

乾旱極端氣候引發作物害蟎大爆發之因應策略

撰文 | 農業藥物試驗所 謝再添

前言

氣候變遷是全球暖化下人類面臨的嚴峻課題。無論是氣候預測或現實觀測，極端氣候事件的發生頻率正逐年增加（IPCC, 2021）。乾旱環境不僅衝擊作物的生長韌性，增加產量受損的風險，更營造了有利於植食性害蟎發生與族群增長的條件（Hamann et al., 2021）。因此，深入探討乾旱氣候、作物體內水分利用與害蟎生理反應間的交互作用，對於建立精準的乾旱應對措施實屬必要。

研究指出，乾旱會導致植物生理產生變化，例如胺基酸與游離糖的移轉與累積，這是誘發害蟎大發生的主因之一（Chaves et al., 2003; Hummel et al., 2010）。例如，Walter等人（2012）發現，在乾旱壓力下，絨毛草（*Holcus lanatus*）上的地中海夜蛾（*Spodoptera littoralis*）發生量與子代數明顯高於水源充足之對照組；Seagraves等人（2011）亦證實，乾旱刺激會顯著提升大豆上

南方小花椿（*Orius insidiosus*）的產卵力。

此外，國外文獻對於害蟎受乾旱驅動而出現發育加速及大發生的報導亦屢見不鮮。Nikolova等人（2014）報告指出，大豆上的土耳其葉蟎（*Tetranychus turkestani*）於乾旱條件下發育時間縮短；類似現象亦見於玉米上的二點葉蟎（*T. urticae*）與草地小爪蟎（*Oligonychus pratensis*）（Chandler et al., 1979）。

反觀臺灣近年氣候趨勢，除氣溫持續升高，連續不降雨日數亦逐年攀升。在高溫低濕的條件下，不僅延長了害蟎的適溫生長期，其發生模式更由傳統的「季節性循環」轉變為「暴發性增長」。許多以往未曾紀錄受葉蟎危害的作物，近期亦紛紛傳出災情。

國外關於乾旱氣候對二點葉蟎大發生機制之介紹

針對乾旱是否會引發二點葉蟎

(*T. urticae*) 之生理變化，如：1) 發育加速；2) 生殖力提升；3) 寄主逃離率降低；4) 誘導子代雌性比例增加等課題，Migeon A.等人（2023）進行了深入探討。該研究蒐集了來自賽普勒斯、法國、希臘、義大利、西班牙及英國共12個產區的二點葉蟥樣本，涵蓋大西洋及地中海氣候區。實驗於人工氣象室內進行，比較在乾旱壓力與水源充足下，寄主植物（菜豆, *Phaseolus vulgaris*）上蟥類之發育時間（Developmental Time）、生殖力（Fecundity, eggs/female/day）、逃離率（Leaving rate）及子代雌雄比（Sex ratio of progeny）。

研究結果顯示

- **發育時間：**乾旱刺激顯著縮短了所有12個產區樣本的發育期，其中以 FR-II 產區（Burnhaupt, France）縮短1.35天最為明顯，GR-II 產區縮短0.54天為最少。
- **生殖力：**在乾旱環境下，12個產區中有11個產區的「3日齡」雌成蟥生殖力顯著增加；然而「9日齡」雌成蟥僅6個產區表現增加。顯示乾旱對年輕雌成蟥的增殖效果更為顯著。
- **逃離率：**乾旱顯著降低了成蟥的移動意願。12個產區中，有10個產區的「3日齡」雌成蟥逃離率下降（降幅 1.2% 至 13.9%）；「9日齡」則有 11個產區表現下降（降幅 0.05%至 23.6%）。

- **子代雌雄比：**乾旱對性比的影響相對不明顯。在「3日齡」與「9日齡」組別中，僅各有3個產區出現雌性比例微幅增加的現象。

綜合國外對12個不同地區族群的研究，乾旱氣候與二點葉蟥的發育速率、生殖力及寄主駐足率均呈現正相關。這解釋了在氣候變遷背景下，一旦遭遇乾燥高溫環境，葉蟥類等植食性害蟲族群密度會急遽攀升的原因。

