

第5章

有機質資材の使い方

第5章 有機質資材の使い方

1 有機質肥料の使い方

(1) 有機質肥料の効果

有機質肥料が土壌、作物に与える効果は、①養分供給による肥料的効果、②腐植物質による化学的効果、③団粒形成などによる物理的効果、④有機質肥料がもつアミノ酸、核酸や糖などの有機成分や、微生物が分泌するビタミン、ホルモンなどの有機物質による生理的効果、⑤有機物を基質（えさ）として増殖する有用微生物による土壌病害抑制などの生理的効果が考えられる。

(2) 有機質肥料の種類と成分含有量

有機質肥料は、原料によって次の4種類に分類できる。①魚粕や骨粉などの動物性有機質肥料、②菜種油粕などの植物性有機質肥料、③堆肥や厩肥などの自給有機質肥料、④下水汚泥や乾燥菌体肥料などの有機性廃棄物肥料である。

有機質肥料は、化学肥料に比べて含有成分量が少なく、肥効が遅効性で、種類によっては物理性改善効果などが期待できる特徴を持つ。しかしながら、養分的にアンバランスなものが多く、化学肥料と組み合わせて使うことが効果的である。表5-1-1に各種有機質肥料の化学性を示した。窒素の無機化は、C/N比が低いと速く進み、C/N比が高いと緩やかで遅い。土壌中に残る腐植は、C/N比が高い方が多くなる。C/N比が高い植物性肥料の方が、C/N比の低い動物性肥料よりも腐植として残りやすい。

表5-1-1 各種有機質肥料の成分含有率（野口、農業技術体系2001）

肥料名	全窒素	全リン酸	全カリ	全Ca	全Mg	炭素	C/N
魚かす	9.75	8.54	0.47	0.09	0.37	35.53	3.64
肉かす	10.23	2.47	0.41	3.19	0.08	37.68	3.68
肉骨粉	7.21	10.25	0.23	32.09	0.40	30.56	4.24
蒸製骨粉	5.30	21.30	0.12	51.42	0.74	21.75	4.10
生骨粉	4.90	24.72	0.07	53.93	0.80	10.73	2.19
蹄角	13.75	0.24	0.03	0.62	0.03	35.22	2.56
乾血	12.93	0.78	0.61	0.09	0.12	36.79	2.85
皮粉	9.68	0.16	0.03	2.73	0.26	34.56	2.57
毛粉	7.17	0.34	0.21	0.64	0.12	35.28	4.92
フェザーミール	13.78	0.60	0.10	0.37	0.04	43.05	3.12
カニがら	4.24	5.34	0.22	47.33	1.83	14.42	3.40
蛹かす	9.30	1.81	1.07	0.20	0.67	41.18	4.43
菜種油かす	6.22	2.84	1.38	0.94	0.90	35.72	5.74
綿実油かす	5.66	2.29	1.38	0.29	1.09	32.94	5.82
ひまし油かす	6.64	2.02	1.03	0.81	1.02	29.99	4.52
カポック油かす	5.39	2.22	1.74	0.65	0.93	39.33	7.30
大豆油かす	7.72	1.69	2.22	0.40	0.48	32.95	4.27
米ぬか	3.20	6.68	1.51	0.38	2.36	33.65	10.52

1) 動物性有機質肥料

魚類や牛、豚等に由来する肥料で、魚かすや骨粉が代表的で、窒素5～14%、リン酸0.1～30%、カリ1%以下である。骨が多く含まれる蒸製骨粉や肉骨粉はリン酸含有率が高く、反対に肉粕などはリン酸の含有率が低い。このように、動物性有機質肥料の成分含有量はその種類により大きく異なる。

2) 植物性有機質肥料

菜種油粕、大豆油粕などに代表されるもので、窒素4～9%、リン酸2～8%、カリ1～4%程度を含む。油粕類は施用直後の急激な分解に伴いガス障害を起こすことがあるので、ハウス栽培やトンネル栽培では移植や播種の2週間程度前に施用する。

