

水稻穀粒開穎之頻度及其對數種 穀粒性狀的影響¹

趙政男 陳一心²

摘要：本試驗目的，利用引自國內外秈粳稻品種46種為供試材料，在同一栽培管理條件下，來探討開穎粒在水稻品種間之發生情形，及其對數種穀粒性狀的影響，以提供今後良質米品種之選育，及實施稻米品質分級產銷時之參考。初步結果顯示，開穎粒之發生率在水稻品種間有極大之差異存在，其變異範圍第一期作自1.18%至68.84%，第二期作自0.17%至59.66%，相同品種不同期作間之發生率第一期作又有高於第二期作之趨勢，平均約可高出0.21%至25.34%。品種類型及其來源的不一，彼此間亦有很明顯差異。粳稻較秈稻平均約高出2.02%。其中引自日本之秈稻品種及 IRRI 系秈稻品種，分別又較本省秈稻品種之平均高出11.51%與7.48%。就開穎粒對發芽率及發芽速之影響，則顯示出開穎粒之發芽率較合穎粒少3.48%，而初期的發芽速卻有高於合穎粒之趨勢。至於開穎粒對稻米品質之影響，則顯示出異常粒在開穎粒中之出現率較在合穎粒中為高，平均約可高出6.93%。而導致開穎粒之稻谷千粒重較合穎粒平均約減輕0.63公克。

關鍵詞：水稻、開穎粒、穀粒性狀。

水稻之穀粒，其外部形態主要由內穎 (palea)、外穎 (lemma)、護穎 (sterile lemma) 及小穗軸 (rachilla) 等數部份所組成^(14,15)，米粒便是由內外穎抱合的子房 (ovary) 經授粉 (pollination) 發育而成，水稻之穀粒自穎花分化發育至成熟收穫，除開花期因授粉需要，內外穎因鱗片 (lodicules) 之吸水作用促使內外穎自動打開外，其餘時間均緊密接合，然成熟收穫時卻有部份穀粒之內外穎乃呈分開狀不能緊密接合，造成米粒裸露，以是日人稱之為「疵粳」^(6,11)「割れ粳」^(4,8,10)、或「開穎粳」^(7,9)等。本文則稱它為「開穎粒」(unclosed glume grain)。雖然早在1933年近藤⁽¹⁾曾有「開穎稻」一種之報告，且日人又在 sorachi 品種中發現有一個自然突變體，其內外穎具有異常發育伸長不相互嵌合的遺傳性狀⁽³⁾。但本文所要探討的乃是在目前栽培種上所發生的開穎現象。

開穎粒之成因，本省稻農一般均認為係糙米粒發育充實飽滿所造成，然其真正原因可能不止於此。雖然日本早已有這方面的調查報告^(4,5,6,9)，但鑑於國內尚缺少此方面資料，而其對稻米之發育及品質之影響，卻有不容忽視之處。因此，本試驗目的乃在探討國內外栽培之秈粳稻品種，在本地區栽培環境下其開穎粒之發生情形，並進一步探討開穎粒對稻米之發育與品質之影響，期望在目前質重於量的糧政政策下，提供良質米品種之選育，及實施稻米品質分級產銷時之參考。茲將初步所得結果整理報告於後。

材料與方法

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1687 號。
2. 本所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員、研究員兼系主任。臺灣省 嘉義市。

