發佈：2011-08-29, 週一 18:02
點擊數：9237

壹、緒言：

儘管因天候異常、戰爭或流行病傳播造成數次人口危機，但是地球上人口的增加卻從未停止。根據聯合國專家估計到2050全球人口約較現在增加25億，屆時約需增加10億公頃土地來提供這些人需要的糧食。而目前適合農作土地開發已趨於飽和（全球耕地面積由1961年的12.7億公頃增加到2008年的13.8億公頃，僅增加了7.96%；在1989～2008年的20年間，全球耕地面積不僅沒有增加還下降了1.4%），想要通過提高耕地面積來增加糧食產量的潛力較小，且受到全球暖化影響，未來天然災害發生的頻度將會增加，破壞力也更勝以往。如何餵飽全球逾90億人口，將成為本世紀最重要的課題。也因此研發有別於傳統農業生產模式，擺脫耕地、水資源不足及污染環境等障礙，並創造龐大的商機，成為各國努力的目標。

貳、新農業生產模式：

為解決傳統農業所面臨一系列難題，全球科學家正致力於全新的農漁業生產模式，目前已露出曙光包括：植物工廠（plant factory），垂直農場（vertical farm），外海海洋養殖（open ocean aquaculture ），森林牧場（Forest ranching）等，值得政府相關單位重視，謹簡要分析如后；

植物工廠，即在封閉的環境中，採用電腦儀器對植物生育過程的溫度、濕度、光照、CO2濃度以及營養液等環境條件進行自動化控制，讓農作物可以連續生產的高效能農業生產系統，其中整合了多項高科技。由於植物工廠不佔用農用耕地，產品安全無污染，操作省力，機械化程度高，單位面積產量可達傳統露天栽培產量的數十倍，已經被視為是未來人類的綠色希望。謹以日本為例，過去農業經營多採戶外耕作模式常容易受到天候、自然災害等影響需靠天吃飯且生產過程需要耗費相當人力，工作繁重收入卻不及一般上班族，導致年輕人不願意呆在鄉下務農，讓農村逐漸沒落，加以全球暖化，極端氣候發生頻率增加，恐再度引發糧食危機。為此日本推動「PASONA O2」計畫（該計畫係針對失業年輕人或有意尋求第二就業機會的中年人給予農業訓練）把位於日本大手町野村商業大樓地下二樓舊時代銀行的大金庫改造成擁有六個不同有機農業經營模式（包括植物工廠）之現代化都會農場，目前已經能生產100多種農作物。這種透過空間改造與現代化農業科技結合，突破傳統戶外農地思維已經成為日本未來農業生產新模式及新的觀光景點。目前國內主要由企業結合大專院校相關的研究團隊，針對植物工廠之整廠技術與經營管理模式進行研發。

垂直農場，即嘗試在城市高樓內運用可循環的能源及溫室技術進行農業生產活動，它徹底顛覆人類幾千年來的耕作種地方式。該概念主要緣自美國哥倫比亞大學（Columbia University）醫學生態系教授迪克森（Dickson D. Despommier）的構思。他認為未來人口的移動，勢必越來越趨向城市發展（估計將有80%人口集中在城市）。人口增加及城市中交通運輸工具所排放二氧化碳，以及所衍生出的溫室效應也更加嚴重。若能在都市中興建一座能夠吸收二氧化碳，又能夠生長出我們食用所需的農作物，將是一個雙贏的策略。他採用先進的溫室技術如水耕法（Hydroponics）（一種沒有土壤的植物栽培方式）及氣耕法（Aeroponics）（不用土、不用水，就是懸空在培養架上）進行植栽再整合運用最新的科技創造出一個自給自足的生態系統，讓在垂直農場中所種植的作物，不需要傳統種植方法所必備的土壤，只需要水分、養分和陽光並透過對於氣溫、濕度的嚴密控制，農作物將可以依照我們設定的方式以及時間生長和收成，所需能源主要來自太陽能及風能。估算一棟58層高樓佔地僅1.3萬平方米，可以提供7 - 32萬平方米的農作物生產面積，其產量相當於一個414.4萬平方米的傳統農場，足夠養活3.5萬人。另外也可以透過附合式養殖方式，將養魚或家禽所排泄廢物及蛋白質代謝分解產物內含硝酸鹽和磷酸鹽供植物生長。更重要的是垂直農場也可以生產出零污染、零碳排放量的生質柴油（Biodi

Phoca PDF

esel）。垂直農場優點包括：不受天候影響可以整年生產；無需使用大量農業用水（可省水約70～95％）；可修復生態系統；無需使用除草劑、殺蟲劑及肥料；大幅降低食物里程；對食物安全及保全有更多保障；提供新的就業機會；植物收成後的物質可做為動物飼料等。目前在美國芝加哥，伊利諾，洛杉磯，拉斯維加斯，北京，仁川，阿布達比，多倫多等城市已經在進行垂直農場試驗。不妨想像一下未來在華麗，高大透明的建築或公寓的頂端有三或四層的透明垂直農場，隨時可以取得最新鮮最安全的食物的場景，讓人滿心期待。目前最大問題在於造價過高，一座簡單的小型垂直農場需2億美金。

