

# 水稻葉色與葉片全氮濃度之品種間差異<sup>1</sup>

蔡金川<sup>2</sup>

**摘要：**秈硬稻各十五個品種於本所試驗田在自然的環境下一、二期作進行試驗。由試驗結果得知秈硬稻之間或秈硬稻各品種間之葉色或全氮濃度皆達 1% 水準的顯著性差異。

硬稻於兩期作各生育時期（孕穗期、抽穗期、抽穗後十天及抽穗後二十天）之葉片全氮濃度與葉色值之相關係數皆比秈稻大。又硬稻皆於孕穗期時之相關係數最大，抽穗後相關係數則急速的下降，這可能與抽穗後葉片黃化或老化有關。故若以葉色測定水稻葉片含氮濃度，應於孕穗期或抽穗期較為適當。但硬稻三十個品種有部份品種如臺中秈10號、豐錦等，其葉片全氮濃度與葉色值不成比例的增減。

水稻的生育除受自然條件（日照、溫度等）影響之外，還受施肥的適當與否所影響。肥料中氮肥對水稻生育的影響最大，氮肥能增大水稻生育初期之葉面積<sup>(6)</sup>，並提高物質生產量，同時也能確保必要的株數。於抽穗開花期或抽穗後施用氮肥能促進根的發育同時提高同化作用。但氮肥的施量適當與否對於水稻的生育良否具有莫大的關係，如施過量的氮肥易引起徒長、倒伏，影響羣落的透光性，造成日射量的不足影響光合作用因而碳水化合物減低，結實率也降低。因此在水稻生育中須要一正確判斷其氮素含量。葉身的氮素濃度能反應出水稻個體的氮素濃度<sup>(7)</sup>，因此以葉身的氮素濃度之多寡，可以判斷或診斷水稻的營養狀態。

由本試驗的結果得知，水稻之葉色值與葉片氮素濃度有密切的關係，特別在孕穗期與抽穗期兩者之間有高的相關，因此認為以葉色判斷或診斷水稻葉片氮素含有率乃是簡便又可行的方法。但有一些品種不適合於以葉色來判斷水稻葉片的氮素濃度，換言之不能用葉色診斷水稻的營養。

茲將試驗結果報告於此，供稻栽培者及育種者之參考。

## 材料與方法

本試驗自民國69年第二期作開始，至70年第一期作完成，於臺中縣霧峰鄉本所試驗田進行。供試品種秈硬稻各十五品種（如表1）。採用裂區試驗設計（Split Plot Design），每小區8行，每行8叢，行株距 25×20cm，重複三次。採樣時期為主試因，品種為副試因。

水稻生育期間於孕穗期，抽穗期，抽穗後十天及抽穗後二十天四個時期。每時期先於田間測定每個體羣之葉色，每小區測定六叢。然後採二小區十二叢之葉片，置於 100°C 通風乾燥箱 1—2 小時後，再以 80°C 處理至完全乾燥而磨成粉狀，以 Semi-micro Kjeldahl 方法，定全氮濃度。

葉色值測定方法：用五種不同深淺程度的綠色刺繡線與黃色一種，即黃（0），淡綠（1），中淡綠（2），綠（3），中綠（4），濃綠（5）全部有六種，製成標準色板（如圖1。）

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1062 號。

2. 本所農藝系技士。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

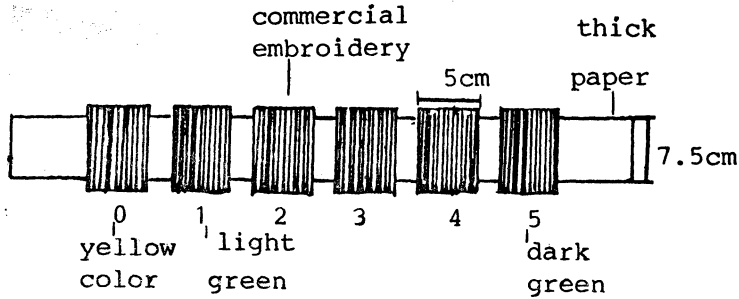


圖1. 水稻葉片之標準色板

Fig 1. Standard color plate for measured leaf blade of rices.

