

委託試験成績（平成28年度）

担当機関名 部・室名	奈良県農業研究開発センター 研究開発部 大和野菜研究センター 遺伝資源保存ユニット
実施期間	平成27年度～平成28年度 継続
大課題名	IV 環境保全を配慮した生産技術の評価・確立
課題名	地域未利用資源である生薬抽出残渣の肥料効果および土壌改良効果の検討
目的	<p>奈良県内の製薬会社から、年間約6,000tの生薬抽出残渣が排出されており、この一部が堆肥化され流通している（以下、生薬堆肥）。平成27年度の調査では、生薬堆肥の土づくりと肥料効果について検討した。その結果、生薬堆肥は稲わらと同等の土壌物理性の改善効果が見られ、硝酸態窒素、リン酸、カリウムの成分量、易分解性有機物含量は比較的少なく、養分の過剰蓄積や養分バランスの悪化の恐れが低いことから、ハウレンソウ栽培ほ場の土作り資材として有望であることがわかった。</p> <p>平成28年度は、肥料効果について複数年で確認するとともに、27年度に行った試験区に同じ資材を継続施用した場合の土づくり効果を検証する。また、過去にハウレンソウの発芽不良等の原因として、生薬堆肥の熟度不足が疑われる事例があった。そこで、生薬堆肥の熟度の季節変動および熟度とハウレンソウの発芽率の関係を調査し、更なる生薬堆肥の利用促進を図る。</p>
担当者名	指導研究員 神川 諭
1. 試験場所	奈良県宇陀市榛原三宮寺125 大和野菜研究センター 土壌条件 褐色森林土
2. 試験方法・条件	<p>ア. 生薬堆肥による土壌物理性の改善の検討</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 試験ハウス 雨よけハウス(7.5m×20m) 2) 供試生薬堆肥 生薬堆肥場において、生薬抽出残渣を2週間に1回程度切り返し ながら約4ヶ月間堆積したもの 3) 生薬堆肥施用 2016年4月25日(動力運搬車 ヤンマーFG-182) 4) 耕 起 4月25日(農業用トラクタ:ヤンマーAF-150) 5) 試験規模 5㎡/区 6) 試験区 生薬堆肥区、稲わら区、無処理区(3反復:2015年同一ほ場、昨年の調査後作付なし) 7) 施用量 生薬堆肥3t/10a 稲わら1.3t/10a (TC:約450kg換算) 8) 灌水 土壌表面が乾燥した頃次のとおり行い、灌水量をほ場内3ヶ所で計測。 4月25日 23.4mm、4月28日 12.3mm、5月2日 13.5mm、5月9日 7.3mm、 5月16日 5.6mm、5月20日 9.3mm、合計71.4mm 9) 調査 <ul style="list-style-type: none"> ・土壌採取日 4月25日(施用前、施用後)、5月25日(施用30日後) ・三相分布 100ml容のコアサンプラーを用いて、地表部から深さ10cmの土層から区あたり3カ所をサンプリングし、pF1.5の水分状態に調整した

のち、実容積測定装置で測定。

イ. 土壌中の成分変化による生糞堆肥の肥料効果の検討

- 1) 試験ハウス 雨よけハウス(7m×15m)
- 2) ~5) は、ア. に同じ
- 6) 試験区 生糞堆肥 3t 区、生糞堆肥 6t 区、無処理区
- 7) 灌水 土壌表面が乾燥した頃に次のとおり行い、灌水量をほ場内 3ヶ所で計測。4月25日 20.0mm、4月28日 14.7mm、5月1日 10.7mm、5月9日 12.3mm、5月16日 7.7mm、5月20日 10.7mm、合計 76.1mm
- 8) 調査
 - ① 地温 4月25日から5月25日の深さ 10cm の地温をおんどとり TR-71U で測定。
 - ② 土壌採取日 4月25日(施用直後)、5月10日(施用 15日後)、5月24日(施用 30日後)
 - ③ 測定方法
 - ・TC および TN 乾式燃焼法。サンプルを微粉碎したのち、0.5mm の篩でふるい、元素分析装置(JM-10)で測定。
 - ・硝酸態窒素 蒸留法。5g の土壌を 50ml の 10%KCl で 30分浸透抽出後、濾過、水蒸気蒸留で測定。
 - ・可給態リン酸 モリブデン青発色法。0.2g の土壌を 40ml の 1N 硫酸で 30分浸透抽出後、濾過、モリブデン青発色法で発色させ、分光光度計で 880nm の波長を測定。
 - ・交換性カリ 2g の土壌を 40ml の 1M 酢酸アンモニウム液で浸透後、濾過し、ICP 発光分析機により測定。

