

委託試験成績（平成27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 新規
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>奈良県内では、製薬会社から排出される生薬作物の抽出残渣が、産業廃棄物として年間約6,000t処理されている。現在、この一部が堆肥化され流通している（以下、生薬堆肥）。しかし、生薬堆肥の熟度が進んでいないことが原因と疑われる発芽不良の事例あったことから、生産者は熟成処理を行わなければならない、その労力が大きな負担となり、利用が進んでいない。また、生薬残渣の成分量や、土作り効果は不明である。</p> <p>一方、当センターでは生薬残渣がハウレンソウ萎凋病に対する土壌還元消毒のすき込み資材として有効であることを実証した。通常、土壌還元消毒法の消毒期間は21日間程度で、その後好気条件に戻すために耕起後数日間ほ場が放置されることから、ハウレンソウの栽培までに生薬堆肥の熟度が進み、熟成処理を省略できる可能性があると考えた。そこで、生薬堆肥を土壌還元消毒のすき込み資材に用いた時の土づくり効果、生薬堆肥の熟度の促進効果、さらには生薬堆肥の成分による化学肥料の減肥効果を検討する。本試験の結果をもとに産業廃棄物の利用を促進することで、環境保全に寄与する。</p>
担当者名	主任研究員 神川 諭
<p>1. 試験</p> <p>場所 奈良県宇陀市榛原三宮寺 125 奈良県大和野菜研究センター内パイプハウス 土壌条件 褐色森林土</p> <p>2. 試験方法・条件</p> <p>ア. 土壌還元消毒に用いた生薬残渣による土づくり効果の検討</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 生薬堆肥施用 2015年6月19日（動力運搬車 ヤンマーFG-182）</li> <li>2. 耕 起 6月19日（農業用トラクタ：ヤンマーAF-150）</li> <li>3. 試験区 生薬堆肥区、稲わら区、無処理区（3反復）</li> <li>4. 施用量 生薬堆肥3t/10a 稲わら1.3t/10a</li> <li>5. 試験規模：5㎡/区</li> <li>6. 土壌還元消毒 6月19日から7月10日の21日間行った。ほ場最大容水量まで灌水し、0.05m厚のP0フィルムで土壌を被覆した後、ハウスを密閉した。</li> </ol> <p>7. 調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地 温 6月19日から7月10日（土壌消毒期間中）に深さ10cmの地温をおん</li> </ul>	

どとり TR-71U で測定した

- ・酸化還元電位 pH/NO<sub>3</sub>/Eh METER((株)藤原製作所 PRN-41)で深さ 15 cmを原則 3 日間隔で測定した
- ・採取時期 土壌還元消毒前(6月19日)および直後(7月10日)
- ・三相分布 100ml 採土管で区あたり 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した
- ・TC および TN 乾式燃焼法(CN コーダー、JM-10) サンプルを微粉碎したのち、0.5mm の篩でふるい、CN コーダーで分析した

イ. 土壌還元消毒による生糞堆肥の熟度促進効果の検討(埋設法)

1～6は、ア. に同じ

7. 調査

- ・採取時期 6月19日直後(0日)から7月10日まで7日間隔×3回(7日後、14日後、21日後)
- ・TC および TN 乾式燃焼法(CN コーダー、JM-10) サンプルを微粉碎したのち、0.5mm の篩でふるい、CN コーダーで分析した
- ・混合土 不織布袋に、土壌 43g と、炭素成分が 5g になるよう生糞堆肥 32.9g または稲わら 14.5g を混ぜ合わせた。無処理は土壌 43g のみを不織布袋に入れた
- ・埋 設 土壌還元消毒ほ場と好気条件ほ場に、区あたり 3袋を深さ 3cm の位置に埋設した

ウ. 生糞堆肥の無機態成分と土壌中の成分変化による肥料効果の検討

1～6は、ア. に同じ

7. 調査

① サンプル

- ・生糞堆肥 6月19日、8月25日、10月20日に採集した
- ・稲わら 2014年10月に収穫し、乾燥した
- ・土壌 土壌還元消毒前(6月19日)および直後(7月10日)、消毒後14日目(7月24日)、ハウレンソウ栽培後(9月8日 ただし、測定は硝酸態窒素およびEC、pHとした)に採集した

② 測定方法

- ・TC および TN サンプルを微粉碎し、0.5mm の篩でふるいに掛けたのち、乾式燃焼法(CN コーダー、JM-10) で分析した。
- ・硝酸態窒素 5g の土壌を 50ml の 10%KCl で 30分浸透抽出後、濾過、蒸留した
- ・リン酸 生糞堆肥と稲わらは、微粉碎した試料をホットプレート酸分解法(硝酸一過塩素酸)により湿式分解し、ICP 発光分光分析装置(サーモエレメンタル製 IRIS Intrepid II XSP) で測定した。土壌は、0.2g 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 の波長を測定した
- ・カリウム 生糞堆肥と稲わらは、微粉碎した試料をホットプレート酸分解