以此標準色板距離所要測定的水稻植株 4—6 公尺，背着太陽，比較水稻體羣之葉色與標準色板，求出水稻葉色與標準色板最相近的數值。例如葉色介於綠色與中淡綠之間為 1.5。葉色判定常有人為差異，因此分成三組重複測定葉色值，再求其平均值。

肥料用量：硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀一期作分別為 640, 320, 90 kg/ha；二期作為 580, 250, 85 kg/ha，其他田間管理按一般管理法。

### 結果與討論

試驗結果如表 1 所示，葉片的全氮濃度及葉色值，對於期作間之四個時期（孕穗期、抽穗期、抽穗後十天及抽穗後二十天）有顯著差異存在。秈梗稻之間或是秈梗稻各十五品種間，皆達 1% 水準的顯著性差異。

表1. 水稻品種葉片全氮濃度與葉色值

Table 1. The nitrogen content of leaf blades and the leaf color in 30 rice varieties.

Cultivar	Code number	Growth stages															
		A				B				C				D			
		N %		Leaf color		N %		Leaf color		N %		Leaf color		N %		Leaf color	
		Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop	Ist crop	2nd crop
Taipei 309	①	1.98	2.17	3.06	3.50	2.01	2.25	3.15	3.70	1.88	1.79	3.02	3.50	1.28	1.38	2.40	2.93
Hsinchu 56	②	2.26	2.76	3.56	4.32	2.18	2.35	3.42	3.82	1.85	2.20	3.37	3.65	1.81	1.69	3.30	3.03
Taichung 65	③	2.42	2.60	3.88	4.08	2.39	2.35	3.85	3.97	2.20	2.33	3.72	3.94	1.36	1.56	2.50	3.00
Taichung 186	④	2.77	2.40	4.31	4.15	2.71	2.50	4.20	3.78	2.54	1.90	4.06	3.38	1.71	1.82	3.00	3.20
Tainung 62	⑤	2.52	2.87	4.02	4.30	2.06	2.48	3.23	3.95	1.86	2.10	3.10	3.63	1.57	1.52	3.05	3.08
Tainung 67	⑥	2.15	2.50	3.39	3.98	2.02	2.15	3.26	3.63	1.76	2.02	3.05	3.58	1.45	1.54	2.95	3.15
Chianung 242	⑦	2.11	2.60	3.32	4.10	2.08	2.45	3.24	3.90	1.85	2.03	3.00	3.60	1.54	1.74	2.63	3.10
Chianan 8	⑧	2.00	2.65	3.12	4.16	1.98	2.22	3.05	3.88	1.90	2.10	2.80	3.70	1.75	1.86	2.75	3.26
Tainan 5	⑨	2.35	2.27	3.72	3.58	2.27	2.55	3.55	3.83	2.15	2.26	3.38	3.50	1.65	1.63	2.70	3.07
Tainan 6	⑩	2.37	2.50	3.76	4.06	2.22	2.01	3.45	3.47	2.06	1.76	3.42	3.08	1.78	1.71	3.20	3.06
Kaohsiung 139	⑪	2.74	2.71	3.70	4.25	2.67	2.32	3.60	3.80	2.48	1.92	3.40	3.35	1.43	1.89	2.80	3.30
Kaohsiung 140	⑫	2.44	2.36	3.91	3.73	2.26	1.98	3.88	3.45	1.72	1.95	3.30	3.40	1.52	1.69	3.12	3.05