森林牧場，即把林業和畜牧業結合在一起的新養殖模式。根據聯合國FAO報告稱：牛排放的廢氣是導致全球變暖的最大元兇。為降低畜牧對全球暖化的影響，在日本京都府的丹後市和櫪木縣的那須高原上都可看到這種森林牧場，主要是進行乳牛養殖。乳牛以天然森林中青草為食，而這些青草的種類也隨著季節的變化而變化，所以在不同季節這些森林牧場中的乳牛所產出的牛奶的味道也略有不同，別有一番風味。不僅乳牛的糞便可作為天然肥料，幫助樹木生長，減少對空氣環境污染且乳牛在優美自然環境中自由地散步，充分地活動，對提高他們的牛奶品質大有益處。這樣的模式是可以擴及其他動物。

參、新漁業生產模式

外海海洋養殖，係利用大陸棚及更遠寬廣海域來進行魚貝類箱網養殖。水產養殖業產量達5450萬公噸，是成長最快的動物食品生產部門。過去10年來，全球的野生捕撈漁業已面臨停滯或衰退，飼養牛、豬、雞等動物又需要大量的土地、淡水、會污染空氣的化石燃料，以及會流入河流與海洋造成污染的肥料，若要養活全世界，必須將我們需要的動物蛋白質轉由海洋來生產。尤其受到氣候變遷影響，淡水將成為非常寶貴的資源，無法浪費或用來擴大淡水養殖。因此專家們相信，未來水產養殖在面積達71％海洋將會有更大的發展空間，提供人類一個獲得更多的糧食生產的機會，海洋箱網養殖設立於急速洋流經過的海域，可以藉此帶走污染物，讓水產養殖可能成為最能永續經營的蛋白質來源。事實上每個國家對海岸線外200浬（1浬=1.852公里）內的海域都有絕對的管轄權，這片廣闊的疆域是可用於生產糧食的處女地，應好好利用。海洋養殖還具有固碳能力，例如大型藻類養殖水域的淨固碳能力分別是森林和草原的10倍和20倍。據計算，每生產1噸海藻及貝類可分別固定二氧化碳1.1噸及0.25噸。目前許多海岸線的內灣和出海口已經布滿隔網（fish pen）和養殖貝類的浮動平台，經常造成水質優養化，引發赤潮的頻率增加，對養殖物及人體造成威脅。只是海洋養殖每一生產環節都需要高度科技做後盾，頗具挑戰性，也蘊含商機。在加拿大與智利已經有一些企業將腦筋轉向更遙遠的半島或無人居住的島嶼並付諸行動。例如世界最大的養殖鮭魚生產公司已經在蘇格蘭西海岸海面進行養殖，該海域水域更快流動，更深，是養殖鮭魚的理想地點。另有業者發揮創意在船上放上一大容器來養殖剛入海的小鮭魚，然後將船隻緩緩駛向美國西海岸的加州，當船航行到達那裡時飼養的魚也已經達到上市體型，可以最佳價格出售。也有業者嘗試以大型螺旋槳控制沉入海裡的養殖箱網，讓它隨穩定的洋流漂游，幾個月後再回到原點或附近位置，提供市場所需的新鮮魚貨。而台灣四面環海擁有豐富的海洋漁業資源，正是上天賜與台灣人最寶貴資產，台灣人應該善用此一資源來紓解未來可能面臨的糧食危機。尤其台灣不但是全球重要的遠洋漁業國家，在水產養殖發展上也具有相當卓越的技術與經驗，發展海洋養殖有很大的發展潛力。

肆、結語

上述的農漁業新生產模式雖然還有許多尚待克服之處（包括：造價昂貴，初期投資及生產成本偏高，能源需求高，欠缺完整管理法規等），但是已經為解決糧食及環境污染問題指出一個新的方向，商業化將指日可待。當前台灣農業問題重重政府卻始終開不出有效的解決藥方，問題癥結就在於農政官員思維的保守老舊。台灣農業需要創新引擎就不能忽視這些趨勢，更何況台灣

Phoca PDF

發佈：2011-08-29, 週一 18:02
點擊數：9237

有較其他國家更優越的農業，科技等人才，應善用之。要爭取農民支持靠的是用心不是靠噴口水或畫大餅讓農民充饑。該世代交替的是腦袋不是年齡！

作者李武忠為農漁業專家
（本文僅代表作者個人意見，不代表本智庫立場）

Phoca PDF