中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）40(4)：425～432（1991）

楊桃炭疽病菌之病原性及感染源[1]

段中漢　蔡武雄　杜金池[2]

摘要：楊桃炭疽病（病原菌：*Colletotrichum gloeosporioides*）爲臺灣地區楊桃栽培上最常見的病害。本病之病徵、病原菌形態、病原性及影響病害發生之因子，如溫度、感染源之來源等爲本研究探討的重點。*C. gloeosporioides* 係以分生孢子爲感染源，分生孢子之發芽及附著器形成的最適溫度分別爲16～36C及16～24C。病原菌以果實爲主要爲害對象，除造成果腐外，並於罹病部位大量產孢，成爲次生感染源的主要來源。本菌可感染各齡期的果實；此外，亦可感染葉片，但無病徵顯現，呈潛伏狀態。田間楊桃葉片及其所著生之中軸常有病原菌存活其上，其帶菌率可達 8～36%。至於存活在楊桃枯枝、落葉上的病原菌，亦有可能成爲本病之感染源。如將這些帶菌的枝、葉置於田間，則其上的病原菌可存活約20日；但若置於有遮蔽之乾燥處，則其上的病原菌可有四至五個月的存活期。接種來自番石榴、檬果、木瓜、蓮霧、葡萄及香蕉等六種作物之炭疽病菌於楊桃，亦能使其果實罹病，故其亦可能爲本病之感染源。

關鍵詞：楊桃炭疽病、病原性、感染源、殘存

楊桃爲臺灣地區常見的果樹之一，其栽培面積約二千六百餘公頃，主要分布在臺南、彰化、屏東、苗栗及臺中等縣[1]。楊桃之果實以鮮食爲主，加工次之；所以，確保果實的健康爲獲取栽培效益之先著。楊桃原產高溫多濕的熱帶地區[15]，其在本省的栽培環境亦然；加以其枝葉繁茂，適構成病害發生之有利條件。楊桃最普遍的病害問題，即爲造成果腐之炭疽病。

炭疽病菌（*Colletotrichum* spp.）係以大量的分生孢子（conidium）爲其感染源[16,18,20]，並藉雨水之飛濺作爲其主要的傳播方式[8,25]。分生孢子在寄主組織的表面需有一層水膜始能發芽[24]；發芽之後，在發芽管的前端即形成附著器（appressorium），並於其上產生侵入菌絲（penetration hyphae）以侵入組織，完成感染[4,5]。分生孢子發芽及附著器形成俱受溫度之顯著影響[6,12,22]。*Colletotrichum* spp. 對某些寄主有潛伏感染（latent infection）的現象[4,5,23]，楊桃炭疽病菌是否亦有此種現象，尚無報告述及。炭疽病菌在果樹上，多以果實爲主要爲害對象[11]，但葉片、枝條等部位亦可能是其爲害之目標[4,7,9,14]，而這些存在於枝條及葉片上的炭疽病菌亦往往成爲危害果實之感染源[10,13,14,17]。

本研究除就楊桃炭疽病之病徵及病原菌形態作一描述外，並針對影響本病發生之因子，如溫度、感染源之來源及病原菌在田間的存活方式等項進行探討。其目的除在瞭解楊桃炭疽病之發生條件，以作爲釐定其防治措施之參考外，並建立後續研究之基本資料。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1596 號　本研究承行政院農業委員會79農建—7.1—糧—73(9)計畫之經費補助，謹此誌謝。

2. 本所植病系助理、研究員及所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

菌 株

自民國七十八年七月起，分別前往臺灣各楊桃產區採取罹患炭疽病之楊桃果實，除記錄其病徵外，並以單孢分離法（single conidium isolation）分離其病原菌。分離所得之菌株均培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基（potato dextrose agar, PDA），置於有光照（1200 lux）之24C 恆溫室中；每隔三週以原菌株之單孢作更新培養。選取經柯克氏法則（Koch's postulates）確定其病原性之菌株 YL—01（分離自員林）作爲本研究之供試菌株。

溫度對分生孢子發芽及附著器形成之影響

以 YL—01菌株的分生孢子加水做成懸浮液，塗在直徑9cm 之水瓊脂平板（2% water agar）上，以促使發芽管形成附著器（appressorium）。將這些處理後的平板分置於8～36C，間隔 4 C 的定溫箱中。經24小時後，各處理之發芽率及附著器形成率均達於最高，即於顯微鏡下計數平板上的孢子發芽率及附著器形成率。每處理四皿，每皿計數200個孢子。

