

影響稻紋枯病菌生長及菌核形成之因子¹

張義璋²

摘要 供試紋枯病菌 9 個菌株均以 28°C 為菌絲最適生長溫度。對菌核形成而言，菌株 TC41、TC44、TC87、TC96、TC105、CY83 及 F5 等以 16°C 為最適溫度，菌株 TC162 及 S21 則以 20°C 為最適溫度，在 32°C 時菌株 TC87 幾乎無菌核形成，但 TC96 則與最適溫度下所形成之菌核量差異不大。當 20°C 與 32°C 兩種溫度交替培養時，顯示 TC44 及 TC87 對高溫比其他菌株較為敏感。紋枯病菌無論菌絲生長或菌核形成之最適酸鹼度近於 pH7.0。菌絲生長對酸性比鹼性較有耐性；相反地，菌核形成對鹼性較有耐性。水份潛勢 (ψ_0) 對紋枯病菌之影響亦受溫度所左右。菌株 TC44 菌絲生長於溫度 12 至 24°C 間之最適水份潛勢為 -5.1 bars；28 及 32°C 時則為 -8.0 bars。菌株 TC96 於 12 至 20°C 間為 -3.4 bars；24°C 時 -5.1 bars；28 及 32°C 則為 -8.0 bars。菌株 TC44 於溫度 12 至 16°C 間，菌核形成最適水份潛勢為 -5.1 bars；20 至 32°C 間則為 -10.2 bars；水份潛勢低至 -34.4 bars 則無菌核形成。菌株 TC96 以 -10.2 bars 為菌核形成之最適水份潛勢；水份潛勢低至 -34.4 bars，溫度 24~32°C 環境下尚有菌核產生。

水稻紋枯病原菌為 *Rhizoctonia solani* Kühn (= *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk)，屬於 AG 1 菌絲融合羣，與其他已知之菌絲融合羣（如 AG 2, 3, 4）之形態、生理及生態特性等均有其差異性^(2,17,20)，其初次感染源、寄主範圍、侵害部位及病徵等亦不盡相同^(2,3,4,17)。前人研究，已經瞭解紋枯病菌在田間之消長情形，並確定菌核為主要初次感染源^(1,3-9,13,14)。堀氏⁽⁹⁾將紋枯病之發生分成「菌核浮上期」、「菌核漂流期」、「發病株增加期」、「發病莖增加期」、「上位葉鞘進展期」及「被害決定期」等 6 個時期，其中前 3 個時期以菌核數量為主，也就是初次感染源的密度影響發病，後面 3 個時期則受溫、濕度等環境因子影響病菌生長及病勢進展。杜及張氏^(3,4)連續兩年以菌核捕集網捕集稻田水中紋枯病菌的菌核，發現目前耕作方式下，已無堀氏所述的 6 個發病階段，而以插秧初期田水中的菌核量最多，隨之劇減。筆者等（未發表）發現分蘗期水稻紋枯病發病率與插秧初期之菌核密度成正相關。分蘗後期至抽穗期為叢間傳播期^(3,4)，主要靠交織稻葉為傳播工具，因而成熟期紋枯病發病率又與分蘗期發病率成正相關。蔡氏⁽¹⁰⁾指出其相關係數頗受氣象因子影響。田間觀察被害稻葉遇不良環境時，如濕度小造成病組織乾燥，病菌停止生長因而減緩病勢進展。由以上觀之，病菌的菌核及菌絲為紋枯病的主要感染源。高坂氏⁽⁸⁾報告紋枯病菌菌絲以 30°C 為最適生長溫度，菌核形成之最適溫度則為 28~32°C。另井上及內野氏⁽⁵⁾指出菌絲生長以 28°C 為最適，菌核形成則為 30°C。杜及張氏⁽⁴⁾則報告菌核形成最適溫度，病莖上為 20~28°C，在 PDA

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1247 號。本試驗經費承農發會 71-農建-4.1-產-12 計畫補助，本文曾獲 72 年度國科會研究獎助金，謹此一併誌謝。

2. 本所植病系助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

上則為 16°C。這些溫度上之差異，是否受菌系之影響，值得進一步探討。本研究即探討溫度、酸鹼度及水份潛勢對不同菌株之紋枯病菌生長及菌核形成之影響，期能找出培養大量菌核之條件，供生物防治可行性及其他應用研究之參考。

