ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十三卷　　第二期

目　次

水稻劍葉長與寬之遺傳（英文）……郭益全　李長沛…123
水稻穗著粒密度之研究
II. 稻穗構成性狀與單株產量間之關係……吳永培　羅正宗　陳一心…135
玉米營養生長期光合物質及氮素累積性狀與產量間關係
之研究……魏夢麗　姜義展　陳烈夫　劉大江…143
水田栽培擲柳心芋全株葉面積之估算
I. 非破壞性取樣法……呂秀英　呂椿棠　陳烈夫　賴吉雄…155
田區大小及形狀對均度試驗土壤異質性評估之影響……呂椿棠　呂秀英…165
巨峰葡萄不同生產模式之生理研究……歐錫坤…173
溫室洋香瓜栽培季節與養液吸收量之研究……沈再發　許淼淼…182
康乃馨品種間葉斑病之發生及防治……王貴美　羅朝村　杜金池…195
稻穀薄層乾燥模式研究……陳加忠　曹之祖…208
台灣薊馬之種類(2)……王清玲…228

中華民國八十三年六月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 43(2) : 123~134 (1994)

Genetic Analysis of Leaf Length and Width of Flag Leaf in Rice[1]

Yih-Chuan Kuo and Charng-Pei Li[2]

Abstract : Since some distinguished differences in leaf characteristics were observed between the modern U. S. and oriental rice cultivars and leaf length and leaf width are remarkable leaf characteristics in modern rice breeding programs, a series of genetic studies was designed to tackle the genetic control of leaf characteristics for expanding the genetic diveristy. Genetic information about leaf length and width of flag leaf reported here was deduce by the components of variation and the ratios between components and diallel graph from a six-parent diallel cross of rice, according mainly to theory and analysis of diallel cross of Hayman. Results clearly indicated that both additive and dominance gene effects were important in differentiating the two flag leaf characteristics; however, it is evident that the genetic mechanisms of two characteristics studied were different. As to leaf length, dominance gene effects was significantly greater than those of additive, the overall measure of dominance of leaf length was overdominance, and the direction of dominance was ambidirectional. On the other hand, dominance gene effects on controlling leaf width was unimportant than additive gene effects, the mean degree of dominance of leaf width was partial or incomplete, and the direction of dominance was toward relatively wider flag leaf.

Key words : Genetic, Leaf length and width, Flag leaf, Rice.

INTRODUCTION

Rice is primarily a tropical and subtropical crop, although rice is widely distributed in more than 100 countries on every continent except Antarctica and the best grain yields are obtained in temperate regions such as the Po Valley, Italy (45° N); northern Honshu, Japan (38° N); Korea (37° N); and New South Wales, Austrilia (35.5° N) (De Datta, 1981 ; Juliano, 1985). With such a wide range of cultivation conditions, it is no surprising that a lot of rice varieties have been cultivated that are adapted to varied environmental conditions.

Considerable attention has been paid to the relationship between yielding ability and

1. Contribution No. 1713 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Rice breeder and Research assistant, Department of Agronomy, TARI., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

morphological characteristics (Yoshida, 1972) due to Tsunoda's pioneering work in which he compared high and low yielding rice varieties (Tsunoda, 1959a; 1959b; 1960; 1962). The close association between certain morphological characteristics and yielding ability had led to the plant type concept as a guide for breeding high yielding cultivars (Jennings, 1964; Donald, 1968; Mock and Pearce, 1975; Donald, 1987). Although the judgment of desirable characteristics is based on physiological considerations, the plant type concept had proved extremely effective for breeding high yielding *indica* rice cultivars at the International Rice Research Institute in the past decade (Yoshida, 1972).

Among several leaf characteristics associated with high yielding ability, elect leaf habit seems the most important. In general, leaf length is much more variable than leaf width, and leaf length is closely association with leaf angle. The longer the leaves, the more droopy the leaves. As a result, short and small leaves are associatied with elect leaves. Theoretically, short and small leaves can be more evenly distributed than long and large leaves in a canopy ; more even distribution of leaves should increase the use of incident light by a canopy. Therefore, leaf length and leaf width are remarkable leaf characteristics in the modern rice breeding programs (Yoshida, 1972).

Compared to the modern oriental rice cultivars, the leaf characteristics, including physiological and morphological, of U. S. rice cultivars are quite different from the oriental rice (Tu *et al.*, 1988). Introduction to the oriental of modern U. S. rice cultivars for expanding the genetic diversity of newly developed local cultivars has encouraged the oriental rice scientists to elucidate the genetic control of leaf characteristics, and vice versa. Since leaf length and leaf width, with regard to leaf dimension, are remarkable leaf characteristics in the modern rice breeding programs and in general, the leaf width of U. S. cultivars is relatively wider than that of the oriental cultivars, the detailed genetic information about leaf length and leaf width from the crosses between the U. S. and oriental rice cultivars is important in presenting a thoughful breeding program. However, little is known about the genetic information on both leaf length and leaf width, according to the review of Chang and Li (1980). They pointed out that both leaf length and leaf width showed a nearly normal distribution in some crosses, but also indicated complex gene interaction in the other crosses. A series of genetic studies was, therefore, conducted to elucidate the detailed genetics of leaf characteristics. In the present paper, genetic mechanism of both leaf length and leaf width of flag leaf of rice are presented by using a diallel cross technique, according manily to the theory and analysis of Hayman (1954).

MATERIALS AND METHODS

A total of six rice entries, Rexmont, Lemont, Toro II, CI 9902, Guichow, and Taichung Sen 10 (TCS 10), representing a wide range of length and width of flag leaf, was seleected as the parents in this experiment. Of them, Rexmont and Lemont are improved typical U. S. southern long-grain rice cultivars; Toro II is a conventional U. S. southern long-grain rice varirty; CI 9902 is a promising long-grain rice germplasm; Guichow, a high yielding *indica* cultivar, released from the Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agriculture

Science, PRC. under a breeding program with high yielding as a priority; TCS 10, a high yielding Chinese *indica* cultivar, released from Taiwan, ROC. under a breeding program with high yielding and quality. Crosses, including reciprocals and selfings, were made between the six parents in accordance with a diallel scheme. The 30 F_1 hybrids together with the six parents were grown in a flooded peddy field at the Texas A&M University Agriculture Research and Extension Center near Beaumont, Texas, in a randomized complete block design with three replications in 1990 (May to October). Each block consisted of 36 four-row plots. Each plot included 48 plants spaced at 30×30 cm. The leaf lenghts and leaf widths of flag leaf of twenty plants from the two central rows were measured in mm basis, based on an individual plant basis. However, their mean values for the two flag leaf characteristics, as presented in Table 1, had been transformed into a cm basis and were then used to calculate the genetic parameters of the flag leaf characteristics studied.

Table 1. Mean values of two flag leaf characteristics of the parents (diagonal) and F_1 hybrids in the six-parent diallel cross of rice.

Flag leaf characteristic	Female array	Male array					
		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
Leaf length (cm)	Rexmont(P_1)	22.30	27.90	22.20	21.05	31.58	23.07
	Guichow(P_2)	27.73	24.68	29.35	24.75	27.25	31.72
	Lemont(P_3)	21.52	28.43	26.83	20.57	29.35	22.10
	CI 9902(P_4)	22.28	26.83	24.40	20.10	26.12	23.92
	TCS 10(P_5)	28.85	27.00	31.42	25.73	28.57	31.53
	Toro II(P_6)	22.75	30.17	23.82	22.78	29.43	25.02
Leaf width (cm)	Rexmont(P_1)	2.00	1.98	1.91	1.79	1.91	1.82
	Guichow(P_2)	1.99	1.41	1.86	1.71	1.42	1.78
	Lemont(P_3)	2.01	1.90	1.94	1.85	1.85	1.73
	CI 9902(P_4)	1.95	1.76	1.85	1.56	1.70	1.61
	TCS 10(P_5)	1.98	1.44	1.91	1.73	1.38	1.80
	Toro II(P_6)	1.96	1.80	1.74	1.68	1.71	1.60

The analysis of data measured was based on the diallel technique of Hayman (1954) and Mather and Jinks (1971) by using a PC software created by Dr. C. Liu, Professor, Department of Agronony, National Taiwan University, Taipei, Taiwan and operated by Mr. S. F. Lin, a staff member of the Institute. Narrow-sense heritabilities for the flag leaf characteristics presented were calculated with the genetic components of variation according to the formula defined by Crumpacker and Allard (1962). Standardized deviations of the flag leaf characteristics were computed by following the formula of Johnson and Aksel (1959).

RESULTS AND DISCUSSION

Two flag leaf characteristic values, leaf length, and leaf width, of the six parents and their F_1 hybrids in the six-parent diallel cross of studied rice are summarized in Table 1. It was clearly revealed from Table 1 that a wide range of variation in the two flag characteristics studied were observed. Analysis of variance of randomized complete block design was, then, performed for the flag characteristics (Table 2). As shown in Table 2, there were highly significant differences among treatments which indicated the presence of genetic variability in the entries. A detailed analysis of Hayman diallel tables was, therefore, appropriate.

Table 2. Analysis of variance of two flag leaf characteristics of rice.

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	
		Leaf length	Leaf width
Block	2	7.47	0.002
Treat.	35	35.83**	0.094**
Error	70	3.11	0.005
Total	107	—	—

** Significant at the 0.01 probability level.

Genetic interpretation deduced form components and ratios of variation

The genetic interpretation of data from a Hayman diallel analysis is valid only if certain assumptions about the parental materials are true. Some of the assumptions postulated by Hayman (1954) are: (1) diploid segregation; (2) no difference between reciprocal crosses; (3) independent action of non-allelic genes (no epistasis), and in the diallel cross; (4) no multiple allelism; (5) homozygous parents; (6) genes independently distributed between the parents. Of these assumptions, some can be accepted more easily than the others and it is well known that the assumptions, no epistasis and genes independently distributed between the parents are unjustifiable and biological unrealistic (Sokol and Baker, 1977; Baker, 1978). Fortunately, according to Hayman (1954), when failure of the hypotheses has been demontrated, it is possible to make estimates of components and to draw the (Wr, Vr) graph.

In present experiment, in order to test the validity of these assumptions postulated for the Hayman diallel analysis, a t-test of homogeneity of (Wr-Vr) over the parent arrays for the studied characteristics was performed firstly. Data estimated provided no evidence for rejecting the hypotheses, as shown in Table 3. Thus, an additive-dominance model with independence of the genes in action and in distribution was met to describe the two flag leaf characteristics evaluated. The estimates of components of variation and ratios between these components were, then, computed and a detailed genetic interpretation about the flag leaf characteristics was presented.

Table 3. Homogeneity test applied to the Hayman hypothesis for two flag leaf characteristics.

Characteristic	t-value[a]
leaf length	2.42
leaf width	0.28

[a] $t_{(4,\ 0.05)}=2.78$

Since the component E provides an estimate of environmental component of variation, the quantity E is pointed out and discussed firstly in the present paper. As shown in Table 4, the estimates of E for the flag leaf characteristics were all insignificantly different from zero, indicating that the variation due to block effects or the other unknown distrubing factors in the present analysis of rice was within the limits of accuracy set by the sampling error. the components of variaton of additive gene effects (D) and dominance gene effects (H_1, H_2, and h^2) were significant, indicating that both additive and dominance gene effects played an important role in differentiating the flag leaf characteristics among the parents, as shown in Table 4. However, the genetic mechanisms of two flag leaf characteristics were different. In detail, the dominance gene effects seemed to be more important than additive gene effects for flag leaf length. As to leaf width, on the other hand, the additive gene effects were greater than those of dominance, indicating that the additive gene effect played an more important role in conditioning the leaf width. These were further supported by relatively low and high narrow-sense heritabilities of the two leaf characteristics, respectively.

Table 4. Genetic components of variation and ratios between components of two flag leaf characteristics in the six-parent diallel cross of rice.

Component or ratio	Leaf length	Leaf width
D	8.3*	0.067**
F	− 4.8*	0.028**
H_1	22.0**	0.054**
H_2	18.1**	0.050**
h^2	−6.6*	0.068**
E	1.0	0.001
D-H_1	−13.7*	0.014**
$(H_1/D)^{1/2}$	1.6	0.92
$H_2/4H_1$	0.21	0.23
k_D/k_R	0.75	1.61
h^2/H_2	0.36	1.31
Heritability (narrow-sense)	0.22	0.69

**, * Significant at the 0.01 and 0.05 probability levels, respectively.

In the presence of unequal gene frequencies the sign and magnitude of the component F can be used to determine the relative frequencies of dominant to recessive alleles in the parents. If no genes exhibit dominance effects, or if the dominant and recessive alleles of each gene are distributed equally among the parents, the F value should be zero. If the increasing alleles are in overall excess, i. e. $u>v$ at the majority of loci, and the increasing allele is dominant at more loci than the decreasing allele, i. e. h^2 is positive at most loci, then the F value will be postitve. Similarly, if the decreasing alleles are in excess, i. e. $u>v$ at the majority of loci and the decreasing allele gene is dominant at more loci than the increasing allele, i. e. h^2 is negative for most loci, then, the F value will again be positive. Hence, the F will be positive whenever the dominant alleles are more frequent than the recessive alleles, and vice versa, i. e. negative F value indicates an excess of recessive alleles (Crumpacker and Allard, 1962; Mather and Jinks, 1971). In the present diallel experiment of rice, the signs of the F and h^2 values for flag leaf length were all negative and the magnitude of the two components were all significantly different from zero, thus indicating an excess of recessive alleles. Contrast to leaf length, both values of F and h^2 of leaf width were all significantly positive, thus, indicating an excess of dominance alleles. These were consistent with the values of k_D/k_R and $H_2/4H_1$ ratios, respectively. According to Hayman diallel theory, k_D/k_R, the ratio of the total numbers of dominant to recessive genes in all the parents, greater than 1 indicates an excess of dominant genes, and smaller than 1 suggests a predominance of recessive genes. On the other hand, the $H_2/4H_1$ ratio provides an estimate of the average frequency (uv) of positive (u, increasing) versus negative (v, decreasing) alleles in all the parents, where $u+v=1$. The value of $H_2/4H_1$ attains a maximum value of 0.25 when these frequencies are equal, i. e. $u=v=0.5$, $u\times v=0.25$. In the present case, the estimated values of $H_2/4H_1$ ratios for the two flag leaf characteristics were all less than 0.25 and, therefore, indicate that the positive and negative alleles were not equally distributed in the parents. Similarly, the values of k_D/k_R ratios for the two flag leaf characteristics were 0.75 (for leaf length) and 1.61 (for leaf width), suggesting an excess of recessive genes and an excess of dominant genes, respectively.

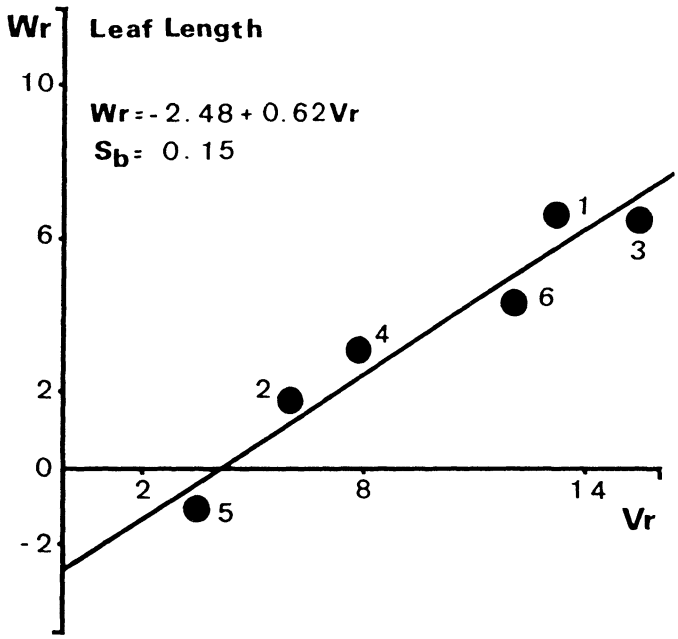
The ratio $(H_1/D)^{1/2}$ is an estimate of overall measure of dominance over all loci. If there is complete dominance, the value of $(H_1/D)^{1/2}$ will be 1.0; partial or incomplete dominance, between 0 and 1.0; and overdominance, greater than 1.0. In the present case, as shown in Table 4, The value of the $(H_1/D)^{1/2}$ ratio of flag leaf length was 1.6, greater than 1.0, suggesting an overdominance in differentiating flag leaf length among entries studied. However, the value of the $(H_1/D)^{1/2}$ of flag leaf width was 0.92, between 0 and 1.0, indicating a partial or incomplete dominance in conditioning flag leaf width. According to Baker (1978), when a failure of the assumption, independent distribution of genes in the parents, was occurred, it will result in an overestimation of the average degree of dominance. Also. if the epistastic effects are important, the mean degree of dominance may be upwardly biased (Povilaitis, 1966).

The ratio h^2/H_2 is an estimate of the number of groups which control the characteristic and exhibit dominance to some degree. However, if the dominants differ in sign, the ratio

will be underestimated. Also, it provides no information about groups of genes exhibiting little or no dominance (Hayman, 1954; Povilaitis, 1966). It would appear from the present study that no major gene groups was involved in differentiating flag leaf length of rice and at least one major gene group could probably be expected in controlling leaf width of flag leaf (Table 4).

Genetic interpretation induced form diallel graph

The regression graph of covariance (Wr, the covariance between these offspring and their non-recurrent parents) and variance (Vr, the variance of all the offspring of the rth parent) of arrays in diallel crosses provides a useful means of assessing genetic relationship among homozygous parents. As Hayman (1954) and Mather and Jinks (1971) have shown, the regression graph of Wr on Vr prospectively provides information on three points. First, it supplies a test of adequacy of the model: in the absence of non-allelic interaction and independent distribution of the genes among the parents, as homogeneity test does. Second, given that model is adequate, a measure of average level of dominance is provided by the departure from the origin of the point where the regression line cuts the Wr axis. It is a partial (incomplete) dominance when the intercept is positive (the line lies above the origin); overdominancce when the intercept is negative; complete dominance when the regression line passes through the origin. Third, the relative position of the point (Wr, Vr) along the regression line indicates the distribution of dominant and recessive genes among the parents ; the point nearest the origin stem from the arrays derived from parents with most dominant genes and the point furtherest from the origin stem from arrays derived from parents with fewest dominant genes, i. e. with most recessive genes. In the present experiment, the graphical analysis of Wr on Vr for the flag leaf characteristics was given in Fig. 1. The slopes of regression lines of Wr on Vr for two leaf characteristics were both significantly different from zero but did not differ significantly from unity. The excellent unit-slope linearity demonstrated validity of the assumptions on which the method was based. This was highly consistent with homogeneity test, as shown in Table 3. However, the regression line of leaf length cut Wr axis fairly below the point of origin, indicating an overdominance on the average over all arrays. The regression line of leaf width, in contrast, cut the Wr axis about the point of origin, suggesting a partial or incomplete dominance. Regarding the distribution of dominant and recessive genes among the parents in differentiating leaf length, parents Rexmont and Lemont possessed mostly recessive genes; parent Taichung Sen 10 had predominantly dominant genes. On the other hand, in conditioning leaf width, parents Rexmont, Lemont, Toro II, and CI 9902 formed a group in which dominant genes predominated; parents Taichung Sen 10 and Guichow had mostly recessive genes. It is evident that the genetic mechanisms of two leaf characteristics were different from the point of view taken from degree of dominance and the distribution of dominant and recessive genes among the parents, as mentioned above.



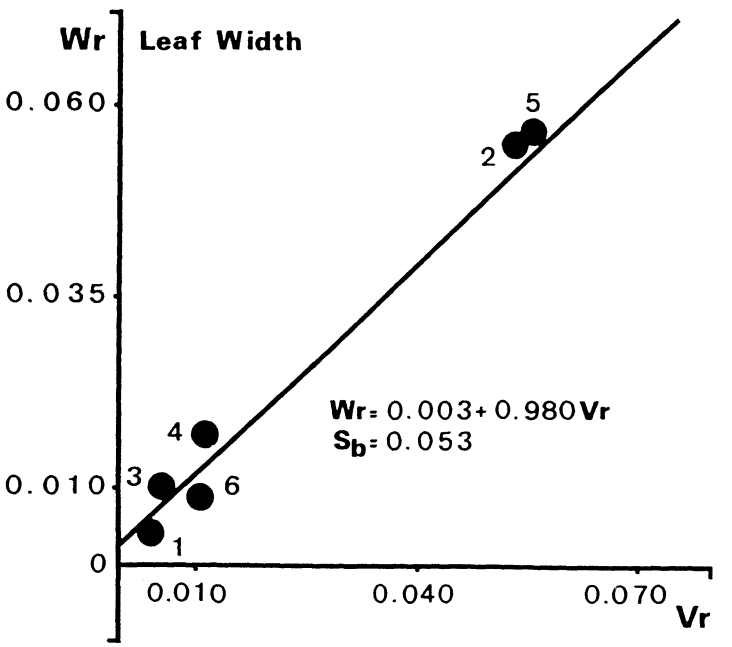


Fig. 1. The regression graph of Wr on Vr for two leaf characteristics of flag leaf of rice in the six-parent diallel cross. Parent code: 1-Rexmont; 2-Guichow; 3-Lemont; 4-CI 9902; 5-Taichung Sen 10; 6 -Toro II.

The last remaining information that can be obtained from the Wr and Vr values is the direction of the dominance. According to the theory of the diallel cross (Hayman, 1954; Mather and Jinks, 1971), since the relative values of (Wr+Vr) over arrays indicates the relative number of dominant to recessive alleles in the common parents of the arrays, we can see whether the distribution of dominant to recessive alleles is correlated with the phenotypes of the common parent by comparing the (Wr+Vr) value for each array with the mean of the common parent, i. e. comparing (Wr+Vr) (recessiveness-dominance indicator) with Yr (parental measurement). The correlation will be negative if the parents with a high score, i. e. those containing most increasing genes, have the lowest value of (Wr +Vr), i. e. containg most dominant genes, and the reverse is true. Furthermore, if the correlation is insignificant but there is a significant dominance, thus, the dominance will be ambidirectional. Hence, we can deduce whether or not the increasing or decreasing alleles are the dominant alleles. In short, the recessive (decreasing) genes must be mostly positive when the correlation coefficient (r) between (Wr+Vr) and Yr is significantly positive; the dominant (increasing) genes are positive when the r is significantly negative; when the r is insignificant, equal proportion of the dominant genes are positive and negative, i. e. ambidirection dominance. In the present study, the correlation coefficients between (Wr+ Vr) and Yr were all negative and significantly differed from zero only for leaf width. This might infer that the direction of dominance for increasing leaf length was ambidirectional, and the increase in dominance apparently was associated with higher performance of leaf width of the plants on an average of the parents.

The standardized deviation graphs of (Wr+Vr) and Yr, the relative positions of entries in respect to the parental performance and the recessiveness-dominance indicator, were graphically plotted in Fig. 2. As shown in Fig. 2, recessiveness is shown by points above the horizontal (parental performance) line and dominance by the points below this line; high parental performance is shown by points to the right of the vertical (recessiveness-dominance indicator) line and low parental performance by points to the left of this line. Thus, in differentiating leaf width, Taichung Sen10 and Guichow, located in the second quadrant, with mostly recessive genes had narrower flag leaves; Rxmont and Lemont, on the other hand, in the fourth quadrant, with the maximum number of dominant genes possesed relatively wider flag leaves; CI 9902 and Toro II possessing fewer dominant genes showed an intermediate leaf width of flag leaf. As to leaf length, a tendency (not significant) of recessiveness to be associanted with short leaf length and dominance to be long leaf length seemed to be observed. However, a undoubted fact, as shown in Fig. 2, that dominance with the longest (Taichung Sen 10, 28.57 cm), intermediate (Guichow, 24.68 cm), and the shortest (CI 9902, 20.10 cm) flag leaf length was indicated, i. e. an ambidirectional dominance in differentiating the leaf length of flag leaf among rice entries evaluated was inferred.

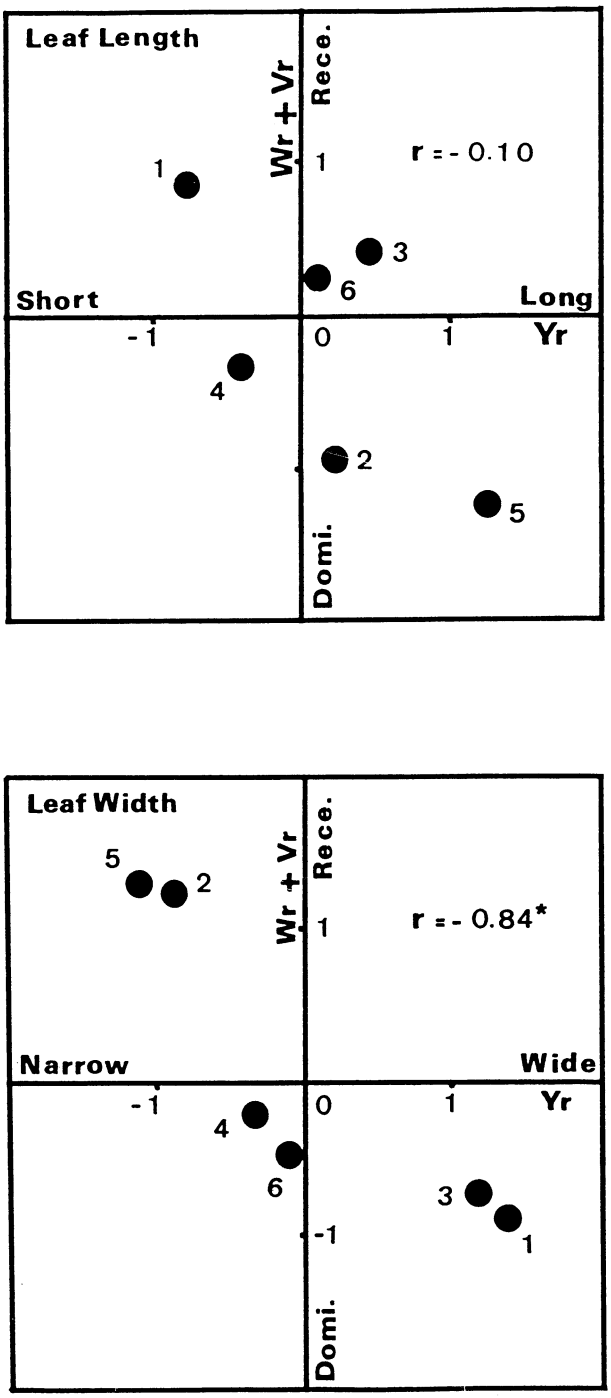


Fig. 2. The standardized deviation graph for two leaf characteristics of flag leaf of rice in the six-parent diallel cross with horizontal axis representing parental performance (Yr) and vertical axis representing the order of dominance (Wr+Vr). Parent code: 1-Rexmont; 2-Guichow; 3-Lemont; 4-CI 9902; 5-Taichung Sen 10; 6-Toro II.

REFERENCES

Baker, R. J. 1978. Issues in diallel analysis. Crop Sci. 18 : 533—536.

Chang, T. T., and C. C. Li. 1980. Genetics and breeding. pp 87—146. *In* : Rice : Production and Utilization. B. S. Luh ed. AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT.

Crumpacker, D. W., and R. W. Allard. 1962. A diallel cross analysis of heading date in wheat. Hilgardia 32 : 275—318.

De Datta, S. K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Son, Inc., NY, 618pp.

Donald, C. M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17 : 385—403.

Donald, C. R. 1987. An evaluation of ideotype breeding. Crop Sci. 27 : 1140—1146.

Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39 : 789—809.

Jennings, P. R. 1964. Plant type as a rice breeding objective. Crop Sci. 4 : 13—15.

Johnson, L. P. V., and R. Aksel. 1959. Inheritance of yielding capacity in a fifteen-parent diallel cross of barley. Can. J. Genet. Cytol. 1 : 208—265.

Juliano, B. O. 1985. Production and utilization of rice. pp 1—16. *In* : Rice : Chemistry and Technology. 2nd ed., B. O. Juliano ed., Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN.

Mather, K., and J. L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. Cornell University Press, Ithaca, NY., 382pp.

Mock, J. J., and R. B. Pearce. 1975. An ideotype of maize. Euphytica 24:613—623.

Povilaitis, B. 1966. Diallel cross analysis of quantitative characters in tobacco. Can. J. Gent. Cytol. 8 : 336—346.

Sokol, M. J., and R. J. Baker, 1977. Evaluation of the assumptions required for the genetic interpretation of diallel experiments in self-pollination crops. Can. J. Plant Sci. 57 : 1185—1191.

Tsunoda, S. A. 1959a. A development analysis of yielding ability in variety of field crops. I. Leaf area per plant and leaf area ratio. Japanese J. breeding 9 : 161—168.

Tsunoda, S. A. 1959b. A development analysis of yielding ability in variety of field crops. II. The assimilation-system of plants as affected by the form, direction and arrangement of single leaves. Japanese J. breeding 9 : 237—244.

Tsunoda, S. A. 1960. A development analysis of yielding ability in variety of field crops. III. The depth of green colour and the nitrogen content of leaves. Japanese J. breeding 10 : 107—110.

Tsunoda, S. A. 1962. A development analysis of yielding ability in variety of field crops. IV. Quantitative and spatial develpoment of the stem system. Japanese J. breeding 12 : 49—52.

Tu, Z. P., X. Z. Lin, Q. M. Huang, W. J. Cai, H. Y. Feng, and L. Y. Ye. 1988. Photosynthetic characterisation of rice varieties in relation to growth irradiance. Aust. J. Plant Physiol. 15 : 177—286.

Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Plant Physiol. 23 : 437—446.

水稻劍葉長與寬之遺傳[1]

郭 益 全　　李 長 沛[2]

摘　要

鑒於美國稻與東方稻葉部性狀互有不同暨葉部性狀爲現代水稻育種計畫中極重要之性狀，爲擴大種原利用，一系列關於稻葉部性狀之遺傳研究已展開。本報告以包含美國稻與東方稻等六個水稻種原之全互交材料經藉 Hayman 氏之全互交理論及方法探討參試稻種原劍葉之長與寬的遺傳行爲。所得數據推論出該兩性狀雖受累加性基因及顯性基因所同時控制，但此兩性狀之遺傳機制則不盡相同。就劍葉之葉長而言，顯性基因效應顯著地大於累加性基因效應，平均顯性程度屬超顯性，顯性方向則呈兩向顯性。另方面，劍葉葉寬之遺傳機制則累加性基因效應顯著地大於顯性基因效應，平均顯性程度屬部分或不完全顯性，顯性方向則趨向寬劍葉者。

關鍵詞：遺傳、葉長與葉寬、劍葉、水稻。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1713 號。
2. 本所農藝系副研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：135～142（1994）

水稻穗著粒密度之研究

II. 稻穗構成性狀與單株產量間之關係[1]

吳永培　羅正宗　陳一心[2]

摘要：以25個穗著粒密度相異的粳稻品種（系）爲材料探討11個稻穗構成性狀間的關係，結果發現一期作高單株產量之材料，具有穗重較重、一次枝梗平均粒數、二次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數等較多、稔實率高與穗長較長等特徵，顯示穗型較大、粒數較多之材料，較能發揮高產之潛能；二期作高單株產量之材料群則爲穗重、二次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數與穗長中等者有較高產量表現。此外，一期作穗著粒密度雖與單株產量呈高正相關關係，然由主成份因子分布圖中顯示，高穗著粒密度者其單株產量並不一定高。

關鍵詞：水稻材料、穗構成性狀、單株產量。

改善稻穀產量目前仍以雜交育種選拔最爲普遍和有效方法之一，在育種選拔過程中，如何擇選高產潛能之雜交後代，成爲日後能否育成高產品種的關鍵，而在選拔過程中穗型之表現常爲是否選拔的重要因素，因此探討穗構成性狀與稻穀產量間的關係，了解其對稻穀產量之影響，是一值得研究之課題。著者曾就不同穗著粒密度和穗重類型之分類及其與穗構成因素之關係進行探討[1,2]，而對穗著粒密度、穗重與各相關性狀間的關係有較完整之解析，並利用主成份分析法將品種（系）歸類成極低、低、中、高穗著粒密度等四種類型，及低、中、高穗重等三種類型。唯上述研究對於穗構成性狀與稻穀產量間的關係並未深入探討，因此本研究乃以不同穗部性狀之品種（系）爲材料進行稻穗構成諸性狀與單株產量間關係的解析，以了解高產潛能之材料所需之穗型特徵，以作爲選育高產潛能品種時之選拔依據。

材料與方法

使用25個分屬不同穗著粒密度類型之水稻材料參試（表１），於民國81年第二期作及82年一期作種植於嘉義農業試驗分所試驗田，試驗採逢機完全區集設計（RCBD），三重複，行株距爲20×25公分，於各品種（系）選取中間行４株收穫調查，每株逢機調查４穗，即每品種（系）每重複共調查16穗。栽培期間的管理按該地區慣行法行之。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1714 號。
2. 本所嘉義農業試驗分所助理、助理、研究員。臺灣省　嘉義市。

表1. 供試水稻材料名稱及其穗著粒密度類型與單株產量

Table 1. List of classified rice entries used and their panicle density type and grain yield per hill

Code	Entry	Panicle density type[z]		Grains yield per hill(g)	
		1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
1	Taiken Yu 4052	low	low	28.51	28.55
2	Taiken Yu 13635	low	low	36.22	28.77
3	Taiken Yu 14467	low	low	38.59	29.25
4	Taiken Yu 5824	low	low	44.67	31.44
5	Taiken Yu 8472	low	high	33.64	31.69
6	Taiken Yu 6287	low	middle	42.72	31.86
7	Taiken Yu 1005	low	middle	29.79	32.53
8	Taiken Yu 8383	middle	low	41.78	32.82
9	Taiken Yu 5103	high	high	42.43	33.42
10	Taiken Yu 13671	low	middle	38.50	34.28
11	Taiken Yu 6698	middle	middle	47.00	34.47
12	Taiken Yu 13733	low	low	43.40	34.56
13	Taiken Yu 6781	high	high	41.94	34.69
14	Taiken Yu 7415	middle	high	54.29	35.09
15	Taiken Yu 9473	very low	low	24.59	35.21
16	Taiken Yu 16477	middle	middle	42.57	35.31
17	Taiken Yu 5109	high	low	38.27	35.98
18	Tainung 67	low	middle	44.67	36.07
19	Taiken Yu 3732	middle	high	46.09	36.21
20	Taiken Yu 17731	middle	high	47.81	36.65
21	Taiken 2	low	low	42.59	37.38
22	Taiken Yu 19351	low	low	51.38	37.98
23	Taiken Yu 8324	low	low	43.43	38.14
24	Taiken Yu 5107	high	high	40.92	38.35
25	Taiken Yu 13365	high	low	44.49	42.55

[z] Classified according Wu et. al. (1993) .

調查項目及方法：

穗重（A）：穗頸以上之稻穗全重，含每穗穀粒與穗軸、小枝梗重量。

穗長（B）：自穗頸起至穗最頂端穀粒之長度。

穗軸長（C）：自穗頸起至最頂端之一次枝梗基部的長度。

一次枝梗總長度和（D）：量取單穗上全部一次枝梗之長度的總和。

一次枝梗數（E）：單穗上一次枝梗數。

一次枝梗平均粒數（F）：單穗上所有稔實穀粒數減二次枝梗上所有之稔實穀粒數後，再除以一次枝梗數目所得之平均值。

二次枝梗數（G）：單穗上二次枝梗數

二次枝梗總粒數（H）：單穗二次枝梗上總稔實穀粒數。

每穗粒數（I）：單穗稔實之穀粒數。

千粒重（J）：單穗稔實之穀粒重量除其穀粒數目。

稔實百分率（K）：單穗稔實之穀粒數除以其穎花數所得百分率。

穗著粒密度（L）：以I/（C+D）之關係式表示之。

單株產量：四單株之平均稔實穀粒重量

至於上述性狀（A－L）之調查則是以每重複之16個單穗平均表現值爲基礎。再以此求算11個性狀的相關係數矩陣（表2）後，再進行主成份因子分析（principal factor analysis），主成份在經座標軸的轉換（varimax）後再進行解析[7,8,9]。另進行單株產量與穗構成性狀間之相關分析。

結果與討論

各參試材料之單株產量平均值如表1所示。二期作（81年）中除台粳育9473號（15）、台粳育4052號（1）和台粳育1005（7）外，其他品種（系）之單株產量二期作均較一期作（82年）爲低，顯然二期作之氣候環境劣於一期作，因此造成其產量低下[5]，而一期作有三個品系其單株產量較二期作低，其原因係此三品系爲早熟品系，一期作生育期間恰逢低溫，穀粒數減少、稔實率下降，因而影響產量的表現[3]。利用表2性狀間之相關係數矩陣依不同期作分別進行主成份因子分析，結果如表3所示，兩期作累積前三個主成份解釋性狀的變異性均超過83%，因而捨棄第四主成份不予探討。再者就各性狀累積於第一至第三主成份之累計貢獻量（cumulative contridution）來看，二期作除了千粒重（J，62.6%），一期作除了二次枝梗數（G，53.5）外，其餘性狀皆有70%以上的高度累計貢獻量，由此可見兩期之前三個主成份所具訊息能說明11個性狀的程度已相當高，因此針對前面三主成份進行其意義之探討及利用，當具實質意義。

表2. 稻穗構成性狀之相關係數矩陣

Table 2. Correlaton matrix of panicle characters of rice

Character	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Panicle wight(A)		−0.058	−0.045	0.189	0.367	−0.111	0.750	0.785	0.865	−0.195	−0.090
Panicle length(B)	0.361		0.783	0.601	0.093	0.346	−0.442	−0.425	−0.306	0.498	0.280
Length of rachis(C)	0.249	0.886		0.540	0.419	0.323	−0.406	−0.422	−0.232	0.421	0.249
Total length of primary branche(D)	0.141	0.803	0.736		0.545	0.110	0.064	0.039	0.200	−0.136	−0.49
Number of primary branche(E)	0.844	0.310	0.173	0.015		−0.330	0.392	0.332	0.459	−0.354	−0.257
Number of grain per primary branch(F)	−0.034	0.078	0.413	0.414	−0.159		−0.554	−0.495	−0.244	0.404	0.708
Number of secondary branche(G)	0.665	0.009	0.052	−0.195	0.494	0.015		0.976	0.912	−0.689	−0.481
Number of grain of secondary branches(H)	0.837	0.123	0.039	−0.074	0.779	−0.109	0.732		0.943	−0.688	−0.409
Number of grain per panicle(I)	0.887	0.233	0.208	0.083	0.883	0.151	0.683	0.911		−0.650	−0.240
Weight of thorsand grain(J)	−0.190	0.309	0.247	0.140	−0.395	−0.207	−0.325	−0.397	−0.476		0.438
filled-grain percentage(K)	0.720	0.190	0.082	0.029	0.868	−0.062	0.324	0.748	0.823	−0.456	

Note：Correlation coefficients of 2nd crop of 1992 year are listed adove the dignal line
Correlation coefficients of 1nd crop of 1993 year are listed below the dignal line.

表3各性狀在各主成份之因子負荷量大小，表顯出各項穗構成性狀於各主成份中之相對重要性，由表3一期作之主成份因子分析知其第一主成份之因子負荷量絕對值以穗重（A）、一次枝梗平均粒數（F）、二次枝梗數（G）、二次枝梗總粒數（H）、每穗粒數（I）與稔實百分率（K）較大，爲一量的因子主成份，主要受二次枝梗因子及稔實穀粒數多寡影響；而第二主成份則以穗長（B）、穗軸長（C）及一次枝梗總長度和（D）具較大正的因子負荷，可認爲此一主成份係與穗長度大小有關

之主成份；至於第三主成份則以一次枝梗數（F）具較大之係數值，所以這主成份與一次枝梗數多寡有關。此外，二期作第一主成份因子以穗種（A）、二次枝梗數（G）、二次枝梗總粒數（H）與每穗粒數（I）具有絕對值較大因子負荷，而因每穗粒數（I）與二次枝梗總粒數（H）均爲粒數性狀，且 I 包含H性狀，因此第一主成份主要以穗重、二次枝梗數、粒數較爲重要；而第二主成份則與一期作相同，係與長度大小有關之主成份；至於第三主成份則以一次枝梗平均粒數（F）與稔實百分率（K）較重要。

表3. 25個水稻材料之主成份係數

Table 3. Factor loadings of the first three principal components for 25 rice entries.

Character[z]	Principal component			Cumulative contribution
	Z_1	Z_2	Z_3	
	1st Crop, 1993			
A	0.909	0.228	−0.081	88.5
B	0.189	0.945	−0.184	96.2
C	0.089	0.931	0.120	88.8
D	−0.053	0.888	0.217	83.9
E	−0.108	0.331	0.874	87.8
F	0.927	0.110	−0.088	88.6
G	0.714	−0.119	0.107	53.5
H	0.941	−0.045	−0.003	88.7
I	0.958	0.114	0.210	97.6
J	−0.458	0.384	−0.625	74.7
K	0.855	0.042	0.038	73.4
Cumulative Percentage of total variance (%)	45.4	71.8	83.8	
	2nd Crop, 1992			
A	0.913	0.140	0.110	86.5
B	−0.272	0.779	0.346	80.1
C	−0.235	0.863	0.247	86.2
D	0.170	0.853	−0.059	76.0
E	0.379	0.654	−0.411	74.1
F	−0.147	0.111	0.867	78.5
G	0.873	−0.118	−0.436	96.6
H	0.910	−0.149	−0.350	97.3
I	0.982	0.030	−0.156	99.0
J	−0.537	0.140	0.564	62.6
K	−0.100	0.019	0.874	77.4
Cumulative Percentage of total variance (%)	36.5	60.1	83.1	

[z] The same as Table 2.

累積第一及第二主成份所能解釋各性狀總變異量，發現二期作有約60%，一期作有約72%之變異量可爲此二主成份所解釋，因此利用第一及第二主成份所具有之總變異訊息，將25個參試材料在二主成份座標平面上進行描點，並依其在圖上分佈位置之遠近及對照各參試材料單株產量高低程度加以歸類，二期作可區分成七群（圖 1），一期作可區分成六群（圖 2），如圖 1（二期作）所示第 VI 群及第 VII 群之參試材料其單株產量較高，且大部份之材料分布於第 VII 群中，第 IV 群爲單株產量較低之材料，位於此二主成份座標平面較近原點處，分布位置大致上是以原點爲中心，主成份（Z_1，Z_2）值介於 −0.5～0.5及−1.0～1.0之間之材料群；而第 VII 群之材料群則分布於其外，特徵爲穗重、二次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數與穗長度因子之大小及多寡爲中等者，換言之，具有上述特徵之材料群者存在較高單株產量潛能。

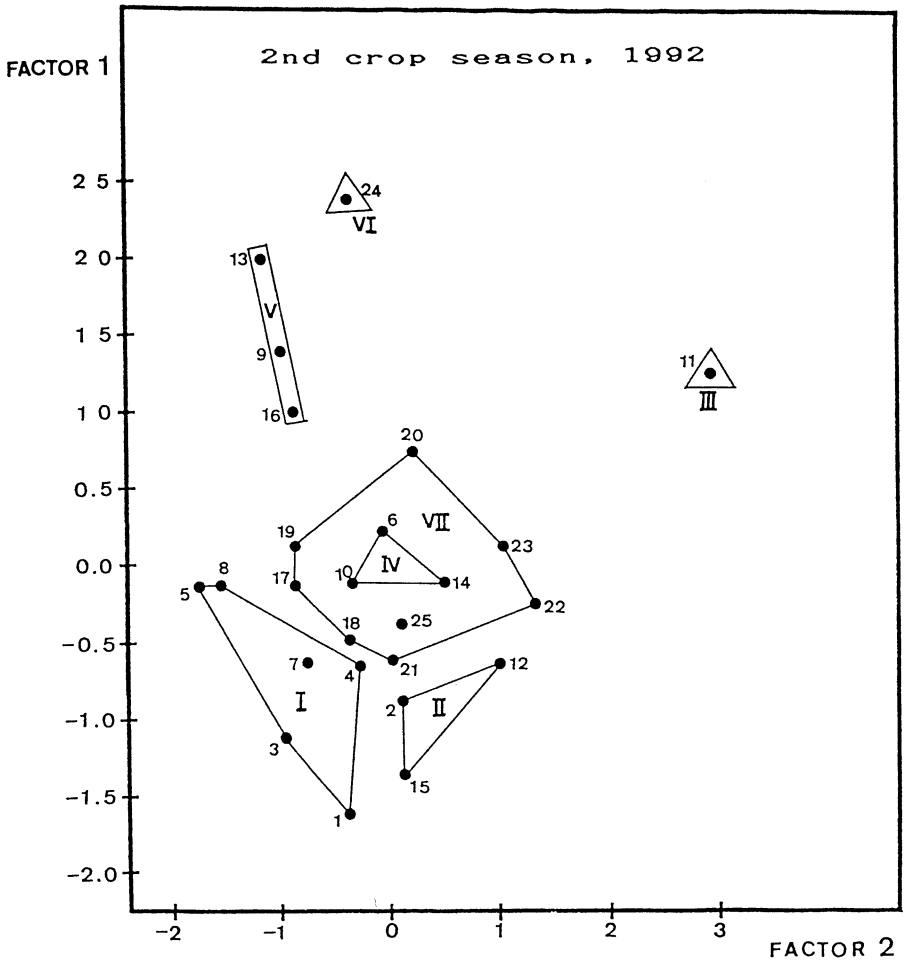


圖1. 第一、第二因子25個水稻參試材料之散佈圖。每一黑點表示參試材料，其編號如表1.所示。

Fig. 1. Scatter diagram of 25 rice entries on the plane defined by the first and second factors. Each spot represent one entries and its number definition is the same as show in Table 1.

至於一期作與二期作所得之結論則迥然不同，如圖 2 所示第 VI 與第 V 群爲單株產量較高之材料群，大多數參試材料屬於第 VI 群，並多位於第一象限內，其第一及第二主成份之值爲正值，因此這一材料群具有穗重、一次枝梗平均粒數、二次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數、稔實百分率與穗長因子較大之特徵，可見一期作以選取具上述性狀較多、較大之品系，有獲得較高單株產量潛能之機會。換言之，一期作由於氣象環境條件較好，以穗型較大且穀粒數較多之大穗型材料群，較能充份發揮高產潛能。但二期作由於氣象環境條件差，以中等穗型材料較能維持一定產量表現。

此外，比較圖 1 與圖 2 單株產量高之材料群，發現臺農67號（18）、台粳育3732號（19）、台粳育17731號（20）、台粳 2 號（21）、台粳育19351號（22）、台粳育8324號（23）、台粳育13365號（25）其在兩期作中皆屬於較高產之材料群，似爲適應性較強且有高產潛能之材料。可利用這類型之材料育成兩期作皆高產之廣適應性品種。蔡（1992）[6]在利用產量與其構成因素、生理性狀進行產量與品種分類時，亦有相似之結果。唯要育成特定期作具最高產潛能之品種，似宜如鄧與張（1978）[4]所主張將水稻育種分期進行，即分別根據各期作高單株產量之材料群特徵分別進行選拔與育種。

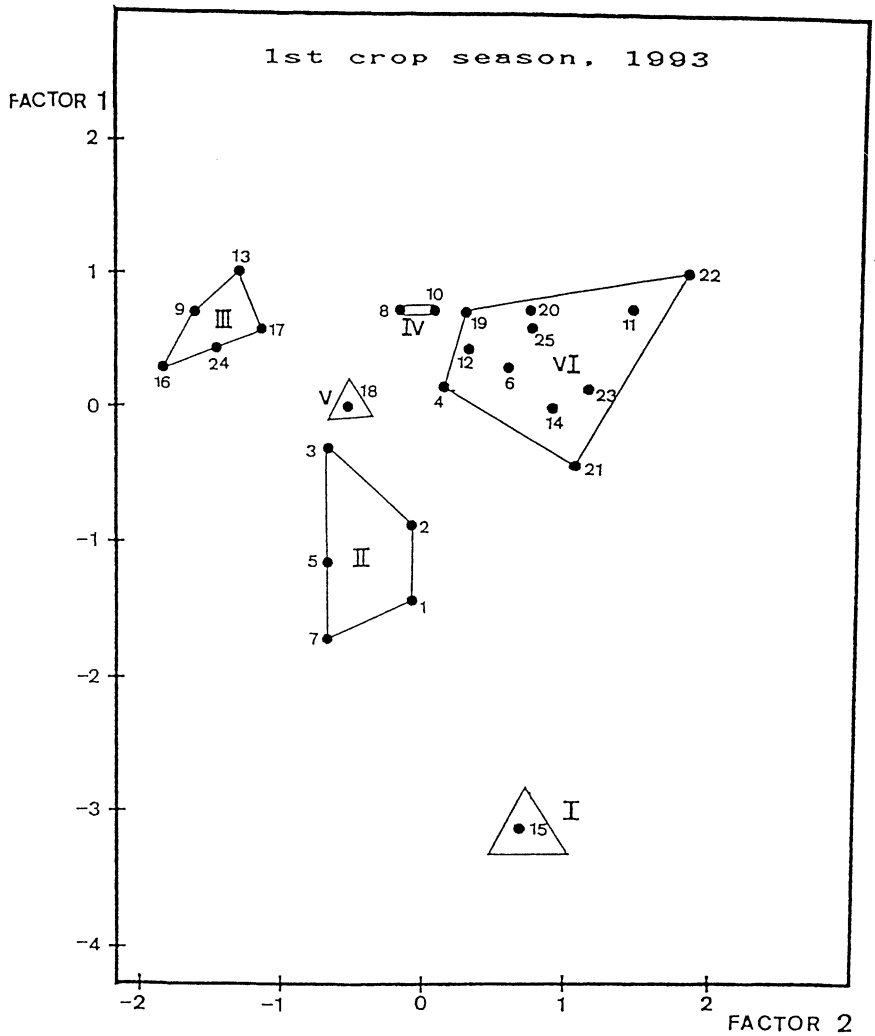


圖2. 第一、第二因子25個水稻參試材料之散佈圖。每一黑點表示參試材料，其編號如表1.所示。

Fig. 2. Scatter diagram of 25 rice entries on the plane defined by the first and second factors. Each spot represent one entries and its number definition is the same as show in Table 1.

由單株產量與穗諸性狀之相關分析中（表4），發現二期作單株產量與穗重、一次枝梗總長度和呈顯著正相關關係，其餘性狀則無相關存在；而一期作分析結果發現單株產量與穗重、穗長、穗軸長、一次枝梗數、二次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數、稔實率與穗著粒密度等性狀之間呈正相關係。由上述相關分析所得結果，了解單株產量與穗諸性狀間之相關關係於兩期作之間並不一致，所以在選拔高產品系時，其穗型選擇基準各期作亦應有所不同。唯由相關分析所得顯示二期作以穗重較重、一次枝梗總長度和較長；一期作以穗重較重、穗長及穗軸長較長、一次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數較多、稔實率與穗著粒密度高者，其單株產量有較高之趨勢。此結果與上述主成份因子分析中單株產量類型區分時所得之結論不盡相同，究其原因則如吳（1993）[2]所述係各性狀成份累積比率不同所致，也許是主成份因子分析較相關分析所提供的訊息爲多之故。

表4. 穗構成性狀與單株產量間相關分析結果

Table 4. Correlation analysis between the constructed characters of the panicle and grains yield per hill of twenty five rice entries

Character[z]	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2nd crop 1992	0.428*	0.385	0.130	0.429*	0.012	0.338	0.054	0.164	0.289	0.097	0.318	0.125
1nd crop 1993	0.739**	0.503**	0.398*	0.218	0.806**	0.0007	0.515**	0.759**	0.827**	−0.140	0.729**	0.638**

[z] The same Table 2.

*, ** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

結　論

本研究利用主成份因子分析法雖然在資料轉換過程中損失部份訊息，但仍較相關分析法能了解與掌握單株產量及穗構成性狀間之關係，較相關分析可獲得更多訊息。且由上述分析結果，可知兩期作在進行選拔時，由於期作間之單株產量與穗構成性狀間之關係並不一致，宜分分別根據主成份因子分析所得各期作高單株產量品種群所具有之特徵進行選拔工作，將可選到具高產潛能之材料，育成高產之品種。大體而言，二期作宜選穗構成性狀中等表現者，較能維持一定程度產量表現，但一期作則應選取具穗重較重、一次枝梗平均粒數、二次枝梗數、二次枝梗總粒數、每穗粒數較多、稔實率高與穗之長度因子較長等特徵之雜交後代，則其育成具高產潛能之品種（系）機率應可大爲提高。

引用文獻

1. 吳永培、陳一心、陳隆澤。1993。水稻穗著粒密度之研究　I、穗著粒密度類型、預測模式之建立及其相關性狀之探討。中華農業研究　42：111—120。
2. 吳永培、陳一心、陳隆澤。1993。利用主成份分析法探討水稻穗重與其構成因赤間的關係。中華農學會報　新162：1—10。
3. 林安秋、洪黎明。1979。第二期作稻低產原因之研究。VI、溫度與日照強度對水稻抽穗及結實之影響。中華農學會報　108：24—38。
4. 鄧耀宗、張萬來。1978。稻分期育種之可行性。215—224頁。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。行政院國家科學委員會，臺北。
5. 鄔宏潘。1978。氣象因素及地區對一、二期作稻產量之影響。39—48頁。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集。行政院國家科學委員會，臺北。
6. 蔡金川。1981。水稻地區性、期性、期作產量及生理性狀之品種分類。中華農業研究　40(3)：315—332。
7. Johnson, R. A. and D. W. Wichern. 1988. Applied Multivariate Statistical Analysis. 2nd ed. PP.361—400. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jerey.
8. Jolliffe, I. A. 1982. A Note on the use of principal compnents in reg-ression. Appl. Statist. 31：300—303.
9. SAS User' s Guide：Statistics. 1998. Nc：SAS Institute Inc.

Studies on the Panicle Density of Rice

II. Relationships between the Constructed Characters of Panicle and Grains Yield Per Hill[1]

Yong-Pei Wu, Jeng-Chung Lo and Yi-Shin Chen[2]

Summary

Twenty five rice entries with different types of panicle density were used as materials to study the relationships between the 11 constructed characters of the panicle and grain yield per hill under Chaiyi environment conditions. In the first rice crop season, result revealed that entries with high yielding capacity pontenial were charactered by heavier panicle weight, a lot of average grain number per primary branch, secondary branch number per panicle, total grain number of secondary branches, total grain number per panicle, higher seed set and larger factor of panicle length. This might infer that the entries with high yielding pontenial in first crop season are largely due to heavier panicle weight and lots of grain number. On the other hand, in second crop season, entries with high yielding pontenial were along with reasonable panicle weight, secondary branch number per panicle, total grain number of secondary branches total grain number per panicle, and factors of panicle length. This might conc-lude that the entries with high yielding pontenial are mainly associateed with medial constructed characters of the panicles. A significant Positive cor-relat-ion between panicle density and grain yield per hill was found from the present studies . However, as shown in the scattrer diagram of principal factor analysis , thar entries with higher panicle density were not always along with higher grain yield per hill was also observed. These suggest that the relationships between the constructed characters of the panicle and grain yield per hill is unjustifiable from the present data.

Key words : Rice entries, Constructed characters of panicle, Grains yield per hill.

