

# 水稻臺東30號生育期指標之評估

丁文彥<sup>1</sup>

## 摘要

以葉齡的發育為主軸，利用葉與其他器官之同伸現象來推論其他器官之生長發育情形，建立水稻現行栽培品種與其栽培環境之生理反應基本資料。研究結果顯示，臺東30號在臺東地區2006年一期作的生長總葉數為15葉，在插秧後72天其幼穗分化已達2 mm以上，其葉齡約在12~13左右，葉齡指數為80~87；抽穗始期開始於插秧後第87天；所有調查稻株則在插秧後94天全部完成抽穗。臺東30號在二期作的生長總葉數為13葉，在插秧後55天其幼穗分化已達2 mm以上，其葉齡約在10~11左右，葉齡指數為77~85；抽穗始期開始於插秧後第67天；所有調查稻株則在插秧後76天全部完成抽穗。臺梗9號在臺東地區一期作的生長總葉數為16葉，在插秧後79天其幼穗長度達2 mm以上，其葉齡約在13~14，葉齡指數為81~88；抽穗始期開始於插秧後第88天，所有調查稻株在插秧後98天全部完成抽穗。臺梗9號在二期作的生長總葉數則為13葉，在插秧後54天其幼穗長度達2 mm以上，其葉齡約在10~11，葉齡指數為77~85；抽穗始期開始於插秧後第63天，所有調查稻株在插秧後73天全部完成抽穗。

**關鍵詞：**水稻；葉齡；生育積溫度數

## 前言

水稻自發芽至成熟期所需的生長日數，隨品種與種植環境的不同而異，不同品種或同一品種不同生育階段的生長亦受氣候環境因子之影響而不同<sup>(13)</sup>。水稻生育期的估算方法中，除氣候發育模式為近代發展且應用於水稻產量或乾物質生產評估之研究外，日曆數法及葉齡模式亦已被應用於水稻栽培技術改進之依據，然其先決條件是在氣候穩定的情況下，方能精確應用於田間栽培管理上<sup>(11)</sup>；因此，人類為有效利用氣候資源進行作物生產，選擇以合適的品種或調整耕作時期做為

<sup>1</sup>行政院農業委員會臺東區農業改良場 副研究員

因應措施<sup>(14)</sup>。

目前國內常用所謂“插秧或移植後天數”來表示發育時期並不十分精準，此乃水稻除受品種本身特性的影響之外，外界環境（溫度、日照）、肥料施用量與穗肥施用時期等常常會因為移植後天數的計算差異而影響稻米品質的表現。由於水稻每個品種所能發育的葉數在同一個生長環境下通常是固定的，葉齡的發育與其他器官之發育有所謂的“同伸(同步發育)”(synchronous growth)現象<sup>(9)</sup>，藉由葉片的發育狀態可推測其他重要器官的發育情形，進而掌握產量與品質形成的動態；而且葉片的生長可用肉眼觀察，可以方便觀察與掌握稻株在田間的生育階段與時期，因此最合理使用的生理指標應為“葉齡”。

水稻葉齡是指水稻主要莖桿已抽出葉的數目，一般而言，在正常氣候及相同的栽培條件下，同一水稻品種在相同時間播種，其主要莖桿上的總葉數應該是相同的<sup>(15)</sup>。而利用葉齡來估算水稻之各生育階段一般以葉齡指數來表示，主要由於葉齡指數在不同品種間做為水稻生理年齡或生育過程之估算比較穩定，除了期作間因為氣候環境的不同而表現有所差異<sup>(2)</sup>。但Hodges認為水稻整個生育過程均受溫度影響，若將水稻生育過程與氣候因子變化的關係以數量化表示，可以正確估測水稻實際生育階段。目前亞洲從事水稻研究之國家經過多年來之試驗及實際應用結果，大部份利用葉齡指數<sup>(2, 15)</sup>、生育積溫度數<sup>(6, 8)</sup>(growing degree days, GDD)及葉色變化<sup>(11)</sup>等基本生理特性，作為水稻栽培管理之參考。而國內從事水稻研究大多以育成品種及建立品種之農藝性狀及化學成分等資料為主，有關生理基本資料相當缺乏；應積極建立水稻現行栽培品種與其栽培環境之生理反應基本資料，不但可提供更多科學化、系統化資訊，更可讓稻米生產者在進行良質米栽培管理時有所依據，進而在多變環境中掌控重點，提高良質米生產成功的機率。因此本試驗擬探討水稻品種在臺東地區生長過程中之葉齡表現及生育積溫度數的差異，期望在多變環境中掌控重點，全面提升臺東地區良質米的品質，增加國內及外銷市場的競爭力。

