

キョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥の施用による 作物へのオレアンドリン移行可能性の検討

二宮恵介 福地大輔* 小笠原敬* 宮城壱*
親泊元治 鈴木直人

I 要 約

本県においては、家畜ふんの堆肥化副資材として剪定枝の活用が期待されるが、剪定枝には有毒物質オレアンドリンを含有するキョウチクトウの混入が懸念される。そこで、キョウチクトウ剪定枝の堆肥化によるオレアンドリンの分解および作物への移行可能性を明らかにするため、キョウチクトウ剪定枝を副資材に用いた場合の堆肥中オレアンドリン濃度の推移および堆肥から作物へのオレアンドリンの移行について検討したところ、以下のとおりであった。

1. キョウチクトウ剪定枝を混合した豚ふんを小型堆肥化実験装置に充填し、3週間堆肥化したところ、堆肥中オレアンドリンは約8割減少した。
2. キョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥を用いてコマツナの21日間の栽培を行ったところ、堆肥からコマツナへ微量のオレアンドリンが移行した。

以上のことから、キョウチクトウに含まれるオレアンドリンは堆肥化により著しく減少するが、その堆肥を施用した場合、わずかに作物へ移行する可能性が示唆された。

II 緒 言

オガコは家畜ふんの堆肥化副資材として広く利用されているが、近年、木質バイオマス燃料としての需要増大により¹⁾、畜産現場における供給不足や価格上昇が生じている。このことから、全国的に新規副資材の検討が行われている^{2~4)}。本県においては、草木類の剪定枝が年間約80000t発生しており⁵⁾、その副資材利用が期待される。

いっぽう、公園や道路の管理等で回収される剪定枝には、有毒物質オレアンドリンを含有するキョウチクトウの混入が懸念される。嘉数ら⁶⁾は、副資材中にキョウチクトウ乾燥葉を10%の割合で混合し、豚ふんの堆肥化処理を行ったところ、堆肥中オレアンドリンは約98.6%減少したと報告している。しかし、硬い枝部分を含むキョウチクトウ剪定枝の堆肥化におけるオレアンドリンの推移およびオレアンドリンの作物への移行に関する報告はみられない。

そこで本研究では、キョウチクトウ剪定枝を副資材として混合した場合の豚ふんの堆肥化過程におけるオレアンドリンの推移および堆肥から作物へのオレアンドリンの移行可能性について検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験 1:キョウチクトウ剪定枝混入豚ふんの堆肥化試験

1)試験期間および場所

試験は2017年7月に沖縄県畜産研究センター(当センター)実験室内で行った。

2)供試試料

試料は、県内の公園で採取した枝葉を含むキョウチクトウ剪定枝(オレアンドリン濃度:970.8 μ g/g)を風乾し、粉砕したものをを用いた。

3)試験方法

小型堆肥化実験装置(かぐやひめ、富士平工業社製)の概略図を図1に示した。当センターで飼養している繁殖雌豚の豚ふん3.5kg、キョウチクトウ剪定枝0.5kgを混合し、小型堆肥化実験装置に充填後、

本体下部から 0.5l/min で通気し、1 週間ごとに切り返しを行い、3 週間堆肥化した。試験は 2 反復行った。

4) 調査項目

調査項目は、堆肥の品温および水分含量、オレアンドリン濃度とした。品温は温度記録計(おんどとり TR-72Ui, T&D 社製)で 1 時間ごとに測定した。水分含量は、試験開始時および 1 週間ごとの切り返し時に堆肥を一部採取し、常法⁷⁾により測定した。オレアンドリンの測定に供する堆肥は、上記同様に採取した。凝縮水は、凝縮水受けおよび冷却用容器から回収した液体を混合し測定に供した。また、漏汁は本体下部の漏汁受けから回収した液体を測定に供した。オレアンドリンは、沖縄県環境科学センターで以下の手順で測定した。堆肥は前処理として、試料 20g からメタノールを用いてオレアンドリンを抽出し、向流分配法(液-液分配)および固相ミニカラム(フロリジル)を用いて精製し、試料液とした。凝縮水は前処理をせず、漏汁は純水で 10 倍希釈して試料液とした。試料液を HPLC-MS/MS (HPLC1260 および 6430A Triple Quadrupole, Agilent 社製)を用いて測定した。