1. Contribution No. 1714 from Taiwan Agricultural Research Instiute.
2. Respectively, Research assistant, Research assistant and Sinor agronomist, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：143～154（1994）

玉米營養生長期光合物質及氮素累積性狀與產量間關係之研究[1]

魏夢麗[2]　姜義展[2]　陳烈夫[3]　劉大江[2]

摘要：本計畫以玉米臺農一號爲材料，於1991至1993年秋作進行田間試驗，試驗田區土壤爲坋質壤土，前作均爲水稻。在玉米播種至吐絲期間施以變化栽培密度處理，試圖改變植株在吐絲期之乾物質與氮素累積量，藉以探討吐絲期以前之營養生長對產量性狀的影響。試驗之行距均爲 75 cm，播種時株距爲 11 與 22 cm，分別在雄穗分化始期或吐絲期進行間拔，使部份小區株距增爲 22 cm。玉米單株產量因密植而降低，但單位面積產量則增高；比較吐絲期開始株距均爲 22 cm 之三項處理，雖然在吐絲期的單株乾物質與氮素含量明顯的以播種後即維持 22 cm 株距者爲高，但子粒產量多無顯著差異，一穗粒數與平均百粒重對密度處理未呈現一定反應，兩項產量構成要素並表現互補效應。玉米植株自雄穗分化始期至吐絲期之日數，約爲全生育期的四分之一，此一期間所累積的乾物質可佔成熟期總乾物量的 25.3—43.1%，所累積的氮素量更高達總氮素含量的 40.4—63.0%，顯示此一階段具極高的碳素與氮素同化作用。植株於吐絲期之單株乾物質與氮素含量，前者佔成熟期總乾物重之 27.8—48.1%，後者佔成熟期總氮素含量之 47.8—75.5%，變域極大，以未施變化密度的處理較高，吐絲期始將株距自 11 cm 增大至 22 cm 處理較低。雖然三項自吐絲後即維持 22 cm 株距處理植株在吐絲期的營養生長量有異，但子粒充實期間之乾物質累積量均超過子粒產量，亦即如吐絲期營養生長量不同，吐絲後維持相同株距，仍可維持平衡的光合物質供需關係。各處理於吐絲後累積之氮素量則顯著低於子粒內氮素含量，顯示預貯性氮素對產量的重要性，氮素供需平衡關係亦以吐絲期始進行間拔處理的表現較優。綜合各項結果，認爲在本試驗條件下，吐絲期的營養生長量對子粒產量並不具決定性的影響，而玉米在子粒充實期間累積氮素與乾物質的能力，視植株在吐絲期的生長狀況與環境因子，可能表現極大的變化幅度，因而具有調節產量的功能。

關鍵詞：玉米、栽培密度、營養生長、產量。

玉米在子粒開始充實以前，可於營養器官中累積多量碳水化合物及氮素，以因應子粒充實過程對營養供應的大量需要[20]，尤以氮素的作用最大。以目前國內栽培最廣之玉米品種臺農 1 號爲例，在吐絲期時的乾物質累積量雖僅爲成熟期最終乾物量之40%左右，氮素累積量卻可高達總累積量的50-80%[2,25]，另一方面，其氮素收穫指數高達0.70[13]，顯示子粒充實對再轉移性氮素的依賴度極高，以及吐絲期以前營養生長的重要性。此外，在玉米品種間也具有差異，如臺農 1 號子粒充實對再轉移性氮素的依賴度即超過臺農351號[4]。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1715 號。
2. 本所農藝系助理、約僱技術員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農場管理室助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

多數玉米品種吸收氮素的主要時期爲吐絲以前，少數品種以吐絲後的吸收及同化爲主[17]，如果植株在吐絲後仍可自土壤中吸收多量氮素，則子粒充實過程中能夠獲得充份的氮素供應，對再轉移性氮素的依賴度因而降低，有可能延緩葉片等營養器官的老化[17]，應該具有較高的產量潛能。另一方面，如果植株在吐絲前可累積多量氮素，或子粒充實主要依賴再轉移性氮素供應，則此型品種的產量潛能可能不如前者，但對逆境的適應能力較高，因此在逆境情況下仍可保有較穩定的產量[10]。如能瞭解某一品種植株於吐絲期含氮量的多寡，如何影響吐絲後植株氮素供需、代謝及產量表現，對維持或提高其產量必將有所助益。

上述乾物質生產以吐絲後爲主及氮素累積以吐絲前爲主的現象，可以代表玉米重要的生育及產量生理特性，但是對玉米單一品種如臺農 1 號而言，吐絲期以前所累積乾物質與氮素量的多寡，亦即營養生長表現，對子粒充實性狀及產量表現的影響如何，仍然缺少充份的瞭解。由於玉米生育初期建立葉面積的速率[9]與乾物質生產效率[14,23]都是決定吐絲期乾物產量的必要條件，因此有必要詳細探討臺農 1 號品種在這方面的表現。本試驗採用栽培密度處理，於玉米雄穗分化始期及吐絲期改變植株株距，可以使臺農 1 號玉米在吐絲期具有不同的乾物質與氮素含量，而後探討在子粒充實期間的生長及產量表現，所得結果或有助於針對品種特性，發展完整的綜合經營管理技術，並供爲選育品種的參考資料。

材料與方法

以單雜交玉米品種臺農 1 號爲材料，於1991、1992及1993年秋作在臺灣省農業試驗所農場進行田間試驗，三年之播種日期分別爲 9 月20日、 9 月21日及 9 月 8 日；試區前作均爲水稻，土壤爲坋質壤土，1992年試驗進行前分析土壤 pH 值爲 5.8，有機質含量 2.0%，CEC 爲9.7 meq/100g，有效性磷與有效性鉀之濃度分別爲 28 與 133 ppm，銨態氮及硝酸態氮濃度分別爲 17.9 與 22.2 ppm。

試驗係採用栽培密度爲處理，播種時之行距均爲 75 cm，株距分爲兩種，即 11 與 22 cm，合每公頃 121,212 與 60, 606 株。1992 及1993 年試驗部份株距爲 11 cm 之小區在播種後 30 日玉米生育至第 9 葉期時，即相當於雄穗分化始期[1]予以間拔爲株距 22 cm（代號11-22-22），或於吐絲期間拔爲株距 22 cm（11-11-22），對照組（不間拔）代號爲11-11-11（株距均維持 11 cm）及22-22-22（株距均維持 22 cm），以上合計四項處理；1991年試驗改變栽培密度處理僅包括吐絲期將 11 cm 株距間拔至 22 cm。試驗採用逢機完全區集設計，小區爲 8 行區，行長 8 m，重複 4 次。氮肥用量均爲 200kg N/ha，磷與鉀肥用量爲 90 kg P_2O_5 與 100 kg K_2O/ha，肥料施用方法及田間栽培管理與王等[2]之方法相同。

於玉米播種後第30日起至吐絲及吐絲至成熟期間，每間隔約二週取樣一次，合計取樣七次，每次自每一小區逢機選取8-12株爲樣品，區分爲葉片、莖稈、苞葉、穗軸及子粒等部位，於送風乾燥箱中以 80°C 連續烘乾72—96小時，秤量乾物重，隨後經40目篩（mesh）磨粉，以 semi-micro Kjeldahl 方法測定氮素濃度，以氮素濃度及乾物重之乘積估算氮素累積量，並計算各生育階段之乾物質與氮素累積速率；成熟期自每小區選取32株樣品測定子粒產量及其構成要素。試驗所得各項資料均經變方分析，並以 Duncan's New Multiple Range Test 分析處理間差異顯著性。

本文僅涵蓋植株整體性狀與部份取樣期之試驗結果，有關植株各器官氮素與乾物質累積與分配資料，及子粒充實性狀，將另文提出報告。

結 果

採用株距 11 cm 播種，其後並不予間拔之植株（代號11-11-11），其單株子粒產量最低，但單位面積產量最高，其餘三項自播種或吐絲期間始株距維持 22 cm 處理的單株產量較高，但相互間之

差異多未達顯著水準（表 1）。1993年試驗的產量較低，可能與播種期較早，且生育期間氣溫較高，玉米螟爲害嚴重及子粒充實期縮短有關。分析一穗粒數及百粒重兩項產量構成要素，亦以11-11-11處理較低，22-22-22處理之一穗粒數較多，但百粒重則因年度而有異。在其餘間拔後株距爲 22cm 處理之間，1992年以播種時株距爲 11 cm 但於吐絲期始間拔爲 22 cm 處理（11-11-22）的一穗粒數較低，百粒重較高，如提前於雄穗分化始期間拔株距至 22 cm（處理11-22-22），則呈現一穗粒數增多但百粒重降低的趨勢，。而1993年兩項間拔處理的一穗粒數相同，提前於雄穗分化始期處理（11-22-22）的百粒重較高。本項試驗結果顯示各項處理對產量構成要素的影響可能因年度及環境因子有異，但產量表現則呈現相似的趨勢。

表1. 栽培密度對臺農 1 號玉米子粒產量及其構成要素之影響（1991-1993年秋作）

Table 1. Effect of plant spacing on the yield and yield components of Tainung 1 corn plants cultivated in the fall crops of 1991, 1992, and 1993

Within-row spacing (cm) [z]	Kernel number per ear	100-kernel wt.(g)	Kernel yield	
			g/plant	t/ha
		1991		
11-11-11	484.6c[y]	15.71b	76.13b	9.23a
11-11-22	520.3b	23.60a	122.79a	7.44b
22-22-22	605.1a	20.92b	126.59a	7.67b
		1992		
11-11-11	339.5c	21.99b	74.67c	9.05a
11-22-22	504.2a	22.13b	111.56b	6.76c
11-11-22	435.8b	26.98a	117.59ab	7.13bc
22-22-22	486.8a	25.63a	124.77a	7.56b
		1993		
11-11-11	210.7c	25.19b	53.08c	6.43a
11-22-22	293.3b	28.53a	83.68ab	5.07bc
11-11-22	295.2b	26.44b	78.04b	4.73c
22-22-22	355.7a	26.27b	93.44a	5.66b

[z] Within-row spacing at planting, 30 days after planting, and silking, respectively. Between-row spacing was 75 cm.

[y] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

在全株乾重方面，最密植處理（11-11-11）在吐絲期之單株乾重顯著低於雄穗分化始期間拔株距至 22 cm 處理（11-22-22）之乾重，兩者並均較播種後株距即維持於 22 cm 之處理（22-22-22）爲低（表 2），莖稈乾重的差異爲導致此項差距的主要原因（資料未列出）。成熟期的單株乾物重亦以最密植之11-11-11處理最低，22-22-22處理最高，而11-22-22與11-11-22兩項處理之間的差異在1992年未達顯著水準，在1993年則以前者爲高，顯示在本試驗條件下，吐絲期以前之密度處理對植株最終乾物產量並未能產生一定的作用（表 2）。

表2. 栽培密度對臺農1號玉米植株乾物重 (g/plant) 的影響 (1992及1993年秋作)

Table 2. Effect of plant spacing on the changes in dry weight (g/plant) of Tainung 1 corn plants cultivated in the fall crops of 1992 and 1993

Days after planting[z]	Within-row spacing (cm)[y]			
	11-11-11	11-22-22	11-11-22	22-22-22
	1992			
30	5.84b[x]	(5.84)	(5.84)	6.96a
48	31.43b	37.40b	(31.43)	52.75a
63	64.61c	88.97b	(64.61)	107.01a
126	151.93c	227.70b	232.65b	255.93a
	1993			
30	5.95b	(5.95)	(5.95)	7.13a
44	24.82b	25.98b	(24.82)	30.22a
61	57.08c	71.00b	(57.08)	84.01a
118	118.80d	171.81b	152.52c	193.73a

[z] Silking was 63 and 61 days after planting and maturity was 126 and 118 days after planting in 1992 and 1993, respectively.
[y] See Table 1 for description of spacing treatments.
[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

以單位面積爲基準計算植株在各生育階段的作物生長速率 (crop growth rate, CGR) ，顯示在吐絲期以前均以密植者較高，如1992年及1993年11-11-11處理在吐絲前15與17日之作物生長速率分別爲 267.9 及 230.3 kg/ha · day (表3、4) ，遠高於11-22-22及22-22-22處理。11-22-22處理係於吐絲後30日 (約爲雄穗分化始期) 間拔，使栽培密度與22-22-22處理相同，前者在播種後30至45日期間的 CGR 顯著低於後者，唯1992年試驗中，在吐絲前17日期間已無顯著差異 (表3) 。1992年試驗部份，玉米植株於吐絲後的作物生長速率以最密植 (11-11-11) 及吐絲期進行間拔 (11-11-22) 兩項處理最高，都在 160 kg/ha· day 以上 (表3) ，但1993年試驗中僅以最密植之11-11-11處理較高，其他處理間未發現顯著差異 (表4) 。

表3. 栽培密度對臺農1號玉米作物生長速率的影響 (1992年秋作)

Table 3. Effect of plant spacing on the crop growth rate of Tainung 1 corn plants in the fall crop of 1992

Within-row spacing (cm)[z]	Days after planting[y]			
	0-30	30-48	48-63	63-126
	kg/ha·day			
11-11-11	24.2a[x]	172.1a	267.9a	168.5a
11-22-22	(24.2)	106.1c	208.5b	133.3b
11-11-22	(24.2)	(172.1)	(267.9)a	161.8a
22-22-22	13.9b	153.9b	219.4b	143.6b
	g/plant·day			
11-11-11	0.20a	1.42c	2.21b	1.39c
11-22-22	(0.20)	1.75b	3.44a	2.20b
11-11-22	(0.20)	(1.42)	(2.21)	2.67a
22-22-22	0.23a	2.54a	3.62a	2.37b

[z] See Table 1 for description of spacing treatments.
[y] Silking : 63 days after planting ; maturity : 126 days after planting.
[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

表4. 栽培密度對臺農1號玉米作物生長速率的影響(1993年秋作)

Table 4. Effect of plant spacing on the crop growth rate of Tainung 1 corn plants in the fall crop of 1993

Within-row spacing (cm) [z]	Days after planting[y]			
	0-30	30-44	44-61	61-118
	kg/ha·day			
11-11-11	24.2a[x]	163.6a	230.3a	130.9a
11-22-22	(24.2)	86.7c	160.6c	107.3b
11-11-22	(24.2)	(163.6)	(230.3)	101.2b
22-22-22	14.6b	100.0b	191.5b	117.0b
	g/plant·day			
11-11-11	0.20a	1.35b	1.90c	1.08c
11-22-22	(0.20)	1.43b	2.65b	1.77ab
11-11-22	(0.20)	(1.35)	(1.90)	1.67b
22-22-22	0.24a	1.65a	3.16a	1.93a

[z] See Table 1 for description of spacing treatments.
[y] Silking : 61 days after planting ; maturity : 118 days after planting.
[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

栽培密度處理對玉米植株生育期間氮素累積量的影響列於表5，在吐絲期以前，單株總氮素含量明顯以低密度栽培處理（如22-22-22）爲高，11-22-22處理係於雄穗分化始期以後即具有較大的生長空間，其吐絲期之氮素含量亦顯著高於11-11-11處理。在吐絲期時，植株氮素主要累積於葉片，佔總量之比例將近六成，並以密植處理較高（資料未列出）。在玉米子粒充實期間，總氮素含量均持續增加，主要爲子粒累積量劇增的結果，其他器官則多呈降低趨勢。成熟期的每株氮素含量以最疏植之22-22-22處理最高，最密植之11-11-11處理最低，其餘兩個自抽穗期開始即維持 22 cm 株距的處理介於其間，相互間的差異未達顯著水準（表5）。在年度之間進行比較，則以1992年試驗植株的氮素累積量較高，自播種後約45日起即有明顯差異，成熟期各處理氮素含量在年度間的差距高達25—38%，顯示1993年試驗植株同化氮素能力與乾物質累積能力表現相似，同受栽培條件的顯著影響。

表5. 栽培密度對臺農1號玉米植株氮素累積量（mg/plant）的影響（1992及1993年秋作）

Table 5. Effect of plant spacing on the amount of N accumulated (mg/plant) by Tainung 1 corn plants grown in the fall crops of 1992 and 1993

Days after planting[z]	Within-row spacing (cm) [y]			
	11-11-11	11-22-22	11-11-22	22-22-22
	1992			
30	184.7b[x]	(184.7)	(184.7)	221.2a
48	690.3c	862.9b	(690.3)	1,164.1a
63	1,199.0c	1,695.2b	(1,199.0)	1,981.4a
126	1,690.3c	2,568.5b	2,510.1b	2,861.5a
	1993			
30	158.2b	(158.2)	(158.2)	206.3a
44	446.0b	440.5b	(446.0)	610.0a
61	954.8c	1,155.2b	(954.8)	1,389.2a
118	1,265.0c	1,689.0b	1,560.4b	2,010.7a

[z] See Table 1 for description of spacing treatments.
[y] Silking was 63 and 61 days after planting and maturity was 126 and 118 days after planting in 1992 and 1993, respectively.
[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

表 6 爲1992年玉米各生育階段之氮素累積速率，由表中資料得知，以單株爲計算基準，疏植處理的累積速率較高，如以單位面積爲計算基準，則以密植處理爲高。各處理之氮素累積速率在播種後30日以內甚低，均在 1 kg/ha·day 以下，其後快速增加，並以吐絲前約15日達到高峰，每公頃每日可累積 3.30-4.11 kg 的氮素，以密植處理 (11-11-11) 最高；雄穗分化始期行間拔處理 (11-22-22) 植株的氮素累積速率在吐絲前之增高尤其明顯，於播種後30至48日期間雖低於疏植之22-22-22處理，但吐絲前15日內已無明顯差異（表 6）。1993年試驗也表現相同的變化趨勢，唯各生育期的氮素累積速率明顯的低於1992年試驗結果（表 7）。

表6. 栽培密度對臺農 1 號玉米作氮素累積速率的影響(1992年秋作)

Table 6. Effect of plant spacing on the N accumulation rate of Tainung 1 corn plants grown in the fall crop of 1992

Within-row spacing (cm)[z]	Days after planting[y]			
	0-30	30-48	48-63	63-126
	kg/ha·day			
11-11-11	0.75a[x]	3.41a	4.11a	0.95b
11-22-22	(0.75)	2.28b	3.36b	0.84b
11-11-22	(0.75)	(3.41)	(4.11)	1.26a
22-22-22	0.45b	3.18a	3.30b	0.85b
	mg/plant·day			
11-11-11	6.16a	28.09c	33.91b	7.08c
11-22-22	(6.16)	37.68b	55.49a	13.86b
11-11-22	(6.16)	(28.09)	(33.91)	20.81a
22-22-22	7.37a	52.38a	54.49a	13.97b

[z] See Table 1 for description of spacing treatments.
[y] Silking : 63 days after planting ; maturity : 126 days after planting.
[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

表7. 栽培密度對臺農 1 號玉米氮素累積速率的影響(1993年秋作)

Table 7. Effect of plant spacing on the N accumulation rate of Tainung 1 corn plants grown in the fall crop of 1993

Within-row spacing (cm)[z]	Days after planting[y]			
	0-30	30-44	44-61	61-118
	kg/ha·day			
11-11-11	0.65a[x]	2.48a	3.63a	0.63a
11-22-22	(0.65)	1.24c	2.55b	0.57a
11-11-22	(0.65)	(2.48)	(3.63)	0.66a
22-22-22	0.42b	1.75b	2.78b	0.66a
	mg/plant·day			
11-11-11	5.27b	20.56b	29.93b	5.44b
11-22-22	(5.27)	20.16b	42.04a	9.37a
11-11-22	(5.27)	(20.56)	(29.93)	10.63a
22-22-22	6.88a	28.84a	45.84a	10.90a

[z] See Table 1 for description of spacing treatments.
[y] Silking : 61 days after planting ; maturity : 118 days after planting.
[x] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

玉米植株在雄穗分化始期所累積的乾物質量，僅佔成熟期總乾物量的2.5-3.8%(1992年)或3.5-5.0%(1993年)，而同一期間所累積的氮素量確高達7.2-10.9%(1992年)9.4-12.5%(1993年)(表8)，顯示在營養生長期間，氮素的相對累積速率爲乾物質累積速率的二至三倍。在處理間比較，均以密植處理(11-11-11)最高，其餘三個自播種或吐絲期開始株距維持 22 cm 的處理之間則無顯著差異。計算吐絲期植株累積乾物質與氮素量佔成熟期總含量的比例，乾物質介於27.8至48.1%之間，氮素介於47.8至75.5%之間，亦以密植處理最高，吐絲期間拔使株距增加爲 22 cm 的處理(11-11-22)最低(表8)，亦即原本較密植植株於吐絲後若具有較大生育空間，相對的可累積多量之乾物質與氮素。年度間的變化趨勢也有相似的表現，但1992年試驗中11-11-22處理在吐絲期的乾物質及氮素累積量僅爲成熟期總量之27.8%與47.8%，數值顯著低於其他處理及1993年試驗之數值。

表8. 玉米台農1號在雄穗分化始期及吐絲期之乾物質及氮素累積量與成熟期累積量的比值(%)(1992及1993年秋作)

Table 8. Ratio(%)of N and dry matter accumulation at tassel initiation and silking to the accumulation at maturity of Tainung 1 corn plants cultivated in the fall crops of 1992 and 1993

Within-row spacing (cm)[z]	Amount at tassel initiation to amount at maturity		Amount at silking to amount at maturity		Amount accumulated after silking to amount in kernel	
	Dry matter	Nitrogen	Dry matter	Nitrogen	Dry matter	Nitrogen
	1992					
11-11-11	3.8a[y]	10.9a	42.5a	70.9a	116.8b	42.7c
11-22-22	2.6b	7.2b	39.1a	66.0b	124.3b	51.5b
11-11-22	2.5b	7.4b	27.8b	47.8c	143.1a	74.3a
22-22-22	2.7b	7.7b	41.8a	69.2ab	118.6b	46.7bc
	1993					
11-11-11	5.0a	12.5a	48.1a	75.5a	116.0a	39.2c
11-22-22	3.5b	9.4b	41.3bc	68.4b	121.4a	47.1b
11-11-22	3.9b	10.1ab	37.4c	61.2c	122.3a	58.2a
22-22-22	3.7b	10.3ab	43.4b	69.1b	116.9a	46.9b

[z] See Table 1 for description of spacing treatments.

[y] Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

計算玉米植株於吐絲後累積之乾物質及氮素量與成熟期子粒內乾物質及氮素量的比值，前者均在100%以上，後者最低僅爲39.2%，最高亦不過74.3%（表8）。就乾物質的表現而言，植株於吐絲後所累積的乾物質量均超過子粒產量，密植（11-11-11）與疏植（22-22-22）處理之間的表現幾乎完全相同，兩項改變栽培密度處理（11-22-22及11-11-22）雖呈現吐絲後有較高累積乾物質能力的趨勢，但除了1992年之11-11-22處理外，多數處理間的差異並未達顯著水準。在氮素方面，玉米植株在吐絲後的累積量顯著低於子粒內氮素含量，但於處理間比較，仍顯現年度間與處理間的差別；1992年試驗以11-22-22處理最高，植株抽穗後累積之氮素量爲成熟期子粒氮素含量之74.3%，其他三項處理較低，介於42.7至51.5%之間，且相互之差異不顯著；1993年試驗則以11-11-22處理最高（58.2%），其他三項處理（39.2-47.1%）之間亦無顯著差異。

討　論

本試驗之栽培密度處理經由改變播種至吐絲期間的株距，使玉米植株在吐絲期具有不同的乾物質累積量，在吐絲後株距同爲 22 cm 的三個處理中，以11-11-22處理在吐絲期的單株乾物量最低，11

-22-22處理居次，22-22-22處理最高，亦即乾物質累積量受營養生長期間栽培密度的直接影響；但是1992年試驗在子粒充實期間所累積的乾物量，卻以11-11-22處理最高（168.0 g/plant），11-22-22及22-22-22處理爲138.7及148.9 g/plant，三處理在子粒充實階段累積的乾物質佔成熟期總乾物質的比率，依序分別爲72.2、60.9與58.2%（表8），而三者在成熟期的乾物質生產量亦相接近（表2）；1993年試驗上述三項處理在成熟期之總乾物量雖有顯著差異，但間拔處理在吐絲後所累積乾物量佔總乾物量的比值仍然較高（表2）。上述結果顯示11-11-22與11-22-22處理植株在吐絲期的營養生長量雖然較22-22-22處理爲低，但吐絲後仍可能具有較高的相對乾物質生產能力；推測原因，可能與植株在田間的受光勢有關，Williams et al.[26]指出小幅增加玉米在開花期的受光量，即可大幅提高成熟期的乾物質與子粒產量；Andrade et al.[5]亦報告開花前二週至後二週的受光量與作物生長速率的表現密切相關，並影響玉米的積儲容量（sink size）。

上述三個自吐絲期開始即維持株距 22 cm 之處理的產量表現相近（表1），亦即吐絲期的營養生長量對子粒產量未能產生絕對性的作用。玉米的積儲容量係以一株粒數與平均粒重的乘積表示，依Grant et al.[12]與 Tollenaar et al.[24]的報告，積儲容量在吐絲前一週至後三週決定，並受此一時期的乾物質累積量所影響，而 Tollenaar[23]認爲一穗粒數在開花期即已決定，並受開花期的光合物質生產量所影響；分析本試驗各項產量構成因素（表1），1991與1992年試驗仍以11-11-22處理之一穗粒數低於11-22-22及22-22-22處理，亦即吐絲期營養生長量較低，的確使一穗粒數減少，較不利於產量表現；但是11-11-22處理卻具有最高的平均粒重；1993年試驗11-11-22處理的一穗粒數雖與11-22-22處理相同，但百粒重反而較低，均顯示兩項產量構成因素間的相互補償作用。

平均粒重是決定產量的重要因子，受子粒充實期間供源與積儲供需平衡關係的影響[6]。計算1992年試驗子粒充實期間以單株爲基準之作物生長速率（表3）及吐絲後乾物質累積量與產量的比值（表8），發現11-11-22處理極顯著的高於11-22-22及22-22-22處理；此外，未發表的試驗資料顯示11-11-22處理植株在子粒充實後期（吐絲後48—65日）仍然具有極高的作物生長速率，而且以全株爲計量基準的作物生長速率遠高於子粒作物生長速率，在程度上有別於11-22-22及22-22-22處理，表示其子粒有效充實期間延長，且一穗粒數少，供源較爲充足，有利於提高平均粒重；同時也顯示即使在吐絲期營養生長量偏低的情況下，由於吐絲後具有良好及持續的光合成能力，其產量仍受限於積儲容積，供源並不是限制產量的主要因子[16]。

由表8資料得知在玉米子粒充實的全部過程中，不論栽培密度處理爲何，吐絲後植株累積之乾物量均超過子粒產量，幅度約在15-25%之間，最高可達43%，由於全株的作物生長速率均高於子粒的作物生長速率，表示供源能力超過需求。但是玉米子粒在不同階段的充實特性可能有異，本試驗曾發現在子粒快速充實期間，較密植處理（11-11-11、11-11-22及11-22-22）之子粒作物生長速率較全株作物生長速率爲高，換言之，吐絲前之密度逆境似仍顯現影響供源與積儲關係的效應，不過此種影響程度是否足以作用於產量，猶待商榷。林與劉[3]報告玉米莖稈內非構造性碳水化合物濃度在吐絲後50日以前均維持於20%以上，蔗糖濃度亦於吐絲後20-50日之間達到最高峰，顯示此種貯存於營養器官中的光合物質對因應子粒充實需要具有極高的緩衝能力[18]。Buren et al.[8]指出極端密植可能導致玉米植株提前發生老化現象，Prioul and Schwebel-Dungue[15]認爲在較低的栽培密度條件下，子粒於充實前期的積儲需求顯著低於供源能力，會影響子粒充實後期葉片碳水化合物同化作用的正常進行，玉米的光能利用效率（radiation useefficiency）也會顯著下降；依據這些結論綜合分析本試驗中玉米子粒充實全期的全株及子粒作物生長速率間的關係，顯示吐絲前的栽培密度逆境尚不足以導致吐絲後發生光合物質供源不足的現象。由乾物質生產的觀點來說，仍有可能因積儲容量之限制，未能充份將營養器官貯存之碳水化合物轉移至子粒，影響產量表現[20]。

在玉米營養生長期間改變栽培密度對產量生理的影響可以由氮素累積模式進一步予以說明，以吐

絲後株距均維持 22 cm 的三個處理爲例，植株在吐絲期與成熟期的氮素含量雖然以22-22-22處理高於兩項間拔處理較低（表 5），但間拔處理11-22-22與11-11-22植株在吐絲後所累積的氮素量爲873與1,311（1992年）及534與606mg/plant(1993年)，與22-22-22處理之880及622 mg/plant 比較，其累積量相近或更高，顯示兩處理植株在吐絲期的乾物質與氮素含量雖然較低，吐絲後仍可吸收多量氮素。王等[2]報告臺農 1 號玉米在吐絲期即已累積最終氮素含量之 70% 以上，本試驗中1992年部份11-22-22及22-22-22處理之此項比值分別爲66.0與69.2%，11-11-22處理僅爲 47.8%，1993年部份11-22-22及22-22-22處理分別爲 68.4 與 69.1 %，而11-11-22處理卻僅爲 61.2%，亦即後者植株在吐絲後仍然相對的具有極高的氮素同化作用，是一項有利的生理性狀[17]。此外，在所有的栽培密度處理中，子粒充實全期的全株氮素累積速率均低於子粒的氮素累積速率，亦即吐絲後植株同化氮素的能力不能供應子粒充實的需要(資料未列出)，Ta and Weiland[21]也曾指出玉米在吐絲前所累積的氮素，有60-85%會於吐絲後轉移至子粒。但於本試驗各項處理間比較，仍以11-11-22處理植株的氮素供需平衡關係優於其他處理，子粒充實對再轉移性氮素依賴的程度較低，應有助於延長葉片生理活性，並使植株在子粒充實後期仍具有較高的乾物質生產能力[7]。

在本試驗條件下，雖然未能發現臺農 1 號玉米植株吐絲期乾物質累積量對子粒產量的絕對性影響，但在兩個年度試驗中，自雄穗分化始期至吐絲期的日數，約爲全生育期的四分之一，而經由分析表 8 資料得知，此一期間所累積竹乾物質可佔總乾物量的 25.3-43.1 %，所累積的氮素量更高達總氮素含量的 40.4-63.0 %，顯示此一階段表現極高的同化作用。由於玉米吐絲後的氮素同化作用不足以供應子粒充實需要，因此吐絲前的預貯性氮素應仍具有穩定產量的意義[17]；上述數值以吐絲期始進行間拔之11-11-22處理最低，亦即此一處理植株在吐絲期的乾物質與氮素含量較低，但子粒充實期間卻具有較高的相對同化能力，有助於各種產量性狀之表現。綜合各項結果，認爲在本試驗範圍內，吐絲期的乾物質生長量對子粒產量並不具決定性的作用，而玉米在子粒充實期間累積氮素與乾物質的能力，視植株在吐絲期的生長狀況與其後的環境因子，可能表現極大的變化幅度，並經由影響供源與積儲間的平衡關係而具有調節產量的功能。

誌　謝

本計畫承農業委員會補助〔81農建-12.2-糧-47(3)、82科技-2.1-糧-33(3)及83科技-2.1-糧-11(3)〕，謹致謝意。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37：379-388。
2. 王強生、林淑雰、劉大江。1989。玉米產量及相關生理性狀對栽培密度的反應。刊載於「玉米生理遺傳與育種研討會論文集」(謝昱暐、劉大江、朱德民、黃懿秦合編)。中央研究院植物研究所專刊第 7 號。第99-118頁。臺北市。
3. 林淑雰、劉大江。1990。影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究 2. 子粒充實期間莖稈與穗軸醣類濃度的變化。中華農業研究 39：38-46。
4. 陳建成。1989。栽培密度與氮肥用量對玉米吐絲後乾物質及氮素累積性狀的影響。國立中興大學農藝研究所碩士論文。臺中市。
5. Andrade, F. H., S. A. Uhart, and M. I. Frugone. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize : shade versus plant density effects. Crop Sci. 33 : 482-485.

6. Bagnara, D. and T. B. Daynard. 1982. Rate and duration of kernel growth in the determination of maize(*Zea mays* L.)kernel size. Can. J. Plant Sci. 62 : 579-587.
7. Below, F. E., L. E. Christensen, A. J. Reed, and R. H. Hageman. 1981. Availability of reduced N and carbohydrates for ear development in maize. Plant Physiol. 68 : 1186-1190.
8. Buren, L., J. J. Mock, and I. C. Anderson. 1974. Morphological and physiological traits in maize associatd with tolerance to high plant density. Crop Sci. 14 : 426-429.
9. Cross, H. Z. 1990. Selection for rapid leaf expansion in earlymaturing maize. Crop Sci. 30 : 1029-1032.
10. Dalling, M. J. 1985. The physiological basis of nitrogen redistribution during grain filling in cereals. In : Exploitation of Physiological and Genetic Variability to Enhance Crop Productivity(J. E. Harper, L. E. Schrader, and R. W. Howell, eds.). Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, Maryland.
11. Feller, U. 1986. Proteolytic enzymes in relation to leaf senescence. In:Plant Proteolytic Enzymes, Vol. II(M. J. Dalling, ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida.
12. Grant, R. F., B. S. Jackson, J. R. Kiniry, and G. F. Arkin. 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agron. J. 81 : 61-65.
13. Liu, D. J. 1987. Physiological and cultural studies of field corn grown on paddy field in Taiwan. In:Proceedings of Sino-Japan Symposium on Production Technology of Dryland Food Crops in Paddy Field(S. C. Hsieh and D. J. Liu, eds.). Taichung Dist. Agri. Improv. Sta., Changhua.
14. Nevado, M. E. and H. Z. Cross. 1990. Diallel analysis of relative growth rates in maize synthetics. Crop Sci. 30 : 549-552.
15. Prioul, J. and N. Schwebel-DUNGUE. 1992. Source-sink manipulations and carbohydrate metabolism in maize. Crop Sci. 32 : 751-7565.
16. Schoper, J. B., R. R. Johnson, and R. J. Lambert. 1982. Maize yield response to increased assimilate supply. Crop Sci. 22 : 1184-1189.
17. Schrader, L. E. 1984. Functions and transformations of nitrogen in higher plants. In: Nitrogen in Crop Production(R. D. Hauck, ed.). Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
18. Setter, T. L. and V. H. Meller. 1984.Reserve carbohydrate in maize stem-^{14}C-glucose and ^{14}C-sucrose uptake characteristics. Plant Physiol. 75 : 617-622.
19. Sherrard, J. H., R. J. Lambert, M. J. Messmer, F. E. Below, anddn R. H. Hageman. 1984. Breeding plant for efficient use of nitrogen. In:Nitrogen in Crop Production(R. D. Hauck, ed.). Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
20. Simmons, S. R. and R. J. Jones. 1985. Contribution of presilking assimilate to grain yield in maize. Crop Sci. 25 : 1004-1006.
21. Ta, C. T. and R. T. Weiland. 1992. Nitrogen partitioning in maize during ear development. Crop Sci. 32 : 443-451.
22. Tollenaar, M. 1977. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review. Maydica 22 : 49-75.

23. Tollenaar, M. and T. W. Bruulsema. 1988. Efficiency of maize dry matter production during periods of complete leaf area expansion. Agron. J. 80 : 580-585.
24. Tollenaar, M., L. M Dwyer, and D. W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontaril. Crop Sci. 32 : 432-438.
25. Wang, C. S., C. S. Chen and Liu, D. J. 1990. Growth response to various cultural practices of corn grown in paddy fields. Tech. Bul. No. 120. Food & Fert. Tech. Center, Taipei. 15p.
26. Williams, W. A., R. S. Loomis, W. G. Duncan, A. Dovrat, and F. Nunez. 1968. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. Crop Sci. 8 : 303-308.

The Accumulation of Dry Matter and Nitrogen during Vegetative Growth Period in Relation to Kernel Yield in Corn[1]

Meng-Li Wei[2], Yih-Jan Jiang[2], Lit-Fu Chan[3] and Dah-Jiang Liu[2]

Summary

The purpose of this study was to elucidate the relationship between vegetative growth at silking stage and kernel yield in maize. Experiments were conducted in the fall crops of 1991—1993 at Taiwan Agricultural Research Institute. Plant spacing of Tainung 1 corn hybrid at sowing was 75 cm between rows and either 11 or 22 cm between plants of a row. The between-plant spacing was changed from 11 cm to 22 cm in part of the plots by thinning the stand at tassel initiation or silking. The accumulation patterns of dry matter and N, as well as the performance of kernel yield, were investigated. Kernel yield per plant was lower whereas yield per unit area was higher for the high-density treatment. Comparison among the three treatments with between-row spacing of 22 cm at silking stage indicated that in spite of the differences in the amounts of dry matter and N accumulated prior to silking, kernel yield was not significantly different in most cases. During the interval between tassel initiation and silking which accounted for about one-fourth of the whole growth duration, the corn plant accumulated 25.3—43.1% of total dry matter and 40.4—63.0% total N, resulting in very high accumulation rate of both components. The amounts of dry matter and N accumulated at silking accounted for 27.8—48.1% and 47.8—75.5%, respectively, of the final amounts at maturity. The treatment of altering spacing at silking time exhibited the highest relative potential in post-silking production of both dry matter and N. During the kernel-filling period, the amount of dry matter produced by the whole plant was higher while the amount of N accumulated by the whole plant was lower than the amounts of respective component present in the kernels, suggesting that the dependence of kernel development on the pre-silking storage of N in the vegetative organs. It was concluded that vegetative growth at silking did not exert a definite effect on kernel yield of corn within the scope of the current experiments. The ability of corn plants to accumulate both dry matter and N during kernel filling was determined by both the growth conditions at silking and the environmental factors thereafter, which in turn exhibited the potential of adjusting the yield performance of corn plants.

Key words : *Zea mays*, plant spacing, vegetative growth, yield.

1. Contribution No. 1715 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by grants from the Council of Agriculture, Executive Yuan, the Republic of China.
2. Respectively, Research assistant, Assistant, and Senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Research assistant, Office of Farm Management, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：155～164（1994）

水田栽培檳榔心芋全株葉面積之估算

Ⅰ. 非破壞性取樣法[1]

呂秀英[2]　陳烈夫[3]　呂椿棠[2]　賴吉雄[3]

摘要：本研究之主要目的在探討臺灣本地栽培種檳榔心芋於水田栽培時之全株葉面積的簡易估算方法，利用不同時期以非破壞性取樣所測量之單葉面積資料，尋找出一套精確且迅速之簡易方式來估算全株葉面積。本試驗於1991年秋作在臺灣省農業試驗所試驗田區進行，自移植日起至收穫爲止，每隔21天逢機調查10株芋植株，依葉序由外向內測量各不同葉位之葉面積，以建立單葉推測全株葉面積之估算式；繼之再以1992年秋作及1993年春作於同一栽培地點所取得之芋植株逢機樣本，來檢測該估算模式在不同期作下的推測能力。結果顯示，水田栽培檳榔心芋之全株葉面積估算公式，以第3葉之面積乘以4.57，或以第4葉之面積乘以4.01，用來推測出移植後第106天時之全株葉面積的效果較好，同時所含的估算介值最少(僅有一個)。不同期作因氣候條件之變化，使得移植後第106天時的芋植株之生長發育未必相同，但比較春秋作之預測與實際全株葉面積之間的差異，其準確度均可達90%左右。

關鍵詞：芋、全株葉面積、非破壞性取樣、預測模式、準確度。

芋爲天南星科多年生宿根性球莖植物，學名 *Colocasia esculenta*（L.）Schott，爲本省古老民食及傳統健康食品，養份價值高，用途廣泛，目前已成爲臺灣重要夏季蔬菜，及山地居民之重要糧食；同時栽培簡單而省工，適應性廣，爲推廣精緻農業的最佳作物之一。其品種甚多，而以檳榔心芋是臺灣目前主要栽培品種，佔栽培面積的最大部份，在日本市場稱爲臺灣芋，栽培形式可爲旱田或水田栽培。本省栽芋歷史已久，且近年來市場需求量亦逐年增加，如何提高其產量及品質，實爲重要之課題，但目前有關芋作物之基礎研究，國內報告仍頗爲闕如。而測量葉面積是作物生育過程及生理性狀上重要指標之一，與作物光合作用、呼吸作用以至能量之效率均有密切的關係，至於如何確實、迅速地測量葉面積的方法，國外學者曾針對不同的作物，利用統計方法探討葉面積和一些田間非破壞性可測的性狀之關係，再配合指數函數或迴歸方程式有效而準確地估算出葉面積[1,2,4,5,6,8,9,12,13]。有關芋葉面積之估算，Shin and Snyder[12]曾就其當地芋品種，求出其單葉面積的估算式爲最大葉長與葉寬之乘積再乘以估算介值0.785，而國內則有陳等[1]利用葉長及葉寬來估算臺灣本地栽培品種檳榔心芋於水田栽培時之單葉面積，結果顯示，由於芋葉的葉形在整個生長過程中大致維持固定，故毋須藉由葉面積測定器，即可直接利用葉長及葉寬(W)有效地估算出芋之葉面積大小，而且檳榔心芋的葉尖至葉基之最大葉長(L_1)與葉尖至葉片裂刻之葉長(L_2)具有一定的1.21：1之比例關係，因此可任意選擇其中一種的葉長測量值來估算單葉面積，而以後者在取樣過程較爲簡便，其單葉葉面積估算公式

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1716 號。
2. 本所農藝系副研究員及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農場管理室助理及副研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

可爲指數函數或迴歸方程式，估算準確度均甚高且相近，其中並以$0.68\times L_1\times W$ 或$0.82\times L_2\times W$ 用來推測單葉面積，爲最簡單且實用。惟芋葉在生長中後期面積相當大，於田間測量時如須逐一調查植株上所有葉片，以求得全株葉面積，仍頗爲費時耗工，而且長時間操作對作物的傷害亦相對增加，反降低了非破壞性取樣之效率。有鑑於此，本研究將進一步建立單葉推測全株葉面積之估算式，以期能更迅速精確地估算出不同生育期之水田檳榔心芋的全株葉面積。

材料及方法

一、試驗材料之栽培及調查

試驗材料爲檳榔心芋，於1991年秋作在本所試驗田間進行，以水田栽培形式種植，整地與種植水稻相同，先將田面充分灌水，然後以牽引機迴轉犁及水田整平器耕耘耙平，使本田呈水平狀態，隔天種植。行株距70×30公分，每行30株，共15行。肥料施用以每公頃施用氮素700公斤、磷酐200公斤及鉀素600公斤，均分於整地及前六個月內施完。芋苗成活後，芋田保持淺水3至5公分，以後隨植株生長水位漸次加深至10公分左右，後期田間保持濕潤狀態。生長期間雜草之控制，以種植後1至3天，每公頃均施5%丁基拉草粒劑30公斤，並保持3至5公分淺水3天，種植後一個月再以同量施用一次。生育期間於3個月及5個月各剷除子芋一次，並適時加以45%三苯醋錫可濕性粉劑防治福壽螺，每公頃每次施藥量0.6至1.2公斤，及噴施45%一品松乳劑防治捲葉蟲及蚜蟲，每公頃每次施藥量1.2至1.5公升，稀釋倍數1000倍。自1991年10月26日移植當天，之後於生長期間每隔21天，自田間逢機取出10株芋植株，至翌年6月15日收穫爲止，共調查12次，依葉序由外向內，利用葉面積測量儀（Model LI-3000，LI-COR Co., U.S.A.）測量各不同葉位之葉面積，然後累計求出各株之全株葉面積。所得之試驗資料將利用統計方法以建立單葉推測全株葉面積之估算式。

二、統計分析方法

由各葉之葉面積與全株葉面積的相關分析結果，找出與全株葉面積相關性最大的葉片，再以指數函數（exponential function）及迴歸方程式（regression equation）建立適當的估算模式，其一般式分別爲：

㈠指數函數　　$TA=k\times A^a$

式中 TA 爲全株葉面積，k 爲常數項，a 爲指數項，A 爲單葉面積。此式即相當於將所有變數先經對數（log）轉換後所建立的迴歸方程式，即

$$\log TA=\log k+a\log A$$

當 a＝1時，可進一步簡化公式爲

$$TA=k\times A$$

即全株葉面積爲單葉面積直接乘以一個常數。

㈡迴歸方程式　$TA=a+b\times A$

式中 a 爲常數項（截距），b 爲迴歸係數估值（斜率），TA 及 A 的定義同前述。

以上各種估算式之配合滿意程度以 R^2（決定係數，coefficient of determination）及 CV（變異係數，coefficient of variation）表示。本研究之各項統計分析工作均依據 SAS（Statistical Analysis System）[10]套裝統計分析軟體，以 IBM 相容個人電腦建檔及運算。

結　果

一、芋葉面積之生長變化

自移植當天起至收穫結束，每隔21天（3週）逢機取樣10株，調查檳榔心芋各生長時期單株平均葉數（LN）、平均單葉面積（A）及全株葉面積（TA）的變化情形，示如圖1，本試驗取一葉齡種

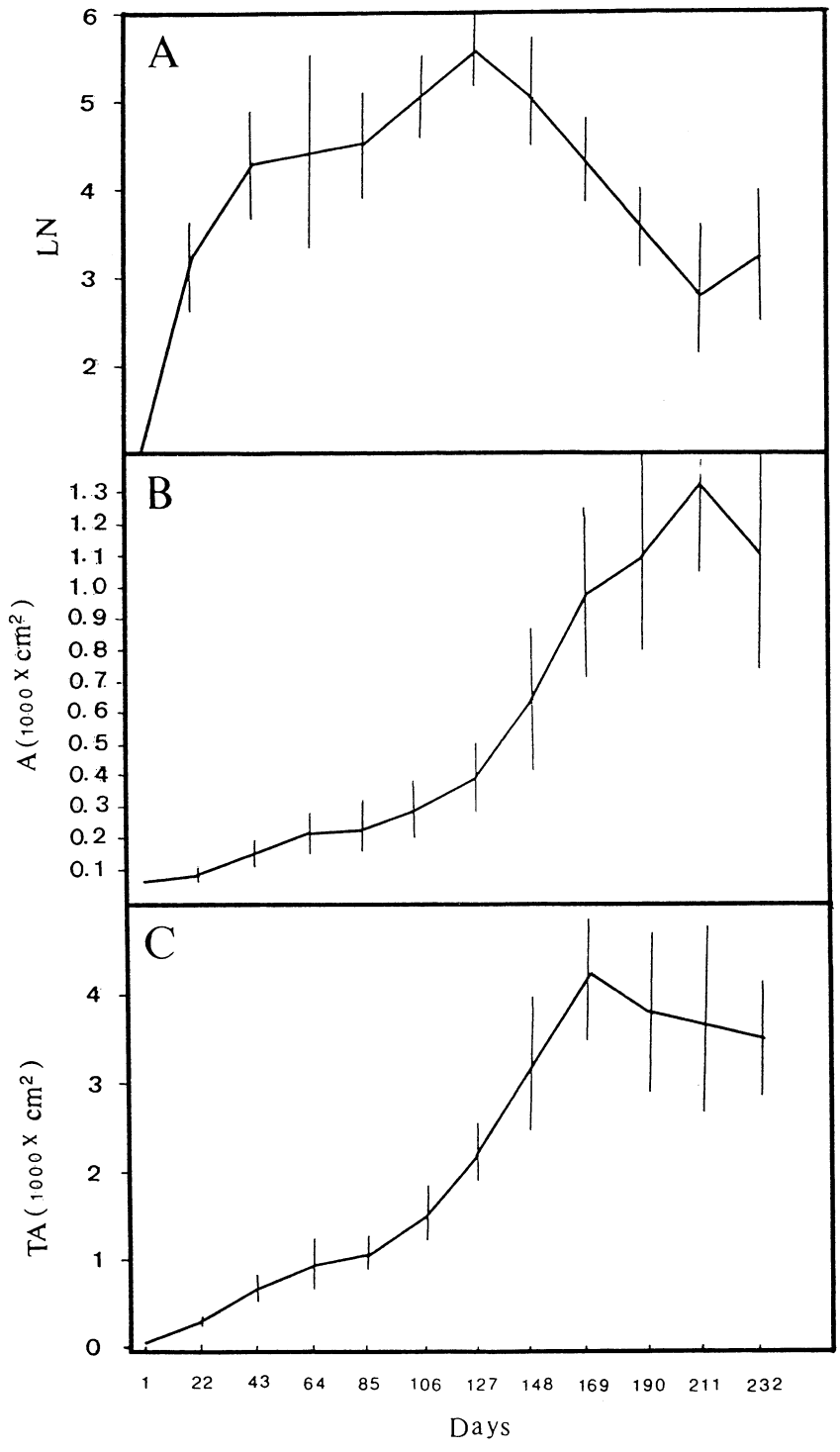


圖1. 芋單株葉數（LN）、單葉面積（A）及全株葉面積（TA）之生長變化。

Fig. 1. Changes of leaf number (LN), individual leaf area (A) and total plant leaf area (TA) during the growth period of taro.

芋移植後，植株葉數即快速增加，在第22天之平均葉數爲3.3片，第43天時爲4.3片，之後增加速度緩慢，至第127天時葉數最多，平均5.6片，接著由於球莖加速膨大，葉數隨即減少（圖1-A）；單葉面積的生長趨勢與葉數恰好相反，在生長初期增加平緩，自移植後127天葉數最多時，單葉面積才開始急速擴展，到第211天之採收適期可達最大，平均1323.9cm²，爾後即因近收穫末期，植株逐漸老化枯萎，葉面積便不再增大而逐漸縮小（圖1-B）；全株葉面積爲葉數與單葉面積的綜合表現性狀，因此在葉數與單葉面積互相消長下，生長初期平緩增加，至第85天起呈快速的直線成長，於第169天達到最大值4236.0cm²後，即逐漸緩慢減少（圖1-C）。

二、利用單葉推測全株葉面積的估算式

依葉序由外向內將各葉面積與全株葉面積進行相關分析，由表 1 得知，以第3、4葉在第106～190天取樣期間的葉面積和全株葉面積之相關性最大，且均無缺葉的可能，此結果顯示利用第 3 或第 4 葉推算水田檳榔心芋移植後第106～190天時的全株葉面積，應最爲可行。按此時正是檳榔心芋的生長中期至採收適期前，其葉片數目變化不大，而平均單葉面積與全株葉面積則呈一致的直線成長（圖 1-A, B, C），故利用單葉面積來推測全株葉面積的效果，當會較其他生長時期爲佳。因此進一步配合模式，求出此等葉位之葉面積在該期間內與全株葉面積（TA）的函數關係。首先考慮指數函數 $TA=k\times A^a$，分析結果（表 2）發現，不論係利用第 3（A_3）或第 4（A_4）葉，皆以第106天取樣時所獲得之關係式的模式配合度最高，其公式各爲

$$TA=3.31\times A_3^{1.06} \quad R^2=0.803$$

$$TA=2.44\times A_4^{1.08} \quad R^2=0.843$$

，兩者間差異甚小，尤其是指數值 a 皆極近於 1，表示該指數函數關係式可進而予以簡化爲 $TA=k\times A$，即單葉面積乘以一個估算介值就能準確而迅速地推測出全株葉面積，由表 3 之結果得知，亦以第3、4葉估算第106天時之檳榔心芋全株葉面積之簡單模式的配合度最高，可寫成

$$TA=4.57\times A_3 \quad R^2=0.819$$

$$TA=4.01\times A_4 \quad R^2=0.810$$

。倘進而另以 $TA=a+b\times A$之迴歸方程式來建立全株葉面積的估算公式，結果（表 4）發現，仍然以第3、4葉推測第106天時之全株葉面積的配合度最好，分別爲

$$TA=-107.64+4.90\times A_3 \quad R^2=0.819$$

$$TA=-186.92+4.51\times A_4 \quad R^2=0.810$$

。無論係以指數函數或迴歸方程式表示的結果，其決定係數 R^2 及變異係數 CV 均極爲相近，顯然該等模式之滿意程度均相差不大，但其中以第 3 葉之面積乘以4.57，或以第 4 葉之面積乘以4.01，來推測出檳榔心芋於移植後第106天之全株葉面積，所含的估算介值最少，僅有一個，應最簡單且實用。

三、葉序之判斷

從上述分析結果，依葉序由外向內，以第3、4葉在第106～190天期間的葉面積和全株葉面積之相關性最大，由於這段期間正是檳榔心芋的生長中期至採收適期前，其葉片數目變化不大，最多維持5～6片（表1），所謂的第3、4葉，其實是相當於植株中間部位的葉片，至於其他非中間部位的葉片，像是外側老葉易受損傷或因凋萎變形，內側初生葉則往往不完全展開，用之以推測全株葉面積的效率，自然不彰。其中利用第3、4葉來推測檳榔心芋移植後第106天之全株葉面積，其模式配合度最高。但在實際應用此全株葉面積估算式時，一旦最外側先長出的葉片提早凋落，則容易造成試驗者對葉序的判斷有所出入，導致估算之準確度降低，可是倘若在葉片一開始長出即逐一標記，並追蹤全生育期各葉片之正確葉位，如同本試驗一般，雖可保證最正確葉序，卻不合乎簡易原則。因此建議，在決定第3、4葉之前，最好先計算一下該植株的葉片數目；因爲檳榔心芋在移植後第106天的葉數最多5～6

片（表1），如有第6葉，通常是不完全展開的初生葉，因此一旦含最內側之初生葉僅有5片，則極有可能最外側的老葉已凋落不見，此時由外向內算起的第2、3片芋葉，才是實際葉序的第3、4葉；又因爲芋葉爲由外向內環狀生長之葉序，其內側葉片發生凋落的機會並不多見，即使不幸因機械傷害或病蟲害感染等意外而發生缺葉，也很容易察覺，所以對實際葉序的判斷不致造成困擾。

表1. 芋不同取樣時期之各葉面積與全株葉面積的相關係數

Table 1. Correlation coefficients for individual leaf area with the total plant leaf area of taro at different sampling times

Days after transplanting	Leaf order					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00** (10)[z]					
22	0.05 (7)	0.33 (10)	0.82** (10)	0.84* (6)		
43	0.82** (9)	0.64 (8)	0.82** (10)	0.84** (10)	0.59 (6)	
64	0.66 (6)	0.67* (9)	0.72* (9)	0.73* (10)	0.92** (9)	—[y] (1)
85	−0.12 (7)	0.24 (9)	0.23 (10)	0.49 (9)	0.70* (9)	— (1)
106	0.78** (10)	0.54 (9)	0.83** (10)	0.82** (10)	0.86** (10)	— (1)
127	0.79* (9)	0.90** (10)	0.88** (10)	0.70* (10)	0.94** (10)	0.52 (7)
148	0.66 (6)	0.63 (9)	0.77** (10)	0.87** (10)	0.79** (10)	−0.18 (6)
169	0.98 (3)	0.53 (9)	0.81** (10)	0.89** (10)	0.10 (9)	— (2)
190	— (1)	0.60 (8)	0.82** (10)	0.84** (10)	0.91* (5)	— (1)
211		0.38 (3)	0.73* (9)	0.38 (10)	0.42 (5)	— (1)
232		— (2)	0.31 (8)	0.19 (10)	−0.36 (8)	0.75 (4)

*, ** Significant at 5% and 1% level, respectively.
[z] Numbers of the same leaf order sampled from 10 plants.
[y] Sample number is not enough to estimate and test the correlation coefficient.

表2. 芋不同取樣時期下利用單葉推測全株葉面積之 $TA=k\times A^a$ 估算式的估值

Table 2. Estimates of total plant leaf area parameters from the equation $TA=k\times A^a$ using the individual leaf area of taro at different sampling times

Days after transplanting	k	SE (k)	a	SE (a)	R^2	CV
			Based on 3*rd* leaf order			
106	3.31	1.07	1.06	0.18	0.803	1.36
127	10.78	1.10	0.89	0.18	0.748	1.15
148	19.29	1.48	0.79	0.23	0.602	1.89
169	3.17	1.62	0.99	0.23	0.688	1.43
190	15.06	1.86	0.78	0.26	0.524	2.00
			Based on 4*th* ieaf order			
106	2.44	0.98	1.08	0.17	0.843	1.22
127	86.80	1.45	0.53	0.23	0.389	1.78
148	14.04	0.94	0.82	0.14	0.810	1.31
169	17.29	0.82	0.78	0.12	0.848	0.99
190	22.10	1.42	0.74	0.20	0.621	1.78

表3. 芋不同取樣時期下利用單葉推測全株葉面積之 TA=k×A 估算式的估值

Table 3. Estimates of total plant leaf area parameters from the equation TA=k×A using the individual leaf area of taro at different sampling times

Days after transplanting	k	SE (k)	R^2	CV
		Based on 3*rd* leaf order		
106	4.57	0.44	0.819	9.61
127	5.63	0.47	0.747	8.27
148	5.05	0.74	0.592	14.74
169	4.35	0.49	0.656	11.33
190	3.34	0.52	0.668	15.66
		Based on 4*th* leaf order		
106	4.01	0.35	0.810	8.73
127	4.76	0.72	0.408	15.04
148	4.30	0.47	0.803	10.83
169	3.64	0.33	0.791	9.17
190	3.69	0.52	0.713	14.18

表4. 芋不同取樣時期下利用單葉推測全株葉面積之 TA=a+b×A 估算式的估值

Table 4. Estimates of total plant leaf area parameters from the equation TA=a+b×A using the individual leaf area of taro at different sampling times

Days after transplanting	a	SE (a)	b	SE (b)	R^2	CV
			Based on 3*rd* leaf order			
106	−107.64	277.61	4.90	0.82	0.819	9.44
127	366.72	398.92	4.71	0.97	0.747	8.23
148	895.03	763.07	3.70	1.08	0.592	14.93
169	239.02	1035.76	4.10	1.05	0.656	11.48
190	424.92	883.69	2.95	0.74	0.668	16.17
			Based on 4*rd* leaf order			
106	−186.92	299.11	4.51	0.77	0.810	9.66
127	1167.28	483.95	2.29	0.97	0.408	12.58
148	694.68	492.67	3.40	0.59	0.803	10.37
169	986.83	601.81	2.76	0.50	0.791	8.94
190	840.20	705.86	2.85	0.64	0.713	15.03

四、全株葉面積估算式之預測準確度

爲檢測所建立之檳榔心芋全株葉面積估算式在不同期作的預測能力，本試驗分別於1992年秋作（1992年11月5日移植）及1993年春作（1993年2月5日移植）以相同慣行法行水田栽培的芋作田間內，取移植後第106天之20株的芋植株逢機樣本，依照上述所擬定的葉序判斷準則，分辨出第3、4葉後，測量該兩葉位之單葉面積與實際之全株葉面積。單葉面積求得的方式有兩種：利用葉面積測量儀所測量之實測面積（A_3, A_4），以及利用直尺測量最大葉長及葉寬後以其乘積再乘上0.68[1]所估得的推測面積（A_3', A_4'）。單葉實測面積與推測面積配合以上六種模式，探討預測全株葉面積與實際全株葉面積之間的差異，其結果如表 5 所示。結果得知，利用葉長寬估得全株葉面積，雖然多經過一次的估算步驟，但與使用實測面積的結果比較，其誤差率並不致於提高，由此再度肯定了陳等[1]之單葉面積簡易估算法的效率及實用性。無論是利用指數函數或迴歸方程式，所預測的20株之總葉面積與實際測量者之間的差異，其誤差率（percentege of deviation）均在20%以下，其中並以第 3 葉所估計之

準確度可望提高，秋作及春作之誤差率各在5%及10%以內，倘就平均估算一株芋植株之全株葉面積的誤差率（mean percentege of deviation）來看，則以第4葉的估計效果較好，秋作及春作之平均誤差率各在8%及10%左右。此顯示本研究所配合之模式中，以第3葉之面積乘以4.57，或以第4葉之面積乘以4.01，用來推測出移植後第106天時之全株葉面積的效果較好，同時所含的估算介值最少（僅有一個）；不同期作之間由於氣候條件上的差異，不免會使本研究所建立之單葉估算全株葉面積的準確度受到影響，但其誤差率仍可在10%左右，即其準確度達90%。

表5. 由再取樣的20株芋植株樣本比較各種全株葉面積之估算式的準確度

Table 5. Comparison of accuracy of equations in estimating total plant leaf area of 20 plants of taro from further sampling

Model[z]	Total area measured (cm^2)	Total area predicted (cm^2)	Dev. (%) [y]	Mean dev. (cm^2) [x]	Mean dev. (%) [ω]
Sample in the fall crop of 1992					
$TA=3.31\times A_3^{1.06}$	51,518	57,001	10.64	426.4	16.72
$TA=2.44\times A_4^{1.08}$	51,518	57,155	10.94	293.5	11.37
$TA=4.57\times A_3$	51,518	53,565	3.97	300.2	12.28
$TA=4.01\times A_4$	51,518	55,539	7.80	222.6	8.87
$TA=-107.64+4.90\times A_3$	51,518	55,280	7.30	364.5	14.57
$TA=-186.92+4.51\times A_4$	51,518	58,725	13.99	363.7	13.99
$TA=3.31\times A_3'^{1.06}$	51,518	55,778	8.27	396.2	15.46
$TA=2.44\times A_4'^{1.08}$	51,518	56,489	9.65	262.7	10.39
$TA=4.57\times A_3'$	51,518	52,476	1.86	275.1	11.24
$TA=4.01\times A_4'$	51,518	54,943	6.65	206.0	8.29
$TA=-107.64+4.90\times A_3'$	51,518	54,112	5.04	337.0	13.41
$TA=-186.92+4.51\times A_4'$	51,518	58,055	12.69	336.9	13.24
Sample in the spring crop of 1993					
$TA=3.31\times A_3^{1.06}$	49,997	57,001	14.01	482.1	19.65
$TA=2.44\times A_4^{1.08}$	49,997	57,155	14.32	358.0	14.46
$TA=4.57\times A_3$	49,997	53,565	7.14	356.0	15.02
$TA=4.01\times A_4$	49,997	55,539	11.08	291.3	12.16
$TA=-107.64+4.90\times A_3$	49,997	55,280	10.57	420.2	17.41
$TA=-186.92+4.51\times A_4$	49,997	58,725	17.46	436.4	17.67
$TA=3.31\times A_3'^{1.06}$	49,997	55,778	11.56	451.9	18.35
$TA=2.44\times A_4'^{1.08}$	49,997	56,489	12.99	324.6	13.23
$TA=4.57\times A_3'$	49,997	52,476	4.96	330.8	13.94
$TA=4.01\times A_4'$	49,997	54,943	9.89	265.4	11.10
$TA=-107.64+4.90\times A_3'$	49,997	54,112	8.23	392.7	16.21
$TA=-186.92+4.51\times A_4'$	49,997	58,055	16.12	402.9	16.43

[z] TA=total plant leaf area;
A_3, A_4=real area of the 3*rd* and 4*th* leaf order measured by the leaf area meter;
A_3', A_4'=predicted area of the 3*rd* and 4*th* leaf order estimated by the formulae of area=0.68×length ×width in Chan *et al.*[1]

[y] Percentage of deviation=
|total measured area −total predicted area |× 100／total measured area.

