

# 水稻生育期葉色之變化與稻穀產量 及米粒氮素含量之關係

農業試驗所嘉義分所 羅正宗、陳一心

## 摘 要

本試驗於 89 年一期作及二期作在嘉義農業試驗分所之溪口試驗農場進行，參試材料為台農 67 號及台梗 9 號兩個水稻品種，為使水稻葉色變異範圍擴大，我們利用三個氮肥等級(0, 90, 180 kg N ha<sup>-1</sup>)，及三個不同栽植密度(11.1, 22.2, 44.4 plant m<sup>-2</sup>，即行株距為 30x30, 30x15, 15x15cm)為試驗處理，葉色之測定以 SPAD-520 型葉綠素計為測定工具，水稻成熟期於每一小區逢機取 20 株作為產量及產量構成因素之調查，並將調查後之穀粒測定其氮素含量。據以探討一、二期作水稻全生育期葉色之變化與稻穀產量及糙米氮素含量之關係。結果顯示：不同生育期水稻葉色值與單位面積稻穀產量之關係，概以抽穗前後兩週最密切。水稻四個產量構成因素與不同生育階段之葉色值的關係，均不及產量與葉色值間之密切。水稻葉色與米粒氮素含量間的關係，以抽穗期至抽穗後一週的葉色值與米粒氮素含量間之相關性最高，每一期作不同生育期之葉色與米粒氮素含量均呈顯著的直線關係，唯關係密切程度稍有差異，本試驗結果顯示一期作水稻抽穗期葉色與米粒氮素含量間的相關係數為 0.85，而二期作則為 0.78，顯示兩者關係在一期作較為密切。

## 一、前 言

稻米的蛋白質含量(氮素含量)為有關食味與營養價值的重要特性，而與產量形成有關的分蘗及影響光合作用速率的葉片氮素濃度等特性，均是受氮肥施用之影響。因此，在水稻整個生育過程中，氮素是影響產量及品質的重要因素，而過去在這方面亦有甚多的研究(本庄，1971a, 1971b；松崎，1972；岡本和堀野，1994；Turner and Jund，1991；Peng，1993；Ladha *et al.*，1998)。然而，與稻米蛋白質關係較密切之性狀間的相互關係，則因供試材料的差異而不能得到一致的結果(岡本和堀野，1994)。因此，若能找到水稻一生長特性，其與水稻米粒氮素含量的關係能不受品種或其它因子之差異而改變，則或可利用於水稻生育期間作為栽培參考，或依資材之投施而調節水稻的生產及米粒氮素含量之生育診斷技術的開發，岡本和堀野

(1994)認為水稻葉色即是此一重要性狀。

目前已有利用葉色作為水稻葉片葉綠素含量、葉片營養狀況及乾物質生產之研究(稻田, 1994b; Turner and Jund, 1991; Peng, 1993; Ladha *et al.*, 1998))並且亦有利用測定全生育期葉色值之變動模式, 以探討其與米質之關係(岡本和堀野, 1994)。過去在台灣雖有學者針對粳型及秈型水稻葉色與葉片氮素濃度之關係作一研究(蔡, 1982), 但尚未有以測定水稻葉色作為生育診斷之途徑。因此, 本試驗即以氮肥及栽植密度對不同品種水稻進行處理, 依此以探討本省一、二期作水稻全生育期葉色之變化與稻穀產量及糙米氮素含量之關係。

## 二、材料與方法

本試驗於 89 年一期作及二期作在嘉義農業試驗分所之溪口試驗農場進行, 參試材料為台農 67 號及台梗九號兩個水稻品種, 為使水稻葉色變異範圍擴大, 我們利用三個氮肥等級(0, 90, 180 kg N ha<sup>-1</sup>), 及三個不同栽植密度(11.1, 22.2, 44.4 plant m<sup>-2</sup>, 即行株距為 30×30、30×15、15×15cm)為試驗處理, 田間採裂區設計, 以氮肥等級為主區, 栽植密度及品種之兩因子的六個組合為副區, 三重複, 氮肥之施用以整地時之基肥, 分蘖期之追肥及幼穗分化時之穗肥三次均施。手工插植方式多本植, 每小區 4.5×4.5m<sup>2</sup>。

