

國立政治大學社會科學學院

財政研究所碩士論文

指導教授：羅光達 博士



臺灣氣候變遷與經濟成長之關係

Climate Change and Economic Development in Taiwan

研究生：楊雅婷 撰

中華民國一百零一年七月

謝辭

終於也到寫謝辭的時候了，大學畢業後因緣際會的來到政大財政所，第一次體會到開心讀書的感覺，也是目前人生中最快樂的兩年。總覺得自己很幸運，身邊常出現好多貴人相助，師長和同學都對我很好，在我徬徨的時候給予我溫暖的鼓勵，在我無助的時候給予我最強大的幫助，在我不知不覺又八字眉的時候逗我笑讓我開懷，謝謝大家讓我碩班兩年過得充實又愉快。

最要感謝的是光達老師，謝謝老師讓我進了羅生門這個溫馨無比的家庭，不管是學術或是待人處事上，光達老師讓我受益良多，每次在我遇到困難或沮喪時，老師總是非常療育系的安慰我，並且給我鼓勵，而且還陪我講冷笑話玩接龍遊戲，實在是太令我感動了，能當您的學生真是最幸運的事。論文能完成當然也要謝謝兩位口委，Jack 老師在論文上給的寶貴意見，以及振雄老師，網友雖然有時候會嚇我，但總給我許多幫助與 FB 的樂趣。在處理時間序列的資料上，要感謝遠在美國的 William 師父不辭辛勞的跨國指導，和被我疲勞轟炸的揚仁學長，以及協助我蒐集大氣資料並解決相關問題的 Xiao Fong 學長和姐姐與姐夫。

參與了綠能計畫讓我的碩班生活充滿樂歡笑與淚水，十分多彩多姿。感謝香梅老師在計畫的協助與生活的照顧，老師認真的態度是學習的典範，國際租稅課程也是這兩年我最愛的課程之一，也謝謝老師我表演秀的門票，實在太貼心太可愛了。謝謝怡澄老師也對我好好，每次到您的辦公室都能得到關愛的眼神，有好康的時候也都會想到我，太感人了。綠能計畫最要感謝的是鎂鎂、嵩杰和怡萱，不知道我們一起度過了多少個哀嚎的夜晚，你們總是不離不棄的陪伴我，一起算碳排放，一起寫工作記錄，當下雖痛苦，但一定是未來美好的回憶。

碩班的日子要謝謝同門的紫魚和老鼠的照顧，跟你們在一起讓我非常

的安心與歡樂，每次當我慌亂的時候，都是你們解救我，幫我調格式和弄一堆大小事，有你們這麼棒的師兄師姐實在太幸運了，也謝謝小郁和我一起吃大中小卷，讓改統計考卷這件事多了許多樂趣，在立法院也都麻煩你們了。也謝謝羅生門的佳宜、英州與登登，處處幫我的忙。同時要感謝Family的Amber、巧芬、筑華、澄澄、新舜、大熊一直很照顧我，帶我到處玩耍，替我分擔心事，還常常餵食我，就像一家人一樣相親相愛，真的很溫馨。和偉馨、珮瑜、婷婷一起上課、談天，和怡慧、宜蓁一起做報告，也很開心，碩班生活謝謝妳們的陪伴。

最後，我要感謝我的父母與姐姐，謝謝你們從小到大的無微不至的照顧，在我開心的時候一起分享喜悅，在我沮喪的時候默默的為我加油打氣，還包容我的一切，讓我有最強大的依靠與最溫暖的避風港，能生在這個家裡真是太幸福了，謝謝你們。一路走來，受到太多人的關懷，期望未來我能不忘那些曾對我伸出援手的人，與曾經同甘共苦的大家，並且幫助更多的人，要一直堅持夢想，有正面的人生觀，才不枉大家對我的關愛。

雅婷 謹誌
2012.7.30 政大.夏

摘要

近來氣候異常與極端氣候災害發生的頻率不斷上升，為了解氣候變遷對我國經濟成長是否有影響，本文採用臺灣 1961 年至 2010 年共 50 年的氣溫、雨量等氣候資料，以及淨固定資產形成、儲蓄率和人口為解釋變數，來探討同時期的全國和農業部門經濟成長是否受到氣候變遷的影響。

實證結果顯示，臺灣近 50 年來的年平均氣溫有上升情形，且其變異程度和全距皆減少，顯示氣溫往高溫集中，確實存在暖化現象。而年平均降雨量、其變異程度以及全距，都有上升傾向，表現出臺灣降雨量有增加趨勢，且降雨的變動幅度也上升，代表氣候波動幅度增大。依 ARMAX 模型檢測得知，氣候因子並不顯著影響全國的經濟成長和農業部門的經濟成長，而是經濟解釋變數較顯著，故應以經濟因子來解釋經濟成長較為恰當。

關鍵字：氣候變遷、經濟成長、臺灣

目錄

第一章 緒論.....	1
第二章 文獻回顧.....	6
第一節 氣候變遷與經濟發展.....	6
第二節 經濟成長之相關文獻.....	11
第三章 臺灣氣候變遷與經濟發展歷程與現況.....	15
第一節 全球氣候變化.....	15
第二節 臺灣氣候變化.....	16
第三節 臺灣經濟發展現況.....	20
第四章 研究設計.....	22
第一節 研究方法.....	22
第二節 資料來源與實證模型設定.....	28
第三節 實證變數假設.....	30
第五章 實證結果.....	32
第一節 敘述統計.....	32
第二節 相關分析.....	37
第三節 單根檢定結果.....	39
第四節 實證結果.....	41
第六章 結論與建議.....	52
參考文獻.....	55

圖次

圖 1-1 全球平均海平面相較於 1961 年至 1990 年之間平均高度的變化.....	2
圖 3-1 臺灣年平均氣溫之時間序列與變化趨勢.....	17
圖 3-2 臺灣年總降雨量日數 (日雨量 $\geq 0.1\text{mm}$).....	18
圖 4-1 研究架構圖.....	27
圖 5-1 臺灣 1961 年至 2010 年年平均氣溫趨勢.....	32
圖 5-2 臺灣 1961 年至 2010 年年平均氣溫之標準差趨勢.....	33
圖 5-3 臺灣 1961 年至 2010 年每年的月平均氣溫極大、極小值趨勢.....	33
圖 5-4 臺灣 1961 年至 2010 年每年的月平均氣溫全距趨勢.....	33
圖 5-5 臺灣 1961 年至 2010 年年平均降雨量趨勢.....	34
圖 5-6 臺灣 1961 年至 2010 年年平均降雨量之標準差趨勢.....	34
圖 5-7 臺灣 1961 年至 2010 年每年的月平均降雨量極大、極小值趨勢...	35
圖 5-8 臺灣 1961 年至 2010 年月平均降雨量全距趨勢.....	35
圖 5-9 臺灣 1961 年至 2010 年經濟成長率趨勢.....	36
圖 5-10 臺灣 1961 年至 2010 年農業部門經濟成長率趨勢.....	36

表次

表 4-1 實證變數之基本統計量	31
表 5-1 經濟成長率與氣候因子之相關分析	37
表 5-2 經濟成長率與經濟因子之相關分析	38
表 5-3 各變數單根檢定結果	39
表 5-4 各變數取一階差分後單根檢定結果	40
表 5-5 DGD PGR 針對 ARMA(p, q) 模式估計及檢定結果	41
表 5-6 DGD PGR 針對 ARMA(1, 0) 模式估計結果	42
表 5-7 DGD PGR 針對 ARMA(0, 1) 模式估計結果	42
表 5-8 DGD PGR 針對 ARMAX(1, 0) 模式估計結果	43
表 5-9 DGD PGR 針對 ARMAX(0, 1) 模式估計結果	45
表 5-10 DARGD PGR 針對 ARMA(p, q) 模式估計及檢定結果	47
表 5-11 DARGD PGR 針對 ARMA(0, 1) 模式估計結果	48
表 5-12 DARGD PGR 針對 ARMAX(0, 1) 模式估計結果	49
表 5-13 實證變數之檢驗結果 (是否顯著)	51

第一章 緒論

自十九世紀工業革命以來，人們為了發展經濟，不斷地使用化石燃料以及含氮、氟的碳化物，排放越來越多的溫室氣體，造成溫室效應。¹ 再加上為了擴大生活空間，或做為燃料等工商業用途，因此大量砍伐雨林和樹木，甚而燒荒耕作、過度放牧，造成熱帶雨林大量消失。熱帶雨林具有吸收二氧化碳（carbon dioxide, CO₂），排放氧氣（oxygen, O₂）之功能，地球上超過40%的氧氣皆為雨林製造，可見雨林在維持環境平衡的重要性，現因遭過度砍伐無法足量吸收CO₂並轉換成O₂，使得溫室氣體濃度增加，地球的地面以及海平面的溫度也因此上升，加速了全球暖化的危機，使得近年來氣候異常以及氣候災害出現的次數越加頻繁。

全球暖化著重於氣溫變化的部份，若將範圍擴張為整體氣候之變化，則稱為氣候變遷。聯合國氣候變遷綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）對氣候變遷的定義為，除在類似時期所觀測氣候的自然變遷之外，由於人類活動直接或間接改變了地球大氣組成，所造成的氣候變化。氣候變遷，已成為當下人們需面對的嚴重問題之一。聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）（2007）指出，1970年至2004年為止，全球溫室氣體已經成長了70%，若不採取改善措施，預估在2000年至2030年間，溫室氣體將會成長25% ~ 90%，這將使全球溫度上升，對地球環境造成極大影響。全球性的溫度增加會引發海平面上升、降雨量和降雪量的變化，IPCC指出，全球平均海平面於1961年至2003年間，平均每年上升1.7公釐（millimeter, mm），在1993年至2003年間，平均每年上升 3.3 ± 0.7 mm，顯示上升速度有加快的趨勢，見圖1-1。

¹ 溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）如二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、六氟化硫（SF₆）、全氟碳化物（PFCs）、氫氟碳化物（HFCs）。

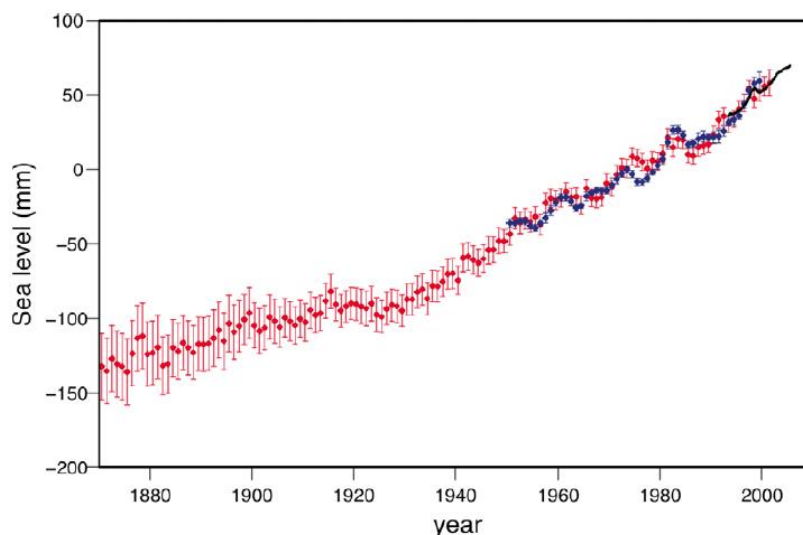


圖 1-1 全球平均海平面相較於 1961 年至 1990 年之間平均高度的變化

資料來源：IPCC 第四次評估報告

這些變化可能會使得洪水、旱災、熱浪以及豪大雨等極端氣候事件的發生更頻繁且更嚴重。2011 年美國在 7 月發生的旱災擴及美國 48 個州，創下美國旱災有史已來的最大範圍；2012 年澳洲東部在 2 月連日暴雨成災，逾 2 萬人受困，梅希河（Mehi river）的水位達到 1976 年以來最高值；2012 年歐洲遭受極端寒冬氣候襲擊，造成數百人死亡，多個地區氣溫跌破歷史新低，羅馬也在 15 年內首度下雪。世界衛生組織（World Health Organization, WHO）也指出，全球暖化使洪水發生的可能性提高 1 倍以上，自 1950 年以來，全球已有超過 230 萬人死於洪水，生命財產損失嚴重。臺灣也無法避免的出現氣候異象，依氣象局 25 個觀測站自 2011 年 12 月至 2012 年 1 月的紀錄來看，大部分測站日照時數極端偏少值屢創新低；而其中 13 個平地觀測站的總日照時數更是歷年最少，氣候明顯改變，也由於日照時數極端偏少會影響到農作物的生產力，進而對經濟造成傷害。由上述資料可知，氣候變遷所造成的影響範圍極為廣泛，並無國界之分，人人皆可能受害。

除此之外，氣候變遷還有其他後果，包括農產量可能增加或減少、冰河融化、夏天河流流量減少、物種消失、犯罪率提高及疾病肆虐等。為解決這日趨嚴重的問題，世界各國在過去幾年紛紛成立國際組織來討論和研擬解決方案，1988年國際間成立了IPCC；1994年成立氣候變化綱要公約政府間談判委員會，並議定了聯合國氣候變遷綱要公約（UNFCCC）；1997年正式簽署京都議定書（Tokyo Protocol），期望各國落實減碳計畫，以降低溫室效應的惡化程度；2009年舉行的哥本哈根會議，各國承諾保持全球平均溫度較前工業化時代的升幅不超過 2°C ，並將長期目標設立在 1.5°C 以內。這些都是希望能引起世人對環境的注意，以及有效減少溫室氣體，確實降低氣候變遷所帶來負面的影響。

氣候變遷和經濟成長是一體兩面的關係，經濟成長對於氣候環境具有影響，Grossman and Krueger（1995）提出了環境顧茲耐曲線（Environment Kuznets Curve, EKC）之觀念，該曲線顯示經濟發展與環境惡化程度具有倒U型的關係，在工業發展階段人們為了所得增加，會願意增加汙染並犧牲環境來發展經濟，以至於環境惡化程度上升；但達到高所得時，人們卻又逐漸重視生活品質，此時才開始著手改善環境，希望降低惡化程度，促使環境惡化程度下降，此即環境顧茲奈曲線為倒U型之原因（Stern, 1996）。汙染物雖會透過空氣、水的流動，使得非製造汙染地區也蒙受其害，但若考慮到貿易自由化及全球分工使得汙染地移轉，也就是富有國會將具汙染性質的產業移轉至較貧窮國家，就能更進一步的討論汙染地移動對經濟和地區汙染量的影響。Copeland and Taylor（2001）實證發現當經濟規模增加1%，汙染量將增加0.25%~0.5%；而當所得增加1%，汙染量將減少1.25%~1.5%，顯示了貿易自由化促使全球分工，會造成富有的國家會越來越乾淨，而貧窮國家卻會越來越髒，若某些汙染造成的傷害具有區域性時，會使得貧窮國家的生存環境更加惡化，越不利其經濟發展。

另一方面，環境變遷也會影響經濟成長，氣溫、雨量、溫室氣體等層面的環境改變，改變了人們發展經濟的方式和歷程。Dell *et al.* (2009) 觀察世界的橫斷面資料後提出，氣溫每上升 1°C，會使每人平均收入下降 8.5%，因此認為氣候變動和經濟是相關的。經濟受到的影響又以農業最為顯著，工業社會生產大量的溫室氣體使得氣候異常，如氣溫上升、乾旱、洪水、水資源分佈改變等異象，造成實體資產的損害，大幅減少低度開發國家 (Least Developed Countries, LDCs) 以農業為生貧窮人民的收入 (Bowen and Fankhauser, 2011)。以水資源為例，水循環發生變化，會改變降雨模式，使得全球三分之一人口面對著中度至高度的水短缺情況，不但影響農業發展與生計，更使健康與生命備受威脅。依據 IPCC (2007) 報告指出，環境變遷會影響到東南亞地區所有國家，至本世紀中，東南亞的農業產值將會下降至少 30%，快速的人口成長以及都市化程度也會使得此地區需承受因氣候變化所造成的飢荒風險。

臺灣人口分布密集，位於東南亞且以農立國，現正處於工業化的過程，對能源的需求快速增加，同時也排放更多的溫室氣體，對環境造成了影響。由於臺灣的地理區位和年輕地質的特性，本容易發生天然災害，極端氣候的出現又促進了天然災害發生的頻率和強度。例如：2009 年莫拉克颱風重創南臺灣，位於高雄的小林村慘遭土石流滅村，事後日本學者發現，小林村被所謂「深層崩壞」的土石流掩埋，深層崩壞一旦發生，受害區域將會比淺層土石流還要來得廣大，造成的災害會更加嚴重，而深層崩壞除非有超大雨量否則一般不會發生，推測是因為全球暖化增加了超大雨量的機率，才使得莫拉克颱風的豪大雨量導致深層崩壞，造成巨大災害。