材料與方法

一、溫度對菌絲生長及菌核形成之影響：

為瞭解紋枯病菌菌株間菌核形成量之差異，由農試所保存之 *R. solani* AG 1⁽²⁰⁾ 中選取在 32°C 菌核形成量較多之菌株 TC96、S21、F5，較少之 TC44、TC87、TC162 及中間之 TC41、TC105 及 CY83 等共 9 個菌株為供試材料。各菌株均以 PDA 平板培養，每 2 天更新一次，連續共 3 次，使菌源維持於最旺盛活力之狀況下，然後以直徑 0.5cm 之打孔器，在菌落周圍打取菌絲圓盤，將菌絲圓盤之菌絲面朝下，平置於 PDA 平板上（直徑 9cm 培養皿注入自製 PDA 15ml），然後分別放置於 4、8、12、16、20、24、28、32、36 及 40°C 之恆溫箱中，培養 16、24、32 及 48 小時後量取各菌落大小。至於菌核形成之數目，因各菌株皆陸續形成菌核，而且相隣菌核常融合一起，難以計算其數目，故等全部成熟及穩定後，採用乾重量比較之。本試驗共進行 3 次，每次 3 重複。

二、酸鹼度對菌絲生長及菌核形成之影響：

供試菌分別選取在 32°C 形成菌核能力較多之菌株 TC96 及較少之 TC44。菌源準備與前項試驗同。供試培養基為美國 Difco 公司出品之 PDA，滅菌後以無菌之 IN 的 HCl 及 NaOH 調整其酸鹼度，成為 pH 4、5、6、7、8 及 9，培養基冷卻凝固前（約 40°C）再測 pH 值，結果分別為 4.2、5.0、5.8、6.9、8.2 及 9.0。移菌後分別置於 20、24 及 28°C 之恆溫箱中，每一處理 9 重複。pH 培養後之調查與前項試驗同。

三、滲透水份潛勢 (ψ_0) 對菌絲生長及菌核形成之影響：

供試菌株亦為 TC44 及 TC96，菌源準備與前項試驗同。本試驗分別於 12、16、20、24、28 及 32°C 等 6 種溫度下進行。供試培養基以 Difco 公司之 PDA 為基礎培養基，以 KCl 為溶質，調節 PDA 之水份潛勢 (ψ_0) 為 -5.1、-8.0、-10.2、-12.4、-14.6、-21.2、-25.6、-34.4、-47.7 及 -65.7 bars。對照之 PDA 為 -3.4 bars^(18,19)。各處理 6 重複，移菌培養後之調查與前項試驗同。

試驗結果

一、溫度對菌絲生長及菌核形成之影響：

溫度低於 4°C 或高於 40°C 時，紋枯病菌即停止生長。36°C 雖經 30 日培養，菌絲僅生長約 1mm；8°C 時多數菌株如 TC96、TC105、TC162、TC87、S21 及 F5，尚能緩慢生長，但經 30 日之培養尚無法長滿培養皿，亦未形成菌核。供試 9 個菌株均以 28°C 為最適生長溫度，而以 TC96 生長最快，28°C 溫度下培養 16 小時菌絲單向生長達 2.03cm，推算每小時生長速率為 1.27mm，各菌株生長速率如圖 1 所示。

菌核形成以 24~28°C 溫度下形成最快，約接種後 60 小時即開始有菌核形成，80 小時菌核轉為褐色。其他溫度下紋枯病菌形成菌核所需培養時間分別為：32°C 需 70 小時；20°C 需 80 小時；16°C 需 96 小時；12°C 則需 132 小時。各種溫度下，菌核均陸續地形成，至培養 3 週後即趨穩定，本試驗均於 30 日測定菌核量。除 TC162 及 S21 兩菌株以 20°C 之菌核量最多外，其他菌株均以 16°C 之菌核量最多（圖 1）。

為進一步探討溫度對菌核形成之影響，將各菌株分別培養於 20°C 或 32°C 溫度下 3 日或 15 日後，再調換溫度並繼續培養至 30 日後，調查菌核形成量。結果如表 1 所示，菌株 TC96 對溫度最不敏感；TC87 最敏感，於 32°C 溫度下培養 3 日後移入 20°C 培養時，已大幅降低菌核量，於 32°C 溫

