

# 碳水化合物濃度對水稻再生能力之影響<sup>1</sup>

劉瑋婷<sup>1</sup> 蘇昌吉<sup>2</sup> 魏夢麗<sup>3</sup> 劉大江<sup>3</sup>

## 摘 要

為探究非構造型碳水化合物 ( Total Nonstructural Carbohydrate, TNC ) 對水稻再生能力之影響, 以已知再生力較高之品種台農秈 18 號與再生力較低之高雄 139 號為材料, 於一期作抽穗期及抽穗後 15 日分別進行去穗或去葉處理, 收穫後測定莖桿基部 TNC 濃度, 兩週後調查田間再生力。試驗結果發現對照之台農秈 18 號莖基 TNC 濃度與再生力分別高達 35.9% 與 124.0%, 而高雄 139 號則僅為 9.8% 與 15.9%。去穗處理可提高 TNC 濃度與再生力, 對高雄 139 號之效果尤為顯著; 反之, 抽穗後 15 日去全部葉片使高雄 139 號全無再生芽萌發, 並顯著降低台農秈 18 號之再生力。同一時期去除二分之一葉片亦有類似效果, 唯影響較小。試驗結果並證實收穫期莖桿基部 TNC 濃度與每穗水稻再生芽數及再生力之間呈極顯着之正相關 (  $r$  分別為 0.9167\*\* 及 0.9215\*\* ), 但前作母株穗數則與再生芽數, 再生力或 TNC 濃度之間均無相關關係存在。

## 前 言

水稻 (*Oryza sativa* L.) 之再生栽培 ( Ratoon culture ) 係由前期作 ( Main crop or 1st crop ) 收穫後的遺留稻樁所萌發的新芽, 經適當的培育再次收穫之栽培方法 ( 1, 9, 14 ) 以達省工及降低成本的目的 ( 1, 7, 14 )。再生期作並可縮短生育日數, 增加冬季裡作, 俾使得到較高的土地利用, 及經濟效益 ( 1, 8, 14 )。在熱帶及亞熱帶地區, 均曾利用再生稻栽培法來生產稻米 ( 14 )。但此種栽培法能否成功, 與再生能力的高低及穩定性關係極大, 除了因其為品種特性 ( 8, 9 ), 具有極高之遺傳力外 ( 6, 11 ), 前期作的生育情形, 栽培管理方法, 收穫後管理 ( 如留樁高度, 割藥處理 ) 及再生環境條件等皆為影響再生力強弱的因素 ( 1, 6, 7, 8 )。

蘇 ( 8 ) 指出, 前期作水稻罹患嚴重穗頸稻熱病者, 其再生芽的萌發顯著增加, 而國外的研究報告 ( 10 ) 亦指出, 當牧草根部分構造型碳水化合物 ( Total Nonstructural Carbohydrate, TNC ) 含量最高的時候, 進行切割收穫, 可保持牧草宿根最強的再生能力及最快

1. 花蓮區農業改良場研究報告第 3 號, 本試驗部份經費承農業發展委員會補助 ( 72 農建一 2.2 一產一 77(23) )。

2. 分別為作物改良課助理, 副研究員。

3. 分別為台灣省農業試驗所農藝系助理, 研究員兼系主任。

速度的生長。以再生能力強的植株外觀而言，植株必須在收割時具有健壯的株型，稻桿綠色，青葉數多，不倒伏，才能確保良好的再生能力(1,8)<sup>1</sup>。此種植株的光合作用能力較強，能累積多量的碳水化合物，故推測水稻的再生能力應與稻樁中的TNC濃度有密切的關係。本試驗的目的即為探討碳水化合物是否為影響再生力高低的內在因子 (Internal factor)，以供日後品種選育及改進再生栽培技術的參考。

### 材料與方法

採用已知再生力極高之台農秈 18 號及再生力較差之高雄 139 號水稻品種為試驗材料，於 72 年 1 期作在花蓮縣吉安鄉本場進行田間試驗；插秧日期為 3 月 9 日，抽穗日期 台農秈 18 號為 6 月 4 日，高雄 139 號為 6 月 8 日。試驗採用裂區設計，以品種為主區，處理為副區，重複 3 次，小區面積為 5m<sup>2</sup>，行長 4m，行區，行株距為 25×20 cm；N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 之用量為 120-60-60 kg / ha，各項栽培管理均依慣行法為之。