氣候和經濟的關係眾說紛紜，許怡君 (2011) 以中國 1994 年至 2009 年的氣溫、雨量和氣溫、雨量變異程度與經濟的關係做探討，發現氣溫越高對經濟成長確實有顯著的負面效果，且氣溫的穩定性會影響經濟成長。而農業產值比重高的地區，其降雨量的穩定性會影響經濟成長，降雨越不

穩定越不利於經濟成長；廖云瑄（2008）針對臺灣 1897 年至 2006 年氣溫長期趨勢與經濟做分析，發現以經濟為解釋變數來解釋經濟成長確實較以總平均氣溫為解釋變數來得恰當，若加入落差一期的實質 GDP 後，單以總平均氣溫來解釋的解釋度會大幅提升，且得到當期經濟成長受到前一期氣溫影響的結論，以農業為例，農民會參考前一年的氣候狀況來決定當期農作物的種植數量。

但至目前為止，尚缺乏包括所有臺灣氣溫、雨量以及氣溫、雨量之變動幅度等因子對經濟影響之討論，故本文針對臺灣氣候因子和經濟之間是否存在相關性加以探討，採用了臺灣 1961 年至 2010 年的實質 GDP 成長率、實質農業 GDP 成長率為被解釋變數，而同時段的氣溫和雨量其每年平均值走向，及標準差的波動幅度為氣候因子解釋變數，並加入淨固定資產形成成長率、儲蓄率之成長率等經濟因子，和人口成長率為解釋變數，使迴歸式能更詳細反映實際情況，最後採用相關分析與 ARMAX 模型來判斷臺灣目前氣候變遷程度是否足以影響臺灣的經濟成長。

第二章 文獻回顧

第一節 氣候變遷與經濟發展

一、經濟成長影響氣候變遷之相關文獻

Grossman and Krueger (1995) 採用城市的空氣汙染以及河川汙染程度等環境因子，來分析與每人所得 (per capita income) 的關係，發現沒有足夠的證據可證明環境品質惡化和經濟成長存在持續的相關性。然而，空氣和水的品質因子顯示，對貧窮國家而言，經濟成長會造成環境惡化，但當每人所得達到一個臨界值時，環境就會隨著經濟成長而改善，此臨界值會因環境因子的不同而有所不同，但是大都在每人所得8,000美元附近，此即環境顧茲耐曲線 (EKC) 之觀念。² 經濟也在不同層面造成了氣候變遷，由於經濟發展會排放溫室氣體和懸浮微粒，使得大氣層組織成分有所不同，透過地球的輻射作用造成地表溫度改變，進而產生氣候變遷所帶來像是海平面上升、降雨量波動幅度增大、水資源分佈異常等各種現象，再度對於環境造成影響 (House of Lords, 2005)。³

若世界想要永續發展，就必須同時兼顧經濟發展以及環境保護，World Development Report (1992) 整理125個國家的社會經濟統計資料，透過各國人口成長、工業產出、能源的使用和食物的需求，發現了經濟發展和環境的關聯性。此關聯性可能為正面或是負面的，經濟發展對於環境而言有許多好處，透過經濟使用效率的上升和所得成長，可以穩定地獲得乾淨水源、發展農業、減少貧窮發生、降低自然資源使用的不效率，進一步更可使財產權劃分得更加清楚。但經濟發展確實也對環境造成負面傷害，如汙染濃度上升。發展是希望帶來更好的生活，若造成的汙染毀壞了與安全、

² 8,000 美金是以 1985 年為基期計算而得。

³ 輻射作用 (Radiative Forcing) 是指進入到大氣的輻射量與出去大氣，兩者之間輻射量的差距。當進入大氣的輻射量大於出去的輻射量時，稱為正輻射作用，此時將會使地表溫度提高。

健康息息相關的環境，並對人類未來生存有負面影響，就不能算是好的發展。

二、氣候變遷影響經濟成長之相關文獻

經濟發展的型態會影響氣候，而氣候變遷同樣會牽引經濟發展。氣候在一個地區的經濟發展中扮演了重要的角色，Masters and McMillan (2000) 透過1960年至1990年代的資料發現，溫帶地區國家的經濟成長路徑呈收斂至高所得的趨勢，這是由於溫帶地區的季節性凍霜氣候型態對於該地區長期影響，讓人力資本和儲蓄得以累積，進一步使得溫帶地區的國家，生產力能夠同幅的成長發展。⁴然而，熱帶地區國家因為缺乏季節性凍霜，其經濟成長路徑取決於各國本身的市場經濟規模以及貿易程度，故不似溫帶地區國家呈現同一趨勢之走向，顯示了氣候確實會影響經濟成長的模式。

Mensbrughe and Rosen (2010) 指出，海洋、風和平流層等相互作用影響了全球氣候狀態，因此氣候變遷是全體系的，不管自然或人文體系皆會受到影響，故稱做地球系統。⁵ 其波及的範圍極為廣泛，例如海平面、水資源、農業產出、人類的健康、能源需求以及經濟發展等，市場運作和貿易互動皆因此受到影響，並且導致全球社會經濟的變化。

為探討氣候變遷對經濟成長的影響，Dell *et al.* (2008, 2009) 分析50個國家的年度氣溫、雨量跨國追蹤資料，發現貧窮國家多以農業為生，氣溫越高對其經濟成長越有負面影響。平均氣溫每上升1°C，經濟成長會減少1.1%，對工業國家則沒有影響。當氣溫上升幅度越大時，其影響的範圍會更加廣泛，不但會降低農、工業的產出，甚至對投資、創新、政治穩定度都會有所影響；但氣溫下降則不管對貧窮或富有國家的經濟成長都無顯

⁴ 季節性凍霜 (seasonal frost) 可殺死部分害蟲、寄生蟲與傳染病原。

⁵ 地球系統 (Earth System) 是由水圈、冰雪圈、大氣圈、岩石圈以及生物圈所組成的整合系統，且彼此互相影響，塑造了地球環境，同時也不斷改變地球環境。

著影響。該文也提及了雨量對於農、工業國家的影響，年雨量每增加100mm可使農業國家產出率提高0.24%，使工業國家產出率提高0.14%。由此可發現，不管是氣溫或雨量，以農業為主的較貧窮國家受到氣候的影響都較富有國家來得強烈與明顯。

許多研究都指出氣候變遷會對經濟成長和國家的發展有負面影響，其中又以亞洲和非洲最為明顯；且環境狀況的惡化以及突然急遽的衝擊也都會對經濟發展和成長造成負面影響（Stern, 2007；Biemans *et al.*, 2006）。Barrios *et al.* (2008)以非洲國家的降雨量為例，研究發現1960年代與1990年代時，降雨量下降確實造成當時農業產出減少，使經濟成長下跌，降雨量較少的國家，每人國民生產毛額會比降雨較多的國家少9%～13%，佐證了降雨量和經濟成長有同向關係之理論。而Brown and Lall (2006)透過跨國實證分析，指出貧窮國家的降雨變動率高於富有國家，使得氣候變遷對以農業為主的貧窮國家更加不利。Stern (2007)研究以原本糧食生產就相對匱乏之非洲、大洋洲等地為例，發現氣候變遷對於農漁業的生產，和水資源的提供都有顯著影響，不但會使得經濟發展受阻，還會造成孩童因為缺乏食物而營養不良，和受到疾病傳染的死亡率上升。

Mendelsohn *et al.* (2006)說明了氣候變遷所造成的傷害高達80%都集中在低緯度國家，這些國家除了先天條件較為不利之外，後天的調適能力也是相對不足，面對氣候變遷的處境相對艱困。像是許多發展中國家的農民，會為了接近水源而沿河居住，許多貧民窟亦位於低地或沿河一帶，當氣候變遷造成水位上升，將會使得低窪地區氾濫更加頻繁，威脅到弱勢居民的生計與人身安全。在2006年全球發生的天災中，死亡和受災人數最多的3個國家全都位於非洲，分別是馬拉維、布隆迪及肯尼亞，皆是全球最貧窮的國家之一，證實了上述理論。

IPCC (2007)統計報告發現，全球從1988年至1997年，因氣候變遷而造成的經濟損失已超過2,900億美元，其中又以農作物的損失最為嚴

重。國際稻米研究所 (International Rice Research Institute, IRRI) 指出，夜晚氣溫每增加 1°C ，稻米的產量會減少 10%。特別是開花期若出現高溫，對水稻的產量更會有負面效果。⁶ 另一方面，農作物的生長期也受到氣溫影響，當氣溫增加 $1.12^{\circ}\text{C} \sim 2.37^{\circ}\text{C}$ 時，會使得作物生長期往前移動，有違正常生長機能，不利於農作物成長，而夏季高溫也會使得稻米的品質下降，這些都有礙於農業經濟的成長。在 CO_2 方面，大氣中 CO_2 濃度升高有利於作物行使光合作用，作物產量可增加約 30%。但若大氣 CO_2 濃度倍增且溫度上升，促進了作物發育的速率，會導致生育期縮短，此時若作物的品種和播種期、插秧期都不變，產量將會減少，而對農業有不利影響。

蘇宗振 (2009) 指出，近年來由於氣候急遽變化，對全球主要穀物的產量和全球糧食的供應市場有很大的影響，未來熱帶和亞熱帶地區的農作物產量將因溫度升高而減少；溫帶地區則視增溫幅度而定，若幅度不大，農作物產量將會增加，但若幅度太大，農作物產量則仍會減少。由於氣候變遷造成極端氣候出現的頻率和程度都更劇烈，使得農作物產量的供給變化加大，再加上人口快速成長，未來糧食的供需勢必將面臨很大的問題。分析氣候暖化對臺灣地區糧食生產的影響，大致可分為五個面向。首先，由於臺灣的水稻品種九成以上為粳型稻，不適處於高溫多濕的環境，氣候暖化對臺灣地區糧食生產的影響將大於溫帶地區。其次，高溫導致農作物的生育期縮短，進而減少生產量，且夜溫提高也會降低產物的品質。同時，暖冬常讓農民提前在初春就插秧，使得秧苗受到嚴重寒害需要重新種植，造成資源的浪費。並且，會造成全臺病蟲害發生期間、頻率及分布地區趨於一致，若未採取共同防治，將造成資源浪費，降低農民收益。最後，氣候暖化會造成極端氣候事件增多，以及農作物總產量下降，都會增加糧食供給的不穩定性與調控上的困難度。

⁶ 此處高溫指 36.5°C 以上。

吳原禎(2008)探討氣候變遷對全球稻米貿易市場所造成之經濟影響實證結果發現，由於各產區具有不同的氣候情境，故世界主要稻米產區之產量各有增減，以總數來看，全世界稻米總產量確實呈現減少狀態，對於主要稻米產國，例如：中國、泰國、印度等國影響更深，且世界稻米貿易量、價格等也皆會受到氣候的影響。黃煥彰(2006)指出，氣溫上升除了會導致稻米、玉米等農作物的產量減少，就連畜牧產業也會受到衝擊，研究顯示，每當氣溫上升 1°C ，豬隻的食量會降低5%；而雞、鴨等家禽，在氣溫上升時則會有肉雞重量減輕、蛋雞不下蛋的情況發生，導致臺灣年損失可能超過臺幣400億元。許怡君(2011)採用1994年至2009年中國30個省市地方政府氣候的追蹤資料，並搭配雙因子固定效果模型，發現氣溫越高對經濟成長確實有顯著的負面影響，且氣溫的穩定性會影響經濟成長。考慮氣候變遷與農業之關係時，結果顯示農業產值比重高的地區，其降雨量的穩定性會影響經濟成長，降雨越不穩定越不利於經濟成長；若將中國各省市分為沿海和非沿海地區時，大致也可得上述結果。

而在選擇經濟分析的被解釋變數上，由於氣溫上升或雨量下降時會讓產出或實質GDP的下降，造成經濟層面的影響，也許可以透過政策手段使GDP回到原來水準，但是氣候變遷對於經濟成長率的影響卻無法用此法來加以消除。Koubi *et al.* (2010)認為就算實質GDP回到原本水準，但由於過去低實質GDP時的消費和投資都下降，且該國會將資源利用在適應氣候變遷而非用於研究發展和增加資產，此皆會對經濟成長造成不利影響。從短期時間序列資料可發現，即使產出只有輕微的變動，也會影響到該成長率的平均值，故使用實質GDP成長率會比僅用實質GDP來得恰當。

第二節 經濟成長之相關文獻

一、影響經濟成長之相關因素

顧茲耐 (Kuznets) 認為一國經濟成長須具備三要素，分別為持續成長、技術進步以及創新的技術，這些都必須配合社會制度、態度及意識型態的調整。經濟成長理論和其影響因素的觀點依經濟學派的不同而有所差異，古典學派的亞當斯密 (Adam Smith) 和李嘉圖 (Ricardo) 等學者，皆主張資產累積和技術進步是經濟成長的關鍵因素，且認為儲蓄、投資及國際間的自由貿易對經濟成長都有所貢獻。而凱因斯學派的凱因斯 (Keynes) 認為個人的可支配所得決定了個人消費，由於短期內個人消費不會有太大幅度的變動，投資對達到充分就業也就相對重要，故凱因斯主張政府應多利用擴大公共投資，使經濟體系能達充分就業之狀態。另外，哈勒德 (Harrod) 和多瑪 (Domar) 所提出的 Harrod-Domar 成長模型，則探討勞動成長、資產累積與經濟成長之關係，認為經濟在成長中若要保持長期均衡，則勞動和資產必須同時保持充分就業，但在現實生活中幾乎是不可能達成。

新古典學派的梭羅 (Solow) 和拉姆齊 (Ramsey) 所提出的新古典經濟成長理論，主張不論經濟起始狀況的人均資本處於何處，最後均會收斂至長期穩定的狀態，此時各國的人均資本和每人產出，都會和經濟成長率相同，影響經濟成長的因素主要著重於勞動、資產、土地等生產要素投入的增加和技術水準的進步。以盧卡斯 (Lucas) 和羅瑪 (Romer) 為主的內生成長理論則將技術視為內生函數，技術創新、研究發展不但可以提高邊際生產力，降低生產成本，更可以連帶培養人力資本，而研發創新和人力資本正是經濟成長的動力來源。貝羅 (Barro) 認為政府支出具外部效果會外溢至私人部門，進而影響長期的經濟發展。政府預算規模大小會影響到公私部門間資源的配置，對經濟成長亦會產生影響，稅收同樣是將有限資

源從私部門移轉到公部門，造成排擠效果並扭曲經濟選擇的行為，對經濟成長會有負面的效果。

許多學者也針對影響臺灣經濟成長的變數作分析。翁翠霞（2001）將臺灣社經結構指標分為四個主要構面，為工業化程度、投資與消費、就業狀況，及貿易與儲蓄，探討其與經濟發展構面間的關係。發現臺灣的經濟成長率主要是受到貿易與儲蓄的影響；而平均每人 GDP 則是受到工業化程度的影響，該文並指出人口年增率越低的年度，其平均每人 GNP 會越高。馮惠珊、余惠芳（2010）針對臺灣 1971 年至 2008 年之私人投資支出與所得、利率和物價作分析，實證結果和凱因斯 IS-LM、AD-AS 的理論一致，顯示當私人投資支出增加，所得 GDP 會上升、利率會下降，而物價會上漲，其中，又以私人投資支出對 GDP 的解釋力較大。許松根、謝麗真（2006）採用 Lin and Roe（2002）的實證模型探討臺灣 1970 年至 2000 年之經濟成長來源，發現在臺灣經濟成長的歷程中，人力資本扮演重要角色，可解釋該期間 16.25% 的成長來源，而所有變數中，對成長貢獻最大的是知識存量，可解釋該期間一半以上的成長來源。

二、臺灣經濟成長背景之相關文獻

林進生與初國華（2010）指出臺灣為海島型國家，屬於依賴出口導向的經濟體系，五十多年來透過進口替代、出口擴張、產業結構調整、經濟自由化等發展軌跡，使經濟規模得以發展成功並且迅速成長（李煥仁，2006）。高希均與李誠（1993）將臺灣這十幾年來經濟能夠成功發展歸功於政府經濟政策制定良善，歸納如下：（一）經濟成長與穩定並重；（二）以市場機能為導向，但政府佐以適當干預；（三）穩定農業為先，再以農業發展工業；（四）工業循序發展，先以進口替代，而後為出口擴張；（五）鼓勵儲蓄培養資金；（六）重視基本建設，例如：十項建設、臺灣省基層

