

1 2 窒素無機化の予測

肥料や堆肥に含まれる有機態窒素は、施用後に微生物によって分解され徐々に無機化します。その速度は主に温度によって影響されることから、反応速度論に基づいた予測が可能です。被覆肥料のような温度依存性の高い資材はかなり正確に予測できますが、pH、水分、有機化等温度以外の影響が多くなるほどずれが大きくなります。

土壤中で微生物活動により形態が変化する

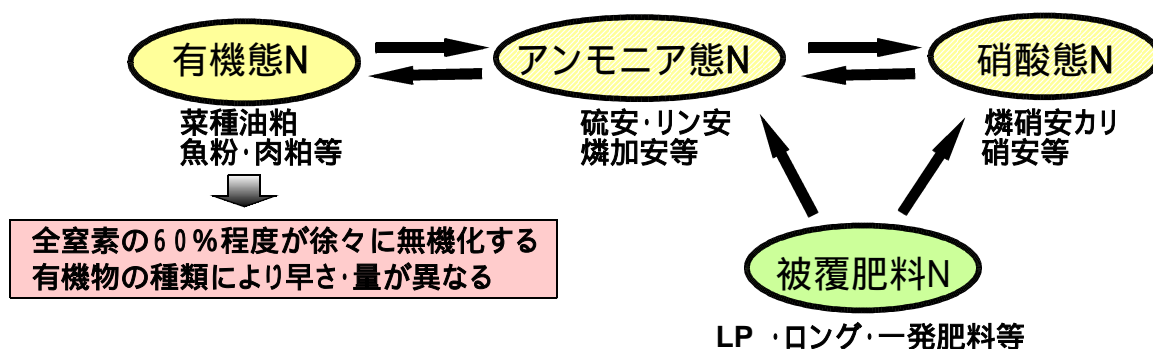
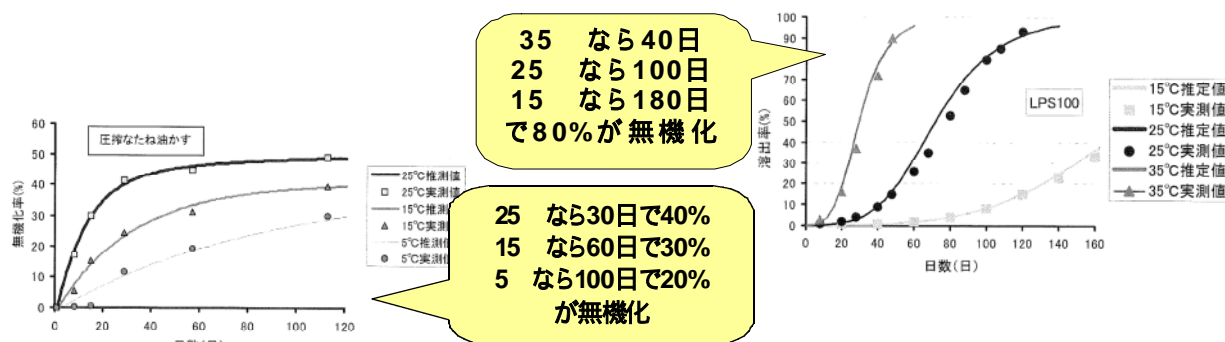


図 肥料の窒素無機化過程

1) 窒素無機化シミュレーションの方法

窒素の形態変化(分解・生成)は温度に大きく影響されるので、温度がわかれば予測が可能です。



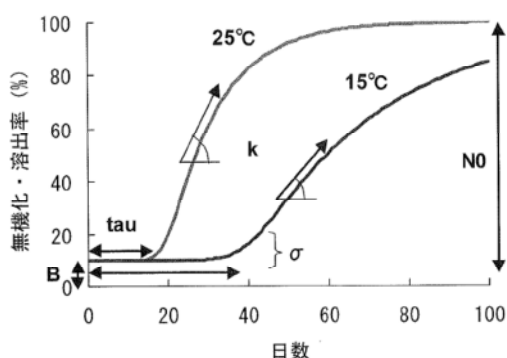
温度による窒素無機化の影響を下式のように数値化して予測します。窒素無機化シミュレーションソフトは温度条件、施肥日と施用量を入力すると予測できるように設定されています。

