



氣候變遷與食品安全管理之挑戰

林詩涵¹ 廖鴻仁² 鄭維智³ 廖姿婷¹ 蕭惠文¹ 蔡淑貞¹

¹衛生福利部食品藥物管理署食品組 ²農業部動植物防疫檢疫署

³衛生福利部食品藥物管理署北區管理中心

摘要

氣候變遷導致全球暖化，增加乾旱與洪水之頻率與嚴重程度，也影響動植物疫病與害蟲傳播問題。國際間為維護地球與人類永續發展，紛紛推動相關因應措施，以期翻轉人類自工業化以來，不斷破壞與污染所帶來之環境傷害。氣候變遷以直接或間接的方式威脅食品安全，為解決氣候變遷帶來之食品安全問題，需要全球合作與跨領域協力，由農業與衛生部門等通力合作，規範涵蓋農場到餐桌之全面性因應措施。

關鍵詞：氣候變遷、食品安全、動植物疫病與病蟲害

前言

「聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)」提及，氣候變遷已直接或間接影響人類活動，該公約最終目標是將大氣中溫室氣體濃度穩定度維持在一定水準，以足使生態系統能夠自然地適應氣候變遷、確保糧食生產免受威脅，並使經濟發展能夠永續進行。全球氣溫如於21世紀內上升1.5℃，至2030年將有1.22億人陷入極端貧窮，主因為食品價格上漲及健康狀況下降。在開發中國家，有高達83%的災損發生在農業領域；另氣候變遷也對水資源系統帶來負擔，影響區域用水、能源、漁業、食品安全與食品防禦(Food defense)，進而影響公眾健康⁽¹⁾。

國際間為因應氣候變遷已採取相關策略行動，聯合國每年召開UNFCCC締約方會議(Conferences of the Parties, COP)評估及討論應

對氣候變遷工作進展；世界貿易組織(World Trade Organization, WTO)透過複邊環境倡議處理貿易與環境關聯性議題，拉近各國知識與科技差距，從國際貿易角度應對全球氣候變遷問題；歐盟為國際氣候變遷政策領導先驅，陸續訂定多項氣候變遷相關法規、政策與措施，具體採取對抗氣候變遷調適行動，目標成為經濟及環境永續之低碳社會；美國將氣候變遷議題視為外交政策與國家安全重要內涵，以陸續實現減少溫室氣體排放量至一定水準、實現無碳污染電力、淨零排放等目標；我國宣示將2050淨零轉型列為國家目標，修訂「氣候變遷因應法」，並由行政院國家永續發展委員會(下稱永續會)統籌整合國家基本方針、重大政策及碳費徵收等議題。

氣候變遷對食品安全可分為直接或間接影響，聯合國糧食及農業組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)持續研究並提出跨域合作協調、監測資

訊共享、加強食品生產與貿易管理、優化預警系統、持續研究精進現有知識作為等建議，以強化食品安全管理機制，應對相關問題。

氣候變遷與人類健康及福祉

氣候變遷對全球人類健康及福祉之影響逐漸顯現，且比預期更快速變化，影響人類維持生命所需之食物與飲水，亦造成極端氣候例如洪水、乾旱、熱浪、風暴之發生頻率及強度，並提高疫病與害蟲傳播風險，甚至影響人類心理健康，引發焦慮壓力、長期疾病，並提高暴力犯罪率⁽²⁾。

氣候變遷之風險危害程度，取決於公共衛生與安全管理系統能力，以應對不斷變化之風險威脅；對人體健康之危害程度因人而異，取決於個人健康敏感程度、年齡、性別、經濟狀況等因素，以及適應氣候變化之能力；其中開發中國家及低度開發國家的人民，是全球最容易受到健康風險影響之族群。

氣溫升高會影響天氣變化模式，使空氣品質惡化，增加空氣中過敏原，也導致野火發生頻率提高，燃燒範圍更廣且嚴重，產生煙霧與其他不健康之空氣污染物，導致人們氣喘發生率及頻率提高，並對呼吸和心血管健康造成影響；極端氣候發生頻率及強度加劇，造成洪水、乾旱、熱浪、風暴破壞糧食系統與人類生活環境及品質，並提高人畜共通傳染病風險(圖一)⁽³⁾。