ウ. ホウレンソウ生育調査

- 1) 施肥：窒素 3.0 kg、リン酸 1.5 kg、カリ 2.1 kg (/10a)
- 2) 品種：ホウレンソウ ‘ジャスティス’ (サカタのタネ)
- 3) 播種日：6月14日(手押し式播種機クリーンシーダー)
- 4) 除草剤：ラッソー乳剤(播種直後、150ml/10a、全面土壌散布)
- 5) 害虫防除：カスケード乳剤(4,000倍)、アフーム乳剤(2,000倍)
- 6) 調査
 - ① 調査日：7月11日
 - ② 草丈：最長葉の草丈
 - ③ 調製重量：外葉 1~4枚目を除去したときの株重量
 - ④ 葉色：SPAD 値(MINOLTA 葉緑素計 SPAD-502)
 - ⑤ 障害：生育の遅延、障害を目視で確認

エ. 生糞堆肥における熟度の季節変動調査

- 1) 生糞堆肥における熟度の季節変動調査
 - ① コンポテスター※ 堆肥熟度測定器(酸素消費量測定器 FK-10(富士平工業(株)))
- ※堆肥の腐熟過程を微生物による有機物(易分解性有機物)の分解過程と定義し、その時の微生物による酸素消費量を測定することで、堆肥熟度を簡易に判

定する装置。つまり、酸素消費量は小さいほど熟度が進んでいると考えられ、熟度が進んだ牛ふん堆肥における酸素消費量の目安は $3 \mu\text{g/g/min}$ とされる。

また、易分解性有機物が多いフスマは、約 $50 \mu\text{g/g/min}$ である。

② 生糞堆肥 生糞堆肥場において任意の3ヶ所から採集

③ 採集日、調査日 表1に示した

表1 生糞堆肥の季節変動調査概要

区	採集日	播種日	調査日	ハウレンソウ品種	メーカー
3月	3月4日	3月4日	3月14日	クラウド	トキタ種苗(株)
4月	4月4日	4月4日	4月14日	ミラージュ	サカタのタネ
5月	5月16日	5月16日	5月26日	ジャスティス	サカタのタネ
6月	6月20日	6月20日	6月30日	ジャスティス	サカタのタネ
7月	7月11日	7月12日	7月22日	ジャスティス	サカタのタネ
8月	8月10日	8月12日	8月22日	ジャスティス	サカタのタネ
9月	9月20日	9月20日	9月30日	クローネ	中原採種場(株)

栽培温度:常温(ハウス内)

2) 生糞堆肥の熟度とハウレンソウの発芽率の関係

① 調査概要 表1

② ポット 5号ポット(容量:1L)

③ ハウレンソウ播種数 30粒/ポット

④ 区制 (5反復)

・生糞堆肥区 与作 (JA全農) 90g(10aあたり9t換算)の生糞堆肥を混合

・無処理区 与作のみ

⑤ 調査 発芽数

オ. 統計解析

・R(ver. 3.2 for windows; R Foundation for statistical Computing)を用いた。

・発芽数 応答変数に発芽数、説明変数に生糞堆肥の有無、ランダム効果にポットNo.を設定した。ポアソン分布と仮定した(Link=log)一般化線形混合モデル(generalized linear mixed models(GLMM), lme4 package; maximum likelihood estimation)を行った。

