

第1 堆肥利用について

堆肥の役割

良質な堆肥施用を柱とした土づくりは、化学肥料の低減が図られ、環境負荷を少なくするなど、環境調和型農業の推進にとって重要である。堆肥の利用により、土壌の理化学性や生物性が改善され、高品質作物の安定生産につながる。堆肥の具体的な施用効果としては、土壌の生産力に直接結びつく各種養分の供給、土壌団粒構造の形成および排水性・保水性の向上、さらには微生物活動の促進に伴う土壌微生物相の健全化などがある。

堆肥利用上の留意点

堆肥は、化学肥料と異なり原料やその製造方法によって内容成分が大きく変化する。また、堆肥に含まれている養分の多くは有機態であり、土壌中の微生物の分解によってはじめて作物に吸収される無機態に変化する。この微生物作用は、地温や土壌水分の影響を強く受けるため、堆肥の肥効は、化学肥料に比べ不安定である。一方、堆肥には、重金属など有害成分含量が化学肥料に比べ高いものが多いため、その使用にあたっては、作物の種類や土壌の賦存量に留意することが重要である。

堆肥の種類と肥効

堆肥の成分表示が義務づけられたことから、今後は、表示成分（窒素、リン酸、カリ等）を参考にして利用することができる。しかし、堆肥等の有機物は、微生物に分解され、作物に利用されることになるため、表示成分が必ずしも作物に利用される成分を表すものではない。この無機化量は、堆肥の原料や製造方法によって大幅に異なり、同一成分であってもその肥効が大きく異なる。特に、窒素成分については、作物の生育に最も大きく関与するので特に注意を払う必要がある。この特性は窒素無機化特性と言われ、放出型や取り込み型などがある（図1-1、2）。放出型（余剰汚泥、乾燥牛ふん、完熟堆肥等）は初期段階で窒素成分を土壌に放出するため、作物の養分吸収にとってプラスに作用する。一方、取り込み型（製紙かす、小麦わら、オガクズ等）では、窒素成分を取り込み作物の養分吸収と競合するため、作物生産にはマイナスに影響することになる。また、組成の異なる原料を複数組み合わせる場合、放出と取り込みが平行して進行したり、時期をずらして進行することがあるので複雑な肥効を示すことになる。

一般的な素材については既に調べられており、素材の炭素含量と窒素含量の比率がその肥効を左右することが知られている（表1）。しかし、素材の種類、組み合わせおよび堆積期間によって、その効き方は複雑なものになるため、未利用有機物資源を原料とした堆肥については、分析値のみならず、その肥効を明らかにする必要がある。

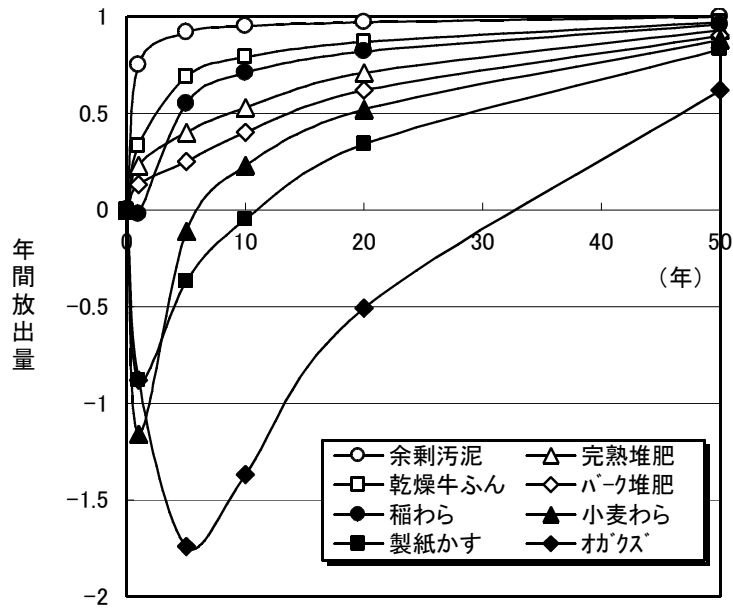


図1-1 主な有機物の長期連用における窒素放出パターン
(1年間の施用量を1とした場合)

