Ⅲ　有機質資材施用基準

１ 有機質資材施用の考え方

有機質資材とは、生物（動植物（人を含む）や微生物）に由来する資源であり、生物学的分解によって環境中に還元され、有用な資源として再生可能なものを指す。ただし、公共下水汚泥やし尿、浄化槽汚泥などは、本項（Ⅲの１～４）で扱う有機質資材の対象外とする。

愛知県では、家畜ふん尿をはじめとする大量の有機質資材が産出されており、その有効利用の促進は重要な課題である。有機質資材を農地に施用することは、土壌の物理性改善効果に加え、窒素・リン酸・カリウムなどの養分供給の面でも大きな意義を持つ。しかし、過剰な使用は、地下水の硝酸態窒素による汚染や、重金属類の土壌蓄積を引き起こし、農業の持続性を損なうおそれがある。したがって、有機質資材の利用拡大を図る際には、肥料代替効果を活かしつつ、環境への負荷の低減と土壌保全を考慮した方法を広く推進することが重要である。

有機質資材施用基準の考え方は、以下のとおりである。

①　有機質資材の施用量は、資材に含まれる窒素・リン酸・カリウムなどの養分供給効果と、土壌物理性改善効果を総合的に考慮して決定する。有機質資材施用を施用する際の施肥管理では、土壌及び資材から供給される養分量を踏まえ、作物の養分要求量に見合うよう施肥量を調節することが必要である。

②　硝酸態窒素に関する水質汚濁の環境基準値は10 mgN/Lである。窒素施用量（有機物・肥料を含む）と作物収穫による持ち出し量との差(余剰窒素量)は、概ね10 kgN/（10a・年）以下に抑える必要がある。しかし、多くの野菜類を通常どおりに生産すると、余剰窒素が10 kgN/10aを超えることが多いため、可能な限りこれを減らす努力が求められる。このため、有機質資材からの窒素供給が過剰とならないよう、上限値を設定している。

③　土壌汚染防止法によるカドミウム・銅・ヒ素の基準及び水質汚濁防止法に基づく亜鉛の基準を超過しないよう、重金属類の蓄積防止の観点を反映している。

表Ⅲ-1　有機質資材施用基準値（令和8年3月改定）　単位：kg/（10a・年）（乾物あたり）

資材名（区分）	作　目									
	水稲	麦	豆類雑穀	飼料作物	露地野菜	施設			樹園地	
						野菜	花き	果樹	果樹	茶
稲わら	※	※	※		250	500	500	500	250	250
麦わら	※	※	※		150	250	250	250	150	150
もみがら	※	※	※		250	250	250	250	250	250
バーク堆肥	1,000	1,000	1,000		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
牛ふん堆肥	1,000	1,000	1,000	1,500	1,500	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
豚ふん堆肥	250	500	500	1,000	1,000※※	500	500	500	750	750
発酵鶏ふん	150	150	150	300	300	200	200	200	200	200

※基準値は定めない　※※砂質土壌は５割とする

【現物施用量の年間施用量上限値の計算方法】

「現物施用量の年間施用量上限値」 ＝ 「対象作目・施用資材の基準値」÷［(100−「施用資材現物の水分割合」）／100］

例：作目・水稲で、バーク堆肥（水分 45%）を施用

「現物施用量の年間施用量上限値」 ＝ 1000kg ÷ ［(100−45)/100］ ＝ 1818 kg

２　有機質資材施用上の留意点

（１）施用量

表Ⅲ-1に示した基準値は、すべて乾物重量で、標準的な資材の連年施用条件における作目ごとの年間施用量の上限値である。本基準にない資材の施用量は、C/N比、窒素・リン酸・カリウム含量、重金属含量の類似する資材の基準に準ずる。

牛ふん堆肥やバーク堆肥など、肥効の緩やかな資材を2～3年に1回施用する場合は、3年分を限度として、「施用基準×施用間隔（年）」まで一度に施用可能とする。ただし、基準量の連年施用する場合と比べると、土壌肥沃度の向上効果や増収効果は劣る。

水田における留意点は以下のとおりである。グライ土では、有機物施用により土壌還元が進み、生育遅延、鉄の溶脱による秋落ちの助長、メタン排出増の懸念がある。このため、有機物施用量が多い資材については、基準値の６割を目安に前年秋までにすき込む。強グライ土では有機物を施用しない。これら以外の土壌では、稲わらの全量還元を原則とする。なお、全量還元以上の稲わら施用量については上限値が明確ではないため、基準値は定めない。

また、水田単作で作土の遊離酸化鉄が 1.5%以下の場合、秋落ちの防止のため、バーク堆肥及び牛ふん堆肥の施用量の上限を 500kg/10a･年とする。鉄含量の低い水田では、有機質資材の大量施用を避けること。なお、飼料用イネは養分吸収量が多いため、豚ふん堆肥は 500kg/10a･年まで使用可能とする。

砂質露地野菜畑は、肥料成分が降雨などで地下水に溶脱しやすいため、窒素やリンなど成分含量の多い豚ふん堆肥を施用する場合、施用量の目安は基準値の５割とする。

（２）堆肥の腐熟度

生の家畜ふん尿は、性状が不安定で安定的な肥効が得られず、生育障害の懸念がある。また、硝酸態窒素や有機物の流出による水質への影響が大きいため、使用しないこととする。

堆肥類はできるだけ腐熟したものを用いることが望ましいが、やむを得ず未熟な有機物を施用する場合は、施用時期を早め、土壌中で腐熟化させることが必要である。

（３）施用時期

C/N比が20以上の資材は、土壌混和後の初期に窒素取り込みが起こるため、窒素飢餓を防ぐ目的で作付け1か月前までに施用する。これにより、施用後１か月間に土壌中の窒素が微生物バイオマスに取り込まれ、土壌肥沃度が増し、作付け期間中の肥効発現、窒素流出抑制に有利となる。

