

家畜ふん堆肥の適正利用に向けた堆肥と畑土壌地力窒素の簡易測定

(独) 農研機構 中央農業総合研究センター
資源循環・溶脱低減研究チーム

加藤 直人

1. はじめに

2008 年に高騰した肥料価格は、2009 年になってやや落ち着きを見せ、窒素とリン酸については 2007 年 1 月の価格水準程度まで低下した(図 1)¹⁾。しかし、将来にわたって、持続的な作物生産をおこなうためには、肥料原料を安定して確保する必要があり、肥料自給率の向上と省資源の推進は重要な課題である。我が国で使用されている化学肥料の多くは、石油、石炭、天然ガス、リン・カリ鉱石などの海外資源に依存しており、肥料自給率はゼロに近いといっても過言ではない。

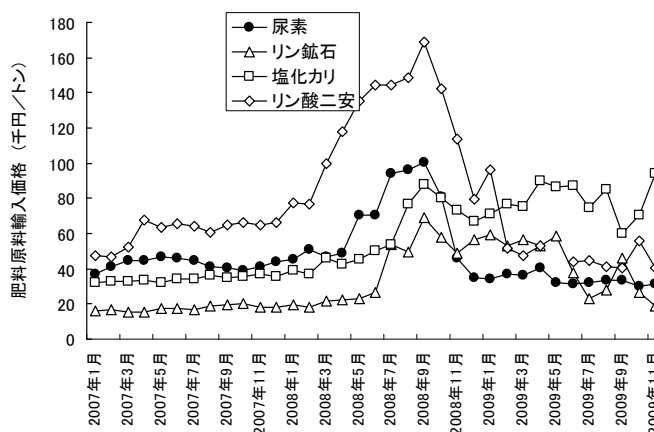


図1 肥料原料輸入価格 (財務省貿易統計¹⁾より作成)

リン鉱石の埋蔵基礎量(将来技術の進歩があれば採掘可能となる量)は 500 億トンあり、単純に現在の採掘量で除して耐用年数を求めると 300 年以上になるので、すぐに枯渇するわけではない²⁾。しかし、先進国において、リン酸過剰となった農耕地土壌での施肥量削減やリサイクル利用の推進などによってリン酸消費量の増加を抑制しなければ、2060 年代には経済的に採掘可能なリン鉱石は枯渇すると試算されている³⁾。また、これまでに鉱石中のリン酸含有量は、10 年当たり 1%の割合で低下する傾向が認められており、将来的にはリン酸の抽出や不純物の除去に高度な技術が必要となるのでリン酸肥料の製造コストが増すと懸念されている。一方、粒状硫安のように製鉄産業や繊維産業において副産物として生産されている肥料は、生産量がそうした産業の動向に左右されやすい。そこで、家畜ふん堆肥等の国内有機性資源に含まれる肥料成分を有効に利用して、肥料自給率を向上させ、海外資源の需給状況や他産業の動向による影響を低減させることが必要である。

一方、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の施行により堆肥化施設が整備された現在、畜産業では家畜ふん堆肥の流通利用の促進が喫緊の課題となっている。また、雨よけによる堆肥製造や副資材使用量の減少により、堆肥中肥料成分含量は増加傾向にあり、肥料代替資材としてのポテンシャルは増大している。日本で生産されて

いる家畜ふん堆肥中の肥料成分含量の平均値に目安の肥効率を乗じて試算した有効成分量は、化学肥料内需に対して、窒素で約1/4、リン酸で1/3、加里では2/3に相当する(図2)⁴⁾。しかし、耕種農家の経験に基づいた堆肥利用が行われている現状では、これらの有効成分が必ずしも効率的に利用されているわけではない。堆肥の施用当期中の窒素肥効はリン酸や加里に比べて低いため、窒素肥効を主体に考えた施用量ではリン酸や加里が過剰になりやすい。また、土壌改良効果を主目的とした施用でも養分過剰を招きやすくなっている。こうした背景のもと、平成20年10月16日には地力増進基本指針が改正され、稲ワラ堆

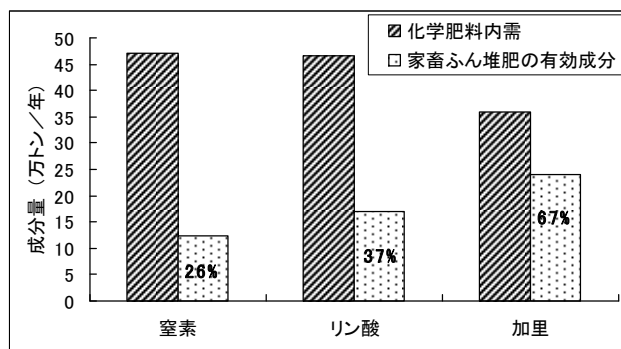


図2 家畜ふん堆肥の肥料資源利用のポテンシャル
(金澤、中央農セ研報⁴⁾より算出・作図)

肥、牛ふん堆肥、豚ふん堆肥、バーク堆肥ごとに施用基準が示された(官報 号外第226号)。

化学肥料の場合、有効成分量が保証され、また効果の遅速に関する情報も提供されており、資材の選択や養分投入量の調整が容易である。しかし、家畜ふん堆肥は「堆肥」という一つの言葉で括られてはいるが、肥料成分含量に大きな幅がある極めて個性的な資材である。特に、作物生産に大きな影響をおよぼす施用当期中の窒素肥効は、畜種・副資材などの原料や堆肥化の方法・期間によって、その大小や発現パターンが著しく異なる。したがって、堆肥ごとに窒素肥効を評価する必要がある。しかし、これまで研究現場で使用されてきた培養法では、堆肥の窒素肥効を評価するのに長期間を要するので、その結果を施肥に反映させることはできなかった。そこで、堆肥の施用当期中の窒素肥効を簡易・迅速に評価できる分析法を開発し、評価結果に基づいた適切な堆肥施用法を耕種農家に示す必要がある。

2. 堆肥の施用当期中の窒素肥効

1) 開発した分析法の概要

実用技術開発事業「農業環境規範に適合する家畜ふん堆肥の肥効評価システムの確立(平成18年度～平成20年度、課題番号18053)」において、(独)農研機構・中央農業総合研究センター、新潟県農業総合研究所畜産研究センター、岐阜県農業技術センター、三重県農業研究所が連携し、各機関の開発した要素技術や研究蓄積をベースとしつつ、分析法の徹底した簡便化と迅速化を行うことにより、堆肥の窒素肥効分析法を確立した^{5~9)}。高価な分析機器を必要とせず、2日以内に実施できるので、堆肥センターや技術普及指導機関などで分析を行い、その評価結果を生産現場での施肥に反映させることが可能である。また、普及促進のため、分析操作を解説した字幕・ナレーション付きの動画や分析法の概要説明のためのスライドを作成した^{5、9)}。