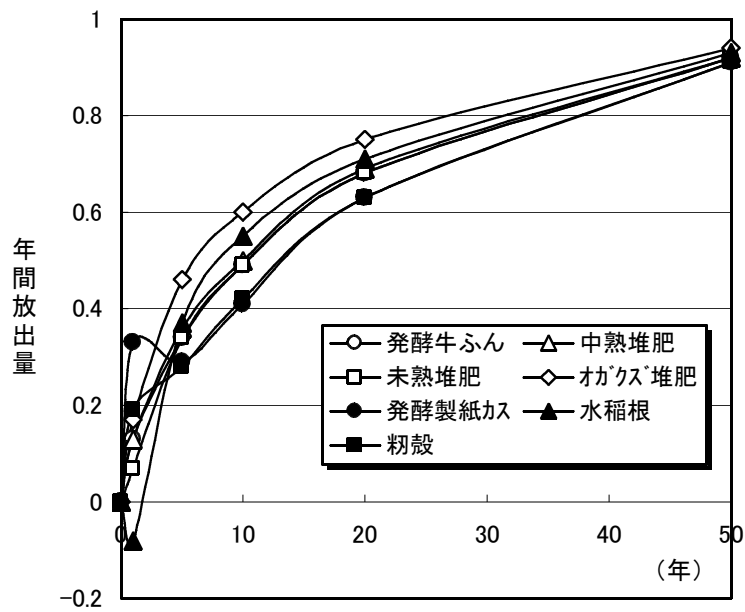


図1-2 主な有機物の長期連用における窒素放出パターン
(1年間の施用量を1とした場合)

注) 図1-1、図1-2および表1は農林水産技術会議事務局発行(1985)の「農耕地における土壤有機物変動の予測と有機物の施用基準の策定」より引用

表1 有機物の分解特徴による群別と施用効果

	初年目の分解の特徴	有機物の例	施用効果	乾物100kg/a連用の場合			
				有機物例	1年目N 放出kg	5年目N 放出kg	5年目C 集積kg
窒 素 放 出 群	C、N共速やかに分解する (年60~80% 程度)	余剰汚泥、 けいふん、 そさい残渣、 クワパなど (C/N比10 前後)	施用年におけるN放出効果大 有機質肥料的に考えて良い。施用 絶対量が少ないことと、残存率が 少ないことから累積効果、有機物 集積への効果は少ない。	余 剰 汚 泥	5, 3	6. 3	39
	C、N共中程度 の速度で分解 する (年40~60% 程度)	牛ふん、 豚ふんなど (C/N比 10~20)	施用年においてかなりのN放出が あり、施用量によっては肥料の代 替とすることもできる。かなりの 量のC、Nが土壌中に残存するの で、連用すると土壌有機物の富化 やN放出の増加がおこる。	乾 燥 牛 ふ ん	0. 62	1. 35	50. 3
	C、N共ゆっく り分解する (年20~40% 程度)	通常の堆肥 類(中~完 熟) (C/N比 10~20)	施用年においてもある程度のN放 出があるが施用量を減らす程では ない。大部分のC、Nが土壌中に 残るので連用により土壌の有機物 含量が高まり、数年後から地力的 窒素供給が明らかとなる。	完 熟 堆 肥	0. 26	0. 70	82. 1
	C、N共非常に ゆっくり分解 する (年0~20%)	分解の遅い 堆肥類 (バーク堆肥 など) (C/N比 20~30)	肥効は少ないが、C、Nのほとん どが土壌中に残るので、有機物を 増加させる効果は大きい。 (1年目のみC、Nの分解があつて その後ほとんど分解が進まないも のがあるが、混合物が分解してい るものと思われる)。 地力窒素放出が明らかになるの には長期間を必要とする。	バ ー ク 堆 肥	0. 26	0. 44	133. 4
窒 素 と こ み 群	Cの分解が速 やか (年60~80%) Nはとり込み が起る	稲わら、 麦わら、 とうもろこ し茎など (C/N比 50~120)	施用年におけるNのとり込みが大 きいが、C/N比や分解速度が早い もので1年以内、遅い場合に3年 目に再放出が始まり、その後堆肥 に類したN放出を示すようになる。 連用した場合、C/N比の高いもの はN供給が始まるまでに時間がか かる。施用量に比べCの集積は少 なく、Nの集積が多い。	稲 わ ら	-0. 04	0. 37	32. 8
	Cの分解が中 位いかゆっく りで(年20~60)Nは出入り がないもの、 あるいはとり 込みが起るも の	未熟堆肥、 水稻根、製 紙かすなど (C/N比 20~140)	施用直後は土壌、作物への影響は明 らかでないものが多いが、連用で わら類、堆肥類に近くなる。土壌 へのC、Nの集積は中程度	未 熟 堆 肥	0. 09	0. 52	79. 4
	Cの分解が非 常に遅く(年0 ~20%)Nのと り込みが起る もの	おがくずな ど (C/N比 200~)	Cの分解は早くはないが、C/N比 が高いため、Nのとり込みが大き い。Cの集積は初めの数年間はと くに多い。	お が く ず	-0. 16	-0. 33	119. 1

