

都城市との連携事業報告書（令和元年度）

プロジェクト名称：笹サイレージの環境に配慮した有効利活用推進プロジェクト

（1）竹笹サイレージが土壌微生物及び植物病原菌に及ぼす影響

プロジェクト期間：3年

担当者：南九州大学 環境園芸学部 環境園芸学科 山口 健一

事業概要：

・竹笹サイレージ関連の以下3サンプルについて、試料中の微生物相の解析ならびに微生物菌数の測定を開始した。

（1）実験材料

- ①竹笹サイレージ（畜産用市販製品）
- ②竹笹粉砕物（サイレージ化前原料）
- ③竹笹サイレージ堆肥化物（芋焼酎製造副産物をサイレージに添加）

（2）実験方法

選択培地を利用した希釈平板法（Dilution Method）

（3）実験結果：

サンプル中の糸状菌・酵母はローズベンガル及びクロラムフェニコール添加 PDA（Potato Dextrose Agar）培地が、細菌・放線菌の場合は 1/3 濃度の PDA 培地が選択的検出に有効であることが判明した。

また、竹笹サイレージ製品（①）では細菌が、竹笹サイレージ堆肥化物（③）の場合は糸状菌が優占する傾向が認められた。

現在、各試料中の微生物数を定量するとともに、優占種の微生物同定（定性）を行っている。



写真 1. 供試した 3 サンプル



写真 2. 選択培地の確立実験



写真 3. 検出された微生物例

次年度の計画

1. 今年度に引き続き、3サンプル中の微生物解析（定性と定量）を実施する。
2. 温室内ポット試験により、これら微生物の土壌（滅菌土壌と栽培土壌）における挙動を明らかにする。
3. サンプル中の微生物を用いて、植物病原菌の抑制ならびに作物の成長促進作用に関する検討を開始する。

都城市との連携事業報告書（令和2年度）

プロジェクト名称： 笹サイレージの環境に配慮した有効利用推進プロジェクト
（1）竹笹サイレージが土壌微生物及び植物病原菌に及ぼす影響
報告する期間： 令和2年度（2020年4月～2021年3月）
実施者： 南九州大学 環境園芸学部 教授 山口 健一

概要

標記のプロジェクトの中で、研究目的（1）竹笹サイレージが土壌微生物及び植物病原菌に及ぼす影響、を明らかにするため、令和元年度の研究成果である微生物分離用選択培地を生かして、令和2年度は以下の2項目について試験研究を実施した。

試験1. 竹笹サイレージの微生物菌数の測定及び微生物相の解析

（1）試験材料

- ① 竹笹サイレージ（提供されたサンプルを使用）
- ② 竹笹粉砕物（畜産用竹笹サイレージ製品の原材料、対照として使用）

（2）試験方法

以下の微生物選択培地を用いて、希釈平板法（Dilution Method, 5反復）によりサンプル中の微生物数の測定を行った。糸状菌・酵母の分離には、Rose Bengal 及び Chloramphenicol 添加ポテトデキストロース寒天培地（日水製薬）培地を、細菌・放線菌では寒天濃度を 1.5% に調整した 1/3 減濃度ポテトデキストロース寒天培地を使用した。

（3）試験結果

供試した竹笹サイレージにおいてもサンプル中の微生物密度は 10^8 cfu/g で、対照の竹笹粉砕物（サイレージ製品の原材料）と生菌数に大きな差は認められず、両サンプルともその殆どが細菌類であった。なお、竹笹サイレージでは、培地上のコロニー形状から放線菌類が多く含まれる傾向が認められた。

表1. 希釈平板法による竹笹サイレージ中の微生物数

	竹笹サイレージ	竹笹粉砕物（原材料）
微生物総数（cfu/g）	4.2×10^8	3.8×10^8
細菌・放線菌	4.2×10^8	3.8×10^8
糸状菌・酵母菌	$< 10^7$	$< 10^7$

（3）今後の予定

優占的に分離された微生物（細菌・放線菌）の属・種の同定を行う。加えて、分離された微生物及び竹笹サイレージ抽出液の各種植物病原菌に対する抑制効果を検討する（令和3年度）。また、サンプルのロット間差についても次年度サンプルを用いて検証する。

試験 2. 竹笹サイレージの施用による栽培土壌の微生物動態調査

(1) 試験材料

- ① 竹笹サイレージ (提供されたサンプルを使用)
- ② 堆肥 (対照として市販品 ‘和牛完熟たい肥’ を使用)