國際間因應氣候變遷相關策略行動

一、聯合國

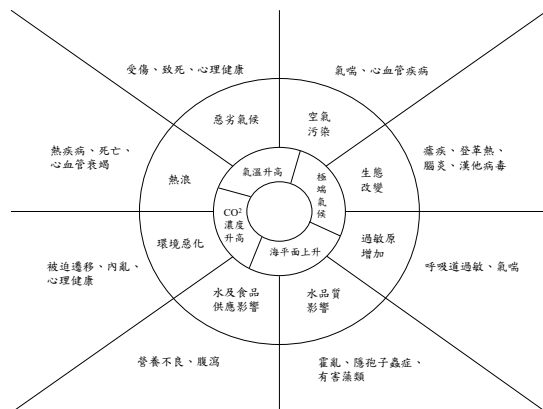
聯合國(United Nations, UN)大會於1990年決議設立「政府間氣候變化綱要公約談判委員會(Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change, INC)」，並啟動草擬公約條文，其後於1992年

5月通過UNFCCC，開放各國簽署後於1994年3月21日生效。該公約第二條規定指出，公約最終目標係為將大氣中溫室氣體濃度穩定度維持在一定水準，以足使生態系統能夠自然地適應氣候變遷、確保糧食生產免受威脅並使經濟發展能夠永續進行⁽⁴⁾。

UNFCCC締約國自1995年起每年召開COP，又稱聯合國氣候變遷大會(UN Climate Change Conference)，以評估及討論應對氣候變遷工作之進展。相關成果包括通過1997年「京都議定書(Kyoto Protocol)」，2007年「峇里島路線圖(Bali Road Map)」，2009年「哥本哈根協議(Copenhagen Accord)」及2015年「巴黎協定(Paris Agreement)」等。第28屆COP會議於2023年11月30日至12月13日在杜拜舉行，將石化燃料納入議題，呼籲各國於2030年底以前以公正、有序且公平之方式(In a just, orderly and equitable manner)轉型能源系統，推動減碳進程，如果使用碳捕集與封存(Carbon capture and storage, CCS)技術減少碳排放，就能繼續使用化石燃料^(5,6)。

二、世界貿易組織

WTO關注國際貿易與溫室氣體排放之關係，研究顯示促進國際貿易可增加應對氣候變遷科技產品之流通、利用擴大市場規模增進發



圖一、氣候變遷對人類健康影響



展低碳技術、透過擴大經濟規模以降低成本及增加競爭力等，對於脆弱、小島或內陸型的開發中國家尤其重要，國際貿易可增加此等國家對抗氣候事件之韌性。

此外，WTO致力於透過增進國際貿易以推廣再生能源之應用，估算倘撤除環保能源商品關稅與非關稅措施，至2030年可增進全球相關商品5%出口量，使全球溫室氣體排放量減少0.6%，及增加綠色能源產業近3千萬個工作機會。舉例來說，太陽能與風能等再生能源發電成本大幅降低的主要原因，來自國際貿易與相關價值鏈之建立。因此，國際貿易可協助並加速各國完成低碳能源轉型⁽⁷⁾。

WTO會員亦透過三項複邊環境倡議處理貿易與環境關聯性議題，包括貿易與環境永續性結構討論(Trade and Environmental Sustainability Structured Discussion)、塑膠污染與永續塑膠貿易之非正式對話(Informal Dialogue on Plastics Pollution and Sustainable Plastics Trade)及化石燃料補貼改革(Fossil Fuel Subsidy Reform)。WTO並與國際貨幣基金(International Monetary Fund, IMF)及經濟合作與發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)合作研究推動「全球碳定價架構(Global Carbon Pricing Framework)」，期能透過多邊合作架構協調各國碳定價政策與措施。綜上，WTO期望在多邊貿易場域增進資訊透明化及拉近各國知識與科技差距，增進協調合作以強化開發中國家能力建構，及尋求可能之貿易規則談判機會，俾從國際貿易角度應對全球氣候變遷問題⁽⁸⁾。