(3) 有機質肥料の窒素肥効

有機質肥料の窒素肥効は、一般に化学肥料に比べて緩効的である。窒素の肥効パターンは有機質肥料の種類により大きく異なり、また温度・土壌水分・pH・土壌の種類の影響も強く受ける(図5-1-1)。特に温度の影響は大きいため、有機質肥料を用いるときは施肥時期の地温を考慮して施用しなければ効果的な施肥ができない。有機質肥料の無機化速度は、土壌施肥管理システムを用いて予測することができる。

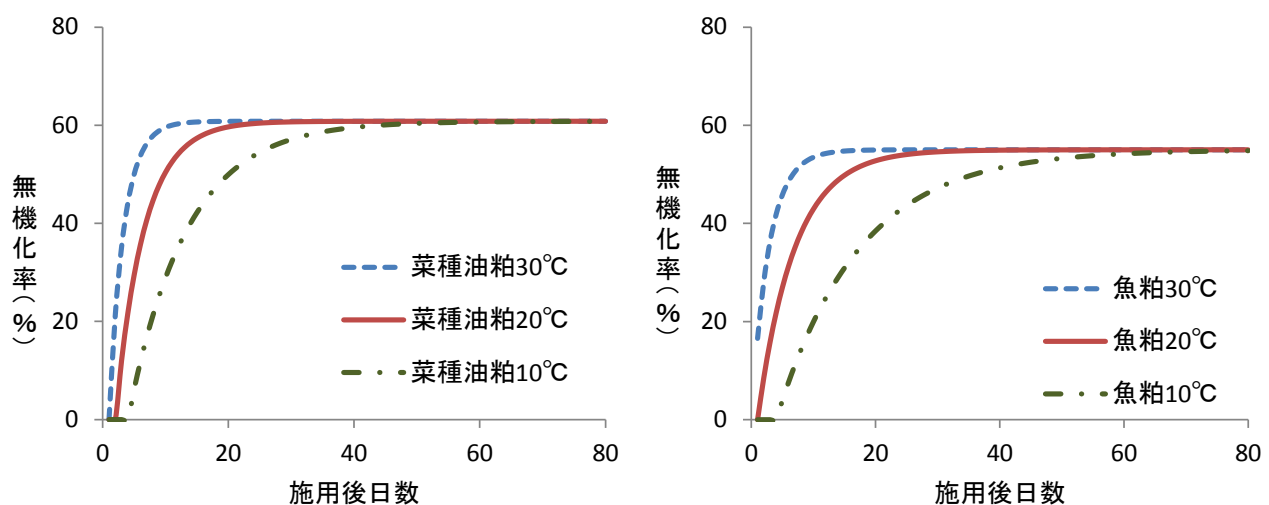


図5-1-1 菜種油粕と魚粕の窒素肥効パターン(畑条件)
(岡山県農林水産総合センター)

(4) 汚泥肥料と重金属の規制

汚泥類を堆肥化したものは特殊肥料扱いであったが、肥料取締法改正(2000年10月1日施行)に伴い、下水汚泥を原料とする資材は普通肥料に分類された。下水汚泥は、下水終末処理場から発生する汚泥で、汚泥の脱水に使われた凝集剤の種類により性質が異なる。つまり、石灰を凝集剤としたものは土壌がアルカリ化しやすく、高分子凝集剤を使用したものは酸性化しやすい。

肥料取締法では、普通肥料である汚泥肥料と化学肥料に有害重金属の最大許容量を設けており、その値を超えた資材は販売・流通できないことになっている。また、亜鉛では土壌中の重金属等の蓄積防止に関わる管理基準値(環境庁通達)として120ppmが設定されている。汚泥肥料や堆肥等の中には重金属等の有害物を含むものがあるので、農地への施用に当たっては十分注意しなければならない(表5-1-2)。

表5-1-2 汚泥肥料中の重金属含量 (mg/kg)

