

Web版水稻出穂期・成熟期予測システム

須藤健一・牛尾昭浩・吉田智一*・高橋英博*・寺元郁博*

A Web Prediction System of Rice Development Stage for Crop management

Ken-Ichi SUDO, Akihiro USHIO, Tomoichi YOSHIDA, Hidehiro TAKAHASHI and Ikuhiro TERAMOTO

キーワード: Web, 水稻, 出穂期, 成熟期, 予測システム

緒言

水稻の出穂期・成熟期の予測値がリアルタイムにかつ簡便に把握できることは、肥培管理の上からも、適期収穫の上からも重要である。一般に、水稻の出穂や成熟は、水稻の生育する期間の気温や日長に影響される。気温は、年次によって異なり、地域によっても異なる。日長は緯度が高くなるにつれて短くなる。通常、同じ場所と同じ品種を同じ時期に作付けしていると、毎年、ほぼ同じ頃に出穂し、刈り取り時期を迎える。しかし、近年のように、夏期が高温に経過すると、出穂期や成熟期が経験に基づく予想以上に早まってしまうことがある。また、登熟期の高温による「白未熟粒」³⁾の発生回避のために移植時期を遅くしたり、新しい品種を導入したりすると、出穂期・成熟期の予測がさらに困難になってしまう。

こうしたなか、筆者らは、これまでに、気温と日長をパラメータに用いた基幹奨励品種の出穂期・成熟期予測システムを構築し、おおむね満足できる予測結果を得てきた。

予測に際しては、その年の当該地点での気温を詳細に把握する必要がある。

兵庫県では、当該地点の気温を把握するため、1989年に、県内を約1 km²の区画に分け、その一つずつに平年気温を準備した「兵庫県メッシュ気候データベース」^{13, 14)}を作製し、利用してきた。その後、2002年には気象庁から「メッシュ気候値2000」が公開され、Webで入手可能なアメダス気象値と組み合わせることで、当該地点の気温の推定等は格段に容易になった。

本県では、これらのシステムを利用して、ある年次の、

任意の地点での、何種類かの品種について、任意の移植月日の水稻の出穂期と成熟期を推定する「水稻生育予測システム」^{17, 18)}をWeb上で動作させている。ここでは、そのシステムの概要と利用法について報告する。

予測方法

出穂期、成熟期予測のための発育予測モデルはDVR (Developmental Rate) 法を用いた^{1, 4)}(図1)。品種ごとに、栽培年次、地点、作型の異なる数十組のデータセットと、その一つずつのデータセットに対応した日平均気温と天文日長を準備し、シンプレックス法でパラメータを算出した^{6, 7, 8)}。得られたパラメータで作製したモデル式の移植から出穂期までの標準誤差は、コシヒカリ、山田錦で±1.5日、日本晴では±3.0日、他の品種はその間であった^{2, 9, 12)}。

