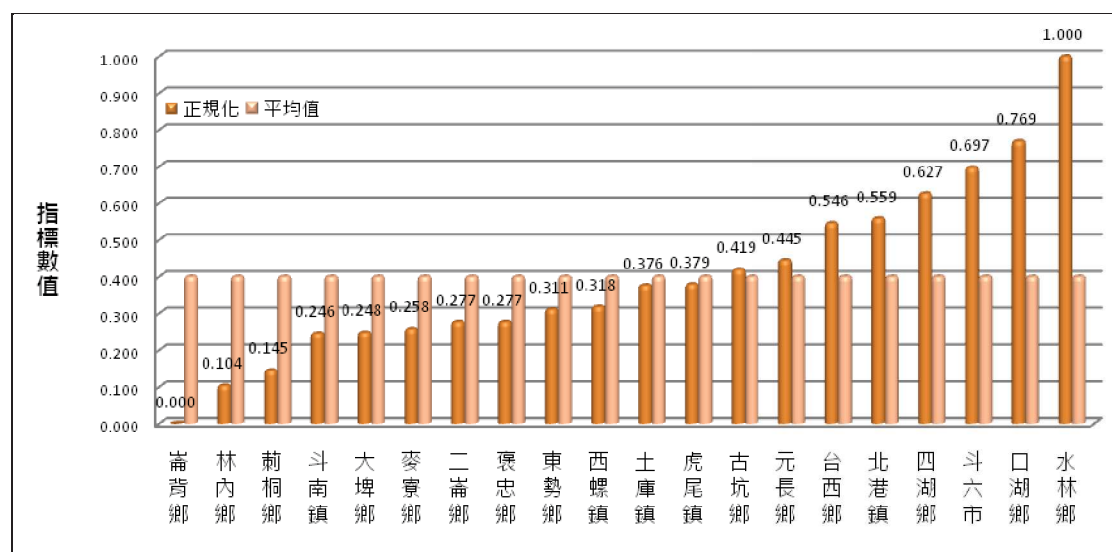


圖 5.4 雲林縣各鄉鎮社會脆弱度之排序圖

三、綜合脆弱度之分析

綜整分析雲林縣自然脆弱度及社會脆弱度之數值，並經由高、中、低三種層級的排序方式，結果如表 5.13 所示：

表 5.13 雲林縣自然、社會脆弱度之綜整表

排序	鄉鎮市	自然脆弱度	層級	鄉鎮市	社會脆弱度
1	褒忠鄉	13.63	高	水林鄉	1.000
2	東勢鄉	12.95		口湖鄉	0.769
3	土庫鎮	12.73		斗六市	0.697
4	元長鄉	12.62		四湖鄉	0.627
5	四湖鄉	12.52		北港鎮	0.559
6	口湖鄉	12.48		台西鄉	0.546
7	虎尾鎮	12.48		元長鄉	0.445
8	水林鄉	12.23	中	古坑鄉	0.419
9	大埤鄉	12.11		虎尾鎮	0.379
10	台西鄉	12.00		土庫鎮	0.376
11	北港鎮	11.83		西螺鎮	0.318
12	崙背鄉	11.72		東勢鄉	0.311
13	二崙鄉	11.19		二崙鄉	0.277
14	西螺鎮	10.42	低	褒忠鄉	0.277
15	斗南鎮	9.55		麥寮鄉	0.258
16	麥寮鄉	8.32		大埤鄉	0.248
17	莿桐鄉	2.82		斗南鎮	0.246
18	斗六市	2.34		莿桐鄉	0.145
19	古坑鄉	1.00		林內鄉	0.104
20	林內鄉	0.18		崙背鄉	0.000

將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別，並依綜合脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層；低中、中低為V2圖層；中中、低高、高低為V4圖層；中高、高中為V4圖層；高高為V5圖層。

		社會脆弱度			→	分層	說明	歸類各鄉鎮市所屬
自然脆弱度	分層	低	中	高		V1	低低	
	低	低低	中低	高低		V2	低中、中低	
	中	低中	中中	高中		V3	中中、低高、高低	
	高	低高	中高	高高		V4	中高、高中	
備註：分 5 種顏色圖層（V1~V5）						V5	高高	

歸類分層後，藉由V1~V5圖層判別各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度之高低。V1圖層為最低敏感度，有荊桐鄉；V5圖層為最高敏感度，有口湖鄉、四湖鄉、元長鄉，其分佈情形請見表5.14、圖5.5。

表 5.14 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度

		社會脆弱度(後)		
自然脆弱度(先)		低	中	高
	低	V1 低低： 麥寮鄉、斗南鎮、荊桐鄉、林內鄉	V2 中低： 古坑鄉、西螺鎮	V3 高低： 斗六市
	中	V2 低中： 大埤鄉、崙背鄉	V3 中中： 二崙鄉	V4 高中： 水林鄉、北港鎮、台西鄉
	高	V3 低高： 褒忠鄉	V4 中高： 虎尾鎮、土庫鎮、東勢鄉	V5 高高： 口湖鄉、四湖鄉、元長鄉
備註： 1.舉例說明，「中低」表示「自然脆弱度中度、社會脆弱度高度」，「高中」表示「自然脆弱度高度、社會脆弱度中度」。 2.依 5 種顏色區別圖層 V1~V5				

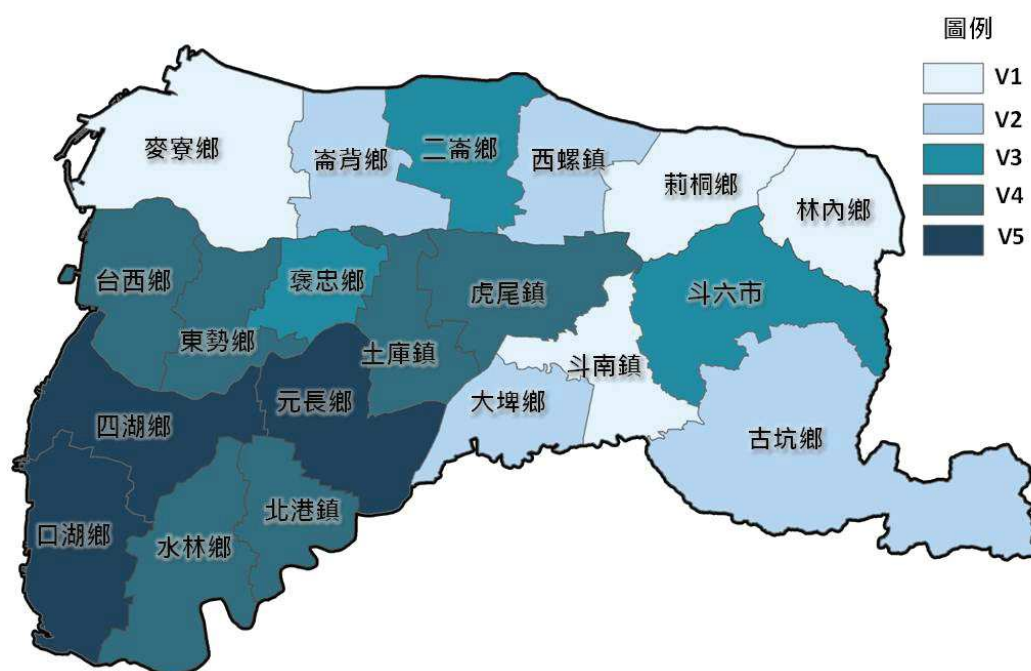


圖 5.5 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度分布圖

簡言之，未來可由綜合脆弱度的 V1~V5 圖層來判別各鄉鎮市之脆弱度情況之敏感程度，對於研擬回復力對策時，可根據不同的環境條件及脆弱度，給予不同的調適策略。

第三節與國家災害防救科技中心（NCDR）脆弱度之比較

由於本計畫自然脆弱度採用 NCDR 於 2011 年統計的數據，面對不同的研究方法有必要進行綜合分析，以比較各自的差異或成果。為了在探討時能清楚比較兩種綜合脆弱度圖層的分布情形，將 NCDR 之色調統一如表 5.15 及圖 5.6。

表 5.15 NCDR 綜合脆弱度評比圖層示意表

		社會脆弱度				統一色調後			
		低	中	高			低	中	高
自然脆弱度	低	低低(V1)	低中(V2)	低高(V3)	→	低	低低(V1)	低中(V2)	低高(V3)
	中	中低(V2)	中中(V3)	中高(V4)		中	中低(V2)	中中(V3)	中高(V4)
	高	高低(V3)	高中(V4)	高高(V5)		高	高低(V3)	高中(V4)	高高(V5)

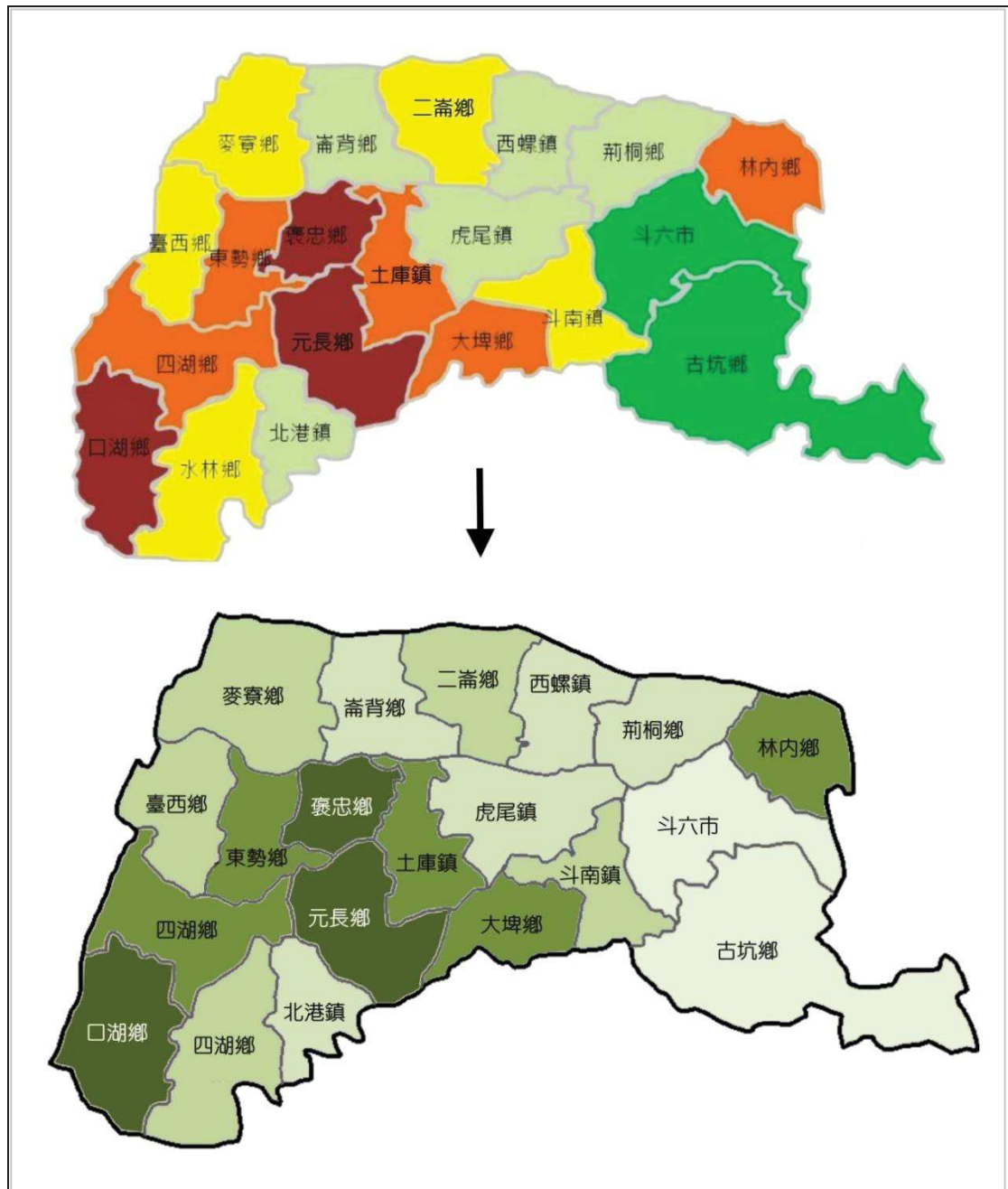


圖 5.6 NCDR 之雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度轉色示意圖

由圖 5.6 NCDR 所統計的綜合脆弱度圖層顯示，V5 圖層的脆弱度最高，有口湖鄉、元長鄉、褒忠鄉；V1 圖層脆弱度最低，有斗六市、古坑鄉，大致上可清楚看出敏感度較高地區多偏為雲林縣沿海的西南方一帶，靠山的內地鄉鎮脆弱度敏感程度較低。

將本計畫綜合脆弱度圖層與 NCDR 圖層比較可發現，敏感度較高的鄉鎮多偏向西南沿海一帶，例如口湖鄉、元長鄉，靠近山區的古坑鄉、荊桐鄉敏感度都偏低，可知二者敏感度的表現是吻合的（圖 5.7）。

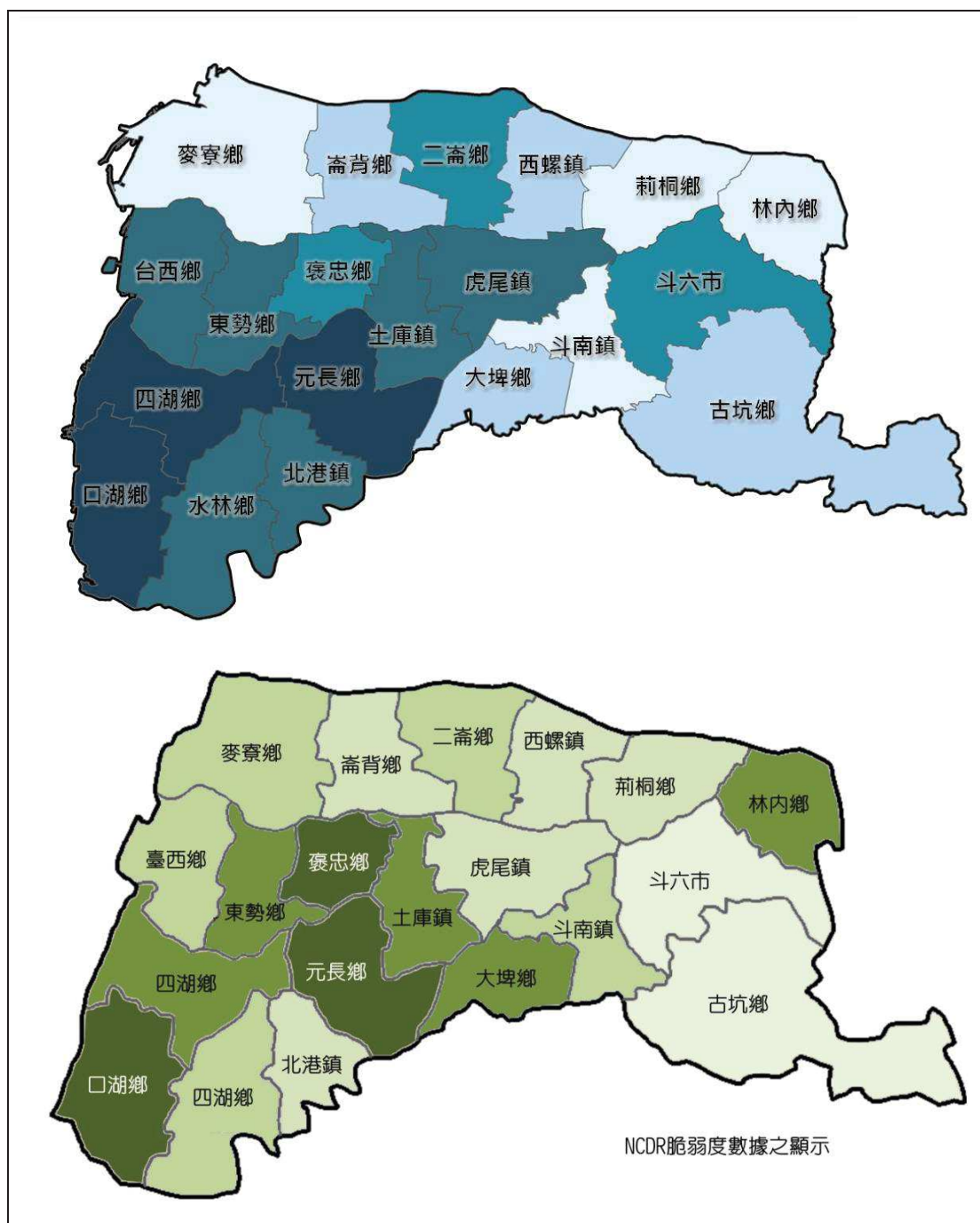


圖 5.7 本計畫與 NCDR 對於雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度比較圖

較為不同的是，斗六市在本計畫為敏感度中度之地區，在 NCDR 的分析中則為低度，其他鄉鎮市也有些微高低程度的差異，推測主因是計算社會脆弱度的指標不同而產生差異，且不論是指標之定義、單位，皆與 NCDR 略有不同之處，雙方社會脆弱度指標之差異如表 5.16 所示。

表 5.16 本計畫與 NCDR 之社會脆弱度指標差異表

評估指標	
本計畫	NCDR
人口密度	鄉道以上聯外道路數
扶養比	收容率
獨居高齡者比	獨居老人數
身心障礙者比	身心障礙者人數
社會福利人員比	老福機構數
醫療院所數	身障機構數
病床數	消防人數(含義消)
一級產業人口比	救災車輛、救護車救生艇數量
低收入戶比	每一醫療院所服務面積
財政預算比	醫療人數
自來水供水普及率	病床數
老舊住屋比	低收入戶數
消防人數比(含義消)	復原時間比
救災車輛、救護車、救生艇數量比	颱風洪水險投保率
註：灰底標示為本計畫與 NCDR 之評估指標相似項目。	住宅地震投保率
	歲入來源別補助及協助收入
	社會福利人員比

第四節 綜整雲林縣因應自然脆弱度及社會脆弱度之回復力對策

根據上述自然脆弱度及社會脆弱度的綜合分析結果，可指認出雲林縣面對未來潛在衝擊時，最需加強調適能力以加強其回復力（亦即韌性），才能對抗未來氣候變遷可能帶來的災害及損失。其中本計畫指認出三大脆弱度最高，即最可能遭受潛在衝擊之區位分別為「V5：自然脆弱度高、社會脆弱度高」、「V4：自然脆弱度中、社會脆弱度高」及「V4：自然脆弱度高、社會脆弱度中」的鄉鎮市，加以初步擬定其增強韌性之策略。表 5.17 綜整高脆弱度之鄉鎮市脆弱原因並加以分析後，針對各鄉鎮市不同特性擬定回復力對策。

表 5.17 高脆弱度鄉鎮市脆弱原因

		社會脆弱度	自然脆弱度
V5	口湖鄉	身心障礙人口比例高、低收入戶佔總戶數比例高及老舊屋多	海嘯 淹水深度>1m 佔全鄉面積 37%
	四湖鄉	身心障礙人口比例高	海嘯
	元長鄉	身心障礙人口比例高	
V4	水林鄉	身心障礙人口比例高及老舊屋多	
	北港鎮	人口密度高	
	台西鄉	身心障礙人口比例高	海嘯 淹水深度>1m 佔全鄉面積 31%
	虎尾鎮	人口密度高	
	土庫鎮	救災車輛、救護車、救生艇數量比例低	
	東勢鄉	身心障礙人口比例高	

脆弱度最高（V5）之口湖鄉、四湖鄉、元長鄉及脆弱度次高（V4）之台西鄉及東勢鄉因身心障礙人口比例高，造成脆弱度高。根據衛生福利部 2013 年的社會福利統計月報表⁷顯示，口湖鄉、元長鄉、台西鄉及東勢鄉身心障礙人口數為 9%，四湖鄉高達 10%。針對因身心障礙者較多而造成脆弱度高的鄉鎮市，建議政府加強身心障礙者的相關教育改革，如成立教育諮詢中心、推動多元入學與評量、結合非營利組織，擴大學童照顧網絡、運用網路科技與技能訓練脫貧、結合財政金融機構，提供弱勢無息貸款等（周仁尹和曾春榮，2006），對於身心障礙者之教育，應考慮其自主性與特殊性，依法令給予特別保障，同時協助其發展（莊富源，2010）。而民眾可強化社區關懷及社區防災路線規劃、互助等行動，實踐對身心障礙者補償的公益關懷，提升並促進整體競爭力，以增加地方韌性。

北港鎮及虎尾鎮因人口密度高造成脆弱度高，建議政府應投入資源，加強其基礎建設，並強化交通設施以降低當災害來臨時，因人口密度高而造成無法逃避災害等社會脆弱情形。

土庫鎮因救災車輛、救護車、救生艇等資源較不足，建議政府可增強其醫療救助設備的數量以因應未來可能的災害，或重新整頓災害救助資源的調配增加災害發生後的回復力；因應口湖鄉及水林鄉的老舊屋比例高課題，可藉由整修及維護達成增加韌性的目標。

⁷衛生福利部社會福利統計月報

http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f_list_no=312&fod_list_no=4198 上網日期：2015.10.23

臨海且位於地層下陷地區之口湖鄉、四湖鄉及台西鄉因可能面臨海平面上升及海嘯的威脅，未來可藉由透過高腳屋形式或加強沿海居民氣候變遷危機意識以增加面臨災害後的復原能力之彈性，亦可透過轉型土地利用模式將災害發生受損的可能性降到最低。

第六章 第二年計畫預期進度

第一節 執行進度

本計畫執行時間為2013年8月1日至2015年7月31日止，共計24個月。第一年度之執行進度，期間為2013年8月1日至2014年7月31日止。

表 6.1 第一年度之執行進度

	第 1 個 月	第 2 個 月	第 3 個 月	第 4 個 月	第 5 個 月	第 6 個 月	第 7 個 月	第 8 個 月	第 9 個 月	第 10 個 月	第 11 個 月	第 12 個 月
相關文獻回顧												
基地疊圖蒐整												
專家學者座談會 之指標確認												
調查前置作業												
田野調查												
自然、社會脆弱度 檢核												
研擬初步回復力 政策												
問卷設計												
成果彙整												

表 6.2 第二年度之執行進度

	第 1 個 月	第 2 個 月	第 3 個 月	第 4 個 月	第 5 個 月	第 6 個 月	第 7 個 月	第 8 個 月	第 9 個 月	第 10 個 月	第 11 個 月	第 12 個 月
相關文獻回顧												
問卷調查												
問卷回收與分析												
深入訪談												
生態足跡之估算												
生態足跡之檢核												
研擬整體回復力 政策												
焦點團體座談會												
研究成果研提												
報告書製作完成												

第二節 預期完成之工作項目及績效

第一年度預期完成之工作項目及進度如表6.3所示。

表 6.3 第一年度預期完成之工作項目及進度表

編號	工作項目	完成度
1	蒐集彙整雲林縣基礎資料及田野調查	100%
2	建構雲林縣自然脆弱度之疊圖（淹水潛勢圖、地層下陷圖、坡度災害潛勢圖）	100%
3	建構雲林縣社會脆弱度之指標架構、內容及權重分析，並建構社會脆弱度之圖層	100%

4	進行雲林縣自然脆弱度及社會脆弱度的疊圖分析	100%
5	綜整雲林縣因應自然脆弱度及社會脆弱度之回復力對策	100%
6	建構生態足跡降尺度到鄉鎮市層級之個人生態足跡之理論及分析架構	100%

第二年度預期完成之工作項目：

1. 建構雲林縣生態足跡之資料庫，並延續2007年全國生態足跡計算成果。
2. 更新2012年資料，分析雲林縣生態足跡之平均發展趨勢。
3. 計算雲林縣鄉鎮市或村里層級之個人生態足跡大小。
4. 探討生態足跡與自然脆弱度、社會脆弱度之間的相關性。
5. 綜整雲林縣因應自然脆弱度、社會脆弱度及生態足跡之回復力對策。
6. 其他研究預期成果如表6.4。

表 6.4 其他研究預期成果

項目	預期成果
學術研究（專書、期刊論文）	<ul style="list-style-type: none"> • 累積不同類型、不同議題關於脆弱度、回復力、生態足跡、永續發展、環境風險意識等本土性經驗。 • 預期在二個年度內至少發表一篇TSSCI或SSCI、SCI的期刊論文。 • 本計畫的實踐成果將可提供與其他國家或學者專家進行交流，甚至可成為未來相關國際會議中台灣經驗的代表論著。
社會影響（示範計畫、政策參考）	<ul style="list-style-type: none"> • 對國土相關政策計畫提出批判性的政策分析，具體回應雲林縣永續發展之政策措施。 • 了解、掌握國內建置脆弱度指標可能面臨的困難，同時亦可彙整出針對雲林縣現況進行回復力、生態足跡評估的可行手法、流程與模式等，做為國內日後持續研擬國土、區域發展相關計畫之參考依據。

技術發展（技術規範、專利衍生）	<ul style="list-style-type: none"> • 相關計畫研究過程，將建構指標建置、生態足跡資料蒐集操作執行程序，並透過整體規劃探討本土問卷抽樣的合適性及其他技術發展。
成果移轉（政府部會、研究單位或產業界）	<ul style="list-style-type: none"> • 研究成果將可提供行政部門計畫與政策推動之參考，包含中央部會之國家永續發展委員會、經濟建設委員會（國土空間規劃、產業發展）、環保署（永續發展、綠色消費）、營建署（城鄉風貌）、農委會（農業發展、農村再生政策）。 • 建立台灣生態足跡測量之標準化作業流程以利各部會未來填報與更新資料，例如配合環保署（未來環資部）每年永續發展指標之公布，提供年度生態足跡之更新資料。 • 若能結合政府其他部會（如環保署、營建署、文建會、農委會）或民間單位（如中研院、中經院、工研院）參與的機會，或建置共同參與的平台，將可促進相關政策或產業落實、形成。
其他	<ul style="list-style-type: none"> • 作為研擬修正相關政策計畫之參考。 • 可應用本計畫之研究成果進一步與國外經驗進行比較研究，將會提昇台灣永續發展的學術與實務水準，並加強在國際上的能見度。

第七章 結論

面對全球氣候變遷異常快速及變化多端，從全國面或地方層級的氣候調適政策議題已如火如荼研擬中。本計畫期望從各項討論環節中，關心氣候變遷及調適的問題以銜接上時勢變化，非僅做研究性質的對策研擬。

從雲林縣基礎調查中，可以觀察出以農立國的地方政府對一、二級產業發展特別重視，而農業靠天吃飯的生產發展基調是不可避免的，因此，氣候調適的對策在雲林縣的政策研擬中，特別重要。本研究為找出切合雲林縣面對災害、氣候衝擊而反應的回復力政策，將先了解其自然脆弱度與社會脆弱度的關係。

雲林縣自然脆弱度之呈現，經由NCDR取得雲林縣自然脆弱度之數據，分為七個面向來辨識各項地理環境的脆弱程度，以代表雲林縣的自然脆弱度情形。此七個面向分別是土石流潛勢溪面積、岩屑崩滑面積、岩體滑動面積、海嘯面積、順向坡面積、落石面積、降雨600mm淹水潛勢面積，將各面向脆弱敏感面積加總後，可依數據比值高低分為脆弱度高、中、低三種層級，最後，可發現自然脆弱度最高為褒忠鄉，最低為林內鄉，並依其高低不同而區分顏色。

在社會脆弱度指標建構部分，本計畫先統整相關文獻擬定第一階段德爾菲問卷指標的架構，並進行第一次問卷篩選，篩選結果評估指標從34個減為21個。為了再次收斂評估指標，進行第二階段德爾菲問卷，篩選結果社會脆弱度指標從21個減為20個。篩選過程中，專家學者對指標闡述、建立時的疑慮、建議、提點，本計畫在討論綜整後，將部分指標納入修改調整。

在蒐尋指標統計資料過程中，部分指標僅限於縣市層級的統計數據，並無鄉鎮市層級的統計數據，本計畫視實際蒐集數據情形加以增減。因此，實際用來測量社會脆弱度的指標變項共有14個。本計畫執行FAHP問卷權重分配後，結果顯示社會脆弱度評估面向為人口組成、社會網絡社會福利、健康醫療、經濟結構、居住條件及防救災條件。其評估指標為人口密度、扶養比、獨居高齡者比、身心障礙者比；社會福利人員比、醫療院所數、病床數；低收入戶比、財政預算比、自來水供水普及率、老舊住屋比；消防人數比、救災車輛、救護車、救生艇數量比等14項指標。

根據 NCDR 自然脆弱度指標及依本計畫上述社會脆弱度指標計算分析雲林縣 20 個鄉鎮市數據，並將其分三等級的結果顯示，自然脆弱度最高區位為褒忠鄉、東勢鄉、土庫鎮、元長鄉、四湖鄉、虎尾鎮及口湖鄉；中度區位為水林鄉、大埤鄉、台西鄉、北港鎮、崙背鄉及二崙鄉；脆弱度最低者為西螺鎮、斗南鎮、

麥寮鄉、莿桐鄉、斗六市、古坑鄉及林內鄉。社會脆弱度最高者為水林鄉、口湖鄉、斗六市、四湖鄉、北港鎮、台西鄉及元長鄉；中度者為古坑鄉、虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙鄉；低度者為褒忠鄉、麥寮鄉、大埤鄉、斗南鎮、

荊桐鄉、林內鄉及崙背鄉。

本計畫將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別，並依綜合脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層，包含麥寮鄉、斗南鎮、荊桐鄉、林內鄉；低中、中低為V2圖層，包含古坑鄉、西螺鎮、大埤鄉及崙背鄉；中中、低高、高低為V3圖層，包含斗六市、二崙鄉及褒忠鄉；中高、高中為V4圖層，包含水林鄉、北港鎮、台西鄉、虎尾鎮、土庫鎮及東勢鄉；高高為V5圖層，包含口湖鄉、四湖鄉及元長鄉。整體脆弱度的V1~V5圖層可用來判別各鄉鎮市脆弱度情況之敏感程度，對於研擬回復力對策時，可根據不同的環境條件，給予不同的調適策略。

脆弱度及回復力的評估作用，可使人們更了解到環境壓力與人類行為對人們所居住的環境在面對自然災害時的承受力，與災後重建的反應力，以作為未來永續調適能力的參考依據。本計畫指認出雲林縣面對環境壓力時，最可能遭受災害鉅變的高脆弱度（V4及V5）鄉鎮市，未來政府及民眾應多方思考如何因應氣候變遷可能帶來的災害並事先預防、增強其調適能力以增加其社會或自然回復的能力，例如身心障礙人口比例高而造成脆弱度高的鄉鎮市，可以增加社會福利措施手段，並加強弱勢族群之風險教育或社區間互助等行動以增加其韌性。因為人口密度高而造成脆弱度高之鄉鎮市，應加強其基礎建設，並強化交通設施以降低災害來臨時，因人口密度高而造成之脆弱度。因救災車輛、救護車、救生艇等資源較不足或老舊房屋比例高之鄉鎮市，建議增設救助相關硬體設備或增強建物結構等工程以因應未來可能的災害，達成增加韌性的目標。另外沿海位於地層下陷地區的鄉鎮市因為可能面臨海平面上升及海嘯的威脅，未來除工程手段外，亦可透過轉型土地利用模式將災害發生受損的可能性降到最低。

參考文獻

- 中華經濟研究院(2015)。擬定雲林縣區域計畫及研究規劃委託技術服務案期末報告。雲林：雲林縣政府委託研究。
- 內政部(2012)。規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫—土地使用領域行動方案(草案)。台北：內政部。
- 內政部消防署(2010)。雲林縣災害防救深耕計畫細部執行計畫。台北：內政部消防署。
- 王文裕(2010)。六輕計畫溫室氣體排放量盤查評鑑。六輕計畫總體評鑑研討會。2010年10月27-29日。台中：朝陽科技大學。
- 台灣大學建築與城鄉研究發展基金會(2012)。雲林縣綜合發展計畫第二次通盤檢討。雲林：雲林縣政府。
- 交通部(2012)。國家氣候變遷調適行動方案(2012-2017)－維生基礎設施領域(草案)。台北：交通部。
- 吳杰穎、黃昱翔(2011)。颱風災害脆弱度評估指標之建立：以南投縣水里鄉為例。都市與計畫。第38卷，第2期，第195-218頁。
- 吳政庭、洪嘉宏、周天穎、葉美伶、何佳薇(2012)。利用崩塌地與環境脆弱度因子分析土地使用之合理性-以曾文溪流域為例。台灣地理資訊學會年會暨學術研討會。2012年6月27-28日。台中：逢甲大學。第8-9頁。
- 李永展(1998)。台灣地區國土資源利用與保育之研究-區域總體土地資源綜合利用研究(III)。國科會研究計畫。
- 李永展(1999)。永續環境規劃之新思維。環境教育季刊。第37期，第25-34頁。
- 李永展(2005a)。超荷的台灣生態足跡。環境資訊中心。
- 李永展(2005b)。台灣生態足跡趨勢之分析與比較。農業委員會林務局94年度農業管理計畫。台北：農業委員會。
- 李永展(2006)。台灣生態足跡趨勢之分析與比較。農業委員會林務局95年度農業管理計畫。台北：農業委員會。
- 李永展(2014)。生態足跡之計算與建置之先期研究。農業委員會林務局102年度委辦計畫。台北：農業委員會。

- 李永展、陳安琪 (1998)。從生態足跡的觀點探討台灣的永續發展。*經社法制論叢*。第22期，第437-465頁。
- 李永展、陳安琪 (1999)。應用生態足跡分析探討貿易對永續發展之影響。*都市與計劃*。第26期第2卷，第133-151頁。
- 李香潔、盧鏡臣 (2010)。氣候變遷社會脆弱性的發展及其可能應用。*國研科技*。第25期，第4-6、53-61頁。
- 李婷潔、李永展 (2012)。社會脆弱度指標作為氣候變遷下的永續環境規劃工具：以嘉義縣為例。*2012環境教育學術暨實務交流研討會學術論文集*。2012年11月9-11日。台北：台灣師範大學
- 杜政榮、林大舒 (2008)。台灣地區農糧消耗之生態足跡評析。*國立空中大學生活科學學報*。第12期，第25-60頁。
- 周仁尹、曾春榮 (2006)。從弱勢族群的類型談教育選擇權及教育財政革新。*教育援救與發展期刊*。第二卷第三期，第93-122頁。
- 周嫦娥 (2011a)。水足跡之衡量。*2011年氣候變遷國際研討會*。2013年1月15-17日。台北：經濟部水利署。
- 周嫦娥 (2010)。水足跡概念與台灣虛擬水進出口流量。*2010綠色科技與人才培育國際研討會*。2010年11月18-19日。台南：崑山科技大學。
- 周嫦娥 (2011b)。水足跡概念推廣與先期研究，台北：經濟部水利署。
- 周嫦娥、李繼宇 (2009)。台灣之虛擬水資源流量與糧食安全。台北：台灣經濟學會。
- 周嫦娥、李繼宇、林惠芬、阮香蘭 (2011)。企業水資源管理新指標--水足跡。*工業污染防治*。第117期，第175-199頁。
- 林冠慧、吳珮瑛 (2004)。全球變遷下脆弱度與適應性研究方法與方法論的探討，*全球變遷通訊雜誌*。第43期，第33-38頁。
- 林漢良 (2014)。台灣國土容受力分析與調適策略-以北部區域為例。台北：內政部營建署城鄉發展分署。
- 邱淑宜 (2010)。台灣海岸脆弱度指標建立與應用之研究。國立海洋大學海河工程學系碩士論文。
- 侯佩君、杜素豪、廖培珊、洪永泰、章英華 (2008)。台灣鄉鎮市區類型之研究：「台灣社會變遷基本調查」第五期計畫之抽樣分層效果分析。*調查研究一方法與應用*。第23期，第7-32頁。

- 南華大學建築與景觀系(2006)。雲林縣鄉村風貌綱要規劃成果報告書。雲林：雲林縣政府委託。
- 翁毓琪、許承先(2009)。溫泉旅館之生態足跡估算-以新北投地區為例。2009年第六屆台北學暨第八屆北投學學術研討會-點亮台北文化據點暨北投都會社區生活展望研討會。2009年10月17-18日。台北：新民國中附屬北投社區大學。
- 國家災害防救科技中心(2012)。國家災害防救科技中心2012年年報。台北：國家災害防救科技中心。
- 國家災害防救科技中心(2014)。災害領域行動方案。台北：國家災害防救科技中心。
- 國家科學委員會(2011)。台灣氣候變遷科學報告(2011)。台北：國家科學委員會。
- 張書瑋(2011)。氣候變遷下台灣海岸地區脆弱度分析。國立海洋大學海河工程學系碩士論文。
- 莊富源(2010)。肯認差異：多元文化主義的弱勢教育意涵。研習資訊。第27卷，第6期，第3-8頁。
- 許添本(2001)。都會永續運輸的願景與發展策略。行政院國科會專題研究計畫。
- 陳建忠、吳杰穎(2011)。氣候變遷下災害風險評估指標系統之建立。建築學報。第75期，第43-60頁。
- 童慶斌(2012)。跨領域脆弱度評估與回復能力建構計畫。2012氣候變遷調適科技國際研討會。2012年9月15日。桃園：國立中央大學。
- 雲林縣政府(2009)。98年雲林縣農地資源空間規劃計畫。雲林：雲林縣政府。
- 雲林縣消防局(2013)。災害防救深耕5年中程計畫。雲林：雲林縣政府。
- 馮正民、詹士樑(2007)。全球化與氣候變遷下國土規劃之研究。台北：國家科學委員會。
- 黃光昕(2008)。雲林縣沿海地區發展永續創意都市發展指標系統評估體系研究。逢甲大學都市計畫研究所碩士論文。
- 經濟建設委員會(2011)。雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫(核定本)。台北：經濟建設委員會。
- 經濟建設委員會(2012)。地方氣候變遷調適計畫規劃作業指引。台北：經濟建設委員會。

- 經濟部水利署 (2011)。易淹水地區水患治理綱要計畫。台北：經濟部水利署。
- 經濟部水利署 (2012)。水資源開發利用總量管制策略推動規劃。台北：經濟部水利署。
- 經濟部水利署中區水資源局 (2006)。中部地區水資源利用整體檢討規劃。台中：經濟部水利署中區水資源局。
- 葉佳宗、黃書禮、劉小蘭 (1999)。生態足跡、永續發展與台灣農地保育。都市與計畫。第 26 期第 2 卷，第 189-208 頁。
- 農業委員會 (2011)。100 年度「南部區域農地資源空間規劃計畫」雲林嘉義台南地區農地資源空間規劃計畫—雲林縣。台北：農業委員會。
- 環境保護署 (2002)。中華民國國家通訊第一版—聯合國氣候變化綱要公約。台北：環境保護署。
- 環境保護署 (2010)。中華民國國家通訊第二版草案—聯合國氣候變化綱要公約。台北：環境保護署。
- 環境保護署 (2010)。六輕營運10年總體評鑑計畫。財團法人環境資源研究發展基金會。
- 關華山譯 (1996)。Zeisel, J. 著。研究與設計-環境行為研究的工具。台北：田園城市文化。
- Adger, W.N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*. 16(3): 268–281.
- Adger, W.N., Agrawala, S., Mirza, M.M.Q., Conde, C., O'Brien, K., Pulhin, J., *et al.* (2007). Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- Adger, W.N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M. & Eriksen, S. (2004). *New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity*. UK Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Adger, W.N., Paavola, J., Huq, S. & Mace, M.J. (2006). *Fairness in Adaptation to Climate Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Allan, A.J. (1999). *Convenient solution*. The UNESCO Courier, February, pp.29-31.
- Andrew, J.R. & Neema, N. (2011). Putting people at the center of climate change adaptation plans: a vulnerability approach. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*. 2(4): 1-23.

- Bagliani, M., Contu, S., Coscia, I. & Tiezzi, E. (2003). The evaluation of the ecological footprint of the Province of Siena (Italy). *Advances in Econological Sciences*. 18: 387-396.
- Barnett, J. & O'Neill, S. (2010). Maladaptation. *Global Environmental Change*. 20: 211-213.
- Barnett, J., Lambert, S. & Fry, I. (2008). The hazards of indicators: insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*. 98(1): 102–119.
- Barrett, J., Birch, R., Cherrett, N. & Wiedmann, T. (2005). Exploring the application of the ecological footprint to sustainable consumption policy. *Journal of Environmental Policy and Planning*. 7: 303-316.
- Bicknell, K.B., Ball, R.J., Cullen, R. & Bigsby, H.R. (1998). New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand Economy. *Ecological Economics*. 27: 149-160.
- Bueno, R., Herzfeld, C., Stanton, E. & Ackerman, F. (2008). *The Caribbean and Climate Change: The Costs of Inaction*. Stockholm Environment Institute, US Center and Global Development and Environment Institute, Tufts University.
- Chapagain A.K. & Hoekstra, A.Y. (2004). *Water Footprint of Nations, Value of Water Research Report Series NO. 16*. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Cochran, W.G. (1963). *Sampling Techniques*. New York: Wiley (2nd. Ed.).
- Commission on Climate Change and Development (2009). *Closing the Gaps: Disaster Risk Reduction and Adaptation to Climate Change in Developing Countries*. Ministry of Foreign Affairs, Stockholm, Sweden.
- Committee on Climate Change (CCC) (2010). Building a Low-carbon Economy – The UK's Innovation Challenge (<http://www.theccc.org.uk>) (Retrieved: 2012/12/31).
- Cutter, S.L. (2003). The vulnerability of science and the science of vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers*. 93(1): 1–12.
- Cutter, S.L. (2006). *Hazards, Vulnerability and Environmental Justice*. London, Sterling, VA.: Earthscan Publication.
- Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*. 18: 598–606.

- Cutter, S.L., Boruff, B.J. & Shirley, W.L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*. 84: 242-261.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T. & Scott, M.S. (1997). *Handbook for Conducting a GIS-based hazards assessment at the county level*.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T. & Scott, M.S. (2000). Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*. 90(4): 713-737.
- Davies, M., Guenther, B., Leavy, J., Mitchell, T. & Tanner, T. (2008). *Climate Change Adaptation, Disaster Risk Reduction and Social Protection: Complementary Roles in Agriculture and Rural Growth?* Institute of Development Studies Centre for Social Protection and Climate Change and Disasters Group. IDS: Institute of Developing Studies.
- de Oliverira-Mendes, J.M. (2009). Social vulnerability indexes as planning tools: beyond the preparedness paradigm. *Journal of Risk Research*. 12(1): 43-58.
- Deutsch, L., Jansson, A., Troell, M., Ronnback, P., Folke, C. & Kautsky, N. (2000). The ecological footprint: communicating human dependence on nature's work. *Ecological Economics*. 32: 351-335.
- Erb, K.H. (2004). Actual Land Demand of Austria 1926-2000: a Variation on Ecological Footprint Assessments. *Land Use Policy*. 21: 247-259.
- Eriksen, S. & Brown, K. (2011). Sustainable adaptation to climate change. *Sustainable Adaption to Climate Change: Prioritising Social Equity and Environmental Integrity*. 3(1): 3-6.
- Eriksen, S. & Kelly, P. (2007). Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment. *Mitigation, Adaptation, Strategic Global Change*. 12(4): 495-524.
- Eriksen, S., Aldunce, P., Bahinipati, C.S., Martins, R.D., Molefe, J.i., Nhemachena, C., O'brien, K., Olorunfemi, F., Park, J., Sygna, L & Ulsrud, K. (2011). When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for sustainable adaptation to climate change. *Sustainable Adaption to Climate Change: Prioritising Social Equity and Environmental Integrity*. 3(1): 7-20.
- Ewing, B., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., Moore, D. & Wackernagel, M. (2009). *The Ecological Footprint Atlas 2009. Global Footprint*

- Network.California: Oakland.* (<http://www.footprintnetwork.org>) (Retrieved: 2012/12/31).(Retrieved: 2012/12/31).
- FAO (2013).*FAO Statistical Yearbook 2013*.
- Ferng, J.J. (2005). Local sustainable yield and embodied resources in ecological footprint analysis: a case study on the required paddy field in Taiwan. *Ecological Economics*. 53: 415-430.
- Folke, C., Jansson, Å., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Crépin, A.S., *et al.* (2011). Reconnecting to the biosphere.*AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 40(7): 719–738.
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. & Giljum, S. (2011). *Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint: Defining the “Footprint Family” and its Application in Tracking Human Pressure on the Planet*. UK: One Planet Economy Network.
- GFN (2008).*Calculation Methodology for the national Footprint Accounts*, 2008 Edition,
http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/ecological_footprint_atlas_2008/
- GFN (2010a).*The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland, CA: Global Footprint Network.
- GFN (2010b).*Calculation Methodology for the National Footprint Accounts*, 2010 edition.Oakland, CA: Global Footprint Network.
- GFN (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere’s regenerative capacity: the National Footprint Accounts’ underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*. 24: 518–533.
- GIS-Based Hazards Assessment at the County Level. Los Angel: University of South Carolina.
- Gossling, S., Hansson, C.B., Horstmeier, O. & Saggel, S. (2002). Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability.*Ecological Economics*. 43: 199-211.
- Gunderson, L.&Holling, C.S. (Eds.) (2001).*Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington, DC: Island Press.
- Haberl, H., Erb, K.H. & Krausmann, F. (2001). How to calculate and interpret

- ecological footprints for long Periods of time: the case of Austria 1926–1995. *Ecological Economics*. 38: 25-45.
- Hardoy, J.&Satterthwaite, D. (2009).*Urban Development and Intensive and Extensive Risk, Background Paper for the ISDR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2009*. London: International Institute for Environment andDevelopment (IIED).
- Healey, P. &Upton, R. (Eds.) (2010).*Crossing Borders International Exchange and Planning Practices*. Oxon: Routledge.
- Healey, P. (2007). *Urban Complexity and Spatial Strategies: Towards a Relational Planning for our Times*. New York: Routledge.
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*. 21: 198-208.
- Hoekstra, A.Y. &Chapagain, A.K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resour Manage*. 21: 35–48.
- Hoekstra, A.Y.&Chapagain, A.K. (2008).*Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. & Mekonnen, M.M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard*, London, Washington, DC.
- Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems.*Annual Review of Ecology and Systematics*. 4: 1-23.
- IEA (2009).*CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. Paris: IEA.
- IGBP, IOC & SCOR (2013). *Ocean Acidification Summary for Policymakers – Third Symposium on the Ocean in a High-CO₂ World*.International Geosphere-Biosphere Programme. Sweden: Stockholm.
- IPCC (2001).*Synthesis report.Climate Change 2001*. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Watson R.T. *et al.* (Eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC (2007).Summary for policymakers.*Climate Change 2007: The Physical Science*

- Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (Eds.)]. Cambridge, UK and New York, NY, US: Cambridge University Press.
- IPCC (2013). *Climate Change 2013*. The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M.M.B., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P.M. (Eds.), Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Isreal, G.D. (1992). *Sampling the evidence of extension program impact*. PEOD-5. (<http://edis.ifas.ufl.edu/document%20pd005>) (Retrieved: 2012/12/31).
- Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*, 31: 220-229.
- Jacob, S., Weeks, P., Blount, B. & Jepson, M. (2013). Development and evaluation of social indicators of vulnerability and resiliency for fishing communities in the Gulf of Mexico. *Marine Policy*. 37: 86–95.
- Khailania, D.K. & Pererab, R. (2013). Mainstreaming disaster resilience attributes in local development plans for the adaptation to climate change induced flooding: a study based on the local plan of Shah Alam City, Malaysia. *Land Use Policy*. 30: 615– 627.
- Khan, S. (2012). Vulnerability assessments and their planning implications: a case study of the Hutt Valley, New Zealand. *Natural Hazards*. 64: 1587–1607.
- King, D. & MacGregor, C. (2000). Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazards. *Australian Journal of Emergency Management*. 15(3): 52-57.
- Laarhoven, P.J.M. & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*. 11: 229-241.
- Lammers, A., Moles, R., Walsh, C. & Huijbregts, M.A.J. (2008). Ireland's footprint: a time series for 1983–2001. *Land Use Policy*. 25: 53-58.
- Lawrence, J.V. & Thomas, J.C. (2005). *The Resilient City – How Modern Cities Recover From Disaster*. New York: Oxford University Press.
- Lee, Y.-J. & Chen, A.-C. (1998). Sustainable Taipei?--Using the ecological footprint concept to explore Taipei's sustainability. *International Symposium on City*

Planning 1998.