この分析法は、家畜ふん堆肥の施用当分の窒素肥効を堆肥に含まれる有機物の分解特性と無機態窒素の存在形態に基づいて評価しており、施用直後から1ヶ月までの間に効果が期待できる速効性窒素と、1ヶ月から3ヶ月の間に効果が期待できる緩効性窒素とに区別して評価できることが最大の特徴である。これによって、基肥窒素だけでなく追肥窒素からも適正量を削減できるようになった。以下に、速効性窒素と緩効性窒素について、その分析方法の概略を述べる。詳細はWeb(<http://150.26.216.19/doc/manual.html>)でも公開している分析法マニュアル⁹⁾を参照されたい。

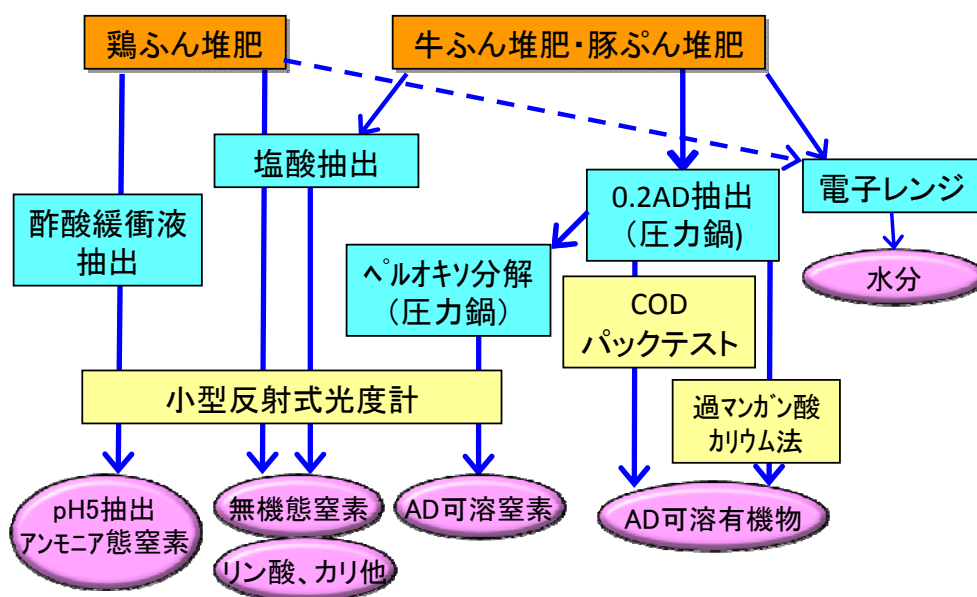


図3 家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効分析法の概略

AD:酸性デタージェント、COD:化学的酸素消費量

牛ふん堆肥と豚ふん堆肥の場合は、まず、0.5M 塩酸で堆肥から無機態窒素を抽出する(図3)。この無機態窒素にはアンモニア態窒素、硝酸態窒素、MAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)態窒素が含まれる⁶⁾。MAP 態窒素は、塩酸抽出後、アンモニア態窒素の一部として測定される。次に、簡易デタージェント分析により、AD 可溶有機物を測定する。この簡易デタージェント分析は、飼料分析で使用される酸性デタージェント分析法を改変・簡便化した方法であり、AD 可溶有機物は、微生物によって分解されやすい易分解性有機物の指標となる⁸⁾。この値が乾物当たり250mg/g以上となる場合は、施用後に窒素の有機化が起こり、続いて有機物分解に伴う窒素の無機化が進む⁷⁾。このような場合には、簡易デタージェント分析で可溶化するAD 可溶窒素を測定する⁸⁾。得られた3つの分析値、すなわち、無機態窒素、AD 可溶有機物、AD 可溶窒素から、表1にしたがって速効性窒素と緩効性窒素を推定する⁹⁾。AD 可溶有機物が乾物当たり250mg/g以上の豚ふん堆肥は、窒素肥効が高く、またその発現速度が地温の影響を受けやすいので、地域と施用時期に応じた補正係数を用いる。AD 可溶有機物が乾物当たり250mg/g未満の堆肥は、塩酸抽出で測定した無機態窒素を速効

表1 家畜ふん堆肥の速効性窒素と緩効性窒素の算出法

		速効性窒素	緩効性窒素
牛ふん堆肥	AD可溶有機物 < 250	無機態窒素	なし
	AD可溶有機物 ≥ 250	C/N < 18	0.5 × AD可溶窒素 - 2.5 - 速効性窒素
		C/N ≥ 18	無機態窒素-2
豚ふん堆肥	AD可溶有機物 < 250	無機態窒素	なし
	AD可溶有機物 ≥ 250	最少窒素量 + 窒素無機化量 * (30日)	窒素無機化量 * (90日) - 窒素無機化量 * (30日)
鶏ふん堆肥(副資材なし)		T-N(乾物%) × T-N(乾物%) - 2	2

* 地温の影響を考慮する

性窒素として評価でき、緩効性窒素は無視できるほど少ないので、AD 可溶窒素を測定する必要はない。

副資材を含まない鶏ふん堆肥には、アンモニア態窒素、MAP 態窒素、尿酸態窒素、尿酸と結合したアンモニアが含まれ、これらが窒素肥効の主体となる。堆肥の全窒素含量(T-N %)が判明している場合には、表1の経験式により速効性と緩効性を併せた窒素肥効を推定できる。全窒素含量が不明な場合は、前述の4つの形態の窒素量の合計を求める必要がある。尿酸を直接測定するのは手間がかかるので、塩酸抽出のアンモニア態窒素から酢酸緩衝液抽出のアンモニア態窒素を差し引いて尿酸態窒素を推定する。塩酸抽出のアンモニア態窒素と尿酸態窒素の合計が速効性窒素となる。なお、副資材を含まない鶏ふん堆肥の緩効性窒素は、一律に2kg/ton(乾物当たり)とした。

なお、いずれの畜種でも塩酸抽出によって、堆肥に含まれるリン酸、カリウム、カルシウム、マグネシウムのほぼ全量が抽出されるので、これらの成分量を併せて測定することができる。

2) 栽培試験による検証

本分析法によって堆肥の窒素肥効とその他の肥料成分量を把握し、それに相当する化学肥料を削減して、キャベツや水稲などを農家圃場で栽培した。すなわち、堆肥の有効成分を利用した減化学肥料栽培を実証し、本分析法の生産現場への適用性を検証した。

