中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34(3)：323～328（1985）

麻竹銹病流行學之研究[1]

蔡阿輝　葉忠川　周立領[2]

摘要：本試驗之目的在建立麻竹銹病流行學之基本資料包括一年內之消長，病菌夏胞子發芽最適之溫度與所需的時間及存活與潛伏期，藉以了解病害發生之生態做研擬防治對策之參考。從72年1月到12月每月中旬前往雲林縣古坑鄉一選定竹園調查麻竹銹病之消長情形，結果發現一年之中均有銹病發生；若以枝條區分，靠近基部之葉片銹病最多，往上遞減；若以月份區分，則以五、六月最少，七月逐漸上升，到十月左右即達病害發生之高峰，一月枝條基部葉片開始脫落，病害逐漸減少，從一月到十二月平均葉片受害面積率爲12.8、8.4、5.3、1.9、0.2、0.6、3.0、10.3、15.8、30.4、33.9及35.8%。病菌之夏胞子在 16～28°C之間發芽均良好，但以 20°C左右最佳，夏胞子在游離水中配合適當之溫度2小時內即可發芽而且具有發芽能力者大約在12小時內全部發芽。在麻竹葉片上從接種夏胞子到產生夏胞子堆的時間約10～12天。夏胞子在室溫下存活大約三星期即失去發芽力，但若在病葉上大約可維持一個月，若將夏胞子或病葉保存在 4°C，經過二個月尚有50%之夏胞子可以發芽，因此掉落在竹園之乾葉片上的夏胞子不會存活太久，在落葉上也未發現有冬胞子，故可能不是翌年初次感染源（primary inoculum）之主要來源，而停留在新鮮葉片上之夏胞子堆，等到次年環境條件適合時即開始產胞，才是重要之感染源，同時也是發病季節裡，造成重複感染之來源，因此清除落葉可能對病害之防治沒有太大的幫助。

麻竹（ma bamboo, *Dendrocalamus latiflorus* Munro）[5]是本省重要的特用經濟作物，其用途甚多，麻竹筍是重要的夏季蔬菜，除鮮食外亦可加工製成筍乾或罐頭，麻竹筍是主要的外銷竹筍罐頭，每年賺取數千萬美元之外匯[1]，竹材、竹枝、竹葉等皆有許多用途，但是近來由於銹病之危害，造成早期落葉，引起有關機構及農民之重視，深恐影響植株之發育及竹筍之產量與品質，罹病之葉片其商品價值也大受影響。

麻竹在臺灣存在已經很久，可能因爲過去不是重要的經濟作物，栽培面積較少，銹病之發生也沒有目前嚴重，所以銹病未被重視，僅有眞菌學之鑑定，並未有植物病理學方面之研究，伊藤誠哉氏於1909年首先鑑定竹類銹病菌爲 *Uredo inflexa* Ito., 1928 年澤田兼吉氏[3]認爲麻竹銹病菌爲 *Puccinia inflexa* Hor. ex Fujik.，澤田兼吉氏[4]於1925至1941年從本省各地所採集之綠竹（*Bambusa oldhami* Munro.）、鳳凰竹（*B. floribunda* Zoll.）、麻竹（*Dendrocalamus latiflorus* Munro.）、刺竹（*Ischurochloa stenostachya* Nak.）之銹病菌均鑑定爲 *Uredo inflexa* Ito.，陳氏[2]則認爲麻竹銹病菌是 *Dasturella divina* (Syd.) Mundk. & Khes.，而 *Uredo inflexa* 與 *Puccinia inflexa* 均爲 *D. divina* 之同種異名（synonyms）。

本研究之目的在建立麻竹銹病流行學之基本資料包括一年內之消長，病菌夏胞子發芽最適之溫度與所需之時間及存活與潛伏期，藉以了解病害發生之生態做爲研擬防治對策之參考。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1235 號。