本試驗於民國八十一年第一、二期作在嘉義農業試驗分所利用引自日本的梗稻品種越光等24種，IRRI 系秈稻品種 IR60等4種，加上本省改良育成的秈梗稻品種18種等共計46種為供試材料。採隨機排列，重複二次，單本植，行株距25×20公分，依本省慣行栽培管理方法在同一栽培管理條件下實施，栽培期間為明瞭氣候環境因子與發生開穎粒之相關性，每日定時觀測記錄包括溫度、濕度、降雨量及降雨日數等氣象資料。成熟後按各品種之適當時期適時收穫，每品種每重複逢機採收10~20穗，供調查開穎粒在穗上之分佈狀態與發生率。由於秈稻品種容易脫粒，故收穫後隨即脫粒混合，然後再從中逢機取出調查。調查方法是收穫後的稻谷經日晒乾燥後，棄除不稔粒，而後將稔實粒就穎的開裂與否區分為合穎粒與開穎粒。開穎粒之調查標準，是只要其內外穎沒有緊密接合，而不論其開裂程度的大小，即使外觀上米粒未外露，僅內外穎之中脈沒有互相嵌合，均可視為「開穎粒」。主要調查項目除試驗期間的氣候環境因子外，尚包括開穎率、發芽率、發芽勢、稻谷千粒重及糙米品質等。糙米品質則著重於糙米千粒重及異常粒（包括畸形粒、死米粒、茶米、著色粒）之發生率。發芽率與發芽速之測定係在實驗室內之室溫下實施。

結 果

一、稻品種間開穎粒率之變異：

開穎粒率在水稻品種間之變異，經初步調查結果如表1，由表中可看出開穎粒率零者沒有，即所有供試品種均或多或少都有開穎粒的發生，只是其開穎粒在穎的開裂程度上有大小之差異而已。在第一期作所調查的26個品種中，其變異範圍自1.18%至68.84%，以台農67號的發生率最低，Halezola的發生率最高，其中以介於1.01%至5.0%的品種數最多有10品種，佔供試品種數的38.46%。在第二期作所調查的42個品種中，其變異範圍自0.17%至59.66%，以台農70號的發生率最低，Halezola的發生率最高，而乃以介於1.01%至5.0%的品種數最多有14品種，佔供試品種數的33.33%。此結果顯示開穎粒之發生率在水稻品種間有很大之差異存在。類似結果管谷（1941）⁽¹¹⁾與松浦等（1961）⁽⁹⁾均有相同報告。就期作間之差異而言，由表一頻度分佈中可看出，第一期作開穎粒率之上下限均較第二期作高，顯示第一期作開穎粒之發生率較第二期作有偏高趨勢。另自一年兩期中列出22個相同之參試品種，比較其期作間之差異如表2，由表中亦可看出除台農67號、台 梗2號及 Akiyo 等三品種，其第一期作之發生率較第二期作略低外，其餘各品種第一期作的發生率均高於第二期作，平均約可高出0.21%至25.34%。經綜合變方分析結果如表3，由表中可看出期作、品種、期作與品種之交感作用均達極顯著水準。由是推論期作之不同，可能對開穎粒之發生率亦具有顯著影響。至於影響之大小及其相關程度則有待更進一步的探討。

表 1. 稻品種間開穎粒之頻度分佈

Table 1. The occurrence frequency of unclosed-glume grains among tested rice varieties.

% of unclosed-glume grains	No. of variety in	
	First crop	Second crop
0.1~ 1.0	0(0.0) ^z	11(26.2)
1.1~ 5.0	10(38.5)	14(33.3)
5.1~10.0	4(15.4)	7(16.7)
10.1~20.0	4(15.4)	3(7.1)
20.1~40.0	3(11.5)	5(11.9)
40.1~60.0	3(11.5)	2(4.8)
60.1~80.0	2(7.7)	0(0.0)
Total	26(100.0)	42(100.0)

^z Numbers in parentheses are percentages relative to total.

表2. 水稻品種開穎粒率在期作間之差異

Table 2. Differences in the percentages of unclosed-grains of rice varieties between the first and second crops.

