

有機質資材 肥効見える化アプリ 利用マニュアル

(使い方・計算の仕組み・注意点)

令和3年3月



目次

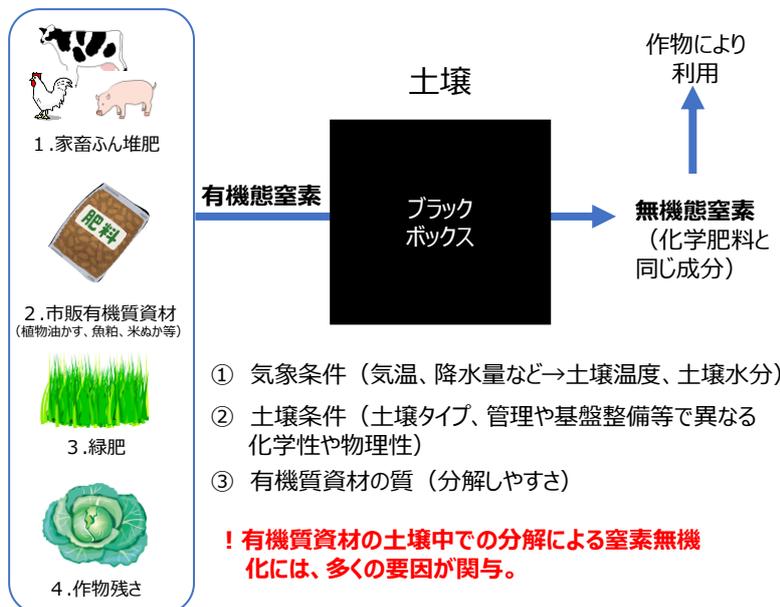
はじめに	1
免責事項	2
I 使い方と計算の仕組み	3
1. 見える化アプリの使い方	3
2. 見える化アプリの計算の仕組み	5
(1) 有機質資材の窒素無機化を予測する数理モデル	5
(2) 見える化アプリの計算の仕組み	7
II 見える化アプリ使用にあたっての注意点と今後の計画	9
(1) 見える化アプリを使用するにあたっての注意点	9
(2) 窒素無機化予測の限界と不確実性	9
(3) 今後の機能追加の計画	11
参考資料	11
担当窓口、連絡先	11

はじめに

1. 背景

作物が生育する上で不可欠な窒素肥料成分は、無機態窒素（硝酸態窒素やアンモニア態窒素など）と有機態窒素に大別することができます。無機態窒素は、速効性を示し、作物に利用されやすく、農家にとって使い易い窒素成分ですが、土づくりに不可欠な有機物を含んでおらず、無機態窒素から構成される化学肥料の連用は、地力を低下させる原因となります。一方、有機態窒素は、土壌中の有機物含量を増やし、地力の増強に役立ちますが、その窒素成分は、一定の時間をかけて土壌中で分解した後、作物に利用されるため、遅効性を示します。作物に速やかに吸収されるものではありませんので、使い方が難しく、経験が必要でした。

有機態窒素を含有するいわゆる有機質資材（家畜ふん堆肥、緑肥、植物油かすや米ぬかなどの資材、作物残さなど）は、土壌中で分解して、無機態窒素を放出しますが、この放出現象には、大きく分けて、①土壌温度や土壌水分などに影響を与える気象要因、②土壌の化学性や物理性などの土壌要因、③土壌に投入される有機質資材の特性（土壌中での分解しやすさ）が関与します（図1）。また、それぞれの要因にも大きな幅が存在しますので、有機質資材の窒素肥効（無機態窒素の生成）の見積もり



は容易ではありませんでした。

図1 有機質資材中の有機態窒素の無機化と関与する主な要因

これまで、有機質資材を活用していくうえで、「夏季と冬季の窒素肥効の見積もりが難しい」、「野菜類は、少量多品目で、品目・作型別の資材の使い方がわからない」と言った現場の声がありました。有機質資材の活用により、化学肥料低減を実現し、農産物の安定生産や減化学肥料栽培の取組拡大のためには、資材ごとに異なる特性や、作型ごとに異なる土壌温度などの条件に応じた有機質資材の窒素肥効見積もりが必要とされていました。