- Lee, Y.-J. & Lin, S.-C. (2014). Carbon footprint accounting practices in Taiwan. *Advanced Materials Research*. 962-965: 1529-1540.
- Lee, Y.-J. & Peng, L.-P. (2014). Taiwan's ecological footprint (1994–2011). *Sustainability*. 6(9): 6170-6187.
- Lee, Y.-J. (2014). Social vulnerability indicators as a sustainable planning tool, *Environmental Impact Assessment Review*. 44: 31–42
- Lenzen, M. & Murray, S.A. (2001). A modified ecological footprint method and its application to Australia. *Ecological Economics*. 37: 229–255.
- McDonald, G.W. & Patterson, M.G. (2004). Ecological Footprints and Interdependencies of New Zealand Regions, *Ecological Economics*. 50: 49-67.
- McGray, H., Hammill, A. & Bradley, R. (2007). *Weathering the Storm: Options for Framing Climate Change and Development*. WRI Report, Washington, DC: World Resource Institute.
- Mearns, R. & Norton, A. (Eds.) (2010). *Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World*. Washington, DC: The World Bank.
- Menoni, S., Molinari, D., Parker, D., Ballio, F. & Tapsell, S. (2012). Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. *Natural Hazards*. 64: 2057–2082.
- Mimura, N. (2007). Small Islands. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mohai, P., Pellow, D. & Roberts, J.T. (2009). Environmental justice. *Annual Review of Environment and Resources*. 34: 405–430.
- Morrow, B.H. (1999). Identifying and mapping community vulnerability. *Disaster*. 23(1): 1-18.
- Murray, T.J., Pipino, L.L. & Van Gigch, J.P. (1985). A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*. 5: 76-80.
- Niccolucci, V., Tiezzi, E., Pulselli, F.M. & Capineri, C. (2012). Biocapacity vs ecological footprint of world regions: a geopolitical interpretation. *Ecological Indicators*. 16: 23–30.

- Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum B., Wyche K. & Pfefferbaum, R. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*. 41: 127–150.
- Nullis, C. (2012). Record arctic sea ice melt, multiple extremes and high temperatures. *Press Release*. No. 966. 28 November. World Meteorological Organization.
- O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., Javed, A., Bhadwal, S., Barg, S., Nygaard, L. & West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change*. 14: 303–313.
- Ojerio, R., Moseley, C., Lynn, K. & Bania, N. (2011). Limited involvement of socially vulnerable populations in federal programs to mitigate wildfire risk in Arizona. *Natural Hazards Review*. 12(2): 28–36.
- Parris, T.M. & Kates, R.W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*. 28: 559–86.
- Pelling, M. (2003). *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London: Earthscan
- Pradhan, N.S., Khadgi, V.R., Schipper, L., Kaur, N. & Geoghegan, T. (2012). *Role of Policy and Institutions in Local Adaptation to Climate Change – Case studies on responses to too much and too little water in the Hindu Kush Himalayas*. Kathmandu: ICIMOD.
- Public Affairs, World Meteorological Organization.
(http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_966_en.html)
- Pulselli, F.M., Bastianoni, S., Marchettini, N., Tiezzi, E. (2008). The road to sustainability, GDP and future generations. *The Sustainable World*. 18, WIT Press, Southampton (UK). p. 240.
- Renderiro Martín-Cejas, R. & Pablo Ramírez Sánchez, P. (2010). Ecological footprint analysis of road transport related to tourism activity: the case for Lanzarote Island. *Tourism Management*. 31: 98–103.
- Roger, F., Katrina, B. & Tompkins, E.L. (2007). Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion. *Climate Policy*. 7: 46–59.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Satterthwaite, D. (2008). *Climate Change and Urbanization: Effects and Implications*

for Urban Governance. United Nations: United Nations Secretariat.

- Schipper, L. (2009). Meeting at the crossroads? exploring the linkages between climate change adaptation and disaster risk reduction. *Climate and Development*. 1(1): 16–30.
- Smit, B. & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change Journal*. 16: 282–292.
- Steinführer, A., Tunstall, S., Tapsell, S. & Fernandez-Bilbao, A. (2007). *Vulnerability and Flooding: A Re-analysis of FHRC Data*. UK: European Community.
- Sterr, R.K., Klein, R.J., Reese, S. (2003). Climate change and coastal zones: An overview of the state-of-the-art on regional and local vulnerability assessment. *Climate Change in the Mediterranean Socio-Economic Perspectives of Impacts, Vulnerability and Adaptation*. Giupponi, C., Shechter, M. (Ed.). Cheltenham: Edward Elgar. Pp. 245-278.
- Stoglehner, G. (2003). Ecological footprint – a tool for assessing sustainable energy supplies. *Journal of Cleaner Production*. 11: 267-277.
- Sustainable London Trust (1996). *Sustainable London*. London: Sustainable London Trust.
- Timmerman, P. (1981). *Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of Models and Possible Climate Applications*. Toronto: Institute for Environmental Studies, University of Toronto.
- Tseng, Y.H., Breaker, L.C. & Chang, E.T.Y. (2010). Sea level variations in the regional seas around Taiwan. *Journal of Oceanography*. 66: 27-39.
- Turner B.L., Kasperson R.E., Matson P.A., McCarthy J.J., Corell R.W., Christensen L., Eckley N., Kasperson J.X., Luers A., Martello M.L., Polsky C., Pulsipher A., Schiller A. (2003). *A framework for vulnerability analysis in sustainability science*. Graduate School of Geography and George Perkins Marsh Institute, Clark University, Worcester.
- UNFCCC (2007). *Report of the Conference of the Parties on its Thirteenth Session Held in Bali. 3 to 15 December 2007*. Bali, United Nations.
- UNISDR (International Strategy for Disaster Reduction) (2010). *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready, 2010–2011*. World Disaster Reduction Campaign.

- United Nations Division for the Advancement of Women (2001). *Environmental management and the mitigation of natural disasters: a gender perspective*. http://www.un.org/womenwatch/daw/csw/env_manage/documents/EGM-Turkey-final-report.pdf
- Vogel, C.E., Moser, S.C., Kasperson, R.E. & Dabelko, G.D. (2007). Linking vulnerability, adaptation and resilience science to practice: pathways, players and partnerships. *Global Environment Change*. 17(3-4): 349-364.
- Wackernagel, M. & Rees, W.E. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.
- Wackernagel, M. & Richardson, D. (1998). *How to calculate a household's ecological footprint*. Anahuac University of Xalapa and University of Texas (draft).
- Wackernagel, M. (1998). The ecological footprint of Santiago de Chile. *Local Environment*. 3: 7-25.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Erb, K.H., Haberl, H. & Schulz, N.B. (2004). Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961–1999: Comparing the conventional approach to an ‘actual land area’ approach. *Land Use Policy*. 21: 261–269.
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A.C., Lopez Falfan, I.S., Garcia, J.M. Guerrero, A.I.S. & Guerrero, M.G.S. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*. 29: 375-390.
- Wang Y., Lingyan Kang, Xiaoqing Wu, Yang Xiao (2013). Estimating the environmental Kuznets curve for ecological footprint at the global level: A spatial econometric approach. *Ecological Indicators*. 34: 15-21.
- Wang, B.-C., Chou, F.-Y. & Lee, Y.-J. (2012). Ecological footprint of Taiwan: a discussion of its implications for urban and rural sustainable development. *Computers, Environment and Urban Systems*. 36(4): 342-349.
- Water Footprint Network
(2013). *WFN*. <http://www.waterfootprint.org/?page=files/home> Retrieved August 26, 2013
- Wiedmann, T. & Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint' In C.C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends*. Chapter 1, pp. 1-11, Hauppauge, New York: Nova Science Publishers. (https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999)

- Wood, N.J., Burton, C.G. & Cutter, S.L. (2010). Community variations in social vulnerability to tsunamis in the U.S. Pacific Northwest. *Natural Hazards*. 52: 369-389.
- WWF (2010). *Living Planet Report*. Gland: Switzerland World Wide Fund for Nature.
- Yang, H., Zhou, Y. & Liu, J. (2009). Land and water requirements of biofuel and implications for food supply and the environment in China. *Energy Policy*. 37: 1876-1885.
- Yohe, G.W., Lasco, R.D., Ahmad, Q.K., Arnell, N.W., Cohen, S.J., Hope, C., Janetos A.C. & Perez, R.T. (2007). Perspectives on climate change and sustainability. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge: Cambridge University Press, Pp. 811-841.
- Zeisel, J. (1981). *Inquiry by design: Tools for environment-behavior research*. Monterey, CA: Brooks/Cole.
- Zhang, Y. (2010). Residential housing choice in a multihazard environment: Implications for natural hazards mitigation and community environmental justice. *Journal of Planning Education and Research*. 30(2): 117-131.

參考網站

- 中央地質調查所地質資料整合查詢 (2012)。網址：
<http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm> (上網日期：2012.11.2)。
- 中央氣象局網站 (2013)。網址：
http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/statistics/statistics_1_1.html (上網日期：2013.2.20)。
- 行政院主計處 (2011)。網址：<http://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1> (上網日期：2011.5.3)
- 雲林縣政府水利處 (2013)。網址：<http://www4.yunlin.gov.tw/water> (上網日期：2013.11.2)。
- 經濟部水利署中區水資源局 (2013)。網址：
<http://www3.wracb.gov.tw/PlanShow.asp?CatID=2> (上網日期：2013.6.3)。

經濟部水利署各項用水統計資料庫網站（2013）。網址：
<http://wuss.wra.gov.tw/index.html>（上網日期：2013.9.4）。

台灣氣候變遷推估與資訊平台計畫（2013）。網址：
<http://tccip.ncdr.nat.gov.tw/NCDR/main/index.aspx>（上網日期：2013.3.25）。

附錄一 第一階段模糊德爾菲專家學者問卷

第一階段專家學者問卷

諸位專家先進您好：

此問卷為本團隊進行國科會「脆弱度、回復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究」的研究方法之一，根據國內外文獻所歸納出一般性的社會脆弱度指標架構及根據國內二手資料可及性實際測量的變項，目的在於建構準確及符合臺灣現況的社會脆弱度指標架構。本階段透過模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Technique），邀請各位專家學者根據各評估面向之架構提出指標調整或更新的具體建議。待德爾菲問卷調查收斂指標並確認後，再以模糊層級分析程序法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）將各階層指標給予加權值，以作為指標權重之依據。

素仰 台端在氣候變遷、環境規劃及社會研究等相關領域有所涉獵且經驗豐碩，因此特邀請您撥空協助，使本研究可以獲得更具學術性的成果。問卷中所取得的資料僅限於學術研究使用及參考，敬請放心填寫。順頌

教安

中華經濟研究院計畫團隊

主持人：李永展

研究成員：董娟鳴、吳靜怡、李品蓉、李毓青

一、社會脆弱度指標定義

理解脆弱度和回復力的議題，是當代城市規劃者和管理者的一項關鍵要求（Khailania & Pererab, 2013; Lawrence & Thomas, 2005）。脆弱度研究可以幫助我們了解人民和地方置於風險中，以及那些減少人民和地方應對環境威脅能力的狀況（Vogel *et al.*, 2007），並提出調適治理的策略因應。國內外研究關於脆弱度之定義雖不全相同，但大致可歸納出天然災害的「自然脆弱度」與社會經濟因素所影響的「社會脆弱度」。氣候變遷及其它風險的衝擊會影響脆弱度不均衡地分佈、也具有社會差異性（Jabareen, 2013; Davies *et al.*, 2008; IPCC, 2007），此即本研究將自然脆弱度與社會脆弱度一同探討的原因。

儘管社會脆弱度並非是災害的唯一應變數，但某些特定的系統特質將會使地區社群在面對某一類型的災害時更加脆弱，例如貧窮、不公平、邊緣化、食物的供給、保險取得的能力、住宅品質、醫療服務、公共建設完整度等，因此，必須釐清是「對誰或什麼對什麼的脆弱性」（vulnerability of who or what to what），唯

有透過社會脆弱度的評估才能真正確認社會中最脆弱的族群，並了解相同的地區間即使經歷相同的災害或自然環境衝擊，是否可能出現不同的脆弱性(林冠慧等，2004)，進而影響受災強度，並可能在更小的地區尺度中，例如村里、家戶中發現更多差異。

本研究的社會脆弱度定義與國家災害防救科技中心（The National Science and Technology Center for Disaster Reduction; NCDR）（2013）定義之災害社會脆弱度指標略有不同。本研究以人口組成、社會網絡／社會福利、健康醫療、經濟結構、居住條件、防救災條件等作為檢視面向，NCDR則主要檢視國際上重要的氣候變遷衝擊報告，並以防救災體系的暴露量、減災整備、應變能力及復原能力為面向，擬定相關社會脆弱度因子。本研究期望藉此問卷整合國外期刊論文、公私部門報告及國內學術研究等相關研究成果，並就社會脆弱度的指標架構及內容探討其合理性。

二、評估架構說明

本問卷為達到建立指標架構以及遴選適當的評估指標之目的，參考有關社會脆弱度之相關文獻資料，擬定初步之評估指標架構，如表1所示。

表1：社會脆弱度指標建構

標的	評估面向	評估指標	向量	算式	文獻來源
社會脆弱度	人口組成	人口密度	-	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	李婷潔、李永展，2012；張書瑋，2011；Mendes, 2009; Adger <i>et al.</i> , 2004
		老幼比	+	鄉鎮老幼人口(65歲以上及15歲以下)/鄉鎮總人口數	Khan, 2012；李香潔、盧鏡臣，2010
		獨居高齡者比	+	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數	李香潔、盧鏡臣，2010
		身心障礙者比	+	鄉鎮身心障礙者數/鄉鎮總人口數	吳杰穎、黃昱翔，2011；李香潔、盧鏡臣，2010
		女性人口比	+	鄉鎮女性人口/鄉鎮總人口	李婷潔、李永展，2012；Cutter <i>et al.</i> , 2003; Cutter <i>et al.</i> , 2000; Morrow, 1999
		新住民人口比	+	鄉鎮新住民人口/鄉鎮總人口數	Khan, 2012
		單親家戶比	+	鄉鎮單親家戶/鄉	Khan, 2012

				鎮總戶數	
		粗出生率	-	每千人中出生人口之比率 公式：(出生登記數 / 年中人口數)*1,000	李婷潔、李永展，2012； Mendes, 2009
		嬰兒死亡率	+	係指每年一千個活產嬰兒中未滿一歲即死亡之數目=未滿一歲即死亡之數/嬰兒出生數*1000	李婷潔、李永展，2012； Mendes, 2009
		不識字率	+	鄉鎮不識字人口數/鄉鎮總人口數	Jabareen, 2013；吳杰穎、黃昱翔，2011；Ojerio <i>et al.</i> , 2011; Adger <i>et al.</i> , 2004; Mendes, 2009; Cutter <i>et al.</i> , 2003; Morrow, 1999
	社會 網絡 ／ 社 會 福 利	社區發展協會比	-	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	李婷潔、李永展，2012； Steinführer <i>et al.</i> , 2007; Adger <i>et al.</i> , 2004
		領取老人年金人口比	-	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數	Khan, 2012
		領取失業救助金人口比	-	鄉鎮領取失業救助人口/鄉鎮失業人口數	Khan, 2012
		社會福利人員比	-	鄉鎮社福人口總計*各鄉鎮佔縣市人口比	NCDR, 2012
	健康 醫療	健康消費支出比	-	鄉鎮健康消費支出/鄉鎮總消費支出	Adger <i>et al.</i> , 2004
		重大傷病人口比	+	鄉鎮重大傷病人/鄉鎮總人口數	Khan, 2012
		醫院數比	-	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	NCDR, 2012
		病床數比	-	鄉鎮病床數/縣總	NCDR, 2012

				病床數	
	經濟 結構	一級產業人口比	+	鄉鎮一級產業人口/鄉鎮就業人口數	李婷潔、李永展，2012；Mendes, 2009; Cutter <i>et al.</i> , 2003
		二級產業人口比	+	鄉鎮二級產業人口/鄉鎮就業人口數	李婷潔、李永展，2012；Mendes, 2009; Cutter <i>et al.</i> , 2003
		三級產業人口比	-	鄉鎮三級產業人口/鄉鎮就業人口數	Jacob <i>et al.</i> , 2013；吳杰穎、黃昱翔，2011；Cutter <i>et al.</i> , 2003
		每戶可支配所得比	-	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數	NCDR, 2012
		低收入戶比	-	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數	Khan, 2012
		汽車持有率	-	鄉鎮汽車持有人數/鄉鎮總人口數	Khan, 2012
		財政預算比	-	鄉鎮總歲出數/縣總歲出數	張書瑋，2011
	居住 條件	自來水供水普及率	-	鄉鎮供水人口數/鄉鎮總人口數	Adger <i>et al.</i> , 2004
		電燈用戶普及率	-	鄉鎮電燈用戶數/鄉鎮總戶數	本研究建議增列
		家戶使用寬頻網路比率	-	鄉鎮具有上網設備戶數/鄉鎮總戶數	本研究建議增列
		自有住宅率	-	鄉鎮自宅持有戶數/鄉鎮總戶數	Khan, 2012；吳杰穎、黃昱翔，2011
		老舊住屋比	+	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數	李婷潔、李永展，2012；Mendes, 2009; Adger <i>et al.</i> , 2004; Cutter <i>et al.</i> , 2000
防救 災條 件	收容率	-	鄉鎮收容人數/鄉鎮總人口數	NCDR, 2012	
	消防人數比(含義消)	-	鄉鎮人口佔該縣市比*縣市消防人數(含義消)	NCDR, 2012	
	救災車輛、救護車	-	鄉鎮市之救災車	NCDR, 2012	

		救生艇數量比		輛、救護車、救生艇數合計/縣救災車輛、救護車、救生艇數合計	
		土石流防災演練次數	-	鄉鎮演練次數(依村里累計)/縣演練次數累計	NCDR, 2012

一、問卷填答說明

本表格為填寫範例說明，請根據指標評估之合理程度，給予非常不合理至非常合理五個程度選項之填選，若有修改建議請填寫於空欄中。

表2：問卷填寫範例

評估面向	評估指標	算式	合理程度					修改建議
			非常不合理	不合理	沒意見	合理	非常合理	
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(請填入您的修改建議或其他)

二、問卷內容

請根據指標評估之合理性，給予「非常不合理」至「非常合理」五個程度選項之填選，若有修改建議也請填寫於適當空欄處。

表三 評估社會脆弱度指標

評估面向	評估指標	算式	合理程度					修改建議
			非常不合理	不合理	沒意見	合理	非常合理	
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	老幼比	鄉鎮老幼人口(65歲以上及15歲以下)/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者數/ 鄉鎮總人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	女性人口比	鄉鎮女性人口/鄉鎮 總人口	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	新住民人口比	鄉鎮新住民人口/鄉 鎮總人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	單親家戶比	鄉鎮單親家戶/鄉鎮 總戶數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	粗出生率	每千人中出生人口 之比率 公式：(出生登記數/ 年中人口數)*1,000	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	嬰兒死亡率	每年一千個活產嬰 兒中未滿一歲即死 亡之數目=未滿一歲 即死亡之數/嬰兒出 生數*1000	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	不識字率	鄉鎮不識字人口數/ 鄉鎮總人口數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
其他新增指標建議								
社會 網 絡 - 社 會 福 利	社區發展協會 比	鄉鎮社區發展協會 數/縣社區發展協會 數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	領取老人年金 人口比	鄉鎮領取老人年金 人口/鄉鎮老年人口 數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	領取失業救助 金人口比	鄉鎮領取失業救助 人口/鄉鎮失業人口 數	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	社會福利人員 比	鄉鎮社福人口總計* 各鄉鎮佔縣市人口 比	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
其他新增指標建議								
健康	健康消費支出 比	鄉鎮健康消費支出/ 鄉鎮總消費支出	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

醫療	重大傷病人口比	鄉鎮重大傷病人/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	醫院數比	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	病床數比	鄉鎮病床數/縣總病床數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
經濟結構	一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口/鄉鎮就業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	二級產業人口比	鄉鎮二級產業人口/鄉鎮就業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	三級產業人口比	鄉鎮三級產業人口/鄉鎮就業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	汽車持有率	鄉鎮汽車持有人數/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	財政預算比	鄉鎮總歲出數/縣總歲出數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
居住條件	自來水供水普及率	鄉鎮供水人口/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	電燈用戶普及率	鄉鎮電燈用戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	家戶使用寬頻網路比率	鄉鎮具有上網設備戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	自有住宅率	鄉鎮自宅持有戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

其他新增指標建議								
防 救 災 條 件	收容率	鄉鎮收容人數/鄉鎮 總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	消 防 人 數 比 (含義消)	鄉鎮人口佔該縣市 比*縣市消防人數 (含義消)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	救災車輛、救 護車救生艇數 量比	鄉鎮之救災車輛、救 護車、救生艇數合計 /縣救災車輛、救護 車、救生艇數合計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	土石流防災演 練次數	鄉鎮演練次數(依村 里累計)/縣演練次數 累計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
其他建議								

本問卷到此結束，再次感謝您的協助，謝謝！

附錄二 第二階段模糊德爾菲專家學者問卷

第二階段專家學者問卷

一、第一階段指標統計結果

根據問卷回收及分組總和、分組平均數之計算，依表1所示，若需參閱原始指標定義請參見附件1。經由評估面向分類的平均數作為淘汰指標之基準，人口組成面向超過該組平均數3.91為老幼比、獨居高齡者比、身心障礙者比（粗體字），其他評估面向依此邏輯篩選出指標。

表1 第一階段社會脆弱度指標統計原始表

評估面向	評估指標	專家學者A	專家學者B	專家學者C	專家學者D	專家學者E	專家學者F	專家學者G	專家學者H	專家學者I	專家學者J	專家學者K	專家學者L	專家學者M	專家學者N	專家學者O	累計	平均數	分組比較
人口組成	人口密度	5	4	5	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	4	4	54	3.60	分組總和
	老幼比	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	2	5	64	4.27	578
	獨居高齡者比	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	67	4.47	分組平均數
	身心障礙者比	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	2	4	63	4.20	3.91
	女性人口比	4	3	5	3	3	4	2	4	4	5	5	4	—	1	3	50	3.57	
	新住民人口比	5	4	5	2	4	4	4	4	4	5	5	4	2	2	4	58	3.87	
	單親家戶比	5	4	5	3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	2	4	61	4.07	
	粗出生率	4	3	5	3	3	4	3	4	4	4	4	2	—	1	4	48	3.43	
	嬰兒死亡率	3	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	1	4	56	3.73	
	不識字率	3	4	5	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	57	3.80	
社會福利	社區發展協會比	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	2	—	4	3	52	3.71	分組總和
	領取老人年金人口比	5	4	2	2	4	4	2	4	4	3	5	5	—	2	4	50	3.57	218
	領取失業救助金人口比	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	2	4	61	4.07	分組平均數
	社會福利人員比	5	4	4	4	4	4	4	4	—	5	4	4	4	2	3	55	3.93	3.82
健康醫療	健康消費支出比	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	55	3.67	分組總和
	重大傷病人口比	3	4	4	2	4	4	4	4	4	5	3	5	4	3	4	57	3.80	237
	醫院數	4	4	5	4	3	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	63	4.20	分組平均數

療	病床數	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	62	4.13	3.95
經濟結構	一級產業人口比	5	4	5	4	4	4	2	4	4	4	5	5	2	4	4	60	4.00	分組總和
	二級產業人口比	4	4	5	4	3	4	2	4	4	4	5	5	2	4	4	58	3.87	405
	三級產業人口比	4	4	5	4	3	4	2	4	4	4	5	3	2	4	4	56	3.73	分組平均數
	每戶可支配所得比	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	60	4.00	3.86
	低收入戶比	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	2	4	63	4.20	
	汽車持有率	4	3	4	2	3	4	2	4	4	4	4	2	2	4	3	49	3.27	
	財政預算比	4	3	2	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	59	3.93	
居住條件	自來水供水普及率	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	62	4.13	分組總和
	電燈用戶普及率	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	5	57	3.80	292
	家戶使用寬頻網路比率	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	5	2	4	4	4	57	3.80	分組平均數
	自有住宅率	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	5	3	2	4	3	55	3.67	3.89
	老舊住屋比	5	4	4	4	3	4	4	3	4	5	5	5	4	4	3	61	4.07	
防救災條件	收容率	4	4	5	4	4	4	3	4	—	4	5	2	4	4	4	55	3.93	分組總和
	消防人數比(含義消)	4	4	5	4	4	4	4	3	—	5	5	4	4	4	4	58	4.14	237
	救災車輛、救護車救生艇數量比	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	63	4.20	分組平均數
	土石流防災演練次數	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	61	4.07	4.09

註：「—」為未填答，計算平均數時，分母個數減1。

經分組篩選後，指標呈現如表2。

表2指標篩選（僅分數篩選未討論分析）

評估面向	評估指標	累計	平均數	分組平均數基準
人口組成	老幼比	64	4.27	3.91
	獨居高齡者比	67	4.47	
	身心障礙者比	63	4.20	
	單親家戶比	61	4.07	
社會網絡-社會福利	領取失業救助金人口比	61	4.07	3.82
	社會福利人員比	55	3.93	
健康醫療	醫院數	63	4.20	3.95
	病床數	62	4.13	
經濟結構	一級產業人口比	60	4.00	3.86
	二級產業人口比	58	3.87	

	每戶可支配所得比	60	4.00	
	低收入戶比	63	4.20	
	財政預算比	59	3.93	
居住條件	自來水供水普及率	62	4.13	3.89
	老舊住屋比	61	4.07	
防救災條件	消防人數比(含義消)	58	4.14	4.09
	救災車輛、救護車救生艇數量比	63	4.20	

由於部分專家學者對於本問卷指標有給予之意見及提問，在本研究小組討論之下，部分指標建議納入、修改定義、意見回應等，一併統整如下（依繳交問卷先後順序排列）。

表3 專家學者建議綜整表

專家學者A		
指標	指標計算	建議
領取老人年金人口比	鄉鎮領取老人年金人口 / 鄉鎮老年人口數	越多老人領取年金並不意味著社福越好。建議修改
財政預算比	鄉鎮總歲出數 / 縣總歲出數	不太清楚相對支出越高的意涵
其他新增指標建議	財政指標建議增列：鄉鎮財政歲出數 / 鄉鎮歲入數。以反映鄉鎮的財政結構，此指標各鄉鎮可以比較，若越高，則表示該鄉財政盈餘越少，若超過一，則表示財政赤字	
專家學者H		
指標	指標計算	建議
社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數 / 縣社區發展協會數	社區發展協會確認是否明確
健康消費支出比	鄉鎮健康消費支出 / 鄉鎮總消費支出	是否有明確統計數據
病床數	鄉鎮病床數 / 縣總病床數	宜考量鄉鎮規模
每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得 / 鄉鎮總戶數	有明確鄉鎮可支配所得數據嗎
老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數 / 鄉鎮總戶數	Why 1970?
消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數 / 縣市消防人口數(含義消)	有考量區域特性嗎（如本來就天然災害風險較高）
專家學者J		
指標	指標計算	建議
家戶使用寬頻網路比率	鄉鎮具有上網設備戶數 / 鄉鎮總戶數	有點數位歧視

其他新增指標建議	由於實證地區是雲林，建議可從地層下陷、老農津貼(或當地常有隻疾病)、城鄉差距、設施脆弱或道德危害等，來新增指標	
其他整體建議	1.有關寬頻或數位此等指標是否適用於雲林，宜考量。 2.社會空間方面之通檢、用地變更或許可，可考量於內容	
專家學者I		
指標	指標計算	建議
社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/各鄉鎮佔縣市人口比	指標不明確
老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工戶數/鄉鎮總戶數	是否包含違建
收容率	鄉鎮收容人數/鄉鎮總人口數	計畫收容人口
消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數(含義消)	意義不明確
專家學者K		
指標	指標計算	建議
不識字率	鄉鎮不識字人口數/鄉鎮總人口數	排除幼稚園以下人口
專家學者L		
指標	指標計算	建議
人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km2)	都市地區與非都密度必然不同，但不必然影響社會脆弱度
粗出生率	每千人中出生人口之比率	出生率升高與降低的外在影響因子多元，未必與脆弱度有絕對關係
社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	是協會數目，還是常態性有活動的相關組織數目？社區文史工作室、生態協會等，是否也算是？
社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/各鄉鎮佔縣市人口比	定義不是很清楚
健康消費支出比	鄉鎮健康消費支出/鄉鎮總消費支出	健康消費與脆弱度未必有絕對關係，更有可能是態度、習慣與消費特性有關
病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數	建議考量醫院數量、病床數與總人口數。以縣的總數為母數恐有邏輯上的盲點
醫院數	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	
一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口/鄉鎮就業人口數	各級產業人口與脆弱度關係為何
電燈用戶普及率	鄉鎮電燈用戶數/鄉鎮總戶數	電燈，或是供電戶數？
收容率	鄉鎮收容人數/鄉鎮總人口數	收容人數與災害類別有關，有些災害（例如水災）都建議以居家垂直避難為主，未必需要異地收容

消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數(含義消)	定義不是很清楚
土石流防災演練次數	鄉鎮演練次數(依村里累計)/縣演練次數累計	為何僅針對土石流演練？地震更是台灣的全面性災害類別
其他新增指標建議	鄉鎮參與相關志工（例如：土石流防災專員、防汛志工），或是參與防災社區建構的數目亦可加以考量	
其他意見	5.災害類別建議考量全災害取徑 6.NPO/NGO等對於社會脆弱度也有相關 7.不同的產業類別建議先釐清與社會脆弱度關係，再設定適合之項目。 8.科技發展的產物（例如：網路、汽車）和社會脆弱度未必然有絕對關係。	
專家學者M		
指標	指標計算	建議
人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km2)	密度高低的脆弱度會受其他因素影響而異
女性人口比	鄉鎮女性人口/鄉鎮總人口	建議改為男女人口偏離1:1的程度
新住民人口比	鄉鎮新住民人口/鄉鎮總人口數	不同來源的新住民或在地住民的態度可能產生不同影響
粗出生率	每千人中出生人口之比率	非線性關係，太高或太低都不見得好
社區發展協會比	鄉鎮社區發展協會數/縣社區發展協會數	非線性關係
領取老人年金人口比	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數	財務是否可以支撐可能比比比例更脆弱
專家學者N		
其他意見	4.All ratings above are based on the condition that impacts are identical that is, however, not realistic. 5.The resident’s perception and consciousness with respect to the risk of concern should be taken into account. Therefore, some indicators measuring individual’s risk attitude and willingness to invest or take action against the risk are necessary. 6.The respondent should be informed of the actions that might be taken by the authorities whenever the impacts occur should informed.	

各位專家學者對指標闡述、建立時的疑慮、建議、提點，在研究小組討論綜整後，表列如下：

1. 人口密度：此指標在第一階段被淘汰，但由於國內外文獻多處將密度納入脆弱度評估中，密集城市有其公共設施、交通運輸等建設優勢，因此，建議考量納入。
2. 不識字率：此指標在第一階段已淘汰，雖不納入評估，但可在後續研究中，查詢全國不識字比率與雲林縣不識字比率的關係。

3. 社區發展協會比：為了求得公平準確度，且需符合搜尋數據的實際性，此指標建議改為立案非政府組織(NGOs)比，計算方式：鄉鎮立案非政府組織(NGOs)數/縣立案非政府組織(NGOs)數。
4. 重大傷病人口比：此指標在第一階段被淘汰，因國外有多處文獻提及患有長期疾病人口對社會脆弱度的影響（Khan, 2012），建議納入考量。
5. 財政預算比：經由專家建議改成鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數，較能呈現財政使用的合理性。
6. 電燈用戶普及率：電力設備應為基礎設施重要項目之一，原先電燈用戶普及率略有不妥，建議改成供電戶比納入評估項目中。
7. 老舊住屋比：根據行政院主計總處所編製99年人口及住宅普查報告-雲林縣報告中，將雲林縣住宅之竣工年份區分為民國59年以前、民國60-69年、民國70-79年、民國80-89年、民國90-99年之統計項目。本團隊認為1970年以前（即民國60年）以前，為屋齡4、50年之老房子，遭遇自然災害對社會脆弱度帶來潛在威脅，因此列入評估考量。
8. 消防人數比(含義消)：此指標是統計各鄉鎮消防隊職員數與義消人數總和占雲林縣消防隊職員數與義消人數的總和，求其比例以得知面對救災人力的支援充足或短缺。

綜此，根據專家學者建議、小組討論各項指標意義及考量後，篩選後的第二階段指標為21個，修正及綜整如下：

表4 第二階段社會脆弱度指標

評估面向	評估指標	計算方式
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)
	老幼比	鄉鎮老幼人口（65歲以上及15歲以下）/鄉鎮總人口數
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數
	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者數/鄉鎮總人口數
	單親家戶比	鄉鎮單親家戶/鄉鎮總戶數
社會網絡-社會福利	立案非政府組織(NGOs)比	鄉鎮立案非政府組織(NGOs)數/縣立案非政府組織(NGOs)數
	領取失業救助金人口比	鄉鎮領取老人年金人口/鄉鎮老年人口數
	社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/鄉鎮總人口數
健康醫療	重大傷病人口比	鄉鎮重大傷病人/鄉鎮總人口數

	醫院數	鄉鎮醫院數/縣總醫院數
	病床數	鄉鎮病床數/縣總病床數
經濟結構	一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口/鄉鎮就業人口數
	二級產業人口比	鄉鎮二級產業人口/鄉鎮就業人口數
	每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數
	財政預算比	鄉鎮財政歲出數/鄉鎮歲入數
居住條件	自來水供水普及率	鄉鎮供水人口數/鄉鎮總人口數
	供電戶比	鄉鎮供電戶數/鄉鎮總戶數
	老舊住屋比	鄉鎮 1970 年前竣工戶數/鄉鎮總戶數
防救災條件	消防人數比(含義消)	鄉鎮消防人口數/縣市消防人口數
	救災車輛、救護車救生艇數量比	鄉鎮市之救災車輛、救護車、救生艇數合計 /縣救災車輛、救護車、救生艇數合計

～下一頁開始填答，感謝協助～

二、問卷填答說明

本表格為填寫範例說明，請根據指標評估之合理程度，給予非常不合理至非常合理五個程度選項之填選，若有修改建議請填寫於空欄中。

表5 問卷填寫範例

評估面向	評估指標	算式	合理程度					修改建議
			非常不合理	不合理	沒意見	合理	非常合理	
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(請填入您的修改建議或其他)

三、問卷內容

請根據指標評估之合理性，給予「非常不合理」至「非常合理」五個程度選項之填選，若有修改建議也請填寫於適當空欄處。

表6 評估社會脆弱度指標

評估面向	評估指標	算式	合理程度					修改建議
			非常不合理	不合理	沒意見	合理	非常合理	
人口組成	人口密度	鄉鎮總人口/鄉鎮土地總面積(人/km ²)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	老幼比	鄉鎮老幼人口(65歲以上及15歲以下)/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	獨居高齡者比	鄉鎮獨居高齡者/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	身心障礙者比	鄉鎮身心障礙者數/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	單親家戶比	鄉鎮單親家戶/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								

社會 網絡 - 社會 福利	立案非政府組織 (NGOs) 比	鄉鎮立案非政府組織(NGOs)數/縣立案非政府組織(NGOs)數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	領取失業救助金人口比	鄉鎮領取失業救助人口/鄉鎮失業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	社會福利人員比	鄉鎮社福人口總計/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
健康 醫療	重大傷病人口比	鄉鎮重大傷病人/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	醫院數比	鄉鎮醫院數/縣總醫院數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	病床數比	鄉鎮病床數/縣總病床數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
經濟 結構	一級產業人口比	鄉鎮一級產業人口/鄉鎮就業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	二級產業人口比	鄉鎮二級產業人口/鄉鎮就業人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	每戶可支配所得比	鄉鎮可支配所得/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	低收入戶比	鄉鎮低收入戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	財政預算比	鄉鎮總歲出數/縣總歲出數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
居住 條件	自來水供水普及率	鄉鎮供水人口/鄉鎮總人口數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	供電戶比	鄉鎮供電戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	老舊住屋比	鄉鎮1970年前竣工 戶數/鄉鎮總戶數	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
	消防人數比 (含義消)	鄉鎮人口佔該縣市 比*縣市消防人數 (含義消)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	救災車輛、救 護車救生艇數 量比	鄉鎮之救災車輛、救 護車、救生艇數合計 /縣救災車輛、救護 車、救生艇數合計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
其他新增指標建議								
其他建議								

本問卷到此結束，再次感謝您的協助，謝謝！

第二年度計畫成果

目錄

第一章 前一年度研究成果.....	1
第二章 文獻回顧	5
第一節脆弱度與回復力之定義與重要性.....	5
第二節 生態足跡、水足跡、碳足跡之定義與重要性.....	7
第三節 小結：脆弱度、回復力與生態足跡之鍊結.....	21
第三章 研究方法與架構.....	24
第一節 研究方法	24
第二節 以計畫年度說明研究方法之使用	27
第三節 研究架構	34
第四章 研究發現	37
第一節 指標建構	37
第二節 統計結果分析	40
第三節 雲林縣各鄉鎮市生態足跡結果.....	56
第四節 雲林縣綜合脆弱度及個人生態足跡分析結果.....	57
第五節 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度與生態足跡之回復力對策	59
第五章 結論與建議.....	63
參考文獻.....	67
附錄一 個人生態足跡問卷內容	82
附錄二 個人生態足跡問卷調查資料統計判讀依據.....	88
附錄三 雲林縣地方重要人士深入訪談重點摘要.....	94

圖目錄

圖 1.1 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度分布圖	3
圖 2.1 台灣生態足跡與各所得國家比較圖	8
圖 2.2 生態足跡：將消費轉換成土地面積	11
圖 2.3 生態足跡與生物容受力之計算架構	12
圖 2.4 水足跡組成示意圖	18
圖 2.5 藍水足跡、綠水足跡與流域水平衡關係圖	19
圖 2.6 兩貿易國國內水足跡和國家消費水足跡之關係圖	21
圖 2.7 都市回復力之轉變的四大要素	23
圖 2.8 都市回復力與其他因子之關係	23
圖 3.1 計畫研究架構圖	35
圖 3.2 綜合脆弱度與生態足跡交叉比對 15 種類型架構圖	36
圖 4.1 高度個人生態足跡與綜合脆弱度結果示意圖	59
圖 4.2 中度個人生態足跡與綜合脆弱度結果示意圖	60
圖 4.3 低度個人生態足跡與綜合脆弱度結果示意圖	61

表目錄

表 1.1 雲林縣自然、社會脆弱度之綜整表	1
表 1.2 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度.....	2
表 1.3 高綜合脆弱度鄉鎮市脆弱原因	3
表 2.1 從時間序列看全球生態足跡.....	8
表 2.2 水足跡計算之時空尺度.....	20
表 3.1 生態足跡問卷	30
表 3.2 雲林縣各鄉鎮市依人口比例所欲抽取之問卷樣本數.....	32
表 3.3 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度.....	33
表 3.4 雲林縣綜合脆弱度與生態足跡類別圖層示意表	33
表 3.5 綜合脆弱度評比圖層示意表	36
表 4.1 樣本特性分析表	41
表 4.2 樣本分配問卷份數及回收有效問卷份數.....	42
表 4.3 雲林縣各鄉鎮市個人每日各項足跡平均值.....	43
表 4.4 2014 年雲林縣鄉鎮市人口密度	44
表 4.5 雲林縣各鄉鎮市地區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析	45
表 4.6 雲林縣鄉鎮市水足跡各項數值之平均值.....	46
表 4.7 雲林縣各鄉鎮市個人二氧化碳排放量平均數統計	47
表 4.8 雲林縣自然脆弱度分區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析	48
表 4.9 雲林縣社會脆弱度分區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析	49
表 4.10 雲林縣社會脆弱度統計表.....	50
表 4.11 雲林縣綜合脆弱度分區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析.....	51
表 4.12 受訪者性別與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析.....	52
表 4.13 受訪者職業與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析.....	53
表 4.14 受訪者年齡與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析.....	53
表 4.15 受訪者教育程度與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析	54
表 4.16 受訪者個人年所得與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析	54

表 4.17 個人每日水足跡及個人每日生態足跡之變異數相關分析	56
表 4.18 雲林縣之生態足跡排序比較表	56
表 4.19 雲林縣綜合脆弱度與生態足跡綜合結果示意表	58

第一章 前一年度研究成果

本計畫前一年度研究為找出切合雲林縣面對天然災害及氣候變遷衝擊所反應的回復力（韌性）政策，因此先針對雲林縣之自然脆弱度與社會脆弱度進行探討。

雲林縣自然脆弱度之呈現，經由國家災害防救科技中心（National Science and Technology Center for Disaster Reduction, NCDR）取得雲林縣自然脆弱度之數據，分為七個面向（包含土石流潛勢溪面積、岩屑崩滑面積、岩體滑動面積、海嘯面積、順向坡面積、落石面積、降雨600mm淹水潛勢面積）來辨識各項地理環境的脆弱程度，以代表雲林縣的自然脆弱度情形，將各面向自然脆弱敏度面積加總後，可依數據比值高低分為自然脆弱度高、中、低三種層級。

在雲林縣之社會脆弱度指標建構部分，本計畫統整相關文獻擬定問卷指標架構，並透過兩階段的模糊德爾菲專家學者問卷收斂及篩選，再經過模糊階層分析法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）問卷權重分配後，結果顯示社會脆弱度評估面向為人口組成、社會網絡社會福利、健康醫療、經濟結構、居住條件及防救災條件。其評估指標為人口密度、扶養比、獨居高齡者比、身心障礙者比；社會福利人員比、醫療院所數、病床數；低收入戶比、財政預算比、自來水供水普及率、老舊住屋比；消防人數比、救災車輛、救護車、救生艇數量比等14項指標，將各指標加總後，可依數據比值高低分為社會脆弱度高、中、低三種層級。

根據 NCDR 自然脆弱度指標及依本計畫上述社會脆弱度指標計算分析雲林縣 20 個鄉鎮市數據，並將其分三等級的結果顯示，自然脆弱度最高區位為褒忠鄉、東勢鄉、土庫鎮、元長鄉、四湖鄉、虎尾鎮及口湖鄉；中度區位為水林鄉、大埤鄉、台西鄉、北港鎮、崙背鄉及二崙鄉；脆弱度最低者為西螺鎮、斗南鎮、麥寮鄉、莿桐鄉、斗六市、古坑鄉及林內鄉。社會脆弱度最高者為水林鄉、口湖鄉、斗六市、四湖鄉、北港鎮、台西鄉及元長鄉；中度者為古坑鄉、虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙鄉；低度者為褒忠鄉、麥寮鄉、大埤鄉、斗南鎮、莿桐鄉、林內鄉及崙背鄉（表 1.1）。

表 1.1 雲林縣自然、社會脆弱度之綜整表

排序	鄉鎮市	自然脆弱度	層級	鄉鎮市	社會脆弱度
1	褒忠鄉	13.63	高	水林鄉	1.000
2	東勢鄉	12.95		口湖鄉	0.769
3	土庫鎮	12.73		斗六市	0.697
4	元長鄉	12.62		四湖鄉	0.627

排序	鄉鎮市	自然脆弱度	層級	鄉鎮市	社會脆弱度
5	四湖鄉	12.52		北港鎮	0.559
6	口湖鄉	12.48		台西鄉	0.546
7	虎尾鎮	12.48		元長鄉	0.445
8	水林鄉	12.23	中	古坑鄉	0.419
9	大埤鄉	12.11		虎尾鎮	0.379
10	台西鄉	12.00		土庫鎮	0.376
11	北港鎮	11.83		西螺鎮	0.318
12	崙背鄉	11.72		東勢鄉	0.311
13	二崙鄉	11.19		二崙鄉	0.277
14	西螺鎮	10.42	低	褒忠鄉	0.277
15	斗南鎮	9.55		麥寮鄉	0.258
16	麥寮鄉	8.32		大埤鄉	0.248
17	荊桐鄉	2.82		斗南鎮	0.246
18	斗六市	2.34		荊桐鄉	0.145
19	古坑鄉	1.00		林內鄉	0.104
20	林內鄉	0.18		崙背鄉	0.000

本計畫將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別（如表1.2），並依綜合脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層，包含麥寮鄉、斗南鎮、荊桐鄉、林內鄉；低中、中低為V2圖層（如圖1.1），包含古坑鄉、西螺鎮、大埤鄉及崙背鄉；中中、低高、高低為V4圖層，包含斗六市、二崙鄉及褒忠鄉；中高、高中為V4圖層，包含水林鄉、北港鎮、台西鄉、虎尾鎮、土庫鎮及東勢鄉；高高為V5圖層，包含口湖鄉、四湖鄉及元長鄉。整體脆弱度的V1~V5圖層可用來判別各鄉鎮市脆弱度情況之敏感程度，對於研擬回復力對策時，可根據不同的環境條件，給予不同的調適策略。

表 1.2 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度

		社會脆弱度		
自然脆弱度		低	中	高
	低	V1 低低： 麥寮鄉、斗南鎮、荊桐鄉、林內鄉	V2 中低： 古坑鄉、西螺鎮	V3 高低： 斗六市
	中	V2 低中： 大埤鄉、崙背鄉	V3 中中： 二崙鄉	V4 高中： 水林鄉、北港鎮、台西鄉

	高	V3 低高： 褒忠鄉	V4 中高： 虎尾鎮、土庫鎮、東勢鄉	V5 高高： 口湖鄉、四湖鄉、元長鄉
備註： 1.舉例說明，「中低」表示「社會脆弱度中度、自然脆弱度低度」，「高中」表示「社會脆弱度高度、自然脆弱度中度」。 2.依 5 種顏色區別圖層 V1~V5				

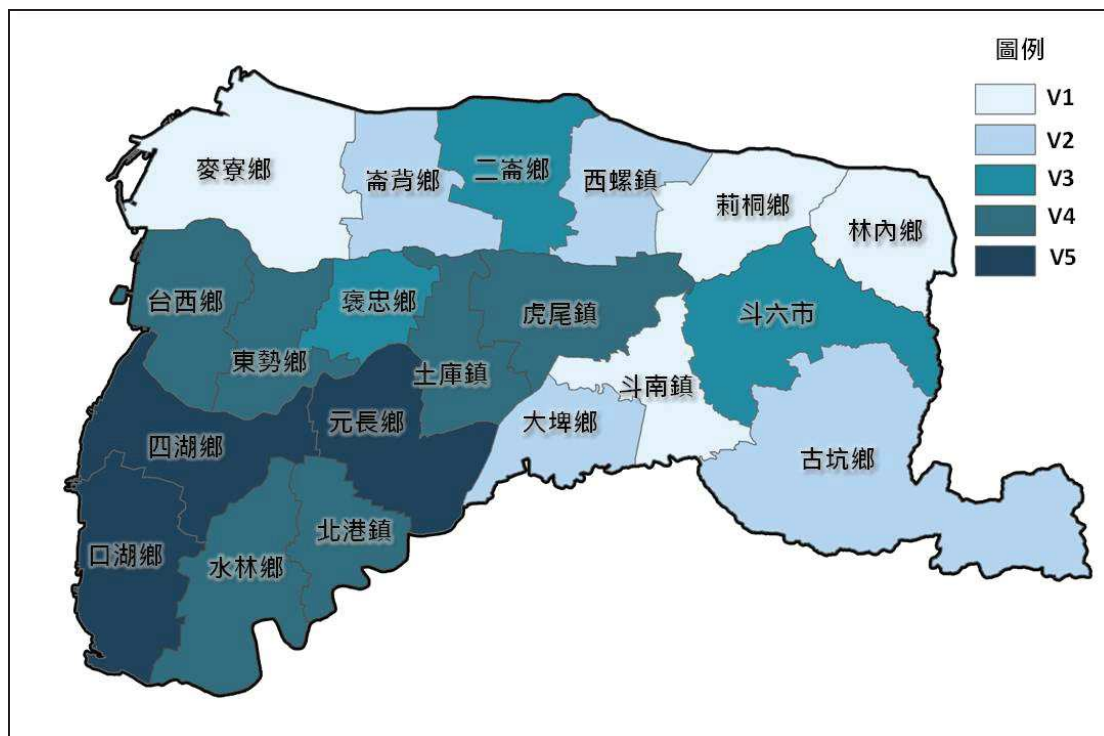


圖 1.1 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度分布圖

根據前一年度雲林縣之自然脆弱度及社會脆弱度的綜合分析結果，可指認出雲林縣面對未來潛在衝擊時，最需加強調適能力以加強其回復力（韌性），才能對抗未來氣候變遷可能帶來的災害及損失之地區。其中本計畫指認出三大脆弱度最高，即最可能遭受潛在衝擊之區位分別為「V5：自然脆弱度高、社會脆弱度高」、「V4：自然脆弱度中、社會脆弱度高」及「V4：自然脆弱度高、社會脆弱度中」的鄉鎮市，加以初步擬定其增強韌性之策略。表 1.3 綜整高脆弱度之鄉鎮市脆弱原因，並針對各鄉鎮市不同特性提出回復力對策。

