

氣候變遷下 糧食安全研究議題之探討

農試所農工組 姚銘輝

一、前言

台灣地狹人稠，可耕地面積狹小，再加上近年來農地移作它用、農村人口外移、農民高齡化、以及國人的飲食習慣逐漸西化等因素下，致使國內糧食自給率偏低，導致糧食仰賴進口比例過高。此外，氣候變遷及極端天氣發生頻率加劇，國際間糧食價格持續飆漲，糧食生產大國當遭遇天然災害則緊縮糧食出口量，這將使我國陷入糧食危機之中。我國作物生產以水稻為主，但因飲食習慣、糧食價格及農耕制度的因素，糧食自給率偏低，如何有效利用現有農地，增加單位面積產量，減少災害所造成之損失，皆是目前國內糧食所需面臨之問題(Huang et al., 2008)。此外，若以現在人均膳食熱量及其組成成分而言，要維持現有水準約2600-2800 大卡/人日，僅靠國內農地生產之糧食是不足的，如何確保國外糧食進口之穩定機制，或當糧食供應不足時之替代方案，皆需作完整探討與

規劃，以確立未來我國糧食政策發展。依據2014年最新氣候變遷評估報告(IPCC AR5 SPM)，雖然部分研究指出全球暖化將使中高緯度地區之農作物生育時期加長，有助於新墾地擴增及產量增加，但正面及負面的影響平衡仍未確定，另氣候變遷對大多數地區之小麥及玉米產量及全球供應量具有負面的影響，而當21世紀末或全球氣溫上升4℃時，世界人口增加對於糧食需求增大，將對全球與區域的糧食安全造成很大的衝擊，尤其在低緯度地區之糧食安全風險將更高。

氣候變遷對現有糧食作物生產的影響，除升溫對於作物適栽區產生北移現象，及縮短作物生育日數間接導致產量減少外，氣候變遷導致氣候不確定性提高，由於作物生長主要受氣候影響，極端天氣發生頻率增加，如豪雨、乾旱、極端高溫、極端低溫，將使作物瞬間受損。以乾旱為例，由於農業對缺水之容忍度較高，所以在乾旱時期，經常調度農業用水提供民生及工業使用，以2015年一期作水稻為例，即因缺水而導致嘉南灌溉區一期作1萬9千公頃農田休耕，但這應不是突發現象，未來發生頻率將增加。如何有效利用水資源應作長期規劃，同時需搭配作物種植區域規劃。

作者：姚銘輝研究員
連絡電話：04-23317715

未來氣候變遷趨勢仍有許多尚待研究的議題，不同糧食相關研究可能因設定情景差異而有不同的結論，甚至是相互矛盾，但糧食生產有季節性，同時受土壤特性、水資源及需要成本投入，尤其氣象災害更是糧食穩定供給的最大變數，我國整體糧食安全脆弱性高，能夠預期或掌握的要素不多，惟有增強災害後之恢復力，及加大糧食提供之緩衝力上限，才能確保糧食安全。

政府對於氣候變遷所導致糧食安全的問題極為重視，在103年5月22日行政院核定通過之102-106年國家氣候變遷調適行動計畫，在農業生產及生物多樣性領域的行動計畫中強調，有關推動農地資源空間規劃並建立農地合理利用機制、糧食生產調適、抗逆境品種研發及強化農業氣象觀測預警等議題。農委會也透過政策性科技研發計畫-「因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究」的執行，對氣候變遷下農業生產及糧食供需進行研究，但議題仍需要整合及強化，尤其是與其他領域間之結合。以下介紹現有氣候變遷相關計畫及未來可研發之議題。

二、未來氣候推估資料之運用

農委會政策計畫甚少用及未來氣候推估資料，事實上，目前科技部有關氣候變遷之議題有三大研究群分別為：1.氣候變遷研究聯盟(Consortium for climate change study, CCLiCS)計畫，主要工作在未來氣候模式建置與發展，建置氣候模擬平台與氣候變遷資料庫，及氣候變遷

變異研究，包括氣象偵測與歸因、劇烈天氣研究、高解析氣候變遷模式研發、及氣候變遷機制模擬。2.台灣氣候變遷推估與資訊平台(Taiwan Climate Change Production and Information Platform, TCCIP)，主要為進行台灣區域氣候變遷分析與未來推估、降尺度技術發展及極端氣候變異與災害衝擊評估等工作。3.氣候變遷調適科技整合研究計畫 (Taiwan Integrated research program on Climate Change Adaptation Technology；縮寫：TaiCCAT)，定位調適評估方法建立、跨領域整合及強化國際合作，研發內容包括環境系統分析、脆弱度評估、風險管理與科技規劃等功能，強調跨領域整合研究與溝通。農委會可善用三大研究群之研發成果，如利用經校正後之未來氣候資料作為各種評估及調適策略研擬的依據，建立各項氣候變遷下糧食安全各項議題之脆弱度及恢復力量化指標，期能完成氣候變遷下糧食安全白皮書，作為未來各項氣候情境下調適政策執行之依據。

三、糧食安全決策支援系統之建置

為確保我國的糧食安全，政府應研擬平時與非常時期之因應對策。我國之糧食安全政策應建立在以國產農產品為核心的基礎上，以農產貿易及糧食庫存來加以補充，同時針對我國糧食安全現況之各項因素脆弱度之量化研究，國際糧價波動之因應、天然災害衝擊下之恢復力評估等，皆有賴於科學研究及驗

