

持続的生産のための家畜ふんたい肥の施用量の基準

古川農業試験場

1 取り上げた理由

農地の生産力を持続させるためには、たい肥等有機物による土づくりが有効である。しかし、県内のたい肥センターや大規模な畜産農家等で生産される家畜ふんたい肥には窒素やリン酸、カリなど肥料成分が豊富に含まれる(表3)ことから、長期施用・多施用による土壌養分バランスの悪化や溶脱による地下水汚染等の環境負荷も懸念される。また、家畜ふんたい肥から投入される肥料成分量(窒素-リン酸-カリ)は、化学肥料の標準的な基肥施用量に匹敵する場合もあり、作物の生育にとって過剰で品質低下につながることも考えられる。

そこで、水稻については適正生育・品質の確保の観点から、また露地畑については、土壌養分過剰と汚染を軽減することに重点をおいた、家畜ふんたい肥の施用量と化学肥料の減肥の基準を策定したので普及技術とする。

2 普及技術

1) 水稻栽培においては、生育量を制御する観点から窒素成分による基準(表1)を定めた。

表1 水稻栽培(ひとめぼれ)における家畜ふんたい肥の施用量と化学肥料減肥の基準

たい肥の種類	たい肥の施用量	化学肥料の施用量, 減肥割合
牛ふんたい肥	10a当たり 窒素成分 10kg以内	窒素: 0~50%減肥 リン酸: 50%減~(推奨)無施用 カリ: (推奨)無施用
畜種混合たい肥※ ² 豚ふんたい肥	10a当たり 窒素成分 5kg以内	窒素: 3kg/10a以内(節減栽培可能) リン酸: 50%減~(推奨)無施用 カリ: 50%減~(推奨)無施用
鶏ふん	10a当たり 窒素成分 4kg以内	窒素: 3kg/10a以内(節減栽培可能) リン酸: 50%減~(推奨)無施用 カリ: 50%減~(推奨)無施用

※肥効率: 窒素肥効率は牛ふんたい肥20%, 豚ふんたい肥30%, 鶏ふん50%とした。
リン酸・カリの肥効率は90%(表2脚注参照)とする。

※²畜種混合たい肥: 牛ふんが主体で豚ふん、鶏ふんの混合割合が低いものでも、窒素含量(現物当たり)1.5%以上のものは牛ふんたい肥と区分して使用する

表1の基準は、家畜ふんたい肥と化学肥料の併用により生育過剰(表4)や玄米品質が低下しない適正粒数(ひとめぼれ: 26,000~30,000粒/m²)の確保を指標とした。

なお、たい肥は春施用を前提としている。

2) 露地畑においては、土壌養分の過剰蓄積を避ける観点からリン酸、カリによる基準とした(表2)。

表2 露地畑における家畜ふんたい肥の施用量の基準

種類	可給態リン酸(作土100g当たり, トルオグ法)			たい肥成分の肥効率※(%)		
	50mg未満	50~100mg	100mg以上	窒素	リン酸	カリ
豚ふんたい肥	リン酸成分 20kg/10a	リン酸成分 10kg/10a	わらなど作物残渣を 主体とするたい肥に 転換	50	90	90
鶏ふん				70	90	90
牛ふんたい肥				30	90	90

※たい肥成分の肥効率のうち窒素とカリは「畜産環境対策検討委員会報告書」(倉島, 1983年)より引用した。
リン酸については、5%酢酸で大部分が抽出されることから90%とした。
また、畜種混合たい肥については利活用の留意点の2)参照

露地畑では、家畜ふんたい肥の連用によるリン酸、カリの蓄積が顕著に認められる(図3, 4)ことから、土壤中の可給態リン酸、交換性カリの蓄積程度により家畜ふんたい肥の施用量を加減する。

なお、豚ふんたい肥、鶏ふんでは通常リン酸含量がカリ含量を上回るのでリン酸投入量による基準とし、牛ふんたい肥についてはリン酸含量よりもカリ含量が若干高い場合があるので、リン酸とカリ投入量の併用による基準とした。また、化学肥料投入量はたい肥成分の肥効率を勘案し適宜減肥することが望ましい。