Variety	% of unclosed-glume grains			Variety	% of unclosed-glume grains		
	1st crop	2nd crop	Diff.		1st crop	2nd crop	Diff.
Taichung 189	3.02	0.93	2.09	Akiyo	2.21	6.19	- 3.98
Tainung 62	1.99	0.53	1.46	Odomemochi	3.58	0.46	3.12
Tainung 67	1.18	1.43	-0.25	Kosihikali	20.60	2.40	18.20
Tainung 68	6.67	3.44	3.23	Hisonomochi	17.63	3.13	14.50
Tainung 70	3.41	0.17	3.24	Asamake	30.24	17.31	12.93
Chianung 242	1.46	1.25	0.21	Hatsuhosi	36.02	22.01	14.01
Taikeng 2	1.78	2.64	-0.86	Akihikali	53.60	28.26	25.34
Kaohsiung 142	15.34	8.27	7.07	N-266	44.61	22.49	22.12
Tainan 9	5.89	1.04	4.85	Nisiumi P14	51.35	34.04	17.31
N-277	7.62	0.35	7.27	Hosinohikali	61.93	43.18	18.75
Taichung	3.35	1.13	2.22	Halezola	68.84	59.66	9.18
Native 1							

表3. 水稻開穎粒率在品種與期作間之變方分析

Table 3. Analysis of variance on the rate of unclosed-glume grains among crop seasons and varieties.

Source of variance	D.F.	S.S.	M.S.	F-value
Crop season (S)	1	1,505.802	1,505.802	102.44**
Variety (V)	21	31,149.943	1,483.331	100.91**
SXV	21	1,451.174	69.104	4.70**

** : significant at 1% level.

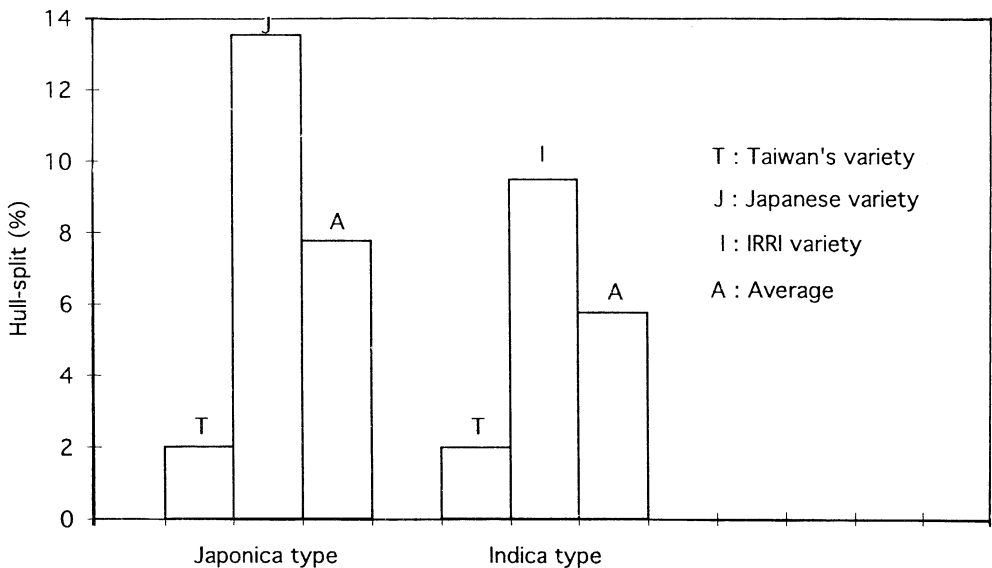


圖 1. 水稻開穎穀粒在品種類型間及來源間之差異

Fig. 1. The effects of rice type and origin on the occurrence frequency of unclosed-glume grains

就品種類型及其來源之差異而言，如圖1所示，顯示開穎粒在梗稻中之發生率較秈稻為高，平均約可高出2.02%。而引自日本之梗稻品種及 IRRI 系秈稻品種，分別又較本省秈梗稻品種之平均值高出11.51%與7.48%。由以上結果可看出，開穎粒之發生率除在品種與期作間有明顯差異外，品種類型及其來源的不一，亦顯示出有明顯之差異。而引自日本之梗稻品種及 IRRI 系秈稻品種，在本地區之栽培環境下，開穎粒之發生率又有高於本省改良秈梗稻品種之趨勢。