(2) 試験方法

黒土焼土を 1/2000 量の定量性ワグネルポットに充填し、竹笹サイレージを 50 g (10 アール当たり 1 トン相当)、150 g (10 アール当た 3 トン相当) を表土にそれぞれ添加し、深度 10 cm で攪拌した後、附属フィールドセンターの研究温室内で灌水など慣行的な土壌管理を行った。その後、経時的に栽培土壌を採取し、コロニー計数培地 (Plate Count agar, Merck) 及び試験 1 に示す糸状菌・酵母の選択培地を用いて希釈平板法 (5 反復) により、土壌中の微生物密度及び糸状菌数が占める割合を測定した。

(3) 試験結果

竹笹サイレージを添加することにより、10 アールあたり 1 トン及び 3 トン処理区の何れでも土壌中の微生物密度 (細菌・放線菌) は大きく増加したが、それは堆肥処理と同程度であった。その後、微生物密度は何れの処理区でも徐々に減じて無処理と同程度の平衡状態となった。なお、糸状菌の増加は認められなかった。

表 2. 竹笹サイレージの処理が土壌中の微生物密度 (cfu/g) に及ぼす影響

	添加後の日数		
	0	30	60
竹笹サイレージ			
50g	$\geq 10^7$ (<10)	10^7 (<10)	10^6 (<10)
150g	$\geq 10^7$ (<10)	10^7 (<10)	10^6 (<10)
堆肥 (50g)	$\geq 10^7$ (<10)	10^7 (<10)	10^6 (<10)
無処理	$< 10^5$	$< 10^6$	10^6

() 内の数値は糸状菌が占める%

(4) 今後の予定

竹笹サイレージを添加した土壌を用いて、サツマイモ等の植物数種をポット栽培し、生育促進効果等の栽培試験を実施する (令和 3 年度~)。

都城市との連携事業報告書（令和元年度）

プロジェクト名称：野菜類の品質および収量に及ぼす竹笹サイレージ施用の影響

プロジェクト期間：3年

担当者：南九州大学 環境園芸学部 環境園芸学科 陳 蘭庄

事業概要：

・令和2年3月11日（水）に三股町借用地の耕耘・整地作業を行った。前期はカボチャ系統①を栽培する予定。いまは、育苗の準備をしている。後期は「糸巻き大根」を栽培する予定。

・令和2年3月16日（月）に附属フィールドセンターA 圃場蔬菜園芸学実験実習地を耕耘・整地作業を行った。前期はカボチャ系統②を栽培する予定。いまは、育苗の準備をしている。後期は「糸巻き大根」を栽培する予定。

・試験区

①竹笹サイレージ施用区 100 kg/ 10 a 面積 10M²

②竹笹サイレージ施用区 400 kg/ 10a 面積 10M²

③竹笹サイレージ施用区 700 kg/ 10a 面積 10M²

④竹笹サイレージ施用区 1,000 kg/ 10a 面積 10M²

⑤牛糞施用（慣行）区 2 t/ 10a（バーク堆肥との隔年施用を検討） 面積 10M²

・供試品種：前期はカボチャ系統①、系統②

後期は「糸巻き大根」系統①、系統②

各試験区3反復

次年度の計画：

各試験区の収量および品質を調査分析する。具体的には、1）カボチャの各試験区の株当たりの着果数および各々の果実重などの調査を行う。2）「糸巻き大根」の各試験区の単位面積当たりの収量：単重と総重量の調査を行う。

また、各試験区の糖度およびグルタミン酸（うまみ成分）の分析、食味官能試験も行う。

都城市との連携事業報告書（令和2年度）

プロジェクト名称：野菜類の品質および収量に及ぼす竹笹サイレージ施用の影響

プロジェクト期間：3年

担当者：南九州大学 環境園芸学部 環境園芸学科 陳 蘭庄

事業概要：

- ・令和2年3月16日（月）に附属フィールドセンターA 圃場蔬菜園芸学実験実習地を耕耘・整地作業を行った。
- ・令和2年4月5日、カボチャ系統10の種子を用いて人工気象器内で播種した（図1）。
- ・4月25日、発芽した苗を鉢上げして温室内へ移動してトンネル内で育苗した（図2）。
- ・試験区の設置と肥料の準備（図1）
 - ①竹笹サイレージ施用区 50 kg/ 10 a 面積 10M²
 - ②竹笹サイレージ施用区 500 kg/ 10a 面積 10M²
 - ③竹笹サイレージ施用区 5000 kg/ 10a 面積 10M²
 - ④牛糞施用（慣行）区 3000kg/ 10a（バーク堆肥との隔年施用を検討） 面積 10M²
- ・供試品種：前期はカボチャ系統10
- ・栽培方式：露地栽培。処理効果を明らかにするため、各処理区の間には防草シートを敷いて1Mの間隔を置いた。
- ・定植は6月15日に行った。1処理区に4株を植えた。
- ・管理：各処理区の施用効果、つまり自然条件下で植物体の栄養成長と生殖成長への影響を調査するため、水やり、除草作業および蔓の整枝などは敢えて一切しなかった。
- ・調査項目：根、不定根、蔓の長さ、葉数、雄花の着生、雌花の着生、脇芽（子蔓）の着生など
- ・調査日：幼苗期から雄花、雌花、着果、果実成熟まで