一方、鶏ふん堆肥などC/N比が小さく窒素含量の高い資材は、分解と窒素放出が速やかに進むため、作付け直前に施用する。ただし、透水性の悪いほ場ではガス障害や還元障害の懸念があるため、早めの施用が望ましい。

（４）土壌診断と有機質資材の肥効評価に基づく施肥

有機質資材を施用する際は、土壌診断により土壌の養分状態を把握し、資材の特性に応じた施用を行うことが重要である。

特に、有機質資材を施用後に通常量の施肥を行うと、養分過剰や塩基バランスの乱れ、窒素溶脱の原因となるため、土壌診断結果と資材の養分含量を考慮し、施肥量を削減する必要がある。

土壌肥沃度の目安となる土壌診断項目は腐植含量であり、発酵鶏ふんや汚泥肥料以外の資材では、基準量の施用で診断基準を達成可能である。

なお、家畜ふん堆肥や汚泥肥料の連用は、pH の上昇を招く場合があるので、土壌診断を行い、石灰資材の施用量を調整又は中止する。

（５）堆肥の成分表示

堆肥は特殊肥料に分類される。生産・輸入・販売には都道府県知事への届出が必要である。また、窒素・リン酸・カリウム含有量やC/N比などの品質表示が義務づけられている。したがって、堆肥の選択・使用に際しては、これらの表示を参考にすること。

３　有機質資材の成分と効き方

（１）有機質肥料の施用時期と窒素の効き方

有機質肥料は施肥時期によって窒素の効き方が異なることが経験的に知られているが、その違いを地温から推定する手法で理論的に予測できる。この予測に基づき、有機質肥料を効果的に利用した施肥設計が可能となる。

有機質肥料に含まれる有機態窒素（タンパク質など）は、土壌微生物の働きにより分解され、アンモニア態窒素や硝酸態窒素など植物が吸収可能な無機態窒素に変化する。県内で流通する各種有機質肥料を畑に施用する場合の、施用時期別の窒素の効き方（肥料に含まれる窒素のうち、その時期１か月で窒素量無機態窒素に変化する割合）を予測した結果を表Ⅲ-2 に示した。

また、湛水条件下で施用する場合の窒素の効き方（水稲栽培期間中の窒素無機化率）を予測した結果を表Ⅲ-3 に示した。

表Ⅲ-2　各種有機質肥料からの施用時期別の窒素無機化率（%）（大橋ら 2017）

有機質肥料	施肥時期			
	２月	５月	８月	11 月
魚かす	41.9	66.9	67.6	57.6
カニ殻	34.6	54.1	55.8	45.5
鶏豚肉骨粉	42.2	63.6	64.5	55.4
フェザーミール	40.0	70.3	72.8	56.4
皮粉	24.9	46.2	47.0	37.2
骨粉	45.5	61.5	62.4	55.4
大豆油かす	45.9	64.9	65.1	59.0
なたね油かす	37.1	56.2	56.7	49.2
あまに油かす	38.1	55.7	56.4	49.0
ひまし油かす	36.2	58.1	58.7	49.9
脱脂米ぬか	13.8	27.0	33.2	19.2
グルテンフィード	12.4	21.7	26.7	16.2

注）豊橋市飯村町の露地畑における地温を基に推定した。

表Ⅲ-3　各種有機質肥料からの水稲栽培期間中の窒素無機化率（%）
（大橋ら 2022）

有機質肥料	窒素無機化率
大豆油かす	69.3
なたね油かす	60.7
あまに油かす	61.5
ひまし油かす	66.5
脱脂米ぬか	43.6
グルテンフィード	33.7

注）長久手市の水田における地温を基に推定した。

（２）家畜ふん堆肥

愛知県内産の家畜ふん堆肥の性状は表Ⅲ-4 のとおりである。

家畜ふん堆肥には様々な肥料成分が含まれるので、これらの肥効を活用することは肥料コストの削減や環境保全に有効である。牛ふん堆肥は窒素含量が低く C/N 比が大きいこと、豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥はリン酸含量が高いことが特徴である。施肥設計にあたっては、堆肥の種類ごとの養分発現特性を考慮し、堆肥施用量と基肥・追肥の量を調整することが重要である。

表Ⅲ-4　愛知県内産の家畜ふん堆肥の化学性（日置ら，2001a）

畜種 (n)		水分	pH	EC	TC	TN	C/N	NH_4-N	NO_3-N	30℃・4週間発現窒素量	P_2O_5	K_2O
		%		dS/m	%	%		%	%	kg-N/(t･10a)	%	%
牛 (83)	平均	54.1	8.7	4.2	36	2.0	19	0.04	0.09	1.0	2.4	3.4
	最大	83.4	10.0	10.2	47	4.4	40	0.40	0.96	3.6	6.5	9.7
	最小	8.1	5.1	0.7	18	1.1	9	0.00	0.00	-3.6	1.0	1.2
豚 (80)	平均	35.3	8.4	4.4	37	3.5	12	0.38	0.06	0.9	6.0	2.8
	最大	63.3	9.5	10.8	47	5.7	21	1.61	1.34	3.8	10.4	5.2
	最小	12.1	6.2	1.6	25	1.6	7	0.00	0.00	-2.6	1.9	0.6
鶏 (55)	平均	18.9	8.7	6.2	24	3.2	8	0.12	0.05	8.2	7.3	4.3
	最大	56.4	9.9	9.3	35	8.1	14	0.51	0.50	46.3	10.1	8.1
	最小	1.8	6.7	3.9	13	1.9	4	0.00	0.00	-0.3	4.0	2.7
ウズラ (17)	平均	15.6	7.9	6.7	29	6.2	5	0.61	0.12	32	5.3	2.9
	最大	23.5	9.1	11.0	35	8.0	8	1.29	1.09	71	7.4	4.3
	最小	6.4	6.4	3.5	22	3.1	4	0.02	0.00	4	3.8	2.1
混合 (23)	平均	45.8	8.7	4.1	33	2.2	16	0.15	0.09	1.1	5.3	3.2
	最大	65.8	9.4	9.4	39	3.6	23	0.44	0.36	2.9	10.2	4.4
	最小	17.1	7.0	7.0	23	1.4	8	0.01	0.00	0.2	3.0	1.6