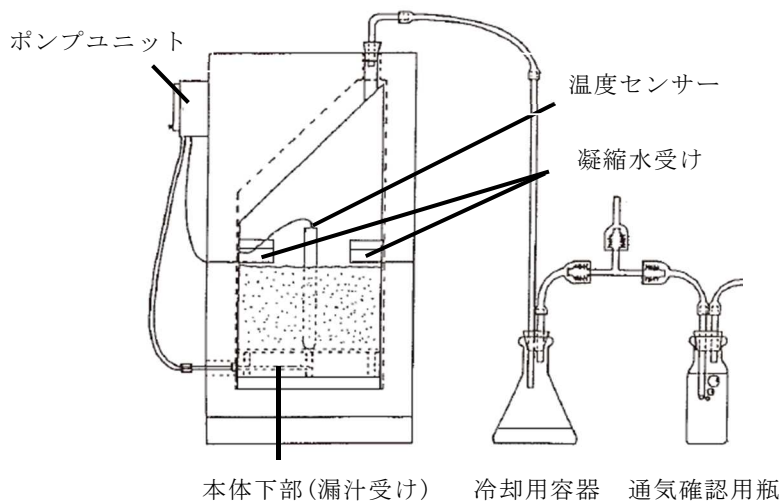


図 1 小型堆肥化実験装置の概略図

2. 試験 2: キョウチクトウ混入豚ふん堆肥の施用による作物へのオレアンドリン移行確認試験

1) 試験期間および場所

試験は 2018 年 9 月 3 日から同月 25 日まで沖縄県環境科学センターで行った。

2) 供試試料

試料は、試験 1 で堆肥化し、冷凍保存していたキョウチクトウ剪定枝混入豚ふん堆肥(オレアンドリン濃度: 24.0 $\mu\text{g/g}$)をすりつぶし、2mm のふるいを通したものを用いた。

3) 試験方法

土壌への堆肥の混合割合を表 1、栽培試験状況を写真 1 に示した。植物に対する害に関する栽培試験の方法・解説(植害試験マニュアル)⁸⁾を参考に、堆肥、砂と島尻マージからなる砂壤土を混合し、水漏れのしないプラスチック製容器に 400ml 充填後、市販コマツナ種子を 16 粒播種し、21 日間栽培した。土壌への堆肥の混合割合は、乾燥重量比で 0%、5%、10% および 20% とし、それぞれ対照区、5% 区、10% 区 および 20% 区 とした。試験期間中は雨が入らないように容器全体を透明なビニール傘で覆い、適宜灌水を行った。試験は各区 2 連 1 反復で行った。

表 1 土壌への堆肥の混合割合

区分	乾燥重量(g)			混合割合(%)
	堆肥	砂壤土	合計	
対照区	0.0	536.6	536.6	0.0
5%区	22.1	417.2	439.3	5.0
10%区	37.2	335.4	372.6	10.0
20%区	57.0	228.0	285.0	20.0



写真1 栽培試験状況

4) 調査項目

調査項目は、発芽率、葉長、生体重およびオレアンドリン濃度とした。発芽率は、播種後3日目および7日目に観察を行い、発芽個体数を播種数で除し算出した。葉長は、14日目および21日目に測定した。生体重は21日目に地上部を採取し、重量を測定した。オレアンドリン濃度は、21日目に採取した地上部を粉砕後、メタノールを用いてオレアンドリンを抽出し、試験1と同様に測定した。