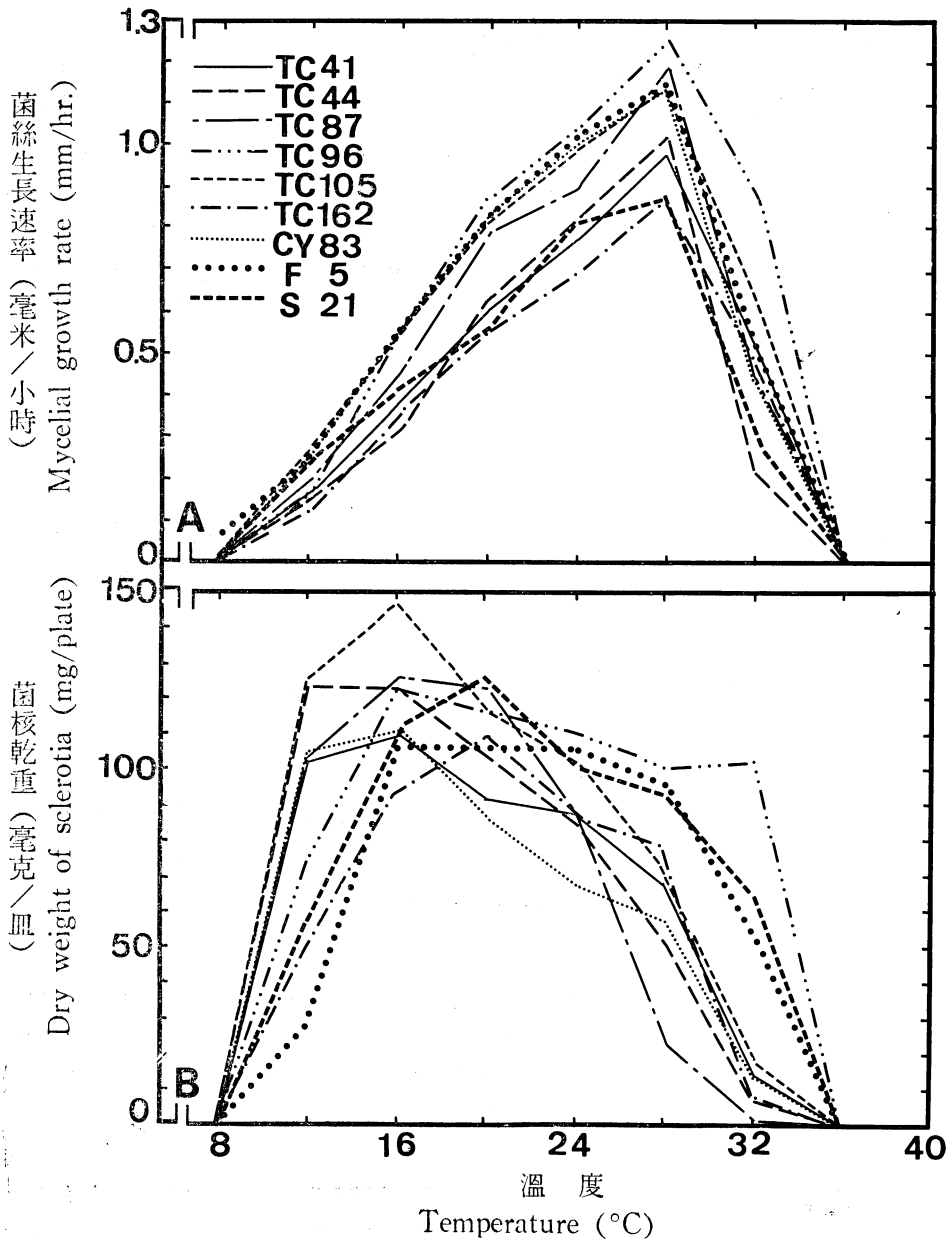


圖1.溫度對不同菌株稻紋枯病菌生長(A)及菌核形成(B)之影響

Fig. 1. Effect of temperature on mycelial growth (A) and sclerotial formation (B) of various isolates of *Rhizoctonia solani* AG 1.

度下培養15日後，再移至 20°C 培養則幾無菌核形成。

表1. 改變溫度對不同菌株紋枯病菌菌核形成之影響

Table 1. Change of temperature on sclerotial formation of various isolates of *Rhizoctonia solani* AG 1.

培養期間 ^{a)} (日數) Incubation period ^{a)} (days)		各菌株之菌核乾重 (毫克/皿) Dry weight of sclerotia produced by each isolate (mg/plate)									
20°C	32°C	TC41	TC44	TC87	TC96	TC105	TC162	CY83	S 21	F5	
3	→ 27	112.9	15.1	2.9	118.3	98.3	36.3	22.0	89.1	34.2	
15	→ 15	112.5	66.8	24.2	139.2	82.0	56.1	45.2	125.9	113.9	
27	← 3	94.1	51.8	15.6	144.6	84.0	44.6	24.0	109.1	108.3	
15	← 15	83.1	16.8	2.0	143.6	50.0	43.0	43.4	113.7	91.7	
0	30	34.3	1.8	0.0	101.9	6.9	6.2	13.6	73.3	52.7	
30	0	97.0	98.4	94.0	111.1	111.2	123.8	95.2	126.7	110.3	

a) 各菌株均培養30日

^{a)} All isolates were incubated for 30 days totally.

