

たい肥の主原料と全窒素含量に基づく水田での簡易肥効判断指標

古川農業試験場

1 取り上げた理由

環境保全型農業への関心の高まりに加え、化学肥料原料価格が今後も高留まりが続く懸念から、たい肥を活用して化学肥料を減肥する取組が増加している。その際、たい肥の原料が多種多様であるため、施用量をどう決定するかが課題であった。そこで、たい肥中の有効態窒素を形態別に測定した値を合計して窒素有効化率とし、それを根拠とする施用量決定法の妥当性を確認するとともに、これらの値を利用した簡易肥効判断指標を作成したので、普及技術とする。

2 普及技術

- 1) たい肥の主原料と全窒素含量を下表に当てはめて窒素有効化率を判断し、代替率の値を上限として化学肥料の代替率を決める。それぞれの値を用いて、下記の式からたい肥施用量を算出する。

表1 たい肥の原料と全窒素含量に基づく肥効判断指標と、たい肥による化学肥料の代替率

主な原料	全窒素含量 (現物当たり%)	窒素有効化率(%) ±標準偏差	代替率(上限) (%)
牛ふん	1%未満	10±4	20
	1～1.5%	18±6	30
	1.5～2%	27±7	30
鶏ふん	2%未満	31±6	30
	2～3.5%	45±7	40
	3.5～4%	56±8	50
豚ふん	0.6～4%	32±6	30
食品残さ	1～3.5%	34±7	30

＜施用量の算出方法＞

$$\text{たい肥施用量 (kg/10a)} = \frac{\text{慣行の施肥窒素量 (kg/10a)} \times \text{代替率(\%)}}{100} \times \frac{100}{\text{たい肥の全窒素(\%)} \times \frac{\text{窒素有効化率(\%)}}{100}}$$

(例) 慣行の施肥窒素量6kg/10aを40%減肥し、残りを全窒素3.0%の鶏ふんで代替する場合

$$\text{たい肥施用量 (kg/10a)} = 6(\text{kg/10a}) \times \frac{40(\%)}{100} \times \frac{100}{3.0(\%) \times \frac{45(\%)}{100}} = 178(\text{kg/10a})$$

3 利活用の留意点

- 1) 窒素有効化率は、たい肥中の全窒素のうち稲作1作期間のうちに有効化する割合を示す。標準偏差や図1で示すようにある程度のばらつきが想定されるため、化学肥料の代替率は表1の値を上限とするのが安全である。

- 2) 牛ふんと豚ふんのように複数の畜種が混合されている場合、最も混合割合が多い畜種で判断する。全窒素含量は最近の分析値があればそれを用いるが、無い場合は成分表示値を使用する。この場合、実際の含量とのずれを生じる場合があるが、表1の代替率以内の施用であれば、その影響は大きくないと考えられる。
- 3) 追肥を行っているほ場の場合は、慣行の施肥窒素量は追肥を含めた量として計算する。その際、化学肥料の減肥相当分は基肥を減肥し、追肥は従来どおり行うほうが安全である。
- 4) 同じ畜種であってもおがくずやバーク、剪定枝など木質資材が多量に混入している場合は窒素有効化率が低くなる場合があるので(図4)、有効化率、代替率ともに表1の値よりも低めに判断する。
- 5) たい肥による代替率を50%以上とした場合、生育初期の茎数増加が遅く、穂数・粒数も少ない傾向となる場合があり(表2)、地力の低い土壌ではその影響が大きくなる懸念がある。したがって、代替率は表1を上限とするとともに、未知のたい肥を使用する場合は小面積で試験栽培を行い、結果に応じて次年度以降に施用量を調整すれば安全性が高まる。
- 6) たい肥の施用から代かきまでの期間が長くなるほどアンモニア態窒素の硝酸化成が進行し、窒素肥効が低下しやすくなるので、春施用を基本とし、代かきまでの期間を長く空けないようにする。特に、窒素含量が高い鶏ふんたい肥のように速効性部分が多いものほど、この点に留意する(図2)。
- 7) たい肥を長年連用して水稻作を続けるとわずかずつ土壌窒素量が増加するが、表1の代替率以内であれば施用基準(普及に移す技術第82号)に概ね合致するので、いったん施用量が決まれば頻繁に変更する必要はないと考えられる。なお、田畑輪換による地力低下対策を重視する場合は、窒素含量の低い、わらや木質資材を多く含むたい肥を使用したほうがよい。
- 8) 本法により施用量を判断した結果、水稻生育が極端に過剰となった場合、あるいは全窒素含量が多いなどで表に当てはまらない場合、分解パターン測定や窒素含量の形態別測定を行う必要がある。全窒素含量が4%を超える場合はたい肥ではなく乾燥ふんまたは乾燥生ごみの可能性が高く、有効化率もさらに高いことが予想される。
- 9) 決定したたい肥施用量にリン酸、カリの含有率を掛けた値の90%をたい肥由来のリン酸、カリ供給量とみなし、その分を化学肥料のリン酸、カリ施肥量から削減することができる(普及に移す技術第82号)。