## 材 料 與 方 法

### 一、供試品種

臺東30號與臺梗9號(CK)。

### 二、試驗地點

臺東市(本場水稻試驗田)，一期作在2006年2月9日插秧，二期作在2006年8月3日插秧。

### 三、田間設計

採逢機完全區集設計(RCBD)，三重複，單本植，栽植密度為 $30 \times 15\text{ cm}$ 。在移植後，將各小區分為A、B兩區，A區內標定其中的50叢供抽穗期調查

用。B區則將之細分為若干個不相鄰的取樣單位，每單位為2行×5叢，供幼穗分化動態及成熟過程調查用。

## 四、調查方法

### (一) 葉齡調查

水稻自種子發芽後，除芽鞘外，以後順序長出的葉片稱為第一葉(無葉身)、第二葉等，各葉依次完全展開時稱之為一齡、二齡等。插秧時用油性簽字筆先將已完全展開葉片之葉齡標出，葉身倘未完全展開伸出時，則依其伸出之長度計算，如第6葉葉身伸出長度為完全展開之30%時，即稱其葉齡為5.3。試驗自分蘖期開始調查，每隔1週於各小區之B調查區逢機取一單位，調查10叢稻株之主桿上各節位葉片的完全展開葉數。每次所調查之葉齡，以該品種主桿最終之總葉數除之，求其葉齡指數；亦即葉齡指數=當時已抽出葉數/主要莖桿總葉數×100%。

### (二) 幼穗分化期

以過去各供試品種在各試驗地點之抽穗期的紀錄為基準，往前倒推至第35天為幼穗分化調查之起點，調查時，以各區之B調查區逢機調查10叢稻株之發育進度，以刀片或剪刀去除取樣植株之葉片及根部，並用刀片劃開稻叢主桿基部，量測與紀錄幼穗長度生長至2.5 mm之生育日數。

### (三) 抽穗期

以幼穗分化後第15天為抽穗調查起點，紀錄各小區之A調查區內標示的各叢稻株抽穗始期(任何一穗有一穎花之稃尖露出劍葉鞘之日期)，調查紀錄50叢稻株全部到達抽穗始期之日為止。

### (四) 成熟期

以抽穗期後之第20天為成熟調查起點，每隔2-3天於各小區之B調查區逢機取一單位，調查10叢稻株之千粒重，至穀粒完全成熟為止。

### (五) 生育積溫度數

以本場的氣象資料蒐集儀紀錄水稻全生育期的氣溫變化，做為各生育階段生育積溫度數的累計依據。

$$\Sigma GDD = \Sigma [(每日最高溫 + 每日最低溫)/2 - 基礎溫度(10°C)]$$

## 結果與討論

### 一、葉齡調查

本試驗以葉齡的發育為主軸，利用葉與其他器官之同伸現象來推論其他器官之生長發育情形，建立水稻現行栽培品種與其栽培環境之生理反應基本資料。一期作於2006年2月9日插秧，葉齡調查時間為2月27日至5月9日，結果顯示，臺東30號於插秧後90天的葉齡為14.30，臺梗9號在同一時期其葉齡為15.46(圖1)；二期作臺東30號在插秧後69天的葉齡為12.77，臺梗9號則為12.09。水稻葉片自劍葉抽出後，即不再生長新的葉片，由調查資料發現，同一個品種在同一個生長環境其葉齡表現並非100%都是一樣的，臺東30號的葉齡大多介於14~15之間，其中有42.5%的植株的生長總葉數為15葉；而臺梗9號的葉齡大多介於15~16之間，其中有42.9%的植株的生長總葉數為16葉；因此，推論臺東30號在臺東地區一期作的葉齡為15，臺梗9號則為16；二期作參試的兩個品種其葉齡均為13。

