結果與討論

一、割椿處理對再生稻抽穗情形之影響

再生栽培之水稻因有提早抽穗及抽穗不整齊的現象，植株的營養生長期縮短，提前進入生殖生長期及穀粒充實期（蘇，1980）；稻株在營養生長期未能蓄積充足的的養分以供給穎花發育所需，故提早抽出的穗較短小，不稔實率高，且易於發生敗育(abortion)現象，無法完全成熟；部份提早抽穗的穎花雖可發育為成熟的穀粒，也因在田間時間過長，收穫前即脫粒掉落，失去經濟價值。另因再生芽本身會繼續分蘗，有繼續不斷抽穗的現象，可使同一植株營養生長期、生殖生長期及穀粒充實期同時存在，不但造成管理的困擾及不便，收穫的稻穀也因成熟粒及未熟粒摻雜不齊，使產量及稻穀品質、食味均受影響。因此使再生稻營養生長期延長及抽穗整齊，是改善再生稻栽培首要目標。

一般機插或直播水稻自始穗至抽穗終期之持續時間約為 7-10 天，因抽穗整齊，在灌排水與肥培管理上較為便利，而且收穫期一致，使穀粒的產量及品質較為穩定（許等，1993）。丁與蘇(1980)曾於品種間觀察再生芽的發生，發現籼稻與粳稻再生芽發生部份不儘相同，粳稻再生芽發生的部位靠近地面，而籼稻則多位於留樁位置的上部；而且對再生芽施以割樁處理，可以延長水稻營養生長期，使抽穗整齊，但割樁兩次反使株高、再生芽發生率及產量顯著減低。Ichii and Ogata (1985)及 Jones(1993)也曾提出籼稻主作收穫後留樁高度越高，則再生芽發生率高的報告，這可能與割樁後之留樁高度不同，其養分蓄積與轉流亦可能有異（劉等，1985），且籼、粳稻間的表現及作用機制是否有所差別，都值得進一步探討。蘇與劉(1983)觀察水稻品種間不同割樁高度之再生芽發生與生長過程，也發現上位節所發生的再生芽會提早抽穗開花，並且穀粒充實不良，多為無效穗，進行割樁處理後，可降低再生芽發生節位，使營養生長期延長、抽穗整齊，且割樁高度以距地面 5　10cm 之表現較佳。根據這些結果，可推論再生稻割樁處理的目的，就是延長稻株的營養生長期。

本試驗採用不同高度的割樁處理，觀察再生稻抽穗情形。82 年再生期作四種處理抽穗發生時期差異頗為顯著，試驗結果列於表一。

不割樁處理植株於前作收穫後 26 日，即 7 月 27 日調查時已有抽穗現象，每欉 0.9 穗，並且持續發生，穗細小，大部份不稔實，在短時間內即敗育枯萎，至 9 月 23 日為止之調查期間內穗數增減不一，至 9 月 27 日左右，抽出的穗數才趨於有效而穩定，其間抽穗持續時間長達約二個月之久（7 月 27 日　9 月 27 日）。

表一、割樁高度處理對再生期抽穗持續期間累積穗數之影響（民國 82 年）

Table 1. Cumulative panicle number per hill of ratoon rice plants subjected to cutting treatment with different heights (1993)

Date	Cutting height			
	5cm	10cm	15cm	Non-cutting
Jul.27	0	0	0	0.9
Aug.10	0	0	0	2.3
Aug.31	0	0.5	1.3	0.8

Sep.14	0.4	1.4	1.4	5.2
Sep.16	1.0	1.0	1.7	2.5
Sep.20	4.1	3.3	3.4	4.3
Sep.23	7.6	6.5	4.5	6.8
Sep.27	11.6	9.3	8.9	10.3
Oct.1	13.9	12.5	12.0	13.3
Oct.4	14.5	13.5	13.4	13.8
Oct.8	15.2	13.9	13.8	14.1
Oct.26	14.0	13.8	12.3	13.4