開穎粒之發生與水稻抽穗期前後的氣候環境有著非常密切關係^(4,5,6)，本試驗之插秧期，第一期作於一月上旬，第二期作於八月上旬。整個試驗期間之氣候環境概況示如圖2，由圖中可看出本試驗期間之最低氣溫，第一期作在四月上旬起早熟的日本稻已陸續進入抽穗成熟期，但最低氣溫到四月中旬乃低至17°C至18°C。而第二期作在抽穗成熟期的十月中旬，其最低氣溫已開始降至18°C以下。濕度一、二期作的整個生育期間均維持於80%至95%間，變化顯然較氣溫小。至於降雨量與降雨日數，第一期作的整個生育期間累積達60天降下630.5公厘，其中尤以抽穗成熟期間的四、五月間累積高達23天390公厘。反之，第二期作自九月下旬起，迄十一月下旬成熟收穫時，除零星降下數公厘外，幾乎滴雨未下。綜觀本試驗，自抽穗至成熟收穫期間之氣候概況，一期作可說完全屬於陰雨潮濕型氣候，而第二期作則屬於乾旱型氣候。故推測，本試驗自抽穗至成熟收穫期間之降雨量與降雨日數，可能是造成第一期作開穎粒之發生率高於第二期作之主要原因。又在同期作相同的氣候環境下，品種間、品種類型及來源間乃發生如此明顯差異，其主要原因除受氣候環境因子之影響外，是否有品種之遺傳特性在內亦有待更進一步的探討。

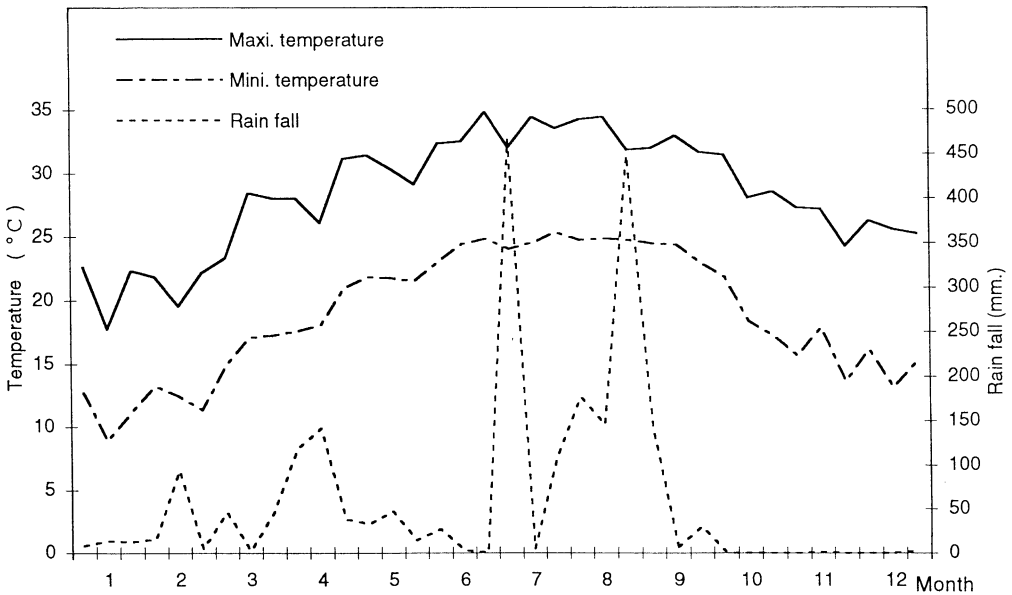


圖 2. 1992年於嘉義地區試驗期間之旬平均最高與最低氣溫及降雨量

Fig. 2. Ten-day averages of maximum and minimum temperatures and rainfall during the experimental period of 1992 at Chiayi area.

