

• 亞太糧食肥料技術中心農業政策資訊平台¹

循環農業之永續健康飲食 亞太地區之前景與政策意涵之觀察



一、前言

本次線上論壇係由亞太糧食肥料技術中心 (FFTC) 與越南農業科學院 (Vietnam Academy of Agricultural Sciences, VAAS) 共同規劃，並邀請本中心農業政策平台 (FFTC-AP) 簽約專家為協力夥伴，共同於去 (2022) 年 7 月 19 日召開，主要探究循環農業與營養議題溝通等模式對於

亞太地區永續農糧生產與消費的具體貢獻。講者們針對可促進循環農業與永續健康飲食的各種應用科技與創新技術進行介紹及說明，包含執行策略與各種倡議。有多位專家分享了成功的循環農業案例，例如作物—畜牧場—水產養殖的整合生產系統及運用創新的技術將作物殘渣、動物及食物廢棄物轉變為高附加價值的產品或其他生產系統所需的原料及資材等。另

註 1：亞太糧食肥料技術中心農業政策資訊平台提供亞太地區各國農業政策文章與相關資訊，歡迎造訪 <https://ap.fftc.org.tw/> 取得更多亞太地區農業政策文章。

外，講者們還介紹各種觀念，如氮足跡法 (Nitrogen Foot Print, NFP)、循環農業的多功能性和適合亞洲人的植物性低碳飲食指南等，激起熱烈的討論。本場論壇也強調農業廢棄物及其濃縮產物的回收和二次利用，可帶來最有效的自然資源利用模式，封閉營養循環的迴圈，並成為農民全新的收入來源。此外，發展和採用有效且簡單的科學指標工具，如飲食氮足跡，以便在消費者、生產者、零售業者、政策制定者等之間就如何發展永續農糧系統的同時，也可將膳食營養的平衡性納入考量的作法，也是本次論壇的討論重點之一。

二、內容紀要

數十年以來，農業部門以「投入一生產一消費一廢棄」的線性生產模式來提高其生產力和效率，卻以水及土壤品質的劣化、生物多樣性及生態系統的流失和氣候變遷等作為付出的代價，而對生活環境帶來壓力。循環經濟 (Circular Economy, CE) 是一種

生產和消費模式，涉及各行各業在現有材料和產品的共享、回收和再利用。

農糧系統具有滋育環境和人類健康的潛力；然而，人們卻越來越擔心它正成為兩者的威脅。在過去50年當中，農業生產變得更加資源密集，更為依賴化學合成肥料與農藥，以及石油燃料等各種樣貌的便利化石資源。數十年以來，農業部門生產力和效率的提高不僅對生活環境帶來壓力，並以水、土壤品質、生物多樣性、生態系統和氣候等作為付出的相對代價。在此背景下，人類不僅應考慮農糧系統可提供具備營養性和對健康有益處的健康飲食，更應將農糧生產和資源利用的永續性部分也納入整體考量。永續健康飲食對人和地球均有益處。

農糧系統的循環經濟或稱循環農業 (Circular Agriculture)，意謂著農糧產品是以自然再生的方式生產，食物並不會損失和浪費，且所有資源都得到了有效利用 (Platform for Accelerating Circular Economy, PACE, 2018)。藉由實踐循環農業方法，農糧食品部門在朝向低碳和氣候友善型經濟轉型方面具有巨大潛力，因此，找出從線性農糧系統朝向解決地球健康飲食的循環農糧系統轉型的驅動因素和障礙，至關重要。

有鑑於此，由本中心及越南農業科學院一齊集思規劃，並邀請本中心農業政策平台簽約專家為協力夥伴，共同召開「循環農業之永續健康飲





食——亞太地區之前景與政策意涵」為主題的線上政策論壇。本次政策論壇的最主要目標，即是找出從線性農糧系統朝向解決地球健康飲食的循環農糧系統轉型的驅動因素和障礙。

此次本中心很榮幸能邀請到來自9個國家（印尼、日本、韓國、馬來西亞、緬甸、臺灣、泰國、美國以及越南）的12位專家共同探究循環農業與營養議題溝通等模式對於亞太地區永續農糧生產與消費的具體貢獻。