IV 結果および考察

1. 試験1

1) 品温および水分含量の推移

堆肥化過程における品温の推移、水分含量の推移をそれぞれ図2、3に示した。品温は、試験開始1日後に68.1℃、1回目切り返し後に68.3℃、2回目切り返し後に35.4℃までそれぞれ上昇し、その後下降した。水分含量は、試験開始から試験終了まで減少を続けた。堆肥の温度上昇は、好気性微生物によって有機物が分解している結果であり⁹⁾、また、発酵熱により堆肥の水分は蒸発し、堆肥化は順調に進行したと考えられる。

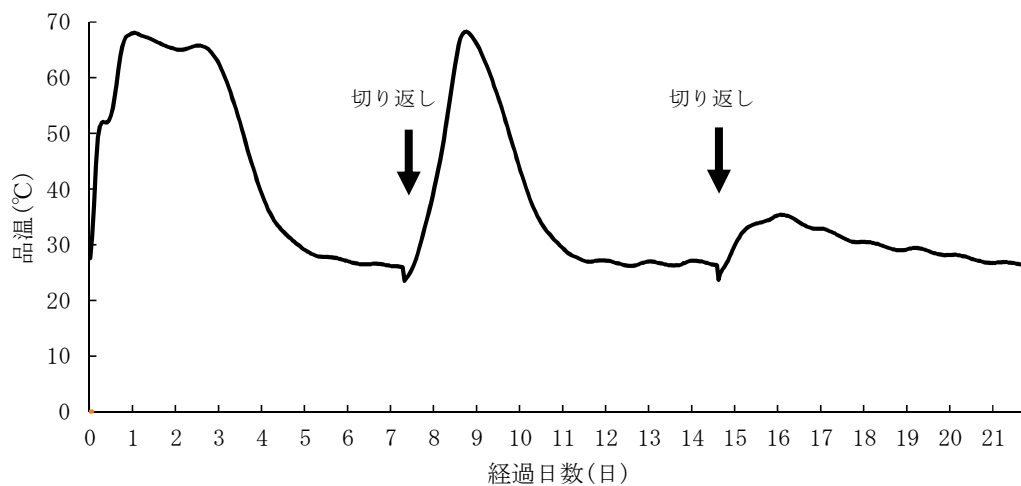


図2 堆肥化過程における品温の推移

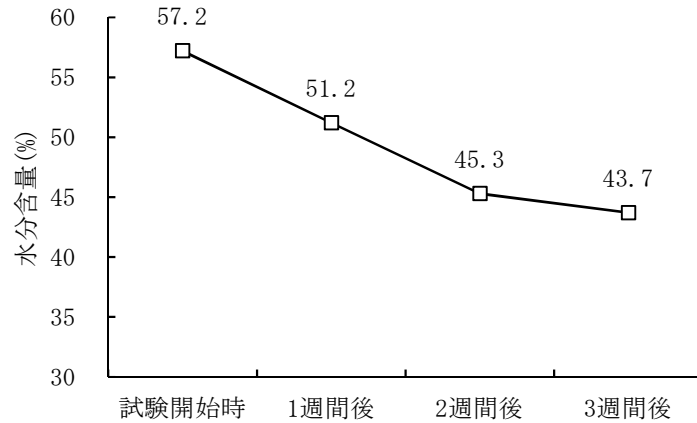


図3 堆肥化過程における水分含量の推移

2)オレアンドリン濃度の推移

オレアンドリン濃度の推移および減少率を表2に示した。堆肥化過程で発生する凝縮水中にオレアンドリンは検出されず、漏汁中には微量のオレアンドリンが検出された。凝縮水については嘉数ら⁶⁾の報告と同様の結果であり、オレアンドリンが堆肥化により揮発する可能性は低いと考えられる。いっぽう、漏汁については微量のオレアンドリンが検出されたことから、副資材中にキョウチクトウが大量に含まれる場合は、オレアンドリンが漏汁中へ微量に溶出する可能性が示唆された。