3) 肥効率による化学肥料の減肥について

施用する家畜ふんたい肥の肥料成分のうち作物が利用可能な量は表1, 2に示した肥効率を参考に計算できる。その量を化学肥料投入量から差し引き減肥することとする。

肥効率とは化学肥料の肥効を100としたときの家畜ふんたい肥の含有成分の肥効率であり、たい肥を1年に1回施用したときの概ね1年間の肥料成分の肥効である。たい肥現物中の化学肥料の肥効に換算した成分量(kg)は[現物(kg)×成分含量(%)×肥効率(%)]で算出し、その量を化学肥料から減肥する(試算例は表5を参照のこと)。

3 利活用の留意点

1) 施用する家畜ふんたい肥は腐熟度判定を行っておくことが望ましい。(普及技術「家畜ふんたい肥のフローチャート式腐熟判定と腐熟の現状」を参照のこと)

2) たい肥センターや大規模畜産農家等で生産される家畜ふんたい肥を想定しているが、それ以外についても上記に準じる。

また、原料が複数畜種の場合、原料割合の多いもので判断することとする。

3) 水はけの悪い条件下での豚ふんたい肥、鶏ふんの施用は脱窒を促進し、施肥窒素が損失、収量低下につながることもある。また、麦作では越冬後の肥効が明確でないこと(特に大麦で硬質粒発生を誘因)から、転換畑については、腐熟度の高い牛ふんたい肥を10a当たり1000kg以内の施用とする。

4) 鶏ふん資材(発酵鶏ふん、鶏ふんたい肥など)は、発酵の程度により速効性の尿酸態窒素の残存割合の変動がある。乾物当たり窒素含量が3%を越えるものは特に尿酸態窒素の含量が高いため窒素肥効率は100%とする。

5) たい肥中のリン酸は簡易法により測定できる。

「豚ふん堆肥のリン酸含量を基準とした水稻基肥施用量の算定」、第78号参考資料参照。

6) 水田、露地畑いずれも土壌診断を行い、土壌養分の可給態リン酸の蓄積程度や塩基バランスなどチェックする。また、家畜ふんたい肥の散布と合わせ深耕に努めることが必要。

なお、窒素残存については表1, 2の基準内であれば連用10年程度は問題ないと考えられるが、10年以上の連用となる場合は窒素発現量などのチェックも必要。

7) この普及技術中の「リン酸」は P_2O_5 、「カリ」は K_2O である。また、可給態リン酸の分析法はトルオーグ法による。

(問い合わせ先: 古川試験場土壌肥料部 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

土壌機能増進事業(平成12～16年度)

みやぎの環境にやさしい農産物栽培技術体系の確立－水稻編－（Ⅱ期）（平成15～17年度）

土壌機能増進のための有機質資源施用基準の策定(平成17年度～)

2) 参考データ

a) たい肥センターや大規模畜産農家等で生産される家畜ふんたい肥の成分を示した(表3)。

昭和63年頃の堆きゅう肥と比べると、水分含量が低く、窒素、リン酸、カリいずれの成分も高くなっている(牛ふんたい肥はカリが高く、豚ふん・鶏ふんはリン酸が高い)。また、C/N比が低いことから窒素肥効は比較的速やかと考えられる。

現物1トン当たりの成分相当量は、昭和63年頃の窒素が約5倍、リン酸が25～50倍、カリが3～5倍量となる。単純に言い換えれば、窒素基準で5分の1程度の量しか施用できないことになる。

表3 たい肥センター等のたい肥と従来の堆きゅう肥の成分の比較 (現物%)