此次政策論壇規劃主題為：（一）亞洲農糧系統邁向永續生產與成長的循環方式；（二）強化永續健康飲食的大眾認知與消費之營養與健康議題的溝通方式；（三）促進亞太地區朝向永續健康飲食的循環農糧系統轉型與規模化的具體創新及政策作為。

以下為此次論壇報告內容與專家綜合討論之摘要簡述，最後並附上此

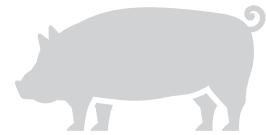
次論壇結論與建議。若希望對此論壇內容與相關細節有進一步的瞭解，可逕自上本中心臉書官網收看論壇全程影片，或至本中心官網或知識管理平台搜尋並下載此論壇之全文文章與相關報告投影片。

三、主題演講

（一）臺灣推廣永續農業科技的策略

講者為臺灣行政院農業委員會科技處王仕賢處長。王處長先以荷蘭、芬蘭和加拿大的永續農糧系統的發展目標和行動策略為例，闡述了循環農業的概念和目標其與永續發展目標（SDGs）和溫室氣體的關聯性，隨後強調了臺灣農業循環經濟的發展藍圖和執行機制，並介紹了農作物、畜牧業、漁





業和林業部門的農業廢棄物循環再利用模式，以及低碳技術的創新發展及其與農產業的結合。關於臺灣農業循環系統的科學研究和政策研擬方向，他強調了3個面向，包括：(1) 運用低碳技術尋找農業廢棄物的創新價值；(2) 構建低碳農業循環系統；(3) 整合農業廢棄物，達到淨零碳排放目標。

(二) 畜牧廢棄物處理領域的循環經濟方法

講者為美國農業部農業研究署的Matias Vanotti博士。他以美國線性經濟所帶來的負面效果為例，提出了針對畜牧業殘留物處理採用循環經濟方法的必要性。他介紹了由美國農業部農業研究署所開發從畜牧

廢棄物中將有價值的材料回收和再利用的技術，包括：(1) 加強固一液分離技術，該技術能回收可用於製造高品質堆肥材料、泥炭替代品和生物炭的有機化合物；(2) 可使用提取自固態糞便的蛋白質和堆肥的加值設施／流程，生產專用於特定農業市場的高品質產品；(3) 使用氣體滲透膜方式可回收大量氨氣的還原系統；(4) 磷回收技術；以及(5) 生物精煉級聯處理流程(Biorefinery Cascade Processing)。他強調，對農業殘留物質和畜牧廢棄物中所包含的植物養分及其濃縮產品進行回收和再利用，可將自然資源做最有效的利用，並實現養分迴圈的封閉式循環，進而大



幅度地減少農業對環境的負面影響，並為農民帶來新的收入。

四、專題報告

(一) 越南動物廢棄物及田間作物殘體的循環潛力

講者為越南農業環境研究所的 Mai Van Trinh 博士。來自越南農作物和畜牧部門的整體廢棄物與殘留物總量，相當於 8,540 萬公噸有機物、306 萬公噸尿素、478 萬公噸單一過磷酸鹽和 463 萬公噸硫酸鉀。但是，在目前仍缺乏有效利用農業與畜牧業廢棄物和殘留物資源的情況下，不僅其利用率非常低，還造成溫室氣體的排放，污染了環境。這些廢棄物和殘留物的循環利用必須與農作物、畜牧業和水產養殖以及其他生產面相互結合。近期越南的一些循環系統作法即是將動物糞便和作物殘渣用於有機肥料的生產，並將稻稈埋入至土壤中，以及利用高溫爐具的氣化和碳化方式分別產生再生能源和生物炭。

(二) 聯宇生物有限公司與臺灣永續農業的未來

講者為聯宇生物有限公司林睿毅總經理。他報告該公司——海濱隆盛畜牧場，如

何採用部分循環農業方法，以綠色能源和營養循環的經營模式，透過整體性的規劃，將畜牧業、作物生產和水產養殖系統進行整合。該畜牧場將豬糞尿轉化為沼氣，作為能源和農作物的肥料，並將經發酵後的作物及農業廢棄物作為豬的飼料。此外，來自沉澱池的污水經發酵轉化成營養液後，可應用於海藻養殖，海藻亦可被用作豬、魚和貝類以及蝦的飼料。在整個過程中，該牧場採用了各種節能和廢棄物減量的技術。在其商業模式中，他們也向外發展了許多合作計畫，包含輔導弱勢家庭、重新耕作廢棄農田以及碳足跡驗證等。

