

肥料・土壌改良資材としての家畜ふん堆肥

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
著者名	原田,靖生
発行元	養賢堂
巻/号	61巻2号
掲載ページ	p. 239-244
発行年月	2007年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



肥料・土壌改良資材としての家畜ふん堆肥

原田 靖生 *

1. はじめに

平成 17 年 3 月、新たな『食料・農業・農村基本計画』が策定され、農林水産環境政策の基本方針が同年 12 月に公表された。この基本方針では、農林水産業全体を環境保全を重視するものへ移行することとしており、適切な肥料、農薬の使用等による環境負荷の低減とともに、堆肥等を利用した土づくりによる物質循環を促進することとしている。

家畜ふん堆肥等は多くの肥料成分や各種の有機物を含み、作物に養分を供給するだけでなく、土壌の物理性・化学性・生物性を改善する効果もあり、土づくりに有効な資材であることは広く認識されている。しかし、一方では、とくに低品質堆肥の多量施用によって土壌中で養分の蓄積・アンバランスが生じ、作物の生育・品質や環境に好ましくない影響を与える危険性があることも明らかにされている。

家畜排せつ物の農業利用を進めるためには、家畜

ふん堆肥等が肥料や土壌改良資材に比べてどのような特性を持っているかを理解し、この観点に立って適正な利用法を考えることが必要である。ここでは、家畜ふん堆肥等が肥料あるいは土壌改良資材として現状ではどのように位置づけられているか、また家畜ふん堆肥等の施用効果は肥料や土壌改良資材と比べてどのような違いがあるかについて考えてみたい。

2. 家畜ふん堆肥等の肥料・土壌改良資材としての位置づけ

(1) 肥料と土壌改良資材の定義

肥料取締法では、肥料とは「植物の栄養に供すること又は植物の栽培に資するため土壌に化学的変化をもたらすことを目的として土地に施される物及び植物の栄養に供することを目的として植物に施される物」をいう。この定義では、肥料として 2 種類の内容を含んでいる。すなわち、一つは「植物の栄養に供する物」であり、土壌に施用するか、あ

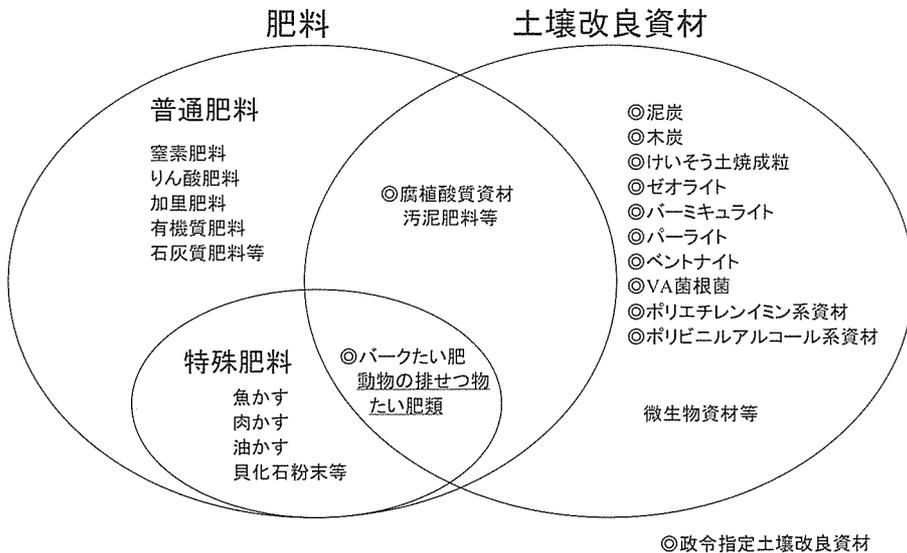


図 1 肥料取締法の肥料と地力増進法の土壌改良資材の関係¹⁾

*全国農業協同組合連合会肥料農薬部肥料技術課
技術主管 (Yasuo Harada)

るいは植物に施用する物(葉面散布剤)であり、他の一つは「土壌に化学的変化をもたらす物」である。肥料と土壌改良資材の関係と機能の違いを図1と2に示す。

地力増進法では、土壌改良資材を「植物の栽培に資するため土壌の性質に変化をもたらすことを目的として土地に施される物」としている。土壌の性質に変化をもたらすとは、土壌の化学性・物理性・生物性を改善する効果があることをいう。土壌の化学性改善という点では肥料と重複するが、肥料は主に土壌のpH矯正やリン固定力の抑制に用いられ、土壌改良資材は保肥力(CEC)の増強などの目的で用いられる(図2)。ただし、リン固定力抑制や保肥力増強の機能を有する資材は肥料にもまた土壌改良資材にもあり、明確に仕分けできない部分である。