法(硝酸一過塩素酸)により湿式分解し、ICP 発光分光分析装置で測定した。土壌は、2g を 40ml の 1M 酢酸アンモニウム液で浸透後、濾過し、ICP-AES により分析した

#### エ. ホウレンソウ生育調査

1. 施肥：無施肥
2. 品種：ホウレンソウ「ミラージュ」(サカタのタネ)
3. 播種：7月24日、手押し式播種機クリーンシーダーで播種した
4. 除草剤：ラッソー乳剤(播種直後、150ml/10a、全面土壌散布)を散布した
5. 病虫害防除：2葉期にカスケード乳剤(4,000倍)、4葉期 アファーム乳剤(2,000倍)を散布した
6. 調査
  - ① 株数：播種10日後に1mあたりの株数を計数した
  - ② 草丈：最長葉の草丈を測定した
  - ③ 調製重：外葉1~4枚目を除去したときの株重量を測定した
  - ④ 葉色：SPAD値(MINOLTA葉緑素計SPAD-502)を測定した
  - ⑤ 障害：生育の遅延、障害を目視で確認した

### 3. 試験結果

#### ア. 土壌還元消毒に用いた生糞残渣による土づくり効果の検討

1. 土壌還元消毒期間中の地温は、平均 31.2℃、最高 42.2℃、最低 23.6℃であった。また、30℃以上の積算時間は 494 時間中 181 時間であり、40℃以上の積算時間は 3 時間であった(表 1)。
2. 生糞堆肥区と稲わら区の酸化還元電位は、処理 6 日後に 0 から -100mV に低下し、その後 21 日後まで継続した(図 1)。無処理区の酸化還元電位は、約 600mV 程度で推移した。
3. 生糞堆肥区と稲わら区の気相の割合は、同等であり、無処理区に比べて、両区とも有意に大きくなった(図 2)。
4. 生糞堆肥区と稲わら区の固相および液相の割合は同等であり、無処理区に比べて、両区とも有意に小さくなった(図 2)。
5. 土壌還元ほ場において、生糞堆肥と稲わら区の TC はほぼ同等であった(図 3)。

#### イ. 土壌還元消毒による生糞堆肥の熟度促進効果の検討(埋設法)

好氣的ほ場における稲わらの TC は、0 から 7 日後に 11%から 5%まで減少したが、土壌還元ほ場の稲わら区の TC はほとんど変化しなかった(図 3)。埋設期間中の生糞堆肥の TN および TC は、還元ほ場においても好気条件ほ場においても大きな変化はなかった。

#### ウ. 生糞堆肥の無機態成分と土壌中の成分変化

1. 生糞堆肥は、TC 15.2%、TN 0.8%、C/N 比 20 であった。リン酸、カリウムとも、稲わらに比べて少なかった(表 2)。
2. 土壌中の硝酸態窒素はいずれの区でも消毒の期間中に減少し、消毒終了後増加した(図 4)。
3. 土壌中の可給態リン酸および交換性カリは、いずれの区でも消毒中に減少し、消

毒後増加した(図 5)。

4. 土壌 pH は、いずれの区においても 7.0 程度を推移した(図 6)。

エ. ホウレンソウ生育調査

1. ホウレンソウの株数に有意な差はなかった(表 3)。

2. 土壌還元消毒後のホウレンソウ栽培において、草丈、調整重、葉色に有意な差はなかった(表 3)。

生薬堆肥区のホウレンソウ栽培生育障害は見られなかった(表 3)

4. 主要成果の具体的データ

表1 土壌還元消毒時の深さ15cmにおける地温と積算時間

地温			積算時間	
平均 (°C)	最高 (°C)	最低 (°C)	30°C以上 (時間)	40°C以上 (時間)
31.2	42.2	23.6	181	3

測定期間: 2015年6月19日19:00~7月10日10:00(494時間)

表2 薬草堆肥と稲わらの成分

資材	(現物重)					
	水分 (%)	TC (%)	TN (%)	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
薬草堆肥	63.8	15.2	0.8	20.2	0.2	0.2
稲わら	5.0	34.3	0.6	59.2	0.1	1.1
米ぬか <sup>1)</sup>	14	48	3	16	5	2

1): 参考値

表3 土壌還元消毒後のホウレンソウの生育

区	株数 (株/m)	草丈 (cm)	調整重 (g)	SAPD値	障害
生薬堆肥区	13.7±0.7 <sup>z</sup>	24.7±1.0	24.3±2.4	42.5±1.3	- <sup>y</sup>
稲わら区	11.0±1.5	23.1±0.6	21.7±0.6	44.3±1.1	-
無処理区	11.0±0.6	23.7±0.3	22.6±1.4	43.3±0.9	-
	n. s. <sup>x</sup>	n. s.	n. s.	n. s.	

z) 平均±標準偏差(3反復).

y) 障害なし

x) 分散分析の結果 有意差なし.