病原菌對不同齡期果實之病原性

於七十八年十月間，以溫室盆栽之「二林」種楊桃所結之果實爲接種材料。用不同果實長度區分其齡期，即果長2.0～4.0cm、4.1～6.0cm、6.1～8.0cm、8.1～10.0cm及10.1～12.0 cm等5種，分別代表幼果至熟果的長度。以 YL—01菌株之分生孢子懸浮液（濃度：10^5 spores/ml），藉手壓噴霧器噴至不同齡期之楊桃果實上，然後套以塑膠袋保持潮濕。三天後，取下塑膠袋，觀察病徵之產生。每處理接種四粒果實，另以噴灑無菌水之處理爲對照。

病原菌對葉片之病原性

於八十年四月間，以 YL—01菌株之分生孢子懸浮液（濃度：10^5 spores/ml）藉手壓噴霧器噴至溫室盆栽之「二林」種楊桃的葉片上，然後套以塑膠袋保持潮濕。三天後取下套袋，觀察病徵之產生。另爲求證病原菌是否已感染葉片，取接種6日後的葉片計十片，先以酒精（純度95%）消毒3分鐘後，每葉片再切取 1 ㎟大小共十片，置於 2 %水瓊脂平板上。另將噴灑病原菌孢子懸浮液後即予晾乾之葉片，以相同之消毒方法予以分離作爲對照。一週後鏡檢組織塊，以判定病原菌是否僅附在葉片表面，抑已侵入組織中。

六種果樹炭疽病菌對楊桃之病原性

以分離自番石榴（*Psidium guajava* L.）、檬果（*Mangifera indica* L.）、木瓜（*Carica papaya* L.）蓮霧（*Eugenia javanica* L.）、葡萄（*Vitis* spp.）及香蕉（*Musa sapientum* L.）等六種果樹之炭疽病菌的分生孢子懸浮液（濃度：10^5 spores/ml）分別接種溫室內盆栽之「二林」種楊桃的果實（果長8.0～10.0cm），接種後之果實均套以塑膠袋保持潮濕三日，再經三日後，記錄病徵之產生。另以噴灑楊桃炭疽病菌及無菌水之處理作爲對照，每處理均爲五粒果實。

病原菌在楊桃葉片及其中軸之分離率

由於病原菌常可自楊桃無病徵的羽狀複葉之小葉（leaflet）及中軸（central axis）上分離獲得，其並可能成爲本病之重要感染源。爲調查病原菌在楊桃葉片及中軸上的出現頻率，於七十九年十二月間分別前往東勢（Tungshih）、卓蘭（Choulan）、員林（Yuanlin）及里港（Likang）等地採取楊桃之葉片（含其中軸），攜回室內進行分離，採集所得之葉片經水洗後，每葉切取10小塊（每塊 0.3×0.3mm），複葉之中軸則分切成10小段（每段長5mm）分置於直徑9cm之水瓊脂平板上。於室溫下，經一週後，以顯微鏡檢查是否有病原菌長出。每地各分離50小葉及50根中軸。

病原菌在楊桃枯枝及落葉上的存活時間

爲探討病菌在楊桃枯枝及落葉上的存活期限，以病原菌 YL—01 之分生孢子懸浮液（濃度：10^5

spores/ml），以如前之接種方法，將其接種在田間的楊桃枝條及葉片上，再將這些接種的枝條及葉片摘下，分置於陰涼之走廊及田間二處。田間之處理係將枝條及葉片置於有孔之塑膠盆內，以避免接觸土壤，導致腐爛。這些處理的組織每隔10天各取三段（片）枝條及葉片，用同前之水瓊脂平板進行分離，以視病原菌是否存活。