肥料と土壌改良資材の効果を併せ持つものであれば、それは肥料でもあり土壌改良資材でもあるということになる。肥料取締法上の肥料であり、かつ土壌改良資材として政令指定されているものとしては、腐植酸質資材(肥料取締法では腐植酸苦土肥料)とバーク堆肥(肥料取締法では特殊肥料としてのたい肥)がある(図1)。

家畜ふん堆肥等は、肥料取締法では大部分は「たい肥」あるいは「家畜のふん尿のような動物の排せつ物」として特殊肥料に分類されるが、鶏ふんのみについては「加工家きんふん肥料」として普通肥料に分類されるものもある。また、鶏ふんの焼却灰については、普通肥料の原料として使用することが出来る。なお、従来から土壌改良に使われている、たいきゅう肥類、稲わら、青刈り作物(緑肥作物)などは本来農家が自給するものであって、購入するものではなく、品質を表示する必要もないことから政

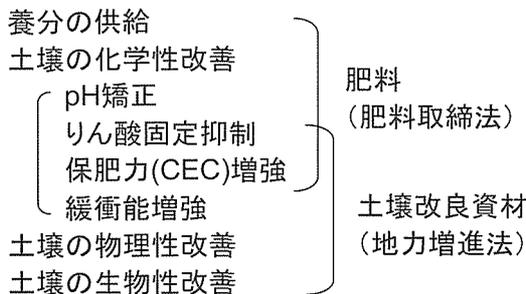


図2 肥料と土壌改良資材の機能の違い(原田)

令指定の対象になっていない。すなわち、家畜ふん堆肥は、地力増進法上は未指定の土壌改良資材ということになる。

(2) 普通肥料と特殊肥料

肥料には、化学肥料だけでなく農家が生産する家畜排せつ物や、たい肥などさまざまなものが含まれ、それらを化学肥料と同じように規格を設定したり、検査の対象とするのは現実的ではない。そこで肥料取締法では、肥料を普通肥料と特殊肥料に大別している。

普通肥料は、特殊肥料以外の肥料と定義されており、化学肥料、有機質肥料、汚泥肥料、石灰質肥料など、保証票をつけて市販されている肥料をいう。普通肥料を生産または輸入しようとするときは、その肥料の銘柄ごとに農林水産大臣または都道府県知事の登録を受けなければならない。肥料が登録することになっているのは、その肥料が品質的に誤りがないか審査を受けるためである。また、普通肥料については、公定規格が設定されており、これに適合したもののみが登録を受け付けられる。公定規格は、肥料の種類ごとに以下の事項を決めている。

- ①肥料に含まれる有効成分(主成分)の最小量
- ②肥料に含まれることが許容される有害成分の最大量

特殊肥料とは、米ぬか、たい肥、家畜のふん尿などの動物の排せつ物のように、農家が五感(肉眼、臭いなど)で判断できる肥料である。含有する成分の量が低く、変動幅が大きいため一定の規格が設定しにくく、しかも原料、製造工程などから判断して有害成分がない肥料が含まれる。このような肥料であって、農林水産大臣が個々に指定した肥料が特殊肥料である。平成11年の肥料取締法の改正により、汚泥類などの有害成分が含まれるおそれが高い肥料が普通肥料に移行したため、特殊肥料に指定される肥料の数は46になった。特殊肥料を大別すると、以下のようである。

- ①魚かす、蒸製骨、肉かすなどで粉末でない肥料(粉末にすると普通肥料)
- ②米ぬか、発酵かす、くず植物油かす及びその粉末、草木灰、石こうなど
- ③たい肥、家畜のふん尿のような動物の排せつ物
特殊肥料は、登録を受ける必要はなく、届け出ればよい(届け出先は、生産工場の所在地、または輸