・草丈、重量、SPAD値および土壌中の化学成分 一元分散分析におけるTukeyの多重解析を行った。

3. 試験結果

ア. 生糞堆肥による土壌物理性の改善効果の検討

生糞堆肥区と稲わら区における土壌の気相率は、調査期間を通じて、無処理区に比べて大きかった(図1)。また両処理区の気相率は同等であった。

イ. 土壌中の成分変化による生糞堆肥の肥料効果の検討

1) 調査期間中の深さ10cmの地温は、平均21.1℃、最高37.6℃、最低8.5℃であった(表2)。25℃から30℃以下の積算時間は、86時間であった。

2) 30日後のTNは、無処理区に比べて、6t区と3t区で有意に大きくなったが、6t

区と 3t 区に有意な差はなかった(図 2)。

- 3) 施用直後の硝酸態窒素量はいずれの区においても差はなかったが、30 日後には 6t 区および無処理区は 3t 区に比べて有意に大きくなった(図 2)。その差は約 0.5mg/100g であった。
- 4) 15 日目と 30 日目の各区における電気伝導度に有意な差はなかった。
- 5) pH に有意な差はなかった
- 6) 30 日後の 3t および 6t 区の TC は、無処理区に比べて有意に大きくなった。
- 7) 可給態リン酸では有意な差は見られず、交換性カリも投入直後以外は有意な差はなかった。

ウ. ホウレンソウ生育調査

草丈、調整重、SPAD 値に有意な差はなかった(表 3)。各区ともホウレンソウに障害は見られなかった。

エ. 生糞堆肥における熟度の季節変動調査

3 月～9 月の生糞堆肥の熟度(酸素消費量)は、0.3～13 μ g/g/min で推移した(図 3)。8 月における生糞堆肥区のホウレンソウの発芽率は、無処理区に比べて有意に小さくなったが、その他の月に差はなかった(図 4)。熟度と発芽率の相関は低かった($r^2=0.2051$)(図 5)。

4. 主要成果の具体的データ

表2 調査期間における地温

地温(°C)			積算時間(hr)	
平均	最高	最低	25°C未満	25～30°C以下
21.1	37.6	8.5	507	86

調査：4月25日～5月25日(677hr)。深さ10cm。

表3 糞草堆肥の施用がホウレンソウの生育に及ぼす影響

区	草丈	調整重	SPAD値	障害
3t	25.0 \pm 0.8 ^{z)}	14.4 \pm 1.7	41.4 \pm 0.8	-
6t	24.1 \pm 0.9	15.8 \pm 0.4	43.0 \pm 1.3	-
稲わら	23.8 \pm 1.1	14.1 \pm 1.7	42.4 \pm 1.1	-
無処理	23.7 \pm 0.7	15.4 \pm 3.0	41.1 \pm 1.0	-
	n. s. ^{y)}	n. s.	n. s.	

z) 平均 \pm 標準誤差

y) 一元分散分析, Tukey多重比較の結果. n. s. は, 有意差なし.

表4 生薬堆肥および生堆肥の投入量がホウレンソウの発芽と初期生育に及ぼす影響

区	発芽率 ^{z)}	初期生育 ^{y)}		
		葉長	株重	SPAD値
3t	80.0 ± 3.3	9.0 ± 0.2	1.0 ± 0.1	39.1 ± 0.7
6t	64.4 ± 1.1	9.4 ± 0.2	1.4 ± 0.0	37.7 ± 1.2
9t	62.2 ± 2.9	8.6 ± 0.5	1.1 ± 0.5	39.2 ± 1.2
無処理	71.1 ± 2.9	9.7 ± 0.3	1.4 ± 0.2	37.6 ± 0.1
	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

z) 5月29日調査. GLMMによる結果. n. s. は有意差なし.

y) 6月16日調査. 一元分散分析結果. Tukeyによる多重解析結果.