國內因氣候變遷導致害蟥大發生之案例介紹與因應

茭白筍捲葉節蟥 (*Acaralox latifolia*) 之案例介紹

- **緣起：**108年9月，本所病蟲害診斷服務站接獲南投縣埔里鎮農會通報，指出當地茭白筍田區發生嚴重病蟲害。受害植株葉片呈現劇烈捲曲、發黃及乾枯等徵狀，嚴重阻礙光合作用，導致植株莖部養分積累不足、無法正常膨大。此災害不僅造成茭白筍產量驟減，成筍品質亦大幅劣化，對當地農民造成重大經濟損失。據統計，當時



左圖：受捲葉節蟥危害之茭白，植株葉片葉梢會出現捲曲、發黃、乾枯等徵狀。右圖：正常植株葉片筆直、翠綠。

埔里地區的受害面積高達 60%。

- **診斷處置與危害徵狀確認：**經研究人員前往田間採樣並送交分類專家鑑定，證實受害主因為「茭白捲葉節蟻（*A. latifolia*）」危害。該害蟻之生態習性主要聚集於葉面中肋及兩側葉脈凹槽處刺吸汁液；當族群密度過高時，會導致葉部組織受損，使水分與養分運輸受阻，最終引發葉片捲曲與枯萎。
- **族群大發生原因分析：**根據埔里當地農民訪談，早在數年前的8至9月（二



捲葉節蟻會聚集於葉面中肋及兩側葉脈凹槽處刺吸汁液。

期茭白生長期），田間即曾出現零星的葉片捲曲發黃現象，惟當時並未對產量造成顯著影響，故農民多未予正視。直到108年9月中旬，該徵狀迅速蔓延形成大面積危害，農民才驚覺此與傳統病害不同，且當時缺乏有效之防治藥劑。針對108年節蟻大爆發的原因，結合埔里氣象站數據分析如下：

- ① 顯著少雨（低濕環境）：108年9月之累積雨量僅93.5mm，僅為8月份降雨量的15%，降雨日數亦同步減少。此種明顯的少雨趨勢，反映出當年秋季大氣環境極度乾燥。
- ② 持續高溫：當年8月與9月之月均溫分別為25.9℃與25.7℃。
- ③ 環境累積效應：上述數據顯示，埔里地區於9月間呈現「高溫且低濕」的微氣候狀態，為節蟻的增殖提供了絕佳條件。

105–112年 8–10月份埔里地區降雨數據對比表

年份	8 月降雨日數（天）	8 月降雨量（mm）	9 月降雨日數（天）	9 月降雨量（mm）	10 月降雨日數（天）	10 月降雨量（mm）
105	22	136.5	17	191.5	9	77.5
106	13	251.5	9	93.0	5	79.5
107	25	463.0	8	170.0	4	18.0
108	21	621.0	8	93.5	3	25.5
109	22	308.0	9	86.0	3	4.0
110	20	607.0	13	228.5	2	34.5
111	20	246.0	8	77.0	4	25.0
112	23	450.5	15	235.5	7	40.5
歷年均值	20.8	385.4	10.9	146.9	4.6	38.1

資料來源：氣候觀測資料查詢服務<https://codis.cwa.gov.tw/StationData> 南投埔里C0H890（N:23.972169, E120.952425）觀測站資料

105–112年 8–9月份埔里地區氣溫數據對比表

年份	8月平均 氣溫 (°C)	8最高氣溫 (°C)	9月平均 氣溫 (°C)	9月最高 氣溫 (°C)	10月平均 氣溫 (°C)	10月最高 氣溫 (°C)
105	26.8	34.5	25.6	32.5	25.3	34.9
106	27	34.2	26.9	34.1	24.4	36.7
107	26	33.3	26.2	34.3	23.4	31.4
108	25.9	34.8	25.7	33.0	24.2	32.0
109	26.1	34.2	26.2	33.4	25.0	33.3
110	25.9	33.4	26.8	33.7	25.2	34.9
111	26.8	34.3	25.8	33.8	24.3	33.1
112	26.3	36.8	26.4	33.4	25.0	36.2
歷年均值	26.4	-	26.2	-	24.6	-

