第一章 總 論

林俊義 楊純明
臺灣省農業試驗所

摘要…… 2
壹、前言…… 2
貳、本書之編成…… 3
參、本書內容…… 4
肆、結語與誌謝…… 5
伍、引用文獻…… 5
英文摘要…… 6

第一章 總 論

林俊義 楊純明
臺灣省農業試驗所

摘 要

由於大氣組成分改變造成的溫室效應(greenhouse effect)增強，引發了全球氣候的顯著變遷，並如索鏈串連般的點燃各種環境與生態問題。據估計單憑石化能源消耗及林地砍伐兩項，已提高大氣的二氧化碳濃度達25% (Foss, 1995)，其他輻射活躍的微量氣體諸如甲烷(methane)、氧化亞氮(nitrous oxide)、及人工合成之氟氯碳化物(chlorofluorocarbons)等亦大幅的增加。這些所謂的溫室效應氣體吸收熱量儲存於大氣中，長期持續累積的結果而升高地球的平均氣溫，促成地表的溫暖化，也因此改變氣象的常態運轉導致氣候的加速變遷。氣候與農業是交互影響的，農業生產過程釋出若干溫室氣體至大氣中，氣候變化則顯著干擾農業產業的生產過程。未來的糧食生產及全球糧食的安全供給，一方面依賴氣候的穩定性與氣候變遷的可預期性，另一方面則需要仰仗農民對環境改變的調適能力。為期瞭解溫室效應與氣候變遷的機制，對農作物生產的潛在影響，進而提供可能的因應措施與策略，乃邀集國內學者專家共聚研討。本書即由參與人士執筆，內容橫跨學門領域，包括了文獻的回顧、試驗研究成果、及個人經驗與心得，為國內農業界首次以團隊方式深入探討氣候變遷與農作物生產之關係者，不僅可提供農政機關政策研擬參考，更為未來的研究方向導引出一盞明燈。

關鍵詞：氣候變遷，溫室效應，農作物生產，策略。

壹、前 言

一、氣候變遷與農作物生產之關係

氣候變遷的發生，對農作物的生產有正面的、也有負面的影響，端視氣候變因的強弱及發生時機而定，亦隨人為因應對策有別。就臺灣地區而言，一期(春)作期間的春雨與梅雨降水量及分佈，二期(秋)作期間的午後雷雨、颱風、及東北季風，以及全年乾旱期的長短，因氣候變遷引起的頻率與強度轉變是影響農作物生產的主因。再者，伴隨氣候變遷出現的不規則災害性天氣，難以準確估測的病、蟲害種類與流行的更迭，亦將嚴重干擾農作物的正常生產。從滿足人口糧食需要的觀點，氣候變遷議題的瞭解與探討是必需與必要的，而如何解決其引發的諸項氣候、環保、人文、地理、社會、經濟與民生等衍生問題則是吾人當前面臨的重要課題之一。

近年來由於快速的氣候變遷產生的災變，曾對全球農業生產造成鉅大衝擊。舉例來說，如1987年南亞季節雨(monsoon)的減少，使

得印度、巴基斯坦、孟加拉等國出現嚴重的糧食短缺；1980年代的持續乾旱，引起非洲廣大地區糧食生產不足，饑荒頻傳。災變發生的當年，甚至造成國際穀物及其他農產品價格和交易的一度失序。臺灣地區於1988年曾發生幾場豪雨引起的水患(徐, 1995; 謝等, 1991)，1996年間曾有多次颱風侵襲的危害(臺灣農業年報, 1997)，此兩案例分別均造成高達新臺幣40億元的災情損失。由楊(1996)的50年統計資料亦證實，臺灣地區的農業氣象災害發生頻率甚高，災情損失龐大。據此顯示，氣候變遷確與農業生產密切相關，也證明氣候變遷引發的氣象災害對全球糧食生產的潛在影響，確實值得深究與力謀解決。

