

ORYZA-

稻生長模型之介紹及應用

農試所作物組 陳富原 戴宏宇

一、前言

稻(*Oryza sativa* L.)為我國第一大糧食作物，其產量與品質高低影響國內糧食供給及稻農收入，近來稻產量的預測和增產技術持續受到重視，其中稻生長模型技術發展迅速，可望成為國內未來用於稻產量預測及種植策略評估之重要工具。

ORYZA ver.3.0由國際稻研究機構(IRRI)專門為稻開發之生長模型，從1994年建立ORYZA1模型後歷經多次改良，於2013年更新為ORYZA ver.3.0，此套模型已在亞洲的15個試驗區對18種常見品種進行校正及資料驗證，是在亞洲地區使用度及準確度較高的稻生長模型，目前其前身ORYZA 2000亦被國際常用兩大作物模型軟體APSIM (Agricultural Production System Simulator)及DSSAT (Decision Support System for Agro Technology Transfer)納入作為模組之一。

稻生長模型為生態生理模型(ecophysiological model)，藉由目前已發表之作物生理機制，例如生長、維持生命及發育的呼吸作用、碳氮代謝、光合作用及同化物分配等(圖一)，模擬稻在不同環境下之生長及發育情形；藉由調查現地資料，收集不同品種稻的各項參數資料，可以建立各品種稻的生長模型，接著便可設定模擬情境，例如不同的氮素施用量、水分灌溉、光照甚至種植密度以及連作與否等各式生長環境變因，以預測產量及生長情形，應用層面包含育種、政策制定、氣候變遷影響評估等，為國家農業政策決策及相關研究輔助參考工具。

二、ORYZA稻生長模型之演進

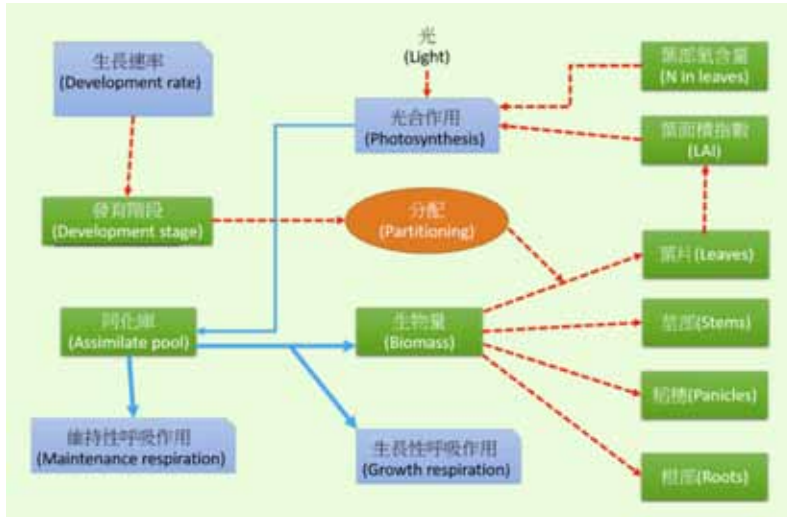
ORYZA最早建立之模型為潛在產量模型ORYZA 1 (Potential；理想環境)，接著相繼建立氮素限制模型ORYZA_N (1995年)及水分限制模型ORYZA_W (1996年)，ORYZA2000整合了前述三種模型並完善擴展，除理想環境產量模擬，也可模擬在水份限制及氮素限制條件下的稻生長發育與產量形成過程，隨後也不斷加入新的模型拓展ORYZA2000功

通訊作者：戴宏宇助理研究員
連絡電話：04-23317111

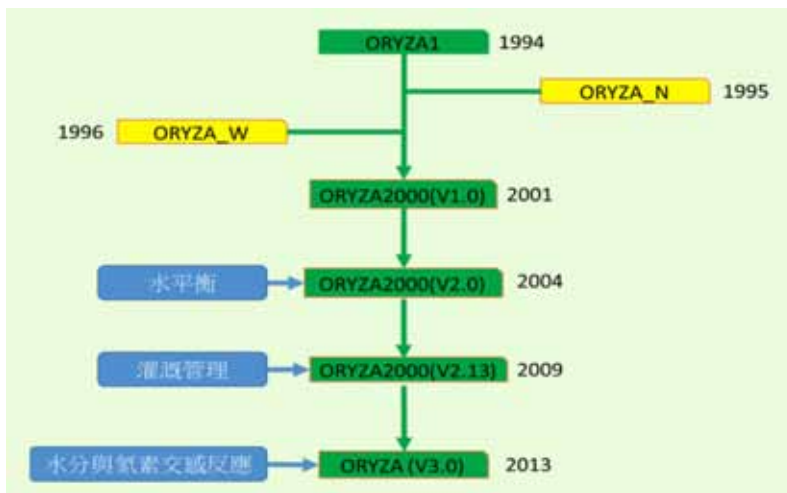
能，其中在2004年除了原有的PADDY環境外，新增兩種地形環境下的水分調控模型以及在2009年加入水分灌溉管理模型，使其功能更趨完備，能模擬在不同灌溉方式、土壤滲透性與不同地下水位深度下，對稻產量、水分平衡、灌溉量及水分利用效率之影響，能藉此分析其間之關係並對最適灌溉方式之決策提供參考。ORYZA2000能很好的模擬潛在產量以及在水份或氮素單一限制條件下的稻