畜種 (n)		CaO	MgO	Na	SiO_2	Fe	Mn	Cl	Cu	Zn	As	Cd	Hg
		%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
牛 (83)	平均	2.4	1.2	0.8	11.8	0.3	0.04	1.1	48	206	1.2	0.26	0.05
	最大	6.4	2.2	1.4	38.0	1.3	0.09	2.2	171	521	2.8	0.44	0.87
	最小	0.6	0.3	0.4	1.8	0.1	0.01	0.1	11	66	0.3	0.11	0.00
豚 (80)	平均	5.0	1.7	0.5	5.4	0.5	0.04	0.7	232	680	0.9	0.58	0.08
	最大	8.8	3.2	0.9	16.3	1.8	0.07	1.8	651	1722	2.5	1.04	0.16
	最小	1.6	0.6	0.3	1.2	0.1	0.02	0.1	53	189	0.3	0.26	0.00
鶏 (55)	平均	17.5	1.8	0.7	1.4	0.1	0.04	0.7	59	476	0.5	0.71	0.02
	最大	27.0	2.6	0.9	4.1	0.4	0.05	0.9	94	770	1.4	0.96	0.06
	最小	6.4	0.8	0.5	0.5	0.0	0.01	0.4	22	251	0.2	0.59	0.00
ウズラ (17)	平均	14.0	0.7	0.7	5.0	0.2	0.04	0.5	34	265	0.7	0.48	0.05
	最大	23.6	1.4	1.4	19.4	1.0	0.06	−	65	485	1.9	0.62	0.08
	最小	10.3	0.5	0.5	0.7	0.0	0.02	−	17	182	0.2	0.33	0.02
混合 (23)	平均	6.5	1.5	0.6	10.1	0.4	0.04	0.15	93	466	1.7	0.46	0.05
	最大	14.4	3.0	1.1	20.1	0.6	0.06	0.44	404	1085	3.4	1.33	0.11
	最小	1.6	0.8	0.3	5.9	0.2	0.03	0.01	37	258	1.1	0.08	0.01

注）水分、pH、EC は現物あたり。他は乾物あたり。
混合堆肥は、牛ふんを主体とし、豚ふん又は鶏ふんを混合したもの。家畜ふん堆肥の肥効は以下のとおりとする。

ア　窒素

（ア）牛ふん堆肥、豚ふん堆肥

牛ふん堆肥と豚ふん堆肥中の窒素は大部分が有機態であり、速効的に効くわけではない。表Ⅲ-4 に示したように、30℃・4 週間に発現する窒素量は、両者とも堆肥 1ｔ あたり平均で約 1 kg/10a 程度である。中にはこの値がマイナスとなり、窒素飢餓を起こす場合も多いため、施用後 1 か月

間程度の腐熟期間を設けることが重要である。この期間に土壌中の残存窒素が微生物に取り込まれ、土壌肥沃度が向上し、その後、窒素肥効が発現する。

牛ふん堆肥と豚ふん堆肥の化学肥料代替量は表Ⅲ-5 のとおりである。これらは、県内産堆肥の平均的な窒素含量（表Ⅲ-4 参照。牛ふん堆肥：2%、豚ふん堆肥：3.5%）の堆肥を、壌質～粘質土で 5 年以上連用した場合の値である。施用開始直後の 3 年間は肥効が十分でないため、過度な減肥は避ける。

肥効は栽培期間を通じて現れるため、分施体系で減肥を行う場合は、基肥と追肥の割合に応じて調整する。例えば、秋冬キャベツ（基肥 15kgN /10a、追肥 7.5 kgN/10a、7.5 kgN/10a、合計 30 kgN/10a）に豚ふん堆肥 2t/10a（乾物 1t/10a）を施用した場合、10 kgN/10a の窒素肥料を代替できるので、基肥 10 kgN/10a、追肥５kgN/10×2 回、合計 20kgN/10a とする。

表Ⅲ-5　堆肥連用条件における牛ふん堆肥及び豚ふん堆肥の乾物１t あたりの化学肥料代替窒素量*(kg/10a)

堆肥の種類	秋冬作	春夏作
牛ふん堆肥	4	8
豚ふん堆肥	10	15

注）・窒素含量牛ふん堆肥 2%、豚ふん堆肥 3.5%での代替量である。
・壌質～粘質土に適用可能、砂質土では肥効が劣る。

＊　それぞれの作・全期間での代替量である。分施で減肥する場合は、基肥と追肥それぞれの割合に応じて調整する。

【実証例】

表Ⅲ-6 に、表Ⅲ-5 に基づいて減肥した場合のキャベツとスイートコーンの収量を示した。黄色土の露地畑で、8 月に堆肥を施用し、9～2 月に秋冬キャベツ、5～7 月にスイートコーンを栽培する体系での結果である。

