

JA施肥改善支援システム「施肥名人Ver2.0」について

JA全農営農総合対策部 営農・技術センター
肥料研究室

調 査 役 田 中 達 也

1. はじめに

JA全農が展開している「健康な土づくりと施肥改善運動」は、①土壌診断、②土づくり、③施肥指導という3本の柱を基本としており、我々はこれまでにこの運動を推進するためのツールの開発に取り組んできた。JAで簡易に分析できる全農型土壌分析器「ZA-II」、その結果を活用し営農指導をサポートする土壌診断処方箋作成ソフト「診作くん2000」、そして合理的な肥培管理や施肥設計の検討に有効な窒素発現量シミュレーションソフト「施肥名人」などである。特に「施肥名人」は、これまで農業現場において推定することが困難であった被覆肥料をはじめとする緩効性肥料、有機質肥料、堆肥等の窒素発現量、さらに土壌から発現してくる窒素（地力窒素）量の無機化パターンを地温（入手できない場合は気温）から推定し、作物栽培期間中の無機態窒素の発現を経時的に予測できるという特長をもつ。

この「施肥名人」を活用することによって、地温データさえあれば作物の養分吸収パターンに対応した肥料の選択が簡単にできるため、農業現場において地域毎にどの肥料が最も適するかを比較検討することができ、またそれぞれの地域にあった全量基肥施用等の新規銘柄の開発が容易となる。

2. 「施肥名人Ver2.0」の開発

「施肥名人」は提供開始後約5年が経過し、①Windows XPへの対応、②操作性の向上、③化学合成緩効性肥料などの登録銘柄の追加等の要望が寄せられたことから、それに応えるべくバージョンアップを図り、このたび「施肥名人Ver2.0」として提供を開始した。

登録肥料銘柄については、被覆肥料銘柄の追加（従来76銘柄→120銘柄に増加）に加え、ユーザーからの要望が高かった化学合成緩効性肥料（ホル

ム窒素・IB窒素・CDU窒素・グアニル尿素・オキサミド）を新しく追加した。一方、これらの化学合成緩効性肥料は化学的な加水分解や微生物分解を受けること、有機質肥料は微生物分解を受けて窒素成分が発現してくることから、「施肥名人Ver2.0」では微生物や土壌の水分状態が大幅に異なる水田条件と畑条件の各々に適合したパラメータを登録しており、それぞれのシミュレーションが可能となった。これにより、被覆肥料だけでなく有機質肥料や化学合成緩効性肥料を活用した合理的施肥法の検討にあたって精度が向上し、かつ簡易に行えるようになった。

さらに新たな機能として、作物の窒素吸収量予測機能を追加した。窒素吸収量の予測は、窒素発現量のシミュレーション結果に施肥窒素利用率を掛けることによって算出する。各県の成果普及情報などを参考にしながら本機能を活用することによって、好適窒素施用量の決定や肥料選定を簡易に行え、環境に配慮した施肥設計の策定が可能となる。

3. 「施肥名人Ver2.0」の概要

(1) 「施肥名人Ver2.0」の理論

「施肥名人Ver2.0」は反応速度論的解析法の理論にもとづいている。その骨格式はここに示した1次反応式単純型と言われるものである。

$$N=N_0(1-\exp(-kt))+B$$

$$t=\sum \exp(E_a(T-298)/298*8.314*T)$$

ただし、N：窒素発現量（無機化量）、 N_0 ：最大無機化量、k：反応速度定数、t：日数、T：絶対温度、 E_a ：見かけの活性化エネルギー（温度依存性）、B：初期無機化量（切片）

この式のうち N_0 、k、 E_a 、Bなどは資材ごとに異なっており、パラメータ（特性値）と呼んでいる。被覆肥料の場合には、この他に肥料が溶出を始めるまでの期間を表す τ と τ の標準偏差であ

るσの2つのパラメータが追加される。

「施肥名人Ver2.0」では上記骨格形式を改変した表1の6種類のモデル式を使用してシミュレーションを行うが、各資材別に最も適したモデル式を用いて、それぞれに対応したパラメータを設定するしくみになっている。