三、美國、歐盟及我國之策略行動

(一)美國

美國是全球第一大經濟體，亦為僅次於中國的第二大碳排放國，在全球努力減少溫室氣體排放之際，美國為實現UNFCCC最終目標不可或缺之經濟體。然而，過

去美國在氣候變遷談判場域中，時常將溫室氣體排放減量會造成美國經濟多少衝擊列為首要考量，造成美國過去在氣候變遷談判中採取消極態度與立場，並曾在川普(Donald Trump)總統任內退出「巴黎協定」。拜登(Joe Biden)總統於2021年1月就任後，推翻前任川普總統諸多氣候法令，也宣布重返「巴黎協定」，讓美國重回全球對抗氣候變遷議題陣營⁽⁹⁾。

拜登總統於就任後旋即簽署「應對國內外氣候危機行政命令(Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad)」⁽¹⁰⁾，將氣候變遷議題視為美國外交政策與國家安全重要內涵，並建立「國家氣候任務小組」(National Climate Task Force)，由超過25位內閣部長組成，目標將2030年美國溫室氣體排放量減少50%至52%(與2005年相比)、2035年實現100%無碳污染電力、及於2050年實現淨零排放。

(二)歐盟

歐盟為國際氣候變遷政策領導先驅，於1994年簽署UNFCCC，1997年簽署「京都議定書」⁽¹¹⁾，並於2000年6月開始推動第一期歐盟氣候變遷計畫，此後陸續通過多項氣候變遷相關法規、政策與措施，具體採取對抗氣候變遷調適行動，目標成為經濟及環境永續之低碳社會。

歐盟於2019年12月公布「歐洲綠色政綱(The European Green Deal)」⁽¹²⁾，以公正轉型基礎提出歐盟永續發展路徑圖，期望於2030年達到溫室氣體排放量(與1990年相比)減少55%之階段性目標，及承諾在2050年達到碳中和。此後續於2020年5月20日通過「從農場到餐桌策略(Farm to Fork Strategy)」，旨在建立公平健康及友善環境的糧食體系，相關策略目標包括減少化學農藥及抗生素使用、減少過度施



肥、提倡有機農業、增進動物福利以及維持生物多樣性等⁽¹³⁾。

歐盟認為氣候變遷需要國際合作解決，為符合污染者付費原則，進一步於2023年1月1日推動碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)，具3年過渡期，將於2026年正式施行，產品出口到歐盟需對於碳含量進行定價，以國際貿易手段促進企業減碳，為目前全球對抗氣候變遷之重要措施⁽¹⁴⁾。

(三)臺灣

我國於2021年4月22日宣示將2050淨零轉型列為國家目標，政府隨後於2022年3月及12月分別公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」及「12項關鍵戰略行動計畫」。我國2023年2月15日修正公布「氣候變遷因應法」，立法宗旨遵循「巴黎協定」之淨零排放目標，國家溫室氣體長期減量目標訂為2050年達成淨零排放。

氣候變遷因應法也詳列主協辦機關，由永續會統籌，整合國家因應氣候變遷基本方針及重大政策，明確指派各部會負責各項減碳工作⁽¹⁵⁾，例如國家科學及技術委員會與環境部共同發布「國家氣候變遷科學報告2024：現象、衝擊與調適」，以氣候變遷科學趨勢、未來推估、衝擊與調適為主軸⁽¹⁶⁾。

針對碳定價措施，氣候變遷因應法規範主管機關設置「碳費審議委員會」，依照我國碳減排現況、排放源類型、排放量規模、企業自主減碳情形等因素決定碳費徵收費率，並定期檢討調整費率。