Kaohsiung sen. 1	⑬	2.04	2.43	3.20	4.12	1.94	2.15	2.93	3.33	1.90	2.00	2.70	3.53	1.43	1.73	2.50	3.08
Taitung 2)	⑭	2.18	2.31	3.44	3.33	2.04	2.14	3.40	3.31	1.89	2.12	3.37	3.33	1.40	1.43	3.27	2.98
Toyonishiki	⑮	2.34	2.20	3.37	3.43	2.57	2.30	3.33	3.33	2.18	2.15	3.33	3.30	1.43	1.93	2.35	2.94
Hsinchu-ai-chueh-chian	⑯	2.53	2.16	4.00	4.05	2.11	1.92	3.33	3.33	1.75	1.30	3.30	3.77	1.50	1.55	3.55	3.30
Taichung nativel 1	⑰	1.95	2.37	2.94	4.10	1.93	2.23	2.90	4.03	1.90	1.83	2.33	3.57	1.65	1.63	2.50	3.07
Taichung sen 2	⑱	2.14	2.35	3.33	3.93	2.07	1.82	3.33	3.57	2.01	1.79	3.70	3.50	1.47	1.65	3.15	3.30
Taichung sen 3	⑲	1.63	2.13	2.70	4.20	1.60	1.83	2.63	3.73	1.16	1.64	2.10	3.38	1.12	1.46	2.40	2.98
Taichung sen 10	⑳	1.73	2.11	4.34	4.23	1.72	1.33	4.23	3.33	1.43	1.34	4.15	3.33	1.40	1.32	4.00	2.80
Chianung sen 6	㉑	1.74	1.79	2.90	3.30	1.43	1.73	2.52	3.34	1.20	1.41	2.53	3.30	1.18	1.40	2.53	2.95
Chianung sen 8	㉒	2.00	1.90	3.10	3.30	1.95	1.93	3.03	3.72	1.83	1.83	3.00	3.35	1.14	1.46	2.35	3.17
Chianung sen 11	㉓	1.90	1.75	2.97	3.65	1.63	1.72	2.30	3.35	1.22	1.70	2.45	3.00	1.14	1.40	2.30	2.90
Tainung sen 12	㉔	2.15	2.00	3.37	3.93	2.22	1.97	3.43	3.30	2.15	1.73	3.40	3.40	1.83	1.43	3.00	2.97
Kaohsiung sen 7	㉕	1.72	2.23	2.92	4.15	1.45	1.77	2.60	3.30	1.10	1.64	2.53	3.55	1.06	1.61	2.50	3.33
Pao-yeh-tzu	㉖	1.82	2.45	2.33	3.30	1.76	2.19	2.33	3.70	1.73	1.72	2.80	3.45	1.03	1.33	2.20	2.83
Ai-chueh-nan-te	㉗	2.74	2.74	4.23	4.57	2.17	2.32	3.93	4.45	1.83	1.93	3.57	3.65	1.31	1.65	3.10	3.05
Chia-yeh-ching	㉘	2.30	2.03	3.33	3.35	2.20	2.02	3.50	3.50	1.80	1.71	3.15	3.35	1.02	1.43	2.30	3.08
Chen-tzu-ai 11	㉙	2.74	2.34	4.24	4.70	2.15	2.77	3.93	4.10	1.87	1.93	3.63	3.67	1.16	1.87	3.40	3.00
Nan-tsau 32	㉚	2.65	2.44	4.23	4.30	2.31	2.43	4.12	4.15	2.53	1.92	4.02	3.40	1.57	1.49	3.03	2.83

Note : (1) Code number ①—⑮Japonica type. ⑯—⑳Indica type

(2) Growth stages : A—booting stage. B—heading. C—10 days after heading.  
D—20 days after heading.

表2. 水稻葉片全氮濃度與葉色值之變方分析

Table 2. Analysis of variance for the nitrogen content in leaf blades and leaf color.