そこで、私たちのグループは、土壌温度、土壌水分、有機質資材の分解しやすさ（分解特性値）等を入力値とする予測モデル（プログラム）を開発し、窒素肥効の見える化に取り組みました。

免責事項

- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。

I. 使い方と計算の仕組み

1. 見える化アプリの使い方

まずは日本土壌インベントリー（図2）にアクセスした後、中央にある「土壌管理アプリ集」をクリックしてください。続いて、「有機質資材肥効見える化アプリ」をクリックしてください（図3）。

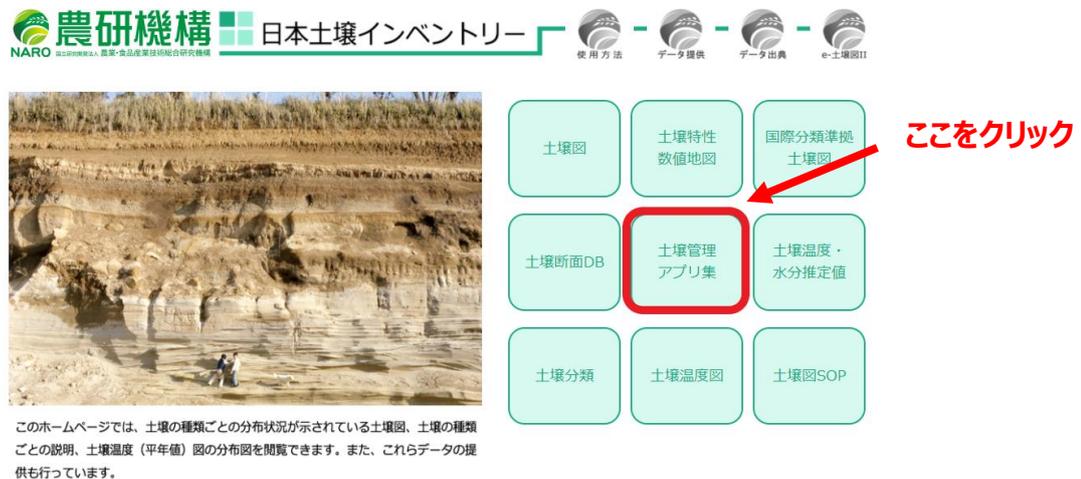


図2 日本インベントリーのホーム画面



図3 土壌管理アプリ集のウェブ画面

すると、日本地図を含む入力画面が表示されます。下記入力画面で、①～⑤の5項目について入力ください。

- ① 地図上の有機質資材を施用するほ場を指定してください。
- ② 施用する有機質資材の種類を指定してください。
- ③ 有機質資材の施用量（水分込みの重量）を入力してください。
- ④ 有機質資材を施用する日付を入力してください。
- ⑤ 作物を収穫する日付を入力してください。

※④と⑤の間の期間は1～3か月を目安としてください（Ⅱ-（1）参照）。

有機質資材の肥効見える化アプリ（使い方）

地温として用いる地点*
ID: 47819 地点: 熊本 ①

土壌分類: 4 腐植質黒ボク土

有機質資材の種類*
牛ふん堆肥 ②

有機質資材の施用量*
1000 ③ kg/10a（水分込みの重量）

施肥日（計算開始日）* 4/1 ④ 収穫日（計算終了日）* 10/1 ⑤

資材由来の窒素量の計算

<予測の結果>
あなたの圃場で、施肥日から収穫予定日までに肥料として利用可能な資材由来の窒素量は、およそ 1.1kg/10a ⑥です。
資材の種類: 牛ふん堆肥
資材の施用量: 1000kg/10a
資材の施肥日: 4/1
作物の収穫予定日: 10/1

図4 有機質資材窒素肥効見える化アプリ情報入力画面

すべての項目の入力が済みましたら、「資材由来の窒素量の計算」のボタンを押してください。有機質資材から放出される無機態窒素量が計算、表示され（図4の⑥）、化学肥料減肥の参考とすることができます。