割椿 10cm 及 15cm 者處理植株抽穗時間較晚，8 月 31 日才零星發生，每株穗數分別為 0.5 穗及 1.3 穗，明顯地較不割椿處理慢一個月左右，實際田間調查發現所抽出之穗多為有效穗。割椿高度為 5cm 之處理，植株抽穗始期較前三種割椿處理為晚（9 月 14 日），10 月 1 日以後則趨於穩定。

由以上試驗結果得知割椿處理可使抽穗期延後，並縮短抽穗持續時間，主要是使高位節的再生芽無法發生，並可能利用頂芽去除後腋芽發生的優勢，使再生芽多從低位節萌發，達到抽穗整齊的目的。

二、割椿處理對再生稻主要農藝性狀及產量之影響

株高：82 年試驗結果再生稻割椿高度 5cm、10cm、15cm 及不割椿處理之株高介於 111 至 114cm 之間，低於對照區(機插)之 115cm，但處理間差異不顯著。83 年各處理間之株高（介於 99 至 109cm 之間）經統計分析雖結果不顯著，但對照區（機插）株高（99cm）則有較部份再生處理株為矮的趨勢，此種現象與以往的再生栽培結果不同（表二）。

表二、再生期作不同割椿高度處理產量及主要農藝性狀（民國 82 年及 83 年）

Table 2. Grain yield and major agronomic characters of rationed rice as affected by cutting treatment with different height. (1993 and 1994)

Cutting height	1993			1994		
	Grain yield (kg/ha)	Plant height (cm)	Panicle no. per hill	Grain yield (kg/ha)	Plant height (cm)	Panicle no. per hill
5cm	3208b*	111b*	14.0ab*	3771bc*	106a*	13.0a*
10cm	3203b	114a	13.8b	3958b	109a	12.3a
15cm	3009b	12ab	12.8b	3658bc	107a	11.1a
Non-cutting	2664b	111b	13.4b	3296c	108a	11.5a

Transplanting(CK)	4376a	115a	16.3a	4496a	99a	12.5a

*Means followed by the same letter of a column are not significantly differert at 5% level by L.S.D。

穗數：82 年期每株穗數以割椿 5cm 及對照區（機插）較多，平均各為 14.0 及 16.3 穗，在不同割椿處理間的穗數差異不顯著，介於 12.8　14.0 穗之間。83 年期割椿高度 5cm 處理之每株穗數為 13.0 穗，其次為對照區，每株 12.5 穗，各割椿處理支每株穗數介於 11.1-13.0 穗之間，但差異均未達顯著水準。

產量：82 與 83 年再生期作均以對照區（機插）之公頃產量最高，各為 4,376 及 4,496kg/ha。82 年期再生栽培不同割椿處理間產量在統計上無顯著差異，但不割椿處理之產量（2,664kg/ha）有較其他割椿處理為低的趨勢（表二）；就產量構成因素（表三）觀之，不割椿處理植株穗重（1.8g）及稔實率（70.9%）應是低產的主要因素。在千粒重方面，以對照區（機插）之 25.5g 最佳，其他各處理間無顯著差異。83 年試驗結果顯示割椿處理的產量以割椿高度 10cm 者（3,958kg/ha）最佳，次為 5cm 處理（3,771kg/ha），15cm 處理又次之（3,638kg/ha），而不割椿處理產量最低，僅有 3,296kg/ha（表二）。

綜合兩年試驗結果，就產量而言，以再生栽方式培時水稻時，宜採行割椿處理，其留椿高度可介於 5　10cm 之間。

三、割椿處理對再生稻碾米品質之影響

碾米品質(milling quality)：稻穀的糙米率及碾米時的白米率是重要的品質性狀，如具較佳的碾米品質，則受受糧商的喜好，間接增加稻農收益（宋等，1991）。以不同割椿處理再生稻，其碾米品質的表現列於表四。82 年期再生稻的稻穀容重及糙米容重與對照區(機插栽培)比較，差異雖未達顯著水準，但顯示有較高的趨勢。83 年期機插栽培罹患輕度白葉枯病，而再生栽培因抽穗及生育較早，未受東北季節風影響，割椿高度 5cm 處理者的稻穀容重最佳(545g/l)，依次為不割椿(538g/l)、機插栽培(535g/l)、割椿高度 10cm(525g/l)，而以割椿 15cm(518g/l)較低。

