

大学発アーバンイノベーション神戸 研究成果報告書



大学発アーバンイノベーション神戸
University's Urban Innovation Kobe

研究課題名：多様な地域資源を資材としたペレット堆肥の製造とその特性評価

研究期間：2024年8月～2025年12月

交付決定額(研究期間全体)：2、916千円

申請区分：一般助成型
課題番号：A24102

研究代表者：神戸学院大学 現代社会学部
准教授 菊川 裕幸

1. 研究成果の概要

神戸市内にある放置竹林から伐採したマダケおよびモウソウチクを竹破砕機でチップ化し（図1）、佐用町内で発生した肉牛ふん尿と混和したオリジナル堆肥を製造した。予備試験の結果から、重量比は肉牛ふん尿8：竹チップ2とし、4t規模で、2024年冬季と2025年夏季の2期で発酵試験を行った（図2）。

成分分析の結果、従来の牛ふん堆肥と比較しても、成分は劣らずに竹由来のケイ酸が多く含まれていることがわかった（表1）。栽培試験の結果からも当該堆肥の1t/10aあたりの施用は、地上部乾物重を増加させ、収量増につながる可能性が示された。

ペレット化試験（粒径を変える、ペレット施用による栽培試験）も実施したが、社会実装に至るまでは至らなかった。この点は今後の課題である。また、本研究で製造した堆肥は堆肥メーカーと連携し、販売を行う予定である。現在神戸市内には約3、100箇所、910～1,000haの竹林があると予測されている。今後は放置竹林の拡大が予想されることに加えて、社会情勢の変化に伴う農業資材の不足や価格高騰も起こるため、地域資源を活用した堆肥の製造、供給体制の構築が必要となり、本研究で得られた知見を活かしたいと考えている。

表1. 堆肥の成分分析の結果

項目	窒素 (N)	リン酸 (P ₂ O ₅)	カリ (K ₂ O)	ケイ酸 (SiO ₂)	炭素 (C)	炭素窒素比 C/N
1期目	2.7	4.3	4.8	7.4	36.0	13
2期目	3.1	3.9	5.3	7.9	37.4	12
平均	2.9	4.1	5.1	7.7	36.7	12.5



図1. 竹チップ製造



図2. 堆肥・ペレット製造



2. 研究成果の学術的意義や社会的意義

〔学術的意義〕

研究代表者はこれまでに、竹資源の利活用に関して独自の実証研究を行ってきた。具体的には、竹を破砕した竹チップを用いて家畜飼料（竹サイレージ）や防草資材、乾燥汚泥との混合による堆肥、さらに花き栽培用の培養土としての利用可能性を検証しており、一定の生育促進効果や物理的改良効果を得ている（菊川ら、2018、2021）。本研究では竹資源の堆肥化により、都市農村混在型地域における資源管理体系の構築を目指し、竹林を「整備対象」ではなく「循環資源」として再定義した。これまでに竹資源を活用した堆肥化の事例は報告されているが、大規模な製造を夏季・冬季の2回行い、成分を比較した研究は少なく、一定の学術的意義を有する。



