

氣象因素對水稻紋枯病發生之影響

蔡金川 漆匡時 姚銘輝 蔡財旺 梁連勝 張義璋 杜金池

臺灣省農業試驗所

摘 要

將台中秈 10 號及台農 67 號秈稈稻各一個品種，於台灣省農業試驗所試驗農場進行試驗，以瞭解氣象因素對水稻紋枯病發生之影響。第一、二期作水稻紋枯病之發生，大致自孕穗期開始隨著生育期的後移逐漸升高。台農 67 號及台中秈 10 號的第一、二期作各在糊熟期與黃熟期達到高峰，而其被害度，及成熟期因感病而引起的減產率，第二期作皆高於第一期作。第一期作各生育期前 4 日至 7 日之積算氣溫、積算日射量及風速與被害度出現正相關關係，唯積算氣溫與被害度呈現顯著性之正相關，相對濕度與被害度形成負相關，但無顯著性。而第二期作各生育期前 3 至 7 日之積算氣溫、積算日射量及相對濕度與被害度呈現負相關關係，亦是積算氣溫與被害度之負相關達到顯著性水準。各生育期前 5 日至 7 日之平均風速與被害度之間，反而出現正相關，但無顯著性。經統計分析，第一期作之氣溫與紋枯病被害度之關係，台農 67 號與台中秈 10 號分別為 $Y = -111.80 + 1.25X$ ，及 $Y = -105.34 + 1.19X$ ，(X 為各生育期前 4 日之積算氣溫，其範圍為 $83.6^{\circ}\text{C} \sim 105.7^{\circ}\text{C}$)；而第二期作氣溫與被害度兩者之關係，台農 67 號及台中秈 10 號各為 $Y = 108.54 - 1.29X$ 與 $Y = 119.88 - 1.38X$ ，(X 為各生育期前 3 日之積算氣溫，其範圍是 $66.0^{\circ}\text{C} \sim 81.5^{\circ}\text{C}$)。

關鍵詞：氣象因素，水稻紋枯病，分蘗期，孕穗期，抽穗期。

Effect of Climatic Elements on the Occurrence of Sheath Blight in Rice

Jin-Chuan Tsai, Kung-Shy Chi, Ming-Hwi Yao, Tsai-Wang Tsai, Lien-Sheng Liang, Yih-Chang Chang and Chin-Chyu Tu (Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-feng, Taichung, Taiwan, ROC)

ABSTRACT: Rice varieties Tainung 67 (Japonica) and Taichung Sen 10 (Indica) were grown under natural conditions at the experimental field of Taiwan Agricultural Research Institute at Wu-feng, Taichung to investigate the influence of climatic elements on the occurrence of sheath blight in rice. Both varieties in both crop seasons began to be infected by the sheath blight disease at booting stage and the disease severity increased progressively thereafter. Both varieties reached the highest disease incidence at dough ripe stage and yellow ripe stage in the first and second crop season, respectively. Both the disease incidences at dough ripe stage and yellow ripe stage and the yield reduction were higher in the second crop season than those in the first crop season. The accumulated air temperature, accumulated solar radiation and wind speed during 4-7 days prior to each growth stage showed in the first crop season a positive correlation with disease incidence. A significant positive correlation between the accumulated temperature and disease incidence were found at all stages. On the contrary, the accumulated air temperature during the period of 3-7 days before each growth stage in the second crop season showed a significant negative corre-

lation with disease incidence. The degree of disease incidence(Y) in relation to the accumulated air temperature(X) during 4 days before each growth stage was derived as the following expression for the first crop season: $Y = -111.80 + 1.25X$ and $Y = -105.34 + 1.19X$ in Tainung 67 and Taichung Sen 10, respectively. In the second crop season, the degree of disease incidence in relation to the accumulated air temperature was expressed by the following formulae: $Y = 108.54 - 1.29X$ in Tainung 67 and $Y = 119.88 - 1.38X$ in Taichung Sen 10. X stands for the accumulated temperature during 3 days before each growth stage.

Key words: Climatic elements, Rice sheath blight, Tillering stage, Booting stage, Heading.