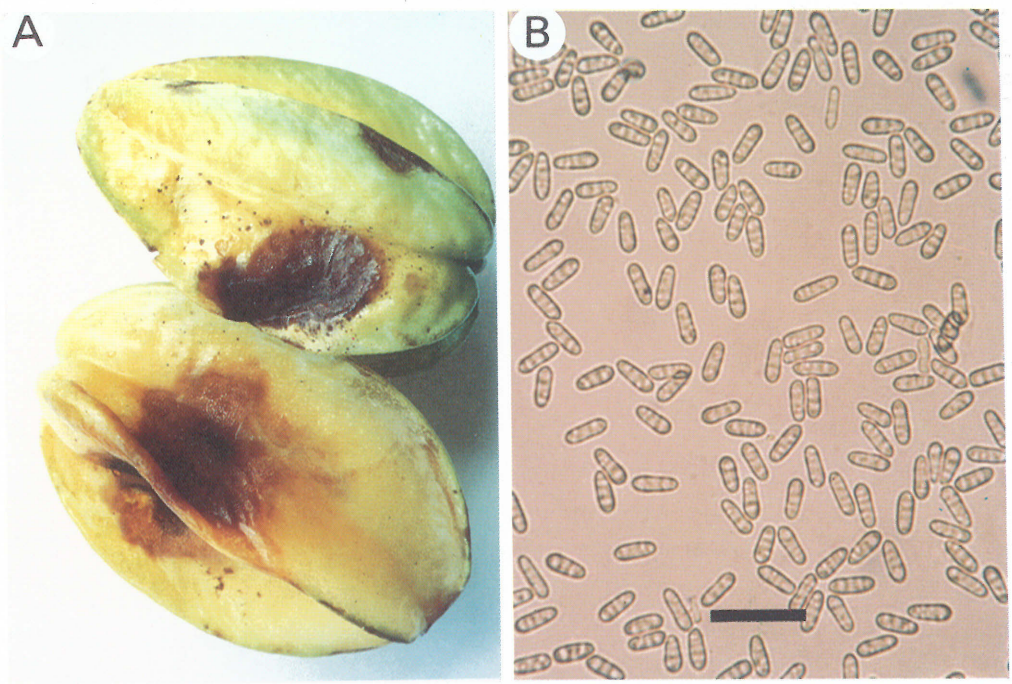
結　果

病　徵

楊桃炭疽病之病徵僅見於自然界及工人接種之果實上，其病徵可於果稜及果瓣上出現。田間發病之幼果較爲罕見，且病斑多表現在果稜上。當果實罹病初期，在果實表皮會呈現黑褐色斑點；邇後，斑點逐漸擴大，顏色亦漸加深致呈黑褐色。罹病後期，病斑會略凹陷，並在其上產生大量桔紅色的分生孢子盤（acervulus）（圖一、A），罹病果實到最後會腐爛並且易於落果。

病原菌形態

楊桃炭疽病菌在不同齡期之寄主果實及 PDA 上均僅能產生分生孢子（conidium）。病原菌之分生孢子爲無色，短桿狀，兩端鈍圓，大小爲14～（16）～20×4～（4.5）～5μm（圖一、B）。分生孢子聚生於分生孢子盤上，呈桔紅色。孢子盤並能產生剛毛（seta），但僅於楊桃果實上之孢子盤見及。病原菌在 PDA 上之菌落以灰色及灰白色之菌絲爲主體，其上著生之分生孢子的量則多少不一，部份菌株甚且完全不產生分生孢子。本菌經形態比對後，確定爲 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.[21]。



圖一、楊桃炭疽病及其病原菌：（A）果實之典型病徵；（B）病原菌之分生孢子，橫線代表30μm

Fig. 1. Carambola anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*: (A) Typical symptom on fruit: (B) Conidia of the fungus, Scale bar=30μm.

溫度對病原菌分生孢子發芽及附著器形成之影響

病原菌的分生孢子在水瓊脂平板上經8小時後，於20～36C 之處理均有50～99%之發芽率，其中在20～28C 之處理中，附著器的形成率爲2～10%。經過16小時後，16C 之處理亦有31%之發芽率，其中16～24C 有15～20%之附著器形成率。當處理達24小時，其分生孢子發芽率以16～36C 較佳，附著器形成則以16～24C 爲優。溫度在8C ，分生孢子完全不發芽；36C 時，孢子雖發芽亦不形成附著器（表一）。

表一、溫度對楊桃炭疽病菌分生孢子發芽及附著器形成之影響

Table 1. Effect of temperature on conidial germination and appressorial formation of *Colletotrichum gloeosporioides*[a]

Temperature (C)	Percentage of[b]	
	Conidial germination	Appressorial formation
8	0 d[c]	0 b
12	36 c	1 b
16	95 a	43 a
20	95 a	48 a
24	94 a	43 a
28	86 b	4 b
32	99 a	3 b
36	99 a	0 b

[a] Date were recorded 24 hours after treatment.
[b] Numbers in the columns are means of four relicates with 200 conidia per replicate.
[c] Means followed by different letters are significantly different, p=0.01, according to Duncan's multiple range test.