2. 見える化アプリの計算の仕組み

(1) 有機質資材の窒素無機化を予測する数理モデル

有機質資材窒素肥効見える化アプリは、有機質資材の土壌中での分解に影響を与える各種要因（土壌温度、土壌水分、有機質資材の分解特性値、有機質資材の投入期間）を入力値とする数理モデルでできています。その数理モデルは、異なる土壌温度（10、20、30℃）、異なる土壌水分（最大用水量の45、60、75%）、異なる期間（1、4、12週間）を組み合わせた条件において、30点以上の有機質資材（牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、なたね油かす、魚かす、米ぬか、緑肥作物など）を4種類の土壌中（黒ぼく土、堆肥連用した黒ぼく土、灰色低地土、赤色土）で静置培養し、生成する無機態窒素の量（硝酸態窒素とアンモニア態窒素の合計量）の実測値を基に経験的な数理モデルを構築しました。

また、有機質資材の分解特性値として、粗飼料の品質指標として用いられてきた「酸性デタージェント可溶性有機態窒素（ADSON: Acid detergent-soluble organic nitrogen）」を採用しました（図5；小柳・棚橋、2010；古賀ら、2019）。近年、土壌に施用される有機質資材の分解しやすさを表す指標として注目されている指標です。これまで、有機質資材の分解しやすさの指標として炭素率（C/N比：全窒素含量に対する全炭素含量の比）が長らく利用されてきましたが、炭素率では全窒素含量（無機態窒素含量と有機態窒素含量

の和) が使われており、速効性の無機態窒素を多く含む有機質資材については、その分解しやすさを表すには不十分であると考えました。その一方、ADSONは、酸で分解しやすい有機態窒素のみを含んでおりその点心配がありません。すなわち、土壌中での有機質資材の分解性を表す指標として炭素率よりも ADSON がより適当であると考え、数理モデルの入力値として採用しました (図6)。

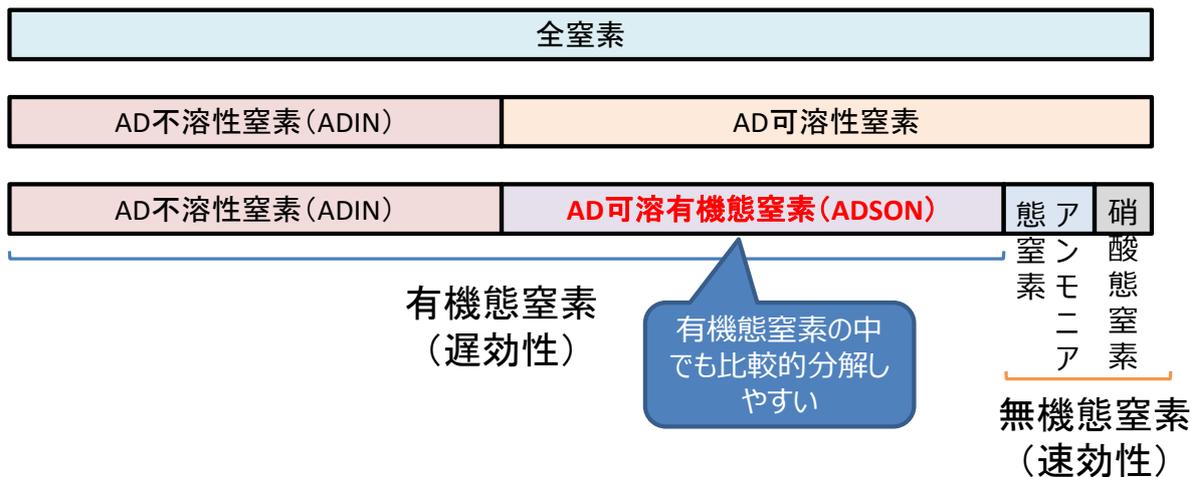


図5 有機質資材中の窒素成分と ADSON

基本式：
$$Nmin = f(ADSON) \cdot Nin(1 - e^{-k_i \cdot etf \cdot emf \cdot t})$$

補助式 (土壌温度変化の影響)：
$$etf = Q_{10}^{\frac{T-10}{10}}$$

補助式 (土壌水分変化の影響)：
$$emf = \frac{1}{1 + b_{soil} \cdot \exp(-\frac{8.5Sm}{100})}$$

出力値： $Nmin$ (無機態窒素放出量、mg N/100g dry soil)