葉色之測定以 SPAD-520 型葉綠素計(chlorophyll meter)為測定工具, 依羅等(2000)所提出之測定葉片序位及部位的方式進行葉色值之測定, 於插秧後待水稻生長至葉片寬度已超過葉綠素計感應器(2×3 mm<sup>2</sup>)測定範圍(不含中肋), 則每週調查一次, 每次八株, 直至成熟收穫為止。

水稻成熟期於每一小區逢機取 20 株作為產量及產量構成因素之調查, 並將調查後之穀粒脫殼碾製成糙米, 以 micro-kjeldahl 分析法測定其氮素含量。

為了解水稻全生育期葉色之變化, 應用下列模式的求配, 對兩參試品種在不同氮肥等級及不同栽植密度之處理下, 各重複每一小區之葉色值的動態變化進行平滑處理(smoothing)。

$$\text{模式 1: } Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \varepsilon$$

$$\text{模式 2: } Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \varepsilon$$

$$\text{模式 3: } Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \beta_4 X^4 + \varepsilon$$

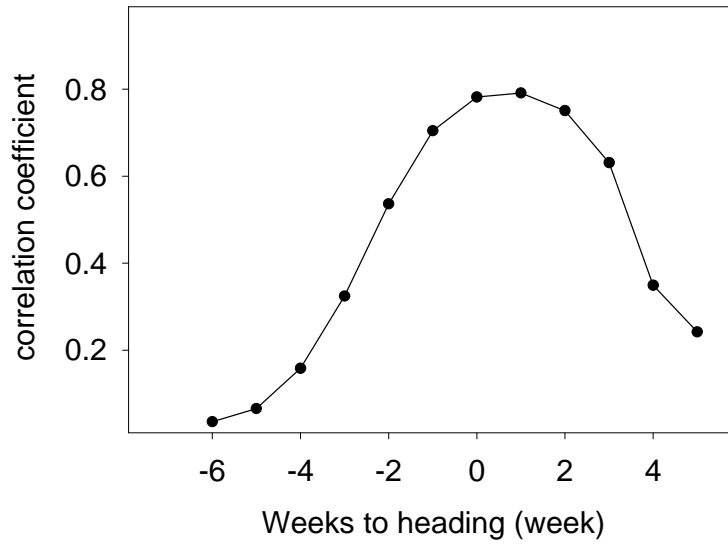
藉由各小區之葉色值的平滑模式, 推估每日之葉色值, 並以抽穗期為基準日, 探討抽穗前六週及抽穗後五週之葉色值與各小區稻谷產量、產量構成因素及米粒氮素含量之相關關係。本試驗所有的資料整理及統計分析工作均藉 SAS 統計分析軟體完成。