二、酸鹼度對菌絲生長與菌核形成之影響：

菌絲生長最適酸鹼度，兩菌株間略有差異。菌株 TC44 為 pH7.0，偏酸至 pH4.2 時其生長尚無顯著差異；但 pH 值升高至8.0時，菌絲生長已顯著緩慢。菌株 TC96 生長最適酸鹼度為 pH5.0 至6.0左右，其生長曲線與 TC44 相類似（圖2）。

酸鹼度對菌核形成量之影響亦因菌株及溫度而有差異，菌核形成量以 TC96 菌株較多，而且較不受酸鹼度之變化所影響，但鹼性較有利菌核形成。TC44 菌株受酸鹼度影響，以20及 24°C 兩種溫度下較大，28°C 時酸鹼度之影響較小，三種溫度下均以鹼性較有利菌核形成（圖2）。

三、滲透水份潛勢 (ψ_0) 對菌絲生長及菌核形成之影響：

滲透水份潛勢對紋枯病菌之影響，受溫度影響而有差異。溫度高時菌絲生長之最適水份潛勢降低。菌株 TC44 於溫度12至 24°C 間之最適水份潛勢為 -5.1 bars；28 及 32°C 時則為 -8.0 bars。菌株 TC96 於12至 20°C間之最適水份潛勢為 -3.4bars；24°C 時為 -5.1 bars；28 及 32°C 則均為 -8.0 bars。當水份潛勢低至 -47.7 bars 時，培養 3日尚未見有生長之現象（圖3）。

菌核形成能力而言，菌株 TC44 所需之最適水份潛勢與菌絲生長所需者相類似，12及 16°C 以 -5.1 bars 為最適，20至 32°C 之間則以 -10.2 bars 為最適水份潛勢，當水份潛勢低至 -34.4 bars 時，各種溫度下均未見有菌核形成。菌株 TC96 以 -10.2 bars 之水份潛勢為最適於菌核形成，當水份潛勢低至 -34.4 bars 時，在溫度24至 32°C 之間尚有菌核產生。因此，TC96 菌核形成能力對水份潛勢耐受較高（圖4）。

討論與結論

病原菌之 9 個供試菌株均以 28°C 為生長最適溫度，與井上及內野氏⁽⁵⁾報告相同，但高坂氏⁽⁸⁾報告以 30°C 為最適溫度。菌核形成之先後與菌絲生長速率相關，一般當菌絲長滿培養皿後12小時即可見菌核產生。因此24至 28°C 溫度下菌核最早形成。以菌核總重量而言，16至 20°C 為最適溫度