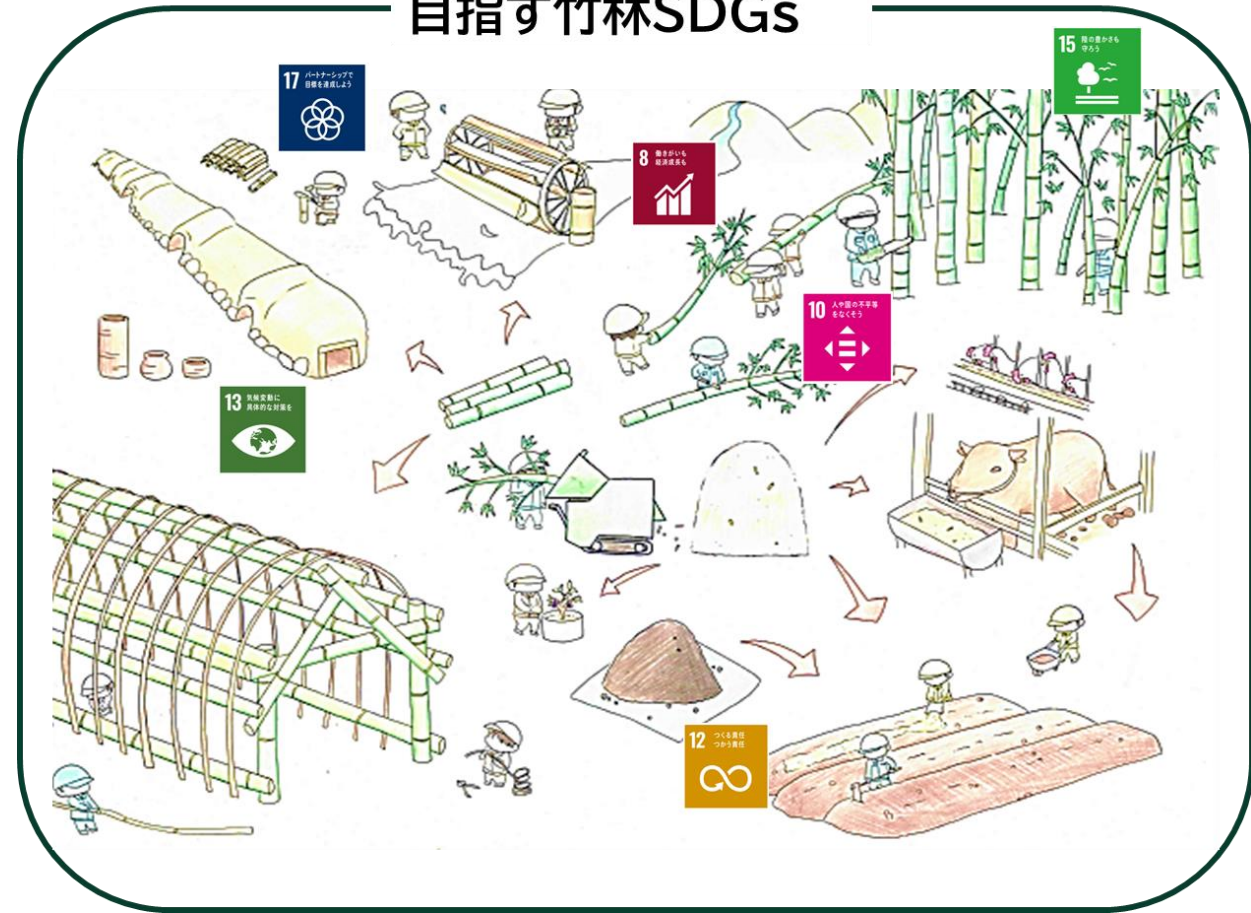
〔社会的意義〕

近年、我が国では特に西日本を中心に放置竹林の拡大が深刻化しており、1986年には147,000haであった竹林面積は、2022年には175,000haに達した（林野庁、2022）。竹の分布域は地球温暖化の進行とともに拡大すると予測されており（平田ら、2020）、竹林の拡大は森林内の生物多様性の低下、景観破壊、発筍による獣害被害の誘発といった複合的な問題を生んでいる。本研究では、未・低利用資源である竹や家畜ふん尿を循環的に利用できる方法を確認することができた。

3. 研究開始当初の背景

従来、家畜ふん尿は堆肥舎によって堆肥化され、農地還元が行われていたが、**需要の低下、供給体制の不備などにより、利用が低迷**している。本研究では竹やコーヒークスなど様々な未・低利用資源を副資材として用いることで、これまでの堆肥とは異なる「機能性堆肥」を製造する。加えて、農家の高齢化などの背景も踏まえ、堆肥はペレット化するなど、使用の簡便さも考慮し、生産現場から一般家庭まで広く普及させることで、地域内で資源循環が持続的に行える仕組みを構築したい。また、本研究はSDGs目標のうち、12(有機の製造、適切な利用の推進)、13(化学肥料減による二酸化炭素の排出減)、15(陸にある地域資源の活用による持続的な農業の推進)の解決に資するものである。

目指す竹林SDGs



4. 研究の目的

当初目標では、家畜排せつ物利用を推進し、地域内で資源を循環させるためには、1)資源循環型畜産の推進、2)技術の開発と普及促進、3)消費者等の理解の醸成を挙げた。これらの課題の解決に寄与できるよう、1)資源循環型畜産の推進として家畜ふん尿を主資材とし、その消臭効果や肥料的価値を付加するために様々な地域の未・低利用資源を副資材として活用し、堆肥化を行う。2)技術の開発と普及促進は、製造した堆肥をペレット化し、農作業効率の向上を図る、3)消費者等の理解の醸成は、1)および2)で明らかになった知見をもとに、一般家庭や学校教育現場と連携し、利用促進に向け、ペレット堆肥の無料配布やリーフレットの作成を行う。