その結果、キャベツでは慣行栽培並みの収量が維持

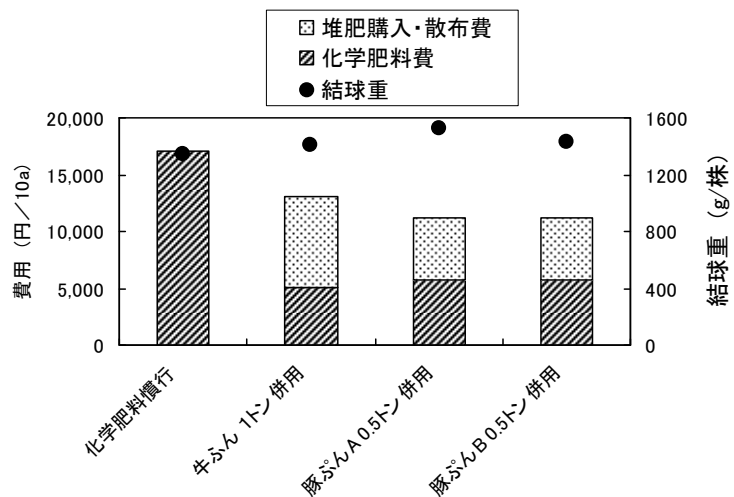


図4 堆肥の窒素肥効評価に基づく秋作キャベツの減化学肥料栽培

化学肥料の成分kg当たり単価を窒素220円、リン酸450円、加里190円、堆肥1トンを5000円、散布費用を3000円とした場合(石岡ら、H20年度研究成果情報⁵⁾より作図)

され、施肥コストの節減効果も期待された(図4)⁵⁾。従来のように、堆肥を化学肥料に上乘せして施用すると、堆肥の購入・散布費用がかかり増しになり、このことが堆肥の利用を妨げる一つの要因となる。しかし、有効成分量を明確にして適正量を減肥すれば、コスト面も改善される。キャベツよりも精緻な窒素制御が要求されるコシヒカリなどの水稻栽培においても、倒伏程度や玄米タンパク濃度を高めることなく、慣行と同等の収量が得られることが確認されている。

3) 窒素肥効の特徴に基づく堆肥の選択

本分析法の開発により、堆肥の施用当期中の窒素肥効の特徴を把握することが可能となった。そこで、窒素肥効の大小や発現パターンに応じて堆肥を6つのグループに仕分けし、2)で述べた栽培実証結果などに基づき窒素肥効の有効利用と環境保全の観点から、それぞれのグループごとに推奨すべき堆肥の利用場面や施用方法を水稻と露地野菜について整理した(図5)¹⁰⁾。これにより、耕種農家が対象作物や施用時期に応じて堆肥を選択して

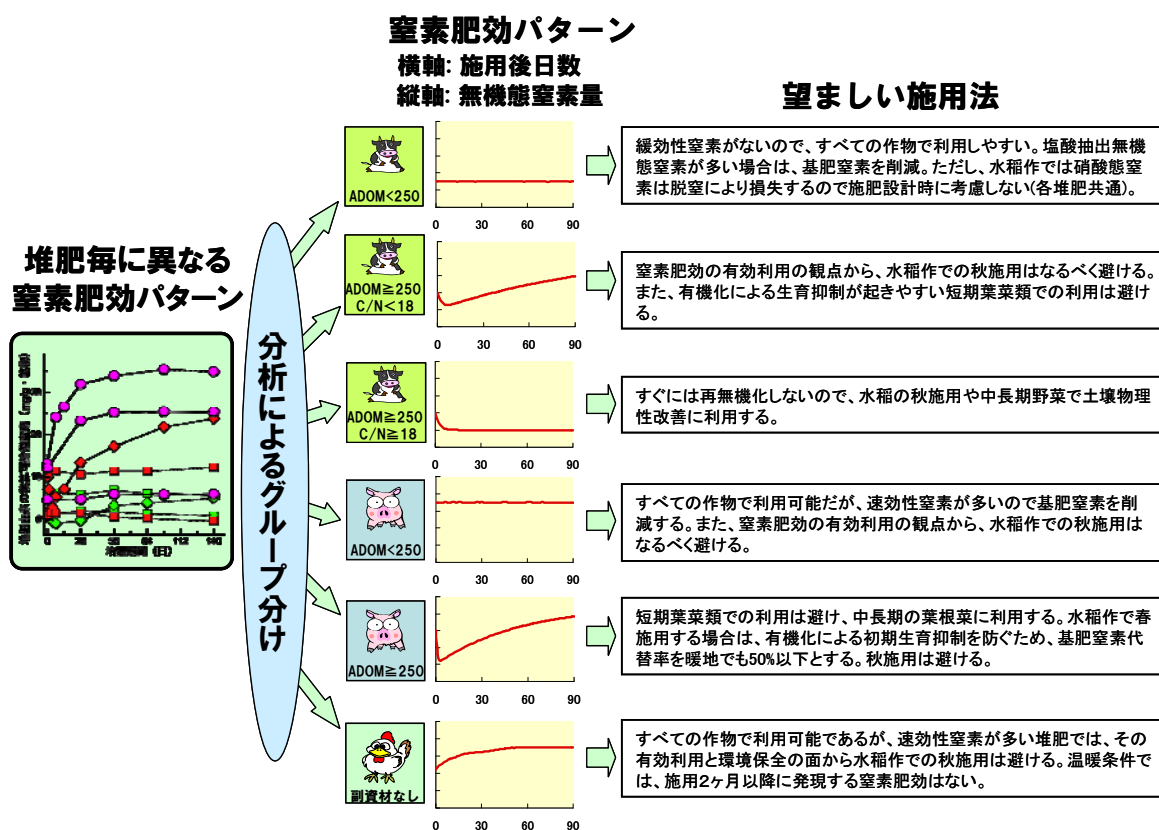


図5 窒素肥効評価結果に基づく堆肥のグルーピングと望ましい施用法¹⁰⁾

ADOM: 酸性デタージェント可溶有機物 (mg/gDM)

利用することができるようになる。また、畜産側では堆肥の販売戦略への活用が期待される。土壤養分状態と対象品目に適した資材の選択は、施肥の基本であり、家畜ふん堆肥についても肥効の特徴に応じた利用が望まれる。