前 言

紋枯病為水稻主要病害之一，常因密植多肥等栽培因素，致使此病的發生更有增加的趨勢（堀，1967）。據台灣省政府農林廳報告（1960～1989），以往臺灣水稻紋枯病主要發生於第二期作。但民國55年第一期作紋枯病發病面積遽增為47,656公頃，達栽培面積之14%。從此以後，兩期作稻紋枯病之發病面積率互有多寡。每期作防治稻紋枯病之面積甚廣，自1963年至1989年26年間之平均，第一期作平均270,516公頃，第二期作平均411,399公頃，花費不貲。但兩期作稻紋枯病之發病面積率未曾再低於10%；第一期作最高為58年之32.3%，最低為71年之11.7%；第二期作最高為57及58年之23.5%，最低為67年之11.3%。由此可見，第一期作的發病面積亦有超過第二期作，這與過去的情況相違，稻紋枯病的研究者該探討其究竟，則稻紋枯病已儼然成為臺灣經常性之水稻重要風土病。

稻紋枯病的發生受環境條件的影響亦複雜，羽柴等（1982）認為本病的發生經過與環境因素、氣溫、濕度及稻之感受性有關。本研究將要探討氣溫、濕度、日照及風速等氣象因素與紋枯病發生之關係，因紋枯病的發生及進展受氣象條件的影響而變動，所以有必要瞭解不同年份的氣象模型（pattern）與紋枯病發生的關係。此研究報告為82年一年中之氣象因素對水稻各生育時期紋枯病發生之影響，並探討因紋枯病的發生而引起的減產率，擬日後能建立紋枯病預測模式，以有效防治此病的發生。

材料與方法

稻品種及栽植方法：將臺中秈10號與臺農67號秈稈稻各一品種，在第一、二期作於臺中縣霧峰鄉台灣省農業試驗所試驗農場進行試驗。第一、二期作之插秧日期分別在1993年2月19日及8月4日。移植時之行株距為30×15cm，採多本植，小區面積為22.5m²，每品種重複四次，採逢機完全區集設計。肥料（N:P₂O₅:K₂O）用量在第一期作為134:58:54Kg ha⁻¹，第二期作為122:45:51Kg ha⁻¹；水稻生育期不以任何人工方法，包括藥品，防治紋枯病，其他栽培管理依一般慣行法行之。

氣象因素水稻生育季節第一、二期作，自82年1月至12月觀測氣溫（最高、平均與最低）、日射量、相對濕度及風速等氣象資料。

水稻紋枯病之調查從分蘖期每一重複調查稻株60叢，共調查四重複，自稻株基部開始調查發病稻叢、病斑高度，經孕穗期、抽穗期、乳熟期、糊熟期及黃熟期，全生育期共調查六次。以下列公式計算每生育時期之發病株率，病斑高率及被害度（Hashiba, 1984）。

$$A = \text{發病株率} = \frac{\text{發病株數(叢)}}{\text{調查株數(叢)}} \times 100(\%)$$

$$X = \text{病斑高率} = \frac{\text{最上位病斑高(cm)}}{\text{株高(cm)}} \times 100(\%)$$

$$A, X \text{ 值代入下列公式(1)求被害度}$$

$$\text{被害度} = (1.62X - 32.4) \times A / 100(1)$$

然後統計分析，測定每生育期之紋枯病被害度（四重複之平均）與氣象資料之相關係數，以瞭解兩者之相關程度。氣象

資料為每生育期前之各種日數(3日、4日、5日、6日及7日)之積算氣溫或積算日射量,及每生育期前各種日數之平均相對濕度與平均風速。並作迴歸分析,以每生育期前各種日數之積算氣溫(X)與其被害度(Y)求兩者之關係式,以明瞭氣溫對水稻各生育期紋枯病發生之影響狀況。

成熟期調查產量(克叢⁻¹)=[1叢穗數×1穗粒數×結實率(%)×千粒重(克)],並估計稻株罹患紋枯病之產量損失(減產率)=[健全稻株產量-患病稻株產量/健全稻株產量×100(%)]。

結果與討論

1. 試驗期間氣象因素之變化

試驗期間氣象因素之變化情形表示於圖1。由此圖可知,氣溫的變化較有規律性,從第一期作移植期2月中旬有最高26°C、平均19°C、及最低14°C等低氣溫之

後,隨著生育期的後移,經幼穗形成期,抽穗逐漸上昇,至成熟期為6月中旬到6月下旬之間,氣溫達到高峰,最高氣溫約37°C,平均氣溫近30°C,最低氣溫22°C左右。第二期作整個生育期,即移植期到成熟期之氣溫變化,與第一期作恰好相反,則由高氣溫而低氣溫。日射量的變化情形與氣溫較相近,唯6月上旬突然下降,該旬陰天較多雨量總計238.0mm,為該年最大,可能因此日射量大幅下降。相對濕度與風速等其他氣象因素的變化起伏不定,大致在第一期作的成熟期為高峰。