種類	ヒ素	カドミウム	クロム	銅	水銀	ニッケル	鉛	亜鉛
下水汚泥								
平均値	4.2	1.4	28.8	234.0	0.7	46.0	32.0	780.0
最大値	53.0	4.9	360.0	839.0	6.9	312.0	162.0	2490.0
標準偏差	6.1	0.9	52.2	156.0	0.7	61.0	34.0	448.0
試料数	132	132	58	84	132	40	76	93
し尿汚泥								
平均値	4.0	2.0	8.8	217.0	0.7	17.0	10.0	920.0
最大値	26.0	18.0	106.0	1160.0	4.1	54.0	79.0	4100.0
標準偏差	4.8	1.9	19.7	226.0	0.7	16.0	13.0	792.0
試料数	185	185	70	88	185	19	98	98
食品汚泥								
平均値	2.2	0.4	43.1	70.0	0.1	227.0	11.0	435.0
最大値	17.1	2.9	889.0	808.0	1.4	2650.0	120.0	5410.0
標準偏差	3.2	0.6	130.0	122.0	0.2	700.0	20.0	944.0
試料数	91	91	52	43	92	13	53	40

環境庁土壌農薬課調べ、1992より作表

2 堆肥の使い方

(1) はじめに

従来、「堆肥」とはわら等の植物残さを主原料とし、これに尿素等窒素肥料あるいは鶏ふん等を混合して堆積発酵させたものを指す。一方で、家畜排せつ物を主原料とするものは「きゅう肥」と呼び区別していた。しかし、現在では原料の如何に関わらず「堆肥」という用語が一般的であり、ここでもそれに従う。

最近の土壌調査結果から、県内の農耕地土壌では養分が不均衡な状態にある。特に、野菜畑ではリン酸、カリ、石灰の過剰傾向が顕著で、堆肥による成分投入量が多過ぎることが一因として考えられており、堆肥中の肥料成分と土壌養分に応じた適正施用が求められている。

県内には家畜ふんを主原料とする堆肥が多く流通しており、これらを適切に利用するための指導者向け技術資料として、平成26年3月に「家畜ふん堆肥適正施用の手引き」(<http://www.pref.okayama.jp/site/22/388931.html>)を刊行した。詳しくは同書を参考にされたいが、概要を以下に示す。

(2) よい堆肥の基準

よい堆肥の明確な数値はないが、参考になる指標はある。全国農業協同組合中央会が表5-2-1のような家畜ふん堆肥の推奨基準を示している。また、本県の良質堆きゅう肥共励会でも、表5-2-2(次々ページ)のような審査基準が設けられていた。

ただし、これらの指標から外れているからといって必ずしも品質が悪いということではない。例えば、現在流通している堆肥ではECが5 dS/mを超えるものが少なくないが、これらの多くは肥料成分を豊富に含んでおり、目的に合わせて使用量を調節すれば安全に使用できる。

また、堆肥を作る側と使用する側でもよい堆肥に対する考え方は異なっている。堆肥を作る側にとっては、水分が少なく、手触りがサラサラとしていて、においが少ないものがよい堆肥とされている。これらは堆肥の発酵の進み具合を外観で判断する指標であ

り、主に流通・散布時の取り扱いやすさの指標でもある。

一方、堆肥を使用する側にとっては、堆肥に含まれる肥料成分や土壌改良効果、作物に対する安全性といった点が重要な指標となる（さらには価格や入手のしやすさといったコスト面や利便性など）。そして、堆肥に期待する効果が土壌の物理性の改良なのか、肥料成分の供給なのか、あるいはその両方なのかによって、よい堆肥の定義は大きく変わってくる。

すなわち、全ての作物あるいは土壌に共通する統一的な「よい堆肥」の基準はないため、前記した「家畜ふん堆肥適正施用の手引き」を参考に、それぞれの使用目的に応じた堆肥を選択する。

