

# 苗栗地區水稻生育積溫度數與生育時期之關係

作者：羅正宗 副研究員  
台南區農業改良場  
嘉義分場  
電話：05-3751574

作者：陳榮坤 助理研究員  
嘉義農業試驗分所  
電話：05-2691791

作者：張素貞 副研究員兼課長  
作物改良課  
電話：037-222111#320

## 前言

最近全球暖化所帶來許多地區氣候異常的新聞時有報導，其中溫度持續上升，造成作物生長與以往有所差異也成為各國農政單位矚目的議題。水稻生長受溫度影響亦非常大，如43°C高溫以上，水稻會發生不稔性，終必導致產量無收。而以往已知溫度累積到一定以後，水稻生育期隨之發展到一定的時期，即所謂"累積溫度"。本篇主要在蒐集整理苗栗地區水稻之累積溫度後，與嘉義地區比較，以供日後水稻田間管理之參考。

## 溫度與作物生長的關係

作物的生長發育是一種連續的動態過程，由作物本身之內在遺傳背景與外在環境因子相互影響，而決定其最終發育狀態。在不同生育階段給予適當的栽培管理，將有助於經濟產量的提高及農業投資效益。因此，如何判斷或估測作物的生育時期與其生育狀況，極為重要。一般而言，對於作物的生育階段，有數種不同的評估方式，有利用物理時間來劃分者（年、月、日等，即生育日數），也可利用生理發育時間來劃分（抽穗期、孕穗期、成熟期），或以作物乾物質的累積、作物營養成分的濃度或含量等來劃分者。然而，由於作物的生長發育受環境影響

甚鉅，造成這些評估方法常因環境不同而有極大的變異，導致田間管理者常錯失採取適當管理措施的良機。

作物生長發育受到許多環境因子的影響，其中以溫度因子最為重要。有學者指出，早在200餘年前便已發現許多作物在特定的生育期內，其每天平均氣溫（熱能）的總和，在不論年期、種植地點的情況下，會接近一個常數，因此提出"累積溫度單位"（accumulated heat unit）的觀念。利用每日最高及最低溫所得的平均溫度，在不考慮日長（day length）、光強度（light intensity）、病蟲害、水份、二氧化碳濃度下，其超出生長基礎溫度以上的部份，與作物的生長速率為一直線的關係。因此，作物對溫度的反應可視為一種累積的效應，稱為積算溫度。以溫度為基礎之生育度數法（溫度單位）來預估作物生育期及生長狀況，已日漸應用於許多作物上，唯作物的積算溫度會因不同品種而有差異，不同作物的積算溫度因生長地區亦有不同。此外，積算溫度尚受作物種植當地氣候及作物生長條件影響，因此用積算溫度推算作物的生長期，須依當地的氣候狀況及各種作物實際生長結果而定。

## 作物溫度需求之量化與應用

溫度的量化可以利用溫度（熱能）單位（thermal unit, heat unit）或生育度數法（growing degree days, GDD）來表示。利用累積溫度的觀念來評估或預估作物生育的階段，較傳統的生育日數法（calendar days）具有更高的準確性，而被廣泛的應用為精確的栽培管理及農業投資的依據。生育度數的基本定義為：在特定的生育期中，每日最高溫與最低溫的平均值減去基礎溫度（base temperature）（即作物停止生長的溫度）的總和。其累積的溫度在不考慮其他環境因子如年期、種植地點等時，仍會接近一個常數。以水稻而言，其生育基礎溫度可因品種或不同生育階段而異，一般以 $10^{\circ}\text{C}$ 為其基礎溫度。因此，水稻的生育度數之計算方式為：自移植日開始，將每日最高氣溫及最低氣溫之平均減去 $10^{\circ}\text{C}$ ，作為當日之有效溫度，累積至取樣調查日的有效溫度，即為該時段內的有效累積生育度數(effective accumulated heat unit)。

生育度數可利用於評估作物的生育期，以採取適當的管理措施；育種上可用來調整開花期，以生產雜種種子；亦可據以調整栽培時期，避免不良環境；在穀粒成熟期可估算水份含量，病蟲害之適期防治，灌排水管理等，從而得到最高的經濟效益。此外，由於溫度資料的獲得較其他環境因子簡單而迅速，無論在研究或應用上，生育度數的使用都相當方便可行。