建設計畫、六年國建計畫等等。

許多學者都曾將臺灣的經濟發展依不同理論來劃分成數個階段，劉進慶（1983）綜合多項經濟指標和經濟發展要素來分析臺灣的經濟發展，認為1945年至1952年處於國民政府遷臺前後，政經動盪不安，屬於經濟混亂時期。1953年至1963年為經濟摸索和調整時期，並以進口替代的國民經濟再生產對內循環為主導發展時期。1964年至今，則以出口擴張的國民經濟再生產對外循環為主導發展時期，其中又依成長速度將這個時期分成三階段，即1964年至1973年的高速增長時期、1974年至1979年的不穩定增長時期、和1980年至今的低增長時期。

而吳永猛等人（2002）則採用List（1856）以農、工、商之發展狀態為依據，將戰後臺灣經濟發展分成四個階段。⁷ 在1945年至1952年的農業復興期間，政府著重於戰後重建及土地改革，以恢復生產，成功的穩定經濟並解決了通貨膨脹的問題。1953年至1962年的農工業發展期間，化學肥料以及品種改良促進了農業技術，使得農業的產出因此提高，政府同時採用擴大農工差價方式，將農業所得引導到工業，並在工業方面採取了發展勞力密集輕工業來替代進口商品之策略，創下了以農業帶動工業發展的先例。1963年至1973工商拓展期間，轉為採吸引外資、自由開放、出口導向的策略，且設立了加工出口區，發展勞力密集產業，促使輕工業產品大量外銷。1974年至2000年的工商轉型期間，則是發展重化工業，並以資產和技術密集產業為發展重點，但因1979年遇上全球能源危機，故轉而著重於能源密集度低、耗能少、低污染及高附加價值產業和策略性產業，並且一直發展至今。⁸

吳聰敏（2003）指出，臺灣在1960年至1999年之間，利用西方已開發

⁷ List（1856）按職業的分布狀況，將經濟發展的過程分為五個階段，分別為：採集、游牧、農業、農工業、農工商業。

⁸ 策略性產業是指產業間關聯效果大、市場潛力大、技術密度高、附加價值高、能源係數低和污染程度低之產業，例如：資訊電子業、機械工業。

國家將勞動密集型產業外轉的機會，吸引大量的外國資金和技術，並透過臺灣優良且低價的勞動力優勢來配合經濟發展策略，成就了經濟迅速發展的盛況。每人GDP成長率平均值為6.19%，遠高能取得GDP時間序列資料的53個國家之成長率平均值2.04%，排名第2，和南韓、香港、新加坡同時被稱為亞洲四小龍，視為國際間經濟發展成功的奇蹟。

經濟快速成長也改變臺灣的產業結構，根據行政院主計處總體經濟資料庫及人力資源調查可發現，GDP組成結構中農業產值所占的比例逐漸下降；工業產值所占的比例呈現了先升後降的現象；而服務業的產值則是逐漸上升。農業產值占GDP的比率在1952年為32.2%，到了2005年已下降為1.8%；工業生產值在1952年為19.7%，1981年上升至45.5%，但2005年又下降24.6%。服務業產值在1952年為48.1%，2005年則增加至73.3%。在就業人口結構方面，1952年臺灣的就業人口中，從事農業的就業人口高達56.1%；工業活動的大約在16.9%；而服務業則占27.0%。到了2005年時，就業結構則分別為農業5.9%、工業35.8%及服務業58.3%，可發現就業人口結構和各業占GDP比例走向相同。⁹

⁹ <http://www.twcsi.org.tw/columnpage/service/situation.aspx>.(2012/03/25 取得)

第三章 臺灣氣候變遷與經濟發展歷程與現況

第一節 全球氣候變化

當氣候表現出大幅的波動和強烈的變化，像是氣溫和雨量在受汙染地區嚴重變動，皆會使人們蒙受生命和財產上的危險。證據顯示，人類活動受到氣候極大的影響，其中主要原因是二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和一氧化氮（N₂O）等溫室氣體從1750年至2005年便不斷上升。IPCC指出，1970年至2004年間，溫室氣體排放總量共上升了70%，且1990年後上升幅度越加迅速，其中以CO₂最為嚴重。自工業革命至2005年來，大氣中的CO₂已由280百萬分率（parts per million, ppm）增至379ppm，上升幅度遠大於工業革命前的變動幅度，可推測人為活動是造成溫室氣體急遽上升的重要原因。

臺灣氣候變遷科學報告（2011）指出，溫室氣體濃度增加，使得近百年全球地表平均溫度約上升了0.74°C，且從1970年至今，全球地表平均氣溫已上升了1°C，可發現確實有全球暖化的情形發生。同時，氣溫上升幅度越來越大，並以線性關係持續成長，IPCC也預計未來一百年內還可能持續上升1.1°C ~ 6.4°C；而Brohan *et al.*（2006）也估計到2100年時全球地表平均溫度會上升3°C。自然環境具有本身的調節能力，若氣溫變化在2°C ~ 3°C之間，仍在自然系統能承受的範圍之內，但若超過此範圍，將會對環境以及人類造成嚴重的後果。

由於降雨會受到地理位置和地形等因素影響，各地各有增加或減少的現象，估計全球平均降雨變化的趨勢相較於氣溫的預測更具難度，IPCC第四次評估報告對於全球平均降雨量仍無是否增加或減少的判定，全球陸地平均降雨並非呈現同一方向的變動，例如：北美東半部、南美洲、北歐、北亞、中亞等地區的區域降雨的長期變化有明顯增加的現象；而在撒哈拉沙漠、地中海地區、南非、和部分南亞地區則有減少的傾向，顯示了各地區降雨變動趨勢不一，增加了預測全球整體降雨變化趨勢的難度。

第二節 臺灣氣候變化

國際能源總署 (International Energy Agency, IEA) (2011) 公佈 2009 年全球燃料燃燒 CO₂ 排放量, 臺灣排名全球第 23 名; 而人均排放量為 10.89 公噸 CO₂/人, 比 1990 年增加了 93.1%, 但較 2008 年下降 5.55%, 與 OECD 國家的 9.83 公噸 CO₂/人相近, 維持全球第 17 名, 亞洲第 9 名。至於排放密集度則為 40%, 跟 1990 年的 44% 比起來下降了 9.30%, 也比起 2008 年的 41% 下降了 2.44%, 由前文和此數據可發現, 臺灣經濟成長幅度大於 CO₂ 排放量的成長幅度, 顯示了 GDP 經濟成長與 CO₂ 排放逐步呈脫鉤趨勢。¹⁰

在氣溫方面, 臺灣氣候變遷科學報告 (2011) 也指出, 臺灣所在的東亞沿岸是全球增溫最快速的地區之一, 臺灣年平均氣溫在 1911 年至 2009 年這期間上升了 1.4°C, 相當於每 10 年上升 0.14°C, 比全球平均值每 10 年上升 0.074°C 還要來得高。¹¹ 且臺灣自 1980 年至 2009 年的近 30 年氣溫增加的速度明顯增快, 每 10 年的上升幅度約為 0.29°C, 幾乎是百年趨勢值 0.14°C 的 2 倍。由圖 3-1 可知, 根據近 30 年的氣溫迴歸線斜率得到的變化趨勢 0.29°C, 較近 50 年的 0.19°C 和近 100 年的 0.14°C 都來得大, 顯示氣溫上升的速度與幅度是越來越急遽。該報告採用多種氣候模式, 結果顯示, 未來臺灣在全球暖化下將持續增溫, 到 21 世紀末時相對於 20 世紀末的溫度, 臺灣地區的溫度將增加 2°C ~ 3°C, 但可能增溫幅度略小於全球平均值可能增溫 1.1°C ~ 6.4°C, 其中, 北臺灣的增溫幅度會較南臺灣來得高。除了平均氣溫上升以外, 每日最高溫與每日最低溫也有上升的現象, 且夜間溫度增溫的趨勢較白天來得快, 區域也較廣。另一方面, 極端高溫的情況同樣越來越嚴重, 夏季發生熱浪的頻率增加, 極端低溫事件發生的頻率卻逐漸減少, 強度也有漸緩的趨勢。不管是實際數據或是氣候模擬預

¹⁰ 排放密集度為每單位 GDP 排放的 CO₂ 排放量, 即 kilogrammes CO₂/US dollar using 2000 prices。

¹¹ 東亞沿岸指自日本、韓國至南海一帶。

測，都顯示了臺灣受到全球暖化的影響，氣溫逐漸上升，且預測會延續下去。

而中央氣象局（2009）根據臺灣 1897 年至 2008 年各地 21 個觀測站的氣溫資料來統計臺灣氣溫特性，發現氣溫的長期變化不像降雨有區域性的差異，1897 年至 2008 年百年來的氣溫變化普遍呈現上升狀態，全臺年平均氣溫上升 0.8°C ，其中夏季氣溫的線性變化趨勢比冬季來得明顯，氣溫年溫差呈現上升趨勢（Hsu and Chen, 2002）。¹² 由於夜間氣溫上升幅度大於白天，且每日最低溫持續升高，每日最高溫幾乎維持不動，使得日溫差有下降的趨勢，從 1930 年至 1970 年，日溫差緩慢下降約 0.4°C （Liu *et al.*, 2002；Shiu *et al.*, 2009；Lai and Chen, 2010）。¹³

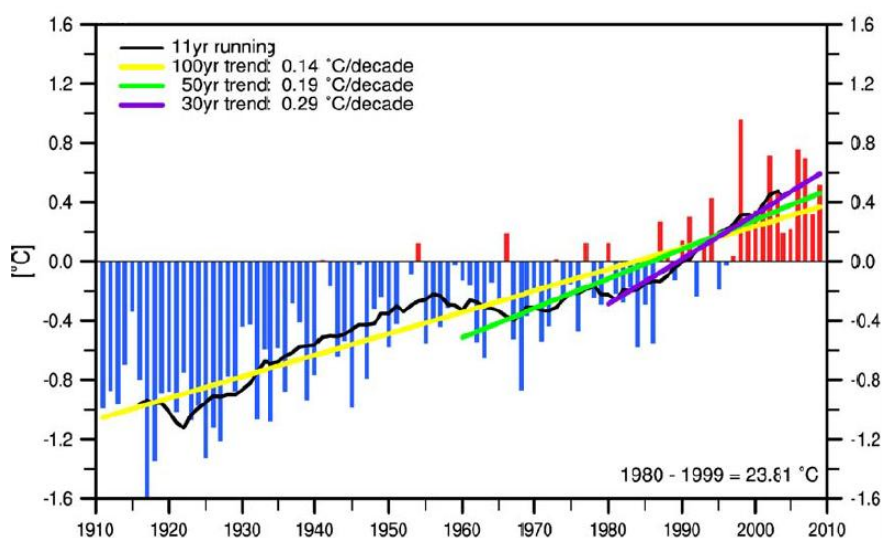


圖 3-1 臺灣年平均氣溫之時間序列與變化趨勢

資料來源：臺灣氣候變遷科學報告（2011）

而在臺灣的降雨部分，該報告指出全臺總雨量無明顯長期變化趨勢，

¹² 全臺年平均溫度上升 0.8°C ，其中又分為：都會區 1.4°C 、西部市鎮 0.9°C 、東部市鎮 1.3°C 、山區 0.6°C 、平地 1.2°C 、離島 1.1°C ，而氣溫年溫差為年最高溫與最低溫之溫差。

¹³ 日溫差（Diurnal Temperature Range, DTR）為日最高溫與日最低溫的差距溫度。

但年平均總降雨日數有明顯下降的走向，由圖 3-2 不同年間的迴歸線斜率得到的趨勢可知，近 100 年的趨勢為每 10 年減少 4 天，近 50 年為每 10 年減少 5 天，近 30 年則增至每 10 年減少 6 天。雖然降雨日數變少，但統計資料同時顯示大豪雨日數在近 50 年和近 30 年有明顯增多的趨勢。¹⁴ 顯示了存在著大約 50 年至 60 年週期的年代季變化現象，這些都代表臺灣有降雨日數減少，但強度增加的現象。¹⁵ 該報告並在未來暖化的情形下，推估出未來降雨日數將減少，但降雨強度會有增加的現象；就季節來分，臺灣未來冬季平均降雨量大多都是減少的，約有一半的模式推估減少幅度介於-3% ~ -22%之間，而未來夏季平均雨量的變化，約有一半的模式推估夏季降雨量增加幅度介於+2% ~ +26%之間，亦即乾濕季則與全球趨勢類似會越趨明顯，且降雨量的變異程度會變大。

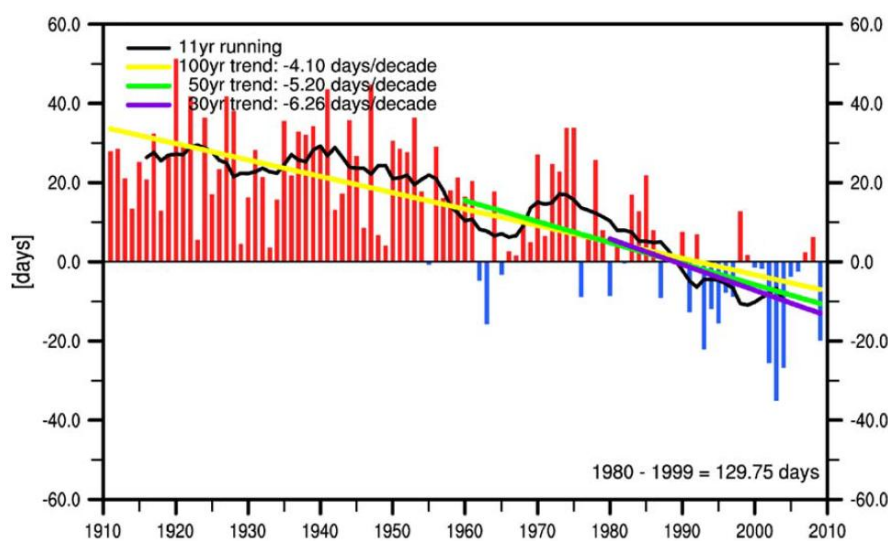


圖 3-2 臺灣年總降雨量日數 (日雨量 $\geq 0.1\text{mm}$)

資料來源：臺灣氣候變遷科學報告 (2011)

中央氣象局 (2009) 也指出，由於臺灣的降雨受到季風以及颱風的影

¹⁴ 大豪雨日指日雨量大於 200mm。

¹⁵ 環境資訊中心:<http://e-info.org.tw/node/71561>(2012/03/28 取得)

響，故在分析長期降雨資料時，常發現全島年平均降雨量的變化趨勢中，處在不同地理位置的觀測站其平均變化趨勢有所不同。雖然全年總降雨量在年與年之間的變化不小（汪中和，2006），但是 100 年線性變化趨勢並沒有顯著的上升或下降（盧孟明與麥如俊，2003；汪中和，2006；柳中明等，2008；陳雲蘭，2008；Hsu and Chen, 2002）。從資料也發現，小雨的降雨頻率有下降的情形發生，且越近期下降的趨勢越明顯；但是大雨的降雨頻率卻上升（Liu *et al.*, 2009；Shiu *et al.*, 2009），兩者相抵，使得總雨量變化趨勢雖並不明顯，但降雨強度卻有增強趨勢，也代表了臺灣降雨的變動幅度增大。

臺灣近年來氣溫變化與經濟發展關係的部分，賴栗葦與姜善鑫(2005)採用時間序列迴歸模型分析臺灣所選取的 8 個觀測站，分別是彭佳嶼、臺北、臺中、澎湖、臺南、恆春、花蓮、臺東從 1961 年至 2000 年的年平均氣溫、年平均最高溫度、年平均最低溫度以及年平均日溫差，探討氣溫與潛在影響氣溫的自然、人文因子之關係。結果顯示，臺灣地區氣候變化和自然因素不明顯相關，而是偏重於人為因素，例如：人口數、國民所得、燃料消耗、火力發電等，且各大都市氣溫變化和產業類別具有相關性，顯現出經濟發展可能會影響氣溫的變化。

同樣也是分析臺灣氣溫變化與經濟活動，廖云瑄（2008）針對臺灣 1897 年至 2006 年百年氣溫變化與經濟活動做探討，使用的資料為臺灣各觀測站所測得之氣溫資料，並剔除資料不齊全者以及依觀測站高度區分之主極端值和次極端值，最後使用 19 個氣候觀測站之氣溫資料。由於該文探討年度長遠，遇到經濟資料漏缺之情形時，使用內插法加以解決，得到結果顯示，以經濟變數來解釋經濟成長確實較氣溫來得恰當，但發現加入落差一期的實質 GDP 後，單以總平均氣溫來解釋的解釋度大幅提升，且得到當期經濟成長受到前一期氣溫影響的結論。

