

## 高知県水稲への温暖化・異常気象影響とイネモデルによる生育診断の試み

○西森基貴・長谷川利拓\*・桑形恒男（農研機構・農業環境変動研究センター）・

・坂田雅正（高知県農業技術センター）

\*現所属：農研機構・東北農業研究センター

## 1. はじめに

高知県は四国地方の南半分に位置し、急峻・複雑な地形、多様な土地利用と豊かな自然を誇るものの、台風・集中豪雨等の災害常襲県でもある。また一次産業への依存割合が他県と比べて高く、県勢が気候・気象条件に大きく左右される。「地方」では、少子高齢化や経済構造の変化により社会の脆弱性が高まっており、とりわけ予測される地球規模の気候変動の様々な分野への影響とそれに対する適応策は、県勢全体の方向性を、大きく変える可能性がある。高知県において依然、主力産業であり地域経済の柱であるコメの作付け体系は、高知県の地勢、気候や文化を反映した独特のもので現在は、コシヒカリを中心とし4月上旬移植（田植え）で8月中旬には収穫を行う早期作が5～6割程度、5月後半～6月前半に田植えを行い9月後半に収穫するヒノヒカリ等の普通期作が3～4割、残りは‘南国そだち’等、早期作よりもさらに早く3月中に田植えを行い7月中に収穫を行う極早生、という三体系となっている。一般に8月の高温盛期よりも早く登熟・収穫を迎える高知県産コシヒカリであるが、やはり2000年代後半以降、高温や日照不足等により、収量変動が大きく、また一等米比率などの品質も著しく低下している（図1）。

気候変動への適応策に関して、政府の「気候変動の影響への適応計画」が平成27年11月に策定され、今後は地域・自治体レベルでの適応策が焦点となる。文部科学省気候変動適応研究推進プログラム（RECCA）では、平成22年度より地域的な適応策立案のための気候変動予測と適応シミュレーション研究が行われ、筆頭著者は高知県を対象とし、農業分野における適応策導出のための技術開発を推進してきた。ここで、高知県においては県農業技術センターの協力により、地域詳細な影響評価予測が可能となり、イネ生育・収量モデル H/H<sup>1</sup>を、主に県産コシヒカリを対象として改良したモデル<sup>2</sup>を用いた影響評価、および減肥方向での適応策等、高知県の現実状況を踏まえた特色ある提案を行ってきた。RECCA-Kochiで行ってきた研究については本学会においてこれまでも報告してきた<sup>3</sup>が、今回は、その後の研究の進展も含めた気候変動の影響・適応に関する総括を行うとともに、引き続き、今作期の収量予測に基づく栽培管理の提案に関する共同研究についても述べる。

## 2. 研究方法とデータ

RECCA-Kochi 終了後、新たに、これまでやや不十分であったヒノヒカリに係わる生育・収量モデルの改良のため、高知農技センター圃場において作期移動試験を行ったただし高知県は2015年、特に7月の多雨寡照により、当該試験においてイモチ病が大量に発生したことから、異なる作期によるデータが不十分であったこと、また中山間地等からのモデル改良の要望が強かったことから、高知県内5地点の奨励品種決定試験現地調査データも併用し、出穂期の推定を中心に、ヒノヒカリに対するイネモデルの改良を行った。将来予測のための気候シナリオは平易なものとし、気温のみ+2℃/+4℃、日射量のみ10%減、気温が+2℃/+4℃かつ日射量10%減（いずれも直近の異常気象を想定）、および気温+2℃/+4℃でCO<sub>2</sub>濃度が530ppm/700ppm（将来の温暖化を想定）の各条件で、コシヒカリ、南国そだちを含む3品種について出穂日、収量および品質（玄米タンパク質含有率）を推定した。

## 3. 結果と考察

まず改良モデルでヒノヒカリの推定精度を検証したところ、以前は実測よりも1週間～10日程度遅れていた出穂期は大幅に実測値に近づき（図2）、またこれまで過少評価していた玄米収量および過大

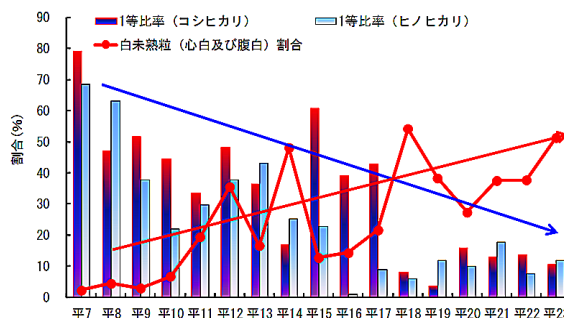


図1 高知県における一等米比率（コシヒカリ・ヒノヒカリ）および白未熟粒の割合

\*高知県農業技術センター平成23年度資料

評価していた品質・食味の指標となる玄米タンパク質含有率の予測値も、平均値で収量が10aあたり40kgの、タンパク質含有量は0.4%の、それぞれ改善が見られた。また推定値の年次および地域間変動については、二乗平均平方根誤差(RMSE)はそれぞれ5日、160kg/10a、1.60%であった。