## 利用生育度數法評估水稻生育時期

水稻為短日植物，自移植本田後，開始分蘗、幼穗分化、抽穗、穀粒充實而成熟等發育過程，歷經營養生長、生殖生長而達成熟生長期，各發育階段之發育速率均受氣溫之影響。因此，若將水稻生育過程與氣溫變化的關係數量化，則可據以評估水稻實際生育階段。亦即利用生育度數法作為釐定水稻不同生育階段的依據，其基本假設是日溫與夜溫對作物發育速率的影響完全相同。

若將水稻生育階段劃分為分蘗始期（50%母莖開始分蘗）、幼穗分化期（50%幼穗長度達2mm）及抽穗期（50%有效分蘗開始抽穗），其不同生育階段之生育度數將因品種而異。以台稈9號及台農71號二品種為例（表1），自本田移植至分蘗始期之生育度數的表現在1、2期作並不一致。2期作所需要的生育度數比1期作為高，然而不同年度之間分蘗始期所需生育度數差異較大；分蘗始期至幼穗分化期之生育度數，亦有相同的趨勢。顯示水稻移植後至分蘗始期、幼穗分化期受氣象環境的影響較為嚴重。自幼穗分化期至抽穗期所需之生育度數在不同期作及年度間之差異甚小，顯然此段生育過程所需之有效溫度較為一致，可藉由解剖釐定幼穗分化期，並進而推算抽穗期。

在氣溫高於基礎溫度及低於作物生長最適溫時，其與作物的發育呈一直線的關係，然而在基礎溫度以下，或最適溫以上，則為非線性關係；於是導致溫度超過作物生長適

溫範圍以外，或接近生長適溫之極限時，此種簡單有效的生育度數法常會高估作物的生長速率，而必須經過修正。因此，台灣地區1、2期作生育初期分別遭遇低溫及高溫，可能是幼穗分化期前之生育度數不一致的原因。

### 水稻品種及地區之生育度數之比較

近年來苗栗地區的水稻以台梗8號、台梗9號、台梗14號、台農71號等4個品種為主要栽培品種，利用「建構水稻優質栽培模式—良質米品種生理特性研究與應用(95農科-1.3.1-苗-M2)」計畫並蒐集溫度資料，估算出中晚熟種台梗9號及早熟種台農71號之各生育期生育度數及其累積溫度，另與嘉義地區進行比較。初步整理出苗栗地區台梗9號之各生育期（移植～分蘖始期、分蘖始期～幼穗分化期、幼穗分化期～抽穗期）的生育度數第1期作為205、490、434度\*天，總計為1129度\*天，第2期作為201、623、297度\*天，總計為1121度\*天；嘉義地區第1期作為187、609、310度\*天，總計為1106度\*天，第2期作為281、746、307度\*天，總計為1334度\*天。苗栗地區台農71號之各生育期的生育度數第1期作為203、474、390度\*天，總計為1067度\*天，第2期作為250、542、261度\*天，總計為1053度\*天；嘉義地區第1期作為194、544、279度\*天，總計為1017度\*天，第2期作為278、630、290度\*天，總計為1198度\*天（表1、圖1、圖2）。

由資料明顯比較出苗栗地區第1期作累積生育度數比嘉義地區高，第2期作則以嘉義地區累積生育度數比苗栗地區高。苗栗地區第1期插秧時期（2月下旬至3月上旬）比嘉義地區（插秧時期2月上旬至2月下旬）晚約15天，第2期插秧時期苗栗地區在9月20日左右東北季風吹起，很快減少水稻生育期溫度，是否係由此些因素影響兩地區累積生育度數差異，仍有待更多資料佐證之。期經過多年資料累積後，可利用累積生育度數估算各地區不同水稻品種生育期，並經由各區農業改良場共同進行相同試驗，進一步分析不同地區、不同品種有不同差異的原因。