資料來源：氣候觀測資料查詢服務<https://codis.cwa.gov.tw/StationData> 南投埔里C0H890 (N:23.972169, E120.952425) 觀測站資料

- **爆發性增長：**此乾燥高溫氣候延續至10月(降雨僅3日，累積雨量25.5mm，月均溫24.2°C)，導致捲葉節蟬族群於10月份呈現爆發性增長。

因應措施—緊急藥劑篩選與建議

當時尚無推薦防治茭白捲葉節蟬之正式藥劑，本所立即啟動緊急篩選作業。研究團隊從已登記於茭白筍之殺蟲劑中，挑選出具備防治蟬類潛力的藥劑及資材進行測試。

- **測試對象：**涵蓋5種不同作用機制之資材，包括：阿巴汀 (Abamectin)、撲滅松 (Fenitrothion)、益滅松 (Phosmet)、培丹 (Cartap)、可濕性硫磺 (Wettable Sulfur) 及窄域油 (Narrow-range Oil)。
- **實驗結果：**經室內生物藥效檢定評估，找出其中3種藥劑對茭白捲葉節

蟬具有顯著防治效果。

- **防治建議：**選定以下藥劑及稀釋倍數作為緊急防治參考：

- ① 2%阿巴汀乳劑 (EC)：稀釋2,000倍。
- ② 50%撲滅松乳劑 (EC)：稀釋1,000倍。
- ③ 80%可濕性硫磺水分散性微粒劑 (WG)：稀釋400倍。

青蔥二點葉蟬 (*Tetranychus urticae*)

案例介紹

- **緣起：**109年間，彰化溪湖地區蔥農反映青蔥田出現大規模葉蟬危害，且防治效果欠佳。經本所研究人員與溪湖鎮農會農事指導人員前往田間採樣鏡檢，確認受害主因為二點葉蟬 (*T. urticae*)。該害蟬慣於躲藏在蔥管凹折處吸食汁液，受害初期呈現細小

白斑，嚴重時蔥管表面布滿灰白色枯斑，不僅阻礙植株生長、導致產量與品質下降，更嚴重影響青蔥賣相，造成農民重大經濟損失。



青蔥上害蟻會聚集於蔥管葉面上凹陷處危害，呈現灰白色斑點危害狀。

● **族群大發生原因分析：**根據當地蔥農觀察，青蔥雖為全年可採收作物，以往葉蟻多發生於春秋兩季之乾燥溫暖期，但透過常規藥劑防治即可有效控制。然而，109年度的氣候異常打破了此一平衡，分析溪湖地區氣象資料如下：

- ① 極端缺水（降雨量驟減）：109年累積降雨量僅659.5mm，約為108年（1,686mm）的39.1%。
- ② 乾燥期延長：自109年6月起，降雨日

106-111年度溪湖地區月累積雨量（mm）紀錄

年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年度累積雨量
106	6.0	4.5	41.0	108.0	74.0	893.5	234.0	45.0	20.5	60.0	32.0	10.5	1529.0
107	92.0	25.5	39.5	24.0	57.0	171.0	438.5	386.0	3.0	3.5	17.5	2.5	1260.0
108	5.5	9.0	125.5	107.0	275.5	451.5	74.0	479.5	52.5	2.5	0.0	103.5	1686.0
109	15.0	8.5	26.5	35.0	235.0	53.5	54.5	192.0	7.0	0.5	6.0	26.0	659.5
110	3.0	28.5	9.0	17.0	203.5	686.0	100.5	577.5	5.0	6.0	13.5	20.0	1669.5
111	23.5	86.0	86.5	32.5	335.5	280.0	93.0	98.0	43.0	5.0	6.0	17.0	1106.0
歷年均值	24.2	27.0	54.7	53.9	196.8	422.6	165.8	296.3	21.8	12.9	12.5	29.9	-

