農業未來應該發展的方向

文．圖／吳文希

如前一期文章所述，目前慣行農業的實施方式是造成全球氣候變遷的主因之一，其採行機械化，大面積耕種單一經濟生物，影響原生動植物生態；依賴外部資源為其第二項特色，即仰賴化學肥料，以因應日益貧瘠的土壤和解決病蟲害問題；農業全球企業化的經營管理體系，為慣行農業的第三項特色，政治勢力隨著投入資本及外部資源的數量增加而介入，將農產品當做國際間貿易、政治和外交上的籌碼，而影響到生產者的權益；基因工程改良動植物的遺傳特性是第四項特徵，將不同物種的遺傳基因剪下，黏接到擬改良物種的染色體上。如此經遺傳工程技術製造的物種，是在自然界中不存在的新物種，以致衍生出破壞自然生態、污染生物物種純淨遺傳特性、危及動植物性食品安全性等問題，並和永續發展的觀念相抵觸，而且也剝奪了農民及消費者的自由意志。

總之，現今之慣行農業幾乎已被石油及農業化學物質所綁架，大面積機械化的結果，造成土壤的流失及劣化，化學肥料則加速土壤劣變，以致於從1970年代，一公斤的氮肥可以促進水稻增產15~20公斤，演變成只能增產5公斤；二戰後45年間為防治病蟲害所使用的化學農藥是戰前的10倍，但是病蟲害所導致的作物損失卻在上升，單就蟲害而論，其損失由戰前的7%，增至戰後的13%以上；同時化學農藥、肥料會危害有益生物的存活，破壞生態平衡，加上土壤劣化，農民不斷提高使用量，形成惡性循環。

既然慣行農業對生態危害如此之鉅，思索未來農業的正確發展方向，此其時也。因此本文將就有別於慣行農業的農業型態簡述，敬供各方參考及指教。

生態農業（ecological agriculture 或 ecofarming）

生態農業的主要訴求是糧食生產的源頭及採收都須符合生態的規範，例如生產時必須利用現有生態系統的觀念與理論，建造出一生態系統，於此生態系統中從事農業生產，以符合人類生活之需求；農產品收成後還需達到降低最少化的食物里程、包裝、能源消耗及廢棄物資源化等效果。維持生態系統的功效需要結合各種有益生物的組合，同時提供各種生態環境中可使用之相容產品，例如結合土壤微生物的知識，發掘出有益微生物，應用在生產體系及生態環境

中，促使展現出有益功效。

為達到生態農業之訴求，可採用不耕耘、多物種多品種、覆蓋作物、帶狀種植、種植綠籬，必要時規劃並設置梯田、草生栽培等方式，亦即運用各種可達到再生生態系統的方法，防止土壤流失、促進水分在土壤中的滲透性及其保水能力、以腐植質的型態固定碳元素，以及增加田間的生物多樣性。這些方法及方向雖然都是有機農業所倡導的，但生態農業並非就等同有機農業。

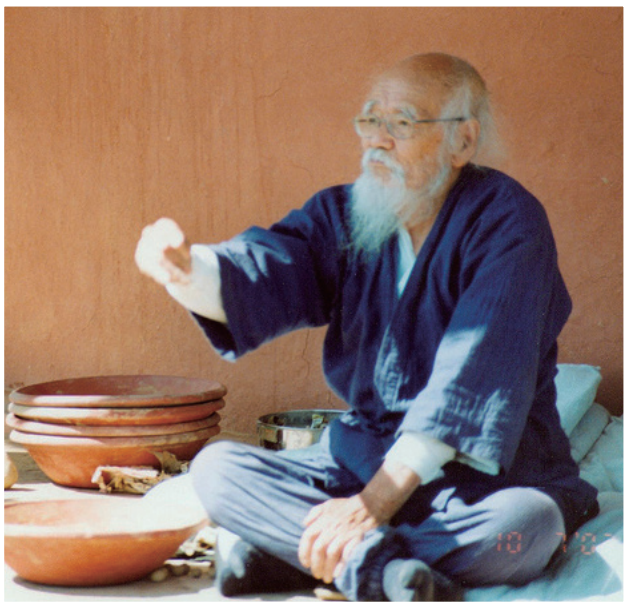
生態農業強調融入原生環境、減少環境破壞。圖為示意圖。（李順仁提供）

友善農業（friendly 或 ecofriendly agriculture）

訴求與生態農業相仿，均源於對生態環境及氣候變遷的關切，所以友善農業即強調對環境友善的農業耕作措施，例如限制農田的擴張、維護自然環境中的生物多樣性、降低溫室氣體的排放、珍惜及儲備水資源，以及保護土壤等方面。