これらのパラメータを得るためには、数段階の温度で培養実験を行って算出されたあと、実際の圃場で埋め込み試験などを実施してパラメータの適合性を確認する必要がある。

表1. 「施肥名人Ver2.0」で使用するモデル式

モデル類型	主な対象	項 数	内 容
単純型	速効性肥料	1項モデル	便宜的に適用する
単純改良型	被覆肥料	1項モデル tauあり	tauはシグモイド型の誘導期間
単純並行型	有機質肥料	2項モデル	分解が速い画分と遅い画分が同時に無機化
単純並行型	堆肥	3項モデル	無機化と有機化が並行して進行
単純並行型	土壌	2項モデル	分解が速い画分と遅い画分
改良単純並行型	化学合成緩効性肥料	3項モデル tauあり	シグモイド型の誘導期間がある3項モデル

また窒素吸収量を求める場合、次式のように肥料・堆肥・資材については窒素施用量に施肥窒素利用率を掛け、土壌については土壌由来の窒素発現量に発現する窒素の利用率を掛け、それらの合算値を算出して求める。

作物体窒素吸収量＝

窒素施用量×施肥窒素利用率＋

土壌由来窒素発現量×発現窒素利用率

(2) シミュレーションの手順

シミュレーションの流れは図1のとおりである。

実際には既に登録済みの地温データを選択して、堆肥や肥料等を組み合わせ、施肥量や施肥月日等を入力してシミュレーションを実行する。

その後、必要に応じてシミュレーションの条件を変更し、その結果を比較検討することによって施肥量や施肥時期を検討し、肥料の組み合わせを決定する判断材料に用いる。

(3) 「施肥名人Ver2.0」の画面構成と機能

図2は「施肥名人Ver2.0」のオープ

ニング画面である。この画面が表示された後、自動的に図3のメインメニューに変わる。メインメニューは「マスター管理」、「シミュレーション」、「システム設定」、「終了」から構成されている。

「マスター管理」画面ではシミュレーションの準備段階として、地温データの登録や各種肥料等のパラメータの登録を行う。地温はシミュレーションに不可欠であるが、その入力方法は、①キーボードから直接入力、②地温データファイル(CSVファイル形式)を読み込む方法、③気温データか

ら推定式に基づいて地温に変換する方法、④気温データファイル(CSVファイル形式)を読み込み推定式に基づき地温に変換する方法の4通りである。なおこの推定式は地域性もあることからユーザーの登録制とした。