$$N = A \{ 1 - \exp(-kt) \} + B$$

$$t = \frac{\exp\{Ea(T-298)/298 \cdot 8.31 \cdot T\}}{k}$$

N: 窒素発現量(無機化量・溶出量)
A: 最大窒素発現量
k: 速度定数(溶出しやすさ・溶出カーブの傾き)
t: 日数 T: 温度 B: 初期発現量
Ea: 見かけの活性化エネルギー(温度の影響度)

全農が開発したソフト「施肥名人」があります。施肥改善の参考にしてください



反応速度論的手法(単純型)における特性値の目安

定数項目	種類	無機化の状態	特性値の目安
N0: 最大発現率(%)	土壌	全窒素の1割程度が無機化するもの	5~20
	堆肥	全窒素の2~3割が無機化するもの	5~30
	鶏糞	全窒素の3~5割が無機化するもの	30~50
	有機質肥料	全窒素の5~7割が無機化するもの	50~70
	無機質肥料	全窒素すべてが無機化するもの	100
k: 発現速度定数(1日あたり)	土壌	きわめてゆっくり無機化するもの	0.005~0.01
	堆肥	ゆっくり無機化するもの	0.01~0.02
	鶏糞	ややゆっくり無機化するもの	0.02~0.10
	有機質肥料	比較的早く無機化するもの	0.05~0.20
	無機質肥料	無機化しているもの	0
Ea: 見かけの活性化エネルギー(J/mol)	土壌	夏期に無機化が多くなるもの	80000~10000
	堆肥	遅く無機化するもの	50000~10000
	鶏糞	やや遅く無機化するもの	20000~30000
	有機質肥料	やや早く無機化するもの	10000~20000
	無機質肥料	無機化しているもの	0
B: 初期無機化率(%)	土壌	無機態で土壌にあるもの	0.1~1
	堆肥	堆肥中の無機態の割合	0.5~15
	鶏糞	無機態の割合	10~30
	有機質肥料	無機態の割合	1~40
	無機質肥料	すべてが無機態のもの	100