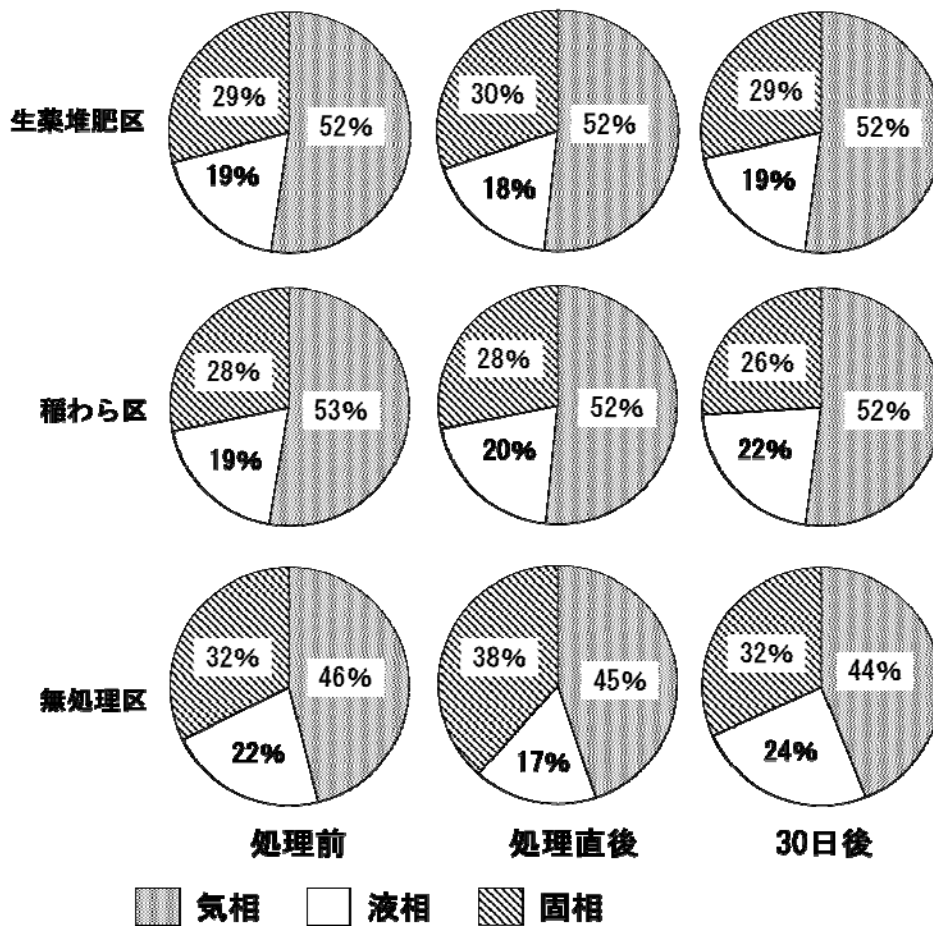


図1 生薬堆肥の施用が三相分布に与える影響

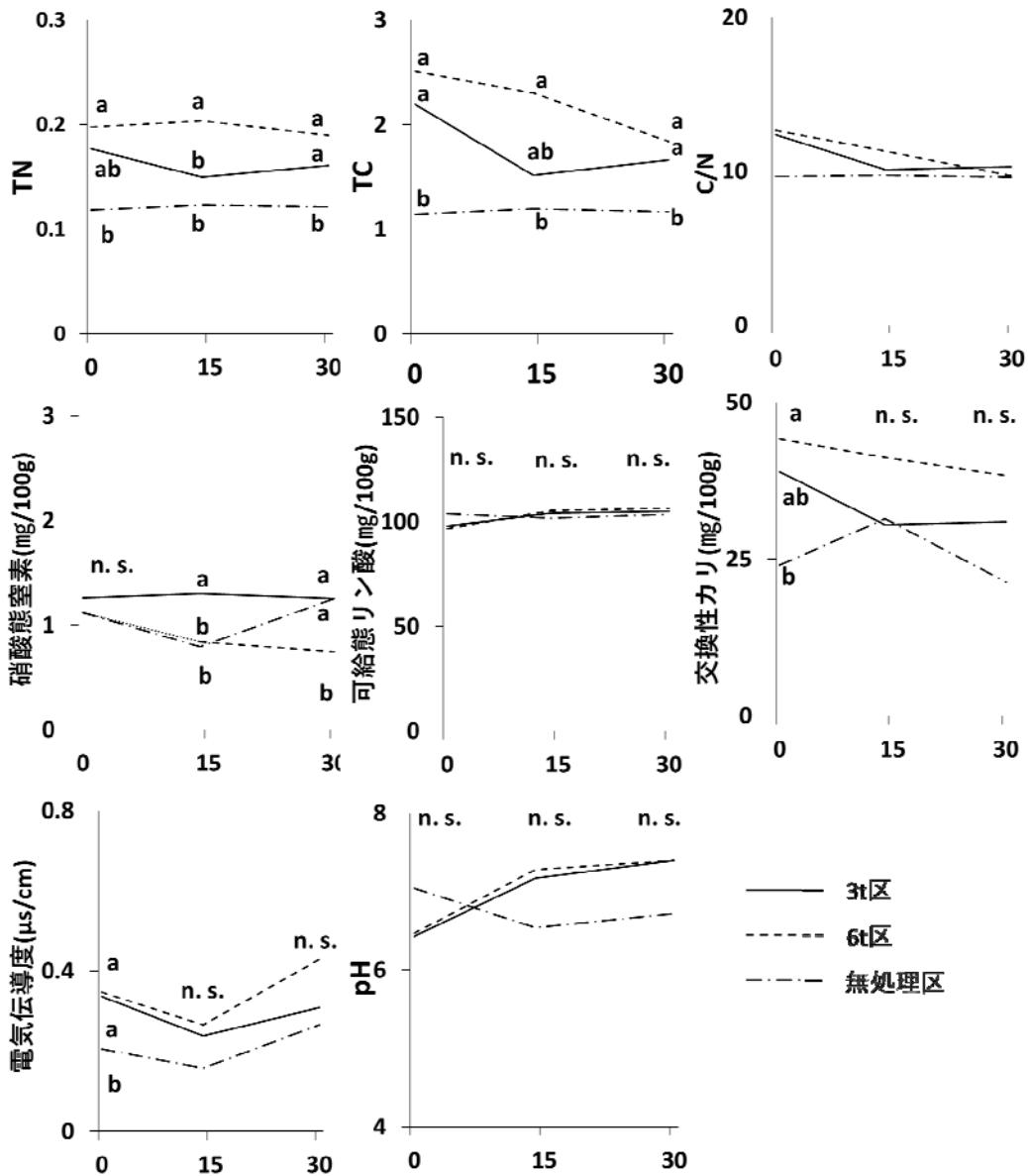


図2 土壌中の化学成分の推移
一元分散分析, Tukeyの多重比較の結果 異なる英字間: 危険水準5%で有意差あり
n.s.: 有意差なし

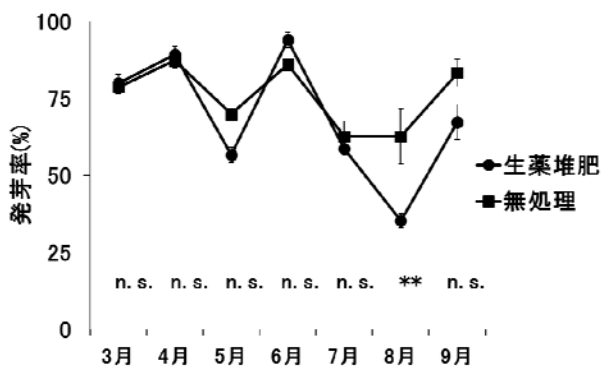


図3 生薬堆肥の酸素消費量

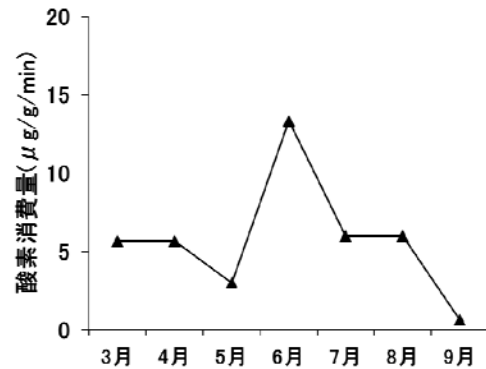


図4 生薬堆肥の施用がハウレンソウの発芽率に及ぼす影響

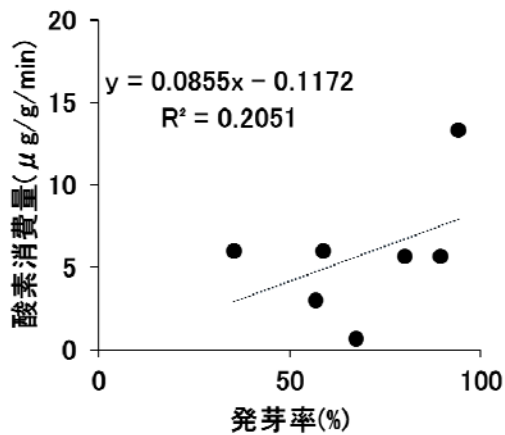


図 5 酸素消費量と生糞堆肥区におけるホウレンソウの発芽率

5. 経営評価

当地域における土づくり資材の多くは牛ふん堆肥であり、10aあたり約3,000kgが施用される。牛ふん堆肥の流通価格は1kgあたり4円であることから、牛ふん堆肥の費用は12,000円になる。また、薬草堆肥の流通価格は1kgあたり1.5円であり、10aあたりの施用量を3,000kgとすると、生糞堆肥の費用は10aあたり4,500円になることから、牛ふん堆肥から生糞堆肥に切り替えることで土づくり資材費を7,500円削減できる。

