

気象・水環境を考慮した作付管理モデルの開発と日本域への適用
Development of Crop Management Model Considering Weather and Water Condition and
Application to Japanese Region

○吉弘 昌史・宮田 悠佑・堀 智晴・野原 大督

○Masashi YOSHIHIRO, Yusuke MIYATA, Tomoharu HORI, Daisuke NOHARA

This article presents an integrated model coupling a crop model with an optimization scheme for deciding cropping patterns under the variation of climate conditions. The application results have shown the applicability of the model when compared to the actual production records. The cropping pattern optimization scheme is then applied to whole Japanese region. It can be concluded that the proposed optimization scheme can search and obtain the optimal solution, i.e. the combination of crops that gives the maximum yield ratio within reasonable computational time. The effect of decision maker's attitude against the future climate change on the selection of cropping pattern will be also discussed in the paper.

1. 背景・目的

近年、世界的な人口増加や経済発展に伴い、食糧需要量が増加し続けており、今後さらなる食糧増産が必要であると予測されている。また、地球温暖化の進行に伴う地球規模での気候変動が懸念されており、世界各地で突発的な極端気象現象も頻発している。これらは社会に大きな影響を及ぼすが、特に食糧問題を考えると、平均的な気候変動だけではなく、突発的な気象現象など日々の気象条件も農作物に甚大な被害を及ぼし、食糧供給量の減少などで社会システムの大きな混乱を招く恐れがある。

もし、これまで植付けていた作物が不適となった場合には農業従事者は新たな気候に適したこれまでとは異なる作物や品種を植付けることにより、営農を続けることが考えられる。また、これまで栽培に適さなかった土地で新たに耕作し農業を行ったほうが良い場合もあるかもしれない。こうしたことが、どれくらいの地域規模で起こるのか、または現況での作付け品種がどのようにに地域変遷していくのかということを分析したり、作付け作物の変更といったマネジメントによ

り、どの程度負の影響を緩和できるのかということの評価したりすることは、今後変容していくと思われる気象や水資源環境の中での食糧生産マネジメントにとって非常に重要なことであろう。

そこで本研究では、日本国内全域を対象として、同一作物でも品種の違いを考慮できるようなモデルを開発し、現況での日本域における最適作物植付計画を計算機上で表現することや将来的に気候要因に変動があった際にどのように栽培に適した作物品種は変遷するのかということの評価する手法を提案し、妥当性を検証する。

2. 作物成長モデル AquaCrop の概要

本研究では、AquaCrop¹⁾をベースとして独自に構築した作物収量計算モデルと組み合わせ最適化を行う遺伝的アルゴリズムを組み合わせたモデルを用いる。収量計算に用いた作物成長モデルの概念図については Fig.1 に示した。

AquaCrop では日数の代わりに、作物への温度の影響度合いを表す積算成長度日 $GDD(^{\circ}C \cdot Day)$ という単位を使用し、日々の GDD の積算量に基づいて作物の成長と発育段階を表現する。また作物の成長は作物蒸散量に比例する。作物の最終収量

を最終バイオマス量と収穫指数に分割して表現することで、生育環境条件によるバイオマス量への影響と、収穫器官（収穫指数）への影響を区別できる。

$$B = WP \times \sum Tr \quad [1]$$

$$Y = B \times HI \quad [2]$$

ここに、 Y は最終収量(t/ha)、 B は最終バイオマス量(t/ha)、 HI は収穫指数(%）、 Tr は作物蒸散量(mm)、 WP は作物水生産性(t/ha・mm)であり、 HI はバイオマス量に占める収量の割合を表し、 WP は作物蒸散量あたりのバイオマス生産量を表すパラメータである。AquaCrop では土壌中の水収支を考え、土壌水分量に基づいて、作物の成長へのストレスを考える。水不足ストレスは葉の成長、作物蒸散量、葉の早期老化、収穫指数という4つの要素への影響に分けて考える。また、温度による作物へのストレス影響は、バイオマス生産量の減少と、開花期間の受粉の失敗による収穫指数の減少として表現される。

3. 本研究での検討

本研究では、対象地域は沖縄を除いた日本国内46都道府県とし、対象作物は小麦、大豆、水稻それぞれについて46品種ずつ、対象期間は1990年～2011年の22年間のうち任意の期間を対象とする。対象作物については、小麦・大豆・水稻それぞれについて、各都道府県がそれぞれ独自品種を栽培

しているという仮定を置き、3作物それぞれについて46種類ずつとしている。

農林水産省が提供する「水陸稲・麦類・大豆奨励品種特性表」²⁾を参考にして、1品種ずつ作物成長の進行を決定する積算GDDの閾値を決定した。また、 WP や低温ストレスや高温ストレス影響の係数閾値を1地点ずつキャリブレーションすることで、仮定した各都道府県の独自品種を表現できるようにした。

4. 作付管理モデルの計画問題への適用

現況での日本域で、46地点で46品種の作物を栽培するとき、収量指標を最大化するような最適作物植付計画どのようになるかということや年平均気温が変化した際に、どのように栽培品種の分布は変遷するのかということを分析する。結果は講演時に述べる。

・参考文献

- 1) FAO:AquaCrop, Reference Manual
<http://www.fao.org/nr/water/docs/AquaCropV40OutlineAndSymbols.pdf>
- 2) 農林水産省:平成23年度版農林水産省生産局水陸稲・麦類・大豆奨励品種特性表

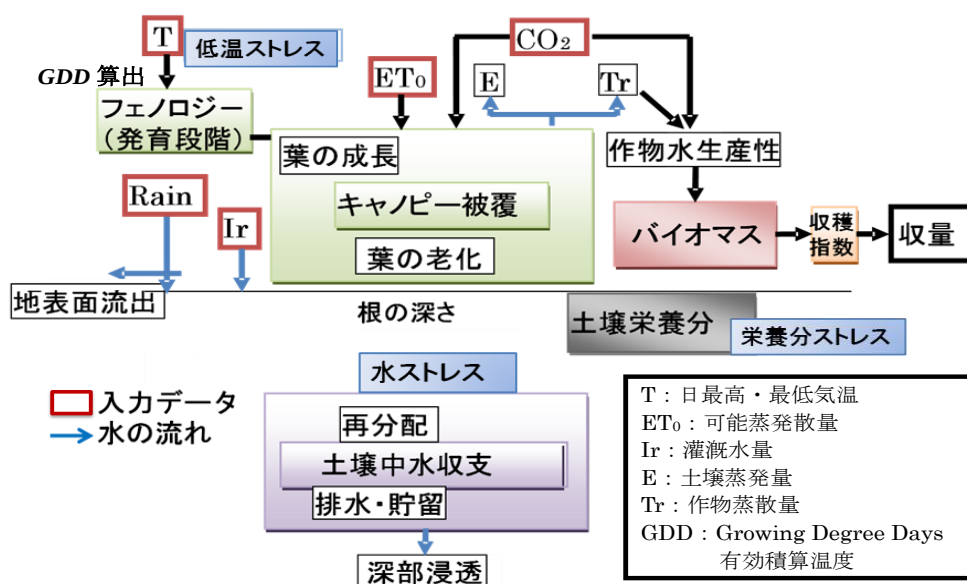


Fig.1 作物成長モデルの基本構成要素