入力値：① $f(ADSON)$ (資材ごとの無機態窒素放出量のポテンシャルを計算する式、特許出願中のため不掲載)、② Nin (有機態窒素投入量；mg N/100g dry soil)、③ t (期間；日)、④ T (温度；°C)、⑤ Sm (土壌水分 (体積含水率))

青字：統計モデルで推定したデフォルトパラメータ

図6 有機質資材窒素無機化予測モデル

図7は、実際の土壤培養実験の結果（先述）と数理モデル（図6）による予測結果との関係を表したものです（左から、多原料混合の市販有機質資材、緑肥、豚ふん堆肥、牛ふん堆肥の例）。土壤培養実験による実測値と数理モデルによる予測値が近似していることがわかります。

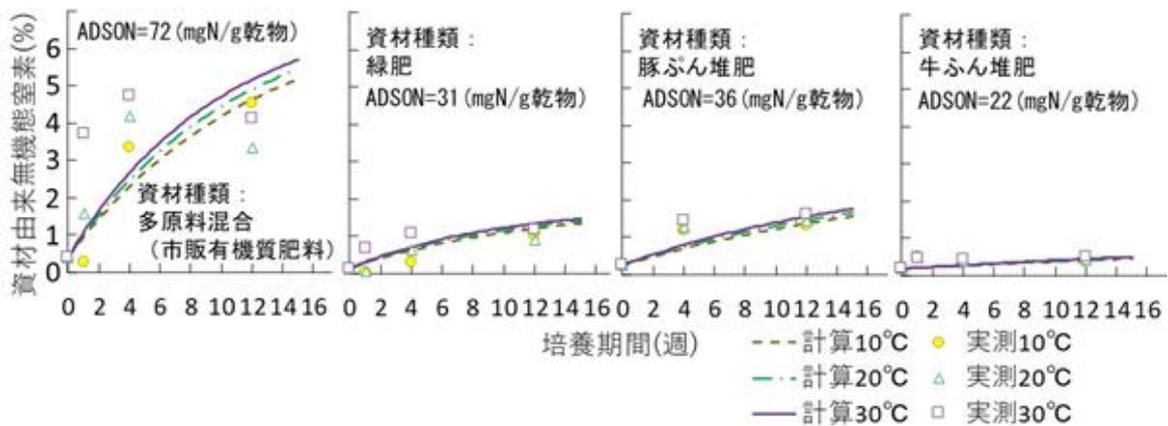


図7 土壤培養実験の結果と数理モデルによる予測結果との関係（例）

図中○は実測値、図中曲線はモデル予測値を表す（紫 30℃、緑 20℃、黄 10℃）。土壤水分の影響は小さく、3水準の平均値を示している。

(2) 見える化アプリの計算の仕組み

有機質資材窒素肥効見える化アプリの計算の仕組みは図8の通りです。まず、地図上で、有機質資材を施用するほ場の位置を指定します。また、有機質資材を施用する日から収穫する日までの期間を指定します。すると、最寄りの気象観測所の指定した期間の気象データ（気温、降水量）とその土壤の物理性特性値が自動で読み込まれます。これをもとに、「土壤温度・土壤水分推定モデル」が自動で計算を行い、指定した地点におけるその期間中の土壤温度と土壤水分のピンポイント推定値を出力します。

続いて、施用する有機質資材を指定すると、その有機質資材の ADSON 値（種類ごとの平均値）や図 6 の k_i などのパラメータが自動で読み込まれます。これらの値と、先ほどの土壌温度と土壌水分のピンポイント推定値を基に、「有機質資材窒素無機化予測モデル」が計算を行い、土壌中での有機質資材の分解に伴う無機態窒素の量が計算されます。この施用後の窒素無機化量と、施用時点で資材に含まれる初期の無機態窒素量を足し合わせることで、資材から放出される無機態窒素量（窒素肥効）を表示します。