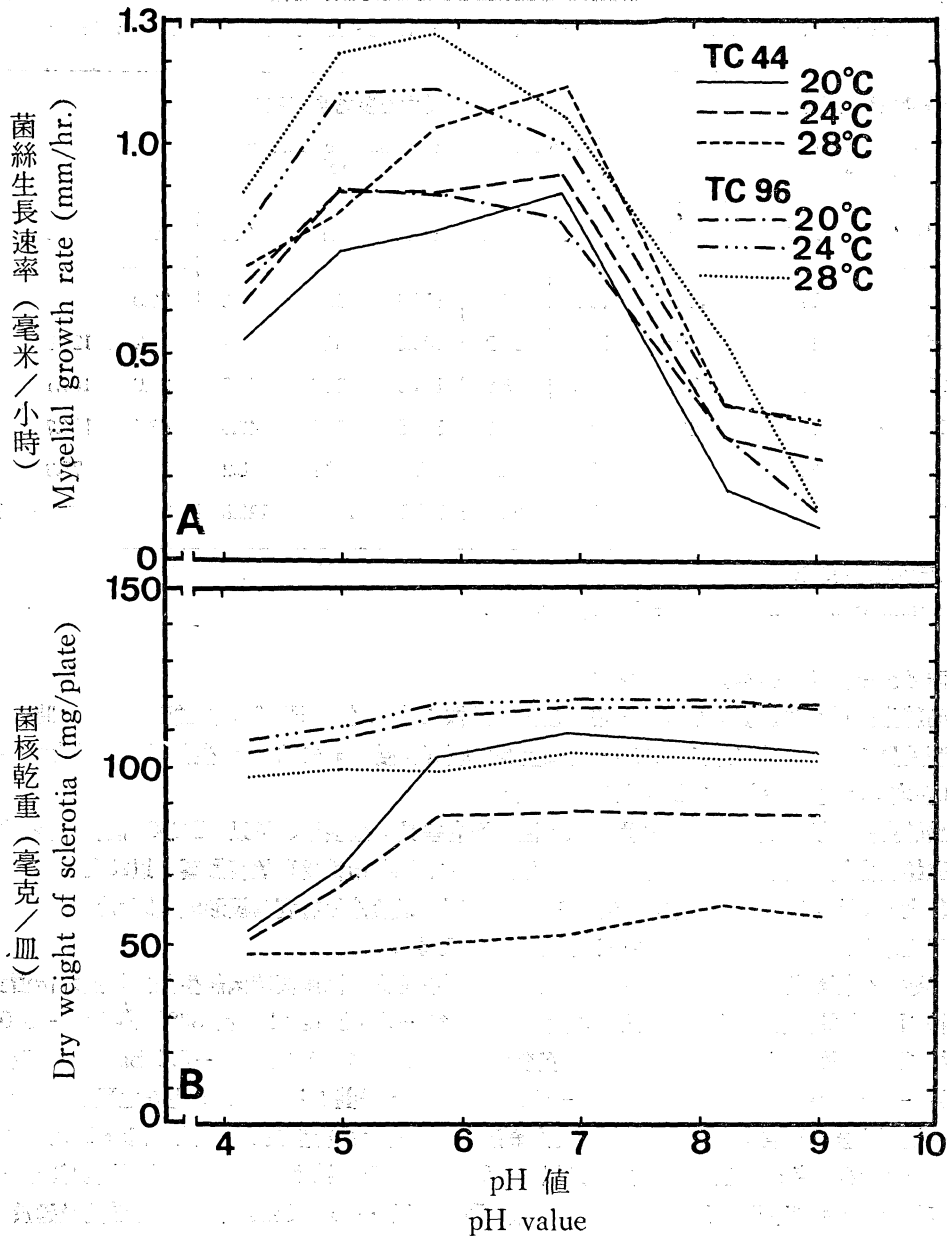


圖2. pH 值對稻紋枯病菌生長 (A) 及菌核形成 (B) 之影響

Fig. 2. Effect of pH value on mycelial growth (A) and sclerotial formation (B) of *Rhizoctonia solani* AG I (isolates TC 44 and TC 96).