堆肥の利用法

堆肥を利用するには、作物に必要な養分の全量を堆肥で施用するのではなく、化学肥料と組み合わせて施用することが安全である。栽培作物の種類や土壌タイプで異なるが、一般的な堆肥の施用量は以下のとおりである（表2，3，4）。

なお、未利用有機物資源を原料とした堆肥の利用に当たっては、その肥効が明らかでない場合があるため、3要素や全炭素の分析結果を勘案して試験栽培の後実用化する。

表2 草地・飼料畑における家畜排せつ物処理物の施用基準（倉島）（t/10a）

項目 草種	予想収量	牛		豚	鶏
		堆肥	液状ふん尿	堆肥	乾燥ふん
牧草 1種草地	5～6	3～4	5～6	2～3	0.5
〃 混播草地	5～6	3～4	5～6	2～3	0.5
とうもろこし	5～6	3～4	5～6	2～3	0.5
イタリアライグラス	4～5	3	4～5	2	0.4

表3 水田・普通畑における家畜排せつ物処理物の施用基準（志賀）（t/10a）

項目 作物	牛ふん			豚ふん			乾燥 鶏ふん
	生ふん	乾燥ふん	堆肥	生ふん	乾燥ふん	堆肥	
水稲	2～2.5	1	1～2	1.5	0.7	0.5～1.5	0.2
一般畑作物	2～3	0.5～1.5	1.5～3	1～2	0.5～1	1～2	0.2～0.4

表4 野菜畑における家畜排せつ物処理物の施用基準（湯村）（t/10a）

野菜	牛			豚			鶏	
	牛ふん	乾燥 牛ふん	カクズ 牛ふん堆肥	豚ふん	乾燥 豚ふん	カクズ 豚ふん堆肥	乾燥 鶏ふん	カクズ 鶏ふん堆肥
少肥型	2～4	0.4～0.8	1～2	1～2	0.3～0.4	1～2	0.2～0.3	0.4～1
中肥型	3～5	0.6～1.2	1.3～2.5	1.3～2.5	0.4～0.6	1.2～2.5	0.3～0.4	0.6～1.5
多肥型	4～6	0.8～1.5	2～4	2～4	0.5～0.8	1.7～3.5	0.4～0.5	1～2

少肥型：ダイコン、サトイモ、ジャガイモ、ホレンソウなど（N、K₂O基準量 20kg/10a以下の場合）

中肥型：ショウガ、キャベツ、レタス、トマト、スイカなど（N、K₂O基準量 25kg/10a前後の場合）

多肥型：ナス、ピーマン、キュウリなど（N、K₂O基準量 30～35kg/10aの場合）

注）表2～3は農林水産技術会議事務局発行（1995）の農林水産試験研究における環境研究手法Ⅱ－「畜産廃棄物の有効利用」より引用

連用上の留意点

一般に堆肥は、当該作付期間に全量分解（無機化）しないものが多く、未分解の部分は次作または翌年に持ち越される。したがって、堆肥を連用する場合には、堆肥や化学肥料の施用量を減ずるなど施肥設計をその都度変更する必要がある（図2）。