第三節 臺灣經濟發展現況

臺灣經濟來源可分為農業和非農業。農業方面，吳同權（2005）將臺灣二次大戰後的農業政策分為三個階段，分別是 1946 年至 1968 年農業培養工業階段、1969 年至 1991 年加速農村建設階段、1992 年至今的因應經貿自由化階段。在 1946 年至 1968 年農業培養工業階段，農業占國民生產毛額的比重高，且因為技術和制度的革新，使得農產量大幅上升，促進了經濟成長、穩定物資和工資，並將農產品外銷賺取外匯，作為工業發展之基礎。而在 1969 年至 1991 年加速農村建設階段間，社會經濟結構急速改變，農業占經濟的比重持續下降，工商服務業成為主流，農業的發展有賴於其他部門的支持。由於農業衰退、利潤薄弱，以及農場規模不易擴增的情況下，導致農民所得相對偏低，1970 年前後農家每人所得僅為非農家所得之 60% 左右，於是政府採行了價格支持、生產資材補貼和減免賦稅等措施加以挽救。最後，在 1992 年至今的因應經貿自由化階段，由於經濟國際化和貿易自由化的衝擊、考量到生產環境的永續發展，並顧及到農村、農民的福利，政府主張改變農業支持方式、調整農業生產政策結構、創新農業科技並促進農業資源保育與利用。

由於臺灣已在 2002 年加入了世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO)，使得臺灣農村地區的用地取得及人力資源的機會成本變得比以往便宜，同時，進口量增加也衝擊了本土農產品生產政策，政府提高了休耕給付來降低稻作面積及產量，到 2010 年時稻穀產量為 145.1 萬公噸，稻作面積只剩 25.5 萬公頃，而休耕面積高達 20.9 萬公頃，逼近稻作面積（楊明憲，2011）。由於農業對外環境的改變，以及國家本身政策之影響，促使臺灣農業邁向轉型之路，有別於以往傳統耕種農業，逐漸改為有機種植、技術精緻、加工休閒觀光等多元化農業。

非農業大致可分為工業和服務業兩大部份，工業部份，臺灣從 1951 年代開始發展勞力密集工業，採取進口替代政策來擴張經濟；到了 1960 年代，政府持續著重於培養勞力密集工業，並以出口擴張方式成就了我國第

一次經濟奇蹟。1970年代則是重化工業與進口替代時期，不斷發展工業；1980年代則因技術進步，選擇技術密集、高科技工業為發展主軸，並在1986年時達到鼎盛高峰。但1986年以後由於生產、銷售的全球化，以及專業分工比較利益的考量之下，造成臺灣許多傳統工業外移，不再於臺灣生產，使得工業部門生產總額占全體工商業生產總額的比重逐漸下滑，主計處工商及服務業普查數據顯示，比重呈現下降趨勢，1991年為69.49%、1996年為63.55%，到了2001年降為59.46%，顯示工業的產值和其重要性不如以往。直到近年來，由於效率提升和投入增加，製造業得以展現產業升級績效，促使2006年工業部門生產總額比重上升為64.77%，比1996年還要來得高。

在服務業方面，臺灣服務業聯網(Taiwan Coalition of Service Industries, TWCSI)指出，臺灣經濟發展過程中由於1990年代以後所得增加，在內需拉動因素下，連帶使得消費性服務業的需求也提高，再加上專業分工促使分配性及技術支援性服務業的發展、政府放寬對服務業的管制，使得服務業生產總額比重自1986年起明顯上揚，且不管在產值或是就業比例上都有大幅度的成長。¹⁶ 在產值部分，臺灣服務業之毛額比重，從1970年代以來，一直維持50%以上之比重，之後由於服務業快速發展，到2005年時，服務業所占毛額比重已高達73.3%。而就業人口部份，1970年代初期時，服務業的就業人口約占37%，到2005年已上升至58%，目前占最大比重；由上列數據可知，服務業的國內生產毛額占整體產業的比重，高於服務業就業人數占整體產業就業的比重。

¹⁶ 臺灣服務業聯網：<http://www.twcsi.org.tw/> (2012/04/01 取得)

服務業如：住宿、餐飲業、專業、科學及技術服務業、文化、運動及休閒服務業、醫療保健及社會福利服務業、運輸、倉儲及通信業、金融及保險業、教育服務業。

第四章 研究設計

第一節 研究方法

本文為探討臺灣近50年來氣候變遷與經濟成長的關係，首先，針對全國經濟成長率和農業部門經濟成長率，分別與不同經濟因子的成長率和氣候因子做相關分析，以分析各變數的走向關係。但由於相關分析不具有解釋因果關係的能力，故本文更進一步用單根檢定法來檢定數列的穩定性質，再以ARMAX模型來探討經濟成長是否受到本身過去數列的影響，以及判斷所選取的解釋變數在統計上是否具有顯著影響之因果關係，本文研究架構見圖4-1。

一、相關係數

在傳統的實數樣本分析中，若想表達兩變數間線性相關的程度，可使用皮爾森相關係數（Pearson's Correlation Coefficient, PCC），其定義為：

$$\text{相關係數 } \rho = \frac{\sigma_{X,Y}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

當 $\rho > 0$ 時，稱 X 與 Y 之間為正相關；當 $\rho < 0$ 時，稱 X 與 Y 為負相關；當 $\rho = 0$ 時，稱 X 與 Y 之間沒有線性關係存在，或說統計無關。但在實務應用上，母體的變異數 σ_X^2 、 σ_Y^2 和兩者間之共變異數 $\text{Cov}(X, Y)$ 並不易得到，故用樣本相關係數 γ 來估計 ρ ，即：

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

其中：

(x_i, y_i) 為第 i 對樣本值， $i = 1, 2, \dots, n$

\bar{x} 與 \bar{y} 分別為其樣本平均數

而 γ 的值必界於 ± 1 之間，且 γ 的大小表示線性關係之強度，正負號代表

相關的方向，即：

$\gamma > 0$ ，表示 (x, y) 的圖形為一帶狀，且由左下方至右上方。

$\gamma < 0$ ，表示 (x, y) 的圖形為一帶狀，且由左上方至右下方。

$\gamma = +1$ ，表示所有 (x, y) 的值皆剛好落在同一正斜率之直線上，即為完全線性正相關。

$\gamma = -1$ ，表示所有 (x, y) 的值皆剛好落在同一負斜率之直線上，即為完全線性負相關。

$|\gamma|$ 越接近 1，則表示線性關係之強度越大； $|\gamma|$ 越接近 0，則表示線性關係之強度越弱。

一般而言，當相關係數為 0.00 ~ 0.25 表示沒有或輕微相關；0.25 ~ 0.5 表示輕度相關 (fair degree)；0.5 ~ 0.75 表示中度相關 (moderate to good relationship)；0.75 以上表示有高度相關 (good to excellent relationship) (Portney and Watkins, 2000)。但即使得到相關係數數值很高且達顯著統計意義，也不代表這兩個連續變數項具有因果關係，即不能根據統計數據就去推論出一個因果關係。

二、單根檢定

進行時間序列分析時，首先要檢定該時間序列是否為具穩定性質的定態 (stationary)。非定態的時間序列會累積外來的衝擊，並產生長期性的影響，資料可能隨著期數的拉長，而出現其變異數和自我共變數不收斂至一常數值的現象。若直接將非定態的數列進行分析，可能會出現 Granger and Newbold (1974) 指出的虛假迴歸 (spurious regression)，則此估計和實證的結果便不具解釋意義。而穩定性值一般可以兩個層面加以判斷，即趨勢穩定 (trend stationary) 和隨機穩定 (stochastic stationary)。趨勢穩定認為時間序列的長期趨勢可用時間變數來捕捉，任何的隨機衝擊只具暫時的效果，而變數的移動是沿著確定的趨勢上下波動的穩定過程，並不受到隨機衝擊的影響。隨機穩定是指由於時間序列變數本身具有單根，任何隨機衝

擊都會累積而造成永久性的影響，透過差分的方法可以將此變數調整成穩定的狀況。

一般常用單根檢定來判斷一時間序列是否為定態，本文使用的是一般檢定單根時常用的ADF (Augmented Dickey-Fuller) 檢定法 (Said and Dickey, 1984)，ADF檢定法改善了DF單根檢定法 (Dickey and Fuller, 1979) 中殘差項存在顯著序列相關的缺點，保持原先假設檢定，並在DF模型中加入了落後項，修正了殘差項自我相關的問題，ADF有三種檢定形式，分別如下：

i. 無截距項、無時間趨勢項之模型：

$$\Delta X_t = \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

ii. 僅有截距項之模型：

$$\Delta X_t = \alpha + \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

iii. 有截距項、有時間趨勢項之模型：

$$\Delta X_t = \alpha + \lambda t + \beta X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

其中：

Δ 為差分運算， $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$ ， α 為截距項， t 為時間趨勢項， β 、 γ 、 λ 為係數， ε_t 為殘差項且符合白噪音過程。

而ADF檢定的虛無假設為時間序列具有單根，對立假設則是時間序列是不具單根的定態狀況。

$$H_0 : \beta = 0$$

$$H_1 : \beta \neq 0$$

另外，除了ADF檢定法外，本文也試著使用PP (Phillips-Perron Test) 檢定法 (Phillips and Perron, 1988)，由於PP法採用無母數統計函數來修正殘差項序列相關的問題，且同時考慮到序列相關與異質性部分，可解決ADF檢定法中假設各期變異數相等，只考慮到殘差項序列相關造成檢定力較低的問題，故透過兩種檢定法來更加確定是否有單根的存在。當檢定出有單根時，便透過差分 (differencing) 的方法來加以解決，並且重複進行

單根檢定，直到時間序列不具有單根，此數列長期將收斂，呈現定態為止。

三、ARMAX

ARMAX 模型為自我迴歸整合移動平均模式（Autoregressive Moving-Average, ARMA）的擴展，ARMA 模式由 Box and Jenkins（1970）提出，為一種單變數時間序列的資料產生過程，是由資料的過去實際值和隨機震動來組成時間序列，期望自時間序列中找出所有可能的資訊，使得殘差項的分配為白噪音干擾。若觀測值 Y_t 可表示為現在與過去干擾的線性組合，則 ARMA (p, q) 模式可表示如下：

$$Y_t = a_0 + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t$$

其中：

e_t 為白噪音，且 $e_t \sim NID(0, \sigma^2)$

B 為後移因子（Backward Shift Operator）， $B^b Y_t = Y_{t-b}$

$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ ，為 p 階自我迴歸函數（Auto-Regression Function, AR）

$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ ，為 q 階移動平均函數（Moving Average Function, MA）

建構 ARMA 模式前，首先要先確認時間序列變數符合定態，再使用自我相關係數（Autocorrelation Function, ACF）和偏自我相關函數（Partial Autocorrelation Function, PACF）來判斷 ARMA 的落後期數 p 、 q （Hannan, 1980）。接著，以最小平方方法或最大概似法找出一組自我迴歸參數和一組移動平均參數，使得 $\sum \hat{e}_t^2$ 值為最小。最後檢驗 ARMA (p, q) 估計之殘差 \hat{e}_t 是否符合白噪音之統計特性，採用 Q 統計量（Ljung and Box, 1978）檢定估計殘差是否仍存在自我相關，Q 統計量為服從自由度 s 的卡方分配，其定義為：

$$Q = T(T+2) \sum_{k=1}^s \hat{e}_k^2 / (T-K) \sim \chi^2(s)$$

其中， T 為樣本數， e_k 為模式估計出之殘差的第 K 階自我相關係數，且其檢定之虛無假設為：

H_0 ：殘差從 1 到 s 階都無自我相關

H_1 ：殘差從 1 到 s 階部份有自我相關

判斷時， Q 值越小越好，也就是 Q 值越不顯著，則模式可被接受。在對被解釋變數建立單變數 ARMA (p, q) 之後，再加入其他相關解釋變數到 ARMA (p, q) 模式中，就成為帶有迴歸解釋變數的 ARMA 模式，即 ARMAX 模式。ARMAX (p, q) 可表示如下：

$$Y_t = a_0 + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} e_t + \sum_{i=1}^m \lambda_i X_i$$

或是：

$$Y_t = a_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} + \lambda_1 X_1 + \dots + \lambda_m X_m$$

其中：

m 為放入之不同解釋變數， λ 為待估計係數。

ARMAX (p, q) 同樣使用 Q 值判斷隨機殘差項 \hat{e}_t 是否為白噪音之過程，若 Q 值不顯著，則模式判斷的結果可接受。

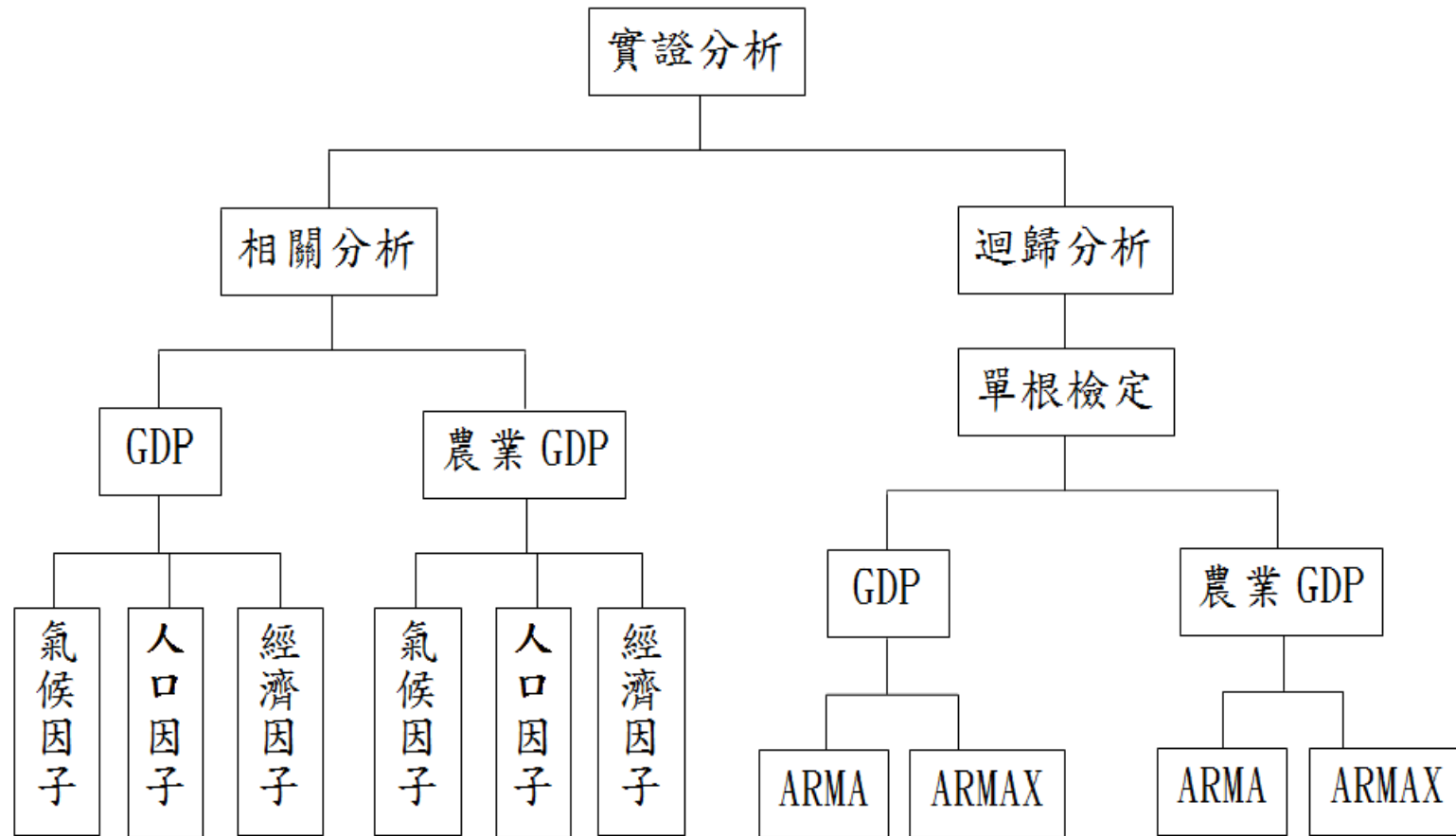


圖 4-1 研究架構圖

第二節 資料來源與實證模型設定

一、資料來源

為探討臺灣氣候變遷與經濟成長之關係，本文使用臺灣從1961年至2010年共50年的氣候和經濟的時間序列資料，被解釋變數為國內生產毛額成長率（GDP growth rate, GDPGR）和農業部門國內生產毛額成長率（agriculture GDP growth rate, ARGDPGR），由於影響經濟成長的原因眾多，不僅是氣候變遷而已，在參考翁翠霞（2001）針對臺灣各項變數來探討社經結構與經濟發展一文後，本文將幾個經濟因子也放入討論之中，分別為固定資產形成成長率（gross fixed capital formation growth rate, GFCFGR）和儲蓄率之成長率（saving growth rate, SGR）。其中，所有經濟被解釋變數和解釋變數皆依行政院主計處所提供以2006年為基期之各項數據計算而成，同時也將人口成長率（population growth rate, POPGR）等統計數據列入考量。