2. 兩期作台農67號及台中秈10號之各生育期稻紋枯病發生情況

如表1得知,生育初期(分蘗期)此病幾乎不發生,其被害度為零或接近零,從孕穗期才開始出現病斑,可測出其被害度。然後,隨著生育期後移,紋枯病被害度逐漸增加,生育後期達高峰,第一、二

Table 1. Yield and yield reduction of rice in relation to disease severity of sheath blight.

Growth stage	Tainung 67			Taichung Sen 10		
	Yield (g hill ⁻¹)	Disease incidence (%)	Yield reduction (%)	Yield (g hill ⁻¹)	Disease incidence (%)	Yield reduction (%)
Tillering stage	I	0		0		
	II	0		0.46		
Booting stage	I	2.23		4.33		
	II	3.77		7.99		
Heading	I	11.61		12.63		
	II	6.21		10.19		
Milky ripe stage	I	18.43		15.10		
	II	14.78		18.12		
Dough ripe stage	I	19.07		21.94		
	II	19.77		27.97		
Yellow ripe stage	I	15.72		15.64		
	II	24.30		29.82		
Maturing stage	I	D	30.72	13.77	31.63	12.63
		H	35.62		36.20	
	II	D	22.98	17.50	24.07	17.68
		H	27.85		29.24	

I: 1st crop; II: 2nd crop; D: Diseased; H: Healthy.