試驗處理分為 5 種，即(一)T<sub>0</sub>：於抽穗期去穗，(二)T<sub>1</sub>：於抽穗後 15 日去穗，(三)T<sub>2</sub>：於抽穗後 15 日去除全部葉片，(四)T<sub>3</sub>：於抽穗後 15 日去除二分之一葉片，亦即剪去每一葉片上端二分之一部份，及(五)對照（無處理）。上述各項處理之目的在改變水稻莖桿基部 TNC 之濃度，以探討與再生力變化之間的關係。

水稻於抽穗後 30 日收穫，自距離地面 5 cm 處（留地上部一節）切割，隨後自每小區隨機選取 5 株稻樁，先以 105℃ 烘乾 2 小時及 80℃ 烘乾 24 小時，經 40 目篩網（mesh）篩過後，使用 Wiley mill 磨成粉末，再依 Smith (15) 法測定 TNC 濃度。水稻收穫後 2 週並於田間調查再生芽數以計算再生力，再生力為再生芽數與前作穗數的百分比。

### 結 果

#### 一、若干有關再生性狀之品種間處理差異：

各項處理對兩品種再生能力與莖基 TNC 濃度的影響列於表 1。由對照 (T<sub>0</sub>) 結果得知，台農秈 18 號植株於一期作收穫（抽穗後 30 日）時莖桿基部之 TNC 濃度高達 35.9%，遠超過高雄 139 號之 9.8%。不同去葉或去穗處理亦有明顯的效果，於抽穗期 (T<sub>1</sub>) 或抽穗後 15 日 (T<sub>2</sub>) 去穗，可使台農秈 18 號水稻莖基 TNC 濃度分別上升至 43.4% 及 38.6%，高雄 139 號之上升更為顯着，兩處理分別為 47.5% 及 42.6%，均顯着高於對照 (T<sub>0</sub>) 處理。於抽穗後 15 日去除全部葉片 (T<sub>3</sub>) 或二分之一葉片 (T<sub>4</sub>)，可導致成熟時莖基部 TNC 濃度之降低，台農秈 18 號分別為 13.2% 與 26.0%，高雄 139 號僅為 2.8% 及 7.4%，除 T<sub>4</sub> 處理之高雄 139 號外，均顯着低於對照處理（表 1）

表一、不同處理之TNC 濃度對兩品種再生力之影響

Table 1. Treatment effects of TNC content in the stem base of mother plants on ratoon ability of two rice varieties.

處理 ** Treatment	台農秈 18 號 Tainung Sen No.18			高雄 139 號 Kaoshiung. No.139		
	每叢之再生芽數 No. of Ratoon Tillers per Hill	再生力 (%) Ratoon Ability (%)	莖桿基部 TNC 濃度 (%) TNC Content in Stem Base (%)	每叢之再生芽數 No. of Ratoon Tillers per Hill	再生力 (%) Ratoon Ability (%)	莖桿基部 TNC 濃度 (%) TNC Content in Stem Base (%)
T <sub>0</sub>	12.4 c *	124.0 b *	35.96 b *	1.6 c *	15.9 b *	9.8 b *
T <sub>1</sub>	19.8 a	161.0 a	43.4 a	12.3 a	111.9 a	47.5 a
T <sub>2</sub>	16.3 b	157.2 a	38.6 b	9.1 b	96.1 a	42.6 a
T <sub>3</sub>	7.2 d	65.5 d	13.2 d	0.0 c	0.0 b	2.8 c
T <sub>4</sub>	10.7 c	101.3 c	26.0 c	0.8 c	7.9 b	7.4 b c

\* 同一行中，英文字母有相同者，未達 5 % 顯着水準

Means the same column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level.

\*\* T<sub>0</sub> : 對照, T<sub>1</sub> : 抽穗期去穗, T<sub>2</sub> : 抽穗後 15 天去穗,

T<sub>3</sub> : 抽穗後 15 天去全部葉片, T<sub>4</sub> : 抽穗後 15 天去二分之一葉片。

T<sub>0</sub> : check, T<sub>1</sub> : panicle removal at heading, T<sub>2</sub> : panicle removal at 15 days after heading, T<sub>3</sub> : complete defoliation at 15 days after heading, T<sub>4</sub> : 50% defoliation at 15 days after heading.