種 類	水分	C/N	全炭素	全窒素	リン酸	カリ	たい肥1トンに含まれる肥料成分			
							窒素(kg)	リン酸(kg)	カリ(kg)	
最近のたい肥センターの製品	牛ふんたい肥(n=15)	47	16	18.6	1.2	1.5	2.1	12	15	21
	豚ふんたい肥(n=9)	27	10	25.9	2.9	5.1	2.7	29	51	27
	鶏ふん(n=13)	30	12	17.8	1.7	4.0	2.3	17	40	23
従来の堆きゅう肥(昭和63)	わらたい肥	70	26	7.8	0.3	0.1	0.5	3	1	5
	牛きゅう肥	75	20	8.0	0.4	0.2	0.7	4	2	7

たい肥センターの製品は古川農試平成13～14年分析、従来の堆きゅう肥は農業センター昭和63年の分析

表3-2 たい肥センター等のたい肥の成分 (参考) (現物%)

種 類	水分	C/N	全炭素	全窒素	リン酸	カリ	
牛ふんたい肥	牛01	45.7	16.9	17.5	1.0	1.0	1.5
	牛02	68.6	27.6	13.4	0.5	0.5	0.7
	牛03	48.7	16.0	18.7	1.2	1.0	2.0
	牛04	66.8	17.6	11.6	0.7	1.0	1.1
	牛05	42.1	12.0	21.8	1.8	3.5	2.3
	牛06	61.0	30.5	17.1	0.6	0.4	0.4
	牛07	58.5	14.5	14.2	1.0	1.1	1.7
	牛08	42.5	9.7	9.2	1.0	1.2	2.5
	牛09	31.2	11.8	25.7	2.2	2.9	3.3
	牛10	24.1	14.7	30.3	2.1	2.6	3.9
	牛11	50.1	12.0	10.9	0.9	1.5	1.8
	牛12	38.4	15.4	24.0	1.6	1.6	2.6
	牛13	36.5	15.0	23.8	1.6	1.6	2.7
	牛14	49.2	16.5	19.8	1.2	0.9	1.8
	牛15	44.0	13.3	21.4	1.6	1.3	2.6
豚ふんたい肥	豚01	19.6	7.6	27.6	3.6	8.3	3.6
	豚02	32.6	12.9	26.7	2.1	4.1	1.7
	豚03	39.3	19.3	23.2	1.2	2.4	1.6
	豚04	28.3	9.1	20.9	2.3	4.6	3.0
	豚05	29.7	7.5	27.5	3.7	5.6	2.8
	豚06	20.3	8.7	32.1	3.7	4.8	2.3
	豚07	29.6	9.2	29.7	3.2	4.2	2.1
	豚08	25.9	8.2	21.5	2.6	5.5	3.5
	豚09	20.6	6.7	23.4	3.5	6.8	3.6
鶏ふん	鶏01	22.7	7.1	23.5	3.3	4.8	2.6
	鶏02	17.3	9.3	20.2	2.2	6.9	3.8
	鶏03	14.2	11.2	15.1	1.3	4.0	2.6
	鶏04	47.8	19.0	14.6	0.8	1.5	1.0
	鶏05	11.2	9.7	15.5	1.6	5.5	3.4
	鶏06	22.5	10.8	15.5	1.4	4.5	3.0
	鶏07	31.0	10.7	14.6	1.4	4.2	2.7
	鶏08	42.9	18.4	15.1	0.8	1.8	1.0
	鶏09	52.8	18.6	15.0	0.8	1.8	1.0
	鶏10	41.3	11.1	9.2	0.8	5.2	0.7
	鶏11	38.0	9.1	11.4	1.2	4.9	2.6
	鶏12	27.8	10.3	30.0	2.9	3.4	2.8
	鶏13	20.4	9.4	32.2	3.4	3.5	2.8
その他(畜種混合)	他01	52.1	21.8	12.5	0.6	1.4	1.3
	他02	35.5	13.4	17.7	1.3	1.5	2.0
	他03	30.2	10.4	27.2	2.6	3.8	3.6
	他04	26.8	14.0	21.6	1.5	2.3	3.1
	他05	42.1	17.9	21.6	1.2	2.0	1.6