堆肥施用開始後 3 年間は減肥を行わず、4 年目から減肥を開始し、6 年目以降は表Ⅲ-5 の化学肥料代替量による減肥量とした。

キャベツとスイートコーンの収量は、1 年目から化学肥料を施肥した対照区と同等以上であった。堆肥連用により土壌肥沃度が高まり、4 年目以降の減肥後も多収傾向は維持された。連用年数が増すにつれその傾向は強まり、堆肥連用 11～14 年では、無堆肥区の窒素施肥量（キャベツ 30kgN/10a、スイートコーン 25kgN/10a）に対して、牛ふん堆肥区では、24kgN/10a、13kgN/10a、豚ふん堆肥区では 16 kgN/10a、12 kgN/10a まで減肥しても、多収傾向が維持された。

表Ⅲ-6　堆肥の連用に伴う窒素減肥と野菜収量の関係

堆肥連用年数	作目	対照(無堆肥)	牛ふん堆肥３t/(10a・年)		豚ふん堆肥２t/(10a・年)	
		施肥窒素量 kgN/10a	施肥窒素量 kgN/10a	収量指数* (堆肥区/対照)	施肥窒素量 kgN/10a	収量指数* (堆肥区/対照)
1-3 年	キャベツ	30	30	1.15	30	1.18
	スイートコーン	25	25	1.07	25	1.18
4-5 年	キャベツ	30	27	1.09	26	1.21
	スイートコーン	25	19	1.18	17	1.26
6-10 年	キャベツ	30	24	1.04	19	1.19
	スイートコーン	25	13	1.25	10	1.31
11-14 年	キャベツ	30	24	1.27	16	1.27
	スイートコーン	25	13	1.23	12	1.31

＊ 収量指数 = 堆肥区の収量／対照区の収量

（イ）鶏ふん堆肥、ウズラふん堆肥

鶏ふん堆肥は製品による品質のばらつきが大きいが、全窒素含量から概ね窒素肥効を推定できる（表Ⅲ-7）。窒素含量の高い鶏ふん堆肥は速効的であり、例えば全窒素含量が８％のものでは、30℃・4 週間の窒素発現率は約 50%、乾物あたり 39kgN/t の窒素肥効がある。窒素含量の低いものは、牛ふん堆肥や豚ふん堆肥と同様に、土壌肥沃度の向上を通じて効果を発揮する。ウズラふん堆肥は、速効的なものが多く、基肥として利用可能である。

表Ⅲ-7　鶏ふん堆肥、ウズラふん堆肥の速効性窒素量(乾物あたり)

全窒素含量 %	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
30℃・4 週間の窒素発現率　%	0	16	29	37	43	46	49
堆肥乾物１ｔのＮ肥効 kgN/t	0	5	12	19	26	32	39

（日置ら，2001b）

イ　リン酸

堆肥中のリン酸は、大部分が「く溶性」又は「可溶性」であり、土壌中で有効化しやすい形態として保持される傾向にある。このため、肥効はリン酸質肥料と同等以上であり、化学肥料代替率は 100%とする。家畜ふん堆肥中のリン酸含量を基肥量として計算する。

ウ　カリウム

堆肥中のカリウムはほとんどが水溶性であり、塩化加里や硫酸加里などの速効性肥料と同等の肥効を示す。化学肥料代替率は 100%とし、家畜ふん堆肥中のカリウム含量を基肥量として計算する。

（３）緑肥

愛知県では、露地野菜畑におけるソルガム、水田におけるレンゲが代表的な緑肥作物である。休閑期に作付けされる緑肥作物は、肥料成分を多く吸収し、後作での利用が可能である。

ア　露地野菜畑における利用

（ア）窒素

表Ⅲ-8 に緑肥作物の標準的生長量と窒素吸収量を示した。ソルガムの窒素吸収量は 6～14kgN/10a であるが、C/N 比が 25～67 と高く、分解過程で窒素の取り込みが懸念されることから、窒素減肥は行わない。

一方、マメ科緑肥のクロタラリアは窒素吸収量が多く、C/N 比が 20 前後と低いため、後作で窒素減肥が可能である。クロタラリアをすき込むと分解が早く、2 週間程度で土壌中の硝酸態窒素含量が増加するため、基肥で窒素施用量を削減できる。すき込み後 2 週目であれば 6kgN/10a の窒素削減が可能である。ただし、降雨による溶脱で土壌中の硝酸態窒素含量が減少するため、定植までの期間が長くなるほど削減量は減少し、すき込み後４週目以降は窒素減肥を行わず通常施肥とする。

（イ）カリウム

ソルガムはカリウムの吸収量が多く、収量 5t/10a で約 30kg/10a のカリウムを吸収する（図Ⅲ-1）。吸収されたカリウムはすき込み後、速やかに土壌中に放出され、交換性カリウムが増加するため、後作でカリウム減肥が可能である。減肥量の目安は、ソルガムの収量 5t/10a で 20kg･K_2O/10a である。

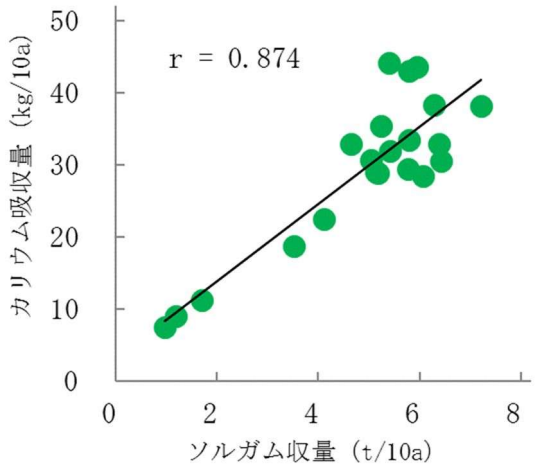
イ　水田における利用

レンゲは分解が速く、すき込み後１週間で窒素の約 3 割が土壌中に放出される。適正すき込み量は 1～2t/10a（被覆度約 90%）であり、2t/10a の場合、基肥は無施肥とし、穂肥は生育診断で調整する。4t/10a のすき込みは倒伏や品質低下のおそれがある。