糙米率：82 年試驗各處理間的差異並不大(78.5　80.8%)，未達 5%顯著水準，其中對照區為 80.8%，割椿 5cm 處理較低，為 78.5%。83 年試驗結果則以割椿 5cm 處理與對照區機插栽培者較佳，各別為 79.4%及 80.4%，以割椿 15cm 處理(76.5%)較低，此種結果與稻穀容重的表現頗為一致（表四）。

完整白米率：因受調製技術的影響，83 年的機插栽培之完整米率僅為 54.5%，數據不具代表性；但對再生栽培各處理而言，仍可看出不割椿處理的完整米率表現較差，可能是因抽穗較不整齊，收穫時穀粒的水分含量不一致，調製烘乾較不易均勻，而使完整米率稍低。

許多栽培管理的因素會影響碾米的品質，如施肥技術（許等，1993）、穀粒成熟期的溫差(Yoshida and Parao, 1976)、收穫的方法及調製（宋等，1991）等；本試驗兩年的調查結果顯示割直椿高度處理對在糙米容重表現的效果不大，在稻穀容重方面，除 83 年期作割椿 15cm

處理較對照區（機插）稍差外，其餘各處理均較對照區為優；再生稻的糙米率及完整米率亦以割椿者較不割椿者為佳的表現（表四）。

四、割椿處理對再生稻糙米外觀品質的影響

台梗 6 號在遺傳特性上具有心白（鄭等，1991），本試驗再生栽培各項處理中均顯示心白級數提高(1　2)，並以不割椿處理最為更明顯（表五），此種結果可能表示再生栽培時最好不要採用遺傳特性上具有心白的品種，並有必要進一步探討是否再生稻在穀粒成熟期間，碳水化合物的轉流效率是否有較差的現象。

在未熟粒方面，兩年試驗的處理間差異均不顯著，一般認為再生稻品質不佳是因未熟米率較高之故，但根據本試驗結果，對照區（機插）的未熟米率（82 年為 9.6%，83 年為 21.9%）並不比再生處理為低，再生稻割椿高度處理間亦無差異。83 年資料顯示再生稻的死米率較移植處理為高，但年度間的表現並不一致。在著色粒方面，兩個年期的表現亦不相同，82 年以對照區（機插）表現較佳(3.9%)，其次為割椿高度 5cm 處理(4.4%)，但該年期著色米粒偏高，可能是穀粒成熟期間氣候不佳之故；83 年以割椿 5cm(0.01%)最佳，割椿 10cm 及對照區（機插）（1.2%）的著色粒率最高。

表三、再生期作不同割椿高度處理產量構成因素（民國 82 年及 83 年）

Table 3. Yield componenet of rationed rice as affected by cutting treatment with different height. (1993 and 1994)

Cutting height	1993				1994			
	Panicle weight (g)	Spikelet no. per (%)	Seed-set (g)	1,000-grain wt. (g)	Panicle weight (g)	Spikelet no. per (%)	Seed-set (g)	1,000-grain wt. (g)
5cm	2.3a*	104a*	72.3ab*	23.8ab*	2.2a*	94bc*	73.9b*	23.5b*
10cm	2.1a	107a	73.8a	22.3b	2.5a	121ab	66.5b	23.1b
15cm	1.8b	101a	63.8b	23.4ab	2.2a	125a	66.5b	23.6b
Non-cutting	1.8b	102a	70.9b	23.0ab	2.0a	109abc	70.9ab	22.6b
Transplanting(CK)	2.3a	97a	79.4a	25.5a	2.2a	91c	82.2a	26.7a

*Means followed by the same letter of a column are not significantly different at 5% level by L.S.D。

表四、再生期作不同割椿高度處理之碾米品質（民國 82 年及 83 年）

Table 4. Character related to milling quality of rationed rice subjected to cutting treatments with different height. (1993 and 1994)