前作 ( 1 期作 ) 收穫後每株稻椿產生之再生芽數目列於表 1 , 對照處理之台農秈 18 號為 12.4 支, 較高雄 139 號之 1.6 支為高。去穗處理可大幅提高再生芽數, 台農秈 18 號為 19.8 與 16.3 支, 高雄 139 號為 12.3 與 9.1 支, 均顯着高於對照處理, 且抽穗期去穗 ( T<sub>1</sub> ) 與抽穗後 15 日去穗 ( T<sub>2</sub> ) 兩處理之間亦呈顯着差異。去葉處理可降低台農秈 18 號水稻之再生芽數, 高雄 139 號雖亦有類似反應, 但由於對照處理之再生芽數已甚低 ( 1.6 支 ), 故未能產生顯着差異 ( 表 1 ) 。

再生力之計算係由再生芽數與母株穗數之比值而得, 以百分率表示, 故與再生芽數之表現有相同的趨勢。由表 1 可知, 台農秈 18 號之再生力恆較高雄 139 號為高, 去穗處理可提高再生力, 去葉處理則有降低的效果, 兩品種皆有相似的表现。

由表 2 所列之變方分析結果可知, 每叢水稻之再生芽數, 再生力及莖桿基部 TNC 濃度皆因品種及處理的不同而呈現極顯着的差異, 品種與處理的交互作用 ( V × T ) 亦然; 反之, 前期作的每叢穗數則未顯示品種間的差異, 亦即不影響水稻的再生能力。

表二、水稻前期作及再生期作數種性狀之變方分析

Table 2 Analysis of variance of several traits of mother plant and ratoon rice plant.

變異原因 Source of Variance	自由度 df	F 值 Value of Observed F			
		前期作之穗數 Panicle No. of Mother Plant	每櫟之再生芽數 No. of Ratoon Tillers per Hill	再生力(%) Ratoon Ability (%)	莖稈基部TNC含量(%) TNC Content in Stem Base (%)
區集 Block	2	1.081	2.232	8.121	17.603
品種 Variety (V)	1	4.800	547.861**	42,677.163**	659.602**
處理 Treatment (T)	4	3.181	160.399**	12,572.220**	1,516.341**
品種×處理 V × T	4	0.288	4.394*	913,361**	272.643**
機差 Error	18	1.239	1.105	104.457	11.444

\*, \*\*: 各達 5% 及 1% 的顯着標準。

Significant at the 5% & 1% level of probability, respectively.

## 二、有關再生性狀間之相關係數：

再生水稻若干性狀之間的相關關係示於表 3。其中莖基部 TNC 濃度與每櫟再生芽數及再生力相關係數均達極顯著水準 ( $r=0.9167$  \*\* 及  $r=0.9215$  \*\* )，顯示 TNC 對水稻再生芽的萌發及再生能力有決定性的影響，此外，前期作水稻穗數與上述三性狀之相關則未達顯著水準 (表 2)，表示前期作水稻分蘗間的獨立性，對各項再生能力表現亦不產生作用。

表三、再生稻數種性狀之間的相關係數 (綜合兩品種數據)

Table 3. Correlation coefficients among several characters of the ratoon rice plants (Combined data of two varieties).

性狀 Character	每櫟之再生芽數 No. of Ratoon Tillers per Hill	再生力 Ratoon Ability	莖基部之 TNC 濃度 TNC Content in Stem Base
前期作穗數 Panicle No. per Hill of Mother Plant	0.4305	0.0802	0.2198
每櫟之再生芽數 No. of Ratoon Tillers per Hill		0.9290**	0.9167**
再生力 Ratoon Ability			0.9215**

\*\* : 達 5% 顯着水準。

Significant at 5% level of probability.

## 討 論

再生稻的產量主要決定於再生能力(1,2,6,7,8)，再生能力除受環境因子的影響(1,7,8)外，內在因素的品種特性(6,13)，光合作用能力(2,6,11)、根群活力(13)等亦極具重要性。水稻收穫後已無葉片可進行光合成作用，再生芽之生長必須依賴貯存於莖基部之碳水化合物為能量來源；就貯存性之碳水化合物而言，在水稻抽穗以前多聚集於莖與葉鞘內，抽穗後則轉移至穗部(4)。台灣地區一期作水稻穀粒之充實一般可於抽穗後三週內完成(5)，但葉片仍具有光合作用能力，所生產之碳水化合物向下運轉，貯藏之莖基桿部(5,16)。Ichi and Kuwada(13)比較抽穗後10、20、30及40天進行收割之再生能力，發現抽穗後20天處理之再生能力最低，30與40天處理反有升高趨勢；蘇(8)亦曾於花蓮地區進行不同收穫期間的比較，認為抽穗後35—40天收割者，再生能力最好，再生稻之產量也最高。推論上述結果應與稻桿內碳水化合物濃度於抽穗後10—25天內急遽下降，而後再逐漸上昇的趨勢有關。