溫室效應為氣候變遷的催化劑，其主要來源為石化能源的消耗及工商業流程釋出的溫室氣體，農業部門製造的比例低於5%。在農、林、漁、牧各產業中，凡農業廢棄物的不當處理均將形成甲烷，若將廢棄物或殘留物燃燒則釋出二氧化碳。以農作物生產而言，水田的還原狀態可能釋放甲烷，旱田的氧化則可能逸釋氧化亞氮，惟正確的栽培與管理方法可以降低釋放量。但是，綜合整個農作物生產過程的二氧化碳釋放與減量的總和，其淨值是減量的正面效果，而且經光合作用產生的氧氣有清新、淨化空氣的功用。因此，若給予農作物生產系統良好的管理與經營，可將負面的甲烷與氧化亞氮釋放量降至最低，而提升正面的二氧化碳減量與氧氣產製效率。

二、因應氣候變遷之農作物生產策略

推測在溫室效應未獲得顯著改善之前，快速的氣候變遷仍將無法避免，不規律的天氣與氣候型態將更形渾沌，氣象混亂及異常現象將更頻繁。為維持國內穩定的糧食供應，為確保臺灣地區農業的永續經營，農作物的生產系統與制度應該針對氣候變遷趨勢適度調整，農作物的品種特性、栽培方法、乃至於生產過程相關的配合因子均應重新考量與改進。又氣候的變遷雖然是漸進的，惟局地天氣與氣候的變化卻十分顯著，各地區有其特定的災害性天氣發生，故因應策略必須因地制宜方獲實效。農政機關當速邀集產、官、學界相關人員會商，以求集思廣益、凝聚各方建言，全面動員做好各項因應措施，為氣候變遷下的農作物生產留一份生機。

如前述，牽引氣候變遷的溫室效應氣體主由石化燃料及化學製品所產生，因此國家必須擁有一套完整的能源政策，規範各種產業的溫室效應氣體排放量。我國雖非聯合國「氣候變化綱要公約」簽署國，然身為地球村一員仍有遵守公約之義務，儘力控制溫室氣體的排放。但是，考量我國目前仍屬於開發中國家，經濟建設依然蓬勃發展，也勿須自我設限過於嚴苛造成國家經建停頓。如何在經濟發展與環境保護之間求得平衡，是全民應有的共識，更是現階段努力的目標。偏頗激進猶如不足，均非合理作法而得不償失，進、退之間三思而行。

冀望本書內容有助於農政機關研擬因應對策，並提醒農業試驗研究單位重視必要的試驗研究，喚起農民團體、民間企業、及一般民眾關切和支持改善措施，共為子孫世代的生存發展貢獻一份心力。

貳、本書之編成

有鑑於氣候變遷對農業的深遠影響，行政院農業委員會特自87年度起成立「氣候變遷對農業的影響研究」科技計畫，責成農糧處、林業處、畜牧處、漁業處等單位分別設立統籌計畫，專案研究氣候變遷對農、林、漁、牧等產業的影響。在農糧處轄制之「氣候變遷對農作物的影響研究」計畫中，分置三項細部研究計畫，「全球氣候變遷對臺灣地區糧食生產影響研究」乃其中一項，目的在於邀集國內學者專家，資料蒐集、整理、分析與評估全球氣候變遷對臺灣地區農作物生產的影響，提出調適之因應對策，供作農政機關和農業試驗

研究單位參考、施行。本書即為計畫執行成果，彙編學者專家之研究報告而成，前後歷時近一載。

本計畫執行之初，首先成立籌備委員會，總計邀請10單位24位學者專家與會，農政機關部份為行政院農業委員會農糧處農產科林明華技正和鄭耀星技正，大專院校部份為(1)國立臺灣大學全球變遷中心柳中明教授、農業化學系楊盛行教授、(2)國立中興大學李成章校長、農藝系朱德民教授、宋濟民教授、林俊隆教授、園藝系倪正柱教授、植物系翁仁憲教授、土壤環境系王銀波教授、申雍教授、植物病理系謝式坪鈺教授、昆蟲系齊心教授、(3)國立屏東科技大學水保技術系徐森雄教授、(4)嘉南藥理學院環境工程系劉瑞美副教授，農業試驗研究機構部份為(1)臺灣省農業試驗所林俊義所長、應用動物系陳炳輝研究員、農藝系楊純明副研究員、嘉義分所植保系鄭清煥主任、(2)臺灣省桃園區農業改良場黃益田副場長、(3)臺灣省臺南區農業改良場黃山內場長，其他研究機構部份為(1)中央研究院經濟研究所張靜貞副研究員、(2)中央氣象局農業氣象科廖志翔科長。