また、多量のすき込みは土壌の還元による有機酸生成などの障害を招くため、すき込みから入水まで 2 週間以上の期間を設ける。

表Ⅲ-8　緑肥作物の標準的生長量と窒素吸収量

種類	生長量 (t/10a)	乾物あたり 窒素含有率 (%)	窒素吸収量 (kg-N/10a)	C/N 比
ソルガム	3.5 ～ 7.0	0.6 ～ 1.6	6 ～ 14	25 ～ 67
クロタラリア（細葉）	3.0 ～ 4.5	1.6 ～ 2.2	13 ～ 18	20 ～ 26
クロタラリア（丸葉）	2.5 ～ 5.0	2.1 ～ 2.9	9 ～ 16	14 ～ 20
レンゲ	1.0 ～ 6.0	3.0 ～ 4.0	9 ～ 30	10 ～15



図Ⅲ-1　ソルガムの収量とカリウム吸収量（森下ら、2020）

（４）その他の資材

その他の有機質資材に含まれる炭素、窒素、リン酸、カリウムの平均的な含量は、表Ⅲ-9 に示すとおりである。

表Ⅲ-9　その他の有機質資材の成分含量（平均値）

種類	炭素 %	窒素 %	リン酸 (P_2O_5) %	カリウム (K_2O) %	C/N 比	備考
稲わら	39.4	0.64	0.18	1.62	61.9	乾物あたり 愛知農総試調べ
もみがら	37.0	0.45	0.28	0.29	82.1	乾物あたり 愛知農総試調べ
麦稈	43.7	0.29	0.29	2.11	150.7	乾物あたり 愛知農総試調べ
バーク堆肥	39.7	1.65	0.84	0.45	29.6	現物あたり 出典:「土壌改良と資材」
ピート	55.2	1.31			42.1	現物あたり 出典:「土壌改良と資材」

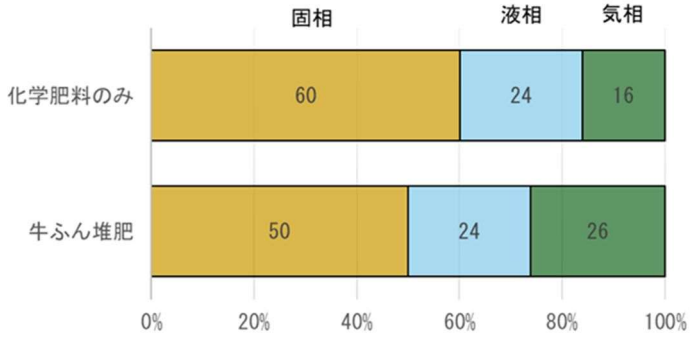
４　有機質資材の効果

有機質資材は、土づくり資材として農耕地土壌の生産力を維持・向上させるうえで有効である。さらに、含有する肥料成分を積極的に有効利用することで、環境保全や肥料コスト削減にもつながる。有機質資材の主な効果は以下のとおりである。

（１）土壌物理性の改善

畑土壌では、固相・液相・気相の割合が 40～50%：20～30%：20～30%が適正とされる。有機質資材の施用は、土壌孔隙（液相＋気相）を増加させ、保水性、透水性を向上させることで、根の生長を促進する。