Cutting height	Volume wt.(g/l)		Brown rice percentage	Head rice percentage
	Rough rice	Brown rice		

----1993----				
5cm	560a*	779a*	78.5a*	64.2b*
10cm	548a	775a	78.5a	61.6c
15cm	548a	778a	80.8a	61.8c
Non-cutting	549a	779a	79.5a	61.1c
Transplanting(CK)	535a	766a	80.6a	67.4a
----1994----				
5cm	545a*	783b*	79.4ab*	70.3b*
10cm	525ab	783b	77.5bc	74.8a
15cm	518b	788b	76.5c	72.4a
Non-cutting	538ab	780b	77.1bc	65.9c
Transplanting(CK)	535ab	808a	80.4a	54.5c

*Data were transferred by Bliss percentage method, and analyzed by L.S.D.

本試驗中再生稻在兩個年期的糙米品質表現頗有不同，顯示受環境影響很大，再生稻自抽穗至成熟期間的氣候因子、病蟲害管理亦為影響米質表現的重要原因。

五、割椿處理對再生稻稻米理化性質的影響

水稻台梗 6 號屬低糊化溫度、軟膠體性質、低直鏈澱含量的品種（鄭等，1991），經再生栽培後，此類性質並無明顯改變，而蛋白質含量則較機插栽培處理稍高（表六）。稻米中蛋白質含量較易受環境的影響（宋等，1991），一般而言，蛋白質含量高的稻米，入口品質及烹調品質較劣，影響食味。本試驗中再生稻的蛋白質含量提高，是否因氮素施肥方法或氣候因素的影響，有待進一步探討。

六、割椿處理對再生稻食味品質之影響

水稻食味官能品評的項目分為米飯外觀、香味、口味、黏性、彈性及總評六項。影響米飯食味優劣的因素至為複雜（宋等，1991），稻米的理化性質可間接用以測定米飯的食味品質，但無法全盤替代，而且對於梗稻品種而言，幾乎均具低糊化溫度、軟膠體、低直鏈澱粉等特性，無法以分析數據決定食味品質，因此以人為感官測定仍是目前重要的方法（宋等，1991）。表七是依據花蓮區農業改良場稻作研究室食味品評小組分析所得的結果；以機插處理為對照（B 群），六項品評項目中，雖然外觀、香味及口味等項目於年度間的表現並不一致，但再生稻在黏性、彈性及總評等項目均較對照為劣，即黏性變差（C 群），硬度增加（A 群），總評（C 群）亦較對照為差。米飯的食用品質包括了食味官能評估及米飯質地(texture)，牽涉澱粉的微細構造（許，1994）及蛋白質在穀粒中的分佈（洪，1994），至於再生稻的食味品質為何較機插栽培者為劣，目前尚無資料可循。水稻於再生栽培的生育過程中，外在氣候因子及內在生理特性均可能與一般栽培稻不同，值得由此觀點進一步瞭解對米質的影響。

表五、再生期作不同割椿高度處理之糙米外觀及品質（民國 82 年及 83 年）

Table 5. Grain appearance and quality of rationed rice subjected to cutting treatments with different height. (1993 and 1994)

Cutting height	White center	White belly	White back	Trans-lucency	Unmatured grain (%)	Dead grain (%)	Damaged grain (%)	Colored grain (%)
----1993----								
5cm	1	0	0	3	9.2a*	3.4a*	6.2a*	4.4ab*
10cm	1	0	0	3	9.0a	3.4a	7.5a	6.2a
15cm	1.5	0	0	3	10.8a	3.5a	6.9a	5.1ab
Non-cutting	2	0	0	3	9.0a	2.5a	6.5a	5.8a
Transplanting(CK)	0	0	0	3	9.6a	2.3a	3.4a	3.9b
----1994----								
5cm	1.5	0	0	3	14.8a*	4.9bc*	8.1b*	0.01c*
10cm	1.5	0	0	3	17.1a	6.8ab	13.8ab	1.2a
15cm	1.5	0	0	3	17.0a	6.4ab	15.7a	0.6b
Non-cutting	1.75	0	0	3.13	20.3a	7.5a	17.9a	0.6b
Transplanting(CK)	0.25	0	0	3	21.9a	3.4c	14.8a	1.2a

*Data were transferred by Bliss percentage method, Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by L.S.D.