堆肥中オレアンドリンは試験開始から3週間で約8割減少した。オレアンドリンは有機物であり¹⁰⁾、堆肥化過程では、微生物がふん尿中の易分解性有機物を積極的に分解する¹¹⁾。これらのことから、堆肥中オレアンドリンは微生物により分解されたと考えられる。また、キョウチクトウ乾燥葉中オレアンドリンは105℃の高温処理により減少することが報告されており¹⁰⁾、本試験では堆肥の品温が約68℃まで上昇したことから、発酵熱自体による分解が生じている可能性も示唆された。

オレアンドリンの減少率は嘉数ら⁶⁾の報告よりも低かった。一般的に、リグニンやセルロース複合体などの分解されにくい物質を多く含む枝や幹部分に比べて、葉部分は比較的分解されやすい物質で構成されている¹²⁾。これらのことから、硬い枝を含むキョウチクトウ剪定枝を用いた本試験においては、オレアンドリンが分解されにくかったと考えられる。

表2 オレアンドリン濃度の推移および減少率

試料名	試験開始時	1週間後	2週間後	3週間後
堆肥 ($\mu\text{g/g}$)	135.6	73.2	40.4	28.5
凝縮水 ($\mu\text{g/l}$)	-	N. D. (<2.0)	N. D. (<2.0)	N. D. (<2.0)
漏汁 ($\mu\text{g/l}$)	-	65.0~300.0	N. D. (<20.0)~23.0	-
減少率 (%)	-	46.1	70.2	79.0

注1)N. D. :不検出, N. D. 後の括弧内は検出限界を示す。

2)減少率:試験開始時の堆肥中オレアンドリン濃度に対する減少率

2. 試験2

1)コマツナ生育調査結果

コマツナの生育状況を図4, 生育調査結果を表3に示した。発芽率は、対照区, 5%区および10%区では90%以上であったが, 20%区では50%以下となり発芽障害がみられた。また, 生育過程において, 対照区では葉の黄色化がみられ, 20%区では他試験区と比較して, 生育不良であった。これらの結果から, 対照区および20%区においては, 施肥の過不足があったと考えられる。

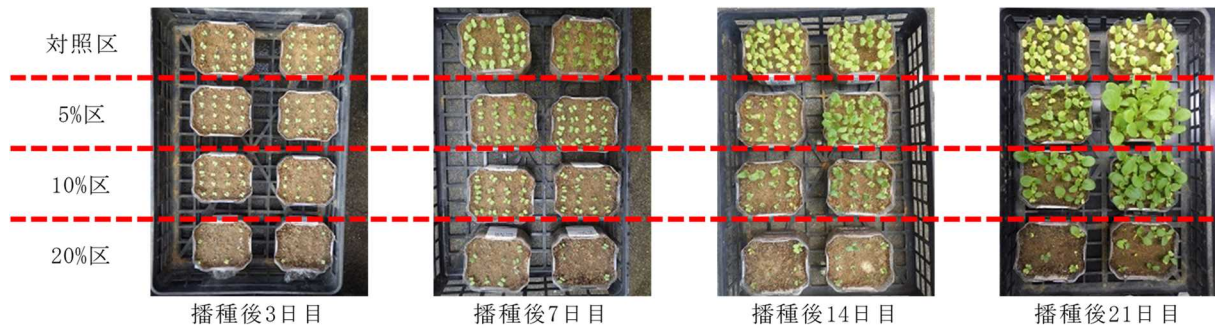


図4 コマツナの生育状況

表3 コマツナの生育調査結果

区分	発芽率 (%)		葉長 (cm)		生体重 (g)
	3日目	7日目	14日目	21日目	21日目
対照区	94.0	97.0	2.5	2.6	1.55
5%区	100.0	100.0	2.5	4.8	3.15
10%区	97.0	94.0	1.9	3.6	2.40
20%区	38.0	50.0	1.4	2.0	0.35