葉片的生長能多方面反映出植株的生長發育狀態，如水稻之葉片生長與分蘖發生、根系生長、節間伸長，以致於幼穗分化發育過程間均具有器官同伸關係；亦即每生長出一片葉，都有相對應之其他器官與其同時生長，因此，根據水稻之葉齡推算同伸器官之生長發育程度，再結合生長勢與生長相，可診斷出同伸器官之生長狀態，即能進行合理的肥培及田間管理工作<sup>(5)</sup>。研究水稻葉齡的方法很多，觀察所得資料雖然正確但卻費時與耗工，因此，水稻的株齡常以發芽後或播種後日數來表示；但由於葉片的發育及生長速率受環境影響極大，因此無論採用發芽後天數、播種後日數、葉齡指數或葉齡餘數等方法，均受到品種、栽培條件及年度的不同而會產生些許的差異<sup>(1, 5)</sup>。由試驗的結果得知，不同品種在同一個生長環境之葉齡表現不一定相同，同一品種在不同期作間亦有明顯的差異。

## 二、生育期調查

水稻在生育過程中其產量構成要素如穗數、一穗粒數、稔實率及千粒重皆受到肥培管理的影響，一般均配合分蘖期、幼穗分化期、穎花始期或穀粒充實期等水稻生長發育階段來使用，一個期作(含基肥)應有4-5次的施肥期。在適量的氮肥用量下，稻穀產量隨著氮肥用量的增加而增加；然而，氮肥施用過量或施用時期不當對稻米品質亦會造成負面的影響，尤其以穗肥的施用量與時間點影響最大。一般施用穗肥的時間必須觀察幼穗分化的生長情形，在生長長度達到2 mm即為最佳施用時間。

調查結果顯示，2006年一期作臺東30號在插秧後72天其幼穗分化已達2 mm以上，其葉齡約在12~13左右，葉齡指數為80~87；臺梗9號則在插秧後79天幼穗長度達2 mm以上(表1)，其葉齡約在13~14，葉齡指數為81~88。氣候環境的不同造成期作間的表現也不同，二期作臺東30號在插秧後55天其幼穗分化已達2 mm以上，其葉齡約在11左右，葉齡指數為77~85；臺梗9號則在插秧後54天幼穗長度達2 mm以上，其葉齡約為11，葉齡指數為77~85。

水稻穗的發育過程因氣候或品種而異，穗的生長發育始自於穗頸分化，

止於花藥成熟時。當植株發育至二次枝梗分化初期時，其幼穗即可用肉眼看到，當幼穗長至1 mm時，已經進入穎花分化階段。若依據徐與邱及Counce等調查，葉齡與其他器官同伸現象的原則：幼穗開始發生期=總葉數-4，一期作臺東30號應該在11葉，臺梗9號為12葉時才是幼穗開始發生期；由試驗資料得知，達到幼穗長度2 mm以上，一期作臺東30號的總葉數約在12~13葉左右，臺梗9號約在13~14葉，但自幼穗開始發生期至花粉母細胞分化期約需要14~17天左右<sup>(1, 2)</sup>，推算本試驗的幼穗開始發生期之品種總葉數，結果應與其研究原則相符合。

水稻植株經過幼穗形成期後，進入孕穗期階段，此時，稻株莖部外觀開始有圓鼓的現象，節間也迅速伸長，造成水稻株高明顯增加，節間的生長最終促使稻穗露出劍葉之外，稱之為抽穗。由表1得知，臺東30號之抽穗始期開始於插秧後第87天，所有調查稻株在插秧後94天全部完成抽穗；其中5%植株抽穗約需1.7天，達到50%植株抽穗需3.3天，95%植株抽穗則要6.3天左右；臺梗9號的抽穗始期開始於插秧後第88天，所有調查稻株在插秧後98天全部完成抽穗，其中5%植株抽穗約需2天，達到50%植株抽穗需3.7天，95%植株抽穗則要9天左右。二期作臺東30號其植株抽穗達5%約需1.7天，達到50%植株抽穗需4天，95%植株抽穗則要9.3天左右；臺梗9號亦有類似的表現，不過植株達到50%抽穗的時間約需5天，植株發生95%抽穗約9.7天左右。江指出，田間的稻株由於各分蘖抽穗期不同，植株間抽穗也不一致，因此在同一塊田裡完全抽穗的時間約需10~14天，全部穎花完全開花則需15~20天；本試驗的兩個品種其抽穗調查時間係以單株有一穗穎花露出劍葉鞘的時間為準，其結果與其說法一致。

