土壤病原生態與防治研討會專刊 142~147, 1991

台灣土傳性疫病之防治及抑病土壤

安寶貞[1] 柯文雄[2] 高清文[3]

1. 台灣省農業試驗所嘉義分所植物保護系副研究員
2. 美國夏威夷大學植病系教授
3. 行政院農業委員會技正

摘　要

安寶貞、柯文雄、高清文 1991 台灣土傳性疫病之防治及抑病土壤　植保會刊 33:142～147

經測定土壤對胞囊發芽力的影響，發現柑桔疫病菌（*Phytophthora parasitica, P. palmivora*），及甜椒疫病菌（*P. capsici*）之抑菌土壤在本省西部的分佈非常普遍，但並不一定十分均勻的分佈在同一塊田土中，有些抑菌土壤樣品之週邊土壤並不抑菌。所有已發現之 *P. capsici* 抑菌土壤均爲 *P. parasitica* 及 *P. palmivora* 之抑菌土壤，但反之並不亦然。抑菌土壤與地上部耕作物之種類，土壤之質地、顏色似無關係。大部分抑菌土壤之酸鹼值均在 pH 5.0 以下，但酸鹼值在 pH 5.0 以下之土壤並不一定是抑菌土壤。大部分抑菌土壤經 100℃蒸氣處理 15 分鐘後，仍具抑菌性。但是抑菌土壤經 KOH 調節酸鹼值在 pH 5.0～8.0 時，即失去抑菌性。二鹽基或三鹽基之單價陽離子磷酸鹽類有抑制疫病菌胞囊發芽之能力。

（關鍵字：土壤傳播，疫病，疫病菌，抑病土壤）

緒　言

台灣位於熱帶及亞熱帶，氣候高溫多溼，冬季又乏低溫來降低土壤中病原菌之密度，因而土壤病害十分猖獗。土壤傳播性疫病菌在本省之分佈非常普遍[11,21]，重要者包括 *Phytophthora parasitica, P. palmivora, P. capsici, P. cinnamomi, P. citrophthora, P. citricola, P. drechsleri, P. cryptogea* 及 *P. colocasiae*。重要之寄主包括柑桔[1,13]、木瓜[10]、鳳梨[9]、百香果[3,6]、酪梨、甜椒[5]、胡瓜[8,28]、茄子[4]、芋[14]、草莓[22]，多種花卉及觀賞植物[2,7,16,17]。

目前常用來防治作物疫病之方法，以栽培抗病品種[31]及施用化學藥劑[33]爲主。然而在本省，許多重要作物的疫病均無適當之防治推廣藥劑[12]。此外，用農藥來防治根部病害較防治葉部病害困難，乃因土壤結構、理化性質及微生物相較複雜，農藥容易被吸附或分解而無法發揮效力。同時農藥殘毒對環境造成之污染，亦爲今日之嚴重問題。故而，多年來許多植物病理學家均致力於疫病的其它防治方法之開發利用[32]，至今已有成功之實例。例如土壤填加有機質，利用抑病土壤，及其它之生物防治與耕作防治等。茲將近年來一些有關本省重要作物疫病防治之試驗結果報告於下：

化學防治（Chemical controls）

依據紀載[31]，對疫病有預防或治療效果之

農藥包括銅劑、硫磺劑、抗生素、混合藥劑及一些新開發的系統性藥劑，例如滅達樂（Metalaxyl）、Prothiocarb、福賽得（Fosetyl-A1）等。最近國外亦發現亞磷酸對酪梨根腐病有防治效果[18]。在本省正式登記於植物保護手冊，用於防治土傳疫病之藥劑亦不多[12]，包括依得利（Etridiazole）、滅達樂、福賽得、銅鋅錳乃浦（Mancozeb + oxychoride）、鋅乃浦（Zineb）、免得爛＋免克寧（Metiram + Vinclozolin）、普拔克（Propamocarb hydrochloride）及快得寧（Oxinecopper），分別用以防治胡瓜、甜椒、番茄幼苗、茄子果實、鳳梨、草莓果實、及蘭花的疫病。林及吳氏[28]亦報告鋅錳滅達樂（Redomil-MZ）對胡瓜疫病有良好之防治效果。而柑桔根腐病及其它重要作物（例如木瓜、百香果、酪梨、芋、多種花卉及觀賞植物）之疫病，目前均無防治藥劑。

