

草莓萎凋病及其防治

賴巧娟（助理研究員）

吳竑毅（前計畫助理）

前言

草莓為薔薇科多年生草本植物，為高經濟價值之小漿果類作物，亦具有討喜的外型與特殊之風味，因此廣受消費者歡迎。目前於臺灣 2023 年栽種總面積約 585 公頃，總產量約 7,060 公噸，總產值高達 17 億元，其中苗栗縣栽種面積約 521 公頃，約占全國九成種植面積，為全臺灣的草莓主要產區。近年來草莓主要種植品系由桃園一號（豐香）改變為香水品種，又逢全球氣候變遷日益嚴重，因此各種病害隨之發生，例如草莓葉枯病（leaf blight），草莓角斑病（angular leaf spot），草莓炭疽病（anthracnose）與草莓萎凋病（*Fusarium wilt*）皆是目前草莓的重要病害。面對新興病害與氣候變遷的雙重挑戰，農友對於病害之管理應更加積極與周全。本文對於草莓萎凋病之病徵、傳播方式與發生生態進行介紹，並提出防治方法與建議，以期農民能對萎凋病有更深入之了解。

草莓萎凋病之病原

草莓萎凋病為一種土壤傳播之真菌性病害，由尖孢镰刀菌所引起（*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*），目前世界上許多重要草莓產區國家皆有發生（如中國、美國、墨西哥、西班牙、日本、韓國等）。該病原菌為草莓專化型，因此只能感染草莓。於 2023 年美國農部與加州大學戴維斯分校的研究學者發現，發生在美國的草莓萎凋病菌具有 2 種不同的生理小種（race），先前因為 race 1

的抗病品種突然開始發生萎凋病，才發現不同專化型的病原菌，因此後續針對 race 2 的抗病育種工作就成為該地區的當務之急。尖孢镰刀菌（*F. oxysporum*）可以產生三種不同的孢子，包含大孢子（macroconidia）、小孢子（microconidia）與厚膜孢子（chlamydo-spore），其中小孢子可以於植物維管束當中移動，讓發病的草莓母株將病菌傳給子苗，而厚膜孢子則可以度過不良環境，讓病原菌在土壤中殘存數年以上。

草莓萎凋病之病徵與發生生態

在臺灣，草莓萎凋病於近 2-3 年發生嚴重（圖一），其病徵最容易觀察到的就是葉部病徵，其最先會在新長出的葉片上，出現三片小葉大小不一之畸形葉片（俗稱大小葉、歪耳朵），顏色容易偏黃綠色，葉柄縮短，葉片摸起來較硬較厚，而後畸形葉片接連出現，整株植物看起來變矮（矮化），老葉開

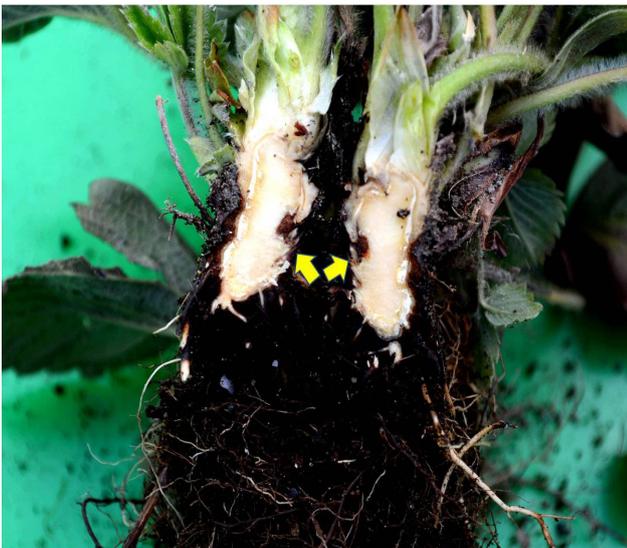


圖一、草莓萎凋病發生造成田區植株大量枯死。

始枯萎（圖二），最後整株植株只剩萎縮的新葉或是整株枯萎死亡。育苗時期若母株出現大小葉病徵，其所連接之子苗亦會出現大小葉病徵，但有時子苗之病徵較母株更容易顯現。將受感染發病之植株冠部切開，可見維管束之部分區域出現褐色壞死，較老之植株有時可見部分冠部壞死（圖三），年輕的子苗冠部病徵較不明顯。有時枯死的葉片以及與母株連接之走蔓，亦可觀察到維管束褐化之病徵。



圖二、草莓萎凋病造成新葉大小葉、老葉枯死、植株矮化等病徵。



圖三、草莓萎凋病感染之植株於冠部維管束區域出現褐色壞死之病徵。

草莓萎凋病多發生在較為炎熱的夏秋季節，常見母株換盆 1 個月後及定植後至開花結果前（約 1-2 個月）開始發病，發病的嚴重程度會隨著溫度及其他環境因子而有變化，受到萎凋病感染的植株在定植後若遇到高溫，則葉片枯死的情況會較為嚴重，反之若天氣轉冷涼，則發病會較為緩和，此乃是因為萎凋病會讓植株維管束阻塞，導致水分養分吸收受到阻礙，因此當溫度升高，水分散失較快，植株就容易出現枯萎之病徵。此外，當植株受到逆境的情況下，萎凋病也容易發生，例如種植的土壤中水分太多或太少，積水，乾旱，土壤性質較差（如有機質含量偏低，土壤被壓實，黏質土壤），土壤酸性較強（pH 5.2 或更低），植株養分缺乏或產果負荷太重，葉蟎危害嚴重等。另外，近幾年田間亦可觀察到部分施肥過量，偏施氮肥，使用未腐熟肥料之田區萎凋病發生嚴重，推測可能為施肥過量導致土壤鹽分過高致使植株根部生長不良，或使用未腐熟之肥料導致植株根部受傷，以及氮肥過多導致葉片生長過快，這些因素促使植株更容易因為氣候之變化而出現嚴重的萎凋病病徵。