### 結語

國內水稻栽培品種之基礎資料通常以農藝外表性狀及其內容成分等為主，相關生理基本資料相當缺乏。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訊，以資訊化、科學化角度建構稻米不同生育階段之預測系統，將經驗轉化為數據，可提供更多科學化、系統化資訊，作為水稻肥培管理及適期收割的依據，讓稻米生產者進行良質栽培管理之操作，不僅可提高水稻生產競爭力，更有效助益於青年投入農業生產。

表1. 苗栗地區及嘉義地區台稈9號及台農71號各生育期之生育日數及有效累積生育度數

期作	品種	地區	天數/度數	移植～分蘖始期	分蘖始期～幼穗分化期	幼穗分化期～抽穗期
第1期作	台稈9號	苗栗	插秧後天數	21.6	63.5	89.2
			生育天數	21.6	41.9	25.7
			生育積溫度數	204.9	490.4	434.4
		嘉義	插秧後天數	17.0	64.3	83.3
			生育天數	17.0	47.3	18.8
			生育積溫度數	187.2	609.4	309.6
	台農71號	苗栗	插秧後天數	21.0	61.0	85.9
			生育天數	21.0	40.0	24.9
			生育積溫度數	202.6	473.7	389.6
		嘉義	插秧後天數	19.0	61.7	78.7
			生育天數	19.0	42.7	17.3
			生育積溫度數	193.5	544.2	278.7
第2期作	台稈9號	苗栗	插秧後天數	10.9	48.0	69.9
			生育天數	10.9	37.2	22.2
			生育積溫度數	200.5	622.5	296.5
		嘉義	插秧後天數	14.8	53.6	69.9
			生育天數	14.8	39.1	18.2
			生育積溫度數	280.8	746.2	306.5
	台農71號	苗栗	插秧後天數	13.9	48.4	67.5
			生育天數	13.9	34.5	19.2
			生育積溫度數	249.6	541.7	261.3
		嘉義	插秧後天數	14.8	59.4	76.9
			生育天數	14.8	34.6	17.5
			生育積溫度數	278.0	630.4	290.2

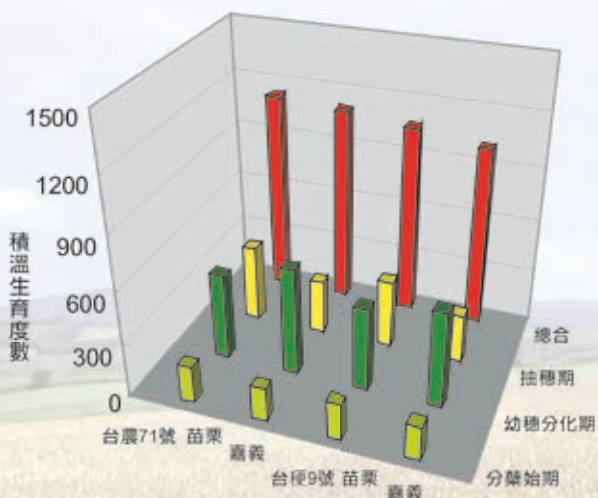


圖1. 第1期作苗栗地區及嘉義地區水稻台稈9號及台農71號各生育期之生育度數

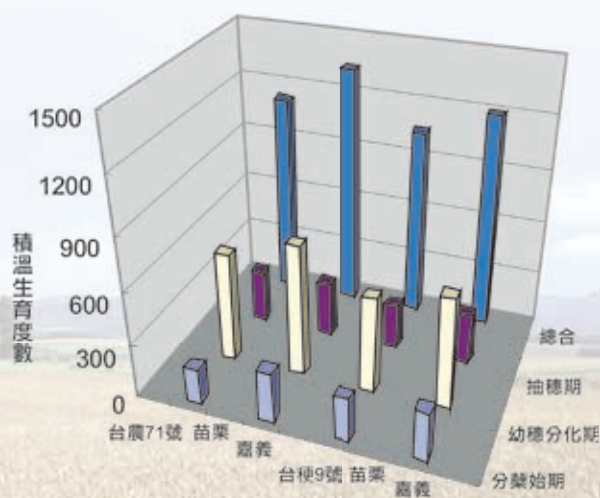


圖2. 第2期作苗栗地區及嘉義地區水稻台稈9號及台農71號各生育期之生育度數