生長，但是無法進行水份氮素交感條件模擬，不能用來評估不同水分氮素管理組合條件對稻生長發育及產量之影響，IRRI在2013年推出最新版本之ORYZA ver.3.0 (圖二)，此版本中加入水份氮素交感(W x N interaction)模型，另外也可針對稻連作、有機肥施用、土壤溫度及溫室氣體排放等因素進行模擬分析。

三、ORYZA ver.3.0分析流程



圖一、ORYZA模型架構示意圖 (Bouman等人，2001)。



圖二、ORYZA模型沿革。

ORYZA ver.3.0 所需之輸入數據：使用ORYZA進行模擬分析需要六種輸入數據之檔案，每種檔案有不同的格式

1. Control file：各檔案路徑、模擬次數及輸出變數等使用者指定資訊。

2. Experiment data file：試驗環境、栽培條件(氮肥、水分投入量及投入時間點)、試驗年分、試驗天數等試驗外在環境條件。

3. Crop data file：用於定義不同品種所需參數，如最低生長溫度、各生長階段代謝及形態(如根莖葉乾物質比例)參數

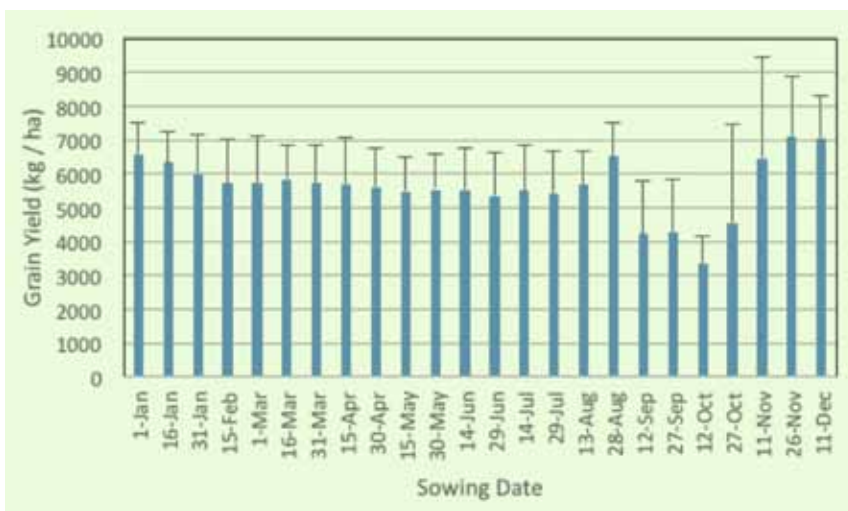
4. Soil data file：紀錄

土壤各項參數，包含質地、水分、溫度等性質。

5. **Weather file**：包含氣象站基本資訊及氣象資料(每日高低溫、雨量、風速、及日射量等天氣資訊)
6. **Rerun file**：當需要進行多組模擬的情況下，**Rerun**檔用於指定各組模擬情境需改變的變數。

四、模擬應用分析

利用IRRI所發表IR72作為作物品種參數，模擬在本所霧峰區試驗田不同播種期稻穀產量變化，模擬情境為自2006年1月1日起每隔15天播種一次，播種後3周進行移植，每年共24次，連續進行10年(2006 – 2015)，水分及氮素投入皆設定為最適條件(Potential)，其它氣候條件按本所氣象站所收集資料進行設定，所得模擬結果按播種期將10年資料進行平均，結果如圖三。從模擬結果可發現，IR72如9月12日至11月11日間進行播種，



圖三、ORYZA V3模擬2006至2015年不同水稻播種期平均稻穀產量直方圖。

其產量出現下降或不穩定情形，可能原因為該期間播種的IR72植株生育後期易受到冬季寒流影響導致減產及產量不穩情況。

五、結論與建議

ORYZA自1994年推出後發展至今已超過20年，目前由IRRI的CROP MODELING TEAM進行維護與開發，未來可見將持續整合其他領域(遺傳、病蟲害等)以加強其實用價值。其應用層面包含育種、氣候變遷評估、作物管理及決策分析等，雖然無法取代實際田間試驗，但作為研究或決策輔助工具則相當具有潛力。ORYZA主程式、說明、輔助工具及操作範例皆可從其官方網頁無償下載。IRRI目前每年皆會舉辦教育訓練課程，教學內容包含軟體介紹、模擬用資料製備、批次模擬及案例分析，值得我國稻相關從業人員進行學習與應用。

六、參考文獻

Bouman BAM, Kropff MJ, Tuong TP, Woperies MCS, ten Berge HFM and van Laar HH. 2001. ORYZA2000: modeling lowland rice (Vol. 1). IRRI.