在氣候資料部份，著重於每年的年平均氣溫（TEMP）、年平均降雨量（PP）、年平均氣溫之標準差（STDTEMP）、年平均降雨量之標準差（STDPP）之觀察，資料來源為國家科學委員會所設立《DBAR大氣資料庫》中，各觀測站的各月資料數據，再加以計算完成。由於各觀測站之位置和觀測的起始年間各有不同，為使計算出之數據更能代表臺灣真實現象，故針對DBAR大氣資料庫所提供之全臺33處觀測站加以篩選；篩選方式除了剔除極端值之外，也排除資料涵蓋時間範圍過短或資料漏缺過多者。為避免極端值影響全臺平均值，也因常發生極端值的觀測站，其歷史地理背景通常在臺灣經濟發展的歷程中並不具有重要影響，故將位於海拔2,500公尺以上之玉山、阿里山觀測站加以剔除。且由於各觀測站觀測之起始年間不同，各觀測站之觀測狀況也有所差異，導致並非每個觀測站在1961年至2010年都有詳盡的觀測資料，本文遂將資料漏缺過多之觀測站，如：彭佳嶼、大屯山、新南、東沙島、七股、板橋、金門、馬祖，加以排除，依上述原則選擇後，最後使用全臺共23個觀測站之觀測資料。

二、實證模型設定

本文使用的資料為臺灣1961年至2010年的氣候和經濟之時間序列資料，由上述所知，是以GDPGR和ARGDPGR作為經濟成長之代表，並且設定為被解釋變數。由於影響經濟發展的因素眾多，本實證模型特針對氣候和經濟兩部份來加以討論，故解釋變數可分為氣候因子和經濟因子，氣候解釋變數為TEMP、PP、STDTEMP、STDPP等四項；經濟解釋變數則為GFCFGR、SGR，另外亦加入POPGR解釋因素。針對上述幾項變數，可設出下列的關係式：

$$GDPGR = f(TEMP, PP, STDTEMP, STDPP, GFCFGR, SGR, POPGR) \quad (1)$$

$$ARGDPGR = f(TEMP, PP, STDTEMP, STDPP, GFCFGR, SGR, POPGR) \quad (2)$$

式(1)探討影響GDPGR的因素主要為何，可進一步表示為：

$$GDPGR_t = \alpha + \beta_1 TEMP_t + \beta_2 PP_t + \beta_3 STDTEMP_t + \beta_4 STDPP_t + \beta_5 GFCFGR_t + \beta_6 SGR_t + \beta_7 POPGR_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

式(2)探討影響ARGDPGR的因素主要為何，亦可進一步表示為：

$$ARGDPGR_t = \alpha + \beta_1 TEMP_t + \beta_2 PP_t + \beta_3 STDTEMP_t + \beta_4 STDPP_t + \beta_5 GFCFGR_t + \beta_6 SGR_t + \beta_7 POPGR_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

式(3)和式(4)中， α 為截距項， β 為係數， t 代表年份， ε 則為殘差項。

第三節 實證變數假設

在探討氣候變遷與經濟成長的關係時，大多以平均氣溫和降雨量來衡量。Dell *et al.* (2008, 2009) 指出，對於經濟成長而言，氣溫具有負面的影響，氣溫每上升1°C，會使經濟成長率下降1.1%，且因農業是較貧窮國家的經濟來源，故氣溫穩定與否影響了該國農業產值的高低；Barrios *et al.* (2008) 亦指出，所得水準差不多但降雨量較少的國家，其每人國民生產毛額比降雨量正常的國家還要少9% ~ 13%；Rosenzweig and Binswanger (1993) 研究結果顯示，降雨量極端變化會使農民成為風險趨避者，減少投資和儲蓄，導致經濟發展受阻；Brown and Lall (2006) 認為降雨變動率高也會對經濟造成負面影響。根據上述文獻，本文假設氣溫上升對經濟成長有負面影響，降雨量上升有正面影響；而氣溫和雨量的變動幅度越大，表示氣候波動幅度大，對經濟成長會越不利；且不管是氣溫或雨量，農業較貧窮國家受到氣候的影響都較富有國家來得強烈與明顯，且氣候變遷對於農業部門和全國的經濟成長會有相同的影響效果，但農業部門受影響的程度亦較全國來得大且顯著。

由於經濟成長的原因眾多，本文亦將固定資產形成、儲蓄放入解釋經濟成長的變數裡。李國鼎和陳木在 (1987) 指出，投資和儲蓄是促使經濟持續發展的原因之一，故政府應鼓勵民眾多儲蓄並獎勵投資，來增加人民之收入，藉此可營造良性循環的優良經濟環境。且翁翠霞 (2001) 針對臺灣各項變數來探討社經結構與經濟發展的關係，發現儲蓄對經濟會有正面影響，故假設淨固定資產形成和儲蓄率對經濟成長都有正面影響。本文亦將人口放入探討經濟成長的解釋變數裡，徐玉珠 (1997) 認為，由生產面來看，人口的增加會使得生產要素之一的勞動供給增加，進一步促進國家經濟之發展，因此假設人口對經濟成長有正面影響。各項實證變數的說明與預期方向均彙整列於表4-1之中。

表 4-1 實證變數之基本統計量

變數	變數說明	平均值	標準差	極大值	極小值	預期影響方向
GDPGR	全臺年平均實質GDP成長率（單位：%）	7.42	0.04	13.49	-1.81	
ARGDPGR	農業部門年平均實質GDP成長率（單位：%）	1.44	0.05	13.98	-12.31	
TEMP	年平均氣溫（單位：攝氏度℃）	22.48	0.37	23.50	21.69	—
PP	年平均降雨量（單位：毫米mm）	191.41	32.64	272.05	122.12	+
STDTEMP	年平均氣溫之標準差	4.27	0.34	5.12	3.24	—
STDPP	年平均降雨量之標準差	129.10	37.81	262.85	57.38	—
GFCFGR	淨固定資產形成之成長率（單位：%）	8.86	9.22	24.57	-17.91	+
SGR	儲蓄率之成長率（單位：%）	1.95	8.82	31.37	-16.75	+
POPGR	人口之成長率（單位：%）	1.51	1.02	5.00	0.18	+

註：本文使用資料為1961年至2010年，共50年。

資料來源：行政院主計處。

第五章 實證結果

第一節 敘述統計

本文探討臺灣氣候變遷與經濟發展之關係。首先，針對臺灣自1961年至2010年的氣溫趨勢做分析。由圖5-1和圖5-2可發現，臺灣每年的年平均氣溫有越來越高溫的傾向，但上升的幅度並不急遽，這50年之年平均氣溫為 22.48°C ，最高年平均氣溫出現在1998年，最低則是在1968年；年平均氣溫之標準差則有越來越小的趨勢，可見一年之內氣溫變化程度有變小的趨勢，推測是由於冬季氣溫上升幅度較夏季氣溫上升幅度來得大所致。圖5-3描述了每年當中的月平均氣溫之極大值和極小值的走勢圖，從此圖可發現，不管是極大值或是極小值，都有上升的現象，但極大值變動的幅度較極小值的變動幅度來得小。圖5-4則呈現了全臺月平均氣溫的全距狀況，所謂全距即為月平均氣溫的最大值減最小值，而月平均氣溫全距有越來越小的趨勢，和前述年平均氣溫之標準差有下降的傾向相符合，兩者皆顯示了臺灣一年當中氣溫的變動幅度有下降的趨勢。

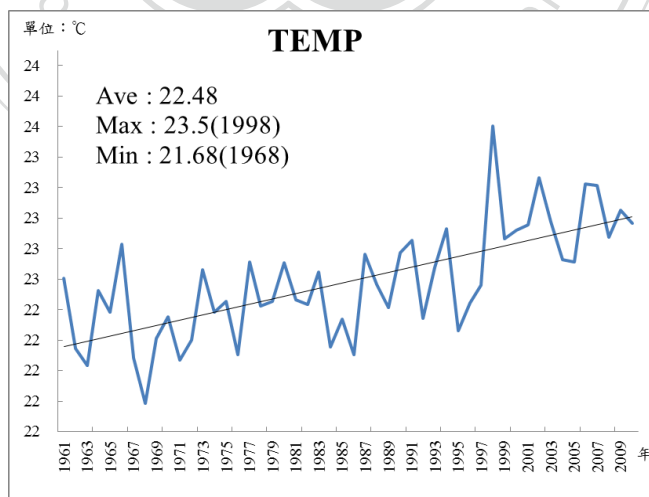


圖 5-1 臺灣 1961 年至 2010 年年平均氣溫趨勢

資料來源：DBAR 大氣資料庫。

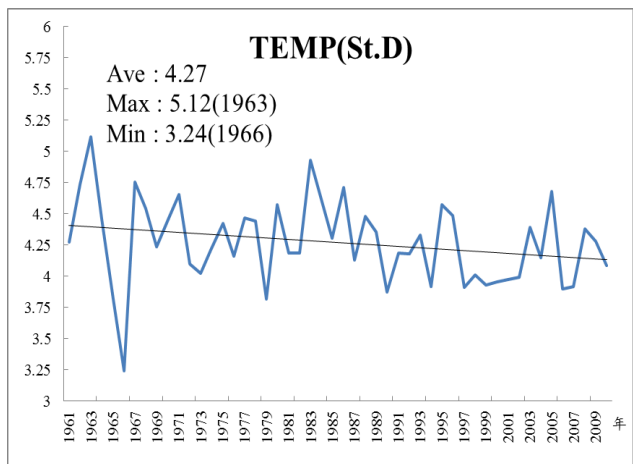


圖 5-2 臺灣 1961 年至 2010 年年平均氣溫之標準差趨勢

資料來源：DBAR 大氣資料庫。

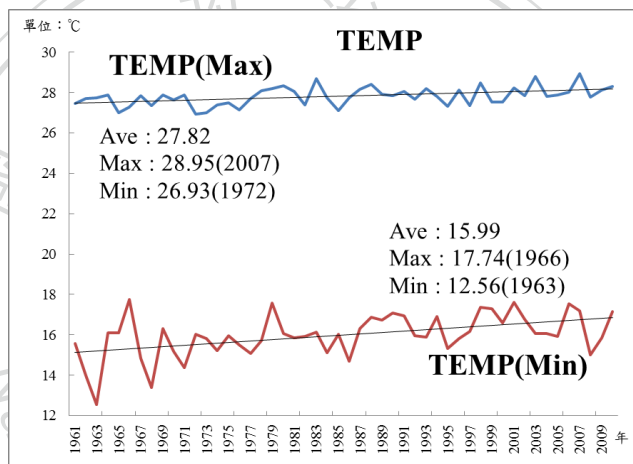


圖 5-3 臺灣 1961 年至 2010 年每年的月平均氣溫極大、極小值趨勢

資料來源：DBAR 大氣資料庫。

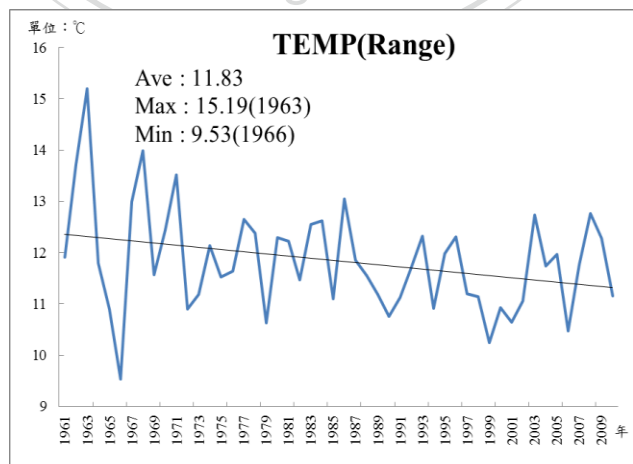


圖 5-4 臺灣 1961 年至 2010 年每年的月平均氣溫全距趨勢

資料來源：DBAR 大氣資料庫。

接著，針對臺灣自1961年至2010年的降雨量趨勢做分析。由圖5-5可發現，臺灣年平均降雨量有上升的傾向；年平均降雨量之標準差也有越來越大的趨勢，但由圖5-6可知，每年的年平均降雨量之標準差並未呈現收斂的狀況，其波動幅度亦未呈現規律的現象，但有上升的趨勢。從圖5-7描述了每年當中的月平均降雨量之極大值和極小值的走勢圖可發現，極大值明顯上升，且變動的幅度明顯較極小值的變動幅度來得大，上升程度也較為明顯，同樣的，極大降雨量的升高也造成圖5-8月平均降雨量的全距有上升的現象，故推測臺灣年平均降雨量的變異程度上升主要是由於極大降雨量的升高。

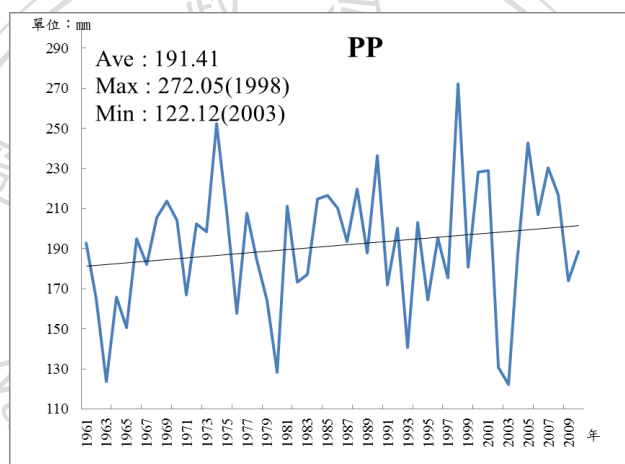


圖 5-5 臺灣 1961 年至 2010 年年平均降雨量趨勢

資料來源：DBAR 大氣資料庫。

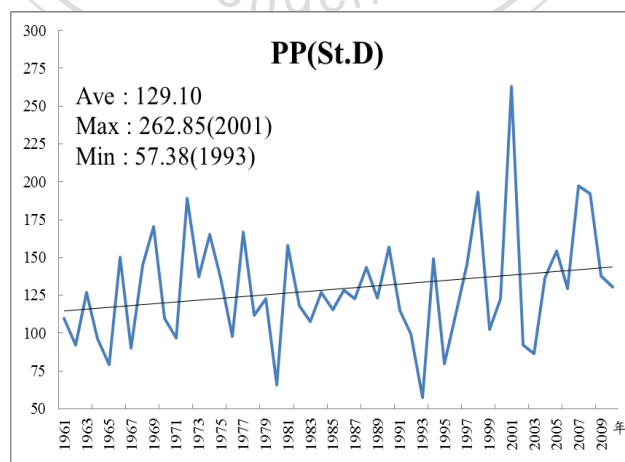


圖 5-6 臺灣 1961 年至 2010 年年平均降雨量之標準差趨勢

資料來源：DBAR 大氣資料庫。

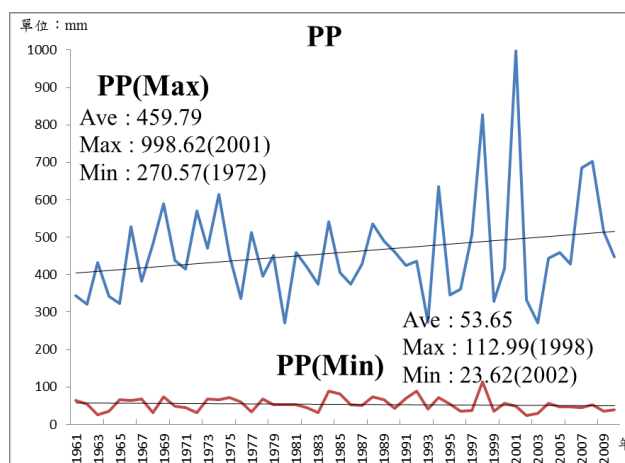


圖 5-7 臺灣 1961 年至 2010 年每年的月平均降雨量極大、極小值趨勢
資料來源：DBAR 大氣資料庫。

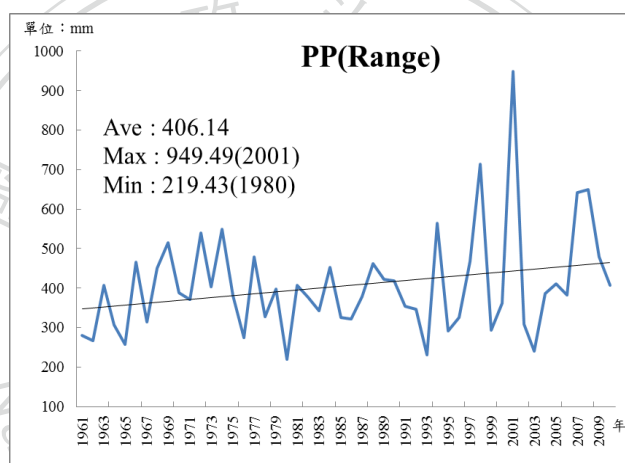


圖 5-8 臺灣 1961 年至 2010 年月平均降雨量全距趨勢
資料來源：DBAR 大氣資料庫。

至於經濟成長率的部分，圖5-9描述了臺灣1961年至2010年經濟成長率的趨勢，由圖可發現臺灣經濟長率有下降的趨勢，近年的負成長極端值分別是2001年政黨輪替所造成的短期景氣衰退的-1.65%，以及2009年由於全球金融海嘯重創全球經濟，臺灣無法倖免經濟損失慘重的-1.81%，而經濟成長率逐漸下降也顯現了臺灣的經濟發展呈現逐漸緩慢的現象。