表 5 - 2 - 1 家畜ふん堆肥の推奨基準

基準項目	基準値
有機物	60%以上
C/N比	30以下
全窒素量	1%以上
全リン酸(P ₂ O ₅)	1%以上
全カリ(K ₂ O)	1%以上
銅	600ppm以下
亜鉛	1,800ppm以下
水分	70%以下 ^{注)}
電気伝導度(EC)	5 dS/m以下 ^{注)}

注) 現物当たり、他の項目は乾物当たり

引用) 全国農業協同組合中央会「有機質肥料等品質保全研究会報告書」(1994)より作表

(3) 堆肥に含まれる肥料成分

家畜ふん堆肥には窒素・リン酸・カリのほか、石灰や苦土、その他の微量成分が含まれている。岡山県内で流通している家畜ふん堆肥について、窒素・リン酸・カリ含量は表 5 - 2 - 3 のとおりである。畜種別にみた場合、窒素・リン酸・カリは牛<豚<鶏の順に高い。また、堆肥センターや畜産農家などの製造箇所によって成分含量は大きく異なること、堆肥中の窒素成分が肥料的効果を示すのに必要な期間は畜種によって異なることに注意が必要である。施用に当たっては、袋に表示されている成分含量を確認することが重要である。一方で、土づくりに必要な有機物量は、逆に、鶏<豚<牛の順に高い。そのため、施用する目的に合った家畜ふん堆肥を施用することが重要なポイントになる。

表 5 - 2 - 3 岡山県内で流通する家畜ふん堆肥の成分含量

畜種	水分 (%)	C/N(比)	窒素 (%)	リン酸 (%)	カリ (%)
牛ふん堆肥 (n=154~158)	51 ± 16	19.3 ± 6.0	1.1 ± 0.5	1.1 ± 0.6	2.1 ± 1.1
畜種混合堆肥 (n=13~14)	44 ± 17	17.3 ± 3.6	1.3 ± 0.5	1.6 ± 0.7	2.3 ± 0.9
豚ふん堆肥 (n=19~23)	27 ± 16	9.2 ± 1.7	2.9 ± 1.0	4.2 ± 2.0	2.3 ± 1.1
鶏ふん (n=63~72)	19 ± 8	8.1 ± 1.3	3.0 ± 0.9	4.9 ± 1.5	3.5 ± 0.7

注) 岡山県農林水産総合センターによる分析値

表中数値は現物当たりの平均値±標準偏差

表5-2-2 岡山県内で流通する家畜ふん堆肥の成分含量

区分	配点	内 容			点数
臭気	20	無臭、堆肥臭 ややアンモニア臭等臭気を感じる アンモニア臭等臭気を感じる 生ふん臭			15~20点 10~14点 6~9点 0~5点
手触り	10	強く握っても手のひらにあまりつかない 手で握ると固まるが、放すとパラッと割れる 強く握ると手のひらにかなりつく 手で握ると固まるが、放しても割れない ベトベトした感じ 強く握ると指の間から水が滴る			8~10点 4~7点 0~3点
均質性	5	均質に堆肥化されている ある程度均質に堆肥化されている 均質に堆肥化されていない			4~5点 2~3点 0~1点
コンポ テスター	5	測定値 0~3 測定値 4~6 測定値 7以上			5点 2点 0点
堆積期間	10	家畜ふんのみ	作物残さとの混合物	木質物との混合物	
		60日以上 10点	90日以上 10点	180日以上 10点	
		30日以上 5点	60日以上 7点	150日以上 8点	
		30日未満 2点	30日以上 4点 30日未満 2点	120日以上 6点 90日以上 5点 60日以上 4点 30日以上 3点 30日未満 2点	
こまつな 発芽試験	20	対対照発芽率	95%以上 90%以上 95%未満 80%以上 90%未満 70%以上 80%未満 70%未満	20点 15点 10点 2点 失格	
C/N	10	10以上~30未満 30以上~40未満 40以上または10未満			10点 5点 0点
EC	5	5 dS/m未満 5 dS/m以上~10 dS/m未満 10 dS/m以上			5点 3点 1点
有機物	10	60%より上 50%以上~60%未満 50%未満			10点 5点 0点
総合判定	5	優れた堆きゅう肥である 良い堆きゅう肥である 標準的な堆きゅう肥である 良い堆きゅう肥ではない			4~5点 2~3点 1点 0点
計	100				