多くの(量)地域資源を活用するために、下記の通り目的を一部変更して研究を行った。

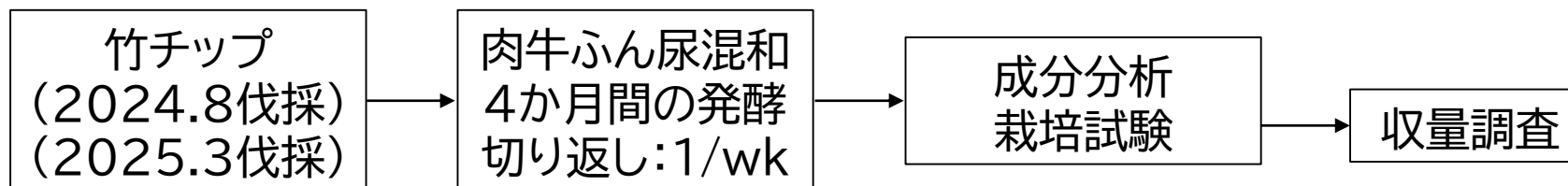
- 1)資源循環型畜産の推進として家畜ふん尿を主資材とし、肥料的価値を付加するために竹資源(竹チップ)を副資材として活用し、堆肥化を行う。
- 2)技術の開発と普及促進は、製造した堆肥について、栽培試験を実施し作物への影響や適切な施肥量を見極めることで、農作業効率の向上を図る。
- 3)神戸市農政計画課と連携し、「竹林管理マニュアル」を作成し、そのなかで竹チップの活用方法について一般の方に紹介する。

※ペレット化は、資材の水分率のコントロールや、機械のコストなどを踏まえて、予備的に製造し、栽培試験に供試するのみとした。

5. 研究の方法

①堆肥の製造・成分分析

神戸市西区の放置竹林から伐採した竹を竹破砕機によって破砕し、5mm以下のチップに調整し、肉牛ふん尿と混和した。混和量は重量比で肉牛ふん尿8:竹チップ2で総量は4tとした。1週間に1回の切り返しと水分調整を行って約4か月間発酵させた。2024年と2025年の2期にわたり実施した。



②栽培試験(丹波黒大豆の栽培試験)

作物栽培への影響を調査するため、2025年8月～11月にかけて試験を行った。試験区は、対照区、**1M区(1t/10a)**、**2M区(2t/10a)**、牛糞堆肥区(1t/10a)、ペレット区(1t/10a)とした。11月に収量調査として葉数、節数、着莢数等を計測した。※M区は本研究で製造した堆肥。



①堆肥の発酵状況(1期)と成分

2025年1月～5月まで夏季伐採分の竹を用いた発酵試験を行った。混和後2か月目までは約70℃の温度にまで上昇し、徐々に温度が低下したが、5月には「完熟」堆肥となった。

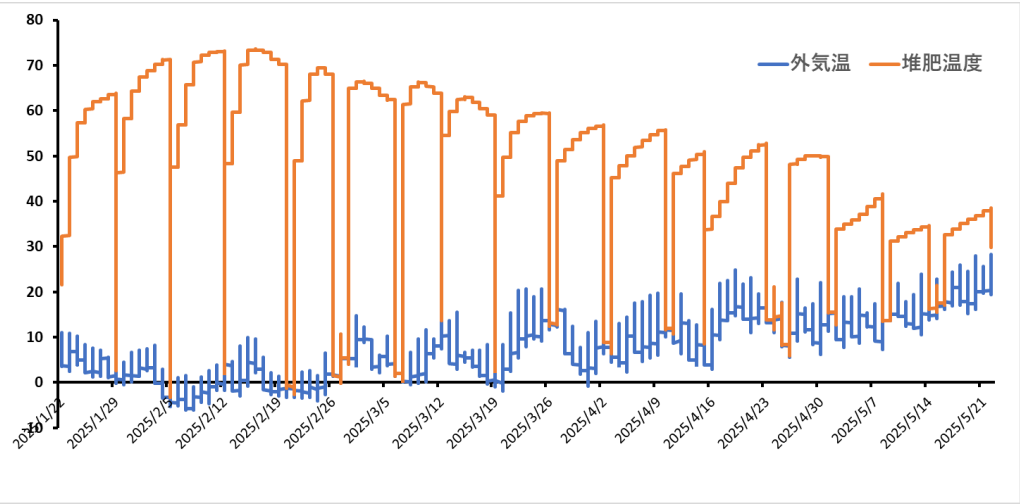


図1. 堆肥の温度推移

表1. 堆肥の成分分析の結果(乾物換算値)

