

氣候變遷下的良質米生產與展望

蘇宗振

農委會農糧署

摘 要

氣候變遷對於農業環境造成：(1)氣候暖化；(2) CO₂濃度增高；(3)極端氣候頻率增加；(4)水資源變動等影響。臺灣在全球暖化下，災害性的天氣與劇烈的氣候變化可能會增加。因此，在良質米的生產需有下列之因應對策：(1)確保「糧食安全及糧價穩定」政策；(2)提高農地利用，提高生產力；(3)選育優良品種、抗(耐)逆境及病蟲害品種；(4)推廣節能高效及防逆境等栽培技術；(5)合理栽培管理作業及調整耕作制度；(6)加強氣候變化趨勢的預測和農業氣象預報。

關鍵詞：良質米、氣候變遷、抗逆境、栽培管理。

前 言

氣候變遷造成氣候暖化，進而引發洪水、乾旱、豪雨或暴風等極端氣候頻率增加，對於農作物的產量與食用安全品質將造成極大的影響。

綜觀百年來臺灣地區氣候暖化的趨勢亦極為明顯，按氣象局表示，全球暖化是事實，二十世紀全球平均溫上升0.6 °C/年，臺灣陸地平均溫度則從1901至2000年上升1.3 °C/年，暖化速度是全球總平均兩倍，增溫趨勢在夏季(1.3 °C/年)比冬季(0.8 °C/年)明顯，且夜溫上升的幅度大於日間，因此日夜溫差呈現下降趨勢。

臺灣的暖化程度，在同緯度的國家中，與美國加州相當，但比東南亞、非洲略為嚴重。若以海島型國家相較，則與日本相當。學者分析臺灣暖化較嚴重的原因，主要是臺灣都市密集、人口密集，加上工業化程度高，導致暖化的速度快、程度高。未來，臺灣地區的氣候有可能變為高溫及冬乾夏濕的氣候型態。

氣候變遷對糧食生產的影響

依據IPCC (2001)氣候變遷對全球的衝擊影響報告，農業生產與糧食安全受全球氣候變遷影響很大。未來，熱帶和亞熱帶地區將因溫度升高而導致農作物產量降低，臺灣地處亞熱帶同樣受到影響。此外，極端氣候發生的頻率將會增加，嚴重性也會增強，進而影響糧食生產與供應的穩定性。

一般來說，氣候變遷對於農業環境所造成重大的影響有：(1)氣候暖化，即氣溫升高，尤其是夜溫升高對水稻(C3型作物)影響大；(2) CO₂濃度增高；(3)極端氣候頻率增加；(4)水資源。

農業生產受環境條件的影響很大，尤其是氣候條件與土壤資源，並伴隨著作物品種及耕作模式而有不同的差異。其中，以氣候條件的變化對農業的生產力、穩定性及耕作制度所產生的影響最為重大。舉例亞洲鄰國皆積極朝科技研發及政策制訂等方面發展。

日本對於糧食生產受氣候影響之研究成果豐碩，並認為稻米是世界上主要的農作物之一，2010年全球稻米產量約為4.4億噸，隨著人口成長預計到2035年還額外需求1.16億噸的稻米，因此面對氣候變遷的影響，為了維持稻米產量其環境適應力必須提高例如淹水容忍度、乾旱容忍度與耐熱度等，稻秧若低於水面則會降低光合作用與呼吸作用，一旦淹水超過10~14天即會枯萎，因此為改善淹水容忍度，在稻米基因中加入sub 1基因進行改良，可提高淹水容忍度至17天，另外改良過的二合一稻米品種，即同時提高淹水與鹽度容忍度，可淹沒於海水中超過10天。此外，亞太地區面臨嚴重乾旱的地區逐漸增加，因此各國陸續開始種植耐旱性高的農作物，為使稻米提高耐旱性主要從作物根系改良著手，根系越深入地表越容易取得土壤中的含水量。耐熱度改良方面，由於稻米在抽穗期受到熱度的影響最甚，通常超過攝氏38度的高溫持續一小時後，部分稻穗會出現未成熟完全的現象，因此將稻米的開花期提早至日出時分，可大幅提高稻穗的耐熱度，減低高溫對稻穗的負面影響。