自然農業（natural agriculture）

自然農法是一位日本農民及哲學家福岡正信（Masanobu Fukuoka, 1913-2008），於1975年所倡導的一種農業生產方法，所以也被稱作福岡農法或無需工作的農法（do-nothing farming）。它是封閉系統，不需要人為的任何補充或提供動植物生長所需之資源，而是仿照生物在自然界的生長方式任其自然發展。福岡先生對自然農法終結出五項基本原則：不耕耘，不施用化學肥料，不施用化學農藥或殺草劑，不除草，作物不修剪，以達到阻止水污



福岡正信，自然農法的創始人。圖由naturalfarming.org提供（http://naturalfarming.org/node/9, CC BY-SA 2.5, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=13247959）

染、土壤流失，以及生物多樣性性狀的喪失。

無毒農業（non- toxic agriculture）

2004年，花蓮縣農業局前局長杜麗華支持由當地15位具有健康理念，又有後勤支援的專業人士所推行，對消費者大眾健康有保障，對自然環境又具保護作用的農事方式；其訴求及推行的方法，和有機農業相同，之所以採用無毒農業一詞，是因有機農業的法規規範，即慣行農業的農田擬轉型成有機農田時，必須經過3至5年的轉型期。但杜前局長及相關發起人都認為花蓮縣的土地根本無化學農藥及重金屬污染的問題，所以毋需耗費時間，因此採用無毒農業一詞取代之。

安全農業（safe agriculture）

安全農業首先為國立中興大學設立「植物醫學暨安全農業碩士學位學程」時所採用，安全農業原先的用意是指農業生產、收成及加工製成產品的過程，存在若干對人體構成危害的機具及操作措施，亦即農業也是一門具危險性的行業。如今當然可延伸至生態環境及食品安全等方面，若是針對後者之論述，則與前述之幾種農法幾乎無異。

「石虎米」，透過友善農業的理念，為石虎棲地與農學共同推動「無農藥流域」的社會企業。圖為苗栗通霄楓樹窩社區。（李順仁提供）

臺大城鄉所於坪林推動里山運動，推廣減少施作農藥的友善耕作，誕生了有名的臺灣藍鵲茶。（李順仁提供）

永續農業（sustainable agriculture）

「永續農業」一詞最早是澳洲農業科學家麥克蒙（Gordon McClymont, 1920-2000）所提出；傑克遜（Wes Jackson）在他1980年出版的“New Roots for Agriculture”書中首先引用，於1980年代後期，成為當時耳熟能詳的詞彙。

1990年美國國會對永續農業的定義是：「集合生物、植物、動物之綜合生產體系，可隨不同地區而運作互異；長期而言，能提供人類所需之食物及纖維；除去經濟性外，可以提高自然資源及環境之品質，循環利用不能再生的資源及農場的廢棄物，以生物循環來控制病蟲害，農場生產有經濟利益，並能提高人民生活品質之農業生產方式。」其重點原則是將生物及生態的過程導入到農業及糧食生產技術內，使用減量非可再生及非永續性的物資，尤其是對環境有害的物資；妥善運用農民的專業知識，提昇農民自給自足及應對社會經濟發展的能力；充分合作交流技術，以解決如病蟲害防治及灌溉等方面之問題。

永續農業在美國特別受到關注，在美國農部報導有機農業的一些推薦措施後，於1985年又推出「低投入永續農業」（low-input sustainable agriculture，簡稱LISA）研究及教育農業法案，所謂「低投入」指的是減少購置農場以外的資源，特別是化學肥料及農藥，以及促進飼養動物發育的生長激素（Parr & Hornik, 1992）。LISA也就是美國國家研究委員會（national research council）於1989年所報導的「另類農業」（alternative agriculture），認為「另類農業」是達到「永續」目標的農業實施方式。

永續農業具體的實施方法，包括以太陽能或蒸汽處理土壤；在土中添加十字花科植物的殘體，以達到土壤生物薰蒸（biofumigation）的效果；在土中添加堆肥，充實肥力並改善土壤性狀；在農場不同位置輪作作物；在同一田間種植不同生長性狀之多年生植物，可減少土壤流失及營養成分的降低，並可增加作物對病害的抵抗能力；栽種固氮植物；永續動物的飼養採用圍場（paddok）方式圈養，降低飼養單位面積中的密度，並經常令飼養動物在圍場間移動等（*Parr et al*., 1992）。

世界永續農業協會（World Sustainable Agriculture Association, WSAA）於1991年9月6日，在美國紐約市的聯合國總部成立，但不明何故至今已不復存在；我國則於1993年12月10日也成立了「中華永續農業協會」，持續正常運作至今。