表1 家畜ふん堆肥と有機質肥料の養分含有率の比較

資材	窒素全量			りん酸全量			加里全量			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	
家畜ふん堆肥*	牛ふん堆肥	5.00	0.20	1.90	21.40	0.20	2.30	7.80	0.10	2.40
	豚ふん堆肥	5.30	0.60	3.00	12.20	0.60	5.80	5.20	0.20	2.60
	鶏ふん堆肥	8.50	0.50	3.20	11.50	0.40	6.50	6.20	0.20	3.50
有機質肥料**	たら粕	9.54	6.34	8.32	14.90	5.92	11.43			
	蒸製骨粉	5.28	2.80	4.13	27.07	18.32	22.32			
	なたね油粕	6.72	3.77	5.06	3.39	1.30	2.48	1.62	0.81	1.30
	わたみ油粕	7.22	5.00	5.68	3.41	1.58	2.61			

* 山口・原田・築城 (2000) ³⁾

** ポケット肥料要覧 (2006) ²⁾

入の場所を管轄する都道府県知事)。保証票を添付する義務はないが、たい肥、家畜のふん尿などの動物の排せつ物では、原料、肥効成分〔窒素全量、りん酸全量、加里全量、炭素窒素比 (C/N 比)、さらに肥料によっては銅、亜鉛、石灰、水分)の量を表示する義務がある。家畜ふん堆肥のように発酵させたものはたい肥に、家畜ふんの乾燥物や炭化物は動物の排せつ物に含まれる。

(3) 有機質肥料

有機質肥料は、動植物質に由来する有機物を主体とする普通肥料である。原料、製造法などによって40数種類が設定されており、窒素、りん酸、カリの全量で保証している。家畜排せつ物を原料とする有機質肥料としては、「加工家きんふん肥料」があり、これには①家きんのふんに硫酸等を混合して火力乾燥したもの、②家きんのふんを加圧蒸煮した後乾燥したもの、③家きんのふんについて熱風乾燥及び粉碎を同時に行ったもの、および④家きんのふんを

発酵乾燥させたものが含まれる。この肥料が含有すべき主成分の最小量(公定規格)は、窒素全量 2.5%、りん酸全量 2.5%、加里全量 1.0%である。加工家きんふん肥料の生産量は、平成 15 年度でみると約 29,000 トンである²⁾。わが国で 1 年間に発生する鶏ふんの総量は現物で約 1,200 万トン、乾物にしても約 620 万トンと推定されることから、そのごく一部が加工家きんふん肥料として登録されているにすぎないことが分かる。鶏ふんを発酵乾燥させた発酵鶏ふんは加工家きんふん肥料として普通肥料の登録が可能であるが、大半はたい肥や動物の排せつ物のような特殊肥料として販売されているものと思われる。

3. 家畜ふん堆肥等の肥料・土壌改良資材としての施用効果

(1) 養分供給効果

家畜ふん堆肥等の養分供給力は、普通肥料である

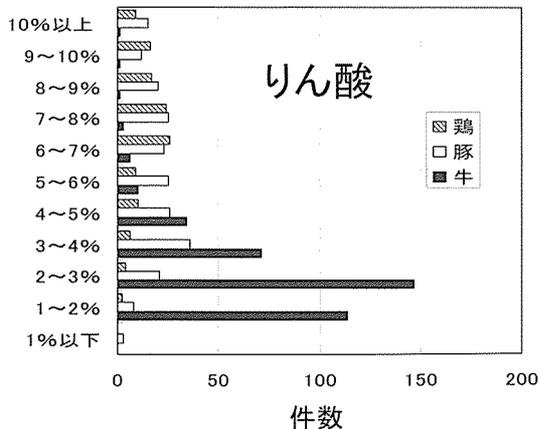
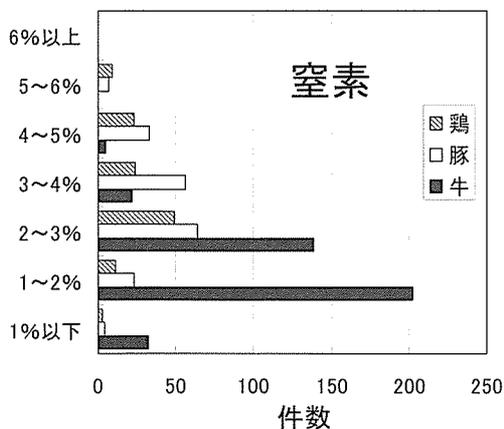