[x] Mean deviation=
$(\sum_{i=1}^{n}|\text{measured area}_i - \text{predicted area}_i|)\ /n$.

[ω] Mean percentage of deviation=
$(\sum_{i=1}^{n}|\text{measured area}_i - \text{predicted area}_i|\times 100/\text{measured area}_i)\ /n$.

討 論

由上述結果可知，利用單葉面積來推測全株葉面積的效果，會因不同取樣時期而異，且由於生長初期芋葉並未完全展開，而後期則外位葉開始凋萎，以致只能在生長中期（如移植後第106天）進行估算始有較理想的結果。檳榔心芋移植後第106天之全株葉面積，則以第 3 或第 4 葉來推測的效果最彰，其原因也是因爲第3、4葉爲植株的中位葉，故比其他未完全展開的內側初生葉及易受損傷凋萎的外側老葉，所推測全株葉面積的效率爲佳。將本研究所建立之單葉估算全株葉面積公式運用於不同期作之水田栽培檳榔心芋試驗，由於外界氣候條件上的改變，葉片之發育及其大小形狀可能會有差異，以致多少會使以單葉估算全株葉面積的準確度受到影響，但由本研究得知，其預測20株的總誤差率仍可在10%左右，即準確度約90%，表示此模式仍有應用之價值，不過倘若外界環境變異太大，如施以不同的田間栽培管理，或氣候有急劇之變化，或受到病蟲害之嚴重傷害等，使得芋植株之生長發育與本試驗有相當之差異，則所獲得之各個估計介值是否仍可適用，則無法得知；至於該估算公式是否亦可適用於不同品種或不同試驗地點，仍有待日後作進一步之探討。

由於芋爲多年生宿根性植物，整個生長期均處於營養生長期，不像其他一、二年生作物，可明顯區分爲營養、生殖、成熟等不同階段，以日數之物理時間（physical time）來劃分其生育期，固然方便，但較不易確實掌握一致的生長階段，即不同試驗之移植後第106天時的芋植株發育階段未必與本研究結果相同，如此可能會使得本研究所建立之全株葉面積估算模式的預測效果受到影響，因此在利用第3、4葉之單葉面積推測出水田檳榔心芋於移植後第106天之全株葉面積時，宜特別注意。一般而言，水田檳榔心芋於移植後 3 個月開始長出子芋，與移植後第106天接近，此或許可作爲參考，以使估算模式之推測能力可更爲準確。倘若試驗者想利用單葉面積推測移植後第106天以外之其他時期的芋全株葉面積，但又不打算將葉片剪下來，建議與其冒然利用單葉面積來估算全株葉面積，而犧牲了準確度，反倒不如全部測量植株上所有的葉片，因爲芋葉之數目並不算太多，如配合陳等[1]所建立之單葉面積的估算式，利用直尺測量留在植株上之葉片的葉長及葉寬後，逐一推算出每片的單葉面積，再予以累計，應不算太困難。惟芋葉在生長中後期之面積相當大，於田間測量時仍得注意，長時間操作對葉片的傷害應降至最低，否則難達成以非破壞性進行取樣的目標。另外，基於研究需要，在農業試驗上經常利用破壞性取樣來獲取資料，或割取植株研製成粉末進行生理分析，或考種進行遺傳育種研究，而植株的乾重都是必測的項目，故可以用植株乾重或葉乾重來表示葉面積[2,3,7,11,12]；如此將不會如同以單葉面積估算全株葉面積的方法一樣，因爲葉位或生長狀況的差異，而影響了估算的準確度。有關以破壞性進行取樣時，利用已知乾物質重的資料直接估算全株芋葉面積的課題，將繼續下次探討。

引用文獻

1. 陳烈夫、呂椿棠、呂秀英、賴吉雄。1993。水田栽培檳榔心芋葉面積之簡易估算法。中華農業研究 42：162—172。
2. 蕭柊瓊、劉清。1987。玉米單葉面積與全株葉面積之簡易估算法。中華農業研究 36：276—282。
3. Aase, J.K. 1978. Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. Agron. J. 70：563—565.
4. Daughtry, C. S. T. and S. E. Hollinger. 1984. Costs of measuring leaf area index of corn. Agron. J. 76：836—841.
5. Francis, C. A., J. N. Rutger, and A. F. E. Palmer.1969. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). Crop Sci. 9：537—539.
6. Kato, M., K. Inthavongsa, and K. Imai. 1989. An estimation of leaf area in edible canna (*Canna edulis*

Ker.) . Japan J. Crop Sci. 58 : 753—754.
7. Ma, L., F. P. Gardner, and A. Selamat. 1992. Estimation of leaf area from leaf and total mass measurements in peanut. Crop Sci. 32 : 467—471.
8. Payne, W. A., C. W. Wendt, L. R. Hossner, and C. E. Gates. 1991. Estimating pearl millet leaf area and specific leaf area. Agron. J. 83 : 937—941.
9. Persaud, N., M. Gandah, M. Ouattara, and N. Mokete. 1993. Estimating leaf area of pearl millet from linear measurements. Agron. J. 85 : 10—12.
10. SAS Institute Inc. 1988. SAS User's Guide : Statistics. Cary, NC.
11. Sharratt, B. S. and D. G. Baker. 1986. Alfalfa leaf area as a function of dry matter. Crop Sci. 26 : 1040—1043.
12. Shih, S. F. and G. H. Snyder. 1984. Leaf area index and dry biomass of taro. Agron. J. 76 : 750—753.
13. Wiersma, J. V. and T. B. Bailey. 1975. Estimation of leaflet, trifoliolate, and total leaf areas of soybeans. Agron. J. 67 : 26—30.

Estimation of Total Plant Leaf Area in Wetland Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] I. Non-destructive Sampling[1]

Hsiu-Ying Lu[2], Lit-Fu Chan[3], Chun-Tang Lu[2] and Chi-Hsiung Lai[3]

Summary

This study was made to develop an accurate, simple and rapid method for estimating total plant leaf area of wetland taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] under different growth periods in Taiwan by using nondestructive sampling. The experiment was conducted in the fall crop of 1991 at Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). A total of 10 plants was randomly sampled at 21-day intervals starting at transplanting and ending at harvest. All the leaves were serially numbered from the outer leaf. The area of each leaf were measured. Moreover, to test the predictive ability for models of total plant leaf area estimation in different crop seasons, random samples of 20 plants from the experiments in the fall crop of 1992 and spring crop of 1993 at TARI were also used. Results indicated that the area of the third (A_3) or fouth leaf (A_4) can be used to estimate the total plant leaf area at 106 days after transplanting, by the formulae of $4.57 \times A_3$ or $4.01 \times A_4$, respectively, because the models had the best predictive ability and possessed the least numbr of estimating factors (only one). Although the growth and development of taro plant might be different as a result of climatic variation at the same sampling time, the precision of the predictive models was about 90% for both spring and fall crop.

Key words : Taro, Total plant leaf area. Non-destructive sampling, Predictive model, Precision.

1. Contribution No. 1716 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research statistician and Assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Respectively, Research assistant and Agronomist, Office of Farm Management, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 43(2)：165～172 (1994)

田區大小及形狀對均度試驗土壤異質性評估之影響[1]

呂 椿 棠[2]　　呂 秀 英[2]

摘要：本研究之目的在利用1991-1993年共兩年四期作的水稻均度試驗產量資料，探討田區大小及形狀對均度試驗土壤異質性評估之影響。同一試驗所估得之土壤異質性指標(b)不會因爲年度期作之不同而有差異。田區大小形狀不同，對 b 值之估計有影響，小區太小，容易受到鄰近植株邊際效應之影響，而呈高度負相關之土壤異質性指標 b＞1的極端異質狀態；隨著試驗田區面積增大至邊際效應已顯得不重要時，b 值將可趨於穩定。但田區過大，均度試驗所需成本也愈高，因此在兼顧準確度及成本下，應探求一最小面積及最適形狀的田區。最小田區之決定，尙須考慮基本單位小區之選擇。均度試驗之田區大小至少要含有100個以上的基本單位，且田區形狀應儘可能接近於正方形。

關鍵詞：均度試驗、土壤異質性、田區大小、田區形狀、水稻。

均度試驗 (uniformity trial) 係在某一試驗地點栽植單一作物品種，並儘可能施以一致之栽培管理的試驗，其除了原有土壤異質性外，所有變因均保持固定。利用不同的生產測量值，可將均度試驗的栽植區劃分成大小相同的小單位 (基本單位，basic unit)，以這些基本單位間收量之差異來作爲地區土壤異質性的測度，如此不僅該田區內各處之肥瘠變異及傾向均可瞭然，且最適當之行長、試區大小及形狀、重複次數都可按收穫之小段任意合併決定[3,4]，因此對檢視不同分析方法之統計研究上特別有效，可選出估計背景變異最有用的方法[9]。

以均度試驗爲基礎，估計土壤異質性的分析型式，以土壤異質性指標 (index of soil heterogeneity)[7]的適用性最廣。由於均度試驗是以基本單位間收量之差異來作爲地區土壤異質性的測度，因此在應用上必須考慮基本單位的設定以及測量性狀的選擇是否適當，使得以有效地評估土壤肥力的變異及傾向，對此，呂[1]利用水稻均度試驗資料爲分析材料，指出產量爲最適合的測量性狀。其所估得之土壤異質性指標(b)值不會因爲期作及小區形狀效應之不同而有差異，至於基本單位，則應選擇儘可能面積最小的小區，例如１×１，但爲避免小區內植株個體間本身差異太大或可能缺區之影響，可選擇１×２或２×１之兩叢的基本單位，在有明顯「行差異」之情形下，２行單叢（２×１）優於單行２叢（１×２）。

產量 b 值估計上的變異主要歸因於土壤變異，但由於植物本身即存有差異，鄰近植株距離愈近，彼此之間的競爭作用也愈大，因此在有限面積區域內，倘試驗田區面積太小，b 值之估計便容易受到此邊際效應的影響[5,8]。利用均度試驗估算土壤異質性指標，必須預先研究且耗時費力，如田區愈大，所需成本也愈高；如何在有限的土地面積和成本限制下，以最小的田區面積及最適合的田區形狀進行均度試驗之土壤異質性評估，當是研究的重要課題。基此，本研究利用1991-1993年共兩年四期作的水稻均度試驗爲應用分析材料，探討田區大小及形狀對均度試驗土壤異質性評估之影響，藉此找

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1717 號。
2. 本所農藝系助理及副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

出均度試驗最小面積及最適形狀的田區，期使均度試驗應用於土壤異質性估計上可更爲準確且成本最低。

材料與方法

一、試驗材料

以臺農67號爲粳稻之供試品種，於1991-1993年假臺灣省農業試驗所同一試驗田區進行共兩年四期作的均度試驗，劃定邊長約6.4m×5.6m大區，全區共植20行，每行40叢，每叢 4～5 支苗（多本植），按一般產量試驗採行株距28cm×16cm栽培，四周再植適當數量之保護行以免受邊際效應影響，本試區土質屬坋質壤土，PH值約4.7-5.5；基肥施用39號複合肥料40kg／0.1ha，追肥施用硫酸鉀20kg／0.1ha，第一次追肥在插秧後10-14天施用，第二次在第一次後約二週，第三次約在第二次後二週，最後一次則在孕穗期施用，第二期作因初期生育較快故少施一次；病蟲害防治於分蘗中期行葉害蟲防治，分蘗盛期則進行螟蟲防治，以免因生長不正常或缺株影響試驗結果，倘有此現象，則予以標記。本試驗進行前及進行中試區周圍皆栽植F2集團試驗，未曾進行產量或肥效試驗。針對全部材料，全區以單叢爲單位，並依序編成號碼，分別調查稻穀產量（稔實粒重，以 g 單位記載）。

二、統計方法

爲探討田區大小及形狀對均度試驗土壤異質性評估之影響，將全區20行40叢之試驗田，以 5 行10叢之小區爲單位，由縱橫相連之單位，合併模擬成各種不同大小及形狀之試驗小區，如表 1 所示，於是可模擬成含50、100、200、300、400、500、600、700、800叢等各種不同面積大小的試驗田區，而相同面積之田區的形狀又可能有所不同，例如全區可被劃分成16塊尺寸大小爲50叢之田區，但有 5 × 10（5 行10叢）及10× 5 （10行 5 叢）兩種可能的不同形狀或方位（由於本研究稻作材料之行距與株距不等，故相同大小之田區，方位不同其形狀可能有差異）。利用所模擬成的各種大小及形狀之試驗田區，分別以 1 × 1 、 1 × 2 、 2 × 1 叢三種不同的基本單位進行土壤異質性指標之估計。

表1. 粳稻1991-1993年均度試驗之產量性狀在不同田區大小及形狀下利用1×1之基本單位所估計的土壤異質性指標(b)及其標準差(SE_b)

Table 1. Index of soil heterogeneity (b) and its standard error (SE_b) for yield by using 1×1 basic unit under different field sizes and shapes in the rice uniformity trials in 1991-1993

Field size (plant)	Field No.	Field shape			b±SE_b			
		Row×Column	L×W	L／W	1991-II	1992-I	1992-II	1993-I
50	16	5×10	1.4×1.6	1.14	1.19±0.09	1.07±0.07	1.01±0.07	1.12±0.13
		10× 5	2.8×0.8	3.50	1.32±0.09	1.01±0.05	1.11±0.09	1.17±0.11
100	8	5×20	1.4×3.2	2.29	1.02±0.06	1.08±0.09	0.98±0.06	1.08±0.10
		10×10	2.8×1.6	1.75	0.99±0.05	0.92±0.06	0.97±0.06	0.92±0.06
		20× 5	5.6×0.8	7.00	0.99±0.05	1.10±0.08	0.90±0.08	1.02±0.07
200	4	5×40	1.4×6.4	4.57	1.13±0.06	0.90±0.11	0.87±0.03	0.98±0.08
		10×20	2.8×3.2	1.14	0.96±0.04	0.91±0.05	0.95±0.03	0.95±0.08
		20×10	5.6×1.6	3.50	0.88±0.05	0.92±0.11	0.86±0.07	0.92±0.02
300	2	10×30	2.8×4.8	1.71	1.03±0.10	0.79±0.02	0.83±0.03	0.89±0.13
		15×20	4.2×3.2	1.31	0.93±0.03	0.90±0.04	0.89±0.01	0.93±0.14
		20×15	5.6×2.4	2.33	0.85±0.03	0.83±0.01	0.76±0.05	0.89±0.04
400	2	10×40	2.8×6.4	2.29	0.96±0.02	0.77±0.01	0.90±0.07	0.90±0.08
		20×20	5.6×3.2	1.75	0.87±0.02	0.91±0.00	0.82±0.08	0.96±0.03
500	1	20×25	5.6×4.0	1.40	0.83±0.01	0.82±0.03	0.73±0.02	0.87±0.02
600	2	15×40	4.2×6.4	1.52	0.92±0.01	0.70±0.03	0.86±0.02	0.83±0.01
		20×30	5.6×4.8	1.17	0.86±0.01	0.76±0.02	0.71±0.01	0.93±0.01
700	1	20×35	5.6×5.6	1.00	0.77±0.01	0.80±0.02	0.74±0.01	0.93±0.01
800	1	20×40	5.6×6.4	1.14	0.84±0.01	0.76±0.01	0.76±0.01	0.92±0.01

L : Field plot length (m)
W : Field plot width (m)

以均度試驗建立土壤異質性指標，係採用 Smith[7]之計算公式如下：

$$V_x = V_1 / X^b$$

式中V_1：基本單位小區變方；

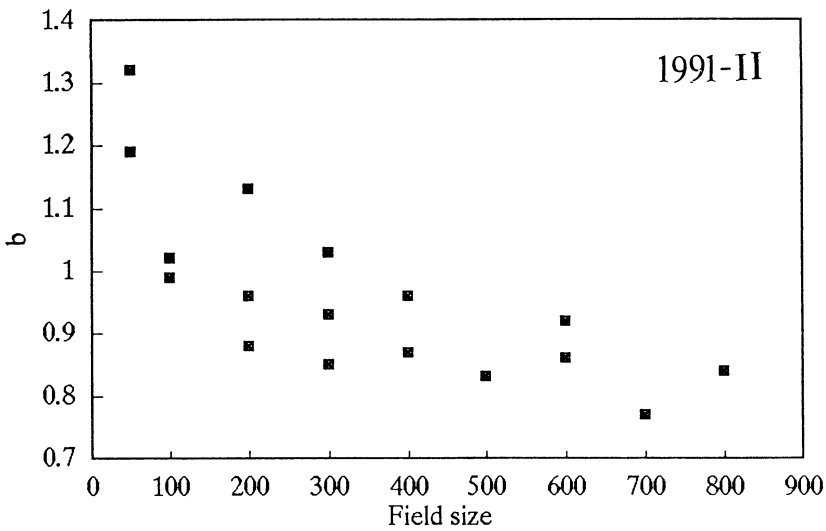
V_x：小區大小爲 x 單位之單位面積變方；

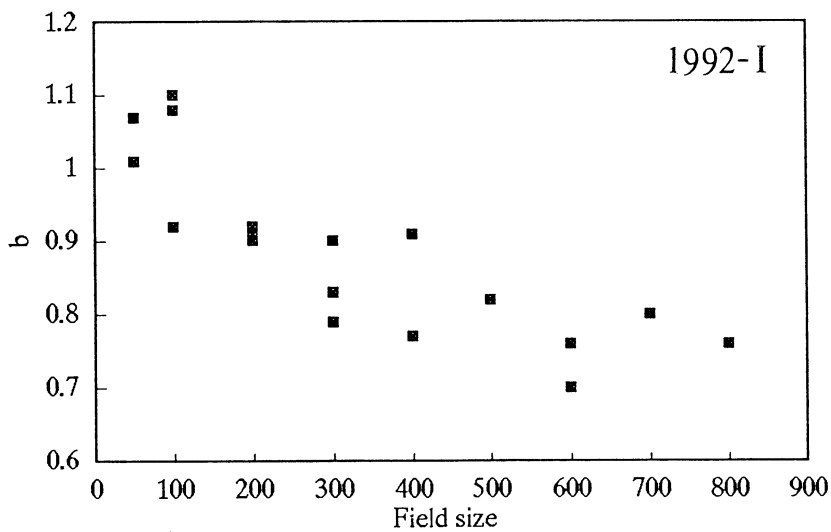
b ：土壤異質性指標，可視爲小區間的相似程度，一般$0 \leqq b \leqq 1$，鄰近小區高度正相關，b 近於 0，反之無相關，$b=1$。

b 值低，表示存在有因土壤、病害等造成之強烈的收量變異傾向，倘 b 值高，大約是逢機的土壤變異型態，但從極端均質（$b=1$）到極端異質（$b>1$，即鄰近小區高度負相關）的區域均有可能[2]。

結果與討論

本研究之粳稻均度試驗共進行兩年四期，全區長×寬約6.4m×5.6m，共植20行，每行40叢，針對全部材料編號調查，均無缺株，因此可以單叢爲基本單位進行土壤異質性指標之估計。不同田區大





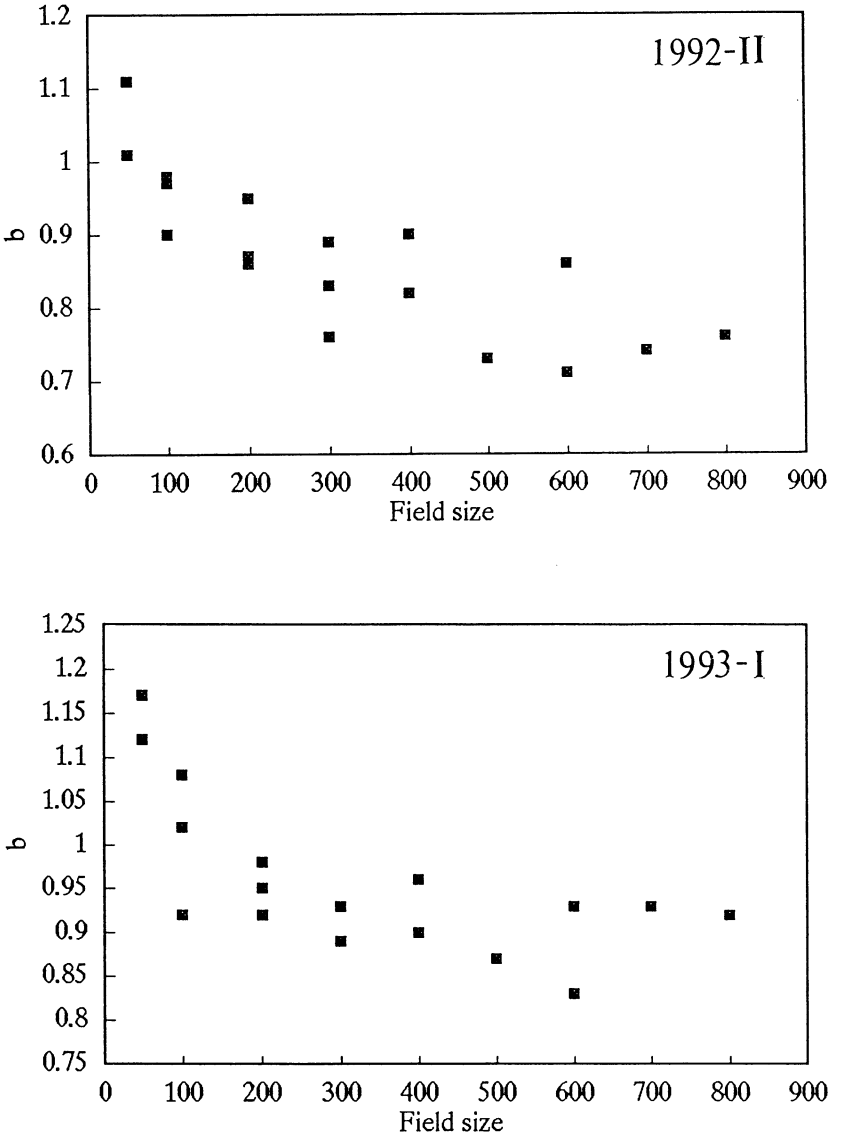


圖1. 粳稻均度試驗之土壤異質性指標(b)與田區大小間的關係。

Fig. 1. Relationships between index of soil heterogeneity (b) and field size in the rice uniformity trials.

小及形狀下利用 1 × 1 之基本單位所估計的土壤異質性指標估值(b)，列於表 1 。兩年四期作以20×40之全區所得之 b 值分別爲0.84、0.76、0.76、0.92，均約接近於 1 ，顯示該粳稻試驗田區之土壤變異大致是呈點狀分布之逢機型態，並未有明顯區分的肥力傾向。不同年度及期作所估得之 b 值均極爲接近，表示稻作均度試驗之土壤異質性評估不會因年度及期作之不同而有影響。相同大小不同形狀或方位的田區，所估得之 b 值多少有差異，田區愈是狹長（田區之長寬比愈大），b值偏離的程度也

愈大。b 值與田區大小形狀間的關係，如圖 1 所示，隨著試驗田區面積增大，b 值則明顯趨於穩定。

進而爲降低植株個體間之變異對土壤異質性評估的影響，以提高 b 值之可信度，本研究再以兩叢之基本單位進行土壤異質性指標之估計。由於本研究稻作材料之行距與株距不等，相同面積之基本單位，因形狀或方位不同，其估算效率可能在存有「行差異」[1]，因此本研究同時考慮以 1 × 2 及 2 × 1 作爲兩叢之基本單位。對此，因爲必須將田區劃分成等份的基本單位所模擬之小區，故僅能考慮含100、200、400、600、800叢等五種不同面積大小的試驗田區。粳稻兩年四期之均度試驗在不同田區大小及形狀下利用 1 × 2 及 2 × 1 之基本單位所估計的土壤異質性指標，各列於表 2 及表 3 ，無論是採用 1 × 2 或 2 × 1 ，與 1 × 1 所估得之 b 值均甚爲接近，且所獲結果相當一致，即 b 值仍不受年度及期作之影響，且隨著試驗田區面積增大而趨於穩定，至於相同大小不同形狀或方位的田區，所估得之 b 值仍略有差異，但是狹長田區之 b 值偏離的程度似乎較爲和緩。

表2. 粳稻1991-1993年均度試驗之產量性狀在不同田區大小及形狀下利用1×2之基本單位所估計的土壤異質性指標(b)及其標準差(SE_b)

Table 2. Index of soil heterogeneity (b) and its standard error (SE_b) for yield by using 1×2 basic unit under different field sizes and shapes in the rice uniformity trials in 1991-1993

Field size (plant)	Field No.	Field shape			b±SE_b			
		Row×Column	L×W	L/W	1991-II	1992-I	1992-II	1993-I
100	8	5×20	1.4×3.2	2.29	1.04±0.07	1.14±0.16	1.06±0.11	1.17±0.12
		10×10	2.8×1.6	1.75	1.22±0.18	0.91±0.07	1.05±0.08	1.06±0.14
200	4	5×40	1.4×6.4	4.57	1.21±0.07	0.87±0.16	0.87±0.05	1.00±0.09
		10×20	2.8×3.2	1.14	0.97±0.05	0.89±0.09	0.99±0.04	0.97±0.09
		20×10	5.6×1.6	3.50	0.88±0.09	0.93±0.09	0.84±0.11	1.01±0.09
400	2	10×40	2.8×6.4	2.29	0.95±0.02	0.71±0.02	0.92±0.10	0.89±0.05
		20×20	5.6×3.2	1.75	0.83±0.02	0.90±0.07	0.80±0.11	0.99±0.00
600	1	15×40	4.2×6.4	1.52	0.89±0.03	0.63±0.02	0.78±0.01	0.81±0.01
		20×30	5.6×4.8	1.17	0.80±0.02	0.76±0.02	0.66±0.02	1.00±0.02
800	1	20×40	5.6×6.4	1.14	0.81±0.01	0.70±0.01	0.72±0.01	0.92±0.01

L : Field plot length (m)
W : Field plot width (m)

表3. 粳稻1991-1993年均度試驗之產量性狀在不同田區大小及形狀下利用2×1之基本單位所估計的土壤異質性指標(b)及其標準差(SE_b)

Table 3. Index of soil heterogeneity (b) and its standard error (SE_b) for yield by using 2×1 basic unit under different field sizes and shapes in the rice uniformity trials in 1991-1993

Field size (plant)	Field No.	Field shape			b±SE_b			
		Row×Column	L×W	L/W	1991-II	1992-I	1992-II	1993-I
100	8	10×10	2.8×1.6	1.75	0.99±0.06	1.08±0.12	1.04±0.10	0.95±0.13
		20× 5	5.6×0.8	7.00	1.07±0.07	1.26±0.14	0.92±0.12	1.02±0.09
200	4	10×20	2.8×3.2	1.14	1.01±0.08	0.99±0.05	1.04±0.08	1.00±0.11
		20×10	5.6×1.6	3.50	0.89±0.06	0.98±0.15	0.85±0.08	0.88±0.04
400	2	10×40	2.8×6.4	2.29	1.12±0.11	0.79±0.06	0.90±0.15	0.96±0.03
		20×20	5.6×3.2	1.75	0.87±0.02	0.97±0.05	0.81±0.08	0.96±0.03
600	1	20×30	5.6×4.8	1.17	0.88±0.01	0.78±0.03	0.68±0.01	0.91±0.02
800	1	20×40	5.6×6.4	1.14	0.86±0.01	0.76±0.02	0.73±0.01	0.93±0.01

L : Field plot length (m)
W : Field plot width (m)

由上述結果得知，同一試驗所估得之 b 值不會因爲年度期作之不同而有差異，此與 Crew *et al.*[2]之結果一致。試驗田區大小形狀不同，對 b 值之估計有影響，不過隨著試驗田區面積增大，b 值將趨於穩定，這是因爲小區太小時，鄰近植株間之競爭作用所造成的植株個體間之差異，會明顯大於實際之土壤差異，當小區極端小時，各點彼此之間實際上爲完全相關，於是導致鄰近小區呈高度負相關（b>1）的極端異質狀態[6]，因此如本研究之稻作均度試驗以50叢之田區所估得之 b 值結果，多在1.0以上，且 b 值之變異性（SE_b）較大；一旦小區大小變大到邊際效應已顯得不重要時，b 值即能維持一個固定的值。另外 Valencia-Rullan[8]也指出，雖然利用Smith[7]法則所估得之土壤異質性指標，僅爲土壤肥瘠型態或背景變異的某種概算，其在有限面積區域內，容易受到植株個體之間本來即存在之變異而影響其估算準確度[5]，但當小區大小變大時，V_x與 b 間的關係即能恢復正常，其分析結果之可信度可更爲提高[6]。唯田區愈大，利用均度試驗估計土壤異質性指標所需的成本也愈高，故在有限的土地面積和成本限制下，應該探求一最小面積的試驗田區。由表 4 得知，在以 1 × 1 爲基本單位之基礎下，50叢之田區所估得之 b 值結果，與100叢（含）以上之田區所獲得者之間有顯著之差異，表示估計粳稻均度試驗之土壤異質性，所需要的試驗田區至少應在100叢以上，而且最好該田區儘可能爲正方形（表 1），其 b 值始可在1.0以內；倘以 1 × 2 或 2 × 1 作爲基本單位，由表 4 可知，100叢（含以上之各種田區間之 b 值均不顯著，表示當田區面積小至100叢時，所評估之土壤異質性型態尚不致於有所偏離，但是因爲無論該100叢之田區的形狀爲 5 ×20，10×10或20× 5，其 b 值之估計受到植株邊際效應之影響仍然很大，以致 b>1，因此建議以兩叢作爲基本單位時最理想的田區面積應在200叢以上。顯然，最小田區之決定，尚須考慮基本單位小區之選擇。綜言之，基本單位之取捨，在避免小區內植株個體間本身差異太大或可能缺區之影響下，應掌握儘可能面積最小的原則[1]，而均度試驗之田區大小則至少要含有100個以上的基本單位，且田區形狀應儘可能接近於正方形。

表4. 粳稻均度試驗不同田區大小及基本單位對土壤異質性指標(b)之影響

Table 4. Effects of field size and basic unit on index of soil heterogeneity in the rice uniformity trials

Basic unit	Field size	1991-II	1992-I	1992-II	1993-I
1×1	50	1.25a	1.04a	1.06a	1.15a
	100	1.00b	1.03a	0.95ab	1.01b
	200	0.99b	0.91ab	0.89bc	0.95b
	300	0.94b	0.84b	0.83bc	0.90b
	400	0.92b	0.84b	0.86bc	0.93b
	500	0.83b	0.82b	0.73c	0.87b
	600	0.89b	0.73b	0.79bc	0.88b
	700	0.77b	0.80b	0.74c	0.93b
	800	0.84b	0.76b	0.76c	0.92b
1×2	100	1.13a	1.03a	1.06a	1.12a
	200	1.02a	0.90ab	0.90ab	0.99a
	400	0.89a	0.81ab	0.86ab	0.94a
	600	0.85a	0.70b	0.72b	0.92a
	800	0.81a	0.70b	0.72b	0.91a
2×1	100	1.03a	1.17a	0.98a	0.99a
	200	1.00a	0.99ab	0.95a	0.94a
	400	0.95a	0.88ab	0.86a	0.96a
	600	0.88a	0.78ab	0.68a	0.91a
	800	0.86a	0.76b	0.73a	0.93a

Values followed by a common letter are not significantly different at 5% level, based on Duncan's Multiple Range Test.

誌　謝

本研究承行政院農業委員會經費補助（計畫編號：81農建-12.2-糧-08-14及82科技-12.2-糧-09-7），謹此致謝。

引用文獻

1. 呂秀英、呂椿棠。1994。均度試驗土壤異質性指標之估計。中華農學會報（刊印中）。
2. Crew, W. C., G. L. Jones, and D. D. Mason. 1963. Field plot technique studies with flue-cured tobacco. I. Optimum plot size and shape. Agron. J. 55:197-199.
3. Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. pp.478-504.
4. Lin, C. S. and M. R. Binns. 1986. Relative efficiency of two randomized block designs having different plot sizes and numbers of replications and of plots per block. Agron. J. 78:531-534.
5. Pearce, S. C. 1955. Some consideration in deciding plot size in field trials with trees and bushes. J. India. Sci. Agric. Stat. 7:23-26.
6. Pearce, S. C. 1976. An examination of Fairfield Smith's law of environmental variaton. J. Agric. Sci. Camb. 87:21-24.
7. Smith, H. F. 1938. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. J. Agric. Sci. Camb. 28:1-23.
8. Valencia-Rullan, M. A. 1952. A study of the relationship between the size of a cluster and the variance between clusters. M. Sc. Thesis. Carolina State College.
9. Warren, J. A. and I. Mendez. 1982. Methods for estimating background variation in field experiments. Agron. J. 74:1004-1009.

Effects of Field Size and Shape on the Measurement of Soil Heterogeneity in Uniformity Trials[1]

Chun-Tang Lu[2] and Hsiu-Ying Lu[2]

Summary

The purpose of this study was to investigate the effects of field size and shape on the measurements of soil heterogeneity. The yield data from the rice uniformity trials were obtained from four crop seasons in 1991-1993. The estimates of index of soil heterogeneity (b) at the same area did not vary with years and seasons. Change in field size and shape exhibited effects on the estimates of b. A b value greater than 1, which indicated negative correlation between contiguous plots, was obtained when the field size was too small. The value of b tended to be converged to a constant value as the field size was large enough so that the edge effects became insignificant. As the cost of operation increased with increasing field size in an uniformity trial, the minimum size and optimum shape of the field should be estimated to balance precision and cost. Minimum size was governed by the plots of basic unit chosen. It was estimated the size should be at least 100 times the size of basic units and the shape should be as nearly square as possible in an uniformity trial.

Key words: Uniformity trial, Soil heterogeneity, Field size, Field shape, Rice.

1. Contribution No. 1717 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research assistant and Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：173～181（1994）

'巨峰'葡萄不同生產模式之生理研究[1]

歐　錫　坤[2]

摘要：'巨峰'葡萄以修剪進行三種處理：包括一年一收，分爲夏果或秋果；及一年二收即夏果與冬果等。同時測定各處理間新梢生長量，漿果大小，漿果糖度含量（Brix），及結果枝條氮素與醣類的累積消長情形，以探討葡萄不同產期之營養生長與生殖生長間的生理變化。

'巨峰'葡萄從修剪至採收夏果需131天左右，秋果需91天，冬果需109天。夏收葡萄經早春修剪催芽後引發的生殖生長，於修剪後33天全氮含量達到最高峰（2.4%），爲修剪催芽前（0.7%）的3.4倍；但秋果或冬果生產時氣溫較高，氮含量出現的高峰也較快，約在結果枝修剪後15天左右，此時新梢僅4～6公分，花穗未出現。不論是夏果、秋果或冬果生產，結果母枝經修剪後，澱粉含量逐漸下降並伴隨著可溶性醣的增加。其變化趨勢爲：夏果生產於剪後51天全碳水化合物出現第一次高峰（13.81%），至漿果採收時出現第二次高峰（24.22%），其含量較修剪催芽前樹體全碳水化合物的含量（23.22%）爲高。樹體休養28天後全碳水化合物從5.58%提升至15.06%，此時進行二次修剪，14天後，全碳水化物含量又迅速下降，尚不及修剪時的一半量。

不論一收或二收，修剪後的樹體皆會呈現此一類型的變化趨勢，本實驗證實修剪不但可以調節產期，且引發碳水化合物與氮含量的規則性變化。

關鍵詞：一年二收、夏果、秋果、冬果、碳水化合物、氮。

臺灣鮮食葡萄栽培事業非常發達，早在十多年前已能一年進行2～3次的生產[6,7,9]。目前推廣的栽培方式以一年一收生產夏果或冬果及一年二收生產夏果及冬果爲最普遍[4]。以往本省一般葡萄果農有重量不重質的觀念，因此單位面積著果數多半偏高[8]。採行一年多收的栽培方式後，產量過高之問題更趨嚴重，品質益形低落。產量偏高主要影響果實之著色及可溶性固形物含量[10,13]。一般夏、秋兩季果實品質較佳，冬果品質較差；因爲冬季果實與夏季果實可滴定酸的含量差異並不大，但是冬季葡萄蘋果酸的含量比率高，所以顯得酸味特別強[2,3]。蘋果酸是葡萄成熟時的主要呼吸基質，冬季溫度低，呼吸率也慢，因而影響蘋果酸的分解[22]。若是以積算溫度來考量，冬果成長期間之積算溫度較夏、秋果爲少，故品質較差[10]。

有關葡萄樹體碳水化合物季節性變化的研究報告有 Winkler 與 Willims [17]及 Kondo與 Pudrikova[23]，其所用試驗材料雖不同，但是它們的變化卻是一致的，秋天枝條生長停止，澱粉漸增，晚秋初冬時達到一個高峰，此時可溶性醣含量低。冬季澱粉水解，相對地可溶性醣增加，早春澱粉在植株中又有積聚的現象此爲第二個高峰。萌芽後新梢開始生長，澱粉快速轉變成可溶性醣供枝條生長，5、6月左右枝條生長漸緩，同時葉行光合作用的結果，過多的可溶性醣及澱粉又開始貯存，晚夏可溶性醣含量高，秋季可溶性醣轉變成澱粉，初冬時植株內的碳水化合物又恢復了去年的水準[17,23]。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1718 號。
2. 本所園藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

此類型的生理變化，多半發生在溫帶地區的國家，至於地處亞熱帶又一年多收且多種生產模式的臺灣，葡萄週年的生理變化如何？是爲本研究的主要探討目的。

材料與方法

一、葡萄不同產期處理之生育調查

本試驗採用六年生自根'巨峰'葡萄，於臺灣省農業試驗所葡萄園進行，全園共112株，篩選其中生長勢較一致的植株81株（每處理計27株），供下列三種不同生產模式處理使用。

㈠一年一收處理：

夏果生產：即類似溫帶地區葡萄自然生育方式所生產之果實，以長梢修剪留 6 ～ 8 個芽，芽體約在 3 月上旬萌芽，於 6 ～ 8 月間採收。

秋果生產：方法同上，但將春季所萌發新梢上之花穗及副梢除去，於第12片葉左右摘心，以培養下一季之結果母枝，在 5 ～ 6 月間除葉、修剪並催芽以生產秋果。

㈡一年二收處理：

夏果及冬果二收栽培：在 3 月間修剪、催芽，新梢於 3 月中旬萌芽生長， 6 ～ 8 月間採收夏果。採收後施肥並使樹體休養 3 ～ 4 個星期以恢復樹勢，在 7 ～ 9 月間修剪，並用人工除葉及催芽處理，促成芽體萌發，啓開另一個生長週期，而在11～12月間收穫冬果。

三種不同生產模式對枝條與果實生長發育之調查：從27株中逢機取 9 株，調查全部枝條與果實的發育情形。

二、不同產期處理在生育過程中碳水化物與氮的消長

各處理間乾物累積，新梢長度，果穗大小及生理比較，自 3 月 8 日起至12月15日止，每隔15天左右分別逢機取樣一次，共計16次，每一處理（包括一年一收之夏果生產，秋果生產，及一年二收之夏果與冬果生產等三種）取 2 個新梢爲一樣品，每一處理重複取樣 3 次。

每次取樣均調查新梢長度，果粒大小與數目，果實糖度（Brix）。新梢秤量鮮重，再於送烘乾箱內乾燥100°C 2 小時及80°C46小時，後稱量乾物重。

乾燥後之樣品經利用 Wiley Mill 以40目篩磨粉，用以分析全氮[15]及全碳水化物。可溶性醣[18]、還原醣[19]及澱粉[20]含量的分析是本實驗室慣行採用的方法。

結果與討論

一、不同產期對枝條與果實生育之影響

葡萄不同產期不同收獲次數處理下枝條生育情形詳見圖 1 -A，每一數據皆爲 9 株葡萄枝條生育之平均調查結果。僅進行夏果一收，如溫帶地區之葡萄生產方式，於生長季節終結時，葡萄枝條生長達191.5公分。

秋果一收於 5 月16日剪除所有花序， 5 月29日枝條長達180.5公分，隨後即進行修剪誘發第二次花穗以生產秋果。故枝條重新生長， 6 月15日僅6.2公分至10月16日又達127.5公分。夏果一收與夏冬果二收，均於 7 月16日採收，收獲時結果枝平均長度均不超過180公分。

'巨峰'葡萄漿果發育後期，結果枝條長度若超過200公分，則成熟果粒小，著色變差等現象[5]。採收後植株休息28天以便恢復樹勢並累積養分，於 8 月16日進行修剪催芽促成第二次開花結果，由於採取長梢修剪，誘發較多的結果枝，以致11月17日枝條平均長度變短，僅有86.3公分。

有關漿果生育情形，由圖 1 -B 顯示，以夏果一收或一年二收之夏果生產果粒最大，果徑達2.3公分。一收秋果與二收之冬果生產，其果粒大小又次之。開花期間新梢生長速度若能日漸減緩，則有助於健全胚珠發育結果[5]，可見營養生長與生殖生長適當地平衡，對於葡萄果實品質有決定性的影響。

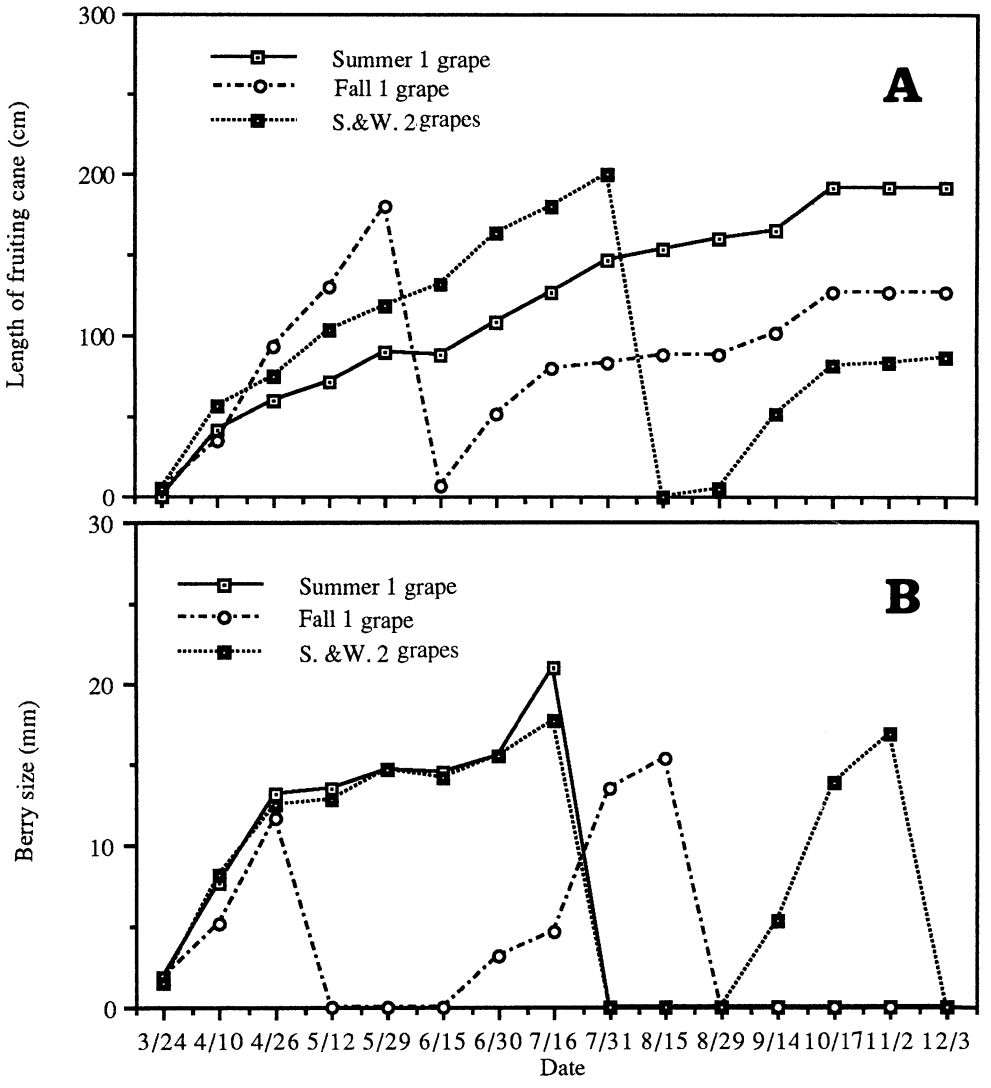


圖1. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理，枝條（A）與漿果（B）生育情形

Fig 1. The seasonal growth of shoot (A) and berry (B) of 'Kyoho' grape in three producion models.

二、不同生產模式對葡萄樹體之生理變化

夏果一收或夏冬果二收之夏果生產於修剪催芽後30天左右全氮出現第一次高峰如圖 2 ，此時新梢42.3公分花穗長約 5 ～ 7 公分左右。秋收一收（ 5 月中除去花穗， 5 月30日修剪催芽）於修剪後15天左右全氮含量出現第一次高峰，此時新梢長約6.2公分，尚無花穗出現。

夏冬果二收處理全氮含量亦是修前後 15 天出現高峰，枝條長4.3公分尚未有花序出現。秋果與冬

果生產時，由於修剪時生長氣溫較高，以致修剪後15天的氮含量即出現高峰，較夏果生產提早15天左右出現高峰。此一差異是因爲若要生產夏果，於早春時期就得修剪，結果母枝所萌發的新梢暴露於較低的氣候環境下生長所致。

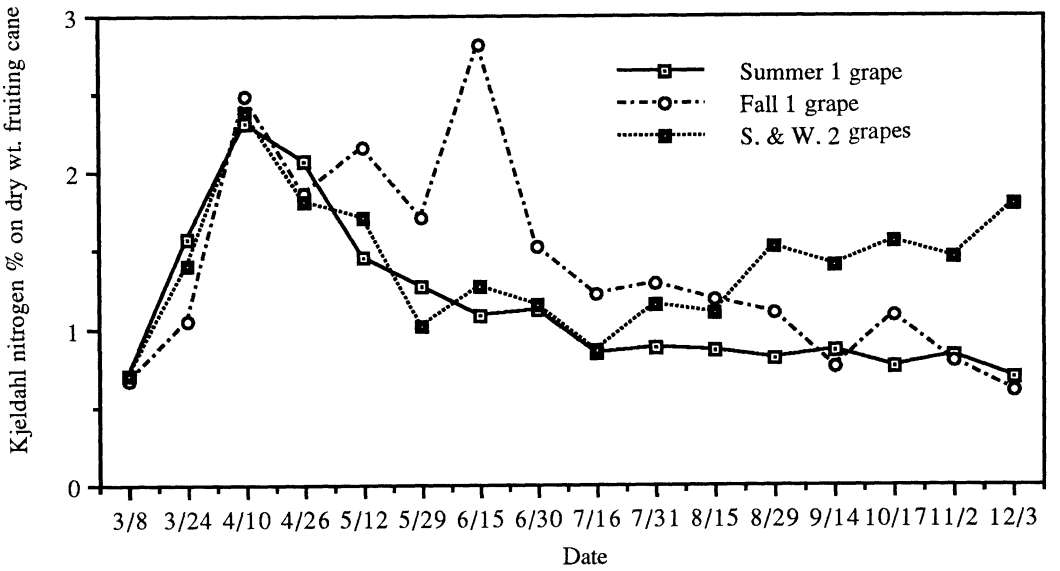


圖2. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理枝條氮含量的季節變化

Fig. 2. Seasonal changes in total nitrogen of 'Kyoho' grape in three production models.

還原醣的變化趨勢與可溶性醣類似，修剪後隨著枝條的生長與漿果的發育而逐漸增加，至果實採收後又逐漸下降（表 1 ，圖 3 A） ，夏果、秋果及冬果皆有類似變化趨勢。

表1. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理枝條還原醣含量的季節變化

Table 1. Seasonal changes in reducing sugar of 'Kyoho' grape in three production models.

Harvest time and crops	Dates 3/8	3/24	4/10	4/26	5/12	5/29	6/15	6/30	7/16	7/31	8/15	8/29	9/14	10/17	11/2	12/3
Summer grape	1.54	0.31	8.45	3.94	2.57	2.15	1.73	2.86	13.5	1.42[x]	3.07	2.00	1.19	0.65	3.26	0.45
(%±SE)[z]	±0.06	±0.02	±0.25	±0.61	±0.57	±0.41	±0.67	±0.49	±2.43	±0.46	±0.14	±0.36	±0.16	±0.17	±0.20	±0.09
Fall grape	1.32	0.29	6.85	5.97	1.55	2.05	0.59[y]	2.98	2.83	4.30	6.18	2.23	1.32	1.15	3.45	0.92
(%±SE)[z]	±0.14	±0.02	±1.23	±0.29	±0.25	±0.33	±0.11	±0.45	±0.44	±0.57	±1.38	±0.39	±0.10	±0.28	±0.21	±0.23
Summer/Winter	1.43	0.31	3.23	6.14	1.94	2.13	0.46	7.90	12.94	2.02[x]	4.51	2.28[w]	1.58	1.20	3.81	1.04
biannual grapes	±0.04	±0.01	±0.33	±1.27	±0.31	±0.23	±0.07	±0.91	±2.18	±0.35	±1.41	±0.48	±0.36	±0.16	±0.37	±0.10
(%±SE)[z]																

[z] Each vallue is the mean of 3 replications on a dry weight basis.
[y] All flower clusters were removed on May 16, fruitting canes were pruned on May 30 to induce fall grape. Berries were harvested on August 29, 1990.
[x] Summer grapes were harvested on July 17, 1990.
[w] After summer grape was harvested on July 17 and fruitting canes were pruned on August 16 to induce winter grape. Berries were harvested on December 3, 1990.

可溶性醣之季節性變化，於早春（3月8日）修剪催芽後含量最低約0.24%～0.40%左右，隨著枝條的伸長，可溶性醣含量逐漸增加，至7月16日果實成熟採收時達到最高（15.7%～16.9%）詳見表2及圖3B。

表2. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理枝條可溶性醣含量的季節變化

Table 2. Seasonal changes in soluble sugars of 'Kyoho' grape in three production models.

Harvest time and crops	Dates 3/8	3/24	4/10	4/26	5/12	5/29	6/15	6/30	7/16	7/31	8/15	8/29	9/14	10/17	11/2	12/3
Summer grape	0.39	0.24	3.08	5.23	3.52	2.88	6.39	5.08	15.74	0.25[x]	0.64	2.44	2.83	1.07	0.76	0.98
(%±SE)[z]	±0.04	±0.03	±0.16	±0.58	±0.09	±0.31	±1.16	±0.98	±1.38	±0.09	±0.25	±0.59	±0.08	±0.36	±0.17	±0.16
Fall grape	0.39	0.30	3.45	5.75	4.13	2.07	1.21[y]	2.28	3.24	2.83	1.36	1.55	0.78	1.22	0.79	1.68
(%±SE)[z]	±0.08	±0.02	±0.21	±0.44	±0.36	±0.33	±0.26	±0.62	±0.73	±0.73	±0.31	±0.15	±0.02	±0.13	±0.04	±0.34
Summer/Winter	0.24	0.48	3.49	6.15	4.24	2.12	5.01	7.70	16.94	1.13[x]	0.86	2.34[w]	3.53	3.92	3.13	1.26
biannual grapes	±0.04	±0.03	±0.22	±0.19	±0.31	±0.19	±0.32	±1.40	±1.43	±0.18	±0.17	±0.46	±0.62	±0.57	±0.59	±0.25
(%±SE)[z]																

[z], [y], [x] and [w] are same as in table 1.

Winkler 與 William 認爲當枝條伸長與漿果快速增大時，醣類的累積是很慢的，當漿果成熟時，醣類會快速轉運至果實，其累積速度變快很多[23]，此一結論與本試驗結果相符合。秋果一收生產方式，由於在5月16日剪除所有花序，5月30日進行修剪催芽，故在7月16日時，可溶性醣僅有3.2%而已。由於連續三個颱風連續來襲（8月9日楊希、8月30日亞怕、9月8日黛特等），葉片多半被刮落，颱風過後鳥害也特別嚴重，以致往後秋果一次與夏冬果二收之第二季葡萄生產，其枝條內可溶性醣含量皆無法增多。此一現象中田氏亦曾報導過：葡萄於秋季愈早除葉則樹體內的澱粉和全醣量也會愈低，且會造成翌春萌芽較遲，萌芽率較低[12]。僅生產夏冬果之二收處理，於9月30日可溶性醣含量達4.1%形成第二次高峰，由於葉片受損其樹體可溶性醣含量已不如夏果生產的含量。

本試驗'巨峰'葡萄經早春修剪後，啓動新梢開始生長，澱粉從22.83%快速減少轉變成可溶性醣供枝條生長（表3，圖3C），澱粉與還原醣（3A），可溶性醣（3B）呈消長關係。Winkler 與 Williams 亦認爲澱粉轉化爲醣類的產物，幾乎是以等量的還原醣與蔗糖出現，且冬天枝條所消失的澱粉是以等量的醣類的產物出現在地上部[23]，與本試驗結果相當類似。夏冬果二熟生產方式，夏果採收後澱粉含量僅存4.45%，採後休息28天使恢復樹勢，結果母枝澱粉含量迅速又累積至14.21%，較冬天休眠時爲少；第二次修剪催芽後結果枝澱粉含量又降至4.87%，此後又逐漸增加至初冬（12月3日）可累積至10.01%，詳見表3及圖3C。此一結果與 Winkler 與 Williams（1945年）的結論相符合。他們認爲晚秋以後枝條開始有貯藏性的碳水化物累積，主要是以不溶性的貯藏物質澱粉爲主，以便過冬。Reuther 與 Reichardt 認爲枝條上澱粉與醣類間的平衡狀態，會隨著溫度的高低而迅速改變[21]。亦即早春溫度上升，澱粉隨著枝條修剪與生長而迅速下降，晚秋溫度下降枝條又逐漸累積澱粉。但是據王氏1980年以'黑后'和'康可得'爲材料，針對不同時期修剪（7～11月），結果發現碳水化合物與氮素於冬天主要累積於植物的根部[1]。

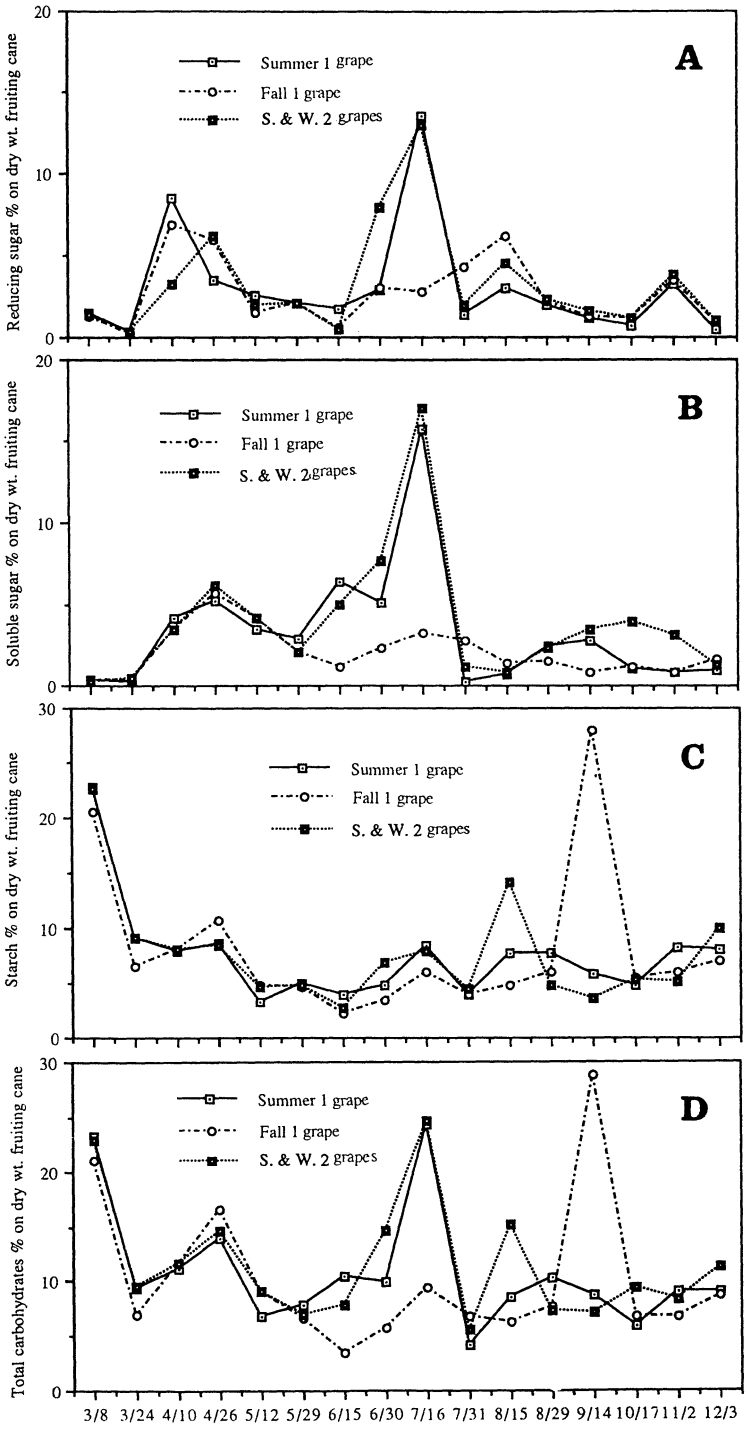


圖3. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理枝條還原醣（A）、可溶性糖（B）、澱粉（C）及全碳水化物（D）等含量的季節變化

Fig. 3. Seasonal changes in reducing sugar (A), soluble sugars (B), starch (C) and total carbohydrates (D) of 'Kyoho' grape in three production models.

表3. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理枝條澱粉含量的季節變化

Table 3. Seasonal changes in starch of 'Kyoho' grape in three production models.