南韓則認為隨著全球氣候變遷加劇，過去100年來全球平均溫度上升攝氏0.74度而南韓平均溫度上升攝氏1.5度，同時面臨能源危機，估計原油供應會在43年後枯竭，天然氣則是在62年後枯竭，因此不論已開發或開發中國家，全球都在推動綠成長工作，擬定綠地栽培策略與環境維持計畫以因應未來環境趨勢。南韓總統李明博於2008年明確指示推動節能減碳，創造人與環境和平共處，並後續推動5年綠成長計畫。所謂「綠成長」的意涵即節能減碳以減輕氣候變遷對環境的傷害，並確保再生能源的供應，以及提供足夠的工作機會以維持經濟與環境的和諧。為了達到綠成長與經濟成長的平衡點，首先要改變消費型態與生產模式，輔導產量過剩的作物轉為其他需求作物，同時要鼓勵節能減碳的生產方式例如工業節電，另外也要降低環境衝擊例如生產對環境影響較低的作物與開發可回收利用的能源。南韓綠成長的目標有降低原本每年1,840萬噸二氧化碳的排放量，以及生質能源所占比例從6.6%提高到15.7%，還有親環境的農業型態比重從3%提高到15%，主要策略為推動工業實施3R (Reduce, Recycle, Reuse)達到節能減碳、自然資源永續經營與加強環境保育。

氣候暖化對臺灣水稻生產及因應對策

臺灣在全球暖化下，未來災害性的天氣可能會增加，颱風強度也可能會增強。此外，強風、豪雨的次數也會攀升。換言之，臺灣的氣候變異大，劇烈天氣次數也可能會愈來愈多。氣候暖化對臺灣地區水稻生產的影響如下：

- (一)臺灣栽培之水稻品種約九成以上為稈型稻，而高溫多濕不利於稈型稻之品質與產量，因此，氣候暖化對臺灣地區糧食生產的影響將大於溫帶地區。
- (二)農作物生育期縮短，產量下降；尤其是夜溫的升高，對水稻的產量及品質影響極大。
- (三)氣候暖化對臺灣地區水稻栽培期尚未有明顯的影響，但「暖冬」常讓農民在初春時提前插秧，導致秧苗發生嚴重寒害，造成重新種植及資源浪費。

(四)造成全臺病蟲害發生期間、頻率及分佈趨於一致，倘未採取共同防治，將降低防治效果，造成資源浪費及降低農民收益。

(五)造成水、旱災等極端氣候事件增多及總產量的下降與供給的不穩定性。

為適應臺灣地區氣候變遷並實現農業永續經營，擬從政策制訂、科技研發及執行等層面，採取適當的政策目標及因應對策，分述如下：

(一)確保「糧食安全及糧價穩定」政策：糧食政策為農政策重要一環，我國糧食政策的核心價值為滿足國人對於糧食的質與量的需求，糧食政策目標為「確保糧食安全及糧價穩定」。未來，政府將持續加強糧食政策之推動，提高國內糧食自給率。

(二)提高農地利用，提高生產力：糧食生產的基礎是耕地。配合氣候及土壤條件，調整糧食生產區域及生產面積，並促進休耕農地活化利用，為糧食生產的重要因素。維持適當耕地，確保受氣候因素影響時，得隨時恢復生產，維持糧食穩定供應。此外，實際從農人口高齡化且年青一代無營農意願，因此，推動「產銷專業區」及「小地主大佃農」正是時機，藉由農業產業結構之調整與轉型，政府積極導入專業訓練、輔導企業化經營及建立產銷供應鏈，以達擴大經營規模及提升產業競爭力。

(三)選育優良品種、抗耐(逆境及病蟲害)品種：選育優良作物品種及抗耐品種是克服天候逆境的首要策略，目前應適當運用傳統育種或生物科技，儘速達到選育新品種以提升品質及適應新的暖化環境。