表 1.3 高綜合脆弱度鄉鎮市脆弱原因

綜合脆弱度層級	鄉鎮市	社會脆弱度	自然脆弱度
V5	口湖鄉	身心障礙人口比例高、低收入戶佔總戶數比例高及老舊屋多	海嘯 淹水深度>1m 佔全鄉面積 37%
	四湖鄉	身心障礙人口比例高	海嘯
	元長鄉	身心障礙人口比例高	

V4	水林鄉	身心障礙人口比例高及 老舊屋多	
	北港鎮	人口密度高	
	台西鄉	身心障礙人口比例高	海嘯 淹水深度>1m 佔全鄉面積 31%
	虎尾鎮	人口密度高	
	土庫鎮	救災車輛、救護車、救生 艇數量比例低	
	東勢鄉	身心障礙人口比例高	

針對因身心障礙者較多而造成脆弱度高的鄉鎮市，建議政府加強身心障礙者的相關教育改革，如成立教育諮詢中心、推動多元入學與評量、結合非營利組織，擴大學童照顧網絡、運用網路科技與技能訓練脫貧、結合財政金融機構，提供弱勢無息貸款等（周仁尹、曾春榮，2006），對於身心障礙者之教育，應考慮其自主性與特殊性，依法令給予特別保障，同時協助其發展（莊富源，2010）。而民眾可強化社區關懷及社區防災路線規劃、互助等行動，實踐對身心障礙者補償的公益關懷，提升並促進整體競爭力，以增加地方韌性。

北港鎮及虎尾鎮因人口密度高造成脆弱度高，建議政府應投入資源，加強其基礎建設，並強化交通設施以降低當災害來臨時，因人口密度高而造成無法逃避災害等社會脆弱情形。

土庫鎮因救災車輛、救護車、救生艇等資源較不足，建議政府可增強其醫療救助設備的數量以因應未來可能的災害，或重新整頓災害救助資源的調配增加災害發生後的回復力；因應口湖鄉及水林鄉的老舊屋比例高課題，可藉由整修及維護達成增加韌性的目標。

臨海且位於地層下陷地區之口湖鄉、四湖鄉及台西鄉因可能面臨海平面上升及海嘯的威脅，未來可藉由透過高腳屋形式或加強沿海居民氣候變遷危機意識以增加面臨災害後的復原能力之彈性，亦可透過轉型土地利用模式將災害發生受損的可能性降到最低（財團法人成大研究發展基金會，2015）。

延續前一年度計畫主要探討在縣市層級中，地方政府面對不同程度脆弱度的鄉鎮市，其可調適的回復力對策如何，第二年度本計畫探討在不同程度的脆弱度下，各鄉鎮市村里層級中個人的生態足跡大小如何，並透過降尺度的討論，進一步了解臺灣生態足跡的內涵。

第二章 文獻回顧

第一節 脆弱度與回復力之定義與重要性

最簡單的解釋，「脆弱度」可以理解為弱點和脆弱的代名詞（Menoni, 2012; Norris *et al.*, 2008），這個概念被應用在不同的研究範疇中，包含社會、生態及自然環境等領域（Adger, 2006; Smit & Wandel, 2006）。而在氣候變遷的背景下，脆弱度是指「一個系統容易遭受無法應對氣候變化的不利影響，包括氣候變異性和發生極端事件」的程度（Committee on Climate Change (CCC), 2010; IPCC, 2001; Jabareen, 2013），或系統無法防護預期氣候變遷衝擊的程度，而影響（effect）則是指系統受氣候變遷衝擊所造成的社經、環境或永續性損害結果（內政部，2012）。

在氣候變遷背景下，脆弱度是「一個系統的暴露度、敏感性及適應能力之函數」（CCC, 2010:61），Pelling (2003) 認為天然災害的脆弱度由三個部分組成：暴露、抵抗力（resistance）及回復力。Vogel *et al.* (2007) 也指出脆弱度包含了風險結構（暴露度）、危險、回復力、不同的敏感度及恢復（recovery）／減緩（mitigation）。Cutter (2006) 則認為現在複合學科性質的脆弱度理論導致脆弱度的定義和範圍特別寬廣而沒有共識，它被認為是災害和人類的脆弱度之相互作用，也是暴露度、應變能力和調適能力的綜合結果。交通部(2012)與內政部(2012)則指出，脆弱度乃是指系統的氣候變遷衝擊的暴露度、敏感度及適應力三者的綜合值。此外，脆弱度為一個跨時間、空間與尺度的動態過程，若無人打斷其發生，脆弱度將持續發展而不間斷（Khan, 2012）。

相較於關注災害造成的損害與損失，脆弱度將災害的焦點轉移到更廣泛適合的框架去思考根本的原因，有時候是不起眼的原因造成這些現象的影響（Menoni *et al.*, 2012）。理解脆弱度和回復力的議題，是當代城市規劃者和管理者的一項關鍵要求（Khailania, 2013; Lawrence & Thomas, 2005; Lee, 2014）。脆弱度研究可以幫助我們了解人民和地方置於風險中，以及那些減少人民和地方應對環境威脅能力的狀況（Vogel *et al.*, 2007），並提出調適治理的策略因應。國內外研究關於脆弱度之定義雖不全相同，但大致可歸納出天然災害的「自然脆弱度」與社會經濟因素所影響之「社會脆弱度」。氣候變遷及其它風險的衝擊會影響脆弱度不均衡地分佈、也具有社會差異性（Davies *et al.*, 2008; IPCC, 2007; Jabareen, 2013; Lee, 2014），此即本計畫將自然脆弱度與社會脆弱度一同探討的原因。

Adger *et al.* (2004) 將脆弱度分為二種，一種是「生物物理脆弱度（biophysical vulnerability），係指氣候相關事件的發生與衝擊的可能性；另一種是「社會脆

弱度」(social vulnerability)，為人們處理壓力、或改變社會與經濟因素的能力。社會脆弱度是一個普遍的標準，用來管理某個地方在災害和氣候變遷的影響 (Khan, 2012)。在不斷變化的環境條件下，社會脆弱度不僅決定了當地敏感度和極端事件的應對能力，也影響了公眾參與和適應能力 (Khan, 2012; Roger *et al.*, 2007)。李婷潔、李永展 (2012) 歸結在當前對脆弱度的討論中，多半將脆弱度分為兩種類型：「生物物理脆弱度」及「社會脆弱度」。前者指的是因特定氣候或災害事件對一個系統所產生災害的程度，後者則是指一個系統在遇到災害前就存在的狀態。社會脆弱度的內涵是在災害發生前社會系統本身就存在的狀態，也就是探討社會系統受災害影響程度的結構性因素，這種研究取向認為社會系統的脆弱程度乃是從系統內部的結構性特徵中所衍伸出來的，也因此被稱為社會脆弱度 (Adger *et al.*, 2004)。

另外，接續Jabareen (2013) 的觀念，在衝擊取向研究成果的累積後，有愈來愈多的學者注意到自然環境對社會系統的衝擊，會受到社會系統本身的特質而產生程度上的差別。因此，愈來愈多的研究將焦點放在辨識社會系統在那些社會、經濟與政治的條件下，受到自然環境災害的衝擊程度將特別嚴重；而那些條件又會讓系統在經歷災害後能夠以最快的速度復原，前者被定義為脆弱度，而後者則被定義為回復力 (Cutter, 2003)。

回復力的概念則是早期從力學領域發展而來，Holling (1973) 將其引入生態學的領域，並定義回復力為一個系統經過短暫的擾亂回到平衡狀態的能力。Jabareen (2013) 認為回復力是一個複雜、跨領域的現象，集中探討單一或部分變因，在某現象不精確的結論或謬誤中，是否會造成其影響的原因。Folke *et al.* (2011) 則主張回復力是動態且複雜的系統，其特徵為複雜的發展路徑、逐漸及快速變遷的交互影響期間、回饋及非線性動態、發展路徑的轉換，以及這些動態關係如何在時間及空間尺度上交互影響。

此外，由於氣候變遷的範圍廣泛，其對地球環境的衝擊也包括人類社會快速全球化與互相依賴的交互作用所影響的結果，為了減少潛在威脅的風險和衝擊，並增加居民的居住安全與福祉，城市及社區必須更具有回復力才能正面準備應對措施 (Folke *et al.*, 2011)。而具有回復力的城市在遭遇災難事件後較能快速恢復基本服務及社會、制度及經濟活動 (Healey, 2007; Hardoy & Satterthwaite, 2009; Healey & Upton, 2010; Jabareen, 2013; UNISDR, 2010)，對環境變遷也較有調適的反應能力；易言之，回復力同時也是環境系統在經歷擾亂及維持運作中，整體容受力的表現 (Gunderson & Holling, 2001)。

第二節 生態足跡、水足跡、碳足跡之定義與重要性

一、生態足跡

(一) 生態足跡的定義

「生態足跡」(Ecological Footprint, EF) 提供了一個總體衡量人類社會對自然所造成的壓力 (Lammers *et al.*, 2008; Lee & Peng, 2014)，將社會經濟新陳代謝結合到土地使用上，而土地使用正是影響環境變遷的「社會與自然關係」中最重要過程之一 (Haberl *et al.*, 2001; Lammers *et al.*, 2008; Wackernagel & Rees, 1996)。生態足跡估算某特定人口維生所需的生物生產力之土地及水域面積，這些土地及水域提供消費所需的資源並處理所產生的廢棄物。而透過計算該地的「生物容受力」(biocapacity)，人類對該地區的需求便可以與該地區的自然資本比較，使得它在世界各國學術及實務界日益受到重視 (李永展、陳安琪，1998、1999；葉佳宗等，1999；Bagliani *et al.*, 2003; Bicknell *et al.*, 1998; Ferng, 2005; Haberl *et al.*, 2001; Lammers *et al.*, 2008; Lee & Peng, 2014; Lenzen & Murray, 2001; McDonald & Patterson, 2004; Martín-Cejas & Sánchez, 2010; Zhou & Liu, 2009)，更成為政府研擬國家永續發展相關政策的重要參考指標 (李永展，2014；Barrett *et al.*, 2005; Erb, 2004)。

GFN (2008) 提出的生態足跡概念是由耕地足跡 (cropland footprint)、牧草地足跡 (grazing footprint)、森林足跡 (forest footprint)、漁場足跡 (fishing ground footprint)、碳足跡 (carbon footprint)、及建成地 (built-up land) 六大項所構成。生態足跡的大小與環境衝擊成正比，足跡愈大，環境衝擊也愈大；而足跡的大小與每人可使用的生物生產力土地面積成反比，足跡愈大，每人可使用的生物生產力土地面積也就愈小。

由以上可知，生態足跡的基本觀念十分容易理解並且具備永續價值的高度對應程度，已逐漸成為永續發展的規劃及分析工具。而生態足跡與永續性的關聯在於以「生態赤字」(ecological deficit) (即生態足跡與生態標竿之差距) 估算人類挪用其他地區資源存量所造成的全球不永續情形，以瞭解生態底限，促使永續性之策略更具有效性與更具價值。

從 2010 年全球足跡網絡 (GFN, 2010a) 所公布的生態足跡統計方法中可知，1961 年全球生態足跡只佔生物圈能提供資源的 62%，到了 1980 年代，人類的需求已經超過地球的「生物容受力」(biocapacity)；2008 年全球生態足跡為地球生物容受力的 1.5 倍 (表 2.1) (GFN, 2012)。易言之，全球的生態赤字逐年迅速提升，說明人類的過度消費已造成生態諾大的壓力，人類必須正視這項議題，並採取相對應的行動，不僅將有益於世界各國的總體發展，對於各國內部的城鄉關係

將能更具永續性，然而，在全球化的時代，環境、氣候是世界共有的公共資產，透過全人類對於校正生態赤字共同努力，相信一定能夠邁向更永續的未來。

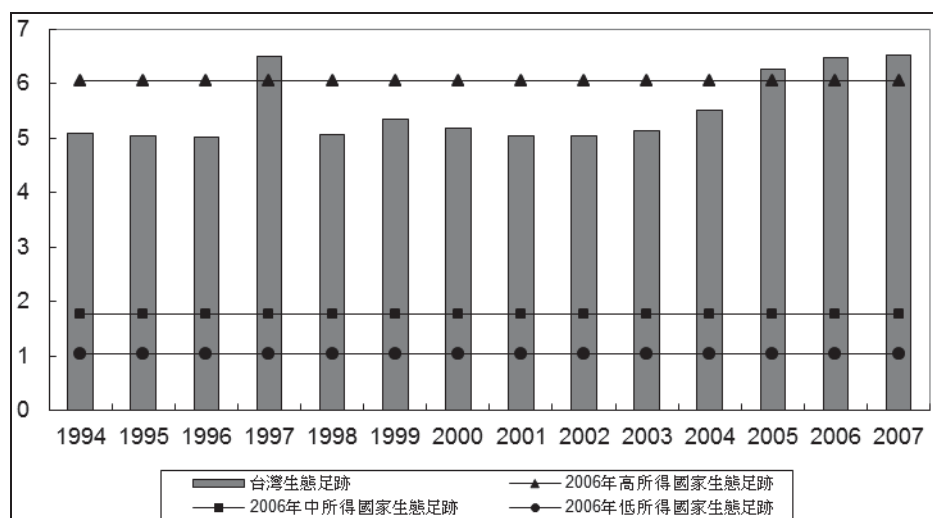
表 2.1 從時間序列看全球生態足跡

單位：全球公頃/人

年 項目	1961	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2009
生態 足跡	2.29	2.43	2.60	2.61	2.63	2.45	2.51	2.41	2.47	2.58	2.59	2.70	2.60
生物容 受力	3.72	3.45	3.13	2.85	2.62	2.42	2.25	2.09	1.95	1.83	1.81	1.78	1.80
生態 赤字	-1.43	-1.02	-0.53	-0.24	0.01	0.03	0.26	0.32	0.52	0.75	0.78	0.92	0.80

資料來源：GFN (2010a, 2012)

在實踐永續發展的過程中，自然科學與社會經濟領域應緊密連結，易言之，環境、經濟及社會面向不應彼此分隔或彼此對立，因為自然與社會本來就是共生的，但是往往因為缺乏良好的對話工具，造成領域間的相互不理解。生態足跡除了可作為計算人類對資源的耗用情形，也可將研究對象轉為其他生物或非生命物質。這項分析是評估在特定時間點或是區間內，人類社會的消耗型態與水準對自然資源與自淨能力的依賴程度，並比較該社會所在地區之生物生產力可利用量，以判斷是否超限利用。永續與否則是人類社會經濟體與生態系統間長期互動的結果，藉由生態足跡時間序列的分析，可以呈現人類社會經濟體的消費與生產活動對生物生產力的需求程度、以及對生物生產力供給能力的影響。從這層意義上，生態足跡的確可以是一項跨自然科學與社會經濟領域的對話工具（Wanget *al.*, 2012）。



資料來源: Wang *et al.* (2012)

圖 2.1 台灣生態足跡與各所得國家比較圖

綜合來說，生態足跡之目的是研判人類消費規模是否超過生物圈的再生能力，以及估算其超過的程度。由於生態足跡同時衡量實體經濟規模與顯示超限利用，以及生態足跡具有聯結社會經濟代謝與土地利用的功能，故可做為衡量社會經濟代謝是否符合永續的一種檢驗的方法，因此，相較於探討實體經濟的其他衡量架構，生態足跡具有以下的優勢及功能（許添本，2001）：

1. 做為永續發展的指標

藉由可量化的指標顯示人類的消費和自然環境的關係，讓大眾了解永續發展觀念，以落實永續發展的理念。

2. 永續發展的檢驗工具

可幫助企業單位、政府機構進行政策的評估，檢驗政策的演進是否邁向永續發展的目標前進，而非流於口號。唯有在減少資源消費量及廢棄物製造量下提升人類生活品質，才能使人類邁向永續發展。

3. 生態環境的持續性追蹤

可進行每年生態環境的追蹤比較，由家庭、企業、國家等資源消耗所呈現的生態足跡變化狀況，觀察某特定人口與永續發展的距離。

由以上可知，生態足跡不只在概念應用的層級十分廣泛，其分析的尺度甚至可應用到國家、區域、都市、社區、家計單位、甚至個人等不同範疇。過去實證研究上，生態足跡已經進行全球 52 個國家、義大利（Wackernagel *et al.*, 1999）、倫敦（Sustainable London Trust, 1996）、聖地牙哥（Wackernagel, 1998）、台灣（李永展、陳安琪，1998；Lee & Peng, 2014; Wang *et al.*, 2013）、台北市（Lee & Chen, 1998）及家計單位（Wackernagel & Richardson, 1998）的計算。不只如此，檢視特定消耗行為或是消耗類型的生態足跡，例如旅遊永續性（Gossling *et al.*, 2002）、能源供給永續性（Stoglehner, 2003）。

但是，生態足跡的內涵與主要彰顯的意義，會隨著空間尺度的差異而有所不同。在全球或國家尺度上，生態足跡的內涵著重於比較各國對於生態容受力的消費或透過貿易挪用生態容受力的分析；在都市尺度上，則是用以檢測與國家平均值的對比、作為永續性策略之評估、或是可以應用在檢視區域是否達到均衡發展的驗證工具；而在家計單位尺度上，則是經由對個人行為的調查以檢視個人消費行為、比較消費的選擇過程與漸增消費項目之間的變化。

目前國內外相關研究認為完整生態足跡的測量方式應包含直接使用的土地面積以及所有物質與能源消費的間接使用之土地面積，由於在 2007 年及其以前的研究成果中，足跡的計算方式乃是採取列舉式，這意味著每增加一個評估項目就有可能增加足跡的總值，據此所計算出的足跡會比真實世界的資源使用來的保守（李永展，2014）。

生態足跡法的計算分析分為兩個過程：首先追蹤並分析我們消費的所有資源及產生的廢棄物；再將消費的資源及廢棄物轉換為供應與維持其功能所需的生物生產力土地面積。理論上，生態足跡法計算所有消費及廢棄物處理所需的土地及水域面積，但如此的計算過程是十分繁雜且困難的，因此有下列計算的簡化方式（Wackernagel & Rees, 1996）：

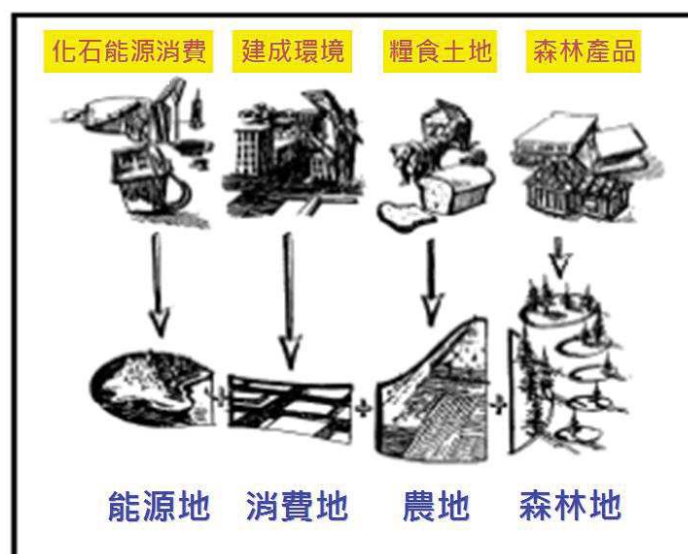
1. 假設提供產業收穫的土地（如農地與森林）是永續性的，實際上卻非如此，土地衰竭的速度通常大於再生的速度。
2. 僅納入自然界所提供的基本服務，主要探討人類直接與間接活動對自然功能的挪用，包含對可再生能源與不可再生能源的消費、廢棄物的吸收、建築用地、淡水的抽取、各項環境污染等。
3. 同一塊土地若同時提供兩種以上的服務，不重複計算所耗用的生態足跡，只將佔用面積較大者納入生態足跡的估算。
4. 簡化生物生產力的分類方法以便計算與分析，例如將生態系統區分為八種土地類別。

這種簡化的做法會低估人類對土地的需求，但只要持續追蹤，生態足跡指標就如同相機一般，可以呈現各階段時期，人類對自然資源的需求情形（Deutsch *et al.*, 2000）。生態足跡提出另一種思考面向檢視環境問題，強調生態物理性的分析，主張經濟體的發展與擴充皆受限於生態容受力規模，人類所需物質與能源的消費也必須考量生態系本身所能提供的限制（Wackernagel *et al.*, 1999）。

如前所述，生態足跡分析的計算主要分為兩大部分，第一部份是由某一特定地區人口消費行為轉換為土地面積組成的生態足跡部份，亦即上述理論內容所稱部份，另一部份則是生態標竿部份，生態標竿的計算是由某一地區既有生物生產力土地面積組合而成。至於生物生產力土地面積的分類與計算雖有爭議，但依 Wackernagel & Rees (1996) 的研究及其後包括 Wackernagel *et al.* (1999) 的研究方式發現，目前生態足跡分析使用包括海洋、森林、耕地、牧草地、建成地、及化石能源地在內的六種生物生產力土地是較適合作為區域性的比較分類方式，但本計畫認為若進行時間序列分析並預期生態足跡分析的作用不只是作為「記錄」永續發展過程的功能，而仍應包括「管理」的功能在內的話，則應就生物生產力土地分類方式進行討論。

在仍未對生物生產力土地分類方式討論的情形下，如果沒有以等值因子（equivalence factor）進行修正，則計算出來的生態足跡總值會有扭曲的現象產生，因為不同的生態類別在生物生產力上會有相當大的差異，例如，耕地很明顯地比牧草地的平均生物生產力來得大，因此，考慮等值因子後，便可以把每個生態類別的不同地區按照生產力大小加以調整。例如，耕地的等值因子為 2.8，表示耕地比平均世界生物生產力土地有 2.8 倍多的質能（biomass）（Wackernagel *et*

al., 1999)。經由這個計算比例的調整，全球的生物容量（bio-capacity）便不會被扭曲，而世界總值經由等值因子調整後，便可以等於全球總量以真實的物理空間所呈現出來的總量，以期能真實的呈現台灣之生態足跡與永續性趨勢。



資料來源：Wackernagel *et al.* (1996)

圖 2.2 生態足跡：將消費轉換成土地面積

（二）生態足跡計算方式之說明

Wackernagel & Rees (1996) 提出生態足跡的概念，當時以加拿大溫哥華為研究區域，計算了當地的生態足跡。Wackernagel *et al.* (1999) 開始以國家為單位，進行生態足跡的統計。上述兩個研究所進行的生態足跡內涵，包括海洋、森林、耕地、牧草地、建成地及化石能源地等六項。2008 年 GFN 調整生態足跡計算的內涵，依據 GFN (2008) 的計算方式，生態足跡是由耕地足跡、牧草地足跡、森林足跡、漁場足跡、碳足跡及建成地等六大項加總而成。因此，台灣 2004 年至 2007 年的生態足跡計算與分析是依據當時「全球足跡網絡」公告的「生態足跡計算方法」所進行。Wackernagel & Rees (1996) 及 Wackernagel *et al.* (1999) 與 GFN (2008) 所提出的生態足跡統計方法，最大的差別在於 GFN 以碳足跡取代化石能源地足跡。

全球足跡網絡每年均會發布國家足跡估算，GFN 於 2013 年出版的《生物圈再生能力需求與供給之計算：國家生態足跡估算方法與架構 2011 年版》（Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework.）¹一文，將生態足跡與生物容受力的架構及計算流程表達如下（圖 2.3）：

¹本文公佈在 GFN 之官方網站，為該網絡之官方文件



資料來源：整理自 GFN (2013)

圖 2.3 生態足跡與生物容受力之計算架構

在這個架構中所呈現的生態足跡組成，將人類的消費與廢棄物生產分為農業產量、畜牧產量、水產產量、木材產量、建成區域及化石能源之二氧化碳排放。圖 2.3 說明生態足跡的計算流程，乃是將各項消費除以該項土地使用型態之生物生產力，再乘以等值因子，即可得出該項消費佔該項土地之面積。以農作物為例，該年之生態足跡即為農業產量（公噸/公頃）除以世界穀類產量（公噸/公頃），再乘以耕地的等值因子，即可估算出耕地消費所佔用的土地（公頃）。最後再加總這六項組成，即為該年度全球之生態足跡。

而提供這六項消費和吸收廢棄物生產所對應的土地使用類別則為耕地、牧草地、漁場（包含海洋和內陸）、林地、建成地及碳吸收地，此一組成關係中，消費和廢棄物生產與土地型態之間的歸類標準如下²：

1. 耕地

種植農作物以做為糧食、飼養動物、纖維以及油籽作物需求的耕地，這類土地型態每公頃生物生產力的最大平均值。根據 FAO 的估計，2009 年全世界大約有 15 億公頃的耕地（FAO, 2013）。

² 整理自李永展，2014。

此一估算並不紀錄人類長期活動所造成的耕地生產力降低，例如土壤惡化、腐蝕或鹽化。雖然這些過程將反映在未來生物容受力的衰退，但目前這個衰退並無法明確指向是由於人類活動所造成的惡化。

2. 牧草地

畜養動物以提供肉類、皮革、羊毛及牛奶，包括提供畜養使用的耕地、牧場。在計算家畜生產的牧草地生態足跡時，為避免重複計算，採取簡化之方式，減去供畜養使用的其它來源。

即加工與衍生的生產（例如酪農業等）將等值於主要生產，故牧草地需求總數為家畜生產所使用的牧草地總量。根據 FAO 的估計，2009 年全世界大約有 35 億公頃的自然與半自然的草地和牧地。

3. 漁場

提供漁獲和其他海產生產所需的乾淨水域以及海洋漁場。超過 95% 的海魚捕撈位於大陸棚，排除難以到達或不具生產力的水域，總共有 19 億公頃。

從 FAO 取得的資料估算，漁場每年可供應的數量為 9300 萬公噸，通常這個計算包含供人類消費與供魚類食用。然而，國家足跡估算在 2010 年以前的七年間在計算漁場方面已有顯著改善，包括許多魚類萃取率的修正，及納入水產養殖生產和水產飼料作物（GFN, 2010b）。

4. 森林區域

收穫木材生產與燃料木材所需的自然或人造森林。全世界可取得的森林地約有 39 億公頃，此一森林生產力的估算使用相當多的資料來源，主要是 TBFA 以及 GFSM。圓材與燃木消費根據以下四個過程的生產——鋸木、木板、紙與硬紙板、紙漿。

5. 建成地

供住宅、運輸及工業生產的設施佔用構成建成地。建成地的全球公頃為 2 億公頃，建成地可能取代耕地，就如同人類早已因移動優勢而佔據一個國家最豐饒的區域。

用來提供水力發電的水壩與水庫也併入建成地計算。由於缺乏水力發電水庫的全球性資料庫，國家足跡估算（NFA）假設，這些水庫覆蓋世界平均生物生產力的區域和他們的發電能力成正比。建成地總是具有和其生態足跡相等的生物容受力，因為這兩個數量所獲得的生物生產力總量不受到物理基礎設施侵蝕的影響。此外，建成地的生產足跡和消費足跡在國家足跡估算內是相等的，由於資料缺乏，建成地的交易目前並不包括在計算中，如此的省略可能會導致高估淨出口國家建成地足跡和低估淨進口國的建成地足跡。

6. 碳吸收地

人類以多種方式增加二氧化碳排放至空氣中，包括燃燒化石燃料，一些自然循環可從空氣中消除二氧化碳，包括海洋吸收以及植物的光合作用。

計算化石燃料消費的生態足跡藉由估算需要多少生物生產地以吸收人類經濟活動所造成的廢棄物生產。在這個計算中，每年大約有 18 億公噸的碳被海洋吸收，在吸收中對海洋生物容受力可能的負面影響並未被包含在內。除了海洋之外，森林也是吸收碳排放的生物生產地，但其容受力因森林的完善度與構成狀況而有所不同。

說明完上述六種生產分類的歸類方式後，以下說明各類足跡的計算方式。

1. 主次要生產的足跡計算

「主要生產」是特定地區的初級產出，包括耕地、牧草地、森林中行光合作用而生長的穀類、水果、蔬菜、供家畜食用的飼料，以及圓材等；對漁業而言，則指從海洋或內陸漁場捕獲且未經加工處理的水產。這些產品的生態足跡計算方式為：

$$\text{【生態足跡 (gha)} = \text{〔生產 + 進口 - 出口 (tons)〕} / \text{全球生物生產力 (tons/ha)}\text{】}$$

「次要生產」為從主要產品衍生出來的商品，包括肉類、牛奶、紙類及養殖漁類。當主要生產的生態足跡已經被計算過，次要產品的足跡將視同為主要產品足跡的一部份；此外，僅被生產而未進行貿易的次級產品之生態足跡，亦包含在其原產品的足跡計算中。

2. 建成區域的足跡估算

生態足跡假定人類的居住與設施通常都是佔用農業豐產地，某些聚居區域已經完全被覆蓋，其他區域則仍具有生物生產力，例如花園或公園等。包含在這些區域的生態足跡根據它們之前的農業生產力，因此，建成區域等同於它所取代的耕地總量，故使用耕地生物生產力調整它的生產力。其計算公式為：

$$\text{【建成地生態足跡 (gha)} = \text{區域建成面積 (ha)} \times \text{建成地等值因子 (gha/ha)}\text{】}$$

3. 二氧化碳吸收地的足跡估算

二氧化碳吸收地的足跡估算方法為，藉由造林需要增加多少生物生產力區域，以隔離空氣中的二氧化碳。吸收地的計算需減去三分之一或四分之一由海洋吸收的排放量（GFN, 2008; IGBP, 2013; IPCC, 2001），這個路徑的計算方法為：

$$\text{【吸收地面積 (gha)} = \text{CO}_2 \text{ 排放量 (tons)} \times (1 - 1/3 \text{ or } 1/4) / \text{吸收率 (tons/ha)} \text{】}$$

綜合上述計算方式，在計算內容中也無可避免有部份之缺失，如對於產生於自然環境中之自然資源（乾淨的水）或自然環境對於廢棄物的處置等計算方式尚無較具體的討論。本計畫對於生態足跡法的分析與計算分為兩個過程：首先追蹤並分析所有消費的資源及產生的廢棄物，再將消費的資源及廢棄物轉換為供應與維持其功能所需的生物生產力土地面積。

（三）國內生態足跡研究發展

台灣生態足跡研究最早為李永展、陳安琪於 1997 年參考 Wackernagel *et al.* (1996) 的研究，將生態性土地生產力分為六個主要類別：化石能源地、林地、耕地、牧草地、建成地及海洋，試圖以列舉式的計算方式進行生態足跡之估算，其結果得知台灣 1996 年的生態足跡為 4.67 全球公頃/人(李永展、陳安琪，1998)。由於該研究並未納入「等值因子」進行計算之矯正，因而計算出來的生態足跡總值將會出現與現況有所落差的現象。而後為了真實呈現台灣生態足跡的長期發展趨勢，農委會自 2005 年委託學術單位進行後續的相關研究，前溯自 1994 年並後推到 2003 年，以 10 年為時間基期，透過台灣統計資料的蒐集與測量，建構出台灣生態足跡的統計資料庫。為了更貼近台灣生態足跡的現況，2005 年的研究將等值因子納入研究分析的過程，以檢視台灣 1994-2003 年間生態足跡之發展趨勢，研究結果發現 1994 年到 2003 年的 10 年間，台灣的生態足跡呈現增加的趨勢，從 1994 年每人 5.09 公頃，增加到 2003 年的 5.14 公頃（李永展，2005a）。

2006 年的後續研究則首次突顯了二氧化碳排放所造成的足跡壓力：2004 年台灣生態足跡為 6.718 全球公頃/人，總生態足跡相當於 42 個台灣，其中二氧化碳排放所需的碳吸收地面積達 2.295 全球公頃/人，這意味著即使台灣島上全部種滿了樹，也需要 14 個以上的台灣才足以完全吸納。對應於日益惡化的全球暖化問題，藉由生態足跡的路徑，可更明確地將問題的嚴重性予以揭露並且被理解，而這也是生態足跡做為永續性衡量工具最主要的功能之一（李永展，2006）。2006 年的研究同時進一步估算縣市層級的生態足跡，藉由生態足跡乃估算人類消費所挪用的資源土地大小之觀點，透過各縣市之於全國家庭消費收支的比例，進行各縣市生態足跡的估算。估算結果顯示，消費型態和區域特性與生態足跡密切相關；而進一步透過比較足跡組成，亦可得知完善的公共服務與有效的土地利用亦為縮小足跡規模的重要路徑。

Wang *et al.* (2012) 持續參考李永展(2006)的研究方法，進行 1994 年到 2007 年台灣生態足跡的計算與分析，該研究結果顯示 2007 年，台灣每人平均生態足跡為 6.54 全球公頃，總生態足跡則相當於需要 42 個台灣面積之土地，才可能滿足台灣的資源使用狀況。農委會林務局於 2013 年延續過去研究，持續建置 2008 年到 2011 年台灣生態足跡的資料庫，並分析其發展趨勢，其研究結果顯示 2011 年台灣每人平均生態足跡為 9.43 全球公頃/人，總生態足跡相當於需要 61 個台灣

面積之土地，才可因應目前的資源消耗狀況（李永展，2014）。

除了上述針對國家及縣市層級由上而下所做的生態足跡研究之外，國內有關生態足跡的研究多從產業、單一產品或作物的角度著手（杜政榮等，2008；翁毓琪等，2009；Feng, 2005），或是計算區域性的生態足跡（林漢良，2014）；目前國內針對個人生態足跡的相關研究僅吳孟芳（2007）以人類群體生活之最小單元「社區」為基礎，針對台北市士林區進行個人生態足跡與生活品質的實證研究，透過線性結構關係模式分析其中之因果關係。然針對個人生態足跡之計算並無統一的計算方法，而本計畫則以生態足跡中的建成地足跡、碳足跡及與生態足跡關係密切的水足跡角度，透過現有的足跡計算器探求個人生態足跡的狀況。

二、碳足跡與水足跡

（一）碳足跡

碳足跡、水足跡及生態足跡都屬於「足跡家族」指標群的一部分。足跡家族指標群可定義為：從消費為基礎的面向，追蹤人類對周遭環境造成壓力的一群資源估算工具，壓力界定為生物自然資源挪用及二氧化碳吸收、溫室氣體排放、全球水資源消費及污染。就此而言，足跡家族可分別透過生態足跡、碳足跡及水足跡來監測三個主要的生態系：生物圈、大氣圈及水圈（Galli *et al.*, 2011）。

生態足跡用來衡量為了滿足人類各種需求所消耗的土地及水域面積，其運作如同全球的資產負債平衡表，從負面來看，是透過對自然資源的消耗來支撐人類的生活，如建築、運輸、住宅、商業、能源使用、農林漁牧及所有這些活動所造成的消耗；從正面來看，則為環境的生物容受力，作為提供資源及吸收廢棄物的能力。

碳足跡同樣也可說明人類活動對環境的影響，其定義為「某個活動直接或間接引發的或某個產品在其生命週期所累積的二氧化碳總排放量」（Wiedmann & Minx, 2008），此定義包含個人、群體、產品、政府、公司、組織、製程及產業部門等活動，產品則包括商品及服務，而所有直接（在地或內部）及間接（外地、外部、蘊含、上游或下游）的排放都應該包括進來。不過此定義只探討二氧化碳（不包含其他溫室氣體）的排放量（公斤、公噸等），也沒有將此排放量轉換成土地單位（公頃、平方公尺、平方公里等）。

一般而言，碳足跡的應用可分成四個層面：個人（家庭）碳足跡、產品碳足跡、企業碳足跡及國家（城市）碳足跡（Galli *et al.*, 2011; Lee & Lin, 2014）：

1. 個人（家庭）碳足跡

針對個人（家庭）日常生活中的食、衣、住、行所導致的碳排放量加以估算的內容，目前國際上的估算方法有「由上而下」與「由下而上」兩種作法。由上而下是以家庭收支調查為基礎，輔以投入產出分析，計算各家庭或各收入階層的

碳足跡；而由下而上則是利用碳足跡計算器，依個人（家庭）日常生活中活動方式、實際消費及交通型態為估算依據。

2. 產品碳足跡

從單一產品製造、使用及廢棄階段，計算整個「從搖籃到墳墓」的過程中，因燃料使用及製程導致的溫室氣體排放量。

3. 企業碳足跡

相較於產品碳足跡，企業碳足跡同時包括了非生產性的活動，例如相關投資的碳排放量，也是企業碳足跡需計算的範疇，它同時也反應市場中某個產品或商品所包含的化石能源。

4. 國家（城市）碳足跡

針對整個國家（城市）的總體物質與能源消耗所產生的排放量，並針對直接與間接、進口與出口所造成的排放量差異之分析，以檢視國家（城市）碳足跡是否符合環境正義的原則。

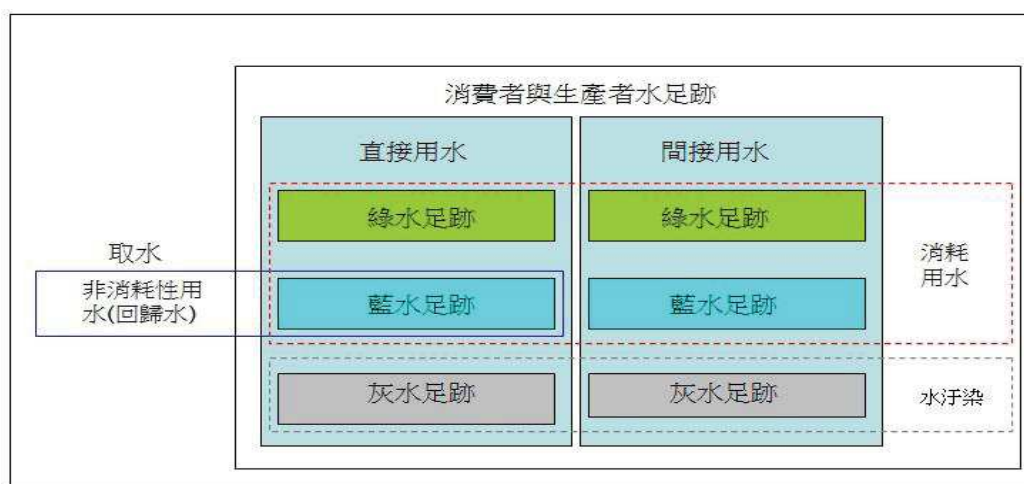
（二）水足跡

水足跡的概念主要由生態足跡概念發展而來，探討人類用水需求對於環境的負荷，最早是由John Anthony Allan教授在1990年代初期提出「虛擬水資源」(Virtual Water) 概念衍生而來的，嗣後由Arjen Y. Hoekstra教授於2002年提出水足跡 (Water Footprint) 一詞 (WFN, 2013)。Allan (1999) 認為因為水資源為糧食生產不可缺的要素，因此，水資源隱含在各種農業產品中。當進行交易時，隱含於該農產品生產所需之等量的水資源亦同時被反向交易，隱含於農產品中的水資源即是虛擬水資源。例如，每1公斤的小麥中約含有1立方公尺的虛擬水資源，則進口1公噸的小麥就相當進口了1,000立方公尺的水資源（周嫦娥、李繼宇，2009）。Chapagain & Hoekstra (2004) 則認為，計算一地區民眾活動所需消耗之水量除直接用水量外，還需加上生產過程中投入的間接水量。換言之，可以透過計算一區域的直接和間接用水量的總虛擬水量，觀察用水需求對環境的衝擊，此即水足跡之概念。水足跡亦可以「由下而上」分別計算各產品與活動所需的直接用水量與間接水量之和，也可透過「由上而下」的方式以投入產出模型推算。與生態足跡相同，目前學者計算水足跡時，常會受限於資料不足而無法向上或向下追溯整個產品生命週期的虛擬水量。

由生態觀點來看，一個國家使用水資源的多寡會對環境造成不同的壓力，也是水資源管理所必備的參考資訊。一國水資源真正使用量可以國家的水足跡和虛擬水量來衡量（周嫦娥，2011b）。國家水足跡被定義為提供全國人民消費所生產的商品和服務所需使用的淡水總量。由於不是所有在特定國家所消耗的商品都是生產於該國，因此水足跡包含兩部分：國內水資源的使用和國外水資源的使

用。當評估一個國家的水足跡時，勢必須量化該國進出口虛擬水的流量。如果把國內水資源使用作為評估國家水足跡的起點，應該減去流出該國的虛擬水流量，並添加流入該國的虛擬水流量（Hoekstra & Chapagain, 2007）。目前在文獻上可看到，產品水足跡的計算多以「由下而上」的方式計算，而區域或國家水足跡或虛擬用水量的計算多以「由上而下」方法估算。值得注意的是，虛擬用水量所使用的「由上而下」方法多是投入產出模型，水足跡學者所採用的「由上而下」方法則是由總體數據以比例方式加以推估。估算國家或區域水足跡可進而瞭解一個國家水資源的區位使用，以及是否處於水資源盈餘或赤字的情況，可進一步研擬其水資源管理、貿易和產業政策（周嫦娥，2011b）。

水足跡的發展較生態足跡與碳足跡晚，因此國際上尚未有較完整一致的計算方式，目前國際上提出水足跡計算方式有兩種：一是由國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）所提出的ISO14046水足跡標準，如同碳足跡以生命週期的方式評估產品在生產、製程及組織過程中所使用的水源與排水，以及不同區域環境或不同社經條件下水足跡的處理方式。另一是水足跡網站（WFN）（周嫦娥等，2011）。根據水足跡網站（WFN）2011年出版的「水足跡評估手冊—全球標準之制訂」的水足跡概念，水足跡的計算並不包含傳統的取水用量，而是包含直接（direct water use）和間接（indirect water use）的淡水用水量，並將水資源分為藍水、綠水和灰水三種類型。因此，水足跡有藍水足跡（Blue water footprint）、綠水足跡（Green water footprint）及灰水足跡（Grey water footprint）（如圖2.4）。藍水足跡指的是地面水和地下水之使用量，綠水足跡為蘊藏於土壤中之雨水用量（僅存在於農林產品中），灰水足跡指的是「在現有水質標準下，吸收水污染物所需的淡水水量」，非消耗性的用水（回歸水）不包含在水足跡的計算當中。



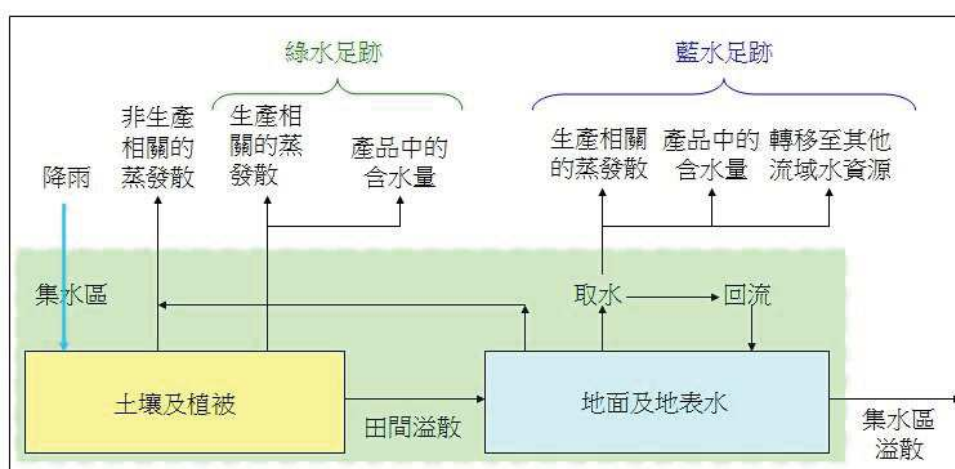
資料來源：Hoekstra (2011)

圖 2.4 水足跡組成示意圖

水足跡的計算是以圖2.5的水平衡圖為主要概念基礎，圖2.5中的集水區之水

資源來自於降雨，部分水資源以蒸發及溢流方式離開集水區。綠水足跡為經由降雨蘊藏於土壤或植被的水資源，在作物或森林生長過程中蒸發並成為產品之一部分的水量；藍水足跡則為所抽取的地下水和地面水，除在生產過程中蒸發或成為產品之一部分的水資源耗用量外，也包括移轉至其他集水區的水資源；易言之，藍水足跡是指水資源的耗用量。值得注意的是，圖2.5中的回歸水並不包含於藍水足跡，此意味著回歸水可補充地下水或成為集水區中地面水的一部份。灰水足跡則與工業用水所排放的污染物對淡水水質造成的影響較為相關。一般而言，國家總水足跡的計算，應包含藍水足跡、綠水足跡及灰水足跡，如公式³：

➤ 國家總水足跡＝藍水足跡＋綠水足跡＋灰水足跡
＝直接水足跡＋間接水足跡 （公式 1）



資料來源：Hoekstra (2011)

圖 2.5 藍水足跡、綠水足跡與流域水平衡關係圖

WFN水足跡評估手冊依測量範圍的精細程度分成三個層級的時空尺度，即A、B、C三級。A、B、C級所指的時空尺度、估算所需之資料來源和用途如表2.2，A級測量的尺度為全球平均，B級為國家、區域或特定流域，C級為小範圍集水區及特定土地。本計畫主要使用B級國家、區域、流域的空間尺度來進行縣市的估算，並以年為單位。另一方面，計算特定地理區域內（如都市、省、州、國家、流域）的水足跡，意即所有發生於該地理區域所有製程的水足跡之總和。

³本公式參考自 WFN 網站 2011 年出版的「水足跡評估手冊—全球標準之制訂」所提出的概念。

表 2.2 水足跡計算之時空尺度

層級	空間尺度	時間尺度	用水資料來源	水足跡計算實例應用
A級	全球平均	年	從可取得的生產或生產過程中消耗及汙染用水文獻或統計資料	提升認識；粗略確認總水足跡的重要部分；全球水消耗的重要預測。
B級	國家、區域與特定流域	年或月	同上，但使用國家、區域或流域資料	空間擴展和變化的初步確認；作為水分配決策的知識基礎。
C級	小流域或特定土地	月或日	實證資料或(如果無法直接測量)特定區域或年度消耗用水及汙染的最佳估計資料	為進行水足跡持續評價提供基礎知識；建構減少水足跡和相關地方影響的戰略。

資料來源：Hoekstra (2011)