有機農業（organic agriculture）

有機農業一詞，首先是出現在羅士博勳爵（Lord Northboune, 1896-1982）於1940年出版的“Look to the Land”（放眼土地），其書中提及有機耕作，闡述吾等對農場一定要有完整的生物概念，認為土壤是一種具生命的實體，其內部含有互相制衡的有機生命。1911年美國金教授（Franklin H. King, 1848-1911）出版了“Farmers of 40 Century”（40世紀的農民），書中描述參訪中、日、韓後的觀感，當時這些國家在沒有化學肥料及農藥的情況下，每公頃農田可以餵飽的人口數，是大量使用農業化學物質的美國九倍之多。麥卡桑爵士（Sir Robert McCarrison, 1878-1960）以實驗動物證實了飲食與人體健康的密切關聯性，並於1943年出版了“Nutrition and Health”（營養與健康）；此書與金教授的書籍為影響早期有機農業發展的重要動力。之後郝華爵士（Sir Albert Howard, 1873-1947）也證實作物抗病的能力，取決於它的健康程度，而植物的健康則是以土壤的健康程度而定；以健康的植物餵養牛隻，結果就避免了當時流行的口蹄疫、

有機農業一詞為羅士博勳爵首先提出，他認為土壤是包含著相互制衡有機生命的實體。圖為臺大山地農場的菜園。（李順仁提供）

牛瘟疫及敗血症等疾病；郝華爵士並設計出特殊生產堆肥的方法，讓培植的棉花產量成長三倍。英國的薄爾福夫人（Lady Evelyn B. Balfour, 1899-1990）於年輕時受郝華爵士的影響，開始種植自己食用的農作物，結果到冬天時她從小就容易罹患的頭痛、傷風、風濕症等居然無藥而癒；後來她又親自從事超過連續33年之久的田間試驗，明顯地可分辨出有機農田土壤及生產的動植物，與慣行農業者之差異；她於1946年成立「土壤協會」（Soil Association），成為現今英國檢驗有機農產品的主要驗證單位。

美國羅德爾先生（Jerome Irving Rodale, 1898-1971）是位多才多藝的人士，也是受郝華爵士影響，於1940年在美賓州設立「羅德爾有機庭園試驗農場」（Rodale Organic Gardening Experimental Farm），並於1942年創辦“Organic Gardening and Farming”期刊，後更名為“Organic Gardening”，於1947年在賓州庫茲鎮（Kutztown）設立「羅德爾研究所」（Rodale Institute）（吳，2020），又於1950年創辦《預防》（*Prevention*）期刊；羅德爾先生可說是在美推動有機農業最為積極的人士。美國生態學名人榜中的瑞秋卡森（Rachel Carson, 1907-1964），於1962年出版的《寂靜的春天》（Silent Spring）喚起了全世界對農藥破壞生態及造成食品安全問題的重視，並導致甘迺迪總統要求調查書中所述情事，爾後獲證實完全屬實，因此引起各國對農業普遍大量使用農藥的關切。於1972年「國際有機農業運動聯盟」（International Federation of Organic Agriculture Movement，簡稱IFOAM），於是應運而生。

IFOAM定義有機農業是可維持土壤、生態系統及人體健康的農業生產體系；實施的重點為強調生態過程、生物多樣性，及適合當地環境及條件的田間物質之自然循環；實施的原則為營造及維持自然的生態狀態、運用自然資源及操作符合自然的農業生產方式以及誠信（吳，2016）。強調絕對禁止化學肥料及農藥、污水污泥及人的排泄物（合稱生物固體，biosolid）、食品之放射線處理及基因工程產物。

結論

本文所述之七種農業生產體系，雖各有主張及其關鍵點，但其共同訴求均強調自然的生態環境，多採用內部資源、避免使用外來資源，重視目前、同時也顧及未來，兼顧經濟與生計等共同特性。

國人未來究竟應採用何種農業體系，方為合情又合理的農業發展及推行方向，端賴有識之士，尤其是農業政策制定者的真知灼見。但依個人淺見，前六種農業主張的內涵有欠實際、過

於抽象、與事實矛盾，如「生態農業」，誠不知農業根本就是違反自然生態的一種產業，若說仿照生態環境，又如何能在不破壞或不影響生態環境的狀況下發展農業。「友善農業」的名稱很親切，可惜人所認為對環境、對自然友善的措施，未必是其間生物可以真正感受到的友善環境，亦即「生態」與「友善農業」，均是以人的主觀立場在看待農業及生態環境；至於「自然農業」利用自然界互相效力的作用，生產人類所需，但面對人口成長的壓力，仍無法解決世界糧食問題。