図3 家畜ふん堆肥の窒素・りん酸含有率の階級別分布⁴⁾

有機質肥料と比較してどの程度あるのだろうか。家畜ふん堆肥と代表的な有機質肥料の養分含有率の比較を表1に示す。窒素全量についてみると、家畜ふん堆肥では畜種別の平均値で1.9~3.2%程度であるが、有機質肥料のほうが4.1~8.3%と高い。また、りん酸全量については、家畜ふん堆肥では2.3~6.5%程度であるが、有機質肥料のうち魚粕や蒸製骨粉のように骨を含む肥料では11.4~22.3%と極めて高い。家畜ふん堆肥の養分含有率を畜種別にみると、いずれの養分についても鶏ふん堆肥>豚ふん堆肥>牛ふん堆肥の順である。

しかし、各々の資材について最高値と最低値の差を見てわかるように、有機質肥料と比較して、家畜ふん堆肥の各養分含有率は変動の幅が極めて大きい。家畜ふん堆肥の窒素およびりん酸含有率の階級別分布を示すと図3のようになる。牛ふん堆肥の窒素含有率の平均値は1.9%であり、1~3%のものが多いが、1%以下や3%以上のものもあり、大きくばらついている。りん酸についても同様である。このように堆肥の養分含有率が大きく変動する主な要因は、おがくずやもみがら等副資材の有無あるいは混合比率が異なること、堆肥化の方式や腐熟度が異なることなどである。堆肥が特殊肥料に分類される主な理由は、養分含有率の変動幅が大きいことであり、公定規格を設定するのは困難と考えられているからである。

堆肥の養分供給力に関係するのは養分含有率だけでなく、無機化率も重要である。堆肥中の窒素は大部分が有機態窒素であり、そのままでは作物が吸収できないが、土壌に施用されたのち有機態窒素が無機化(分解)され、無機態窒素(アンモニウム態窒素、硝酸態窒素)となって作物に吸収されるようになる。いくら養分含有率が高くても無機化率が低

ければ、養分供給力が高いとはいえない。乾物として同じ量の資材を土壌に添加した場合の初年目における窒素無機化率と放出量の測定例を表2に示す。有機質肥料の窒素無機化率はいずれも高く、施用初年目に大部分が無機化する。魚粕や大豆粕は窒素含有率も高く無機化率も高いので、窒素放出量は他の資材に比べてかなり多い。

堆肥化していない家畜ふん(生ふん、乾燥ふん等)の窒素無機化率は畜種によって大きく異なる。鶏ふんの窒素無機化率は75%と有機質肥料に近いほど高いが、牛ふんの無機化率は33%と低い。窒素含有率についても鶏ふんや豚ふんは牛ふんより高いことから窒素放出量は鶏ふん>豚ふん>牛ふんの順となる。鶏ふんについては窒素放出量が乾物100kg当たり3kgと高く、鶏ふんのみが普通肥料に登録できる理由の一つであろうと思われる。ここで、家畜ふん堆肥の窒素無機化率をみると、堆肥化していないものに比べてかなり低いことがわかる。豚ふんの窒素無機化率は60%程度あるが、おがくず豚ふん堆肥では27%と極端に低くなる。これは、堆肥化過程で分解されやすい有機物(易分解性有機物)が分解され、堆肥中に分解されにくい有機物が残ることを考えれば、当然のことといえよう。ここには鶏ふんのデータは示されていないが、鶏ふんでも堆肥化すれば同様に窒素無機化率は低下する。

堆肥など有機物を毎年連用した場合の窒素供給量や有機物の集積の様子を図4に示す。窒素無機化率が75%と高い鶏ふんは、連用しても放出率は少ししか上昇せず、すぐに頭打ちになる。初年目に施用した窒素の大部分がすぐに無機化してしまうので、土壌に残る分が少なく、連用しても集積量が僅かなためである。これに対して、窒素無機化率が33%と低い乾燥牛ふんでは、施用初年目は無機化する窒

表2 各種有機質資材の一作期間における窒素無機化率と窒素放出量の事例⁵⁾

資材名		C/N比	窒素含有率 乾物%	窒素無機化率 %	窒素放出量 kg/乾物100kg
有機質肥料	魚粕	4.7	9.08	88	8.62
	大豆粕	4.7	6.95	80	5.56
	米ぬか	15.0	2.40	83	1.99
家畜ふん	鶏ふん	6.0	4.09	75	3.07
	豚ふん	9.8	4.24	60	2.54
	牛ふん	15.5	1.99	33	0.66
家畜ふん堆肥	おがくず豚ふん堆肥	22.0	1.92	27	0.52
	おがくず牛ふん堆肥	17.1	2.31	20	0.46