(問い合わせ先：古川農業試験場土壌肥料部 電話 0229-26-5107)

4 背景となった主要な試験研究

- 1) 研究課題名及び研究期間
 - 食品廃棄物含有たい肥の有機質窒素肥料としての活用実証事業(平成20~21年度)
 - 肥料費低減技術開発普及事業(平成21年度)
- 2) 参考データ
 - a 窒素有効化率の測定値に基づく水稻栽培試験
 - 化学肥料の50~100%をたい肥で代替した栽培において、たい肥中の全窒素に対するアンモニア態窒素、尿酸態窒素、易分解性有機態窒素(尿酸以外のリン酸緩衝液抽出性窒素)の

合計割合を窒素有効化率とし、化学肥料とほぼ同等の窒素供給量となるように施用することにより、多くの区で化学肥料を主に施用した対照区とほぼ同等の玄米収量と品質が確保できた（表1）。しかしながら、施肥の全てまたはほとんどをたい肥で行った一部の区（平成20年の牛ふん+鶏ふん混合区、平成21年の地鶏ふん区）ではやや低い収量となった（表2）。

表2 堆肥の窒素肥効を活用した施用法による水稻「ひとめぼれ」の収量と品質

ほ場	移植日	堆肥の主原料 ¹⁾	供試肥料	施肥量 ²⁾ (kg/10a)	堆肥由来 ³⁾ 窒素供給量 (kg/10a)	堆肥 施用量 (kg/10a)	堆肥の全 窒素含量 (現物%)	測定窒素 有効化率 ³⁾ (全窒素当%)
古川農試 (灰色低地土)	平成20年 5月26日	工業系食品残さ、汚泥	—	0+0	5	702	2.2	33
		調理残さ、汚泥	—	0+0	5	655	1.8	44
		牛ふん、鶏ふん混合	—	0+0	5	688	2.1	35
		対照(堆肥なし)	塩加磷安	5+0	—	—	—	—
	平成21年 5月19日	工業系食品残さ、汚泥	てまいらず	2.5+0	2.5	191	3.3	40
		調理残さ、汚泥	てまいらず	2.5+0	2.5	378	2.3	29
		食品加工残さ	てまいらず	2.5+0	2.5	201	3.5	36
		地鶏ふん	NK化成	0+1	4	258	3.5	45
		対照(堆肥なし)	塩加磷安+NK化成	4+1	—	—	—	—
	平成21年 5月1日	牛ふん、鶏ふん混合	てまいらず	3+0	3	476	2.0	32
		対照(堆肥なし)	塩加磷安+NK化成	5+1	—	—	—	—
	農家ほ場 (黒泥土)	平成21年 5月8日	採卵鶏ふん	NK化成	2+0	2	180	2.36
鶏ふん、豚ふん混合			NK化成	2+0	2	235	2.59	33
対照(牛ふん、農家慣行)			高度化成444	3+0	0.7	1000	0.5	15

堆肥の主原料 ¹⁾	穂数 (本/m ²)	籾数 (×千粒/m ²)	精玄米重 (kg/10a)	収量比	玄米タンパク 含有率 (乾物当たり%)	整粒 割合 (%)
工業系食品残さ、汚泥	432	29.3	519	98	6.7	—
調理残さ、汚泥	483	30.9	511	97	6.5	—
牛ふん、鶏ふん混合	413	28.5	491	93	6.7	—
対照(堆肥なし)	478	31.0	528	100	6.6	—
工業系食品残さ、汚泥	505	29.9	554	106	6.7	90
調理残さ、汚泥	481	26.9	524	100	6.7	92
食品加工残さ	492	29.1	528	101	6.7	90
地鶏ふん	384	22.0	472	90	6.9	91
対照(堆肥なし)	506	27.7	522	100	6.8	91
牛ふん、鶏ふん混合	451	30.7	539	107	6.6	88
対照(堆肥なし)	416	26.2	504	100	6.6	80
採卵鶏ふん	498	33.4	612	104	7.2	88
鶏ふん、豚ふん混合	429	26.7	575	98	7.1	90
対照(牛ふん、農家慣行)	487	35.0	588	100	7.5	84