< 土壌窒素の無機化パターン >

土壌からの窒素無機化は、土壌の種類やこれまでの管理来歴によって発現型が異なりますが、1年間に全窒素含量の5%程度が無機化します。

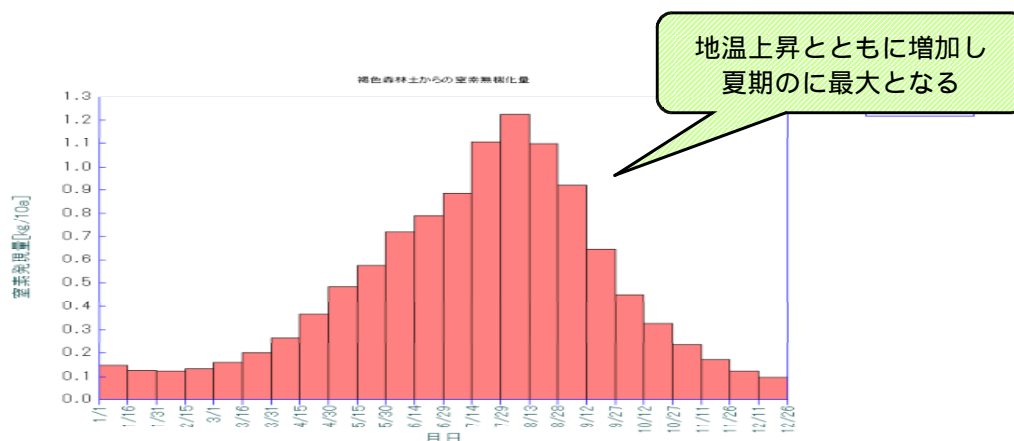


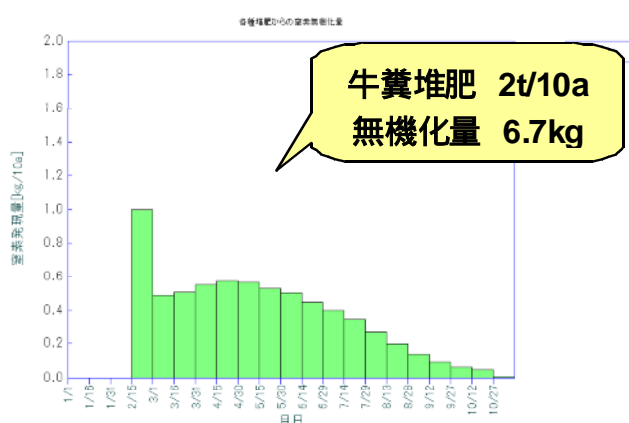
図 褐色森林土の窒素無機化予測の例

表 窒素肥沃度による窒素無機化量の違い

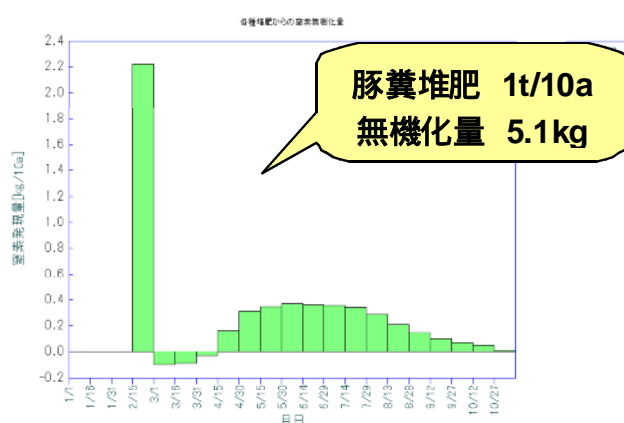
肥沃度	土壌の種類	窒素無機化量 (kg/10a/20cm/年)
高	黒ボク土、堆肥連用土	15 ~ 25
中	灰色低地土、褐色森林土等	8 ~ 12
低	砂丘未熟土、灰色低地土	2 ~ 6

< 堆肥窒素の無機化パターン >

稲わら、オガクズ等の水分調整剤、糞の種類、腐熟度によって発現型が異なります。速効的な成分（堆肥中の無機態窒素）と温度の影響を受けて徐々に変化する成分（堆肥中の有機態窒素）があります。窒素変化は常に無機化と有機化が同時進行し、どちらが優先するかによって、窒素を放出したり取り込んだりします。通常、1年間に全窒素含量の - 20 ~ 40%程度が無機化し、連用により増加します。