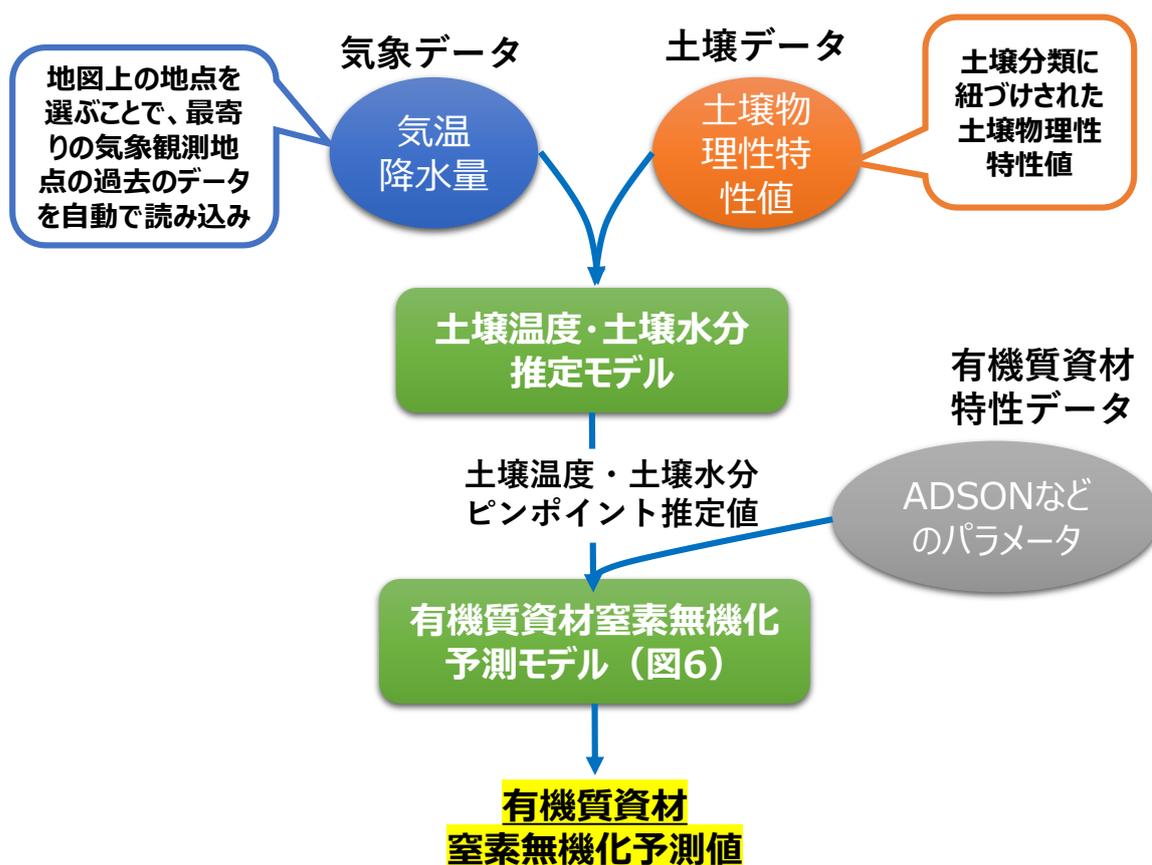


図 8 有機質資材窒素無機化予測の自動計算スキーム

Ⅱ. 見える化アプリ使用にあたっての注意点と今後の計画

(1) 見える化アプリを使用するにあたっての注意点

- 予測の基となる土壌培養実験は、畑土壌条件（非湛水条件）で行われたものです。そのため、湛水土壌には適用できません。
- 現在の数理モデルの開発において、有機質資材施用から1か月以内および3か月以上の予測精度が劣る状況にあります。したがって、有機質資材施用から1～3か月を目安に活用ください。