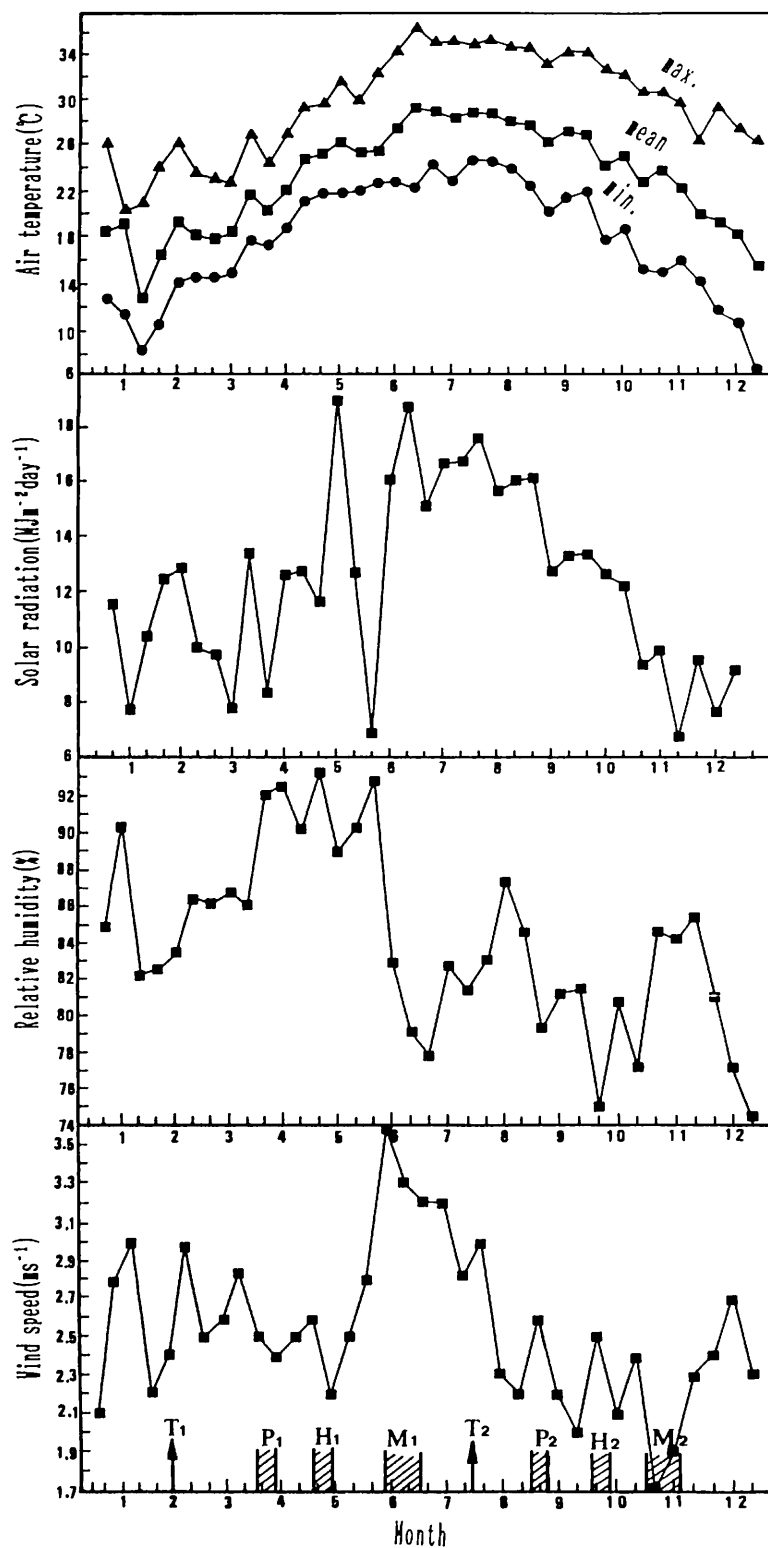


Fig. 1. Changes of climatic elements during the growing season of rice plants. T₁ and T₂: Transplanting time in the 1st and 2nd crops, respectively. P₁ and P₂: Panicle formation stage in the 1st and 2nd crops, respectively; H₁ and H₂: Heading time, respectively; M₁ and M₂: Maturity in the 1st and 2nd crops, respectively.

期作分別於糊熟期及黃熟期為最高。馮野等 (1978) 認為稻紋枯病的病勢進行，可大別為水平進展及上位進展，前者表示發病莖及發病株的增加，與生育期的延後分蘖數與葉面積的增加 (謝，1978；蔡，1987)，似乎有密切關連；而如堀 (1967) 指出稻莖數的增加紋枯病亦同時上昇。後者與稻本體成分之氮素與澱粉的變化具有平行關係 (堀，1967)。蔡 (1987) 亦曾報告，自分蘖期至乳熟期稻桿內之氮素濃度有遞增的現象。這是否與本試驗結果紋枯病發生的進展，有直接關連還有待進一步查證。

3. 氣象因素與水稻紋枯病發生之關係

稻之生育後期氣溫對於紋枯病的發生程度具有影響作用 (堀，1967)。本試驗結果，包括糊熟期及黃熟期的生育後期，兩品種之被害度第一期作低於第二期作 (表 1)，這期間如圖 1 所示，第一、二期作氣溫分別為最高 34 °C、平均 29 °C (6 月上中旬) 及最高 30 °C、平均 24 °C (10 月中下旬) 左右。杜和張 (1991) 在恆溫箱內，利用人工接種測定紋枯病勢進展，結果發

現 28 °C 最適合發病，24 °C 病斑擴展最迅速。由此可知，第二期作的後期氣溫較適合紋枯病勢進展或病斑擴展的環境。杜和張 (1991) 亦認為第一期作之發病面積 15.8 % 低於第二期作之 16.8 %。

成熟期之減產率方面，因第二期作生育後期的被害度大於第一期作，則第二期作成熟期兩品種之發病稻株減產率高於第一期作 (表 1)。太田 (1990) 認為水稻抽穗後紋枯病進展程度對減產率的大小具有影響力，而堀 (1967) 指出，稻之生育後期被害度與減產率呈現正比例關係。

如上述，第一期作水稻自插秧後氣溫及日射量均低，隨著生育期的後移兩者氣象因素逐漸的上昇，有如紋枯病的發生即被害度的進展的趨勢，在穀粒充實期間，亦即 5 ~ 6 月，平均氣溫為 26 ~ 27 °C，日射量亦升高至 16 ~ 19 MJ m⁻² day⁻¹，至成熟期昇至 28 °C 及 19 MJ m⁻² day⁻¹ 左右。第二期作與此恰好相反，則由生育前期之高氣溫及高日射量，經生育中期至後期，兩者氣溫、日射量逐漸下降，亦與紋枯病

Table 2. Correlation coefficient of climatic elements and the disease incidence of rice sheath blight in the first crop season.