(三) 農業生產的永續方式——以緬甸的水稻生技園區為例

講者為來自緬甸農業、畜牧暨灌溉部規劃處的 Kyaw Swe Lin 處長。水稻生技園區 (RBP) 是一項示範型計畫，旨在對水稻植株的整體生物質進行生物性保育，藉由生產以市場導向為驅動力的加值產品來增加收入，從而幫助小型農戶在傳統水稻生產外，還能獲得更多的工作機會。此園區採用循環模式的水稻生產方法，如使用生物性肥料、蛭石、稻草堆肥來培養蘑菇等。RBP 是一套成功

的循環農業活動模式，它包含了循環農業發展的所有組成部分：取用、製造、使用、再利用、改造、循環。從環境層面而言，水稻生技園區的各項結果和成果皆相當重要。

(四) 連結永續健康飲食與循環農業的氮足跡方法

講者為日本農研機構農業環境變遷研究中心的資深高級科學家 Sadao Eguchi 博士。在面臨全球對糧食需求增加的情況下，大量減少「新生成的」活性氮 (Nr：除 N_2 形式外，所有生物皆可利用之氮化合物中的氮) 進入至糧食生產系統，已成為全球的一項急迫性問題。為了不再增加全球的氮庫，能促進「舊」氮 (如牲畜排泄物、食物廢棄物、作物殘留氮) 的循環利用，而非「新」氮 (如化學肥料氮) 的循環農業，應當成為糧食生產系統的主流。然而，這種根本性的轉變僅靠農民是不夠的；因此，應該在消費者的幫助和理解下進行。來自糧食系統對環境造成的氮損失的總和可稱為飲食氮足跡法，它已被開發作為一種溝通的工具，能協助消費者瞭解各種人類活動內容對環境的氮損失引起的作用。飲食氮足跡法被認為是可提升社會大眾對於永續健康飲食 (低氮足跡和健康飲食) 和循

環農業 (低氮足跡和健康食品) 密切關係認知的有效工具。

(五) 再造循環農業以改善營養的食品——印尼經驗

講者為印尼國家研究與創新署的循環經濟與行為研究中心主任 Umi Karomah Yaumidin 博士。與一些東協國家相比，印尼 5 歲以下兒童營養不良的發生率仍然很高。因此，藉由循環模式增加營養食品生產的一些改革型倡議和計畫，正被提出執行。「釀造更美好的世界」是一家跨國企業與日惹及東爪哇的一群農民提出的合作倡議目標，透過回收稻殼作為堆肥材料並支持家禽養殖場。印尼達諾公司與農村技術開發研究所合作，建造了大型的生物發酵槽廠房，可將牛糞加工成飼料作物生產所需的優質肥料來源。然而，相關的一些潛在挑戰，如資金與技術的低採用率依舊存在。未來的發展重點建議應鎖定並投資於合適的數位技術工具開發，以便農民能夠採用並改善糧食生產內容。

(六) 藉由政府政策執行與行動，將泰國食品系統導向健康飲食內涵

講者為泰國瑪希敦大學的人口與社會研究所的 Sirinya Phulkerd 博士。為了改善糧食生產系統，促進更為健康的飲

食內涵，需採取有效的政策和行動，以解決存在於糧食生產系統中的關鍵性因素。一項關於泰國政府所推動促進健康飲食的糧食系統 42 項政策和行動的研究指出，泰國政府推動了 31 項政策和行動，尤其集中於農業、供應鏈基礎設施、教育、公眾意識和國家準則等領域；闕乏的部分包含：優先供應營養食品的貿易政策、強制性的大規模食品強化計畫，以及降低營養食品的價格。本研究的結果表明，持續關注於促進永續農業相關的政策和行動，亦是健康飲食政策的一部份。

(七) 屬於亞洲人的永續健康飲食：指標與可達成性？

講者為印尼茂物大學社區營養系的 Hardinsyah Ridwan 博士。永續健康飲食 (Sustainable Healthy Diets, SHDs) 的指標為需包括具有可獲得性、可負擔性、公平性、安全性、營養性以及文化可接受性的低排放型食品，若能長期充分消費，更可以減少疾病的風險和減少對環境的不利影響。在亞洲國家，幾乎所有的飲食指南都提倡以植物為基礎的食物，減少肉類與其他高溫室氣體排放型食物的數量，如