病原菌對不同齡期果實之病原性

病原菌之分生孢子接種不同齡期之楊桃果實，經三日後，各齡期果實於果稜及果瓣部位均產生褐色病斑，不同齡期果實所產生之病斑大小及數量亦略同。這些病斑會隨時間而擴大，且在熟果上的擴大速度較在幼果上者爲快。

病原菌對葉片之病原性

病原菌接種楊桃葉片，經連續觀察至落葉（約經一個月），均未見葉片上表現任何病徵。但將接種之葉片，任取十片，經表面消毒後，每片切取十小塊，置於水瓊脂平板上，却可於葉片獲得100%的帶菌率。但接種後葉片隨即晾乾，以同上之取樣數經酒精消毒後，即無法分離到病原菌。此表示病原菌確已侵入葉片組織，但呈潛伏狀態（latency）。

六種果樹炭疽病菌對楊桃之病原性

以番石榴等六種果樹炭疽病菌接種溫室盆栽之楊桃果實，經三日後，均可於接種之楊桃果實上出現病徵。不同果樹炭疽病菌在楊桃果實上所造成之病徵並無差別。

病原菌在楊桃葉片及中軸之分離率

根據分離結果得知，各地採集之楊桃葉片及中軸皆可分得炭疽病菌，其在葉片及中軸上的分離率爲8～36%（表二）。這些在葉片及中軸上分離所得之炭疽病菌，經形態比對及病原性測定後，均可確定爲楊桃炭疽病菌。

表二、楊桃炭疽病菌在楊桃葉片及中軸之分離率

Table 2. Frequency of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from leaves and central axes of carambola

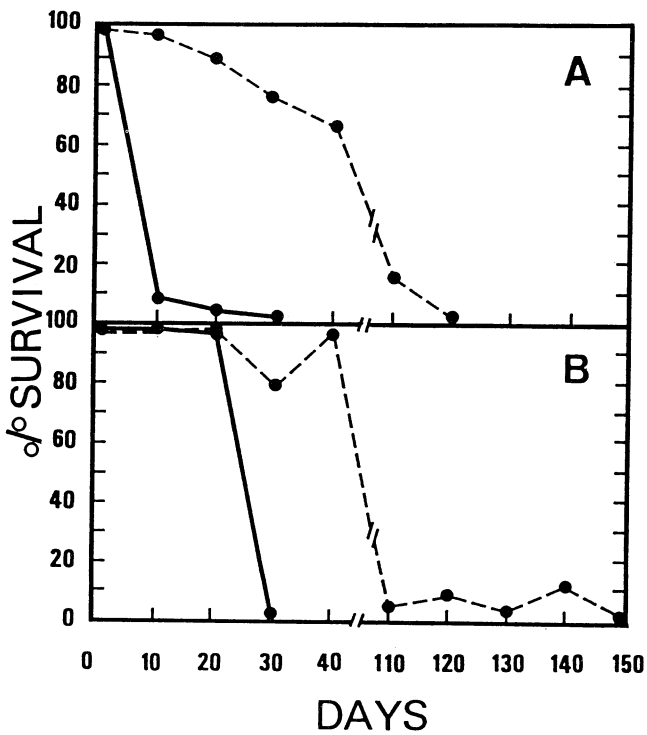
Locality	Percentage of pathogen isolated from[a]	
	Leaves	Central axes
Tungshih	8	8
Choulan	36	8
Yuanlin	28	32
Likang	32	36

[a] Numbers in the columns are percentage of leaves or central axes infected in total 50 leaves or central axes isolated.