「無毒」與「安全農業」都是標榜從農產品中檢測不到超標之農藥殘留，並不表示該農產品絕對無毒或安全，因為再微量的殘留也會產生累積效應從而引發疾病；另外農藥的毒性有雞尾酒效應，即慣行農產品含有數種農藥，當這些微量的農藥混在一起時，甚至會產生千倍於單一農藥的毒性（Arnold et al., 1996），所以消費者大眾在選購農產品時，切忌單憑產品上的標示判斷無毒或安全；況且這兩項名稱及「友善農業」之排他性太強，好像明示或暗示其他農業生產方式就可能是有毒的，或不安全或非友善似地。

「永續農業」一詞，就名稱而言應該是未來農業發展的方向，但是依其內涵而言，因允許使用包含農場外部來源之化學肥料及農藥，及基因工程技術衍生的新生物、品種，而且又缺乏明確的相關規範，因此實質所表現出的行為，可能和名稱呈現不符的現象；再者當初美國倡導「永續農業」時，也只是將「永續農業」歸屬為實施「有機農業」時的先驅角色。

實際上，前述六項農業型態之理念，皆在「有機農業」範疇內。如今「有機農業」的國際組織IFOAM日益壯大，根據今年IFOAM發佈的統計資料（*Willer et al*., 2020），2018年全球已有186國可提供本國有機農業的相關資料；同時IFOAM的會員大會早已通過了非常完整、明確的有機農業規則及實施辦法，各國也相繼地制定了符合IFOAM規範的檢驗制度及辦法；消費者大眾幾乎均已肯定有機農業的價值，因此也願意支付較高的價格，如丹麥、瑞士人均有機農產品的年消費額為歐元312元，瑞典、盧森堡、奧地利則為人均200歐元以上，而挪威、法、德及美國為人均超過100歐元以上。丹麥首府哥本哈根城內的廚

房、育嬰托兒中心、退休家庭及市議會等處的食物有90%為有機農產品，而且多為以植物為基礎的食品，肉類的消耗則減少。物質文明比較進步的國家及聯合國相關組織均認定推行「有機農業」，為拯救異常氣候變遷、改善農民生活品質、增加工作機會、穩定甚至增進產量與糧食營養價值的有效方法。

我國政府此時應該積極思考農業未來發展方向，都市農業、工廠化農業、精準農業及智慧

農業等，也是近年來出現的論述及訴求，其應用了進步之科技，如數據資訊化、網路系統、自動化、人工智能、區塊鏈等，而達到節省資金、人力及提升生產的效能；但若未融入「有機農業」之觀念與做法，造成的結果只會和慣行農業相同。國際間若能於推展「有機農業」之際，結合適當的新科技及知識，必可使「有機農業」的成效更加突出，其實這也正是IFOAM對「有機農業」的詮釋。

於今是整合各類農業發展訴求的時機，與其常常創造農業發展類型新名詞，不如務實地推展可緩解當前國際間面臨之人口成長壓力、土壤劣化及流失、食品安全、環境汙染、生態環境及生物多樣性遭受破壞，與全球氣候異常變遷的「有機農業」吧！

參考文獻：

[1] 吳文希。2016。有機農業(第二版)。新學林出版社。409頁。

[2] 吳文希。2020。簡介美國羅德爾研究所。農業世界442: 85-89。

[3] Arnold, SFE., Klotz, DM, Collins, BM., Vonier, PM., Guillette, LJ. Jr. and McLachlan, JA. 1996. Synergistic activation of estrogen receptor with combinations of environmental chemicals. *Science* 272(5267): 1489-1492 ·

[4] Parr, JF and Hornick, SB. 1992. *The Evolution of Sustainable Agriculture in the United States: A Recent Historical Perspective.* ARS, USDA.

[5] Parr, JF, Papendick, R, Hornick, SB, and Meyer, R. 1992. Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*. 7(1-2): 5-11.

[6] Willer, H., Schlatter, B., Trávní ek, J., Kemper, L., and Julia Lernoud, J. (eds.) 2020. Organic Agriculture Worldwide: Key results from the FiBL survey on organic agriculture worldwide 2020. *Research Institute of Organic Agriculture* FiBL. 55 pp.

吳文希小檔案

本校植病系及研究所畢業，美國康乃爾大學博士；曾擔任本校助教、講師、副教授、教授、系主任、農學院院長等職；專注於教研種媒、土媒病害、生物防治及有機農業等課題；共計出版 8 冊不同科目之大學用書、發表 300 餘篇論文、7 項專利；曾獲本校教學傑出獎；曾擔任數屆「國際植物病理學會」種子病理委員會委員、教學委員會委員，以及「國際種子檢查協會」植物病害及花卉二項委員會之委員；在國內也曾發起成立「中華民國植物病理學會」。現任本校名譽教授、財團法人臺灣大學學術發展基金會監察人；中華創新發明協會榮譽理事長，及臺灣有機消費者協會名譽理事長。