予測は、総務省が定めた第3次地域メッシュ(以下メッシュ)単位で行っている。このメッシュは、緯度を30秒、経度を45秒に区切った面積約1 km²の区画で、県

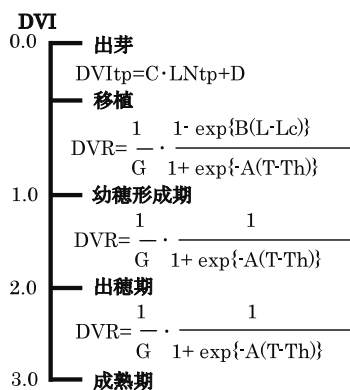


図1 発育予測モデルの概念図

注) DVI(発育指数)が、1.0で幼穂形成期、2.0で出穂期、3.0で成熟期に到達したことを示す。

2009年8月31日受理

*兵庫県立農林水産技術総合センター

**独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター

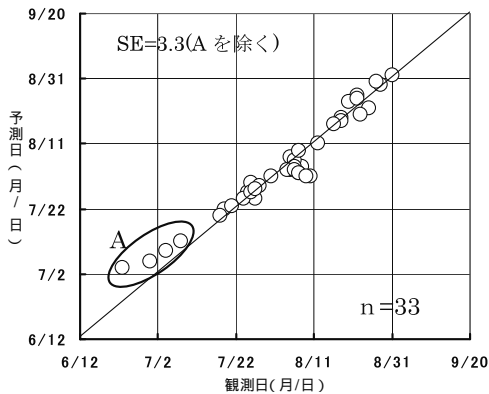


図2 近畿中国四国地域内の出穂期の観測日と予測日(2004年)
注) Aは4月20日以前の移植結果

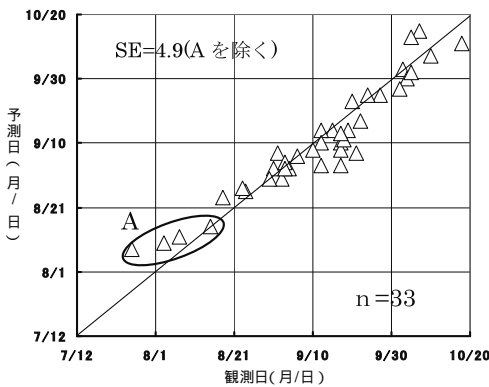


図3 近畿中国四国地域内の成熟期の観測日と予測日(2004年)
注) Aは4月20日以前の移植結果

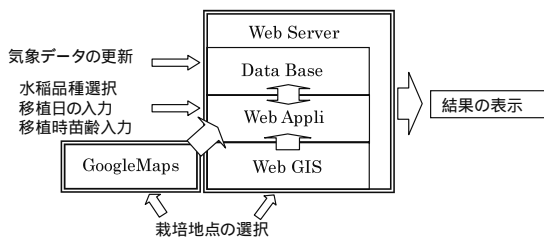


図4 システムの構成とフロー



図5 <http://www.tekisaku.jp/ricediag/>にアクセスした初期画面
注) この後、Mapserver版かGoogleMaps版をクリックすると予測システムに入る。

内を8,451区に区切る．予測のためにはこのメッシュ単位で，当該年の日平均気温と日平均年間気温，毎日の日長が必要になる．本システムの日平均年間気温は「メッシュ気候値2000」の月別平均気温を調和解析により日別化することで算出する．当該メッシュの当該年の日平均気温は，当該メッシュ近傍の3地点のアメダス観測地点における日平均年間気温と観測された日平均気温との日別年間偏差を距離比例配分方式で算出し，当該メッシュの日平均年間気温に加算して推定した．推定のためのアメダス気温値は毎朝5時に更新され，アクセスの前日までは観測値からの推定値，以降は年間気温を用いて演算される．

日長は天文日長で，緯度から算出する．

近畿中国四国地域における2004年の水稲作況試験，水稲気象感応調査結果から実測値を取り出し，予測値と比較した結果を図2，3に示す^{17,18)}．

システムの構成とフロー

システムの全体は，Webサーバー上のWebGIS，メッシュ・アメダスデータベース，予測アプリケーションで構成される(図4)．WebGISの1/200,000の地勢図で予測しようとする地点の緯度・経度を発生させ，当該緯度，経度からメッシュを特定する．Webで広く利用されている「GoogleMaps」も利用可能である．特定された当該メッシュで，出穂期・成熟期を推定する．

利用方法

利用者は<http://www.tekisaku.jp/ricediag/>にアクセスし(図5)，「水稲生育予測(近畿中国四国地域対応)」の「Mapserver版」か「GoogleMaps版」をクリックすると，予測システムが起動する．府県名，品種名，田植え年月日，田植え時の苗の葉齢，予測したい地点の緯度・経度を選択あるいは入力し，「実行」をクリックすると予測出穂日と成熟日が表示される(図6)．

現在利用できる地域は，兵庫県を初め近畿中国四国の2府13県である．予測可能な品種は，当初，コシヒカリ，日本晴，山田錦でスタートし，キヌヒカリ，どんとこい，ヒノヒカリを追加した．移植日は4月21日から6月20日までを想定して作製した．やや精度が劣るが，4月21日以前や6月20日以降も予測可能である(図2，3)．葉齢は2.0葉から5.0葉(いずれも不完全葉を含む)までである．予測したい地点の緯度・経度が不明の時は府県名を選択して「地図参照」をクリックすると選択された府県を表示したWebGISが起動する．倍率を適当に選択して対象地点を中央に持ってくることで地点が特定さ



