**強風逆境調適**

田雲生

**摘 要**

　　強風逆境對於農業生產的傷害相當嚴重，其調適的方法，包括露地栽培應用防風設施、設施栽培與設施補強，以及其他因應措施等。以農機試驗研究的立場觀之，惟有採行設施栽培與環控管理，甚至朝植物工廠發展，才能不受天候影響而穩定運作；抑或選擇適當的防風設施加以應用和防護，方將損失降至最低。

**前 言**

　　逆境是一種壓力、壓迫、緊張或不順利的境遇，所以農業逆境就是「不是農作物生長最適宜的環境條件」，包括強風、水災、旱災、嚴寒、酷熱、病蟲害、營養不良等，其調適方法為培育抗逆境品種、改變耕作制度、病蟲害防治、合理化施肥，以及採用設施栽培與環境監控等因應措施。針對強風逆境而言，臺灣地理位置居於中國大陸與太平洋交界處，全年均受季風及區域局部環流的影響，夏季西南季風盛行，並時有熱帶低氣壓與颱風侵襲；冬季則受強勁東北季風的威脅，再加上不同風系間的交互與加乘作用，常常造成農作物生長與產量發生極大的傷害與損失。唯有對強風進行適當的防護，抑或栽培管理根本不受天候的影響，方有利於農業經營與穩定生產。

**內 容**

一、露地栽培應用防風設施：

（一）防風林：種植樹木，主要為木麻黃，形成一道阻牆方式抗風，種植密度以60-80％最佳，有效防風範圍為7.5倍樹高的距離，且1-4倍樹高的範圍內風速最小。

（二）防風柵：以柵面垂直迎向或具角度導引氣流等二種類型，前者密度70-80%、後者水平傾角75°之防風效果較佳。

（三）防風牆：以垂直地面透風或不透風牆體，可阻擋氣流之工程構造物，用以阻擋氣流、形成地表粗糙度，迫使風速降低或轉向為目的。但在背風面易形成流場紊亂的尾流區，造成迴流力道強且保護範圍較小。

（四）防風網：網狀構造物之網面鋪設以正面迎向氣流，具網目可讓氣流由其中通過，減少背風壓力及迴流強度，由野外觀測與風洞試驗均以密度70％（通透率30％）之減風效果最佳。

　　然前三項需耗費較多成本及施作時間，防風網卻具有高經濟效益、施工簡便及佔地不廣等優點，且防風效果在7級風力以上較防風林為高，所以防風網將為耕地上最被普遍利用之強風防護措施。至於防風網之減風效果與其網高、網形、通透率（密度）、組裝方式、有效距離等參數皆有關聯性，且背風面之通風性改變後，對作物病蟲害的發生、生育與產量的影響為何？本場相關同仁正積極進行各項試驗調查工作，進而將結果提供給農友參考應用。

二、設施栽培與設施補強：

　　設施栽培之設施若依照使用目的及構造區分，可歸類為霜傘、浮動層覆蓋、地面覆蓋、隧道棚、遮雨棚、溫網室、溫室等型式。其中前四者係利用簡單資材的物理性質，調整作物生長空間的環境，屬於短期使用之簡易設施，雖具有防風功能，但對於颱風等強風侵襲，其硬體結構也很難招架；遮雨棚係為隔離外界降雨，雖為較長期的設施，但其本身為一開放式構造，對於作物生長僅限於機能調整，遇強風時，設施結構與內部農作物皆會受損；溫網室較遮雨棚之側壁四周增加了防蟲網覆蓋，稍具防風、減風用途，惟對於強風之防護，仍不足以抗衡；溫室內部環境雖也受自然氣候影響，但屬於密閉性的設施，可藉由環控設備達到控制環境之程度，至於抗風強度的高低，須視其硬體結構而有差異。

　　本會農糧署於96年12月21日訂定「6種農業溫室標準圖樣及其結構計算書」，該溫室之抗風級數皆達11級或以上（以單棟溫室計算），相當於輕度颱風之最高級數；若採多連棟建造，其結構將能負荷較大風力，耐風強度也隨之增加。另日本沖繩縣農業研究所曾針對錏管塑膠布溫室防颱補強措施，以及搭建類似桁架（truss）結構之溫室進行研究，經試驗結果顯示，二者分別可承受瞬間風速達50ｍ/sec（風力15級）與70ｍ/sec（風力17級以上）的颱風侵襲，惟前者補強措施每坪需花費超過新台幣9,000元之多。