氣候變遷對食品安全之影響

氣候變遷會直接或間接影響食品安全，世界衛生組織(World Health Organization, WHO)指出，降雨模式改變、極端氣候事件與年均溫

度上升等因素，已造成細菌、病毒、寄生蟲、危害性藻類、真菌類存活期間變長與分布範圍擴大，也影響其造成食源性疾病與毒性物質污染之模式改變，增加新的食品安全風險⁽¹⁷⁾，近期法國暴雨淹沒污水處理系統，諾羅病毒隨著未經處理的污水排入海洋，造成牡蠣等貝類受到污染引發食品中毒事件即是具體案例⁽¹⁸⁾。WHO於2018年估算全球每年約有6億人在食用受污染食物後生病，並造成每年約42萬人因此死亡，此數字在未來預估會持續增加，原因係氣候變遷改變農業及製造業環境，並影響人類、動物與有害生物的行為⁽¹⁹⁾。

一、直接食品安全風險

氣溫升高，永凍土內部存在砷、汞等重金屬以及冰封時期凍存的古代微生物，隨融冰流入水文系統，將污染海洋環境、水生物及生活用水，衍生食品安全疑慮，近期美國阿拉斯加橘色河川污染情形越來越明顯，即是因為永凍土融化，鐵、鋅、銅、鉛等金屬成分隨著水流沖刷進入河川，且水流量逐年減少，導致水中重金屬成分濃度越來越高，可能累積於水中生物、影響農作灌溉、飲用水等，進而影響人類生活與健康⁽²⁰⁾。

隨著種植作物品種、耕作方法、土壤、沉積物重新分佈和遠距離大氣遷移的變化，重金屬和持久性有機污染物(Persistent Organic Pollutants, POPs)也會因氣候變遷而增加。自然環境存在的沙門氏桿菌、彎曲桿菌、弧菌等病原菌，在溫暖氣候及暖溼季節延長情形下，其繁殖與分布更為盛行；暖濕環境也易使農作物受真菌感染，導致農作物真菌毒素污染問題；而氣候變遷亦造成環境中真菌及病原菌等微生物改變基因表現，甚至原本不產毒素的真菌及病原菌，開始產生毒素；海洋溫度升高亦有利於有害藻類大量增長及產生毒素，並進入食物鏈⁽²¹⁾。

受氣候變遷影響的動物疫病主要與蟲媒傳



染病有關，動物蟲媒傳染病隨著氣候變遷散播至新興區域，危害受入侵區域家畜與野生動物的健康。氣候變遷亦會改變動物習性或畜牧生產形態而間接傳播疫病，例如候鳥因氣候暖化改變遷徙路徑，增加新停留區域的野鳥或家禽感染禽流感機率。在動物疫病風險增加的同時，食源性人畜共通傳染病的發生機率亦會增加，並且增加細菌抗藥性風險⁽²²⁾。

二、間接食品安全風險

依據標準與貿易發展基金(Standards and Trade Development Facility, STDF)報告，科學證據顯示隨著氣候變暖，造成植物有害生物急遽增加，雜草、病蟲及病原菌擴大分布至其他未曾生長區域⁽²³⁾，近期我國發生邦克列酸食物中毒事件或許是一個可能案例⁽²⁴⁾。

為維護農作物產量與品質，農民可能使用更多量甚至不同種類的農藥來控制病蟲害問題，造成農民及消費者暴露在更多有毒物質及其殘留物之環境下，也使農產品衍生更多農藥殘留與其管理問題。相同地，在氣候變遷影響下，動物感染蟲媒性疾病或新興疫病之風險升高，牧場為管理動物疫病增加使用殺蟲劑或動物用藥，則會增加屠宰肉品殘留化學物質之風險⁽²³⁾。

此外，暖化造成環境氣溫升高，衝擊人類餐飲作業流程之低溫保藏有效性，以往的食品運輸冷鏈系統亟需重新檢視，近期多起食品中毒案件，可視為氣候變遷對於食品安全影響之警訊⁽²⁵⁾。