注1)堆肥の施用時期は、古川農試ほ場は全て代かき直前であり、農家ほ場は対照区が前年11月、その他2区は4月初めである。

注2)基肥+追肥(減数分裂期)の施肥窒素成分量

注3)堆肥中の1mol/L塩酸抽出アンモニア態窒素、尿酸態窒素、リン酸緩衝液抽出有機態窒素(尿酸以外)を個別に測定し、全窒素に対するその合計割合を窒素有効化率として目的の窒素供給量となるように施用した。

b たい肥の原料別全窒素含量と窒素有効化率の関係

宮城県内で入手できる、複数畜種の混合を含む各種たい肥の全窒素含量と窒素有効化率との関係を見ると、原料の主体が牛ふんのもので鶏ふんのものであれば正の相関関係が認められるのに対し、豚ふん主体のもので食品残さ主体のものでは全窒素含量に関係なく有効化率30%近辺が多かった。このことから、牛ふん主体と鶏ふん主体のたい肥の有効化率は全窒素含量で区分することとし、豚ふん主体と食品残さ主体については一定の値を用いることとした(図1)。また、図から分かるとおり回帰直線に対してばらつきがあることから、標準偏差

を併記した判断指標とした。

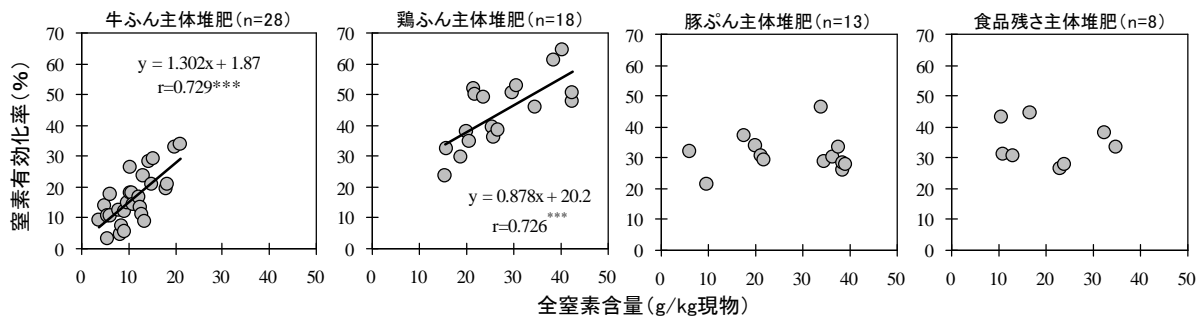


図1 堆肥の全窒素含量と窒素有効化率の関係 (***:0.1%水準で有意)

原料の内訳 牛ふん主体堆肥:牛ふん+副資材 13点, 牛ふん+豚ふん+副資材 11点, 牛ふん+鶏ふん+副資材 4点
 鶏ふん主体堆肥:鶏ふんのみ 9点, 鶏ふん+副資材 5点, 鶏ふん+豚ふん 2点, 鶏ふん+牛ふん 2点
 豚ふん主体堆肥:豚ふんのみ 8点, 豚ふん+副資材 2点, 豚ふん+牛ふん+副資材 3点
 食品残さ主体堆肥:食品残さ+副資材 6点, 食品残さ+牛ふん+副資材 2点

c 窒素供給パターンの特徴について

たい肥中の有効態窒素のうち、アンモニア態窒素と尿酸態窒素は速効性とし、リン酸緩衝液により抽出される有機態窒素を緩効性として各たい肥の特徴を示した(図2)。鶏ふん主体たい肥は窒素有効化率が高いだけでなく速効性の割合も高いので、肥料的な施用法に最も適していると考えられる。尿酸態窒素は鶏ふんに特有に含まれる成分で、土壤中で速やかに分解されて窒素肥効を示すが、窒素含量が高いものほど多く含まれている傾向がある(図3)。

豚ふん主体たい肥もアンモニア態窒素を多く含むため速効性の割合が高いが、窒素含量の高い豚ふんたい肥では、リン酸マグネシウムアンモニウム(MAP)といわれる通常の交換態に比べやや溶解度が低い形態のものが多いため、鶏ふんたい肥に比べると肥効発現が遅い場合がある。

リン酸緩衝液で抽出される有機態窒素は施用後の積算気温で 1000℃までに分解する窒素量にほぼ等しいことから(発表論文等 b 報告を参照)、春にたい肥を施用した場合概ね2~3ヶ月にわたり窒素が供給され、緩効的な肥効を示す部分とした。なお、パークたい肥のように木質主体のたい肥では予測が過大評価となり、極端に未熟なたい肥では逆に過小評価となる傾向がある(図4)。乾燥ふんなどの資材では未熟なたい肥と同じ現象が予想されるため、表1の有効化率を上回る可能性が高い。