水稻的葉數隨著植株成長而增加，葉數的多寡因品種及生長環境而異，而幼穗的發育與稻穗的成長亦隨著水稻本身之成長而逐漸完成。但不同水稻品種在同一栽培環境下其主桿總葉數不一定相同，為了比較不同品種之間的主桿內部發育程度，研究人員遂提出以葉齡指數來當作評量指標，並以不同的葉齡指數做為施肥的參考因子<sup>(2, 5, 10)</sup>。謝指出，台中65號與台中在來1號達到幼穗分化期的葉齡指數在臺北地區一期作為77~87，二期作約86~88；嘉義地區一期作則在80~83，二期作為81~82。林則認為，台中65號與台中在來1號在臺中地區一期作的幼穗長度達2 mm時之葉齡指數為89~92，二期作為86~89。綜合以上的說法與本試驗的結果顯示，水稻幼穗分化期的葉齡指數在不同地區或不同期作的表現不一，但品種間則無明顯的差異。

### 三、農藝性狀調查

本試驗調查供試品種的穎果成熟過程及農藝性狀發現，臺東30號一期作的株高約97.3 cm，穗數為13.4支，產量為7,315 kg/ha，成熟期的千粒重為29.83 g左右(表2)；二期作的株高約104 cm，穗數為14.7支，產量約7,021 kg/ha

，千粒重為28.08 g；由調查資料得知，臺東30號的穀粒一期作大約在第117天，二期作大約在第98天進入最大充實階段。臺梗9號一期作的株高為90.9 cm，穗數約17支，千粒重為24.32 g；但產量的表現以二期作較佳，約7,181kg/ha，較一期作增加12.6 %；其穀粒發育在二期作的表現亦較一期作為重，千粒重約26.21g；一、二期作分別在第119天及第98天開始進入最大充實階段。由此可以看出，臺東30號在臺東地區一、二期作的農藝性狀表現都比較穩定，期作間差異不明顯；臺梗9號在臺東地區則以二期作的表現較佳，雖然在產量表現沒有顯著性差異，株高卻相差約18.7cm。

#### 四、不同生育期之生育積溫度數調查

同一品種的作物在不同地點栽培，由於生長環境因子的不同會造成生育狀況的改變，而同一作物不同品種在同一個栽培環境其表現亦不盡相同。由於氣候環境的變化並非固定不變，某一特定品種的生育積溫度數表現亦非一成不變，而是隨著作物生長環境及生育有所改變<sup>(6, 8)</sup>。由表3得知，臺東30號在2006年一期作的營養生長期(插秧期至幼穗分化期)生育積溫度數為775.5 °C，生殖生長期(幼穗分化期至抽穗期)的生育積溫度數為264.4 °C，而穀粒充實期(抽穗期至成熟期)的生育積溫度數約在689.3 °C。臺梗9號在2006年一期作營養生長期的生育積溫度數為874.0 °C，生殖生長期為183.0 °C，穀粒充實期的生育積溫度數則為672.2 °C。二期作水稻生長環境在生育初期的溫度較高，因此，臺東30號營養生長期的生育積溫度數為951.1 °C，生殖生長期為255.3 °C，而穀粒充實期的生育積溫度數約在839.5 °C。臺梗9號在不同生長期的生育積溫度數分別為935.4、237.1及873.3 °C。

作物的生長發育是一個連續不斷的動態過程，環境因素如溫度、土壤、水分及光照等與其栽培管理及生長有密切的關連，其中以溫度為影響植物生長發育最重要的因子。若單純以生育積溫度數來估算同一品種在不同地區之水稻生育階段之精確度發現，除生殖生長期外，其效果比傳統的生育日數法佳；而生育積溫度數法應用在水稻生殖生長期其估算變異系數偏高，主要在於幼穗形成期不易由外觀來判斷，使得估算易失穩定性<sup>(8)</sup>；然而，也有研究指出，在氣候穩定的條件下，生育日數法及葉齡模式亦可便利的應用於田間栽培管理上<sup>(11)</sup>。因此，仍需考量氣候環境的變化，再依據詳盡的資料分析來佐證，方能確認那一種方法在精確度或應用上比較容易推廣使用。

作物的產量與品質的形成是由品種、栽培環境及栽培技術交感融合而成的，若能得到理想的生產環境，作物即可在這種環境充分發揮其遺傳組合的生產潛能，得到遺傳組合所能獲得的最佳表現。然而，在田間自然狀況下，通常影響作物生產的限制因子不只一項會同時出現，因此，某特定生產環境下的作物表現，乃是該生產環境影響的綜合呈現，亦即該作物適應此特定生產環境後的折衷反應或妥協表現<sup>(7)</sup>。目前水稻的栽培推廣方法，多以水稻植株的生育日數來推算，然而在台灣北、中、南、東各栽培地區的氣候條件各