圖2.6顯示國內水足跡及國家消費水足跡之間的關係，其中內部水足跡指的是生產一個國家內居民所消費的產品及服務所使用的國內水資源量；外部水足跡指的是在國外生產本國居民所消費的產品之外國水資源量；虛擬水指的是在消費地生產產品所需的水量，因為生產產品所使用的水並不會成為產品的一部分，故稱之為虛擬水；而國與國之間透過產品的貿易造成虛擬水的移轉，稱之為虛擬水流量，虛擬水出口即意味著生產出口品所需要的水量，虛擬水進口則指生產進口品所需的水量。國家消費水足跡的計算方式主要可分為兩種，一種為「由下而上法」，另一種為「由上而下法」，前者是先估算消費者的水足跡，再將國內消費者的直接和間接水足跡加總；後者則是國內水足跡加上虛擬水進口減去虛擬水出口（Hoekstra & Chapagain, 2008）。然而由下而上的估算方式目前尚無人真正使用，國際上多以後者之計算方式為主，如公式2：

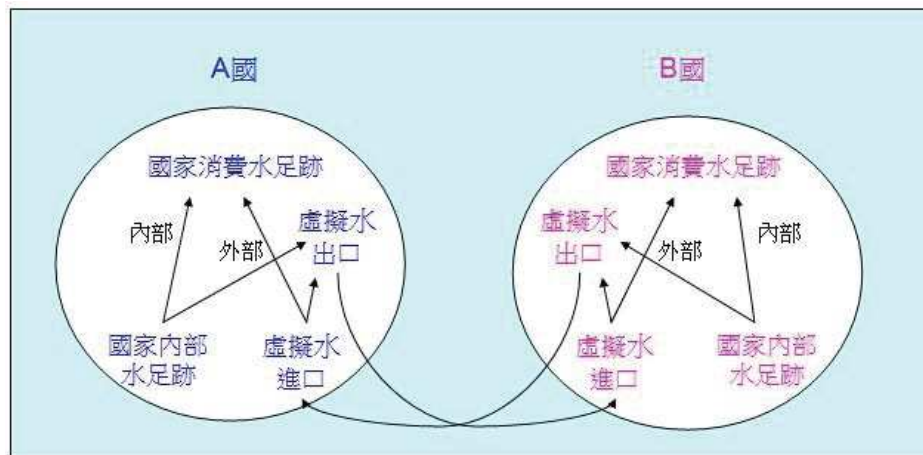
➤ 國家消費水足跡 = 國內水足跡 + 外部虛擬水足跡 (公式2)

→ 國內水足跡 = 國內水資源總使用量 - 出口到其他國家的虛擬水量

→ 外部虛擬水足跡 = 進口的虛擬水量 - 生產再出口產品的虛擬水量

→ 國家水足跡 = 國內水資源總使用量 - 出口到其他國家的虛擬水量

+ 進口到本國的虛擬水量



資料來源：Hoekstra (2011)

圖 2.6 兩貿易國國內水足跡和國家消費水足跡之關係圖

國內水足跡代表生產國內民眾消費的產品與服務所耗用之國內水資源，為國內經濟使用的本國水資源量（包含農業用水、民生用水與工業用水）扣除生產出口產品使用的虛擬水量。實際上完整的農業用水量必須包含有效降雨量、灌溉用水量。Chapagain & Hoekstra（2004）將農業用水簡化定義為作物生長所需的蒸發散水量，而民生用水與工業用水則是為民生與工業用途所抽取水量。外部水足跡不僅是國民使用進口品背後所代表虛擬水量，同時也包含因加工出口品所需而進口的物料，簡言之，將進口品虛擬水量減去輸出之加工品虛擬水量，即為外部水足跡。

上述國家層級的水足跡計算概念應用在個人水足跡的計算上，即在衡量個人一日之中所消耗掉的內部水足跡及虛擬水足跡，亦即個人除了在飲水、喝咖啡及沐浴洗手過程中消耗掉了水，在喝咖啡背後從種植、採收、加工、包裝及運輸過程中也會消耗不少水量，此即為虛擬水的概念，如製作一個漢堡所消耗的水約為 2,400 公升，一件棉製襯衫的水足跡高達 2500-2900 公升。這些數字看起來很龐大的原因是因為這些產品在「從搖籃到墳墓」的階段中，加入了很多其他原料或半成品，而這些東西的製程又都需耗用大量的水。如漢堡中有肉餅、蔬菜、蛋、可能還有乳酪，所以製作一個漢堡便需要大約 2,400 公升的水（張靖霖，2010），因此，透過個人在食衣住行育樂等方面水資源的消耗，可計算出個人水足跡的狀況。

第三節 小結：脆弱度、回復力與生態足跡之鍊結

大部份國家及城市只著重在應用「減緩」手段來探討如何透過減少溫室氣體排放以因應人類所引發的氣候變遷問題，但Buenoet al. (2008) 指出，即便是國際間採取強硬的行動來減緩二氧化碳排放，但由於過去累積的排放量及現在正在進

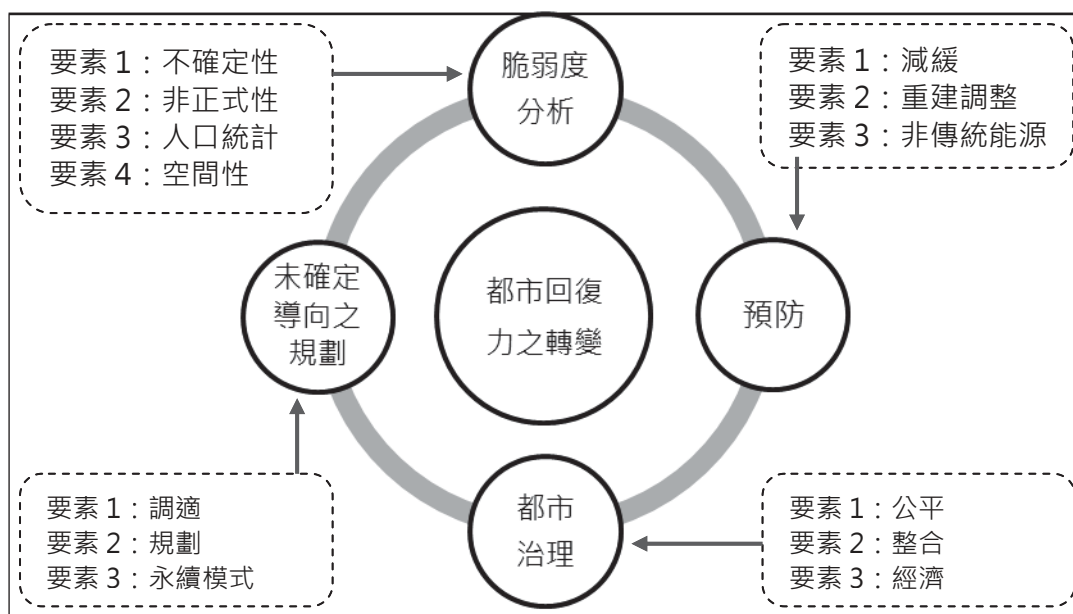
行的排放，意謂著氣候仍會持續改變，因此，調適及減緩並不是替選方案（alternatives），而是一體兩面的（counterparts）（Jabareen, 2013）。

為了因應氣候變遷的新挑戰，進行國土空間規劃時必須發展出更大的覺知力並且以調適政策輔助減緩，或採取實際的調整來強化因應氣候變遷衝擊的回復力並減少脆弱度（Adger *et al.*, 2007）。此外，為了減輕面臨自然災害的社區脆弱度，規劃學者提出了利用土地使用管理及透過建築及基地設計法規來規範易致災地區的發展（Zhang, 2010）。但是，規劃必須擴大其範疇納入對風險及不確定性及因應方法的預測及期望（Jabareen, 2013）。

本計畫建立在永續發展的理念下，認為必須要有針對整體環境評估的工具及分析方法作為研究媒介，而Parris & Kates (2003) 提出永續性評估有四個主要訴求：(1).制定決策與管理；(2).倡導；(3).參與及共同建設；(4).研究分析，這些正是本計畫欲進行及推動的研究目的與效應。另一方面，由於各地自然條件、社會背景皆不同，在進行整合性評估時，常因各研究變因本質差異而影響永續性評估指標比較的準則，此三個原因為：(1).各研究對永續發展的定義模糊不一；(2).描繪與測量永續發展目的之多重性；(3).被測量方法的相關術語、資料及方法疑惑（Parris & Kates, 2003）。事實上，在氣候變遷的衝擊下，和永續性有關的是回復力及脆弱度的概念，尤其是在社區層級相關的海岸災害（Cutter *et al.*, 2000; Jacob *et al.*, 2013）。

因此，從自然脆弱度與社會脆弱度的客觀性與個人生態足跡的主觀性交互評估作用下，本計畫希望找出回應雲林縣國土空間永續發展的回復力對策。面對日益不穩定的環境與社會條件，都市回復力在經由各項環境變因、人為治理之下，將會影響整體脆弱度、預防機制、都市治理、永續規劃之間的連結關係（Jabareen, 2013）（圖 2.7），而生態足跡的大小也會影響都市回復力之轉變。

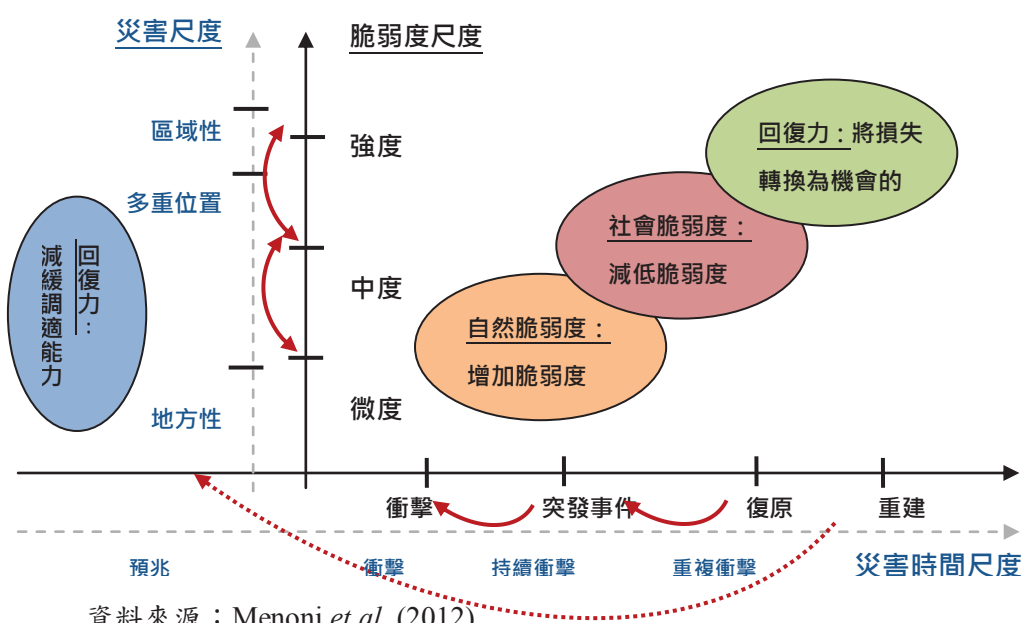
本計畫除了檢視雲林縣的自然脆弱度及社會脆弱度外，將藉由生態足跡進一步檢視在縣市層級時，環境的回復力與脆弱度、生態足跡之間的關係。Pulselli *et al.* (2008) 認為沒有單一指標能含括所有面向，因此必須和其他指標共同使用才能針對問題得到更精確、更充份且更及時的評估結果，有鑑於此，本計畫將生態足跡分析納入脆弱度及回復力的討論，以檢視其相關性。



資料來源：修改自Jabareen (2013)

圖 2.7 都市回復力之轉變的四大要素

另一方面，脆弱度是一種動態的概念，隨著時間尺度的差異將導致不同的致災過程，而且還必須將空間尺度納入考量（Menoni *et al.*, 2012），一旦將時間規模拉長觀察，可發現不管受災時間多長，回復力將是危機轉換為轉機的環境自我調適能力（圖2.8）。本計畫整合各種評估自然環境及人為環境的複雜性，以建構一個多重標準的架構（Munda, 2006），來回應雲林縣縣內不同層級的實證研究，能用不同評估標準（脆弱度、回復力及生態足跡）進行相互比對，以檢視不同於以往單層級結構的研究面向。



資料來源：Menoni *et al.* (2012)

圖 2.8 都市回復力與其他因子之關係

第三章 研究方法與架構

第一節 研究方法

本計畫將以同時受到氣候變遷影響下產生的多重複合型災害威脅，及受社經結構轉變形成高齡少子化社會所衝擊的雲林縣，作為評估指標的實證研究地區。以下為本年度計畫採用之相關研究方法：

一、文獻回顧法

要觀察縣市中各鄉鎮市村里層級的個人生態足跡與鄉鎮市脆弱度的相關性，首先必須先建構個人生態足跡的計算模型，全球生態足跡網站中對於個人生態足跡的討論，個人生態足跡不同於國家生態足跡，是由下而上的方式進行個體足跡的計算。它包含了個人和社會所造成的影響。有關食物、交通和商品的足跡對於個人來說較容易透過生活型態的選擇（如少吃肉、少開車等）而直接影響。個人足跡是衡量一個人對生態系統服務（ecosystem services）的需求：土地及海洋需要生產人類所使用產品及吸收其二氧化碳排放的量。許多積極的行動如植樹和回收並不會直接減少需要支撐每個人所需要的土地或海洋面積數量，然而也有某些地方可透過個人的積極選擇來改善個人的足跡大小。如個人食用當地生產的食物來降低運送食物所需消耗的能源量，以減少個人的總足跡，而這在個人足跡的計算中便是透過詢問個人購買食物來源的問題加以呈現（GFN, 2015）。個人在面對氣候變遷下自然與社會環境所造成不同層級脆弱度的同時，個人的生活習慣可透過韌性的概念來降低災害發生所造成的損失，韌性不只包括風險減輕，也應包括調適能力的建構（Jha *et al.*, 2013），不同空間尺度的社會系統必須發展各自的能力以回應氣候變遷的衝擊及破壞，惟有如此才能將社會能力納入長期調適策略的一部分（Lee, 2014）。此外，在知識及能力的改善上可幫助所有利害關係人在緊急狀況下進行規劃及設計，然後得以快速復原（Arup *et al.*, 2014）。

韌性社區營造回應的應是居民與土地關係的調整，是在褪去許多外在的限制、規範乃至於被決定的身份後，居民如何和土地發生聯繫、如何從日常生活的實踐中，找到屬於非都市型社區的生活風格與人文特質，建立自己的文化自信，而這些才是非都市型社區得以成為「地方」，進而邁向永續的基礎（李永展，2012）。本計畫蒐集國內外有關個人生態足跡概念論述及脆弱度、韌性之相關文獻，並透過計算個人生態足跡的統計方法與網站資料，建構出本計畫的個人生態足跡指標。

二、問卷調查法

針對雲林縣不同高低脆弱度的鄉鎮市村里中，調查生態足跡大小有何不同，本計畫使用分層隨機抽樣法中的「等比機率抽樣法」(probability proportional to size; PPS) 抽出受訪對象，由訪員以等距逐戶面訪方式搜尋受訪者，以達到所需樣本數。本計畫設定在95%的信賴區間下，有效樣本數須完成384份，而本計畫最後實際完成393份有效樣本，以獲得最小誤差值。

三、田野調查法

經由範圍界定後，對雲林縣整體環境進行資料蒐集與分析，佐以實地觀察雲林縣的自然環境概況、社會經濟背景，以補充文獻資料的不足，並同時以實地拍攝影像佐證各鄉鎮村里空間的環境與特性。如同Zeisel所言，觀察行為是心領神會、直接的、處理動態的現象，在研究環境中觀察行為時，可有不同的干擾程度(關華山譯，1996)。因此，本計畫採用無干擾觀察法以拍照方式，針對特殊地貌、城鄉空間、生活形態等三種尺度，挑選重點鄉鎮或村里，實地走訪以了解雲林縣實際情況與氛圍，並拍照留下記錄以便日後佐證使用，希望減少研究人員進入田野調查時干涉實際現象的程度。

四、深入訪談法

本計畫深度訪談資料來源，主要整理自2013年「擬定雲林縣區域計畫及研究規劃委託技術服務案」針對20個鄉鎮市公所首長或官員所進行的訪談資料，訪談方式以結構性訪談大綱作發問依據，對象20位雲林縣地方首長與官員，以一對一或一對多的方式進行1-2小時的訪談，邀約訪談時間與地點是由受訪者優先選擇其方便可接受採訪之條件，訪談花費之時間依研究者與受訪者談話內容之深淺與情境而有所增減，並且，深入訪談之內容是獲得受訪者之同意錄音建檔。從訪談過程中，實際了解在地居民對雲林縣居住環境、生活狀況的經驗、對環境變化的想法、氣候變遷趨勢的了解，以及對區域發展之需求。本計畫重新審視訪談內容，並分析歸納地方政府對雲林縣環境脆弱度現況了解之深淺，以及對整體永續發展的觀念，作為本計畫量化資料之佐證。

五、生態足跡法

依據「全球生態足跡網絡」於2013年所建構的生態足跡計算方法(GFN, 2013)進行臺灣2008年至2011年生態足跡的統計與分析。本計畫統計之項目與GFN所建構的項目相同，包括耕地足跡、牧地足跡、森林足跡、漁場足跡、碳足跡及建成地等六大項。生態足跡概念是基於以下想法：只要有任何物質或能源被消費，就必須要從一個或數個生態系中提供一些土地，這些土地負責提供與這些消費有關的資源或廢棄物分解功能。因此，若要決定足以支持某種消費模式所需的土地面積大小，必須估算每一項消費類別所對應的土地使用。要從準備、維持、到丟棄各個環節來評估數以千計的消費項目根本不可行，所以把計算範圍限制在選擇幾

個主要的分類與個別的项目上。大部份的足跡估算是以全國的年平均消費量和全球的土地收成為基礎，這是為了便於在「一般情況」下，對區域或國家作比較而發展出來的標準化過程（在許多國家逐漸依賴多邊貿易並挪用全球公有地的情況下，這是相當實際的方法）。然而，要作到更精緻或更詳細的分析，以區域的或地方的消費與生產統計資料為計算基礎是必要的（李永展，2006）。

生態足跡法的計算分析分為兩個過程：首先追蹤並分析雲林縣個人消費的所有資源及產生的廢棄物；再將消費的資源及廢棄物轉換為供應與維持其功能所需的生物生產力土地面積。本計畫探討個人每日生態足跡與每日水足跡兩者，其中個人每日生態足跡數據，為個人碳足跡（以環保署綠色生活網之排碳量計算器）與建成地足跡（以個人居住地面積加以換算）之加總，而個人每日水足跡數據則從環境品質文教基金會之水足跡計算器計算而得，由此兩種消耗量來獲得雲林縣居民生態足跡之數據進行比較分析。

六、單因子變異數分析法

變異數分析（analysis of variance；簡稱ANOVA）是檢定三組或三組以上的平均數差異顯著性，也就是檢定三組或三組以上相互獨立的群組，它們的期望值是否一樣，比較樣本與樣本間平均數的差異情況。如果只有一個自變項的變異數分析，稱為單因子變異數分析（One-Way ANOVA）（吳明隆、涂金堂，2006）。單因子變異數分析是研究一個因子或自變項對依變項的影響，本計畫即採用此種分析方式研究不同鄉鎮市脆弱度對個人生態足跡與水足跡的影響，透過F檢定的方式觀察兩者差異性是否達到顯著水準，而驗證自變項（不同鄉鎮市層級脆弱度）對依變項（個人生態足跡與水足跡）是否達到影響。

本計畫將問卷調查數據分類成個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡、個人生態足跡（為個人每日碳足跡與個人建成地足跡之總和）等四項，而將雲林縣分別以雲林縣各鄉鎮市分區（20個鄉鎮市）、自然脆弱度層級分區（將20個鄉鎮市分為低、中、高等3個自然脆弱度層級，如表3.3）、社會脆弱度層級分區（將20個鄉鎮市分為低、中、高等3個自然脆弱度層級，如表3.4）及綜合脆弱度層級分區（按照V1~V5，如表3.5）。

本計畫數據採用SPSS之統計軟體作為主要分析工具，分析項目如下。

1. 敘述統計分析

本計畫針對雲林縣居民進行資料蒐集與分析，調查受測者的個人基本資料，包括性別、職業、年齡、教育程度、個人年所得及戶口數等項目，運用敘述統計來計算個人基本資料及其他變項的關聯性。

2. 變異數分析

(1) 雲林縣地區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

將個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人生態足跡等項目，以雲林縣鄉鎮市分區、自然脆弱度分區、社會脆弱度分區及綜合脆弱度分區分別進行單因子變異數分析，項目的分析結果若達顯著水準（ $p < 0.05$ ），便進行變異數同質性檢定，因本計畫雲林縣各鄉鎮市分配樣本數為不等組設計，故經變異數同質性檢定，能確保分析結果正確，此結果將會影響到事後檢定之方法，若變異數為同質（即檢定結果之F值未達顯著水準， $p > 0.05$ ），事後檢定將採用Scheffe法；若變異數為異質（即檢定結果之F值顯著， $p < 0.05$ ），表示違反變異數分析之變異數同質性的假定，則先進行均等平均數的Robust檢定之Brown-Forsythe法，其適用於變異數異質的情況（吳明隆、涂金堂，2006），此均等平均數的Robust檢定結果若為顯著（ $p < 0.05$ ），事後檢定將採用Games-Howell法分析（吳明隆、涂金堂，2006）；若為不顯著（ $p > 0.05$ ），則不進行後續結果分析。

(2) 社經背景與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

將個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人生態足跡等項目，以受訪者之性別、職業、年齡、教育程度及個人年所得等社經背景數據分別進行單因子變異數分析，項目的分析結果若達顯著水準（ $P < 0.05$ ），便進行變異數同質性檢定，因本計畫雲林縣各鄉鎮市分配樣本數為不等組設計，故經變異數同質性檢定，能確保分析結果正確，此結果將會影響到事後檢定之方法，若變異數為同質（即檢定結果之F值未達顯著水準， $P > 0.05$ ），事後檢定將採用Scheffe法；若變異數為異質（即檢定結果之F值顯著， $P < 0.05$ ），表示違反變異數分析之變異數同質性的假定，則先進行均等平均數的Robust檢定之Brown-Forsythe法，其適用於變異數異質的情況（吳明隆、涂金堂，2006），此均等平均數的Robust檢定結果若為顯著（ $P < 0.05$ ），事後檢定將採用Games-Howell法分析（吳明隆、涂金堂，2006）；若為不顯著（ $P > 0.05$ ），則不進行後續結果分析。

3. 個人水足跡與個人生態足跡之變異數相關分析

相關分析旨在求兩個變數之間的關聯程度。將本計畫蒐集之個人每日水足跡及個人每日生態足跡數據進行變異數相關分析，其結果包含描述性統計量以及相關係數，透過此分析可以得知水足跡與生態足跡是否具有相關性存在。

據此，本年度計畫採用文獻回顧法、問卷調查法、田野調查法、深入訪談法、生態足跡法、單因子變異數分析法及變異數相關分析，作為實證分析之方法。

第二節 以計畫年度說明研究方法之使用

本計畫為兩年期計畫，整體計畫目標是企圖透過文獻回顧法、模糊德爾菲法及模糊層級分析程序法，計算雲林縣各鄉鎮市自然及社會脆弱度的評估結果，並

加以分類，探討不同高低程度脆弱度的鄉鎮市回復力狀況，並利用問卷調查的方式，探究不同類型的鄉鎮市村里中，居民對於生態足跡的消費力大小是否有所不同。Mohai *et al.* (2009) 提出氣候變遷的不公平現象會增加社會調適力及回復力資源的不平等，且會隨著不同地區的性別、階級、種族而有所不同，甚至在鄰里及社區層級也會出現氣候變遷的不公平現象 (Adger *et al.*, 2006; Mohai *et al.*, 2009)。因此，本計畫透過分析結果，釐清雲林縣不同類型脆弱度下，各鄉鎮市、村里的回復力與生態足跡狀況。本計畫的研究成果無論是對學術研究或地方環境永續發展上（特別是對於當前氣候變遷及臺灣進入後六都時代治理的兩大挑戰）都將有所貢獻。以下說明第二年度研究方法之使用：

從生態足跡的角度，建立生態足跡的計算統計模式，並根據第一年度量化研究的實證結果，針對四種不同類型的鄉鎮市共387個村里，採用等比機率抽樣（PPS）方法，進行村里居民面對面問卷調查，在設定95%信賴區間下，準確度為正負5%時，所需實質樣本數問卷為384份，在實際進行調查時共發放403份問卷，並完成393份有效樣本。調查及計算村里層級居民的生態足跡，並分析不同脆弱度地區村里居民生態足跡的大小，此外亦針對雲林縣當地之專家學者及地方人士進行深度訪談，並進行實地田野調查，進一步以質化分析的方式確認量化統計的結果，並針對研究結果研擬在不同類型脆弱度及生態足跡狀況交叉影響下，應有的回復力對策。最後，藉由量化與質性研究的整合性分析，為雲林縣氣候變遷調適政策，在當前氣候變遷及後六都時代的跨域治理架構下，研擬更前瞻性且具民意基礎的發展策略。

1. 文獻回顧

主要針對國內外生態足跡相關之研究與計算方式進行文獻蒐集與評析，作為後續研究分析的理論基礎。

2. 生態足跡調查設計

經初步質化分析結果，建立雲林縣生態足跡之調查設計，選擇各類型代表社區，作為深入研究之場域。

3. 調查對象、有效樣本與調查方式

調查對象為全雲林縣居民，有效樣本數的決定考量到準確度（level of precision）、可信度（confidence level）和樣本多樣性（degree of variability）等（Israel, 1992），Cochran (1963) 認為可由以下公式推算出樣本數大小：

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

$$n = \frac{Z^2 pq}{e^2} = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2} \approx 384$$

根據上述公式，n表示抽取的樣本數目，Z與e為想達到的顯著值與準確度，p為關注特徵在母體出現的比例，在無法確定p值的情況下，通常會假設p等於0.5，q則等於1-p。本計畫設定在95%的信賴區間下，精確度為正負5%，因此，依上述公式所計算出需抽取的有效樣本數最少須達384份，有效樣本之認定必須該問卷無漏答、誤植及前後矛盾，達到統計軟體可分析之程度，而調查方式乃派遣當地訪員親自面訪。

4. 問卷設計

本計畫針對過去國內外生態足跡相關文獻中，有關生態足跡的計算公式所依據的評量指標，作為研擬問卷初稿的依據。關於能源消費生態足跡之計算，本計畫採取廢棄物吸收的路徑，即以二氧化碳排放量來推估消耗的能量需要多少碳吸收地來維持。根據International Energy Agency (IEA, 2009) 的資料，2007年臺灣人均排放二氧化碳的數量為4.57公噸；而以IPCC第三次評估報告 (IPCC, 2001) 中，海洋吸收的排放量約佔總排放量三分之一，其碳吸收率以每公頃1.8公噸作為計算的依據 (Wackernagel & Rees, 1996)。IGBP *et al.* (2013) 最新文獻指出在海洋酸化的影響下，二氧化碳的排放量有四分之一是由海洋所吸收。將上述資料代入該路徑的計算公式後，二氧化碳排放量轉換為生產力土地所需面積的計算公式如下：

碳足跡=

[人均二氧化碳排放量 (公噸/人) * (1-1/4)] / 碳吸收率1.8 (公噸/公頃) = Y (全球公頃/人)

4.57 (公噸/人) * (1-1/4) / 1.8 (公噸/公頃) = 1.90 (全球公頃/人)

本問卷之評量方式，主要從個人所消耗的生態足跡與水足跡分別進行分析（可從每月或每日消耗之足跡加以觀察），個人生態足跡之計算為雲林縣各鄉鎮市中每人所需碳足跡與建成地足跡之加總，其中碳足跡依環保署「Eco Life清淨家園顧厝邊綠色生活網」的減碳行為計算器⁴做計算，建成地足跡之計算則採用人均住家樓地板面積乘上建成地等值因子2.51 (全球公頃/人) 而得。個人水足跡之計算為雲林縣各鄉鎮市每人所需之水足跡總和，依環境品質文教基金會「水足跡知多少」之水足跡計算器⁵而得，待碳足跡與建成地足跡各換算成個人消耗環

⁴行政院環保署「Eco Life 清淨家園顧厝邊綠色生活網」，上網日期：2015/08/25，網址：
http://ecolife.epa.gov.tw/Cooler/check/Co2_Countup.aspx

⁵環境品質文教基金會「水足跡知多少」，上網日期：2015/08/25，網址：
<http://www.eqpf.org/WaterCalculator.aspx>

境資源所需的生產力面積後，即為個人生態足跡數據，再合併分析個人水足跡數據，即可獲得本計畫所需問卷結果，本計畫問卷架構如表3.1所示：

表 3.1 生態足跡問卷

類別	項目	題目	小計	總和
碳足跡	食	您在本月份吃了多少的肉類？__公斤	__kgCO ₂ e	__kgCO ₂ e
	衣	您本月購買了幾件新衣？__件	__kgCO ₂ e	
	住	<ul style="list-style-type: none"> ● 您本月的用電量？__度 ● 您本月的用水量？__度 ● 您本月的用天然氣量？__度 ● 您本月用瓦斯量？__公斤 	__kgCO ₂ e	
	行	<ul style="list-style-type: none"> ● 小客車/轎車:排氣量__行駛距離__ ● 小貨車/休旅車:排氣量__行駛距離__ ● 機車: 排氣量__行駛距離__ ● 腳踏車: 排氣量__行駛距離__ ● 公車: 排氣量__行駛距離__ 	__kgCO ₂ e	
建成地足跡	住	<ul style="list-style-type: none"> ● 請問您住家樓地板面積__坪。 	__坪/人	__公頃/人
水足跡	食	<ul style="list-style-type: none"> ● 飲食習慣為<input type="checkbox"/>葷<input type="checkbox"/>素（蛋奶素） <input type="checkbox"/>素（全素） ● 食物攝取： 穀類__公斤、澱粉根莖類__公斤、水果類__公斤、蔬菜類__公斤、乳品類__公斤、豬肉__公斤、牛肉__公斤、雞肉__公斤、羊肉__公斤、海鮮類__公斤、蛋類及其製品__公斤、豆製品__公斤 ● 飲料類：水__ml、咖啡__ml、果汁__ml、茶__ml ● 在家烹煮：__天 ● 洗碗方式：<input type="checkbox"/>手洗，浸泡式 <input type="checkbox"/>手洗，沖洗式 <input type="checkbox"/>洗碗機 	__公升	__公升
	衣	<ul style="list-style-type: none"> ● 本周洗衣__天、每次__公斤 ● 洗衣機種類：<input type="checkbox"/>民87年前購買機種 <input type="checkbox"/>省水漩渦洗衣機 <input type="checkbox"/>省水滾筒洗衣機 ● 本周手洗__次、每次__公斤 	__公升	
	住	<ul style="list-style-type: none"> ● 水龍頭類型：<input type="checkbox"/>民87年前購買型式 <input type="checkbox"/>一般型，有省水墊片 <input type="checkbox"/>省水型水龍頭 ● 家中水龍頭幾處漏水？__處 ● 每天淋浴__次、每次__分鐘 ● 蓮蓬頭型式：<input type="checkbox"/>民87年前購買型式 <input type="checkbox"/>省水型蓮蓬頭 ● 每周泡澡__次、每次<input type="checkbox"/>泡半身 <input type="checkbox"/>泡全身 ● 每天沖馬桶大號__次、小號__次 ● 是否檢測馬桶漏水？ <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 ● 馬桶型式：<input type="checkbox"/>民87年前購買一般型式 <input type="checkbox"/>民87年前購買省水型式 <input type="checkbox"/>一段式省水馬桶 <input type="checkbox"/>二 	__公升	

		段式省水馬桶		
	行	● 本月洗汽車__次 ● 洗車方式： <input type="checkbox"/> 自助洗車 <input type="checkbox"/> 機器洗車 ● 洗機車__次	_____公升	
基本資料				
社會背景	姓名	_____		
	聯絡方式	連絡電話、電子信箱或住址_____		
	性別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女		
	職業	<input type="checkbox"/> 農 <input type="checkbox"/> 工 <input type="checkbox"/> 商 <input type="checkbox"/> 服務業 <input type="checkbox"/> 其他_____		
	年齡	<input type="checkbox"/> 20歲以下 <input type="checkbox"/> 21-30歲 <input type="checkbox"/> 31-40歲 <input type="checkbox"/> 41-50歲 <input type="checkbox"/> 51歲以上		
	居住地	<input type="checkbox"/> 斗六市 <input type="checkbox"/> 斗南鎮 <input type="checkbox"/> 虎尾鎮 <input type="checkbox"/> 西螺鎮 <input type="checkbox"/> 土庫鎮 <input type="checkbox"/> 北港鎮 <input type="checkbox"/> 古坑鄉 <input type="checkbox"/> 大埤鄉 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 莿桐鄉 <input type="checkbox"/> 林內鄉 <input type="checkbox"/> 二崙鄉 <input type="checkbox"/> 崙背鄉 <input type="checkbox"/> 麥寮鄉 <input type="checkbox"/> 東勢鄉 <input type="checkbox"/> 褒忠鄉 <input type="checkbox"/> 台西鄉 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 元長鄉 <input type="checkbox"/> 四湖鄉 <input type="checkbox"/> 水林鄉 <input type="checkbox"/> 口湖鄉		
	教育程度	<input type="checkbox"/> 不識字 <input type="checkbox"/> 國中小學 <input type="checkbox"/> 高中（職） <input type="checkbox"/> 大專院校 <input type="checkbox"/> 碩博士		
	個人年所得 （個人GDP 測量）	<input type="checkbox"/> 250,000 元以下 <input type="checkbox"/> 250,000-349,999 元 <input type="checkbox"/> 350,000-499,999 元 <input type="checkbox"/> 500,000-700,000 元 <input type="checkbox"/> 700,000元以上		
	貴戶人口數	<input type="checkbox"/> 1人 <input type="checkbox"/> 2人 <input type="checkbox"/> 3人 <input type="checkbox"/> 4人 <input type="checkbox"/> 5人 <input type="checkbox"/> 6人 <input type="checkbox"/> 其他：_____人		

5. 抽樣設計

（1）抽樣分層

雲林縣共有20個鄉鎮市，為簡化資料以利於抽樣設計，故應用侯佩君等（2008）提出的集群分析基本原理，將同質性高的鄉鎮市群聚在一起劃分為不同群集，在第一年度的研究結果已將雲林縣各鄉鎮市依照脆弱度分為九個類別群集，分別為「自然脆弱度高、社會脆弱度低」、「自然脆弱度高、社會脆弱度中」、「自然脆弱度高、社會脆弱度高」、「自然脆弱度中、社會脆弱度低」、「自然脆弱度中、社會脆弱度中」、「自然脆弱度中、社會脆弱度高」、「自然脆弱度低、社會脆弱度低」、「自然脆弱度低、社會脆弱度中」、「自然脆弱度低、社會脆弱度高」。

（2）抽樣母體及資料來源

本計畫抽樣母體為雲林縣各鄉鎮市居民，依據2012年12月底共計710,991人，依據抽樣程序抽出每一鄉鎮市所需調查的問卷數，再至各村里隨機進行家戶問卷訪談。

（3）抽樣方法

本計畫依循國內大型抽樣調查常採用之抽樣方法，採分層隨機抽樣來進行抽樣。在方法上主要利用等比機率抽樣法（PPS），在九種不同高低脆弱度的鄉鎮市分類中，計算各類別所有鄉鎮市之人口數，依其人口數比例分配各類別欲抽出之人數，最後，在每一鄉鎮市中，再依人口數多寡依照系統抽樣法（systematic sampling）有系統地抽取一定數目的問卷數進行等距隨機問卷訪談，依照上述抽樣方法所需總問卷數為403份。各鄉鎮市所需抽取的問卷數如表3.2所示：

表 3.2 雲林縣各鄉鎮市依人口比例所欲抽取之問卷樣本數

鄉鎮市	面積	總人口	分配數	鄉鎮市	面積	總人口	分配數
斗六市	93.7151	107,727	61	二崙鄉	59.5625	29,060	16
斗南鎮	48.1505	46,570	26	崙背鄉	58.4840	26,570	15
虎尾鎮	68.7420	70,423	40	麥寮鄉	80.1668	41,096	23
西螺鎮	49.7985	47,791	27	東勢鄉	48.3562	16,100	9
土庫鎮	49.0212	29,957	17	褒忠鄉	37.0552	13,869	8
北港鎮	41.4999	42,257	24	台西鄉	54.0983	25,068	14
古坑鄉	166.6059	33,280	19	元長鄉	71.5872	28,002	16
大埤鄉	44.9973	20,582	12	四湖鄉	77.1189	25,907	15
莿桐鄉	50.8502	29,906	17	口湖鄉	80.4612	29,646	17
林內鄉	37.6035	19,352	11	水林鄉	72.9582	27,828	16
總問卷數 403 份							

6. 模型驗證

第二年度計畫將從上述調查研究方法中，獲得各鄉鎮市居民的生態足跡狀況，並將原先不同層級脆弱度的9種類型區分為V1至V5五種綜合脆弱度敏感程度圖層（如表3.3），再加入各鄉鎮市個人生態足跡的計算後，獲得15種類別區間，分別為「綜合脆弱度V1、生態足跡高」、「綜合脆弱度V1、生態足跡中」、「綜合脆弱度V1、生態足跡低」、「綜合脆弱度V2、生態足跡高」、「綜合脆弱度V2、生態足跡中」、「綜合脆弱度V2、生態足跡低」、「綜合脆弱度V3、生態足跡高」、「綜合脆弱度V3、生態足跡中」、「綜合脆弱度V3、生態足跡低」、「綜合脆弱度V4、生態足跡高」、「綜合脆弱度V4、生態足跡中」、「綜合脆弱度V4、生態足跡低」、「綜合脆弱度V5、生態足跡高」、「綜合脆弱度V5、生態足跡中」、「綜合脆弱度V5、生態足跡低」15個類別區間，如表3.4所示。而生態足跡的高低主要根據問卷調查所計算出的結果，按照數據高低排序，對照第一年度計畫之自然脆弱度及社會脆弱度的分類方法，分類出生態足跡高、中、低之地區。

除此之外，本計畫亦同時分析，在不同綜合脆弱度下的各鄉鎮市，其個人生態足跡與水足跡之關聯性，除了自然脆弱度的影響外，個人之社經背景與個人生態足跡與水足跡之間是否有其關聯性，透過單因子變異數分析的檢驗方式，以獲得研究上的驗證。

表 3.3 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度敏感程度

		自然脆弱度		
社會脆弱度		低	中	高
	低	V1 低低： 麥寮鄉、斗南鎮、莿桐鄉、林內鄉	V2 中低： 古坑鄉、西螺鎮	V3 高低： 斗六市
	中	V2 低中： 大埤鄉、崙背鄉	V3 中中： 二崙鄉	V4 高中： 水林鄉、北港鎮、台西鄉
	高	V3 低高： 褒忠鄉	V4 中高： 虎尾鎮、土庫鎮、東勢鄉	V5 高高： 口湖鄉、四湖鄉、元長鄉
備註：				
1. 舉例說明，中低表示自然脆弱度中度而社會脆弱度低，高中表示自然脆弱度高度而社會脆弱度中。				
2. 依 5 種顏色區別圖層 V1~V5				

表 3.4 雲林縣綜合脆弱度與生態足跡類別圖層示意表

		個人生態足跡 (EF)		
綜合脆弱度 (V)		個人生態足跡高	個人生態足跡中	個人生態足跡低
	V1 (低低)	(V1,EF高)	(V1,EF中)	(V1,EF低)
	V2 (中低、低中)	(V2,EF高)	(V2,EF中)	(V2,EF低)
	V3 (高低、中中、低高)	(V3,EF高)	(V3,EF中)	(V3,EF低)
	V4 (高中、中高)	(V4,EF高)	(V4,EF中)	(V4,EF低)
	V5 (高高)	(V5,EF高)	(V5,EF中)	(V5,EF低)

7. 實證結果

除了將問卷調查結果量化並加以分類成生態足跡15個類型向度之外，亦同時至雲林縣進行實地田野調查，並訪問地方重要人士及相關專家學者，進行深度訪談，以更了解雲林縣當地的生態足跡面向，再針對訪談結果和量化統計資料共同分析，研擬出雲林縣在不同類別程度的脆弱度下，以及面對不同型態鄉鎮市的生態足跡交互影響下，針對本身所能夠提供調整、適應及重建環境的能力，提出可

對應的政策，以達到環境永續的目的。

第三節 研究架構

本計畫第一年度從雲林縣的自然脆弱度提出整體分析，經7個評估面向的數據之加總（分別是土石流潛勢溪面積、岩屑崩滑面積、岩體滑動面積、海嘯面積、順向坡面積、落石面積、降雨600mm淹水潛勢面積）分析後，建構雲林縣之自然脆弱度低中高三種層級。另外，利用兩階段模糊德爾菲法指認適合本計畫之社會脆弱度研究指標，再經由專家學者座談會召開模糊階層分析法找出指標權重，進而計算雲林縣各鄉鎮市的社會脆弱度，按自然脆弱度之分析，分成低中高三層級並進行交叉分析，歸類出由低至高的V1~V5總體脆弱度分析，以提出對雲林縣評估的初步回復力對策。

第二年度利用分層抽樣的個人生態足跡問卷法，獲取雲林縣鄉鎮市層級的降尺度生態足跡數據，期望以最符合當地現況的資料蒐整及深度訪談內容，分析各鄉鎮市生態足跡的平均量，並與第一年度的自然脆弱度、社會脆弱度作整合性分析及探討，以求得雲林縣永續發展規劃的整體回復力對策，研究架構如圖3.1所示。

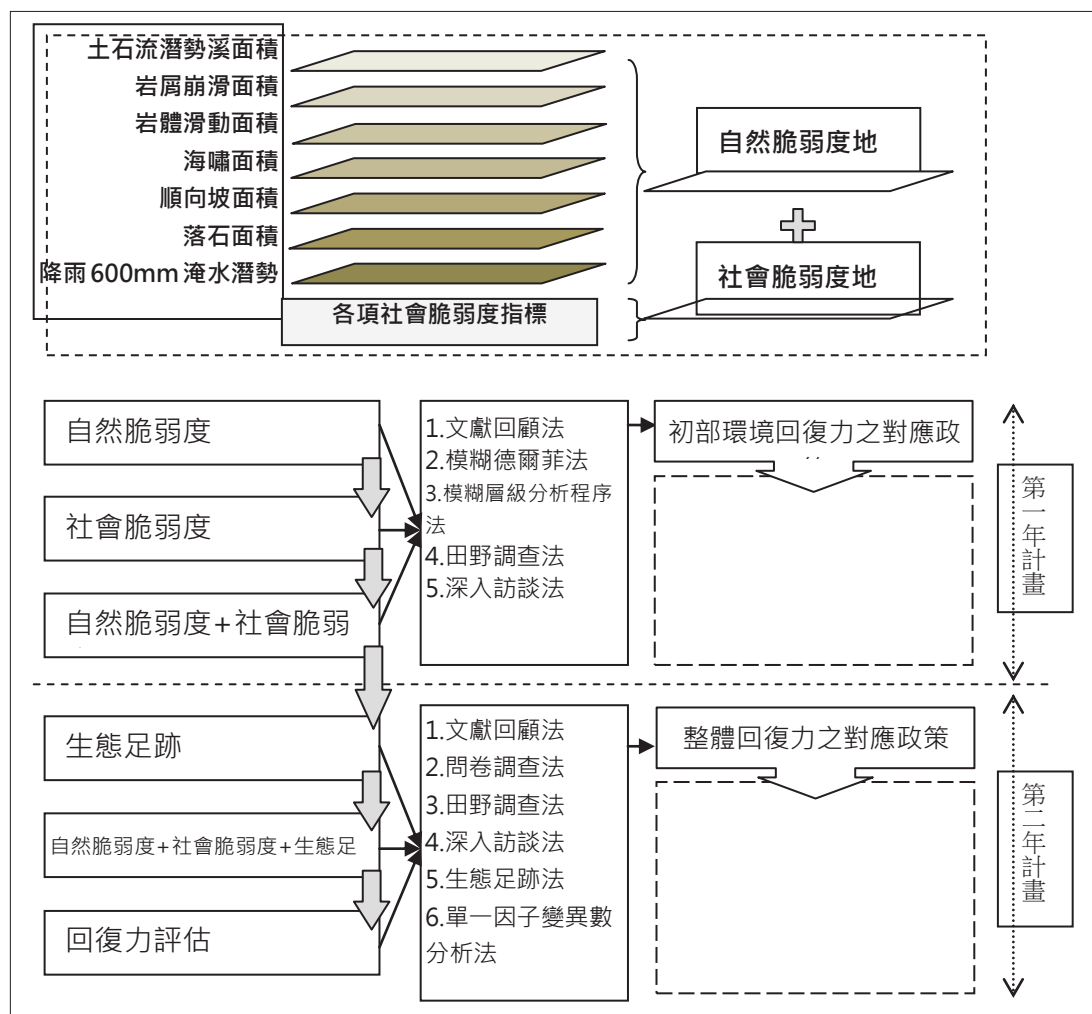


圖 3.1 計畫研究架構圖

本計畫於2014年7月完成第一年度所需執行進度，第一階段成果依計畫架構及期程安排，完成雲林縣自然脆弱度圖層、兩階段德爾菲指標蒐集，並為求研究成果圖示顯現明確，同時採用NCDR以九宮格色彩歸類法，將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別，並依綜合脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層；低中、中低為V2圖層；中中、低高、高低為V4圖層；中高、高中為V4圖層；高高為V5圖層（表3.5）。第一階段研究成果除了針對自然脆弱度與社會脆弱度加以分析，並發展出綜合脆弱度的結果之外，亦同時和NCDR的脆弱度進行比較分析，已提出可因應的回復力政策。

表 3.5 綜合脆弱度評比圖層示意表

		社會脆弱度			圖層說明
自然脆弱度		低	中	高	
	低	低低 (V1)	低中 (V2)	低高 (V3)	
	中	中低 (V2)	中中 (V3)	中高 (V4)	
	高	高低 (V3)	高中 (V4)	高高 (V5)	

而第二年度計畫則於 2015 年 8 月完成第二年度所需執行進度，第二階段成果依計畫架構及期程安排，完成生態足跡相關文獻回顧、地方重要人士深入訪談、雲林縣各鄉鎮市個人生態足跡問卷共 403 份、進行單因子變異數統計分析等，並將綜合脆弱度與生態足跡結果交叉比對分別為 V1EFh、V1EFm、V1EFl、V2EFh、V2EFm、V2EFl、V3EFh、V3EFm、V3EFl、V4EFh、V4EFm、V4EFl、V5EFh、V5EFm、V5EFl⁶等 15 種類別向度，如圖 3.2。第二階段研究成果，除了分析不同鄉鎮市綜合脆弱度和生態足跡的關係之外，同時也針對社經背景與個人生態足跡與水足跡之關係加以驗證，作為各鄉鎮市擬定整體回復力對策之參考依據。