近來利用稀釋平板法，將20餘種化學藥劑加入5% CV-8瓊脂（5% CV-8 agar，含5% V-8 juice，0.2% $CaCO_3$，以上兩者經1500 rpm離心5 min，2% Bacto agar）或5% CV-8蔬菜汁中，以測定各化學藥劑對疫病菌 *P. parasitica*、*P. palmivora* 及 *P. capsici* 之胞囊發芽及菌絲生長之抑制能力。結果以10 ppm之滅達樂、鋅錳乃浦（Mancozeb）、錳乃浦（Maneb）、甲基鋅乃浦（Propineb）、氧化亞銅（Cuprous oxide）、快得寧、腈硫醌銅、鋅錳波爾多、鋅錳賽得、鋅錳克絕、嘉賜銅、銅錳乃浦、1000 ppm之亞磷酸，及四—四式波爾多液對疫病菌之胞囊發芽有完全的抑制作用。而10 ppm之滅達樂、依得利、鋅錳乃浦、錳乃浦、甲基鋅乃浦、氧化亞銅、腈硫醌銅、鋅錳波爾多、鋅錳賽得、鋅錳克絕、嘉賜銅、100 ppm之亞磷酸，及四—四式波爾多液則對疫病菌之菌絲生長有抑制作用。此外，將1%或0.5%之二鹽基或三鹽基之單價陽離子磷酸鹽（例如 Na_3PO_4、Na_2HPO_4、K_3PO_4、K_2HPO_4、$(NH_4)_3PO_4$及$(NH_4)_2HPO_4$）或亞磷酸鹽填加於土壤中一至二星期，亦能降低疫病菌 *P. palmivora* 及 *P. capsici* 之胞囊發芽率（低於20%）。反之，雙價陽離子磷酸鹽（鈣或鎂之磷酸鹽）及單鹽基之磷酸鹽則無抑菌效果（未發表）。

生物防治及栽培防治（Biological and cultural controls）

利用非農藥的方法來直接增強寄主之抗病性或降低土壤中疫病菌之密度或致病力，或改變土壤環境來間接影響寄主與疫病菌之相互關係，亦能達到防治作物疫病之目的[32]。著名之例包括：柯氏[23]利用木瓜株齡對 *P. palmivora* 抗感病性反應之差異，有效的以處女土（Virgin soil）解決了夏威夷因根腐病引起之木瓜重植問題。在澳洲，Malajczak[30]報告利用填加有機質於土壤，能有效的防治由 *P. cinnamomi* 引起之酪梨及尤佳利根腐病。目前能實際應用於疫病之生物防治方法仍然很少，大部分尚在研究階段。

本省在疫病方面的生物及栽培防治研究較少，呂及高氏[4]報告利用覆蓋法可以防治由 *P. capsici* 及 *P. parasitica* 引起之茄子果實疫病，且以稻草覆蓋的效果最佳，能阻斷初次感染原與茄果之接觸。林及吳氏[28]發現經兩期水稻輪作的胡瓜病田中已無胡瓜疫病菌。而植物保護手冊中則說明，防治可攜帶疫病菌之蝸牛，可以降低木瓜果實疫病的感染率[12]。其它，如注意種苗、田間衛生、灌溉、排水及施肥問題，以減少作物疫病之發生，多記錄在一般推廣手冊中，較少有正式之試驗報告。

將接種立枯病原之酸桔幼苗根系接種柑桔疫病菌 *P. parasitica*，發現細根被疫病菌感染之百分率增高[15]。在國外亦有因複合感染而引起疫病發生，或造成疫病猖獗之實例[32]，此亦爲防治疫病時應注意的問題。

抑病土壤（Suppressive soils）

有時在感病品種、病原菌及適合發病之氣候三者均同時存在的情況下，病害並不發生[32]。偶爾亦會發現生長在某些地區的植物，其發病程度較臨近地區者爲低。在澳州，發現土壤中的生物及非生物性因子均與一些抑制 *P. cinnamomi* 的土壤有關[18,19]，抑病的森林土壤中，有機質、氮素、及可交換性鈣離子的含量均較導病土壤中的含量爲高。柯及 Nishijima[27] 發

現夏威夷存在 *P. capsici* 之抑菌土壤，抑制番茄幼苗疫病之發生。其抑病土壤的抑病因子爲非生物性，耐高溫且爲非水溶性。盧及莊氏[29]亦在本省發現數個抑制 *P. capsici* 及其引起之番茄幼苗疫病的抑病土壤，並發現抑病土壤的抑病性與土壤中可交換性鋁離子的含量正相關，與土壤之酸鹼值負相關。