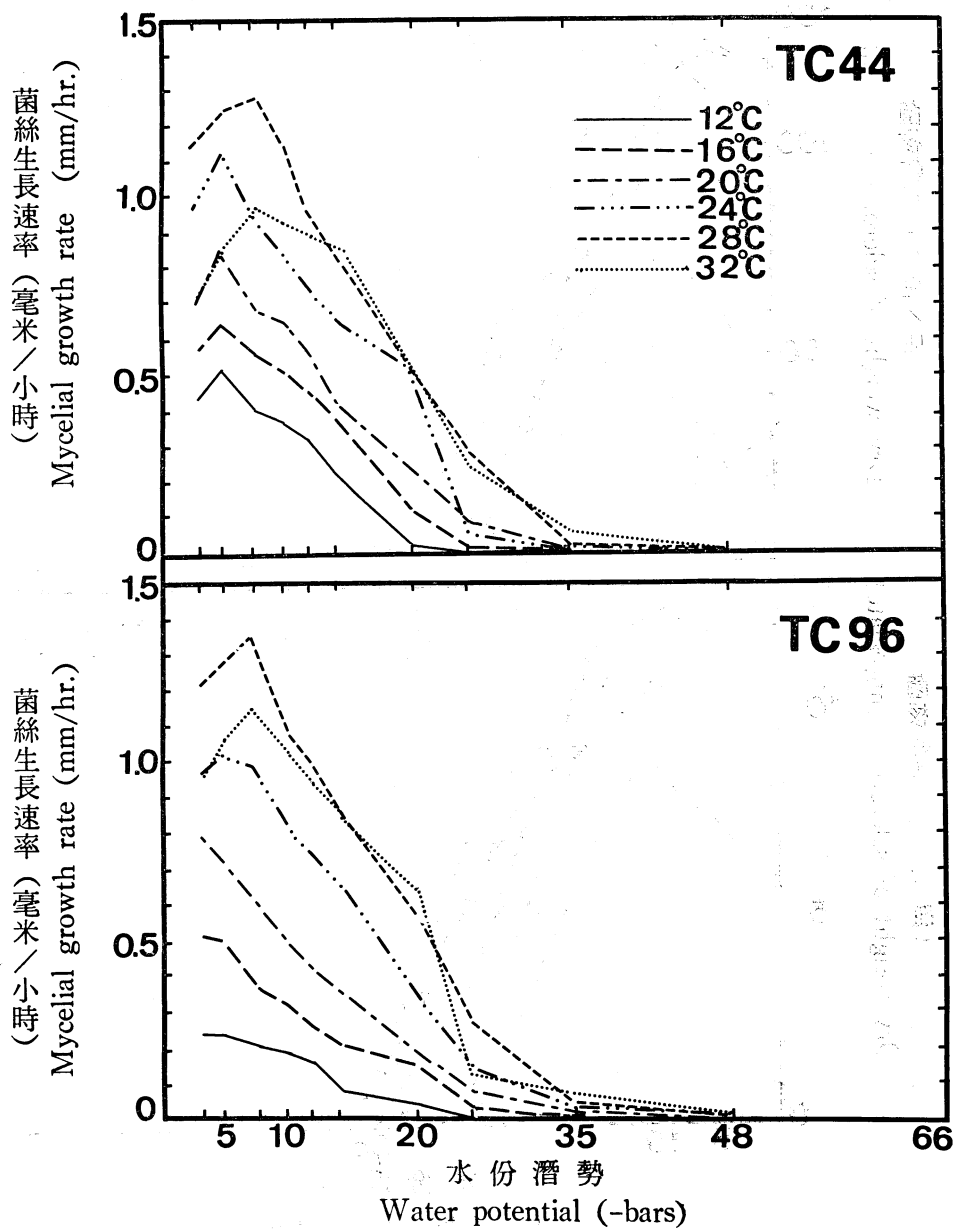


圖3. 水份潛勢對稻紋枯病菌生長之影響

Fig. 3. Effect of water potential on mycelial growth of *Rhizoctonia solani* AG 1 (isolates TC 44 and TC 96).

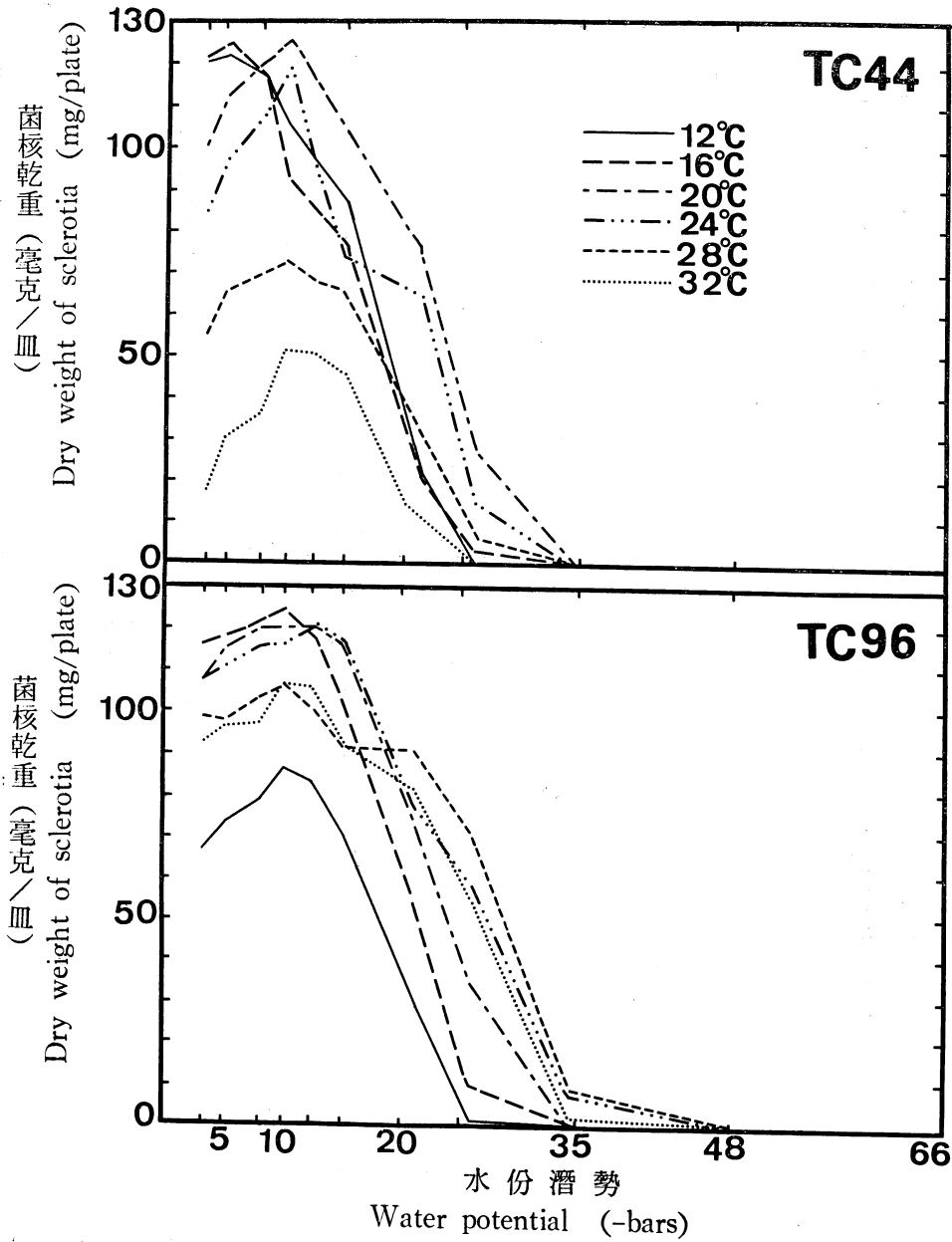


圖4. 水份潛勢對稻紋枯病菌菌核形成之影響

Fig. 4. Effect of water potential on sclerotial formation of *Rhizoctonia solani* AG 1 (isolates TC 44 and TC 96).