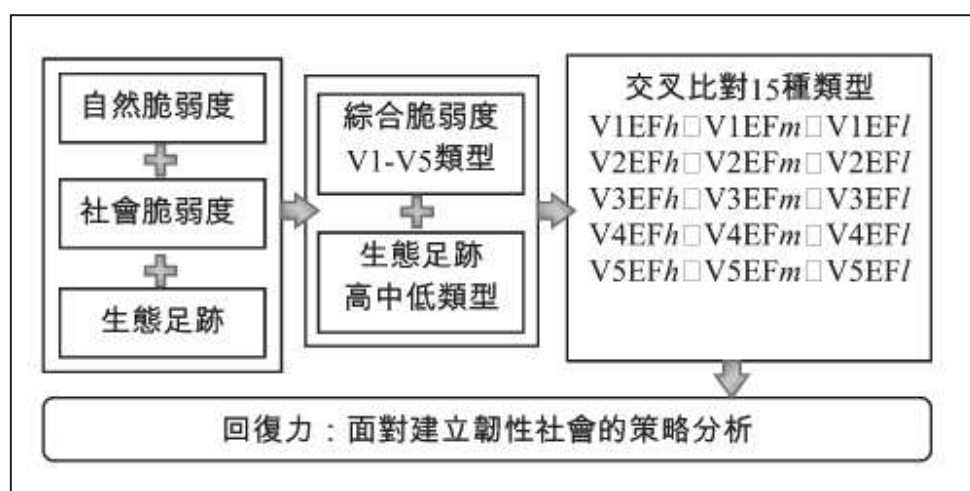


圖 3.2 綜合脆弱度與生態足跡交叉比對 15 種類型架構圖

⁶ V1EFh, m, l 代表綜合脆弱度 V1，EF 為生態足跡，h 為高，m 為中，l 為低。

第四章 研究發現

第一節 指標建構

本計畫根據國內外文獻，在資料可蒐集與計算的範圍內，歸納出個人生態足跡的評估方法，透過全球生態足跡網絡對於生態足跡的定義，以及我國各相關網站對於碳足跡的計算器，本計畫以問卷調查的方式建構個人生態足跡的指標架構與可測量變項，其目的在於建構準確及符合雲林縣現況的個人生態足跡統計結果。在第二年度的研究中，透過個人生態足跡問卷調查法，派調查員以逐戶個人面訪的方式至雲林縣各鄉鎮市進行問卷調查，共發送403份問卷，回收後有效樣本問卷數為393份，失敗樣本問卷數為10份，其中2份為回收後發現漏答情況嚴重，8份為因拒訪而未達該鄉鎮市應有的問卷數。

待個人生態足跡問卷經資料轉化後，以SPSS統計分析方式進行各鄉鎮市平均數計算與單因子變異數分析，以求得不同層級脆弱度與生態足跡之相關性，同時並採用深入訪談法蒐集地方重要人士對於雲林縣各鄉鎮市自然與社會綜合脆弱度之看法與個人生活習慣對環境之影響，作為量化數據分析結果之現況依據。

一、深入訪談法

雲林縣政府委託進行「擬定雲林縣區域計畫及研究規劃委託技術服務案」(中華經濟研究院，2015)期間，自2013年1月至6月至雲林縣20個鄉鎮市訪談了20位地方重要人士，包含部分鄉鎮市公所首長及鄉鎮市層級官員，每次以一對一或一對多的方式面談約1-2小時，以瞭解地方政府對雲林縣居住環境、生活狀況的經驗、對環境變化的想法、氣候變遷趨勢的了解，以及受自然環境與社會經濟衝擊的看法，及對區域發展的需求等，本計畫於2014年將這些訪談內容加以統整，歸納出與本計畫相關之13位地方重要人士的意見，希冀透過質化訪談資料的蒐集，輔佐量化資料分析所無法了解的面向，詳細的訪談重點摘要參見附錄三，透過訪談內容可發現：雲林縣在自然環境上面臨的主要問題在於沿海地區受東北季風影響及位於濁水溪末端，乾季時挾帶大量揚塵覆蓋農作物，集集攔河堰的興建使下游地區灌溉水源不足，形成沿海地帶自然環境先決條件的弱勢，農民為了養殖及種植生計，不惜超抽地下水源，而形成嚴重地層下陷的問題。

另一方面，麥寮六輕的設立同時帶給雲林縣沿海地帶經濟復甦與環境汙染，環保議題常受到當地居民詬病，空氣汙染及地下水源汙染造成淺海養殖業產量的萎縮，使農漁民的生活陷入困境。但在麥寮鄉的訪談中，受訪者對於雲林縣長期

財政窘困，許多鄉鎮市缺乏經費執行公共建設，因此在經濟發展與環境保護之間，認為麥寮民眾較重視六輕所帶來的經濟發展更勝於環境保護，但隨著人民的經濟獲得改善，環境污染所帶來的副作用對人民健康進行反撲，民眾的環境知識與風險認知也逐漸抬頭，近年來轉而積極檢討六輕所帶來的正負影響，地方政府才逐漸重視研擬調適政策加以因應。

在社會經濟面上，雲林縣主要面臨人口外移的高齡少子化社會，部分鄉鎮市則有社福醫療機構等公共設施不足等問題，如訪談資料中提及元長鄉缺乏公園，活動中心、托育中心及醫療院所等公共建設，成為全雲林縣最貧窮的鄉鎮，同時也呼應了本計畫第一年研究結果：元長鄉為高自然脆弱度及高社會脆弱度(V5)地區。

水資源的使用上，由於沿海地區位處「風頭水尾」，缺乏灌溉及養殖用水，雲林縣沿海居民普遍習慣抽取地下水進行灌溉及養殖行為，然而與本計畫問卷調查各鄉鎮市平均每人每日水足跡結果（表5.3）及各鄉鎮市與每人每日水足跡單因子變異數分析結果（表5.5）對照，個人的水足跡消耗雖在沿海地區的口湖鄉與台西鄉較高，但具有顯著差異者為斗六市、古坑鄉和麥寮鄉，結果顯示斗六市與古坑鄉的個人每日水足跡高於麥寮鄉，此結果意謂著居民的用水習慣與嚴重地層下陷區域的鄉鎮市無明顯關聯，間接證實造成嚴重地層下陷的原因與居民用水習慣相關的民生用水無關，而可能與當地農業及工業用水較有關聯，此結果值得後續研究再深入探討。

二、生態足跡問卷調查法

（一）問卷調查方式

本計畫採用個人生態足跡問卷，針對不同脆弱度層級的鄉鎮市進行家戶個人問卷調查，問卷調查的執行方式依照各鄉鎮市人口比例分配其所需完成的問卷數後，採隨機逐戶抽樣18歲以上家戶受訪者進行訪查。問卷調查以各鄉鎮市為單位，進行訪員招募，以各鄉鎮市在地訪員為優先錄取依據，計畫執行期間共招募了15位訪員協助個人生態足跡家戶問卷調查，家戶面訪執行期間為2015年3月1日至8月31日，將近半年的時間。在問卷執行階段，由於統計最重要的就是每一份問卷的有效性與準確度，只有每一份問卷都是完整與認真的填寫，才能確保最後統計結果的真實性。所以在開始訪查前，本計畫依照訪員招募情形先後至斗六市辦理3場訪員培訓課程，為訪員逐一解釋各項題目，並建立問卷標準作業流程（SOP），供訪員於面訪過程若遭遇可能問題時有所依循，以及說明逐戶訪查的方式，進行實習演練，最後才正式進行家戶訪查。

訪查方式主要先確認受訪者是否可回答家庭用電、用水及天然氣、瓦斯狀況，再進行實際的問卷調查，由訪員陪同受訪者作答，並針對受訪者不清楚之題

意加以解說，但不引導作答，以免干擾受訪者的回答，若受訪對象為年長者，則由訪員以口頭方式詢問，並進行受訪者回答的記錄，最後由受訪者親自填寫基本資料，以確認問卷調查的真實性。待訪員完成訪查後，將完成之問卷寄回，由本計畫進行第一次審核，以確認每道問題都有確實填答；至於漏題未答之問卷，則退回由訪員採電話追蹤受訪者方式將問題答案補齊，以確認問卷之完整性。待問卷再次回收後，進行第二次審核確認，確保最後結果的可信度。針對因拒訪而無法達成應有問卷數的鄉鎮市（如崙背鄉）問卷，則視為失敗問卷，不納入統計分析範圍。

為了確保問卷答案的品質，本計畫調查結果所採取的無效判定，主要針對漏題未答過多的問卷或無法判斷受訪者不填寫或答題前後矛盾的問卷，在第二次電話追蹤受訪者仍舊無法獲得答案時，為避免有受訪者誤解、誤答的或判斷錯誤的可能性，將這類問卷視為無效問卷。歷經6個月由16位訪員陸續所進行的調查結果，本計畫共完成了403份問卷，經過篩選判斷後，有效問卷為393份，符合研究設計所需之問卷數量。

由於紙本問卷必須經過編碼階段轉化為電腦檔案，才得以進行後續結果分析。因此自2015年6月1日至8月31日的三個月時間，本計畫陸續將回收之問卷進行兩階段編碼作業，第一階段編碼主要將紙本問卷重新編碼為代碼數字，如斗六市問卷共計61份，斗六市編號為01，則將斗六市問卷編碼為0101至0161；在第二階段編碼中，將問卷內的答案設為不同的衡量尺度，並以代碼數字輸入電腦，彙整成數據電子檔。完成兩階段編碼後隨即進行後續的統計分析。

（二）問卷調查過程所遭遇之限制

本計畫在進行問卷調查的過程中，遭遇到許多不可抗力之因素，進而影響到問卷調查的進程，以及各鄉鎮市問卷回收的數量與原先預期數量有落差，進而歸類至無效問卷中。以下分別敘述調查過程所面臨的困境：

1. 訪員招募不易，且適逢學校學期間影響訪員問卷調查時效。

本問卷調查於執行期間共招募15位訪員，其中不乏雲林縣當地在學學生，其中有3位訪員因課業因素中途放棄調查工作，而由其他訪員接手完成後續訪查；再者問卷完成狀況也因部分訪員適逢期中、期末考階段一度停擺，而耽誤了原定完成的期程，延後一個月才達成應有的問卷數。

2. 訪員面訪經驗不一，雖經培訓課程及督導追蹤，依舊形成部分訪員面訪失敗率高。

訪員主要透過網路徵選雲林縣在地居民及學生進行居住地家戶訪查，然應徵訪員數量不多，加上訪員個人過去面訪或電訪經歷不同，即便經歷培訓過程及追蹤輔導，仍有部分訪員因經驗不足在尋找受訪者的過程中面臨高拒

訪率而放棄調查。

3. 問卷內容涉及家戶用電量、用水量及天然氣、瓦斯使用量，受訪者作答不易，易造成答題誤差。

由於本計畫研究調查內容涉及個人碳足跡計算，須測量個人每月用電量、用水量、天然氣使用量及瓦斯用量，然並非每位受訪者均願意提供家庭電費收費單、水費收費單及天然氣收費單以確認每期使用度數，使得在訪查過程中，部份問卷為受訪者提供當期水電費及天然氣費用繳費金額，再依照雲林縣當地收費情形加以換算為使用度數，因此產生部分問卷出現計算誤差（如二崙鄉及西螺鎮的水電及天然氣度數換算下較其他縣市來得高）。

4. 部分問卷內容遭受訪者認為涉及隱私而拒絕作答，使得漏題未答情況嚴重，進而影響後續分析。

由於本計畫研究調查內容在水足跡計算的題目中涉及個人洗澡與上廁所習慣，部分受訪者拒絕作答，又研究過程為了瞭解個人所得與用水習慣及排碳量之關係，而納入個人所得選項，使部分受訪者認為涉及隱私亦拒絕作答，針對這部分問卷因無法獲得完整分析，均視為無效問卷。

5. 問卷設計本身為方便受訪者作答，而造成後續計算過程的概算問題。

本計畫研究調查於問卷設計之初，為求受訪者方便作答，將題目選項進行簡化，分為五個類別區間，如詢問個人用電量，選項分為無、5度以下、100度以下、300度以下及300度以上，然而若以真實個人用電量來計算，在100度至300度之間有相當大的落差，個人用電量若在110度和在280度者，均歸納為300度以下的選項，如此將使得問卷選項換算為統計數據時僅可取得一個概數，而無法反映出真實情況。

本計畫採用生態足跡調查法進行個人生態足跡之計算，此研究方式乃初步嘗試，台灣過去尚無其他類似研究採行此法，因屬初步研究階段，故本計畫面臨之研究限制與經驗，可作為未來研究改進之處，以獲得更完整之研究方法，建構出更精確的個人生態足跡計算方法。

第二節 統計結果分析

一、敘述統計分析

針對問卷調查結果，依樣本特性進行敘述統計分析（如表 4.1），透過分析樣本資料可以瞭解樣本結構，藉由基本資料的分析，有助於瞭解抽樣調查所取得

的樣本，是否與擬探討的母體存有明顯之偏誤，並對於研究模式之各種假設，提供適當的解釋與說明。故以性別、職業、年齡、教育程度、個人年所得、戶口數及地區，作為基本分析之項目，分別說明如下：

本計畫回收問卷之女性與男性樣本各佔 59.8%及 40.2%，雲林縣 2015 年 9 月之性別比例女性為 48.0%，男性為 52.0%，性別比例與母體不符之原因，根據訪員回報問卷調查情形，因男性受訪者調查意願不高，導致男性回收樣本較低，此外因本問卷調查題目包含家庭相關用水、用電、瓦斯用量之民生消費項目，女性受訪者較為熟稔此部分，故樣本之女性比例較高於男性。由職業種類分布統計資料來看，職業分布以服務業最多，佔總樣本數的 39.4%，其他職業種類次之，佔總樣本數的 38.9%，可能由於職業分類項目較少，因此當受訪者為家管、學生、公務員或待業者時，多以「其他」描述其職業，而使得其他的比例偏高。由樣本年齡分布統計資料來看，樣本的年齡層分布以 21-30 歲佔最多（29.0%），其次為 51 歲以上（26.2%），41-50 歲（24.7%）。樣本之教育程度分布，以大專院校最多（49.6%），高中（職）次之（30.8%）。個人年所得以 250,000 元以下佔最多（47.1%）。戶口數分布則依序以 2 人（18.1%）、4 人（17.8%）、5 人（17.6%）及 3 人（16.0%）為樣本數較多之類別。

表 4.1 樣本特性分析表

分析項目		比例（%）
性別	女	59.8
	男	40.2
職業	農	6.1
	工	6.6
	商	8.9
	服務業	39.4
	其他	38.9
年齡	20 歲以下	4.1
	21-30 歲	29.0
	31-40 歲	16.0
	41-50 歲	24.7
	51 歲以上	26.2
教育程度	不識字	0.3
	國中小學	12.2
	高中（職）	30.8
	大專院校	49.6
	碩博士	7.1
個人年所得	250,000 元以下	47.1
	250,000-349,999 元	16.8

	350,000-499,999 元	12.7
	500,000-700,000 元	13.2
	700,000 元以上	10.2
戶口數	1 人	9.4
	2 人	18.1
	3 人	16.0
	4 人	17.8
	5 人	17.6
	6 人	9.9
	7 人	5.6
	8 人	2.5
	9 人	1.3
	10 人	1.5
	12 人	0.3

雲林縣各鄉鎮市分配問卷數共 403 份，回收有效問卷數共 393 份，詳細情形如表 4.2 所示，雲林縣 20 個鄉鎮市中，分配問卷數與有效問卷數相同之鄉鎮市為 17 個，而回收有效問卷未達分配問卷份數之鄉鎮市分別為麥寮鄉 1 份（有效問卷比例為 95.7%）、土庫鎮 1 份（有效問卷比例為 94.1%）及崙背鄉 8 份（有效問卷比例為 46.7%），麥寮鄉及土庫鎮未達分配問卷原因為受訪者漏答嚴重，以致無法有效辨識問卷，另外，崙背鄉民眾則因受訪意願不高，導致有效問卷未達分配問卷份數。

表 4.2 樣本分配問卷份數及回收有效問卷份數

雲林縣 鄉鎮市	斗六市	虎尾鎮	西螺鎮	斗南鎮	北港鎮	麥寮鄉	古坑鄉	土庫鎮	莿桐鄉	口湖鄉
分配問 卷份數	61	40	27	26	24	23	19	17	17	17
有效問 卷份數	61	40	27	26	24	22	19	16	17	17
雲林縣 鄉鎮市	二崙鄉	元長鄉	水林鄉	崙背鄉	四湖鄉	台西鄉	大埤鄉	林內鄉	東勢鄉	褒忠鄉
分配問 卷份數	16	16	16	15	15	14	12	11	9	8
有效問 卷份數	16	16	16	7	15	14	12	11	9	8

二、雲林地區水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

本計畫探討的生態足跡包含個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡，而按照雲林縣鄉鎮市分區、自然脆弱度層級、社會脆弱度層級以及綜合脆弱度層級將雲林縣各鄉鎮市地區分類後與生態足跡進行比較，以釐清不同層級脆弱度對生態足跡之影響。

(一) 以鄉鎮市分區比較

從雲林縣各鄉鎮市所消耗的個人每日水足跡、每日碳足跡、個人建成地足跡與每日生態足跡平均值來看，個人每日水足跡最高的前五個鄉鎮市為古坑鄉、林內鄉、台西鄉、東勢鄉及口湖鄉，多分布於山坡地區及沿海地區；個人每日碳足跡最高的前五個鄉鎮市為西螺鎮、二崙鄉、大埤鄉、古坑鄉及麥寮鄉；個人建成地足跡最高的五個鄉鎮市為麥寮鄉、虎尾鎮、二崙鄉、水林鄉、西螺鎮；個人每日生態足跡最高的五個鄉鎮市則為麥寮鄉、虎尾鎮、二崙鄉、西螺鎮及水林鄉。

綜合來看，麥寮鄉和虎尾鎮的個人每日生態足跡平均值為前二高，有可能與虎尾鎮本身為雲林縣當地之工商業、文化重鎮，商業活動頻繁，以及麥寮鄉在台塑六輕進駐後，促進當地經濟發展，造就此二鄉鎮之居民個人所得較其他鄉鎮市高，其個人生態足跡也較其他鄉鎮市來得高。水林鄉成為個人每日生態足跡前五高的原因，主要在於其個人建成地足跡相較其他鄉鎮市高許多，進而提高了其個人生態足跡的排名，然水林鄉的人口密度才 370.31 人/平方公里（見表 4.4），顯示每人所占用的建成地面積較其他鄉鎮市高，而水林鄉的人口結構-高齡社會指數為 21.92%，為雲林縣鄉鎮市中最高者（中華經濟研究院，2015），意謂著水林鄉的人口外移情況相當嚴重，呼應了水林鄉的社會脆弱度高、自然脆弱度中(V4)等級的情況。二崙鄉與西螺鎮的平均個人每日碳足跡排名為前二高，也可能與前述研究限制中訪員的調查方式以繳交金額換算用水、用電及天然氣度數有關，值得後續再深入探討。

表 4.3 雲林縣各鄉鎮市個人每日各項足跡平均值

雲林縣鄉鎮市	數量	個人每日水足跡平均值	個人每日碳足跡平均值	個人建成地足跡平均值	個人每日生態足跡平均值
斗六市	61	4682.9180	.001675	.011007	.012693
虎尾鎮	40	4136.5000	.001750	.022585	.024335
西螺鎮	27	4071.5926	.002330	.017507	.019848
斗南鎮	26	4129.8462	.001369	.012842	.014219

北港鎮	24	4691.2083	.001671	.017267	.018954
麥寮鄉	22	3092.2727	.001800	.028923	.030732
古坑鄉	19	5506.2632	.001842	.014753	.016600
土庫鎮	16	4308.3125	.001781	.007200	.008969
莿桐鄉	17	4169.0588	.001553	.014429	.016006
口湖鄉	17	4759.0000	.001341	.014112	.015476
二崙鄉	16	4108.6250	.002256	.020375	.022637
元長鄉	16	4051.2500	.001656	.012644	.014306
水林鄉	16	3644.3125	.001250	.018694	.019944
崙背鄉	7	3098.5714	.001586	.011514	.013086
四湖鄉	15	4433.4667	.001400	.008440	.009840
台西鄉	14	5137.8571	.001514	.011993	.013543
大埤鄉	12	3748.5000	.002117	.008308	.010442
林內鄉	11	5247.2727	.001191	.011227	.012436
東勢鄉	9	4967.5556	.001489	.015178	.016678
褒忠鄉	8	3866.2500	.001613	.010825	.012450
總和	393	4330.0356	.001689	.015170	.016868

表 4.4 2014 年雲林縣鄉鎮市人口密度

雲林縣 鄉鎮市	人口密度(人/平方公里)	雲林縣鄉鎮市	人口密度(人/平方公里)
斗六市	1,153.47	二崙鄉	475.52
斗南鎮	955.61	崙背鄉	442.79
虎尾鎮	1,022.21	麥寮鄉	547.36
西螺鎮	947.56	東勢鄉	328.09
土庫鎮	605.80	褒忠鄉	367.15
北港鎮	1,000.68	台西鄉	462.03
古坑鄉	196.19	元長鄉	381.45
大埤鄉	444.23	四湖鄉	329.56
莿桐鄉	582.08	口湖鄉	360.63
林內鄉	504.47	水林鄉	370.31

資料來源：雲林縣政府主計處 <http://www4.yunlin.gov.tw/accounting/index.jsp>

將個人每日水足跡、碳足跡、建成地足跡與每日生態足跡與雲林縣各鄉鎮市分別進行單因子變異數分析，結果顯示雲林縣不同鄉鎮市與個人每日水足跡、個人每日碳足跡及每日生態足跡有達到顯著水準 ($p < 0.05$)，分別為 0.026、0.001

及 0.047，表示個人每日水足跡、個人每日碳足跡及每日生態足跡會因不同鄉鎮市而有所差異，將進行進一步的事後檢定；而與個人建成地足跡則未達顯著水準，因此不進行事後檢定。雲林縣各鄉鎮市與個人每日水足跡、碳足跡及每日生態足跡之比較，經 Games-Howell 事後檢定之結果如表 4.5：

表 4.5 雲林縣各鄉鎮市地區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

地區	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢定 (Brown-Forsythe法)	Games-Howell事後檢定
	F值	P值 ^a	顯著性		
個人每日水足跡 (公升/人)	1.761	0.026*	0.000	0.026	1>6,7>6
個人每日碳足跡 (全球公頃/人)	2.341	0.001*	0.001	0.000	11>13,11>15,11>18
個人建成地足跡 (全球公頃/人)	1.615	0.050			
個人每日生態足跡 (全球公頃/人)	1.627	0.047*	0.000	0.042	2>8,2>15,2>17,3>8,3>15

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

Game-Howell 事後檢定將雲林縣各鄉鎮市加以編號如下：1：斗六市、2：虎尾鎮、3：西螺鎮、4：斗南鎮、5：北港鎮、6：麥寮鄉、7：古坑鄉、8：土庫鎮、9：莿桐鄉、10：口湖鄉、11：二崙鄉、12：元長鄉、13：水林鄉、14：崙背鄉、15：四湖鄉、16：台西鄉、17：大埤鄉、18：林內鄉、19：東勢鄉及 20：褒忠鄉。以下分別從個人每日水足跡、每日碳足跡和每日生態足跡加以分析：

1. 個人每日水足跡

從 Game-Howell 事後檢定結果發現雲林縣各鄉鎮市中，斗六市及古坑鄉之平均個人每日水足跡顯著高於麥寮鄉之平均個人每日水足跡。若從個人水足跡調查的各項數值進一步分析，可發現主要差別在於虛擬（間接）用水上（如表 4.6），斗六市及古坑鄉的個人虛擬用水量較麥寮鄉高，在個人生態足跡問卷中，虛擬用水的計算主要來自個人飲食習慣的差異，斗六市為縣治核心區，而古坑鄉主打觀光產業，兩者生活機能與餐飲服務業均相當發達，相較麥寮鄉以六輕工業為主，生活機能較弱，近年人口移入增加多因就業機會而非生活機能條件，或許可解釋斗六市與古坑鄉的個人虛擬用水大於麥寮鄉的原因。

表 4.6 雲林縣鄉鎮市水足跡各項數值之平均值

雲林縣 鄉鎮市	生活(直接)用水/日 (公升)	虛擬(間接)用水/日 (公升)	每日水足跡(公升)
斗六市	1131.7530	3551.6831	4682.9180
虎尾鎮	748.4333	3388.4467	4136.5000
西螺鎮	1330.2951	2730.6185	4071.5926
斗南鎮	1742.5026	2574.2449	4129.8462
北港鎮	1300.4389	3391.2222	4691.2083
麥寮鄉	1072.8667	2019.8621	3092.2727
古坑鄉	1701.6737	3805.0263	5506.2632
土庫鎮	1494.9500	2813.8167	4308.3125
莿桐鄉	871.8157	3298.0412	4169.0588
口湖鄉	1354.4686	3404.9588	4759.0000
二崙鄉	939.3729	3169.6104	4108.6250
元長鄉	864.8854	3093.6729	3958.2500
水林鄉	749.5688	2899.4542	3644.3125
崙背鄉	571.8143	2527.2619	3098.5714
四湖鄉	1021.4289	5412.5000	4433.4667
台西鄉	1241.3048	3897.0286	5137.8571
大埤鄉	1005.7806	2737.6361	3748.5000
林內鄉	2163.7818	3084.0242	5247.2727
東勢鄉	1142.7296	3825.3630	4967.5556
褒忠鄉	881.2667	2985.4167	3866.2500

2. 個人每日碳足跡

從 Game-Howell 事後檢定結果發現雲林縣各鄉鎮市中，二崙鄉之個人每日碳足跡顯著高於水林鄉、四湖鄉及林內鄉。其中，從個人二氧化碳排放量的平均數統計項目加以分析（如表 4.7），在食衣住行四個項目中，二崙鄉在食與住兩項目的平均數高於其它三個鄉鎮市，在食的部分主要調查個人的飲食習慣，住的部分則以水、電、瓦斯及天然氣的消耗量為主，因二崙鄉在調查過程中，其水、電、瓦斯及天然氣的消耗量（度數）是以民眾的水費、電費、瓦斯費及天然氣費用加以換算為度數，並非由受訪者直接填寫消耗的度數，使得二崙鄉的統計結果較其他鄉鎮市高。然而在食的部分，二崙鄉的人口密度為 475.52（人/平方公里），大

於水林鄉 370.31 (人/平方公里) 及四湖鄉 329.56 (人/平方公里)，但低於林內鄉 504.47 (人/平方公里)，因林內鄉總面積遠小於二崙鄉，使其人口較二崙鄉來的密集，但進一步從產業結構加以分析發現，雖然二崙鄉有 88% 為農業，但其 2011 年的二三級產業年底從業人口數為 2,318 人，明顯高於水林鄉 (2,060 人)、四湖鄉 (1,613 人) 及林內鄉 (2,057 人)(中華經濟研究院, 2015)，因此使得二崙鄉的生活機能相對較發達，在飲食方面的個人二氧化碳排放量也會相對較多，進而影響最後個人每日碳足跡的顯著差異。

表 4.7 雲林縣各鄉鎮市個人二氧化碳排放量平均數統計

雲林縣 鄉鎮市	個人二氧化碳排放量(kgCO ₂ e)					個人二氧化 碳排放量 (公噸/人)	個人碳足跡 (每日)
	食	衣	住	行	總和 (kgCO ₂ e)	公噸/人	I/30 (全球公噸/人)
斗六市	36.99	6.75	44.52	7.64	95.89	0.10	.001675
虎尾鎮	18.04	3.47	55.66	22.89	100.06	0.10	.001750
西螺鎮	19.28	3.89	99.10	10.91	133.19	0.13	.002330
斗南鎮	19.30	4.92	44.27	14.20	82.69	0.08	.001369
北港鎮	23.73	3.68	50.48	17.11	94.98	0.09	.001671
麥寮鄉	33.33	4.20	55.12	10.69	103.34	0.10	.001800
古坑鄉	42.08	5.08	38.81	19.54	105.51	0.11	.001842
土庫鎮	48.26	3.94	42.97	6.21	101.38	0.10	.001781
莿桐鄉	25.92	3.21	41.64	18.58	89.36	0.09	.001553
口湖鄉	22.60	3.95	43.67	7.12	77.34	0.08	.001341
二崙鄉	29.60	5.51	73.73	19.95	128.79	0.13	.002256
元長鄉	23.64	6.56	53.89	10.51	94.61	0.09	.001656
水林鄉	9.51	2.36	38.79	20.61	71.27	0.07	.001250
崙背鄉	23.40	10.80	52.95	3.10	90.25	0.09	.001586
四湖鄉	24.18	3.08	38.91	13.42	79.59	0.08	.001400
台西鄉	20.61	4.20	42.78	19.42	87.01	0.09	.001514
大埤鄉	32.50	8.40	65.15	15.45	121.50	0.12	.002117
林內鄉	8.51	7.64	40.75	11.56	68.45	0.07	.001191
東勢鄉	15.60	5.13	44.44	19.85	85.03	0.09	.001489
褒忠鄉	24.86	2.63	57.02	7.78	92.29	0.09	.001613

3. 個人每日生態足跡

從 Game-Howell 事後檢定結果發現雲林縣各鄉鎮市中，虎尾鎮之個人每日生態足跡顯著高於土庫鎮、四湖鄉及大埤鄉。西螺鎮之個人每日生態足跡顯著高於土庫鎮及四湖鄉。若從雲林縣各鄉鎮市之人口密度來看(表 5.4)，虎尾鎮人口密度為 1022.21(人/平方公里)，遠高於土庫鎮 605.80(人/平方公里)、四湖鄉 329.56(人/平方公里)及大埤鄉 444.23(人/平方公里)，可見其人口較密集、都市化程度較高，生態足跡也較高。再加上虎尾鎮都市計畫面積為 5.27 平方公里，高於土庫鎮 3.82 平方公里、四湖鄉 2.53 平方公里及大埤鄉 2.26 平方公里，因此虎尾鎮個人每日生態足跡相對較高。西螺鎮人口密度為 953.66(人/平方公里)，高於土庫鎮及四湖鄉，其都市計畫計畫面積為 10.77 平方公里，遠高於土庫鎮 3.82 平方公里及四湖鄉 2.53 平方公里，因此西螺鎮的個人每日生態足跡明顯高於土庫鎮和四湖鄉。

(二) 以自然脆弱度層級比較

將個人每日水足跡、每日碳足跡、建成地足跡與每日生態足跡與以自然脆弱度分層級之雲林地區進行單因子變異數分析，結果顯示不同自然脆弱度層級與個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡之比較皆未達到顯著水準($p < 0.05$)，因此不進行事後檢定(表 4.8)。自然脆弱度層級之高低，與本計畫調查之個人每日水足跡、每日碳足跡、建成地足跡與每日生態足跡沒有顯著差異，表示無論分布在何種自然脆弱度層級的地區，均和當地居民所消耗之水足跡與生態足跡無關。

表 4.8 雲林縣自然脆弱度分區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

自然脆弱度	ANOVA	
	F 值	p 值 ^a
個人每日水足跡(公升/人)	0.246	0.782
個人每日碳足跡(全球公頃/人)	0.663	0.516
個人建成地足跡(全球公頃/人)	0.028	0.972
個人每日生態足跡(全球公頃/人)	0.038	0.963

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

(三) 以社會脆弱度層級比較

將個人每日水足跡、每日碳足跡、建成地足跡與每日生態足跡與以社會脆弱度分層級之雲林地區進行單因子變異數分析，結果顯示社會脆弱度層級與個人每日水足跡及個人每日碳足跡達到顯著水準($p < 0.05$)，分別為 0.031 及 0.001，而

與個人建成地足跡及個人每日生態足跡則未達顯著水準。個人每日水足跡之數據經變異數同質性檢定結果為同質，故採 Scheffe 事後檢定；個人每日碳足跡與社會脆弱度層級之關聯則採 Games-Howell 事後檢定。檢定之結果如表 4.9；社會脆弱度層級與個人每日碳足跡之比較，經 Games-Howell 事後檢定之結果如表 4.9：

表 4.9 雲林縣社會脆弱度分區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

社會脆弱度	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數 的 Robust 檢定 (Brown-Forsythe 法)	Games-Howell 事後檢定	Scheffe 事後檢定
	F 值	p 值 ^a	顯著性			
個人每日水足跡 (公升/人)	3.521	0.031 *	0.180			3>1
個人每日碳足跡 (全球公頃/人)	7.678	0.001 *	0.002	0.001	2>1,2>3	
個人建成地足跡 (全球公頃/人)	1.997	0.137				
個人每日生態足跡 (全球公頃/人)	2.264	0.105				

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

本計畫採用 Game-Howell 及 Scheffe 事後檢定，將雲林縣各鄉鎮市之社會脆弱度分區如下，1 為低度之地區，包括褒忠鄉、麥寮鄉、大埤鄉、斗南鎮、莿桐鄉、林內鄉及崙背鄉；2 為中度之地區，包括古坑鄉、虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙鄉；3 為高度之地區，包括水林鄉、口湖鄉、斗六市、四湖鄉、北港鎮、台西鄉及元長鄉。

1. 個人每日水足跡

本計畫以社會脆弱指標之人口組成、社會網絡/社會福利、健康醫療、經濟結構、居住條件及防救災條件，將雲林縣分為高、中、低之社會脆弱度（如表 4.10）。在社會脆弱度層級分區下，社會脆弱度高度之地區（水林鄉、口湖鄉、斗六市、四湖鄉、北港鎮、台西鄉及元長鄉）之個人每日水足跡顯著高於社會脆弱度低度之地區（褒忠鄉、麥寮鄉、大埤鄉、斗南鎮、莿桐鄉、林內鄉及崙背鄉），表示社會脆弱度高度之地區其個人用水量高於社會脆弱度低度之地區。社會脆弱度高度之地區會產生兩種可能，使得其個人用水量高於社會脆弱度低之地區，一種可能與人口密度高、都市化程度高、商業機能高，所形成的社會脆弱度高，同時影響個人水足跡消耗大；另一種可能與自來水供水普及率低、老舊屋比高，所形成的社會脆弱度高，影響了居民無限抽取免費的地下水、老舊房屋水管漏水或使用非省水馬桶及水龍頭，形成

個人水足跡消耗大。然而，究竟社會脆弱度指標項目如何影響個人用水量高低則值得未來進一步探討。

表 4.10 雲林縣社會脆弱度統計表

指標項目	人口密度	扶養比	獨居高齡戶數比	身心障礙人口比	社會福利人員比	醫療機構數	病床數	一級產業人口比	低收入戶佔總戶數比	財政預算比	自來水供水普及率	老舊屋比	消防人數比	救災車輛、救護車、救生艇數量比		
	正向	正向	正向	正向	負向	負向	負向	正向	正向	正向	負向	正向	負向	負向	加總	正規化
斗六市	0.226	-0.166	-0.040	-0.417	0.553	0.134	0.151	0.011	-0.028	0.034	0.020	-0.116	0.059	-0.113	0.308	0.697
斗南鎮	0.163	-0.105	-0.019	-0.253	0.244	0.012	-0.010	0.004	-0.027	-0.039	0.019	-0.050	-0.021	-0.113	-0.195	0.246
虎尾鎮	0.180	-0.049	-0.035	-0.314	0.362	0.074	0.041	0.009	-0.027	-0.125	0.020	-0.079	0.010	-0.113	-0.046	0.379
西螺鎮	0.161	0.062	-0.032	-0.372	0.251	0.013	0.016	0.012	-0.029	-0.083	0.019	0.000	-0.019	-0.113	-0.114	0.318
土庫鎮	0.033	0.047	0.007	-0.079	0.158	-0.016	-0.012	0.009	0.028	-0.042	0.015	-0.042	-0.043	-0.113	-0.050	0.376
北港鎮	0.182	-0.030	-0.035	-0.016	0.223	0.038	0.038	0.009	-0.029	-0.125	0.006	0.032	-0.026	-0.113	0.154	0.559
古坑鄉	-0.121	0.009	0.031	0.053	0.176	-0.018	-0.018	0.024	0.000	-0.032	-0.008	0.053	-0.038	-0.113	-0.002	0.419
大埤鄉	-0.024	0.035	0.013	0.058	0.110	-0.023	-0.018	0.003	-0.016	-0.125	0.019	-0.056	-0.056	-0.113	-0.193	0.248
莿桐鄉	0.024	-0.105	-0.014	-0.090	0.158	-0.011	-0.017	0.006	-0.007	-0.051	0.020	-0.064	-0.043	-0.113	-0.307	0.145
林內鄉	-0.004	-0.074	-0.022	-0.055	0.102	-0.023	-0.018	-0.003	0.026	-0.125	0.020	-0.006	-0.058	-0.113	-0.353	0.104
二崙鄉	-0.014	0.128	0.007	-0.182	0.153	-0.023	-0.017	0.014	-0.020	-0.125	0.017	0.059	-0.044	-0.113	-0.160	0.277
崙背鄉	-0.026	0.010	-0.029	-0.098	0.141	-0.013	-0.016	0.010	-0.050	-0.172	0.019	-0.085	-0.047	-0.113	-0.469	0.000
麥寮鄉	-0.015	-0.025	-0.016	-0.272	0.192	-0.009	-0.001	0.011	-0.025	0.271	-0.036	-0.109	-0.034	-0.113	-0.181	0.258
東勢鄉	-0.070	-0.067	0.003	0.280	0.087	-0.022	-0.016	0.000	-0.019	-0.154	-0.009	0.039	-0.061	-0.113	-0.122	0.311
褒忠鄉	-0.056	-0.052	0.012	0.066	0.074	-0.022	-0.018	0.004	-0.015	0.010	0.003	0.012	-0.065	-0.113	-0.160	0.277
台西鄉	-0.020	-0.079	0.037	0.312	0.136	-0.020	-0.018	0.010	0.054	-0.126	-0.035	0.051	-0.049	-0.113	0.140	0.546
元長鄉	-0.049	0.089	0.027	0.150	0.149	-0.022	-0.018	0.020	-0.035	-0.125	-0.003	0.002	-0.045	-0.113	0.027	0.445
四湖鄉	-0.070	0.016	0.007	0.383	0.138	-0.013	-0.015	0.016	0.037	-0.125	-0.032	0.049	-0.048	-0.113	0.230	0.627
口湖鄉	-0.058	-0.101	0.054	0.407	0.157	-0.019	-0.018	0.019	0.114	-0.125	-0.035	0.149	-0.043	-0.113	0.388	0.769
水林鄉	-0.052	0.160	0.044	0.438	0.150	-0.018	-0.017	0.031	0.069	-0.125	-0.039	0.163	-0.045	-0.113	0.646	1.000
正規化之平均值：0.400																

2. 個人每日碳足跡

本計畫以社會脆弱度指標之人口組成、社會網絡/社會福利、健康醫療、經濟結構、居住條件及防救災條件，將雲林縣分為高、中、低之社會脆弱度。以社會脆弱度中度地區（古坑鄉、虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙

鄉)之個人每日碳足跡顯著高於社會脆弱度低度(褒忠鄉、麥寮鄉、大埤鄉、斗南鎮、莿桐鄉、林內鄉及崙背鄉)與高度(水林鄉、口湖鄉、斗六市、四湖鄉、北港鎮、台西鄉、元長鄉)之地區。

虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙鄉位於雲林縣轄區內之中部地區；古坑鄉則位於雲林縣轄區內之東南部地區。本計畫就其社會脆弱度因子與個人每日碳足跡進行對照，發現社會脆弱度中度地區與交通運輸有關聯性，這些地區大都位於交通運輸之樞紐，如國道1號、國道3號、臺1線、臺3線等，這些皆為中長途之交通幹線，因此農工商業發展活絡，有產品運輸之需求，使得民眾擁有交通工具的比例高、平均行駛距離高，而造成個人每日碳足跡高，從表4.7中可發現虎尾鎮、二崙鄉、東勢鄉在個人二氧化碳排放量「行的部分」較其他鄉鎮市高，虎尾鎮和西螺鎮則在「住的部分」較其他鄉鎮市高，古坑鄉和土庫鎮則在「食的部分」較其他鄉鎮市高。

(四) 以綜合脆弱度層級比較

將個人每日水足跡、每日碳足跡、建成地足跡與每日生態足跡與以綜合脆弱度分層級之雲林地區進行單因子變異數分析，結果顯示綜合脆弱度層級與個人每日碳足跡達顯著水準($p < 0.05$)(0.000)；而綜合脆弱度層級與個人每日水足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡則未達顯著水準，故不進行事後檢定。綜合脆弱度層級與個人每日碳足跡之比較，經 Games-Howell 事後檢定之結果如表4.11：

表 4.11 雲林縣綜合脆弱度分區與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

綜合脆弱度	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢定 (Brown-Forsythe法)	Games-Howell事後檢定
	F值	p值 ^a	顯著性		
個人每日水足跡 (公升/人)	0.726	0.574			
個人每日碳足跡 (全球公頃/人)	5.159	0.000 *	0.026	0.001	V2>V1, V2>V5, V3>V5
個人建成地足跡 (全球公頃/人)	1.294	0.272			
個人每日生態足跡 (全球公頃/人)	1.207	0.307			

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

本計畫採用 Game-Howell 事後檢定，將雲林縣各鄉鎮市之綜合脆弱度分區如下，由低至高 (V1-V5)，V1 包括麥寮鄉、斗南鎮、莿桐鄉及林內鄉；V2 包

括大埤鄉、崙背鄉、古坑鄉及西螺鎮；V3 包括褒忠鄉、二崙鄉及斗六市；V4 包括水林鄉、北港鎮、台西鄉、虎尾鎮、土庫鎮及東勢鄉；V5 包括口湖鄉、四湖鄉及元長鄉。

1. 個人每日碳足跡

綜合脆弱度 V2 地區（大埤鄉、崙背鄉、古坑鄉及西螺鎮）之個人每日碳足跡顯著高於 V1（麥寮鄉、斗南鎮、莿桐鄉及林內鄉）及 V5（口湖鄉、四湖鄉及元長鄉）地區；而綜合脆弱度 V3 地區（褒忠鄉、二崙鄉及斗六市）之個人每日碳足跡顯著高於 V5（口湖鄉、四湖鄉及元長鄉）地區。

西螺鎮都市計畫為市鎮計畫，計畫面積 10.77 平方公里，遠高於其他地區，因此較密集、都市化程度較高。雖然大埤鄉 2.26 平方公里、崙背鄉 3.04 平方公里及古坑鄉 2.94 平方公里之都市計畫面積並不突出，但因西螺鎮之計畫面積、計畫人口皆較高，使綜合脆弱度 V2 地區個人每日碳足跡高於 V1 及 V5 地區。而斗六市為雲林縣治核心區，都市計畫面積 8.76 平方公里，人口密度 1153.47 人/平方公里，為全縣最高，因此其綜合脆弱度 V3 地區之個人每日碳足跡勢必會顯著高於 V5 地區的沿海鄉鎮市。

三、社經背景與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

本計畫社經背景之調查項目依序為性別、職業、年齡、教育程度、個人年所得，以下依序說明各項社經背景與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析結果。

（一）以性別比較

將水足跡、生態足跡與性別分類進行單因子變異數分析，結果顯示性別與個人每日水足跡、個人每日碳足跡、綜合脆弱度層級與個人建成地足跡及個人每日生態足跡皆未達顯著水準，表示雲林縣鄉鎮市地區之性別比例並不會影響水足跡及生態足跡之大小。

表 4.12 受訪者性別與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

性別	ANOVA	
	F 值	p 值 ^a
個人每日水足跡（公升/人）	0.853	0.356
個人每日碳足跡（全球公頃/人）	1.454	0.229
個人建成地足跡（全球公頃/人）	0.909	0.341

個人每日生態足跡（全球公頃/人）	0.987	0.321
------------------	-------	-------

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

（二）以職業比較

將水足跡、生態足跡與職業分類進行單因子變異數分析（如表 4.13），結果顯示職業與個人每日水足跡未達顯著水準，故不進行事後檢定，而個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡則達顯著水準（ $p < 0.05$ ），經 Games-Howell 事後檢定後，三項生態足跡在職業類別的組間中並無顯著差異，故無法比較出職業類別之間的相互關係。

表 4.13 受訪者職業與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

職業	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢定（Brown-Forsythe法）	Games-Howell事後檢定
	F值	p值 ^a	顯著性		
個人每日水足跡（公升/人）	0.542	0.705			
個人每日碳足跡（全球公頃/人）	3.886	0.004*	0.046	0.032	組間 無顯著差異
個人建成地足跡（全球公頃/人）	7.555	0.000*	0.000	0.041	組間 無顯著差異
個人每日生態足跡（全球公頃/人）	7.655	0.000*	0.000	0.040	組間 無顯著差異

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

（三）以年齡比較

將水足跡、生態足跡與年齡分類進行單因子變異數分析（如表 4.14），結果顯示年齡與個人每日水足跡、個人每日碳足跡未達顯著水準，故不進行事後檢定，而個人建成地足跡及個人每日生態足跡則達顯著水準（ $p < 0.05$ ），分別為 0.034 及 0.039，個人建成地足跡之變異數同質性檢定結果為同質，故採用 Scheffe 事後檢定，但年齡類別組間並無顯著差異，故無法比較出個人建成地足跡與年齡類別之間的相互關係。而個人每日生態足跡，經 Games-Howell 事後檢定後，在年齡類別組間並無顯著差異，故無法比較出每人每日生態足跡與年齡類別之間的相互關係。

表 4.14 受訪者年齡與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

年齡	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢定（Brown-Forsythe法）	Games-Howell事後檢定	Scheffe事後檢定
	F值	p值 ^a	顯著性			
個人每日水足跡	1.196	0.312				

年齡	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢定 (Brown-Forsythe法)	Games-Howell事後檢定	Scheffe事後檢定
	F值	p值 ^a	顯著性			
(公升/人)						
個人每日碳足跡 (全球公頃/人)	0.147	0.964				
個人建成地足跡 (全球公頃/人)	72.625	0.034*	0.059			組間 無顯著差異
個人每日生態足跡 (全球公頃/人)	2.554	0.039*	0.048	0.014	組間 無顯著差異	

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

(四) 以教育程度比較

教育程度與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析(如表 4.15)，結果顯示教育程度與個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡並無顯著差異，故不進行事後檢定；易言之，雲林縣居民之教育程度高低，並不會影響其水足跡及生態足跡的大小。

表 4.15 受訪者教育程度與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

教育程度	ANOVA	
	F值	p值 ^a
個人每日水足跡(公升/人)	1.309	0.266
個人每日碳足跡(全球公頃/人)	0.783	0.537
個人建成地足跡(全球公頃/人)	0.042	0.997
個人每日生態足跡(全球公頃/人)	0.049	0.995

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

(五) 以個人年所得比較

個人年所得與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析(如表 4.16)，結果顯示個人年所得與個人每日水足跡、個人每日碳足跡($p > 0.05$)、個人建成地足跡及個人每日生態足跡並無顯著差異(Robust 檢定 >0.05)，故不進行事後檢定；易言之，雲林縣居民之個人年所得的高低，並不會影響其水足跡及生態足跡的大小。

表 4.16 受訪者個人年所得與水足跡、生態足跡之單因子變異數分析

水足跡及 生態足跡	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢定 (Brown-Forsythe法)	Games-Howell事後檢定
	F值	p值 ^a	顯著性		

水足跡及 生態足跡	ANOVA		變異數同質性檢定	均等平均數的Robust檢 定（Brown-Forsythe法）	Games-Howell 事後檢定
	F值	p值 ^a	顯著性		
個人每日水足跡 （公升/人）	1.231	0.297			
個人每日碳足跡 （全球公頃/人）	2.158	0.073			
個人建成地足跡 （全球公頃/人）	3.097	0.016*	0.004	0.118	
個人每日生態足 跡（全球公頃/人）	3.239	0.012*	0.004	0.104	

^a: $p < 0.05$ 達顯著水準，以*表示。

綜合上述結果，無論是性別、職業、年齡、教育程度以及個人年所得等社經背景，皆未影響雲林縣居民對於水足跡與生態足跡的大小。

四、水足跡及生態足跡之變異數相關分析

將個人每日水足跡及個人每日生態足跡之數據進行變異數相關分析（如表 4.17），顯示個人每日水足跡及個人每日生態足跡之相關係數為-0.149， $p < 0.01$ ，表示兩個變項間存在相關性，由於相關係數為負，故個人每日水足跡及個人每日生態足跡二者之間為負相關，而相關係數絕對值界在 0.1-0.39 之間，屬於低度相關（ $r = 0.1 < -0.149 < 0.39$ ），因此雲林縣居民之個人每日水足跡與其個人每日生態足跡為低度負相關，即當個人每日水足跡越高，其每日生態足跡越低，但兩者的相關度很低。個人每日水足跡與生態足跡產生低度負相關的原因，可能受到問卷問題及受訪對象的影響，如若受訪者為年輕人，其生活方式以外食為主，且以大眾運輸或自行車代步，則其在居住（水、電、瓦斯及天然氣）與交通（汽車、機車）方面所產生的碳排放較少，個人每日碳足跡便較低；又年輕人食量大、喜歡喝飲料、上廁所次數多，相對其所消耗的生活用水及虛擬用水較多，個人每日水足跡便較高，因此而出現負相關的情況，但因為並非每位受訪者都是年輕人，因此其相關性屬低度相關，此現象值得後續再深入探討。