經由籌備委員會討論而規劃出12章，再增編為13章。各章設召集人，負責邀請適當人員撰寫預定章節內容。完成之初稿，先經召集人會議詳細研討、修正與補充，各章修正稿再送兩位學者專家審查後定稿，付梓印出前則由召集人及編輯校對。本書採用統一格式撰寫與編輯，並盡心盡力校正，惟錯誤仍在所難免，敬請不吝指正。

參、本書內容

本書規劃成十三章，第一章總論，乃本書之緒言，略述了氣候變遷與農作物生產之交感關係，且摘要各章要旨及敘述本書之編成經過。第二章氣候變遷對全球與臺灣地區氣象環境之影響及因應策略，討論溫室效應及氣候變遷的概況與未來可能趨勢，並提出因應策略期以有助於減緩氣候之變遷。第三章全球氣候變遷對全球及臺灣地區農業生產之影響及因應措施與策略，分別探討糧食作物、特用作物、花卉、蔬菜、果樹等受到氣候變遷之影響，依不同狀況提出因應建議。第四章全球氣候變遷對農作物病害發生影響及因應策略，介紹氣候變遷對農作物病害可能影響與趨向，由其發生、流行、及危害之討論導引出未來因應研究方向。第五章全球氣候變遷對臺灣地區蟲害發生影響及因應對策，強調氣溫改變對蟲害種類、岐異度、族群演變、及農作物危害等影響，並提出因應防治與管制策略。

第六章災害性天氣與氣候對臺灣地區農作物生產影響及因應策略，首先區分農業氣象災害種類及致災之嚴重程度，再逐項說明災害發生季節及對農作物造成的損害，最後以災前預防與災後補救研討因應策略。第七章全球氣候變遷對臺灣地區設施栽培的影響與因應策略，由氣候因素導致農作物生產的不安定性引介設施栽培技術在高經濟價值作物上之應用，簡述設施栽培逆境及其改善措施，並推薦設施栽培的潛在發展與利用空間。第八章作物生產對臺灣地區溫室效應氣體之產生量及減量措施，解說臺灣地區農地溫室效應氣體的排放概況，再由文獻資料推演出減量措施，規劃出未來的因應研究。第九章氧化亞氮對農作物生產之影響及其因應策略，簡介大氣中氧化亞氮濃度之增加及對農作物生產之影響。

第十章二氧化碳、氣溫及紫外線升高對作物生育及產量之影響，分別討論C_3與C_4型農作物對高二氧化碳濃度及溫度之差別反應，另以水稻為例指陳紫外線對生育與產量之影響。第十一章溫室效應及減量措施對農業之經濟影響評估，從「成本」與「效益」相對立場，討論與評估溫室效應對農業生產之經濟影響及溫室效應減量措施之影響，並試對未來農經研究方向提

出建議。第十二章作物生產模式預測，以美國國家研究團(U.S. Country Studies Management Team)採用之氣候變遷模式組中作物生長模式研究，配合作者研究經驗綜合介紹作物生產模式預測，說明其在模擬氣候變遷對農作物生產影響之可能應用。第十三章全球氣候變遷對臺灣地區農作物生產影響的因應研究與調整方向，係本書之總結，針對溫室效應的『因』、造成氣候加速變遷的『果』、及『延伸』對農作物生產的影響，條理敘述與討論，提供產業調適與研究方向調整之參考。