病原菌在楊桃枯枝及落葉上的存活時間

在楊桃組織的分離過程中，可見置於水瓊脂上之組織塊產生明顯的病原菌桔紅色分生孢子盤；唯在原保存之乾燥環境下，則未見其產孢。在組織分離上所見之雜菌以 *Alternaria* spp. 最多，其次爲 *Fusarium* spp. 及 *Curvularia* spp. ，但其並不影響鏡檢之結果。

根據試驗結果得知，楊桃炭疽病菌在楊桃枯枝及落葉上的存活時間，因所置之環境而異。病原菌在枝條或葉片上，如係置於陰涼之走廊，其存活時間可長達四至五個月，但如將其置於田間，則其存活期限均不逾30日（圖二）。因此，田間之枯枝及落葉難以成爲病原菌長期的存活場所。



圖二、楊桃炭疽病菌在楊桃枝條及葉片上的存活時間；A. 枝條，B. 葉片

Fig. 2. Survival of *Colletotricum gloeosporioids* on dead twigs (A) and leaves (B) of carambola preserved in shelter (●·····●) and in field (●——●) conditions. Survival rates were measured as the percentages of recorded pieces that yielded *C. gloeosporioides*.

討 論

楊桃炭疽病菌 *C. gloeosporioides* 普遍存在於田間楊桃之葉片及葉片所著生之中軸。雖然病原菌未能使葉片及中軸產生可見之病徵，唯據本研究得知，病原菌確可對葉片造成感染，但它在組織內的存活狀態則不詳。病原菌此種潛伏而始終未顯現病徵之現象是一值得深入探討的有趣問題。而這些存在於葉片上的病原菌對此常綠果樹病害之發生，是否具有影響，端視其是否能於組織上產孢而定。

雖然炭疽病菌（*Colletotrichum* spp.）對某些果樹有潛伏感染之現象[19,23]，但據本研究之結果觀之，楊桃在人爲賦與的有利發病環境下，各齡期之果實均可產生病徵；依此觀之，本病似不具潛伏感染之現象。此與葡萄[2]、蘋果[16]、草莓[20]等作物炭疽病的感染過程類似，亦即楊桃果實生長全程均有發病之可能。至於，田間實際卻以熟果發病爲多之現象，是否與病原菌在成熟果實上的發病速度較快且產孢量亦較多有關，則尚待觀察。

由於炭疽病菌之腐生能力甚強[3]，因此，除了受感染的果實可能提供本病之感染源以外，楊桃之腐敗組織亦可能成爲病原菌存活的場所。本研究顯示，楊桃的枯枝、落葉於有遮蔽的乾燥環境下，其上的病原菌有長達四至五個月的存活期；即使暴露在田間，其亦有近一個月的存活期。因此，適當的整枝修剪並清除枯枝、落葉，對本病之防治應有其必要。

人工接種番石榴等六種果樹炭疽病菌於楊桃果實上，可以獲得與接種楊桃炭疽病菌者相同之結果，此種現象與葡萄上的情形正好相反[2]。可見不同炭疽病菌對不同寄主的病原性是一極爲複雜的問題。此種現象係導因於寄主感病性（susceptibility）之差異，或爲不同炭疽病菌病原性（pathogenicity）之差異，抑兼而有之，實值得深入加以研究。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1990。臺灣農業年報。382頁。
2. 段中漢。1990。七種果樹炭疽病菌對葡萄果實之病原性。植保會刊32：343。（摘要）
3. Baxer, A. P., Westhuizen, G. C. A. van der, and Eicker, A. 1985. A review of literature on the taxonomy, morphology and biology of the fungal genus *Colletotrichum*. Phytophylactica 17：15～18.
4. Daykin, M. E., and Milholland, R. D. 1984. Infection of blueberry fruit by *Colletotrichum gloeosporioides*. Plant Dis. 68：948～950.
5. Dickman, M. B., and Alvarez, A. M. 1983. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Plant Dis. 67：748-750.
6 Dillard, H. R. 1988. Influence of temperature, pH, osmotic potential, and fungicide sensitivity on germination of condia and growth from scloerotia of *Colletotrichum coccodes in vitro*. Phytopathology 78：1357-1361.
7. Eastburn, D. M., and Gubler, W. D. 1990. Strawberry anthracnose：Detection and survival of *Colletotrichum acutatum* in soil. Plant Dis. 74：161-163.
8. Fitt, B. D. L., McCartney, H. A., and Walkeate, P. J. 1989. The role of rain in dispersal of pathogen inoculum. Annu. Rev. Phytopathol. 27：241-270.
9. Hartman, G. L., Manandhar, J. B., and Sinlair, J. B. 1986. Incidence of *Colletotrichum* spp. on soybeans and weeds in Illinoise and pathogenicity of *Colletotrichum truncatum*. Plant Dis. 70：780-782.
10. Hartung, J. S., Burton, C. L., and Ramsdell, D. C. 1981. Epidemiological studies of blueberry anthracnose disease caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. Phytopathology 71：449-453.
11. Horst, R, K. 1979. Westcott's plant disease handbook, 4th ed. Van Nostrand Reinhold company, New York. 803 pp.
12. Ishida, S., and Akai, S. 1969. Relation of temperature to germination of conidia and appressorium