(圖1)。高坂氏⁽⁸⁾及井上和內野氏⁽⁵⁾分別報告菌核形成最適溫度為 30°C，井上和內野同時指出溫度高時形成之菌核較小。但據本研究進行中所發現，菌核大小與溫度並無絕對相關，反而與菌株之間較有密切關係，例如 TC96 之菌核比 TC44 形成者較小，後者之菌核又往往相融合而成一片。另由 20與 32°C 兩種溫度互調培養之結果(表1)，確知菌株間對溫度之敏感性不一，例如 TC41 在 20°C 培養 3 日或 15 日再移入 32°C 均提高菌核形成量；反之，TC87 菌核形成量則甚低。TC96 對溫度較不敏感。雖然菌核形成量與菌株有關，但各菌株之最適溫度均為 16 至 20°C 之間，28 至 32°C 時菌核形成量已大幅減少。本項結果與日本報告有異，究為研究方法不同所得之結果，抑或兩地有地域性菌株差異之存在？尚待進一步探討。

培養基的最適酸鹼度無論對紋枯病菌之菌絲生長或菌核形成均為中性，紋枯病菌在偏酸培養基上菌絲生長比在鹼性培養基上生長為快，亦即較耐酸性；菌核形成量則適得其反，鹼性比酸性培養基上之菌核量為多(圖2)。

Bruehl 和 Cunfer⁽¹¹⁾ 報告，不同菌對調整培養基水份潛勢之溶質有不同之敏感度，*Sclerotinia borealis* 在蔗糖為溶質之培養基上生長速率，比利用氯化鉀為溶質快兩倍；*Typhula idahoensis* 和 *T. incarnata* 兩種菌對鹽類和蔗糖之忍受性則表現一致。紋枯病菌對蔗糖、NaCl 及 KCl 等 3 種溶質之敏感性，本試驗之預備試驗曾測試發現三者間頗為一致，故本試驗僅以 KCl 為調整水份潛勢之溶質。紋枯病菌之最適滲透水份潛勢，受溫度提高而降低。溫度 12°C 時 TC96 菌絲生長最適水份潛勢為 -3.4 bars，但 32°C 時則降為 -10.2 bars；菌株 TC44 亦從 -5.1 bars 降為 -8.0 bars (圖3)。菌核形成亦有相同趨勢，菌株 TC44 在 12°C 以 -5.1 bars 水份潛勢時，菌核形成量最多，但 28°C 時則以 -10.2 bars 水份潛勢情形下，菌核量最多；最低水份潛勢則由 -25.6 bars 降為 -34.4 bars。相對的，菌株 TC96 菌核形成能力對水份潛勢耐受較高，在 24 至 32°C 環境下，水份潛勢低至 -34.4 bars 時，尚有菌核形成(圖4)。本結果與 Manandhar 和 Bruehl⁽¹⁶⁾ 報告 *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* 和 *Verticillium albo-atrum* 在高溫時之最適水份潛勢比低溫時為低之結論相似。相同地，Cook 和 Papendick⁽¹²⁾ 亦報告指出病菌最適生長之水份潛勢，可能因溫度之不同而有差異。Lin⁽¹⁵⁾ 報告，瞭解滲透水份潛勢對病菌生長之影響，有利於預測扁豆根腐病之發病。本試驗結果顯示紋枯病菌偏好較高之滲透水份潛勢。但田間菌核在插秧初期即附著於秧苗上，至分蘗盛期才發芽及侵入致病，這種現象除與滲透水份潛勢有關外，是否與菌核表面微生物有關？尚待進一步探討。