Harvest time and crops	Dates 3/8	3/24	4/10	4/26	5/12	5/29	6/15	6/30	7/16	7/31	8/15	8/29	9/14	10/17	11/2	12/3
Summer grape	22.83	9.16	7.98	8.58	3.25	4.92	4.04	4.77	8.48	3.96[x]	7.82	7.77	5.92	4.61	8.34	8.04
(%±SE)[z]	±2.60	±0.82	±0.36	±0.96	±0.51	±0.11	±0.85	±0.44	±0.47	±0.61	±0.93	±0.69	±1.31	±0.61	±0.59	±0.88
Fall grape	20.54	6.62	8.10	10.72	4.90	4.60	2.30[y]	3.51	6.04	3.89	4.85	6.04	27.94	5.53	6.03	7.03
(%±SE)[z]	±2.13	±0.73	±1.10	±1.05	±0.96	±0.95	±0.27	±0.55	±1.07	±0.29	±0.24	±0.83	±1.48	±0.63	±0.52	±1.14
Summer/Winter	22.64	9.11	8.15	8.39	4.72	4.79	2.77	6.93	7.98	4.45[x]	14.21	4.87[w]	3.56	5.42	5.14	10.01
biannual grapes	±1.94	±0.80	±1.60	±1.10	±0.64	±0.77	±0.53	±1.09	±0.53	±0.12	±2.66	±0.42	±0.47	±1.05	±0.71	±0.81
(%±SE)[z]																

[z], [y], [x] and [w] are same as in table 1.

除了溫度與修剪等因素外，落葉也會促進澱粉累積，例如：秋果生產方式於8月中、下旬採收果實，採後又連續遇到颱風來襲，多數葉片被刮落，導致澱粉的快速累積至27.94%，颱風過後，隨著新梢的再次生長，澱粉含量才又再度迅速下降（表3，圖3C）。

若將可溶性醣與澱粉含量的總和當爲全碳水化物（不包含纖維），則無論早春或夏季修剪，樹體全碳水化物於修剪後皆有急速下降的趨勢（圖3D，表4），此一結果與張明聰和楊耀祥1986年的試驗結果相同。於修剪後50天左右以及漿果成熟時（第130天）各別出現高峰。各處理間其消長趨勢與新梢是否停止生長有關，尤其是採收後，休息28天使恢復樹勢期間，此時絕不會有新梢生長，樹體全碳水化物由5.58%迅速增加至15.06%。秋果一收全碳水化合物於第47天與123天出現高峰。冬果生產全碳水化合物則在第48天與112天出現高峰。

表4. '巨峰'葡萄三種不同生產模式處理枝條全碳水化合物含量的季節變化

Table 4. Seasonal changes in total carbohydrates of 'Kyoho' grape in three production models.

Harvest time and crops	Dates 3/8	3/24	4/10	4/26	5/12	5/29	6/15	6/30	7/16	7/31	8/15	8/29	9/14	10/17	11/2	12/3
Summer grape	23.22	9.41	11.07	13.81	6.76	7.79	10.43	9.85	24.22	4.21[x]	8.46	10.22	8.75	5.88	9.10	9.02
(%±SE)[z]	±2.63	±0.85	±0.40	±1.48	±0.48	±1.24	±1.32	±0.65	±3.74	±0.74	±1.07	±1.93	±1.35	±0.78	±0.83	±1.43
Fall grape	20.93	6.92	11.55	16.46	9.03	6.67	3.51[y]	5.78	9.28	6.73	6.21	7.59	28.71	6.75	6.82	8.71
(%±SE)[z]	±3.03	±1.45	±1.75	±1.86	±1.24	±0.98	±0.27	±1.02	±1.29	±1.17	±1.18	±1.01	±1.50	±1.28	±1.12	±1.23
Summer/Winter	22.88	9.59	11.64	14.53	8.96	6.91	7.78	14.63	24.59	5.58[x]	15.06	7.21[w]	7.09	9.33	8.27	11.27
biannual grapes	±2.04	±0.64	±1.68	±1.86	±0.54	±0.59	±1.20	±2.91	±1.89	±0.21	±2.77	±0.50	±0.76	±0.49	±1.14	±1.31
(%±SE)[z]																

[z], [y], [x] and [w] are same as in table 1.

Kliewer 1964年利用帶有花序的結果枝，將其呈現在$C^{14}O_2$的人工控制環境下，以偵測漿果內有機酸與醣類所含C^{14}的活性，結果發現漿果生長發育初期，以及漿果接近成熟時，大量出現C^{14}的活性[16]，此一結果與本試驗全碳水化合物出現兩個高峰的現象，頗爲符合。

Hershey 與 Paul 於1983年發現木本植物是以插入生長的方式（episodic growth）吸收各種離子（ion），亦即當莖部伸長時，根部吸收離子的速率減退；當莖部伸長終結後，根部吸收離子的速率會提升至較高的程度[14]。他們也採用組織分析的方法來比較不同抽梢次數的插穗內，氮含量變化，結果發現：新梢生長次數較多的插穗氮含量較高，插穗從養液中吸收的氮也較高[14]。同理，本試驗中葡萄地上部在氮素出現高峰前（夏果修剪後30天，秋冬果修剪後15天），若能對根部酌量增加或減少氮肥，以促進或抑制漿果生長與發育，對於果實大小或產量的控制將有所幫助；鉀肥施用量的增減，也可依碳水化物高峯出現時期的變化來考量，此一推論值得再深入研究。

誌 謝

本研究承蒙國科會 NSC-81-0409-B-055-02（包括80、81二年）經費補助，本所農化系張愛華小姐協助氮分析，張紅蓮小姐、石靜稟小姐與李雪如小姐協助田間試驗調查、分析與打字，曹幸之博士斧正謹致謝忱。

引用文獻

1. 王爲一。1980。生長季修剪對於葡萄新梢果芽形成與植株碳水化合物及氮素蓄積的影響。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。
2. 何妙齡。1984。臺灣冬季葡萄果實發育期間有機酸與糖分含量變化之研究。菸試彙報 21：80-91。
3. 何妙齡。1985。臺灣冬季與夏季葡萄果實發育期間有機酸與糖分含量變之比較。菸試彙報 22：57-69。
4. 林嘉興。1986。葡萄栽培及產期調節技術。行政院農業委員會及臺灣省政府農林廳編印。農民淺說 362A-園藝78。
5. 林嘉興、張林仁。1988。葡萄新梢生長量對著果與果實品質之影響。臺灣省農業試驗所特刊第24號。34-41頁。
6. 康有德。1974。葡萄栽培新技術一年收穫三次。豐年 24(7)：22-23。
7. 康有德。1976。臺灣巨峰葡萄之果芽形成。中國園藝 22(2)：49-57。
8. 康有德、王守中、鄭正勇、陳敦溪、詹漢文、鄭遠諫。1965。不同棚架及株距對於金香葡萄結果的影響。中國園藝 11(3,4)：58-65。
9. 康有德、鄭正勇。1977。調節葡萄生長與生產之研究。1. 巨峰葡萄枝梢組成之週期變化與果芽形成。2. 冷熱處理對打破芽休眠之試驗。科學發展月刊 5(11)：949-959。
10. 黃子彬、李金龍、楊耀祥。1984。巨峰葡萄一年多收對果實品質之影響。中國園藝 30(2)：111-119。
11. 張明聰、楊耀祥。1986。巨峰葡萄碳水化合物之季節變化。興大園藝 11：39-47。
12. 中田隆人。1970。ブドウ巨峰のつくリ方。日本農山漁村文化協會。
13. Antcliff, A. J. 1965. A comparison of cropping levels in the Sultana. Vitis 5：1-9.
14. Hershey, D. R. and J. L. Paul. 1983. Ion absorption by a woody plant with episodic growth. HortScience 18(3)：357-359.
15. Horwitz, W. 1970. Association of Official Agricultural Chemists. Methods of Analysis, llth Ed. pp. 858. Washington, D. C.
16. Kliewer, K. M. 1964. Influence of environment on metabolism of organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera* I. Temperature. Plant Physiol. 39：869-880.
17. Kondo, I. N. and L. P. Pudrikova. 1970. Changes in the carbohydrate of vine shoots during the cold season. Hort. Abs. 40：416.
18. Morris, D. L. 1948. Quantitative determination of carbohydrates with Dreywood's anthrone reagent. Science 107：254-255.
19. Nelson, N. 1944. Photometric adaption of Somogi modified for the determination of glucose. J. Biol. Chem. 153：375-380.
20. Pucher, G. W. 1948. Determination of starch in plant tissues. Anal. Chem. 20： 850-853.
21. Reuther, G. and A. Reichardt. 1963. The effects of temperature upon the bleeding and metabolism in *Vitis vinifera.* Planta 59：391-410.
22. Ruffner, H. P. 1982. Metabolism of tartaric acid and maleic acid in *Vitis*：Part A. Vitis 21：247-259.
23. Winkler, A. J., and W. O. Williams. 1945. Starch and sugars of *Vitis vinifera*. Plant Physiol. 20：412-432.

Physiological Studies on 'Kyoho' Grape in Different Production Models[1]

Shyi-Kuan Ou[2]

Summary

Three production models were designed for 'Kyoho' grapes namely, one summer grape, one fall grape, and biannual grapes. The annual growth cycle of the vine, berry growth and development, and seasonal levels of nitrogen and carbohydrates were compared among 3 production models.

The number of days of growth required for the maturity of summer grape was 131 days, 91 days for fall grape, and 109 days for winter grape. The cane pruning and bud forcing in early March triggered the reproductive growth of grape. About 30 days after pruning, (new shoot about 42.3 cm, flower cluster 5~7cm) total nitrogen contents reached to a maximun peak (2.4% on dry weight dasis) which was 3.4 times to that before pruning (0.7% on dry weight dasis) , but it required only 15 days (new shoot about 4~6cm) for both fall grape and winter grape to reach the first nitrogen peak. After cane pruning, the starch gradually decreased with a concomitant increased in soluble sugar. Total carbohydrates showed two peaks, one on 51 days after pruning (13.81%) and another at berry harvest (24.22%) . The carbohydrates content at the latter peak was higher than that before pruning (23.22%) . The total carbohydrates were rapidly accumulated within 28 days after harvest, and it declined again after the second pruning.

This study revealed that cane pruning and bud forcing not only adjusted harvest time but also induced regular changes of carbohydrates and nitrogen content.

Key words : Biannual grapes, Summer grape, Fall grape, Winter grape, Carbohydrates, Nitrogen.

1. Contribution No. 1718 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was financially supported by the National Science Council.

2. Associate horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：182～194（1994）

溫室洋香瓜栽培季節與養液吸收量之研究[1]

沈再發　許淼淼[2]

摘要：本試驗以不同栽培季節行溫室洋香瓜對養液之消耗量調查，以做爲養水分管理之調節基礎資料，其結果顯示：早春作、夏作、秋作、晚春作之每株每日之養液消耗量分別爲1.56、1.71、1.02、1.43公升，以夏季最高。季節別每株之養液總消耗量分別爲141.5、130、101、118.7公升，以早春作最高。溫室洋香瓜在各栽培季節的生育期間，依養分之消耗量可分爲營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期四個階段。而以果實肥大期之養液消耗量最大。該養液之消耗量與果實大小似有正相關。養液消耗量除季節別、生育階段之差異外，其他環境因素如氣溫、日照、風等環境因素亦有密切關係，本試驗各季節和生育階段之消耗量的調節與提高溫室洋香瓜品質之關係尚需行進一步試驗。

關鍵詞：溫室洋香瓜、栽培季節、養液栽培、養液消耗量。

溫室洋香瓜之養液栽培行養液大量要素的吸收量分析，結果顯示其生育旺盛時吸收量大，而以果實肥大期的吸收量最大(3)。並依其生育期大致可分爲營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期四個階段(2)。一般土耕栽培於定植後授粉前之莖葉生長期，予以酌量增加灌水使土壤 pF 降低(6)；授粉一週前爲使開大的雌花，仍得灌適量的水；在開花期之前略爲限制灌水，使著果率提高。於著果後再增加灌水量使果實肥大；網紋形成期逐漸控制灌水量使果實形成網紋；於網紋完成後，灌水量又略減少，使網紋隆起美觀。甚至於收穫前約10天以斷水處理，來提高果實之品質。而養分之吸收隨著水分吸收有密切之關係(5)。由於土耕經由灌水控制以達到提高品質的目的，然而灌水量的多或少，一直都是憑藉經驗，到底如何灌溉才是適當，並無正確的數據。並且除了上述洋香瓜之發育階段外，季節上的變化和環境的變化又有所不同。因此，有需要瞭解其生育階段和栽培季節的吸收量，然後再以此吸收量進行灌水量的調節。

材料與方法

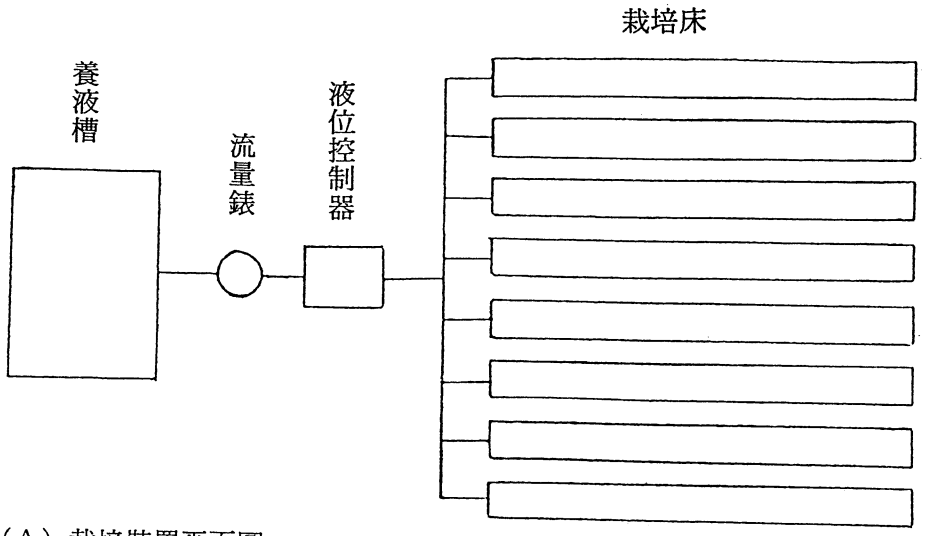
一、供試品種

本試驗之洋香瓜品種爲 T-99（日本 Takii 公司）、Earl's 夏系（日本八江農藝公司）、鳳選 FS-02R 紅肉及鳳選 FS-02G 青肉系統（本分所雜交後代選出），計四品系。

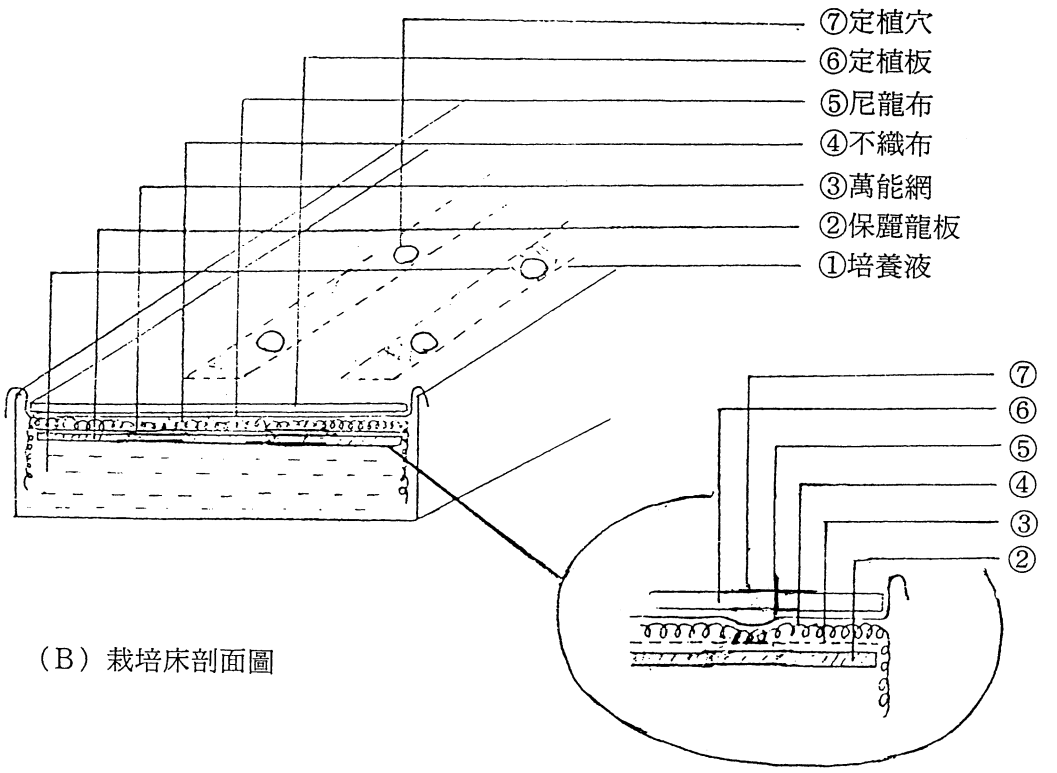
二、栽培方法

以浮根式水耕栽培，其裝置如圖 1。於塑膠布溫室（屋頂以硬式塑膠布覆蓋，側壁以24目紗網隔離）內設栽培床 8 個，每床長18公尺、寬80公分、床深20公分。另高設養液槽一個（容量10公噸），養液經由設置的流量錶流入一水位控制箱再流入栽培床。八個栽培床內經常控制總計12公噸養液量。栽培後每日於上、下午 6 時依流量錶計算其日夜間養液消耗量。栽培床內以保麗龍板爲浮媒體，於75

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1719 號。
2. 本所副所長和鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。



（A）栽培裝置平面圖



（B）栽培床剖面圖

圖1. 試驗之裝置

Fig. 1. Installation used in experiment

公分寬保麗龍板上開二條寬各10公分的滲水行間，其上面舖上萬能網，再覆蓋吸水性不織布（厚度 2 mm）和防止根穿透之尼龍布各一層，最上層以保麗龍板爲定植板。

所用培養液之組成濃度：大量元素依山崎[15]之洋香瓜配方，NO_3-N、P、K、Ca、Mg 之濃度分別爲13、4、6、7、3me/l。微量要素依 Arnon and Hoagland[8] 配方，示如表 1 。

表1. 供試肥料之組成

Table 1. Composition of the nutrient solution

Salts	Macroelements (me/l)				
	N	P	K	Ca	Mg
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	7	—	—	7	—
KNO_3	6	—	6	—	—
$NH_4H_2PO_4$	1.3	4	—	—	—
$MgSO_4.7H_2O$	—	—	—	—	3

Microelements (ppm)				
	Fe： 3		Cu： 0.02	
	B ： 0.5		Zn： 0.05	
	Mn： 0.5		Mo： 0.02	

pH	6.8
EC	2.0 mmho/cm

種子以億力 T 2,000倍侵30分鐘殺菌，後於30°C恆溫箱催芽一天，發芽後隨即以 3cm³ 海綿之中間切口處播種，並以稀薄之培養液（EC 0.6～0.8 mmho/cm）保持約一公分水位育苗。於長出2～3片本葉時定植於保麗龍板的定植穴上。每床種植二行，株距爲 1 公尺。每床定植35株，全溫室計280株。定植後採單幹整枝，以鍍鋅管爲支架，沿繩固定使往上垂直生長，於第24～25位葉摘心。植株生長後僅留12～15節側枝使其開雌花，每株授粉三朵雌花。並疏果使每株僅留一果。爲探討季節試驗分別於80年 1 月26日，80年 6 月11日，80年10月 2 日，81年 2 月 9 日四次播種。

三、調查項目

除上述以液位控制箱及流量錶調查每日晝夜的養液消耗量外，另調查栽培床內每週培養液之 EC 值變化、栽培床內每週培養液之 pH 值變化、每日之最高溫度變化及栽培期調查品種別之授粉期、採收期。所採收果實調查其外觀、果肉、胎座色澤、糖度及果重等。

結果與討論

一、養液消耗量

(一)生產階段之養液消耗量

各栽培季之每日的養液消耗量，皆由定植後逐漸增加，而於果實肥大期呈一高峰，然後於果實成熟期再略爲降低。例如80年早春作，依生育時期每株每日養液之消耗量，在營養生長期、開花授粉期、果實肥大期和果實成熟期分別爲0.80、1.70、2.23和1.80公升。夏作則分別爲0.80、1.74、2.35、

1.80公升（表2）。其他秋作及次年晚春作之生育階段之養液消耗量都呈相同的趨勢。由圖2、3、4、5可看出各季節的生育階段之變化。又該項生育階段養液消耗量之變化，與日間溫度變化大致相同，於高溫時消耗量也有較多的趨向，但並非絕對。

依76年春作與夏作之生育階段調查結果[2]，春作分別爲0.67、1.05、1.85和1.39公升；夏作分別爲0.66、1.49、2.46及1.96公升，其養液消耗量雖略有差異，但是各生育期別的消耗量趨向都很一致。由本試驗再證實洋香瓜之生育四階段的養液消耗量差異性。

表2. 溫室洋香瓜栽培季節別之生育階段養液消耗量（公升／日／株）

Table 2. Nutrient solution removed by muskmelon at different stages and different seasons (l/day/plant)

Stages	Early spring 2/21-5/20	Summer 7/5-9/18	Fall 10/21-1/27	Late spring 3/6-5/27
Vegetative growth	0.80(31)	0.80(22)	0.70(32)	0.92(31)
Pollinated young fruit	1.70(15)	1.74(14)	1.13(16)	1.24(15)
Fruit enlargement	2.23(30)	2.35(26)	1.25(34)	1.93(25)
Fruit mature	1.80(13)	1.80(14)	1.00(17)	1.72(12)

括弧內數字爲生育日數。

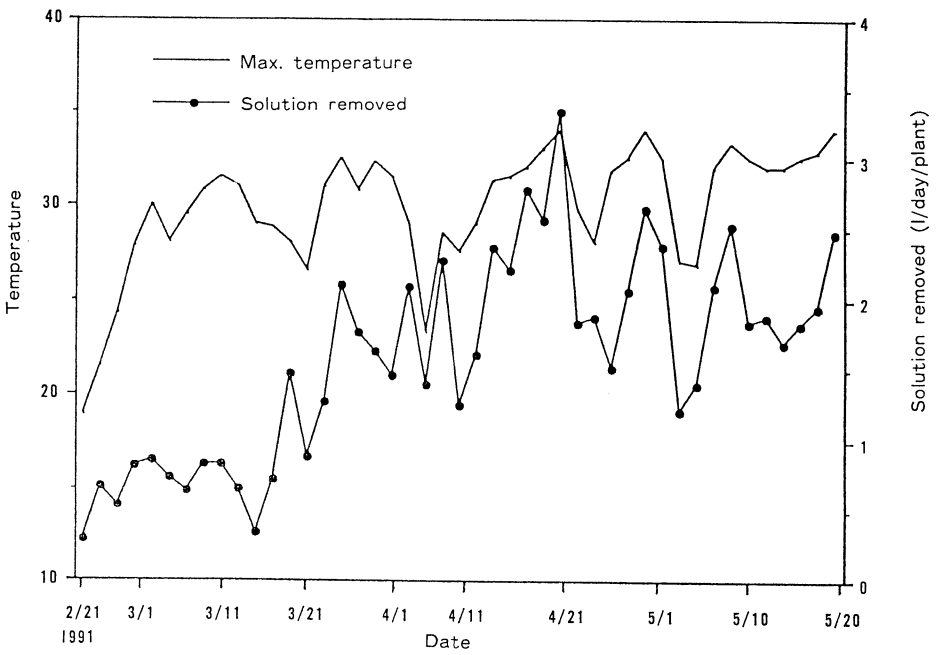


圖2. 早春作溫室洋香瓜之最高溫度和養液消耗量變化，1991

Fig. 2. Changes of daily maximum temperature and nutrient solution removed by muskmelon grown in early spring, 1991

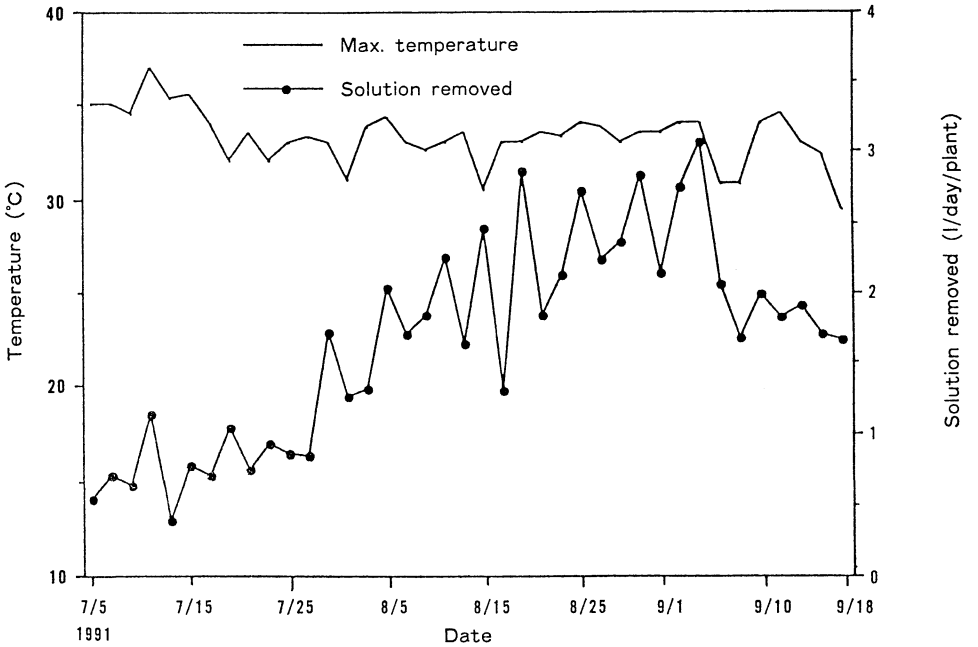


圖3. 夏作溫室洋香瓜之最高溫度和養液消耗量變化，1991

Fig. 3. Changes of daily maximum temperature and nutrient solution removed by muskmelon grown summer, 1991

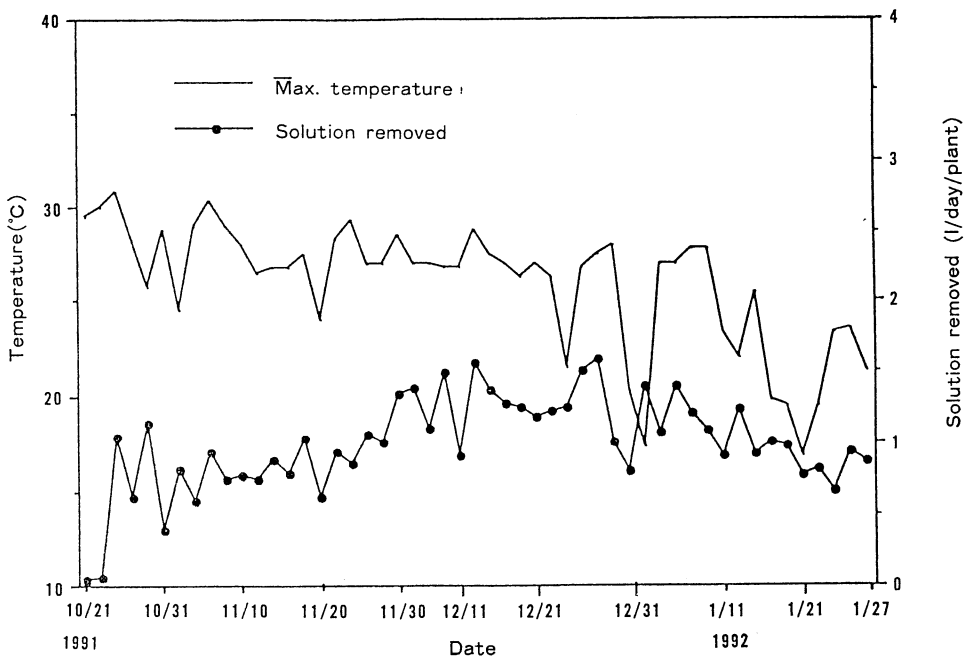


圖4. 秋作溫室洋香瓜之最高溫度和養液消耗量變化，1991

Fig. 4. Changes of daily maximum temperature and nutrient solution removed by muskmelon grown in autumn, 1991

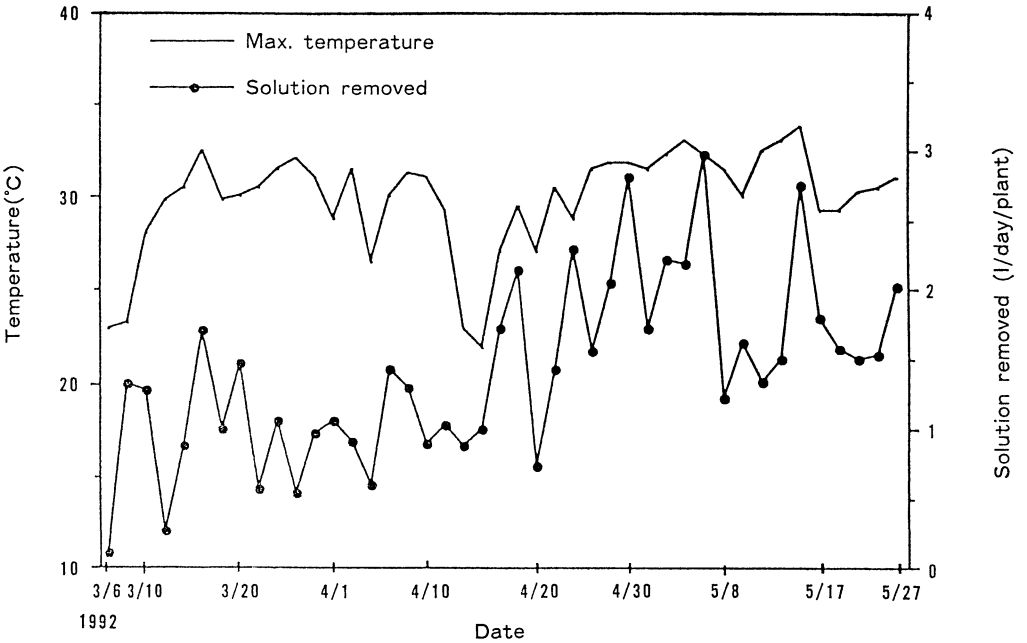


圖5. 晚春作溫室洋香瓜之最高溫度和養液消耗量變化，1992

Fig. 5. Changes of daily maximum temperature and nutrient solution removed by muskmelon grown in late spring, 1992

㈡栽培季節別之養液消耗量

依據栽培季節別洋香瓜自定植後到收穫爲止，平均每株每日的養液消耗量示如表3，季節別每株之養液總消耗量示如表 4。夏作之每日消耗量最高，平均每株每日達1.71公升；其次春作，早春作爲1.59和晚春作爲1.43公升，秋作最低，爲1.02公升。季節別每株之養液總消耗量早春作最高，爲141.5公升，夏作爲130公升，晚春作爲118.7公升，秋作最低，則爲101公升（表4）。此由於早春作栽培日數較長，總消耗量較多。至於日夜間的消耗量則白天多，夜間較少，夜間消耗量在季節上也沒有多大差異，大致在0.46～0.52公升之間，白天消耗量以夏作每日1.25公升最高、早春作1.12公升和晚春作0.91公升其次，秋作0.57公升最低。

表3. 溫室洋香瓜季節別養液消耗量（公升／日／株）

Table 3. Nutrient solution removed by muskmelon grown in different seasons (l/day/plant)

	Early spring	Summer	Fall	Late spring
Day	1.12	1.25	0.57	0.91
Night	0.47	0.46	0.45	0.52
Total	1.59	1.71	1.02	1.43

表4. 溫室洋香瓜季節別養液總消耗量（公升／株）

Table 4. Total nutrient solution removed by muskmelon grown in different seasons(l/plant)

	Early spring	Summer	Fall	Late spring
Growing period (days)	89	76	99	83
Nutrint solution removal (liters)	141.5	130.0	101.0	118.7

依76年春作與夏作之季節別每株每日養液消耗量分別爲1.27和1.66公升；每株之養液消耗總量分別爲105公升和118公升[2]，各數值皆較本研究所得爲低，但是同一季節間養液消耗量卻很接近，而造成此差異應爲氣象因素所致。綜合前述結果顯示栽培季節別的養液消耗量春作每株每日平均約1.3～1.6公升，夏作約1.7公升，秋作約１公升，因著果期進入冬天消耗量較少。

養液消耗量除和前述之生育階段和季節有關係外，其他重要的氣象因素，如氣溫、日照、溼度、風等都有影響，因此，許多滴灌設施以日射計或累積溫度等行設計。另外栽培的方式，如以養液薄膜法和一般深水的液位上下法或循環通氣法等，因表面之蒸發或作物之根部活性等差異，也有所不同。還有養液之組成濃度直接影響根的吸收能力，因此，欲得到適切的養液需求量並非易事。本試驗就整個栽培期間，並以不同栽培季行每日的調查，以達到生產爲目的計算其整體的消耗量，該數值雖不能完全符合不同環境的需求量，但是自栽培管理的立場當可以應用此值於各種灌溉上。例如岩綿栽培的滴灌，以適當之排液爲管理上重要技術。而作物吸收水分和養分的同時，是具選擇性的。通常大量元素中鉀、磷和硝酸離子，易爲作物所吸收，造成此等離子之濃度降低，而硫酸根和鈉離子，則吸收較少或慢，在岩綿中濃度易升高。如供液不足，加上岩綿表面之蒸發，其濃度更高，將造成嚴重的離子間不平衡問題。因此，適當之排液不僅可確保供液之充足，且可維持根圈之養液間的平衡。然而，考慮排液的絕對量，不如以增加多少%的供液相對量爲妥當。經由歐洲荷蘭等國之經驗累積，皆以供液量之10～15%排液的話，岩綿內之培養液可保持平衡，而不致發生問題[1]。本試驗之養液消耗量，就可做爲岩綿栽培上供液量的重要依據。另溫室的土耕洋香瓜栽培，以灌水作爲各生育階段的控制技術，此種憑經驗的灌水技術，就有所謂學習溫室洋香瓜栽培，單學灌水至少要三年。現在也可以此養液之消耗量，就可做爲灌水量及控制的重要依據。

二、培養液之 pH 值和 EC 值變化

栽培床內之培養液每週的 pH 值及 EC 值變化如圖6～9所示。在栽培期間無論春、夏、秋作其 pH 值和 EC 值皆表現很穩定。例如1991年早春作之 pH 值在6.5左右，而 EC 值也很穩定而略有增高之趨勢（圖６）。以往之栽培試驗[2]由於部分之根仍浸於培養液內，於授粉期間 pH 值常有一

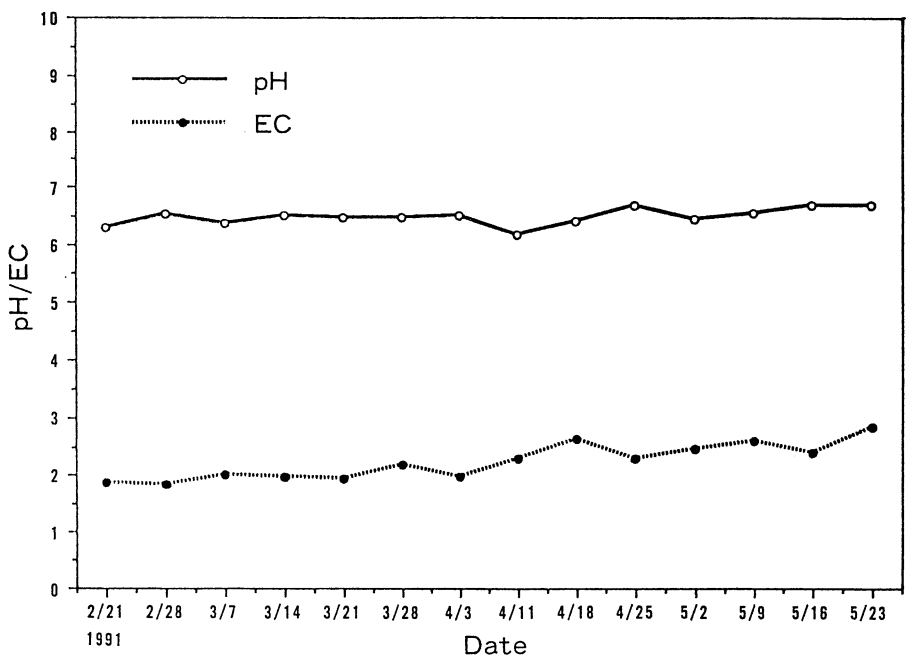


圖6. 早春作溫室洋香瓜之培養液 pH 和 EC 變化，1991

Fig. 6. Changes of pH and EC in the nutrient solution for muskmelon grown in early spring, 1991

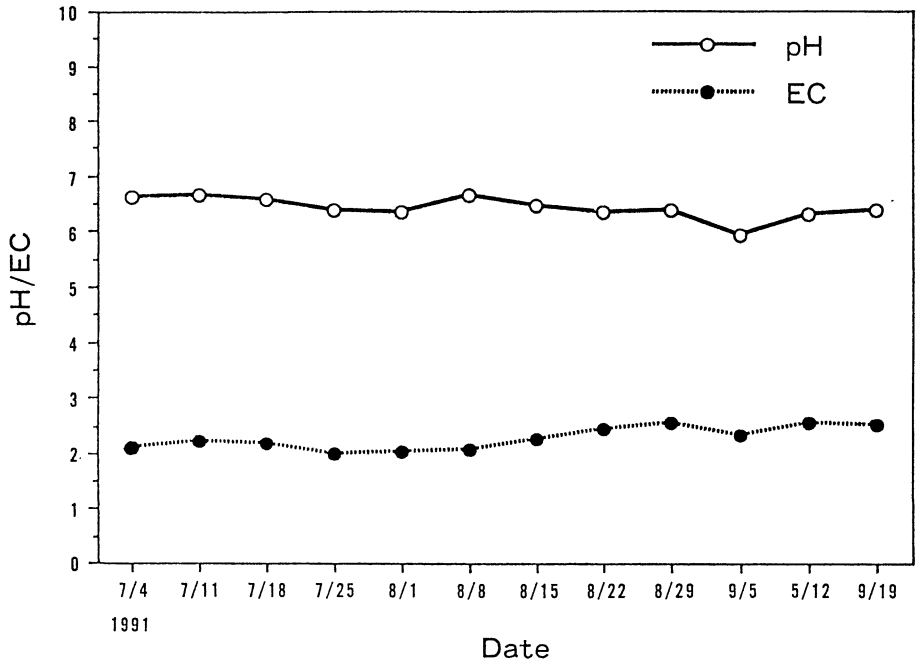


圖7. 夏作溫室洋香瓜之培養液 pH 和 EC 變化，1991

Fig. 7. Changes of pH and EC in the nutrient solution for muskmelon grown in summer, 1991

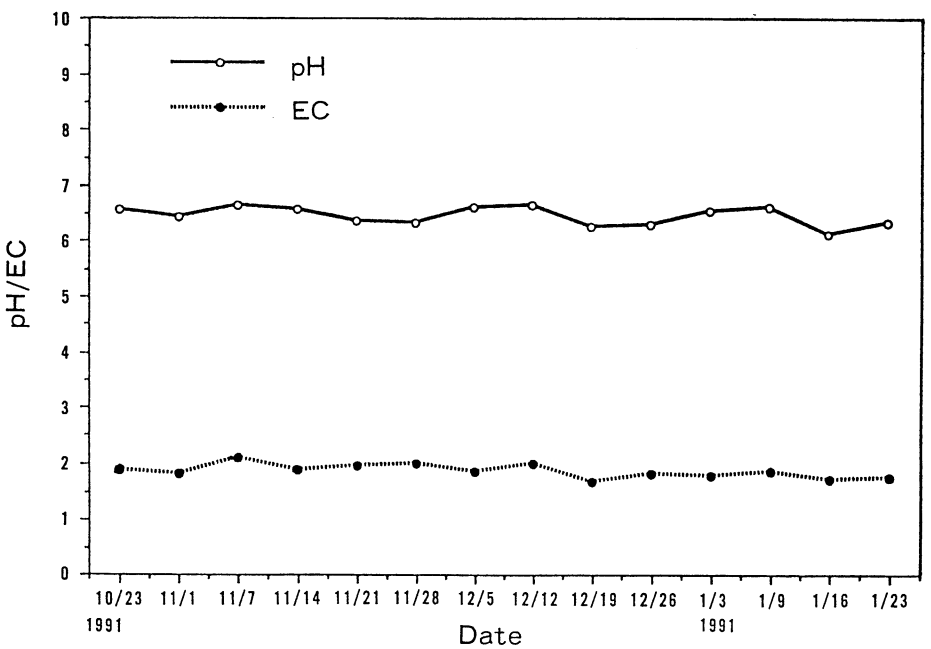


圖8. 秋作溫室洋香瓜之培養液 pH 和 EC 變化，1991

Fig. 8. Changes of pH and EC in the nutrient solution for muskmelon grown in autumn, 1991

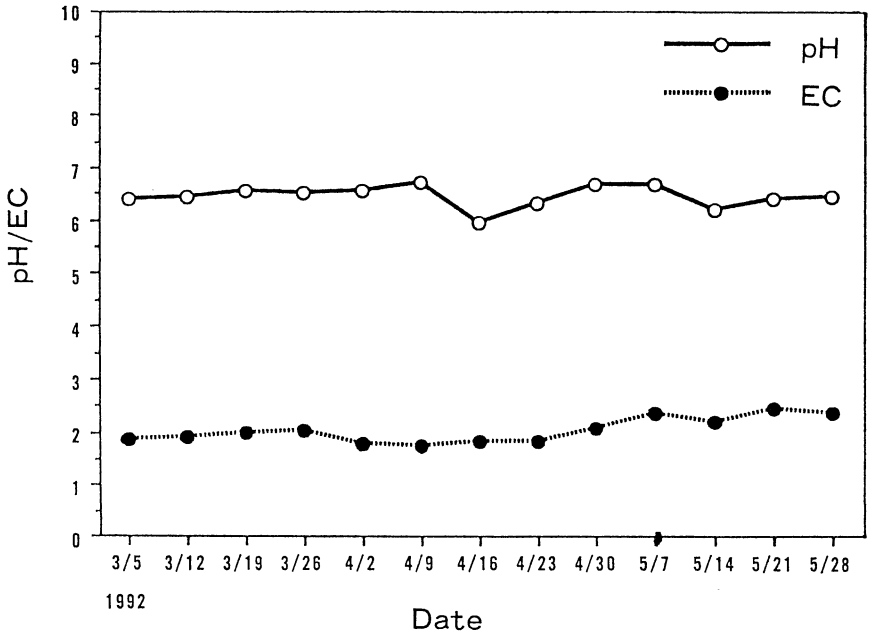


圖9. 晚春作溫室洋香瓜之培養液 pH 和 EC 變化，1992

Fig. 9. Changes of pH and EC in the nutrient solution for muskmelon grown in late spring, 1992

時下降然後再逐漸上升現象，然在本栽培方式未發生，或許由於本栽培方式經改進後，浮媒體的保麗龍板面積大，浮力強，根部全部於浮媒體上，使根部呼吸及代謝所產生的分泌物，根毛、根冠、細根的老化、脫落而分解的產物如碳酸、硝酸等減少溶解於養液中的原因。不同季節別的養液變化很穩定，表示所使用之養液處方頗爲適宜。

由於該培養液之 EC 值和 pH 值之穩定，可判斷其組成濃度與洋香瓜吸收濃度幾乎相同，可謂是洋香瓜平衡養液（Balanced solution）。該培養液之大量元素濃度 NO_3-N、P、K、Ca、Mg 分別爲13、4、6、7、3me/l，由消耗之總養液量，可計算出各季節別的大量元素大致吸收量。其計算方法以 NO_3-N 爲例：

NO_3-N 吸收量（mg）＝每株總養液消耗量(l)×13×14

80年早春之 NO_3-N＝141.5×13×14＝25,753mg＝25.8g，其他元素以此方式計算，結果如表5。

表5. 溫室洋香瓜不同栽培季節之元素吸收總量（公克／株）

Table 5. Total nutrient uptake by muskmelon growing in different season (g/plant)

	Early spring	Summer	Fall	Late spring
NO_3-N	25.8	23.7	18.4	21.6
P	5.8	5.4	4.2	4.9
K	33.1	30.4	23.6	27.8
Ca	19.8	18.2	14.1	16.6
Mg	5.1	4.7	3.6	4.3

各季節別的要素吸收量有差異，大量要素皆以早春作吸收量最多，夏作及晚春作其次，秋作最少。要素之間，無論任何季節都以K量最大，依次爲 NO_3-N、Ca、P、Mg。籠橋以標準培養液行不同

濃度洋香瓜水耕試驗，分析每株養分之吸收，N、P、K、Ca、Mg 分別介於14.4～21.4、2.3～4.5、14.5～43.3、8.5～13.8、2.8～4.6公克。沈及許[3]以養液行分析，春作之N、P、K、Ca、Mg 分別爲20.6、4.34、21.9、15.3、5.0公克／株，夏作分別爲24.9、4.86、33.7、15.5、6.0公克／株。本次以養液的濃度與其消耗量行估算，其結果也大致與前述結果相近。由此再證明以培養液來計算其主要元素的消耗量，因爲是均衡培養液的關係，得到的數值也是正確的。

三、栽培季與品種別收穫調查

各栽培季的品種別生育和收穫調查示如表6。季節別自授粉日期到採收日期，以夏作期間最短，各品種在45～47天，就可收穫；而春作其次，約46～51天；秋作較長，49～52天收穫。果實之糖度則互見差異，但以春作爲最高，果實重量則以夏作最重，其次爲春作、秋作最低。在品種上果實授粉到採收日期以 Earl's 夏系最短，其他品種則略爲晚幾天收穫。品種之單果重則以 T-99 最重，其次爲鳳選紅肉和青肉系統，而 Earl's 最輕。糖度則依品種別在各季節表現有所不同，如春作以 T-99 最甜，夏作則鳳選紅肉系統最甜。果肉的厚度在同一品種也隨季節而有所變化。

表6. 栽培季與品種別收穫調查

Table 6. Investigation on growth and harvesting of muksmelon in different seasons

Seasons	Variety	Date of pollination	Date of harvest	Date of mature	External		Flesh		Sugar content (°Brix)	Fruit weight (g)
					Color[z]	Net[y]	Color	Thickness[x] (%)		
Early Spring	T—99	3/27	5/26	50	G	##	LG	64.9	15.90	1,700
	FS-02R	3/28	5/18	51	G	##	R	55.1	14.10	1,330
	Earl's Summer	4/04	5/20	46	LY	##	LG	51.7	14.40	1,053
Summer	T—99	7/31	9/16	47	G	##	LG	55.4	13.60	1,788
	FS-02R	7/28	9/13	47	G	##	R	58.3	14.80	1,550
	Earl's Summer	8/03	9/17	45	LY	##	LG	52.0	14.15	1,138
	FS-02G	7/24	9/18	45	LY	##	LG	52.0	12.20	1,332
			1992							
Fall	T—99	12/08	1/27	50	G	##	LG	50.0	13.73	800
	FS-02R	12/09	1/30	52	G	##	R	54.1	11.60	833
	Earl's Summer	12/09	1/27	49	G	##	LG	48.8	13.24	680
	FS-02G	12/09	1/27	50	G	##	W	48.0	13.68	840
Spring	T—99	4/09	5/27	48	G	##	LG	51.4	16.72	1,590
	FS-02R	4/09	5/26	47	LY	##	R	55.2	12.84	1,666
	Earl's Summer	4/10	5/27	47	G	##	LG	46.5	14.32	1,030
	FS-02G	4/08	5/25	47	LY	##	LG	52.4	13.04	1,214

[z] Color : G=green, Y=yellow, R=red, W=white, L=light

[y] Net : ##excellent, #good, + acceptable

[x] Thickness %=Thick of flesh／Fruit diameter×100%

從各不同栽培季節之養液消耗量來看，每株每日的消耗量雖以夏作最高，然而早春作因栽培初期適爲 2 月的低溫，生長緩慢，所栽培的期間達89天，因此養液總消耗量則以早春作最高。另秋作期間經過冬天，其溫度自12月到 1 月間很低，影響作物之生長，並且其養液吸收量很低，所以雖然栽培期長，但是養液消耗量仍很少。再由其收穫的果重來看，以夏作最重，早春作和春作其次，而秋作最低，顯示出與每株每日之養液消耗量相同趨向，亦即每日吸收養液多者其果實的重量較大。最明顯是與果實肥大期的消耗量有關，該生長階段消耗量大者，就得到較重的果實。然而果實的重量似與整季的養液總消耗量關係較小。當然此果實大小，尙有其他重要因素，諸如日照、溫度等環境因素，但是此等環境因素也和每日之養液消耗量都互有關連的，日照、溫度等都直接影響到養液之吸收量。

溫室洋香瓜的營養管理有別於一般的葉菜類，也有別於番茄，同時也有別於露地洋香瓜，因爲葉菜類只有營養生長，而番茄則結果後陸續開花結果並陸續採收，露地的洋香瓜則一株常留3～4蔓，每蔓各著1～2個果實，但是溫室洋香瓜通常一株僅留一蔓，僅留一個果實，並且所留果實的位置固定於12～14節間，如其留兩蔓者，也每蔓在固定節位上各留一個果實。爲保持果實的品質，每蔓得在第24或25節行摘心，以供充足的葉片製造養分。還有側蔓都應儘早摘除，偶而於生長過份旺盛時，才於頂端節位上留所謂「遊走蔓」以平衡其生長。此種爲提高其品質僅留一果實的生育管理，就是營養生長和生殖生長的營養管理方式不同，而在生殖生長期的不同階段其營養要求也有所不同。

有關溫室洋香瓜之養分吸收特性已有許多的報告。沈及許[3]就其吸收曲線將溫室洋香瓜生育分成營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期四階段。本次試驗以不同季節的養液消耗量再證實此四階段的養液吸收量完全不同。當然作物對要素的吸收是隨著灌水或養液的供給才能同時吸收，溫室洋香瓜雖然供給適當的養分，但是爲其能得到良好的品質，包括果實的大小、形態、重量，網紋之粗細、均勻、立體，果梗之粗細、比例，糖度、風味等等，並非只要有適當的養分供給而已，更重要的是如何以適當的水分來控制其養分的吸收，在各重要的生育階段以適量的水分來調節其所需之養分和水分。因此，本試驗針對各栽培季節，並以其生育階段，先行建立基礎的需求量，依據此量，在各階段再行調節當可對溫室洋香瓜養水分控制與品質的關係有更具體之了解。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會經費補助〔80農建—7.1糧—100(4)及81農建—12.1—糧61(3)〕，特此申謝。本試驗之栽培管理與培養液之分析，由黃雅穗小姐及陳綉萍小姐協助，一併誌謝。

引用文獻

1. 沈再發、林俊彥譯。1993。岩綿在園藝作物栽培上之利用。42～70頁。臺北市七星農田水利研究發展基金會編印。
2. 沈再發、許淼淼。1987。洋香瓜之水耕試驗。設施園藝研討會專集 95～108頁。臺灣省農業試驗所及中國園藝學會聯合編印。
3. 沈再發、許淼淼。1990。溫室洋香瓜水耕之養分吸收研究。中華農業研究 39(1)：55～64。
4. 沈再發、許淼淼。1989。作物營養特性及影響養液組成之因素。養液栽培技術講習會專刊第 2 輯。44～59頁。鳳山熱帶園藝試驗分所編印。
5. 神谷圓一、野中民雄。1989。メロンの各作型の基本技術と生理。日本農業技術大系。野菜編 4：141～181。
6. 增井正夫、福島與七、久保島正威、板桓光彥、林德昌。1968。メロンの養分吸收に關する研究（第四報）、養分吸收過程について。日本園藝學會雜誌 30：29～38。
7. 糠谷明。1987。溫室メロン栽培の實際。農業および 園藝 62(1)：175～185。
8. Arnon, D. I., and D. R. Hoagland. 1940. Crop production in artificial culture solution with special reference to factors influencing yields and absorption of inorganic nutrients. Soil Sci. 60: 463

~485.

9. Fukuyama, T., and A. Okada. 1988. Dynamic aspects of ion uptake by melon plant under a NFT cultivation system. The experiment farm, college agriculture, Ehime University. 9: 49~57.
10. Kagogashi, S., H, Isano, and M. Kageyama. 1978. Studies on the nutrition of muskmelon (*Cucumis melo* L). I. Characteristics of nutrient uptake by muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47: 203~208 ·
11. Kagogashi, S., H. Kano, and M. Kageyama. 1981. Effects of controlling of nutrient uptake on the plant growth and the fruit qualities of muskmelons cultivated in autumn and spring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50: 306~316.
12. Kano, H., S. Kagogashi, and M. Kageyama. 1981. Relationship between organ and nitrogen accumulation in muskmelon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50: 317~325.
13. Masao, M., A. Nukaya, and A. Ishida. 1982. Effect of nitrogen form on growth of muskmelons. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 50: 475~480.
14. Masoui, M., Y. Fukushima, M. Toda, and K. Ezaki. 1960. Studies o n the absorption of nutrient elements in muskmelon. II. On nitrogen, potassium, calcium and magnesium levels. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 29: 147~156.
15. Yamasaki, K., Y. Suzuki, and Y. Shinohara. 1976. Studies on water culture of several vegetables with special reference to control of nutrient solution and ratio of nutrient absorption per water consumption. Memoris of the Fac. Agri., Toyko Univ. of Education. 22: 53~100.

Studies on Nutrient Uptake of Muskmelon Grown in Different Seasons[1]

Tzay-Fa Sheen and Miao-Miao Hsu[2]

Summary

The purpose of present experiment was carried out to investigate the different growing seasons. The results indicated that the removal of nutrient solution at different cropping seasons of early spring, summer, autumn and late spring were 1.59, 1.71., 1.02 and 1.43 l/plant/day, respectively. While the total nutrient solution removed at different cropping seasons were 141.5, 130, 101 and 118.7 l plant, respectively. The daily removal of nutrient solution per plant was higest in summer, and total removal was highest in early spring cropping season. Based on the removal of nutrient solution, the growth and development of greenhouse muskmelon can be divided into four stages, namely vegetative growth stage, pollinated young fruit stage, fruit enlargement stage and fruit mature stage. Maximum removal of nutrient solution was found in the fruit enlargement stage. This seems to be high correlation with fruit size. In addition to the growth stage and growing season, the removal of nutrient solution of greenhouse muskmelon might also be correlated with environmental factors such as temperature, light and wind.

Key words: greenhouse muskmelon, growing seasons, nutrient solution culture, nutrient solution removal.