Source of variation	Nitrogen content		Leaf color	
	df	F	df	F
C	1	491.23**	1	14400.21**
B. C	2	—	4	—
T	3	3489.00**	3	14223.00**
R	1	2003.38**	1	110.44**
L. R	28	149.00**	28	1064.06**
T. R	3	17.97**	3	12.31**
TL. R	84	19.05**	84	90.00**
CT	3	26.97**	3	375.25**
CR	1	0.59	1	262.81**
CLR	28	45.69**	28	640.75**
CTR	3	9.64**	3	102.94**
CTLR	84	12.97**	84	58.50**
Error	238	—	476	—
Total	479	—	719	—

Note \*\* indicate significance at the 1% level.

C : Crop season. B : Block. T : Stage. R : Japonica VS. Indica,  
L : Variety.

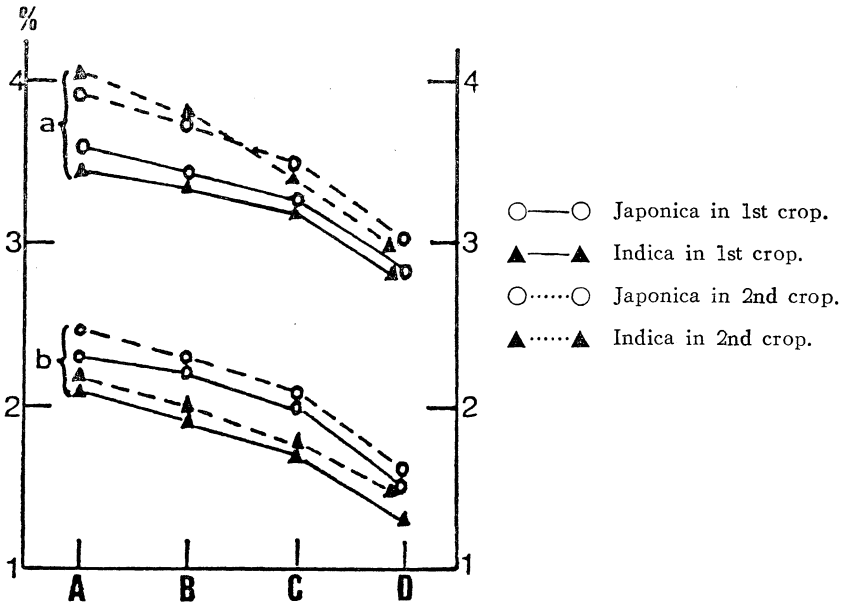


圖2. 水稻葉片全氮濃度與葉色值

Fig 2. Percent nitrogen content (a) and observed values of the leaf color (b) in *Japonica* and *Indica* rice plants at 4 stages of growth.

Note: Growth stages (A) booting stage (B) heading (C) 10 days after heading and (D) 20 days after heading.

此試驗自孕穗期至抽穗後二十天之生育期間，兩期作間葉片的全氮濃度呈顯著性差異，與陳等<sup>(1)</sup>以臺南5號、臺中秈5號兩品種的試驗結果相似，可能因期作間（日照、溫度等）條件差異懸殊，而影響葉片氮素含量的變化。圖2示秈硬稻品種之葉片全氮濃度平均值，在其各生育時期二期作較一期作稍大，陳等<sup>(1)</sup>以硬稻臺南5號為材料之試驗結果相似，但其秈稻臺中秈5號之葉片氮素濃度一期作反而較二期大，本試驗使用品種的數目乃15個品種之平均值，不易作比較。由圖2可看出秈硬稻之葉片全氮濃度與葉色值，自孕穗期至抽穗後20天兩期作皆呈緩慢的遞減，石塚、田中<sup>(5)</sup>用農林33號等五個品種及IRRI的報告<sup>(9)</sup>以IR 8號，Peta兩品種作試驗，兩者的試驗也出現類似的結果。石塚及田中<sup>(5)</sup>指出幼穗形成期至登熟期葉片氮素濃度的降低是由於氮素從葉片轉流至稻穗所致。而一、二期作硬稻之葉色值也是自孕穗期之後遞減，這期間葉綠素也發生遞減<sup>(1,2)</sup>，也許與此有關，或是葉片老化所引起。由圖3、4可知硬稻一、二期作由孕穗期至抽穗後十天葉片氮素濃度與葉色值呈顯著性的正相關，與折谷<sup>(4)</sup>的試驗結果大致相同。而硬稻一、二期作至抽穗後二十天仍呈顯著的正相關，這時期硬稻之葉片氮素濃度與葉色值皆比秈稻高（圖2），或許與此有關。又石塚及田中<sup>(5)</sup>的試驗結果所示，早熟稻品種於抽穗期葉片氮素濃度平均2.07%，晚熟稻品種平均0.97%，由此可知早晚熟品種於抽穗期葉片氮素含有率差異大，即早熟稻品種葉片含有率較大，晚熟品種較小。本試驗也有類似的結果出現，於一期作之早熟稻品種如豐錦、南早32號之葉片氮素濃度各為2.57%，2.61%，晚熟稻品種如臺農67號，臺中秈3號分別為2.02%，1.60%，而二期作也呈類似的結果。可能因早熟稻營養生長期較短，氮素由葉片轉流至穗較少，或是消耗氮的期間較短，還是早晚熟品種的特性所致，有待進一步研究。

