

國際重要植物疫情—全球暖化對北美大豆包囊線蟲之危害的影響

防檢署 植物檢疫組 | 王惠雯
國立臺灣大學植物病理與微生物學系 | 陳穎練、黃紹綺

全球氣候變遷導致地球暖化與大氣中二氧化碳濃度上升，根據政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）之預測，在 21 世紀末全球平均氣溫將上升 0.3 到 4.8 度，大氣中二氧化碳濃度將從 420ppm 上升至 935ppm，將對農業及生態系將造成莫大影響，除了改變作物生長特性、抗感病性及栽種管理，亦直接或間接影響病蟲害分布、族群結構與其危害程度。

大豆是重要世界糧食作物，根據聯合國糧食及農業組織（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）統計，目前全球產量約為 1.766 億噸，種植面積超過 7550 萬公頃。隨著全球暖化，北半球較高緯度地區之大豆栽培面積逐年增加，如加拿大種植大豆的面積在 2013 至 2019 年間增加 27%。

大豆包囊線蟲介紹

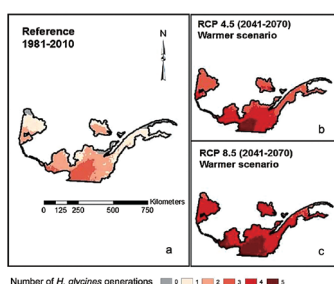
大豆病蟲害種類眾多，其中大豆包囊線蟲（*Heterodera glycines* Ichinohe）危害尤為嚴重，大豆包囊線蟲造成植株矮化及葉片黃化，於美國每年造成超過 10 億美元的損失。在北美，自 1954 年首次在美國北卡羅來納州被發現以來，大豆包囊線蟲呈現往北方擴散之趨勢，1987 年在加拿大安大略州發現，2013 年入侵加拿大魁北克地區，引起大豆產業高度重視。加拿大農



■ 大豆包囊線蟲造成大豆植株生長矮化及葉片黃化，稱作黃矮化病（yellow dwarf disease）（圖片來源：Craig Grau, Bugwood.org）

業及農業食品部（Agriculture and Agri Food Canada）與蒙特婁大學研究團隊透過多個物候模型（phenology model）及代表濃度途徑（representative concentration pathway, RCP）4.5（中等穩定）和 8.5（暖化加劇）兩種情境，預測大豆與大豆包囊線蟲於未來（2041-2070）氣候情景下於魁北克試驗田區之動態變化。這項研究表明，氣候變化可改變大豆與大豆包囊線蟲之間族群動態與交互作用。

在暖化的條件下，大豆種植面積與可種植時間增加，且其生長速度變快，可提早 15 至 35 天播種，並提早 14 至 28 天收成。而大豆包囊線蟲也因氣溫上升之影響，發育速度變快，在栽種期間可完成更多世代，從原本一年 3 代增加至 4 到 5 代，致使土壤中線蟲族群迅速增加與傳播，由於大豆包囊線蟲卵可在包囊的保護下於土壤中越冬（overwintering），直到隔年春天孵化成二齡幼蟲，殘存於土壤中包囊數量增加，繼續影響來年大豆生長。對於高緯度地區，氣候變暖有利於大豆栽種，延長其生長季節與增加產量，但同時伴隨大豆包囊線蟲增加之風險。而透過模型預測和實驗驗證，能夠更好地了解病蟲害發生的趨勢，有利於及時或提前採取應對措施和適當的管理策略。



■ 根據模型預測，氣候暖化將使大豆包囊線蟲在栽種期間可完成更多世代，從一年 3 代增加至 4 到 5 代（圖片來源：St-Marseille, A. F. G., Bourgeois, G., Brodeur, J., Mimee, B. (2019), Agricultural and forest meteorology, 264, 178-187）



■ 大豆包囊線蟲感染之大豆根部可見檸檬形的雌成蟲。年輕雌蟲體表為白色，成熟後為黃色，雌蟲死亡後體表皮革化而呈暗棕色即為包囊（圖片來源：Craig Grau, Bugwood.org）



■ 大大豆包囊線蟲卵與包囊。大部份卵儲存於包囊中，卵在包囊的保護下可於土壤中越冬（圖片來源：Stefano Sacchi, Regional Plant Protection Service, Bugwood.org）

結語

如何因應氣候變遷對大豆產業之影響，將是未來農業之一大重要課題。此外，大豆包囊線蟲為「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」乙、十之有害生物，輸入時如截獲須依規定應採行檢疫處理後始得輸入，防檢署轄區分署也強化相關寄主植物之檢疫作業，並持續關注氣候變遷對其疫情之影響，防範有害生物入侵。