　　近年來植物工廠、垂直農場被炒得沸沸揚揚，其優點是結構本體強固有餘，不必擔心強風逆境與極端氣候造成生產管理之不確定或異常狀況，並具有調節供銷失衡的功能。但缺點是其投資成本過高，卽以2005年日本農林水產省的調查數據為例，植物工廠每分地的設置與能源成本，分別是養液栽培用溫室的17和47倍，其回收等問題就值得憂心。而我國若比照日本由政府補助設備成本，自然應該以在地消費者所需而進行生產，並且供給健康、安全且平價的蔬果給大多數的消費者，而非少數的高所得消費群。又在技術面上，各類適合栽種作物（種苗、短期葉菜及週轉率高者）之標準化生產流程尚未建立完善，此部分尚需相關研究人員繼續努力。相信假以時日，誠如「因應氣候變遷農業調適政策會議」所研擬之策略與措施：「建立節能減碳及精準管理之設施栽培標準模式，開發節能型植物工廠化管理技術及運銷體系。」，在節能、省成本的前提下，植物工廠必大有可為而為生產、消費者所期待。

三、其他因應措施：

　　農作物可於強風來襲前以防風網覆蓋防護，本場曾於96年底柯羅莎颱風侵臺時，於芳苑鄉蔬菜園進行覆蓋不同資材（16目防蟲網及孔目面積2×2 cm防鳥網，未覆蓋為對照）對甘藍生育之影響試驗；經調查結果顯示，甘藍之防颱覆蓋效果以防蟲網最佳，存活率達95%，優於防鳥網覆蓋之51.7%，而未覆蓋者則無植株存活。可證明以防風網覆蓋農作物，確具減輕損傷之效。

　　另花蓮農改場亦研發簡易防颱活動式支柱關節栽培棚架，將習用固定支柱改為固定與活動兩用型，當颱風侵襲時，可改變支柱角度，使栽培棚架平舖貼近地面，降低植株葉片損傷；颱風過後，立即恢復原樣，以利作物繼續生長，一週內作物可恢復達70%，對預防颱風災害及災後復耕，皆有顯著效果。

**結 語**

　　「風」因太陽輻射與氣壓差而產生，並受地形地物與地球自轉等影響而多所變化，再加上不同風系間的交互作用，致其益發強而有力且難以掌控。所以，強風逆境對農業生產的傷害相當嚴重，以農機試驗人員的立場觀之，惟有採行設施栽培與環控管理，甚至朝植物工廠發展，才能不受天候影響而穩定運作；抑或選擇適當的防風設施加以應用和防護，方將損失降至最低。

**參考文獻**

1.方煒 1993 發展本土化精密溫室與植物工廠之可行性分析 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。

2.花蓮區農業改良場　2010　作物趴下防颱－本場開發活動式支柱關節棚架　第120期　花蓮區農情月刊。

3.許建德　2005　臺灣海岸防風工程案例分析及防風定砂之植生方法　國立屏東科技大學森林系碩士班專題討論報告。

4.唐琦、張峻瑋、申雍、李炳和、郭欣怡、潘韋儒　2006　臺東濱海區域番荔枝果園內簡易防風網後之氣流分布探討　作物、環境與生物資訊　3:275-284。

5黃裕益　2000　台灣地區園藝設施之主要利用型式　設施農業專輯　第33期　興大農業。

6黃隆明　1989　防風網型式對防風功效之研究　國立中興大學水土保持研究所碩士論文　p.77-78。

7.臺灣大學生物資源暨農學院　2010　談“以植物工廠生產農作物與綠能產業研究發展”專訪生物產業機電工程學系方煒教授 國立臺灣大學生物資源暨農學院院訊　第10期。

8.林明仁、洪東奇　訂定農業用溫室標準圖樣及其結構計算書簡介（網路資源）　http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=13673。

9.地球科學　http://www2.nsysu.edu.tw/IEE/lou/part\_1/lesson\_1/ch1\_con.htm。

10.國立臺灣海洋大學河海工程學系--環境風洞實驗室　風蝕、防風、及風對蒸發與波浪影響（網路資源） http://wt.hre.ntou.edu.tw/005/s4.pdf。

11.環控農業的相關應用實例（網路資源）　http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/cea/CEA1-6-8.htm。