Days before each growth stage		Accumulated air temperature (°C)	Accumulated solar radiation (MJ)	Relative humidity (%)	Wind speed (m s ⁻¹)
3 days	A	0.52	0.17	-0.17	0.27
	B	0.51	0.14	-0.14	0.36
4 days	A	0.83*	0.22	-0.30	0.51
	B	0.83*	0.25	-0.29	0.53
5 days	A	0.95**	0.43	-0.49	0.29
	B	0.93**	0.49	-0.50	0.32
6 days	A	0.94**	0.45	-0.29	0.20
	B	0.87*	0.50	-0.31	0.12
7 days	A	0.96**	0.57	-0.29	0.17
	B	0.87*	0.64	-0.35	0.04

* and **: Significant at 0.05 and 0.01 level, respectively; A: Tainung 67; B: Taichung Sen 10.

Table 3. Correlation coefficient of climatic elements and the disease incidence of rice sheath blight in the second crop season.

Days before each growth stage		Accumulated air temperature (°C)	Accumulated solar radiation (MJ)	Relative humidity (%)	Wind speed (m s ⁻¹)
3 days	A	-0.93**	-0.21	-0.70	-0.01
	B	-0.93**	-0.25	-0.62	-0.06
4 days	A	-0.94**	-0.16	-0.79*	-0.01
	B	-0.94**	-0.21	-0.75*	-0.06
5 days	A	-0.93**	-0.34	-0.64	0.32
	B	-0.93**	-0.38	-0.63	0.29
6 days	A	-0.90**	-0.49	-0.52	0.30
	B	-0.91**	-0.55	-0.51	0.26
7 days	A	-0.89**	-0.64	-0.42	0.08
	B	-0.91**	-0.67	-0.44	0.03

Refer to Table 2 for the description of symbols.

Table 4. Accumulated air temperature (°C) of various duration before each growth stage in the first and second crop season.

Growth stage		Days before each growth				
		3 days	4 days	5 days	6 days	7 days
----- (°C) -----						
Tillering stage	I	64.4	83.6	103.5	123.5	140.3
	II	77.2	103.9	130.6	156.8	183.1
Booting stage	I	70.7	95.8	119.9	142.8	168.8
	II	81.5	108.8	136.4	164.3	192.1
Heading	I	77.4	103.4	128.9	155.5	181.7
	II	73.5	97.8	122.2	146.4	172.2
Milky ripe stage	I	79.9	105.7	131.3	156.5	181.6
	II	70.9	96.8	122.3	148.7	174.9
Dough ripe stage	I	79.5	98.5	135.9	158.3	183.5
	II	68.4	91.5	115.2	138.5	160.5
Yellow ripe stage	I	80.8	98.8	136.4	159.4	183.8
	II	66.0	85.2	106.3	129.9	153.7

I: 1st crop; II: 2nd crop.