牛ふん堆肥を 10 年以上連用した畑土壌では、化学肥料のみを施用した場合と比べて、土壌孔隙量が増加する（図Ⅲ-2）



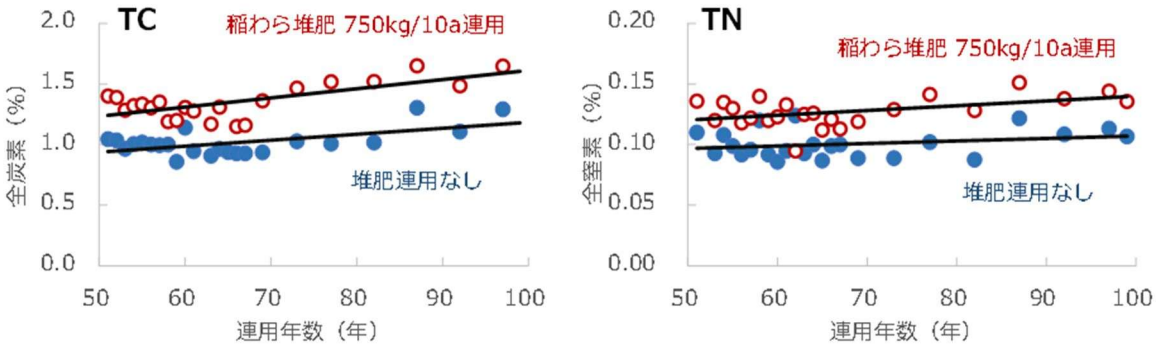
図Ⅲ-2　牛ふん堆肥施用による孔隙率の増加
（愛知農総試試験成績書，2024）

（２）養分の供給と土壌肥沃度の向上

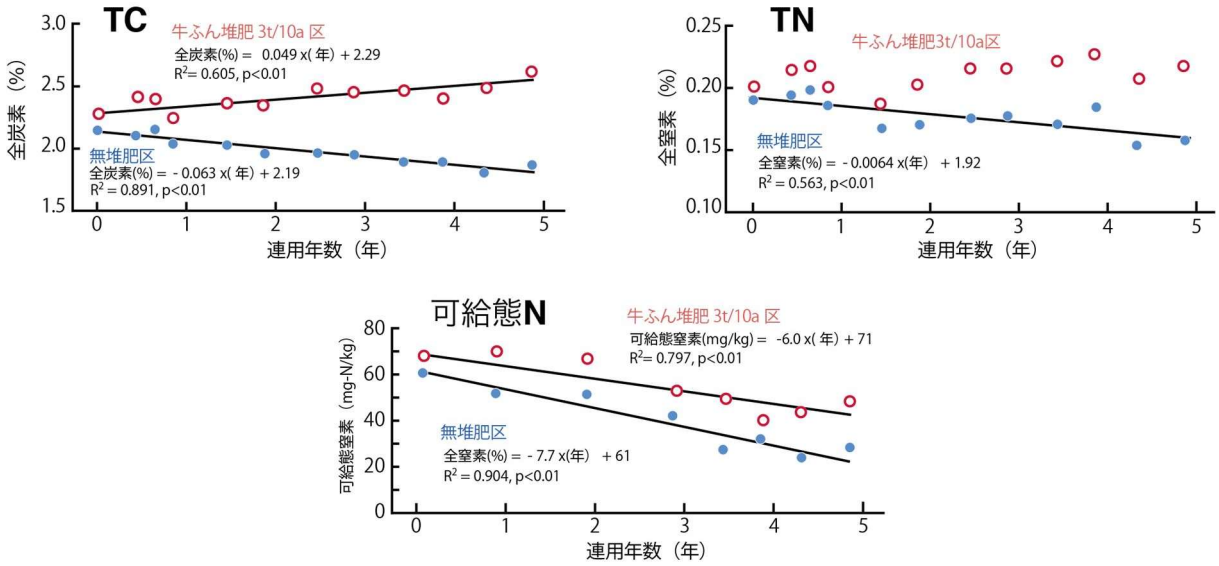
有機質資材の施用は、陽イオン交換容量（CEC）を増加させ、養分保持力や pH 変化に対する緩衝能を高める。また、有機物の集積に伴い、窒素含量も増加する。

水田では、図Ⅲ-3 に示すように、90 年以上堆肥などを施用しなくても土壌中の全炭素含量や全窒素含量は減少しないが、堆肥施用によりさらに肥沃な土壌になる。

一方、畑では、図Ⅲ-4 のように有機質資材を施用しない場合、土壌中の有機物が分解し、肥沃度が低下する。このため、畑では有機質資材の施用が不可欠である。



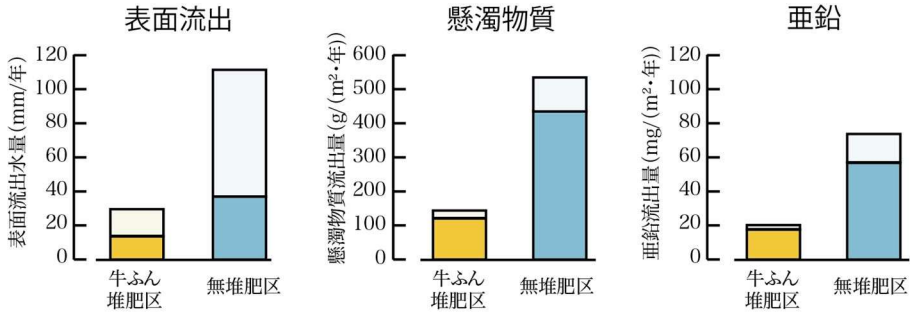
図Ⅲ-3　稲わら堆肥連用水田の全炭素含量、全窒素含量の推移（糟谷ら，2022）
注）水稲単作、稲わら全量持ち出しの条件での結果である。



図Ⅲ-4 露地野菜畑の全炭素含量、全窒素含量、可給態窒素含量の推移（糟谷ら，2011）

（３）土壌侵食の軽減、懸濁物質の流出抑制

有機質資材の施用は、土壌孔隙の増加を通じて保水性・透水性を高める。その結果、降雨時の土壌侵食に伴う懸濁物質や、それに吸着するリン・重金属などの流出を抑制する。図Ⅲ-5 は、傾斜畑における牛ふん堆肥の施用が亜鉛流出量に及ぼす影響を示したものである。牛ふん堆肥の施用により表面流出水量が減少し、懸濁物質や亜鉛の流出も抑えられる。牛ふん堆肥区では、時間降雨量が 50 ㎜ を超える豪雨時にも流出抑制効果が認められる。