近來吾人亦從不同地點，不同耕作區（包括無耕作區）採集土壤樣品。採集土壤之酸鹼值在 pH 3.0～8.9 之間，土壤質地從砂質土到黏質土，土壤顏色包括紅、黃、褐至黑色。地上部之作物種類包括果樹、旱作、水稻、蔬菜、花卉及無耕作地等。利用柯及何氏發展之方法[26]，測定疫病菌胞囊在各土壤樣品表面上的發芽率，以調查本省的抑菌及抑病土壤。胞囊發芽率在 20% 以下的被視爲抑菌土，90% 以上者爲導病土壤。400 克之抑菌土壤並混和 10 ml 的 *P. capsici* 胞囊懸浮液（每克土壤含 250 個胞囊），種植經催芽處理之甜椒種子，定期調查幼苗的發病率，以明瞭抑菌土壤之抑病性。結果至今共採集 466 處土壤樣品，其中分別有 46、86 及 77 個土壤對甜椒疫病菌 *P. capsici* 及柑桔疫病菌 *P. palmivora*、*P. parasitica* 有抑制性；而 40, 12 及 6 個土壤分別可以維持上述三疫病菌之胞囊發芽率在 90% 以上。*P. capsici* 的胞囊在大部分土壤（302 個土壤，64.8%）上之發芽率約在 60～90%。而 *P. palmivora* 及 *P. parasitica* 的胞囊在大部分土壤上之發芽率則在 60～80%。

所有 *P. capsici* 的抑菌土壤，均爲柑桔疫病菌 *Phytophthora parasitica* 及 *P. palmivora* 的抑菌土壤，但反之並不亦然。三種疫病菌的胞囊在各個土壤樣本上之發芽率大約正相關。抑菌土壤在田間之分佈並不一定十分均勻，在 46 個抑菌土壤周圍再採集之土壤中即有 10 個土壤不具抑制 *P. capaici* 胞囊發芽之能力。

在測定之 30 個具有抑制 *P. capaici* 胞囊發芽之能力的土壤樣品中，對甜椒疫病亦同樣具抑病性，但僅有 4 個抑菌土壤（採集自嘉義太保之玉米田及辣椒田，蒜頭之辣椒田，及斗南之甘蔗田）在填加疫病菌後，植株生育良好，且發病輕微。甜椒幼苗在其餘的土壤中生育較差。

所有 *P. capsici* 的抑菌土壤之酸鹼值均在 pH 5.0 以下，但低酸鹼值的土壤並不一定抑菌。抑菌土壤與地上部之耕作物無關，與土壤之色澤、質地亦無關。抑菌土壤之地上部耕作物包括辣椒、柑桔、水稻、雜糧、蔬菜、花卉、茶樹、特用作物、多種其它果樹及無耕作區；土壤之顏色則從土黃色、紅色、灰色而至褐色、深黑色；土壤質地大部分爲壤土、黏質壤土、或黏土。抑菌土壤經 100℃ 高溫蒸氣處理 15 min 後，大部分土壤仍保有强烈之抑菌性。而 5 個胞囊發芽率在 90% 以上之土壤，經高溫處理後，仍能使胞囊發芽力維持在 90% 以上。將 5 處抑菌土壤之酸鹼值以 1 N KOH 調節至 pH 5.0～10.0。結果在 pH 5.0～8.0 之範圍內，絕大部分抑菌土壤均失去抑菌能力；有些抑菌土壤在此 pH 值範圍內，甚而能使胞囊發芽率上升至 90% 以上。抑菌土壤在 pH 值 9.0 或 10.0 時又恢復其抑菌力。供試之導病土壤（採自嘉義之甘薯田，土壤之酸鹼值爲 pH 6.5）之酸鹼值調節至 pH 7.0～9.0 時，仍能維持疫病菌之胞囊發芽率在 90% 左右；但在酸鹼值上升至 pH 10.0 時，胞囊發芽率亦顯著下降（以上均爲未發表資料）。

結　論

二鹽基或三鹽基之單價陽離子磷酸鹽類有抑制疫病菌胞囊發芽之能力，在國內外尚無類似的報告發表，其原因尚待繼續探討。

抑菌土壤在田間之分佈十分普遍，約佔調查土壤樣品之 10% 左右。但同一田地之土壤抑菌性並不一定十分均勻，在重複採集之抑菌土壤中，即有多處土壤之週邊土壤並不抑菌。抑菌土壤與地上部作物種類，土壤之質地、顏色似無重要關係，但與酸鹼值有關。目前已發現之 *P. capsici* 抑菌土壤，其酸鹼值均在 pH 5.0 以下；大部份 *P. parasitica* 與 *P. palmivora* 之抑菌土壤的酸鹼值亦在 pH 5.0 以下，但酸鹼值在 pH 5.0 以下之土壤並不完全抑菌。當抑菌土壤之酸鹼值調高至 pH 5.0～9.0，即失去抑菌性，顯示大部分抑菌土壤之抑菌因子在酸鹼值 pH 5.0 以下，才有抑菌作用，但酸鹼值