図6 Mapserver版の入力画面と結果の表示例

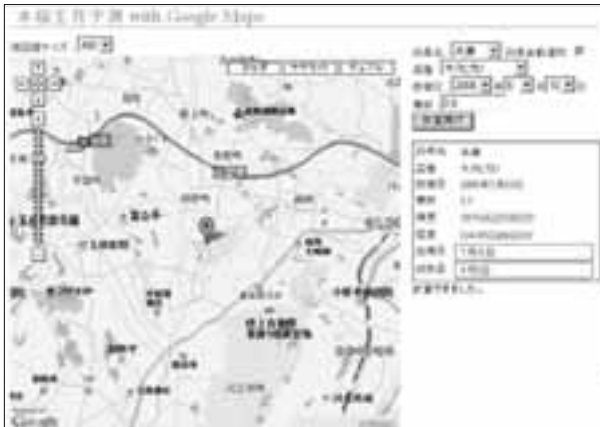


図7 GoogleMaps版の入力画面と結果の表示例



図9 携帯電話
アクセス用QRコード

図8 携帯電話からのアクセス例

れ、その地点の緯度・経度が予測システムに渡される。
GoogleMaps版(図7)も同様である。
携帯電話からも利用できる(図8)。http://www.tekisaku.jp/rice-i/(図9)にアクセスし、所定の情報を入力する。画面が小さいので対象地点を特定するのに難があるが、逆に、GPSが利用可能な携帯電話では、対象圃場の畦畔で、GPSを使って得た緯度、経度情報をシステムに渡すことで地点が特定できる。

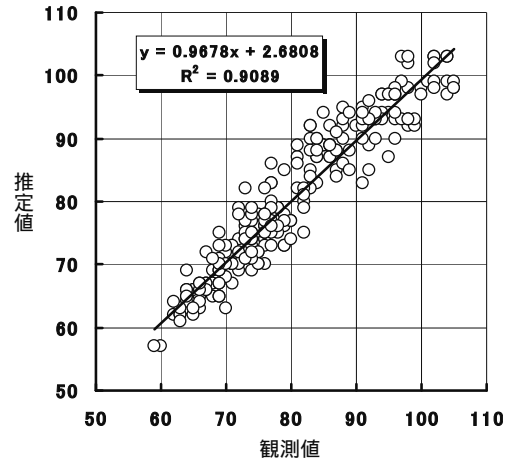


図10 近畿中国四国地域のきぬむすめ241データセットから演算したパラメータによる移植日から出穂期までの日数の推定値と観測値との関係

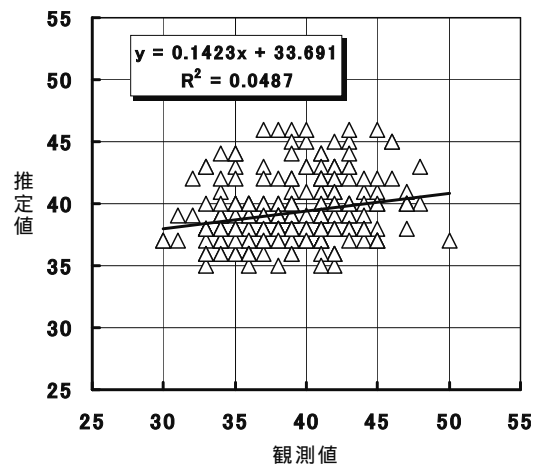


図11 近畿中国四国地域のきぬむすめ241データセットから演算したパラメータによる出穂期から成熟期までの日数の推定値と観測地との関係

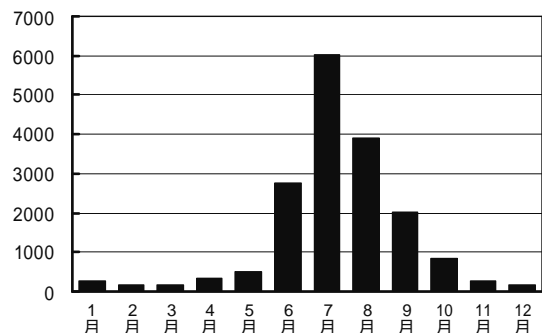


図12 2008年の月ごとのアクセス数

年次をさかのぼることも可能である。冷夏年，猛暑年における出穂期や成熟期の変動なども検証できる⁵⁾。

新品種への対応

出穂期，成熟期を予測するための各品種のパラメータは，図4のシステムとは独立して準備されており，品種の追加や削除は容易である。

2008年度から，水稻品種きぬむすめが近畿中国四国地域で各県共通の奨励品種候補として取り上げられている。そこで，きぬむすめの出穂期，成熟期を推定するため，近畿中国四国地域で2003年～2008年に得られたきぬむすめのデータセット241個を用いてパラメータを作成した(図10, 11)。出穂期の予測精度は高かったが，成熟期の精度は劣った。成熟期の判定基準が人により異なることの表れでもあるが，おおよその傾向を示すものとしてモデル式に組み込んだ。

利用状況と今後の課題

2004年7月に兵庫県限定版で公開したときのアクセス件数は，7月から10月まで，約20,000件であった。2005年6月末に公開した「近畿中国四国版」でのアクセス件数は10月17日現在で5,593件であった。その後，年次によってアクセス件数は異なるが，2008年の1年間には，ページへのアクセス数5,899件，予測数17,453件であった(図12)。また，同期間の携帯電話サイトにも1,372件のアクセスがあり，モバイルという移動性を重視した情報提供の重要性が伺えた。