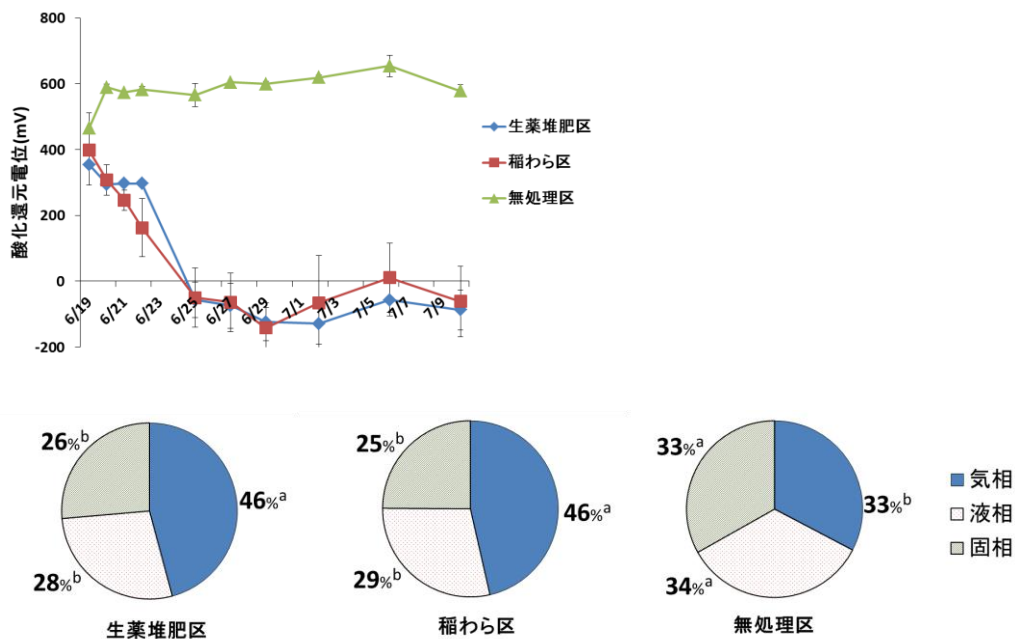


図 2 土壌還元消毒に用いた生薬堆肥が三相分布に与える影響

気相、液相、固相間において、異なる英小文字間は有意水準 1% で有意差あり

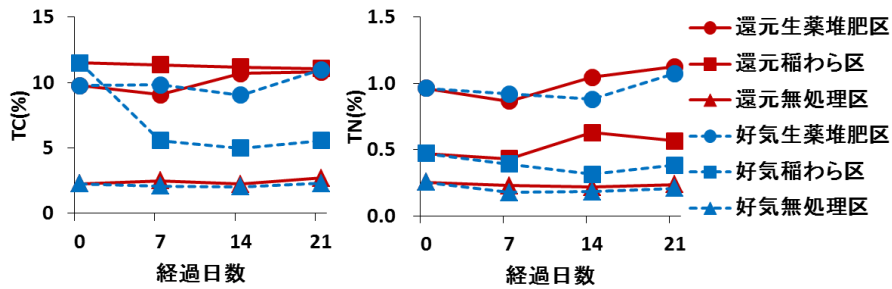


図3 土壤還元消毒中の TN および TC の推移

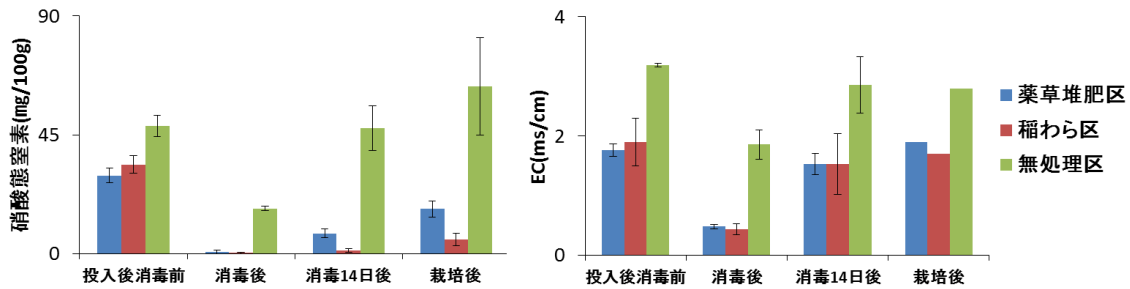


図4 土壤中の硝酸態窒素と EC の推移

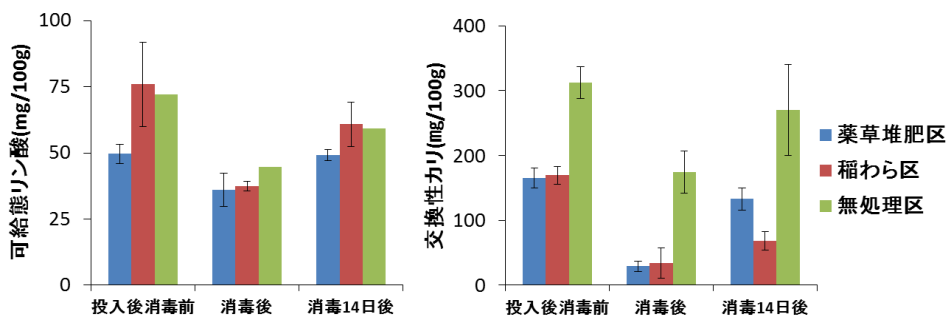


図5 土壤中の可給態リン酸と交換性カリの推移

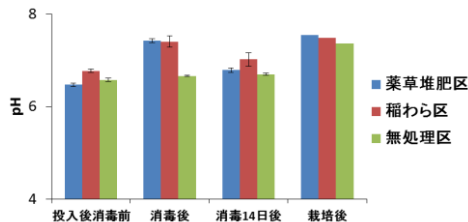


図6 土壤 pH の推移

## 5. 経営評価

ア. 当地域における土壤還元消毒の一般的なすき込み資材は米ぬかであり、10a あたり 1,000kg が施用される。米ぬかの流通価格は 1kg あたり 60 円/kg であることから、すき込み資材費は 60,000 円である。薬草堆肥の流通価格は 1kg あたり 1.5 円で 10a あたりの投入量は 3,000kg であることから、すき込み資材費は 4,500 円である。このことから、土壤還元消毒のすき込み資材を米ぬかから生薬堆肥に替えることによって、コストを 10a あたり 55,500 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、普及機関を通じて生産者へ情報提供を行った。

## 8. 考察

本試験における土壌還元消毒期間中の平均地温は 31.2℃、40℃以上の積算時間は 3 時間であり、太陽熱消毒のような高温が長時間続くことはなかった。また、酸化還元電位は、生薬堆肥区と稲わら区で緩やかに低下し、処理 6 日後から還元状態となった。