### 三、結果與討論

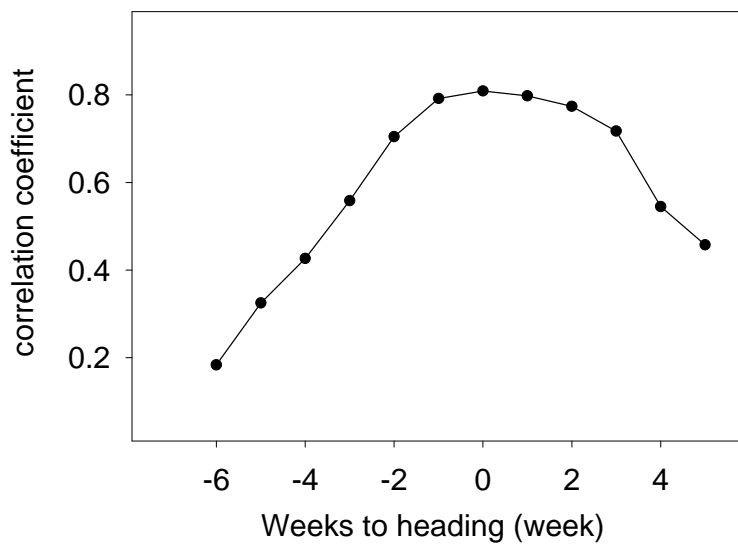
台灣地區水稻一期作及二期作因生長環境迥異，雖使水稻生育日數有所不同，在這段生育過程時間中，水稻葉色的變化事實上是以前一種動態的形式存在(羅等，2000)，其會因為栽培環境及資材投施之多寡而有所不同，因此本試驗為擴大參試水稻品種之葉色的變異範圍，故以不同氮肥等級及栽植密度之處理作為調整的方式，並藉對每一小區之平滑模式的求配，以作為推估水稻全生育期每一小區每日葉色值。並以藉肉眼即可判別的抽穗期為基準日，以每隔七日方式推估其前六週及後五週的葉色值，藉以分析水稻不同生育階段之葉色值與單位面積稻穀產量( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ )之關係，結果示如圖 1。由結果顯示：不同生育期水稻葉色值與單位面積稻穀產量之關係，概以抽穗前後兩週最密切。事實上，過去在日本即有利用葉色值之測定以作為水稻生產時生育診斷的依據(深山等，1984)。由於水稻產量是由其四個產量構成因素組成，而這四個產量構成因素各有其形成的決定時期(Matsushima, 1980)，因此，我們認為水稻不同生育期之葉色表現，若能找到與各產量構成因素之相關性，則將來透過栽培技術以改善水稻葉色的變化，而達到調節產量診斷之目標，此即為水稻生育診斷之最終目標(稻田，1994a；深山等，1984)。故，在本試驗中我們亦針對水稻四個產量構成因素與上述不同生育階段的葉色值，作相關關係的探討，結果示如圖 2。由圖中我們發現水稻四個產量構成因素與不同生育階段之葉色值的關係，均不及產量與葉色值間之密切。但就數值而言，稔實率及千粒重與水稻各生育期之葉色值的相關性均不甚密切，而單位面積穗數則於抽穗期前後各兩週與葉色之相關性較密切，另外每穗穎花數則於抽穗前五週至抽穗前一週與水稻葉色值關係密切。雖是如此，Matsushima(1980)曾謂：水稻有效穗數之決定時期(即有效分蘖終期)依其全生育日數之不同，一般均於幼穗形成期之前後，即在抽穗前三至五週，基此，若以本試驗分析所得之結果，水稻葉色值與單位面積有效穗數之相關性較高者，於抽穗前後兩週有所不同，此不同結果似意謂著將來利用水稻葉色值作為水稻單位面積有效穗數之生育診斷技術之開發，似有疑問，唯，鈴木曾提出，若土壤中氮肥含量過多，日照充足，植株蓄積過多碳水化合物，則可能於上部節位形成二段穗，促使水稻原本分蘖之型式(pattern)改變。而在本試驗中，以高氮肥( $180\text{kg N ha}^{-1}$ )處理，加以低栽培密度( $11.1\text{plant m}^{-2}$ )者，即符合上述土壤氮素含量過多且日照充足等條件，因此，常可於此小區中發現上述二段穗的發生，此可能是造成此結果的原因。

岡本和堀野(1994)在其試驗結果中指出，水稻葉色與米粒氮素含量間的關係，不會因品種(遺傳)或環境之變異而改變，若此，我們如能找到水稻某一生育階段與成熟時米粒氮素含量間具有高度之相關性，則未來或可依此作為栽培上之參考，以控制米粒氮素含量。在本試驗的結果中，可發現抽穗期至抽穗後一週的葉色值與米粒氮素含量間之相關性最高(圖 3)，此與岡