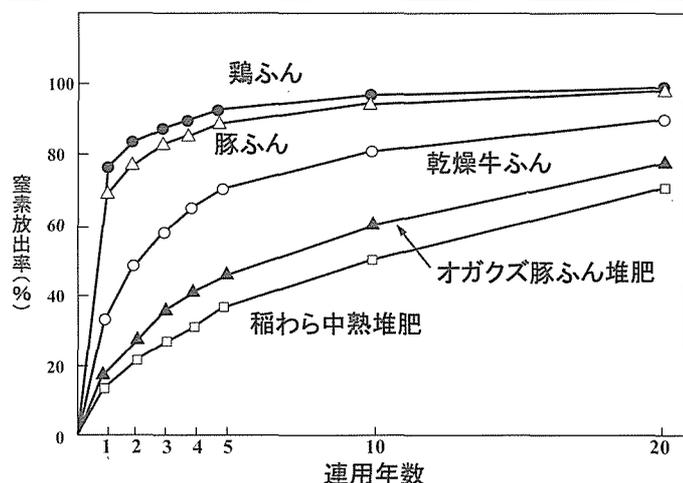


図4 有機物連用に伴う窒素放出率の増加⁶⁾

素量が少なく、残りは土壌中に残存して2年目以降徐々に無機化するため連用すると放出率は顕著に増加する。

以上より、家畜ふん堆肥等は、概して養分含有率が低くてばらつきが大きく、窒素無機化率が低いことから、有機質肥料と比較して養分供給力の優位性があるとは言いがたい。したがって、家畜ふん堆肥等を肥料として利用する場合には、堆肥単独で施用するのではなく、化学肥料や有機質肥料とバランスをとって併用することが重要であろう。

(2) 土壌改良効果

土壌改良資材としては、12種類の資材が政令指定されている。これら資材の主な施用効果については、泥炭は土壌の膨軟化・保水力・保肥力の改善、バーク堆肥では土壌の膨軟化、腐植酸質資材・ゼオライ

トでは土壌の保肥力の改善、木炭・けいそう土焼成粒・パーミキュライトでは土壌の透水性の改善のように、各資材ごとに主な施用効果が異なっている。一例として、木炭の施用が土壌の物理性に及ぼす影響を表3に示す。細粒質低地土に木炭を5%乾物比で施用(約5t/10a)した場合、バーク炭とのこくず炭のいずれについても土壌の透水性は無施用土壌に比較して大きく増加した。気相率や有効水分率も明らかに増加し、土壌の通気性や保水性も改善されていることが分かる。

家畜ふん堆肥はどの程度の土壌改良効果があるのだろうか。豚ふんおがくず堆肥を連用した畑土壌作土の理化学性の変化を表4に示す。堆肥の施用によって、土壌の陽イオン交換容量(CEC)が明らかに増加した。すなわち、堆肥の施用によってアンモニウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム等を保持する保肥力が増大したことを示している。また、堆肥を連用すると、土壌有機物含量が次第に増加し、土壌の物理性が改善される。とくに腐植の乏しい粘土質の土壌では、その効果が顕著である。土壌中の有機物含量が高くなると、土壌の団粒化が進んで軟らかくなる。土壌に団粒構造ができると土壌中の空隙量が増加し、通気性と透水性が良好になる。豚ふん堆肥を連用した土壌では空隙率(気相+液相)が増加し、固相率が減少することが表4に示されている。このように、団粒構造が発達して土が軟らかくなれば、作物の根が良く発達して養分や水分の吸収能力が高まり、耕耘も容易になる。さらに、データを示

表3 木炭の施用が土壌の物理性に及ぼす影響⁷⁾

木炭の種類	施用量 乾物比 %	容積重 g/100m ³	三相分布(%, pF1.5)			有効水分(vol%)			透水係数 (cm/S) × 10 ⁻¹
			固相	液相	気相	pF1.5 ~2.7	pF2.7 ~4.2	合計	
無施用	0.0	126.4	45.9	42.4	11.7	3.2	8.8	12.0	0.082
バーク炭	0.5	124.4	45.2	43.2	11.6	3.9	8.3	12.2	0.16
	1.0	123.3	45.0	43.5	11.5	4.1	9.3	13.4	0.54
	2.0	117.6	43.2	43.9	12.9	5.8	9.3	14.1	1.3
	5.0	108.1	40.2	43.1	16.7	6.1	12.3	18.4	4.9
のこくず炭	0.5	122.5	44.9	43.2	11.9	4.3	8.7	13.0	0.56
	1.0	118.9	43.7	43.0	13.3	4.6	9.4	14.0	1.4
	2.0	111.7	41.1	42.9	16.0	5.1	13.4	18.5	7.4
	5.0	98.1	36.7	43.7	19.6	6.6	15.1	21.7	19