2t/10a施用後、堆肥中の無機態窒素0.7kgが溶出
4~6月まで1kg/月の窒素が徐々に無機化
全窒素量の34%が有効化する

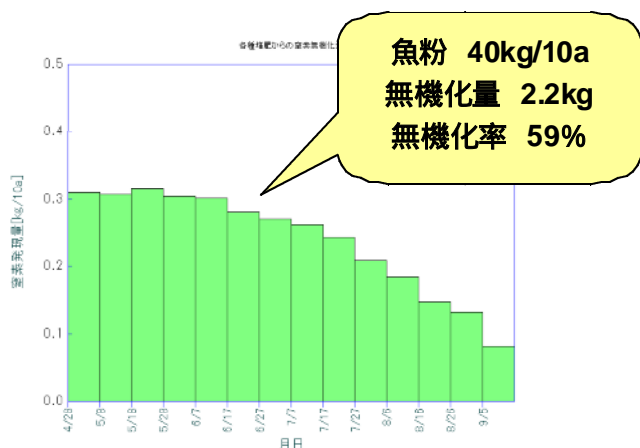


1t/10a施用後、堆肥中の無機態窒素2.2kgが溶出
4月までは窒素を取り込み、5~7月には0.8kg/月が無機化
全窒素量の19%が有効化

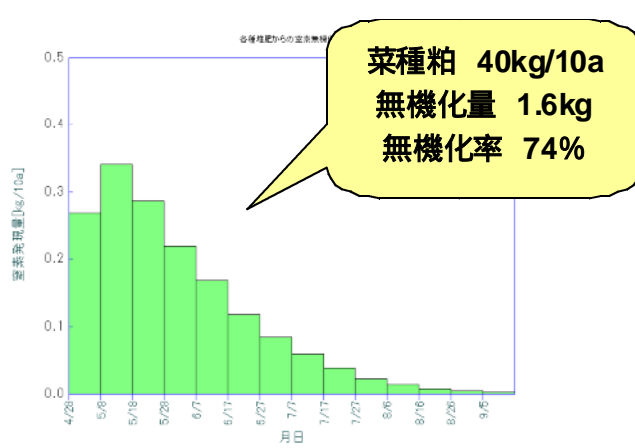
図 堆肥からの窒素無機化予測の例

< 肥料窒素の無機化パターン >

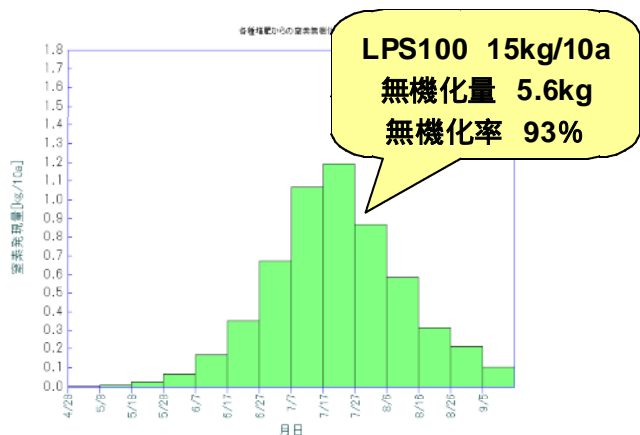
肥料の種類によって発現型が異なります。化成肥料はほぼ100%が速やかに無機化し、有機質肥料は全窒素含量の60%程度が無機化します。被覆肥料は種類の特性に応じて溶出・無機化します。