表 4.17 個人每日水足跡及個人每日生態足跡之變異數相關分析

水足跡及生態足跡		個人每日水足跡 (公升/人)	個人每日生態足跡 (全球公頃/人)
個人每日水足跡 (公升/人)	Pearson 相關顯著性 (雙尾) 個數	1	-0.149**
	顯著性 (雙尾)		0.003
	個數	393	393
個人每日生態足跡 (全球公頃/人)	Pearson 相關顯著性 (雙尾) 個數	-0.149**	1
	顯著性 (雙尾)	0.003	
	個數	393	393

^a: $p < 0.01$ 達顯著水準，以**表示。

第三節 雲林縣各鄉鎮市生態足跡結果

生態足跡的高低主要根據問卷調查所計算出的結果依序排列，並依照三等分結果，將生態足跡層級分為高、中、低（表 4.18）。

表 4.18 雲林縣之生態足跡排序比較表

排序	鄉鎮市	生態足跡分數	生態足跡層級
1	虎尾鎮	0.01965	高
2	斗六市	0.01266	
3	麥寮鄉	0.01091	

排序	鄉鎮市	生態足跡分數	生態足跡層級
4	西螺鄉	0.00864	
5	北港鎮	0.00758	
6	斗南鎮	0.00643	
7	二崙鄉	0.00584	
8	水林鄉	0.00515	中
9	古坑鄉	0.00509	
10	莿桐鄉	0.00439	
11	口湖鄉	0.00424	
12	元長鄉	0.00369	
13	台西鄉	0.00306	
14	東勢鄉	0.00242	低
15	四湖鄉	0.00238	
16	土庫鎮	0.00232	
17	大埤鄉	0.00202	
18	林內鄉	0.00221	
19	褒忠鄉	0.00161	
20	崙背鄉	0.00148	

根據 2015 年交通部統計處之「民眾日常使用運具狀況調查」摘要分析指出，2014 年雲林縣公共運輸市占率僅佔 4.9%，私人機動運具（如機車等）市占率為 82.0%，而民眾最常使用公共運具的情況僅佔 3.0%（交通部，2013），結果顯示，雲林縣人口最集中及經濟活動重心之斗六市、虎尾鎮及斗南鎮之個人生態足跡（包含食、衣、住、行）落於高區間內；其中虎尾鎮之個人建成地足跡大，造成個人生態足跡大；崙背鄉及褒忠鄉因個人每日碳足跡小，造成個人生態足跡小。

第四節 雲林縣綜合脆弱度及個人生態足跡分析結果

本計畫利用矩陣法綜合評析雲林縣各鄉鎮市之綜合脆弱度與個人生態足跡結果，並比較其關係作為後續擬定策略之基準。矩陣法可將兩種不同的影響項目沿著垂直與水平兩軸排列，進一步將不同可能受影響的環境因子組合成一矩陣，以清楚表示不同環境因子間的相互關係⁷，表 4.19 為雲林縣各鄉鎮市之綜合脆弱

⁷ 環境影響與風險評估，上網日期：2015/11/20，網址：
<https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwix9y467HJAhVEMZQKHUA-C9MQFggBMAA&url=http%3A%2F%2Fthc.ttshb.gov.tw%2Fupload%2Fprog%2F%25E7%2592%25B0%25E5%25A2%2583%25E5%25BD%25B1%25E9%259F>

度與個人生態足跡以矩陣法交互分析下之 15 種結果。

表 4.19 雲林縣綜合脆弱度與生態足跡綜合結果示意表

個人生態足跡 脆弱度		個人生態足跡 (EF)		
		個人生態足跡低	個人生態足跡中	個人生態足跡高
綜合脆弱度 ($<$)	V1 (低低)	(V1,EF 低) 林內鄉	(V1,EF 中) 荊桐鄉	(V1,EF 高) 麥寮鄉、斗南鎮
	V2(中低、低中)	(V2,EF 低) 大埤鄉、崙背鄉	(V2,EF 中) 古坑鄉	(V2,EF 高) 西螺鎮
	V3 (高低、中 中、低高)	(V3,EF 低) 褒忠鄉	(V3,EF 中)	(V3,EF 高) 斗六市、二崙鄉
	V4(高中、中高)	(V4,EF 低) 東勢鄉、土庫鎮	(V4,EF 中) 水林鄉、台西鄉	(V4,EF 高) 虎尾鎮、北港鎮
	V5 (高高)	(V5,EF 低) 四湖鄉	(V5,EF 中) 口湖鄉、元長鄉	(V5,EF 高)

表 4.19 結果顯示雲林縣 20 個鄉鎮市在綜合脆弱度與個人生態足跡交叉比對後，產生 13 種結果，分別為「綜合脆弱度 V1、個人生態足跡低（林內鄉）」、「綜合脆弱度 V1、個人生態足跡中（荊桐鄉）」、「綜合脆弱度 V1、個人生態足跡高（麥寮鄉、斗南鎮）」、「綜合脆弱度 V2、個人生態足跡低（大埤鄉、崙背鄉）」、「綜合脆弱度 V2、個人生態足跡中（古坑鄉）」、「綜合脆弱度 V2、個人生態足跡高（西螺鎮）」、「綜合脆弱度 V3、個人生態足跡低（褒忠鄉）」、「綜合脆弱度 V3、個人生態足跡高（斗六市、二崙鄉）」、「綜合脆弱度 V4、個人生態足跡低（東勢鄉、土庫鎮）」、「綜合脆弱度 V4、個人生態足跡中（水林鄉、台西鄉）」、「綜合脆弱度 V4、個人生態足跡高（虎尾鎮、北港鎮）」、「綜合脆弱度 V5、個人生態足跡低（四湖鄉）」、「綜合脆弱度 V5、個人生態足跡中（口湖鄉、元長鄉）」。

其中較特別的是麥寮鄉、斗南鎮雖然位於綜合脆弱度低之地區，但其個人生態足跡卻高；而沿海地區的四湖鄉雖位於綜合脆弱度高之地區，但其個人生態足跡卻低；林內鄉則同時具備綜合脆弱度低、個人生態足跡低的特質，符合永續城市發展的概念。此外，從縱向來看，雲林縣人口較為密集、都市發展程度較高的區域，其生態足跡都較高，如虎尾鎮、北港鎮、斗六市、西螺鎮、斗南鎮及麥寮鄉等，此六個鄉鎮市是雲林縣內的重點發展區域，然而其中虎尾鎮與北港鎮屬於綜合脆弱度高、個人生態足跡也高的高風險區域，值得政府正視其回復力政策之擬定。從橫向來看，可發現除了麥寮鄉之外的沿海鄉鎮，為氣候變遷衝擊與社經條件轉變下的弱勢鄉鎮，雖然屬於綜合脆弱度高的地區，但其個人生態足跡相對低，或可達到減緩氣候變遷衝擊的效果。

第五節 雲林縣各鄉鎮市綜合脆弱度與生態足跡之回復力對策

上述分析結果歸納出 13 種不同的綜合脆弱度與生態足跡交叉狀況後，圖 4.1-4.3 分別以黑色粗字體與粗行政區界標示出高度生態足跡、中度生態足跡及低度生態足跡與綜合脆弱度分析圖，並依據三種不同區位之特性，擬定因地制宜之回復力策略，以增加各區域面對災害時的韌性，以下分別論述之：

一、高度生態足跡地區之綜合脆弱度回復力對策

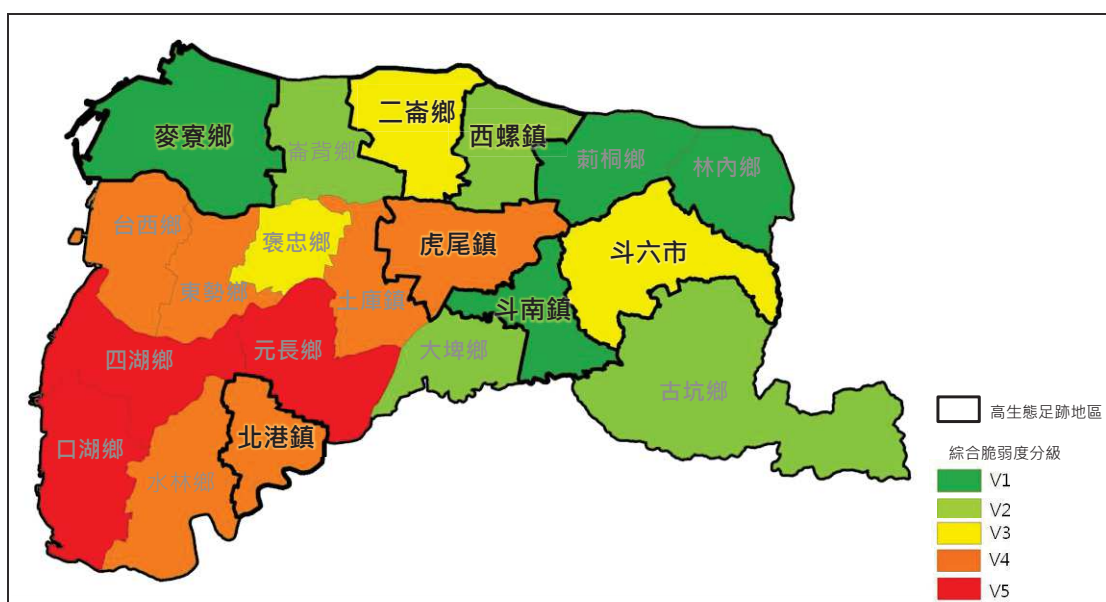


圖 4.1 高度個人生態足跡與綜合脆弱度結果示意圖

本計畫指認出雲林縣高度個人生態足跡的鄉鎮市為斗六市、斗南鎮、虎尾鎮、西螺鎮、二崙鄉、麥寮鄉及北港鎮，其中位於高脆弱度V4區位的鄉鎮市為虎尾鎮及北港鎮（圖4.1）。虎尾鎮及北港鎮為雲林縣人口集中且各項經濟活動之重心，對於資源的需求相對較大，因此個人碳足跡、建成地足跡也較大，然而因為位於脆弱度高的地區，未來若面對氣候變遷下無法預測的災害風險，可能面臨的損失將最大，建議虎尾鎮及北港鎮應減低對資源的需求，以大眾運輸工具代替汽機車，降低碳足跡的消耗，以減少個人生態足跡，在回復力的強化上，可加強避災撤離規劃、建立NGO防災聯繫網絡，並重新檢討災害防治相關措施，強化第一線防救災人員相關作業程序，以因應在人口較多區域發生災害所能因應的韌性。而麥寮鄉及斗南鎮雖位於綜合脆弱度低之區位，但個人生態足跡卻高，特別是麥寮鄉居民在台塑六輕的電費補助下，長年為雲林地區的不夜城，建議未來個人應以保護環境為重，養成隨手關燈及省電的好習慣，降低非必要的需求，並減

少汽機車使用量，以減少個人碳排放。此外，麥寮鄉全區及虎尾鎮與北港鎮部份此位於嚴重地層下陷地區，常受到排水不良的淹水危害，可透過潛淹與調洪策略，採嚴格管制或有條件開發管制，建立河道排水與分流系統，並加強設置疏洪調節池與滯洪區、系統性整合滯洪空間之規劃，以降低其淹水危害程度。

因雲林縣各鄉鎮市之大眾運輸建設尚不完整，建議政府應重視大眾運輸系統發展，特別是人口較密集、都市化程度高、以政府機構為主的斗六市，以工商業及文創發展為主的虎尾鎮，以及以宗教觀光發展為主的北港鎮，其大眾運輸需求量相對較其他鄉鎮市高，應有效發展大眾運輸系統網絡，特別是2015年底虎尾高鐵站通車後，更有其大眾運輸系統設置的需求，才能降低個人汽機車之使用，達成降低碳排放的目的。在生活方面，建議高度個人生態足跡之鄉鎮市可藉由減少進口商品的需求、並將家中電器換成節能家電，養成隨手關燈與不浪費電的習慣，達成減少碳足跡的目標，並可藉由環境教育及宣導以增進民眾對於氣候變遷及災害風險的認知，進而提高意願保護環境、避開風險以達成永續社會及韌性城鄉的目的。

二、中度生態足跡地區之綜合脆弱度回復力對策

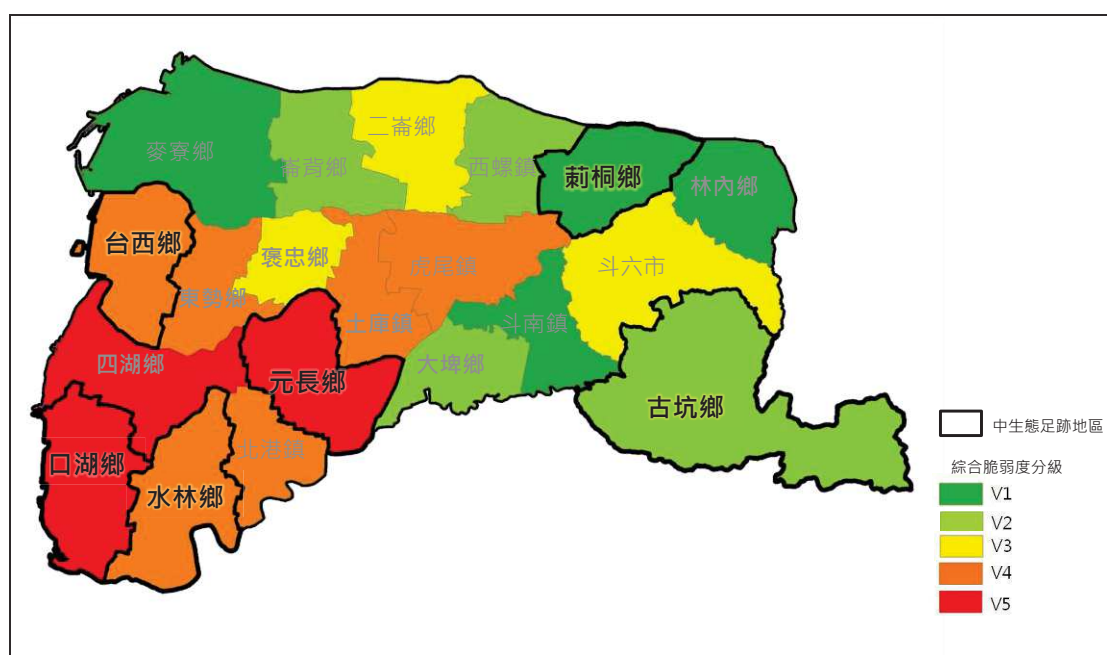


圖 4.2 中度個人生態足跡與綜合脆弱度結果示意圖

本計畫指認出雲林縣中度個人生態足跡的鄉鎮市為口湖鄉、元長鄉、水林鄉、台西鄉、荊桐鄉及古坑鄉，其中位於高脆弱度 V4 或 V5 區位的鄉鎮市為口湖鄉、元長鄉、水林鄉及台西鄉（圖 4.2）。其中台西鄉、口湖鄉、元長鄉和水林鄉全區均位於嚴重地層下陷區域，未來更應以防災與治水共生與水土林永續利用

為目標，政府可制訂標準獎勵低碳排放量之農、漁及養殖業，鼓勵產業轉型或以轉換土地利用方式以減少環境繼續受到破壞。在災害調適能力上，則可加強土地高程管理、設置抽水站與閘門、嚴格管制土地開發行為、水道分洪及截流、系統性整合滯洪空間，並強化水資源的管理與調度機制，針對沿海鄉鎮市行動不便之高齡化農漁民，則應加強住宅之防護補強與聚落防護力，增建漂浮公共設施、高腳屋與海洋樹，並於強化消防救難訓練與災害防救機制，以降低海水倒灌與暴雨淹水之危機（財團法人成大研究基金會，2015）。

在個人生活習慣上，則需透過環境教育加強民眾節能減碳的環保認知，亦須減少水足跡與生態足跡之消耗，特別是降低地下水的抽取使用，養成節能減碳的好習慣，減少汽機車的使用頻率等，以增加其城市韌性。

三、低度生態足跡地區之綜合脆弱度回復力對策

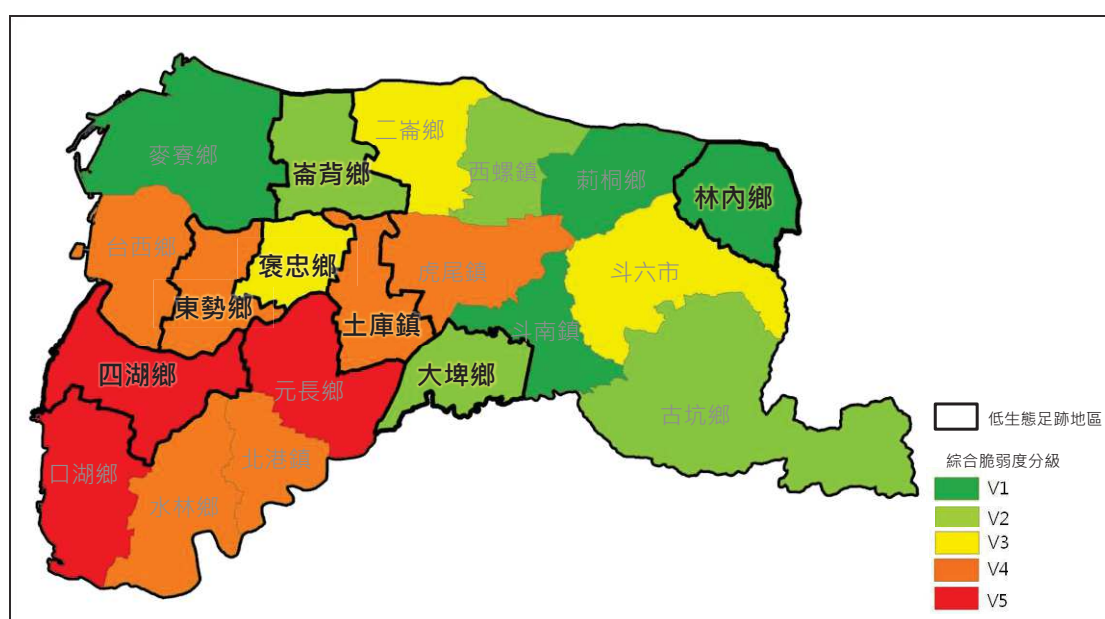


圖 4.3 低度個人生態足跡與綜合脆弱度結果示意圖

本計畫指認出雲林縣低度個人生態足跡的鄉鎮市為四湖鄉、東勢鄉、土庫鎮、崙背鄉、大埤鄉、崙背鄉及林內鄉，其中位於高脆弱度 V4 或 V5 區位的鄉鎮市為四湖鄉、東勢鄉及土庫鎮（圖 4.3），而四湖鄉與土庫鎮全區位於嚴重地層下陷區域，東勢鄉、大埤鄉、崙背鄉與崙背鄉則部分位於嚴重地層下陷區。低度個人生態足跡區位之鄉鎮市可藉由政府鼓勵措施與持續的推動環境教育宣導，以維持個人對於環境保護的態度及行為。對於位在高脆弱度地區的鄉鎮市，則須提升救災體系與災害復原的因應力，制定因地制宜的防救災計畫與即時通報系統，並於沿海加強防洪排水工程，提高海堤高度與建立抽水站與閘門。由於低度個人生

態足跡分類下的鄉鎮市多屬內陸地區，因此可多增建滯洪蓄水池以調節水量，進行排水系統改善工程，並增加河流通洪斷面，還地於河、與水共生策略，以改善淹水潛勢所帶來的災害。

第五章 結論與建議

面對全球氣候變遷異常快速及變化多端，從全國面向或地方層級的氣候變遷調適政策議題已如火如荼進行中。本計畫期望從各項討論環節中，關心氣候變遷及調適的問題以銜接上時勢變化，而非僅做研究性質的對策研擬。本計畫主要為二年期計畫，試圖透過脆弱度與生態足跡的觀點，探究雲林縣的回復力政策。第一年透過自然脆弱度和社會脆弱度的指標建構，發展出雲林縣各鄉鎮市的綜合脆弱度圖層，並針對不同脆弱度層級提出回復力策略；第二年則以個人生態足跡問卷的調查，以量化的數據分析雲林縣各鄉鎮市地區，個人生態足跡的層級分布，並與第一年度的綜合脆弱度進行交叉分析，提出不同層級脆弱度與生態足跡的回復力政策，以建構韌性城鄉策略。

在第一年的計畫成果中，從雲林縣的基本調查資料包含地形地勢、氣候、雨量、歷年天然災害發生類型、人口結構與經濟成長及水資源使用等相關基礎資料中，可以觀察出以農立國的地方政府對一、二級產業發展特別重視，而農業靠天吃飯的生產發展基調是不可避免的。在雲林縣區域計畫的總政策目標便強調「提升及健全雲林面對環境變遷及社經衝擊的區域發展藍圖」，以作為後續縣府於空間上永續發展的施政依據（中華經濟研究院，2015），因此，氣候變遷調適的對策在雲林縣的回復力政策研擬中，特別重要。第一年計畫為找出切合雲林縣面對天然災害、氣候變遷衝擊而反應的回復力政策，研究重點落在了了解其自然脆弱度與社會脆弱度的關係。研究結果發現在自然脆弱度上，經由NCDR取得雲林縣自然脆弱度之數據，分為七個面向來指認各項地理環境的脆弱程度，可發現自然脆弱度最高為斗南鎮，最低為水林鄉，並依其高低不同而區分三層顏色。社會脆弱度則透過二次模糊德爾菲的問卷篩選獲得14個指標變項，分別為人口密度、扶養比、獨居高齡者比、身心障礙者比；社會福利人員比、醫療院所數、病床數；低收入戶比、財政預算比、自來水供水普及率、老舊住屋比；消防人數比、救災車輛、救護車、救生艇數量比等，並透過模糊階層分析法(FAHP)獲得評估指標權重值。

根據NCDR自然脆弱度指標及依本計畫上述社會脆弱度指標計算分析雲林縣20個鄉鎮市數據，並將其分三等級的結果顯示，自然脆弱度最高區位為褒忠鄉、東勢鄉、土庫鎮、元長鄉、四湖鄉、虎尾鎮及口湖鄉；中度區位為水林鄉、大埤鄉、台西鄉、北港鎮、崙背鄉及二崙鄉；脆弱度最低者為西螺鎮、斗南鎮、麥寮鄉、莿桐鄉、斗六市、古坑鄉及林內鄉。社會脆弱度最高者為水林鄉、口湖鄉、斗六市、四湖鄉、北港鎮、台西鄉及元長鄉；中度者為古坑鄉、虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙鄉；低度者為褒忠鄉、麥寮鄉、大埤鄉、斗南鎮、莿桐鄉、林內鄉及崙背鄉。本計畫並將自然脆弱度與社會脆弱度交叉比對出低低、低中、低高、中低、中中、中高、高低、高中、高高的9種類別，並依綜合

脆弱度評比由低至高來區分5種顏色圖層（V1~V5），其中低低為V1圖層，包含麥寮鄉、斗南鎮、蔴桐鄉、林內鄉；低中、中低為V2圖層，包含古坑鄉、西螺鎮、大埤鄉及崙背鄉；中中、低高、高低為V3圖層，包含斗六市、二崙鄉及褒忠鄉；中高、高中為V4圖層，包含水林鄉、北港鎮、台西鄉、虎尾鎮、土庫鎮及東勢鄉；高高為V5圖層，包含口湖鄉、四湖鄉及元長鄉。整體脆弱度的V1~V5圖層可用來判別各鄉鎮市之脆弱度情況之敏感程度，對於研擬回復力對策時，可根據不同的環境條件，給予不同的調適策略。

第一年度計畫指出雲林縣面對環境壓力時，最可能遭受災害鉅變的高脆弱度（V4及V5）鄉鎮市，包含水林鄉、北港鎮、台西鄉、虎尾鎮、土庫鎮、東勢鄉、口湖鄉、四湖鄉及元長鄉，未來政府及民眾應多方思考如何因應氣候變遷可能帶來的災害並事先預防、增強其調適能力以增加其社會或自然回復的能力，如身心障礙人口比高而造成脆弱度高的鄉鎮市（如口湖鄉、四湖鄉、元長鄉、水林鄉、台西鄉及東勢鄉），可增加社會福利措施手段，並加強弱勢族群之風險教育或社區互助等行動以增加其韌性。因人口密度高而造成脆弱度高之鄉鎮市（如虎尾鎮及北港鎮），應加強其基礎建設，並強化大眾運輸系統以降低災害來臨時，因人口密度高而造成之脆弱度。因救災車輛、救護車、救生艇等資源較不足或老舊房屋比例高之鄉鎮市（如土庫鎮），建議增設救助相關硬體設備或增強建物結構等工程以因應未來可能的災害，達成增加韌性的目標。另外，沿海位於地層下陷的鄉鎮市（如口湖鄉、四湖鄉及台西鄉），因可能面臨海平面上升及海嘯的威脅，未來除工程手段外，亦可透過轉型土地利用模式將災害發生受損的可能性降到最低。

第二年度計畫主要依據第一年度對自然脆弱度與社會脆弱度及回復力系統的建構，評估雲林縣在面對氣候變遷引發的各種災害下，透過生態足跡的測量，獲得個人生活習慣與行為受到自然脆弱度及社會脆弱度交互影響下所增加的不同風險程度。經由第一年度之分析基礎及理論建構，第二年度採用分層隨機抽樣的統計方法，進行雲林縣居民個人生態足跡的問卷調查，共回收393份有效問卷，經統計分析後，取得鄉鎮市層級的生態足跡資料，並將生態足跡分成高中低三種層級，再針對雲林縣不同類別鄉鎮市在自然脆弱度、社會脆弱度與生態足跡交互影響下，建議地方政府或民眾回復力與調適力之政策。

第二年度計畫透過單因子變異數分析，將生態足跡細分為個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡，並按照雲林縣各鄉鎮市分區、自然及社會脆弱度層級與個人每日水足跡、個人每日碳足跡、個人建成地足跡及個人每日生態足跡進行比較分析。研究結果發現雲林縣之個人每日碳足跡、個人每日生態足跡與各鄉鎮市地區有其相關性，在各鄉鎮市地區中，斗六市及古坑鄉之平均個人每日水足跡顯著高於麥寮鄉之平均個人每日水足跡，主要與個人飲食習慣所造成的虛擬用水差異有關；二崙鄉之個人每日碳足跡高於水林鄉、四湖鄉及林內鄉，其與二崙鄉人口密度較高、二三級產業人口數亦較高，使

其個人碳排放量高於其他鄉鎮市；此外，虎尾鎮及西螺鎮都市計畫面積遠高於其他鄉鎮市，代表其建成地充足、商業發達，造成個人每日生態足跡亦較高。

本計畫進一步將生態足跡與社會脆弱度、自然脆弱度及綜合脆弱度進行相關性比較，結果顯示生態足跡與自然脆弱度層級未達顯著相關性，但是，個人每日碳足跡則與社會脆弱度層級及綜合脆弱度層級達顯著相關性，與其位於交通運輸樞紐、都市計畫之性質、計畫面積等有關聯（如虎尾鎮、土庫鎮、西螺鎮、東勢鄉及二崙鄉），建議政府部門應加強建設雲林縣之大眾運輸系統，達到降低汽機車之使用率，亦降低生態足跡。

本計畫將雲林縣各鄉鎮市個人生態足跡依序排列，發現人口集中及經濟活動重心之斗六市、虎尾鎮及斗南鎮之個人生態足跡（包含食、衣、住、行）落於高區間內；其中虎尾鎮之個人建成地足跡大，造成個人生態足跡大；崙背鄉及褒忠鄉因個人每日碳足跡小，造成個人生態足跡小。本計畫並利用矩陣法綜合評析雲林縣各鄉鎮市之綜合脆弱度與個人生態足跡，並比較其關係作為後續擬定策略之基準，結果顯示雲林縣綜合脆弱度與生態足跡交叉分析下，麥寮鄉、斗南鎮雖然位於綜合脆弱度低之地區，但其個人生態足跡高；西螺鎮亦為生態足跡高之地區，丘陵地區以斗六市為生態足跡高的地區；內陸地區中虎尾鎮位於脆弱度高且個人生態足跡也高的高風險地區；沿海地區的四湖鄉則位於綜合脆弱度高但個人生態足跡低的區位。

本計畫進一步指認出雲林縣高度個人生態足跡的鄉鎮市為虎尾鎮、斗六市、麥寮鄉、西螺鎮、北港鎮、斗南鎮及二崙鄉，其中位於高脆弱度V4或V5區位的鄉鎮市為虎尾鎮及北港鎮。虎尾鎮及北港鎮為雲林縣人口集中且各項經濟活動之重心，對資源的需求因此也較大，因此個人碳足跡、建成地足跡也較大。因雲林縣各鄉鎮市之大眾運輸建設尚不完整，建議政府應重視大眾運輸系統發展，以降低個人汽機車之使用，達成降低碳排放的目的。在生活方面，建議高度個人生態足跡之鄉鎮市可藉由減少進口商品的需求以達成減少碳足跡的目標，並可藉由環境教育及宣導以增進民眾對於氣候變遷及災害風險的認知，進而提高意願保護環境、避開風險以達成永續社會及韌性城鄉的目的。

雲林縣中度個人生態足跡的鄉鎮市為水林鄉、古坑鄉、莿桐鄉、口湖鄉、元長鄉及台西鄉，其中位於高脆弱度V4或V5區位的鄉鎮市為口湖鄉、元長鄉及台西鄉。其中台西鄉及口湖鄉位於嚴重地層下陷區域，未來更應以防災與治水共生與水土林永續利用為目標，政府可制訂標準獎勵低碳排放量之農、漁及養殖業，鼓勵產業轉型或以轉換土地利用方式以減少環境繼續受到破壞。而雲林縣低度個人生態足跡的鄉鎮市為東勢鄉、四湖鄉、土庫鎮、大埤鄉、林內鄉、褒忠鄉及崙背鄉，位於高脆弱度V4或V5區位的鄉鎮市為四湖鄉、東勢鄉及土庫鎮，此類鄉鎮因低度個人生態足跡，可藉政府鼓勵措施以維持個人對於環境保護的態度。

對於未來研究建議，本計畫主要以雲林縣各鄉鎮市作為實證地區，探討脆弱度與生態足跡高低對地區所造成的影響，並提出相對應的回復力政策，研究結果有助於剖析環境永續與氣候變遷調適之間的互動關係。然而除了從客觀的綜合脆弱度分析到主觀的個人生態足跡調查，未來還可進一步針對民眾的風險認知與態度行為等議題，以及政府在跨域治理上進行更深入的調查，使韌性城鄉的研究架構及分析內容更趨完整。

在研究過程中，本計畫也發現許多值得後續研究的方向，如斗六市、古坑鄉與麥寮鄉的居民的用水習慣與嚴重地層下陷區域的鄉鎮市無明顯關聯，間接證實造成嚴重地層下陷的原因與居民用水習慣相關的民生用水無關，而可能與當地農業及工業用水較有關聯，未來或可從各鄉鎮市的農業用水及工業用水加以比較其差異；又二崙鄉與西螺鎮問卷調查分析結果平均個人每日碳足跡排名為前二高，很可能與訪員的調查方式以繳交金額換算用水、用電及天然氣度數有關，未來在研究方法上應給予訪員及受訪者統一的標準，才不致影響研究結果。再者，個人每日水足跡與生態足跡產生低度負相關的原因，可能受到問卷問題及受訪對象的影響，受訪年齡層級的生活習慣差異是否會影響其相關性及正負向，也可做為未來設計研究內容的參考。

此外，本計畫所調查的雲林縣為農業縣，然而氣候變遷對台灣的衝擊不會僅止於鄉村地區，都市地區也會有不同的脆弱度情形，而都市居民的生活習慣也將造就不同的水足跡、碳足跡及生態足跡，是否城鄉之間在風險認知上會有不同的差異，在本計畫探討脆弱度與生態足跡及回復力的同時，未來或可持續進行脆弱度、生態足跡與風險認知在韌性城鄉中的差異性。

參考文獻

- 中華經濟研究院（2015）。擬定雲林縣區域計畫及研究規劃委託技術服務案。雲林：雲林縣政府委託研究。
- 內政部（2012）。規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫－土地使用領域行動方案（草案）。台北：內政部。
- 內政部消防署（2010）。雲林縣災害防救深耕計畫細部執行計畫。台北：內政部消防署。
- 王文裕（2010）。六輕計畫溫室氣體排放量盤查評鑑。六輕計畫總體評鑑研討會。2010年10月27-29日。台中：朝陽科技大學。
- 交通部（2012）。國家氣候變遷調適行動方案（2012-2017）－維生基礎設施領域（草案）。台北：交通部。
- 交通部（2015）。「民眾日常使用運具狀況調查」摘要分析。台北：交通部。
- 行政院農業委員會（2011）。100 年度「南部區域農地資源空間規劃計畫」雲林嘉義臺南地區農地資源空間規劃計畫－雲林縣。台北：農業委員會。
- 吳明隆、涂金堂（2006）。SPSS與統計應用分析。台北：五南。
- 吳杰穎、黃昱翔（2011）。颱風災害脆弱度評估指標之建立：以南投縣水里鄉為例。都市與計畫。第38卷，第2期，第195-218頁。
- 吳政庭、洪嘉宏、周天穎、葉美伶、何佳薇（2012）。利用崩塌地與環境脆弱度因子分析土地使用之合理性-以曾文溪流域為例。臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會。2012年6月27-28日。第8-9頁。
- 吳孟芳（2007）。從生態足跡檢視城市生活品質－以台北市士林區為例。文化大學建築及都市計畫研究所碩士論文。
- 李永展（1999）。永續環境規劃之新思維。環境教育季刊。第37期，第25-34頁。
- 李永展（2005）。臺灣生態足跡趨勢之分析與比較。農業委員會 94 年度農業管理計畫。
- 李永展（2006）。臺灣生態足跡趨勢之分析與比較。農業委員會林務局95年度農業管理計畫。台北：農業委員會。
- 李永展（2012）。永續國土・區域治理・社區營造：理論與實踐。台北：詹氏書局。

- 李永展 (2014)。生態足跡之計算與建置之先期研究。農業委員會林務局102年度農業管理計畫。台北：農業委員會。
- 李永展、吳孟芳 (2005)。臺灣生態足跡之計算。第一屆兩岸環境資源與地區發展學術研討會。2005年6月15日。台北：中國文化大學。
- 李永展、陳安琪 (1998)。從生態足跡的觀點探討臺灣的永續發展。經社法制論叢。第22期，第437-465頁。
- 李永展、陳安琪 (1999)。應用生態足跡分析探討貿易對永續發展之影響。都市與計劃。第26期第2卷，第133-151頁。
- 李香潔、盧鏡臣 (2010)。氣候變遷社會脆弱性的發展及其可能應用。國研科技。第25期，第4-6、53-61頁。
- 李婷潔、李永展 (2012)。社會脆弱度指標作為氣候變遷下的永續環境規劃工具：以嘉義縣為例。2012環境教育學術暨實務交流研討會學術論文。2012年11月9-11日。台北：臺灣師範大學
- 杜政榮、林大舒 (2008)。臺灣地區農糧消耗之生態足跡評析。國立空中大學生活科學學報。第12期，第25-60頁。
- 周仁尹、曾春榮 (2006)。從弱勢族群的類型談教育選擇權及教育財政革新，教育研究與發展期刊。第2卷第3期，第93-122頁。
- 周嫦娥 (2010)。水足跡概念與臺灣虛擬水進出口流量。2010綠色科技與人才培育國際研討會。2010年11月18-19日。台南：崑山科技大學，。
- 周嫦娥 (2011a)。水足跡之衡量。2011年氣候變遷國際研討會。2013年1月15-17日。台北：經濟部水利署。
- 周嫦娥 (2011b)。水足跡概念推廣與先期研究，台北：經濟部水利署。
- 周嫦娥、李繼宇 (2009)。臺灣之虛擬水資源流量與糧食安全。台北：臺灣經濟學會。
- 周嫦娥、李繼宇、林惠芬、阮香蘭 (2011)。企業水資源管理新指標--水足跡。工業污染防治。第117期，第175-199頁。
- 林冠慧、吳珮瑛 (2004)。全球變遷下脆弱度與適應性研究方法與方法論的探討，全球變遷通訊雜誌。第43期，第33-38頁。
- 林漢良 (2014)。臺灣國土容受力分析與調適策略-以北部區域為例。台北：內政部營建署城鄉發展分署。
- 邱淑宜 (2010)。臺灣海岸脆弱度指標建立與應用之研究。國立海洋大學海河工

程學系碩士論文。

侯佩君、杜素豪、廖培珊、洪永泰、章英華(2008)。臺灣鄉鎮市區類型之研究：「臺灣社會變遷基本調查」第五期計畫之抽樣分層效果分析。調查研究—方法與應用。第23期，第7-32頁。

南華大學建築與景觀系(2006)。雲林縣鄉村風貌綱要規劃成果報告書。雲林：雲林縣政府委託研究。

翁毓琪、許承先(2009)。溫泉旅館之生態足跡估算-以新北投地區為例。2009年第六屆台北學暨第八屆北投學學術研討會-點亮台北文化據點暨北投都會社區生活展望研討會。2009年10月17-18日。台北：新民國中附屬北投社區大學。

財團法人成大研究基金會(2015)。雲林縣易淹水地區整體環境改造與永續發展計畫(含地層下陷地區13鄉鎮地區示範)案。雲林：雲林縣政府委託研究。

國家災害防救科技中心(2012)。國家災害防救科技中心2012年年報。台北：國家災害防救科技中心。

國家災害防救科技中心(2014)。災害領域行動方案。台北：國家災害防救科技中心。

國家科學委員會(2011)。臺灣氣候變遷科學報告(2011)。台北：國家科學委員會。

張書瑋(2011)。氣候變遷下臺灣海岸地區脆弱度分析。國立海洋大學海河工程學系碩士論文。

莊富源(2010)。肯認差異：多元文化主義的弱勢教育意涵。研習資訊。第27期第6卷，第3-8頁。

許添本(2001)。都會永續運輸的願景與發展策略。行政院國科會專題研究計畫。

陳建忠、吳杰穎(2011)。氣候變遷下災害風險評估指標系統之建立。建築學報。第75期，第43-60頁。

童慶斌(2012)。跨領域脆弱度評估與回復能力建構計畫。2012氣候變遷調適科技國際研討會。2012年9月15日。桃園：國立中央大學。

馮正民、詹士樑(2007)。全球化與氣候變遷下國土規劃之研究。台北：國家科學委員會。

黃光昕(2008)。雲林縣沿海地區發展永續創意都市發展指標系統評估體系研究。逢甲大學都市計畫研究所碩士論文。

- 經濟建設委員會(2011)。雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫(核定本)。台北：經濟建設委員會。
- 經濟建設委員會(2012)。地方氣候變遷調適計畫規劃作業指引。台北：經濟建設委員會。
- 經濟部水利署(2011)。易淹水地區水患治理綱要計畫。台北：經濟部水利署。
- 經濟部水利署(2012)。水資源開發利用總量管制策略推動規劃。台北：經濟部水利署。
- 葉佳宗、黃書禮、劉小蘭(1999)。生態足跡、永續發展與臺灣農地保育。都市與計劃。第26期第2卷，第189-208頁。
- 臺灣大學建築與城鄉研究發展基金會(2012)。雲林縣綜合發展計畫第二次通盤檢討。雲林：雲林縣政府委託研究。
- 環境保護署(2002)。中華民國國家通訊第一版－聯合國氣候變化綱要公約。台北：環境保護署。
- 環境保護署(2010)。中華民國國家通訊第二版草案－聯合國氣候變化綱要公約。台北：環境保護署。
- 關華山譯(1996)。Zeisel, J.著。研究與設計-環境行為研究的工具。台北：田園城市文化。
- Andrew, J.R. & Neema, N. (2011). Putting people at the center of climate change adaptation plans: a vulnerability approach. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*. 2(4): 1-23.
- Adger, W.N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*. 16(3): 268-281.
- Adger, W.N., Agrawala, S., Mirza, M.M.Q., Conde, C., O'Brien, K. & Pulhin, J., et al. (2007). Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- Adger, W.N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M. & Eriksen, S. (2004). *New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity*. UK Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Adger, W.N., Paavola, J., Huq, S. & Mace, M.J. (2006). *Fairness in Adaptation to Climate Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Allan, A.J. (1999). Convenient solution. *The UNESCO Courier*, February, pp.29-31

- Arup, RPA, & Siemens (2014). *Toolkit for Resilient Cities: Infrastructure, Technology and Urban Planning*. A research project carried out by Arup, RPA and Siemens (toolkit_for_resilient_cities_summary.pdf).
- Bagliani, M., Contu, S., Coscia, I. & Tiezzi, E. (2003). The evaluation of the ecological footprint of the Province of Siena (Italy). *Advances in Ecological Sciences*. 18: 387-396.
- Barnett, J. & O'Neill, S. (2010). Maladaptation. *Global Environmental Change*. 20: 211-213.
- Barnett, J., Lambert, S. & Fry, I. (2008). The hazards of indicators: insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*. 98(1): 102–119.
- Barrett, J., Birch, R., Cherrett, N. & Wiedmann, T. (2005). Exploring the Application of the Ecological Footprint to Sustainable Consumption Policy. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 7, 303-316.
- Bicknell, K.B., Ball, R.J., Cullen, R. & Bigsby, H.R. (1998). New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand Economy. *Ecological Economics*. 27: 149-160.
- Bueno, R., Herzfeld, C., Stanton, E. & Ackerman, F. (2008). *The Caribbean and Climate Change: The Costs of Inaction*. Stockholm Environment Institute, US Center and Global Development and Environment Institute, Tufts University.
- Chapagain A.K. & Hoekstra, A.Y. (2004). *Water Footprint of Nations*. Value of Water Research Report Series NO. 16. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education.
- Cochran, W.G. (1963). *Sampling Techniques* (2nd. Ed.). New York: Wiley.
- Committee on Climate Change (CCC) (2010). *Building a Low-carbon Economy – The UK's Innovation Challenge* (<http://www.theccc.org.uk>) (Retrieved: 2012/12/31).
- Commission on Climate Change and Development (2009). *Closing the Gaps: Disaster Risk Reduction and Adaptation to Climate Change in Developing Countries*. Ministry of Foreign Affairs, Stockholm, Sweden.
- Cutter, S.L. (2003). The vulnerability of science and the science of vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers*. 93(1): 1–12.
- Cutter, S.L. (2006). *Hazards, Vulnerability and Environmental Justice*. London,

- Sterling, VA.: Earthscan Publication.
- Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*. 18: 598–606.
- Cutter, S.L., Boruff, B.J. & Shirley, W.L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*. 84: 242-261.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T. & Scott, M.S. (1997). *Handbook for Conducting a GIS-based hazards assessment at the county level*. Columbia, SD: University of South Carolina.
- Cutter, S.L., Mitchell, J.T. & Scott, M.S. (2000). Revealing the vulnerability of people and places: a case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*. 90(4): 713-737.
- Davies, M., Guenther, B., Leavy, J., Mitchell, T. & Tanner, T. (2008). *Climate Change Adaptation, Disaster Risk Reduction and Social Protection: Complementary Roles in Agriculture and Rural Growth?* Institute of Development Studies Centre for Social Protection and Climate Change and Disasters Group. IDS: Institute of Developing Studies.
- de Oliverira-Mendes, J.M. (2009). Social vulnerability indexes as planning tools: beyond the preparedness paradigm. *Journal of Risk Research*. 12(1): 43-58.
- Deutsch, L., Jansson, A., Troell, M., Ronnback, P., Folke, C. & Kautsky, N. (2000). The ecological footprint: communicating human dependence on nature's work. *Ecological Economics*. 32: 351-335.
- Erb, K.H. (2004). Actual Land Demand of Austria 1926-2000: a Variation on Ecological Footprint Assessments. *Land Use Policy*. 21: 247-259.
- Eriksen, S. & Kelly, P. (2007). Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment. *Mitigation, Adaptation, Strategic Global Change*. 12(4): 495–524.
- Eriksen, S. & Brown, K. (2011). Sustainable adaptation to climate change. *Sustainable Adaption to Climate Change: Prioritising Social Equity and Environmental Integrity*. 3(1): 3-6.
- Eriksen, S., Aldunce, P., Bahinipati, C.S., Martins, R.D., Molefe, J.I., Nhemachena, C., O'brien, K., Olorunfemi, F., Park, J., Sygna, L. & Ulsrud, K. (2011). When not every response to climate change is a good one: Identifying principles for

- sustainable adaptation to climate change. *Sustainable Adaption to Climate Change: Prioritising Social Equity and Environmental Integrity*. 3(1): 7-20.
- Ewing, B., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., Moore, D. & Wackernagel, M. (2009). *The Ecological Footprint Atlas 2009*. Global Footprint Network. California: Oakland. (<http://www.footprintnetwork.org>) (Retrieved: 2012/12/31). (Retrieved: 2012/12/31).
- FAO (2013). *FAO Statistical Yearbook 2013*.
- Ferng, J.J. (2005). Local sustainable yield and embodied resources in ecological footprint analysis: a case study on the required paddy field in Taiwan. *Ecological Economics*. 53: 415-430.
- Folke, C., Jansson, Å., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S.R., Chapin, F.S. & Crépin, A.S., *et al.* (2011). Reconnecting to the biosphere. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 40(7): 719–738.
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. & Giljum, S. (2011). *Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint: Defining the “Footprint Family” and its Application in Tracking Human Pressure on the Planet*. UK: One Planet Economy Network.
- GFN (2008). Calculation Methodology for the national Footprint Accounts, 2008 Edition.
http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/ecological_footprint_atlas_2008/
- GFN (2010a). *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland, CA: Global Footprint Network.
- GFN (2010b). *Calculation Methodology for the National Footprint Accounts*, 2010 edition. Oakland, CA: Global Footprint Network.
- GFN (2012). *The National Footprint Accounts, 2011 edition*. Global Footprint Network, Oakland, CA, USA
- GFN (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere’s regenerative capacity: the National Footprint Accounts’ underlying methodology and framework. *Ecological Indicators*. 24: 518–533.
- GFN (2015). Global Footprint Network.
(http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/earth_overshoot_day_2015_press_release)

- Gossling, S., Hansson, C.B., Horstmeier, O. & Saggel, S. (2002). Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability. *Ecological Economics*. 43: 199-211.
- Gunderson, L. & Holling, C.S. (Eds.) (2001). *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington, DC: Island Press.
- Haberl, H., Erb, K.H. & Krausmann, F. (2001). How to calculate and interpret ecological footprints for long Periods of time: the case of Austria 1926–1995. *Ecological Economics*. 38: 25-45.
- Hardoy, J. & Satterthwaite, D. (2009). *Urban Development and Intensive and Extensive Risk*. Background Paper for the ISDR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2009. London: International Institute for Environment and Development (IIED).
- Healey, P. & Upton, R. (Eds.) (2010). *Crossing Borders International Exchange and Planning Practices*. Oxon: Routledge.
- Healey, P. (2007). *Urban Complexity and Spatial Strategies: Towards a Relational Planning for our Times*. New York: Routledge.
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change*. 21: 198-208.
- Hoekstra, A.Y. & Chapagain, A.K. (2007). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*. 21: 35-48.
- Hoekstra, A.Y. & Chapagain, A.K. (2008). *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. & Mekonnen, M.M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard*. London, Washington, DC.
- Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 4: 1-23.
- IEA (2009). *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. Paris: IEA.
- IGBP, IOC & SCOR (2013). Ocean Acidification Summary for Policymakers – Third Symposium on the Ocean in a High-CO₂ World. International

Geosphere-Biosphere Programme. Sweden: Stockholm.