図1. 「施肥名人Ver2.0」のシミュレーションの流れ

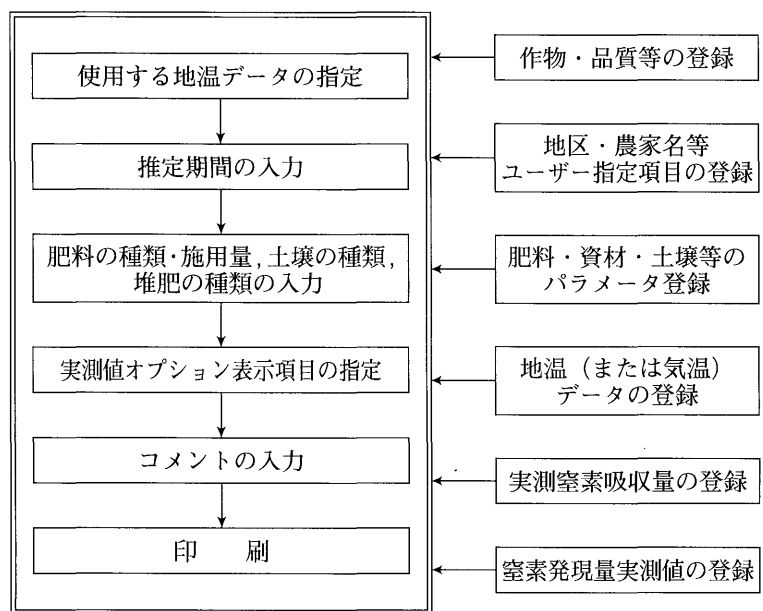


図2. 「施肥名人Ver2.0」のオープニング画面



図3. メインメニュー画面

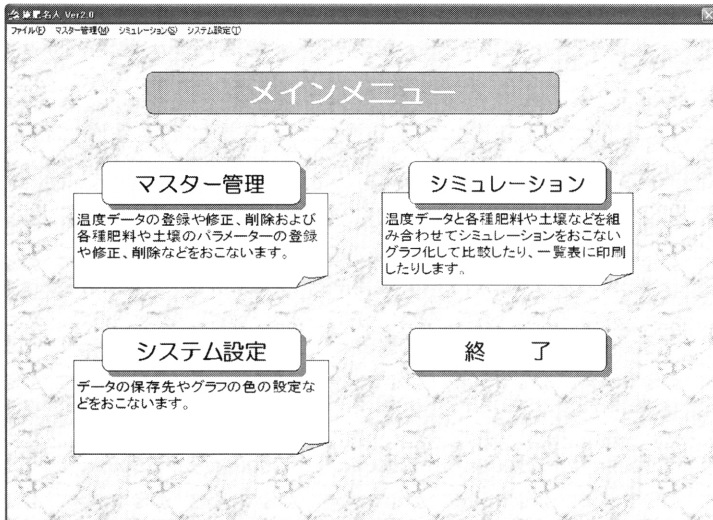
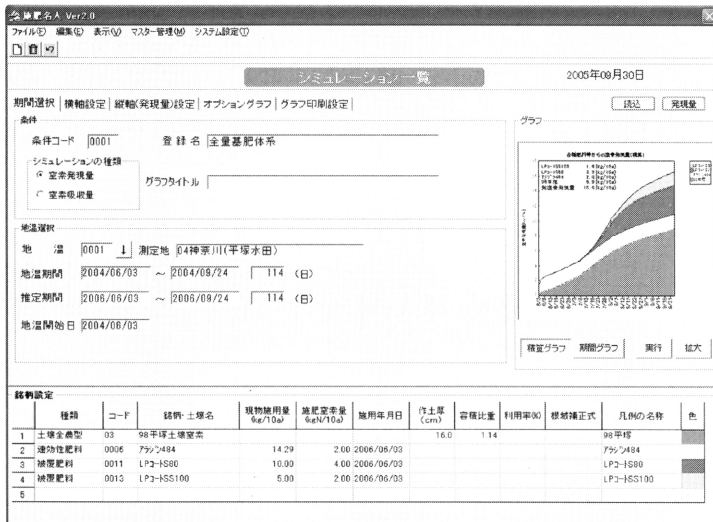


図4. シミュレーション設定画面



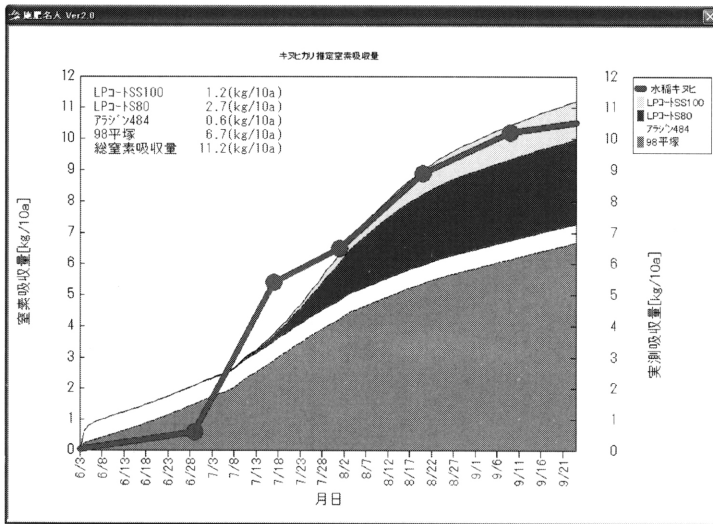
また肥料マスターや堆肥、土壌マスターにはあらかじめいくつかの銘柄や土壌とそのパラメータが登録されている。被覆肥料マスターにはLPコート、エムコート、シグマコート、セラコートR、ユーコート、ロング、コープコート等が、また有機質肥料マスターには34品目の有機質肥料のパラメータが参考データとして登録してある。有機質肥料マスターに登録されている参考データは特定の条件下（畑条件：褐色低地土（最大容水量50%）、水田条件：灰色低地土）で培養試験を行い、その結果にもとづいて設定しているため、培養条件が異なるとパラメータが違ってくる場合には、その条件下でのパラメータを登録し使い分けをすればよい。

複合肥料は被覆入り複合肥料と化学合成緩効性肥料入り複合肥料および有機配合肥料が登録できる。複合肥料については配合されている原料の窒素発現量を個別に推定し、それらを合計する方式をとっているためパラメータは設定しない。もしパラメータを設定する場合は、その他肥料・資材マスターに登録することができる。