(四)推廣節能高效及防逆境等栽培技術：目前油價及原物料價格高漲，農業經營成本偏高，應加速推動合理化施肥、施藥，以降低肥料、農藥不當使用或浪費。積極研發節水技術，以提高水分利用率及效能，以在有限的水資源下獲得最大生產效益。另建立防寒及降溫技術，以避免早春的寒害及夏季高溫逆境的傷害。

(五)合理栽培管理作業及調整耕作制度：稻田產生甲烷受到水稻品種、溫度、灌溉、肥料及生育階段的影響，調整水稻灌溉管理方式、選用適當品種及多使用有機

肥，將可減少甲烷產生。另使用選用適當肥料、減少施肥量、適時施肥及改進水分管理，可減少稻田產生 N_2O 。此外，配合臺灣地區水源變化或氣候異常，推廣農民適當的耕作栽培模式及調整作物種類與品種，創造有利農作物生育條件，除可減少需水量外，亦可減輕病蟲害的危害，以穩定糧食生產及增加農民收益。

(六)加強氣候變化趨勢的預測和農業氣象預報：氣候變遷具高度不確定性，現行科學方法也不可能準確預報氣候。但短期的氣象預報及媒體傳播速度，農民多能掌握動態，惟缺乏主動採取防範措施，以減少損失。政府有必要加強研發農作物防護技術並推廣農民使用，俾提高農民收益。

結 語

IPCC對全球暖化警告指出，氣候變遷已「急遽且不可逆轉」，各國要努力適應，學習與氣候變遷共存。

水稻為臺灣最主要之農作物，除供食糧並兼具多項生態功能，應適度維持於國內發展，以確保國內糧食安全及稻米產業永續發展。在全球暖化及經貿自由化之情勢下，臺灣稻米產業必須不斷以提升品質、改進栽培及加工技術、強化品牌及運銷通路等措施，以提升競爭力。並在考量面臨新的衝擊，包括新興國家糧食需求大增、全球性氣候異常致使地區性的糧食生產不穩定，造成糧食大國之出口量銳減、及油價高漲促成生質能源蓬勃發展，排擠了人類糧食的供應等因素，致使我國糧食政策除應持續加強推動外，亦應隨時檢討現行農業政策與措施，確立臺灣米永續經營的基礎。

註：本文引用氣候變遷下臺灣糧食生產因應對策(農政與農情第 200 期, 2009)及 2012 年 APEC 糧食安全保障研討會報告(2012)。

參考文獻

1. 林彥蓉、郭素真、吳永培 2011 全球暖化下臺灣耐逆境水稻之育種策略與發展 65-78 吳東鴻、陸明德、曾東海、王怡玓、蕭巧玲編 因應氣候變遷作物育種及生產環境管理研討會專刊 農業試驗所特刊第156號 臺灣 臺中。
2. 姚銘輝、陳守泓 2009 氣候變遷下水稻生長及產量之衝擊評估 作物、環境與生物資訊 6: 141-156。
3. 許志聖、楊嘉凌 2012 日本面對全球暖化之水稻創新育種與栽培研究 1-5 蔡宜峰、洪惠娟、王茗慧編 臺中區農業改良場100年專題討論專集 臺灣 彰化。
4. 廖志翔 1998 全球氣候變遷對全球與臺灣地區氣象環境之影響與因應策略 7-32 林俊義、楊純明編 氣候變遷對農作物生產之影響 農業試驗所特刊第71號 臺灣 臺中。
5. 楊純明 2009 氣候變遷與糧食生產 作物、環境與生物資訊 6: 134-140。
6. 蘇宗振 2009 氣候變遷下臺灣糧食生產因應對策 農政與農情 200: 1-16。

ABSTRACT

The agricultural effects of climate change are weather warm, water resource changing, increasing the concentration of CO₂ and extreme weather. Under the globe climate change, it's increasing the extreme weather in Taiwan in the future. Therefore, the good-quality rice production stratagem should be following: (1) insure the policy of the food production and stable (2) increasing the productivity through the land utilization (3) breeding the physiological and biological stress tolerance outstanding varieties (4) extending the energy-saving and stress tolerance cultural practices (5) adapting the reasonable practices and cropping system (6) improvement the weather forecast.

Key words: Good-quality rice, Climate change, Stress tolerance, Cultural practice.