強化食品安全管理以應對氣候變遷

面對氣候變遷造成直接或間接之食品安全風險，需要強化食品安全管理機制，以應對相關問題，FAO彙整相關研究提出以下幾項建議⁽²⁶⁾：

一、跨域合作協調增進食品安全管理：讓所有

利害關係人參與食品安全風險評估、風險管理措施設計以及整個食品供應鏈管控機制與實施的協調，增進跨公私部門、跨國與跨領域(農業、衛生、環境、工業與貿易等)合作，有助於將專業知識與資源集中在特定問題上，避免重複工作，並提供全盤性解決方案。

- 二、更廣泛與詳細之監測資訊共享：為以更嚴格的風險評估來建立適當的食品安全標準，必須根據與時俱進之科學監測蒐集數據，進行趨勢分析並及時修改安全標準。與所有相關合作夥伴透明共享數據，以利預測及預防食源性疾病爆發。
- 三、加強食品生產與貿易管理：採行因應氣候變遷之食品良好作業準則(good-practices guidelines)並建立有效的食品安全系統對於確保國家食品供應和產品的安全至關重要，如涉及食品進出口，則監管框架中調和國內和國際食品貿易法規措施亦為加強之要項。
- 四、投資建置與優化預警系統：於預警系統中，納入氣候變遷所引起之食品安全風險。
- 五、採取前瞻策略：制定主動戰略來識別因氣候變遷帶來的未來挑戰，提前因應以減輕其影響，並透過不斷精進相關準備工作來保持彈性。
- 六、持續研究精進現有知識：全球對於氣候變遷如何影響食品安全的理解仍存在許多未明之處，需要鼓勵更多的研究來調查這些影響與其造成的風險，包括個別因素獨力之影響和多重因素複合之影響。

結語

氣候變遷是全球都需要面對的問題，國際間經過多年研究與倡議，已將氣候變遷界定為地球全體成員都需努力以反轉氣候持續惡化，



以期促進人類經濟與生活之永續發展。食品供應系統本具複雜性，受到氣候因素影響之食源性危害樣態則呈現多樣性。在氣候變遷對於食品安全產生影響之危機下，國家在管理糧食系統時需要考慮這些影響，政府機構需要意識到正在面臨的威脅，以及如何乘勢幫助推動管理變革，而農業與食品產業、消費者團體、媒體、教育界和科學界均應擔負共同責任⁽²⁶⁾。

氣候變遷所帶來衝擊食品安全之挑戰，我國需要完善因應以避免陷入困境，各部門包括經濟、環保、農業、衛生及科技等領域，均需要及早投入相關工作，各部門並宜共同規劃及推動相關工作，尤其在糧食議題上，基於農場到餐桌之供應鏈系統，農業及衛生部門更應共同因應，包括強化前端農業生產作業方式、農業技術改變與後端食品及餐飲作業之監測，共同增進食品安全管理機制，以應對氣候變遷造成之食品安全風險。

參考文獻

1. United Nations. 2024. United Nations Framework Convention on Climate Change. 2024. [https://unfccc.int/]
2. World Health Organization. 2023. Climate change. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health]
3. Centers for Disease Control and Prevention, U.S. Department of Health & Human Services. 2022. Climate Effects on Health. [https://www.cdc.gov/climateandhealth/effects/default.htm]
4. United Nations. 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. [https://treaties.un.org/doc/Treaties/1994/03/19940321%2004-56%20AM/Ch_XXVII_07p.pdf]
5. 臺灣人工智慧行動網。2023。第28屆聯合國氣候變遷大會之決議與五大重點。 [https://ai.iiias.sinica.edu.tw/cop28/]
6. 社企流。2023。COP28 是什麼？有哪些必懂亮點？6 大重點認識第 28 屆氣候大會。 [https://www.seinsights.asia/article/9382]
7. World Trade Organization Secretariat, 2022, World Trade Report 2022: Climate Change and International Trade, World Trade Organization, Geneva.
8. 鐘雲曦。2021。WTO會員針對三項複邊環境倡議發佈部長聲明。 [https://web.wto.org.tw/Page/503/365233]
9. The White House. 2021. Remarks by President Biden at the COP26 Leaders Statement. [https://www.whitehouse.gov/briefing-room/speeches-remarks/2021/11/01/remarks-by-president-biden-at-the-cop26-leaders-statement/]
10. The White House. 2021. Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad. [https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/01/27/executive-order-on-tackling-the-climate-crisis-at-home-and-abroad/?fbclid=IwAR3VoZ88PTS H6Peyu9LT5Jv1RoedaXoEILlCtj68R Q56VDJGT6YLTKQ2yNE]
11. European Commission. 2004. Kyoto Protocol. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_04_43]
12. European Commission. 2024. The European Green Deal. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en]
13. 陳怡瑋、廖鴻仁。2021。歐盟從農場到餐桌策略與各國關切意見簡析。農政與農情，345: 62-68。
14. European Commission. 2023. Carbon Border