(4) 堆肥の施用効果の考え方

家畜ふん堆肥の施用効果は、大きく分けて「有機物」としての効果と「肥料成分」としての効果がある。基本的に、鶏ふん・豚ふん堆肥は肥料として、牛ふん堆肥は有機物の補給（土づくり・物理性の改良）を目的として利用する（図5-2-1）。施用量の目安は表5-2-4のとおりであるが、前記した「家畜ふん堆肥適正施用の手引き」を参考に、それぞれの施用場面に応じた施用の方法ならびに施用量を決定する。

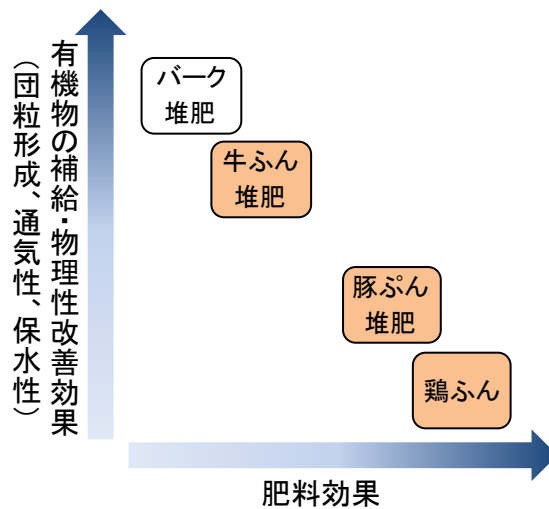


図5-2-1 堆肥の施用効果の考え方

表5-2-4 家畜ふん堆肥の施用量の目安 (t / 10 a)

	牛ふん堆肥 (有機物の補給)	豚ふん堆肥・鶏ふん (肥料成分の供給)
水稻	0.5~2	0.1~0.5
普通作	1~2	0.1~0.5
野菜・花き	1~3	0.1~1
果樹	0.5~2	-
飼料作	3~4	0.5~3
茶	1~2	0.3~1

3 緑肥作物の使い方

(1) 緑肥の効果

緑肥は作物の裏作に栽培してすき込む作物であり、有機物・養分の供給効果、根の伸長やすき込んだ有機物による通気性・排水性の改善効果、降雨による土壌・養分の流亡防止効果など総合的な土壌改良効果がある。

- ・ 養分の供給（特に、マメ科緑肥は多量の窒素供給）
- ・ 有機物の供給（土壌団粒の形成促進、腐植の生成など）
- ・ 土壌物理性の改善
（根系の発達や有機物のすき込みによる通気性、排水性の改善）
- ・ 生物性の改善
（特定の緑肥には土壌病害や有害線虫の抑制効果が認められている）
- ・ 環境保全（降雨による土壌浸食や養分流亡の防止、塩類集積の改善）

(2) 秋播き緑肥の栽培特性

緑肥には多くの種類があり、それぞれ様々な用途で利用されているが、十分な土壌改良効果を得るためには、緑肥が良好に生育して一定以上の生育量を確保する必要がある。緑肥の栽培に際しては、特に、圃場の排水性の良否や播種適期に注意する（表5-3-1）。