證，以建構完整糧食安全之預警機制及因應措施。有關建置糧食安全系統的研究，國內早有學者提出相關之研究，吳(2012)提出建立「糧食安全應變處置與預警系統」從風險管理角度切入，分析糧食供應風險的來源，接著設計風險評估工具，將各項抽象的風險予以量化，藉由計算指標的方式加以評估；並採用燈號式之糧食安全指數描述個別及整體糧食安全狀況。然而為滿足長期糧食穩定供給，必須納入氣候變遷的變因，尤其應將未來氣候推估資料及災害發生機率納入，評估不同氣候情境糧食產量可能的變動情形，及透過資訊整合以建置氣候變遷下糧食安全早期預警系統，使決策單位能事前知曉可能面對的風險程度，並及早做出必要的因應處置，達到長期糧食安全目標。

四、因應糧食供應之飲食習慣改變

我國糧食自給率偏低主要來自進口大量飼料作物以養殖禽畜用，黃豆、小麥及大豆之自給率僅2%，尤其玉米每年進口500萬公噸，其中90%用於飼料用。但由國人每人每日可以由食物中取得熱量之蛋白質、脂肪和碳水化合物的比值，和平均壽命最高之日本國民相較，蛋白質比值兩國相近。我國國民脂肪攝取量是日本的137%，碳水化合物比值僅有82%，說明若以熱量來源組成成分而言，國人攝取太多脂肪，而脂肪來源主要為肉品，肉品來源又來自於進口之飼料作物，因此改變飲食習慣對於糧食安全是有幫

助。此部分需跨部會合作(尤其是教育部及衛生福利部)，透過宣導及教育長期進行，鼓勵國人減少對肉類的需求，多攝取國產之米飯以增加碳水化合物比值，即可減緩國外糧食進口壓力，對於國民健康也有實質益處。

五、作物逆境育種方向研擬

農委會「因應氣候變遷及糧食安全之農業創新研究」計畫執行，有多項耐逆境作物品種選育的工作，針對耐旱、耐熱、耐淹水及替代性作物進行研發，經耐逆境種原收集、耐性能力評估皆有成果。然應思考未來極端氣象變異幅度增大，作物生育過程中所遭遇之氣象逆境並非僅有一種，以水稻一期為例，當農民浸種準備插秧時，無法預知在未來120天生育期間，整個生育期是否有足夠水源供灌溉，秧苗期是否會遭遇寒害，開花期是否遭遇熱浪或長期陰雨，穀粒成熟期是否遭遇倒伏或穗上發芽。顯見以單一逆境進行育種並不足應付未來多變的氣象，同時選育品種應符合現有栽培品種之商品特性，包括產量、耐病蟲害及米粒理化性質等。因此，建議以人工氣候室模擬多項氣象逆境，建立作物逆境評估之方法及機制。首先針對具有潛力或栽培面積大之推廣品種進行評估，量化及標示對不同逆境之耐性，當某一單項逆境耐性不足時，再由已篩選之單一耐性強之品種進行雜交，將耐性基因導入，使現有品種具有綜合性之逆境耐性，如此育種方向才能切合未來氣候特性。

六、依水資源供給議題規劃水稻生產專區

依據歷史資料及未來氣候推估資料，可發現台灣地區未來降雨將呈極端化，豐水期(夏季)雨量增多，逕流增大，容易對農作物造成降水傷害；枯水期(冬季)則降雨日數減少，溫度升高結果，加速蒸發散量，使水資源供給更形緊縮，尤其水稻一期作所需灌溉用水可能因冬季缺水而被迫休耕。台灣主要水資源來自於春雨、梅雨及颱風所帶來的雨量，其中颱風雨對於水資源供給占有極大比例。農業用水占有所有水資源70%，水稻田用水又占農業用水65%，台灣水稻種植已有百年歷史，灌溉系統完整且發達，但近年來，因農村中農舍及工廠林立，致使農田零碎化，所以雖然水稻種植面積逐年縮減，但農業對於水資源需求並未減少，探究其原因，水資源在傳送過程中的耗損不容小覷，基於此緣故，為因應未來水資源短缺情形，規劃水稻種植專區有其必要，首先應評估各水稻種植區之水資源供應脆弱度，包括現有儲水設施及供水樣態，供水管道完整性，民生工業需求評估及供水區域現有水稻種植面積。以水稻自給率及糧食安全觀點，規劃因應未來極端天氣條件下水資源供應無虞之水稻種植區，配合灌溉渠道維護及節水措施，才能建構永續之水稻穩定生產模式。

七、結語

近年因氣候變遷所導致的糧食安全問題受到政府重視，並將此議題提升至

國家安全層級，然我國糧食安全政策應建立在以國產農產品為核心的基礎上，以農產貿易及糧食庫存來加以補充。但國內生產面臨除極端氣候影響外，農業耕作環境的急遽變遷，更加衝擊糧食作物的生產。氣候變遷相關科技研發方向應以解決現有問題為優先，尤其在面對氣候不確定高之前提，應善用未來氣候推估資料，條列及量化各項影響因子之脆弱度及恢復力，建立適合我國國情之糧食安全決策體系。就糧食安全及國民健康之間，當思考如何在兼顧營養需求下減少國外糧食進口，另需釐訂出面對不同氣候衝擊之情境所相對應之調適策略，包括農作物育種方向及農業用水穩定供應之議題，以建構我國糧食安全及資源整合永續性發展之目的。

八、參考文獻

- 吳榮杰，2012：建立糧食安全應變處置與預警系統之研究。行政院農業委員會科技計畫。101農科-14.1.1-企-Q1(2)。
- Huang, C. T., T. Y. Fu and S. S. Chang. 2008: Crops and food security- experiences and perspectives from Taiwan. Asia Pac. J. Clin. Nutr. 18, 520-526.
- IPCC 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Groups I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.