本試驗中對照處理( $T_0$ )兩品種於一期作收穫時莖基TNC濃度有明顯的差異(台農和18號為35.9%，高雄139號為9.8%)，顯示TNC供需平衡關係亦有不同。去穗處理( $T_1$ 與 $T_2$ )使高雄139號莖基TNC濃度升高至與台農和18號相當或更高，且其再生力亦有明顯的提升(96.1-111.9%)，唯仍不及台農和18號的表現(157.2-161.0%)，除證明前者為再生力較差的品種外，亦表示TNC固為影響水稻再生力的重要因子，但根據活性與內生植物荷爾蒙等亦對再生力產生作用。

去葉處理( $T_3$ 與 $T_4$ )減少水稻供源能力，降低水稻莖基TNC濃度與再生力，對高雄139號品種之影響尤為顯著，顯示此一品種在穀粒充實期的光合作用與貯存碳水化合物能力較差。台農和18號雖亦受影響，但於一期作抽穗後15日去除二分之一葉片，再生力仍達101.3%，莖基TNC濃度亦高至26.0%，除表示其再生能力較強，亦顯示此一品種之產量限制因子為積儲之容積(16)。

欲擴大推廣再生水稻栽培面積，應育成適合再生栽培及為消費者所接受之品種(1)；TNC既可決定再生芽數與再生能力，應可用為選拔指標之一(2)。侯(2)報告於水稻收穫當日將最靠近地面之延長節剪下，插植於細砂10日後之再生力與田間再生力有顯著之正相關，故為簡易有效之測定方法。Federico(11)研究水稻再生能力之遺傳，指出再生稻之分蘖及開花期與前期作收穫時稻桿碳水化合物濃度有顯著相關，因而建議以再生稻開花期做為再生稻育種之選拔標準。就栽培生理而言，如何增進一期作後期植株光合成能力及保持生理活性亦屬重要，除選用適當品種外，增施化學或有機肥料，調整施肥時期，改進施肥方法，或施用植物荷爾蒙以延緩葉片老化等，亦均為值得探討與採用方法。總而言之，如何提高貯存於水稻莖基部TNC含量，提供再生芽萌發所需要的能量，應對成功的再生稻栽培有極大的助益。

## 參 考 文 獻

1. 侯福份，1984，再生稻栽培法之研究與展望，科學農業32(1-2):27~33。

2. 侯福份，1984，再生稻栽培生理之研究（油印資料），台灣省台中區農業改良場。
3. 陳建山、黃定鼎、劉大江，1978，第1,2期作水稻植株非構造型碳水化合物與氮素濃度變化之比較。稻作改良年報 67:165。
4. 陳建山、沈美珍、黃定鼎、劉大江，1979，機插水稻之乾物重，氮素及非構造型碳水化合物在不同生育階段相關的比較，稻作改良年報 68:211~233。
5. 黃定鼎、陳建山、劉大江，1980，期作間水稻光合物質之生產與分佈比較，稻作改良年報 69:10~11。
6. 張隆仁，1984，稻再生力遺傳之研究，國立中興大學糧食作物研究所，碩士論文。
7. 蘇昌吉，1980，水稻之再生栽培及耕作要領，台灣農業 16(1):46~49。
8. 蘇昌吉，1980，水稻之再生栽培法試驗研究報告（油印資料），台灣省花蓮區農業改良場。
9. 蘇昌吉、劉瑋婷，1982，影響水稻再生力原因之探討—碳水化合物濃度之影響，稻作改良年報 71:18~20。
10. Chatlerton, N.J., G.E. Calson, R.H. Hart and W.E. Hungerford 1974. Tillering, nonstructural Carbohydrates, and survival relationships in alfalfa. *Corp Sci.* 14:783-787.
11. Federico, E.C.P. 1980. Inheritance and association of six agronomic traits and stem-base carbohydrate concentration on ratooning on rice. Ph.D. thesis, Oregon Univ. Corvallis, Oregon, P.1029.
12. Ichii, M. 1982. The effect of light and temperature on rice plant ratoons. *Japan J. Crop Science.* 51(3):281-286.
13. Ichii M. and H.Kuwada 1981. Application of ratoon to a test of agronomic characters in rice breeding. I. Variation in ratoon ability and its relation to agronomic characters of mother plants. *Japan J. Breeding.* 31(3):273-278.
14. Plucknett, D. L., J.P. Evenson and W.G. Sanford 1970. Ratoon cropping. *Advance Agronomy* 22:285-330.
15. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrate from plant tissue. *Wis. Agri. Exp.* 41. 11pp.
16. Wei, M.L., M.C. Shen, C. S. Chen and D.J. Liu. 1982. Physiological studies of rice tillers. I. Partition of dry matter, nitrogen and total nonstructural carbohydrates during grain-filling. *Proc, Natl. Sci. Counc. Roc(A)* 6:190-196.