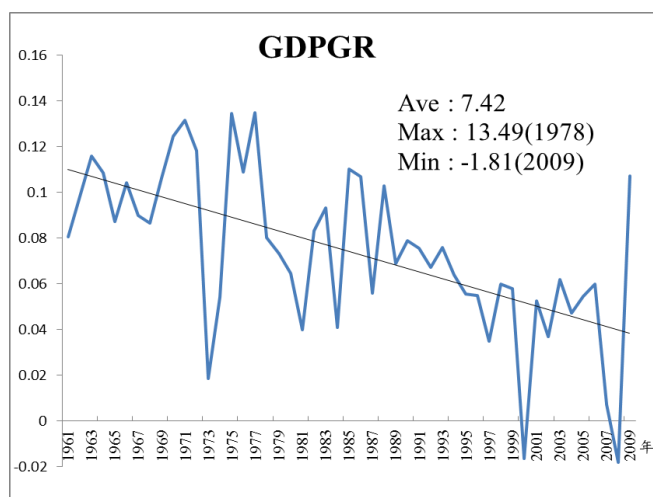


圖 5-9 臺灣 1961 年至 2010 年經濟成長率趨勢

資料來源：行政院主計處。

在農業部門經濟成長率部份，由於1969年至1991年社會經濟結構急速改變，工商服務業成為主流，農業不斷衰退，占經濟的比重也持續下降。1992年至今由於經濟國際化和貿易自由化、並顧及到環境永續發展和農民的福利，政府調整農業生產政策結構、創新農業科技並促進農業資源保育與利用，促使農業部門的經濟成長率開始有較大的數值出現。由圖5-10可發現，歷年來農業部門經濟成長率呈現逐漸衰退的走向，但近年波動幅度大。

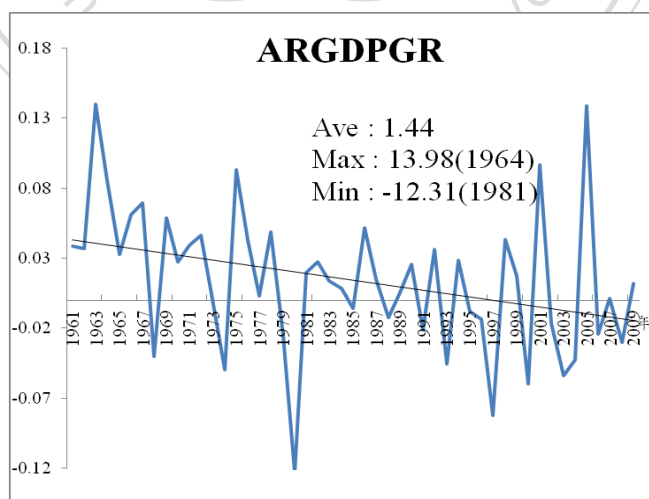


圖 5-10 臺灣 1961 年至 2010 年農業部門經濟成長率趨勢

資料來源：行政院主計處。

第二節 相關分析

本文為探討臺灣近50年來氣候變遷與經濟成長的關係，故針對全國經濟成長率GDPGR和農業部門經濟成長率ARGDPGR，分別對不同經濟因子的成長率和氣候因子做相關分析，得到表5-1：

表 5-1 經濟成長率與氣候因子之相關分析

	TEMP	STDTEMP	PP	STDPP
GDPGR	-0.4994	0.1606	-0.2590	-0.3658
ARGDPGR	-0.1859	0.0026	-0.3964	-0.4501

資料來源：本文研究結果。

首先，探討的是氣候因子與經濟成長的關係。由表5-1可知，TEMP不管跟GDPGR或是ARGDPGR都具有負相關，其中，與GDPGR的相關係數的絕對值較大。由此數據與相關理論可推測，由於臺灣近50年之經濟成長率不管是在全國或農業單一部門，都有減少之趨勢，但臺灣因受到全球暖化影響而有增溫的現象，兩者走勢相反，呈現負相關。氣溫之標準差部份，由於冬季極低溫上升幅度較夏季極高溫上升幅度來得小，且根據臺灣氣候變遷科學報告（2011）指出，臺灣的每日最低溫持續升高，每日最高溫幾乎維持不動，使得日溫差有下降的趨勢，故氣溫之變異數有漸減的趨勢，與經濟成長率衰退同向，故兩者之相關係數為正，是正相關。但若將相關係數取絕對值來比較，發現與ARGDPGR取絕對值的相關係數不比與GDPGR取絕對值的相關係數來得大，和文獻認為農業較受氣候影響之觀點相反。

在降雨量的部分也有相似情況，近年的降雨量有上升趨勢，與經濟成長的下滑傾向有所不同，從上表可發現，PP和GDPGR、ARGDPGR的相關係數都是負值，是負相關。由於降雨量之上升原因主要為極大降雨量上升，極小降雨量上升幅度卻不大，造成降雨量之標準差有上升的趨勢，不同於經濟成長的下降趨勢，故不管是GDPGR或是ARGDPGR都和STDPP有

負相關之相關係數。以相關係數取絕對值來看，ARGDPGR取絕對值的相關係數比與GDPGR的來得大，較符合文獻認為農業較受氣候因子影響的理論。

表 5-2 經濟成長率與經濟因子之相關分析

	GFCFGR	SGR	POPGR
GDPGR	0.6820	0.4858	0.4841
ARGDPGR	0.1863	0.1984	0.2648

資料來源：本文研究結果。

在經濟變數部份，從表5-2可發現，GFCFGR與GDPGR和ARGDPGR都呈現正相關，表示投資與經濟發展有相同之趨勢，理論上認為投資可以促進經濟，應有相同方向，從此處兩者的相關係數分別為0.6820和0.1863，皆為正，應可以上述理論為依據。從儲蓄率與經濟成長的關係來看，SGR和GDPGR、ARGDPGR的相關係數皆為正，理論認為儲蓄率上升可以促進經濟成長，兩者應為同方向，本文所得到之相關係數分別為0.4858和0.1984為正，與理論相同。近年來臺灣已逐漸邁向高齡化社會，出生率屢創歷年新低，人口成長率越來越小，與經濟成長率有下降趨勢為相同方向，由數據也可發現POPGR和GDPGR跟ARGDPGR之相關係數分別為0.4841和0.2648皆為正。由於相關分析未考慮到其他控制變數，得到之結果無法判斷兩變數間是否具有相互影響的解釋關係，故本文在下節另以ARMA和ARMAX的方式來加以探討。

第三節 單根檢定結果

本文以全國GDP成長率和農業部門GDP成長率作為被解釋變數。除此之外，為考慮變數轉換的一致性，故所有的經濟解釋變數和人口解釋變數均採用其成長率值。由於氣候解釋變數亦皆為時間序列，故再進行穩定性質的檢定，本文以ADF檢定法和PP檢定法來檢定各數列的穩定性質。針對各變數是否具有穩定性值之檢測結果，列如表5-3。

表 5-3 各變數單根檢定結果

變數名稱	趨勢檢定 H ₀ : 數列無趨勢 H ₁ : 數列有趨勢	ADF單根檢定 H ₀ : 數列有單根 H ₁ : 數列無單根	PP單根檢定 H ₀ : 數列有單根 H ₁ : 數列無單根	是否應 採一階 差分
GDPGR	0.0000 ^{***} (有)	0.0012 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	是
ARGDPGR	0.0191 ^{**} (有)	0.0000 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	是
TEMP	0.0000 ^{***} (有)	0.0000 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	是
PP	0.2031 (無)	0.0001 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	否
GFCFGR	0.0000 ^{***} (有)	0.0001 ^{***} (無)	0.0001 ^{***} (無)	是
POPGR	0.0000 ^{***} (有)	0.8307 ^{***} (有)	0.0001 ^{***} (無)	是
SGR	0.1215 (無)	0.0000 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	否

註：^{**}，^{***} 分別表示在5%，1%顯著水準下具顯著性。

由檢定結果可發現，GDPGR、ARGDPGR、TEMP、GFCFGR、POPGR等變數雖無單根，但卻有趨勢，皆為不穩定的數列。PP、SGR雖是穩定的，但為考慮所有變數之一致性，故將所有變數以一階差分來使之穩定。將各變數取一階差分後再次做穩定性的趨勢檢定、ADF單根檢定和PP單根檢定，得到之檢定數值整理如表5-4。

表 5-4 各變數取一階差分後單根檢定結果

變數名稱	趨勢檢定	ADF單根檢定	PP單根檢定	是否應採二階差分
	H ₀ : 數列無趨勢 H ₁ : 數列有趨勢	H ₀ : 數列有單根 H ₁ : 數列無單根	H ₀ : 數列有單根 H ₁ : 數列無單根	
DGDPGR	0.8026 (無)	0.0001 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	否
DARGDPGR	0.9421 (無)	0.0000 ^{***} (無)	0.0001 ^{***} (無)	否
DTEMP	0.7883 (無)	0.0000 ^{***} (無)	0.0001 ^{***} (無)	否
DPP	0.9809 (無)	0.0002 ^{***} (無)	0.0001 ^{***} (無)	否
DGFCFGR	0.7297 (無)	0.0002 ^{***} (無)	0.0000 ^{***} (無)	否
DPOPGR	0.6455 (無)	0.0001 ^{***} (無)	0.0001 ^{***} (無)	否
DSGR	0.8022 (無)	0.0001 ^{***} (無)	0.0001 ^{***} (無)	否

註：***表示在1%顯著水準下具顯著性。

趨勢檢定之結果顯示，所有經濟和氣候變數經過一階差分後皆不拒絕數列無趨勢的虛無假設，也就是所有的變數皆無趨勢。而不管是ADF單根檢定或是PP單根檢定的檢定結果皆顯示，在1%的顯著水準下，所有變數DGDPGR、DARGDPGR、DTEMP、DPP、DGFCFGR、DPOPGR、DSGR的p值皆小於臨界值，表示檢定結果在1%顯著水準下，皆拒絕數列有單根的虛無假設，也就是所有變數皆不存在單根。由於所有一階差分後的變數皆通過趨勢和單根的檢定，且都不存在趨勢和單根，故本文所考慮的變數經過一階差分後均可視為穩定數列。

第四節 實證結果

一、DGDPGR

建立 DGDPGR 的 ARMAX 前，應先以 DGDPGR 變數之樣本 ACF 和 PACF，來判斷 ARMA(p, q) 的模式型態，並觀察 GDP 成長率之歷史值解釋 GDP 成長率本身走勢的能力。發現 ARMA(p, q) 模式應可設定為兩個落後期之 AR 和 MA 組合。在 ARMA(p, q) 模式化的過程中，檢驗的主要指標為 standard error of estimate 和 Q 統計值 (Ljung and Box, 1978)，故分別針對不同 ARMA 型態之模式來估計和檢定，結果如表 5-5：

表 5-5 DGDPGR 針對 ARMA(p, q) 模式估計及檢定結果

ARMA(p,q)	係數是否全部顯著		Adj. R ²	S.E of regression	Q		P-value	診斷
	AR	MA						
AR(1)	是	---	0.0936	0.0378	Q(2)	2.9297	0.087	接受
					Q(5)	5.5418	0.236	
					Q(10)	8.8013	0.456	
					Q(15)	11.473	0.649	
ARMA(1,1)	否	是	0.4261	0.0302	Q(4)	5.0237	0.081	淘汰
					Q(5)	5.2515	0.154	
					Q(10)	7.5395	0.480	
					Q(15)	9.7891	0.711	
ARMA(1,2)	否	否	0.4466	0.0296	Q(4)	3.1191	0.077	淘汰
					Q(5)	3.4352	0.180	
					Q(10)	5.3331	0.619	
					Q(15)	7.5435	0.820	
AR(2)	是	---	0.2339	0.0351	Q(4)	6.7634	0.034	淘汰
					Q(5)	7.6294	0.054	
					Q(10)	10.462	0.234	
					Q(15)	12.449	0.492	
ARMA(2,1)	否	是	0.6194	0.0247	Q(4)	5.9391	0.015	淘汰
					Q(5)	6.1243	0.047	
					Q(10)	8.6808	0.276	
					Q(15)	11.416	0.494	
ARMA(2,2)	否	否	0.6150	0.0249	Q(5)	4.3238	0.038	淘汰
					Q(10)	6.4259	0.377	
					Q(15)	9.2591	0.598	
MA(1)	---	是	0.4406	0.0295	Q(4)	4.5583	0.207	接受
					Q(5)	4.8773	0.300	
					Q(10)	7.4960	0.586	
					Q(15)	9.6929	0.784	
MA(2)	---	否	0.4291	0.0298	Q(4)	4.1638	0.125	淘汰
					Q(5)	4.5441	0.208	
					Q(10)	7.2267	0.512	
					Q(15)	9.7039	0.718	

註：係數顯著之水準值為 5%。

判斷 ARMA(p, q) 是否可被接受的過程中，應以 AR 項和 MA 項的係數和 Q 值是否顯著為判斷依據。AR 項和 MA 項的係數應全部顯著，且為符合殘差項為白噪音之虛無假設，Q 值應為不顯著才可接受。由上表可知，DGDPR 的 ARMA(p, q) 模式中，有 ARMA(1, 0) 和 ARMA(0, 1) 兩種組合型態，符合係數都顯著且 Q 值不顯著，故可被接受。¹⁷ 在表示解釋變數估計結果時，本文將 AR(1) 變數寫為前一期，而 MA(1) 則寫為前一期之殘差項。模式係數之估計結果如表 5-6、5-7 所示。由表可知，AR(1) 時，前一期對本期的影響是顯著的，代表該變數會受到自己本身前一期的影響；MA(1) 時，前一期的殘差項的影響也是顯著的，代表該變數會受到自己本身前一期殘差項的影響。

表 5-6 DGDPR 針對 ARMA(1, 0) 模式估計結果

AR(1)	Coefficient	P-value
C	-0.0004	0.9137
AR(1)	-0.3798**	0.0207
Adj. R ²	0.0936	
S.E of regression	0.0378	

註：** 表示在 5% 顯著水準下具顯著性。

AR(1) 顯著表示前一期對本期的影響是顯著的。

表 5-7 DGDPR 針對 ARMA(0, 1) 模式估計結果

MA(1)	Coefficient	P-value
C	-0.0016***	0.0001
MA(1)	-0.9537***	0.0000
Adj. R ²	0.4406	
S.E of regression	0.0295	

註：*** 表示在 1% 顯著水準下具顯著性。

MA(1) 顯著表示前一期的殘差項對本期的影響是顯著的。

針對 AR(1) 這種時間數列模式型態，為考慮後續模式擴展之周全，故

¹⁷ ARMA(1, 0)，簡稱 AR(1)；ARMA(0, 1)，簡稱 MA(1)。

測試時間序列模式 AR(1)型態擴展為 ARX(1)的可能性。最終模式擴展之測試結果顯示，在 AR(1)的擴展過程中，測試所有考慮的解釋變數後，可發現只有一項解釋變數為顯著，可修正原本模式為 ARX(1)，估計結果如表 5-8。由表 5-8 的估計結果可知，ARX(1)模式中僅有一項解釋變數儲蓄率的成長率 DSGR 是顯著的，且其顯著水準為 1%。而 DTEMP、STDTEMP、DPP、STDPP、DGFCFGR 和 DPOPGR 並不顯著，代表年平均氣溫、年平均氣溫之標準差、年平均降雨量、年平均雨量之標準差、淨固定資產形成成長率、人口成長率對全國 GDP 成長率而言，都不是顯著的解釋變數。而在整體迴歸模型檢定方面，由於得到之 Q 值皆為不顯著，表示殘差項在 5%的顯著水準時，符合白噪音的虛無假設，故模式可被接受。在 Adj. R² 部分，AR(1)為 0.0936，加入其他解釋變數後，ARX(1)升高至 0.4113。而在標準誤部分，AR(1)的標準誤為 0.0378，加入其他解釋變數後 ARX(1)的標準誤降低為 0.0272。由此可發現，加入 DSGR 兩項解釋變數的 ARX(1)，解釋力上升，且標準誤下降，能補強 AR(1)模式的不足，具有經濟意涵。