図Ⅲ-5 傾斜畑からの年間の表面流出水量と亜鉛流出量（糟谷ら，2013）

注）濃色部は、調査地において観測史上最大の時間降雨量のあった平成 20 年 8 月末豪雨時の 5 時間の流出を示す。

（４）地球温暖化緩和効果

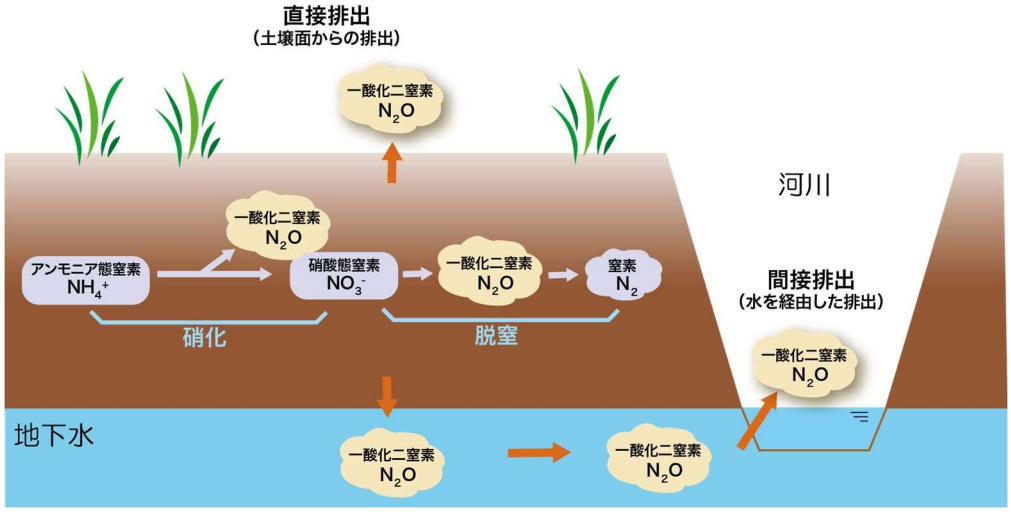
有機質資材の施用は、地球温暖化を促進するメタンや一酸化二窒素の排出を増加させる一方で、土壌への炭素蓄積による温暖化緩和効果を持つ。

畑では、一酸化二窒素は図Ⅲ-6 のように肥料や有機質資材に含まれる窒素の硝化や脱窒に由来するため、堆肥の窒素肥効を考慮して減肥を行い、土壌中の余剰窒素量を減らすことで排出削減が可能である。牛ふん堆肥を施用し、生産性を維持しながら窒素減肥を行ったキャベツ-スイートコーン栽培での調査例（表Ⅲ-10）では、無堆肥区の正味温室効果ガス排出量（A-B）が二酸化炭素換算で 576g･CO_2/(㎡･年)であったのに対し、牛ふん堆肥区では、-172g･CO_2/(㎡･年)と負の値と

なり、温室効果ガス吸収効果が認められた。

一方、豚ふん堆肥を施用基準量で毎年連用し、窒素減肥を行わずにタマネギ栽培を継続した調査例（表Ⅲ-11）では、無堆肥区の正味排出量が 848 g･CO_2/(㎡･年)であったのに対し、豚ふん堆肥施用区では 939 g･CO_2/(㎡･年)となり、排出量が増加した。これは、窒素減肥を行わなかったことで土壌中の余剰な窒素が増加し、一酸化二窒素の排出量が増えたためである。この結果は、有機質資材の施用による温暖化緩和には、窒素減肥による余剰窒素削減が重要であることを示している。

なお、一酸化二窒素は水溶解度が高く、土壌面から大気への直接排出に加え、水に溶けて地下水や暗渠排水を経由する間接排出もある。表Ⅲ-10 の(A)の括弧内の値が間接排出量であり、その割合は流出する硝酸態窒素の 1.24%と推定され、同表では一酸化二窒素排出量の約半分を占める。したがって、有機質資材に含まれる肥料成分を考慮して窒素減肥を行えば、土壌中の硝酸態窒素の流出削減と同時に一酸化二窒素の間接排出も抑制できる。



図Ⅲ-6 畑土壌における一酸化二窒素発生メカニズムと排出経路

表Ⅲ-10　野菜畑（キャベツ-スイートコーン）からの温室効果ガス排出量と作土の土壌炭素蓄積量

	一酸化二窒素排出量（A） g･CO_2/(㎡･年)	土壌炭素蓄積量（B） g･CO_2/(㎡･年)	正味の温室効果ガス排出量（A-B） g･CO_2/(㎡･年)
牛ふん堆肥区	437（208）＊	609	－ 172
無堆肥区	381（228）＊	－ 195	576

注）A、B は温室効果ガス排出量の二酸化炭素換算値を示す。

牛ふん堆肥区は、無堆肥区より多収を維持しつつ化学肥料を削減した。

＊　括弧内は間接排出量を示す。

牛ふん堆肥区の間接排出量は、化学肥料を削減しない場合、およそ 300 g-CO_2/(㎡･年)である。

表Ⅲ-11　野菜畑（タマネギ）からの温室効果ガス排出量と作土の土壌炭素蓄積量（山本ら, 2021）

	一酸化二窒素排出量（A） g・CO_2/(m^2・年)	土壌炭素蓄積量（B） g・CO_2/(m^2・年)	正味の温室効果ガス排出量（A-B） g・CO_2/(m^2・年)
豚ふん堆肥区	772	－ 167	939
無堆肥区	249	－ 599	848

注）A、B は温室効果ガス排出量の二酸化炭素換算値を示す。
豚ふん堆肥区は、減肥は行わず無堆肥区と同量の化学肥料を施用した。
年間排出量は 6 年間の調査の平均値とした。

５　汚泥類、汚泥類を原料とする肥料の利用に関する考え方と留意点

表Ⅲ-12　汚泥肥料と菌体りん酸肥料の比較

項目	汚泥肥料	菌体りん酸肥料	
原料	下水汚泥、し尿汚泥、工業汚泥		
製造方法	脱水、乾燥、腐熟、焼成		
成分	保証値なし	りん酸他を成分保証	
他の肥料との混合	不可	可能	
使用方法	単体使用	単体使用	混合肥料使用
安全性	重金属等の懸念	重金属等の懸念	希釈効果により、重金属等のリスクは低減
水田・転作田への施用	使用しない	使用しない	可

注）公定規格のうち「水産副産物発酵肥料」及び「硫黄及びその化合物」も汚泥肥料と同様の扱いとする。

（１）汚泥類を原料とする肥料

汚泥を原料とする肥料のうち「汚泥肥料」と「菌体りん酸肥料」は、どちらも、ひ素やカドミウムなどの重金属の含有量に上限が定められており、安全性が管理されている。汚泥肥料は他の肥料と混ぜて生産・販売することはできない。一方、菌体りん酸肥料は、成分が保証され、品質管理が徹底されているため、単体でも他の肥料と混合しても生産・販売が可能である。