4) 適正施肥設計システム

3) で述べたように、この分析法によって堆肥の有効成分を利用した減肥栽培が可能となるが、生産現場に普及させるためには、併用する化学肥料の適正な施用量を手軽に計算できるシステムが必要である。また、堆肥の所在情報と窒素肥効などの特徴やそれに応じた適切な利用方法を耕種農家に伝えることも重要である。そこで、これらの機能を有する「堆肥カルテシステム」を構築し、体験版として Web 上で公開している⁵⁾。筆者が所属する研究チームのホームページ(<http://narc.naro.affrc.go.jp/soshiki/isfmr/index.html>)からアクセスできる。このシステムには、全国から収集した約 600 点の堆肥分析データが収録されており、堆肥を選択し施用量を入力すれば、有効成分の投入量が表示され、施肥基準を入力すると併用すべき化学肥料の施用量が自動計算される。ただし、体験版であるため、システムへの入力値は保存されず、また堆肥の所在に関する情報も提示されない。今後、各地域で品目毎の施肥基準や堆肥の所在情報、地温などのデータベースを含む実用的システムを構築



写真 1 堆肥カルテシステムのトップ画面

することが望まれるが、堆肥カルテシステムをベースに開発すれば安価に構築できる。こうしたシステムの開発が進んでいる三重県では、県が実用化した土壌診断・堆肥流通支援システムに堆肥カルテシステムの機能を導入し、三重県版「堆肥カルテシステム」として公開・実証中である(<http://202.78.248.200/taihi/>)。

3. 連用に伴う地力窒素の増加

堆肥には、施用当季期間中に肥効を示さず土壌に残存し、次作以降にゆっくりと有効化する窒素(遅効性窒素)が多く含まれる。このため、堆肥施用は地力窒素の維持・向上に役立つが、地力窒素が必要以上に高まると、過繁茂・倒伏などの栽培上の問題や硝酸による地下水汚染などの環境面の問題が生じる。図 6 に、黒ボク土畑で年 2 作の露地野菜栽培を 10 年間継続した場合の深さ 1m の土壌水中の硝酸態窒素濃度を示した¹¹⁾。豚ふん堆肥に含まれる窒素の肥効を化学肥料の 50%と仮定して、施肥窒素の全量を堆肥で賄う栽培を続けると、3 年後から硝酸態窒素濃度が上昇し、6 年目以降は化学肥料と同等となる。つまり、化学肥料と同様に、家畜ふん堆肥も利用方法を間違えば地下水汚染を招く可能性がある。そこで、地力窒素の多少に応じた窒素施肥や堆肥施用が必要となる。なお、堆肥を施用した場合に

も硝酸態窒素の溶脱を予測できるシミュレーションモデルを開発しており、図6に、その予測値を実線で示した。

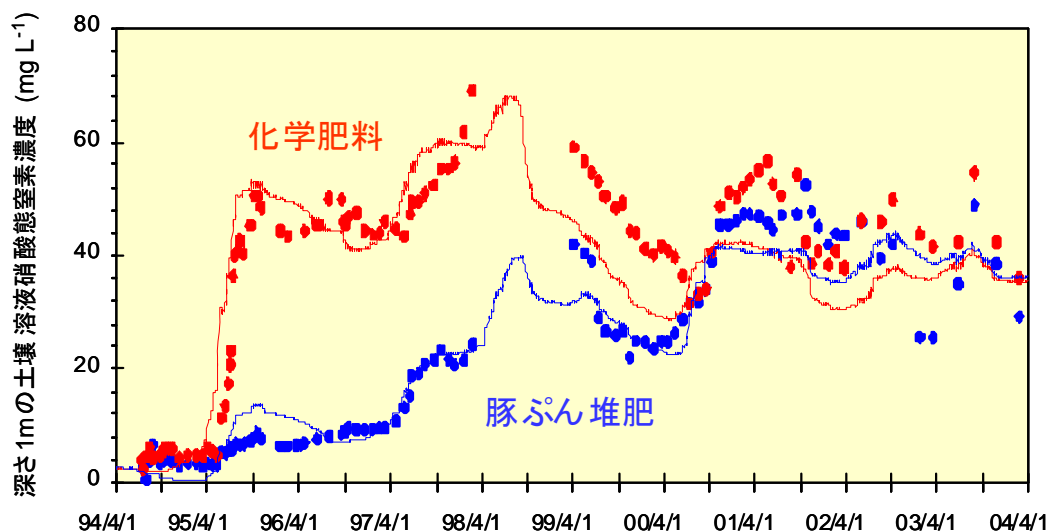


図6 黒ボク土畑における硝酸態窒素の地下浸透

●と●は、それぞれ豚ふん堆肥 40kgN/10a 施用、化学肥料 20kgN/10a 施用の場合の実測値。赤線・青線はモデルによる予測値。トムモロコシー・ハクサイの年 2 作体系。(前田ら、平成 19 年度共通基盤研究成果情報より)

堆肥の遅効性窒素は、堆肥の分解特性だけではなく、土壌条件、気象条件等の影響を受けるため、堆肥の分析値から予測することは難しい。そこで、遅効性窒素については、土壌診断で対応することとし、土壌の可給態窒素(地力窒素の指標)を手軽に測定できる方法を開発した。

可給態窒素は、これまで 30℃で 4 週間、土壌を培養して測定されていたため、分析に時間と手間がかかり、一般的には土壌診断の分析項目に含まれていない。そこで、土壌に 80℃のお湯を加えて 16 時間保温し、有機物を抽出する簡便な方法を開発した¹²⁾。実験設備の整っていない普及センター等では、抽出液の化学的酸素消費量(COD)を市販の水質検査用簡易測定キットを用いて、反応色で可給態窒素を簡易判定する¹³⁾。研究所や分析機関では、抽出液の i) 溶存有機態炭素、ii) 有機態窒素+アンモニア態窒素増加量、iii) COD のいずれかを測定して推定する^{12, 13)}。80℃の熱処理によって有機物の一部が分解し、アンモニア態窒素が増加するので、ii) のケースではその増加量を有機態窒素抽出量に加算して評価する。最も測定精度が高いのは i) であるが、COD 簡易測定でも可給態窒素の多少を判定できる。

この簡易判定法には、次のような特徴がある。

- ① 理化学薬品を使用せず、身近な道具のみで実施できる(写真 2)
- ② 毒劇物試薬を使用しないので、薬品管理や廃液処理の必要がない

- ③ 初期投資 18,000 円程度、土壌 1 点当たり 150 円程度と安価
- ④ 生土を分析しても風乾土の分析と同等の可給態窒素分析値(乾土換算)が得られる
- ⑤ 一晩で判定できる
- ⑥ 畑土壌であれば広範な種類の土壌に適用できる

したがって、生産者が自宅で簡易判定することも可能と考えているが、普及センター等に写真2の道具と恒温乾燥機などを整備し、分析結果に基づく施肥指導を受けながら実施する方式が望ましい。いずれにしても、生産者自らが分析し、地力窒素の多少や肥培管理に伴う変化を実感していただくことが重要と考えている。