彈性素飲食。亞洲人可以透過採用和推廣自己國家的飲食指南來實現永續發展目標，形成每個國家的彈性素飲食內容。為達此目標，亞洲各國須對其食品生產、供應、消費和教育的政策和計畫，採取一些行動。

(八) 越南發展永續循環農業的動力與障礙

講者為越南國家農業大學農村發展系的 Nguyen Thi Minh Hien 博士。循環農業在越南應用發展的主要驅動力來自：(1) 全球趨勢；(2) 政府改採用以永續為特性的成長型政策；(3) 科學與技術發展；(4) 社會的高度共識和支持。但是，循環農業的發展也面臨許多的障礙，其為：(1) 循環農業的政策框架尚未完善；(2) 對循環農業認識的不足；(3) 沒有發展循環農業的實際經濟誘因；(4) 有限的農業副產品和廢棄物回收和再利用的能力；(5) 有限的科學與技術研究投入；(6) 低落的勞動力素質。關於循環農業發展的一些關鍵解決方案包括：(1) 建立法律通道 (循環經濟的農業標準)；(2) 促進科學研究成果和技術的授權移轉；(3) 促進資訊的宣傳，以提高大眾對循環農業的認識；(4) 強調商業在促進循環農業的角色。

(九) 農業的多功能性與循環農業——關聯與意涵

講者為馬來西亞國立大學的Jamal Othman博士。有鑑於人們對永續發展（如氣候變遷議題、整體福利）的瞭解不斷提升，農業的多功能性將在未來的農業社會和環境政策討論中占據更突出的位置，這顯然與循環經濟的宏觀層面相符。農業循環經濟和多功能性的主要區別在於，前者更注重生物經濟的技術層面，而後者則是跨部門的，因此影響範圍更加廣泛。農業多功能性的發展需要強而有力的協調機制，以及將會影響農業、作物栽培（馬來西亞的情況）、農村發展和環境的各部門管轄範圍與其職能的重新調整，如此將確保農業部門

能為國家利益提供更廣泛的服務內容，包括糧食安全和主權與農村地區的活力，後者包括社會文化和環境屬性。

(十) 韓國農業部門的整合性農牧業系統案例研討

講者為韓國農村經濟發展研究院的資深研究員Jeong Hak-Kyun博士。整合性農牧業系統（Integrated Crop Livestock Farming System, ICLFS）是一套創新的農業方法，藉由利用農糧系統產生的副產物和牲畜糞便作為飼料和肥料的生產資源，來保護農業環境並創造經濟效益。本研究使用成本效益分析法針對所關注的兩種情況進行效益分析，結果均顯示正面的經濟效益。最初的投資成本越高，效益就



越晚出現。基於這一結果，有可能促進公眾對 ICLFS 所帶來的益處的認知和提高對相關政策的支持度。

五、結論與建議

- (一) 運用低碳技術尋找農業廢棄物的創新價值、構建低碳農業循環系統及整合農業廢棄物的再利用。
- (二) 藉由農業廢棄物所含養分及其濃縮產物的回收和再利用，可帶來最有效的自然資源利用模式，封閉營養循環的迴圈，並為農民帶來新的收入來源。
- (三) 運用飲食氮足跡作為有效且簡單的科學指標和溝通工具，以便和消費者、生產者、零售業者、政策制定者等就如何發展永續農糧系統的同時，也將膳

食營養的平衡性納入考量，進行有效的討論及溝通。

- (四) 投資循環農業當中可被農民方便使用的數位化科技。
- (五) 採用及推廣以更多植物源糧食作為攝食基礎、且具備低碳足跡特性的永續健康飲食的政策措施和倡議，如具備靈活度的飲食指南 (Flexitarian Dietary Guidelines)，使各國達到永續且健康飲食的目標。為達此目的，相關執行措施如糧食生產的政策與計畫、供應鏈、消費與教育，都是必要的。
- (六) 構建法制化廊道及循環經濟的標準化，藉以促進科學研究和技術移轉，促進相關文宣與資訊的宣傳以加強大眾認知，及強調企業在促進循環農業方面的角色。

(參考文獻請逕洽作者)