1. Contribution No. 1719 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Deputy director, Taiwan Agricultural Ressearch Institute and Assistant researchers, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：195～207（1994）

康乃馨品種間葉斑病之發生及防治[1]

王貴美　羅朝村　杜金池[2]

摘要：*Alternaria dianthi* Stev. & Hall 引起的康乃馨葉斑病，是本省康乃馨栽培上主要的葉部病害之一。露天栽培的康乃馨葉葉斑病發生較簡易防雨設施者爲嚴重。不同康乃馨品種在田間發生葉斑病之程度存在明顯的差異，其中以紅花品種較爲抗病。溫室檢定50個康乃馨品種對葉斑病菌之抗感性，僅有8個品種抗病性較高，其餘均爲感病或高感病品種。將抗病品種與感病品種採單株或單行混植，則有促使抗病品種產生病害的趨勢。溫室藥劑測試選出75%四氯異苯腈（Chlorothalonil）可濕性粉劑400倍及24.9%待克利（Difenoconazole）乳劑1,000倍兩種藥劑進行田間防治試驗，結果顯示，發病前或發病初期施用此兩種藥劑均可有效防治葉斑病的發生，其中尤以待克利效果最佳，並有顯著提高切花品質與產量的效果。

關鍵詞：康乃馨、葉斑病、抗感病性、栽培制度、化學防治。

康乃馨（*Dianthus caryophyllus* L.）又名香石竹，屬石竹科石竹屬一年或二年生之草本植物，爲國際花卉市場主要切花之一。本省康乃馨約在20年前由國外引種於南投埔里地區試種成功，旋開始經濟栽培，後因政府提倡發展精緻農業，更使之蓬勃發展；目前栽培面積已達50公頃，主要產區集中在南投縣之埔里鎮與仁愛鄉、彰化縣之田尾與永靖鄉及嘉義市，是本省重要切花花卉之一[4]。

在康乃馨生育全期中，國外有報導之病害種類多達20種[14]，本省目前已記錄者有13種[6,7]，其中由*Alternaria dianthi* Stev. & Hall 引起之葉斑病或燒枯病（Alternaria leaf spot or blight）曾經是美國康乃馨栽培事業主要障害之一[10]，其除爲害葉片產生黃褐色或紫褐色斑點外，尙可引起枝條枯萎及花蕾、花瓣出現點斑、輪斑或無法展開，使商品價值盡失；在插穗（cutting）繁殖期若水份管理不當，也常造成基部黑腐（black mold），尤其在種苗生產國家，本病害是插穗苗貯運期威脅因子之一[15,16]。諸多報告[9,15,24,25]指出栽培管理制度之改變或新品種之引入，常導致作物病害相之改變，亦有對產業造成嚴重威脅之例。筆者等於田間調查發現，康乃馨在不同種植方式下，病害發生種類有差別，其中露天栽培的康乃馨之病害相有較複雜之趨勢，在多雨季節常見葉斑病發生，嚴重則全株枯萎，對切花之品質及產量影響甚鉅[1]。本病最早於1909年由 Stevens 及 Hall[22]所報告，本省在1980年吳[26]首次報導，證實其病原性並進行溫室藥劑試驗，惟有關病害之發生生態報告仍匱乏。因此，本研究旨在瞭解本省康乃馨在不同栽培制度下葉斑病之發生情形，並探討品種間抗感病性及可行之防治措施，作爲農友栽培管理及相關研究之參考。

材料與方法

一、供試菌株及康乃馨植株來源

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1720 號。
2. 本所植物病理系助理、助理研究員與所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

由嘉義港坪里康乃馨園採集罹病葉，以2%水瓊脂培養基（Water agar, WA）進行組織分離後，再經單孢分離與培養，共獲得20個菌株，按柯霍氏法則確定病原性後，選擇編號爲 Ad04 菌株作爲本研究的供試菌株。本研究所用之產孢培養基爲10%（W／V）康乃馨葉煎汁培養基（100克康乃馨葉片剪成 1 公分片段，加 1 公升蒸餾水，以小火煮沸15分鐘，然後用二層紗布過濾，補足 1 公升之溶液量，再加20克 Difco 洋菜粉，最後放入高壓殺菌釜在15psi，121°C條件下消毒15分鐘）。供試康乃馨品種爲芊卉種苗公司與福埠實業有限公司所提供從荷蘭進口之插穗苗，部份品種則爲農友所提供，共有50個商業品種。將供試之插穗苗種植在培養土（Bio-Mix,T.T.I.N.G. Soil）：砂質壤土：蛭石＝2：2：1之土壤中備用。

二、康乃馨葉斑病的田間發生率

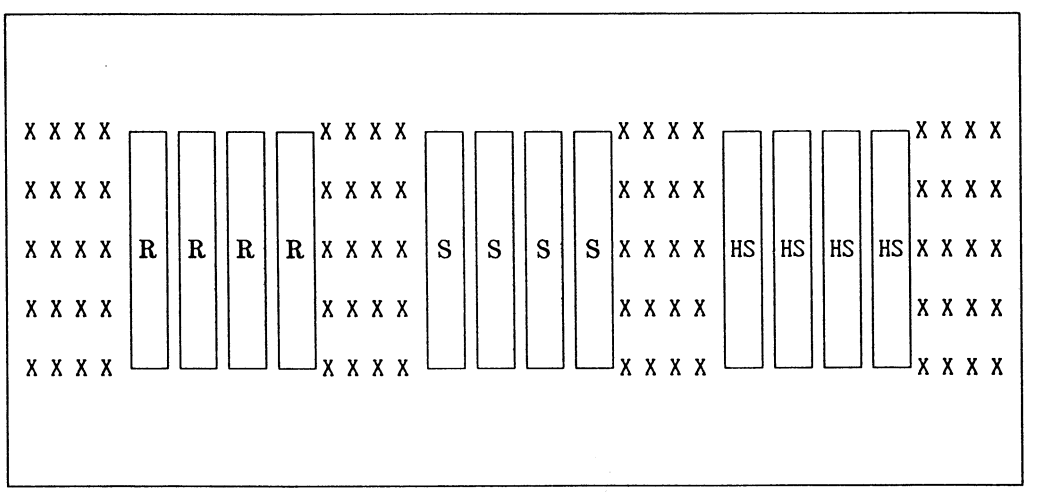
於81年 2 月至 6 月期間不定期前往彰化縣田中、田尾、北斗與溪州，南投縣埔里、霧社、清境與信義及嘉義市港坪里之康乃馨栽培區，調查株齡 5 至 7 個月康乃馨（開花期）葉斑病之罹病情形，調查小區以品種爲單位，每一品種種植面積至少10平方公尺（1 畦）以上，其中每畦逢機調查10株，每株調查心葉以下之五節葉片，計爲10片，葉片罹病度乃按罹病葉面積所占百分比分爲 5 個等級之罹病指數：0 級：全葉無病斑者；1 級：病斑面積占全葉 0～10%；2 級：病斑面積在11～25%；3 級：葉片被感染面積在26～50%；4 級：葉片被感染面積在51%以上；罹病度（%）＝Σ（發病等級 x 該等級之葉片數）／4x 調查總葉數 x 100%。花苞感染率則計算每調查小區花苞感染葉斑病之百分比，並記錄栽培方式、品種名及花苞顏色。

三、康乃馨品種對葉斑病菌抗感病性之測定

定植於溫室三個月之供試品種，以濃度爲10^4 conidia／ml 之孢子懸浮液進行葉面噴霧接種，保持於濕室24小時後，移至平均溫度爲22—26°C之溫室觀察，早晚各行噴霧灌溉一次，二星期後記錄各康乃馨品種接種葉片之罹病度，罹病度小於25%者訂爲抗病品種，介於26%與50%者爲感病品種，大於51%者屬高感病品種，每一品種檢定10株，試驗共進行二次。

四、田間抗感病康乃馨品種罹患葉斑病之病勢進展

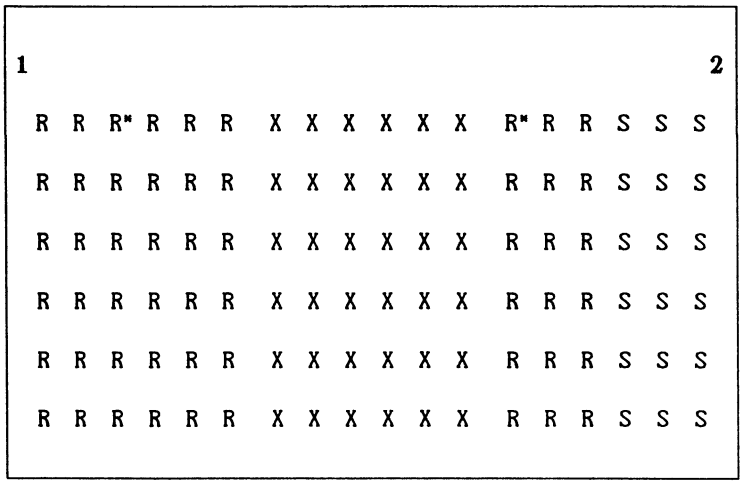
根據田間觀察及溫室接種試驗結果，各選擇一抗病（R）、感病（S）及高感病（HS）康乃馨品種分別爲 hgr Arine，hgr Scarlette 及 hgr Tombola，種植於嘉義市港坪里，採露天栽培，每品種種植四畦（畦長15公尺，寬60公分），畦距40公分，株距20公分，品種間分別間種另一抗病品種 Carrera(X)四畦，調查田設計如如下圖所示：

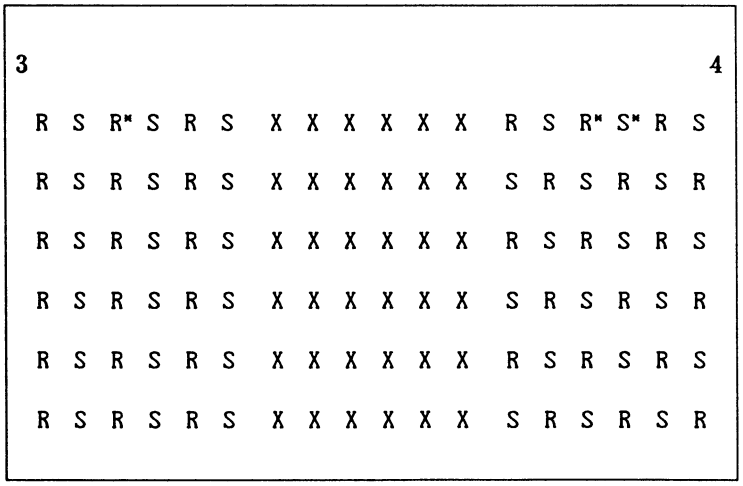


自民國80年 8 月至81年 6 月，每隔10天，前往調查抗、感及高感病品種葉片罹病度，每一畦逢機選取10株，記錄葉片之罹病指數，然後換算成罹病度，以了解抗、感及高感病品種間病勢進展之差異。

五、在不同種植方式下康乃馨抗葉斑病品種之病勢進展

依據前項試驗結果，於民國81年 9 月至82年 6 月在嘉義市港坪里栽培區進行比較不同混植方式下抗病品種 Ariane(R)與感病品種 Scarlette(S)間葉斑病發生之情形，試驗設計有抗病品種單獨種植、抗感病品種分區種植、隔行混植及隔株混植等四種種植方式。如下圖所示





每處理均種 6 畦（畦長15公尺，寬60公分），畦距40公分，株距20公分，處理 1 ，2 及 3 ，4 間以另一抗病品種 Carrea(X)區隔，處理 1 ，2 與 3 ，4 之分隔爲30公尺。隨後定期調查試驗田分布圖中有星號標記（＊）所在畦之抗病及感病品種的葉片罹病度，各標記區逢機調查20株，記錄葉片罹

病指數，再依公式換算成罹病度。

六、藥劑防治試驗

㈠溫室藥劑篩選

由於本病並無任何推薦藥劑可供防治參考，故從植物保護手册及相關文獻[13,14]中選擇相關病害之已推薦藥劑如表1所列，於溫室中進行藥效測試，分別於接種前二天及接種後二天噴施供試藥劑於株齡一個月之感病品種 Scarlette 植株葉面上，接種源濃度爲 10^4conidia／ml ，接種後以塑膠袋保濕24小時，10天後，調查接種葉片之罹病度，最後將防治結果以鄧肯氏多變域分析測定 5 %顯著差異。本試驗每處理四重覆，試驗共進行二次。

表1. 篩選防治康乃馨葉斑病之殺菌劑的普通名、商品名、化學名及中文普通名

Table 1. Common name, trade name, chemical name, and Chinese name of fungicides screened for the control of carnation leaf spot disease

Common name	Trade rame	Chemical name	Chinese common name
75% Chlorothalonil W.P.	Daconil	Tetrachloro-isophthalonitrile	四氯異苯腈
80% Metiram W.P.	Polyram-Combi	Tris〔ammine〔ethylene bis (dithiocarbamate)〕Zinc(2+)〕〔tetrahydro-1,2,4,7-dithiadiazocine-3,8-dithione〕polymer	免得爛
50% Iprodione W.P.	Rovral	3-(3,5-Dichlorophenyl)N-(1-methylethyl)2,4-dioxo-1-imidazolidine carboamide	依普同
24.9% Difenoconazol E.C.	Score	1-(2-(4-(4-chlorophenoxyl)-2-chloro phenyl)-4-methyl-1,3-dioxolan-2-yl-methyl)-1H-1,2,4-triazol	待克利
—	Kocide	Cupric hydroxide	氫氧化銅
21.2% Imazalil E.C.	Fungaflor	1-〔2-(2,4-dichlorophenyl)-2-(2-propenyloxy)ethyl〕1H-imidazole	依滅列
65% Zineb W.P.	Dithane Z-78	Zinc ethylenebisodithiocarbamate	鋅乃浦

㈡有效藥劑之田間試驗及其其效益評估

由溫室藥劑試驗結果，選擇75% Chlorothalonil 可濕性粉劑（四氯異苯腈）400X 及24.9% Difenoconazole 乳劑（待克利）1000X 兩種藥劑，於霧社及嘉義市港坪里栽培園進行防治效果評估。霧社試驗田供試康乃馨品種爲 Triumgh doranja 及 Candy klemaxi，自民國80年 4 月 1 日發病初期開始噴藥，每隔 7 —10天噴施75%Chlorthalonil W.P. 400X 及24.9% Difenoconazole E.C. 1000X（待克利）兩種藥劑，連續施用 6 次（因試驗期間連續下雨），未施藥者作爲對照，定期調查葉片罹病度。嘉義市港坪里試驗田供試品種爲 Alpine stapin 及 ngr Nibbio，自民國81年 2 月10日起開始噴24.9% Difenoconazole E.C. 1000X（待克利）藥劑，連續施用 3 次，未施藥者作爲對照，定期調查葉片罹病度及花苞感染率，並評估康乃馨切花之品質及產量。田間設計爲逢機完全區集設計，每小區長 5 公尺寬0.6公尺，每小區畦面種兩行株距爲20公分之康乃馨，計60株，每處理四重覆。

結　果

一、康乃馨葉斑病的田間發生率

彰化縣之田中、田尾、北斗與溪州及嘉義市港坪里等康乃馨產區大多採露天栽培，葉斑病之發生程度因品種之不同而有差異，其中紅花品種葉片罹病極輕微，未見花苞受感染，紫色品種Izmir nbgr 及雙花色 nbgr Ettore 品種葉片罹病度高達76.9%及87.3%，花苞感染率分別爲81%及92%（表 2）；南投縣之埔里、霧社、清境與信義等產區大多採簡易防雨設施栽培，埔里栽培園未發現葉斑病，其他地區不同花色品種罹病情形亦有差異，紅花品種均無罹病，雙花色品種ngr Scarlette、hgr Tombola 及 Emanuel 葉片罹病度分別爲35、28及14.5%，花苞有52、70及31%之感染率(表3)。

表2. 田間栽植之康乃馨感染葉斑病的情形

Table 2. Disease severity of Alternaria leaf spot on various carnation cultivars under field conditions

Cultivar	flower color	Disease severity of leaf (%)	Infected flowers(%)	Location
hgr Ariane	red	1.2	0	Kang-ping
Nelson ngr	red	2.5	0	Tien-chung
Rony tgr	red	4.3	0	Chi-chou
Carrera	pink	0	0	Kang-ping
hgr Stefanie	pink	33.8	59	Kang-ping
Nathalie	pink	12.2	18	Chi-chou
hgr Barbara	pink	9.6	12	Pei-tou
Ramona	cerise	30.0	57	Tein-wei
Shinashuba	cerise	8.8	12	Kang-ping
hgr Natila	cerise	35.6	52	Tein-chung
Salamanca	yellow	28.5	55	Tein-chung
Alpine stapin	white	22.2	65	Kang-ping
Cabaret	orange	18.4	21	Pei-tou
hgr Tropic sun	orange	26.3	56	Chi-chou
Izmir nbgr	purple	76.9	81	Kang-ping
nbgr Ettore	red-white	87.3	92	Tein-wei
hgr Scarlette	red-white	53.6	68	Kang-ping
Scarlette Queen	red-white	59.0	73	Pei-tou
wgr Graffiti	white／red	0.5	0	Kang-ping
hgr Tombola	white／dark pink	73.8	81	Tein-wei
ngr Nibbio	white／light pink	20.4	34	Chi-chou
hgr Festival	yellow／red	26.9	48	Kang-ping

表3. 簡易防雨設施栽植之康乃馨感染葉斑病的情形

Table 3. Disease severity of Alternaria leaf spot on various carnation cultivars under rain-proof structures

Cultivar	flower color	Disease severity of leaf (%)	Infected flowers(%)	Location
hgr Ariane	red	0	0	pu-li, Ching-jing
Nelson ngr	red	0	0	pu-li, Wu-sheh
hgr Red Barbara	red	0	0	pu-li
Dona bre	pink	0	0	Pu-li, Hsin-yi,
hgr Stefanie	pink	7.5	15	Wu-sheh
Tasman nbgr	cerise	0	0	Pu-li
Gala nbgr	cerise	0	0	Pu-li
Curacao	cerise	2	9	Wu-sheh
Candy kleopi	cerise	8.5	20	Wu-sheh
Las palmas	yellow	0	0	Pu-li
Salamanca	yellow	15	25	Wu-sheh
Triumgh doranja	orange	31.3	65	Wu-sheh
hgr Scarlette	red-white	0	0	Pu-li
hgr Scarlette	red-white	35	52	Wu-sheh
hgr Tombola	white／dark pink	28	70	Hsin-yi
Emanuel	yellow／cerise	0	0	Pu-li
Emanuel	yellow／cerise	14.5	31	Ching-jing

二、康乃馨品種對葉斑病菌抗感病性之測定

溫室檢測之50個康乃馨品種對 *Alternaria dianthi* 呈不同之抗感性反應，8個品種罹病度低於25%，歸爲抗病品種，33個品種罹病度介於26%與50%間，訂爲感病品種，另9個品種罹病度大於51%，歸爲高感病性，其中紅花色系品種較爲抗病，而雙花色（混合色）者大都爲感病或極感病（表4）。

表4. 在溫室中不同康乃馨品種對葉斑病之抗感病性反應

Table 4. Susceptibility of various carnation cultivars to *Alternaria dianthi* in the greenhouse

Cultivar	flower coler	Disease severity(%)[z]	Rating[y]
Vivasim	red	33.2	S
Eapana starotang	red	21.6	R
hqp Ariane	red	24.5	R
Indios nbgr	red	35.9	S
Nelson ngr	red	39.8	S
hgr Red barbara	red	33.4	S
Rony tgr	red	29.1	S
Dona bre	pink	36.8	S
Carrera	pink	20.5	R
hgr Stefanie	pink	53.8	HS
hgr Barbara	pink	36.7	S
Serenode	pink	46.5	S
Nathalie	pink	34.9	S
Tasman nbgr	cerise	27.1	S
Ramona nbgr	cerise	48.5	S
Manon ngr	cerise	35.2	S
Shinashuba	cerise	27.9	S
hgr Natila	cerise	45.5	S
Candy klelopi	cerise	16.2	R
Jose	cerise	23.0	R
Gala nbgr	cerise	35.7	S
Curacao	cerise	29.0	S
Las palmas	yellow	29.8	S
ngr Isac	yellow	32.0	S
Candy klemaxi	yellow	45.7	S
Salamanca	yellow	38.5	S
Alpine stapin	white	41.0	S
hgr White barbara	white	47.6	S
Cabaret	orange	43.3	S
hgr Tropic sun	orange	28.9	S
wgr Calando	orange	20.1	R
Izmir nbgr	purple	68.9	HS
Green castle kgr	olivaceous	40.4	S
Rosita charmeur	red／white	46.4	S
nbgr Ettore	red／white	54.9	HS
hgr Scarlette	red／white	48.1	S
wgr Graffiti	white／red	22.2	R
hgr Tombola	white／dark pink	70.5	HS
ngr Nibbio	white／light pink	29.1	S
Mistral nbgr	white／cerise	38.2	S
Emanuel	yellow／cerise	23.3	R
hgr Festival	yellow／red	66.5	HS
Maragia	—	72.0	HS
Riggio	—	60.2	HS
Desid	—	60.1	HS
Safari	—	58.0	HS
Icaro	—	40.2	S
Desirade	—	32.0	S
Master	—	28.4	S
Oriana	—	26.9	S

[z] Data were recorded 14 days after plants were inoculated with conidial suspension (10^4 spores／ml) of the pathogen.

[y] R represents disease severity of carnation leaves (DS) <25%, S represents 26%<DS<50%, and HS represents DS>51%.

三、田間抗病、感病及高感病康乃馨品種之葉斑病病勢進展

在發病季節，高感病品種 hgr Tombola 發生病害的時間較感病品種 hgr Scarlette 及抗病品種 hgr Arine 約早15及90天，且病勢進展較快速。其中 hgr Tombola 在12月中旬出現病徵後，2個月後即達100%之罹病度，導致全園毀損。感病品種 hgr Scarlette於12月下旬輕微發病，2個月後葉片罹病度爲50%，3個月後葉片有近80%之罹病度；至於抗病品種 hgr Arine 則延至三月下旬才出現病徵，並在採收後期（五月下旬）罹病度仍維持低在10%以下（圖1）。

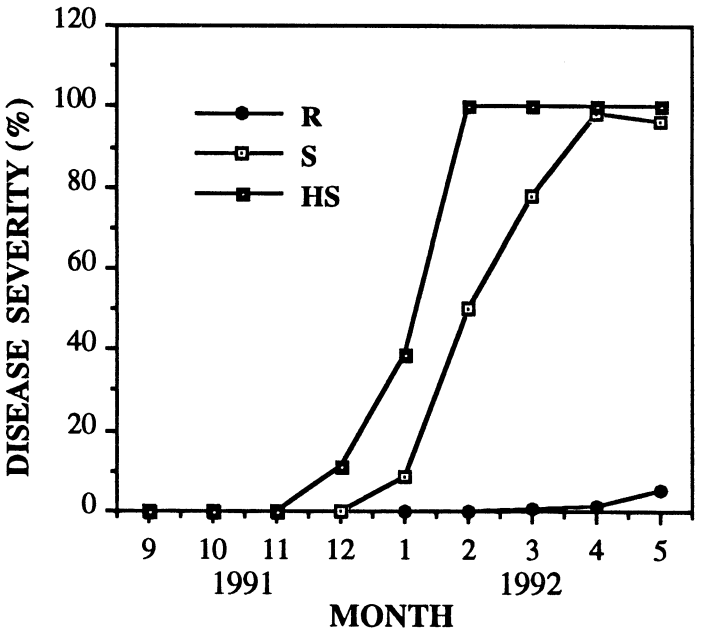


圖1. 抗病、感病及極感品種康乃馨在田間之葉斑病病勢進展。

Fig. 1. Disease development of Alternaria leaf spot on resistant(R) , susceptible(S), and highly susceptible(HS) carnation cultivars in the field.

四、在不同種植方式下康乃馨抗葉斑病品種之病勢進展

感病品種 hgr Scarlette 在3月中旬即開始發病，4月中旬病勢快速進展。抗病品種 hgr Arine 單獨種植區（處理1）及與感病品種分區種植者（處理2）分別於5月中旬（採收中後期）及4月下旬顯現病徵；若抗感病品種採單行（處理3）或單株混種（處理4），則抗病品種提早於4月下旬及中旬發病，尤其在單株混植區，抗病品種於採收後期有近50%之罹病度（圖2）。

五、藥劑防治試驗

溫室藥劑篩選試驗結果顯示，供試之7種藥劑中，除 Difenoconazole（待克利）預防及治療效果最佳外，其他藥劑大都以保護性藥效爲佳（表5），選擇藥效較佳之75% Chlorothalonil 可濕性粉劑（四氯異苯腈）400X 及24.9% Difenoconazole乳劑（待克利）1000X 在霧社及嘉義兩地的田間進行防治效果評估。在霧社試驗區，因連續多雨，共噴施6次藥劑，兩種藥劑均有良好防治效果。兩者間以 Difenoconazol 效果較佳，病勢進展極爲緩慢，對照區於發病後第四週病勢快速進展，六週後罹病度幾乎達75%（圖3）；至於在嘉義試驗田，發現連續噴佈藥劑3次後，病害即可明顯降低，其中Alpine stapin 品種在噴藥後第六週，其葉片罹病度及花苞感染率與對照區分別爲3.1%與63.5%及14%與78%，每分地切花產量及每枝花之單價，均較對照組顯著提高（表6）。

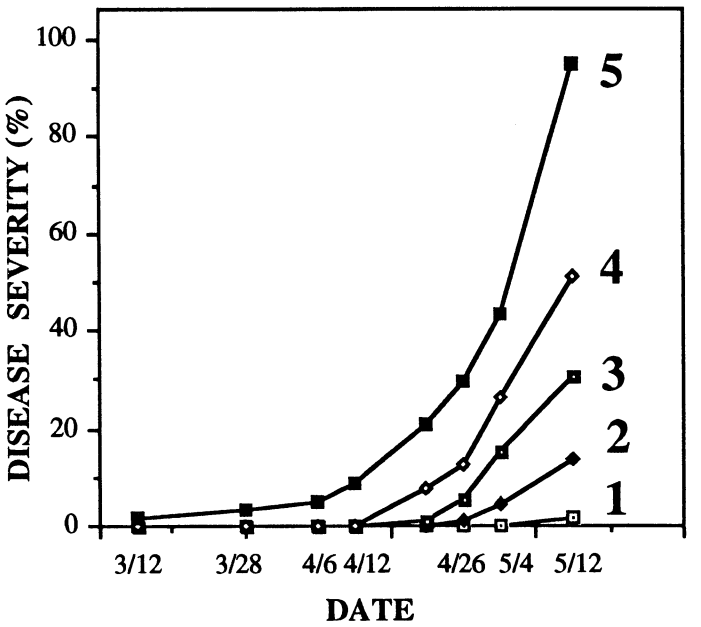


圖2. 抗葉斑病康乃馨品種於不同種植方式下其葉斑病病勢進展之差異（一九九三年試驗結果）。

Fig. 2. Effect of different mix-planting pattern with resistant and susceptible carnation cultivars on the disease development of Alternaria leaf spot in resistant cultivar in the field in 1993. Disease development of Alternaria leaf spot of resistant cultivar "Arine" in the plots planting "Arine" alone (Line 1,), planting "Arine" separated from "Scarlette" with equal area for cultivation(Line 2,), planting "Arine" and "Scarlette" as row by row pattern (Line 3,), mix-planting "Arine" and "Scarlette" as a plant by plant pattern (Line 4,), and planting "Scarlette" alone(Line 5,).

表5. 殺菌劑防治康乃馨葉斑病之效果（溫室試驗）

Table 5. Effect of fungicides on leaf spot disease of carnation caused by *Alternaria dianthi* in greenhouse tests

Fungicides	Diluted conc.	Disease severity (%)	
		A[z]	B[y]
75% Chlorothalonil W.P.	1000X	14.7 b-e[x]	18.7 e-h
	700X	12.0 b-e	16.0 e-h
	300X	5.3 b-e	9.3 gh
80% Metiran W.P.	1000X	14.7 b-e	21.3 efg
	750X	5.3 b-e	21.3 efg
	300X	6.7 b-e	8.0 h
50% Iprodione W.P.	2000X	38.6 a	37.3 abc
	1500X	18.7 b	28.0 a-d
	1000X	8.0 b-e	11.0 gh
24.9% Difenoconazole E.C.	1500X	1.0 cef	13.0 fgh
	1000X	1.0 cef	6.0 h
	500X	0.0 f	6.0 h
77.0% Cupric hydroxide W.P.	1000X	18.7 b	36.0 a-d
	500X	18.7 b	24.0 def
	200X	8.0 b-e	16.0 e-h
21.2% Imazalil E.C.	2000X	48.0 a	40.0 ab
	1500X	17.3 bcd	28.0 a-d
	1000X	14.7 b-e	25.0 c-f
65% Zineb W.P.	1000X	18.7 b	34.7 a-d
	500X	17.3 bc	27.0 b-e
	200X	12.0 b-e	11.0 gh
None (CK)		40.0 a	41.0 a

[z] Plants were sprayed fungicides 48 hrs before inoculation of *A. dianthi*.
[y] Plants were sprayed fungicides 48 hrs after inoculation of *A. dianthi*.
[x] Data followed by the same letter in each column are not significantly different ($p=0.05$) according to Duncan's multiple test.

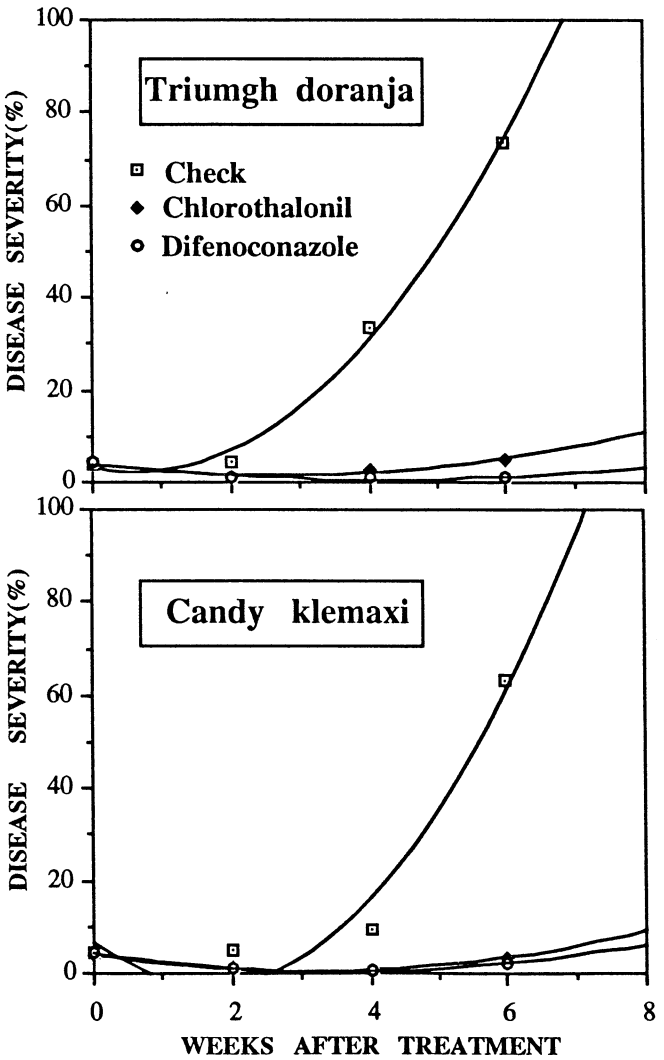


圖3. 施用四氯異苯腈及待克利對 Triumgh doranja 及 Candy klemaxi 康乃馨品種葉斑病病勢進展之影響。

Fig. 3. Disease development of Alternaria leaf spot on Triumgh doranja and Candy klemaxi carnation cultivars after treatment with chlorothalonil and difenoconazol.

表6. 殺菌劑防治康乃馨葉斑病之效益評估（嘉義市港坪里）

Table 6. Effect of the fungicide, Difenoconazole, on controlling Alternaria leaf sopt of carnation(Cv. Alpine stapin and ngr Nibbio)at Kang-ping in Chya-yi city

Treatment	Disease[z] Severity (%)	Infected[z] flowers (%)	Yield (Bundle[y]／o.lha)	Unit price (NT／bundle)
		Alpine stapin		
None(Check)	66.5	78	3,885	23(15-55)
Difenoconazole	3.1	14	7,951	44(20-80)
		ngr Nibbio		
None(Check)	36.5	63	5,143	26(15-60)
Difenoconazole	1.2	9	8,409	50(20-75)

[z] Data were recorded at 6 weeks afteer fungicide treatmint.
[y] A bundle contained 10 sprigs of flowers.

討 論

本省地處亞熱帶及熱帶地區，屬海島型氣候，康乃馨開花期正值本省溫暖多雨季節。此外，本省之康乃馨除南投縣採設施栽培外，其他產區大多採用露天栽培，因此病害相在露天栽培園亦趨複雜。逢多雨期，康乃馨常有疫病（*Phytophthora parasitica* Dastur 或*P. capsici* Leonion 或*P. cryptoqea* Petlz. et Laff.)[2]、細菌性萎凋病（*Pseudomonas caryophlli* (Burkholder) Starr. et Burkh.)[5]、葉斑病（*Alternaria dianthi*)[8]及灰黴病（*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.）等病害發生。其中葉斑病曾經是美國康乃馨栽培上重要病害之一，近數十年來因盛行溫室栽培，罕有此病害之流行，偶而可見其發生於採行噴霧灌溉系統之栽培園[10]。本省霧社、清境及信義地區部分栽培園葉斑病有猖獗之案例，可能與其採用噴霧灌溉系統有密切關係；埔里產區除架設簡易防雨設施外，其供水系統多採畦面淹灌或滴灌方式，未見葉斑病之發生，足見栽培管理制度對作物病害之發生亦扮演重要的角色。

近年來本省花卉栽培事業蓬勃發展，不論在品種之變化或栽培管理上均有別於往昔。早期康乃馨之栽培大都侷限於一般庭園，且多爲一年生之盆花品種，近年來陸續自國外引種栽培，除栽培面積增加外，切花品種更趨多樣化。作物栽培品種之改變與病害發生往往有密切的關係[9,11]，筆者等在田間調查發現康乃馨品種間葉斑病之發生程度存在明顯的差異，溫室檢測50個商業品種中有 8 個品種抗病性較高，其餘均爲感病或高感病品種。溫室及田間試驗結果均顯示紅花色系品種較抗病，雙花色系有較感病的趨勢；至於田間與溫室罹病度值之差異，可能與感染源濃度有關。Strider[23]試驗結果指出接種濃度爲4500 conidia／ml 時，在16至24小時保濕環境下，植株分別在第 6 及第 9 天造成中度及重度之受害，若在2250 conidia／ml 之濃度時，則在第12天才中度受害。1978年 Strider[23]溫室接種試驗顯示，供試40個康乃馨品種均屬感病，其中僅有 6 個品種爲低感病。種植抗病品種是防治病害最根本且有效的方法，因此抗病育種工作一直是育種與植物病理學家努力的方向之一。許多報告指出環境因子、栽培制度、病原之變異性及作物抗病遺傳本質等因子會影響作物在田間抗病性的穩定[3,11]。國外已有利用栽培多品系品種（multiline）或混合品種（mixed variety）防治糧食作物流行病成功的例子[3]；Pyndji 及 Trutmann[19]曾將菜豆抗角斑病（*Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris）品種混植於感病品種中，有明顯降低病害發生的效果。本省農友常在同一栽培園甚至同一種植畦混植多種花色之品種，逢適宜發病季節，若疏於防治常有全園全毀之例。田間試驗結果顯示抗感病品種若採單株或單行混植，抗病品種在採收中後期罹病度會增高；雖然試驗小區之抗感病品種平均罹病度較單獨種植感病品種試驗區者爲低，惟康乃馨之商品價值決定於切花的品質，若康乃馨之葉片、枝條或花苞帶有病斑，則導致切花商品價值低落。因此建議農友選種時宜儘量避免種植感病品種，若因應市場之花色需求而須同時兼種者，最好將感病與抗病品種分區種植，以延緩病勢進展；若能配合適當的栽培措施或藥劑防治，則防治效果更酌著。

在病害防治上，噴施殺菌劑是農友首先考慮的方法，普遍被使用於防治葉部病害。過去有許多藥劑如鋅錳乃浦（Dianthe-45）、鋅乃浦（Zineb）、錳乃浦（Maneb）、四氯異苯腈（Chlorothanil）、益穗（Thiram）及依普同（Iprodine）等被用於防治本病[13,16,17,20,21]，此外 Wu[26]噴施免賴得（Benomyl）1000ppm 於康乃馨苗株，對葉斑病亦有防治效果，然而 Engelhard[12]及 Manning 與 Papia[18]之田間試驗指出，土壤或植株經免賴得處理過，易使*A. dianthi*族群建立，致使康乃馨葉斑病之發生較爲嚴重。由於目前本省無防治本病害之推薦藥劑，故筆者首先進行溫室藥劑篩選，找到75% Chlorothalonil 可濕性粉劑（四氯異苯腈）400X 及24.9% Difenoconazole 乳劑（待克利）1000X 兩種藥劑可有效抑制本病的發生，因此進一步再進行田間防治試驗，結果顯示發病前或初期施用此兩種藥劑均可有效防治葉斑病，切花之品質、產量及收益均較對照組顯著提高；若逢連續

多雨期感病品種宜增加噴藥劑次數。歸結各項試驗結果及筆者過去的研究資料[1]，筆者等認爲防治本病害之要點爲1. 栽培抗病品種或感病品種與抗病品種分區種植。2. 選用健康種苗。3. 溫室或設施栽培者最好能採用滴灌或畦灌給水系統，若採噴霧灌溉系統者，應注意室內濕度之變化，避免植株葉片水分之累積。4. 做好田間衛生工作，徹底拔除病株並集中燒毀，勿丟棄於栽培園畦面或溝旁。5. 配合氣候之變化，於適當時期噴藥，加強預防之觀念，早期防治。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會80-農建-7.1-糧-57(9)及81-農建-12.2-糧-39(16)，經費補助，謹此誌謝。

引用文獻

1. 王貴美、羅朝村、杜金池、蔡武雄。1992。康乃馨葉斑病之生態及防治。植保會刊　34(4)：343—344。
2. 安寶貞、Kunimoto, R、柯文雄。1990。臺灣與夏威夷之康乃馨疫病。植保會刊　32：145—157。
3. 杜金池、張義璋。1992。作物抗病品種之培育。233—250頁。病蟲害非農藥防治技術研究研討會專刊。中華植物保護學編印。臺中。
4. 林月金。1992。臺灣康乃馨產銷概況。興農雜誌。279：82—86。
5. 曾國欽、徐世典、鄭雅文。1987。臺灣康乃馨細菌性萎凋病病原之特性。植保會刊　29：423（摘要）。
6. 程永雄、蔡東纂。1992。花卉觀賞作物線蟲病害之發生及防治。植保會刊　34：352（摘要）。
7. 蔡雲鵬。1991。臺灣植物病害名彙。147—148頁。中華植物保護學會、中華民國植物病理學會出版。臺中。
8. 羅朝村、杜金池。1989。康乃馨葉斑病之研究。植保會刊　31：400（摘要）。
9. Ahmad, M., Moselli, N., and Doksi, A. 1994. Verticillium wilt of olive and the effects of variety, age of trees and other agricultural practices on disease development in middle and northern Syria. Rev. Plant Pathol. 73(2):134(Abstr.).
10. Baker, R. R., Nelson, P. E., and Lawson, R. H. 1985. Carnation. pp.507-563 in: Disease of Floral Crops Vol 1. (Strider, D. C., edit) Praeger press, U. S. A.
11. Browning, J. A., and Fray, K. J. 1969. Multiline cultivars as a means of disease control. Annu. Rev. Phytopatol. 7:355-382.
12. Engelgard, A. W. 1971. Benlate, a systemic fungicide for cut flowers, advantages and disadvantages. Florida Flower Grower 8(5):1-3.
13. Engelhard, A. W. 1972. Chemical control of Alternaria and Botrytis on carnations under epiphytotic conditions. Phytopathology 62:11(Abstr.).
14. Fletcher, J. T. 1984. Diseases of greenhouse plants. p.351. Longman Londn Press, Now York.
15. German, A. 1987. Fungal and bacterial disease on carnation in Colombia. Acta Horticulturae 216:151-157.
16. Hellmers, E. 1962. Black mould of carnations and its control. Horticultural. 16:85-101.
17. Guba, E. F. 1933. Control of *Alternaria dianthi* causing a serious diseases of the carnation. Phytopathology 23:12(Abstr.).
18. Manning, W. J., and Papia, P.M. 1972. Benomyl soil treatments and natural occurrence of Alternaria leaf spot on carnation. Plant Dis. Reptr. 56:9-11.
19. Pyndji, M. M., and Trutmann, P. 1992. Managing angular leaf spot on common bean in Africa by supplementing farmer mixtures with resistant varieties. Plant Dis. 76:1144-1147.
20. Rattink, H., and Belgraver, W. 1974. Alternaria leaf spot disease on carnations. Hort. Abstr. 45:1140.
21. Skiver, R. E. 1956. The use of antibiotics and fungicides in mist propagation. Plant Dis. Reptr. 40:1074-1080.

22. Steven, F. L., and Hall, J. G. 1909. Carnation alternariose. Bot. Gaz. 47:409-413.
23. Strider, D. L. 1978. Alternaria blight of carnation in the greenhouse and its control. Plant Dis. Reptr. 62: 24-28.
24. Summer, D. R., Doupnik, Jr. B., and Boosalis, M. G. 1981. Effects of reduced tillage and multiple cropping on plant diseases. Annu. Rev. Phytopathol. 19:167-187.
25. Tompkins, D. K., Wright, A. T., and Fowler, D. B. 1993. Foliar disease development in no-till winter wheat:influence of agronomic practices on powdery mildew development. Rev. Plant Pathol. 72(3):162(Abstr.).
26. Wu, W. S. 1980. Alternaria blight of carnation. NTU Phytopathol. & Entomol. 7:84-89.

Occurrence of Alternaria Leaf Spot on Various Carnation Cultivars and Its Control

Kuei-Mei Wang, Chaur-Tseun Lo and Chisn-Chyn Tu

Summary

Alternaria leaf spot caused by *Alternaria dianthi* Stev. & Hall was the most serious air-borne disease on carnation *(Dianthus caryophllus* L.) in Taiwan. Carnation plants infected by the pathogen were much more severe under field conditions than under rain-proof structures. Cultivars of commercial carnation showed variable susceptibility to this disease in the field. Cultivars with red-color-flower were more resistant than others. Of 50 cultivars tested against the pathogen in the greenhouse, eight were recongnized as resistant ones. However disease severity of resistant cultivar could be increased significantly when the resistant and susceptible cultivars were planted as "row by row" or "plant by plant" pattern. Spraying with 75% Chlorothalonil W.P. 400 X or 24.9% Difenoconazol E.C. 1000 X before or immediately after disease occurrence was effective to control the disease in the fields and consequently resulted in significant improvement of carnation quality.

Key words: Alternaria leaf spot, Carnation, Susceptibility, Control.

1. Contribution No. 1720 from Taiwan Agricultural Research Insitute.
2. Respectively, Assistant, Assistant agronomist, and Director, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：208～227（1994）

稻穀薄層乾燥模式研究[1]

陳加忠　曹之祖[2]

摘要：薄層乾燥之基本資料對於穀物加工之乾燥與通風模擬作業十分重要。本研究進行稻穀臺農67號品種於35°C至60°C，五種相對濕度（10～50%）條件之薄層乾燥試驗。數量化乾燥數據係藉由標準相對濕度產生器之改良來進行量測。乾燥用熱風溫度與相對濕度係由兩股氣流混合控制而成。一股爲絕對乾燥氣體，另一股爲飽和氣流。利用時間控制器使電子天平於乾燥試驗暫停期間進行穀物重量量測作業。天平量測之訊號傳送至數據記錄器再轉換成穀物含水率。所量測之乾燥試驗數據以統計迴歸技術來評估四種薄層乾燥方程式的符合能力。相關係數與殘差圖被採用爲模式適稱性之比較標準。比較結果發現具有兩項指數函數的雙成份模式爲適合試驗數據之最佳模式，因此可推薦爲稻穀薄層乾燥之適用方程式。此模式之四參數與乾燥溫度，相對濕度之關係均已建立量化方程式。

關鍵詞：薄層、乾燥、模式。

國內農作物收穫時，大多具有高水份含量，因此必須加以乾燥以確保品質及避免霉害，由於乾燥設備的設計與乾燥能源之節省成爲國內農產品加工作業重要之課題。此外穀物在貯存階段由於周遭大氣環境之變化與穀物自身之生命現象等因素，必須藉由通風作業以維持品質。

由於農產品乾燥與通風作業中，其處理對象爲體積龐大之穀物，利用現有乾燥設備與穀倉通風裝置進行實驗研究往往受制於實驗材料與作業季節等限制，無法得到不同影響因素下之多次數據，因此研究人員往往應用數學模式以模擬穀物乾燥與通風作業中各作業因子對農產品水份與溫度之影響，再以此預測性良好之模擬模式作爲加工設備設計改良之依據。

農產品的乾燥與通風模擬研究中，通常建立數組包含熱傳與質傳方程式，這些公式必須包括（a）空氣與水蒸氣之物性，（b）穀物與空氣之熱傳，質傳關係，（c）穀物與周圍空氣溫，濕度之平衡關係，（d）農產品之吸濕去濕速率。

對於上述（a）、（b）兩項關係，依熱力學與熱，質平衡之基本原理可加以設定求解，然而（c）、（d）兩項關係則因農產品之本身性質而不同，必須以實驗方式加以建立。在（c）項中，穀物與周圍空氣之平衡關係即農產品平衡相對濕度（Equilibrium Relative Humidity, ERH），平衡含水率（Equilibrium Moisture Content, EMC）與溫度之關係，又稱爲 ERH／EMC 物性。在（d）項中農產品之吸濕與去濕速率，在乾燥通風作業通常以薄層乾燥之形式加以研究。即將穀物乾燥之厚層再細分爲許多薄層依序進行模擬作業。薄層乾燥方程式之常數稱爲乾燥常數（Drying constant）。

由上述說明可知在進行乾燥、通風模擬作業之基本條件在於建立農產品 ERH／EMC 物性和薄層乾燥之乾燥常數。國內的有關研究中 ERH／EMC 物性各影響因子與其適稱模式已有詳細之研

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1721 號。

2. 本所農業工程系副研究員、技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

究[4,5,6,7]。但是薄層乾燥之物性卻尚未建立完善研究資料，因此國內於乾燥模擬研究[8]與通風模擬作業[9]中，穀物乾燥之相關物性皆引用國外之文獻。國內之相關研究僅有在定溫（40°C）下之高粱穗乾燥常數[2,3]與牧草乾燥之研究[1]。

以適當的數學模式來代表薄層乾燥中農產品含水率對乾燥時間之變化，在模擬作業上十分重要。有關薄層乾燥之模式主要有兩種：分佈模式（Distributed model）與團塊模式（Lumped model）前者結構複雜，但可用以說明穀粒內部水份之分佈，並可判別乾燥常數與乾燥溫度對穀粒自身含水率影響關係[20,27,35]。後者爲經驗公式，形式簡單，預測性能良好，因此爲大多數研究者所採用。對多數研究者而言，往往以數組模式以評估其對實驗數據之最佳模式，其判別標準係利用相關係數（R）爲基準，而缺乏迴歸分析之基本原理評估。以高粱穗乾燥模式研究中，陳等已證明各種慣用之薄層方程式，僅爲乾燥曲線（含水率對乾燥時間）之直線化而已[4]，在判別模式之適稱性必須利用迴歸分析之檢定技術（如殘前差圖），方有學理之依據。

研究者由不同之乾燥條件（熱風溫度，相對濕度，風速，最初含水率等）下可得其特定乾燥常數，再綜合評估各參數與其影響因子之迴歸關係式，因研究方法及材料之不同，其結果差異極大。以稻穀爲例，歐美各國與日本研究即不一致。適用國內稻穀之乾燥常數有自行建立之必要，其影響因子應加以探討。以此完整且準確之數據提供國內乾燥，通風等加工作業之研究參考。此研究之目的如下：

1. 建立薄層乾燥設備實驗裝置，進行國內稻穀乾燥常數試驗研究。
2. 評估適用之乾燥曲線數學模式。
3. 探討乾燥常數與各影響因子之量化關係。
4. 比較此研究結果與文獻資料之異同處。

薄層乾燥模式

一、模式之建立

對於薄層乾燥試驗之穀物含水率與乾燥時間之關係繪製而成之曲線稱爲薄層乾燥曲線，用以描述此關係曲線之數學模式主要有三型[37,41]：

㈠包含質傳與熱傳之模式。

㈡擴散模式（Diffusion model）或稱分佈模式（Distributed model）。

㈢經驗模式（Empirical model）或稱團塊模式（Lumped model）。

由於經驗模式具有準確，簡易之特點，因此爲大多數研究人員加以採用。其最簡單之型式係基於乾燥率與乾燥潛勢具有比例之關係，並假設整粒穀物之含水率爲均勻整齊。

$$\frac{dM}{dt}=-k\cdot(M-Me) \quad \cdots\cdots(1)$$

M：農產品之整粒平均含水率，通常爲乾基（d. b.）

t：乾燥時間，單位爲小時（hr）或分鐘（Min.）

k：乾燥常數，（1／hr 或1／Min.）

Me：平衡含水率（d. b.）

由公式（1）可求解

$$MR=\exp\left[-k.\ t\right] \quad \cdots\cdots(2)$$

$$MR=\frac{M-Me}{Mi-Me} \quad \cdots\cdots(3)$$

MR 爲穀物水份比，Mi 爲 t=0時最初含水率。

公式 (2) 在實測值的驗證上僅有少數農產品如新鮮牧草方能適用[34]，而另一項型式類似修正公式係源自擴散模式之修正公式：

$$MR=A1\cdot Exp\ (-B1\cdot t) \quad \cdots\cdots(4)$$

A1 與 B1 爲常數，以下之公式參數皆爲常數。

Page[33]氏在進行玉米粒的乾燥試驗中，增加另一參數 N 值於公式 (2) 以增加數據對模式的適稱能力，此 Page 經驗公式爲：

$$MR=\exp\ (-k\cdot t^n) \quad \cdots\cdots(5)$$

針對玉米粒的乾燥，Thomson 氏等人[46]提出另一經驗公式：

$$t=A_2\cdot In\ MR+B_2\cdot (In\ MR)^2 \quad \cdots\cdots(6)$$

Wage 氏等[47]則針對單層穀粒之乾燥試驗中提出如下經驗公式：

$$MR=1+A_3\cdot t+B_3\cdot t_2 \quad \cdots\cdots(7)$$

Noonhorm 氏等人[31]在穀物乾燥中認爲乾燥常數 (K) 與含水率 (M) 有線性關係。

$$K=b_1\cdot M+c_1 \quad \cdots\cdots(8)$$

以公式 (4) 與 (8) 推衍出另一項經驗公式

$$t=\left[In\ a_1-In\ M\right]/b_1\ M+c_1 \quad \cdots\cdots(9)$$

此外，Sharaf-Eldeen 等人[42]認爲穀粒之成份爲多層組成，因此提出多項指數函數以說明農產品乾燥曲線，對玉米而言，其經驗公式爲：

$$MR=A_4\ Exp\left[-B4\cdot t\right]+(1-A_4)\ Exp\left[-B_4\cdot K_4\cdot t\right] \quad \cdots\cdots(10)$$

Sharma 氏等[44]認爲稻穀基本上可分爲爲兩部份：稻殼與糙米，因此其乾燥公式則修正稱爲兩成份模式，此模式包括兩項指數與函數。

$$MR=A_5\cdot Exp\left[-B_5\ t\right]+A_6\cdot Exp\left[-B_6\ t\right] \quad \cdots\cdots(11)$$

此觀念與公式由 Ezeike 等人[21]所採用，用以分析西瓜種子之乾燥作業。在小麥之研究中，森本等人[16]亦採用此模式。

由於 MR 計算涉及平衡含水率 (Me) 之計算公式，亦有研究者在缺乏 EMC 模式資料時，以 Me 爲變數，將經驗公式以各種非線性方程式之型式加以修正，如 Byler 氏等人[18]，對蒸煮米 (Par-boiled rice) 之乾燥曲線以如下公式表示：

$$M=\sum_{i=1}^{n} Pi\ \exp\left[P_{2i}t\right)+Pn+1 \quad \cdots\cdots(12)$$

其最佳方程式之 n 值爲4。

Moreira 等人[29]亦利用此非線性公式提出杏仁 (Almonds) 之乾燥曲線公式爲：

$$P_2=P_1\ \exp\ (P_2+)+P_3\ \exp\ (P_4)+P_5 \quad \cdots\cdots(13)$$

其 n 值則爲2。

二、模式之選擇

由於多項乾燥曲線之經驗公式已被提出，對於特定農產品之最佳乾燥模式選定大多僅以統計上之迴歸技術加以計算乾燥公式適稱 (Fitting-agreement) 性之量化值 (如相關係數 R^2 值或標準差)。近年來，殘差圖已逐漸被採用以判斷模式之合理性[16,18,29,32,44]。在文獻搜尋中，大多數研究結果採用 Page 修正式；例如，Agrawal 氏等人[17]應用於稻穀，Chninnan 氏等人[19]應用於帶殼胡桃[19]，Hanson 氏等人[22]採用於 Taxus 藥草，Hutchinson 氏等[22]對大豆與白豆之試驗，Kulasiri 氏[25]等

人應用於落花生乾燥，Li 氏等用以解釋玉米粒[26]，油性向日葵種子[27]之乾燥特性，Muhidong 氏等[30]對 Kenaf 作物之研究，Osborn 氏等[32]對大豆之研究，Pathak 氏等人[38]用以解釋油菜種子之乾燥，Radjewski 氏等[39]等對 Navy beans 之研究，Shatadal 氏等[40]對 Canola 之研究，Syarief-Eldeen 等人[41]對葵花子，Tang 氏等[45]對扁豆與 White 氏等人[48]對大豆之乾燥之研究。由上述之結果可知，Page 經驗式之利用作物以帶油性之農產品爲多。

由於公式（11）兩部份模式之假設要點在於針對具有多層成份的農產品，因此帶殼或由不同成份組之農產品其適用性最佳，例如森木等人[16]對小麥之研究，Sharaf-Eldeen 氏等人[41]應用於玉米穗軸與 Ezeike 氏等[21]應用於西瓜種子。對於以 Me 爲變數之非線性公式（12）與（13）亦包含此多層成份概念，因此 Parboiled rice 與 Almonds 之乾燥最佳模式均屬於此型[18,29]。

三、稻穀之薄層乾燥

稻穀之薄層乾燥試驗在日本與歐美已有多篇研究，但其結果並未一致。中馬豐等人[11]所研究之薄層乾燥模式以公式（2）爲主，其建立 B_1 值與乾燥溫度（T_k）之關係具有 Arrhenius 型式，此式型式如下：

$$B_1=b_0 * \mathrm{Exp}\,[-b_1/T_k] \quad \cdots\cdots(14)$$

b_0 與 b_1 常數。

村田氏等人[13]所研究結果認爲公式（4）爲最佳模式，而公式（4）中之 A_1 值爲常數，B_1 值如同公式（14），具有 Arrhenius 型式，而 b_0 與 b_1 均與乾燥熱風之相對濕度數值具有線性關係。

大塚氏等人[11]提出之薄層方程式類似 Page 模式（公式5）之修正公式：

$$MR=1-\exp\,[-(k_1 \cdot t)^{n1}] \quad \cdots\cdots(15)$$

k_1 與 n_1 則爲溫度，平衡含水率，穀溫等函數。

本橋氏[12]等人則將稻穀乾燥分爲二階段，恆率乾燥與減率乾燥第一期合爲一階段，減率第二期爲第二階段，各階段之乾燥公式均以公式（4）之指數函數爲代表。龜岡氏[15]則將乾燥期分爲三階段，自乾燥開始至10分鐘爲第一階段，10分鐘至2小時爲第二階段，2小時後爲第三階段，三階段曲線各以公式（4）爲代表，三公式中 Ai 值爲常數，Bi 值爲溫度之函數。

在西方之研究中，Agraval 等人[17]則選用 Page 公式以說明稻穀之乾燥曲線關係，k 與n 爲溫度與相對濕度之函數。Wang 氏[47]則提出經驗公式（7），而參數 A3 與 B3 各爲溫度，相對濕度之指數乘積函數。Noom horm 氏[31]所提出之公式則以35～55°C爲低溫，55～75°C爲高高溫加以區分，以公式（9）爲最佳模式，然而其參數 a，b 與 c 之關係函數則十分複雜。

四、薄層乾燥公式之迴歸曲線意義

在統計學迴歸分析技術中，爲使曲線能線性化，通常以取對數或加以開方加以縮小數據差距[47]。對於大多數之經驗乾燥模式，模式本身經線性化後可知其僅爲曲線函數轉化（transfer）爲線性化（linear ized）之特殊公式，如公式（4）可轉換爲：

$$\ln MR=\ln A_1-B_1 * t \quad \cdots\cdots(16)$$

公式（5）之轉換式爲

$$\ln(-\ln MR)=\ln K-N * \ln t \quad \cdots\cdots(17)$$

公式（6）爲 t 與 lnMR 進行多項式迴歸分析中，省略常數項之迴歸技術，公式（7）爲MR 與 t 之多項迴歸。而日人大塚氏等人[10]所提出之修正式（15）亦可轉換爲：

$$\ln(-\ln(1-MR))=K \cdot N+N \cdot \ln t \quad \cdots\cdots(18)$$

由此可知大多數之經驗公式其統計意義僅爲曲線之線性化以增加模式對量測數據的適稱能力。唯

有以多層成份爲假設條件之經營公式（10）或（11）則較有學理之意義。

五、薄層乾燥之成立條件

進行薄層乾燥時，穀粒之堆積厚度與所用風量十分重要，由龜田氏之研究中[14,15]，穀粒厚度自在0.7，1.7cm 與2.7cm，風量爲20～40m³/hr（風速0.2～0.4m／s）之六種乾燥曲線並無差異存在。因此可知風量高於特定值後，風量或風速對乾燥曲線之影響即可忽略。Noomhorm 氏等[31]對穀粒的薄層乾燥試驗結果發現風量對乾燥常數之影響極小而可忽略，Hutchinson 氏（23）等對於豆類乾燥之研究中，亦發現風速並非有效之影響因子。

在穀物薄層乾燥之研究中，主要之控制因子爲熱風溫度，而相對濕度受大氣氣候之影響而無法控制[11,12,13,15,17,47]，僅有 Noomhorm 氏等[31]之研究，對相對濕度加以控制。因爲實驗設計之不確立，影響模式參數影響因子的量化評估。在此研究中，爲探討熱風的溫度與相對濕度之影響，以溫度與相對濕度同時控制之方式來探討薄層乾燥物性。

設備與方法

一、研究所用設備

此薄層乾燥所用實驗裝置如圖1所示，係利用 Shinyei 型相對濕度校正器改良而成，原設備係用以設定與產生恆溫恆濕氣流，以做爲相對濕度計校正之用，此研究中利用其控制設備以產生乾燥空氣氣流進行薄層乾燥試驗。

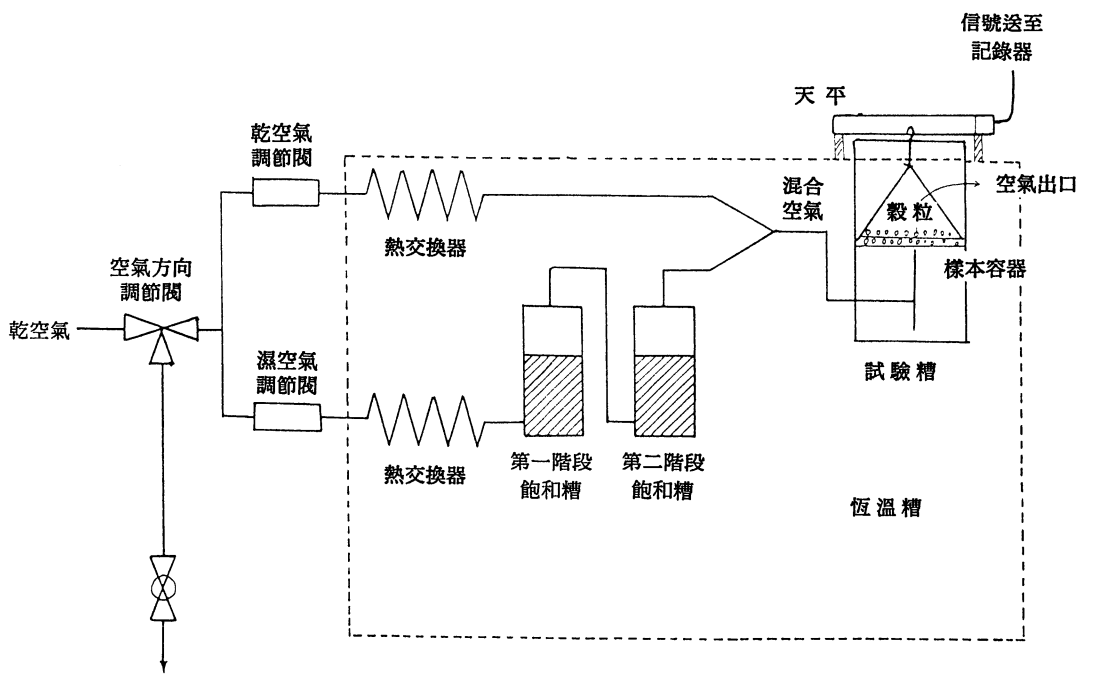


圖1. 薄層乾燥實驗裝置

Fig. 1. Schematic of thin-layer drying device

空氣係利用空壓機產生壓力以傳送氣流，在進入此實驗裝置之前，利用固態除濕機以去除空氣水氣以達到絕乾效果。除濕機之吸水物質以內部循環方式在未接觸外空氣部份以電能加熱之空氣加以再生，以確保其除濕能力。乾空氣進入實驗裝置內，以兩具調節閥分別調整乾、濕空氣流量。濕空氣依序通過第一階段與第二階段之飽和槽成飽和狀態。兩股空氣混合成爲預定之濕氣比。因上述過程均在恆溫槽內，因此溫度十分穩定。此實驗裝置內有微電腦設備，使用者除依此設備所附使用表，依所需溫濕度對乾濕球調節閥流量加以設定之外，微電腦自動以微調方式加以調整所需流量以確保氣流之溫、濕度準確性，此試驗裝置所產生之氣流其控制準確度依規格書說明約爲±0.15°C，與±1.5% RH。