資料來源：氣候觀測資料查詢服務<https://codis.cwa.gov.tw/StationData> 彰化溪湖C0G660（N:23.948350, E120.479122）觀測站資料

106-111年度溪湖地區月累積降雨日數（天）紀錄

年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年度累積降雨日數
106	1	4	8	9	8	14	11	8	4	3	5	5	80
107	12	8	3	3	3	12	10	20	2	3	6	1	83
108	3	2	12	7	17	16	12	16	4	1	0	5	95
109	1	2	3	8	11	5	9	14	2	1	6	7	69
110	4	2	2	1	2	20	10	10	5	2	4	2	64
111	7	12	9	6	13	9	7	10	7	2	5	1	88
歷年均值	4.7	5.0	6.2	5.7	9.0	12.7	9.8	13.0	4.0	2.0	4.3	3.5	-

資料來源：氣候觀測資料查詢服務<https://codis.cwa.gov.tw/StationData> 彰化溪湖C0G660（N:23.948350, E120.479122）觀測站資料

106–111年度溪湖地區月均溫（℃）紀錄

年 / 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
106	18.2	17.1	19.5	23.0	26.3	27.9	29.0	29.3	29.1	26.3	22.9	18.2
107	16.9	16.2	20.4	23.9	27.8	28.2	28.7	28.1	27.9	24.0	22.6	20.1
108	18.3	20.0	20.7	24.5	25.3	28.2	29.2	28.5	27.6	25.7	22.5	19.1
109	17.9	18.8	22.0	22.2	28.2	30.3	31.0	29.9	29.3	26.6	24.2	19.9
110	16.2	18.8	21.4	24.2	29.3	28.7	29.9	28.9	29.5	26.6	22.3	18.4
111	17.6	16.3	21.1	23.3	24.6	27.7	29.8	29.4	27.8	25.4	24.2	17.6
歷年均值	17.5	17.9	20.9	23.5	26.9	28.5	29.6	29.0	28.5	25.8	23.1	18.9

資料來源：氣候觀測資料查詢服務<https://codis.cwa.gov.tw/StationData> 彰化溪湖C0G660（N:23.948350, E120.479122）觀測站資料

數較往年顯著減少，顯示旱象持續時間極長。

③ 異常高溫：當年5月均溫即達28.2℃，6至11月間之月均溫亦較歷年均值高出0.8至1.4℃。

④ 防治困境：在「高溫、低濕」的氣候條件下，二點葉蟥的繁殖速度極快，營造出極佳的繁殖環境。即便農民如常施藥，其族群增長速度仍遠超藥劑抑制力，導致防治失靈。

因應措施—可用藥劑篩選與增修登記

為解決農民面臨的防治困境，本所重新檢視青蔥葉蟥之登記用藥。當時僅有阿巴汀、密滅汀、氟芬隆等3種藥劑可供使用，且僅涵蓋2種作用機制，長期輪替下確實難以滿足實務需求。

- **藥劑篩選與測試：**本所挑選芬普蟎、必芬蟎、賜派芬、依殺蟎、亞醯蟎、克凡派及佈飛松等7種不同作用機制之藥劑進行室內藥效篩選。
- **田間驗證：**初篩後選定芬普蟎、必芬

蟎、依殺蟎及亞醯蟎等4種藥劑，於110年間進行田間藥效驗證試驗。

- **成果應用：**經彙整試驗數據並提交農藥登記審查，上述4種藥劑已於112至113年間陸續通過審查公告，正式提供蔥農更多元、有效的葉蟥防治選項。

結語與展望

氣候變遷下的植保挑戰：在全球氣候暖化與極端天氣事件（如熱浪、長期乾旱）頻發的背景下，農業生產正遭遇前所未有的植物保護風險。蟎類害蟲因具備生命週期短、繁殖速度快等生物特性，對環境變動極為敏感。依據《國家氣候變遷科學報告2024：現象、衝擊與調適》指出，臺灣近年除氣溫持續攀升外，連續不降雨日數亦逐年增加。在「高溫、低濕」的微氣候條件下，害蟎的適溫生長期不僅大幅延長，其發生模式更由傳統的「季節性循環」轉變為「暴發性增長」。此一趨勢導致過往不