並非導致土壤抑菌之主因。又抑菌土壤在100℃高溫處理15 min後，仍保有相當之抑菌能力，顯示抑菌因子可能與非生物性因子有關。在此試驗中，雖然採集到多處抑菌土壤，但大部份抑菌土壤亦抑制甜椒幼苗之生育或種子發芽，僅有四處抑菌土壤能維持甜椒幼苗之良好生長。三種疫病菌 *P. capsici*、*P. palmivora* 及 *P. parasitica* 的胞囊在各個土壤樣本上之發芽率大約正相關。且所有 *P. capsici* 的抑菌土壤，均為其它兩疫病菌的抑菌土壤，顯示此種抑菌土之抑菌性對此三種之疫病菌並不具有專一性。

吾人調查到的疫病菌的抑病土壤，其特性與柯及 Nishijima[27]氏、及盧及莊氏[29]發現的抑制 *P. capsici* 的抑病土壤的特性甚相似，均與非生物性因子有關。但各抑菌土壤之抑菌範圍與抑制因子，仍待詳加探討，以明瞭其機制。利用測定土壤之抑菌性來篩選抑病土壤，可能會漏失一些抑病但不抑菌的土壤，但此方法能在較短時間內篩選較多之土壤樣品。

填加營養分或其它物質於土壤，能改變土壤中的微生物相[24]，進而改變土壤中寄主根系與病原菌的相互關係。利用填加有機質於土壤，已有防治疫病成功之實例[30]。因此尋求適合之有機質及微生物，用於填加土壤，以達防治作物疫病的功效，亦為今後試驗之目標。

謝　辭

本文中大部分未發表之研究資料，係由行政院農業委員會及美國農部之經費補助，謹此致謝！

引用文獻

1. 安寶貞 1989 台灣柑桔之疫病。台灣省農業試驗所專刊 27:212-221。
2. 安寶貞、柯文雄 1990 花卉及觀賞植物疫病在台灣之新記錄。植物保護學會會刊 32:341（摘要）。
3. 呂理燊、李啓彰 1976 百香果疫病。植物保護學會會刊 18:286-292。
4. 呂理燊、高清文 1977 覆蓋法防治茄子果實疫病。植物保護學會會刊 19:303（摘要）。
5. 呂理燊、高清文 1981 *Phytophthora capsici* 引起之甜椒及辣椒之疫病。植物保護學會會刊 23:59-66。
6. 林益昇、張宏仁 1982 百香果根腐病及頸腐病病原菌之研究。植物保護學會會刊 24:275-276（摘要）。
7. 高清文 1978 *Phytophthora cryptogea* 引起的非洲菊根腐病。植物保護學會會刊 20(4)（六十七年年會論文摘要 p.11）。
8. 高清文、呂理燊 1977 台灣未發表的三種疫病病菌。植物保護學會會刊 19:302-303（摘要）。
9. 陳大武 1966 台灣鳳梨心腐病發生之情形、猖獗因子、病菌菌系及其藥劑試驗。植物保護學會會刊 8:203-250。
10. 黃東煌、陳大武、呂理燊 1976 台灣木瓜疫病之研究。植物保護學會會刊 18:293-308。
11. 張和喜 1983 台灣作物疫病現況。植物保護學會會刊 25:231-237。
12. 臺灣省政府農林廳 1990 植物保護手冊。台灣南投 562p。
13. Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchards in Taiwan. Trans. Br. Mycol. Soc. 82:631-634.
14. Ann, P. J., Kao, C. W., and Ko, W. H. 1986. Mating type distribution of *Phytophthora colocasiae* in Taiwan. Mycopathologia 93:193-194.
15. Ann, P. J., Ko, W. H., and Su, H. J. 1990. Co-infection of fastidious bacteria and *Phytophthora parasitica* on citrus. Plant Prot. Bull. 32:328-329 (Abstract).
16. Ann, P. J., Kunimoto, R., and Ko, W. H. 1990. Phytophthora wilt of carnation in Taiwan and Hawaii. Plant Prot. Bull. 32:145-157.
17. Chen, J. S., and Hsieh, S. P. Y. 1978. Phytophthora black rot of Phalaenopsis in Taiwan. Plant Prot. Bull. 20:161-170.
18. Coffey, M. D. 1987. Phytophthora root rot of avocado——An integrated approach to

control in California. Plant Disease 71: 1046-1052.