試驗裝置內有試驗用槽，此用以懸吊乾燥穀粒，樣本容器與周壁之間隙極小，以確保乾燥空氣皆能通過穀粒，通過穀層之氣體自旁側流出機體之外。

穀粒容器成圓盤型，底部爲細目網，實驗時穀粒放置於其上面成均勻分佈，約爲一粒或兩粒，樣本容器以吊勾掛於稱重天平下方與熱風方向垂直。

爲避免熱風的浮力干擾穀重的量測，此基本試驗裝置另行裝設時間控制器，以間斷方式進行乾燥作業，每次乾燥以十分鐘爲一周期，熱風通過穀層爲九分五十秒，再有十秒成停滯狀態，在此十秒內電子天平訊號傳送至記錄器以記錄穀重。

稱重天平之量測範圍調整爲0～1kg，準確性至0.01g，量測值以類比訊號輸出（0～2v，精確性爲1mv），以 DELTA-L 型記錄器加以記錄。

乾燥過程中，氣流之流速調整爲0.3m／s，風速計以 Sweta～30熱線型風速計加以量測準確性0.01m／s。溫度量測利用 RTD Pt～100元件，準確性0.1°C，相對濕度係以Rotronic I～100型量測，準確性1.0% RH。對於通過穀粒之熱風量測結果，其溫度控制誤差爲±0.2°C，相對濕度控制誤差爲±2.0%，風速之控制誤差爲0.05m／s。

二、測定穀物

此試驗所用稻穀品種爲臺農67號，產於農業試驗所實驗農場，最初含水率約34～36%乾基（此研究含水率均以乾基表示）。自田間運回後先加以風選與篩選以去除雜質，再密閉貯放於3°C之冷藏庫，實驗進行前再放置室溫24小時左右以回溫。

三、試驗方法

此試驗中所用乾燥熱風溫度設定各爲35，45，50與60°C相對濕度設定爲10，20，30，40與50% RH，共有20種組合，風速依已知文獻調整爲0.3m／s，因此在此研究中不考慮風速之影響。每種組合試驗次數爲2～3重覆，試驗所用時間與最後含水率如表1所示。

表1. 薄層乾燥之實驗設計

Table 1. Experimental design for thin-layer drying

Drying Temp (°C)	EMC (%, d, b) Relative Humidity (%) 10	20	30	40	50	Final m. c.	Drying time (Hr)
35	4.6	6.1	7.4	8.6	9.9	10 ～11 %	22.0
45	4.4	5.8	7.0	8.2	9.4	9.0～10 %	10.0
50	4.3	5.7	6.8	7.9	9.1	9.0～11 %	7.0
60	4.0	5.3	6.4	7.5	8.7	8.0～ 8.5%	5.5

試驗前先啓動裝置，熱機約一小時，再將穀粒盛於樣本容器之內，容器懸掛於天平下方，啓動記錄器加以記錄。穀物於乾燥前後以烤箱測含水率，由含水率與穀粒重量之變化可計算乾燥過程中穀粒含水率的變化。含水率的量測係以烤箱乾燥，所用溫度爲105°C，時間72小時。

四、試驗統計分析

每組穀粒含水率與乾燥時間之關係數據，由最初含水率（Mi）與平衡含水率（Me）值可計算水份比 MR 值。所用之 EMC 公式依陳氏[3]等人之研究，採用修正 Oswin模式：

$$Me = (11.565 - 4.8643\times10^{-1} * T) * \left(\frac{RH}{1-RH}\right)^{0.347} \quad \cdots\cdots(19)$$

T：熱風溫度（°C）

RH：熱風相對濕度（小數點）

評估之適用模式係選擇指數模式（公式4），Page 經驗式（公式5），Wang 氏多項式模式（公式7）與雙成份模式（含兩項指數函數，公式11）。前兩項公式之自變數經線性轉換後（公式16，17）與原 MR 之數值相異，在迴歸分析之模式適合性比較中，以標準差加以比較即不合理，因此此研究採用之量化標準僅爲相關係數平方 R2 值，定性標準則爲殘差圖。繪製模式殘差值對預測值之分佈，若殘差均勻分佈則表示此模式十分適切，若殘差成規律分佈則表示此模式並不適當[47]。公式4，5，7採用 "Multreg" 程式（複迴歸程式）進行線性迴歸分析，公式11則利用 QBASIC 語言所撰寫 〝TWOCOM〞 程式（雙成份程式）加以計算參數與其他統計量。

模式中各參數與乾燥條件（熱風溫度，相對濕度）均以複迴歸技術建立其關係式，此關係式假設條件係包括溫度，濕度之平方項與溫度、相對濕度的交乘效應，典型之假設模式如下：

$$Ki = a_0 + a_1T + a_2T^2 + a_3T^3 + b_1RH + b_2RH^2 + b_3RH^3 + C_1T \cdot HR \quad \cdots\cdots(20)$$

公式(20)模式有顯著意義之係數選擇係利用迴歸核定技術之 C_p 與 t-test 以量化比較其影響力[3]。

結果與討論

一、薄層乾燥方程式比較

典型之乾燥曲線以圖 2 爲例，乾燥條件爲35°C，50% HR，水份比 MR 值隨乾燥時間而降低。以線性迴歸與非線性迴歸技術對此乾燥時間與含水率之數據分析之結果如下：

㈠指數模式：

$$MR = 1.225\ Exp\ [-1.348\times10^{-3}\cdot t] \quad \cdots\cdots(21)，R^2 = 0.941$$

㈡Page's 模式

$$MR = Exp\ [-0.0162\ t^{0.706}] \quad \cdots\cdots(22)，R^2 = 0.978$$

㈢Wang's 多項式

$$MR = 0.87 - 1.908\times10^{-3}t + 1.215\times10^{-6}t^2 \quad \cdots\cdots(23)，R^2 = 0.982$$

㈣雙成份模式

$$MR = 0.954\ Exp\ [0.2544\times10^{-3}] + 1.592\times10^{-2}Exp\ [-1.6\times10^{-3}\cdot t] \quad \cdots\cdots(24)，R^2 = 0.992$$

將迴歸所得之模式曲線與實測值加以比較於圖 2，雙成份模式對量測數據之適稱性十分良好，非線性迴歸之預測曲線與實測數據之符合性良好。指數函數（曲線 1）在最初 2 小時內預測值均低於實測值，而 2 小時後預測值則高於實測值，18小時後又低於實測值，Page's 模式（曲線 2），於乾燥初期有輕微低估現象，在12小時內則有高估現象，第12小時後有嚴重低估現象。Wang 氏多項式模式對實驗數據有先高估，再低估而後又顯著高估之現象。

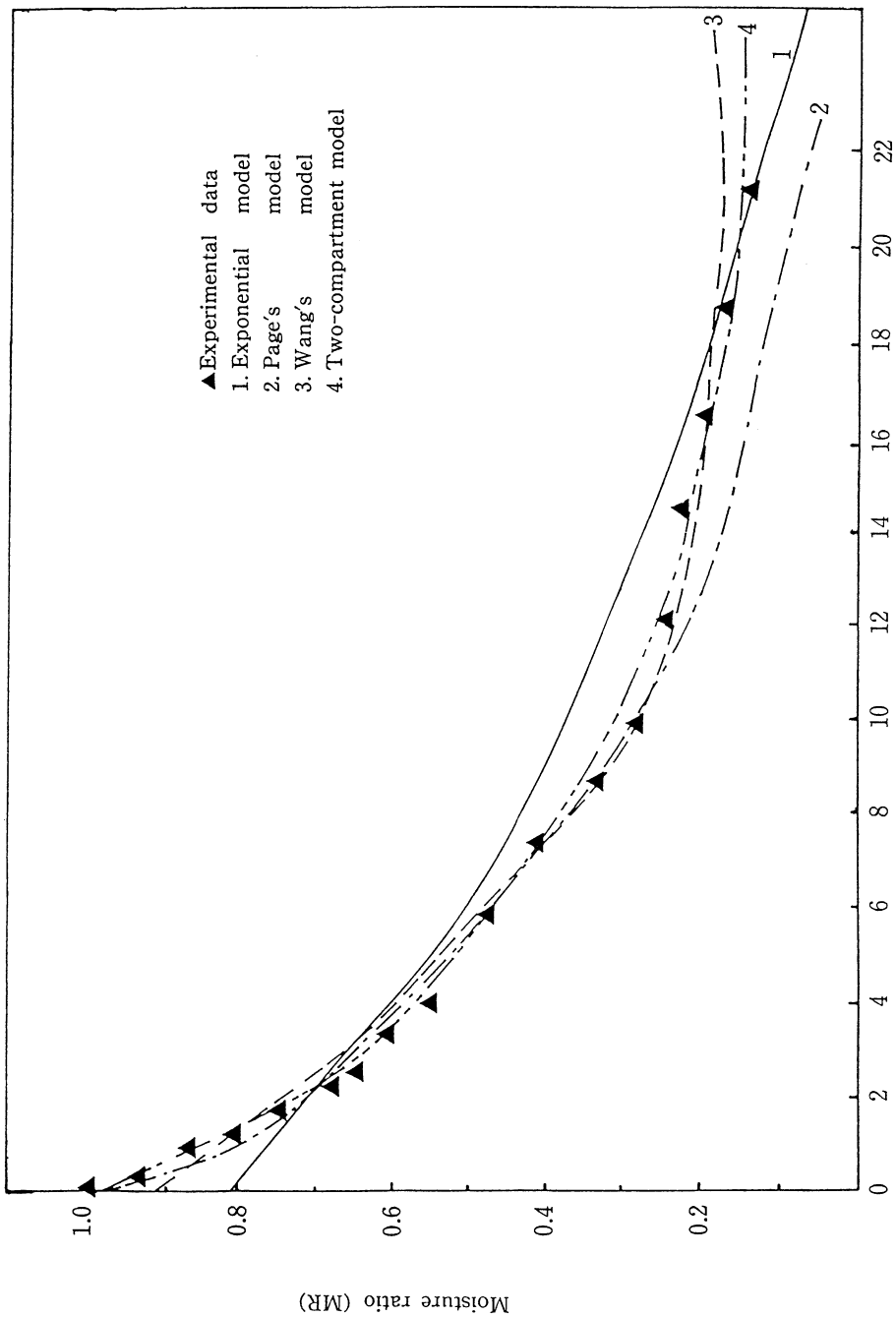


圖2. 35°C與50% RH 之乾燥曲線量測值與四預測模式

Fig. 2. Drying data and four prediction models at 35°C and 50% RH

四模式之迴歸分析殘差值對預測值之殘差圖如圖 3a 至 3d 所示。三項線性模式：指數模式，Page 氏模式與 Wang 氏多項式均有顯著之曲線分佈現象，此模式殘差成規則性之分佈即代表預測模式對實驗數據之解釋已存有固定之誤差值，而此種固定誤差係源自模式自身無法解釋量測數據。圖 3 b 之殘差具有分佈均勻之特性，顯示此模式之預測誤差均爲任意產生之誤差，並不具備規律性，對迴歸分性原理而言，代表模式良好之適稱性[47]。

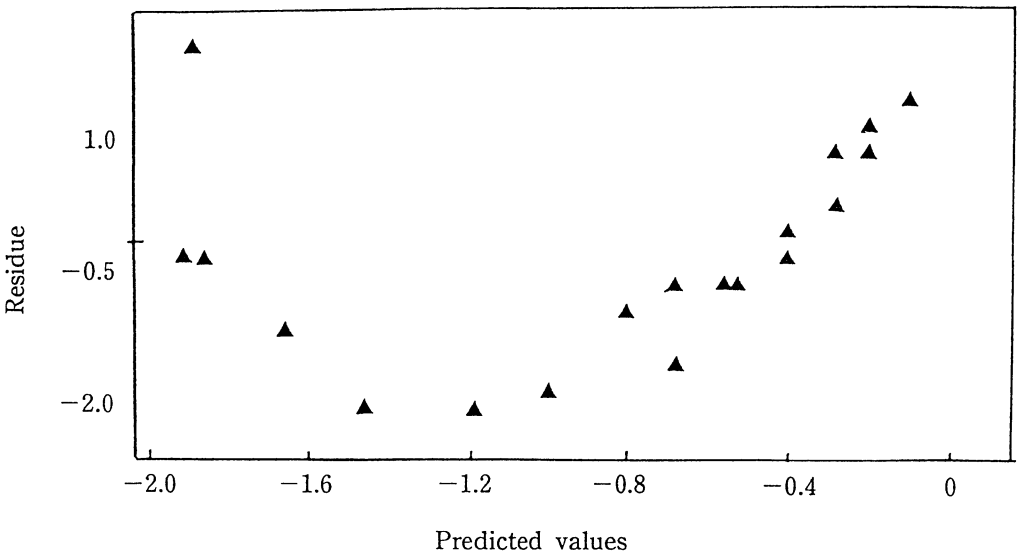


圖3a. 指數模式之殘差圖
Fig. 3a. Residual plot of exponential model

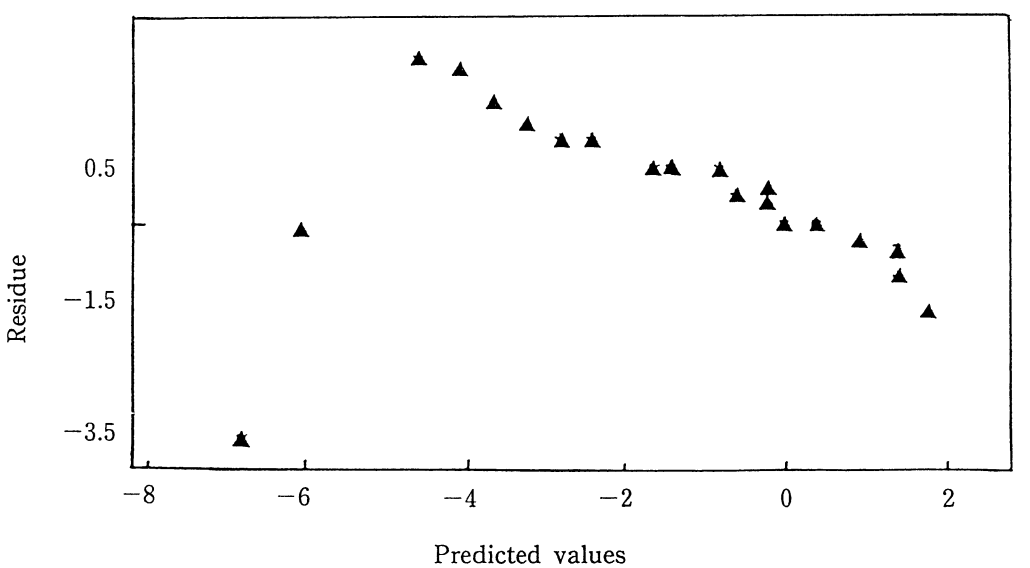


圖3b. Page 氏模式之殘差圖
Fig. 3b. Residual plot of page's model

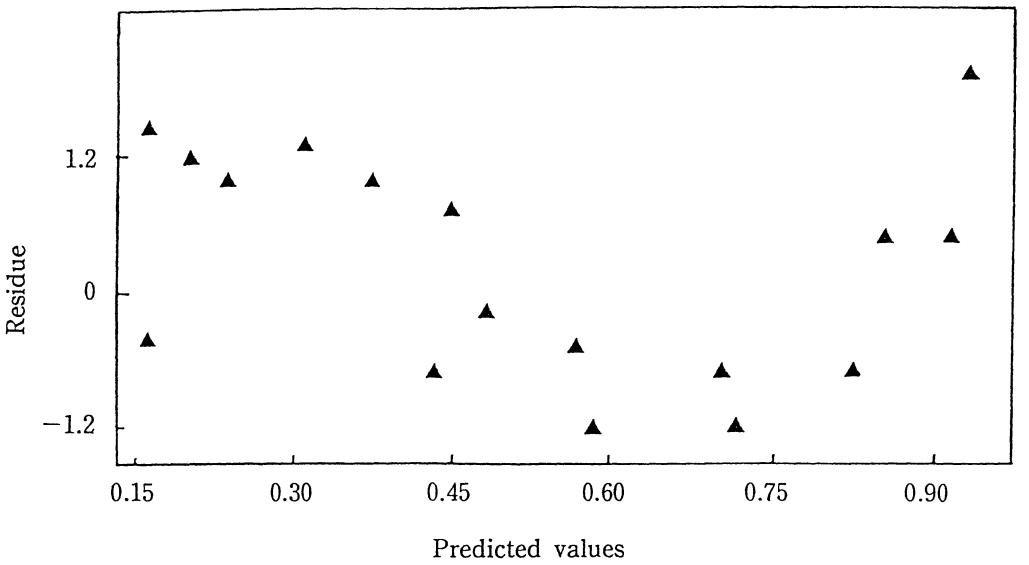


圖3c. Wang 氏多項式之殘差圖
Fig. 3c. Residual plot of Wang's model

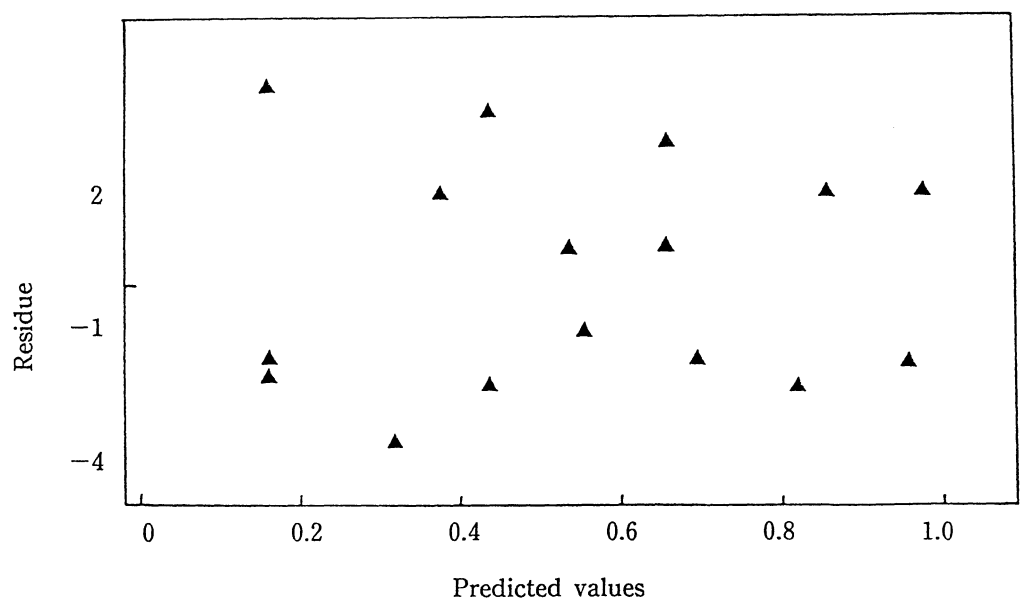


圖3d. 兩成份模式之殘差圖
Fig. 3d. Residual plot of two-compartment model

乾燥條件50°C，20% RH 之乾燥曲線量測值與四種薄層乾燥模式之預測曲線如圖 4 所示。二成份模式的預測能力亦是最好，曲線 (4) 與量測值十分符合。其餘三模式之預測曲線與量測值的差距雖然低於圖 2 之差距量，但其誤差之分佈規律性完全相同，如指數模式與量測值之誤差係先低估，2 小時後高估而 7 小時後又爲低估。Page氏模式則也低估，再高估而後低估。四模式之迴歸曲線殘差值對預測值之分佈現象亦與圖 3a～3d相似，顯示此乾燥曲線僅有二成份模式具有良好之符合性。

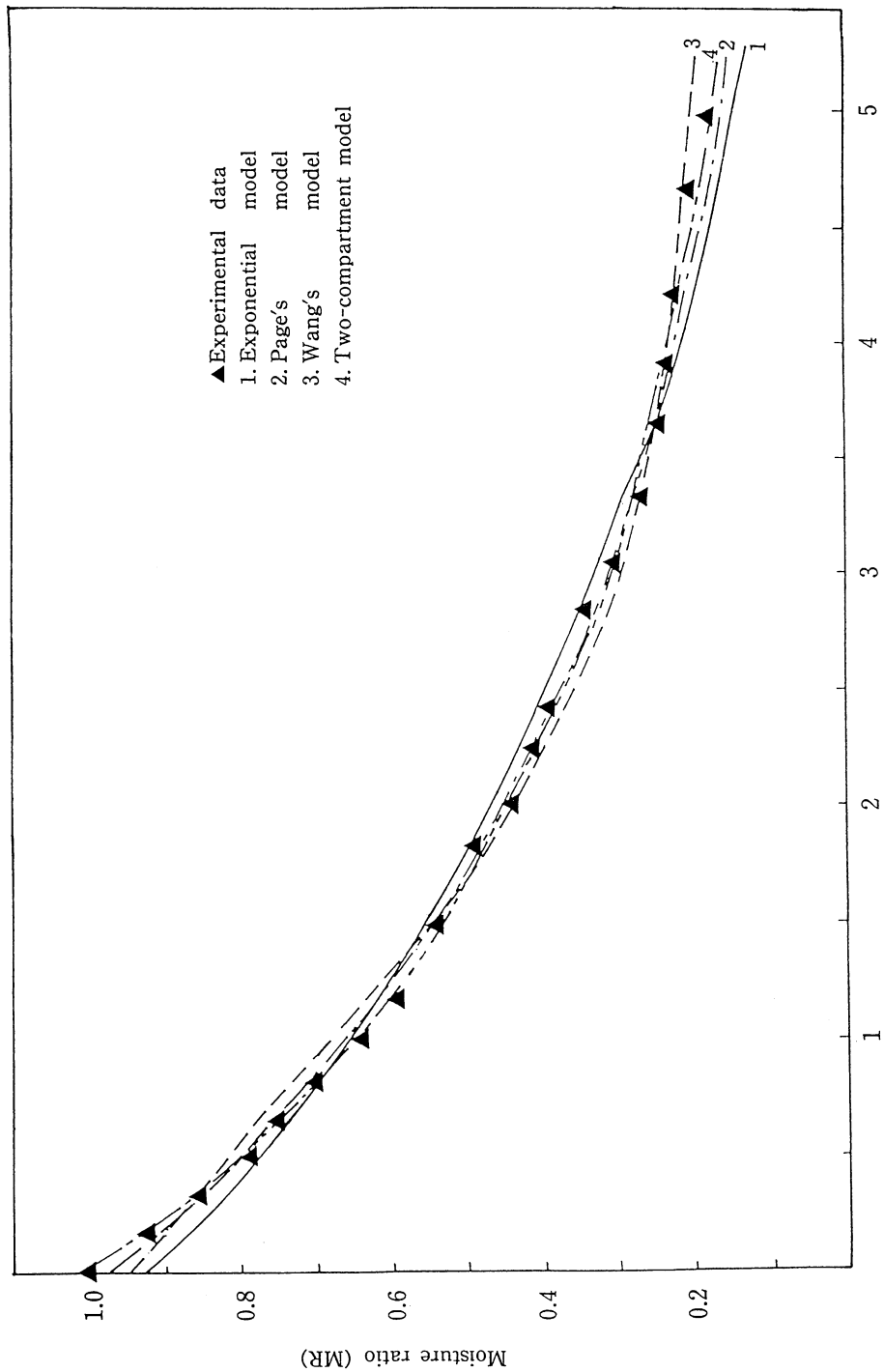


圖4. 50°C與20% RH 之乾燥曲線量測值與四預測模式

Fig. 4. Drying data and four prediction models at 50°C and 20% RH

對20組乾燥條件下各二重覆之四十組量測數據其迴歸分析之結果加以比較，其比對結果幾乎完全相同：兩成份模式皆具有最高之相關係數平方（R^2）值，其殘差分佈亦具有均勻分佈之特性。而其物理意義亦能說明稻穀本身爲複合體之特性。因此此包含兩項指數程式之模式爲值得推薦爲稻穀薄層乾燥之最適當公式。

二、乾燥常數之影響因子

以四十組數據，每一組數據以公式(11)進行複迴歸分析所得之模式常數A5、B5、A6、及 B6值，與各組數據之乾燥條件(溫度 T，°C與相對濕度，RH值)進行分析。A5、B5、A6與B6參數對溫度之分佈圖形如圖 5a、5b、5c 與 5d 表示，A5與 B5參數對相對濕度之分佈如圖 6a 與 6b 所示，由分佈圖中無法歸納出簡單之規律性，因此以公式(20)，包含 8 項常數項之公式以建立各乾燥常數與乾燥條件之量化關係，並取 Cp 值用以選擇適當的模式，並以 t 檢定，檢查各一參數是否顯著，所得結果如下：

$$A5=0.99556+2.4415\times10^{-3}\cdot T-1.4485\cdot RH+1.659\times10^{-4}\cdot T^2+0.01\cdot RH^2 \quad \cdots\cdots(25)，R^2=0.85$$

$$B5=-8.6588\times10^{-4}+0.02391\cdot T+3.383\times10^{-6}T^2-6.2341\times10^{-4}\cdot T\cdot RH \quad \cdots\cdots(26)，R^2=0.71$$

$$A6=0.7247-3.3217\times10^{-2}\cdot T+3.7\times10^{-4}\cdot T^2+0.639\cdot RH-1.336\times10^{-2}\cdot T\cdot TH \quad \cdots\cdots(27)，R^2=0.65$$

$$B6=-6.068\times10^{-3} \quad \cdots\cdots(28)$$

以敏感性分析探討參數 T 與 RH 之誤差對於 A_5，B_5，A_6 與 B_6 值之準確性影響，所用公式爲

$$Ei=\left[\left(\frac{\partial X_I}{T}\triangle T\right)^2+\left(\frac{\partial X_I}{RH}\triangle RH\right)^2\right]^{0.5} \quad \cdots\cdots(29)$$

E_I 爲參數之不準確性，X_I 爲 A_I，B_I值。

以公式 (29) 計算所得各參數之不準確性 (誤差性) 以50°C，30% RH 爲例，表示如下：

A5＝±1.9%，B5＝±1.8%，A6＝±1.5%

顯示乾燥條件 T，RH 之誤差值對參數 A_I 與 B_I 之數值影響不大。

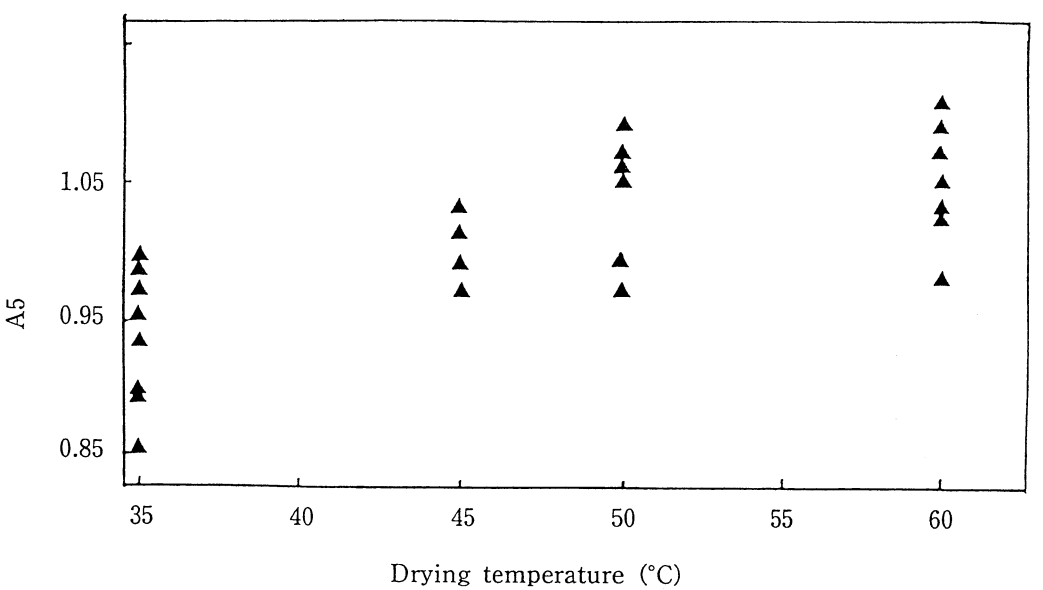


圖5a. 乾燥常數 A5 與乾燥溫度

Fig. 5a. Plot of drying constant A5 against drying temperatures

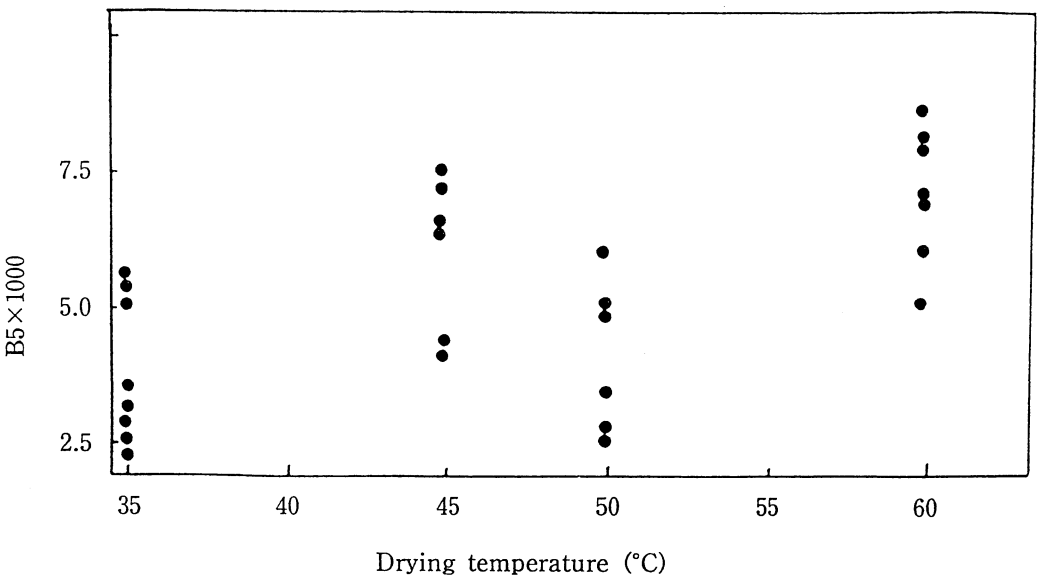


圖5b. 乾燥常數 B5 與乾燥溫度
Fig. 5b. Plot of drying constant B5 against drying temperature

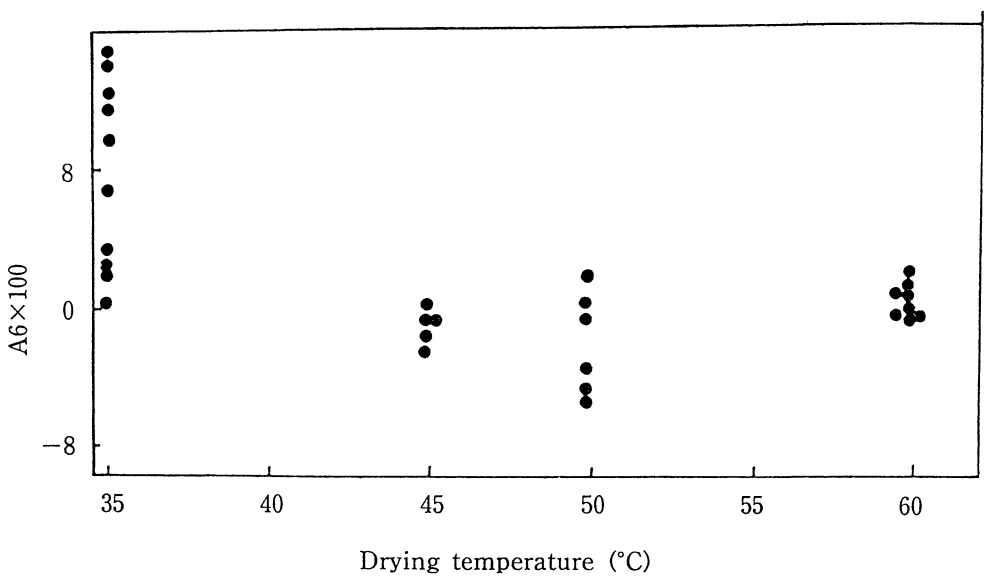


圖5c. 乾燥常數 A6 與乾燥溫度
Fig. 5c. Plot of drying constant A6 against drying temperature

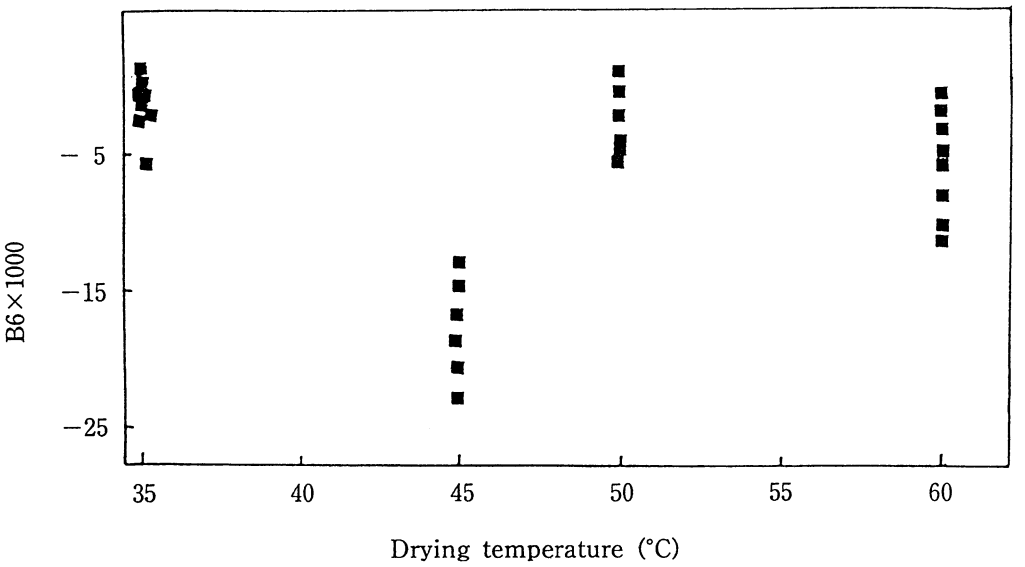


圖5d. 乾燥常數 B6與乾燥溫度
Fig. 5. Plot of drying constant B6 against drying temperature

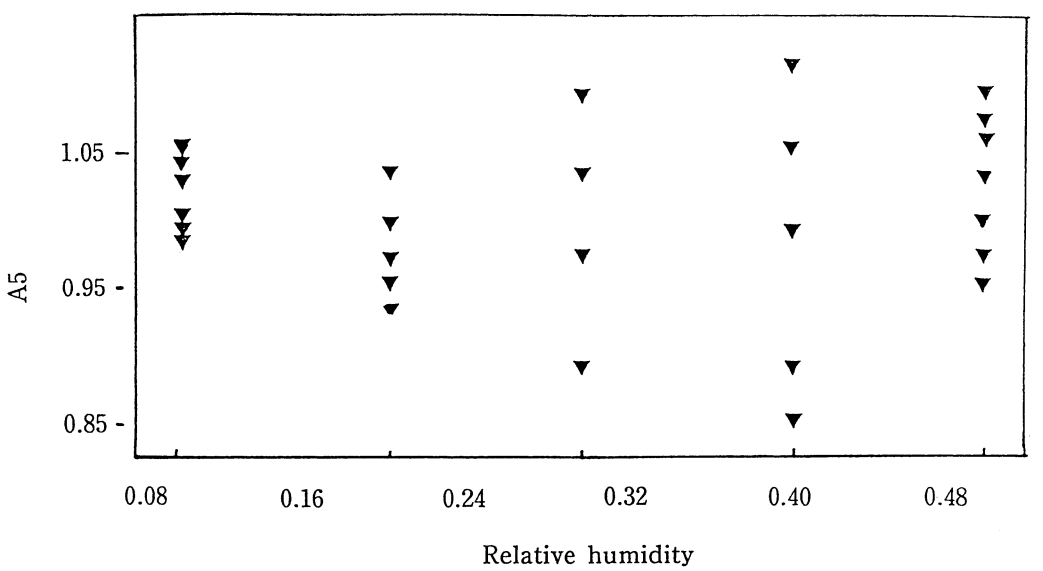


圖6a. 乾燥常數 A5 與乾燥相對濕度
Fig. 6a. Plot of drying constant A5 against drying relative humidity

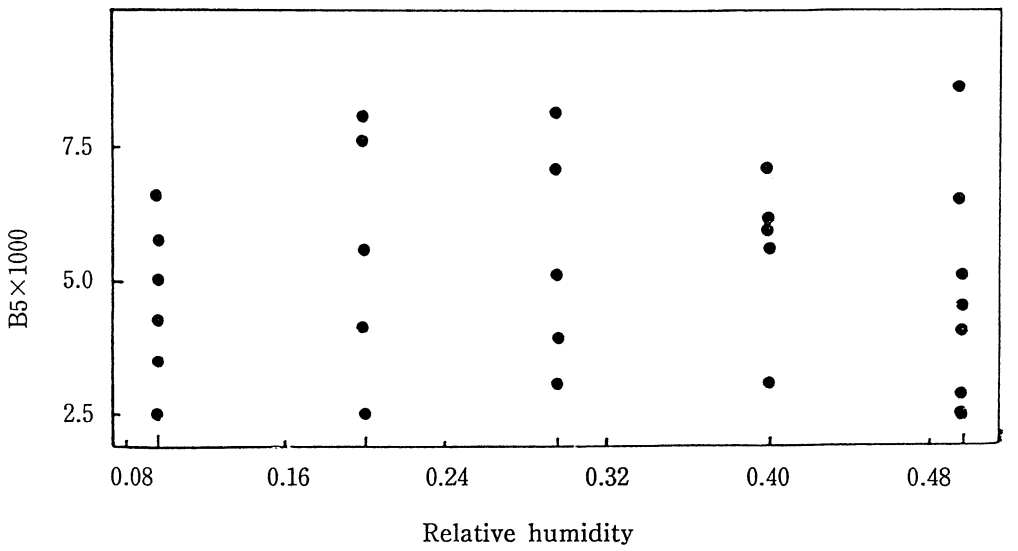


圖6b. 乾燥常數 B5 與乾燥相對濕度

Fig. 6b. Plot of drying constant B5 against drying relative humidity

三、與其他研究結果之比較

此研究結果與已知稻穀薄層乾燥已有文獻中之研究結果比較。Wang 氏等人[47]之研究其適用性僅限於最初之兩小時，此原因可由其模式型式與其試驗時間加以說明，因其乾燥研究僅局限前二小時之研究數據，此研究數據所求得之預測模式爲二次多項式（$MR=a+bt+ct^2$），而二次方程式本身具有最低點之特性，因此其預測方程式於兩小時後之應用已屬於外插範圍，MR 值反而隨時間增加而增加，此結果已不合乎物理意義，因此 Wang 氏之研究結果不被採用於此研究中加以比較：

六組薄層方程式之比較結果討論如下，共包括：1. Noongorm 等人[31]，2. Agraval 等人[17]，3. 中馬豐等人[11]，4. 村田敏等人[13]，5. 龜岡氏[15]與6. 此研究結果。

圖 7 代表在35°C，50% RH 之 6 組 MR 對乾燥時間之乾燥曲線。曲線 3 ，中馬豐等人之研究中，其 MR 曲線偏離其他五組曲線，而有三組曲線（1. Noomhorm等人，2. Agraval等人，3. 村田敏等人）其 MR 預測值在相同乾燥時間均低於此研究結果之預測值。龜田氏之研究結果所得曲線 5 與此研究結果則較爲接近，在乾燥時間 5 小時之前，龜田氏之預測 MR 值高於此研究之預測值，而 5 小時後則低於預測值，量化之 MR 差距約0.02。

乾燥條件50°C，20% RH 之六組 MR 曲線比較於圖 8 。曲線 1 （Noomhorm 等人之研究）則顯著偏離，遠小於其他曲線，在乾燥時間2.5小時時，MR 值趨近於零即代表近乎完成乾燥作業。其他三組 MR 曲線（2. Agraval等人，3. 中馬豐等，4. 村田敏等）之研究均低於此研究所得結果，而龜田氏之研究結果在2.5小時之前，低於此研究之結果，而在2.5小時後，兩組曲線（5 與 6）則十分接近。

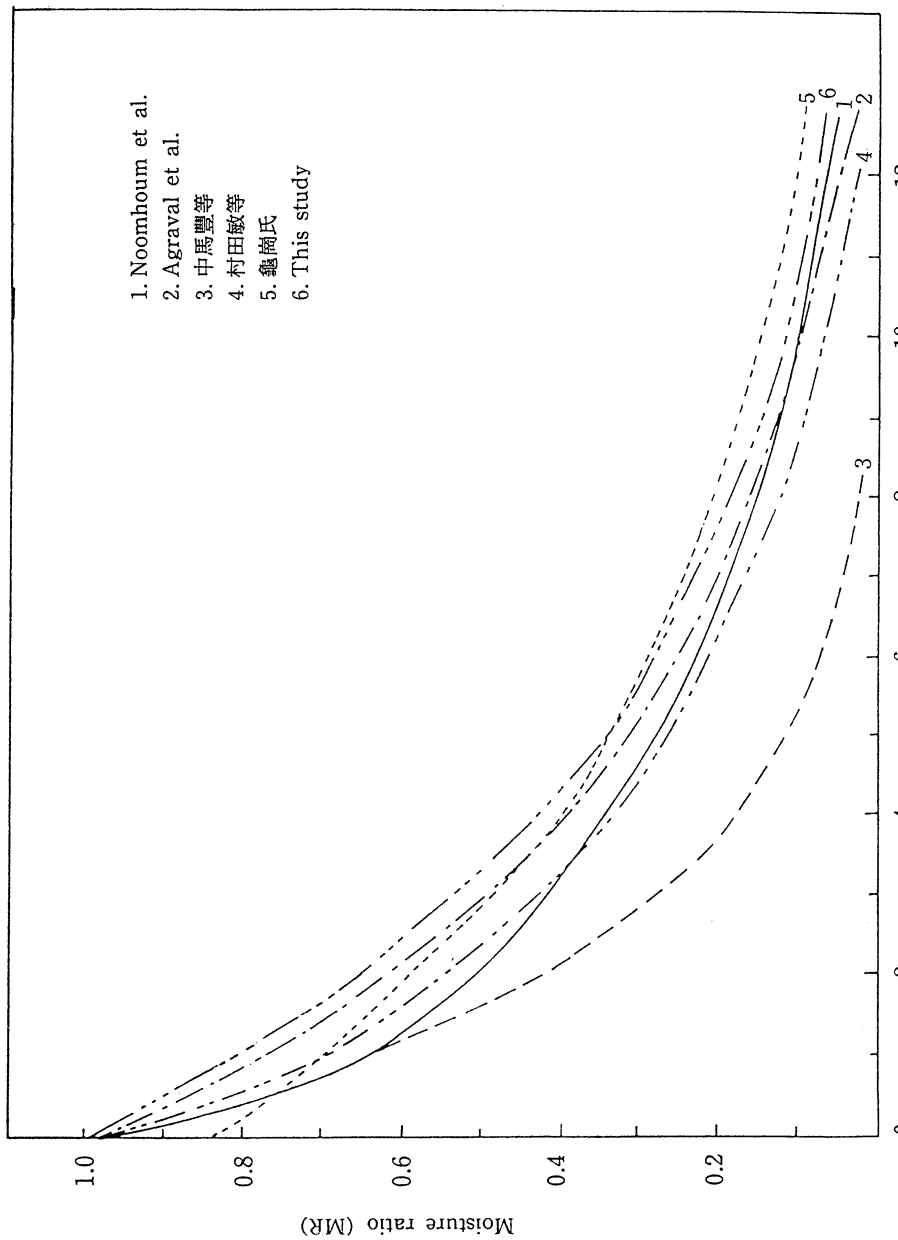


圖7. 35°C與50% RH 乾燥狀態之研究結果與其他文獻之比較

Fig. 7. Comparison of results of this study with result from previous literature at drying condition of 35°C

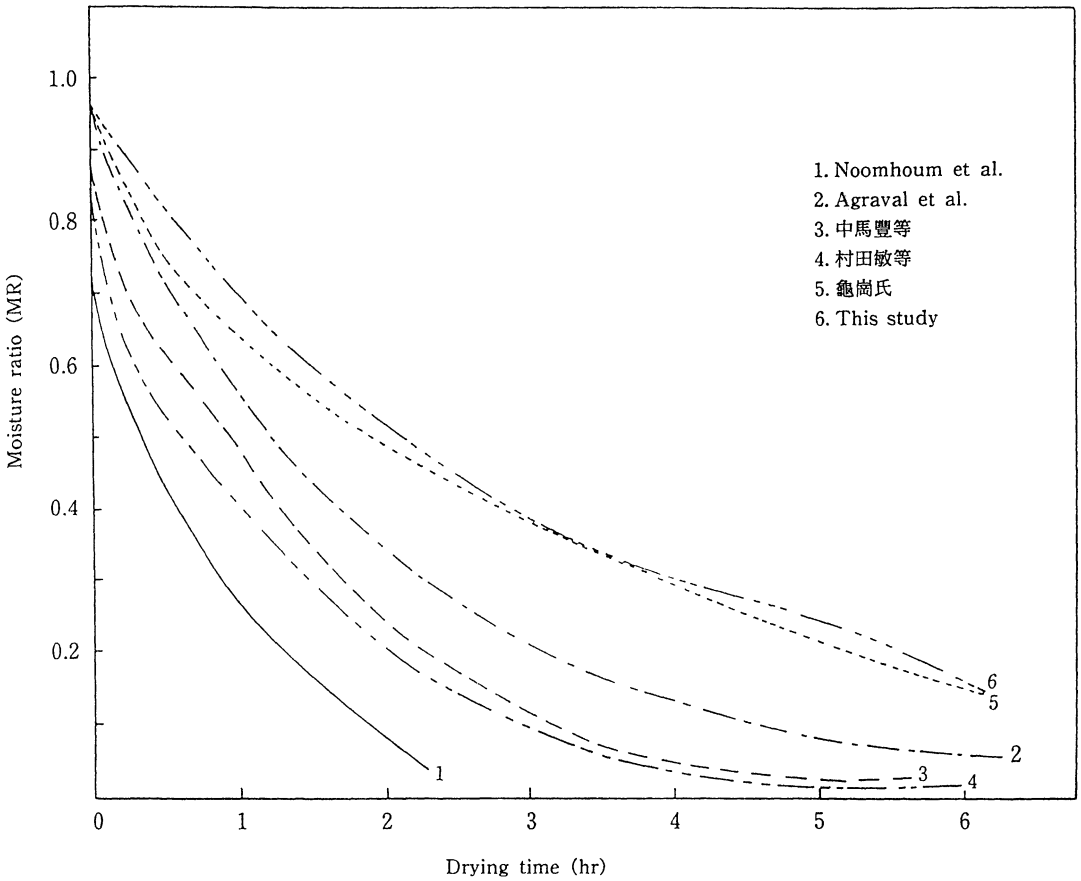


圖8. 50°C與20% RH 乾燥狀態之研究結果與其他文獻之比較

Fig. 8. Comparison of results of this study with result from previous literature at drying condition of 50°C

圖 7 與圖 8 之比較結果可知，不同之文獻其乾燥曲線方程式之預測值差異極大，此原因十分複雜：乾燥所用品種之不同，量測設備準確性限制與數據之統計分析技術之不同均是造成乾燥曲線差異性之原因。而在量測技術方面，除了 Noorhorm[17]氏等人之研究有涉及相對濕度之量測，其他多數之研究結果均未涉及相對濕度之影響因子。此研究結果發現除了乾燥溫度之外，熱風相對濕度值亦爲影響乾燥常數數值之重要因子，因此實驗設計之周延性與否，應爲影響乾燥曲線預測性之主要因子。國內在穀物乾燥機與穀倉加工作業之模擬作業中均採用國外的文獻，而由此研究結果可知，國外稻穀之薄層乾燥特性與國內品種之特性有顯著之差異預測，MR 差異值可高達0.10。此差異特性對模擬作業之影響應爲未來研究之方向。而此研究所得之最佳薄層方程式：兩成份模式與模式各參數對乾燥條件之量化公式可提供爲國內稻穀加工業者參考之有用資料。

結 論

由此稻穀薄層乾燥研究所得結果，顯示臺農67號品種於乾燥條件爲35～60°C，10～50% RH，風量0.3m/s 時四組薄層乾燥模式之適稱性比較以包含兩指數之兩成份模式（稻穀與糙米）對量測值之

適稱符合性最好，其模式物理意義可包括稻穀之主要組成成份。模式之四乾燥常數與熱風乾燥條件之溫度與相對濕度之量化關係亦已加以建立。此研究所得之稻穀薄層乾燥特性與其他國家之研究發現有顯著之差異，MR 預測值高達0.1之差異。此研究結果可提供國內稻穀加工作業中乾燥與通風作業模擬分析之參考資料。

引用文獻

1. 孔祥琴。1993。牧草乾燥特性之研究。碩士論文。臺大農機工程研究所。臺北。
2. 陳加忠、賴建洲、曹之祖、游祥芳。1989a。高粱穗之基本乾燥試驗。中華農業研究 38(2)：242—260。
3. 陳加忠、賴建洲、曹之祖。1989b。高粱穗乾燥模式之研究。中華農業研究 38(2)：261—275。
4. 陳加忠、賴建洲、曹之祖。1990。稻穀平衡相對濕度性能之研究。中華農業研究 39(4)：347—366。
5. 陳加忠。1992a。動態平衡含水率於玉米粒乾燥之評估。農業機械學刊 1(2)：38—45。
6. 陳加忠、曹之祖。1992b。玉米平衡相對濕度性之研究。農業工程學報 38(3)：86—97。
7. 陳加忠、曹之祖。1992c。大豆與兩種豆類平衡相對濕度物性之研究。農業機械學刊 1(4)：52—59。
8. 馮丁樹。1988。循環式稻穀乾燥機之係統模擬及其在個人電腦上之應用。行政院國科會專題研究計畫成果報告 NSC77—0409—B002—08。
9. 盧福明。1988。穀倉機械化作業之研究 V. 穀倉強制通風降低穀層溫度效果之模擬。中國農工學報 34(1)：53—60。
10. 大塚寬治、村田敏、中馬豐。1975。薄層稻穀熱風乾燥相關之實驗式。農機學會誌 37(3)：331—338。
11. 中馬豐、村田敏、岩元睦大。1969。有關穀類之基礎實驗。農機學會誌 31(3)：250—255。
12. 本橋田司、細川明。1979。稻穀乾燥之透氣乾燥理論之適用（II）農機學會誌 41(4)：593—601。
13. 村田敏、中馬豐、大塚寬治。1976。農產物貯藏庫之通氣與換氣關係式。農機學會誌 38(2)：233—238。
14. 龜岡孝治。1988。試作した實驗用乾燥裝置との乾燥特性。農機學會誌 50(1)：47—52。
15. 龜岡孝治。1988。の薄層乾燥特性：
    第1報：農機學會誌 50(3)：69—76。
    第2報：農機學會誌 50(4)：57—65。
16. 森本進、豐田淨彥、竹內龍三。1991。小麥の薄層乾燥實驗式。農業施設 22(2)：87—94。
17. Agraval, Y.C. and R.D. Singh.1977. Thin layer drying studies for short grain rice. ASAE Paper No. 77-3531. St. Jophen, MI.
18. Byler, R.K., C.R. Anderson and R.C. Brook. 1987. Statistical methods in thin layer parboiled rice drying models. Trans. of ASAE 30：533-538.
19. Chhinnan, M.S. 1984. Evaluation of selected mathematical models for describing thin-layer drying of in-shell pecans. Trans. of ASAE 27：610-615.
20. Ece, M.C. and A. Cihan. 1993. A liquid diffusion model for drying rough rice. Trans. of ASAE 36(3)：837-840.
21. Ezeiki, G.O.I. and L. Otten. 1991. Two-compartment model for drying unshelled melon (egusil) seeds. Canadian Agricultural Engineering 33：73-78.
22. Hanson, R.C., H.M. Keener and H.N. Elsohly. 1993. Thin-layer drying of cultivated Taxus clippings. Trans. of ASAE 36(5)：1387-1891.
23. Hutchinson D. and L. Otten. 1983. Thin-layer air drying of soybeans and white beans. J. of Food Technology 18：507-522.
24. Jayas, D.S., S. Cenkowski, S. Pabis and W. E. Muir.1991. Review of thin-layer drying and wetting equations. Drying Technology 9(3)：551-588.
25. Kulasiri, G. Don, D.H. Vaughan, J.S. Cundiff and W.F. Wilcke,1989. Thin layer drying rates of Virginia-type peanuts. ASAE Paper. No.89-6600 St. Joseph, MI.

26. Li, H. and R.V. Morey. 1984. Thin-layer drying of yellow dent corn. Trans. of ASAE 27 : 581-585.
27. Li, Y., R.V. Morey and M. Afinrud. 1987. Thin-layer drying rates of oilseed sunflower. Trans. of ASAE 30 : 1172-1175, 1180.
28. Lu, R and T.J. Siebenmorgen. 1992. Moisture diffusivity of long-grain rice components. Trans of ASAE 35(6) : 1955-1961.
29. Moreira, R.G. and F.W. Bakker-Arkema.1989. Moisture desorptiong model for nonpareil Almonds. JAER 42 : 123-133.
30. Muhidong, J., L.H. Chen and D.B. Smith. 1992. Thin-layer drying of kenaf. Trans. of ASAE 35(6) : 1941-1944.
31. Noomhoum, A. and L.R. Verma. 1986. Generalized single-layer rice drying models. Trans. of ASAE 29 (2) : 587-591.
32. Osborn, G.S., G.M. White and L.R. Walton. 1988. Thin-layer moisture adsorption equation for soybeans. Trans. of ASAE 34(1) : 201-206.
33. Page, C. 1949. Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layers. Unpublished M.S. Thesis. Purdue University, Lafayette, IN.
34. Patil, R.T., S. Sokhansanj, E.A. Arinze and G. Schoenau.1992. Thin layer drying of componints of fresh alfalfa. Canadian Agricultural Engineering 34(4) : 343-346.
35. Patil, R.T, S. Sokhansanj, E.A. Arinze and G.J. Schoenan.1993. Methods of expediting drying rates of chopped alfalfa. Trans. of ASAE 36(6) : 1799-1803.
36. Parti, M. and I. Dugmaics. 1990. Diffusion coefficient for corn drying. Trans. of ASAE 33 : 1652-1656.
37. Parry, J.L. 1985. Mathematical modelling and computer simulation of heat and mass transfer in agricultural grain drying : A review. JAER 32 : 1-29.
38. Pathak, P.K., Y.C. Agrawal and B.P.N. Singh. 1991 · Thin-layer drying mokel for rapeseed. Trans. of ASAE 34(6) : 2505-2508.
39. Radajewski, T. Jensen, G.Y. Abawi and E.J. Mc Gahan. 1992. Drying rate and damage to navy beans. Trans. of ASAE 35(2) : 583-590.
40. Shatadal, P., D.S. Jayas and N.D.G. White. 1990.Thin-layer rewetting characteristics of Canola. Trans. of ASAE 33(3) : 871-876.
41. Sharaf-Eldeef Y.I., M.Y. Hamdy and J.L. Blaisdell.1979. Falling rate drying of full explosed biological materials : a review of mathematical model. ASAE Paper No : 79-6522. ASAE. St. Joseph, MI.
42. Sharaf-Eldeen, Y.I., J.L. Blaisdell and M.Y. Handy.1980. A model for ear corn drying. Trans. of ASAE 23 : 1261-1271.
43. Syarief, A.N., R.V. Morey and R.J. Gustafson. 1984. Thin- layer drying rates of sunflower seed. Trans. of ASAE 27 : 195-200.
44. Sharm, A.D., O.R. Kunre and H.D. Tolley. 1982. Rough rice drying as a two-compartment model. Trans. of ASAE 25 : 221-224.
45. Tang, J., S. Sokhansanj and F.W. Sosulki. Thin-layer drying of lentil. ASAE Paper No. 89-6607. ASAE. St. Joseph, MI.
46. Thompson, T.L., R.M. Peart and G.H. Foster. 1968 · Mathematical simulation of corn drying : a new model. Trans. of ASAE 11(2) : 582-586.
47. Weisberg, S. 1982. Applied linear regression. 2nd. ed. New York : John Willy & Sons.
48. White, G.M., T.C. Bridges, O.J. Loewer and I. J. Ross.1981. Thin-layer drying model for soybeans. Trans of ASAE 24 : 1643-1646.

Study on the Thin-layer Drying Model for Rough Rice[1]

Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao[2]

Summary

The information of the thin-layer drying is very important to the simulation of drying and aeration systems. In this study, the thin-layer drying tests were executed for rough rice (Variety : Tainung No.67) in the temperatrue range of 35°C to 60°C at five relative humidities (10 to 50%) .The accurate measurement of thin-layer drying data were taken by the experimental device which modified from the precision humidity generators. The temperature and relative humidity of drying air were controlled by mixing of two air streams. One was absolutely dried and the other was saturated with water vapor. The time controller was adopted to control the weighing action of electronic balance at the temporal resting priod of drying test. The signal of weighing device was transferred to the recorder then converted into numerial values of moisture content for grains. The fitting-agreements of the observed values with the four thin-layer equations were examined by the statistical regression technique. Correlation coefficience and residuals plot were used as criteria for evaluating the fitting-agreement. The two-compartment model with two-term exponential function was found to be the best model to fit the experimental data and was recommended as the thin -layer model for rough rice. The four paramenters of this model were quantified as the function of temperature and relative humidity of drying air.

Key words : Thin-layer, Drying, Model.