2.本所植病系助理、副研究員及前助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

材料與方法

一、病害消長調查：

從72年1月到72年12月，在麻竹主要產區——雲林縣古坑鄉，選定一個竹園做調查，在該竹園選定十叢做爲固定調查點，每月十五日前往調查一次，第一次調查時，在每一叢選取生長正常具有代表性之新生枝條五個並加以標示，以後每次調查時即固定這五個枝條，調查時比照加拿大農部出版之植物病害受害面積標準圖[6]，以目測法記載每個葉片上之病斑面積。

二、溫度對夏胞子發芽之影響：

從病葉上收集新鮮之夏胞子，以含有展着劑（Tween-80, 100ppm）之蒸餾水製成胞子懸浮液(濃度爲 2×10^4個胞子／ml)，然後將懸浮液均勻散佈在 1.5%之水洋菜（Water ager）平板上，分別放置在12，16，20，24，28，32及 36°C 之恆溫箱內，經過24小時後，以顯微鏡檢查夏胞子之發芽百分率並測量發芽管長度，每個溫度處理5個重複，每個重複計算 200個胞子，當發芽管長度爲夏胞子直徑之一倍半時即視爲發芽。

三、夏胞子發芽所需之時間：

從前項試驗選取最適合夏胞子發芽之溫度，依上述方法做發芽試驗，每隔兩小時觀察一次，觀察時先以乳酚液之棉藍溶液（lacto-phenol cotton blue：含 lactic acid 20ml；glycerol 20ml；phenol 20ml；distilled water 20ml；cotton blue 50mg）固定，然後在顯微鏡下計算發芽率，總共觀察12次，五重複，每重複計算200個夏胞子，藉以探討達到最高發芽率所需之時間。

四、潛伏期之探討、

爲避免重複感染及外界胞子之汚染，試驗採用離葉法[9]在實驗室以大型培養皿（直徑15cm）進行，首先由植株採得未經感染之新鮮葉片，將之置於培養皿內，培養皿事先經過消毒並且放置一薄層棉花，上面再加上一層濾紙（Whatman No. 1），然後以無菌水濕潤。從病葉上收集新鮮夏胞子，以前述方法製成胞子懸浮液，以噴霧法接種於上述之葉片，最後將培養皿置於實驗室操作枱上，室溫18～28°C，以觀察病勢之發展情形。

五、夏胞子存活試驗：

將病葉置於密封之塑膠袋內，另外從病葉收集之新鮮夏胞子則裝入有蓋之試管中，兩種材料各一部份保存在 4°C 之恆溫箱內，另一部份則置於實驗室內，室溫爲 18～28°C，每隔7天取出部份樣品仿前述方法做發芽試驗，於 20°C 經過12小時後觀察夏胞子發芽情形，以確定夏胞子之死活。

結果與討論

一、病害消長調查：

調查結果如表一所示，麻竹銹病一年內任何時期均有發生，但每月份有輕重之別，在同一枝條上靠近基部之葉片，因爲暴露在大自然之時間較長，所以發病都比較嚴重，而頂端之心葉則受害較輕，從一月到十二月其葉片受害面積率分別爲12.8，8.4，5.3，1.9，0.2，0.6，3.0，10.3，15.8，30.4，33.9及35.8%。四月份植物開始產生新葉，這些新生成之葉片到五月份時尚未顯現病徵，所以一年內以五月份之銹病最輕，每個枝條以6～8個葉片居多，少數枝條有9個葉片，只有基部2～3個葉片有銹病而且只是輕微發生，此時已開始出筍但量不多。六月份每個枝條有8～9個葉片，但以8片者居多，基部4～5個葉片有銹病，但不嚴重約佔1～2%，產筍量增多。七月份每個枝條約有8～10個葉片，少數枝條有10～12個葉片，銹病比六月份增加很多，基部葉片發病面積率約爲4～7%，只有頂端2～3個心葉未出現病徵，極少數之枝條上的葉片已全部被感染。八月份由於在七月下旬韋恩颱風侵襲，吹落許多葉片，因此每個枝條約有5～6個葉片，若未被吹落者亦有9～12個葉片，銹病比七月份更加嚴重約爲9～20%，並已進展到頂端心葉。九月份因爲無颱風來襲，加上氣溫高雨水多