次に「シミュレーション」画面では条件を設定してシミュレーションを行ったり、保存済みのシミュレーション結果を確認することができる他、条件を再設定してシミュレーションすることができる。図4はシミュレーション条件設定画面である。シミュレーションの条件（使用する地温データや肥料などの種類、銘柄名、施用年月日、施用量等）を入力し実行ボタンをクリックすると、同画面上で積算もしくは期間グラフ（選択可）が作成される。このグラフから、いつ、どれくらいの窒素が発現するのか、また推定期間の最終日にそれぞれの肥料からどれくらいの窒素が発現するのかを視覚的に把握

することができる。この例では土壌と速効性肥料のアラジン484および被覆肥料のLPコートS80とLPコートSS100の組み合わせで水稻の全量基肥施肥のシミュレーションをおこなっているが、肥料単独でもシミュレーションすることができるので、さまざまな肥料の窒素発現パターンを簡単に知ることができる。

図5. 窒素吸収量のシミュレーション結果と実測値の比較



一方、図5は図4の例における窒素吸収量のシミュレーション結果と実際測定した吸収量を比較したグラフを示している。これらの結果を重ね合わせ、作物の吸収にマッチするように銘柄や施肥量の試行錯誤をパソコン上で繰り返すことで、理想的な施肥体系を容易に組み合わせることが可能となる。

また「システム設定」画面ではデータの保存先やグラフの配色等の設定を行う。

4. 「施肥名人Ver2.0」の活用法

「施肥名人Ver2.0」を用いて施肥設計をより合理的に組み合わせるとともに、得られたシミュレーション結果をもとにJAや生産者への推進材料や肥培管理指導などに活用することができる。ここでは施肥設計を組み合わせる場合の活用法として用いる2つの方法について、神奈川県における秋まきキャベツを例にして説明する。

(1) 既存の施肥基準を利用する手法

①施肥基準に記載されている施肥設計（慣行施肥体系）どおりに入力

し、シミュレーションしたときの条件及び結果を保存する。

②その慣行施肥によって発現が予想される窒素パターンに一致するように、速効性肥料や被覆肥料などを選定しながら新たな施肥設計候補を作成する（図6）。

③いくつかの施肥設計候補を設定した後、比較グラフを用いて検討を行い、新たな施肥設計を決定する（図7）。このとき実際の施肥場面において、速効性肥料から緩効性肥料に置き換える場合は肥効が高まることから多少減肥するのが望ましい。

(2) 作物の窒素吸収パターンを利用する手法

①対象作物の窒素吸収量のデータを入力する。

②シミュレーションの種類を「窒素発現量」から「窒素吸収量」に変更する。

③窒素吸収量に一致するように速効性肥料や被覆肥料などを選定しながら新たな施肥設計候補を作成する（図8）。

④いくつかの施肥設計候補を設定した後、比較グラフを用いて比較検討を行い、新たな施肥設計を決定する。

このようにより現場に近い視点に立って、省力型の施肥体系を組んだり、効率的な施肥のための

図6. 慣行施肥体系と施肥設計候補の比較

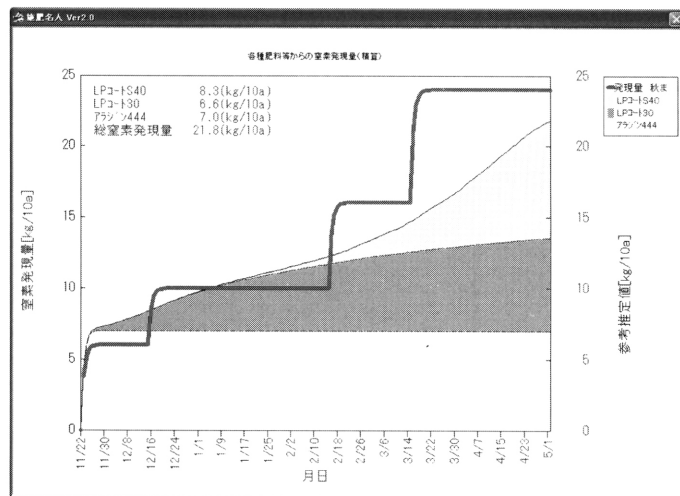


図7. 比較グラフの一例(既存の施肥基準量を利用の場合)