具体的な操作方法は別添資料に示したが、同一資料(カラー刷り)を前出の研究チーム・ホームページからダウンロードできる。より詳細なマニュアル冊子の配付も計画中である。なお、本法は転換畑を含む水田土壌では推定精度が低くなるので、当面、畑土壌限定で使用する。



写真2 分析に使う道具(普及センターや生産者向け)
 ミネラルウォーター、電子天秤、キッチンタイマー、簡易 COD 測定キット、
 ろ紙、塩、抽出容器、チャック付きポリ袋、コップ、スプーン、分析する土壌

4. 適正利用推進に向けた今後の課題

以上で述べたように、堆肥の窒素肥効については、ある程度の評価ができる分析体系を構築できたと考えるが、さらに検討すべき問題も残っている。

1) 一部の畜産農家で製造されている密閉縦型発酵装置による牛ふん堆肥と副資材の混合割合が多い鶏ふん堆肥については未検討。今後、これらについても対応できるようにする必要がある。

2) 本研究で対象とした作物種・品種・作型や土壌は限られているので、栽培試験による検証を各地域で実施する必要がある。速効性窒素を施用直後から1ヶ月までの間に効果が期待できる窒素とし、緩効性窒素を1ヶ月から3ヶ月の間に効果が期待できる窒素と定義したが、施肥設計に反映させる際には、各作物の追肥時期に応じて柔軟に対応する必要がある。すなわち、本研究でも、AD可溶有機物が250mg/g以上の豚ふん堆肥を施用して水稲を栽培する場合、幼穂形成期までに堆肥から発現する窒素を基肥窒素から削減し、幼形期から収穫期までに発現する窒素を穂肥から減じて栽培実証を行った。こうした対応方法を含めて、果菜類など、未検討の作物での栽培試験が行われることを期待したい。

3) 土壌可給態窒素の評価については、今後、水田土壌用の簡易判定法を開発する必要がある。これについては、当研究チームで引き続き検討中である。

4) 堆肥のリン酸肥効についても、十分に解明されていない。リン酸肥効は、堆肥の畜種、副資材、製造方法などで異なり、畜種については、肉用牛ふん堆肥は乳用牛ふん堆肥よりも、副資材については、植物残渣は木質系資材よりも、水や重炭酸ナトリウム溶液に可溶のリン酸割合が多いと報告されているが¹⁴⁾、実際の肥効との関連性については、さらに検討が必要である。リン酸肥効は土壌の種類・特性、植物、気象条件などによって影響を受けやすいと予想され、また有機物による土壌のリン酸固定の抑制効果をどのように整理すべきかなど、検討すべき課題は多い。また、最近では、飼料に添加するリン酸量が減少したことが背景となり、堆肥中のリン酸含有率が低下傾向が認められると報告されており¹⁵⁾、こうした情勢も含めて実態を明らかにする必要がある。

5) 速効性窒素が多い堆肥では、施用時期の適正化も重要である。堆肥の散布から栽培開始までの期間が長いと、堆肥中の窒素が溶脱、脱窒などによって失われ、期待通りの肥効が得られず、また環境負荷の原因になる可能性がある。堆肥には、特殊肥料と土壌改良資材の二面性があるが、これまでは土壌改良効果に重点が置かれ、耕種農家にも「堆肥は土づくり資材」という認識が根強く残っている。窒素肥効の高い堆肥では、こうした認識を改め、施用時期の適正化を図ることも必要である。

6) 肥効の明確化は堆肥中肥料成分の有効利用に向けた大きな一歩ではあるが、それだけでは堆肥の適正利用が飛躍的に進むとは考えにくい。養分バランスや散布方法の改善など、堆肥の肥料的価値を高め、耕種農家が利用しやすい資材に改良することも必要である。

上記の課題のうち、3)～6)については昨年度から開始された農林水産省委託プロジェクト研究「地域内資源を循環利用する省資源型農業確立のための研究開発」で検討されている。

引用文献

1) 財務省貿易統計(2007～2009)、<http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>

2) 原田靖生「わが国におけるリンの需要と循環・利用の方策」『平成20年度関東東海・土壌肥料部会秋季研究会資料、リン酸肥料資源の確保と効率的利用技術の現状と展開』、中央

農業総合研究センター、p. 1-9、2008.

- 3) 黒田章夫「リン資源枯渇の危険予測とそれに対応したリン有効利用技術開発」『環境バイオテクノロジー学会誌』、4、p. 87-94、2005.
- 4) 金澤健二「都道府県の施肥基準値及び堆肥の施用基準値のデータベース並びに作物の収穫物の養分含有率のデータベースとその利用法」『中央農研センター研究報告』、12号、p. 27-50、2009.
- 5) 石岡巖ら「新たな窒素肥効分析法に基づいた家畜ふん堆肥の施用支援ツール」、平成20年度共通基盤研究成果情報
- 6) 棚橋寿彦ら「牛ふん堆肥・豚ふん堆肥中のリン酸マグネシウムアンモニウムの存在とその評価のための抽出法」、土壌肥料学雑誌、81(4)、p. 329~335、2010
- 7) 棚橋寿彦ら「酸性デタージェント可溶有機物と無機態窒素を指標とした牛ふん堆肥・豚ふん堆肥の窒素肥効評価」、土壌肥料学雑誌、81(4)、p. 329~335、2010
- 8) 小柳渉ら「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」、土壌肥料学雑誌、81(2)、p. 144~147、2010
- 9) 実用技術開発事業 18053 マニュアル作成委員会「家畜ふん堆肥の肥料成分・窒素肥効評価マニュアル」、p. 1~172、2010
- 10) 加藤直人ら「施用当分の窒素肥効からみた推奨すべき家畜ふん堆肥の施用法」『土肥学会講要』、55、p. 156、2009.
- 11) 前田守弘ら「畑地における窒素溶脱解析ツール SOILN-jpn の開発」、平成19年度共通基盤研究成果情報、中央農業総合研究センター、2007
- 12) 上藺一郎ら「日本の畑土壌に対する80℃16時間水抽出法による可給態窒素簡易評価法の適用」、土壌肥料学雑誌、81(1)、p. 39-43、2010
- 13) 上藺一郎ら「80℃16時間水抽出液のCOD簡易測定による畑土壌可給態窒素含量の迅速評価」、土壌肥料学会誌、81(3)、p. 252~255、2010
- 14) 横田剛ら「製造条件の異なる牛ふん堆肥の無機態リン酸組成」、土壌肥料学雑誌、74(2)、p. 133-140、2003.
- 15) 村上圭一ら「三重県内で生産された鶏ふん堆肥の成分特性」、土壌肥料学雑誌、80(2)、p. 165-167、2009.