現在，予測可能な地域拡大を順次行っているが，Webサービスが5年を経過し，問題点も明らかになりつつある。その一つがアメダス地点の変更であり，変更された地点が当該メッシュの気温推定に関係するときにエラーが出る。広域の地域のアメダス地点を常に監視することは困難であり，何らかの対策が求められる。

今後，作付面積の少ない地域特産の品種へも対応を進めたいと考えている。また，予測精度を高めるため，1kmメッシュから50mメッシュへの展開¹⁷⁾や，水稻の収量に影響している日射量のメッシュ化^{10, 11)}なども課題として残されている。さらに，斑点米を引き起こす重要害虫であるクモヘリカメムシの発生予測モデル^{16, 19)}を組み込むことで，さらに汎用性が高くなるものと考えられる。

引用文献

de Wit, C.T., R. Brouer, F. W. T. Penning de Vries (1970): The simulation of photosynthetic systems.

In Proc. Of the IBP/PP Technical Meeting, Trebon (1969) 47-60

池上勝・世古晴美・須藤健一(1995): 酒米品種「兵庫夢錦」の発育ステージ予測モデルによる出穂期の予測と粒大に関する最適出穂期の推定: 兵庫農技研報(農業) 43, 1-4

近藤始彦(2007): コメの品質, 食味向上のための窒素管理技術[1]-水稻の高温登熟障害軽減のための栽培管理技術の現状と課題-: 農業および園芸: 82, 31-34

Nakagawa H., K. Sudo and T. Horie (1993): A Prediction System of Rice Development Stage for Crop Management: Proceedings of the First Asian Crop Science Conference 243-249

須藤健一(1994): 兵庫県における1993年の稲作期間の気象の特徴と水稻の生育: 近畿作育研究 39, 83-85

須藤健一(1997): メッシュ気象データの水稻生育診断への適用と今後の課題: 日作紀 66, 139-144

須藤健一・池上勝・中川博視・堀江武(1991): 兵庫県における酒米品種「山田錦」の地域別発育ステージ予測システムの開発: 日作紀 60(別2), 21-22

須藤健一・池上勝・中川博視・堀江武(1992): 水稻の発育動態予測モデルによる酒米品種「山田錦」の出穂期予測: 近畿作育研究 37, 12-15

須藤健一・岩井正志(1994): 兵庫県における地域別気象条件と水稻の生育・収量の関係について: 日本農業気象学会近畿支部大会講演要旨 15-16

須藤健一・岩井正志(1995): 日射量・日照時間のメッシュ化-特定日の日射量のメッシュ化-: 日本農業気象学会近畿支部大会講演要旨 27-30

Sudo K., M. Iwai (1997): An Estimation of Distribution of Solar Radiation Using Data from 17 Agricultural Meteorological Stations in Hyogo Prefecture: J. Agric. Meteorol. 52(5), 533-536

須藤健一・岩井正志・池上勝(1995): 兵庫県における水稻地域別発育ステージ予測システムの開発: 日作紀 64(別2), 209-210

須藤健一・世古晴美(1991): 兵庫県におけるメッシュ気候データベースとその利用: 1991年度日本農業気象学会近畿支部大会講演要旨 13-16

須藤健一・世古晴美・佐村董・角田和美(1989): 「兵庫県メッシュ気候図」の利用に関する研究 予報「メッシュ気候データ」利用プログラムの作成: 兵庫中央農技研報(農業) 37, 115-118

須藤健一・牛尾昭浩・大原源二（2001）：兵庫県南東部山田錦栽培地帯における50mメッシュによる気温の推定と山田錦の生育：近畿作育研究 46, 77-80

須藤健一・山下賢一（2003）：兵庫県メッシュ気温分布とクモヘリカメムシの発育生態：システム農学会2003年度大会講演要旨 34-35

須藤健一・吉田智一・高橋英博（2005）：近畿・中国・四国地域を対象とした水稻出穂期・成熟期予測システム：2005年システム農学会一般研究発表会要旨集 88-89

須藤健一・吉田智一・高橋英博・寺元郁博（2006）：近畿中国四国地域における水稻の出穂期・成熟期リアルタイム予測システム：日本作物学会中国支部大会講演要旨 44-45

Yamashita, K., K. Sudo, T. Adachi, K. Miura (2005) : Estimation of number of annual generations using effective heat unit of development for the rice bug, *Leptocorisa chinensis* (Dallas) (Hemiptera: Alydidae) : Appl. Entomol. Zool. 40 (4),621-624