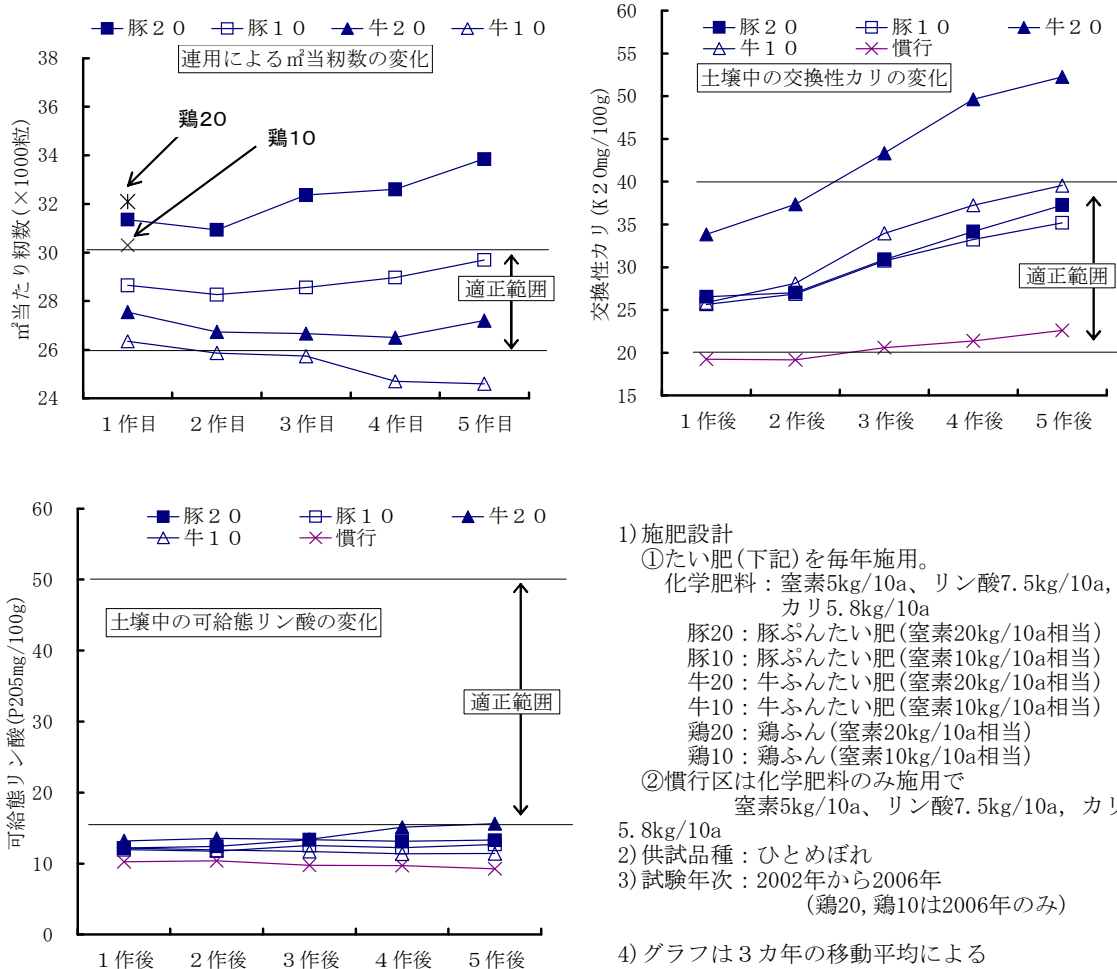
古川農試平成13～14年分析

b 水田における家畜ふんたい肥5年連用のデータ

- a) 化学肥料の減肥なしの場合、「ひとめぼれ」の m^2 粗数は豚20、鶏20、10区では1作目から過剰となり。豚10も年々増加し、5年目で限界。牛ふんたい肥施用時の m^2 粗数は横ばい(図1上左)。
- b) 土壌中の交換性カリはすべて増加傾向にある。CECが20のとき土づくり目標は K_2O として20~40mg/100gであり、家畜ふんたい肥連用による塩基バランス(Mg/K比)の悪化が懸念される(図1上右)。
- c) 可給態リン酸は微増から横ばいである(図1下左)。