表六、再生期作不同割椿高度處理之理化性質（國 82 年及 83 年）

Table 6. Physico-chemical properties of rationed rice subjected to cutting treatments with different height. (1993 and 1994)

Cutting height	Gelatinization temperature	Gel consistency	Amylose (%)	Crude protein (%)
-----1993-----				
5cm	low	soft	20.45	6.59
10cm	low	soft	20.48	6.87
15cm	low	soft	20.15	6.87
Non-cutting	low	soft	20.30	6.93
Transplanting(CK)	low	soft	20.75	6.58

-----1994-----				
5cm	low	soft	18.70	8.54
10cm	low	soft	18.55	8.16
15cm	low	soft	18.53	8.27
Non-cutting	low	soft	18.25	8.66
Transplanting(CK)	low	soft	18.73	8.13

表七、再生期作不同割椿高度處理之食味表現（民國 82 年及 83 年）

Table 7. Panel taste test of rationed rice subjected to cutting treatments with different height. (1993 and 1994)*

Cutting height	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Tenderness	Overall
-----1993-----						
5cm	B	B	B	C	A	C
10cm	C	B	B	C	B	C
15cm	C	B	B	C	A	C
Non-cutting	C	B	C	C	A	C
Transplanting(CK)	B	B	B	B	B	B
-----1994-----						
5cm	C	B	C	C	A	C
10cm	B	C	C	C	A	C
15cm	B	C	C	C	A	C
Non-cutting	B	C	C	C	A	C
Transplanting(CK)	B	B	B	B	B	B

*Grade of the CK sample is designed as B. A is superior and C is inferior to B.

水稻再生栽培可有效降低生產成本、縮短生育期及增加土地利用效率；再生稻栽培得宜，在產量上亦可與機插栽培相比。在台灣地區，稻米品質是採行再生栽培的限制因素，必須力求改進，例如利用栽培方法延長再生稻營養生長期及縮短再生稻的抽穗持續時間，除便於管理外，並有助於提高再生稻的產量及米質。國內學者所建議方法中，有以殺草劑巴拉刈(paraquat, 0.96 kg a. i. /ha)及固殺草(glufosinate-ammonium, 0.74 kg a. i. /ha)來提高抽穗整齊度（陳等，1995），亦有增施氮肥延長再生稻營養生長期（方，1984；許與郭，1981），但使用殺草劑如有不當，易引起藥害，污染土壤，增施氮肥除可能造成植株倒伏外，植株也易罹患病蟲害，並不利於品質表現。採用割椿處理為目前較理想的方式，賴等(1991)所研發的中

耕機附掛式再生稻割樁機可較傳統的背負式割草機提高八倍的效率，因此本試驗探討割樁高度處理之效應，謀求解決再生稻營養生長期短及抽穗不整齊的問題。

根據二年的試驗結果，割樁高度以 5cm 處理最能縮短抽穗持續時間（表一）；在產量方面，雖然再生稻的表現較機插栽培者為差，但仍以割樁 5cm 及 10cm 處理優於不割樁處理（表二、三）。糙米與白米外觀品質影響其市場價值（宋，1991），再生稻的心白稍高（表五），是一項缺點，應再謀求改進之道。部份性狀如死米率、被害粒率及著色粒率，在年度間的表現並不穩定，但仍顯示低割樁高度有較佳表現的趨向（表四、五）。而食味方面，再生稻栽培表現均較機插栽培為差，由於理化性質的差異不大，無法用以解釋官能品評的結果（表六、七），或有必要進一步探討再生稻穀粒充實過程中，與米飯質地有關之澱粉及蛋白質微細構造的變化。綜合而言，改善再生栽培的稻米品質，降低割樁高度至 5cm，有顯著的效果。