

## 全球農業的重要百大問題

The top 100 questions of importance to the future of global agriculture

譯者:李宜映、楊玉婷

半世紀來全球糧食生產已有豐碩的成長，當前最重大的挑戰是如何供養在二十一世紀中葉來臨前九十多億的預估人口。考慮到氣候變遷影響的加重、能源安全、區域飲食習慣的轉變及 2015 年減半全球貧窮飢荒的千禧年發展目標，若要不大幅調漲糧食價格的情況下滿足此一需求量，全球預估還需要增加 70% 到 一倍的供應量。農業目標已不再單純只是加強其生產力，而是需要在地景生產、農村發展、環保、社會正義及糧食消費等更複雜的關係間做最適的資源分配。另一項挑戰是如何研擬國內與國際政策來永續土地的利用及提高農業生產的效率。雖然證據導向的政策制定方式已逐漸受重視，但科學界、農民及政府決策者間缺少溝通的窘境已使得這些挑戰更形艱鉅。在本文中，我們藉由鑑定 100 個全球農業首要問題來加強研究與政策間的對話與了解。這百大問題是我們運用全面檢視法(horizon-scanning approach)，參酌全世界頂尖的專家及各主要的農業機構代表之意見彙集而成。主要目的是在為政府決策與立法者提供確實的科學證據，以指導他們能在未來農業研究方向及政策性支援上做出明智的擘劃。倘若這些問題可獲解決，我們將可預見它對全球農業實作的重大貢獻，同時加強農業政策，實務及研究三者間相輔相成的綜效。本研究為英國政府科學辦公室的全球糧食與農業前瞻研究(Government's Foresight Global Food and Farming Futures project)之子計畫之一。

來自世界主要農業組織、科學學會和學術機構挑選出資深代表及專家，組成跨領域的工作小組，稱為核心團隊，再由此一核心團隊進行全球農業及糧食百大問題的確認。這些世界組織涵蓋全球 45 個單位，雖然國際組織的總部多半設在西歐及北美，但因為這些單位受到國際委託，多數的代表人皆有來自該區域以外的農業經驗。團隊成員受邀時即被告知此程序及其義務，最終的核心團隊為來自 21 國的 55 個資深代表。

農業百大問題須經由三階段的程序而產生。起初核心團隊成員必須建構其專業領域的網絡，並諮詢其單位同仁，提出優先問題的清單。

核心團隊成員最好可以廣泛思考，並諮詢其特定專業以外的人士。問題徵求須使用許多方法，包含工作坊(workshops)、研討會(seminars)、討論小組(discussions groups)及 e-mail 往來(circulating e-mails)，也就是其他同組職的成員可藉由 e-mail 中推薦一些可由研究解決，但還不具有可靠的知識背景的問題。這些問題必須符合一系列的評估標準：(1)問題必須可經由實際研究設計得到回答；(2)問題的答案必須有事實根據，而並非藉由主觀價值判斷得來；(3)問題必須尚未得到解答；(4)關於介入行為與衝擊的問題，必須要有主體、介入行為及可量化的結果；(5)問題不應為是非題；(6)問題的規模，必須在理論上可由一組工作團隊以合理的方式嘗試找到解答。理想的問題本身即可做為研究題目，或者可切分、轉換為許多更直接的分支研究假設。最後被列入考量的有 618 個問題（包含提議者姓名及其組織）。

接下來，所有問題會依 14 個農業相關主題進行分類：(一)氣候、水域、水源區及水生生態系；(二)土壤營養、侵蝕及肥料使用；(三)生物多樣性、生態系服務及保育；(四)能源、氣候變遷和生態體系回復能力 (climate resilience)；(五)作物生產體系與科技的運用；(六)作物品種改良；(七)病蟲害防治；(八)家畜禽；(九)社會資本、兩性平權與農業拓展；(十)農業發展及農民生計；(十一)政府治理，經濟投資，農民權力及政策制定；(十二)食物供應鏈；(十三)價格、市場與貿易；(十四)消費模式與健康。接著核心團隊拆成十四個專家團隊（各包含 3-5 位專家，由一位協調人來領導），負責推動並開發被指派的議題，而核心團隊成員可參加他們有興趣的專家會議，會議人數不受限制。專家團隊的任務在於瀏覽、校訂、整合或改寫該領域的原問題（此時刪去作者姓名及其歸屬，以減少潛在的偏見），以確保簡明、避免重複，並新增所缺乏的問題。接著，各領域分類成 5 個必要問題 (essential questions) 和 10 個可能問題 (possible questions)，可能問題由專家團隊決定。必要問題的定義則是對全球農業及食物體系有重大影響的問題。其餘問題則刪除。過程中避免問題的排序，以免使得廣泛性問題大量產生。為了增加參與和透明度，14 個領域的問題以電子形式傳遞給核心團隊成員，使每個參與者都有機會可以改進任何領域的問題。最後，產生出 70 個必要問題，以及 146 個分散在各個領域的可能問題。