5年間の連用試験データでは、可給態リン酸の増減は明確でなかったが、他県のデータ等では蓄積を示唆するものが多い。

土壌実態モニタリング調査(平成11-14年度)の結果から、県内の水田土壌の可給態リン酸が、土づくり目標(15~50mg)に達していないほ場もまだ7割程度(平均値は13.5mg/100g)あることから、当面は定期的な土壌診断等によりリン酸富化の動向を観察する。



- 1) 施肥設計
- ①たい肥(下記)を毎年施用。
化学肥料：窒素5kg/10a、リン酸7.5kg/10a、カリ5.8kg/10a
豚20：豚ふんたい肥(窒素20kg/10a相当)
豚10：豚ふんたい肥(窒素10kg/10a相当)
牛20：牛ふんたい肥(窒素20kg/10a相当)
牛10：牛ふんたい肥(窒素10kg/10a相当)
鶏20：鶏ふん(窒素20kg/10a相当)
鶏10：鶏ふん(窒素10kg/10a相当)
- ②慣行区は化学肥料のみ施用で
窒素5kg/10a、リン酸7.5kg/10a、カリ5.8kg/10a
- 2) 供試品種：ひとめぼれ
3) 試験年次：2002年から2006年
(鶏20, 鶏10は2006年のみ)
- 4) グラフは3カ年の移動平均による

図1 水稲における家畜ふんたい肥連用の影響

c) 家畜ふん堆肥を用いた「ひとめぼれ」の化学肥料の代替試験

a) 有機質資源施用による籾数の増加

窒素5kg/10a相当の豚ふんたい肥、鶏ふんを施用したとき、 m^2 当たり籾数は化学肥料単用の場合に比べ2~3000粒増加する(図2)。同様に牛ふんたい肥を施用した場合は(データなし)、安定的な籾数確保が難しい。窒素1kg当たりの籾数増加は化学肥料約1800粒/ m^2 に対し、豚ふん堆肥は450粒/ m^2 、鶏ふん600粒/ m^2 、牛ふんたい肥はバラツキが大きく判然としない。

b) 水稲一作期間の家畜ふんたい肥の窒素分解率は牛ふんたい肥(10~20%)、豚ふんたい肥(30~40%)、鶏ふん(40~50%)程度で(「培養法による家畜ふんたい肥の窒素無機化量の測定法」, 第81号参考資料), その利用率はさらに50%程度と推定される。また, リン酸, カリの肥効率は100とした。

c) 年次別データ

ひとめぼれの標準的な化学肥料基肥窒素(5kg/10a)に豚ふんたい肥、鶏ふんとも窒素相当5kg/10aの上乗せでは m^2 当たり籾数が過剰になるが、基肥窒素を3kg/10a以下に減ずることで収量を維持しながら適正な籾数が確保できる(表4)。鶏ふんについては分解率(上記b)を考慮しやや施用量を5kg/10aからやや減ずるのが安全と考えられる。

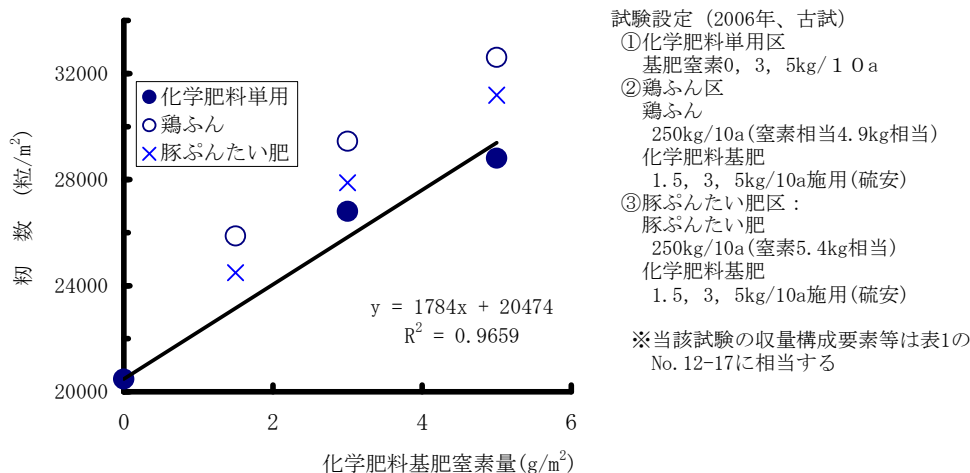


図2 有機質資材の施用による m^2 当たりの増加 (2006年)