畑土壤可給態窒素の簡易・迅速評価法

(独)農研機構中央農業総合研究センター

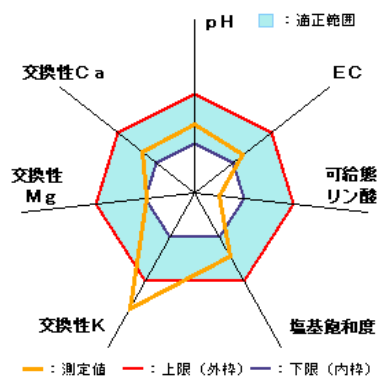
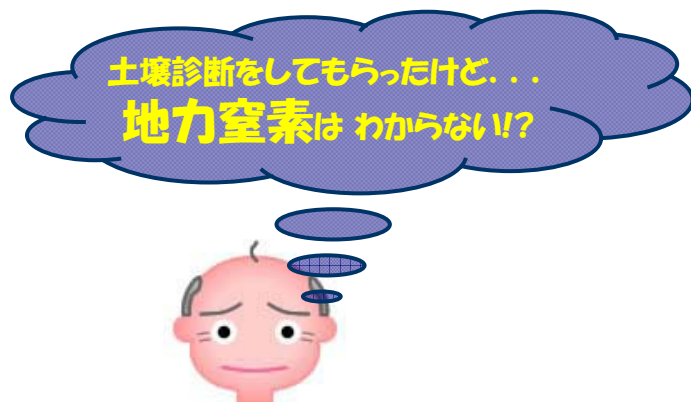
資源循環・溶脱低減研究チーム

はじめに

施肥の基本は、土壤に不足する養分を適切な時期に適切な方法で適量施用することです。したがって、土壤診断をおこなって土壤の養分状態を知ることが、適正施肥の第一歩となります。

なかでも土壤からゆっくりと作物に供給される窒素(地力窒素)は、土壤の作物生産力を左右する重要な診断項目の一つです。堆肥などの有機質資材を施用して地力窒素を維持・向上させることは大切ですが、地力窒素が必要以上に高まると、過繁茂・倒伏などによって食味・品質の低下を招いたり、硝酸による地下水汚染の危険が増加します。

そこで、地力窒素の多少に応じた窒素施肥や有機物施用が必要になります。



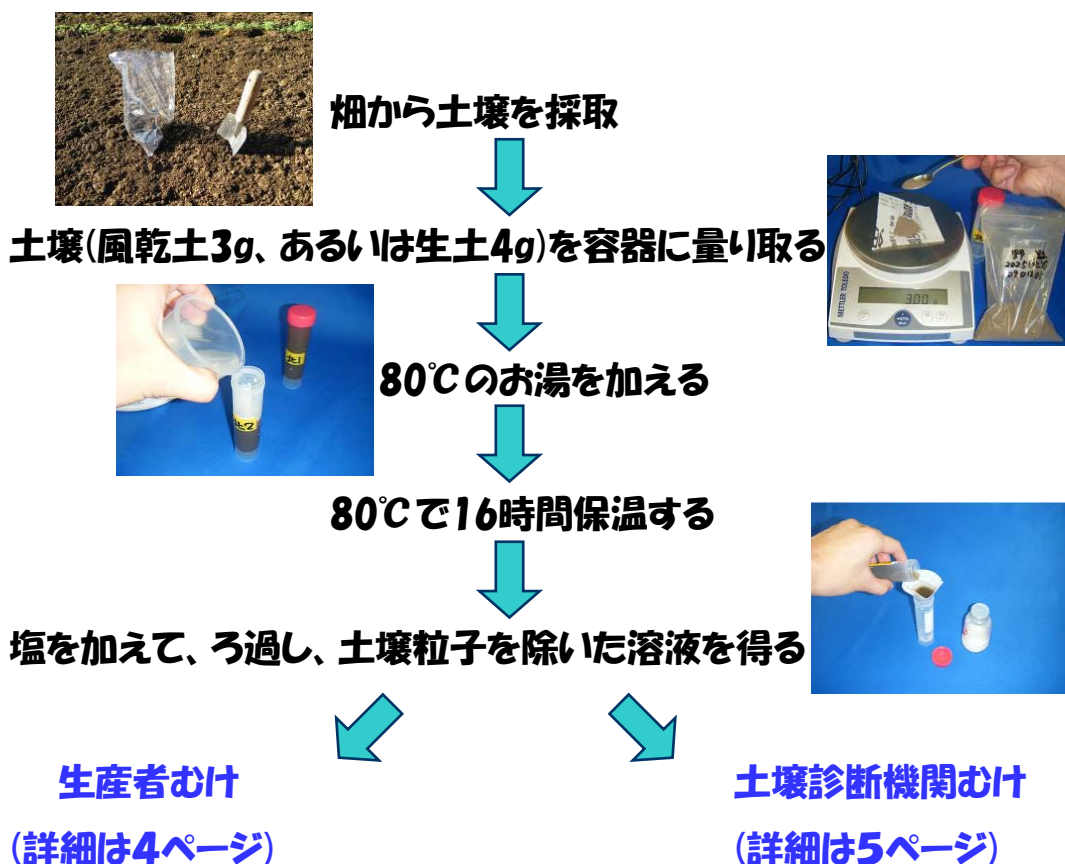
しかし、地力窒素の指標として使用されている可給態窒素(地力増進基本指針における普通畑の目標値:乾土100g当たり5mg以上)は、土壤を4週間培養して測定するので、結果を得るまでに時間がかかり、また操作も簡単ではありません。

そこで、多くの簡易推定法が提案されてきましたが、土壤の種類によっては使用できないことや、高価な分析機器が必要であるなど、汎用性、利便性に問題がありました。このため、可給態窒素を分析項目に含めている土壤分析機関は少なく、地力窒素を知りたいという生産者のニーズに応えることができませんでした。

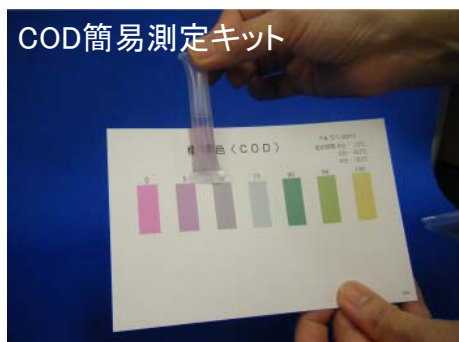
そこで、土壌の種類の違いや、堆肥を連用した土壌にも適用でき、また普及センターや土壌分析機関、あるいは生産者自らが簡単に操作できる畑土壌可給態窒素の簡易判定法を開発しました。