最後一個階段，專家會議定義的 70 個必要問題會自動列入最後的百大問題中，其餘則由 146 個可能問題藉由秘書處主導的電子投票票選出 30 個問題；各個核心團隊成員皆可投最多 30 票給可能問題中他們所選擇的問題。核心團隊成員必須瀏覽並投給全體的可能問題，而非侷限在其相關領域的問題。最後總計有 1,385 票。在各個階段，核心團隊成員皆可對問題進行修訂及重新措詞，使其更切合主題。接著資料會進入彙整，並計算總分，其中最高分的前 30 個問題被選入百大問題中。百大問題再交付核心團隊成員，進行最後校訂。

以下為全球農業百大問題的內容：

## 一、天然資源的投入

### 主題一：氣候、水域、水源區及水生生態系

1. 氣候變遷對農產量、農耕實務、病蟲害的蔓延、抗病力及灌溉技術的發展可能會帶來何種重大影響(例如氣溫、風速、濕度、汲水難易度、風暴強度、農業用水的需求量、雪水溶化量、害蟲數量、農田積水程度、農民遷徙量等變化及農業生態系統的轉變)？
2. 爲了保持現有的環境水資源而在全球範圍內設置農業用水量的上限，成本會多高？
3. 增加雨水收集量能會對當地的水文流量產生何種效果？而當地的水文流量變化又如何與較大的地理區的水資源的利用方式做結合與改造？
4. 魚塭與開放水域養殖業應如何開發才可讓其對海岸及魚塭棲地之衝擊降至最小？
5. 農業應發展何種方法(實務操作、農藝、基因改造、補強灌溉計畫、土地肥力管理，冬季雨水的儲存)來提高水的利用效率，而這些方式的成本效益又如何？
6. 在乾旱及半乾旱的農業區中，如何結合森林學、農林學、草被植物、水收集儲存系統、抗旱農作物及省水技術以增加糧食產量？且這

種結合需要達到何種程度才能達到其成本效益？

7. 如何將水資源在灌溉農業與環保功能間做最合適的分配？需要以何種革新的政策與技術使得兩者間相互消耗的機率達到最小？

土壤營養、土壤風化及肥料使用

## 主題二:土壤營養、侵蝕及肥料使用

8. 永續性的土壤管理能對農業生產及生態服務價值(ecosystem services)的提供有何助益？

9. 為了增加土壤養分及保水力以助農業生態系統的恢復，自耕農應如何將有機肥做最有效的利用？

10. 運用於熱帶地區稻田與山坡地的生產上，什麼是最務實與最經濟的地力管理方式？

11. 對於貧困的小農，什麼樣的氮施肥指導能確保他們的土壤增加有機碳而不會發生氮礦化的現象？

12. 土壤鹽化現象應如何預防及如何改善？

13. 如何運用原生的土壤有機生物來加強糧食生產力，同時減少對環境的衝擊？

14. 目前全球可使用的磷酸鹽儲量是如何？下一個世紀這些量足夠供應全球糧食生產嗎？

## 主題三:生物多樣性、生態系服務及其保育

15. 生物多樣性（或其他生態系統服務功能）對生產力有什麼影響？兩者之間的關係是否受不同農業體系的影響，是否受耕地面積的影響？

16. 如何在集約式農耕、粗放式農耕、棲地再生或是維持原狀等方式

間做選擇？如何兼顧經濟、環保及社會利益來做出這項選擇？

17. 在不同地區種植抗旱性農作物會導致何種不同的環境後果？

18. 如果以溫室氣體減排的標準來規劃耕牧管理，生物多樣化程度及其他生物系統服務會有何影響？

19. 在集約農業體系中，歐盟式的農業環境措施效力最高的安排應該是(一)在保護區、原始及半天然棲地周圍形成緩衝帶，或者是(二)在原始天然區之間的集約農業地中帶發揮環節作用？