表 5-8 DGDPPGR 針對 ARMAX(1, 0) 模式估計結果

解釋變數	Coefficient	P-value
C	-0.0701	0.2638
DTEMP	0.2317	0.4329
STDTEMP	0.0187	0.1530
DPP	0.0215	0.3819
STDPP	-0.0001	0.5187
DGFCFGR	0.0672	0.2762
DPOPGR	-0.6991	0.4380
DSGR	0.1687***	0.0004
AR(1)	-0.4121***	0.0080
Adj. R ²	0.4113	
S.E of regression	0.0272	

註：*** 表示在 1%顯著水準下具顯著性。

AR(1)顯著表示前一期對本期的影響是顯著的。

研究結果顯示，DGDPGR 除了受到本身過去數值 AR(1)影響外，在經濟解釋變數的部分亦可發現，DGDPGR 也會受到儲蓄率的成長率 DSGR 之影響，由估計係數 0.1687 來看，當儲蓄率越高時，經濟成長率也會越高，兩者具有正向的關係，符合儲蓄能促進經濟發展之理論。而 DGFCFGR 和 DPOPGR 的估計係數分別為 0.0672 和 -0.6991，代表在考慮到 ARX(1)這些解釋變數時，對於經濟成長而言，淨固定資產形成成長率有正向關係，人口成長率卻有負向關係，但由於兩者皆不顯著，表示並不會強烈的影響到經濟成長，並非解釋之主因。

另外，在氣候解釋變數的部分，文獻認為氣溫越高對經濟會有負面的影響，且氣溫變動幅度越大，對經濟越不利。而本文所採取之氣候因子就估計係數來看，氣溫因子 DTEMP、STDTEMP 的估計係數分別為 0.2317、0.0187 均為正值，但不顯著，對經濟成長並無統計上的顯著影響。在雨量部分，DPP、STDPP 的估計係數分別為 0.0215 和 -0.0001，和文獻所述降雨量和經濟成長呈正相關相符合，而雨量標準差估計係數為負，也符合了氣候變異程度越大，對經濟會有負面影響的理論，但兩者在統計上仍為不顯著。

同時，也針對 MA(1)這種時間數列模式型態加以擴展。為考慮後續模式擴展之周全，故測試時間序列模式 MA(1)型態擴展為 MAX(1)的可能性。最終模式擴展之測試結果顯示，在 MA(1)的擴展過程中，測試所有考慮的解釋變數後，可發現有兩項解釋變數是顯著的，因此可修正為 MAX(1)模式，估計結果如表 5-9。由表 5-9 的估計結果可知，MAX(1)模式中只有兩項顯著的解釋變數，分別為 DGFCFGR 和 DSGR，表示淨固定資產形成成長率和儲蓄率成長率是顯著的解釋變數。其中，DGFCFGR 的顯著水準為 10%，DSGR 的顯著水準為 1%。而 DTEMP、STDTEMP、DPP、STDPP 和 DPOPGR 並不顯著，代表年平均氣溫、年平均氣溫之標準差、年平均降雨量、年平均雨量之標準差都不是顯著的解釋變數。而在整體迴歸模型檢定方面，由於得到之 Q 值皆為不顯著，表示殘差項在 5%的顯著水準時符

合白噪音的虛無假設，模式可被接受。Adj. R^2 部分，在 MA(1) 為 0.4406，加入其他解釋變數後，MAX(1) 升高至 0.5429。而在標準誤部分，MA(1) 的標準誤為 0.0295，加入其他解釋變數後 MAX(1) 的標準誤降低為 0.0238。由此可發現，加入 DGFCFGR 和 DSGR 兩項解釋變數的 MAX(1) 解釋力上升，且標準誤下降，能補強 MA(1) 模式的不足，具有經濟意涵。

表 5-9 DGDGPGR 針對 ARMAX(0, 1) 模式估計結果

解釋變數	Coefficient	P-value
C	-0.0353	0.2602
DTEMP	0.2033	0.4958
STDTEMP	0.0079	0.1937
DPP	0.0174	0.4286
STDPP	-0.0001	0.9613
DGFCFGR	0.1135*	0.0628
DPOPGR	-0.6883	0.4547
DSGR	0.1229***	0.0082
MA(1)	-0.9579***	0.0000
Adj. R^2	0.5429	
S.E of regression	0.0238	

註：*，*** 分別表示在 10%，1% 顯著水準下具顯著性。

MA(1) 顯著表示前一期的殘差項對本期的影響是顯著的。

研究結果顯示，DGDGPGR 除了受到本身過去數值 MA(1) 影響外，在經濟解釋變數的部分亦可發現，DGDGPGR 也會受到淨固定資產形成成長率 DGFCFGR 和儲蓄率的成長率 DSGR 之影響，由 DGFCFGR 和 DSGR 的估計係數 0.1135、0.1229 皆為正值來看，資產投入越高和儲蓄率越高都對經濟成長有正面影響，符合投資儲蓄有利於經濟發展之理論。但 DPOPGR 人口成長率卻顯示為不顯著，代表在考慮到這些解釋變數時，人口成長率並不顯著的影響經濟成長。而在氣候解釋變數的部分，一般文獻認為氣溫

越高對經濟會有負面的影響，以及氣溫變動幅度越大，亦會對經濟越不利。就估計係數來看，從氣溫因子 DTEMP、STDTEMP 的估計係數分別為 0.2033、0.0079、均為正值，和 ARX(1)一樣，對經濟成長並無顯著影響。但在雨量的部分，DPP 的估計係數為 0.0174，STDPP 的估計係數為 -0.0001，和文獻所述雨量和經濟成長呈正相關，雨量變動幅度與經濟成長呈負相關相符合，但這些氣候變數都不顯著，並非解釋經濟成長的主要原因。

綜合上述 ARX(1)和 MAX(1)來看，就經濟和人口解釋變數而言，對照第二節由相關分析所得的相關係數，SGR 對 GDPGR 的相關係數為 0.4858 是正相關。而 ARX(1)實證結果顯示，在顯著水準為 1%時，SGR 是顯著的，且確實對 DGDGPR 有正面影響。而 GFCFGR、POPGR 的相關係數分別為 0.6820、0.4841 也為正相關，但透過 ARX(1)檢定發現，實際上此兩者並不顯著影響經濟成長。而在 MAX(1)部分，在顯著水準為 10%時，GDPGR 和 SGR 均顯著且正相關。但 POPGR 則不顯著影響經濟成長。

另一方面，氣候因子 TEMP、PP、STDPP 在相關分析時得到的相關係數分別為-0.4994、-0.2590、-0.3658，與經濟成長皆呈現負相關，STDTEMP 為 0.1606 是正相關，但上述四者氣候變數，不管是在 ARX(1)或 MAX(1)的情況下，對經濟成長同樣都不具顯著影響。由此可發現，儘管相關分析呈現有相關，但是在統計上卻無實際的顯著效果，可能原因為相關分析時未考慮到其他許多因素，在 ARMAX 對這些因素加以考慮及控制後，所得結果較能反映真實的關係，故兩者有所落差，其中又以 ARMAX 分析較為嚴謹真實。

由於 ARX(1)和 MAX(1)皆具有經濟意涵，透過比較 ARX(1)模式和 MAX(1)模式，針對所估計檢測出來的結果可發現，就 Adj. R² 而言，MAX(1)的 0.5429 較 ARX(1)的 0.4113 來得大；MAX(1)的標準誤 0.0238 亦較 ARX(1)的 0.0272 來得小，表示 MAX(1)的估計結果相對較佳。

二、DARGDPGR

根據文獻可知，氣溫、雨量對農業的影響較直接且明顯，所以除了全國經濟之外，本文另針對農業部門的經濟成長做探討。在建立 DARGDPGR 的 ARMAX 前，同樣先以 DARGDPGR 變數之樣本 ACF 和 PACF，來判斷 ARMA(p, q) 的模式型態，並觀察 ARGDPGR 之歷史值解釋 ARGDPGR 本身走勢的能力。發現 ARMA(p, q) 模式應可設定為兩個落後期之 AR 和 MA 組合，分別針對不同 ARMA 型態之模式來估計和檢定，結果如表 5-10。

表 5-10 DARGDPGR 針對 ARMA(p, q) 模式估計及檢定結果

ARMA(p,q)	係數是否全部顯著		Adj. R ²	S.E of regression	Q		P-value	診斷
	AR	MA						
AR(1)	是	---	0.2282	0.0662	Q(2)	12.753	0.000	淘汰
					Q(5)	16.968	0.002	
					Q(10)	21.691	0.010	
					Q(15)	23.557	0.052	
ARMA(1,1)	否	是	0.5464	0.0508	Q(4)	2.4500	0.294	淘汰
					Q(5)	3.5371	0.316	
					Q(10)	6.2573	0.618	
					Q(15)	7.3747	0.882	
ARMA(1,2)	是	否	0.6096	0.0471	Q(4)	5.9103	0.015	淘汰
					Q(5)	7.1722	0.028	
					Q(10)	12.210	0.094	
					Q(15)	13.531	0.332	
AR(2)	是	---	0.4099	0.0573	Q(3)	4.1453	0.042	淘汰
					Q(5)	4.6241	0.201	
					Q(10)	6.3274	0.611	
					Q(15)	6.8278	0.911	
ARMA(2,1)	否	是	0.5703	0.0489	Q(4)	0.1862	0.666	淘汰
					Q(5)	0.5163	0.772	
					Q(10)	2.2880	0.942	
					Q(15)	3.7451	0.988	
ARMA(2,2)	否	否	0.5754	0.0486	Q(5)	0.5962	0.440	淘汰
					Q(10)	2.6727	0.849	
					Q(15)	4.4169	0.956	
MA(1)	---	是	0.5442	0.0503	Q(2)	2.7478	0.097	接受
					Q(5)	5.1002	0.277	
					Q(10)	8.6063	0.474	
					Q(15)	9.8020	0.777	
MA(2)	---	否	0.5493	0.0501	Q(4)	1.7361	0.420	淘汰
					Q(5)	2.8390	0.417	
					Q(10)	5.3591	0.719	
					Q(15)	6.5896	0.922	

註：係數顯著之水準值為 5%。

判斷 ARMA(p, q) 是否可被接受的過程中，應以 AR 項和 MA 項的係數和 Q 值是否顯著為判斷依據。AR 項和 MA 項的係數應全部顯著，且為符合殘差項為白噪音之虛無假設，Q 值應為不顯著才可接受。由上表可知，DARGDPGR 的 ARMA(p, q) 模式中，只有 MA(1) 此一種組合型態，符合係數都顯著且 Q 值不顯著，故可被接受。在表示解釋變數估計結果時，本文 MA(1) 則寫為前一期之殘差項，模式係數之估計結果如表 5-11 所示。MA(1) 時，前一期的殘差項的影響是顯著的，代表該變數會受到自己本身前一期殘差項的影響。

針對 MA(1) 這種時間數列模式型態，為考慮後續模式擴展之周全，故測試時間序列模式 MA(1) 型態擴展為 MAX(1) 的可能性。最終模式擴展之測試結果顯示，在 MA(1) 的擴展過程中，測試所有考慮的解釋變數後，可發現有兩項顯著的解釋變數可納入 MAX(1) 的模式裡，估計結果如表 5-12。

表 5-11 DARGDPGR 針對 ARMA(0, 1) 模式估計結果

MA(1)	Coefficient	P-value
C	-0.0012 ^{**}	0.0464
MA(1)	-0.9731 ^{***}	0.0000
Adj. R ²	0.5442	
S.E of regression	0.0503	

註：**，*** 分別表示在 5%，1% 顯著水準下具顯著性。

MA(1) 顯著表示前一期的殘差項對本期的影響是顯著的。

由表 5-12 的估計結果可知，MAX(1) 模式中除了 MA(1) 是顯著的，其他的解釋變數皆不顯著。DTEMP、STDTEMP、DPP、STDPP、DGFCFGR、DPOPGR、DSGR 皆不顯著，代表年平均氣溫、年平均氣溫之標準差、年平均降雨量、年平均降雨量之標準差、淨固定資產形成成長率、人口成長率、儲蓄率的成長率都不是顯著的解釋變數。由於得到之 Q 值皆為不顯著，表示殘差項在 5% 的顯著水準時符合白噪音的虛無假設，故模式可被

接受。而在 Adj. R^2 部分，在 MA(1) 時為 0.5442，加入解釋變數後，在 MAX(1) 降低至 0.5339；而在標準誤部分，MA(1) 的標準誤為 0.0503，加入解釋變數後，在 MAX(1) 時上升至 0.0513。由此可發現，加入解釋變數的 MAX(1)，雖然較 MA(1) 模式降低了 0.0103 的解釋力，且標準誤也上升了 0.001，但由於解釋力下降幅度和標準誤上升程度均微小，為探討經濟變數對全國經濟成長和農業部門經濟成長的影響，故本文仍對 MAX(1) 加以分析。

表 5-12 DARGDPGR 針對 ARMAX(0, 1) 模式估計結果

解釋變數	Coefficient	P-value
C	0.0639	0.3622
DTEMP	0.7950	0.2212
STDTEMP	-0.0115	0.4163
DPP	0.0063	0.8942
STDPP	-0.0001	0.2562
DGFCFGR	-0.0841	0.5302
DPOPGR	-2.7658	0.1738
DSGR	0.0648	0.4992
MA(1)	-0.9975***	0.0000
Adj. R^2	0.5339	
S.E of regression	0.0513	

註：*** 表示在 1% 顯著水準下具顯著性。

MA(1) 顯著表示前一期的殘差項對本期的影響是顯著的。

研究結果顯示，DARGDPGR 只受到本身過去數值 MA(1) 影響。此外，部分解釋變數並無顯著結果，經濟解釋變數的 DGFCFGR 估計係數為 -0.0841，負值顯示當淨固定資產形成增加時，農業經濟卻有減少的狀況發生，推測此現象是由於當人們將資產投入於工商業的淨固定資產形成，相對會排擠投入農業之資金，故對農業經濟成長會有負面影響，但並不顯著，不是影響農業經濟發展之主要原因。而 DSGR 的估計係數為 0.0648，

表示儲蓄率越高對農業經濟成長有正面影響，但同樣不為顯著。而 DPOPGR 的估計係數為-2.7658，表示人口成長和經濟的成長有負向關係，和翁翠霞（2001）指出的人口年增率越低的年度，其平均每人 GNP 會越高，有相同的經濟意涵。

在不顯著的氣候解釋變數部分，發現氣候解釋變數和 DTEMP、DPP 的估計係數分別為 0.7950、0.0063 均為正值，但以本數據看來，並無顯著影響。在年平均氣溫之標準差的部分，STDTEMP 的估計係數為-0.0115，STDPP 為-0.0001，代表當年平均氣溫和年平均降雨量的變異程度越大，對農業經濟的成長都越不利。由於農作物的成長過程特別會受到氣候的影響，若是氣溫和降雨量變動幅度過大，會對農作物造成傷害，進而不利於農業經濟的發展，但由於此解釋變數並不顯著，故此結果顯示了臺灣這 50 年來的農業發展尚未受到氣候變異之顯著影響。以上檢定結果整理為表 5-13。

比照第二節由各變數與 ARGDPGR 的相關分析所得到的相關係數，GFCFGR、SGR、POPGR 的相關係數分別為 0.1863、0.1984、0.2648 皆為正相關，但透過 MAX(1)檢定發現實際上此三者都不顯著，顯示雖然這些經濟解釋變數都和經濟成長有正相關，但卻都不具顯著影響關係。另一方面，氣候因子 TEMP、PP、STDPP 的相關係數各為-0.1859、-0.3964、-0.4501 則皆呈現負相關；STDTEMP 為 0.0026 是正相關，MAX(1)可發現上述四者氣候變數對經濟成長同樣都不具顯著影響。由於 ARMAX 有考慮及控制相關分析未考慮到的因素，故相關分析和 ARMAX 模型的結果有所落差。

表 5-13 實證變數之檢驗結果 (是否顯著)