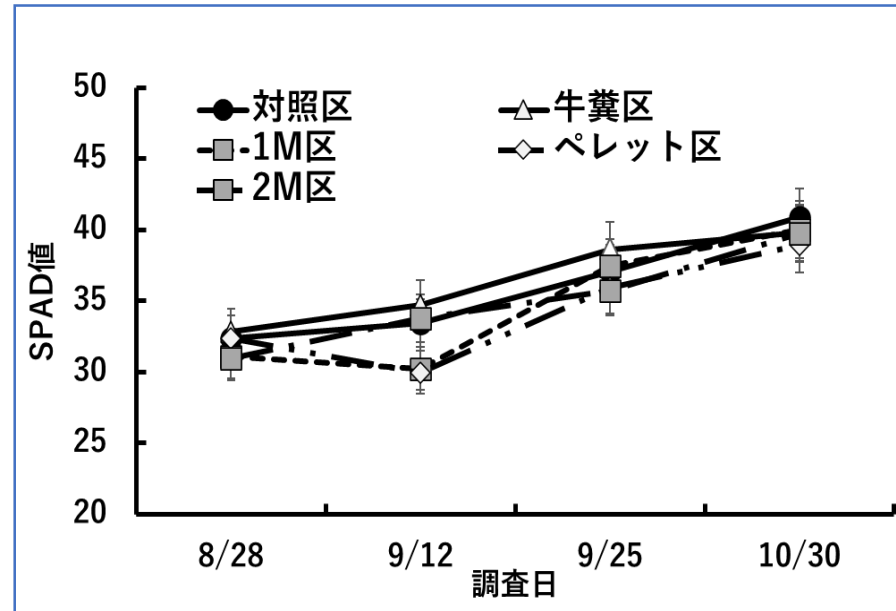
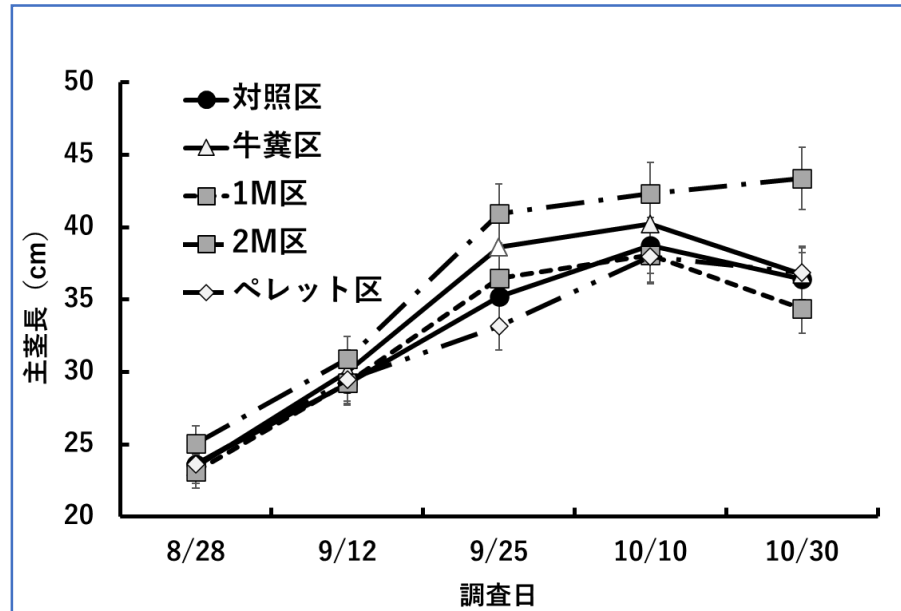
項目	窒素(N)	リン酸(P ₂ O ₅)	カリ(K ₂ O)	ケイ酸(SiO ₂)	炭素(C)	炭素窒素比C/N
1期目	2.7	4.3	4.8	7.4	36.0	13
2期目	3.1	3.9	5.3	7.9	37.4	12
平均	2.9	4.1	5.1	7.7	36.7	12.5

一般的な牛糞堆肥(水分50%以上)の場合、窒素は1.1%、リン酸は1.0%、カリウムは1.4%となっている(千葉県、2025)。これと比較しても、本研究で製造された堆肥の化学成分は多く、特にケイ酸含量が7.7%と高くなった。竹の伐期や発酵のタイミングが変わっても、成分値の大きな変動はなく、通年での生産が可能であることがわかった。