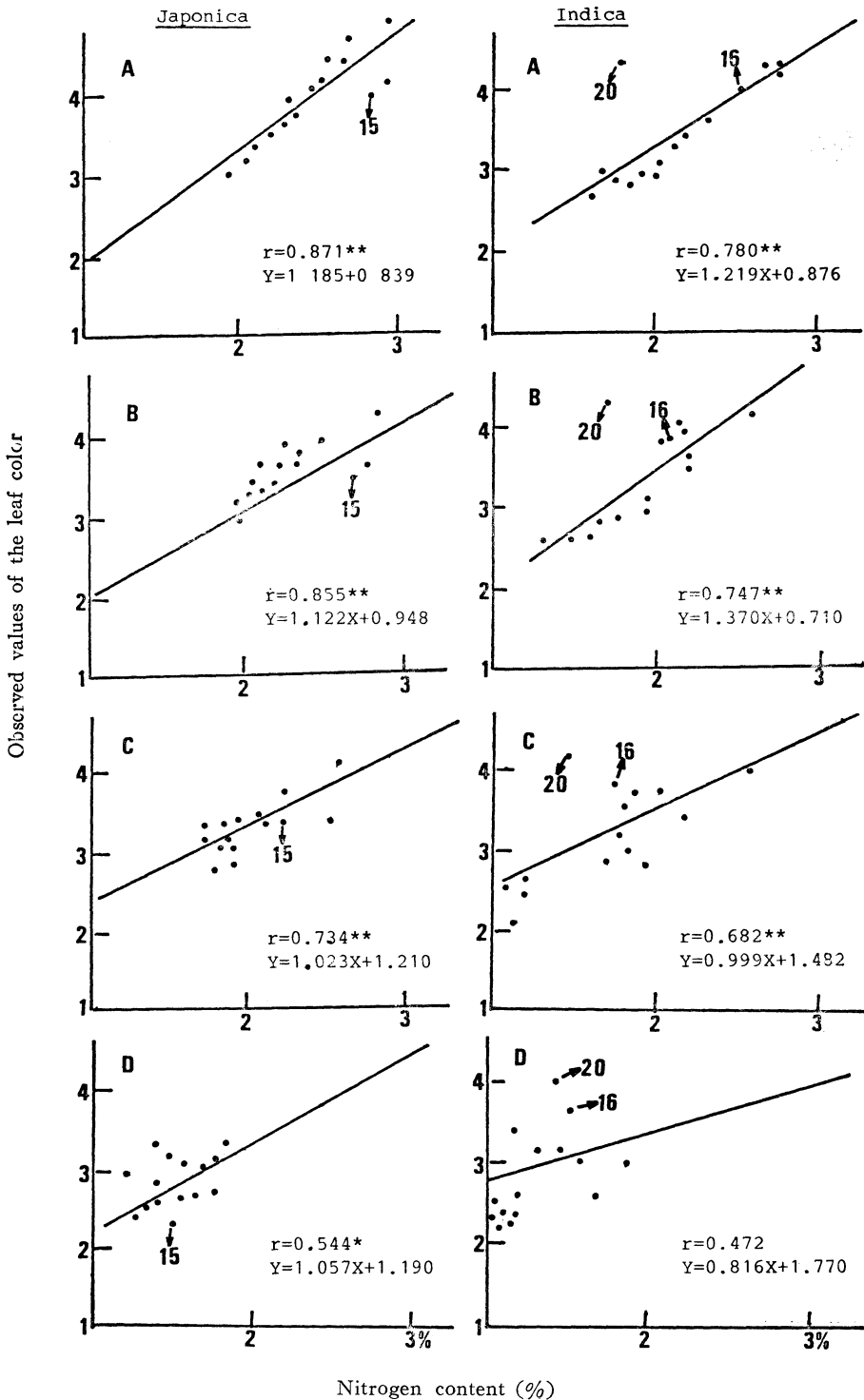


圖3. 一期作水稻葉色與葉片全氮濃度之關係圖解。

Fig 3. Relation between the leaf color and nitrogen content in leaf blades in rice plants of the first crop, 1981 at (A) booting stage (B) heading (C) on 10th day after heading (D) on 20th day after heading.