具顯著蟪類威脅的作物，近期亦紛紛傳出嚴重災損，顯示氣候變遷已實質改變害蟪的發生態樣與危害廣度。

建立新興害物快速應變機制：為有效因應氣候變遷衍生的植保風險，政府相關單位應優化並建立一套快速應變流程，以縮短災情通報至藥劑登記的空窗期。建議流程如下：

第一階段 即時通報與第一線反映

由產區之地方農事推廣人員（如農會人員、植物醫生、產銷班等）密切觀測田間動態，一旦發現異常病蟲害徵狀，立即向試驗研究單位反映。

第二階段 實地採檢與專家鑑定

試驗場（所）專家接獲通報後，應迅速派員至現場採集樣本，透過形態學或分子技術鑑定分類，釐清是否為新興

害物或已知害物之異常爆發。

第三階段 藥劑初篩與安全性評估

若確認為新興害物，應立即啟動緊急藥劑篩選程序。從具潛力之既有資料中進行室內藥效檢定，快速建立初步建議清單，並同步進行藥劑安全性與環境風險評估。

第四階段 田間試驗與正式登記

視實務需求展開田間藥效與農藥殘留試驗。彙整試驗數據後加速啟動農藥登記審查作業，以正式公告登記為防治藥劑，供農民合法、安全使用。

面對未來愈趨頻繁的極端氣候，唯有透過跨單位的資訊共享與標準化的應變作業程序，方能建構韌性農業，降低氣候變遷對作物生產穩定性的衝擊。

參考文獻

1. 許晃雄、王嘉琪、陳正達、李明旭、詹士樑（2024）。國家氣候變遷科學報告2024：現象、衝擊與調適 [許晃雄、李明旭 主編]。國家科學及技術委員會與環境部聯合出版。
2. IPCC (2021) Summary for policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* eds Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Pean C, Berger S, Caud N, Chen Y, Goldfarb L, Gomis MI, Huang M, & Zhou B), pp.32 Cambridge University Press.
3. Hamann E, Blevins C, Franks SJ, Jameel MI, Anderson JT (2021) Climate change alters plant-herbivore interactions. *New Phytologist*, 229, 1894-1910.
4. Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS (2003) Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30, 239-264.
5. Hummel I, Pantin F, Sulpice R, Piques M, Rolland G, Dauzat M, Christophe A, Pervent M, Bouteille M, Stitt M, Gibon Y, Muller B (2010) *Arabidopsis* plants acclimate to water deficit at low cost through changes of carbon usage: An integrated perspective using growth, metabolite, enzyme, and gene expression analysis. *Plant Physiology*, 154, 357-372.
6. Walter L, Hein R, Auge H, Beierkuhnlein C, Löffler S, Reifenhuth K, Schädler M, Weber M, Jentsch A (2012) How do extreme drought and plant community composition affect host plant metabolites and herbivore performance? *Arthropod-Plant Interactions*, 6, 15-25.
7. Seagraves MP, Riedell WE, Lundgren JG (2011) Oviposition preference for water-stressed plants in *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae). *Journal of Insect Behavior*, 24, 132-143.
8. Nikolova I, Georgieva N, Naydenova J (2014) Development and reproduction of spider mites *Tetranychus turkestanii* (Acari: Tetranychidae) under water deficit condition in soybeans *Pesticidi i fitomedicina*, 29, 187-195.
9. Chandler LD, Archer TL, Ward CR, Lyle WM (1979) Influences of irrigation practices on spider mite densities on field corn. *Environmental Entomology*, 8, 196-201.
10. Migeon A, Philippe A, Odile EG, Ruth AH, Maeva M, Ghais Z, Maria N. (2023) Climate of origin influences how a herbivorous mite responds to drought-stressed host plants. *Peer Community Journal* Vol. 3, article e44.