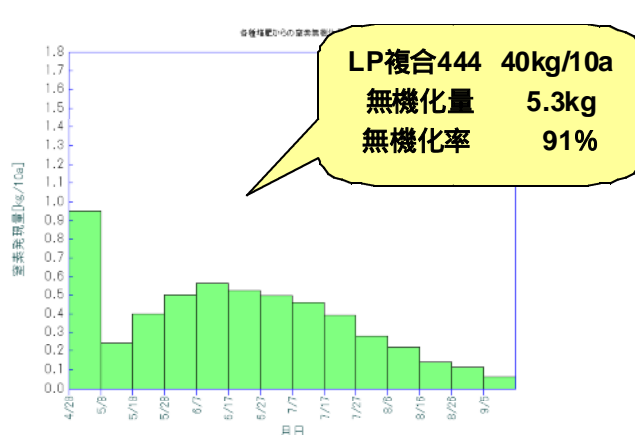
5～7月まで持続的に無機化



5月を中心に6月までに大部分が無機化



6月から溶出し7月下旬をピークに肥効



5月に速効性成分1kg/10aが溶出、LP100からは6月上旬をピークに8月まで緩やかな肥効

図 各種肥料からの無機化予測の例（湛水条件：鳥取農試2008）

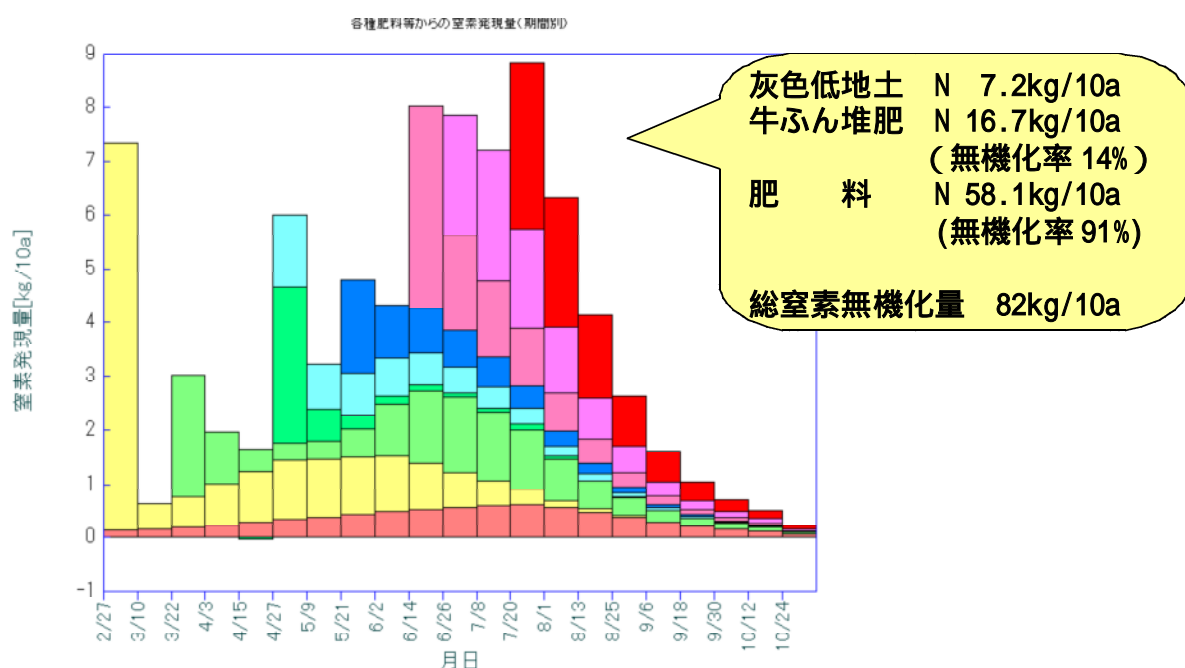


図 シンテッポウユリ慣行施肥における無機化予測の例

2) 窒素無機化予測をするには

次のような場面に窒素無機化予測の活用が有効です。

肥効調節型肥料の養分吸収に合わせた適切なタイプ選定
被覆肥料からの窒素溶出は、かなり正確に把握できます。各地域に適したタイプ選定は、想定される2、3のタイプについて溶出予測し、適切な窒素供給が得られそうなもの選定して実証試験を実施します。また、肥効不足や早晩が観察される場合は、窒素溶出予測を確認して改善に役立てることができます。

施肥の効率化に向けた施用時期・肥料種類の検討

作物の吸収時期と肥料の有効化の時期を合わせることで、施肥削減や省力化が可能となります。

有機質肥料の肥効に応じた肥料選定

有機質肥料からの無機化量を把握して、追肥時期や量の決定に役立てます。水田条件では菜種油粕、大豆粕、鶏糞等の本県独自予測データもあります。

土壌窒素・堆肥窒素の発現量に対応した施肥調整

これまで土壌窒素や堆肥窒素の影響はあまり考慮されてきませんでした。無機化予測によって数値化することで施肥量の調整が可能です。ただし、予測できる土壌や堆肥が限られており、その適用拡大が今後の課題です。