草莓萎凋病之入侵感染與傳播方式

萎凋病菌主要於植物根部進行感染，一般殘存於土壤中的病原菌厚膜孢子在感受到植物的根部生長所釋放出的養分與誘導物質後，孢子會發芽產生菌絲（發芽管），於根附近生長並直接穿過根部表皮入侵到達皮質層，接著病原菌更進一步入侵木質部，並於導管內生長及產生小孢子，小孢子可以順著維管束內導管往冠部與地上部移動，小孢子在移動的過程中會卡在導管內並開始發芽產

生菌絲，又再次產生小孢子往植株更上方移動，因維管束內木質部被菌絲，孢子與植物抵抗產生之物質所堵塞，因此水分傳輸便受到阻礙，也因此出現地上部萎凋病徵，此時若草莓母株產生子苗，小孢子也會隨著維管束往子苗移動，因此也會出現母株將病原菌傳染給子苗的現象。在受到感染而衰弱萎凋的植株，維管束內的病原菌會開始感染附近組織，產生大量菌絲與孢子，最終植株死亡，病原菌回到土壤中產生厚膜孢子，進行休眠，等待下一次寄主生長時進行感染。

受萎凋病感染而死亡的殘株附近土壤，會帶有大量病原菌厚膜孢子，這些帶菌土壤也成為草莓萎凋病的主要感染來源，病土可以因器械、鞋子或其他方式被帶到鄰近田區，或是藉由水流將病土沖到其他田區，或是乾燥的土壤因強風吹拂散播到其他地方。受到汙染的田區因為一開始病原菌的數量不高，所以植株不會發病或只有零星發生，但隨著每年種植草莓，田裡的病原菌數量逐漸增加，直到某一年超過植物可以忍受的數量，便開始大面積發生萎凋病。根據美國加州大學戴維斯分校 2021 年的研究指出，若每克土中病原菌低於 100 個，受測試的感病品種草莓就不會發病，而抗病品種植在每克土高達 850 個病原菌當中仍不會發病。

草莓萎凋病之防治

草莓萎凋病可藉由土壤與種苗進行傳播，因病原菌殘存於土壤中並入侵植物維管束內部，受到感染的植物即便使用化學藥劑來殺菌，防治效果通常不理想，因此草莓萎凋病的防治便是著重在預防的措施，以下為防治的建議：

- 一、使用抗病品種：種植抗病品種是目前最有效的防治方法（圖四），但不同品種對於不同病原菌生理小種的抗性也不同，也可能會出現新的生理小種突破目前的抗病品種，因此需要不斷地投入抗病育種的工作當中。
- 二、使用健康草莓苗：萎凋病菌可藉由母株經走蔓傳給子苗，有些子苗初期病徵不明顯無法以肉眼判斷，因此使用經過驗證的健康草莓苗（例如有驗證之組織培養苗），才能避免種植到帶病原菌之植株。此方法仍須配合土壤消毒以達到最佳防治效果。
- 三、土壤消毒：萎凋病菌會以厚膜孢子的形式殘存於土壤中數年，累積數量夠多就會發病，因此連年種植草莓的田區都建議每 3-5 年或在發病植株開始越來越多時做一次土壤消毒。目前土壤消毒除了被禁用的化學藥劑外，常用的方法是太陽能 - 氰化鈣法與厭氧消毒法，兩者所適合的田區條件不同，也需抓準最佳氣候條件進行施作，才能有好的效果（例如每年梅雨過後氣溫炎熱的 6-8 月）。此外，土壤消毒須配合使用健康草莓苗與添加有益微生物
- 四、添加有益微生物：微生物之間能夠互相抑制，當土壤中的有益微生物增加時，病原菌就受到抑制，間接保護植物受到感染，常見的有益微生物有木黴菌、枯草桿菌、芽孢桿菌等。施用時務必使用健康草莓苗，於定植或換盆前即施用（保護性質），並可於土壤中添加有機質，以達到最佳效果。

五、移除病殘株並帶離田區：因病原菌存在於病葉殘株之中，隨意丟棄病殘株於田區間，會造成病原菌回到土壤當中，提高田間病原菌族群數量，增加日後發病的機會。

六、避免帶病土壤污染鄰田：農事操作之器具，手套，鞋子等會攜帶土壤，應徹底

清洗後才於鄰田進行操作。

七、降低植株逆境：挑選排水良好的田區土壤進行種植，於溫度較冷涼時進行定植，且在田間進行良好的水分與肥份管理，避免使用未腐熟的肥料，調整田區土壤酸鹼值（避免過酸），防治地上部葉蟎危害等。



圖四、種植抗病品種是最有效的防治方法，圖中為萎凋病抗病品種種植於感病品種當中。資料來源：美國加州大學戴維斯分校（網址：<https://cecapitolcorridor.ucanr.edu//index.cfm?blog-tag=Fusarium%20wilt&blogasset=17496/>）。