，產生許多新葉片，每個枝條大都有10個葉片以上，亦有14～16個葉片者，靠近基部之葉片銹病已有25～35%左右，因爲早晚氣溫已較涼爽，濕度又大，很適合於銹病之發生與傳染。十月份新葉生長已趨緩慢，每個枝條約有7～12個葉片，但亦有15片者，靠近基部葉片銹病病斑面積率達已45～50%，達銹病發生之最高峯，唯心葉病斑面積率仍在1%左右。十一月份植株生長近於停止，本月五日停止收購竹筍，農民自行加工處理，開始砍除老株留新株，所砍除之老株若有葉片大者農民大都採收晒乾後出售做爲包粽子之用，本月份每個枝條有8～12個葉片，但亦有14～15片者，靠近基部銹病約爲50%，心葉約爲2～3%。十二月份新葉生長近於停止，心葉之銹病亦達8～10%，另外新株之葉片已受感染，一個枝條上有四分之三以上之葉片銹病超過30%。一月份銹病看來比十二月份輕，這是因爲基部受感染之葉片脫落之故，故每個枝條只剩7～9個葉片，基部葉片之銹病約爲25%，心葉約爲2～5%。二月份又有一部份葉片脫落，每個枝條只剩6～8個葉片，基部銹病約在10～20%，心葉爲2～4%，越冬之病斑已有少量新鮮夏胞子產生，準備感染新生葉片。三月份之情形與二月份相似，但有些枝條有一個新葉產生而且因爲基部葉片脫落，所以銹病顯得少些。四月份新葉之生長更多，而且均未出現病徵，所以銹病又形減少。

麻竹銹病大約從七月開始大量發生，所以要施藥防治的話，此時爲最佳之時機，太早施藥則造成浪費，太晚施藥則不易收到防治的效果。因爲銹病造成落葉之時間與植株之休眠期相同，所以有些農民認爲落葉是自然的生理現象，至於銹病所造成之落葉是否會影響當年或翌年之出筍量，如果有影響，究竟有多大，這些都缺乏實驗之結果來證明，如果用人工以化學藥劑來防治，由於多年生植株高大施藥不易恐難收效，又因竹筍豐產時價錢便宜，是否合乎經濟防治之原則亦有待商榷，但是受銹病感染後將降低葉片做爲包粽子用途之商品價值是無可懷疑的，因此局部施藥以獲得優良品質之粽葉或許有其經濟價值。

表一：麻竹銹病1983年消長調查結果（雲林、古坑）

Table 1：The incidence of ma bamboo rust at Kukeng, Yuinlin in 1983

葉序** leat position	月份 month											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	25%*	15	10	5	1	2	5	20	35	50	50	50
2	20	15	10	5	1	1	5	20	30	48	50	50
3	20	10	8	4	0	1	5	15	30	47	50	50
4	15	10	5	1	0	1	4	15	20	45	45	50
5	10	5	3	0	0	0	4	10	15	40	45	45
6	5	3	1	0	0	0	3	10	15	35	40	45
7	5	1	0	0	0	0	3	5	10	30	35	40
8	2			0	0	0	1	5	10	20	35	30
9						0	0	2	5	20	30	30
10							0	1	3	15	20	25
11									1	10	5	10
12									1	5	2	5
平均(%) Average	12.8	8.4	5.3	1.9	0.2	0.6	3.0	10.3	15.8	30.4	33.9	35.8

*：葉片受害面積百分率（十叢五十個枝條之平均值）
Percentage of leaf area covered with uredia (average of 50 branchlets)