二、開穎粒對發芽率及發芽速之影響：

本省水稻之栽培曆在中南部的第一期作及東北部的第二期作，其成熟收穫期均適逢雨季，因穗上發芽所造成的損失極大且時有所聞⁽²⁾。為探討開穎粒對穗上發芽之影響程度，自供試材料中選取開穎粒率較高的五個日本品種 Halezola 等，來探討開穎粒對發芽率及發芽速之影響，其方法是將成熟收穫的稻谷經乾燥風選去除不稔粒後，將稔實粒依穎的開裂與否區分為合穎粒與開穎粒，在實驗室內於

室溫下行發芽試驗。初步結果如表4，由表中可看出無論合穎粒或開穎粒，均自浸種後的第三天就可檢測到發芽粒，但在前兩天即浸種後的第三天與第四天，開穎粒的發芽率較合穎粒平均高出4.6%至12.8%，顯示開穎粒初期的發芽速有高於合穎粒的趨勢。自浸種後第五天至第七天，合穎粒發芽率才高於開穎粒。就整個發芽期間所累積的發芽率，則合穎粒卻較開穎粒平均高出3.48%。即開穎粒的未發芽率反較合穎粒高出3.48%。由上述結果推論，開穎粒初期的發芽率大於合穎粒，可能係起因於開穎粒因穎的裂開，而加速吸水作用，導致開穎粒初期的發芽速大於合穎粒。類似結果，菅谷（1941）⁽¹²⁾，與二瓶和橋本（1993）⁽⁴⁾等均有相同之報告。至於發芽率除受發芽環境條件之影響外，與米粒發育之完全與否有密切關係。而開穎粒中之未發芽率較合穎粒為高，可能係起因於開穎粒因穎的裂開，而使糙米粒之發育受到顯著影響所致，此由表五亦可明顯看出，異常糙米粒在開穎粒中的出現率較在合穎粒中為高。綜合以上結果，開穎粒對初期的發芽速及發芽率的確可造成相當程度之影響。因此在田間自然情況下，開穎粒的發生可能亦是增加穗上發芽機率的主要原因。

表4. 水稻開穎穀粒於浸種後不同時間之發芽率 (%)

Table 4. Germination rate (%) of closed-and unclosed-glume rice grains at different intervals after soaking

Variety	Closeness of glume	Days after soaking						Total
		3	4	5	6	7	8	
Halezola	Closed	1.94	17.48	51.46	19.41	7.77	0.00	98.06
	Unclosed	5.32	30.85	42.55	12.23	4.79	0.53	96.27
Akihikali	Closed	3.57	25.45	39.73	20.98	7.59	1.79	99.11
	Unclosed	10.00	34.55	31.82	8.18	6.36	0.91	91.82
Hosinohikali	Closed	0.60	11.90	55.95	21.43	7.14	2.38	99.40
	Unclosed	3.30	25.82	44.51	12.09	6.04	2.75	94.51
N266	Closed	6.25	28.98	58.52	5.11	0.57	0.00	99.43
	Unclosed	12.95	49.22	31.09	3.63	1.04	0.52	98.45
Nisiumi P14	Closed	1.48	24.14	53.20	13.79	6.90	0.49	100.00
	Unclosed	5.59	31.68	24.72	9.32	4.97	1.24	97.52
Average	Closed	2.77	21.59	51.77	16.14	5.99	0.93	99.20
	Unclosed	7.43	34.42	38.94	9.09	4.64	1.19	95.72