1. Contribution No. 1721 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher and Specialist, Departmint of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(2)：228～259（1994）

臺灣薊馬之種類(2)[1]

王　清　玲[2]

摘要：本文爲系列記述臺灣薊馬種類報告之一，包括薊馬科（Thripidae）中的網紋薊馬亞科（Panchaetothripinae）共計11屬22種。每種之描述包括名稱、形態持徵、採集植物、世界分布等，亦包括本亞科中各屬以及同屬中各種之檢索。

關鍵詞：薊馬、臺灣、種類描述。

薊馬科　FAMILY THRIPIDAE

觸角7至8節，少數6或9節，第3、4節有單一或叉狀感覺錐（sense cone）。產卵管發達，自第8腹板前緣生出，中央離腹部較近，末端遠離腹部。

臺灣薊馬科各亞科之檢索表

1. 身體表面布有明顯網紋……網紋薊馬亞科 Panchaetothripinae
2. 身體表面大多爲橫紋或僅有少許網紋 ……薊馬亞科 Thripinae

網紋薊馬亞科　Subfamily Panchaetothripinae

身體與足表面布有明顯網紋，在頭與胸部背板尤爲明顯。小顎鬚2節。觸角末節細長，有些種類形成針狀。胸部內叉骨（furca）無刺（spinula）。前翅不完全透明，翅上有微毛，上脈基部通常與前緣脈（costa）結合爲一。有些種類腹部第10節左右略不對稱。本亞科大部分布於熱帶地區。

臺灣網紋薊馬亞科各屬檢索表

1. 腹部至少第2節背板兩側有多數基部膨大之微刺 …… 2
—腹部各節背板兩側均無微刺…… 6
2. 腹部第2背板兩側亞基部內縮成腰狀，密生多數微刺，其餘各節無微刺 …… 3
—腹部第2背板兩側不成腰狀，第2－9背板兩側均生有微刺 ……微刺薊馬屬 *Dendrothripoides*
3. 中胸背板中央完全縱裂 …… 4
—中胸背板完整或僅部分縱裂…… 5
4. 前翅前緣剛毛（costal seta）短於纓毛（fringe）；腹部第3—7節背板與腹板各有1對圓瘤團（areolae）……腹瘤薊馬屬 *Anisopilothrips*
—前翅前緣剛毛長於纓毛；腹部無圓瘤團 ……短刺薊馬屬 *Elixothrips*

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1722號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

5. 單眼區向前突起之高度超過頭頂與觸角第1節；觸角7節，第5－7節緊密相連，或合而爲一；中胸背板中央部份分裂……額突薊馬屬 *Astrothrips*
－單眼區突起高度不超過頭頂；觸角8節，各自分開；中胸背板完整不分裂 ……劍毛薊馬屬 *Copidothrips*
6. 前翅前緣無前緣剛毛亦無纓毛 …… 7
－前翅前緣有前緣剛毛或纓毛或兩者均有…… 8
7. 觸角7節；頭與前胸背板刻紋成網眼狀 ……缺纓狹薊馬屬 *Phibalothrips*
－觸角8節；頭與前胸背板刻紋呈不規則波浪型，不形成網眼 ……皺紋薊馬屬 *Rhipiphorothrips*
8. 前翅上下脈毛發達，排列均勻 …… 9
前翅脈毛甚微小，排列不均勻……10
9. 頭背方領區（collar area）以外之區域無網紋，領區內有明顯網紋；頰部及前胸後緣各有一對末端寬鈍之剛毛 ……直頸薊馬屬 *Monilothrips*
－頭背方領區以外之區域有網紋，領區內只前方有少許橫向網紋；頰與前胸無鈍毛……赤帶薊馬屬 *Selenothrips*
10. 後頭部之領區成爲一條線（neck line）；觸角第3、4節有單一感覺錐；前翅前緣有纓毛，無剛毛 ……微毛薊馬屬 *Heliothrips*
－後頭部之領區寬大明顯；觸角第3、4節有叉狀感覺錐；前翅前緣纓毛長於前緣剛毛……網紋薊馬屬 *Helionothrips*

腹瘤薊馬屬 Genus *Anisopilothrips* Stannard & Mitre

Anisopilothrips Stannard & Mitri, 1962：186. 模式種：*Heliothrips venustulus* Priesner, 1923.

頭背方兩眼間具有明顯突出之網紋，頰突出，頭後緊縮形成領線。觸角7節，第3、4節具單一感覺錐，無微毛。前胸背板剛毛劍形，其中央與基部同粗或更粗，至最末端才變細；中胸背板中央完全縱裂。前翅前緣剛毛短於纓毛，後緣纓毛波狀，翅脈上微毛比脈間微毛明顯。腹部第2背板兩側密生微刺，第3－7背、腹板各具1對圓瘤團。

本屬世界只1種。因與短刺薊馬屬、額突薊馬屬、劍毛薊馬屬、*Noathrips*、*Hoodothripoides*、*Hoodothrips*、*Tryphactothrips* 等具有「腹部第2節形成腰狀並有微刺」之共同特徵，故形成一 *Tryphactothrips* complex, 或如 Wilson (1975) 將之分成爲一族(Tribe Tryphactothripini)。

腹瘤薊馬 *Anisopilothrips venustulus* (Priesner) （圖1）

（麗網紋薊馬、異毛針薊馬）

Heliothrips venustulus Priesner, 1923：89.
Astrothrips angulatus Hood, 1925：50.
Hercothrips venustulus (Priesner) Moulton, 1932：480,481.
Tryphactothrips angulatus (Hood) Medina Gaud, 1961：70.
Anisopilothrips venustulus (Priesner) Stannard & Mitri, 1962：187.

雌蟲製片後體長1.1—3.3mm。體褐色，以中、後胸兩側及第3、4腹節顏色最深，腹部顏色偏向黃褐色，第3－7背板前緣脊褐色。觸角第1－6節黃色，但第3－6節端部淡褐，第7、8節褐色。前翅褐色，中央近端部處與亞基部、端部有透明區。前足黃色；中足腿節褐色，脛節褐色而基部有黃色帶；後足腿節褐色，脛節黃色；各跗節均爲黃色。

頭寬於長，背方有網紋，兩眼間之網紋甚突出，頰圓形而向兩側突出，單眼區略突起，剛毛細小

，眼後毛細小；頭後緊縮成爲一條領線，兩側突出形成尖角；小顎鬚 2 節。觸角 7 節（或稱 8 節但第 6、7 節愈合），第 3、4 節有單一感覺錐，第 6 節之單一感覺錐伸達觸角末端，無微毛。

前胸寬於長，前、後緣角向側方突出，背板有網紋，前、後及側方共生有劍狀剛毛 3 對；中胸背板中央完全縱裂；後胸背板三角區邊緣不明顯，其內有一對劍毛，小盾板寬扁。前翅上脈毛11—13支，下脈毛 6 — 7 支，排列不均勻，前緣剛毛短於纓毛，翅脈上微毛粗黑，比脈間者明顯，後緣纓毛波狀，各足脛節端部膨大，跗節 1 節。

腹部第 1 背板平滑，無網紋或刺；第 2 節於前方兩側向內縮陷成腰狀，第 2 背板中間平滑，邊緣密生百餘粒微刺，兩側後方有網紋；笫 3 — 7 背板及腹板中央1／3處有成對之圓瘤團，由10個左右之小圓瘤組成；第 8 背板有網紋，後緣無梳毛；第 9 背板有網紋及微毛，後緣有主剛毛 2 對；第10節左右不對稱，背板有網紋，中央完全縱裂。

雄蟲不詳。

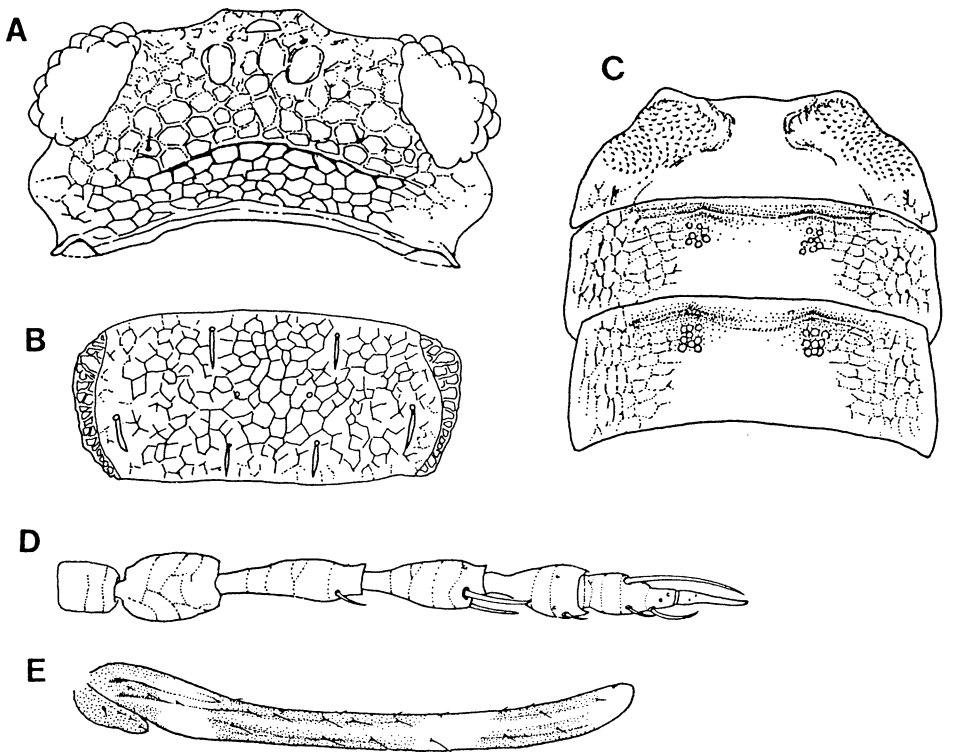


圖1. 腹瘤薊馬 *Anisopilothrips venustulus* (Priesner) (♀)：A. 頭背；B. 前胸背板；C. 腹部第 2 - 4 背板；D. 觸角；E. 前翅。

分布：臺灣、西印度群島、美國。

棲所植物：在臺灣曾於大葉楠（*Machilus kusanoi*）、荖藤（*Piper kadsura*）、山葡萄（*Ampelopsis sp.*）、山香圓（*Turpinia formosana*）、桑樹（*Morus sp.*）、江某（*Schefflera octophylla*）、雞蛋花（*Plumeria rubera*）、月桃（*Alpinia speciosa*）、菲島桐（*Mallotus philippensis*）以及雜草上採得。有記錄之世界其它植物尚包括可可（*Theobroma cacao*）、綠福拉（*Chlorophora tinctoria*）、榕（*Ficus* spp.）、線葉鐵莧（*Acalypha godsefiana*）、椰子（

Eceterpe globosa）、*Agaline lutchuensis*。

標本檢查：11♀，慈湖、蓮華池、墾丁。

額突薊馬屬 Genus *Astrothrips* Karny

Astrothrips Karny.1921：215,239. 模式種：*Heliothrips globiceps* Karny, 1923.

單眼區明顯向前突出。觸角第3、4節具單一感覺錐，第5、6節間有縫但緊密相連，第6、7節間幾乎完全癒合。中胸背板中央部份縱裂。前翅顏色濃淡間雜，前緣剛毛短於纓毛。腹部第2背板兩側有微刺，各節均無圓瘤圍。

本屬世界共約10種，分布於舊世界之熱帶與亞熱帶。

臺灣額突薊馬屬各種檢索表

1. 腹部第1背板後緣有與網紋相連之長刺；第10背板剛毛末端尖細……網梳額突薊馬 *A. aucubae*
—腹部第1背板後緣無刺；第10背板剛毛末端寬鈍 ……七星寮額突薊馬*A. Chisinliaoensis*

七星寮額突薊馬 *Astrothrips chisinliaoensis* Chen.（圖2）

Aatrothrips chisinliaoensis Chen, 1980：174, 175.

雌蟲製片後體長約1.4mm。體褐色，腹部第3—7節背板前緣脊深褐色。觸角第1—5節黃色但第4、5節末端較深，第6、7節褐色但第7節末端較淡。前足黃色，前脛節兩側緣較深；中足褐色，脛節與附節末端較黃；後腿節褐色，脛節與跗節黃色，僅基部較深。前翅黃色，亞基部與中央有不規則小型褐斑，亞端部有一較大成帶狀之褐斑，翅末端淡色。

頭部單眼區向前方明顯拱起，其高度超過觸角第1節，兩眼間與眼後有顯著突起之網紋，剛毛小，單眼著生於頭頂突起處；小顎鬚2節。觸角7節，第3、4節有單一感覺錐，第5-7節緊密相連，幾成一體，無微毛。

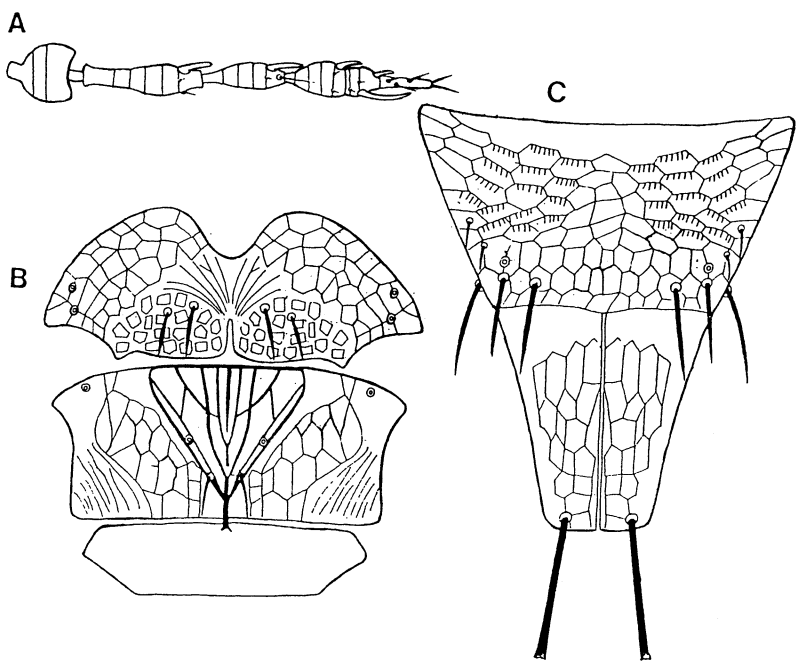


圖2. 七星寮額突薊馬 *Astrothrips chisinliaoensis* Chen（♀）：A. 觸角第2—7節；B. 中、後胸背板；C. 腹部第9、10背板。（陳，1980）

前胸背板兩側向外突出成翼片狀，背板有突起之網紋，剛毛粗；中胸背板中央分裂不完全，後2／3之刻紋突起；後胸三角區明顯，部份刻紋直達小盾板。後足之跗節內緣及末端各有一支粗大之剛毛。前翅上脈毛10—12支，下脈毛 9 —10支。

腹部第 1 、 9 、10背板整個布有網紋，第 2 — 8 背板兩側及中央稍前方亦有網紋；第 2 背板兩側有密生之微刺；第10節略不對稱，中央之縱裂完全，背板後緣具一對末端寬鈍之剛毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣。

棲所植物：茄科 (Solanaceae) 植物、葡萄 (*Vitis* sp.) 、水金京 (*Wendlandia formosana*) 、桑樹 (*Morus* sp.) 以及一般之灌木叢。

標本檢查：1 ♀(holotype) 3 ♀(paratypes)，桑樹，嘉義縣，IV-1978。(陳連勝標本現存商檢局)

網梳額突薊馬 *Astrothrips aucubae* Kurosawa (圖 3)

Astrothrips aucubae Kurosawa, 1932：230—234.

雌蟲製片後體長約1.3mm。體深褐色，腹部第 3 — 7 節背板前緣脊黑褐色。觸角僅第 6 節末端與第 7 節淡褐色，其餘各節淡黃色。前足淡黃色；中足褐色，但脛節末端與跗節較黃；後腿節褐色，脛節與跗節黃色。前翅淡黃，亞基部與亞端部各有一較大之黑褐色帶，中央有不規則小型褐斑，翅末端淡色。

頭部單眼區明顯拱起，高度超過觸角第 1 節；兩眼間與眼後有突起之網紋，領區之網紋內沿紋路生有有細小縱線，但並不貫穿網孔；頭部剛毛細小；小顎鬚 2 節。觸角 7 節，第 3 、 4 節有單一感覺錐，第 6 節單一感覺錐 2 支，均伸達觸角末端，第 5 — 7 節緊密相連幾乎成爲一體，無微毛。

前胸前、後緣角向外突出成翼片狀；中胸背板中央部份縱裂，後2／3有突起之刻紋；後胸三角區尖端聚合成粗刻紋直達小盾板，小盾板兩側成指狀突出。各足脛節端部膨大。前翅前緣剛毛短於纓毛，略短於脈毛，上脈毛10支，下脈毛 8 支。

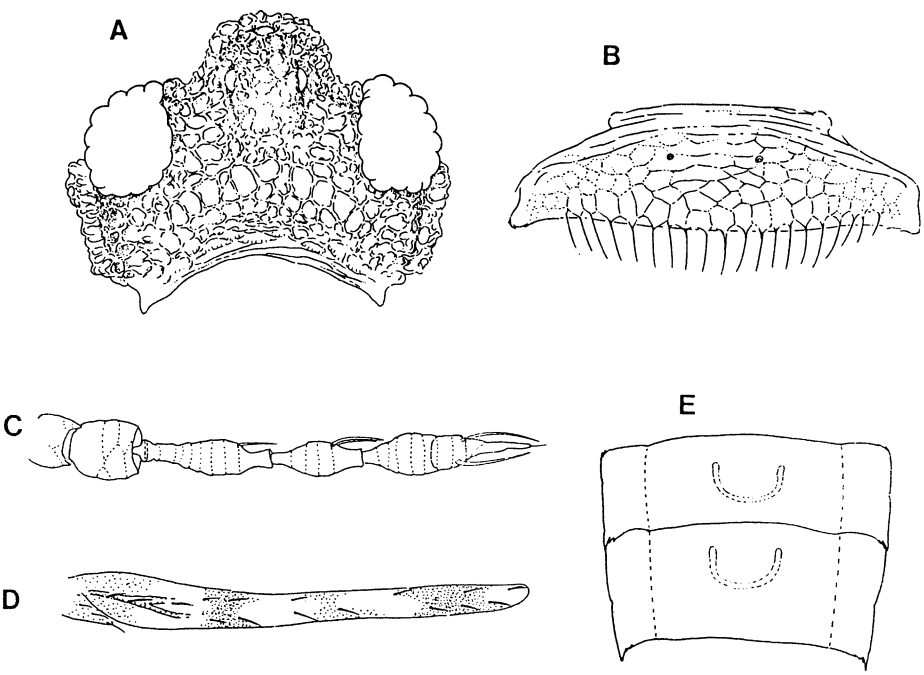


圖3. 網梳額突薊馬 *Astrothrips aucubae* Kurosawa (♀) ：A. 頭背；B. 腹部第 1 背板；C. 觸角；D. (♂) 前翅；E. (♂) 腹部第 4 、 5 腹板。

腹部第 1 、 9 、10背板全部有網紋，第 2 — 8 背板兩側及中央稍前方亦有網紋；第 1 背板後緣緊接網紋下方有 1 排長刺；第 2 背板兩側有密生之刺突；第10節圓筒狀，長約爲寬的 2 倍半，略不對稱，中央縱裂完全，背板後緣具一對末端尖細之長剛毛。

雄蟲形狀顏色與雌蟲相似，製片後體長約1.1mm。腹部第 3 — 7 腹板有U形腺室；第 9 背板後緣中央有並排之 2 對剛毛，中央 1 對較長；第10背板中央縱裂完全，左右對稱，後緣一對剛毛末端尖細。

分布：臺灣、日本、菲律賓。

棲所植物：桃葉珊瑚（*Aucuba japonica*）、小唐松草（*Thalictrum minus*），雜草。

標本檢查：1♀1♂，墾丁。

劍毛薊馬屬 Genus Copidothrips Hood

Copidothrips Hood,1954：188. 模式種：*Copidothrips formosus* Hood

頭部與前胸背板生有劍狀剛毛。觸角 8 節，第 3 、 4 節具單一感覺錐。中胸背板中央不分裂。前翅前緣剛毛長於纓毛。腹部第 2 背板兩側有微刺，無圓瘤團；第10節左右不對稱。

本屬世界只一種。

臺灣劍毛薊馬 Copidothrips formosus Hood（圖 4）

（臺灣網紋薊馬、臺灣矛鬃針薊馬）

Copidothrips formosus Hood, 1954：190.

Mesostenothrips kraussi Stannard & Mitri, 1962：211.

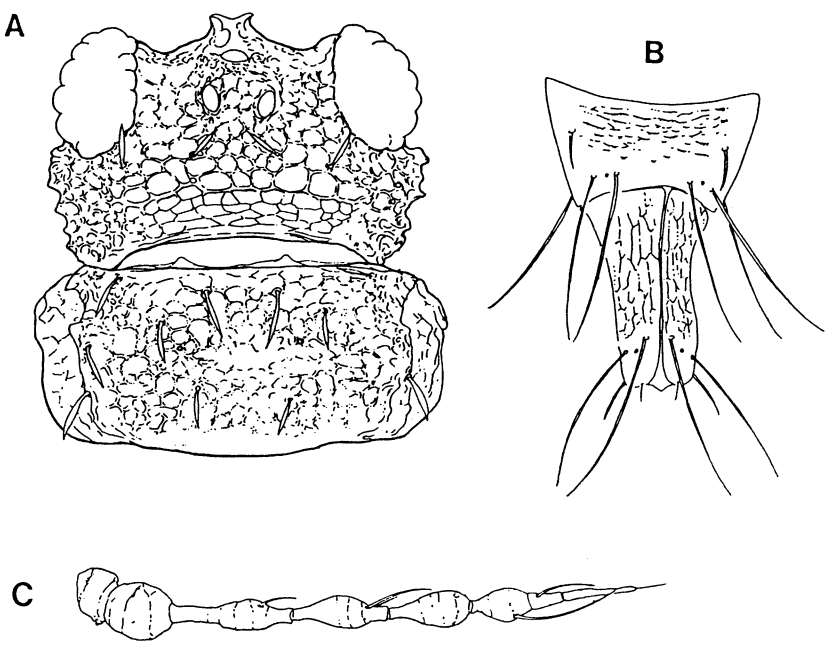


圖4. 臺灣劍毛薊馬 *Copidothrips formosus* Hood（♀）：A. 頭與前胸背板；B. 腹部第 9 、10背板；C. 觸角。

雌蟲製片後體長1.0-1.2mm。體黃褐色，腹部第 3 — 7 節背板前緣脊深褐色。觸角第 2 節淡褐色，第 1 節、第 3 — 5 節及第 6 節基部1／3黃色，第 6 節末端2／3及第 7 、 8 節淡褐色。前翅透明，有淡褐色帶。足黃色，中、後足之腿節較其餘各節顏色深。

頭寬於長，背方密布網紋，頰圓形而突出，單眼區突出明顯，剛毛小，複眼後毛 1 對明顯，成劍狀；後頭區內陷，不形成明顯之領區；小顎鬚 2 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節有單一感覺錐，第 6 節單一感覺錐伸達觸角末端，至少第 5 節有微毛。

前胸寬於長，側緣有角狀突出，背板密布網紋，其上具有前緣 2 對、側緣 1 對、中央 3 對之劍狀剛毛；後胸背板三角區邊緣不明顯，三角區前緣有一對劍狀毛約與該區等長。前翅前緣剛毛長於纓毛，表面密生微毛，上脈剛毛12支下脈11支，排列均勻。跗節 2 節。

腹部第 1 背板平滑；第 2 節基部凹陷成腰狀，背板兩側密生微刺；第 3 — 8 背板兩側有網紋；第 9 背板後緣剛毛 3 對，有微毛；第10背板中央完全縱裂，略不對稱，後緣之剛毛約與該節等長。

雄蟲不詳。

分布：臺灣、吉耳貝特島。

標本檢查：1♀，十字花科植物，VII-1970。（英國自然科學博物館 L. A. Mound 交換）

短刺薊馬屬 Genus *Elixothrips* Stannard & Mitri

Elixothrips Stannard & Mitri, 1962：186,202. 模式種：*Tryphactothrips brevisetis* Bagnall, 1919.

觸角 8 節，第 3 、 4 節具單一感覺錐，有微毛。中胸背板中央完全縱裂。前翅前緣剛毛長於纓毛。腹部第 2 節呈腰狀，背板兩側生有刺突；第10節左右不對稱，後緣剛毛短小且末端寬鈍。

本屬世界只 1 種。

短刺薊馬 *Elixothrips brevisetis* (Bagnall)．(圖 5)

(短鬃網紋薊馬)

Tryphactothrips brevisetis Bagnall, 1919：257.
Tryphactothrip rutherforde (Bagnall) Moulton, 1936：263.
Asterothrips angulatus Hood; Takahashi, 1936：429.
Dinurothrips guamensis Moulton, 1942：7.
Elixothrips brevisetis (Bagnall) Stannard & Mitri, 1962：203.

雌蟲製片後體長1.0—1.2mm。頭、胸深褐色；腹部黃褐，第 3 — 7 節背板前緣脊深褐色。觸角第 1 、 2 節黃褐，第 3 — 5 節黃色，第 6 節基部淡褐，第 6 節末端3／4及第 7 、 8 節褐色。前翅基部淡褐色，其餘淡黃褐色，有數個黑褐色不規則塊狀或斑點。前足黃褐色；中足褐色；後足腿節褐色，脛節黃色；各跗節黃色。

頭寬於長，背方密布網紋，單眼區突起；領區兩側內陷成鉤狀；小顎鬚 2 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節具單一感覺錐，第 4 — 6 節有微毛，第 6 節單一感覺錐伸達觸角末端。

前胸約與頭等寬，背板布有網紋；中胸背板中央完全縱裂；後胸背板中央三角區明顯，三角形尖端一直延申至小盾板後緣，中後胸中央最寬處約爲前胸寬度之兩倍。前翅脈粗，翅脈剛毛排列不均勻，上脈在分叉後有毛 4 支，下脈毛 5 — 7 支。跗節 1 節。

腹部第 1 背板平滑；第 2 節呈腰狀，背板兩邊密生微刺；第 3 — 7 背板兩側生網紋，中對毛微小；第 8 背板後緣無梳毛；第 9 背板後緣剛毛 3 對，中央 1 對最長；第10節左右略不對稱，背板中央完全縱裂，後緣 1 對剛毛粗短，末端寬鈍。

雄蟲不詳。

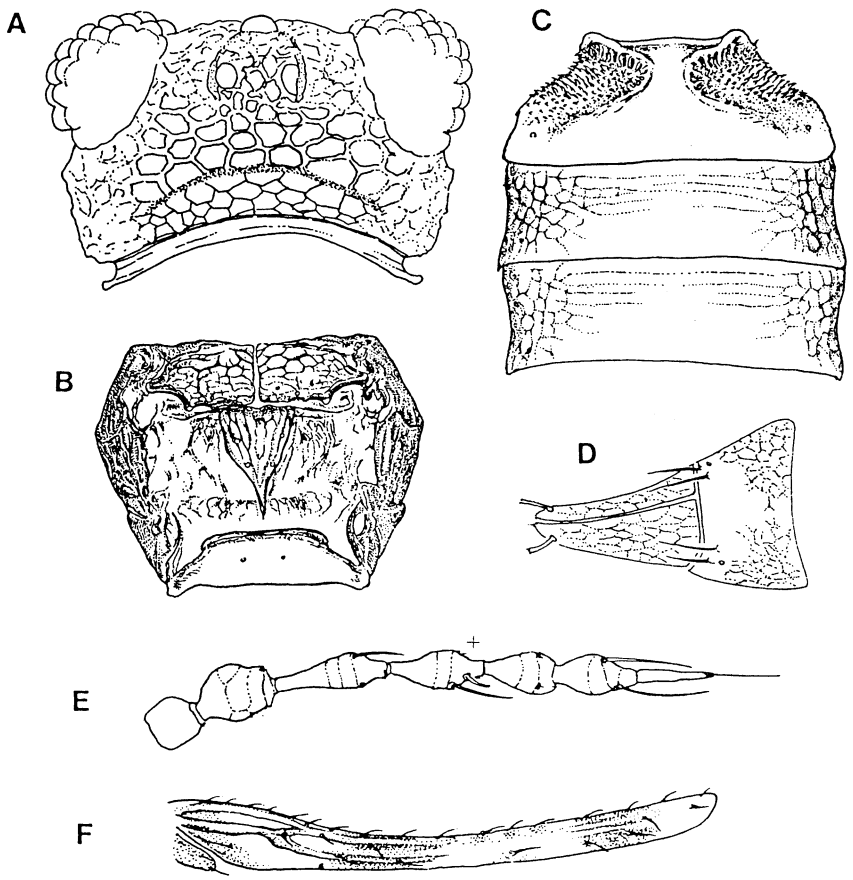


圖5. 短刺薊馬 *Elixothrips brevisetis* (Bagnall) (♀)：A. 頭背；B. 中、後胸背板與腹部第1背板；C. 腹部第2-4背板；D. 腹部第9、10背板；E. 觸角；F. 前翅。

分布：臺灣、菲律賓、太平洋群島。

棲所植物：在臺灣曾於桑樹 (*Morus* sp.)、江某 (*Schefflera octophylla*)、榕樹 (*Ficus* sp.)、月桃 (*Alpinia* sp.)、變葉木 (*Codiaeum variegatum*)、石粟 (*Aleurites moluccana*) 及雜草上採得，世界其它有記錄之植物尚包括塞斯屈勒姆 (*Cestrum pallidum*)、曇華 (*Canna speciosa*)、檄樹 (*Morinda citrifolia*)、牽牛花屬之 (*Ipomoea alba*)。

標本檢查：22♀，社頂、墾丁。

微刺薊馬屬 Genus Dendrothripoides Bagnall

Dendrothripoides Bagnall,1923：624, 625. 模式種：*Dendrothripoides ipomeae* Bagnall, 1923.

頭寬於長，頰突出；口錐超過前胸腹板末端，小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐。前胸背板毛細小；中胸背板中央不分裂。翅狹窄。腹部第2—9背板兩側密生微刺；第10節左右對稱。

本屬世界共3種。

旋花微刺薊馬 Dendrothripoides innoxius (Karny) (圖6)

Euthrips innoxius Karny, 1914：359-360.
Dendrothripoides ipomoeae Bagnall 1923：624,625.
Tryphactothrins mediostignatus Karny, 1925：34-37.
Anaphothrips innoxius (Karny) Priesner, 1926：54-55
Tryphactothrips mundus Karny, 1926：190.
Dendrothripoides innoxius (Karny) Bhatti, 1978：10-12.

雌蟲製片後體長0.9-1.1mm。頭、前胸與中胸灰黃，後胸前半部爲灰黃但三角區末端及小盾板褐色，腹部淡黃或金黃，僅第 1 腹板前半及兩側褐色。觸角第 1 、 3 、 5 節淡黃，第 2 節深黃，第 4 節前半淡黃後半淡褐，第 6 節前半淡黃但後半深褐，第 7 、 8 節深褐。前翅無色透明，亞基部及中央各有黑褐色帶，亞基部的較小，中央黑褐色部分約占翅長1／4。足淡黃。

頭寬於長，背方布有網紋，頰短小而向兩側突出，單眼間毛短小，眼後毛較長的 1 對位在後單眼正下方；口錐長度超過前胸腹板後緣，小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節具叉狀感覺錐。

前胸前窄後寬，背板網紋不明顯，剛毛細小，左右後緣角各有 1 支粗短之鈍毛；中胸完整不分裂；後胸三角區邊緣不明顯，末端止於小盾板前緣。前翅窄長，生有許多泡狀突起，尤以基部附近最爲明顯，脈毛微小，無前緣毛。

腹部第 2 — 8 背板兩側密生微刺，第 2 — 8 背板中對毛 (median paired setae) 愈向後愈長，分開愈遠；第 5 — 7 節中對毛長於亞中對毛；第 8 背板無梳毛，亞中對毛長於中對毛；第 9 、10背板後緣各有 2 對粗大剛毛；第10節左右對稱，背板中央完全縱裂。

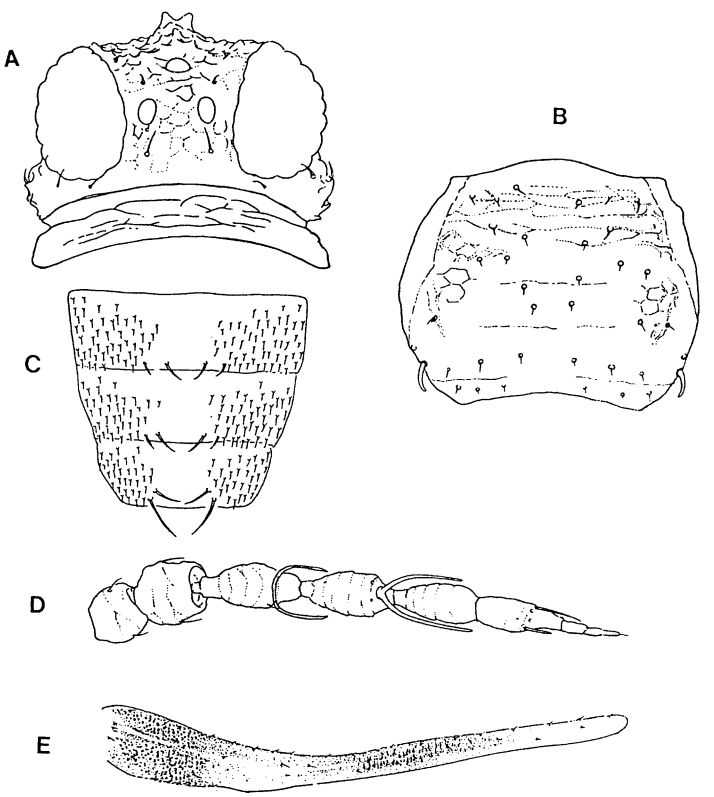


圖6. 旋花微刺薊馬 *Dendrothripoides innoxius* (Karny) (♀)：A. 頭背；B. 前胸背板；C. 腹部第 6 - 8 背板；D. 觸角；E. 前翅。

本種胸背板及第1腹背板顏色變化很多，上文中所述爲作者在臺灣採得最多之形式，另外尙有的個體前、中、後胸背板及第1胸背板均褐色。除前述之顏色形式外，本種尙可能具有以下形式之任一種：1. 後胸背板及第1腹背板黃色。2. 後胸小盾板褐色，第1腹背板黃色。3. 小盾板、後胸側板、第1腹背板均爲褐色。

雄蟲形狀顏色與雌蟲相似，體形較小，長約0.76mm。第9腹節背板後緣有一對末端散開之剛毛；第3－7腹板中央有小型腺室（glandular area）。

分布：臺灣、印度、日本、關島、夏威夷、巴西。

棲所植物：在臺灣曾於蕹菜（*Ipomoea reptans*）、野牽牛（*Ipomoea cairica*）、馬拉巴粟（*Pachida macrocarpa*）上採得，世界記錄之其它植物尙包括：萵苣(*Lactuca sativa*）、菸草（*Nicotiana tabacum*），*Ipomoea*屬之多種植物、地黃（*Clerodendrum rehmanni*）、雙刺卡梨（*Carissa bispinosa*）、稗（*Echinochloa crusgalli*）、薯芋（*Dioscorea* sp.）。

標本檢查：14♀1♂，霧峰、南仁山、墾丁

附記：本種在臺灣於野生牽牛花上普遍存在，同屬的甕菜枝葉上亦可採得，但薊馬爲數很少，尙不致形成明顯傷害。在夏威夷之番薯、萵苣、薯芋上均曾有較明顯發生之記錄，其在幼芽上之吸食會使葉片產生疤痕及皺縮，造成番薯相當程度之損害。

微毛薊馬屬 Genus *Heliothrips* Haliday

Heliothrips Haliday, 1836：443. 模式種：*Heliothrips Adonidum* Haliday, 1836.

全身布有網紋，剛毛微小；後頭部有明顯領線。觸角8節，第3、4節有單一感覺錐，無微毛。前胸小，中胸背板中央不分裂。前翅後緣纓毛直。足粗。腹部第8背板後緣梳毛完整，第10背板中央完全縱裂。

本屬全世界3種。

變葉木薊馬 *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) （圖7）

（溫室薊馬、溫室網紋薊馬）

英名：Greenhouse thrips、Glasshouse thrips

Thrips haemorrhoidalis Bouché, 1833：42.

Heliothrips adonidum Haliday, 1836：443.

Thrips adonidum (Haliday)；Cook, 1874：501.

Heliothrips haemorrhoidalis (Bouché)；Burmeister, 1838：412.

雌蟲製片後體長約1.2-1.5mm。褐色型：體褐色，腹部第2－8節前緣脊深褐色，第9、10節顏色較金黃；淡色型：頭、胸褐色，腹部淡黃色。褐色型與淡色型之觸角第1、2、7、8節淡褐色，第3－5節和第6節基部淡黃色，第6節端部2／3褐色。足淡黃色。前翅淡黃色，下脈淡褐色。

頭寬於長，背方有網紋，頰之中央略向內凹陷，剛毛微小；後頭有顯著收縮之領線，但不成爲塊狀之領區；口錐寬圓，小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節有單一感覺錐，第8節細長呈針狀，長度約爲第6、7節總和之2倍，無微毛。

前胸背板寬於長，後緣角圓鈍，其上布滿網紋，剛毛微小；中胸背板完整，布滿網紋，剛毛微小；後胸小盾板有三角網紋區，末端圓鈍，中後胸片不分離。前翅前緣無剛毛，後半段有纓毛，脈毛微小。前、中足腿節與脛節粗圓，有網紋，跗節1節。

腹部第1背板完全布有網紋；第2－8背板兩側及中央有網紋，亞中央區平滑，中對毛向後漸增長；第8背板後緣梳毛完整而長；第9、10背板各有2對主剛毛，外側1對較長；第10節左右略不對稱，背板中央完全縱裂。

雄蟲極爲稀少，在臺灣並未發現。其形狀顏色與雌蟲相似，但較小。腹部第 9 節背板有 3 對矛狀毛，最前 1 對最粗；第 3 — 7 節腹板腺室寬扁，在該節前緣。

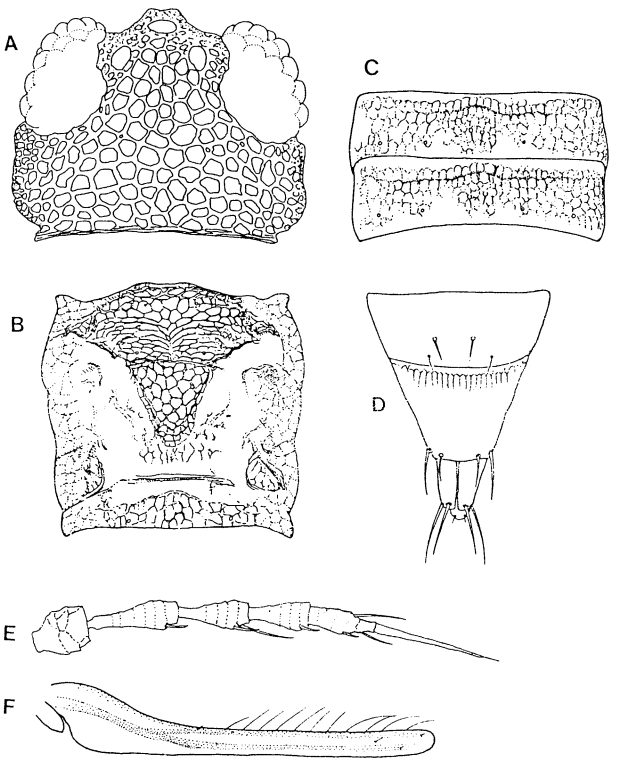


圖7. 變葉木薊馬 *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouché) (♀)：A. 頭背；B. 中、後胸背板與腹部第 1 背板；C. 腹部第 3 、 4 背板；D. 腹部第 8 -10背板；E. 觸角；F. 前翅。

分布：全世界。

棲所植物：寄主植物很多，在臺灣曾於石栗 (*Aleurites moluccana*)，青紫木 (*Excoecaria cochinchinesis*)，變葉木 (*Codiaeum variegatum*)，烏臼 (*Sapium sebiferum*)，野桐 (*Mallotus japonicus*)，筆筒樹 (*Sphaeropteris lepifera*)，萬壽菊 (*Tagetes eracta*)，雞蛋花 (*Plumiera rubera*)，李 (*Prunus salicina*)，龍柏 (*Juniperus chinensis*)，青楓 (*Acer serrulatum*)，柳杉 (*Cryptomeria japonica*)，楓香 (*Liquidambar formosana*)，樹杞 (*Ardisia sieboldii*)，紅皮 (*Styrax formosana*)山香圓 (*Turpinia formosana*)，三脚鼈 (*Evodia lepta*)，山龍眼 (*Helicia formosana*)，稜果榕 (*Ficus septica*)，桑樹 (*Morus.* sp.)，山葡萄 (*Ampelopsis brevipedunculata*)，相思樹 (*Acacia confusa*)，木薑子 (*Litsea* sp.)，煙草 (*Nicotiana tabacum*)，芋 (*Colocasia* sp.) (*Cordonia axillaris*)上採得，此外世界記錄之棲所尚有包括松樹 (*Pinus* sp.)，茶 (*Camellia* sp.)，酢醬草 (*Oxalis* sp.)，雜草等之多種植物。

標本檢查：34♀，蓮華池、墾丁。

附記：本種薊馬在熱帶及亞熱帶發生普遍，寄主植物多，因此甚爲著名，在國外某些溫帶地區被列爲經濟害蟲，主要在溫室內爲害。成、幼蟲在葉片背面主脈兩側爲害，幼蟲爬行遲鈍，有群聚性。1944 年 Takahashi 記載其在臺灣平地多種樹木的葉部可見，整年發生，被害葉產生淡灰黃色小斑點，

嚴重時葉片乾枯。目前作者也經常可在木本植物上採到，數目多時，會造成葉片之枯黃。但在簡易設施或溫室中，尚未有其發生或爲害之報告。

網紋薊馬屬 Genus *Helionothrips* Bagnall

Helionothrips Bagnall, 132：506. 模式種：*Heliothrips brunneipennis* Bagnall, 1915.

體深黑褐，有網紋。頭寬於長，有明顯領區；小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐。前胸比頭略長，稍寬於長，前後緣角圓鈍。前翅狹長，前後緣約平行，前緣纓毛長於前緣剛毛。腹部背板前緣線明顯。

本屬全世界約20種。

臺灣網紋薊馬屬各種檢索表

1. 腹部第8背板後緣梳毛完整；眼無深色素 …… 2
—腹部第8背板後緣梳毛兩側有，中央缺；眼有或無深色素…… 3
2. 觸角第1、2、6節褐色，第3—5節黃色；後胸小盾板後緣兩側突出成指狀；前翅脈發達；腹部第9節寬於長；雄蟲腹部第7、8腹板有腺室 ……黃頂網紋薊馬 *H. errans*
—觸角第1節黃褐色，第2—5節及6節基部一半黃色；後胸小盾板後緣兩側無突出物；前翅脈毛微小；第9腹節長於寬；雄蟲無腺室……高橋網紋薊馬 *H. annosus*
3. 觸角第1—5節黃色；前胸與中、後胸背板網紋內無小紋 …… 4
—觸角第1、2節黃褐至褐色，比第3—5節顏色深；前胸與中、後胸背板網紋內有小紋…… 5
4. 雄蟲腹部僅只第7、8腹板各具一腺室 ……黑體網紋薊馬*H . aino*
—雄蟲腹部第6、7、8腹板各具一腺室 ……石月網紋薊馬 *H. mube*
5. 觸角第1、2節顏色比第6節深；前胸背板網紋全部內有小紋；腹部第9節長於第8節 ……
……長頭網紋薊馬 *H. cephalicus*
—觸角第1、2節顏色與第6節相同或更淡；前胸背板網紋內最多後半部有小紋；腹部第9節約與第8節等長 …… 6
6. 眼無深色素；觸角第1、2節褐色，與第6節同色 ……褐頭網紋薊馬 *H. unitatus*
—眼具有深色素；觸角第1、2節黃褐色至褐色，比第6節淡，第6節則爲深褐色…… 7
7. 後胸背板網紋內無小紋；雄蟲只第8腹板有一腺室 ……釣樟網紋薊馬 *H. linderae*
—後胸背板網紋內有小紋；雄蟲第7、8腹板各有一腺室……普通網紋薊馬 *H. communis*

黑體網紋薊馬 *Helionothrips aino* (Ishida) (圖8)

Heliothrips aino Ishida , 1931：34..

Helionothrips compressus Hood, 1954：192.

Helionothrips antennatus Kurosawa, 1968：15-46.

Helionothrips aino (Ishida) ; Jacot-Guillarmod, 1971：260.

雌蟲製片後體長1.3-1.4mm。體深褐色。複眼黑，單眼區有紅色素。觸角第1、2節金黃色或淡褐色或黃褐色，第3—5節淡黃色，第6節黑褐色，比第2節顏色深，第7節褐色，第8節淡褐。前翅基部深褐色，亞基部有淡色帶，其後淡褐色。前足黃，前脛節兩緣較暗；中後足腿節褐色，脛節端部1／2-1／3黃色，跗節黃色。

頭寬於長，背方布有網紋，單眼區突起；頭部網紋成多角形；領區網紋扁形，網紋內有許多小點刻。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐，第4節之感覺錐甚長，伸達第6節基部，第4—6節有微毛。

前胸背板密布網紋，中央有左右兩處網紋較大，成長方形區域；前胸背板網紋在靠近後緣處形成縱向之凹陷區，因較不平，故製玻片標本時偶會因下壓而破裂；中胸背板中央後半部縱裂；後胸三角區明顯，小盾板有網紋。前翅前緣剛毛短於纓毛，翅上布有微毛，脈毛微小，後緣纓毛波狀。

腹部背板有網紋；第 3 — 8 節亞前緣線成圓拱狀（scallop），中央 1 個，兩側各 3 個；第 8 背板兩側 3 個拱起區分不明顯，後緣梳毛長，兩旁有，中央缺；第10背板中央完全縱裂。

雄蟲與雌蟲形狀及顏色相似。腹部至少第 7 、 8 腹板有小圓形腺室。第 9 背板有 2 對矛狀毛，前方 1 對較粗長，彼此間距離較遠，矛狀毛下方有約10粒小型深褐色瘤突。

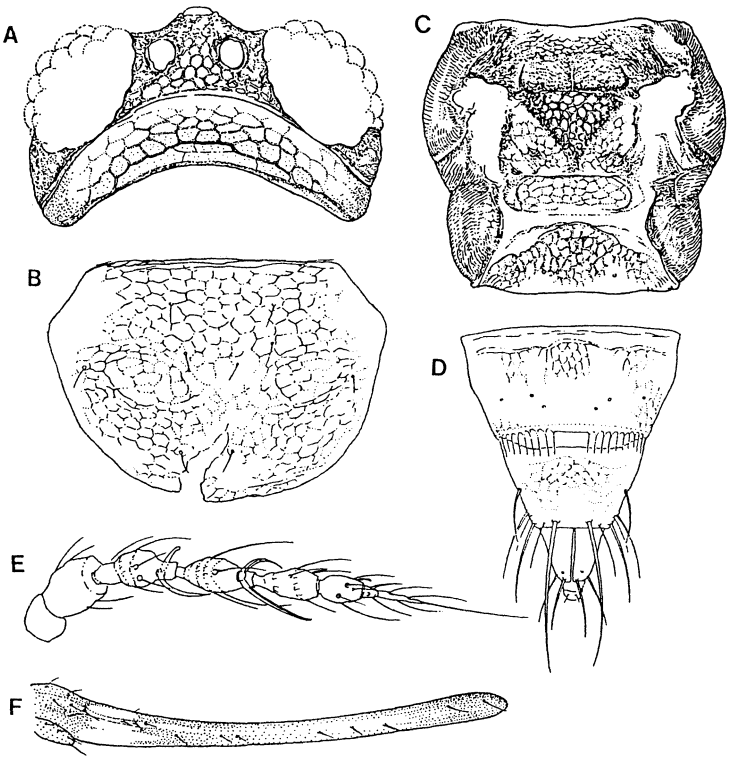


圖8. 黑體網紋薊馬 *Helionothrips aino* (Ishida) (♀)：A. 頭背；B. 前胸背板；C. 中、後胸背板與腹部第 1 背板；D. 腹部第 8 -10背板；E. 觸角；F. 前翅。

分布：臺灣、日本。

棲所植物：早熟禾 (*Poa annum*)和三葉草 (*Trifolium* sp.) 之花部，獼猴桃 (*Actinidia arguta*)，馬兜鈴 (*Aristolochia* sp.) 香蕉 (*Musa sapientum*)，杉木 (*Cunninghamia* sp.)，甕菜 (*Ipomoea reptans*)，櫻 (*Prunus* sp.)，木薑子 (*Litsea* sp.)，芋 (*Colocasia* sp.)，雜草。

標本檢查：1 ♀，日本北海道，獼猴桃，VIII-1976；1 ♀，日本靜岡，馬兜鈴，X-1985。(I. Kudo 贈予)

高橋網紋薊馬 *Helionothrips annosus* Wang (圖 9)

Helionothrips annosus Wang, 1993：3,4.

雌蟲製片後體長1.4-1.6mm。體深褐色，以第 2 — 7 腹節顏色最深。觸角第 1 節黃褐色，第 2 — 6 節淡黃色，但第 6 節末端1／3灰褐色，第 7 、 8 節灰褐色。前翅基部與鱗瓣深褐色，亞基部淡色透明，

其餘部份褐色，翅端顏色較深。前腿節黑褐色但末端1／3較黃，前脛節兩緣色較暗中央黃色；中後足腿節與脛節黑褐色，但脛節兩端較黃；各跗節黃色。

頭寬於長，背方兩眼間布有網紋，單眼區突起，頰幾近平行；領區前後緣約平行，其內網紋中有許多小點刻。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐，第4節之感覺錐甚長，伸達第6節中部，第4—6節有微毛。

前胸略寬於長，近於圓形，背板有網紋，剛毛微小；中央有左右兩處網紋較大，成長方形；中胸背板與後胸三角區有網紋。前翅布有微毛，脈毛微小，後緣纓毛波狀。

腹部背板有網紋；第1—8節前緣線中央近於直線；第8、9腹節兩側突出；第8背板後緣梳毛完整；第9、10腹節在本屬中算是相當長，第9腹節後緣有2對主剛毛，第10背板中央完全縱裂。

雄蟲與雌蟲形狀及顏色相似。腹部較細長，第8、9節兩側不突出。第9背板有2對矛狀毛，排成兩列，矛狀毛下方有約10粒小型深褐色瘤突。

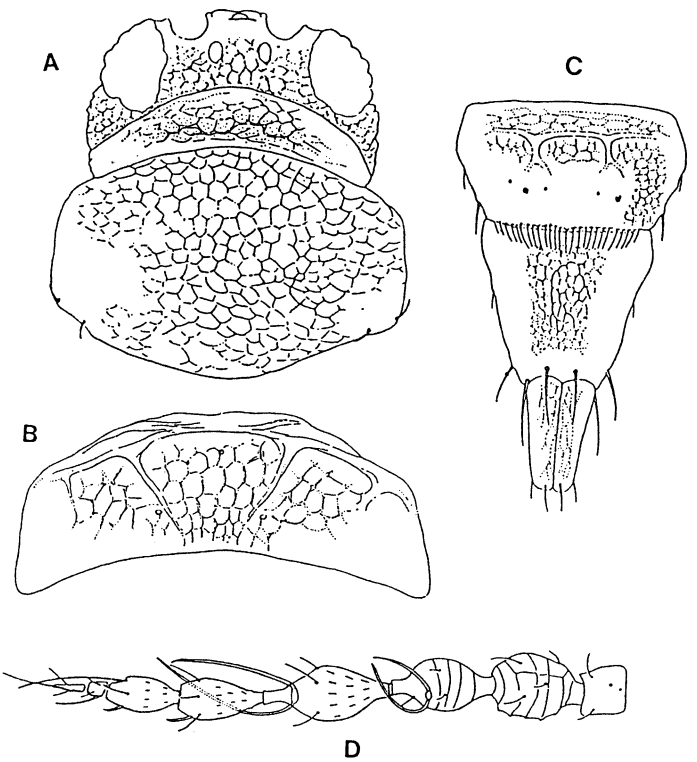


圖9. 高橋網紋薊馬 *Helionothrips annosus* Wang（♀）：A. 頭與前胸背板；B. 腹部第1背板；C. 腹部第8-10背板；D. 觸角。

分布：臺灣。

棲所植物：釣樟（*Litsea* sp.）.

標本檢查：1♀(holotype)1♂(allotype) 5♀(paratypes)，臺東，VI-1936。(Takahashi採集)

長頭網紋薊馬 *Helionothrips cephalicus* Hood (圖10)

Helionothrips cephalicus Hood, 1954：191

雌蟲製片後體長1.3-1.4mm。體深黑褐，複眼黑色，僅腹部第 8 —10節顏色較淡。觸角第 1 、 2 節深褐色，第 3—5 節及第 6 節基部黃色，第 6 節末半及第 7 、 8 節灰褐色。前翅褐色，亞基部有一淡色帶，翅端深褐色。前足黃色，腿節與脛節之部分稍深褐色；中後足腿節、脛節基部及末端黃色，餘深褐色。

頭長包括領區在內，與頭寬幾乎相等，網紋內有小紋；領圈明顯，前緣中央拱起，網紋大，其內並有許多小點刻。觸角 8 節，第 3 、 4 節具叉狀感覺錐，第 4 節感覺錐長度未達第 5 節末端。前翅布有網紋，上脈端毛較其餘脈毛發達，後緣纓毛波狀。

前胸背板密布網紋，內有小直紋；中央有左右兩處網紋較大，成長方形；中胸與後胸三角區網紋內均有小直紋。

腹背板有網紋，第 2 — 8 背板兩側網紋內有小直紋；亞前緣橫線只中央稍拱，左右側並不形成數個扇狀拱紋；第 8 背板後緣兩側有梳毛，中央只有梳毛基而無細長之尖端；第 9 腹節甚長，約爲第10節長度之 2 倍；第10背板中央完全縱裂。

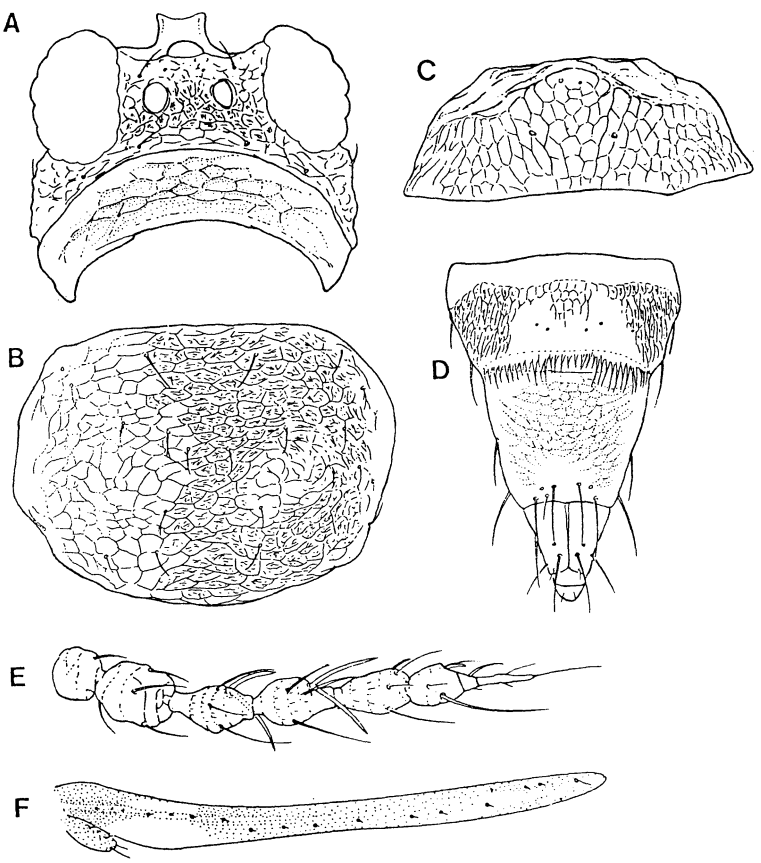


圖10. 長頭網紋薊馬 *Helionothrips cephalicus* Hood（♀）：A. 頭背；B. 前胸背板；C. 腹部第 1 背板；D. 腹部第 8 -10背板；E. 觸角；F. 前翅。

雄蟲體形顏色與雌蟲相似，長約0.9mm。腹部第 8 節有大形橢圓腺室，面積約占該節1／2；第 9 腹板有 2 對矛狀毛，成前後兩行排列，前面 1 對較長，彼此間距離較遠，其下方有 5 粒深褐色瘤突。

分布：臺灣

棲所植物：竹子（*Rhapis* sp.），雜草。

標本檢查：5 ♀ 1 ♂，霧社、雙冬、關仔嶺。

普通網紋薊馬 *Heliothrips communis* Wang（圖11）

Heliothrips communis Wang, 1993：4-6.

雌蟲製片後體長1.6mm 。體深褐色，以腹部第 2 — 7 節顏色最深。複眼深色，單眼有紅色素。觸角第 1 、 2 節黃褐色，第 3 — 5 節淡黃色，第 6 節黑褐色，第 8 節淡褐。前翅基部鱗瓣深褐色，亞基部淡色透明，其後淡褐色，翅端稍深。前腿節褐色，前脛節黃褐；中後足腿節與脛節深褐色，脛節端部1／4黃色；跗節黃色。剛毛淡褐色。

頭寬於長，背方布有網紋，單眼區突起，頰約平行；頷區明顯，其前後緣約平行，其內網紋中有許多小點刻；小顎鬚 2 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀感覺錐，第 4 節之感覺錐甚長，伸達第 6 節基部，第 4 — 6 節有微毛。

前胸略寬於長，近於圓形，背板有網紋，中後方之網紋內有小紋，剛毛長；中胸背板與後胸三角區有網紋，內有小紋。前翅布有微毛，上脈剛毛基部 6 支端部 2 支，下脈毛 5 — 9 支，後緣纓毛波狀。

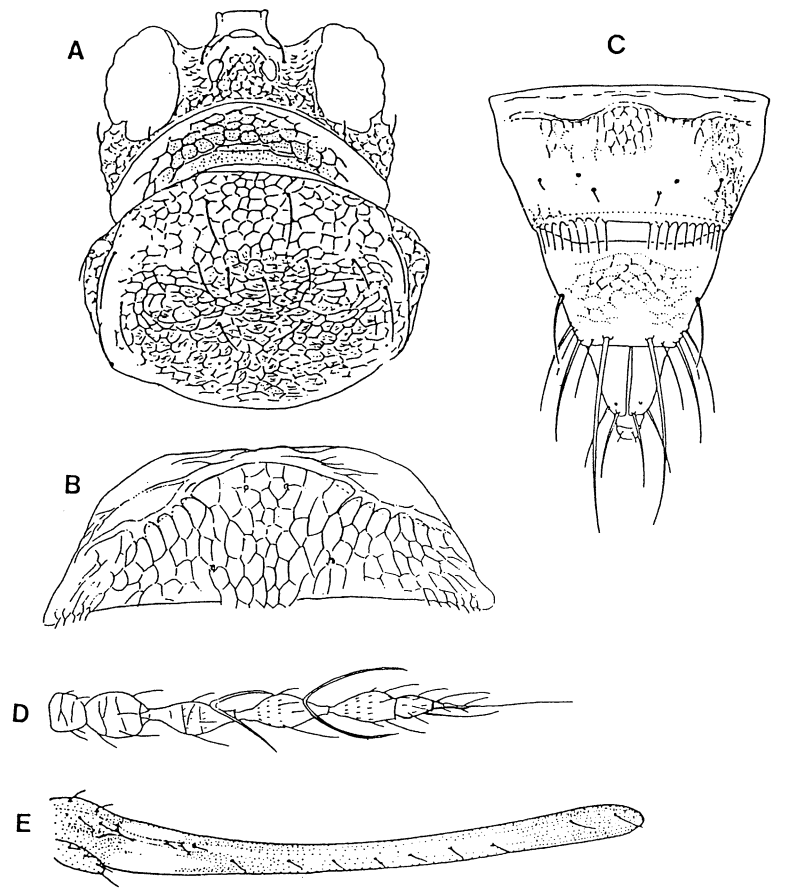


圖11. 普通網紋薊馬 *Heliothrips communis* Wang（♀）：A. 頭與前胸背板；B. 腹部第 1 背板；C. 腹部第 8 -10背板；D. 觸角；E. 前翅。

腹部背板有網紋；第 3 — 8 節前緣線中央形成U字形，兩側網紋內有小紋；第 8 背板後緣梳毛中央缺；第 9 腹節後緣有 2 對主剛毛；第10背板中央完全縱裂。

雄蟲與雌蟲形狀及顏色相似。腹部較細長，第 9 背板有 2 對矛狀毛，排成兩列，矛狀毛下方有數粒小型深褐色瘤突。

分布：臺灣、日本。

棲所植物：芋（*Colocasia* sp.），香蕉（*Musca* sp.），茄子（*Solanum melongena*），月桃（*Alpinia* sp.），甕菜（*Ipomoea reptans*），杜鵑（*Rhododendron* sp.）

標本檢查：1♀（holotype），臺中，芋，III-1993；12♀ 3♂（paratypes），萬豐、田尾、蓮華池、杉林溪、蕙蓀林場。

黃頂網紋薊馬 *Helionothrips errans* (Williams) (圖12)

Heliothrips errans Williams, 1916：243.