**：從枝條基部算起
from stem-end to the tip-end.

二、溫度對夏胞子發芽之影響：

表二爲麻竹銹病菌夏胞子在各種溫度下發芽及發芽管生長的情形，結果顯示麻竹銹病菌之夏胞子在 16～28°C 之範圍內發芽良好，但以 20°C 最好，其發芽管生長之適合溫度與發芽之適合溫度相同，由於麻竹銹病發生嚴重之季節裡，早晚濕度較大時之氣溫正好與夏胞子發芽之溫度相配合，所以造成重複感染與大量危害，冬季若有寒流來襲，早晚氣溫會降到 10°C 以下，因爲夏胞子在此溫度條件下不易發生侵入，所以銹病之發生較少。

表二：溫度對麻竹銹病菌夏胞子發芽之影響*

Table 2: Effect of temperature on the uredospore germination of ma bamboo rust

	溫 度 Temperature (°C)						
	12	16	20	24	28	32	36
發芽百分率 (%) Percent germination	7	74	84	76	68	4	0
發芽管長度 (μ) Length of germtube	120	483	587	519	272	7	—

*在1.5%水洋菜平板經過24小時後之觀察結果，每處理5重覆，每重複觀察200個夏胞子之平均值。
Experiments were conducted on 1.5% water agar plate for 24 hr. with 5 replicates. Two hundred spores were counted for each replicate.

三、夏胞子發芽所需時間：

表三結果顯示，夏胞子在最適合於發芽之溫度下，2小時即開始發芽，而在12小時左右即達最高之發芽率約爲86%，即使4小時也有55%，因爲夏胞子堆所釋放的夏胞子數量很多，因此即使只有二分之一的夏胞子獲得良好之發芽與侵入也就足以造成相當程度之危害。

表三：不同時間麻竹銹病菌夏胞子之發芽百分率*

Table 3: Uredospore germination of ma bamboo rust at deiffernt times at 20°C

	時 間 Time (小時 hr.)											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
發芽百分率 (%) Percent germination	27	55	75	79	82	86	83	84	87	86	87	87

* 在1.5%水洋菜平板測試結果，每處理5重複，每重複觀察200夏胞子，試驗在攝氏 20°C 之恆溫箱進行。
Experiments were conducted on 1.5% watre agar plates and incubated at 20°C with 5 replicates. Two hundred spores were counted for each replicate.

四、潛伏期之探討：

本試驗初步用離葉法在培養皿內進行接種試驗之結果顯示在室溫 (18～28°C) 下，經過5～6天即可看見退綠色隆起之病斑，10～12天夏胞子堆即發育完全並產生夏胞子。

五、夏胞子存活試驗：

表四結果顯示若將夏胞子保存在室溫下，其存活力不會超過三星期，因爲二星期後發芽率即降到30%以下，三星期後幾乎完全失去發芽能力，但在病葉上之夏胞子保存在室溫時經過四星期後，還有大約40%之夏胞子可以發芽，這是因爲早期葉片仍未死亡，足可維持病菌之生存到一星期左右，而後發芽率才開始下降，若將病葉或夏胞子在 4°C 之冰箱冷藏保存，則在十週以後，夏胞子還有50%左右的發芽率，以上之結果和一般其他之銹病菌相似，夏胞子在室溫條件下存活約只有三星期，而冷藏

可以保存其活力到數月之久[7,8]，因此掉落在竹園之乾葉片上的夏胞子不會存活太久，可能不是第二年重要的初次感染源（primary inoculum）之來源，而停留在新鮮葉片上之夏胞子堆，等到翌年環境條件適合時即開始產胞，才是重要之感染源，同時也是發病季節裡，造成重複感染之來源，因此清除落葉可能對病害之防治沒有太大的幫助。

表四：麻竹銹病菌夏胞子存活試驗*

Table 4: Survival tests of uredospores of ma bamboo

保存條件 Storage condition	保存時間（週）Storage time in week										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
室溫Room temperature, 18～28°C											
試管 in test tube	84%	75	29	1	0						
病葉 in diseased leaves	84	83	20	13	38	1	0				
冰箱 Refrigerator, 4°C											
試管 in test tube	84	71	69	70	69	70	67	67	49	43	40
病葉 in diseased leaves	84	83	85	76	73	69	66	67	55	53	48

*夏胞子取出後在1.5%水洋菜平板做發芽試驗，經 20°C，12小時，每處理5重複，每重複計算200個夏胞子，求其平均發芽率。

Experiments were conducted on 1.5% water agar plates with 5 replicates. The plates were incubated in a incubator at 20°C for 12 hrs. Two hundred spores were counted for each replicate.