- IPCC (2001). Synthesis report. In *Climate Change 2001. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Watson, R.T. *et al.* (Eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC (2007). Summary for policymakers. In *Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L. (Eds.). Cambridge, UK and New York, NY, US: Cambridge University Press.
- IPCC (2013). Climate Change 2013. In *The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G. K., Tignor, M.M.B., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (Eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Isreal, G.D. (1992). *Sampling the evidence of extension program impact. PEOD-5*. (<http://edis.ifas.ufl.edu/document%20pd005>) (Retrieved: 2012/12/31).
- Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*. 31: 220-229.
- Jacob, S., Weeks, P., Blount, B. & Jepson, M. (2013). Development and evaluation of social indicators of vulnerability and resiliency for fishing communities in the Gulf of Mexico. *Marine Policy*. 37: 86–95.
- Jha, A.K., Miner, T.W. & Stanton-Geddes, Z. (Eds.) (2013). *Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice*. Directions in Development. Washington, DC: World Bank.
- Khailania, D.K. & Pererab, R. (2013). Mainstreaming disaster resilience attributes in local development plans for the adaptation to climate change induced flooding: a study based on the local plan of Shah Alam City, Malaysia. *Land Use Policy*. 30: 615– 627.
- Khan, S. (2012). Vulnerability assessments and their planning implications: a case study of the Hutt Valley, New Zealand. *Natural Hazards*. 64: 1587–1607.
- King, D. & MacGregor, C. (2000). Using social indicators to measure community vulnerability to natural hazards. *Australian Journal of Emergency Management*.

15(3): 52-57.

- Laarhoven, P.J.M. & Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*. 11: 229-241.
- Lammers, A., Moles, R., Walsh, C. & Huijbregts, M.A.J. (2008). Ireland's footprint: a time series for 1983–2001. *Land Use Policy*. 25: 53-58.
- Lawrence, J.V. & Thomas, J.C. (2005). *The Resilient City – How Modern Cities Recover From Disaster*. New York: Oxford University Press.
- Lee, Y.-J. & Chen, A.-C. (1998). Sustainable Taipei?--Using the ecological footprint concept to explore Taipei's sustainability. *International Symposium on City Planning 1998*.
- Lee, Y.-J. & Lin, S.-C. (2014). Carbon footprint accounting practices in Taiwan. *Advanced Materials Research*. 962-965: 1529-1540.
- Lee, Y.-J. & Peng, L.-P. (2014). Taiwan's ecological footprint (1994–2011). *Sustainability*. 6(9): 6170-6187.
- Lee, Y.-J. (2014). Social vulnerability indicators as a sustainable planning tool, *Environmental Impact Assessment Review*. 44: 31–42
- Lenzen, M. & Murray, S.A. (2001). A modified ecological footprint method and its application to Australia. *Ecological Economics*. 37: 229–255.
- Martín-Cejas, R. & Ramírez Sánchez, P. (2010). Ecological footprint analysis of road transport related to tourism activity: the case for Lanzarote Island. *Tourism Management*. 31: 98-103.
- McDonald, G.W. & Patterson, M.G. (2004). Ecological Footprints and Interdependencies of New Zealand Regions. *Ecological Economics*. 50: 49-67.
- McGray, H., Hammill, A. & Bradley, R. (2007). *Weathering the Storm: Options for Framing Climate Change and Development*. WRI Report, Washington, DC: World Resource Institute.
- Mearns, R. & Norton, A. (Eds.) (2010). *Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World*. Washington, DC: The World Bank.
- Menoni, S., Molinari, D., Parker, D., Ballio, F. & Tapsell, S. (2012). Assessing multifaceted vulnerability and resilience in order to design risk-mitigation strategies. *Natural Hazards*. 64: 2057–2082.

- Mimura, N. (2007). Small Islands. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mohai, P., Pellow, D. & Roberts, J.T. (2009). Environmental justice. *Annual Review of Environment and Resources*. 34: 405–430.
- Morrow, B.H. (1999). Identifying and mapping community vulnerability. *Disaster*. 23(1): 1-18.
- Murray, T.J., Pipino, L.L. & Van Gigch, J.P. (1985). A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. *Human Systems Management*. 5: 76-80.
- NCDR (2012). The National Cardiovascular Data Registry (NCDR) *Data Quality Brief: the NCDR Data Quality Program in 2012*. University of Colorado Anschutz Medical Campus, Aurora, Colorado, USA.
- Niccolucci, V., Tiezzi, E., Pulselli, F.M. & Capineri, C. (2012). Biocapacity vs ecological footprint of world regions: a geopolitical interpretation. *Ecological Indicators*. 16: 23–30.
- Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum B., Wyche K. & Pfefferbaum, R. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*. 41: 127–150.
- Nullis, C. (2012). *Record arctic sea ice melt, multiple extremes and high temperatures*. Press Release. No. 966. 28 November. World Meteorological Organization.
- O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., Javed, A., Bhadwal, S., Barg, S., Nygaard, L. & West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change*. 14: 303-313.
- Ojerio, R., Moseley, C., Lynn, K. & Bania, N. (2011). Limited involvement of socially vulnerable populations in federal programs to mitigate wildfire risk in Arizona. *Natural Hazards Review*. 12(2): 28–36.
- Parris, T.M. & Kates, R.W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*. 28: 559–86.
- Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (2007). *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Cambridge, UK and

New York, NY, US: Cambridge University Press.

- Pelling, M. (2003). *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London: Earthscan
- Pradhan, N.S., Khadgi, V.R., Schipper, L., Kaur, N. & Geoghegan, T. (2012). *Role of Policy and Institutions in Local Adaptation to Climate Change – Case studies on responses to too much and too little water in the Hindu Kush Himalayas*. Kathmandu: ICIMOD.
- Pulselli, F.M., Bastianoni, S., Marchettini, N. & Tiezzi, E. (2008). The road to sustainability, GDP and future generations. *The Sustainable World*. 18, WIT Press, Southampton (UK).
- Roger, F., Katrina, B. & Tompkins, E.L. (2007). Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion. *Climate Policy*. 7: 46–59.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Satterthwaite, D. (2008). *Climate Change and Urbanization: Effects and Implications for Urban Governance*. United Nations: United Nations Secretariat.
- Schipper, L. (2009). Meeting at the crossroads? exploring the linkages between climate change adaptation and disaster risk reduction. *Climate and Development*. 1(1): 16–30.
- Smit, B. & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change Journal*. 16: 282–292.
- Steinführer, A., Tunstall, S., Tapsell, S. & Fernandez-Bilbao, A. (2007). *Vulnerability and Flooding: A Re-analysis of FHRC Data*. UK: European Community.
- Sterr, R.K., Klein, R.J. & Reese, S. (2003). Climate change and coastal zones: An overview of the state-of-the-art on regional and local vulnerability assessment. In Giupponi, C. & Shechter, M. (Eds.). *Climate Change in the Mediterranean Socio-Economic Perspectives of Impacts, Vulnerability and Adaptation*. Cheltenham: Edward Elgar. Pp. 245-278.
- Stoglehner, G. (2003). Ecological footprint – a tool for assessing sustainable energy supplies. *Journal of Cleaner Production*, 11: 267-277.
- Sustainable London Trust (1996). *Sustainable London*. London: Sustainable London Trust.
- Timmerman, P. (1981). *Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A*

Review of Models and Possible Climate Applications. Toronto: Institute for Environmental Studies, University of Toronto.

Tseng, Y.H., Breaker, L.C. & Chang, E.T.Y. (2010). Sea level variations in the regional seas around Taiwan. *Journal of Oceanography*. 66: 27-39.

Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A. & Schiller, A. (2003). *A framework for vulnerability analysis in sustainability science*. Graduate School of Geography and George Perkins Marsh Institute, Clark University, Worcester.

UNFCCC (2007). *Report of the Conference of the Parties on its Thirteenth Session Held in Bali*. 3 to 15 December 2007. Bali: United Nations.

UNISDR (International Strategy for Disaster Reduction) (2010). *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready, 2010–2011*. World Disaster Reduction Campaign.

United Nations Division for the Advancement of Women (2001). *Environmental management and the mitigation of natural disasters: A gender perspective*. http://www.un.org/womenwatch/daw/csw/env_manage/documents/EGM-Turkey-final-report.pdf

Vogel, C.E., Moser, S.C., Kasperson, R.E. & Dabelko, G.D. (2007). Linking vulnerability, adaptation and resilience science to practice: pathways, players and partnerships. *Global Environment Change*. 17 (3-4): 349-364.

Wackernagel, M. & Rees, W.E. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.

Wackernagel, M. & Richardson, D. (1998). *How to calculate a household's ecological footprint*. Anahuac University of Xalapa and University of Texas.

Wackernagel, M. (1998). The ecological footprint of Santiago de Chile. *Local Environment*. 3: 7-25.

Wackernagel, M., Monfreda, C., Erb, K.H., Haberl, H. & Schulz, N.B. (2004). Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961–1999: Comparing the conventional approach to an ‘actual land area’ approach. *Land Use Policy*. 21: 261–269.

Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A.C., Lopez Falfan, I.S., Garcia, J.M. Guerrero, A.I.S. & Guerrero, M.G.S. (1999). National natural capital accounting

- with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*. 29: 375-390.
- Wang, B.-C., Chou, F.-Y. & Lee, Y.-J. (2012). Ecological footprint of Taiwan: a discussion of its implications for urban and rural sustainable development. *Computers, Environment and Urban Systems*. 36(4): 342-349.
- Water Footprint Network (2013). WFN. <http://www.waterfootprint.org/?page=files/home> (Retrieved 2013/8/26).
- Wiedmann, T. & Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint' In Pertsova, C.C. (Ed.) *Ecological Economics Research Trends*. Chapter 1, pp. 1-11, Hauppauge, New York: Nova Science Publishers. (https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999)
- Wood, N.J., Burton, C.G. & Cutter, S.L. (2010). Community variations in social vulnerability to tsunamis in the U.S. Pacific Northwest. *Natural Hazards*. 52: 369-389.
- WWF (2010). *Living Planet Report*. Gland: Switzerland World Wide Fund for Nature.
- Yang H., Zhou Y., Liu J., (2009). Land and water requirements of biofuel and implications for food supply and the environment in China. *Energy Policy* 37: 1876-1885.
- Yohe, G.W., Lasco, R.D., Ahmad, Q.K., Arnell, N.W., Cohen, S.J., Hope, C., Janetos, A.C. & Perez, R.T. (2007) Perspectives on climate change and sustainability. In Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 811-841.
- Zhang, Y. (2010). Residential housing choice in a multihazard environment: Implications for natural hazards mitigation and community environmental justice. *Journal of Planning Education and Research*. 30(2): 117–131.
- Zhou, P. & Liu, G. (2009) The Change in Values for Ecological Footprint Indices Following Land-use Change in a Loess Plateau Watershed in China, *Environmental Earth Sciences*, 59:529-536.

參考網站

中央地質調查所地質資料整合查詢 (2012)。網址：

<http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm> (上網日期：2012.11.02)。

中央氣象局網站 (2013)。網址：

http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/statistics/statistics_1_1.html

(上網日期：2013.02.20)。

交通部 (2013)。網址：<http://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=54&parentpath=0,6>

(上網日期：2015.10.28)

行政院主計處 (2011)。網址：<http://www.dgbas.gov.tw/mp.asp?mp=1> (上網日期：2011.05.03)

張靖霖 (2010)。碳足跡還不夠 再來個水足跡。網址：

http://blog.sina.com.tw/green_viewpoint/article.php?entryid=592442。(上網日期：2015.11.20)

雲林縣政府水利處。網址：<http://www4.yunlin.gov.tw/water/>。(上網日期：2013.11.02)

雲林縣政府主計處。網址：<http://www4.yunlin.gov.tw/accounting/index.jsp>。(上網日期：2015.08.20)

經濟部水利署中區水資源局 (2013)。網址：

<http://www3.wracb.gov.tw/PlanShow.asp?CatID=2> (上網日期：2013.6.3)。

經濟部水利署各項用水統計資料庫網站 (2013)。網址：

<http://wuss.wra.gov.tw/index.html> (上網日期：2013.09.04)。

臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫 (2013)。網址：

<http://tccip.ncdr.nat.gov.tw/NCDR/main/index.aspx> (上網日期：2013.03.25)。

GFN (2015)。網址：

http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_calculator_frequently_asked_questions/ (上網日期2015.08.20)。

附錄一 個人生態足跡問卷內容

個人生態足跡問卷調查

您好：

感謝您參與填寫問卷，本問卷是因應科技部補助之「脆弱度、回復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究」計畫(計畫編號：NSC102-2410-H-170-005-SS2)所設計，主要是為了計算雲林縣民眾日常生活所產生的生態足跡量，本問卷僅供研究使用，不會洩漏您的個人資料，敬請安心填寫。

計畫主持人：李永展教授

計畫夥伴：董娟鳴副教授、李品蓉、陳喬琪、田孟凌

一、**碳足跡**(以環保署綠色生活網碳足跡計算網頁為發問依據，以利計算碳排放量)⁸

■**食**(以衛福部標準，一份肉約為一兩≒30 公克，而一片排骨肉約 3 份量(90 公克)，一隻秋刀魚約為 4 份量(120 公克)，以此推估)

1. 您昨天有吃肉嗎？吃了多少的肉類？

_____份，共約_____公克

■**衣**

2. 您平均一個月購買多少新衣？

☐無☐有，共約_____件

■**住(居住)**

3. 與您同戶居住者共有_____人。

4. 您本月的用電量(總電量/戶人口數)？(春季平均每戶用電量約 240 度，請受訪者依實際台電公司電費單加以計算)

☐無☐50 度以下☐100 度以下☐300 度以下☐300 度以上

5. 您本月的用水量(總水量/戶人口數)？(請依自來水公司帳單作答)

☐無☐5 度以下☐10 度以下☐20 度以下☐20 度以上

6. 您本月的用天然氣量(總天然氣量/戶人口數)？(請依天然氣公司帳單作答)

☐無☐5 度以下☐10 度以下☐20 度以下☐20 度以上

7. 您家本月用瓦斯量為何？(家用桶裝瓦斯一桶約 16 或 20 公斤平均使用 60 日)

家用瓦斯為_____公斤/桶，一桶大約使用_____天。

8. 住家建成地問題：請問您住家樓地板面積_____坪。(若是透天厝須加總)

⁸網址：http://ecolife.epa.gov.tw/Cooler/check/Co2_Countup.aspx

■交通

9. 您主要的交通工具為何

- ☐步行 ☐腳踏車 ☐大眾運輸-公車（選擇前三項者跳至第二部分作答）☐小客車/轎 ☐小貨車/休旅車 ☐機車

10. 呈上題，該交通工具排氣量多少？_____CC (若受訪者清楚可直接填答)

- ☐100CC 以下☐150CC 以下☐250CC 以下☐550CC 以下☐550CC 以上

☐1200 CC 以下☐1600CC 以下☐2000CC 以下☐2500CC 以下☐3000CC 以上

11. 呈上題，該交通工具每月平均行駛距離多少

- ☐無☐50 公里以下☐100 公里以下☐150 公里以下☐150 公里以上

二、水足跡（以環境品質文教基金會的水足跡知多少為發問依據，以利計算水足跡）⁹

■食

主要想了解您一周攝取飲食的狀況，如果您記得一周詳細飲食狀況，敬請告知；若您較無印象，請以平均一周會攝取的份量來回應，或是回答每一類食物平均一天吃多少，再請訪員乘以 7 天來填寫。

1. 您的食物攝取：(可參考附件一表格計算)

- 每週攝取穀類多少量？(例如：飯類、麥片、麵類、饅頭等，一碗飯約 200 公克，以此推估)

☐無☐有，共約_____公克

- 每週攝取澱粉根莖類多少量？(例如：地瓜、芋頭、南瓜等)

☐無☐有，共約_____公克

- 攝取水果類多少量？(例如 7-11 一份綜合水果約 200 公克，一碗綜合水果約 130 公克)

☐無☐有，共約_____公克

- 每週攝取蔬菜類多少量？(例如：熟菜半碗量約 100 公克，生菜半碗約 50 公克)

☐無☐有，共約_____公克

- 每週攝取乳品類多少量？

☐無☐有，共約_____公克

- 每週攝取豬肉多少量？

☐無☐有，共約_____公克

- 每週攝取牛肉多少量？

☐無☐有，共約_____公克

- 每週攝取雞肉多少量？

⁹水足跡計算器：<http://www.eqpf.org/WaterCalculator.aspx>

- ☐無☐有，共約_____公克
- 每週攝取羊肉多少量？
☐無☐有，共約_____公克
- 每週攝取海鮮類多少量？
☐無☐有，共約_____公克
- 每週攝取蛋類及其製品多少量？(例如:蛋一顆約 65 公克，以此推估)
☐無☐有，共約_____公克
- 每週攝取豆製品多少量？
☐無☐有，共約_____公克

2. 您的飲料類攝取：(請注意此題為每天攝取量)

- 每天攝取水多少量？(市售瓶裝保特瓶為 600ml)
☐無☐1000ml 以下☐1500ml 以下☐2000ml 以下☐2000ml 以上
- 每天攝取咖啡多少量？(便利商店杯裝咖啡小杯約 480ml,中杯約 360ml,大杯約 480ml)
☐無☐200ml 以下☐500ml 以下☐800ml 以下☐800ml 以上
- 每天攝取果汁多少量？(市售瓶裝保特瓶為 600ml,盒裝為 350ml-480ml)
☐無☐500ml 以下☐800ml 以下☐1000ml 以下☐1000ml 以上
- 每天攝取茶多少量？(市售瓶裝保特瓶為 600ml,盒裝為 350ml-480ml)
☐無☐500ml 以下☐800ml 以下☐1000ml 以下☐1000ml 以上

3. 每週在家烹煮天數？

- ☐無☐1 天以下☐3 天以下☐5 天以下☐5 天以上

4. 洗碗(洗滌)方式？

- ☐手洗，浸泡式 ☐手洗，沖洗式 ☐洗碗機

■衣

5. 每周洗衣多少次？

- ☐無 (請跳至第 7 題作答) ☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上

6. 承上題，每次洗多少公斤？

- ☐0.5 公斤以下☐1 公斤以下☐2 公斤以下☐2 公斤以上

7. 洗衣機種類

- ☐民 87 年前購買機種 ☐省水漩渦洗衣機 ☐省水滾筒洗衣機

8. 本周手洗衣物幾次？

- ☐無 (請跳至第 10 題作答) ☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上

9. 承上題，每次洗多少斤？

- ☐0.5 公斤以下☐1 公斤以下☐2 公斤以下☐2 公斤以上

■住

10. 水龍頭類型？
☐民 87 年前購買型式 ☐一般型，有省水墊片 ☐省水型水龍頭
11. 家中水龍頭幾處漏水？
☐無☐1 處以下☐3 處以下☐5 處以下☐5 處以上
12. 個人每天淋浴____次
☐無☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上
13. 承上題，每次幾分鐘？
☐5 分鐘以下☐10 分鐘以下☐15 分鐘以下☐15 分鐘以上
14. 蓮蓬頭型式？(若無淋浴設備可直接寫無淋浴設備)
☐民 87 年前購買型式 ☐省水型蓮蓬頭
15. 每周泡澡____次
☐無（請跳至第 17 題作答）☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上
16. 每次泡澡形式？
☐泡半身 ☐泡全身
17. 每天沖馬桶大號幾次？
☐無☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上
18. 每天沖馬桶小號幾次？
☐無☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上
19. 是否檢測馬桶漏水？
☐是 ☐否
20. 馬桶型式？
☐民國 87 年前購買一般型式 ☐民 87 年前購買一般型式加裝省水裝置 ☐一段式省水馬桶 ☐二段式省水馬桶

■行

21. 本月洗汽車幾次？
☐無☐1 次以下☐3 次以下☐5 次以下☐5 次以上☐無汽車
22. 洗車方式(若從不洗車可另行標註)
☐自助洗車 ☐機器洗車☐無汽車
23. 本月洗機車幾次？
☐無☐1 次以下☐無機車

=====

二、基本資料(打*者為必填)

1.姓名*：

2.電話：

3.E-mail：4.地址：

5.性別*：☐男☐女

6.職業*：☐農☐工☐商☐服務業☐其他_____

7.年齡*：☐20歲以下 ☐21-30歲 ☐31-40歲 ☐41-50歲 ☐51歲以上

8.居住地*：

☐斗六市☐斗南鎮☐虎尾鎮☐西螺鎮☐土庫鎮☐北港鎮☐水林鄉

☐古坑鄉☐大埤鄉☐蔴桐鄉☐林內鄉☐二崙鄉☐崙背鄉☐口湖鄉

☐麥寮鄉☐東勢鄉☐褒忠鄉☐台西鄉☐元長鄉☐四湖鄉

9.教育程度*：

☐不識字 ☐國中小學 ☐高中(職) ☐大專院校☐碩博士

10.個人年所得(個人GDP測量)*：若非家中經濟主要來源者，則依主計處分類，以家戶人數去平均整家戶可支配所得(即總收入/人口數)

☐250,000元以下☐250,000-349,999元☐350,000-499,999元

☐500,000-700,000元☐700,000元以上

11.貴戶人口數*：☐1人 ☐2人 ☐3人 ☐4人 ☐5人 ☐6人 ☐其他：_____人

備註：

1. 為求本問卷之真實性，請務必留下受訪者姓名，其電話或e-mail可擇一填寫，本問卷調查結束一個月後將有中華經濟研究院專員簡單跟您確認是否做過本問卷；

2. 另本計畫預計將有延續性研究，若您願意做本計畫第二次問卷訪談對象，請留下上述1-4項的基本資料，以利後續跟您聯繫，衷心感謝。

===== 問卷結束，再次感謝您的耐心填答=====

■ 食物重量代換衡量標準：

➤ 穀類		➤ 澱粉根莖類		➤ 水果類 (一碗量約 130 公克/ 一盤量約 200 公克)		➤ 豆類及雞蛋、乳品		➤ 蔬菜類	
項目(碗)	公克	項目(顆)	公克	項目(顆)	公克	項目	公克	項目	公克
米飯	200	馬鈴薯	200	蘋果(小)	130	豆腐(半盒)	140	熟菜(1/2 碗)	100
饅頭(中)	120	地瓜	150	柳丁	130	豆干(片)	32	生菜(碗)	100
稀飯	250	芋頭	220	葡萄(顆)	10	雞蛋(個)	65		
麵條	120			極柑	150	起士(片)	25		
麥片	80			西瓜(片)	250	奶粉(三匙)	25		
全麥吐司 (片)	25			香蕉(根)	190	牛奶(小瓶 240ml)	240		
➤ 肉類 (1 份約 2/3 掌心)		➤ 海鮮類 (1 份約 2/3 掌心)		小番茄(顆/ 碗)	8/130	豆皮(片)	15		
豬肉	30	魚類	35	芒果	110				
牛肉	30	蝦	30	土芭樂	155				
雞肉	30	花枝	30	木瓜(1/3)	120				
雞腿肉	40	蛤	60	蓮霧	90				
魚肉	30	小卷 (鹹)	35	鳳梨(1/10)	130				
豬腳	40	牡蠣	35	桃子	120				
控肉	45			草莓(顆)	10				
牛腩	45			瓜類(1/4)	195				
				梨子(1)	200				

附錄二 個人生態足跡問卷調查資料統計判讀依據

個人生態足跡問卷調查資料統計判讀依據

碳足跡問卷計算		
綠色生活網排碳量計算題目	個人生態足跡問卷題目	換算公式
您在本月份吃了多少的肉類？ _____公斤	您昨天有吃肉嗎？吃了多少的肉類？_____份，共約_____公克	$A \times 30 \text{ 天} / 1000 \text{ 克} = \text{_____公斤}$
您本月的用電量？_____度	您本月的用電量（總電量/戶人口數）？（春季平均每戶用電量約 240 度，請受訪者依實際台電公司電費單加以計算） <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 50 度以下 <input type="checkbox"/> 100 度以下 <input type="checkbox"/> 300 度以下 <input type="checkbox"/> 300 度以上	<input type="checkbox"/> 50 度以下 (以 50 度計算) <input type="checkbox"/> 100 度以下 (以 100 度計算) <input type="checkbox"/> 300 度以下 (以 300 度計算) <input type="checkbox"/> 300 度以上 (以 350 度計算) *須注意每期電費計算以兩個月為單位，須將「總電量/2 個月/居住人數」，若受訪者僅提供電費金額，則雲林縣電費每度約 2.8852 元。
您本月的用水量？_____度	您本月的用水量（總水量/戶人口數）？（請依自來水公司帳單作答） <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 5 度以下 <input type="checkbox"/> 10 度以下 <input type="checkbox"/> 20 度以下 <input type="checkbox"/> 20 度以上	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 5 度以下 (以 5 度計算) <input type="checkbox"/> 10 度以下 (以 10 度計算) <input type="checkbox"/> 20 度以下 (以 20 度計算) <input type="checkbox"/> 20 度以上 (以 25 度計算) *須注意每期水費計算以兩個月為單位，須將「總水量/2 個月/居住人數」，若受訪者僅提供水費金額，則雲林縣自來水費每度約 7.35 元。

您本月的用天然氣量?_____度	您本月的用天然氣量(總天然氣量/戶人口數)?(請依天然氣公司帳單作答) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 5 度以下 <input type="checkbox"/> 10 度以下 <input type="checkbox"/> 20 度以下 <input type="checkbox"/> 20 度以上	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 5 度以下 (以 5 度計算) <input type="checkbox"/> 10 度以下 (以 10 度計算) <input type="checkbox"/> 20 度以下 (以 20 度計算) <input type="checkbox"/> 20 度以上 (以 25 度計算) *須注意每期天然氣費計算以兩個月為單位,須將「總天然氣量/2 個月/居住人數」,若受訪者僅提供天然氣費金額,則雲林縣天然氣費用每度約 18 元。
您本月用瓦斯量?_____公斤	您家本月用瓦斯量為何?(家用桶裝瓦斯一桶約 16 或 20 公斤) 家用瓦斯為__B__公斤/桶,一桶大約使用__C__天。	$B/C \times 30 \text{ 天/人數} = \text{__公斤}$
小客車/轎車 or 小貨車/休旅車 排氣量： <input type="checkbox"/> 1200 以下 <input type="checkbox"/> 1200-1800 <input type="checkbox"/> 1800-2400 <input type="checkbox"/> 2400-3000 <input type="checkbox"/> 3000-3600 <input type="checkbox"/> 3600-4200 <input type="checkbox"/> 4200-5400 <input type="checkbox"/> 5400 以上 行駛距離：_____公里 機車 排氣量： <input type="checkbox"/> 50 以下 <input type="checkbox"/> 50-100 <input type="checkbox"/> 100-150	您主要的交通工具為何 <input type="checkbox"/> 步行 <input type="checkbox"/> 腳踏車 <input type="checkbox"/> 大眾運輸-公車(選擇前三項者跳至第二部分作答) <input type="checkbox"/> 小客車/轎 <input type="checkbox"/> 小貨車/休旅車 <input type="checkbox"/> 機車 呈上題,該交通工具排氣量多少?_____CC (若受訪者清楚可直接填答) <input type="checkbox"/> 100CC 以下 <input type="checkbox"/> 150CC 以下 <input type="checkbox"/> 250CC 以下 <input type="checkbox"/> 550CC 以下 <input type="checkbox"/> 550CC 以上 <input type="checkbox"/> 1200 CC 以下	該交通工具每月平均行駛距離多少 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 50 公里以下 (以 50 公里計算) <input type="checkbox"/> 100 公里以下 (以 100 公里計算) <input type="checkbox"/> 150 公里以下 (以 150 公里計算) <input type="checkbox"/> 150 公里以上(以 200 公里計算)

<input type="checkbox"/> 150-250 <input type="checkbox"/> 250-500 <input type="checkbox"/> 500-750 <input type="checkbox"/> 750-1000 <input type="checkbox"/> 1000-1400 <input type="checkbox"/> 1400 以上 行駛距離：_____公里	<input type="checkbox"/> 1600CC 以下 <input type="checkbox"/> 2000CC 以下 <input type="checkbox"/> 2500CC 以下 <input type="checkbox"/> 3000CC 以上 呈上題，該交通工具每月平均行駛距離多少 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 50 公里以下 <input type="checkbox"/> 100 公里以下 <input type="checkbox"/> 150 公里以下 <input type="checkbox"/> 150 公里以上	
建成地足跡		
無	住家建成地問題：請問您住家樓地板面積___D___坪。(若是透天厝須加總)	D 總坪數/3025/居住人數*2.51=___全球公頃/人 (一公頃=3025 坪)
水足跡		
水足跡計算器題目	個人生態足跡問卷題目	換算公式
您在飲食方面每周攝取(重量單位：公斤) 穀類食品(稻米、小麥、玉米等) _____公斤。 澱粉根莖類(馬鈴薯、芋頭、地瓜) _____公斤。 蔬菜類_____公斤。 水果類_____公斤。 牛肉_____公斤。 羊肉_____公斤。 豬肉_____公斤。 雞肉_____公斤。 海鮮類_____公斤。 乳品類_____公斤。 蛋類及其製品_____公斤。 豆製品_____公斤。	您的食物攝取：(可參考附件表格計算) •每週攝取穀類多少量？(例如：飯類、麥片、麵類、饅頭等，一碗飯約 200 公克，以此推估) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共___E___公克 •每週攝取澱粉根莖類多少量？(例如：地瓜、芋頭、南瓜等) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •攝取水果類多少量？(例如 7-11 一份綜合水果約 200 公克，一碗綜合水果約 130 公克) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取蔬菜類多少量？(例如：熟菜半碗量約 100 公克，生菜半碗約 50 公克) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取乳品類多少量？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取豬肉多少量？	1 公斤=1000 公克 $E/1000=$ ___公斤

	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取牛肉多少量？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取雞肉多少量？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取羊肉多少量？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取海鮮類多少量？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取蛋類及其製品多少量？(例如:蛋一顆約 65 公克，以此推估) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克 •每週攝取豆製品多少量？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有，共約_____公克	
您每天喝 茶_____杯(500ml) 咖啡_____杯(250ml) 果汁_____杯(250ml) 水_____杯(250ml)	您的飲料類攝取：(請注意此題為每天攝取量) •每天攝取水多少量？(市售瓶裝保特瓶為 600ml) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1000ml 以下 <input type="checkbox"/> 1500ml 以下 <input type="checkbox"/> 2000ml 以下 <input type="checkbox"/> 2000ml 以上 •每天攝取咖啡多少量？(便利商店杯裝咖啡小杯約 280ml，中杯約 360ml，大杯約 480ml) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 200ml 以下 <input type="checkbox"/> 500ml 以下 <input type="checkbox"/> 800ml 以下 <input type="checkbox"/> 800ml 以上 •每天攝取果汁多少量？(市售瓶裝保特瓶為 600ml，盒裝為 350ml-480ml) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 500ml 以下 <input type="checkbox"/> 800ml 以下 <input type="checkbox"/> 1000ml 以下 <input type="checkbox"/> 1000ml 以上 •每天攝取茶多少量？(市售瓶裝保特瓶為 600ml，盒裝為 350ml-480ml) <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 500ml 以下	依計算網頁中每杯量為計算單位 水： <input type="checkbox"/> 1000ml 以下(4 杯) <input type="checkbox"/> 1500ml 以下(6 杯) <input type="checkbox"/> 2000ml 以下(8 杯) <input type="checkbox"/> 2000ml 以上(10 杯) 咖啡： <input type="checkbox"/> 200ml 以下(1 杯) <input type="checkbox"/> 500ml 以下(2 杯) <input type="checkbox"/> 800ml 以下(3 杯) <input type="checkbox"/> 800ml 以上(4 杯) 果汁： <input type="checkbox"/> 500ml 以下(2 杯) <input type="checkbox"/> 800ml 以下(3 杯) <input type="checkbox"/> 1000ml 以下(4 杯) <input type="checkbox"/> 1000ml 以上(5 杯) 茶： <input type="checkbox"/> 500ml 以下(1 杯) <input type="checkbox"/> 800ml 以下(1.5 杯) <input type="checkbox"/> 1000ml 以下(2 杯) <input type="checkbox"/> 1000ml 以上(3 杯)

	<input type="checkbox"/> 800ml 以下 <input type="checkbox"/> 1000ml 以下 <input type="checkbox"/> 1000ml 以上	
您每週在家烹煮_____天	每週在家烹煮天數？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1 天以下 <input type="checkbox"/> 3 天以下 <input type="checkbox"/> 5 天以下 <input type="checkbox"/> 5 天以上	<input type="checkbox"/> 1 天以下(以 1 天計算) <input type="checkbox"/> 3 天以下(以 3 天計算) <input type="checkbox"/> 5 天以下(以 5 天計算) <input type="checkbox"/> 5 天以上(以 7 天計算)
您每週使用洗衣機洗衣_____次 您每次洗衣量約為_____公斤	每周洗衣多少次？ <input type="checkbox"/> 無（請跳至第 7 題作答） <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上 承上題，每次洗多少公斤？ <input type="checkbox"/> 0.5 公斤以下 <input type="checkbox"/> 1 公斤以下 <input type="checkbox"/> 2 公斤以下 <input type="checkbox"/> 2 公斤以上	洗衣次數： <input type="checkbox"/> 1 次以下(以 1 次計算) <input type="checkbox"/> 3 次以下(以 3 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以下(以 5 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以上(以 7 次計算) 洗衣量： <input type="checkbox"/> 0.5 公斤以下 (以 0.5 公斤計) <input type="checkbox"/> 1 公斤以下(以 1 公斤計) <input type="checkbox"/> 2 公斤以下(以 2 公斤計) <input type="checkbox"/> 2 公斤以上(以 3 公斤計)
您本週手洗衣物_____次 每次約_____公斤	本周手洗衣物幾次？ <input type="checkbox"/> 無（請跳至第 10 題作答） <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上 承上題，每次洗多少斤？ <input type="checkbox"/> 0.5 公斤以下 <input type="checkbox"/> 1 公斤以下 <input type="checkbox"/> 2 公斤以下 <input type="checkbox"/> 2 公斤以上	手洗衣物次數： <input type="checkbox"/> 1 次以下(以 1 次計算) <input type="checkbox"/> 3 次以下(以 3 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以下(以 5 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以上(以 7 次計算) 洗衣量： <input type="checkbox"/> 0.5 公斤以下 (以 0.5 公斤計) <input type="checkbox"/> 1 公斤以下(以 1 公斤計) <input type="checkbox"/> 2 公斤以下(以 2 公斤計) <input type="checkbox"/> 2 公斤以上(以 3 公斤計)
您家中水龍頭有幾處漏水_____處	家中水龍頭幾處漏水？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1 處以下 <input type="checkbox"/> 3 處以下 <input type="checkbox"/> 5 處以下 <input type="checkbox"/> 5 處以上	<input type="checkbox"/> 1 處以下(以 1 處計算) <input type="checkbox"/> 3 處以下(以 3 處計算) <input type="checkbox"/> 5 處以下(以 4 處計算) <input type="checkbox"/> 5 處以上(以 5 處計算)
您每天淋浴_____次，您每次淋浴時間為_____分	個人每天淋浴_____次 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上 承上題，每次幾分鐘？ <input type="checkbox"/> 5 分鐘以下 <input type="checkbox"/> 10 分鐘以下 <input type="checkbox"/> 15 分鐘以下 <input type="checkbox"/> 15 分鐘以上	淋浴次數： <input type="checkbox"/> 1 次以下(以 1 次計算) <input type="checkbox"/> 3 次以下(以 3 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以下(以 4 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以上(以 5 次計算) 淋浴時間：

		<input type="checkbox"/> 5 分鐘以下(以 5 分計) <input type="checkbox"/> 10 分鐘以下(以 10 分計) <input type="checkbox"/> 15 分鐘以下(以 15 分計) <input type="checkbox"/> 15 分鐘以上(以 20 分計)
您本週泡澡_____次	<u>每周</u> 泡澡____次 <input type="checkbox"/> 無（請跳至第 17 題作答） <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上	<input type="checkbox"/> 1 次以下(以 1 次計算) <input type="checkbox"/> 3 次以下(以 3 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以下(以 4 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以上(以 5 次計算)
您每天沖馬桶次數:大號_____次、小號_____次	每天沖馬桶大號幾次？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上 每天沖馬桶小號幾次？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上	<input type="checkbox"/> 1 次以下(以 1 次計算) <input type="checkbox"/> 3 次以下(以 3 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以下(以 4 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以上(以 5 次計算)
	本月洗汽車幾次？ <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 1 次以下 <input type="checkbox"/> 3 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以下 <input type="checkbox"/> 5 次以上 <input type="checkbox"/> 無汽車	<input type="checkbox"/> 1 次以下(以 1 次計算) <input type="checkbox"/> 3 次以下(以 3 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以下(以 4 次計算) <input type="checkbox"/> 5 次以上(以 5 次計算)
註： 1.由於水足跡計算器網站，在本計畫問卷設計到執行過程中，有新增題型，並無納入本計畫之問卷內，因此在導入問卷答題的過程中，對於網站中新增題型的部分，一概以 0 來計算，如網站中新增題型詢問「您每天刷牙__次」，為求每份問卷的計算測量值均等，在這個題目中均輸入 0。		

附錄三 雲林縣地方重要人士深入訪談重點摘要

訪談對象	訪談內容摘要
前麥寮鄉鄉長 林○○	<p>1.人口呈現正成長，以工作移入人口較多，鄉內移出者多不再返鄉</p> <p>(1) 人口從原 3 萬多人增加至 4 萬多人，僅輸給虎尾、斗六、北港、西螺、斗南，目前直逼北港鎮，呈正成長。</p> <p>(2) 麥寮地理環境不佳，10-11 月東北季風來襲，生活條件差，當初因窮困而歡迎六輕入駐，卻因環境污染問題造成當地居民反彈，許多當地優秀人才移至外縣市者便不在返鄉，移入者多因工作緣故，因此應互惠共存，不能讓六輕關廠，將損害降至最低。</p> <p>(3) 畜牧業以養豬業為大宗，造就雲林縣成為養豬大縣，目前雲林縣的養豬戶多為企業化經營，養豬戶第二代多是大專學歷，具有防疫、農場管理、品種改良、飼料調配、電腦自動化管理等知識，主要能夠降低成本，肉品的品質也較佳，政府應多致力於輔導優良肉品產銷。</p> <p>2.水資源:麥寮鄉的用水多為地下水，水質較差。</p>
臺西鄉鄉公所 建設課丁○○課長、農業課林○○課長、社會課溫○○課長	<p>1.地處「風頭水尾」限制農業發展</p> <p>台西鄉為一窮鄉僻地之處，農漁業已沒落，農業土地貧瘠以種植蒜頭、花生、番薯為主，主要是台西鄉地處「風頭水尾」，沒有水源，地下水井又已被禁止不得汲取，水利署全面在徹查地下水井，而農年水利會提供的水源又無法供應至台西鄉，因而限制了農業的發展，因此若未來政府要在台西鄉發展精緻農業，需要再多思考。</p> <p>2. 六輕工業造成水質改變，影響淺海養殖產量</p> <p>(1) 目前唯一能維生的就是淺海養殖，但六輕帶來的環境汙染雖然表面上說沒有，但事實上當地居民在放養蚵仔及蝦苗時就有明顯的感覺差異，以過去放養情況來看，十成中有四五成的收穫量，現在僅不到二成，水質都在變化。</p> <p>(2) 現在蛤仔的養殖時間也較長，成本高利潤低，也無共同產銷，多是由中盤商統一收購，因此養殖業者賺不到錢，過去農漁會有實施過共同產銷，但是營運失敗，養殖業者將不好的產品送往農漁會，好的產品就自己賣，使得農漁會營運不良，這也是事實。</p> <p>3.水資源及風力資源</p>

	<p>(1) 以抽取地下水為主，雖水利署禁止抽取地下水，但依舊無法完全禁止，自來水公司所提供集集攔河堰的水多半是送至六輕工業用水，而非民生用水，但目前已有改善，已新增配管至沿海鄉鎮，改善抽取地下水狀況。</p> <p>(2) 風力資源的設備有設置在台西鄉，但電力供應主要是供應給西螺鄉，沒有用在台西鄉。</p> <p>4. 公共建設缺乏，並無大型工業聚集</p> <p>(1) 台西鄉本身沒有任何公共設施，沒有公園綠地、公有停車場，早期有規劃預定地，但沒有多餘預算徵收，也沒有達到興建的需求。</p> <p>(2) 無任何工業，僅一家以燒牡蠣殼做成石灰有機肥料的水泥廠，以及六輕外包清洗管路及水刀之臨時小工廠，均不設在工業區內。</p>
四湖鄉鄉公所 王○○鄉長	<p>1. 四湖鄉地勢偏高，無出海口，因此相較口湖鄉及台西鄉，並無專業養殖魚塭，地層下陷情況不嚴重，漁獲量枯竭（幾近為零）亦是近 15 年來的趨勢。</p> <p>2. 休耕情況嚴重，建議輔導轉作取代荒廢良田</p> <p>(1) 目前休耕的閒置農地中休耕土地佔有 6 成以上，種植的成本高，不如休耕。</p> <p>(2) 台灣四季如春，耕作技術佳，應增加產量由政府收購，以稻米作為國民外交銷售國外，與其放置休耕，不如讓想耕種的民眾能夠耕種，由政府拿出具體政策，該補貼就應該要補貼。</p> <p>3. 人口外移嚴重，小學學校數量多，以分校代替廢校</p> <p>(1) 人口從早期 45000 多人銳減剩 26000 人不到，因工商業型態轉變，年輕人口外流相當嚴重，僅剩老人與小孩留在鄉內，且每月人口數持續下降。</p> <p>(2) 四湖鄉國小共 11 所，相較麥寮鄉人口多卻只有 5 所國小，四湖鄉學校比例相當高。目前為了就學方便性沒有廢校及併校考量，未來也只可能以分校方式運作，地方較能夠接受。</p> <p>4. 水資源：水源不足，以抽取地下水為主，因無養殖漁業，造成地層下陷情況不嚴重。</p>
大埤鄉鄉公所 謝○○鄉長	<p>1. 西側四村最易形成淹水情形 本鄉以西鎮村、興安村、北鎮村與聯美村最易受到淹水災害影響，可望透過延潭大排堤防整治工程將水抽至北港溪與虎尾溪，解決淹水問題。</p> <p>2. 農業人口高齡化 本鄉約有 85% 人口務農，隨著農民逐年高齡化趨勢，希望透過新血加入活化本區農業發展。</p>
二崙鄉鄉公所 詹○○主秘	<p>1. 需要立即解決的揚塵問題 濁水溪河岸的細沙，細如香粉般，東北季風起風時形成</p>

	<p>揚塵，會覆蓋農作物，致賣相不佳。日治時代有四番地保安林，起風沙的保護，當時是禁止開發，並積極造林的。希望國有土地不要放領種植。</p> <p>2.灌溉水問題</p> <p>農田水利會管理不比以前，以前有輪區，每周供水 3、4 天，現在已無，供水時段往往與灌溉時間無法配合。濁水溪水被集集攔河堰截去，水量小，越到下游因上游的農業、死牲畜、家庭廢水等汙染，都不用灌溉溝圳水，以地下水灌溉。且農民對水質不放心，怕軟腳。重劃後的田區配合水利由東向西緩降，但現在各自將田區墊高種蔬菜等賣價較高的作物，灌溉水已無法正常取用。</p>
西螺鎮鎮公所 蕭○○鎮長	<p>1.西螺之環境敏感區</p> <p>高鐵沿線周邊有地層下陷問題，因為水利會、自來水公司的深水井造成的，雖有農民淺水井，但用於灌溉會回滲到地下水，有回饋作用，農業灌溉水井不是造成地層下陷的原因。市區已不會淹水，但 145 縣道以東的頂湳里、九隆里的排水系統，在重劃時有一排水道被刪除，致淹水。</p> <p>2.農業用水的困境</p> <p>雲林的圳水因死豬、牲畜、垃圾丟入，帶病菌很多，菜農是不可能用圳水，甚至稻農也是用井水，既使稻農要用圳水，但供水時段跟灌溉時間不合，也使稻農被逼著用井水。</p>
北港鎮鎮公所 蕭○○鎮長	<p>1.北港的公共設施需求</p> <p>北港鎮人口現有四萬多人，雖位南水北運路線上，但飲用水為地下水。</p> <p>(1) 教育設施，有八間國小、二所國中、北港高中、北港農工，原有中國醫藥學院分校計畫，僅有土地，無建置經費而作罷。幼兒園為老舊建築，已花 1000 萬設計、變更，因法令限制無法更新。</p> <p>(2) 社區活動中心都是老舊建築，無建照、使用執照。</p> <p>(3) 醫療資源已足，北港居民的就醫醫院有媽祖醫院、慈濟醫院、太保的嘉義基督教醫院、彰化基督教醫院。</p> <p>(4) 安養中心不足，私立安養中心的收費一人 2 萬元/月起跳，應集中資源蓋安養中心，希建立一人 7000 元/月的公立安養中心。</p> <p>(5) 路霸問題源於停車場不足，現於第五河川局管制的水利地，花 1600 萬規劃第一期停車場，預計有五期。</p> <p>2.環境污染威脅</p> <p>雲林地下水源受砷影響的嚴重，包括稻米、花生等。</p>
虎尾鎮鎮公所 林○○鎮長	<p>1.虎尾發展之困難</p> <p>水源、水質不佳，因建國一、二村附近有一家台灣色料工廠，導致整區花生、稻米等農作物含鎘，常常隱密的全區</p>

	<p>銷毀。</p> <p>2.虎尾鎮都是環境敏感區之地層下陷區 易淹水區為北港溪、涌梓大排、安清圳周邊，縣府的整治方案須加強整體規劃。</p>
<p>荊桐鄉鄉公所 李○○主任秘書</p>	<p>1.水資源狀況：</p> <p>(1) 以農耕、灌溉期來說，多以濁水溪的水灌溉居多，但若是種植蔬菜，多以地下水為主，較能控制水量及時間。</p> <p>(2) 集集攔河堰對於灌溉用水較無影響，但是造成下游水床乾枯，形成濁水溪浩劫，造成下游生物難以生存。濁水溪南岸也會因東北季風來襲造成嚴重的風沙現象，特別是西螺、荊桐一代。</p> <p>(3) 簡易自來水主要分布在古坑及林內山上，較遠的部落少數用地下水，大多數都是一般自來水。</p> <p>(4) 荊桐地勢較高，若遇到豪雨，多數以台一線及雲林 156 縣道為界，左邊易淹水，右邊則不會淹水，如果淹水也僅是二三小時可退。</p>
<p>口湖鄉公所 魏○○主秘</p>	<p>1.產業發展受自然環境限制 本鄉為雲林縣最西南端，位處濱海鄉鎮，面積約 80 平方公里，人口數為 30,000 人，屬嚴重地層下陷區，多數村落逢雨淹水，土地鹹化嚴重，傳統農作物耕作困難，全鄉以養殖業為大宗，因獲利不多，居民生活困苦，人口外流嚴重，又因無大型工商業進駐，公所自有財源收入短絀，財政拮据困窘，地方基礎建設幾全部仰賴上級政府補助，致公共建設短缺簡陋。</p> <p>2.建議廣設水閘門及抽水站 口湖鄉內的環境敏感地區（地層下陷）的災害情形嚴重，傳統農業獲利不多逐漸沒落，遂而發展水產養殖，因需大量抽取地下水導致地層嚴重下陷，平時海平面高於內陸約 2 公尺，又因其他鄉鎮的主要排水路皆經由口湖鄉再注入外海，使原已排水困難，雪上加霜，每逢颱風豪雨來襲時，多數村落即成水鄉澤國，人民財產損失不貲，苦不堪言，怨聲載道，唯有廣設水閘門及抽水站方能改善，目前雖已獲部分改善，但仍須再加強排水渠道整治改善，方能澈底解除口湖鄉長期淹水夢魘。</p>
<p>元長鄉公所 李○○鄉長</p>	<p>1.元長鄉是雲林縣最貧窮的鄉，也是全國 319 鄉鎮中資源最少的鄉</p> <p>(1) 沒有完整的公園，目前有 71 平方公尺初步規劃，向上級爭取經費中。</p> <p>(2) 沒有活動中心，可以舉辦音樂會或辦活動。</p> <p>(3) 沒有聯合托兒所中心，目前借用國民小學的場地使用。</p> <p>(4) 沒有大型的醫院。</p> <p>(5) 腹地大，但交通不便，公車路線只走台 19 線，預計鄉公所自營公車來走，但是沒有經費。</p>