20. 哪些再生的天然棲地為社會提供了最佳的食物與環保利益？

21. 開發中國家，特別是在撒哈拉沙漠以南正在實行集約式農業的國家，如何結合改良的技術、農耕方式、制度及政策，以持續提供包括地力保持的生態系統服務？

22. 發放生態系統服務(如碳封存、綠水信貸、高度的生物多樣性)提供費給那些開發中國家中缺乏資源的農民，他們就會依照建議的土地利用及管理方法來自我調整嗎？

#### **主題四:能源、氣候變遷及生態體系回復能力**

23. 如何才是使農業增加糧食生產同時減少溫室氣體排放的最佳方式？

24. 不利的氣候變遷所引發農民的大量遷徙會帶來何種危機？而此種風險對農業系統會造成何種影響？

25. 目前已有大量能源直接或間接挹注到農業上，試問碳中和的方式如何使糧食生產能在未來的四十年內達到節能減碳的目標？

26. 溫室氣體減排及碳貯蓄等碳交易市場如何影響農牧方式？而這些機制應如何做最有效的運作？

27.以能在維持適當的產量與價格的前提下，如何最有效平衡糧食生產與能源生產兩者間對土地的需求量，確保生態系統服務價值？

28. 如何增進農業系統的回復力以能同時應付和緩的氣候變遷及高漲的天氣變率及其變化極端值？

29. 怎麼做才算是適當的混合集約和粗放式農業系統以增加產量、減排溫室氣體及增進生態系統服務功能？

30. 如何權衡育種、先進科技、傳統農作物栽種及改良農藝等方式間的運用，才能增加食物產量，同時強化其對未來氣候變遷的反應能力？

31. 如何以生物提煉術使烴基經濟以最佳的方式轉變成為醣基經濟，而且能在維持目前的食物產量之外，還能藉由農產品製成高價值的產物、生技材料、能源及土壤改良劑。

32.如何能以最佳的方式使農田長期保有碳匯能力？(例如使用土壤管理實務、長年生農作物、種植樹木、池塘建造、生物碳)

33. 將碳市場機制運用在農業上後如何為農民帶來利益？

## **第二單元： 栽培措施**

### **主題五:作物生產體系與科技的運用**

34.使用不同類型的農業生物科技會帶來何種危機與轉機？

(如環境影響；針對諸如熱、旱、鹽性等環境負荷的敏感度/抗拒度；依賴或免於添加物的使用；加速抗拒的風險、食品安全、人體健康及營養；經濟社會文化的衝擊)

35. 從生物多樣性、生態系統服務、生產量及人體健康的角度來看，特別是在資源缺乏的開發中國家，有機生產會有何好處與壞處？

- 36.如何破除有機生物法與基因改造法兩者間的觀念藩籬而結合各自的潛在效能來使得農業生態管理措施與永續集約耕作方式能夠相容並用？
37. 何為石化燃料及氮磷鉀等肥料的長期量能，使之能支撐全球的集約生產系統的運行？
38. 如何設計出一套能降低對氮磷鉀添加物依賴程度的糧食生產系統？
39. 我們應如何建立一套適合且能為不同的農業生態、政治、經濟、社會情況所能共同接受的標準來檢視不同農業系統在永續經營上的進展？
40. 荒地的開墾、更新與修復在全球食物生產上扮演何種角色？
41. 如果將氣候與市場風險、農家資產及農民自身情況考慮在內，何者才是整合性農作及混合式農業系統的最佳方案以因應不同的農業生態及社會經濟情況？(包括休耕輪作、本地的穀類、塊莖類及其他主食之耕作，農林混合、耕牧混合及漁耕混合系統)

#### **主題六:作物品種改良**

42. 農作物基因改造如何提升資源使用效率來對抗生物及非生物困境？
- 43.如何改良農作物品種才能大幅度的降低農業與園藝的溫室氣體排放？
- 44.在容許諸如降霜、熱、旱，土壤積水及酸性及鹽性貧瘠等非生物困境下，在改良農作物上不同基因途徑的比較利益為何？
45. 為增進農作物的養分使用效率同時增加其生產量，運用多種不同基因改造方式所產生的效率為何？