不相同，各品種之生長狀態差異顯著，若依生長日數所推算的栽培措施，恐無法精確掌握該品種的確實發育狀態<sup>(4, 9)</sup>，需要一個可靠的指標作為栽培管理的依據。本試驗的目的亦希望能夠找出不同品種在不同地區的生長發育模式，清楚的判別水稻植株在田間的生育情形，採取適時適地適作的栽培方式，以期建立各地區最適合栽種的品種與栽培模式。而欲以本試驗的生育積溫度數或葉齡推算方式來預測作物的生長期，取代傳統的日曆日數法，則應在廣泛多變的氣候環境下，收集各地區不同品種的栽培資料，建立其生長模式，方能符合實際應用之需要。

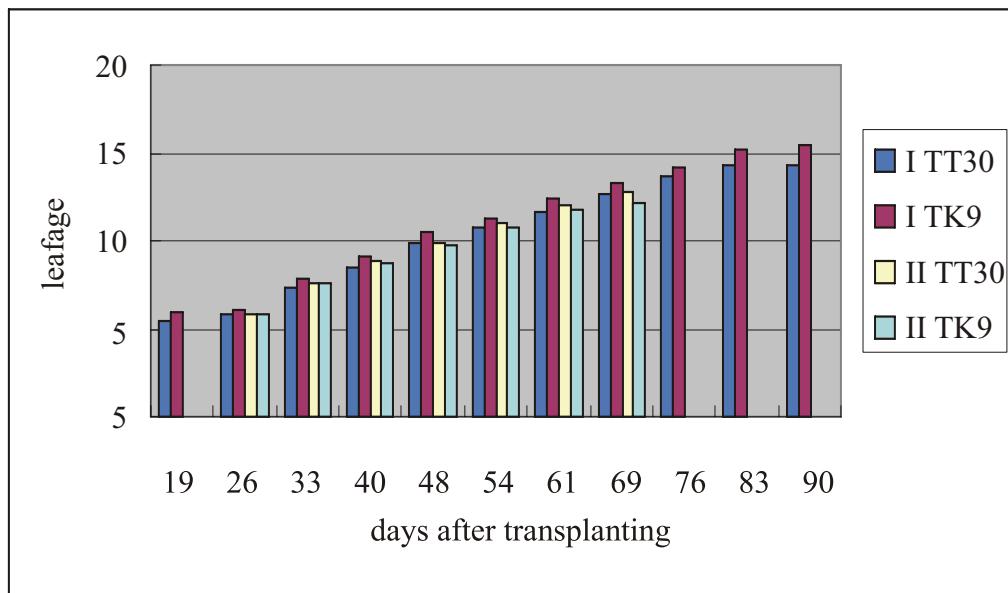


圖1. 2006年水稻不同品種生育期間葉齡之變化

Fig. 1 Developmental stages of leaf in main stem during the growing period of rice in 2006.

\*TT30 : Taitung 30.

TK9 : Taikeng 9.

表1. 2006年水稻不同品種之生育期調查

Table 1. The duration of developmental stages of rice variety during the growing period in 2006.

Variety	Cropping Season	Panicle initiation stage (day)	Panicle initiation stage by leaf age inde	1~100% of Heading stage (day)	Heading stage (day)	Ripening stage (day)
Taitung 30	I	69-72	80-87	87-94	89.3	131
	II	48-55	77-85	67-76	70.0	125
Taikeng 9	I	70-79	81-88	88-98	90.7	131
	II	48-54	77-85	63-73	67.0	125

表2. 2006年水稻不同品種之農藝性狀及產量調查

Table 2. Performance of agronomic characters and yield of rice variety in 2006.

Variety	Cropping Season	Plant height (cm)	Panicle number	1000-grain weight (g)	Yield (kg/ha)	Inde (%)
Taitung 30	I	97.3	13.4	29.83	7,315 <sup>a*</sup>	100.0
	II	104.0	14.7	24.32	7,021 <sup>a</sup>	96.0
Taikeng 9	I	90.9	17.0	28.08	6,380 <sup>a</sup>	100.0
	II	109.6	16.9	26.21	7,181 <sup>a</sup>	112.6

\*Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by LSD test.

表3. 2006年水稻不同品種在不同生育期之生育積溫度數累積的情形

Table 3. The accumulation of growing degree days at different growing stage of rice variety in 2006.