(2) 窒素無機化予測の限界と不確実性

有機質資材窒素無機化予測モデルに基づく本見える化アプリを使用するにあたっては、別の注意点があります。一般に、予測には限界と不確実性が伴い、最終結果である窒素無機化量の予測値と実際の値との間には誤差が生じます。

誤差を生じさせる主な要因を整理します。

- 土壌培養実験の結果を基に、窒素無機化量予測の根幹となる数理モデルを構築しました。土壌培養実験は、一定の土壌温度、土壌水分で実施された一方、実際のほ場では、土壌温度は一日の中で最低値と最高値の間で刻々と変化し、土壌水分も降雨の状況によって逐次変動します。本予測技術は、土壌培養実験結果に基づいているため、予測値と実際の無機化量との間に誤差を生じさせる可能性があります。
- 土壌培養実験は10～30度で実施しましたが、実際のほ場では、土壌温度がこの範囲から外れ、特に冬季は10度以下が長時間にわたり継続する場合があります。このような場合、予測値と実際の無機化量との間に誤差が生じる可能

性があります。

- 同じく、土壌培養実験では、4種類の土壌（黒ぼく土、堆肥連用した黒ぼく土、灰色低地土、赤色土）を使用していますが、ユーザーのほ場の土壌が、これらの土壌と同じ性質を有しているとは限りません。そのため、予測値と実際の無機化量との間に誤差を生じさせる可能性があります。
- 見える化アプリでは、過去の気象データに基づいて土壌温度や土壌水分を推定しています。一方で、実際の有機質資材施用後の（未来の）気象条件は、過去の気象データと同じになるとは限りません。そのため、予測値と実際の無機化量との間に誤差を生じさせる可能性があります。
- 土壌温度と土壌水分を推定する「土壌温度・土壌水分推定モデル」は、作物のない状態すなわち裸地を想定して計算を行います。実際のほ場では、作物が大きくなると日影ができ、裸地の場合と比べて地温はその分低くなります。したがって、作物が大きくなるに従い、推定される土壌温度は過大評価されることになり、その結果窒素無機化の予測値も過大評価されている可能性が高くなります。
- 見える化アプリで使用される有機質資材ごとの ADSON 値は、牛ふん堆肥などの有機質資材の種類ごとの代表値（平均値）を用いています。一方で、同じ種類の有機質資材であっても ADSON 値に大きな幅があります（古賀ら、2019）。見える化アプリユーザーが使用する有機質資材の ADSON 値と代表値との間には差があることが考えられ、この差は、予測値と実際の窒素無機化量との間に誤差を生じさせる可能性があります。
- 本アプリでは、有機質資材の投入量を水分込みの重量で入力していただくことになっています。有機質資材の含水率（水分率）についても、資材の種別ごとの代表値を用いています。見える化アプリユーザーが使用する有機質資材の含水

率と代表値との間には差があることが考えられ、この差は、予測値と実際の窒素無機化量との間に誤差を生じさせる可能性があります。

(3) 今後の機能追加の計画

- 有機質資材からの無機態窒素ではなく、もともと土壤に含まれる土壤有機物（腐植物質など）の分解によって生成する無機態窒素（いわゆる可給態窒素や地力窒素と呼ばれるもの）の量の予測機能の追加を計画しています。
- 有機質資材にはリン酸やカリなどの窒素以外の肥料成分も含まれています。これらの養分の減肥ができるよう、有機質資材からのリン酸やカリの量を予測する機能の追加を計画しています。

参考資料

1. 小柳 渉・棚橋寿彦 2010. 酸性デタージェント可溶窒素による牛ふん堆肥および豚ふん堆肥の窒素肥効評価. 土肥誌, 81, 144-147.
2. 古賀伸久・新美 洋・井原啓貴・山口典子・山根 剛・草場 敬 2019. 各種有機質資材における酸性デタージェント可溶有機態窒素含量 —資材ごとの特徴および C/N 比との関係—. 土肥誌, 90, 107-115.

担当窓口、連絡先

技術的な問い合わせ先：

農研機構 九州沖縄農業研究センター地域戦略部研究推進室

〒861-1192熊本県合志市須屋2421

電話：096-242-7530 メール：q_info@ml.affrc.go.jp



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。