引用文獻

1. 任憶安。1984，本省麻竹生產之經濟分析。省林試所試驗報告第414號
2. 陳瑞青、胡蝶蘭、小山鐵夫。1980，臺灣禾本科植物銹病之初步調查。Taiwania 25: 1-17。
3. 澤田兼吉。1928，臺灣產菌類調查報告，4：57。
4. 澤田兼吉。1941，臺灣產菌類調查報告，9：141。
5. 蔡雲鵬、孫守恭、簡錦忠。1929，臺灣植物病害名彙，植保學會出版404 pp.
6. James, W. C. 1971. A manual of assessment keys for plant diseases. Canada Department of Agriculture.
7. Imhoff, M. W., C. E. Main, and K. J. Leonard. 1981. Effect of temperature, dew period, and age of leaves, spores, and sources of pustules on germination of bean rust uredospores. Phytopathology 71: 577-583.
8. Yeh, C. C. 1981. Rust and purple seed stain of soybeams. PhD. Thesis, University of Illinois. 103pp.
9. Yeh, C. C. 1983. Physiological races of *Phakopsora pachyrhizi* in Taiwan. Jour. Agr. Res. China 32: 69-74.

The Epidemiology of Ma Bamboo Rust[1]

A. H. Tsai, C. C. Yeh and L. L. Chou[2]

Summary

Due to the intensive and extensive culture of ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) in the recent decades, rust of ma bamboo has become a disease of economic importance in Taiwan. Informations of this disease in the literatures were mycological studies such as host range, identification and morphological description of the causal organism without any pathological or epidemiological research. We report the incidence of ma bamboo rust in a year, the effect of temperature and time on the germination, the survival and the growth of germ tube of uredospores, and the incubation period of ma bamboo rust on the detached leaves. Observations were made in a ma bamboo field at Kukeng, Yuinlin County where ma bamboo is a major crop. Five labeled branchlets each of the ten randomly selected bushes were observed leaf by leaf once a month in the middle of every month in 1983. A standard key of cereal rust was used to assess, by naked eyes, the percentage of ma bamboo leaves covered with rust lesions. Mean percentage of the 50 branchlets were recorded with 12.8, 8.4, 5.3, 1.9, 0.2, 0.6, 3.0, 10.3, 15.8, 30.4, 33.9, and 35.8% of rust lesions from January through December, respectively, and the severity of the leaves on a branchlet decreased gradually from stem-end to the tip-end. Fresh uredospores from infected leaves were used to prepare suspension (ca. 2×10^4 spores/ml) for inoculation and germination tests. Germinations were conducted on 1.5% water agar plates at various temperature regimes and times. The optimal temperatures for germination and growth of germ tube were observed between 16 and 28°C with a maximum at 20°C. Uredospores germinated within 2 hours at 20°C and reached to the highest percentage of germination in about 12 hours. The incubation period of the disease on the detached leaves were recorded 10 to 12 days in petri plates at room temperatures (18–28°C). Uredospores lost their viability drastically at room temperatures. However, if they were stored at 4°C, about 50% of the uredospores were still able to germinate after 8 to 10 weeks. Therefore, we consider the uredospores in the diseased leaves falling on the ground are not important source of inoculum for the epidemics of the following year. Collecting and burning of the diseased leaves on the ground may give little help for the control of ma bamboo rust in the field. No teliospore formation was observed during the course of this study.

1. Contribution No. 1235 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI).

2. Assistant, Associate Plant Pathologist, and former Assistant, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng 431, Taichung, Taiwan, ROC.