開発した分析法の概要

土壌に80°Cのお湯を注ぎ、16時間保温して、抽出した有機物量から可給態窒素量を推定する方法です。



溶液の COD (化学的酸素消費量) を市販の簡易測定キットを用いて色で判定



溶液中の窒素量、あるいは溶存有機態炭素量を測定



開発した分析法の特徴と注意点

- ①この方法は、広範な種類の土壌や堆肥連用土壌にも使えます。ただし、転換畑を含む水田土壌では精度が悪くなりますので、**畑土壌限定**で使用して下さい。水田土壌については、現在、検討中です。



- ②温度や抽出時間を変えると結果も異なります。**80°C・16時間**は、できるだけ正確に守って下さい。

※16時間保温抽出は、可能であれば温度調節機能付きの乾燥機などをご利用下さい。電気ポットを使用する場合は、4ページの注意書きに従って下さい。なお、電気ポット製造メーカーでは、水以外のものを入れた場合に、火傷や故障の危険があると注意していますので、ご留意下さい。

- ③未風乾土(生土)でも風乾土と同じ結果が得られますので、急ぐときには風乾調整をせずに実施できます。したがって、**土壌を採取した翌日には判定することができます**。ただし、土壌に含まれる石や太い根は取り除いてから実施して下さい。

- ④理化学機器を使わずに身近な道具のみで行うこともできます。また、毒・劇物薬品を使用しないので、廃液処理の必要はありません。COD測定用の簡易測定キットや遠沈管は、インターネット販売などで入手可能です。簡易測定キットの使い方は、その取り扱い説明書に従って下さい。



※CODの測定では反応時間(溶液を吸入してから色を判定するまでの時間)は必ず守って下さい。また、直射日光の当たらない15~25°Cの室温で行って下さい。

- ⑤抽出や希釈には、CODがゼロの水を使用します。井戸水や水道水は使用できません。CODがゼロの水としては、蒸留水や市販のミネラルウォーターがあります。ただし、使用する前に必ずCODがゼロであることを確認して下さい。
- ⑥ろ過の直前に加える塩化カリは、食卓塩で代用できますが、これも使用する水に溶かしてCODがゼロになることを事前に確認して下さい。

土壌診断機関の方へ

80°C16時間加熱処理しても硝酸態窒素量は変化しませんので、この方法で得られる抽出液を用いて、土壌の硝酸態窒素量を測定できます。ただし、アンモニア態窒素は80°Cの処理によって増加しますので、土壌のアンモニア態窒素は別途、塩化カリウム抽出法によって測定して下さい。

畑の地力を家で測ってみよう 生産者むけ



測定に必要な道具

- 80℃保温機能付き電気ポット
- ① キッチンスケール(最小表示 0.1g)
- ② 時計(ストップウォッチ)
- ③ 50ml容 ネジ蓋付き抽出容器 (80℃耐熱性、目盛り付きが良い、写真は遠沈管)
- ④ カップ
- ⑤ スプーン
- ⑥ 水(ミネラルウォーター)
- ⑦ ろ紙 1枚
- ⑧ チャック付ポリ袋 1枚
- ⑨ COD簡易測定キット チューブ2本
- ⑩ 塩化カリウム(食卓塩) 0.3g 土壌

初期投資
¥18,000

1点当たりの
分析費用
¥150

1日目 (夕方5時頃保温開始)

- ① 電気ポットで、80℃のお湯を沸かす
- ② 抽出容器に測定する試料の名前を書く
- ③ 土壌をはかり、抽出容器にいれる
風乾土は3.0g、生土なら4.0g

やけどに注意!
カップを使いましょう

- ④ 50mlの目盛りまでお湯を注ぐ

80℃に設定した**通風恒温乾燥機**でもOK
⑤ しっかり蓋をし、約30秒間激しく振り混ぜる

よく混ぜないと、**測定値が低くなります!**

チャック確認!
ポット内汚れ防止

満水目盛りを超えないように!



※注意 ポリ袋がポットの蒸気口をふさぐと、不意に湯が排出され、やけどや故障のおそれがあります。このため、容器を入れたポリ袋の空気を抜いた後に、ヒモで縛り、電気ポットに入れたときにポリ袋の上端が満水目盛りを超えないように湯量を調整してください。

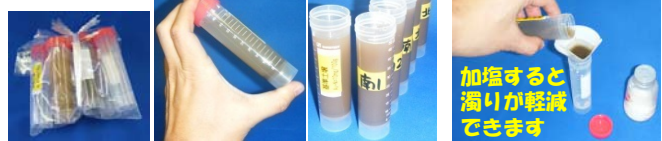
2日目 (翌朝9時頃に保温終了:16時間)

- ① ポットからとりだしてよく振り混ぜ、蓋を開けて室温になるまで2時間程度冷ます
- ② 塩(約0.3g)を入れて攪拌し、しばらくしてから上澄み液をろ過する

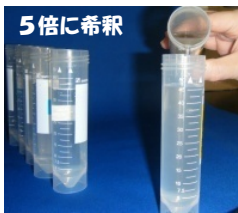
- ③ 希釈容器に、ろ液(10mL)と室温の水(40mL)を注ぎ(計50mL)、蓋をして混ぜる

COD簡易測定キット
バクテスタWAK/KR-COD 株)共立理化学研究所

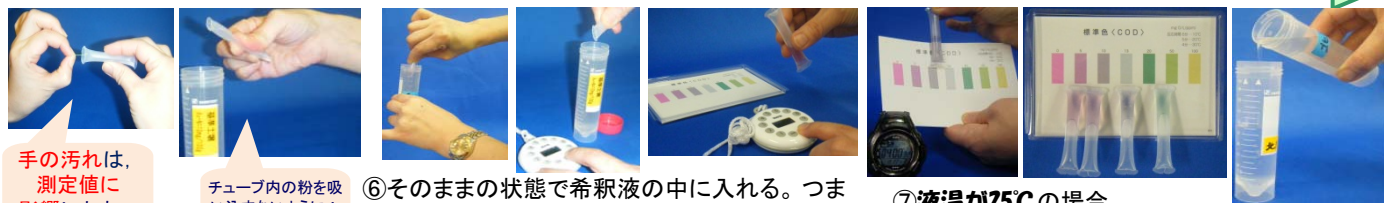
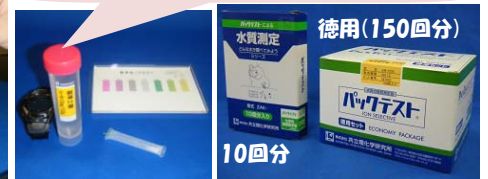
- ④ COD簡易測定キットとストップウォッチを準備



加塩すると濁りが軽減できます



温度計で液温を確認しておいたほうが良い



手の汚れは、測定値に影響します!