2)オレアンドリン移行率

コマツナにおけるオレアンドリン濃度およびオレアンドリン移行率を表4に示した。20%区は測定に必要な試料が採取できなかったため除外した。5%区および10%区において、コマツナ中に微量のオレアンドリンが検出され、低率ではあるが、オレアンドリンがコマツナへ移行することが確認された。このことから、大量のキョウチクトウが混入した堆肥を用いて作物栽培を行った場合、作物中へオレアンドリンが移行する可能性が示唆された。

表4 コマツナにおけるオレアンドリン濃度およびオレアンドリン移行率

区分	オレアンドリン濃度 ($\mu\text{g/g}$)	オレアンドリン量 (μg)		オレアンドリン移行率 (%)
		コマツナ	堆肥	
対照区	N. D. (<0.002)	-	-	-
5%区	0.002	0.0063	746.4	0.00084
10%区	0.035	0.0840	1257.6	0.00668

注1) N. D. : 不検出

2) 移行率: コマツナ中オレアンドリン量を堆肥中オレアンドリン量で除し算出

オレアンドリンは、堆肥からコマツナへ低率で移行することが確認されたが、コマツナの生育状況は、植害試験マニュアル⁸⁾掲載の参考事例と比較して、全体的に生育不良であった。これは、土壤への堆肥の混合割合で試験区を設定し、肥料成分を考慮しなかったことが要因であると考えられるため、試験方法を再検討し、正常な生育状況での試験を行う必要がある。また本試験は、副資材の全量をキョウチクトウ剪定枝に置き換えて行ったものであり、実際にこれほど大量のキョウチクトウ剪定枝が副資材として混入することは考えにくい。いっぽう、堆肥化によるオレアンドリンの代謝産物およびその毒性等については不明な点が残されていることから、剪定枝の副資材利用においては、キョウチクトウの混入防止対策を行う必要があると考えられる。

V 引用文献

- 1) 林野庁企画課(2018)平成29年木材需給表, 1-10
- 2) 小柳渉・村松克久・関誠(2003)副資材としての生キノコ廃床の特性と乳牛ふんとの混合堆肥化, 新潟県農業総合研究所畜産研究センター研究報告, **14**, 30-35
- 3) 勝野伸吾・中谷洋・増田達明・鈴木良地・近藤一(2006)高吸収水性樹脂の添加が牛ふんの堆肥化に及ぼす影響, 愛知農総試研報, **38**, 187-191
- 4) 竹下美保子・小山太(2014)乳牛ふん堆肥化における副資材としての竹粉砕物の利用, 福岡県農業総合試験場研究報告, **33**, 34-38
- 5) 沖縄県資源循環推進協議会(2013)平成24年度オガコ安定供給・代替資材可能性調査委託業務実績報告書, 3-6
- 6) 嘉数良子・小笠原敬・眞栄田義徳・北村誠・鈴木直人(2017)オガコ養豚における粉碎剪定枝の利用確立試験(3)キョウチクトウ混入剪定枝の堆肥化处理による効果の検証, 沖縄畜研研報, **54**, 99-103
- 7) 財団法人日本土壌協会(2010)堆肥等有機物分析法(2010年版), 29, 財団法人日本土壌協会
- 8) 独立行政法人農林水産消費安全技術センター(2017)植物に対する害に関する栽培試験の方法・解説植害試験マニュアル(2017)
- 9) 農林水産技術会議事務局農業・生物系特定産業技術研究機構(2004)家畜ふん堆肥の品質評価・利用マニュアル, 1-16
- 10) 沖縄県農林水産部畜産課・一般財団法人沖縄県環境科学センター(2017)平成28年度未利用資源活用畜産オガコ生産モデル事業報告書, 8-163
- 11) 羽賀清典(2004)堆肥化の原理と方法, 農文協編, 社団法人農山漁村文化協会, 畜産環境対策大事典第2版, 53-59
- 12) 神奈川県環境農政局農政部農政課(2007)未利用資源堆肥化マニュアル, 41

研究補助：宮城広明，仲村渠稔