三、開穎粒對數種穀粒性狀之影響：

開穎粒對數種穀粒性狀之影響如表5，由表中可看出開穎粒中異常糙米粒的出現率平均高達21.12%，較在合穎粒中的14.19%平均高出6.93%。而稻谷的千粒重則合穎粒較開穎粒平均高出0.63公克。此結果顯示，在開穎粒中異常糙米粒的出現率較在合穎粒中為高，導致開穎粒之稻谷千粒重較合穎粒為低，五個供試品種均呈現相同趨勢。由是推論開穎粒因穎的裂開，促使米粒的發育容易受到外界不良環境的影響。就糙米千粒重而言，由表5亦可明顯看出，未經過篩選去除異常粒的糙米千粒重，合穎粒較開穎粒平均高出0.79公克。反之，若將該等糙米加以篩選除去異常粒後，完全以正常糙米粒來比較時，則開穎粒的糙米千粒重較合穎粒平均高出0.04公克。雖然差異很小，但由此結果現象，可推測同品種內造成開穎粒的成因可能混合有多種，其中尚包括有因米粒的發育充實良好，而導致開穎粒之發生原因在內。

表5. 水稻穀粒開穎與否對數種穀粒性狀的影響

Table 5. Comparison of characteristics between closed-and unclosed-glume rice grains

Variety	Abnormal brown rice ^z (%)		1,000-Rough rice wt. (g)		1,000-brown rice ^y wt. (g)		1,000-normal brown rice wt. (g)	
	Closed	Unclosed	Closed	Unclosed	Closed	Unclosed	Closed	Unclosed
Halezola	11.27	15.24	24.26	24.12	21.36	21.20	21.67	21.82
Akihikali	18.79	29.23	23.66	22.91	20.13	18.32	20.56	20.73
Hosinohikali	16.00	24.21	25.14	24.49	20.74	20.36	21.27	20.88
N 266	8.78	17.11	27.27	26.15	23.71	22.51	23.74	24.31
Nisiumi P14	16.13	19.79	23.24	22.75	19.75	19.34	21.02	20.71
Average	14.19	21.12	24.71	24.08	21.14	20.35	21.65	21.69

^z Including malformed, dead, and coloured grains.

^y Including both normal and abnormal brown rice.

討 論

水稻抽穗期前後之氣候環境^(4,5,6)及栽培條件^(8,9,11)，影響到穀殼與米粒間發育之差異，是造成開穎粒之主要原因。然經初步觀測結果，認為除米粒充實飽滿可導致開穎粒之發生外，大致還可歸納出下列其他三種原因亦可能造成開穎粒之發生：一是成熟稻谷因遇雨水或露水等長期滋潤，造成米粒膨脹而使內外穎分裂。由於其開穎時期係發生於米粒發育完成之後，故該等開穎粒之米粒大都屬於正常粒。其次是開花授粉時，花藥未能完全掉落脫離或柱頭外伸，而為內外穎重新閉合時夾於接縫中亦可造成開穎粒之發生。由此種原因所造成之開穎粒，其開穎之發生時期因係發生於米粒發育初期，在米粒發育過程中容易遭受外界不良氣候因子及病蟲害之危害，異常粒之出現比率較前者偏高。另外在水稻抽穗後至稻谷發育成熟過程中，遭遇風雨等天然災害及病蟲害之為害，亦可能造成開穎粒之發生，而此種開穎粒對米粒發育所造成之影響，則依其發生時期的早晚及發生因子之嚴重程度而異。故因開穎粒成因之不同，其對稻米品質所造成之影響程度亦因而有很大之差異。由上述結果可看出，因前兩種原因所造成的開穎粒對稻米品質之影響程度較小，而由後兩種原因所造成之開穎粒對稻米品質之影響程度較大。因此在稻米品質分級上，由稻谷的開穎情形，可概略地推測出其米粒發育的正常與否。據初步觀測結果，一般開穎粒的裂穎情形，如僅發生於谷粒中間部位，則該等米粒的發育受影響程度較小，大致可發育完全成為正常粒。反之，當開穎粒的裂穎情形由谷粒中間部位延伸至稃尖處整個裂開時，則其米粒發育受影響程度較大，異常粒的出現比率亦較高。