	(6) 人口流失、老化嚴重、隔代教養，國小一年級只有 1 人。
東勢鄉鄉公所 陳○○鄉長	<p>1. 平地造林 本鄉平地造林為雲林縣最多，供 192 公頃。平地造林計畫為農委會補助專案，計畫年期 20 年，1 公頃補助 240 萬，六輕前 10 年補助 130 萬，共 370 萬。農委會如今推動 6 年期之經濟林計畫。</p> <p>2. 地層下陷 地層下陷之程度並不嚴重，對地方生活無明顯影響。民國 102 年開始，農戶水井須登記，但淺層水井對地層下陷之影響較小，反之，自來水、水利會所鑽的深水井（深度約 500m 至 1000m 以上）深至岩盤，對地層下陷之影響較大。</p>
斗六市公所 謝○○市長	<p>1. 極端氣候導致淹水，需檢討區域排水 斗六市的都市計畫在民國 70 年便完成規劃，但只在民國 81 年通盤檢討過一次，至今未曾再次檢討，現今雨量時常超過原先區域排水的規劃，造成斗六市部份里淹水，流域治理的區域排水需重新檢討。</p>

行政院各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：中國深圳)

第四屆能源與環境保護國際學術會議

The 4th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2015)



服務機關：中華經濟研究院第三研究所
出國人 職 稱：研究員
姓 名：李永展

出國地點：中國廣東省深圳市
出國期間：2015 年 6 月 3 日至 6 月 5 日
報告日期：2015 年 7 月 8 日

壹、會議目的

第四屆能源與環境保護國際學術會議（The 4th International Conference on Energy and Environmental Protection, ICEEP 2015）於2015年6月3日至6月4日在中國廣東省深圳市富臨大酒店（Best Western Shenzhen Felicity Hotel）舉辦。

歷年來 ICEEP 提供了評估產業界及學術界最新且最具權威的知識，分享能源及環境保護的最佳實踐方案（best practices），其主要觀點是要融合學術界及產業界，以便使這二個主要的利害關係人面對面自由交換觀念及認識新知識，並鼓勵這二個群組的成員在未來有更多的合作機會，ICEEP 特別強調加強與會成員彼此之間的聯繫，促進協力合作與交流，並增進國際合作。

第一屆能源與環境保護國際學術會議（ICEEP 2012）於2012年6月23日至6月24日首次在中國內蒙古自治區首府呼和浩特市舉行，由內蒙古大學主辦，邀請哈爾濱工業大學任南琪院士擔任會議主席，並有美國亞利桑那州立大學鄔建國教授、瑞典皇家理工學院嚴晉躍教授、美國衛生局 Reza 博士、香港中文大學 Kim-Che Lam 教授、中國農業大學董仁傑教授、南京工業大學周楚新教授、哈爾濱理工大學王愛傑教授及大連理工大學李新勇教授等 17 個國家與地區，400 多名專家學者參加。會議的核心主題是「能源環境與低碳經濟」。

第二屆能源與環境保護國際學術會議（ICEEP 2013）於2013年4月20日至4月21日在中國廣西省桂林市舉行，由內蒙古大學環境與資源學院與香港工業技術研究中心（Hong Kong Industrial Technology Research Centre, HKITRC）共同主辦、中國科學院環境生物技術重點實驗室協辦。ICEEP 2013 以「永續發展」為主題，針對能源、環境領域的科學與技術進行探討，旨在促進相關領域學者的交流與合作。共有來自 15 個國家與地區近 400 名專家學者參加。美國亞利桑那州立大學鄔建國教授、新加坡國立大學呂喜璽教授、澳洲昆士蘭大學趙修松教授、南京工業大學周楚新教授、南開大學徐鶴教授、大連理工大學李新勇教授、國電電力環境保護研究院馬果駿教授、韓國延世大學 Park Hyungho 教授等知名專家學者進行專題演講。

第三屆能源與環境保護國際學術會議（ICEEP 2014）於2013年4月26日至4月27日在中國陝西省省會西安市舉行，由內蒙古大學及香港工業技術研究中心共同主辦，生態環境科學研究中心（Research Center for Eco-Environmental Sciences）的環境生物科技主要實驗室（Key Laboratory of Environmental Biotechnology）協辦，立足於全球能源環境技術現有的水準，回顧已取得的成就，交流能源、環境科學研究最新的進展，並探討 21 世紀的發展趨勢。會議主題分為能源科學與技術（Energy Science and Technology）、環境科學與工程（Environmental Science and Engineering）、動機、電機工程與自動化（Motivation, Electrical Engineering and Automation）、資源發展與使用（The Development and

Utilization of Resources)。

第四屆能源與環境保護國際學術會議 (ICEEP 2015) 延續前三屆 ICEEP 的宗旨及目標，本屆國術學術會議邀請了相關研究領域的科學家進行專題演講、論文發表及論文張貼，希望建立共同合作的研究計畫之溝通平台。本屆會議促成了產業界及學術界的優秀成員交換並分享彼此的經驗、發表研究成果、探討合作的可能，並激發新概念及新知識，以發展出新計畫並探討能源與環境保護領域的新技術。ICEEP 2015 由南韓仁荷大學 (Inha University)、南韓國立海洋大學 (Korea Maritime University) 及香港工業研究中心共同主辦。

貳、參加會議經過

第四屆能源與環境保護國際學術會議 (ICEEP 2015) 於 2015 年 6 月 3 日至 6 月 4 日在中國廣東省深圳市富臨大酒店舉辦。本人由桃園國際機場搭機入境香港，再轉接駁車經過中國邊檢 (圖 1) 入境到深圳市。深圳市是中國快速發展的大都市，與北京、上海、廣州一同被視為中國的一線城市，甚至可能成為僅次於北京的中國超大城市。會議地點位於深圳市南方的羅湖區，羅湖區的羅湖口岸南臨香港北區羅湖的邊界，是中國和香港客流量最大的陸路邊境口岸 (圖 2、圖 3)。



圖 1：香港出關入中國深圳海關前



圖 2：羅湖口岸 (一)



圖 3：羅湖口岸 (二)

本人在第四屆能源與環境保護國際學術會議發表一篇學術論文——Applying Social and Biophysical Vulnerability to Examine Impact of Climate Change in Yunlin, Taiwan（應用社會及自然脆弱度探討氣候變遷對雲林縣之影響），論文重點摘要如下：

世界氣象組織（World Meteorological Organisation, WMO）在 2014 年 12 月 3 日指出 2014 年將是有氣象紀錄以來溫度最高的一年。聯合國「政府間氣候變遷委員會」（IPCC）在 2013 年 9 月 30 日公布「第五次評估報告」的「第一工作小組報告」指出，則已說明現今全球氣候變遷現象如大氣與海洋的暖化、全球水循環變遷、冰雪減少、全球平均海面上升及某些季節氣候的極端變化等，明顯是受到人類活動的影響。該評估報告更進一步斷言，人類活動就是造成氣候暖化的元兇（高達 95% 的信心度），而如果持續排放二氧化碳，最糟的情境是在 21 世紀末升溫 4.8°C，海平面最糟則會上升 82 公分，明顯比 IPCC 第四次評估報告中對地球升溫與海平面上升的結論更不樂觀（IPCC, 2013）。

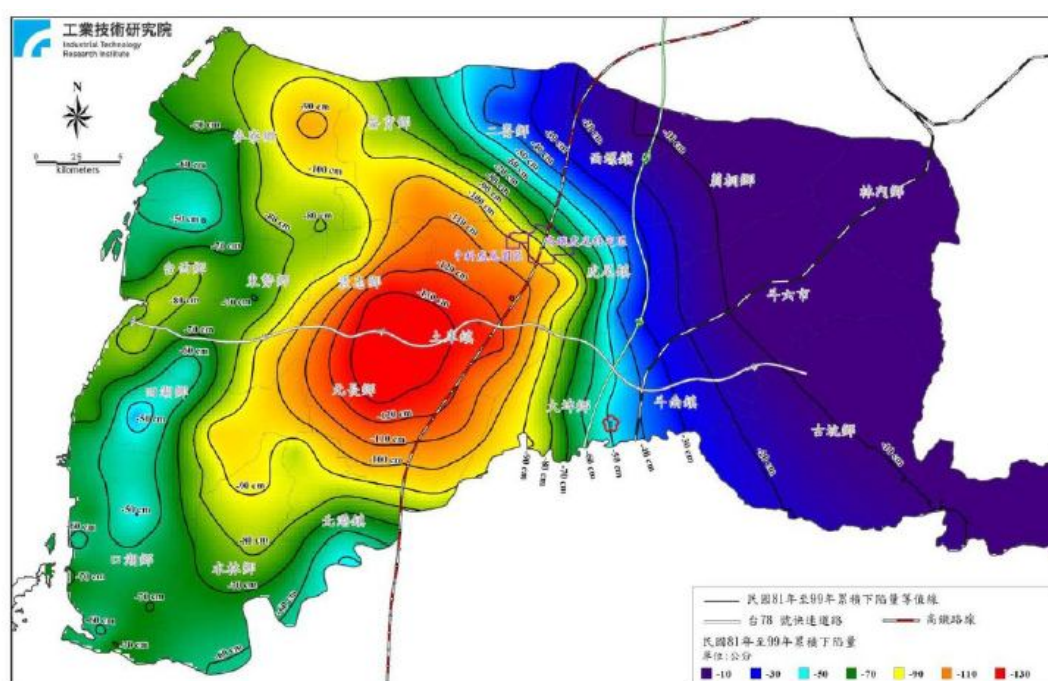
當氣候暖化形成海平面上升的趨勢時，首當其衝就是威脅島嶼國家生存，因為熱帶氣旋（颱風）次數與威脅均較以往強烈，而這些島嶼國家具有位處偏遠、人口稀少、資源稀少、易受外在衝擊及災害敏感性高、高度依賴國際貿易或觀光事業等特質。在面對災害衝擊後造成全國觀光收益流失與基礎建設損毀，相關成本損失將佔全國經濟 10% 以上（Bueno *et al.*, 2008），嚴重影響國家生存。

台灣地區因位處東太平洋地區，是颱風造訪高頻率範圍內，長年受到各種氣候影響，不論在颱風季或暴雨季節中，因瞬間暴雨或強風吹襲下，在河川短小、河口淺窄、綠地減縮等不利排水之條件下，容水、保水能力大幅減低，常導致洪氾、土石流等災害發生，是台灣各縣市普遍須面對的共同狀況。其中台灣主要農業生產縣之一的雲林縣自 1980 年代以來，因養殖業利潤較農作生產穩定及優渥，因此沿海地區多數農地已變更成為漁業養殖，大量抽取地下淡水以保持魚池水質潔淨，也因過量抽取地下水造成沿海鄉鎮自口湖鄉逐步向內陸擴展至元長鄉、土庫鎮一帶的地層下陷相當嚴重（行政院經濟建設委員會，2011）（圖 4）。

在長年大量抽取地下水以因應養殖漁業之需的結果，除因嚴重地層下陷造成居民日常生活環境與型態的改變外，若遇風災、雨季、滿潮之氣候劇烈變化現象下，更將引發海水倒灌、颱洪等因人為活動而導致在災害程度上的加乘效應。根據 2011 年出版之《雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫》（行政院經濟建設委員會，2011）即指出雲嘉地區因地層下陷及海平面上升之威脅，將導致致災危險性增加，也呈現出雲嘉地區在整體環境脆弱度分析中因獨特之社會脆弱度（social vulnerability）與自然脆弱度（biophysical vulnerability）雙重的影響，呈現出相較台灣其他地區脆弱度較高的趨勢，亦即在地區治理之中將須面對環境特性進行政策調整的重要與關鍵議題。

本研究將針對雲林縣獨特的地區背景，探討雲林縣不同鄉鎮市的自然脆弱度

及社會脆弱度之影響方式及構成內容。在客觀與主觀的雙重檢視下，發展從自然脆弱度及社會脆弱度角度出發，探討雲林縣未來永續環境規劃的對策。本研究透過文獻蒐集及分析，建構一般性的社會脆弱度指標架構，並配合德爾菲問卷調查法及實證統計資料的蒐集，進行雲林縣各鄉鎮市的社會脆弱度分析。最後應用「國家災害防救中心」(National Science and Technology Center for Disaster Reduction, NCDR) 對雲林縣自然脆弱度的分析資料，建立 V1-V5 的脆弱度等級，利用疊圖技術進行自然脆弱度與社會脆弱度的空間交互套疊分析，以了解自然脆弱度與社會脆弱度彼此之影響變化。



資料來源：行政院經濟建設委員會（2011）

圖4：1992年至2010年雲林縣地層下陷之累積量

一、開幕式

（一）開幕式暨專題演講

第四屆能源與環境保護國際學術會議的會場是深圳市的富臨大酒店（圖 5、圖 6）。大會開幕式後由澳洲昆士蘭科技大學(Queensland University of Technology) 化學、物理及材料工程學院 (School of Chemistry, Physics and Mechanical Engineering) 科學及工程學程 (Science and Engineering Faculty) Prasad K. Yarlagadda 教授進行專題演講，並主持上午場次研討會（圖 7）。Yarlagadda 教授為「智慧系統」教授 (Professor in Smart System)，同時也是「未來機場研究中心」(Airports of the Future) 主任。



圖 5：大會會場富臨大酒店（一）



圖 6：大會會場富臨大酒店（二）



圖 7：ICEEP 2015 大會開幕暨專題演講 Prasad K. Yarlagadda



圖 8：ICEEP 2015 大會會場入口立牌（一）



圖 9：大會會場入口立牌（二）

（二）上午場次研討會：論文發表現場

論文發表後主持人 Yarlagadda 教授及與會者提出數個問題進行多方討論，包括脆弱度的資料來源為何？為何只利用七種自然脆弱度的圖資？社會脆弱度四大面向變數的權重如何而得？這些分析是否可應用到其它類似台灣的島國？（圖 10～圖 15）。同場次其它發表人則發表了關於綠能及綠色運具等研究成果（圖 16～圖 17），研討會後本人與 Yarlagadda 教授及其他與會者合影留念（圖 18～圖 19）。



圖 10：論文發表



圖 11：論文發表後的討論（一）



圖 12：論文發表後的討論（二）



圖 13：論文發表後的討論（三）



圖 14：與 Yarlagadda 教授對話（一）



圖 15：與 Yarlagadda 教授對話（二）



圖 16：同一場次其它發表人發表論文（一）



圖 17：同一場次其它發表人發表論文（二）



圖 18：與 Yarlagadda 教授合影 圖 19：與 Yarlagadda 教授及其它與會者合影

二、2012 年 6 月 4 日 實地參訪

地點：深圳地鐵老街站／東門步行街／深圳科學館



圖 20：深圳市地鐵（捷運）入口



圖 21：地鐵貼心的等候線圖例



圖 22：東門步行街示意圖



圖 23：東門步行街現況



圖 24：「東」不同字體的鋪面



圖 25：「門」不同字體的鋪面



圖 26：「步」不同字體的鋪面



圖 27：「行」不同字體的鋪面



圖 28：「街」不同字體的鋪面



圖 29：老東門墟市圖



圖 30：深圳墟市圖旁的開放空間



圖 31：被馬賽克包圍的樹穴



圖 32：東門入口意象



圖 33：只考慮人使用的環境不友善樹穴



圖 34：東門「秤、槌」公共藝術



圖 35：「秤」公共藝術



圖 36：提供「廉潔守護者」的標語



圖 37：深圳火車站前的人行連通道



圖 38：會後參訪深圳市捷運設施（一）



圖 39：會後參訪深圳市捷運設施（二）



圖 40：會後參訪深圳科學館（一）



圖 41：會後參訪深圳科學館（二）



圖 42：會後參訪深圳科學館（三）



圖 43：會後參訪深圳科學館（四）



圖 44：不文明行為及噪音公告欄



圖 45：只考慮行人的環境不友善樹穴

三、2012 年 6 月 5 日 由深圳轉香港機場返台

地點：深圳羅湖口岸、香港九廣鐵路、雙層機場巴士



圖 46：由深圳羅湖口岸入境香港



圖 47：從深圳入境香港之通道



圖 48：深圳－香港邊界



圖 49：從香港遠眺深圳市區



圖 50：香港九廣鐵路上水火車站



圖 51：香港火車內部



圖 52：香港上水火車站轉搭機場巴士



圖 53：機場巴士候車亭



圖 54：搭乘雙層機場巴士



圖 55：雙層機場巴士寬敞內部

參、心得及建議

中國近年來透過大學或研究機構舉辦各式各樣的國際學術研討會，並與國際知名出版社及期刊合作，將研討會論文收錄在 Scopus、EI Compendex、SCIE 等期刊上，並從中挑選優秀論文，刊登在 SCI、SSCI、EI 等知名學術期刊上。這種作法不僅可提升主辦單位的國際知名度，也容易吸引更多不同學術研究族群群聚一堂的機會，進而讓年輕學者及研究人員一方面有機會接觸國際不同領域的研究者，一方面可將研究論文發表在不同學術期刊上，台灣各大學、學會或研究機構可以在這方面多加學習。

其次，近幾年參加在中國舉辦的各類型國際學術研討會，觀察到中國與會者有愈來愈年輕化的趨勢——除了年輕學者積極參與外，也有愈來愈多研究生（博士生與碩士生）與會發表論文，而且英文發表能力有明顯的進步，值得台灣年輕學者及研究生效法學習。

這些國際學術研討會大都在大城市舉行，近年來中國城市在硬體建設上進步神速，例如高鐵、地鐵、輕軌、磁浮列車等大眾運輸系統的建設；徒步街、博物館群、科學園區的空間建構，這些新建設的品質甚至都不亞於台灣，值得台灣各界警惕。現階段這些城市雖然有不錯的硬體建設，但是在軟體面向的經營、管理、維護，以及環境永續性及社會公平性的考量則仍有許多可以改進的空間，或許這也是台灣要積極掌握且需更精進的利基點（niche）。

肆、攜回資料名稱及內容

由於資訊網絡的廣泛使用，ICEEP 2015 鼓勵與會者直接使用網站的資料，所以大會只印行了「ICEEP 2015 國際學術會議議程」(Conference Programme)及「學術委員會組織成員」(圖 56、圖 57)。而參加 ICEEP 2015 的全部議程後，大會除了提供與會名牌(圖 58)及環保袋外，也特別印製了「與會證明」(Certificate of Attendance)(圖 59)。



圖 56：ICEEP 2015 會議議程



圖 57：ICEEP 2015 學術委員會



圖 58：ICEEP 2015 名牌

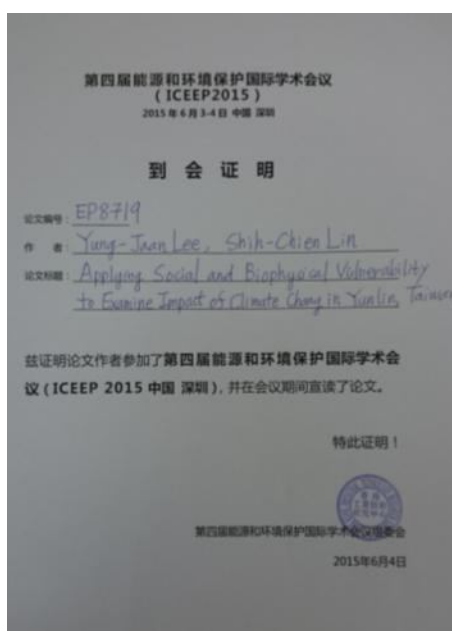


圖 59：ICEEP 2015 與會證明

行政院各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：中國北京)

2015 水資源與環境國際會議

(2015 International Conference on Water Resource and Environment)



服務機關：中華經濟研究院第三研究所
出國人 職 稱：研究員
姓 名：李永展

出國地點：中國北京市
出國期間：2015 年 7 月 25 日至 7 月 27 日
報告日期：2015 年 8 月 28 日

壹、會議目的

「2015 水資源與環境國際會議」(2015 International Conference on Water Resource and Environment, WRE 2015) 於 2015 年 7 月 25 日至 7 月 27 日在中國北京市天倫松鶴大飯店舉辦。今年是第一次由「山東大學環境科學與工程學院」及「博勝學術交流有限公司」共同主辦，協辦單位包括：美國喬治梅森大學(George Mason University)「全球環境及自然資源研究中心」(Global Environment and Natural Resources Institute, GENRI)、「中國水危機」(China Water Risk，非營利組織)、泰國那黎宣大學(Naresuan University)「水資源研究中心」(Water Resources Research Centre, WRRC) 及「尼泊爾水力發電協會」(Nepal Hydropower Association)。雖然是第一次舉辦，但大會邀請了聯合國和平大使主持專題演講，並且由九位全球各領域知名專家學者提出一整天九個場次的專題演講，可謂慎重而嚴謹；學術研討會則分為三個場地、五個主題進行論文口頭發表。

大會主要目的在於提供全球最新先進科技的知識交流平台，以促進不同科技領域專業之間的交流。WRE 2015 議程內容主要分為開幕式、論文口頭發表、專題演講、張貼海報論文、歡迎晚宴及會後參訪。今年的主題強調水資源、水污染、廢水處理方法，以及中國南水北調分流計畫的環境衝擊等。

貳、參加會議經過

第一天：7 月 25 日（台北出發，北京報到）

「2015 水資源與環境國際會議」(WRE 2015) 於 2015 年 7 月 25 日至 27 日在中國北京市天倫松鶴大飯店舉辦。本人於 7 月 25 日由桃園國際機場搭機直接入境北京（圖 1），再轉搭地鐵（圖 2）到東城區王府井大街旁的天倫松鶴大飯店（大會會場）（圖 3-4）入住。



圖 1：北京首都機場「中國邊檢」



圖 2：北京市接駁地鐵



圖 3-4：北京市天倫松鶴大飯店

入住飯店後先到飯店東側著名的王府井大街瞭解北京人民的生活文化，王府井大街是北京市最大的商圈之一，也是熱鬧的行人徒步區及美食街（圖 5-6）。王府井大街名稱由來的「井」位於王府井大街 229 號懋隆黃金珠寶店的東側（圖 7）。古井蓋上的銘文為：「王府井大街始建於元代至元四年，歷有「十王府街」、「王府大街」之稱。據考證，得名「王府井」，淵於明中葉以來街上的一口水井。《乾隆京城全圖》和民國二年（公元一九一三年）《實測北京內外城地圖》均繪該街只有一井並明示位於此處。此井本世紀二十年代被湮沒，一九九八年王府井大街整修改造時被發現。特此紀念。一九九九年九月九日」。而中華人民共和國成立後北京市興建的首座大型百貨商店，也是首座由中國國家投資建設的大型百貨商店剛好位於古井的旁邊，被譽為「新中國第一店」（圖 8）。¹其餘街區內都是熱鬧的商店及小吃街（圖 9-10）。



圖 5：北京王府井大街



圖 6：王府井大街兩側熱鬧的小吃攤



圖 7：王府井大街地名之由來



圖 8：北京市百貨大樓

¹ 「北京市百貨大樓」。維基百科
 (<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%97%E4%BA%AC%E5%B8%82%E7%99%BE%E8%B4%A7%E5%A4%A7%E6%A5%BC>) (上網日期：2015/8/27)。



圖 9-10：北京王府井大街內熱鬧的小吃街

王府井大街 74 號興建了北京市重要的地標建築：王府井天主堂（又稱為東堂、聖若瑟堂、或八面槽教堂），是耶穌會士在北京城區繼宣武門天主堂後興建的第二棟天主堂，下班或入夜後教堂前廣場充滿著各式各樣的多元活動（圖 11-12）。



圖 11-12：北京王府井天主堂夜景及各式各樣活動

第二天：7 月 26 日（國際會議第一天）

（一）上午場次：8:00-12:00 松苑廳（10:00-10:20 為茶敘時間）

上午共分三個場地（多功能廳、松竹廳、松苑廳）進行口頭論文發表，本人的論文發表在松苑廳「口頭報告 3」（Oral Session 3）的「Water Resource and Environment」（水資源與環境）（圖 13），論文題目為：Relationships between floods

and social fragmentation: a case study of Chiayi, Taiwan (洪惠及社會分裂的關係：以台灣嘉義為例)，共同作者包括台灣大學生物產業傳播暨發展系的彭立沛助理教授及李婷潔博士生。本人除了發表論文外，也很榮幸受大會邀請，擔任本場次的主持人 (Session Chair) (圖 14)，主辦單位會後也頒發主持人證明，感謝本人對此次國際研討會的卓越表現 (圖 15)。這個場次包含本人發表的論文共有 12 篇論文 (圖 16)，本人論文發表 (圖 17-18) 及其它與會者發表後也引發熱烈的討論 (19-20)。中間茶敘時間，剛好可以與張貼海報論文者討論論文的內容 (圖 21-22)。



圖 13-14：本人在 Oral Session 3「水資源與環境」擔任主持人 (Session Chair)



圖 15：大會頒給本人在此次國際會議擔任主持人卓越表現的證明

Oral Session 3: Water Resource and Environment

July 26th, 08:00-12:00, 2nd floor, SongYuan Room

Session Chair: Prof. Yung-Jaan Lee, Chung-Hua Institution for Economic Research, Taiwan

Paper ID	Time	Paper Title	Author
WRE1081	08:00-08:15	Hydrometeorological Studies for the Development of Water Resources in India	P. R Rakhecha
WRE1421	08:15-08:30	Soil Erosion Modeling Using Satellite Based Rainfall Estimates	Prof. Ashish Pandey
WRE1290	08:30-08:45	Thoughts on the Coordinated Development of Groundwater Resources And Beijing City	Zhiping Li
WRE1136	08:45-09:00	Relationships Between Floods And Social Fragmentation: a Case Study of Chiayi, Taiwan	Prof. Yung-Jaan Lee
WRE1444	09:00-09:15	Model Input Selection and Connectivity Mapping of Ecosystem Variables Using Artificial Adaptive Systems	Michael J. Friedel
WRE1328	09:15-09:30	An Innovative Framework for Evaluating Water Governance Processes	Prof. Wei Xu
WRE1041	09:30-09:45	Groundwater Modeling as a Precursor Tool for Water Resources Management in Khatt Area, UAE	Mohamed Mostafa Mohamed
WRE1109	09:45-10:00	Correlation Between Morphological Distribution and Leaching Properties of Pb in Contaminated Sediment	Yifu Lu
WRE1315	10:20-10:35	Time Series Analysis of River Water Quality Data from a Tropical Urban Catchment	Chow Ming Fai
WRE1424	10:35-10:50	Continuous Hydrological Modeling Using Soil Moisture Accounting Algorithm in Vamsadhara River Basin, India	Prof. Manoj K. Jain
WRE1178	10:50-11:05	Does Pollution Overrun Anti-Pollution? Pollution Efficiency and Environmental Management in Bangladesh	Rundong Ji
WRE1079	11:05-11:20	Modelling Water Quality Treatment Efficacy of Porous Concrete Pavement	Jennifer He

圖 16：會議議程的 Oral Session 3「水資源與環境」——主持人及發表人



圖 17-18：本人論文發表



圖 19-20：其他與會者發表論文及互動討論



圖 21-22：茶敘時間與會者彼此交流並與張貼海報者互動討論

(二) 下午場次：13:30-17:30 多功能廳、松竹廳（15:00-15:20 為茶敘時間）

7 月 26 日下午共分二個場地舉辦二個不同主題的論文發表（圖 23-26）。

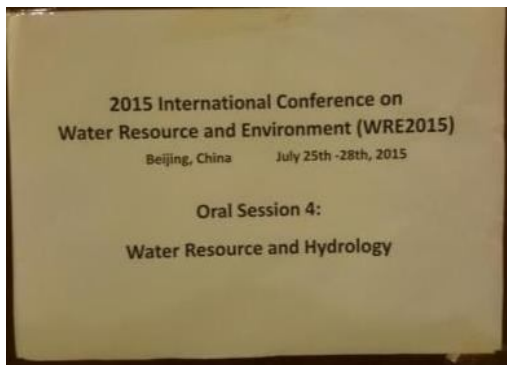


圖 23-24：其它場次不同主題的論文發表（一）



圖 25-26：其它場次不同主題的論文發表（二）

第三天：7月27日（國際會議第二天）

（一）8:00-8:10 開幕式（松鶴廳）

大會開幕式由聯合國和平大使（United Nations Messengers of Peace, UPF）羅懷濤教授（Walter Loo）主持（圖 27）。九個主題演講內容涵括的領域相當廣泛，包括土木、公共衛生、氣候變遷、水資源保育等。

（二）8:10-12:00 五場主題演講（松鶴廳）

上午共有五場專題演講，第一場主講者為英國雪福特大學（University of Salford）Miklas Scholz 博士，他是土木系教授兼主任，主講的題目是「Rapid Expert Tools Based on Ecosystem Services Variables for Retrofitting of Sustainable Drainage Systems」（圖 28）。



圖 27：羅懷濤教授主持專題演講



圖 28：第一場專題演講

第二場主講者是澳洲卧龍崗大學（University of Wollongong）的 Shu-Qing Yang 教授，主講「Coastal Reservoir-the Trend of Water Supply in New Era」，演講後主持人、主講人及與會者彼此有交流互動的對話（圖 29-30）。第三場主講者為中國青海大學生物醫學和傳染病研究中心的 Panagiotis Karanis 教授兼主任（圖 31），主講「Waterborne Protozoan Parasites: the Big Challenge for the Water Industries」，他特別提醒，協力合作的好處在於：打擊科學剽竊（Have benefits from collaborations: Fight the plagiarism in science）（圖 32）。



圖 29：第二場專題演講



圖 30：對話與討論



圖 31：第三場專題演講



圖 32：第三場專題演講內容

第四場主講者為 Govindasamy Agoramoorthy 教授（中文為摩悌教授），摩悌教授為印度 University of Jodhpur（傑德普大學）博士，曾於美國史密斯松寧研究院從事博士後研究及訪問學者，在 2003 年隨妻女由美國回台定居，目前為大仁科技大學藥學系榮譽教授。摩悌教授目前為三種國際 SCI 期刊(Journal of Applied Animal Welfare Science, Journal for Nature Conservation & Journal of Environmental Biology) 的編輯委員，同時也是美國社會議題與人文學科期刊 (American Journal of Social issues and Humanities) 編輯主任。他主講「Water Resource Problems and Solutions in India's Ecologically-Fragile Drylands」，印度雖然每年有 276 立方英里 (cubic miles) 的降雨量，但地下水仍相當缺乏，又是全球最大地下水消費的國家，造成大約 228 百萬公頃是乾旱地，而全印度有 500 個大水庫已超過 50 年的歷史，水庫係工程手段，不應該是解決水資源問題的惟一手段，所以他主張以攔砂壩 (check dam)，並由社區組成協會，共同參與討論及管理。攔砂壩是在西元前二世紀的 Chola King 作出來的，而由 Arthur cotton 在 1830 年重新提出主張。他最後以 Anthony de Mello 的名言作為結語：「In a conflict between nature and your brain, back nature; if you fight her, she will eventually destroy you」(圖 33-34)。



圖 33：第四場專題演講

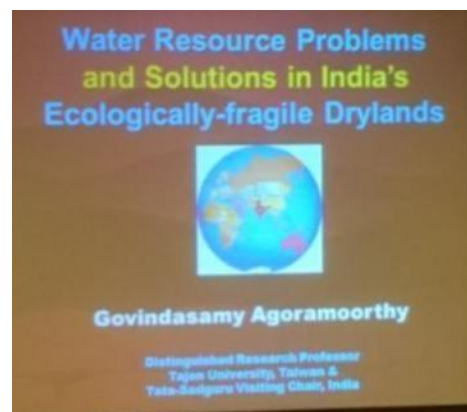


圖 34：第四場專題演講內容

第五場主講者是英格蘭東安格利亞大學 (University of East Anglia) 的 Mufit Bahadir 教授及 Norbert Dichtl 教授，主講「EXCEED – Excellence Center for Development Cooperation – Sustainable Water」(圖 35)。中午休息時本人在大會演講廳留念 (圖 36)。



圖 35：第五場專題演講



圖 36：大會演講廳留念

(三) 12:30-17:30 四場主題演講 (松鶴廳)

下午第一場(大會第六場)主講者是 Paul R Hunter 教授，主講「Drinking Water Quality or Availability – Which is More Important for Human Health?」(圖 37)。第七場主講者是英國里茲大學(University of Leeds)的 Nigel Wright 教授，主講「Sustainable Surface Water Management」(圖 38)



圖 37：第六場專題演講



圖 38：第七場專題演講

第八場主講者是加拿大康考迪亞大學(Concordia University)的 Zhi Chen 教授，主講「Simulation-Based Environmental Systems Analysis for Strategic Management of Water Resources Issues」(圖 39)。第九場主講者是英國「蘇格蘭自然遺產」(Scottish Natural Heritage)「生態系及生物多樣性」(Ecosystems and Biodiversity)部門的主任，主講「From Water Quality to Water Quantity: the Role of Hydrological Assessment in Freshwater Nature Conservation」。透過各種圖說及照片，檢視淡水資源評估的態度之轉變，例如，如何透過英國自然資源保育機構來達成河流棲地及河水流量的要求。另一方面，歐盟透過例如「歐盟棲地指導原則」(EC Habitats Directive)及「歐盟水架構指導原則」(EC Water Framework Directive)」等來要求達到這些要求(圖 40)。



圖 39：第八場專題演講



圖 40：第九場專題演講

大會最後安排半個小時的「水資源保育」(Aquatic Conservation)工作坊，由《水資源保育：海洋及淡水生態系》期刊 (Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 簡稱 AQC) 主編的 Philip J Boon 教授主持。Boon 教授先簡單介紹 AQC 期刊如何運作，以及 AQC 期刊在審稿時的重點，然後邀請與會者提出對話與討論，以幫助與會者如何順利投稿到此期刊。AQC 期刊徵稿範圍相當廣泛，包括 Assessment of conservation value, status of endangered species, communities and habitats, climate change and ocean acidification, multidisciplinary solutions for conservation, river basin management 等，同時接受 Research articles, reviews, viewpoints, short communications 等文章，但期刊聚焦在「保育」的主題 (圖 41-42)。



圖 41-42：「水資源保育」(Aquatic Conservation) 工作坊

(四) 18:00-20:0 歡迎晚宴暨優良學生論文發表頒獎 (松鶴廳)

一整天的專題演講結束後，晚上在同一個場地另一側舉辦歡迎晚宴暨優良學生口頭論文發表頒獎 (圖 43-44)，這是在第一天五個場次的口頭論文發表人當中，由所有與會者票選出的最佳學生論文發表人 (教授除外) (圖 45)，共選出三名，在歡迎晚宴上由專題演講主持人羅懷濤教授頒獎，獎項為一台 iPad (圖 46)。晚宴中由羅懷濤教授帶領主辦單位的工作人員到每一桌敬酒致謝 (圖 47)，我也跟第四位主講者 Govindasamy Agoramoorthy 教授 (摩悌教授) 合影留念 (圖 48)。



圖 43-44：羅懷濤教授主持歡迎晚宴

WNE2015 Oral Presentation Assessment

Dear authors,

In order to encourage authors to give oral presentation, we would like to select three excellent Oral Presentations; the author or authors will be given reward. As participants, you have the right to make selection. The results will be released in the Welcome Banquet on July 27th.

You can refer to the following items to make selection:

Items	Assessment
Content	Right, Logical, Original, Well Structured
Language	Standard, Clear, Fluent, Natural
Performance	Spoken Appropriately, Stress Appropriately, Behavior Naturally
PPT	Layout, Structure, Figure, Animation, Multimedia
Reaction	Build a Good Atmosphere, Speech Time Control Properly

Please write down paper ID and give reasons for your choice

Paper ID	Reasons



圖 45：口頭論文發表評估表

圖 46：頒發最佳學生論文發表獎



圖 47：羅懷濤教授帶領工作人員敬酒致謝



圖 48：與摩悌教授合影

參、心得及建議

中國近年來透過大學或研究機構舉辦各式各樣的國際學術研討會，並與國際知名出版社及期刊合作，將研討會論文收錄在 Scopus、EI Compendex、SCIE 等期刊上，並從中挑選優秀論文，刊登在 SCI、SSCI、EI 等知名學術期刊上。這

種作法不僅可提升主辦單位的國際知名度，也容易吸引更多不同學術研究族群群聚一堂的機會，進而讓年輕學者及研究人員一方面有機會接觸國際不同領域的研究者，一方面可將研究論文發表在不同學術期刊上，台灣各大學、學會或研究機構可以在這方面多加學習。

值得一提的是，WRE 2015 這次特別邀請了九個不同領域的學者專家分享不同領域的專業知識，最後一場工作坊甚至邀請到 Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems (AQC) 期刊主編說明該期刊研究的主題及投稿的重點，有助於研究人員後續要投稿 AQC 的被接受度，這也是台灣可以學習的地方。

此外，近幾年本人參加在中國舉辦的各類型國際學術研討會，觀察到中國與會者有愈來愈年輕化的趨勢——除了年輕學者積極參與外，也有愈來愈多研究生（博士生與碩士生）與會發表論文，而且英文發表能力有明顯的進步，值得台灣年輕學者及研究生效法學習。

這些國際學術研討會大都在大城市舉行（WRE 2015 便是在北京市召開），近年來中國大城市在硬體建設上進步神速，例如高鐵、地鐵、輕軌、磁浮列車等大眾運輸系統的建設（圖 49-50）；行人徒步區（例如王府井大街）、博物館群（例如故宮，圖 51-52）、科學園區的空間建構，這些新建設的品質甚至都不亞於台灣，值得台灣各界警惕。現階段這些城市雖然有不錯的硬體建設，但是在軟體面向的經營、管理、維護，以及環境永續性及社會公平性的考量則仍有許多可以改進的空間（圖 53-55），或許這也是台灣要積極掌握且需更精進的利基點（niche）。



圖 49-50：北京市便捷的地鐵系統



圖 51：北京故宮東華門



圖 52：故宮皇城牆遺址



圖 53-54：一雨成災的北京市街區



圖 55：人行道突兀的路障

肆、攜回資料名稱及內容

由於資通訊的發達及網際網絡的廣泛使用，WRE 2015 鼓勵與會者直接使用網站的資料，所以大會只印行了「WRE 2015 國際會議議程」(Conference Programme) (圖 56)，比較特別的是，WRE 2015 製作了簽到簿 (圖 57)。而參加 WRE 2015 的全部議程後，大會除了提供與會名牌 (圖 58) 外，也印製了「與會證明」(Attendance Certification) (圖 59)。

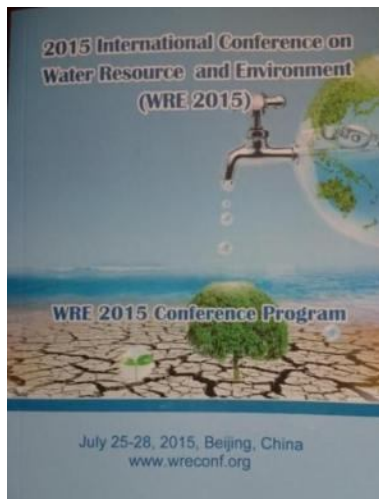


圖 56：WRE 2015 會議議程

WRE1116	App Integrative Indicator for Assessing the Ecological Effects of Pollution in the China Sea	Yes	2.5/26	
WRE1117	Non-Thermal Plasma Applied to Activated Polluted Water: A Feasibility in Decontaminating and at Climate High Energy Costs	Good		
WRE1118	Virtual Water Business: Focusing on the National economic model of Virtual Water	Good		
WRE1119	Pollution Control: The Changing Efficiency of Water Management (Waterways) in Industrial Effluents	Yes		
WRE1120	Impacts of Runoff and Tides on Effluent Water Level in South of Changning Island	Yes		
WRE1121	Urban Climate Sustainability of Greenhouse in and around Suburban Towns, Model District, Yunnan Province, India	Good	2.5/26	WRE1121
WRE1122	Relationships Between Floods and Social Progression: A Case Study of China, Taiwan	Good	2.5/26	WRE1122
WRE1123	Validation of Hydrological Uncertainty by the GLUE Method Under the Impact of Changing a Catchment Threshold Value	Yes		
WRE1124	Treatment of Wastewater with Three-Dimensional Fixed Bed Electrode Method of Activated Carbon	Poster		
WRE1125	Hydraulic Model Study of Pump Station for Water Resource	Yes		
WRE1126	Industrial Spills of Heavy Acid and Metal-Humans Preserved from the Groundwater of South Bohai, China	Yes		
WRE1127	Relationship Between Engineering-Geological Characteristics and Environmental Control Factors of Slope and Groundwater in the Lian-Plains	Poster		
WRE1128	Effect of Soil Moisture on the Energy Distribution and Evapotranspiration of the Semi-arid Grasslands on the Gobi-Lake Plains	Poster		
WRE1129	Evaluation and Analysis of Water Resources Carrying Capacity in Arid Zone—A Case of Minus Basin	Poster		

圖 57：WRE 2015 簽到簿



圖 58：WRE 2015 名牌



圖 59：WRE 2015 與會證明

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2015/11/30

科技部補助計畫	計畫名稱：脆弱度、回復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究	
	計畫主持人：李永展	
	計畫編號：102-2410-H-170-005-SS2	學門領域：都市及區域

無研發成果推廣資料

102年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李永展			計畫編號：102-2410-H-170-005-SS2				
計畫名稱：脆弱度、回復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究							
成果項目			量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
			實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	5	5	100%	篇	李永展，2015，「韌性城市與永續社區營造」，《造園季刊》（即將出版）。 李永展、李品蓉，2014，「水資源的永續發展：以台灣各縣市藍水足跡為例」，《環境教育研究》，第10卷，第2期，第27-50頁。 李永展，2014，「邁向韌性社會：脆弱度觀點」，《經濟前瞻》，第156號（11月），第23-26頁。 李永展，2014，「解讀台灣縣市的碳足跡」，《經濟前瞻》，第152號（3月），第34-39頁。 李永展，2014，「水足跡：水資源永續利用的衡量工具」，《經濟前瞻》，第151號（1月），第25-29頁。
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	6	6	100%		李永展、董娟鳴、吳靜怡、李品蓉、陳喬琪

							<p>，2014，「氣候變遷下雲林縣脆弱度分析」，《2014中華民國都市計劃學會聯合年會暨論文研討會》，2014年12月6日，新北：台北大學。</p> <p>李永展</p> <p>，2014，「脆弱度、恢復力與生態足跡之鏈結：雲林縣之實證研究」，《區域研究及地理學門—學術研討與研究成果會》，2014年10月18日，台北：科技部。</p> <p>李永展、吳靜怡、李品蓉、李毓青，2014，「社會脆弱度與自然脆弱度之跨域分析：以雲林及嘉義為例」，《第十八屆（2014年）國土規劃論壇研討會》，2014年3月22日，台南：國立成功大學。</p> <p>李永展、吳靜怡、李品蓉、李毓青，2013，「社會脆弱度與自然脆弱度之分析：以雲林縣為例」，《2013中華民國都市計劃學會聯合年會暨論文研討會》，2013年12月7日，台南：長榮大學。</p> <p>Yung-Jaan Lee & Li-Pei Peng, 2014, "Taiwan's ecological</p>
--	--	--	--	--	--	--	--

							footprint (2008 – 2011), ” 2014 Asia Global Land Project Conference: Sustainable Land Use and Ecosystem Management, 2014/9/24-26, Taipei, Taiwan (Global Land Project Taipei Nodal Office). Lee, Y.-J. (2015). Building resilient cities through community empowerment: principles and strategies for Taiwan Island. The 2015 International Conference on Spatial Planning and Sustainable Development (SPSD 2015). August 7-8, 2015, Taipei, Taiwan.
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	3	3	100%		
國外	論文著作	期刊論文	3	3	100%	篇	Yung-Jaan Lee, 2015, Land, carbon and water

						<p>footprints in Taiwan.</p> <p>Environmental Impact Assessment Review 54: 1-8 (SSCI) (Impact Factor: 2.60, 2015) (5-Year Impact Factor: 2.61)</p> <p>Yung-Jaan Lee & Li-Pei Peng, 2014, "Taiwan's ecological footprint (1994 - 2011),"</p> <p>Sustainability, 6(9): 6170-6187. (SSCI, SCIE, Scopus) (impact factor: 1.077, 2014)</p> <p>Yung-Jaan Lee & Shih-Chien Lin, 2014, "Carbon footprint accounting practices in Taiwan,"</p> <p>Advanced Materials Research, Vols. 962-965: 1529-1540. (Scopus, EI Compendex, ISTP/CPCI) doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.962-965.1529</p>
		研究報告/技術報告	0	0	100%	
		研討會論文	2	2	100%	<p>Yung-Jaan Lee & Piin-Rong Lee (2014), "Sustainable</p>

							Use of Water Resources in Taiwan: From the Perspective of Blue Water Footprint,” The International Association for People-Environment Studies 23 (IAPS 23), 2012/6/23-6/27, Timisoara, Romania. Yung-Jaan Lee, Ching-Yi Wu, Yu-Ching Lee & Piin-Rong Lee (2014), “Social vulnerability and biophysical vulnerability: Case study of Yunlin and Chiayi County, Taiwan,” The International Association for People-Environment Studies 23 (IAPS 23), 2012/6/23-6/27, Timisoara, Romania.
	專書	0	0	100%	章/本		
專利	申請中件數	0	0	100%	件		
	已獲得件數	0	0	100%			
技術移轉	件數	0	0	100%	件		
	權利金	0	0	100%	千元		
參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次		
	博士生	0	0	100%			

		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
其他成果 (無法以量化表達之 成果如辦理學術活動 、獲得獎項、重要國 際合作、研究成果國 際影響力及其他協助 產業技術發展之具體 效益事項等，請以文 字敘述填列。)		擔任國際期刊審稿委員 Asian Social Science, 2015/8/19 (Scopus期刊) Asian Social Science, 2015/6/22 (Scopus期刊) Jacobs Journal of Environmental Sciences, 2015/6/21 2015 International Conference on Water Resource and Environment (WRE 2015), 2015/4/5 (EI Compendex)					
	成果項目		量化		名稱或內容性質簡述		
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)		0				
	課程/模組		0				
	電腦及網路系統或工具		0				
	教材		0				
	舉辦之活動/競賽		0				
	研討會/工作坊		0				
	電子報、網站		0				
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數		0				

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

☒ 達成目標

☐ 未達成目標（請說明，以100字為限）

☐ 實驗失敗

☐ 因故實驗中斷

☐ 其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：☒ 已發表 ☐ 未發表之文稿 ☐ 撰寫中 ☐ 無

專利：☐ 已獲得 ☐ 申請中 ☒ 無

技轉：☐ 已技轉 ☐ 洽談中 ☒ 無

其他：（以100字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以500字為限）

本計畫透過基礎社會資料調查與實證分析，提升或加強公部門（中央及地方）、私部門、第三部門、社區有關自然脆弱度、社會脆弱度、生態足跡及回復力等理念、影響層面及實踐能力。對政策計畫（中央及地方）提出批判性的政策意涵分析，具體回應氣候變遷／減緩調適相關之自然脆弱度、社會脆弱度、生態足跡及回復力之政策措施。並了解、掌握國內推動自然脆弱度、社會脆弱度、生態足跡及回復力研究或計畫時可能面臨的困難及必要改善或強化的需求條件，但同

時亦可彙整出不同空間尺度進行回復力的內容、流程與模式等，做為其他縣市後續推廣、發展自然脆弱度、社會脆弱度、生態足跡及回復力之參考。