結果および考察：

新知見1：笹サイレージの施肥適量の発見（図2）

- ・ 証拠データI：地上部の生育状況からの判断
- ・ 1) ④対照区の和牛完熟堆肥では、正常な生育が見られた。
- ・ 2) 笹サイレージの処理区では、異なる生育が見られた。
- ・ ①笹サイレージの50kg/10a処理区では、正常な生育が見られ、対照区とは遜色がなく、むしろ葉の色が濃くなった。
- ・ ②笹サイレージの500kg/10a処理区では、4本の内、1本だけがほぼ正常な生育が見られたが、残りの3本は定植時の苗とあまり変化がなかった。
- ・ ③笹サイレージの5t/10a処理区では、ほとんど成長が見られず、定植時の苗とあまり変化がなかった。



図 1. 笹サイレージの処理区と対照区の施肥状況



図 2. 異なる処理区と対照区での日向カボチャ植物体の生育差異（定植後 3 週間）

新発見 2：笹サイレージの施用が根と不定根の形成と発育に及ぼす促進作用がある（図 3、表 1）

- 1) 地下根の形成と生育に関して、笹サイレージの 3 つの処理区では、50kg/10a 処理区の根の本数は 6 本で、他の区の 3 と 0 本より多く形成され、長さとはさはそれぞれ 125cm と 8.9mm で、49cm と 7.3mm、0 と 0 より高い値を示した。一方、和牛完熟堆肥処理区と比べても、本数 2 本、102cm と 10.2mm より新根本数が 3 倍多く、長さも長くて太さはほぼ同程度であった。
- 2) 地上部の不定根の形成と生育に関して、笹サイレージの 50kg/10a 処理区は 24 本で、他の処理区の 9 と 0 より多く、また和牛完熟堆肥区の 13 本よりも倍近い値を示した。
- 3) 一方、実験場所は三股圃場に変えて、しかも別の系統「系統 13」を使って、笹サイレージの施肥量もさらに減らして実験を行った結果、5kg/10a と 2.5kg/10a の処理区では、地下根の形成と発育において、両区はほぼ同じであるが、これまで一番良かった 50kg/10a よりも 2 倍以上の 13 と 16 本の根形成が見られた。
- 4) 不定根の形成と発育については、一番良かった 50kg/10a 区と同程度であった。

- 5) ここで注目すべきは、脇蔓の形成と雌花の形成である。新たに設けた2つの処理区は、それぞれ2つと1つの脇蔓を形成し、また 5kg/10a 区では、2つの雌花の形成が認められた。



図3. 異なる処理区での向日カボチャ株の全体の写真比較 (定植後1か月)。
左から笹サイレージ 50kg/10a; 500kg/10a; 5t/10a; 対照区の和牛完熟堆肥 3t/10a

表1. 異なる処理区での向日カボチャ株全体の諸形質の調査

株全体の比較	対象区1	処理区2	処理区3	処理区4
蔓の長さ (cm)	102	24	49	125
蔓の太さ (mm)	10.2	6.8	7.3	8.9
節位数 (葉数)	20	10	16	21
雄花数	8	2	なし	13
根 (新)	2	なし	3	6
根 (旧)	1	2	1	なし
不定根数 (地上部)	13	なし	9	24

対象区1 和牛完熟堆肥3 t ; 処理区2 笹サイレージ5 t ; 処理区3 笹サイレージ500kg ; 処理区4 笹サイレージ50kg (すべて10 a あたり)。根 (新) は定植後に生えてきたと考えられる太い根。根 (旧) は定植前からの鉢物の根が定植後に伸びたものと考えられる根。