表5-3-1 秋播き用緑肥作物の栽培特性

作物名 (品種)	用途・特性					耐 湿 性	初 期 生 育	草 高 (c m)	播 種 量 (kg/10a)	播種期(月)	
	有 機 物 補 給	地 力 増 進	塩 類 除 去	透 水 性 改 善	景 観					一般地 ²⁾	暖地
イタリアンライグラス (ハナミワセ)	◎ ¹⁾	◎	○ ¹⁾	× ¹⁾	×	○	◎	80	4	10上~10下	10中~11上
レンゲ (雪印系)	○	◎	×	×	◎	△ ¹⁾	△	30	3~4	9上~10上	9中~10下
ヘアリーベッチ (まめ助)	○	◎	×	×	△	△	○	50	5	9中~11上	9下~11下
シロカラシ (キカラシ)	○	×	×	○	◎	×	◎	100	2~3	11上~11下	11上~12上
クリムソクローバ (くれない)	○	◎	×	×	◎	×	○	60	2~3	9中~10中	9下~10下
シロクローバ	○	◎	×	○	△○	△○	△	20	2~3	9中~10上	9下~10中

1)◎：適、○：良、△：中、×：不適

2)関東平地

3)辻、牧草と園芸第50巻第9号(2002年)から抜粋し、一部改変

(3) 窒素含有率

マメ科緑肥は窒素固定を行うことにより窒素含有率が高く、C/N比が低いことから、後作に対する窒素供給が期待できる(表5-3-2)。ただし、緑肥のすき込み量やすき込み時期のほか、様々な要因によって肥料効果は大きく変化することが考えられるので、圃場ごとに肥料効果を確認する。

表5-3-2 緑肥の窒素含有率と水稲作の有効窒素量

草種	窒素 ¹⁾ (乾物%)	C/N ¹⁾	緑肥生草重 1000kg中の 窒素含有量(kg) ²⁾	水稲作における 緑肥の 窒素利用率(%) ¹⁾	水稲作における 有効窒素量 (kg/10a) ²⁾
イタリアンライグラス	1.2	22	1.7	17	0.3
レンゲ	2.5	16	3.7	27	1.0
ヘアリーベッチ	4.0	11	6.0	56	3.4
キカラシ	1.6	24	2.4	27	0.6
クリムソクローバ	2.9	13	4.3	33	1.4
シロクローバ	3.2	12	4.8	45	2.1

1) asagi and Ueno(Plant and Soil、2009)及び上野(農業及び園芸、2010)から引用して作表

2) 乾物率15%(乾物150kg相当量)と仮定

(4) 水稲作における施肥調節

1) 緑肥の窒素肥効パターン

緑肥の窒素無機化パターンは、その種類のほかにすき込み時期、土壤水分等により変化するが、緩効的な肥効を示すものが多い。生育ステージ別にみると、レンゲとヘアリーベッチは開花期に比べて黄熟期のすき込みがより緩効的な窒素肥効パターンを示す。