肆、結語與誌謝

文明的進展讓人們的物質生活更加舒適與便利，因而在精神生活要求上也相對的提高標準，環保意識的高漲即為其一。近年來，民眾已注意到溫室效應與氣候變遷衍生出的問題，其與日常生活的相關性及對經濟發展的威脅，而更加的重視能源開發與利用。惟溫室效應與氣候變遷是全球性的、全面性的，需要地球村的全體居民通力合作，各種產業攜手努力，才有解決問題的機會。以溫室效應氣體的減量為第一步是正確的做法，當積極檢討各種排放源的降低方法，提升能源的利用效率，如此才可能減輕氣候變遷的速度。

本書撰稿與編輯期間，承蒙各章召集人與作者鼎力協助與支持，特以申謝。各章召集人均為農業界俊彥之士，望重士林，依章節序分別為：第一章林俊義所長，第二章廖志翔科長、柳中明教授，第三章宋濟民教授，第四章黃益田副場長，第五章鄭清煥主任，第六章朱德民教授，第七章申雍教授，第八章王銀波教授，第九章楊盛行教授，第十章翁仁憲教授，第十一章張靜貞副研究員，第十二章林俊隆教授，及第十三章楊純明副研究員。各章作者均學有專長、術有專攻，因此本書內容豐富、精闢，見解深入而實際，不僅可做為大專院校及研究所輔助教材，亦可供各界參採。

編者深切體認氣候變遷對農作物生產甚至農業的潛在衝擊和實際影響，以及對國家未來整體經建發展的重要關聯。希冀以本書拋磚引玉，激發更多研究人員從事相關的試驗研究，並期以鼓舞跨學門領域的團隊合作，持續而加強溫室效應及氣候變遷的探討。編者同時感佩行政院農業委員會對氣候變遷議題的重視，提供計畫經費(87科技-1.1-糧-08)，使得本計畫執行圓滿，本書得以順利編纂完成。

伍、引用文獻

徐源清. 1995. 臺灣地區農業天然災害損失及因應措施之探討. 臺灣農業 31(3):42-56.

楊純明. 1995. 臺灣地區農業氣象災害(1945-1993)及因應之研究方向. 中華農業氣象 2:31-35.

謝雨生 鄭宜仲 曹崇聖. 1991. 臺灣農業天然災害損失之長期變遷趨勢. 臺灣農業 27(1):20-35.

臺灣農業年報. 1997. 臺灣省政府農林廳出版，中興新村，南投市。

Foss, J. E. 1995. Foreword. p.vii. *In*: Climate Change and Agriculture: Analysis of Potential International Impact. ASA Spec. Publ. No.59. Amer. Soc. Agron., USA.

Chapter 1 Introduction

Chien-Yih Lin and Chwen-Ming Yang
Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung Hsien, Taiwan, ROC

ABSTRACT

The increase of greenhous effect is due mainly to the increasing concentration of radiatively active trace gases in the atmosphere. It accelerates climate change, and induces a number of environmental and ecological problems. As estimated, fossil fuel combustion and forest clearing together promote some 25% increase of carbon dioxide in the air. Other greenhouse gases such as methane, nitrous oxide, and synthetic chlorofluocarbons are also increased significantly recently. These gases tend to trap heat resulting in a global warming and an indirect stimulation of climate change eventually. Agriculture and climate are interactive to each other. Agriculture acts as a possible contributor of greenhouse gases to the atmosphere, while as an industry, is highly sensitive to climatic variables. In considering future food need and security, crop production depends on the stability and predictability of climate change, and on farmers to adapt their practices to changing environment. This book is written, with systematic interdisciplinary studies and findings, by the participating scientists of the research project, namely, 'Studies on Global Climate Changes to Crops Production.' The publication contains thirteen chapters, including literature review, experimental results, and research experience. Issues of greenhouse effect and climate change are of great complexity, but never be too importance. We consider this study to be a preliminary summary yet a promising beginning that requires continuation. It is hoped that by means of this book to encourage intensifying research in studying actual impacts of climate change on crop production, and deriving methodology and practices to mitigate such negative effects.

Key words: Climate change, Greenhouse effect, Crop production, Strategy.