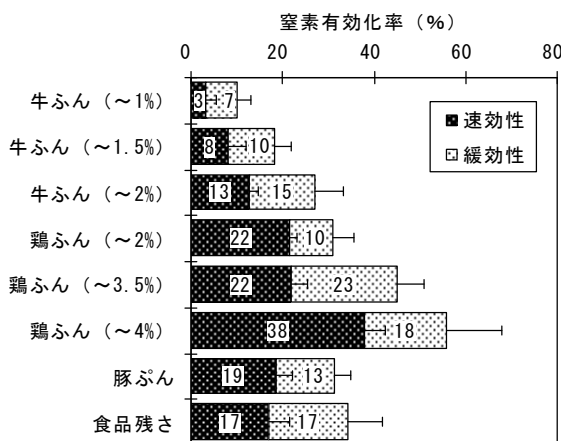


図2 各たい肥の窒素供給パターンの特徴
 速効性: 1mol/L塩酸抽出アンモニア態窒素+尿酸態窒素の全窒素に対する割合
 緩効性: 尿酸を除くリン酸緩衝液抽出有機態窒素の全窒素に対する割合
 図中のエラーバーは標準偏差を示す。

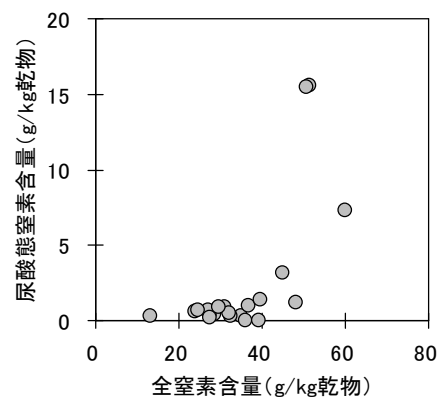


図3 鶏ふん主体または鶏ふんを含む堆肥の全窒素含量と尿酸態窒素含量の関係

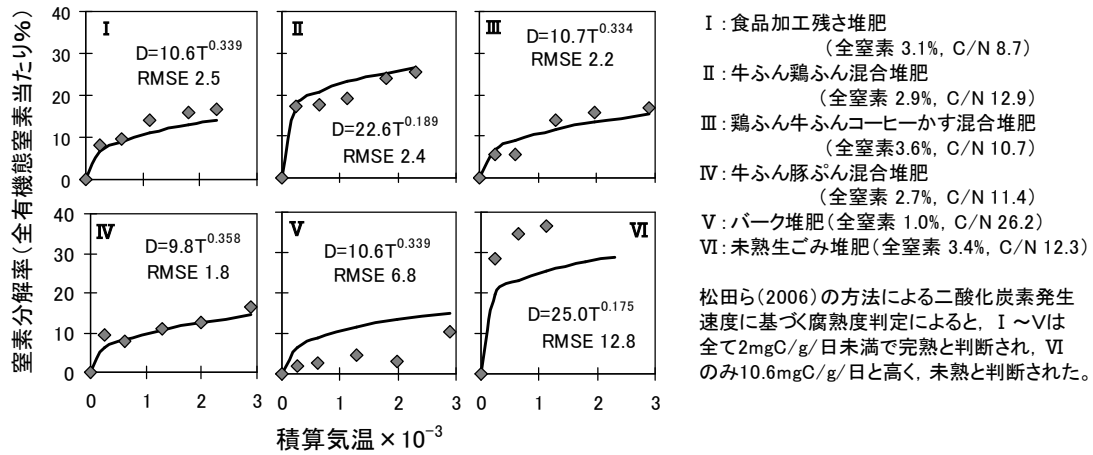


図4 リン酸緩衝液抽出窒素量から推定した分解モデルによる窒素分解率の予測値と実測値との関係(曲線が予測値, シンボルが実測値)
 RMSEは平均二乗平方根誤差を示す。
 埋設法により測定される窒素分解率を窒素供給量とみなした。

3) 発表論文等

a 関連する普及に移す技術

持続的生産のための家畜ふんたい肥の施用量の基準 (普及に移す技術第 82 号)

b 報告

瀧 典明・熊谷千冬・齋藤公夫 2009 リン酸緩衝液抽出による水田での各種たい肥の窒素分解パターン予測とその検証, 土肥誌 80 : 575～582

平成 20・21 年度東北農業研究成果情報