表4 年次別収量構成要素

No.	試験年次	たい肥		化学肥料基肥窒素施用量(kg/10a)	m^2 穂数(本/ m^2)	m^2 籾数(100粒/ m^2)	登熟歩合(%)	精玄米重(1.9mm<)(kg/10a)
		種類	たい肥窒素相当(kg/10a)					
1	2003年	豚A	1.8	2.0	448	21,500	88	427
2		豚A	3.4		503	24,500	87	451
3		豚A	5.1		471	25,800	78	452
4		豚B	3.7		515	25,400	80	471
5		豚B	6.9		558	27,400	85	512
6	2004年	豚B	5.0	2.5	409	26,020	84	514
7	2005年	豚C	5.1	3.5	419	28,500	84	535
8			5.1	5.0	455	30,300	84	570
9	2006年	豚C	3.5	1.5	420	24,200	85	454
10				3.0	471	27,500	83	501
11				5.0	464	27,200	83	502
12			1.5	398	24,500	80	433	
13			3.0	472	27,900	85	522	
14		5.0	499	31,200	73	499		
15		鶏ふん	5.4	1.5	428	25,900	89	510
16				3.0	464	29,500	77	499
17				5.0	499	32,600	67	476

※ 斜体文字は化学肥料削減栽培に相当

※※使用した有機質資材の成分(現物当たり%, 窒素-リン酸-カリ)

豚A : 1.9-2.8-2.2, 豚B : 3.5-5.6-2.7, 豚C : 2.0-4.4-2.5, 鶏ふん : 2.2-4.2-5.4

d 露地畑における家畜ふんたい肥連用の影響

a) 連用により可給態リン酸及び交換性カリは徐々に増加する(図3)。

1作当たりの家畜ふんたい肥の施用量が多くなるほど1作ごとの土壌中の可給態リン酸、交換性カリの増加量は大きくなる(図4、カリは省略)。

b) 露地畑における可給態リン酸(トウモロコシ法)の目標は20~50mg/100gであるが、現況としては50mg/100gを超過している事例が多い。露地野菜で100mg/100g程度までは収量の低下がみられないという報告もあることから、基準値を超える50~100mg/100gの土壌については、1/2量に減じて施用を可能とした。

c) 有機質資材の成分は土壌中で分解(無機化)されることで有効となるが、その程度は原料や成分含量により異なる。肥効率とは、作物に利用可能となるたい肥中の肥料成分を化学肥料の肥効を100と仮定したときの割合で示したものである。(利用例:表5)