窒素無機化予測をするには？

予測条件を示すと技術普及室で予測して結果をお返しします。

温度条件

予測したい条件での温度データ（地温）をCSVファイル入力したもの
実測値がよいが、なければ近くのアメダス気温データからの代用可能

施肥条件

肥料の種類、施肥日、施肥量（各原料の成分%、混合割合が必要）

堆肥、土壌条件（なしで予測するなら不要）

堆肥や土壌も加えるのならその種類と量（県内堆肥特性データなし）

追肥をなくして慣行並の収量・品質がほしい！
窒素肥効が同等となる肥料タイプの選定する！
良さそうなものを現地実証試験をして確認する

シミュレーション結果

作成日 2010/11/24
農林総合研究所
技術普及室

条件コード	0085
地温コード	0028
所在地	日南町系屋推定
作物名	菜種
推定開始	2008/01/01
推定終了	2008/12/31
推定日数	365

資材	銘柄名	施用日	実物施用量 (kg/10a)	窒素施用量 (kgN/10a)	窒素発現量 (kgN/10a)	窒素発現率 (%)
被覆肥料	ユーロ100	2008/04/20	8.3	3.6	3.4	93.6
追肥性肥料	ユーロ100	2008/04/20	15.0	2.4	2.4	100.0
追肥性肥料	ユーロ100	2008/05/10	10.0	1.5	1.5	100.0
計			33.3	7.5	7.3	96.9

シミュレーション結果

作成日 2010/11/24
農林総合研究所
技術普及室

条件コード	0085
地温コード	0028
所在地	日南町系屋推定
作物名	菜種
推定開始	2008/01/01
推定終了	2008/12/31
推定日数	365

資材	銘柄名	施用日	実物施用量 (kg/10a)	窒素施用量 (kgN/10a)	窒素発現量 (kgN/10a)	窒素発現率 (%)
被覆肥料	ユーロ100	2008/04/20	8.3	3.6	3.4	93.6
追肥性肥料	ユーロ100	2008/04/20	15.0	2.4	2.4	100.0
追肥性肥料	ユーロ100	2008/05/10	10.0	1.5	1.5	100.0
計			33.3	7.5	7.3	96.9

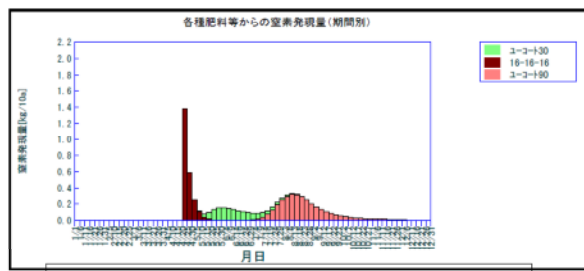
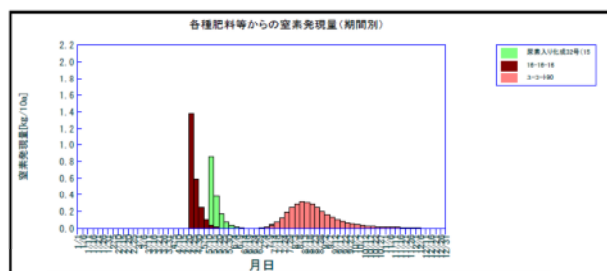
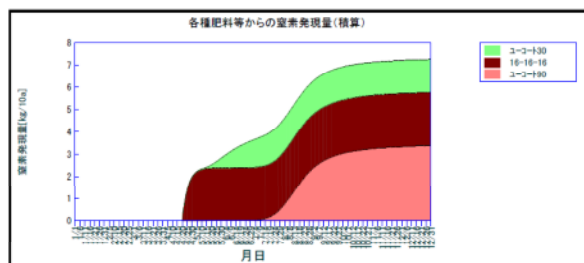
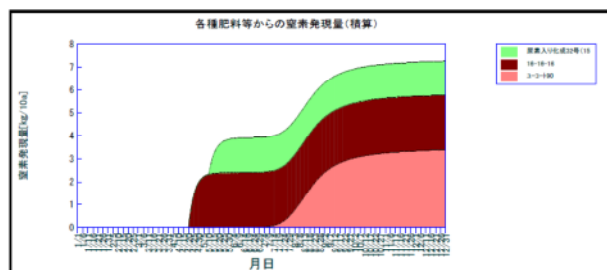


図 施肥改善への窒素無機化予測活用の事例