6. 利用機械評価

利用機械なし

7. 成果の普及

事業成果は、巡回指導を通じて生産者へ情報提供を行った。

8. 考察

現在、ホウレンソウ栽培では、収穫作業性の向上を目的に膨軟な土づくりが進められているが、多量の牛ふん堆肥の施用による養分の過剰蓄積や養分バランスの悪化が問題となっている。このことから、牛ふん堆肥に代わる安価で気相率の向上等土壌物理性の改善効果が期待でき、養分の過剰蓄積が問題とならない資材の検索が求められている。

処理前の各試験区における三相分布は、無処理区に比べて生糞堆肥区および稲わら区の気相率が大きく、昨年の生糞堆肥施用による処理効果が維持されていた(2015年成績書)。施用30日後においても、両区の気相率は大きく、またその気相率は同程度であった。加えて、土壌中のTC、すなわち有機物含量も高く維持されていることから、生糞堆肥の土づくり効果は稲わらと同程度であることが分かった。

肥料効果に係る調査は、硝酸化成菌の生育適温である25~30℃の積算時間が86時間の条件下で行われた。TNおよび硝酸態窒素の土中濃度に差が見られたが、その差はわずかであり、電気伝導度、可給態リン酸および交換性カリは無処理区と差がなかったことから、生糞堆肥には元肥を減肥できる程の肥料効果はないと考えられる。この要因として、生糞原料は生糞成分を抽出する際に煮沸されるため、これらの成分はほとんど抽出されていることが推察される。以上のことから、土壌物理性の改善効果が高く維持され、養分の集積

のリスクが低い生糞堆肥は、ハウレンソウの土づくり資材として有望であることが経年的に明らかになった。

これまで、生糞堆肥の熟度不足によるハウレンソウの発芽不良が疑われていた。6月区における生糞堆肥の酸素消費量が $13\mu\text{g/g/min}$ で最も大きかったが、発芽率は94%であった。また、8月区の発芽率は無処理区に比べて有意に小さくなったが、酸素消費量は $6\mu\text{g/g/min}$ であり完熟に近かった。このように、両者に相関は見られず、生糞堆肥の熟度は発芽不良の原因ではなかった。しかし、8月区の発芽不良の原因は不明であることから投入量は $3\text{ t}/10\text{ a}$ が望ましいと考えられ、今後は生糞堆肥の温度とフェノール性酸、低級脂肪酸等の生育阻害物質の溶出について調査する必要がある。

10. 参考写真



写真1 肥料効果試験区



写真2 ハウレンソウ栽培試験



写真3 発芽率試験