生薬堆肥区の気相、液相、固相の変化は、稲わら区と同等であった。加えて TC も無処理区よりも大きく、稲わら区とほぼ同等であったことから、生薬堆肥は稲わらと同等の土づくり効果が得られることが明らかになった。好気条件ほ場の稲わらは微生物の分解を受け、7 日程度で TC が低下したと考えられるが、薬草堆肥の TN および TC は、還元条件、好気条件ほ場に関わらず、調査期間中大きな変化はなかった。このことから、今回用いた生薬堆肥には易分解性有機物はほとんど含まれていないことが推測された。また、仮に熟度の進んでいない生薬堆肥だったとしても、土壌還元消毒後の放置期間中に熟度が進み、ハウレンソウ栽培に影響は少ないと考えられるが、今後確認が必要である。ハウレンソウ栽培では、収穫作業の軽労化を目的に多量の堆肥が投入され、リン酸やカリウムの塩類集積が問題となっているが、生薬残渣の場合、含まれるリン酸、カリウムの成分は少なく、塩類集積は起こりにくいと思われる。以上のことから、生薬堆肥はハウレンソウ栽培の土づくり資材として有望であり、生薬堆肥の利用促進につながると考えている。なお、今回の調査結果からは、ハウレンソウ栽培の化学肥料を減肥することはできないと考えられる。

今回、生薬堆肥区においてハウレンソウの発芽数への影響や生育障害は認められなかったが、易分解性有機物量の少ない生薬堆肥が用いられたことが要因と考えられる。

## 9. 問題点と次年度の計画

次年度は、今年度の試験区に継続して各資材を施用した場合の土づくりおよび肥料効果を調査し、複数年で生薬堆肥の効果を評価する。また、生薬堆肥の熟度不足によるハウレンソウの障害が疑われる事例があったことから、熟度の季節変動を明らかにする。

## 10. 参考写真



写真 1 生薬堆肥



写真 2 試験区



写真 3 ホウレンソウ栽培試験