19. Halsall, D. M. 1982. A forest soil suppressive to *Phytophthora cinnamomi* and conducive to *Phytophthora cryptogea.* I. Survival, germination and infectivity of mycelium and chlamydospores. Aust. J. Bot. 30:11-25.
20. Halsall, D. M. 1982. A forest soil suppressive to *Phytophthora cinnamomi* and conducive to *Phytophthora cryptogea.* I. Suppression of sporulation. Aust. J. Bot. 30: 27-37.
21. Ho, H. H. 1990. Taiwan *Phytophhtora.* Bot. Bull. Academia Sinica 31:89-106.
22. Kao, C. W., and Liu, L. S. 1979. Strawberry fruit rot caused by *Phytophthora cactorum* and *P. citrophthora.* Plant Prot. Bull. 21:239-243.
23. Ko, W. H. 1982. Biological control of Phytophthora root rot of papaya with virgin soil. Plant Disease 66:446-448.
24. Ko, W. H. 1982. Effects of nutritional factors on chemical and soil microbiostasis. HITAHR Research Series 12:1-55.
25. Ko, W. H., Chang, H. S., and Su, H. J. 1978. Isolates of *Phytophthora cinnamomi* from Taiwan as evidence for an Asian origin of the species. Trans. Br. Mycol. Soc. 71:496-499.
26. Ko, W. H., and Ho, W. C. 1983. Screening soils for suppressiveness to *Rhizoctonia solani* and *Phthium splendens.* Ann. Phytopathol. Soc. Japan. 49:1-9.
27. Ko, W. H., and Nishijima, K. A. 1985. Nature of suppression of *Phytophthora capsici.* Phytophthology 75:683-685.
28. Lin, Y. S., and Wu, R. S. 1985. Ecology and control of *Phytophthora melonis* in drained paddy field. Plant. Prot. Bull. 27: 257-266.
29. Lu, S. C., and Chuang, T. Y. 1989. Nature of suppression of *Phytophthora capsici* in soils from Taiwan. Plant Prot. Bull. 31:225-237.
30. Malajczak N. 1979. Biocontrol of *Phytophthora cinnamomi* in eucalypts and avocados in Australia. p.635-652. In Soil-Borne Plant Pathogens. Schippers, B., and W. Gams. Eds. Amer. Phytopathol. Soc. St. Paul. MN. 686pp.
31. Schwinn, F, J. 1983. New developments in chemical control of Phytophthora diseases p.327-334. In *Phytophthora:* Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., S. Bartnicki-Garcia and P. H. Tsao. Eds. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul. Minn. 392p.
32. Shea, S, R., and Broadbent, P. 1983. Developments in cultural and bilological control of Phytophthora diseases. p.335-350. In *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., S. Bartnicki-Garcia, and P. H. Tsao. Eds. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul. Minn. 392p.
33. Umaerus, V., Umaerus, M., erjefalt., and Lilsson, B. A. 1983. Control of *Phytophtora* by host resistance: problems and progress. p.315-326. In *Phytophthora:* Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., S. Bartnicki-Garcia and P. H. Tsao. Eds. Amer. Phytopath. Soc., St. Paul. Minn. 392p.

ABSTRACT

Ann, P. J.[1], Ko, W. H.[2] and Kao, C. W.[3] 1990. Disease controls of soil-borne *Phytophthora* and their suppressive soils in Taiwan. Plant Prot. Bull. 33:142-147 (1. Chia-yi Agricultural Experiment Station, Chia-yi, Taiwan, R.O.C., 2. Department of Plant Pathology, University of Hawaii, Hilo, Hawaii, U.S.A., 3. Council of Agriculture, Taipei, Taiwan, R.O.C.)

When spore germination was used to assay pathogen suppression, soils suppressive to *Phytophthora parasitica, P. palmivora* and *P. capsici* were found to be widely distributed in the western Taiwan. Soil sample collected from the same general areas showed considerable variation in pathogen suppression. These three species of *Phytophthora* behaved similarly in regard to sporangial germination in most of the soils tested. The degree of pathogen suppression was not correlated with soil texture, soil color or vegetation. All of the soils suppressive to *P. capsici* and most soils suppressive to *P. palmivora* and *P. parasitica* were with pH value lower than pH 5.0. However, some soils with pH lower than 4.0 still supported more than 80% germination of sporangia of all three *Phytophthora* species. When the pH was adjusted to 6-8 the suppressive soils tested became conducive. Most suppressive soils remained suppressive to *Phytophthora* after being steamed at 100℃ for 15 min. The conducive soil became suppressive to sporangial germination when it was amended with dibasic or tribasic phosphate monovalent cation salts.

(Key words: soil-borne, Phytophthora diseases, *Phytophthora* spp., suppressive soils)