參考文獻

1. 吳龍溪 1971 稻紋枯病。邱人璋編 稻作病害。49~76頁。農復會出版。
2. 杜金池、張義璋 1978 *Rhizoctonia solani* Kühn 之菌絲融合羣及其對水稻之病原性。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學與流行學。263~285頁。農復會出版。
3. 杜金池、張義璋、王仲文 1979 水稻紋枯病菌之生態研究。科學發展月刊 7 (12)：1208~1219。
4. 杜金池、張義璋 1981 水稻紋枯病原菌之生態及生物防治研究。臺南農改場研究彙報第15號：1~24。
5. 井上好之利、內野一成 1963 稻紋枯病に關する研究。第1報 被害の生態および藥劑防除。指定試驗(病蟲害)第4號，136頁。山口縣農試場出版。
6. 高坂淩爾 1958 稻紋枯病の發生機構並びにその防除に關する調查研究。病蟲害發生予察資料第61號，290頁。農林省植物防疫課出版。
7. 高坂淩爾 1961 稻紋枯病に關する研究 とくに發生生態に關する實驗考察と藥劑防除法 について。中國農業研究第20號，133頁。
8. 高坂淩爾 1965 イネ紋枯病の生態と防除。日植病會報 31：179~185。
9. 堀眞雄 1967 稻紋枯病の被害予察と防除法。農業及園藝 42：1389~1392。
10. 蔡武雄 1976 稻紋枯病對水稻產量損失估計。中華植保會刊 18：106~119。

11. Bruehl, G. W. and Barry Cunfer 1971. Physiologic and enviromental factors that affect the severity of snow mold of wheat. *Phytopathology* 61 : 792-799.
12. Cook, R. J. and R. I. Papendick 1972. Influence of water potential of soils and plants on root disease. *An. Rev. of Plant Pathl.* 10 : 349-374.
13. Endo, S. 1931. Studies on the sclerotium disease of the rice plant. 5. Ability of overwintering of certain important fungi causing sclerotium disease of the rice plant and their resistance to dry condition. *Forsch. Gebiet. Pfkranh. Kyoto Univ.* 1 : 149-167.
14. Iwata, K. 1964. The number of sclerotia on the rice plants affected by sheath blight disease and the structure of hibernated sclerotia. *A. Rep. Soc. Pl. Prot. Hokuriku* 12 : 19-23.
15. Lin, Y. S. 1975. *Fusarium* root rot of lentils in the Pacific north west. Master thesis, Washington State University.
16. Manandhar Juju B. and G. W. Bruehl 1973. In vitro interactions of *Fusarium* and *Verticillium* wilt Fungi with water, pH and temperature. *Phytopathology* 63 : 413-419.
17. Ogoshi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn and their perfect stages. *Rev. Prot. Res.* 8 : 93-103.
18. Robinson, R. A. and H. R. Stokes 1949. Tables of osmotic and activity coeffecients of electrolytes in aqueous solution at 25°C. *Farad. Soc. Trans.* 45 : 612-624.
19. Sommers, L. E., R. F. Harris, F. N. Dalton, and W. R. Gardner 1970. Water potential relations of three root-infecting *Phytophthora* species. *Phytopathology* 60 : 932-934.
20. Tu, C. C. and Y. C. Chang 1978. Studies on the anastomosis group of *Rhizoctonia solani* Kühn in Taiwan. *Jour. Agric. Res. China* 27(4) : 325-343.

Effect of Temperature, pH and Water Potential on Mycelial Growth and Sclerotial Formation of *Rhizoctonia solani* AG 1¹

Yih-Chang Chang²

Summary

The mycelial growth of nine isolates of *Rhizoctonia solani* AG 1 was found best at 28 C. Isolates TC41, TC44, TC87, TC96, TC105, CY83, and F5 produced most sclerotia at 16 C and isolates TC162 and S21 at 20 C. Isolate TC 87 produced a few sclerotia at 32 C. No significant difference was observed in sclerotial formation of isolate TC96 between 12 and 32 C. Both mycelial growth and sclerotial formation of *R. solani* AG 1 were found best at or about pH 7.0. However, mycelial growth was more tolerant on low pH medium than that on high pH medium. On the contrary, sclerotial formation was more tolerant on high pH medium than that on low pH medium. The effect of osmotic water potential (ψ_0) on *R. solani* AG 1 was also affected by temperature. The best osmotic water potential for the mycelial growth of isolate TC44 was found at -5.1 bars at the temperatures between 12 and 24 C, and -8.0 bars at 28 and 32 C. For the growth of isolate TC96, the best osmotic water potential was -3.4 bars at the temperatures between 12 and 20 C, -5.1 bars at 24 C, and -8.0 bars at 28 and 32 C. The best osmotic water potential for sclerotial formation of isolate TC44 was found at -5.1 bars at 12 and 16 C, and -10.2 bars between 20 and 32 C. No sclerotium was produced at the osmotic water potential lower than -34.4 bars. Isolate TC96 produced the most sclerotia at -10.2 bars of osmotic water potential at all tested temperatures and produced a few sclerotia at -34.4 bars at the temperatures between 24 and 32 C.

1. Contribution No. 1247 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Researcher, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.