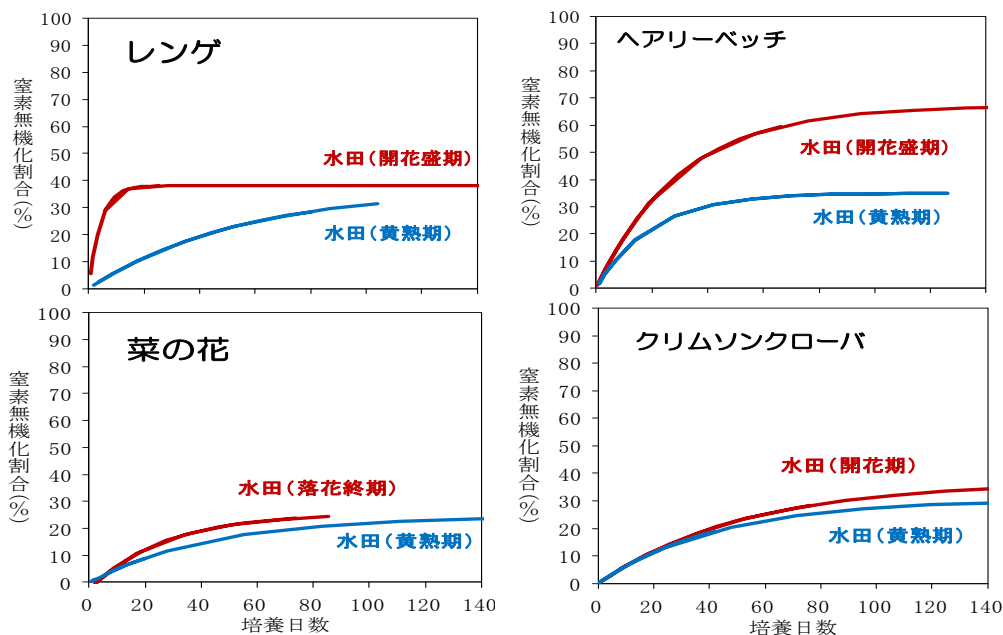


図5-3-1 緑肥の生育時期別の窒素肥効パターン(標準温度 25°C)

1)岡山県農林水産総合センター(2010~14年度)

2) 肥効の高いすき込み時期

レンゲ、ヘアリーベッチを5月上旬の緑肥の開花期にすき込み、直ちに入水したときの肥効を100%とすると、2週間後の5月下旬入水では約50~60%、4週間後の6月上旬入水では約20%に低下する。また、5月下旬の黄熟期にすき込み、2週間後に入水したときの肥効は開花期とほぼ同じ50~60%である(図5-3-2)。このことから、水稲作での緑肥の窒素肥効を得るための望ましいすき込み時期は、入水の2週間前と推定される。そこで、緑肥の窒素肥効を利用するためには、入水時期が5月中~下旬の県北部地域では5月上旬(開花期)、6月上~中旬の県南部地域では5月下旬(黄熟期)にすき込む必要がある(表5-3-3)。

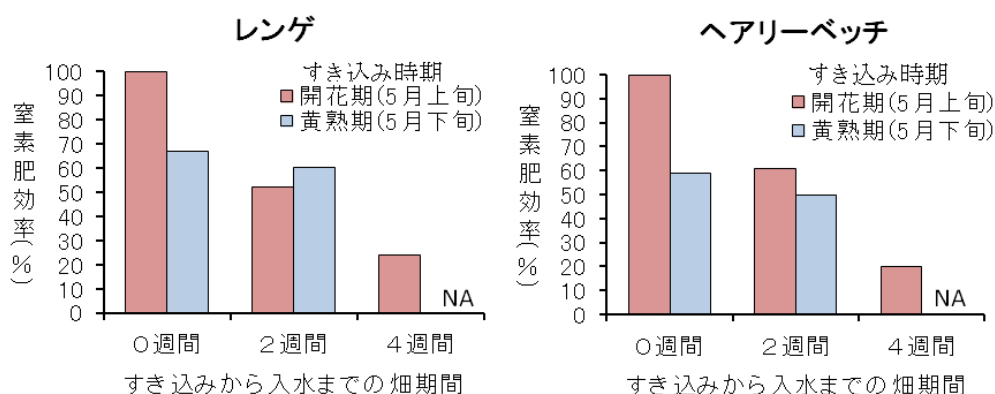






図5-3-2 入水前の畑期間と緑肥の窒素肥効

注)レンゲ、ヘアリーベッチともに、5月上旬の開花期にすき込み直ちに入水したときの窒素肥効を100とし、5月上旬すき込みでは2週間後の5月下旬入水、4週間後の6月上旬入水、5月下旬の黄熟期すき込みでは2週間後の6月上旬入水における肥効率を示した。NAは未調査。(岡山県農林水産総合センター、2011~14年度)

表5-3-3 水稲作における緑肥の望ましいすき込み時期

	10月	3月	4月	5月			6月	
					上旬	中旬	下旬	上旬	中旬
水稲	県中北部地域				緑肥すき込み --- 入水・移植				
	県南部地域				緑肥すき込み --- 入水・移植				
緑肥	播種		開花・開花盛期			黄熟期 --- 枯熟期			
									
	開花期のレンゲ				黄熟期のレンゲ				
									
	開花期のヘアリーベッチ				黄熟期のヘアリーベッチ				