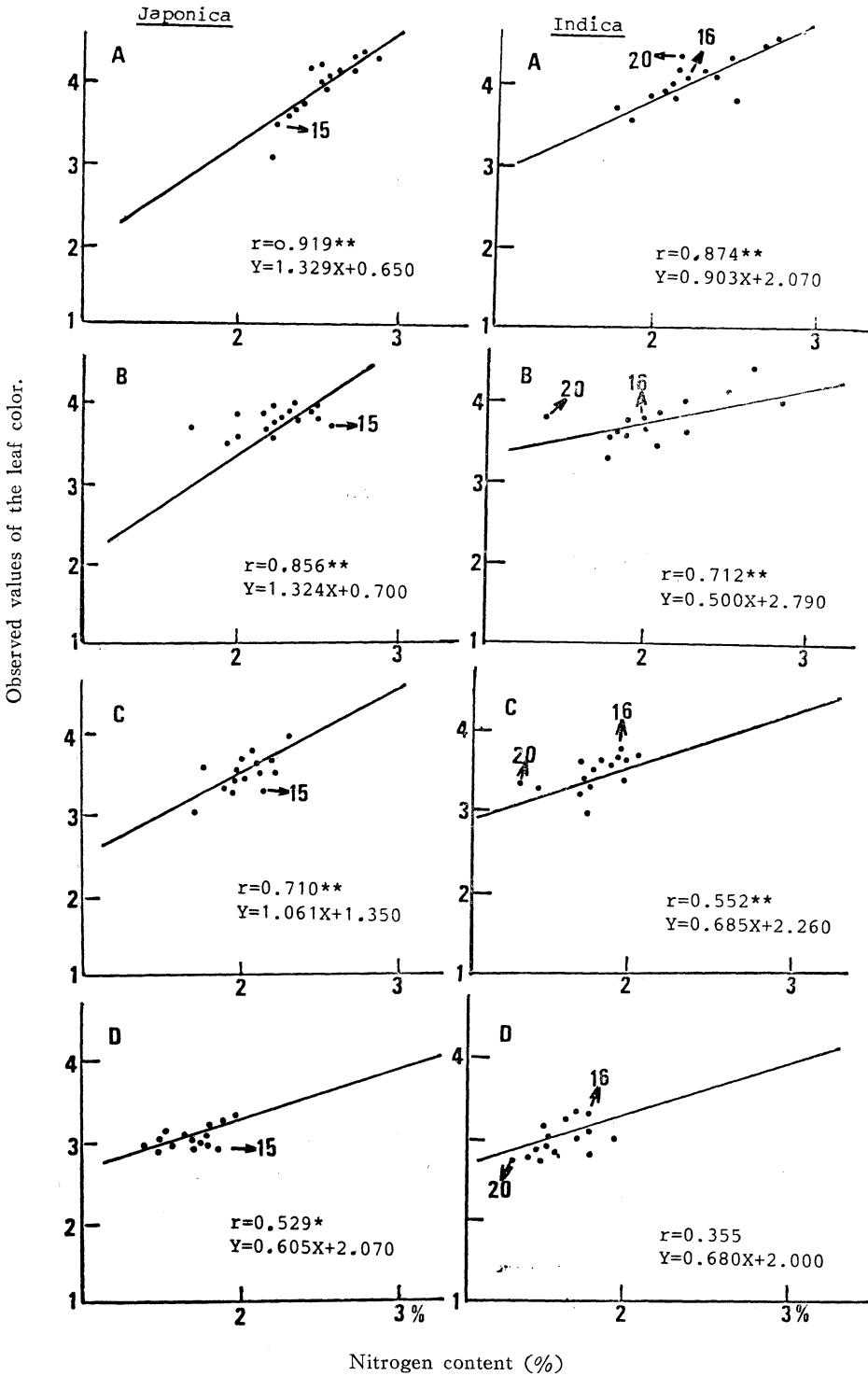


圖4. 二期作水稻葉色與葉片全氮濃度之關係圖解

Fig 4. Relation between the leaf color and the nitrogen content in leaf blades in rice plants of the second crop 1980 at (A) booting stage (B) heading (C) on 10th day after heading (D) on 20th day after heading.

秈硬稻之全氮濃度與葉色值之相關係數，於生育期間之孕穗期、抽穗期，抽穗後十天及抽穗後二十天，兩期作皆於孕穗期最大（如圖 3、4 所示）。而抽穗後則急速下降，這可能與葉片之全氮濃度與葉色值有關，因兩者於孕穗期最高，這與葉片之全氮濃度及葉色值的變化趨勢相似（如圖 2）。