Variety	Cropping Season	Growing degree day		
		Vegeatative stage*	Reproductive stage	Grain-filling stage
Taitung 30	I	775.5	264.4	689.3
	II	951.1	255.3	839.5
Taikeng 9	I	874.0	183.0	672.2
	II	935.4	237.1	873.3

\*Vegetative stage : from transplanting stage to young panicle differentiation stage.

Reproductive stage : from young panicle differentiation stage to heading stage.

Grain-filling stage : from heading stage to maturing stage.

## 參 考 文 獻

1. 江瑞拱。2003。“稻之手札” p.3-18。臺東區農業改良場編印。圖書單行本。
2. 林明華。1973。水稻葉齡指數與幼穗發育及分蘖之關係。中華農業研究23：176-187。
3. 徐一戎、邱麗瑩。1996。寒地水稻：早育稀植三化栽培技術。中國。黑龍江科學技術出版社。
4. 陳烈夫、魏夢麗、鄭統隆、廖大經、陳正昌、曾東海、劉大江。1996。台灣水稻產量的一些生理問題。出自“稻作生產改進策略研討會專刊”，p. 79-88。林俊義主編。農業試驗所編印。
5. 陳烈夫、曾東海、卓緯玄。2002。活用水稻葉齡生理特徵。農業試驗所技術服務52：26-30。
6. 許福星。1990。度積溫在作物栽培管理上之應用。科學農業38(5-6):138-141。
7. 楊純明。2004。氣象與水稻生產之關係。出自“水稻健康管理研討會專集”，p.57-72。賴明信、林信山主編。農業試驗所編印。
8. 劉瑋婷。1993。利用溫度單位劃出水稻生育期之可行性研究。花蓮區農業改良場研究彙報9:115-134。
9. 盧虎生。2004。水稻之發育過程與健康管理。出自“水稻健康管理研討會專集”，p.17-32。賴明信、林信山主編。農業試驗所編印。
10. 謝順景。1985。不同環境下之稻產量構成要素之研究：第二報葉齡指數及分蘖數與幼穗發育期之關係。臺中區農業改良場研究彙報11：25-41。
11. 羅正宗。2000。水稻生育期估測模式之開發及應用。嘉義大學農藝學報32:27-38。
12. Counce, P. A., T. C. Keisling and A. J. Mitchell. 2000. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Sci.* 40:436-443.
13. Hodges, T. 1991. Crop growth simulation and the role of phonological models. In : 'Predicting crop phenology'.eds. T. Hodges. p.3-6, CRC Press, Florida.
14. Horie, T., M. Yajima and H. Nakagawa. 1992. Yield forecasting. *Agric. Syst.* 40 : 211 -236.
15. Matsushima, S. 1980. Rice cultivation for the million. p.25-90. Japan Scientific Societies Press. Tokyo.

## Evaluation of Growth Stages for Rice Variety Taitung 30 at Taitung Area.

Wen-Yen Ting<sup>1</sup>

### Abstract

This study want to use the development of rice's leaf expansion as index, the development of other organs including tillers and panicles can also be predicated. Results indicated that the rice variety Taitung 30 had 15 leaves in the main stem when cultured at Taitung city; Taikeng 9 had 16 leaves in the same experiment in the 1st crop of 2006. When the panicle development had initiated to 2 mm of these tested varieties, which needed 72 days and 79 days development period, respectively; if we use the leaf age index to show the developmental stage, it indicated that Taitung 30 was 80~87, Taikeng 9 was 81~88. In this experiment, Taitung 30 needed 87 days to reach initiated heading stage ; and Taikeng 9 needed 88 days. Both of them needed more 3.3 and 3.7 days to reach 50% of heading stage. Otherwise, owing to the different temperature and environment in the 2nd crop of 2006, both of them had 13 leaves in the main stem; When the panicle development had initiated to 2 mm of these varieties, which needed 54 days and 55 days development period, and the leaf-age index was 77~85 respectively. It showed that Taitung 30 needed 67 days to reach initiated heading stage, it needed more 4 days to reach 50% of heading stage; but Taikeng 9 needed 63 days to reach intiated heading stage, it needed more 5 days to reach 50% of heading stage.

**Key words:** Rice, Leaf age, Growing Degree Days(GDD).

---

<sup>1</sup>Associate Researcher of Taitung DARES, COA.