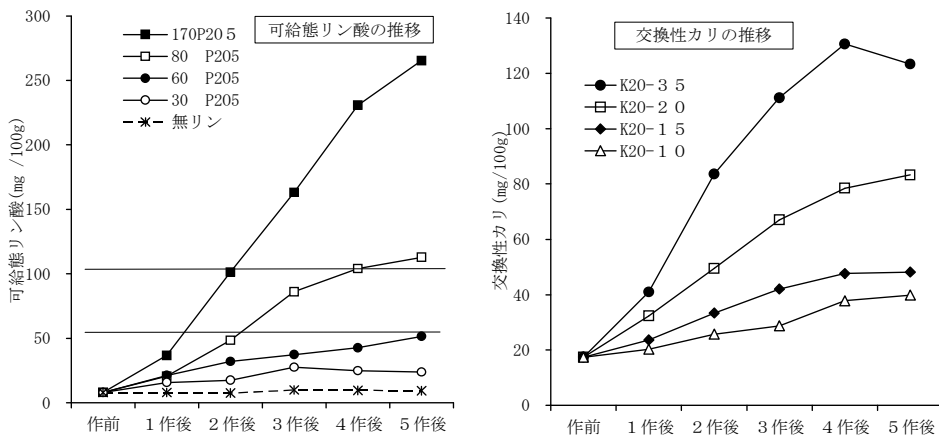


図3 各作物収穫後の土壌中の土壌養分の推移

・スイートコーン-キャベツ-スイートコーン-キャベツ-スイートコーンの計5作の牛ふんたい肥、豚ふんたい肥の連用試験(2002-2004年)のデータから作図。
 ・グラフ中の数値は1作当たりの施用量。(80 P205はリン酸相当80kg/10aの施用)

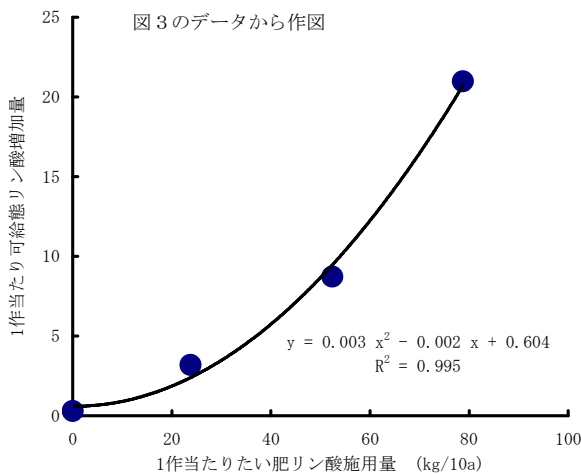


図4 たい肥のりん酸施用量による作土中可給態りん酸の増加

表5 家畜ふんたい肥成分の肥効率の利用例

- ①成分含量（窒素－林産－カリ＝2.5%－5%－3%）の豚ふんたい肥でリン酸成分で20kg/10a施用する
 ②現物施用量は $20 \div 0.05 = 400 \text{ kg/10a}$ となる
 ③400kgの豚ふんたい肥の窒素，カリ成分量は，
 窒素： $400 \text{ kg} \times 2.5\% = 10 \text{ kg/10a}$
 カリ： $400 \text{ kg} \times 3\% = 12 \text{ kg/10a}$
 ④豚ふんたい肥成分の肥効率は窒素50%，リン酸90%，カリ90%（表2）であるから
 たい肥400kg中の作物が利用できる成分量は次のとおりとなる
 窒素： $10 \text{ kg} \times 50\% = 5 \text{ kg}$
 リン酸： $20 \text{ kg} \times 90\% = 18 \text{ kg}$
 カリ： $12 \text{ kg} \times 90\% = \text{約}11 \text{ kg}$
 ⑤基準となる成分量から④の有効成分量を差し引き，化学肥料の施用量を決定する
 例）窒素20kg/10aが基準ならば， $20 - 5 \text{ kg} = 15 \text{ kg}$ を化学肥料で施用する

3) 発表論文等

a 関連する普及に移す技術

- a) 窒素無機化率を用いた露地畑での豚ふんたい肥施用量の算出（第77号参考資料）
- b) 有機質資材の亜鉛濃度を基にした施用限度（第77号参考資料）
- c) 豚ふんたい肥施用による翌年跡地土壌での残効（第78号参考資料）
- d) コマツナによる家畜ふんたい肥中リン酸の有効性の評価（第78号参考資料）
- e) 豚ふん堆肥のリン酸含量を基準とした水稻基肥施用量の算定（第78号参考資料）
- f) たい肥のリン酸全量の簡易分析法及び加里全量の簡易推定法（第78号参考資料）
- g) 畑地における有機質資材の窒素残効（第80号参考資料）
- h) 湛水培養による水田での家畜ふん堆肥の窒素分解量推定法（第81号参考資料）
- i) 培養法による家畜ふんたい肥の窒素無機化量の測定法（第81号参考資料）

b 報告

瀧ら、灰色低地土畑土壌への家畜ふんたい肥連用に伴うリン蓄積、古試研究報告：6(35-41),2006