變數	預期影響方向	對全國經濟成長的	對全國經濟成長的	對農業經濟成長的
		實際影響方向	實際影響方向	實際影響方向
		ARMAX(1, 0)	ARMAX(0, 1)	ARMAX(0, 1)
TEMP	—	+ (否)	+ (否)	+ (否)
PP	+	+ (否)	+ (否)	+ (否)
STDTEMP	—	+ (否)	+ (否)	— (否)
STDPP	—	— (否)	— (否)	— (否)
GFCFGR	+	+ (否)	+ (是)	— (否)
SGR	+	+ (是)	+ (是)	+ (否)
POPGR	+	— (否)	— (否)	— (否)

註：在顯著水準為10%之情況下。

第六章 結論與建議

本文主要研究目的，是探討臺灣氣候變遷對臺灣經濟成長的影響。目前雖有針對臺灣氣溫變化對經濟成長影響的文獻，但尚缺針對臺灣氣候波動幅度是否影響經濟成長的研究，故本文試圖採用臺灣 1961 年至 2010 年共 50 年的時間序列資料，搭配相關分析以及 ARMAX 模型的估計，來建立氣候變遷影響臺灣經濟成長的經濟理論模型。針對全國經濟成長以及農業部門經濟成長的實證分析來看，年平均氣溫、年平均降雨量雖然與全國經濟成長率、農業部門經濟成長率都有正的估計係數，但皆是不顯著，表示對經濟成長並無顯著影響。而年平均氣溫之標準差對於全國經濟成長估計係數為正，對於農業部門經濟成長的卻為負，而年平均降雨量之標準差的估計係數不管對全國或是農業部門則皆為負，但所有標準差都是不顯著的，表示不管氣候因子解釋變數是平均值或是標準差，都對臺灣過去 50 年來的經濟成長沒有顯著影響。

另一方面，經濟解釋變數的淨固定資產形成成長率對全國經濟成長率的估計係數為正，對農業部門經濟成長率為負，但在 ARMAX 模式之下只有以全國經濟成長率為被解釋變數的 ARMAX(0, 1) 顯著，顯示當投資增加時，對全國經濟成長有正面影響，其他模式則皆不顯著。而儲蓄率的成長率對經濟成長的估計係數則呈現較為一致的現象，不管是全國經濟成長率或是農業部門經濟成長率，其估計係數皆為正，但只有對全國經濟成長有顯著的影響，表示當儲蓄率的成長率上升時，對全國的經濟成長有正面的助益，也證明了儲蓄有助於經濟發展之理論，但對農業部門經濟成長卻不顯著。而在人口解釋變數部份，人口成長率對全國經濟成長率和農業部門經濟成長率的估計係數雖均為正，但都無顯著影響。

因此，可發現臺灣近 50 年來，影響全國經濟成長和農業部門經濟成長的主因並非氣候因素，反倒是以經濟解釋變數來解釋會較為恰當。雖然由數據可發現，臺灣近年無可避免的受到全球暖化影響而出現氣溫上升、

氣候變異程度加劇等現象，但推測由於目前氣候變遷的幅度並未大到足以對經濟造成影響，且因為影響經濟發展的因素眾多，故不管是在全國的經濟成長率或是農業的部門經濟成長率，其氣候解釋變數的檢驗結果皆為不顯著。而就文獻回顧而言，氣候變遷對於農業經濟會比一般經濟來得更有影響，由本文結果可發現，不管是全國經濟或是農業部門的經濟都不受到任何氣候解釋變數之顯著影響，故無法比較農業經濟是否較受到氣候變遷的影響。

本文對照廖云瑄（2008）臺灣百年氣溫變化與經濟活動之探討一文，兩者皆認為以經濟變數為解釋變數來解釋經濟成長，較以氣溫為解釋變數來得適當，結論相符合。而許怡君（2011）針對中國氣候變遷對經濟成長影響之研究一文結論為，中國氣溫越高時，對經濟成長有顯著的負面影響，且氣溫穩定性也確實會影響經濟成長；農業比重高的地區，當降雨量越不穩定時，越不利經濟成長，與本文有所差異。可發現，至目前為止中國氣候變遷與經濟成長有相關性，也受是否為農業影響較深，而臺灣的氣候變遷與經濟成長卻無顯著相互影響的關係，全國經濟與農業部門經濟兩者也無顯著差異。

本文由於數據取得上的困難，有研究上的限制，故僅對臺灣近 50 年來的資料做討論。但由氣候數據可知，臺灣近 50 年來年平均氣溫確實呈現上升現象，且每年的月平均氣溫極小值上升速度較極大值上升得快，使其變異程度和全距皆下降，顯示氣溫往高溫集中，存在暖化趨勢。而年平均降雨量呈增加狀態，每年的月平均降雨量極大值增加速度較極小值增加得快，造成其變異程度、全距都有上升傾向，表現出臺灣降雨量不但有增加傾向，且降雨的變動幅度也上升，代表氣候波動幅度較大，存在氣候變遷的事實。未來如能取得氣候因子之日資料，並且控制氣候極端因素，減少研究受限問題，分析結果將能更加精確，值得更進一步探討。

就本文結論而言，雖然模型分析結果為目前氣候變遷對臺灣經濟成長並無顯著影響，但不代表可以輕忽氣候變遷可能帶來的影響，在氣候災害

越漸頻繁的今日，政府和民眾皆應有所警覺。除了節能減碳降低溫室氣體排放量、對高汙染能源課徵能源稅、以及參與國際性減碳計畫，對我國各產業碳排放量加以核配和管制等減輕環境惡化的政策外，為能在全世界有效緩和氣候變遷速度之前能有所因應，本文建議可就以下幾個層面著手。首先，由於文獻顯示農業受到氣候變遷的影響最為顯著，考量到臺灣糧食來源雖有部分仰賴進口，但仍以本土稻耕為大宗，且近年來發展精緻農業頗有成效，不管是蔬果或是花卉的產銷都有所進展，改善了農民生活。為防範氣候變遷所引發農作物生長期提前、品質下降或因氣候災害所造成的損害等再度使得農業產值下降的問題，政府可以鼓勵和協助農業改良來適應日漸暖化的氣候，避免可能會有的損失，並加強農業災害補償機制，以確保農民生計無慮。

再者，應加強氣象災害的防禦，由於近年來極端氣候所帶來氣候災害發生越加頻繁，人們除了針對颱風及洪水投保以達到事後補助的效果之外，更應提高對災害的警覺和應變能力。而政府更應著重於災害防禦標準、規範的制定和執行，以確保當氣候災害來臨時，不致於因人為疏失而造成更嚴重的後果，並且應積極推廣防災措施，能提早防範便能減少傷害，即預防勝於治療的重要性。

此外，由於臺灣本身不生產化石燃料能源，所耗能源主要仰賴進口，不但受牽制於他國的政治和貿易政策，更因此投入大量金錢成本於購買能源，不利於經濟發展。故政府應發展再生能源，並補助和協助民間開發與使用可自給的再生能源，例如：太陽光電、水力、潮汐、風力發電等，不但可減少排放溫室氣體對環境產生汙染，更可以促進我國能源使用的獨立性，進一步從生產面達到強化經濟體系的效果。

最後，應將與環境和平共處、永續發展之觀念納入政策的考量，考慮全民長期生存之安全與利益，不但要開源更要節流，提高自然資源使用效率的同時也要簡約消費，營造經濟成長的氛圍也要讓自然環境能夠休養生息，如此一來，才能在經濟與環境間創造雙贏的局面。

參考文獻

一、英文文獻

- Barrios, S., B. Ouattara and E. Strobl (2008), “The Impact of Climatic Change on Agricultural Production: Is It Different for Africa,” *Food Policy*, 33(4), p287-298.
- Biemans, H., Bresser, T., van Schaik, H., and Kabat, P. (2006), “Water and Climate Risks: A plea for Climate Proofing of Water Development Strategies and Measures,” *Submitted to 4th World Water Forum, publ. Co-operative Programme on Water and Climate, Wageningen.*
- Bowen, Alex and Fankhauser, Samuel (2011), “The Green Growth Narrative: Paradigm Shift or Just Spin?” *Global environmental change*, 21(4). p. 1157-1159. ISSN 0959-3780.
- Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. (1970), “Time Series Analysis; Forecasting and Control,” Holden-Day, San Francisco (CA).
- Brohan, P., J.J. Kennedy, I. Haris, S.F.B. Tett and P.D. Jones (2006), “Uncertainty Estimates in Regional and Global Observed Temperature Changes: A New Dataset from 1850,” *Journal of Geophysical Research*, 2, p99-113.
- Brown, C. and U. Lall (2006), “Water and Economic Development: The Role of Interannual Variability and a Framework for Resilience,” *Natural Resources Forum*, 30(4), p306-317.
- Copeland, B. R. and M. S. Taylor (2001), “International Trade and the Environment: A Framework for Analysis,” *National Bureau of Economic Research Working Paper # 8540.*
- Dell, M., B. F. Jones and B.A. Olken (2008), “Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century,” *National Bureau of Economic Research*, Washington, DC, p1-48.
- Dell, M., B. F. Jones and B.A. Olken (2009), “Temperature and Income: Reconciling New Cross-Sectional and Panel Estimates,” *American Economic Review Papers and Proceedings*, 99(2), p198-204.

- Dickey, D. A., and W. A. Fuller (1979), "Distribution of Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," *Journal of the American Statistical Association*, 74, p427-431.
- Granger, C.W.J. and P. Newbold, 1973, "Some Comments on the Evaluation of Economic Forecasts," *Applied Economics*, 5, p35-47.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995), "Economic Growth and the Environment," *Quarterly Journal of Economics*, 110, p353-377.
- Hannan, E. J. (1980), "The Estimation of the Order of an ARMA Process," *Annals of Statistics*, 8, p1071-81.
- Hsu, H.-H and C.-T Chen (2002), "Observed and Projected Climate Change in Taiwan," *Meteorology and Atmospheric Physics*, 79, p87-104.
- House of Lords (2005), "Energy Efficiency, Science and Technology Committee," *2nd report of session 2005-06*, 1, The Stationary Office: London; 2005.
- International Energy Agency (2011), *Statistics: CO2 emissions from fuel combustion highlights 2009 edition*, p44-115.
- IPCC (1996), *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*, J. T. Houghton, L.G. Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell, Cambridge University Press.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- International Rice Research Institute (2002), "Effects of Climate Change on Rice Production and Adaptive Technologies," p635-657.
- Koubi, A., T. Bernauer, V. Kalbhenn and G. Ruoff (2010), "Climate Change, Economic Growth, and Civil Conflict," *Climate Change and Security*, p21-24.
- Lai, L. W. and W. L. Cheng (2010), "Air Temperature Change Due to Human Activities in Taiwan for the Past Century," *International Journal of Climatology*, 30, p432-444.

- Lin, P. C., and T. L. Roe (2002), "The Contribution of Technological Progress to Aggress and Sectoral Production of the Taiwanese Economy, in Productivity and Economic Performance in the Asia-Pacific Region," *Edward Elgar Publishing Incorporated*, p161-183.
- List, F. (1856), "The National System of Political Economy," *Joshua Ballinger Lippincott and Company*, Philadelphia.
- Liu, S. C., C. Fu, C. J. Shiu, J. P. Chen, and F. Wu (2009), "Temperature dependence of global precipitation extremes," *Geophysical Research Letters*, 36, L17702, doi:10.1029/2009GL040218.
- Liu, S. C., C. H. Wang, C. J. Shiu, H. W. Chang, C. K. Hsiao and S. H. Liaw, (2002), "Reduction in Sunshine Duration over Taiwan: Causes and Implications," *Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences*, 13(4), p523-545.
- Ljung, G. M. and G. E. P. Box (1978), "On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models, *Biometrika*, 65, p297-303.
- Phillips, P. C. B., and P. Perron (1988), "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, 75, p335-346.
- Portney, L. G. and Watkins, M. P. (2000), *Foundations of clinical research: Applications to practice* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Rosenzweig, M. R., and H. P. Binswanger (1993), "Wealth, Weather Risk and the Composition and Profitability of Agriculture Investments," *The Economic Journal*, 103, p56-78.
- Said, S. E., and D. A. Dickey (1984), "Testing for Unit Roots in Autoregressive-moving Average Model of Unknown Order," *Biometrika*, 71, p599-608.
- Shiu, C. J., S. C. Liu and J. P., Chen (2009), "Diurnally Asymmetric Trends of Temperature, Humidity and Precipitation in Taiwan," *Journal of Climate*, 22, p5635-5649.
- Stern, D. I. (1996), "Economic Growth and Environmental Degradation: The Environmental Kuznets Curve and Sustainable Development," *World Development*, 24(7), p1151-1160.

- Stern, D. I. (2007), "The Effect of NAFTA on Energy and Environmental Efficiency in Mexico," *Policy Studies Journal*, 35(2), p291-322.
- Masters, W.A. and M.S. McMillan (2000), "Climate and Scale in Economic Growth," *Centre for the Study of African Economies*, Working Paper No. 2000-13.
- Mendelsohn, R., A. Dinar and L. Williams (2006), "The Distributional Impact of Climate Change on Rich and Poor Countries," *Environment and Development Economics*, 11(2), p159-178.
- Mensbrugghe, D. and R. Rosen (2010), "Climate, Trade and Development," *Paper presented at the 13 the Global Economic Analysis Conference*, Penang, p9-11.
- World Bank (1992), *World Development Report 1992: Development and the Environment*, Washington: The World Bank.

二、中文文獻

- 汪中和 (2006) , 「氣候暖化對臺灣水文環境的衝擊」, 《東苑理工學院學報》, 第 13 卷, 第 4 期, 頁 74-79。
- 李國鼎和陳木在 (1987) , 《我國經濟發展策略發展總論》, 臺北: 聯經。
- 李煥仁 (2006) , 《邁向創新競爭》, 臺灣經濟研究院, 頁 233。
- 林進生與初國華 (2010) , 「臺灣經濟發展與政府角色: 一九九〇年代以前之論述」, 《育達科大學報》, 第 25 期, 頁 163-180。
- 吳永猛、高凱聲、黃建森、袁金和、謝明瑞與陳登源 (2002) , 《臺灣經濟發展》, 臺北, 國立空中大學。
- 吳同權 (2005) , 「臺灣農業發展政策之演變」, 《國家政策研究基金會國政研究報告》, 科經 (研) 094-021。
- 吳聰敏 (2003) , 「臺灣經濟發展史」。
- 高希均與李誠 (1993) , 「臺灣經濟四十年」, 《臺灣經濟發展論文集》, 臺北, 天下文化。
- 徐玉珠 (1997) , 《經濟發展》, 台北, 正中書局。

- 許松根、謝麗真（2006），「知識、人力資本及臺灣經濟成長」，《臺銀季刊》，第 57 卷，第 4 期，頁 33-60。
- 馮惠珊、余惠芳（2010），「私人投資支出對臺灣所得、利率、物價之實證研究」，《華人前瞻研究》，第 6 卷，第 2 期，頁 97-107。
- 陳雲蘭（2008），「由極端氣候指標看臺灣氣候變化」，2008 年臺灣氣候變遷研討會。
- 黃煥彰（2006），「全球氣候變遷的省思」，《生態臺灣季刊》，第 13 期，頁 29-34。
- 楊明憲（2011），「WTO 農業協定與減讓模式對我國稻米價格支持政策之影響與改革」，《貿易政策論叢》，第 15 期，頁 185-216。
- 劉進慶（1983），「臺灣的經濟結構及其存在的問題」，《南北經濟關係的現行結構》，日本評論社。
- 盧孟明與麥如俊（2003），「臺灣與全球雨量長期變化研究（一）1920~1995 變化趨勢」，《大氣科學》，第 31 卷，第 3 期，頁 199-220。
- 賴秉葦與姜善鑫（2005），「1960 年代以來臺灣地區之氣溫變化與經濟發展的關係」，《地理學報》，第 40 期，頁 99-116。
- 蘇宗振（2009），「氣候變遷下臺灣糧食生產因應對策」，《農政與農情》，第 200 期，頁 37-40。

三、碩士論文

- 吳原禎（2008），「氣候變遷對全球稻米市場之經濟影響」，國立中興大學應用經濟學系研究所碩士論文。
- 翁翠霞（2001），「社經結構與經濟發展：臺灣個案分析」，國立中山大學人力資源管理研究所碩士論文。
- 許怡君（2011），「中國氣候變遷對經濟成長影響之研究」，國立政治大學行政管理研究所碩士論文。
- 廖云瑄（2008），「臺灣百年氣溫變化與經濟活動之探討」，國立暨南國際

大學經濟學研究所碩士論文。

四、政府出版品

2008 年《氣候變遷長期影響評估及因應策略研議委託計畫報告》，行政院經濟建設委員會。

2009 年《1897~2008 年臺灣氣候變化統計報告》，中央氣象局。

2011 年《臺灣氣候變遷科學報告》，行政院國家科學委員會，臺灣氣候變遷推估與資訊平臺建置計畫。