Hercinothrips errans (Williams)；Priesner, 1935：351.

Helionothrips errans (Williams)；Priesner, 1936：208.

雌蟲製片後體長1.1-1.4mm。體黑褐色，頭部觸角間單眼前爲黃色。觸角第 1 節淡褐色，第 2 節褐色，第 3 — 5 節淡黃色，第 6 節褐色，第 7、8 節灰褐色。前翅基部褐色，亞基部有一淡色帶，餘淡褐色，翅端顏色較深。前足黃，中足腿節基部與端部淡黃，中央褐，脛節基部淡褐，餘淡黃；後足腿節深褐，脛節基部深褐，後半段淡黃；各跗節淡黃。

頭寬於長，背方布有網紋；領區前後緣約平行，其內密布網紋。觸角 8 節，第 4 節之單一感覺錐與叉狀感覺錐等長。

前胸背板密布網紋，中央有左右兩處網紋較大，成長方形；後胸三角區後緣之點刻明顯，小盾板兩側之後緣角明顯突出，成指狀。前翅布有微毛，後緣纓毛波狀。

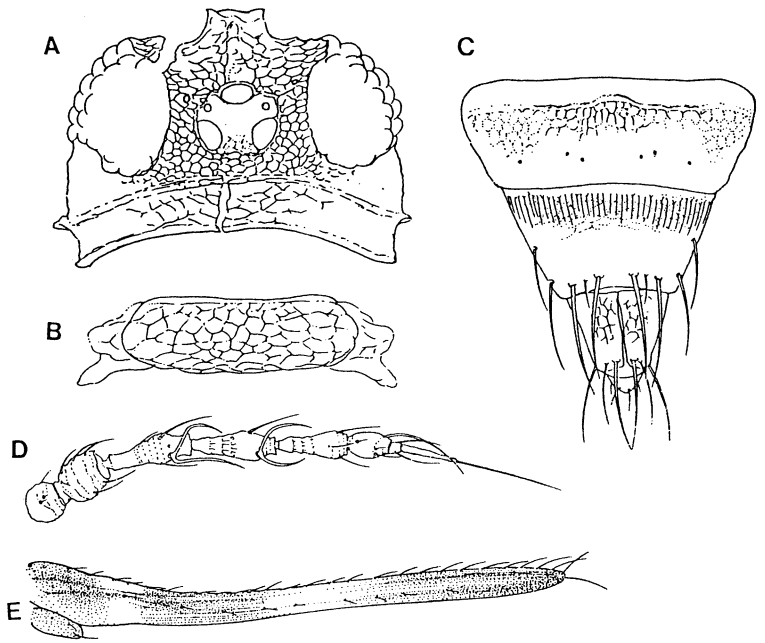


圖12. 黃頂網紋薊馬 *Helionothrips errans* (Williams) (♀)：A. 頭背；B. 後胸小盾板；C. 腹部第 8 -10背板；D. 觸角；E. 前翅。

腹部第1背板前緣隆起線大而明顯，約占全長1／3；第3－8節亞前緣線成圓拱狀，中央1個，兩側各3個；第8節兩側3個拱起區分不明顯，亞中央區平滑；第8節後緣梳毛由三叉狀齒組成，中央梳毛較短，僅中斷約一齒之距離；第10背板中央縱裂完全。

雄蟲顏色形狀與雌蟲相似。腹部第9背板有2對矛狀毛，在背板中後方有8－10粒小型深褐色瘤突；第7、8腹板有圓形腺室。

分布：臺灣、日本、俄國、肯亞、英國。

棲所植物：溫室蘭花（*Laelia anceps*），袋唇蘭（*Cypripedium* sp.），嘉得利亞蘭（*Cattleya bertheuana, C. labiata*），貴石斛（*Dendrobium nobile*），櫻屬（*Prunus* sp.），樟科（Lauraceae），咖啡（*Coffea arabica*），翠菊（*Callistephus chinensis*），在臺灣曾於佩羅特木（*Perrottetia arisanensis*），變葉新木薑子（*Neolitsea variabillima*）上採得。

標本檢查：1♂，Burmingham, England, 蘭花，V-1926。（英國自然科學博物館 L. A. Mound 標本）

附記：本所標本館原藏有1隻由Takahashi 在櫻桃葉上採得之本種薊馬，但經作者再度鑒定爲 *H. aino*。根據記載本種在溫室內栽植之蘭花上發生普遍，臺灣蘭花栽植很多，但除以往 Takahashi 之記錄外，作者尚未在蘭花上採得此種之標本。

釣樟網紋薊馬 *Heliothrips linderae* Kudo（圖13）

Heliothrips linderae Kudo, 1992：279-281.

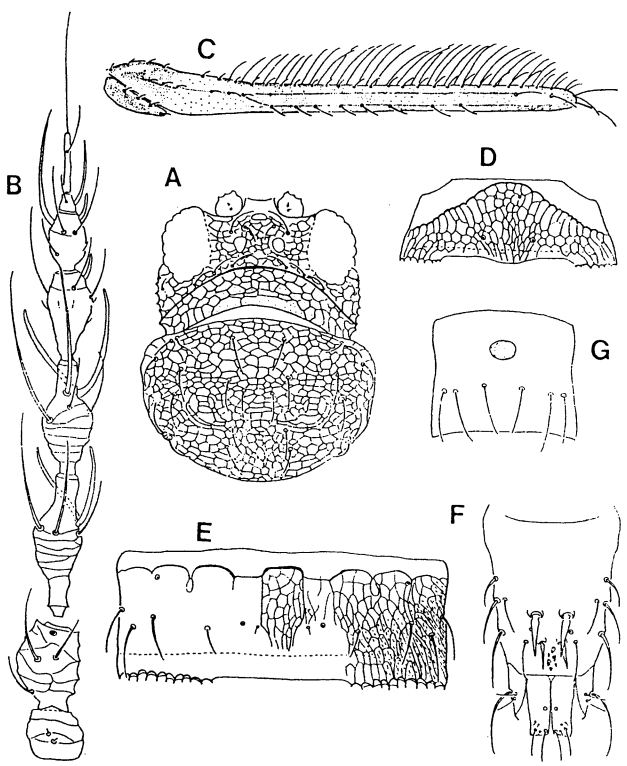


圖13. 釣樟網紋薊馬 *Heliothrips linderae* Kudo：A.（♀）頭與前胸背板；B.（♀）觸角；C.（♀）前翅；D.（♀）腹部第1背板；E.（♀）腹部第5背板；F.（♂）腹部第9-10背板；G.（♂）腹部第8腹板。（Kudo，1992）.

雌蟲製片後體長1.5-1.6mm。體深褐色。複眼黑。觸角第 1 、 2 節黃褐至褐色，第 3 — 5 節淡黃色，第 6 節黑褐色，比第 2 節顏色深，第 7 節褐色，第 8 節淡褐。前翅基部深褐色，亞基部有淡色帶，其後淡褐色。前足黃，前脛節兩緣較暗；中後足腿節褐色，脛節端部1／2-1／3黃色，跗節黃色。

頭寬於長，背方布有網紋，單眼區突起；領區明顯，約與頭其餘部份等長，其前後緣中央向前方拱起，其內稍後方有一深褐色橫紋，橫紋前方網紋成多角形，橫紋後方網紋扁形，網紋內有許多小點刻。觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀感覺錐，第 4 節之感覺錐達第 5 節末端部，第 4 — 6 節有微毛。

前胸背板密布網紋，中央有左右兩處網紋較大，成長方形；中胸背板中央後半部縱裂，網紋內有小紋；後胸三角區明顯，網紋無小紋，小盾板有網紋。前翅前緣剛毛短於纓毛，翅上布有微毛，上脈剛毛 8 — 9 支，下脈剛毛 6 — 8 支，後緣纓毛波狀。

腹部背板有網紋；第 3 — 8 節亞前緣線成圓拱狀，中央 1 個，兩側各 3 個；第 8 背板兩側 3 個拱起區分不明顯，後緣梳毛長，兩旁有，中央缺；第10背板中央完全縱裂。

雄蟲與雌蟲形狀及顏色相似。腹部只第 8 腹板有一小圓形腺室。第 9 背板有 2 對矛狀毛，前方 1 對較粗長，彼此間距離較遠，矛狀毛下方有約 6 粒小型深褐色瘤突。

分布：臺灣、日本。

棲所植物：釣樟（*Lindera* sp.), *Parabenzoin praecox.*

標本檢查：2 ♀ 2 ♂，棲所植物不詳，VI-1936。（Takahashi 採集）

石月網紋薊馬 *Helionothrips mube* Kudo（圖14）

Helionothrips mube Kudo, 1992：275-279.

雌蟲製片後體長1.4-1.7mm。體深褐色。複眼黑。觸角第 1 — 5 節黃色，第 6 、 7 節褐色，第 8 節淡褐色。前翅基部深褐色，亞基部有淡色帶，其後淡褐色，末端部顏色稍深。前足黃，前脛節兩側緣較暗；中後足腿節褐色，脛節端部1／2-1／3黃色，跗節黃色。

頭寬於長，背方布有網紋，單眼區突起；領區明顯，約與頭其餘部份等長，其前後緣中央向前方拱起，其內稍後方有一深褐色橫紋，橫紋前方網紋成多角形，橫紋後方網紋扁形，網紋內有許多小點刻。觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀感覺錐，第 4 節之感覺錐甚長，伸達第 6 節基部，第 4 — 6 節有微毛。

前胸背板密布網紋，中央有左右兩處網紋較大，成長方形；中胸背板中央後半部縱裂；後胸三角區明顯，小盾板有網紋。前翅前緣剛毛短於纓毛，翅上布有微毛，脈毛微小，後緣纓毛波狀。

腹部背板有網紋；第 3 — 8 節亞前緣線成圓拱狀中央 1 個，兩側各 3 個；第 8 背板兩側 3 個拱起區分不明顯，後緣梳毛長，兩旁有，中央缺；第10背板中央完全縱裂。

雄蟲與雌蟲形狀及顏色相似。腹部第 6 、 7 、 8 腹板各有小圓形腺室。第 9 背板有 2 對矛狀毛，前方 1 對較粗長，彼此間距離較遠，矛狀毛下方有約10粒小型深褐色瘤突。

分布：臺灣、日本。

棲所植物：石月（*Stauntonia hexaphylla*），雜草。

標本檢查：1 ♂，鞍馬山，雜草，VI-1992。

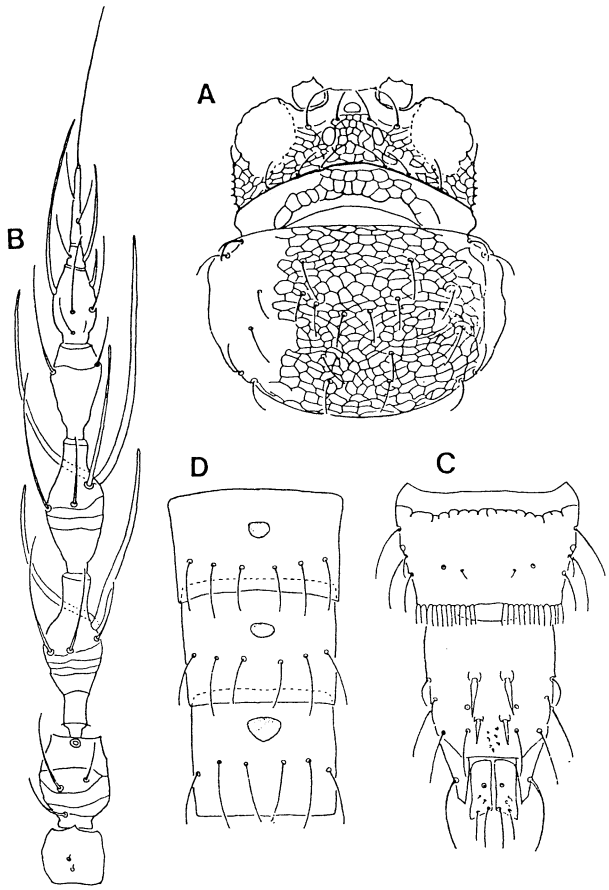


圖14. 石月網紋薊馬 *Heliothrips mube* Kudo：A.（♀）頭與前胸背板；B.（♀）觸角；C.（♂）腹部第 8 -10背板；D.（♂）腹部第 6 - 8 腹板。（Kudo，1992）

褐頭網紋薊馬 *Heliothrips unitatus* Chen

Heliothrips unitatus Chen, 1981：121.

雌蟲製片後體長1.4-1.6mm。體深褐色。複眼透明，單眼區無紅色素。觸角第 1 、 2 、 6 節淡褐色，第 3 —5 節灰黃色，第 7 、 8 節灰褐色。前翅基部與鱗瓣褐色，亞基部淡色透明，其餘部份褐色，翅端較深褐色。前足淡褐色；中、後腿節與脛節褐色，但脛節末端黃色，跗節黃色。剛毛淡竭色。

頭寬於長、背方布有網紋，單眼區突起，頰約平行；領區明顯，其前後緣約平行，其內網紋中有許多小點刻；小顎鬚 2 節。觸角 8 節，第 3 、 5 節有叉狀感覺錐，第 4 節之感覺錐甚長，伸達第 6 節中央，第 4 — 6 節有微毛。

前胸略寬於長，近於圓形，背板有網紋，中後方之網紋內有小紋，剛毛長；中胸背板與後胸三角區有網紋，內有小紋。前翅布有微毛，上脈剛毛基部 6 支端部 2 支，下脈毛 6 — 8 （多數爲 7 ）支，後緣纓毛波狀。

腹部背板有網紋；第3—8節前緣線中央形成U字形；第2—7背板兩側網紋內有小紋；第8背板後緣梳毛中央無；第9背板後緣有2對主剛毛；第10背板中央完全縱裂。

依據原作者陳連勝（1981）描述，雄蟲腹部無腺室。作者未採得此種雄蟲之標本。

分布：臺灣。

棲所植物：雞母珠（*Abrus precatorius*）酢醬草（*Oxalis* sp.）.

標本檢查：4♀，臺北，雞母珠、酢醬草，1921,1932,1935（Takahashi 採集）；6♀，蓮華池，蛇木，I-1991。

附記：本種模式標本已損壞，不堪檢視，本文是依據原文及作者自己採得之標本重新描述。本種雌蟲與 *H. communis* 極相近似，可以(1) *communis* 之觸角第2節顏色比第6節淡，*unitatus* 之觸角第2節顏色與第6節同深，(2) *communis* 複眼深色，*unitatus* 複眼透明，而予以區分。本種未另繪圖，可參閱 *H. communis* 之圖形。

直頸薊馬屬 Genus Monilothrips Moulton

Monilothrips Moulton,1929：93. 模式種：*Monilothrips kempi* Moulton, 1929.

頭方形；頸圈前後緣平直，成長方形，內有網紋。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐，第4—6節有微毛。前胸背板前、後緣角各1支長毛；中、後胸背板有網紋。前翅上、下脈毛均勻完整。腹背板有網紋。

本屬世界只1種。

翅毛直頸薊馬 *Monilothrips kempi* Moulton（圖15）

Monilothrips kempi Moulton, 1929：94.

Monilothrips montanus Jacot-Guillarmod, 1942：64.

雌蟲製片後體長1.6mm。體褐色，第2—8背板網紋前緣線黑褐色。觸角第1、2節黃色，第3節淡褐色僅基部淡黃色，第4、5節基部白色，末端褐色，第6—8節褐色。前翅淡黃色，基部淡褐色，翅脈淡褐色，翅尖端有少許褐色，脛節兩端部與跗節黃色。

頭略成四方形，後單眼前方2對長毛，後方3對長毛，長度相等，複眼下方1支末端分散之短毛；領區寬，呈長方形，內有約四排橫列之網紋；口針短圓，小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節感覺錐叉狀，第4—6節有微毛。

前胸背板無明顯刻紋，前緣角左右各1支向前生長之長毛，靠近後緣有一橫裂，裂隙之前邊緣生有3對剛毛，後緣角左右各1支末端分散之長毛，其內中央3對毛，以最內1對最長；中後胸背板布有網紋；後胸小盾板長方形。前翅前緣剛毛長於纓毛，上下脈毛長，排列完全而均勻。足長，跗節2節。

腹部第1背板網紋線形成一大而圓之扇形，第2—8背板網紋前緣線明顯；第2—8腹板後緣有3對剛毛，每節中央各有一對小剛毛，彼此分開很遠；第10節短小，背板中央完全縱裂。

雄蟲體色近似雌蟲，但較細小。第9節有2對矛狀毛，1對在中央，1對靠邊緣；無腺室。

分布：臺灣。印度、賴索托、南非、美國。

棲所植物：大多在厥類植物葉片上，包括烏毛厥屬（*Blechum australe*、*B. punctulatun*）、海金沙科（*Mohria caffrorum*）、鐵線厥屬（*Adiantum aethiopicum*）、下鱗蕨（*Hypolepis sparsisora*），在臺灣曾於小膜蓋蕨（*Araiostegia perdurans*）上採得。

標本檢查：1♀，蕨，美國加州，1067（英國自然科學博物館 L. A. Mound 標本）

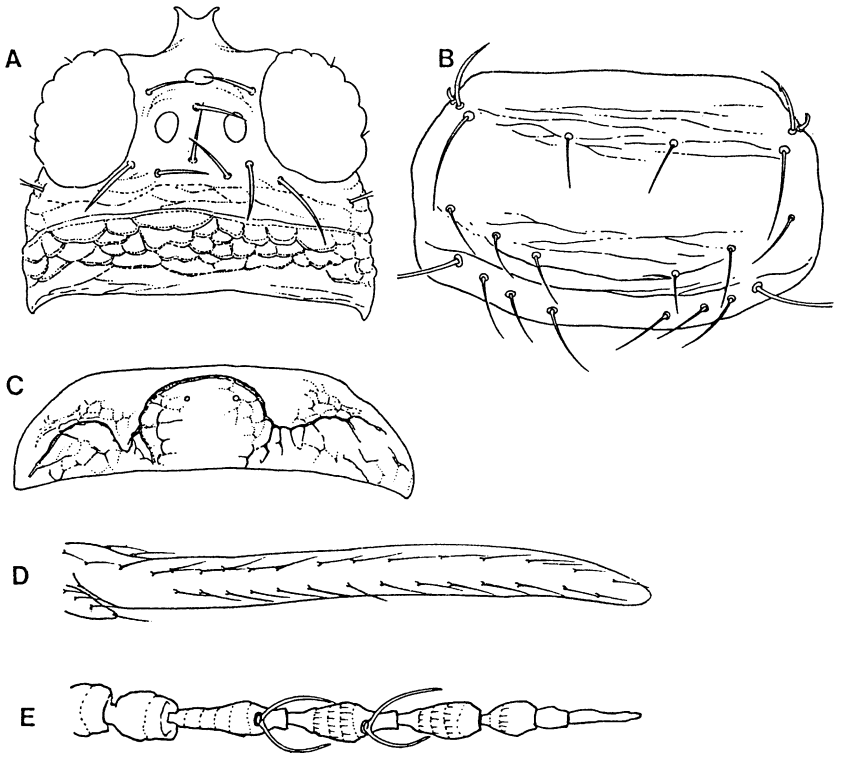


圖15. 翅毛直頸薊馬 *Monilothrips kempi* Moulton（♀）：A. 頭背；B. 前胸背板；C. 腹部第1背板；D. 前翅；E. 觸角。

缺纓狹薊馬屬 Genus *Phibalothrips* Hood

Phibalothrips Hood, 1918：125. 模式種：*Phibalothrips exilis* Hood, 1918.

體型狹長。頭近於方形，頭後縮陷成領區。觸角7節，第3、4節有單一感覺錐，無微毛，第7節細長針狀。胸部兩側近於平行，約與頭同寬，前胸無顯著剛毛。前翅狹長，前緣無剛毛或纓毛。腹部狹長。

本屬世界共3種。

臺灣缺纓狹薊馬屬各種檢索表

1. 前翅基部褐色，其餘淡黃 ……二色缺纓狹薊馬 *P. peringueyi*
一前翅全部淡黃 ……腹基缺纓狹薊馬 *P. basis*

腹基缺纓狹薊馬 *Phibalothrips basis* Chen (圖16)

Phibalothrips basis Chen, 1981：123.

雌蟲製片後體長1.3-1.5mm。體分成兩色：頭、胸褐色，腹部黃色。觸角第1—5節黃色，第6、7節褐色。前翅黃色。足黃色。

頭長與寬約相等而成方形，背面有網紋，剛毛短小，單眼區突起，頰直，長於複眼，後頭基部縮陷成領區；口錐圓形，達到前胸腹板中央，小顎鬚 2 節。觸角 7 節，第 3 、 4 節細長並具單一感覺錐，無微毛，第 5 、 6 節相連，末節細長針狀。

前胸側緣突出，網紋不及頭部明顯，剛毛微小；胸背板完整不分裂；後胸背板三角區明顯，末端止於小盾板之前。前翅細長平行，翅脈毛微小，前緣無纓毛及剛毛。跗節 1 節。

腹部第 1 、10背板全部及第 2 — 9 背板兩旁有網紋，網紋內有細小縱摺；第 1 背板中對毛生於前半部，互相靠近；第 2 — 8 節中對毛近後緣；第 9 節 2 支主剛毛生於近後緣角處，外側 1 對長度延伸超過第10節；第10背板中央完全縱裂。

雄蟲體色近似雌蟲，但較細小，長約1.27mm。第 3 — 7 腹板靠近前緣有寬扁腺室。

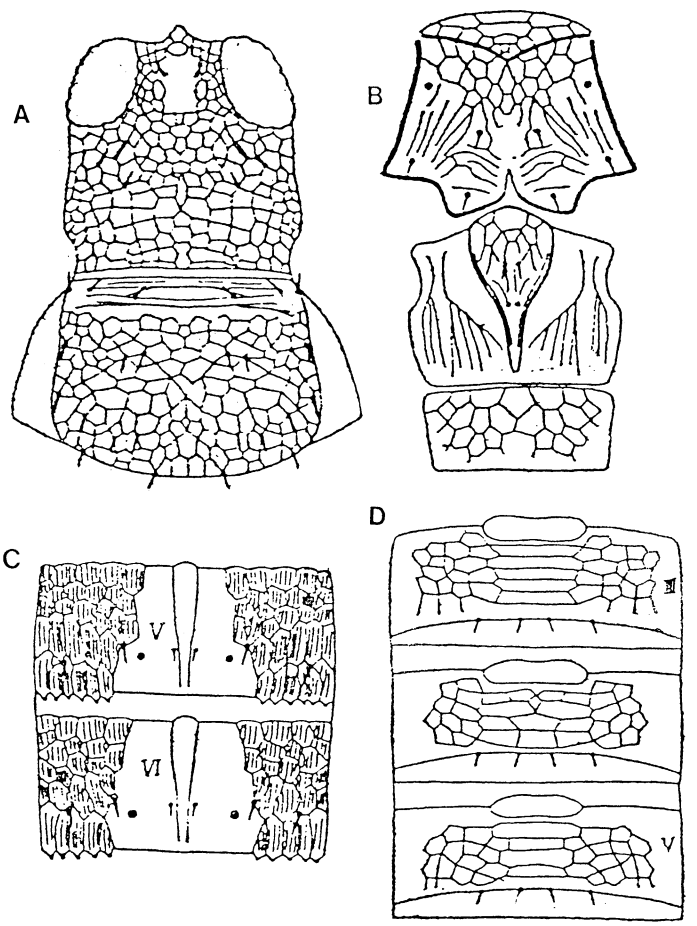


圖16. 腹基缺纓狹蓟馬 *Phibalothrips basis* Chen：A.（♀）頭與前胸背板；B.（♀）中、後胸背板與小盾板；C.（♀）腹部第 5 、 6 背板；D.（♂）腹部第 3 - 5 背板。（陳，1981）

分布：臺灣。

棲所植物：雜草。

標本檢查：1 ♀（holotype），臺北，雜草，VII-1978（陳連勝標本）

二色缺纓狹薊馬 *Phibalothrips peringuey* (Faure)（圖17）

（異色網紋薊馬、二色缺纓鬃針薊馬）

Reticulothrips peringueyi Faure, 1925：145.

Phibalothrips peringueyi (Faure) ;Kudo, 1973：467.

雌蟲製片後體長1.25mm。體分成兩色：胸深褐色，腹部黃色。觸角第1—5節黃色，第6、7節褐色。前翅基部與鱗瓣褐色，其餘透明。前、中足腿節褐色，其餘黃色；後足黃色。

頭長與寬約相等，成方形，背面有近於圓形之網紋，剛毛小，單眼區突起，頰平直，長於複眼；後頭基部縮陷成領區；口錐圓形，達到前胸腹板中央，小顎鬚2節。觸角7節，第3、4節細長並具單一感覺錐，第5、6節相連，末節細長針狀。

前胸側緣突出成翼狀，網紋近於圓形，背板剛毛8對均微小；中後胸比前胸略窄，中胸前緣兩側彎曲呈鉤狀，兩側網紋內密生微刺；後胸背板三角區明顯，末端止於小盾板前緣。前翅狹長，除翅基外，前後緣幾乎平行，翅脈無剛毛，前緣無纓毛及剛毛，後緣纓毛波狀。跗節1節。

腹部第1、10背板全部及第2—9節兩旁有網紋，網紋有縱摺，後緣向外突出成刺狀；第8背板無梳毛；第9節全部有網紋，2支主剛毛生於近後緣角處，外側1對長度延伸超過第10節；第10背板中央完全縱裂。

雄蟲體色形狀近似雌蟲，但較細小。腹部第3—7腹板靠前方有橢圓形寬大之腺室。

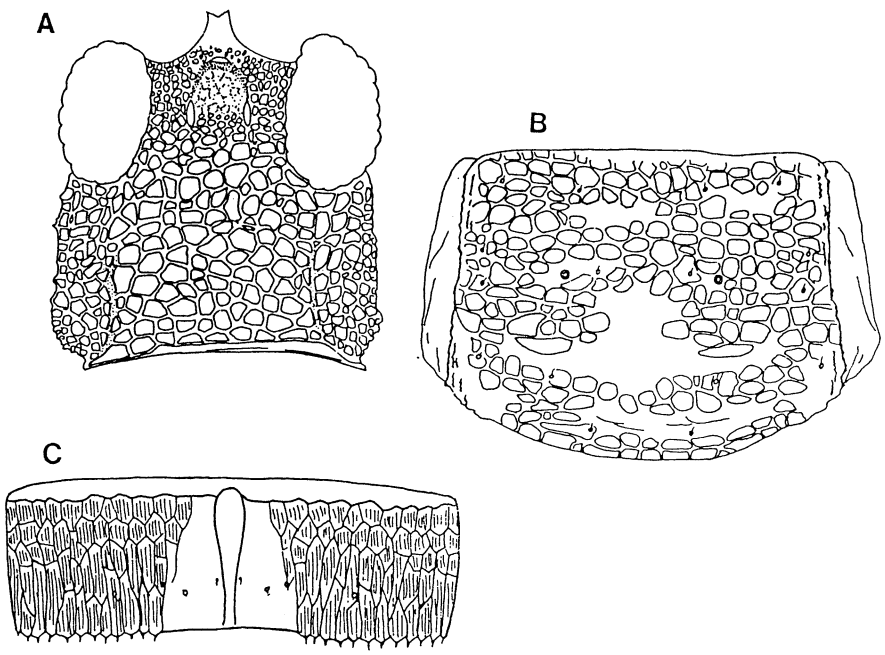


圖17. 二色缺纓狹薊馬 *Phibalothrips peringueyi* (Faure)（♀）：A. 頭背；B. 前胸背板；C. 腹部第5背板。

分布：臺灣、印度、南羅得西亞、南非。

棲所植物：雜草。

標本檢查：1♀，南非，雜草，VIII-1974（英國自然科學博物館 L. A. Mound 標本）

皺紋薊馬屬 Genus *Rhipiphorothrips* Morgan

Rhipiphorothrips Morgan, 1913：17. 模式種：*Rhipiphorothrips pulchellus* Morgan, 1913.

身體布有不規則皺紋。觸角 8 節，末節細長針狀。前胸無顯著長毛。前翅脈毛微小，前緣無纓毛或剛毛。雄蟲腹部第 9 節側後方具一對末端寬鈍之剛毛。

臺灣皺紋薊馬屬各種檢索表

1. 觸角第 3 、 4 節感覺錐爲叉狀 ……非洲皺紋薊馬 *R. africanus*
—觸角第 3 、 4 節感覺錐爲單一支…… 2
2. 雌蟲頭、胸及腹同爲黑褐色；雄蟲腹部第 4 節兩側各有一個鉤狀突起 …腹鉤薊馬 *R. cruentatus*
—雌蟲身體分爲兩色，頭與部份胸部黑褐，胸部其餘部份與腹部黃褐；雄蟲腹部無突起物……
……茄茎薊馬 *R. pulchellus*

非洲皺紋薊馬 *Rhipiphorothrips africanus* Wilson（圖18）

Rhipiphorothrips africanus Wilson, 1975：220-222.

雌蟲製片後體長約1.5㎜。體深褐色。觸角第 1 - 6 節黃色，第 6 節末端淡褐色，第 7 、 8 節褐色。前翅鱗瓣褐色，翅脈黃褐，其餘透明。足褐色，脛節末端與跗節黃色。

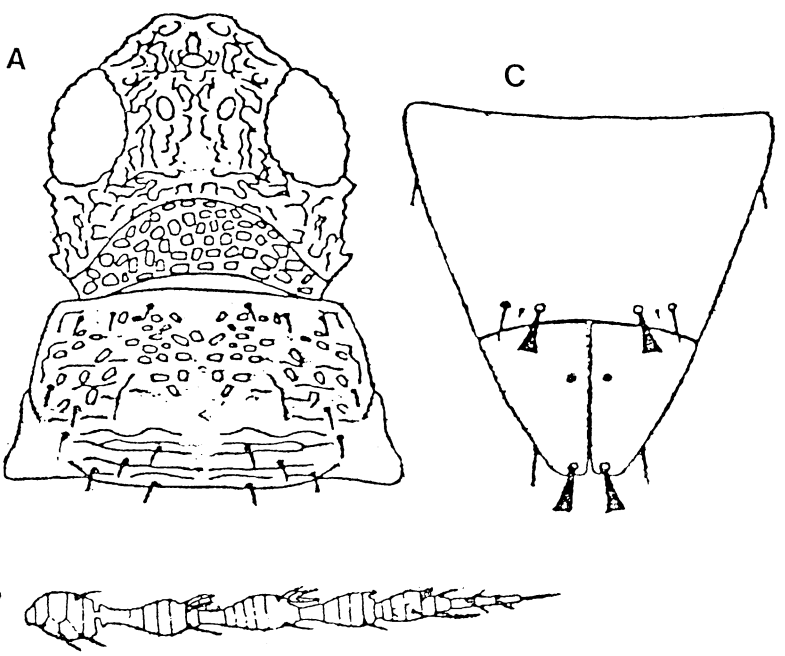


圖18. 非洲皺紋薊馬 *Rhipiphorothrips africanus* Wilson（♀）：A. 頭與前胸背板；B. 觸角第 2 - 8 節；C. 腹部第 9 -10背板。（陳，1981）

頭頂向前突出，背方布滿突起之不規則皺紋，剛毛短小，頰寬而中央圓拱；後頭部有寬大之領區，內有網紋；小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐，略成柄狀。

前胸圓，背方布有皺紋，無明顯長毛；中胸前緣兩側向前突出形成明顯尖角，背板延中線完全縱分；後胸三角區向後延伸至小盾板。前翅前緣無剛毛或纓毛，後緣纓毛直，翅脈不明顯，脈毛微小。

腹部第1背板有網紋；第2-7背板兩旁刻紋明顯，中央平坦，前緣內隆起之中央有分成三叉狀之梳毛，中對剛毛最長；第7、8背板後緣有一對剛毛，末端寬鈍；第10節後緣有一對末端寬鈍之剛毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣、薩伊、辛巴威。

棲所植物：臺灣：烏臼（*Sapium sebiferum*）；非洲：*Brachystegia filiformis*。

標本檢查：無。

腹鉤薊馬 *Rhipiphorothrips cruentatus* Hood (圖19)

(淡紅皺紋薊馬)

英名：Grape vine thrips

Rhipiphorothrips cruentatus Hood, 1919：94.

Rhipiphorothrips karna Ramakrishna, 1928：245,252.

雌蟲製片後體長約1.2-1.5㎜。體黑褐色，但後胸背板三角區兩旁、小盾板、腹部各節背板中央1/3及第8-10節顏色較黃。觸角第1節金黃色，第2節黃色略帶褐色，第3-5節及第6節基部黃色，第6節末端及第7、8節淡褐色。前翅鱗瓣深褐色，翅基部黃褐色，後緣褐色，前緣及翅脈淡黃色，其餘部分透明無色。足黃色，跗節淡黃。

頭包括領區在內幾乎成爲四方形，頭頂向前突出呈圓弧形，兩複眼間距離寬，背方布滿突起之不規則皺紋，兩頰直，約互相平行；領區寬，前緣線明顯，其內網紋形狀與頭部不同；小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節具單一感覺錐，無微毛，末節細長針狀。

前胸寬於長，背方布有粗略紋路，不及頭部明顯，無明顯長毛；中胸前緣兩側向前突出形成明顯尖角，背板延中線完全縱分；後胸三角區邊緣明顯，末端超過小盾板中央。前翅前緣無剛毛或纓毛，後緣纓毛直，翅脈不明顯，脈毛微小。

腹部背板兩側有突起之皺紋，中央有較平滑網紋，中對毛明顯；第2-8背板前緣中央有一排梳毛；第7、8背板後緣中央有一對齒狀梳毛；第9節後緣有一對末端寬鈍之剛毛；第10背板中央完全縱裂，後緣有一對末端寬鈍之剛毛。

雄蟲與雌蟲體表網紋相似但顏色不同，頭、前胸、中胸、後胸三角區、後胸側板以及前翅鱗瓣深褐色，觸角、足、腹部黃褐色，腹部黃色兩旁稍帶桔紅色素。前翅透明，翅脈淡黃。第4腹節兩側下方各有一個小型鉤狀突起，爲此種之最明顯易辨特徵；第3-8腹板中央各有一圓形腺室。

分布：臺灣、斯里蘭卡。

棲所植物：在臺灣曾於葡萄（*Vitis vinifera*）、蓮霧（*Syzygium samarangense*）、玫瑰（*Rosa rugosa*）、茄冬（*Bischfia javanica*）、烏臼（*Sapium sebiferum*）、大葉桉（*Eucalyptus robusta*）、樹仁果、番石榴（*Psidium guajava*）、蠶花（*Hedychium coronarium*）、芒果（*Mangifera indica*）、雜草上採得，世界上其它有記錄之棲所尚包括蒲桃（*Syzygium jambas*）、牛角瓜屬（*Calotrpis*）、欖仁樹（*Terminalia catappa*）、腰果（*Anacardium occidentale*）、安石榴（*Punica granatum*）、可可椰子（*Areca palm*）、*Careva arborea*、*Odina odiar*。

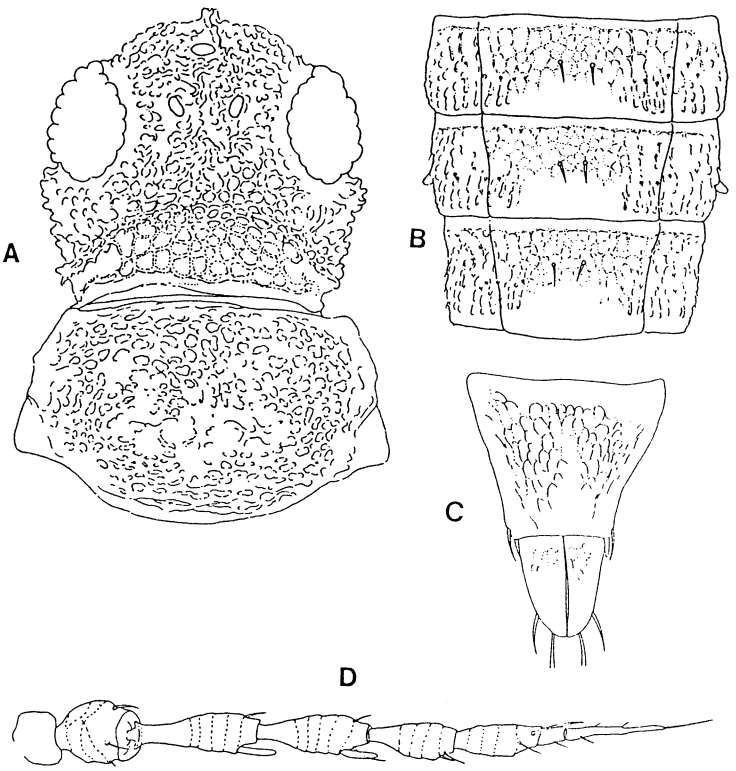


圖19. 腹鉤薊馬 *Rhipiphorothrips cruentatus* Hood（♀）：A. 頭與前胸背板；B. 腹部第 3 - 5 背板；C. 腹部第 9 、10背板；D. 觸角。

標本檢查：42♀22♂，桃園，霧峰、社頭，田尾，墾丁等。

附記：本種薊馬在臺灣發生普遍是重要經濟害蟲，在蓮霧、番石榴、葡萄、玫瑰的葉片或果蒂上密度很高，造成損害，被害葉呈灰白色並有紅褐色銹斑，嚴重時甚至乾枯。在同一葉片上雌雄成蟲有分處棲息之習性，雄蟲多在葉面，雌蟲及幼蟲多在葉背，尤喜成群聚集在葉脈之兩側。成、幼蟲爬行能力不強，常靜止於葉面一處不動。其在蓮霧上28°C時完成一世代約需47日。

茄茎薊馬 *Rhipiphorothrips pulchellus* Morgan
（麗色皺紋薊馬）

Rhipiphorothrips pulchellus Morgan, 1913：17.

Retithrips bicolor Bagnall, 1913：290.

雌蟲製片後體長約1.5-1.7㎜。身體分成明顯兩色：頭部、中胸、後胸側板及三角區爲褐色，前胸背板淡褐色或金黃色；後胸三角區以外之部分、小盾板、腹部爲金黃色。觸角第 1 節淡黃，第 2 節黃色略帶褐色，第 3 - 5 節及第 6 節基部淡黃色，第 6 節端部及第 7 、 8 節淡褐色。前翅鱗瓣褐色，基部淡褐色，前後緣及翅脈淡黃色，其餘透明。足金黃色。

頭包括領區在內幾成四方形，兩複眼間距離寬，頭頂向前突出呈圓弧形，兩頰直，約互相平行，背方布滿突起之不規則皺紋；領區前緣線不甚明顯，其內網紋較頭部模糊；小顎鬚 2 節。觸角 8 節，

第3、4節具單一感覺錐，無微毛，末節細長針狀。

前胸寬於長，背方布有粗略紋路，不及頭部明顯，無明顯長剛毛；中胸前緣兩側向前突出形成明顯尖角，背板延中線完全縱分；後胸三角區邊緣明顯，末端超過小盾板中央。前翅前緣無剛毛或纓毛，後緣纓毛直，翅脈不明顯，脈毛微小。

腹部背板兩側布有突起之皺紋，中央有較平滑網紋，中對毛明顯；第2-8背板前緣中央有一排梳毛；第7、8背板後緣中央有1對齒狀梳毛；第10背板完全縱裂，後緣有一對末端寬鈍之剛毛。

雄蟲體色近似雌蟲，與腹鉤薊馬雄蟲極爲相似，但第4腹節兩旁無鉤狀突起；第9節有一對鈍毛，比腹鉤薊馬之鈍毛大而明顯；第3-7腹節之腺室，亦比腹鉤薊馬爲大。

分布：臺灣、菲律賓、印尼、斯里蘭卡。

棲所植物：在臺灣曾於茄冬（*Bischofia javanica*）、茶（*Camellia sinensis*）上採得，世界上其它有記錄之棲所尚有孟加拉榕（*Ficus bengalensis*）、葡萄（*Vitis vinifera*）、大果枯里珍（*Antidesma bunias*）、雞屎樹（*Lasianthus* sp.）。

標本檢查：6♀，墾丁，茄冬葉。

赤帶薊馬屬 Genus *Selenothrips* Karny

Selenothrips Karny, 1911：179,180.模式種：*Physopus rubrocincta* Giard, 1913.

頭寬於長，頭後縮陷成領區；小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐。前胸背板寬，剛毛發達；中胸背板不分裂；後胸背板有三角區。前翅前緣剛毛發達，脈毛均勻完整，翅上有微毛。腹背板兩側有網紋，第8背板梳毛完整，第10背板不分裂。

本屬世界只2種。

赤帶薊馬 *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) (圖20)

（紅帶網紋薊馬，紅帶滑胸針薊馬）

英名：Cacao thrips, Red-banded thrips.

Physopus rubrocinctus Giard, 1901：264.

Heliothrips rubrocinctus (Giard)：Franklin, 1908：719.

Selenothrips rubrocinctus (Giard)：Karny, 1911：179.

Selenothrips mendax Schmutz, 1913：994.

Brachyurothrips indicus Bagnall, 1926：98.

Selenothrips indicus (Bagnall)；Bagnall, 1929：71.

雌蟲製片後體長1.1-1.6㎜。體黑褐或褐色，腹部顏色較頭胸深，腹部第1-8節網紋前緣線黑褐。觸角第1、2節褐色，第3、4節兩端淡黃至灰白，中央約1/3爲淡褐色，第5節基部淡黃至灰白，末端及第6節褐色，第7、8節淡褐色。前翅褐色，翅脈毛黑褐色。足褐色，脛節末端及跗節淡黃色。

頭寬於長，背方近頭頂處之刻紋呈網狀，靠近領區處成爲橫紋，單眼區突起，單眼間毛位於後單眼前方，眼後毛發達，頰略拱；頭後陷入成領區，領區前半部有網紋；小顎鬚2節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐，無微毛，主剛毛粗大。

前胸寬約爲長2倍，背板有明顯橫紋，剛毛發達尤以前緣中央一對最長；中胸背板完整不分裂；後胸三角區成正三角形，末端止於小盾板前方，三角區中央有一對長毛。前翅表面布滿微毛，前緣有剛毛及纓毛，翅脈毛發達，排列均勻而完全，後緣纓毛波狀。足上有網紋，跗節1節。

腹部第1背板網紋前緣線拱起形成扇狀；第2-8背板兩側均有網紋；第4-8節中對毛間有十餘支微毛，尤以第8節微毛最長而明顯，約二十支以上；第8背板後緣梳毛排列完全；第10背板平滑，

中央不分裂。

雄蟲體色近似雌蟲，但較細小。第 9 腹背板有 3 對矛狀毛，前面一對最大，中間一對最小；第 3－8 腹板前緣各有一小型腺室。

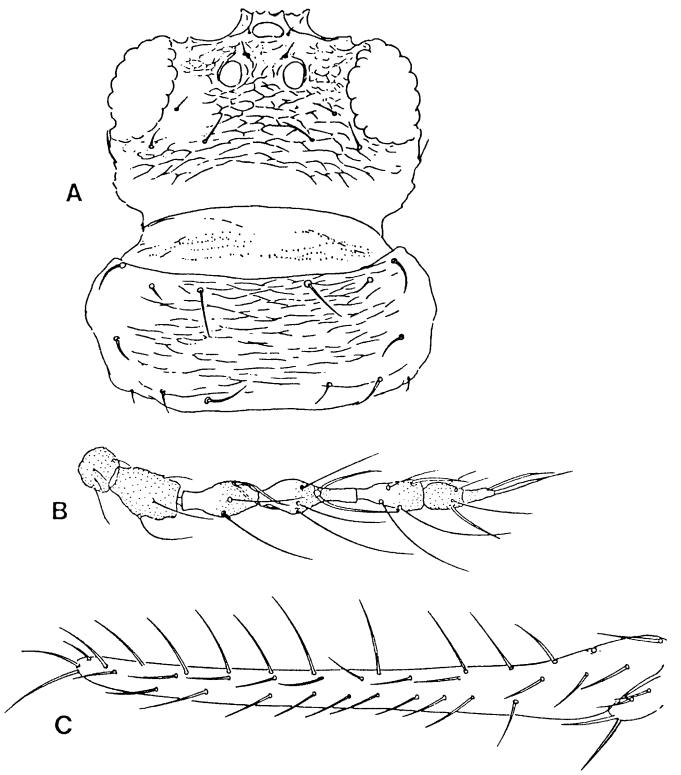


圖20. 赤帶薊馬 *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) (♀)：A. 頭與前胸背板；B. 觸角；C. 前翅。

分布：臺灣、中國大陸、菲律賓、太平洋群島、印度、斯里蘭卡、西印度群島、非洲、美國、中南美洲各國。

棲所植物：其棲所包括多種植物，在臺灣曾於變葉木（*Codiaeum variegatum*）、楓香（*Liquidambar formosana*）、葡萄（*Vitis* sp.）、破布子（*Cordia dichofoma*）、水柯仔（*Alnus japonica*）、烏皮九芎（*Styrax formosana*）、山香圓（*Turponia formosana*）、山葡萄（*Ampelopsis brevipedunculata*）、相思樹（*Acacia confusa*）、胭脂樹（*Bixa orellana*）、芒果（*Mangifera indica*）、臺灣鳶尾（*Iris formosana*）、側柏（*Platycladus orientalis*）、唐杜鵑（*Rhododendron simsii*）、圓葉血桐（*Homalanthus fastuosus*）、扁櫻桃（*Eugenia uniflora*）、樺木（*Alnus* sp.）、水金京（*Wendlandia* sp.）、杜英（*Elaeocarpus ellipticus*）、柿（*Diospyros kaki*）、栗子（*Castanea*）、饅頭果（*Glochidion fotuni*）、蒲桃（*Eugenia* sp.）、茶（*Camellia sinensis*）、雜草上採得，其它世界上有記錄之棲所尚包括可可樹（*Theobroma cacao*）。

標本檢查：22♀，埔里、六龜、關山、墾丁。

附記：本種薊馬有爲害熱帶地區可可、檬果等作物之記錄，在臺灣多種木本樹木上發生普遍，但密度

低，尚不致造任何顯著危害。其幼蟲淡黃色，棲息於葉背脈肋兩旁，位於體中央的腹節鮮紅色，形成一條明顯橫帶，推想中名即因此而來。

引用文獻

1. Bagnall, R. S. 1913. Brief descriptions of new Thysanoptera-I. Ann. Mag. Nat. Hist., 12(8) : 290—299.
2. Bagnall, R. S. 1919. Brief descriptions of new Thysanoptera-X. Ann. Mag. Nat. Hist., 4(9) : 253—277.
3. Bagnall, R. S. 1923. Brief descriptions of new Thysanoptera-XIII. Ann. Mag. Nat. Hist., 12(9) : 624—631.
4. Bagnall, R. S. 1926. Brief descriptions of new Thysanoptera-XV. Ann. Mag. Nat. Hist., 18(9) : 98—114.
5. Bagnall, R. S. 1929. On some new and interesting Thysanoptera of economic importance. Bull. Ent. Res., 20(1) : 69—76.
6. Bagnall, R. S. 1932. Brief descriptions of new Thysanoptera-XVII. Ann. Mag. Nat. Hist., 10(10) : 505—520.
7. Bouché, P. Fr. 1833. Natrugeschichte der schadlichen und nutzlichen Garten-Insekten und die bewahtesten Mittel zur Vertilgung der ersteren. pp. 42—45.
8. Burmeister, H. 1838. Blasenfusse. Physopoda. Handb. Ent., 2(2) : 404—418.
9. Chen, L. S. 1980. Thrips associated with mulberry plants in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC, 4(2) : 169—182.
10. Chen, L. S. 1981. Studies of the Panchaetothripidae in Taiwan. Plant Prot. Bull. ROC., 23 : 117—130.
11. Cook, A. J. 1874. Insects injurious to house plants and shrubbery. 3rd An. Rep. Pom. Soc. Michigan, (1873—74). pp. 501.
12. Faure, J. C. 1925. A new genus and five new species of South African Thysanoptera. S. Afr. Journ. Nat. Hist., 5 : 145—150.
13. Franklin, H. J. 1908. On a collection of thysanopterous insects from Barbados and St. Vincent islands. Proc. U. S. Nat. Mus., 33 : 715—730.
14. Giard, A. 1901. Sur un thrips (*Physpus rubrocincta* nov. sp.) nuisible au Cacaoyer. Bull. Soc. Ent. France, 1901(15) : 263—265.
15. Haliday, A. H. 1836. An epitome of the British genera in the order Thysanoptera. Ent. Mag., 3 : 439—451.
16. Hood, J. D. 1918. New genera and species of Australian Thysanoptera. Mem. Queensland Mus., 6 : 121—150.
17. Hood, J. D. 1919. On some new Thysanoptera from southern India. Insec. Inscit. Menstr., 7(4—6) : 90—103.
18. Hood, J. D. 1925. New Neotropical Thysanoptera collected by C. B. Williams. Psyche, 32(1) : 48—69.
19. Hood, J. D. 1954. Three new Heliothripine Thysanoptera from Formosa. Entomol. Soc. Washington, 56 (4) : 188-193.
20. Ishida, M. 1931. Fauna of the Thysanoptera in Japan 2. Ins. Matsumurana, 6(1) : 32—42.
21. Jacot-Guillarmod, C. F. 1942. Studies on South African Thysanoptera. Journ. Ent. Soc. S. Africa, 5 : 64—74.
22. Jacot-Guillarmod, C. F. 1971. Catalogue of the Thysanoptera of the World (part 2). Ann. Cape Prov. Mus. (Nat. Hist.), 7(2) : 217—515.
23. Karny, H. H. 1911. Revision der Gattung *Heliothrips* Haliday. Ent. Rundschau, 28(23) : 179—182.
24. Karny, H. H. 1921. Zue Systematik der Orthopteroiden Insekten. Treubia, 1(4) : 211—269.
25. Karny, H. H. 1925. Die an Tabak auf Java und Sumatra angetroffenen Blasenfusser (Thysanoptera). Bull. von het Deli Proefstation Te Medan-Sumatra No. 23 : 1—55.
26. Karny, H. H. 1926. Studies on Indian Thysanoptera. Agr. Res. Inst. Pusa, Ent. Ser., 9(6) : 187—239.
27. Karny, H. H., & Leeuwen-Reijnvaan, J. Doctors van. 1914. Beitrage zur Kenntnis der Gallen von Java.

Zweite Mitteilung uber die javanischen Thysanopterocecidien und deren Bewohner. Zeitschrift fur wissenschaftliche Inseketenbiologie, 10 : 355—369.

28. Kudo, I. 1973. Some unrecorded Heliothripine Thysanoptera from Japan. Kontyu, 41 : 461—469.
29. Kudo, I. 1992. Panchaetothripinae in Japan (Thysanoptera, Thripidae) 2. Panchaetothripini, the genus *Helionothrips*. Jpn. Journ. Entomol. 60(2) : 271—289.
30. Kurosawa, M. 1932. Descriptions of three new thrips from Japan. Kontyu, 5(5) : 230—242.
31. Kurosawa, M. 1968. Thysanoptera of Japan. Ins. Mats. Suppl. 4. pp.94.
32. Medina, S. G. 1961. The Thysanoptera of Puerto Rico. Tech. pap. 32. Univ. Puerto Rico Agr. Exp. Sta., pp. 159.
33. Morgan, A. C. 1913. New genera and species of Thysanoptera, with notes on distribution and food plants. Proc. U. S. Nat. Mus., 46 : 1—55.
34. Moulton, D. 1929. Thysanoptera from India. Rec. Indian Mus., 31(2) : 93—100.
35. Moulton, D. 1932. The Thysanoptera of South America (1). Revista Entomologia, 2(4) : 451—484.
36. Moulton, D. 1936. Thysanoptera of the Philippine Islands. Philippine Journ. Agr., 7(2) : 263—273.
37. Moulton, D. 1942. Thrips of Guam. Insects of Guam. Bull. Bishop Mus. Honolulu, 172 : 7—16.
38. Priesner, H. 1923. Ein Beitrag zur kenntnis der Thysanopteren Surinams. Tijdschr. Ent., 66 : 88—111.
39. Priesner, H. 1926. Die Jugendstadien der Malayschen Thysanopteren. Treubia 8 (supplement). pp. 264.
40. Priesner, H. 1935. New or little known oriental Thysanoptera. Philippine Journ. Sci., 57(3) : 351—375.
41. Priesner, H. 1936. Ueber Einige Neue und wenig bekannte Thysanopteren. Proc. R. Ent. Soc. London, (B) 5(11) : 208—214.
42. Stannard, L. J. Jr., & T. J. Mitri, 1962. Preliminary studies on the *Tryphactothrips* complex in which *Anisopilothrips, Mesostenothrips, and Elixothrips* are erected as new genera (Thripidae : Heliothripinae). Trans. American Ent. Soc., 88 : 183—224.
43. Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. Philippine Journ. Sci., 60(4) : 427—459.
44. Ramakrishna Ayyar, T. V. 1928. A contribution to our knowledge of the Thysanoptera of India. Mem. Dept. Agr. India Ent. Ser., 10(7) : 217—316.
45. Schmutz, K. 1913. Zur Kenntnis der Thysanopterenfauna von Ceylon. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, (1)122(7) : 1—99.
46. Wang, C. L. 1993. The *Helionothrips* species of Taiwan (Thysanoptera, Thripidae, Panchaetothripinae). Journ. Pure & Appl. Zool., 4 : 389—398.
47. Williams, C. B. 1916. Biological and systematic notes on British Thysanoptera. The Entomologist, 49 : 221—284.
48. Wilson, T. H. 1975. A Monograph of the Subfamily Panchaetothripinae (Thysanoptera : Thripidae). Mam. Amer. Ent. Inst. No. 23, pp.354.

Thysanoptera of Taiwan (2)[1]

Chin-Ling Wang[2]

Summary

This is one of the series papers to describe the thrips of Taiwan. Eleven genera and 22 species of subfamily Panchaetothripinae are redescribed, which contains morphological characteristics, plants where it collected and world distribution. Keys to identify these genera and the species of the same genus are given.

Key words : Thysanoptera, Taiwan, review.

1. Contribution No. 1722 from Taiwan Agricultural Research Instiute.
2. Associate entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究

第四十三卷　第二期

中華民國八十三年六月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
呂秀英　陳一心　劉大江　劉新裕
蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　沈再發　林昭雄　施昭彰
徐信次　曹幸之　劉政道

農化組：連　深（主審）
張淑賢　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）
王惠亮　林正忠　程永雄　黃秋雄
蔡財旺　蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
何琦琛　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
陳加忠　黃禮棟　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 43, No. 2 June 1994

JOURNAL OF
AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chisn-Chyu Tu

EDITOR IN CHIEF : Chin-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Shen Lian (Agri. Chemistry)	Lien-Sheng Liang (Agri. Machinery)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)	Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)	Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Su-San Chang	Chia-Chung Chen	Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng	Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng
Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu	Chiou-Hsiung Huang
Li-Duhng Huarng	Cheng-Chung Lin	Chao-Hsiung Lin
Tsung-dao Liou	Dah-Jiang Liu	Huey-Ing Liu
Sin-Tie Liu	Hsiu-Ying Lu	Tzay-Fa Sheen
Jau-Chang Shih	Tsai-Wang Tsai	Wu-Hsiung Tsai
Shing-Jy Tsao	Hsin-Sheng Tsay	Der-Nung Wang

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
03085383077

Vol. 43, No. 2 June 1994

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Genetic Analysis of Leaf Length and Width of Flag Leaf in Rice ……Yih-Chuan Kuo and Charng-Pei Li…123
Studies on the Panicle Density of Rice II. Relationships between the Constructed Characters of Panicle and Grains Yield Per Hill ……Yong-Pei Wu, Jeng-Chung Lo and Yi-Shin Chen…135
The Accumulation of Dry Matter and Nitrogen during Vegetative Growth Period in Relation to Kernel Yield in Corn ……Meng-Li Wei, Yih-Jan Jiang, Lit-Fu Chan and Dah-Jiang Liu…143
Estimation of Total Plant Leaf Area in Wetland Taro [*Colocasia Esculenta* (L.) Schott] I. Non-destructive Sampling ……Hsiu-Ying Lu, Lit-Fu Chan, Chun-Tang Lu and Chi-Hsiung Lai…155
Effects of Field Size and Shape on the Measurement of Soil Heterogeneity in Uniformity Trials ……Chun-Tang Lu and Hsiu-Ying Lu…165
Physiological Studies on "Kyoho" Grape in Different Production Models……Shyi-Kuan Ou…173
Studies on Nutrient Uptake of Muskmelon Grown in Different Seasons……Tzay-Fa Sheen and Miao-Miao Hsu…182
Occurrence of Alternaria Leaf Spot on Various Carnation Cultivars and Its Control ……Kuei-Mei Wang, Chaur-Tseun Lo and Chisn-Chyn Tu…195
Study on the Thin-layer Drying Model for Rough Rice ……Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao…208
Thysanoptera of Taiwan (2) ……Chin-Ling Wang…228

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China