松崎等<sup>(3)</sup>與松島<sup>(6)</sup>曾以十三個品種於抽穗前不同生育時期測定葉片之全氮濃度與葉色值，在孕穗期兩者之相關係數最大，也認為這與水稻的葉色及葉片全氮濃度有關，生育初期雖然葉色呈現濃綠至暗綠色，但葉片氮的濃度並不高，因此兩者的相關係數就小。由圖 3、4 顯示抽穗後其相關係數下降頗大，尤其是抽穗後 20 天降低更大。秈稻比硬稻也降低更大，這時期之葉片全氮濃度及葉色值也是最低，不易由葉色推測葉片全氮濃度。但硬稻兩期作於抽穗後 20 天葉片全氮濃度與葉色值之相關係數仍達到 5% 之顯著水準，若以葉色推測葉片全氮濃度抽穗後二十天還勉強可進行。而秈稻兩期作於抽穗後二十天葉片全氮濃度與葉色值之相關係數皆不達到顯著性水準，因秈稻葉片於抽穗後迅速呈現黃化。有如松島<sup>(6)</sup>所述：水稻因葉色不濃與葉片全氮濃度之相關易呈現混亂狀態。也就不易由葉色推測葉片全氮濃度。

由本試驗可知秈硬稻一、二期作自孕穗期至抽穗後十天，葉片全氮濃度與葉色值之相關係數呈現高的正相關，因此孕穗期，抽穗期及抽穗後十天這三個時期可用葉色法去推測葉片全氮濃度。至於孕穗前之生育初期那一時期較適合以葉色推測葉片全氮濃度還須進一步作試驗才可確定。