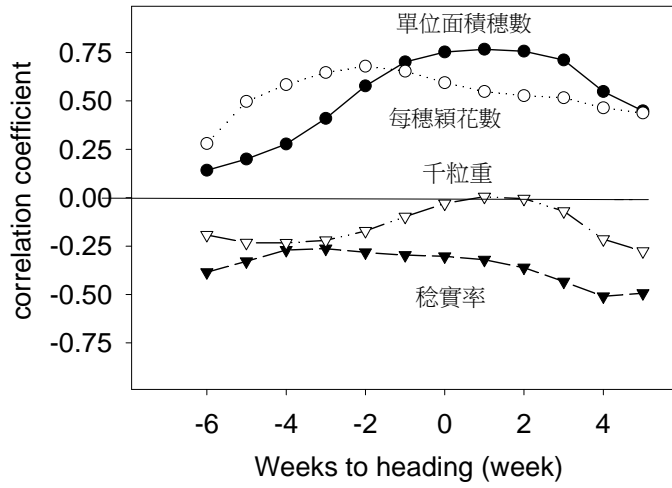
本和堀野(1994)謂齊穗期之葉色與稻米氮素含量間相關性最高的結果相似。但由圖 3 中我們亦發現：每一期作不同生育期之葉色與米粒氮素含量均呈顯著的直線關係，唯關係密切程度稍有差異(圖 4)，本試驗結果顯示一期作水稻抽穗期葉色與米粒氮素含量間的相關係數為 0.85，而二期作則為 0.78，顯示兩者關係在一期作較為密切。岡本和堀野(1994)亦曾指出：葉色反映葉身的氮素濃度，此暗示米粒氮素含量受抽穗期稻株氮濃度之影響。本庄(1971a)認為與米粒氮素含量有關的因子以稻體的氮素濃度為最重要因子，不同施肥法會造成氮素含量變化，而抽穗後葉片中的氮素含量與收穫時米粒氮素含量有很高的相關關係。就米粒氮素含量的品種間差異而言，岡本和堀野(1994)認為此可能是水稻植體本身氮素濃度的遺傳變異所控制。其次，葉色是反映葉身及地上部氮素含量的一種性狀(稻田，1994；Turner and Jund，1991；Peng，1993)，可利用於水稻營養診斷，因為其彼此間的關係在相同栽培條件下，不會因品種差異而改變，此一訊息對我們日後欲利用葉色進行水稻生育診斷技術之研究甚為重要。然則依本試驗所得之結果可知，水稻抽穗期之葉色雖與稻穀產量及米粒氮素含量成極顯著正相關，但相關係數為 0.78~0.85 間，於實用上仍有段差距，顯示這方面之研究仍有相當大的空間待我們深入探討。



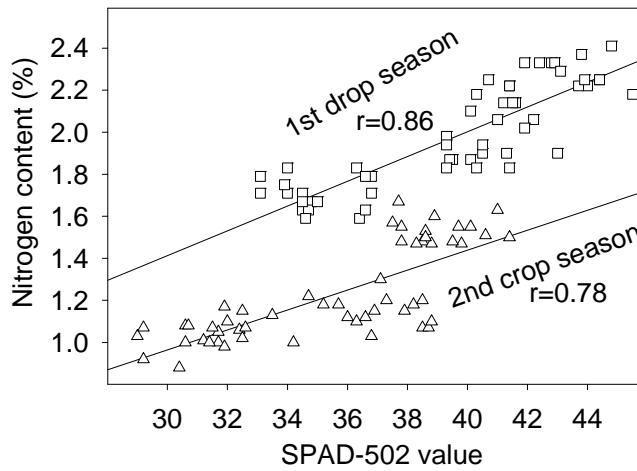
圖一、水稻不同生育期葉色與收穫期穀粒氮素含量之關係



圖二、水稻不同生育期葉色與收穫期穀粒產量之關係



圖三、水稻不同生育期葉色與稻穀產量構成因素之關係



圖四、水稻齊穗期葉色與穀粒氮素含量之關係