

水資源の変動を考慮した最適食糧生産管理に関する基礎的検討
 A Fundamental Study on Optimum Food Production Scheme
 under the Variation of Water Availability

○岡本一真・吉弘昌史・堀智晴・野原大督

○Kazuma OKAMOTO, Masashi YOSHIHIRO, Tomoharu HORI, Daisuke NOHARA

Recently, world's food demand continues to increase due to population growth and economic expansion. And there has been a concern about global climate change, and actually extreme weather phenomena happen all over the world. Under such circumstances, it is needed to manage crop production considering daily climate condition and variation of water availability. In this study, a optimum crop production management model is developed as a hybrid scheme including AquaCrop-based crop model and genetic algorithm in order to explore optimum cropping plans under various conditions.

1. 研究の背景と目的

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。食糧生産の主たる手段である農業を考えると、平均的な気候変動だけではなく、突発的な気象現象を含む日々の気象条件も作物の生育に影響を及ぼし、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。加えて、農業用水は世界の水消費の70%近くを占めると言われているため、気候変動や社会システムの変化に伴う水資源の利用性の変化は、作物生産を考える上で重要なファクターである。そこで、本研究では、日々の気象条件と水資源の変動を考慮した食糧生産管理を目的として、最適作物生産管理モデルを開発し、その利用可能性について検証した。

2. 最適作物生産管理モデル

作物生産管理にあたっては、人工的な調整が難しい気象要素と、作物の植付計画や水管理、施肥管理などのある程度人間が管理できる要素とを組み込んで考える必要がある。本研究では、想定された条件下において、収量最大化などの目的に応じて作物植付の最適組み合わせを探索するモデルを開発した。式(1)は、圃場を*i*等分、シミュレーション期間を*j*年とした際の、対象期間の単位収量(平年収量に対する割合で表現することで指標化したもの)の総和が最大となる作物の組み合わ

せ \mathbf{x} を探索するという問題を定式化したものである。

$$\max \sum_{m_j} Y(\mathbf{x}, m_j, w) = \sum_{m_j} \sum_{x_i} \frac{y(x_i, m_j, w)}{y_{\text{mean}, x_i}} \quad (1)$$

s. t. $\mathbf{x} = \{x_1, x_2, \dots\}$

$x_i = \text{crop1, crop2, } \dots (1 \leq i \leq \text{given})$

m_j : meteorological condition (*j*: given)

w : water management(given)

$y_{\text{mean}, \text{crop}}$: mean yield of the crop

作物の収量算定をするために組み込むサブモデルとして、FAOが提供するAquaCropをベースとする作物成長モデルを構築した。圃場、地域レベルでの作物生育シミュレーションには、再現性を高めるためのより細かなチューニングが求められることに加えて、上述のような最適化問題を解くには発見的探索法と組み合わせる必要があるため、オリジナルにコーディングを行なった。発見的探索法は遺伝的アルゴリズムを適用した。

3. 検証

北海道士別市を対象エリアとし、大豆、ばれいしょ、秋まき小麦、てん菜の4つの対象作物を用いて最適作物生産管理モデルの応答特性を検証した。生育条件の変化と各作物のストレス耐性の差異が最適な作物選択に与える影響や、目的関数の変更による最適解の変化など、モデルの応答特性と限界について検証、整理を行なった。