

遺伝的アルゴリズムを用いた BDF 生産体系の最適化

生物生産工学講座 作物生産システム工学分野
植田 麻央

1.はじめに

本研究では、農家の耕地の一部に BDF 用作物を栽培し、そこから得た BDF を、次年度以降、農家で自給利用する地域内炭素循環農法を想定した。しかし、農家によって、耕地面積、栽培品目、機械装備など条件は多様であるため、個々の農家ごとに最適な BDF の生産体系を提案しようとしても、膨大な組合せの中から選択する必要があり、多大な困難を伴う。そこで、遺伝的アルゴリズム(genetic algorithm, GA)を用いて、BDF 用作物を含めた栽培品目の最適な面積比率を、収益を評価関数として算出する手法を開発した。

2.方法

(1)想定した農家の概要 評価対象モデルとして、耕地面積が 38ha、コムギ、テンサイ、ダイズ、バレイショの畑作 4 品を栽培している十勝の平均的な畑作農家を想定し、そこに BDF 用作物であるナタネを導入することとした。この農家の生産条件は、1) ナタネを含む 5 品の合計面積が 38ha と等しい、2) 畑作 4 品のうち面積が最大の品目と最小の品目の面積比が 3 以下である、3) 導入したナタネの面積から、軽油の年間消費量の 5%以上の BDF を生産できる、4) 年間労働時間が 1400 時間を越えない、とした。評価範囲は、圃場整備から収穫工程までとし、BDF 精製工程、および農家から製油企業間でのナタネ・BDF 搬送工程は含めないこととした。

(2)GA の概要 コード化の方法は、二進法、遺伝子長 36bit (1 品目 9bit × 4 品目) とし、適応度は収益とした。各品目の面積が取りうる栽培面積の範囲は 3ha ~ 19ha (耕地面積 38ha の 50%) とし、この範囲で約 3a (二進法, 9bit) 単位で面積を探索することとした。GA によって導き出された面積比率の中から、農家の生産条件を満たし、その中で最も高い収益となる組合せを記録した。その工程を 100 回行ったものを本手法とした。本研究で用いた GA の処理手順は、一般的に用いられている方法とした。

3.結果および考察

開発した手法は、耕地面積、BDF 生産量、年間労働時間および連作回避に関する設定条件を満たす、収益性の高い畑作品目の面積比率を算定できた。比較として行った総当りによって収益最大値を求める方法と比べて計算時間も大幅に短縮され、同水準の収益で様々な面積比率が得られた。CO₂ 排出量を基準として見た場合、導入前よりも 7%以上の削減効果があることがわかった。これは、BDF を 5%導入したことによる CO₂ の削減効果だけでなく、畑作 4 品に比べ、農薬や肥料の投入量や燃料消費量が少ないナタネを導入したことによる効果である。また、労働時間を基準とした場合、平均的な農家の労働時間に比べて少ない労働時間を示すものもあった。BDF 用作物の導入に関わらず、適切な面積比率で農業を行うことで、同等の収益でも労働時間を抑えることができると考えられる。労働時間が短縮されれば、従来よりもきめ細かな栽培管理を行うことが可能になり、地力向上や収量の増加が見込める。また、総耕地面積や品目数を変化させても安定して計算できることが確認された。以上のように、本手法は収益以外の選択基準でも面積比率を提案できるため、農業経営者が複数面積比率を複数の条件の中から選択が可能という点で、非常に汎用性のあると言える。