46. 農作物基因改造對人類，牲畜類、及魚類的微生物養分攝取程度有何影響？

### **主題七:病蟲害防治**

47. 何種證據顯示氣候變遷將會改變病蟲害與發病率？

48. 如何改良農業除蟲方式以減弱蚊蟲及其他人類疾病主要帶原者抗藥能力的發展？

49. 園藝景觀如何協助蟲害管理？哪一種方式最符合經濟及社會永續功效？

50. 長年生的農作系統如何將覆土作物的種植作為一種蟲害管理的方式？而它的經濟與非經濟的成本與效益又如何？

51. 如何設計一種集約式畜牧系統來減少牲畜間傳染病的蔓延及人類感染新型疾病的風險？

52. 持續成長的農作物與非農作物多樣性對於蟲害與疾病管理有何助有益？

### **主題八:家畜禽**

53. 考慮環境影響、經濟回收及糧食物供應因素下，開發中國家應如何適當的發展中小型畜產業？何者為平衡環保與生產的主要政策？

54. 為了使農業系統能在優越的環境、經濟的永續、社會責任的實踐下滿足畜產品需求量，何者為畜產首要績效目標(例如混合不同系統內之生產活動、適當的牲畜數目與類型)

55. 何者為可行及有效的政策及干預方式以減少高消費社會的畜產品的需求量，而這些政策及干預方式又如何影響全球畜產品貿易以及弱小國家的小農畜產系統？

56. 在開發中國家中，除了保有畜牧生產外，如何使其內陸及海岸漁

業能以更為永續的方式生產動物性蛋白質？

57. 在限制全球氣候變遷影響的條件下，何為刺激區域性的畜牧市場經濟成長的最佳方式？工業化國家能如何改變他們的畜牧業對碳足跡的觀念？

58. 不同的畜產與水產養殖系統對環境有何影響？

### **主題九：社會資本、兩性平權與農業拓展**

59. 當農業需要高度知識密集化及制度化之時，多樣的新型開拓策略會產生何種效益？他們如何以最佳的方式來適應制度變遷及新科技而使最大多數農民能夠參與及使用？

60. 行動電話與網路科技如何為農業教育、農業推廣、農民遷徙及雇用創造新機會？

61. 在公共的農業推廣諮詢服務系統外，何種藉由募集私人或共同基金建立的機構與模式已成功地招募大部分非公共系統農民的參與？

62. 在農業研究和推廣機構中，留住女性員工的有效方法有哪些？如何保證婦女充分參與農業研究與推廣機構的規劃，以更好地滿足婦女和所有利益相關方的需求？

63. 為了創造更適當、永續及具創意的農業環境，何為最佳的社會學習及多數利害關係人共同參與(multistakeholder)模式(例如農村發展自助學校farmers field schools)能結合農民及產官學界來研發更好的科技與制度？