開穎粒除了稻米品質、發芽速及發芽率會受到顯著影響外，對於發芽後秧苗之成活率及初期的生育亦將構成嚴重威脅^(4,13)。所以為了培育健壯秧苗，採用的稻種應盡可能的經過嚴格篩選棄除開穎粒。另外，本省一向以稻谷做為儲藏，而開穎粒因穎的裂開增加倉儲害蟲的侵襲機會，使得稻谷的儲藏期限縮短，造成倉儲稻谷米質的劣變，亦是一項不容忽視的問題。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會補助經費，文稿承本所農藝系郭益全博士及嘉義分所植保系主任鄭清煥博士斧正，謹致謝忱。

引用文獻

1. 汪呈因。1955。稻作學。148—150頁。臺灣省立農學院。臺中市。
2. 湯文通。1967。作物育種之原理與實施。506—552頁。臺灣大學農學院。臺北市。
3. 閔紹楷等譯。1986。稻的生物學。165—328頁。農業出版社。北京。

4. 二瓶信男、橋本和博。1993。水稻の割れ粃に関する諸問題。農業および園藝68(1)：32—36。
5. 二瓶信男。1982。異常氣象年の粃の性狀と種粃の品質。農業技術。5：208—214。
6. 戸割義次、松尾孝嶺。1956。稻作講座。2。60頁。
7. 末次勳等。1965。水稻のコンバに收穫による開穎粃と龜裂粃の發生。農業および園藝。40(2)：43—45。
8. 寺西敏子等。1981。水稻の割れ粃發生とその防止対策。農業および園藝。56(5)：51—55。
9. 松浦欣哉等。1961。水稻における開穎粃發生の品種間差異と若干の栽培條件との關係。日作紀。36：13—16。
10. 松島省三。1972。稻作の理論と技術。pp.220—221。東京養賢堂。
11. 菅谷昌。1941a。水稻の「疵粃」に関する研究（第1報）割疵粃の特性立立に發生に関する調査。農業及園藝。16(2)：25—32。
12. 菅谷昌。1941b。水稻の「疵粃」に関する研究（第2報）割疵粃の發芽に及ぼす影響。農業及園藝。16(4)：85—87。
13. 菅谷昌。1941c。水稻の「疵粃」に関する研究（第3報）割疵粃ガ苗起立立苗の生育に及ぼす影響。農業及園藝。16(12)：21—24。
14. Chang, T.T. and Eliseo A. Borden. 1965. The morphology and varietal characteristics of the rice plant. IRRI Technical Bulletin 4. IRRI., Los Banos, Philippines.
15. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science pp.50-60. IRRI., Los Banos, Philippines.

The Occurrence of Unclosed-glume Grains in Rice and Its Relationship to Grain Characteristics¹

Cheng-Nan Chao and Yi-Sin Chen²

Summary

Grains with unclosed glumes (palea and lemma) at maturity stage are usually observed in many rice varieties. However, the occurrence of the unclosed-glume grains among different types of rice and between crop seasons under local conditions are unknown. Experiments were conducted in the first and second crops by using locally bred rice varieties as well as those introduced from Japan and the International Rice Research Institute (IRRI). Experimental results revealed that the occurrence frequencies of unclosed-glume grains varied greatly among the tested varieties, ranging from 1.18% to 68.84% in the first crop, and from 0.17% to 59.66% in the second crop. The frequencies were 0.21% to 25.34% higher for the first than for the second crops. Japonica rice introduced from Japan and Indica rice from IRRI exhibited had higher rated of unclosed-glume grains than the varieties developed in Taiwan. The unclosed-glume grains usually showed higher percentage of abnormal brown rice and had lower 1,000-grain weight as compared to the closed glume grains.

Key words : Rice (*Oryza sativa* L.) , Unclosed glume-grains, Grain characteristics.

1. Contribution No. 1687 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist, head of department of agronomy, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.