formation in *Colletotrichum lagenarium.* Mycologia 61 : 382-386.

13. Lipps, P. E. 1983. Survival of *Colletotrichum graminicola* in infested corn residues in Ohio. Plant Dis. 67 : 102-104.
14. Milholland, R. D. 1982. Histopathology of strawberry infected with *Colletotrichum fragariae.* Phytopathology 72 : 1434-1439.
15. Marton, J. F. 1987. Fruits of warm climates. Media, Incorporated. Greensboro, N. C. Xii+505 pp.
16. Noe, J. P., and Starkey, T. E. 1982. Relationship of apple fruit maturity and inoculum concentration to infection by *Glomerella cingulata.* Plant Dis. 66 : 379-381.
17. Pantidou, M. E., and Schroeder, W. T. 1955. Foliage as a source of secondary inoculum for tomato anthracnose. Phytopathology 45 : 338-345.
18. Shane, W. W., and Sutton, T. B. 1981. The *Glomerella cingulata* perfect stage and apple bitter rot. Plant Dis. 65 : 135-137.
19. Simmonds, J. H. 1965. A study of the species of *Colletotrichum* causing ripe fruit rot in Queensland. Qd. J. Agric. Sci. 22 : 437-459.
20. Smith, B. J., Black, L. L., and Gallctta, G. J. 1990. Resistance to *Colletotrichum fragariae* in strawberry affected by seedling age and inoculation method. Plant Dis. 24 : 1016-1021.
21. Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. CMI, Kew, Surrey, England. 696 pp.
22. Tebeest, D. C., Templeton, G. E., and Smith, Jr., R. J. 1978. Temperature and moisture requirements for development of anthracnose on northern jointvetch. Phytopathology 68 : 389-393.
23. Verhoeff, K. 1974. Latent infection by fungi. Annu. Rev. Phytopathol. 12 : 99-110.
24. Wilson, L. L., Madden, L. V., and Ellis. M. A. 1990. Influence of temperature and wetness duration on infection of immature and mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum.* Phytopathology 80 : 111-116.
25. Yang, X., Wilson, L. L., Madden, L. V., and Ellis, M. A. 1990. Rain splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* from infected strawberry fruit. Phytopathology 80 : 590-595.

Pathogenicity and Incoulum Sources of *Colletotrichum gloeosporioides* on Carambola[1]

C. H. Duan, W. H. Tasi, and C. C. Tu[2]

Summary

Anthracnose of carambola caused by *Colletotrichum gloeosporioides* is widespread in Taiwan. The disease symptom, morphology of the causal agent and the factors affecting the disease incidence such as temperature and inoculum sources in fields were surveyed in this study. The optimum temperatures for the conidial germination and appressorial formation were 16～36C and 16～24C, respectively. Rot symptom caused by the fungus on all growing stages of carambola fruits were found in orchard. The conidia on fruit lesions also served as the principal inoculum source of this disease. In addition, the fungus could infect leaflets and central axes of its pinnately decompound leaves of the fruit tree, although they did not show any visual symptom. The isolation rates of the fungus on these two parts were 8～36 %. The pathogen also survived on dead twigs and leaves. The longevity of the fungus on these plant debris had adout 20 days and four to five months long, respectively, if they were put under shelter and field conditions. By artificial inoculation, *Colletotrichum* spp. collected from guava, mango, papaya, wax apple, grape and banana could each cause carambola fruit rot as the pathogen did, therefore, they were also assumed to be potential inoculum sources of this disease.

key words : carambola anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, inoculum source, pathogenicity, survival.

1. Contribution No. 1596 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by grants from Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Assistant, Senior Plant Pathologist, and Director, respectively, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng 41301, Taichung County, Taiwan, ROC.