的被害度形成相反的趨勢。因此，第一期作水稻各生育期前日數的積算氣溫及積算日射量，兩者氣象因素皆與紋枯病被害度

呈現正相關係數，積算氣溫除了生育期前3日之積算氣溫外，其他皆顯著性正相關（表2），第二期作方面，各生育期前日數

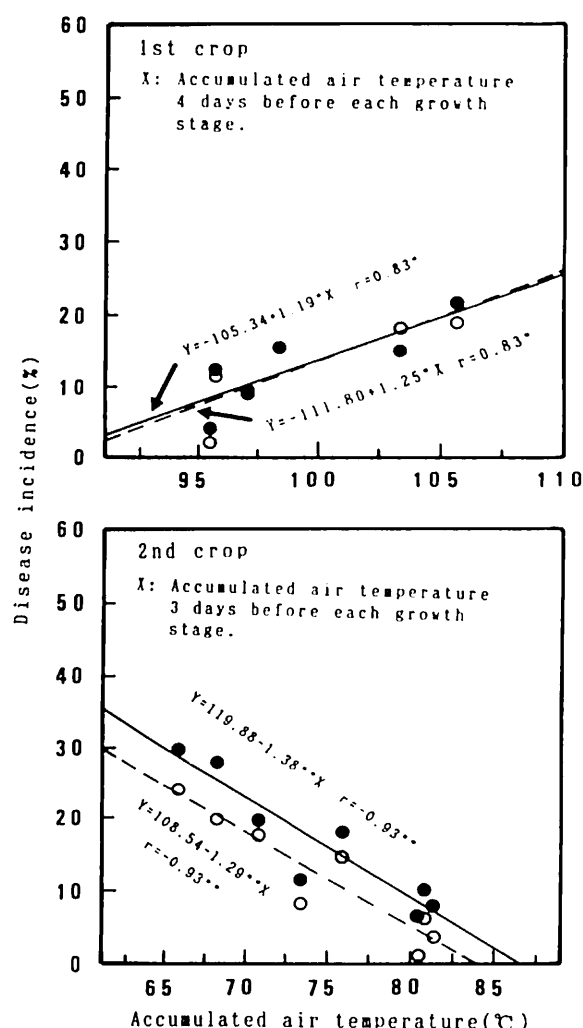


Fig 2. Relationship between the disease incidence (Y) of rice sheath blight and accumulated air temperature (X).

○: Tainung 67, ●: Taichung Sen 10.

之積算氣溫及積算日射量與被害度，則皆出現負相關關係（表3）。羽柴等（1982）認為高溫多濕的環境下，紋枯病蔓延迅速，而空氣濕度的影響，唯出現在發病初期，生育後期的發病受濕度的影響較少。本試驗結果，第二期作氣溫與被害度呈現顯著性負相關。至於其他氣象因素除了第二期作各生育期前4日之平均濕度與被害度出現顯著性負相關之外，其餘皆未達顯著性水準的相關性。本試驗以水稻各生育期的被害度與氣溫或濕度作相關分析，而羽柴

（1982）僅限於水稻某生育階段作分析，因此結果當有差異，至於兩品種間各生育期之被害度，或被害度與氣象因素之關係，兩品種亦相當一致。

為瞭解氣溫對於被害度之影響，經迴歸分析結果，各生育期前各種日數之積算氣溫與被害度之迴歸係數顯著性，與表2及表3之相關係數頗為一致，如圖2第一期作之被害度與各生育期前4日之積算氣溫之迴歸係數皆達顯著性水準，臺農67號及臺中秈10號分別為 $Y = -111.80 + 1.25X$ 與 $Y = -105.34 + 1.19X$ ，兩品種之迴歸直線的斜率很接近。第二期作生育期前3日之積算氣溫與被害度之迴歸係數亦出現顯著性，兩品種分別為 $Y = 108.54 - 1.29X$ 及 $Y = 119.88 - 1.38X$ 。由表4得知，第一期作由生育期前4日之積算氣溫範圍為83.6°C至105.7°C之間，在這範圍內積算氣溫越高其被害度越高，紋枯病發生越嚴重，而第二期作生育期前3日之積算氣溫範圍為66.0°C至81.5°C之間，在這範圍內積算氣溫愈高其被害度愈低，紋枯病發生愈輕微。

以上述試驗結果為依據，今後需再反覆測試，建立可行性之稻紋枯病預測模式，作事先防治，減少稻穀產量損失。

引用文獻

- 太田惠二 1990 イネ病害の發生預測法
シミュレーションモデルによるイネ紋
枯病の發生預測。今月の農業 34(7):26-
31。
- 羽柴輝良、小池賢治、湯野一郎、山田昌
雄 1982 イネ紋枯病の病斑進展のモ
デル曲線。日植病報 48:499-505。
- 杜金池、張義璋 1991 水稻紋枯病之生
態防治。稻作病害研討會專刊 65-81。
- 堀真雄 1967 稻紋枯病の被害預察と防
除法。農業および園藝 42(9):77-80。
- 湯野一郎、羽柴輝良、茂木靜夫 1978
イネ紋枯病菌の稻体上における病斑の
進展と温度との關係。北陸病害蟲研究
會報 第16號別刷。
- 臺灣省政府農林廳 1960 - 1989 臺灣省植

- 物保護工作總報告。
- 臺灣省政府農林廳 1960 - 1989 臺灣農業年報。
- 蔡金川 1987 栽培密度對不同粒重水稻品種產量與生理性狀之影響。中華農業研究 36(1):63-74。
- 謝昱璋 1979 一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。pp.91-100. 行政院國家科學委員會研討會專集第二號。行政院國家科學委員會，台北。
- Hashiba, T. 1984. Forecasting model and estimation of yield loss by rice sheath blight disease. JARQ 18(2):92-98.