チューブ内の粉を吸い込まないようにむせます…(v>)

- ⑤ チューブ先端のラインを引き抜き、穴を上にしてチューブの下半分を強くつまみ、中の空気を追い出す

- ⑥ そのままの状態希釈液の中に入れる。つまんだ指を緩め、**チューブの半分まで**液を吸い込んだら、すぐにストップウォッチを押す。5、6回軽く振り混ぜて待つ

吸液量が多いと数値が高く、少ないと低くなります!

- ⑦ 液温が25℃の場合、**4分30秒後**に標準色版に照合し数値を読み取る

液温によって**反応時間が異なるので注意**

- ⑧ 色が緑を帯びていたら(13以上)、10倍希釈液で測り直す
緑になると、数値の判定が難しい…

可給態窒素含量(mg/100g風乾土) = 測定値 × 希釈倍率 × (100/3) × (50/1000) × 0.034

- ※1 標準色版で読み取った値
- ※2 抽出液を薄めた倍数 5倍, 10倍…
- ※3 土3gを100gあたりに換算する係数
- ※4 検水50mLを1Lあたりに換算する係数
- ※5 判定色の数値を可給態窒素量に換算

※換算値のため

- 5倍希釈液で、数値が13 → 可給態窒素=4mg(土壌100g当たり)
- 10倍 " → " 8 "
- 20倍 " → " 16 "

80℃ 16時間水抽出-COD簡易測定キットによる 畑土壌可給態窒素の簡易判定

土壌診断機関むけ

1日目 (夕方5時頃保温開始)

①事前に抽出用のお湯を沸かす

②風乾土壌を3.0g 秤取りし、100ml容三角フラスコに入れる (別途、含水率を測定)

③土壌込み三角フラスコの重量(A)を測定する

④ポットでお湯約50mlを注ぎ、攪拌した後、アルミホイルで蓋をする

⑤予め80℃に設定した通風恒温乾燥機で16時間静置加熱する



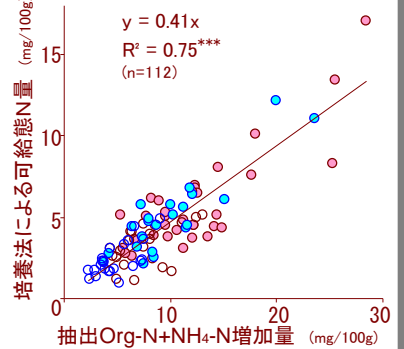




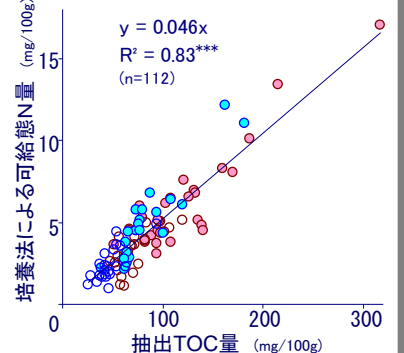
各測定値の推定精度

○黒ボク土 堆肥なし ●黒ボク土 堆肥連用
○非黒ボク土 堆肥なし ●非黒ボク土 堆肥連用

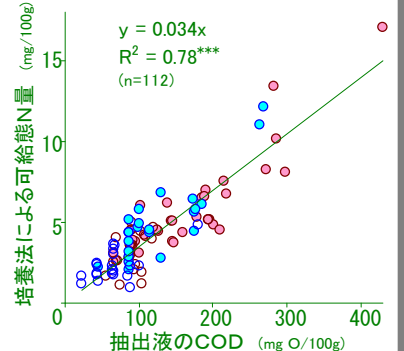
①抽出窒素量からの推定



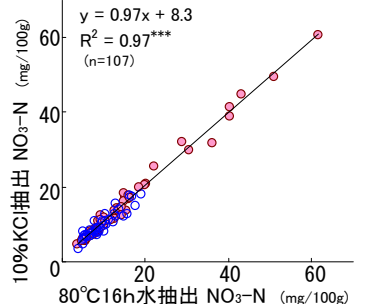
②抽出有機態炭素量からの推定



③抽出液のCOD値からの推定



※土壌の硝酸態窒素も測定可能



※注意 NH₄-N量は加熱によって増加するため異なります。

2日目 (翌朝9時頃に保温終了:16時間)






①室温になるまで2時間程度放冷

②三角フラスコの重量(B)を測定する
抽出液量 = (B) - (A)

③10%硫酸カリウム溶液5mlを注ぎ、攪拌する
(液の懸濁除去とNH₄-Nの抽出)

④No. 5Cのろ紙でろ過し検水とする

土壌によつて液の色が異なる。また、抽出液は腐敗しやすいため、なるべく早めに測定する。

測定 (抽出N, 抽出C, COD)

写真はTOC-VCPH TNユニット付属 (島津製作所)



②抽出有機態炭素量で推定する方法が最も高精度で、操作も楽!

80℃16時間水抽出法では、①抽出窒素量、②抽出有機態炭素量 および③抽出液のCOD値 から可給態窒素含量の推定が可能

- 抽出窒素量で推定する場合、抽出液の全窒素量を測定し、別途測定した原土の無機態窒素量を差し引いて「抽出有機態窒素量+アンモニア態窒素増加量」を算出する
- 抽出有機態炭素量で推定する場合、抽出液の溶解有機態炭素をTOC計で測定する
- 抽出液のCOD値で推定する場合の測定法は、生産者向けの頁を参照

算出法

$$\text{可給態窒素含量 (mg/100g乾土)} = \text{測定値}^{\ast 1} \times \text{希釈倍率} \times (100/3)^{\ast 2} \times ((B-A+5)/1000)^{\ast 3} \times (100/(100-\text{含水率}))^{\ast 4} \times \text{換算係数}^{\ast 5}$$

- ※1 Nの場合、抽出有機態N+NH₄-N増加量
Cの場合、抽出有機態炭素量
COD簡易測定キットでは標準色版による読み取り値
- ※2 土3gを乾土100g当たりに換算する係数
- ※3 抽出液量を1g当たりに換算する係数
「+5」は添加した10%硫酸カリウム溶液の量

- ※4 別途、土壌の含水率を測定しておく
- ※5 換算係数は測定の種類によって異なる
抽出Nの場合、0.41
抽出Cの場合、0.046
COD簡易測定キットの場合、0.034