気候変動による影響予測結果として、出穂期は現在より気温上昇が2℃の場合はヒノヒカリで3~4日、コシヒカリでは場合により10日も早まると予想された。コシヒカリの場合、収量は現在より気温が上昇した場合に低下するが(図3下段)、CO<sub>2</sub>濃度が増加した場合には施肥効果によりむしろ高まると予想された。玄米タンパク質含有率は気温上昇や日射量減の条件で高まり、特に多肥でタンパク質が増して食味が落ちるため少肥による適応が必要であることがわかった(図3上段)。

#### 4. まとめ

ここまで述べてきたように、これまでは30年後の将来または直近の異常気象を想定した、気候シナリオを用いた推定予測を行ってきた。その結果、いずれの品種でも出穂期は現在より早まること、収量は高温のみ条件では減少するが高温・高CO<sub>2</sub>濃度条件では増加すること、さらに玄米タンパク質含有率が高まり、その程度は特に多肥の場合に大きいことがわかった。しかしながら本研究の実装過程で、県、中山間地の普及所および現場からは、今作期における生育診断にこのイネモデルを利用できるよう強い要望があった。そのため現在、画像解析により取得した現況の生育状態(写真1)を栽培管理に役立てるよう、民間企業との共同研究を進めている。

#### 謝辞

本研究は文部科学省気候変動適応研究推進プログラム(RECCA)の中で行われ、同気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)、農林水産省プロジェクト研究「気候変動対応A-8」および農研機構研究課題「気候変動が農業分野に及ぼす影響の高精度予測・評価手法の開発」に引き継がれた。各資金提供元に、記して謝す。

#### 参考文献

- 1) Hasegawa, T. and Horie, T. (1997): Modelling the effect of nitrogen on rice growth and development. In: Kropff, M.J. et al. eds. Applications of systems approaches at the field level. Dordrecht: Kluwer, 243-257.
- 2) 長谷川利広・坂田雅正(2008): 近年の温暖化傾向が水稻生育・収量に及ぼす影響のモデル解析. 日作紀 76 (別2) 38-39.
- 3) 西森基貴(2016): 高知県とRECCA-Kochiと流域圏学会と. 流域圏学会誌, 4(1), 15-20.

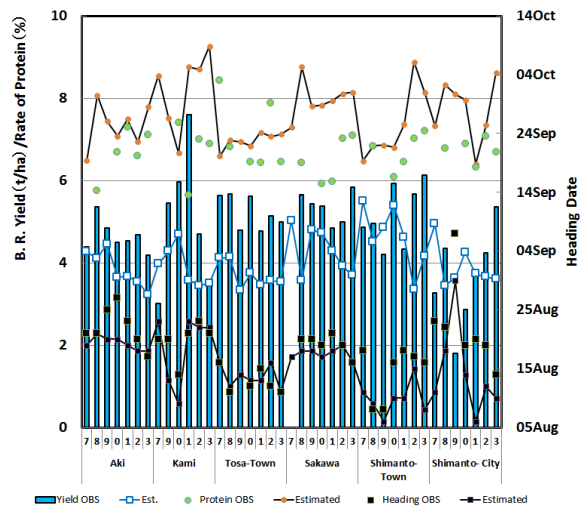


図2 改良モデルを用いた高知県の「奨励品種決定試験現地調査」におけるヒノヒカリの推定精度の検証。出穂期(右軸、図中下部折れ線)、玄米収量(左軸、図中央の折れ線)および食味推定値としての玄米タンパク質含有率(左軸、図上部の折れ線)の再現と統計実測値との比較

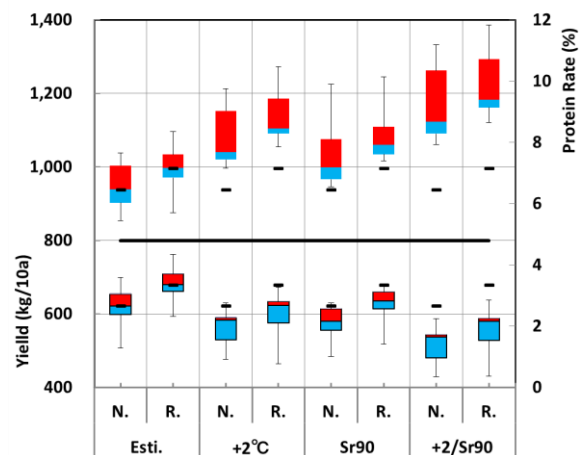


図3 コシヒカリの標準肥(N)・多肥試験(R)を用い直近の異常気象(気温+2℃や日射量-10%)を想定したコメ収量(下)とタンパク質含有率(上)



写真1 小型飛行体(図中赤丸内)による生育の現状推定のための上空からの画像撮影試験(試行中) 平成27年9月25日西森撮影