表4 豚ふんオガクズ堆肥の連用による畑土壌作土の理化学性的変化⁸⁾

区名	水分 (%)	pH (H ₂ O)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	無機態窒素 (mg)	
						NH ₄ -N	NO ₃ -N
有機物無施用区	19.5	4.55	0.94	0.123	7.6	5.9	6.1
稲ワラ施用区	20.8	4.80	1.06	0.137	7.7	3.7	8.4
堆肥2t施用区	20.9	5.00	1.76	0.182	9.7	0.7	40.2
堆肥4t施用区	23.2	5.38	2.47	0.289	8.5	1.5	49.5

区名	交換性陽イオン (mg)			CEC meq/100g	三相分布 (%)		
	CaO	MgO	K ₂ O		固相	液相	気相
有機物無施用区	197	41	33	9.4	50.2	31.8	18.0
稲ワラ施用区	193	37	55	10.4	48.1	32.7	19.2
堆肥2t施用区	204	64	67	12.2	44.9	32.0	23.1
堆肥4t施用区	221	98	139	14.2	44.5	35.2	20.3

してはしないが、堆肥などの有機物を施用すると微生物が増殖し、施用した有機物だけでなく、それまでに土壤中に蓄積されていた有機物の分解も促進される。これをプライミング効果（起爆効果）と呼び、これによって窒素を始め多くの養分が放出される。また、放出された窒素の一部は増殖した微生物の菌体に取り込まれ、再び土壤中に蓄積され長期間にわたって土壤窒素を放出するようになる。

このように、政令指定されている土壤改良資材がそれぞれ限定した範囲の施用効果を有するのに対して、家畜ふん堆肥は土壤の化学性・物理性・生物性を同時に改善する幅広い施用効果を有しており、総合的な土壤改良資材といえることができる。

4. おわりに

家畜ふん堆肥は幅広い土壤改良効果を有し、土づくりには極めて有効な資材ということが出来るし、同時に多量の養分を含んでいることから、肥料とみなすことも出来る。しかし、上述のように、家畜ふん堆肥は養分含有率のばらつきが大きく、窒素無機化率が低くて、養分供給面からみると極めて取り扱にくい肥料といえるだろう。通常の化学肥料や有機質肥料は無機化率が高く大部分の養分は施用初

年目に放出されるため土壤中への蓄積量は少ないが、家畜ふん堆肥では無機化率が低いことから蓄積量が多い。作物が必要とする養分を全てあるいはかなりの割合を家畜ふん堆肥で供給するような栽培を続けると、多量の堆肥を連用することになり、土壤への蓄積量も大きくなって、環境や作物生育に好ましくない影響が現れかねない。そうしないためには、堆肥の養分供給特性を把握した上で、化学肥料とバランスよく併用することが重要である。

引用文献

- 1) 原田靖生: 土壤改良に使われる資材の概要, 土壤改良と資材, (財) 日本土壤協会, p. 61-87 (2003)
- 2) 農林水産省消費・安全局農産安全管理課監修: ポケット肥料要覧-2005-, (財) 農林統計協会 (2006)
- 3) 山口武則・原田靖生・築城幹典: 家畜ふん堆肥の製造・利用の現状とその成分的特徴, 農業研究センター研究資料, 41 (2000)
- 4) 原田靖生・山口武則: 家畜排せつ物堆肥の品質の実態と問題点, 環境保全と新しい畜産, (社) 農林水産技術情報協会, p. 229-246 (1997)
- 5) 志賀一ら: 酪農における家畜ふん尿処理と地域利用一循環型農業をめざして-, 酪農総合研究所 (2001)
- 6) 志賀一: 施用有機物の分解様式と地力・作物への影響, 総合農業研究叢書, 第5号, 8-28 (1985)
- 7) 今野一男ら: 低コスト木炭製造技術の開発とその農産物に与える有効効果の研究, 1990年度報告, 道立林試・中央農試・十勝農試 (1991)
- 8) 清水国広・藤本義則: 豚ふんオガクズ堆肥の施用ならびにマルチ処理が土壤の微生物相に及ぼす影響, 日土肥誌, 54(3), 193-198 (1983)