- Adjustment Mechanism (CBAM). [<https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/en/news/carbon-border-adjustment-mechanism-cbam>]
15. 總統府公報。2023。氣候變遷因應法。112.02.15華總一義字第11200010681號令。
 16. 國家科學及技術委員會、環境部。2024。國家氣候變遷科學報告2024：現象、衝擊與調適。[<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/ScientificReport2024/>]
 17. World Health Organization. 2018. FOOD SAFETY Climate Change and the ROLE OF WHO. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/food-safety/climate-change.pdf?sfvrsn=59c632e7_2&download=true]
 18. Radio France International (RFI). 2023. French health chiefs ban Bordeaux oysters amid norovirus scare. [<https://www.rfi.fr/en/france/20231228-french-health-chiefs-ban-oyster-sales-in-bordeaux-amid-norovirus-scare>]
 19. World Health Organization. 2018. Food Safety, Climate Change and the Role of WHO. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/food-safety/climate-change.pdf?sfvrsn=59c632e7_2&download=true]
 20. British Broadcasting Corporation (BBC). 2024. Why are rivers in Alaska turning orange? [<https://www.bbc.co.uk/newsround/articles/czqqd548p81o>]
 21. Journal of Health Monitoring. 2023. Impact of climate change on foodborne infections and intoxications. [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10278375/>]
 22. Food and Agriculture Organization. 2020. Climate Change: Unpacking the Burden on Food Safety. [<https://www.fao.org/3/ca8185en/CA8185EN.pdf>]
 23. Standards and Trade Development Facility. 2011. Climate Change and Trade: The Link to Sanitary and Phytosanitary Standards. [https://standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_Climate_Change_EN_0.pdf]
 24. 明日科學。2024。台灣「寶林茶室」事件揭示全球氣候變遷對食安衝擊。[<https://today.line.me/tw/v2/article/zNBQV>]
 25. 民視新聞網。2024。食物中毒事件變多？醫曝關鍵原因，食物應避免在「危險溫度」放太久。[<https://www.ftvnews.com.tw/news/detail/2024415W0084>].
 26. Food and Agriculture Organization. 2022. How is Climate Change Affecting the Safety of Our Food? [<https://www.fao.org/3/cc1598en/cc1598en.pdf>]



The Challenge of Climate Change and Food Safety

SHIH-HAN LIN, HUNG-JEN LIAO, WEI-CHIH CHENG, TZU-TING LIAO,
HUEI-WEN SHIAU, AND SHU-JEAN TSAI

Food and Drug Administration, TFDA, MOHW
Animal and Plant Health Inspection Agency, APHIA, MOA

ABSTRACT

Climate change leads to global warming, thus increasing the frequency and severity of droughts and floods, so that the animal and plant diseases and pests spread rapidly. In order to maintain the sustainable development of the earth and human, the international community has promoted relevant countermeasures to reverse the environmental damage, which was caused by human through continuous environmental destruction and pollution due to industrialization. Climate change poses direct or indirect challenges to food safety. In order to solve the dilemma caused by climate change, global cooperation and interdisciplinary collaboration are needed. In terms of food safety issues, agriculture department, health department and relevant departments should cooperate with each other to formulate the comprehensive countermeasures from farm to table.

Key words: Climate change, Food safety, Animal and Plant Diseases and Pests