本試驗使用秈硬三十個品種，有一部分品種之葉色值並不與葉片全氮濃度成比例的增減。由圖 3、4 可知秈稻品種 20 臺中秈 10 號及硬稻品種 15 豐錦兩期作之各生育時期皆離迴歸直線（The regression line of Y on X）較遠。松島<sup>(6)</sup>認為與遺傳因子有關，又豐錦是否由於早熟稻易提早葉片黃化，尚未確知。另一秈稻品種 16 新竹矮腳尖於一期作自抽穗期至抽穗後二十天皆離迴歸直線亦較遠，但二期作並無此現象，可能由於品種與期作發生相互作用所致，即劉等<sup>(2)</sup>所述：遺傳及環境的交感作用（Genetic-environment interaction）的存在。

本試驗結果提供由水稻葉色如何推測葉片全氮濃度亦可診斷水稻營養。並確知那一個生育時期進行推測較適當，以及那些品種不適合於使用這種方法。

誌謝：本試驗承本所生理研究室劉大江博士等同仁之協助與指教，劉清博士協助統計分析，農藝系主任謝順景博士及黃真生博士之斧正。中央研究院鄒所長及謝昱章博士的指正。中興大學岡彥一博士及東京大學名譽教授松尾孝嶺博士、村田吉男博士與育種研究室中島哲夫教授，武田元吉助教授及丹羽勝博士等指導，謹此一併深致謝忱。

## 引用文獻

1. 陳建山、黃定鼎、劉大江 1981 機插水稻之生育與生理研究 I 氮素、葉綠素及非構性碳水化合物之濃度變化。中華農業研究 30 (2) : 89-98。
2. 劉清、謝順景、林明華 1981 氣象對臺灣一、二期稻作農藝性狀影響之研究。中華農業研究 30 (3) : 201-214。
3. 松崎崎夫、松島省三、富田豐雄、朴錫洪 1972 水稻收量の成立原理とその應用に關する作物學的研究。第 110 報 水稻個體羣の葉色表示法について 日作紀 41 : 291-295。
4. 折谷隆志、丹佛利康、葭田隆治 1979 作物の窒素代謝に關する研究 第 16 報 水稻各品種における光合成、葉面生長と N 代謝との關係。日作紀 48 (1) : 10-16。
5. 石塚喜明、田中明 1963 水稻の營養生理 養賢堂。
6. 津野幸人 1970 イネの科學——多收技術の見方考元方。農山漁村文化協會。
7. 前田正男 1971 イネの營養診斷と施肥。農山漁村文化協會。
8. 松島省三 1975 稻作の改善技術。養賢堂。
9. IRRI 1966 : International Rice Research Institute Annual Report for 1966.

# Varietal Difference in Coloration and Nitrogen Content of Leaf Blades in Rice <sup>1</sup>

Jin-chuan Tsai <sup>2</sup>

## Summary

Fifteen *Japonica* and 15 *Indica* varieties were grown under natural conditions at the experimental field of Taiwan Agricultural Research Institute in Wu-feng, Taichung, for investigating their leaf colors and nitrogen contents in leaf blades at 4 stages, i. e. booting, heading, 10 and 20 DAH (days after heading) .

The degrees of leaf color and nitrogen contents in leaf blades of 30 rice varieties were all significant at 1% level in both crop seasons in both *Japonica* and *Indica* type rices. The highly positive correlations between the leaf color and nitrogen content in leaf blades were found at all stage except 20 DAH. The correlation coefficients in the *Japonica* varieties were higher than those in *Indica* varieties at all four stages. The booting stage showed the highest positive correlation coefficient, which rapidly decreased after heading. No significant differences in correlation coefficient were found in *Indica* varieties on the 20th day after heading in both crop seasons. It may be due to the yellowing of the leaf or senescence. According to this results, it seems that the leaf color determination is useful to estimate the nitrogen content in leaf blades or to diagnose the nutrition status of rice plants. Although in some varieties such as Toyonishiki and Taichung sen no. 10, the leaf color did not correspond well with the nitrogen content in the leaf blades.

---

1. Contribution No. 1062 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431 , ROC