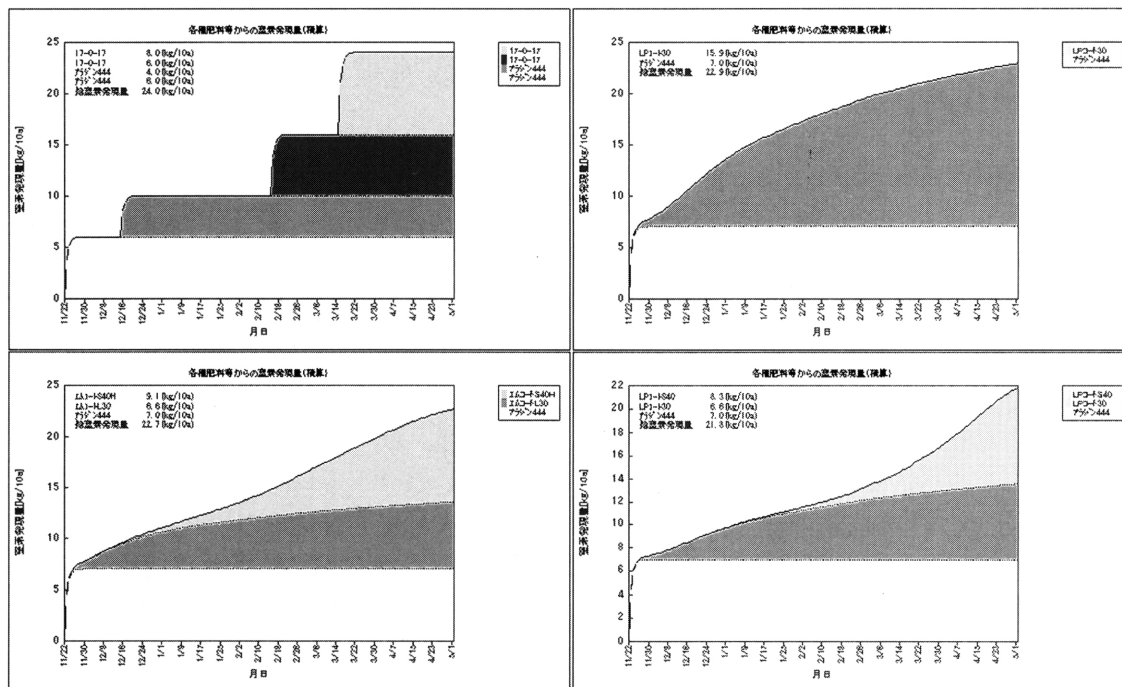
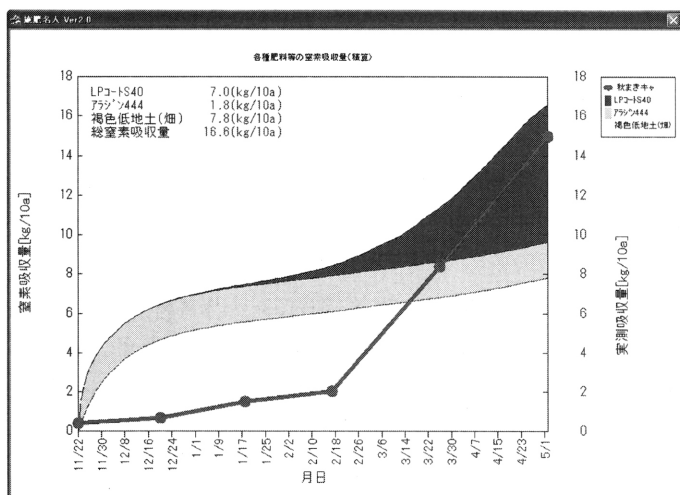


図8. 窒素吸収量と施肥設計候補の比較



適地適量施肥を可能とする。

その他の活用法としては、あらかじめ設定した肥効パターンに合致した配合肥料の原料設計を検討する際にも非常に有用である。また栽培期間中における緩効性窒素肥料の溶出を、それまでの地温をもとにシミュレーションして予測し、その後の施肥の指標とすることができる。

5. おわりに

平成16年8月に出された新「食料・農業・農村基本計画」の中間論点整理では、①環境と調和のとれた農業のために農業者に対する規範を設けて実践を求める、②農業が環境に及ぼす負荷の大幅低減を図るモデル的な取組を支援するといった具体的な方向性が打ち出された。特に①については平成17年3月に、「環境と調和のとれた農業生産活動規範」および「施肥基準の見直し方向」として公表されている。このように、施肥を効率化することにより環境に与える影響を軽減することは今後益々求められる技術であり、農業現場において直ちに実行していかねばならない状況となっている。「施肥名人Ver2.0」はこのような課題に対応できる重要なツールのひとつと考えており、今後の施肥改善やそれに基づく営農指導に活用されることが期待される。

以上