また、重金属等の有害物質については基準値以下であっても、多量に施用される場合や連年施用によって土壤中の重金属含量が増加する恐れがある。

環境庁は、1984年に、重金属の指標として土中にこれ以上に蓄積してはいけない亜鉛の濃度を120ppmと定めた。過去の試験結果から亜鉛含有量1,000ppmの汚泥を毎年乾物で1 t /10aの割合で施用した時、作土層の亜鉛濃度は、10年以上の連用で120ppmの水準を超えた。

今後、重金属等の基準値が厳しく見直され、また、あらゆる食糧に玄米のカドミウム基準値（0.4ppm以下）のような安全基準が設けられることが予想される。このため、重金属等の有害物質の含量が比較的多い堆肥については、花木や植木など食糧以外の作物を対象として施用するのが安全である（表5）。

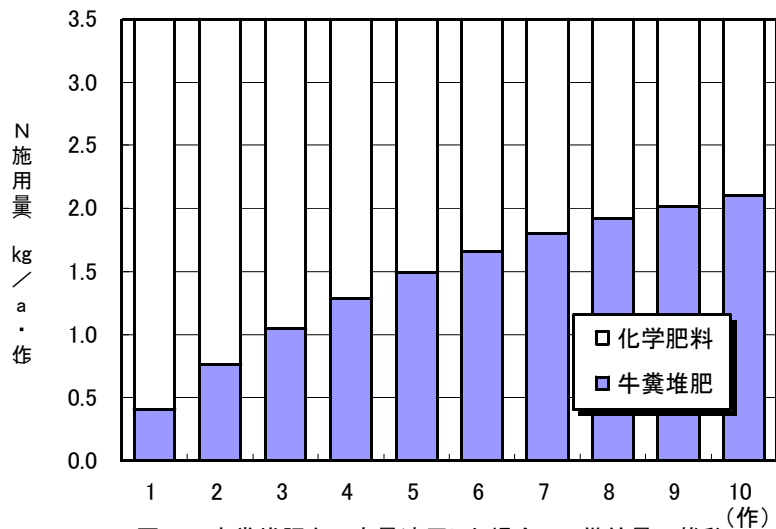


図2 牛糞堆肥を一定量連用した場合のN供給量の推移
(年分解率0.3, 年2作で10作後の有機物によるN代替率60%の場合
但し、化学肥料と併用により、1作当たりN3.5kg供給される)

表5 各種コンポストの重金属含有量 (乾物当たり ppm)

	下水汚泥コンポスト	都市ごみコンポスト	牛ふん堆肥	豚ふん堆肥	鶏ふん堆肥
Cd	0.61～5.9	0.42～1.52	0.1～0.54	0.05～2.1	0.4～2.8
Hg	0.31～4.9	0.05～1.07	0.01～0.21	0.005～0.13	nd～0.06
As	0.6～24.4	0.54～2.15	0.07～0.1	0.1～1.6	0.3～2.2
Cu	108～380	18.7～127	12.8～46.4	50.1～639.5	30～60
Zn	350～3,300	71.6～350	49～189	56.5～1,564	300～500
Pb	15～122	3.35～45.6	0.79～13.9	0.5～18.2	tr

nd：検出限界以下、tr：痕跡

注) 日本土壤肥料学会編 (1998) 土と食糧の「土と環境」より引用

堆肥化の際の留意事項

堆肥化については、基本的な処理を適正に行い、空気が十分にある状態で微生物を繁殖させることにより、病原菌・寄生虫・雑草種子等を死滅させる。

また、汚臭がひどい場合は、堆肥化施設内に内張りをし、その中の排気を脱臭装置を通

して行う。

生ごみ（高水分）の堆肥化では、水分調整や通気性確保に特に留意し、さらにビニール、プラスチック類、金属類等の分解しにくいものが混入しないように注意する。

	堆肥化処理の基本
水分	水分を60～65%程度にする（籾殻などの添加により調整）
空気（酸素）	攪拌または時々切返す（切返しは温度が下がり始めたとき） 強制通気は $0.1\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{分}$ 程度を目安（通気型施設）
微生物	戻し堆肥を混合する
栄養分	微生物の繁殖に十分な栄養分を確保
温度	60℃以上を2日以上経過
期間	切返しをしても温度が上昇しなくなるまでを目安とする （堆積発酵の場合は3ヶ月以上を要する）