（２）菌体りん酸肥料施用の考え方

水田では、落水により土壌が酸化状態になると、カドミウムが溶出しやすくなり、イネによる吸収が促進され、玄米への移行リスクが高まる。このため、重金属の蓄積が懸念される汚泥肥料及び菌体りん酸肥料は、水田や転作田では使用しないこととする。一方、菌体りん酸肥料を含む混合肥料は、希釈効果により重金属の蓄積リスクが低減されるので、施用が可能である。ただし、その場合は、混合肥料のりん酸成分等を考慮し、過剰施用とならないよう留意する。

表Ⅲ-13　汚泥肥料・菌体りん酸肥料単体の施用基準値　単位：kg/（10a・年）（乾物あたり）

資材名	作　目									
	転作田		畑			施設			樹園地	
	水稲	麦・大豆・その他	その他豆類雑穀	飼料作物	露地野菜	野菜	花き	果樹	果樹	茶
汚泥肥料 菌体りん酸肥料単体	使用しない	使用しない	250	250	250	125	125	125	250	250

（３）汚泥肥料等の施用上の留意点

汚泥類を原料とした肥料には、製造工程で凝集促進剤などの化学合成物質が添加される場合がある。このような化学物質が含まれる場合、有機 JAS の基準に適合しないため、有機栽培では使用できない。したがって、使用にあたっては原料や添加物の確認が必要である。

参考文献

愛知県農業総合試験場成績　2024. 環境安全研究室成績概要書

愛知県農業総合試験場　2010. 夏季の緑肥栽培による環境保全的露地野菜栽培. 農業の新技術, 9.

土壌保全調査事業全国協議会 1997. 土壌改良と資材. 信用堂出版. p. 79-109.

日置雅之, 久野智香子, 北村秀教, 加藤　保 2001a. 愛知県で生産される家畜ふん堆肥の化学組成. 愛知農総試研報, 33, 237-244.

日置雅之, 久野智香子, 北村秀教, 加藤　保 2001b. 愛知県で生産される家畜ふん堆肥の窒素肥効特性. 愛知農総試研報, 33, 245-250.

糟谷真宏・坂西研二・板橋　直・阿部　薫・鈴木良地　2013. 傾斜畑からの亜鉛の流出に及ぼす家畜ふん堆肥施用の影響, 土肥誌, 84, 71-79.

糟谷真宏・廣戸誠一郎　2010. 秋冬キャベツ栽培の夏季休閑期への緑肥作物導入による窒素収支の改善. 愛知農総試研報. 42, 141-146.

糟谷真宏・荻野和明・廣戸誠一郎・石川博司・鈴木良地 2011. 牛ふん堆肥又は豚ぷん堆肥を連用する黄色土野菜畑における５年間の養分動態. 愛知農総試研報. 43, 137-149

糟谷真宏・安藤薫・尾賀俊哉・大橋祥範・久野 智香子 2022. 愛知県での95年間の長期連用試験における水稲の収量と土壌化学性の変化及び土壌カリウム供給機構について. 土肥誌, 93, 1-11.

大橋祥範・日置雅之・糟谷真宏　2017. 愛知県内で流通する 12 種の有機質肥料からの窒素無機化量の推定. 愛知県農総試研報. 49, 1-8.

大橋祥範・大竹敏也　2022. 湛水条件下における有機質肥料からの窒素無機化量の推定. 愛知県農総試験研報. 54, 9-14

水野和俊・吉羽雅昭 2013. 汚泥肥料の種類と成分含有量の実態－FAMIC の肥料検査成績から－, 土肥誌, 84, 311-320.

大橋祥範・尾賀俊哉・糟谷真宏　2015. 水田土壌におけるリン蓄積とその存在形態. 愛知農総試研報. 47, 23-30.

小柳　渉・安藤義昭・水沢誠一・森山則男 2004. 家畜ふん堆肥中の塩類組成の特徴. 土肥誌. 75, 91-93.

小柳　渉・和田富広・安藤義昭 2005. 家畜ふん堆肥中リン酸の性質と肥効　新潟畜セ研報. 15, 6-9.

恒川 歩・池田彰宏・辻 正樹・瀧 勝俊　2013. 家畜ふん堆肥連用砂質露地畑における８年間の養分動態. 愛知農総試研報. 45, 1-9.

山田良三・白井一則・荻野和明・今川正弘　2003. キャピラリーライシメーターを利用した赤黄色土露地野菜畑における窒素収支. 愛知農総試研報. 35, 85-90.

山本 岳・菅野淳夫・安井俊樹・鈴木玉与・瀧 勝俊 2021. 砂質畑土壌における豚ぷん堆肥連用による一酸化二窒素排出量の評価. 愛知農総試研報. 53, 57-66.

辻　正樹・山本　拓・竹内将充　2017. 黄色土における緑肥クロタラリア（*Crotalaria juncea*）の窒素無機化特性. 愛知県農総試研報. 49, 67-73.

山本　拓・辻　正樹・中村哉志　2019. マメ科緑肥クロタラリア（*Crotalaria juncea*）を利用したキャベツの窒素減肥. 愛知県農総試研報. 51, 127-130.

森下俊哉・大橋祥範・山本　拓・土井美佑季・中村哉志　2020. ソルガム後作キャベツにおけるカリ減肥技術の確立. 愛知県農総試研報. 52, 177-188.
中村 嘉孝・安藤 薫・恒川 歩・糟谷 真宏　2019. 家畜ふん堆肥を連用した砂質黄色土露地畑における形態別リンの動態からみたリンの溶脱要因. 土肥誌 90(3), 212-216.