### **主題十：農業發展與農民生計**

64. 經濟合作發展組織的補助津貼對開發中國家的農民福祉有何影響？

65. 什麼樣的系統性途徑可用於認證與運用所需的技術以提高兩養作

物與畜牧系統中土地與水資源的生產力，也因此它能在各種不同的農業生態及社經條件的環境降低貧窮？

66. 在大地主與小農並存的社會裡，如何才是一個能顧及全民的權衡方式以使農業效率、社會公平及環境結果能等同發展？

67. 改進永續集約化農業的最佳方案為何？

68. 當前的小農農業如何在維持小農生計的條件下轉變成為永續的集約式農業？

69. 以食物安全、環境永續性、當地經濟情況及社會融合度而論，政府間捐贈及私人企業援助對受益人有何長遠的影響？

70. 如何能設計一套整合科學創新及利害關係人的期望的跨領域架構？以及如何將它有效運用在開發中國家的農業系統上？

71. 在何種環境與制度的條件下，農田及地景尺度上持續成長的農業生物多樣性將會提高農民生計機會與收入？

72. 到了2050年，還有誰要務農？到時候他們與土地的產權關係(農地所有權，租佃或代管關係)又是如何？

#### **主題十一:政府治理，經濟投資，農民權力及政策制定**

73. 那些國民所得低落但正以政治角色崛起的大國(如巴西、中國、印度及印尼)，挾其逐漸增加的經濟力與購買力運作於全球糧食系統會對其本身造成何種結果？

74. 為了增加開發中貧窮國家的小農福祉與生產力，多種多邊或雙邊援助模式達到何種成效？

75. 在何種情況下，捨棄對大規模或機械式農業的投資，針對小農的投資會帶來最大的社會與環境的利益？

76. 針對灌溉用的基礎建設，多種不同的公私有混合投資會帶來何種不同的結果？

77. 針對農業系統回復力的投資以因應多種氣候變遷的負面效應，不同的投資選擇會帶來何種不同的結果？

78. 為提高年輕人研讀農業科學的興趣，何為必要的措施？

#### **第四單元：市場與消費**

##### **主題十二：食物供應鏈**

79. 如何建立一套能在如歐盟或北美自由貿易區之類的經濟體內一體適用的永續食物品管標準，以供環保、健康(營養)、食物品質及社會價值？如何透過此一議題有效的討論而形塑消費者良好的購買行為？

80. 已開發及開發中國家所製造的廚餘在其食品鏈中應處於中何種位置？又什麼樣的措施能減少這些廚餘？

81. 如何以最佳方式增加食品鏈的彈性以回應外在情勢的干擾(如碳氫化合物價格上漲或空運費的起伏)

82. 什麼是地方化糧食生產對整體的食物系統永續性的潛在貢獻？

83. 在推定全球人口與經濟的成長及牲畜總量，特別是飼料需求量及排泄量下，如何對國民平均肉類消耗量做適當的限制？

84. 何種指標可最有效的來做為斷定農業是否達到永續生產的門檻？(例如土壤條件，生物多樣性、養分循環、能源利用、如授粉作用的主要的生態過程)？而這種指標如何在食品鏈中做宣導？

85. 何種制度化機制能以最佳的方式來管理食物的儲存，配送及標示系統，以確保永續的食物供應？

86. 我們應如何發展糧食作物功能及其商業效益(即使七種主要糧食作物：小麥、米、玉米、馬鈴薯、大豆、蔗糖、甜菜仍為高熱量食物)

87. 需要保留多少農業區內的土地做為天然棲地以供應生態系統服務及緩和氣候變遷的威脅？

### **主題十三:價格、市場與貿易**

88. 在最貧窮的國家(特別是撒哈拉沙漠以南的國家)中，何為首要投資項目以發展有效的要素與產出市場？

89. 當能源價格高漲時，如何增加農業效率及減少施肥及其他要素投入，使其能達到經濟永續及符合環保之程度，而且還能足夠供糧於成長中的人口？

90. 如何研擬一種機制能緩衝市場的波動及其伴隨而來的風險？且在什麼樣的條件下，多種不同的機制能做最好的運作？

91.如何發展一個以市場導的糧食供應系統以使食品鏈中所有參與者(如農民，加工人及零售商)能永續的獲得財務上的報酬，同時能為消費者提供安全、營養、親手栽種且不貴的食物？

92. 什麼樣的機制能提供利基以吸引更多的投資在永續及高產值的農業，同時能確保生態服務價值的持續的供應？

93.我們如何利用具備規範能力的機制來建立一個有效及公平的全球市場體系，使得食物生產及銷售須透過經濟及生態效益的方式來達到食物安全標準。

94. 如何使國家的食物安全政策能與全球開放市場的食物政策接軌，同時能確保國內農民的利益與公平享有食物取得權利？

### **主題十四:消費型態與健康**

95. 肉類消費量將會改變的預測如何影響不同國家內農用牧地的需求？

96. 什麼樣的資訊對那些需要考慮環境與社會對食物影響來做消費決定的人最為有用？是否能發展一種干預的方式來鼓勵所有人吃健康的飲食或提供優惠給這些人？
97. 在何種情況下，政府的健保政策才能成功地推廣食補勝於藥補的觀念以影響消費者的飲食習慣？
98. 何種計畫(或組合)能以最有效方法在各種不同的社經階層中提高消費者獲取多種健康食物的方便程度？
99. 經驗學習課程(如實地園藝學習法、荒野治療法，森林學校，戶外學習)對提升兒童營養、健康兒童發展，預防肥胖與糖尿病上有何功效？
100. 消費者了解農業產品的生產過程，消費選擇就更加明智，進而能促進環保糧食生產的發展。試問農民直銷機制、食品標識、農場網站等訊信管道對消費者了解農業生產的效果為何？

資料來源: Jules Pretty et al., The top 100 questions of importance to the future of global agriculture. INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL SUSTAINABILITY 8(4) 2010.