6. 研究成果

②栽培試験(丹波黒大豆)への影響

- ・主茎長は定植後いずれの試験区も順調に伸長したが、2M区が高値で栽培試験期間を終えた。
 - ・葉の葉緑素量を示すSPAD値は、生育前半は1M区とペレット区がやや低値となったが、栽培後半はいずれの区も同程度の値となった。
- ➡以上の結果から、堆肥の処理によって生育阻害は発生しないことが明らかとなった。



6. 研究成果

②栽培試験(丹波黒大豆)への影響

・葉や茎といった地上部乾物重は2M区が最も重くなり、次いで葉では対照区、茎では牛糞区となった。

・子実の乾物重は牛糞区が最も重く、次いで1M区となった。

➡以上のことから、1t/10aの堆肥施用は、子実乾物重を増加させる効果があることがわかった。
加えて、牛糞＋竹堆肥には通常の牛糞堆肥と同等の効果が認められた。

処理区	葉±標準偏差(g)	茎±標準偏差(g)	子実±標準偏差(g)
対照区	29.6±11.4	7.9±2.1	14.2±9.8
牛糞区	27.2±10.8	9.4±1.9	17.7±11.8
1M区	25.4±10.2	7.6±2.3	17.5±10.5
2M区	30.1±6.7	11.0±2.1	14.2±7.2
ペレット区	21.0±11.4	7.2±2.8	9.4±7.0



②栽培試験(丹波黒大豆)への影響

- ・葉数に有意な差はなく、節数は牛糞区・1M区と2M区との間に有意な差がみられた。
- ・着莢数は牛糞区が最も多く、他の試験区間と有意な差がみられた。
- ➡子実乾物重は牛糞区と1M区は同様であったため、莢の中の子実の数や、百粒重は牛糞と竹チップ堆肥の1t/10aの施用の方が増加した。

品種	処理区	葉数(枚)	節数(個)	着莢数(莢)	茎径(cm)
丹波黒	対照区	32.1±8.6 a	8.9±0.96 ab	18.3±11.5 b	0.72±0.08 ab
	牛糞区	31.6±9.9 a	9.9±2.49 a	38.1±22.0 a	0.77±0.10 a
	1M区	27.5±7.5 a	9.8±1.57 a	21.2±8.2 b	0.69±0.08 b
	2M区	27.3±8.4 a	8.0±1.41 b	13.3±9.2 b	0.79±0.08 a
	ペレット区	25.5±11.6 a	8.9±1.34 ab	12.9±11.1 b	0.66±0.15 b
ANOVA		ns	*	*	*

各測定項目について、異なる小文字アルファベットは試験区間において5%水準の有意差があることを示す。
*:p<0.05、ns:有意差なし

- ・対照区と比較して、牛糞堆肥や牛糞との竹チップ混和堆肥を1t/10aあたり投入することは、着莢数・子実乾物重を増加させると考えられる。
- ➡牛糞堆肥区は有機物施用による地力向上＋生育促進
- ➡オリジナル堆肥は竹由来のケイ素やカリウムが収量の増加に寄与した(山川ら, 2009)と考えられる。

・千葉県(2025)畜種別堆肥の特徴.

<https://www.pref.chiba.lg.jp/chikusan/taihiriyou/tokuchou.html>

・菊川裕幸・木田森丸・圓増まどか・稲元友佳子・岸本賢一・加藤 拓・藤嶽暢英(2018)乾燥汚泥・竹チップ混和堆肥の熱水抽出液の特性評価と堆肥施用がダイズ(丹波黒大豆)の生育に及ぼす影響. 日本土壌肥料学会誌(4):295-301.

・菊川裕幸・札埜高志・山本ゆり菜・米山優理・本間彩華・山南寧々・橋本魁治・松川雅哉(2021)竹チップの施用がキクの生育と採花に及ぼす影響. 人間・植物関係学会雑誌 23 (1):1-10.

・林野庁.(2022). 森林資源現況総括表.

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/r4/attach/pdf/3-1.pdf>

・平田晶子・高野(竹中)宏平・相原隆貴・中尾勝洋・津山幾太郎・唐勤・松井哲哉・肱岡靖明(2020)日本の竹林分布に対する気候変動影響評価拡大リスク増大下での適応にむけてVol.34(2020年度 環境情報科学研究発表大会):210-215.