- 以上の結果から、以下のことが明らかになった。
- 1、筐サイレージの施用は適量（50kg/10a）であれば、地下根と地上部の不定根の形成と発育に及ぼす促進作用があると結論できる。
- 2、また、実験場所と用いた品種は異なって、一概は言えないが、参考までに、5kg/10a 処理区は、これまで一番良かった 50kg/10a 区よりも地下根と地上部の不定根の形成と発育に及ぼす促進作用が顕著であったことが分かった。
- 3、さらに同じく実験場所と用いた品種は異なっているが、脇蔓と雌花の形成では、5kg/10a 処理区だけが認められたことから、筐サイレージの適量施用は栄養成長と生殖成長ともに促進作用があると結論できる。

次年度の計画：

各試験区の収量および品質を調査・分析する。具体的には、1）カボチャの各試験区の株当たりの着果数および各々の果実重などの調査を行う。

また、各試験区の果実の糖度およびグルタミン酸（うまみ成分）の分析、食味官能試験も行う。

都城市との連携事業報告書（令和元年度）

プロジェクト名称：竹笹サイレージが果樹類の品質および収量に及ぼす影響

プロジェクト期間：3年

担当者：南九州大学 環境園芸学部 環境園芸学科 前田 隆昭

事業概要：

・令和2年1月23日（木）に都城市平塚町の上田果樹園のパッションフルーツに竹笹サイレージおよび牛糞堆肥を施用した。

・果樹類への竹笹サイレージの施用量は、把握されていないため、現場で一般的に施用されている量を目安に試験区を設定した。

・試験区

①竹笹サイレージ施用区 100 kg/ 10 a

②竹笹サイレージ施用区 400 kg/ 10a

③牛糞施用（慣行）区 2 t/ 10a（バーク堆肥との隔年施用を検討）

・供試品種：パッションフルーツ ‘ルビースター’ 9 樹

各試験区 3 樹ずつ

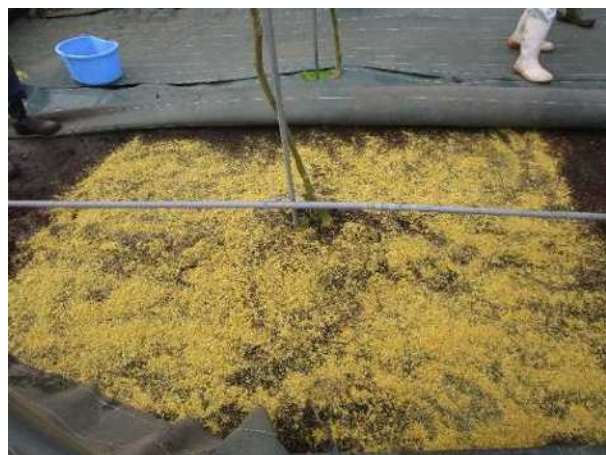


写真1．竹笹サイレージ施用区



写真2．牛糞堆肥施用区

次年度の計画：各試験区の収量および果実品質を調査分析する。

具体的には、各試験区の樹当たりの着果数および各々の果実重などの調査を行う。

また、各試験区の Brix や酸度およびグルタミン酸（うまみ成分）の分析を行う。

都城市との連携事業報告書（令和2年度）

プロジェクト名称：竹笹サイレージが果樹類の品質および収量に及ぼす影響

プロジェクト期間：3年

担当者：南九州大学 環境園芸学部 環境園芸学科 前田 隆昭

目的：

都城市では、放置竹林を減少させる目的で、竹を飼料化および肥料化した「笹サイレージ」を活用している。しかし、現在のところ「笹サイレージ」の農作物への施用基準がない。そこで本事業では、「笹サイレージ」の果樹類への適用を目的に、都城市内で栽培されているパッションフルーツを用いて、一般に施用されている牛糞堆肥の代替資材としての使用が可能であるか検討した。

材料および方法：

合同会社 上田熱帯果樹研究所（宮崎県都城市）でハウス栽培されているパッションフルーツ‘ルビースター’9株を供試した。供試株は、2017年12月に挿し木した苗で、2018年3月に定植した3年生苗を用いた。

処理区として、笹サイレージを400 kg/10 aを施用した3株、100 kg/10 aを施用した3株、対照区として牛糞堆肥を2 t/10 a施用した3株の3処理区を設けた。

堆肥は、大和フロンティア株式会社（宮崎県都城市）製の笹サイレージ（N:P:K=0.25:0.05:0.75）と対照区として山田産業有限会社製の黒毛和牛完熟堆肥（ヤマサ大隅牛糞堆肥）（N:P:K=2.9:3.4=2.9, C/N比7.9, 牛糞・バーク・のこくず入）を施用した。

2020年1月23日に笹サイレージと牛糞堆肥をパッションフルーツの株元に施用した（写真1・2）。

冬場のハウス内は、気温が6℃を下回ると加温するように設定した。また、受粉は2020年3月下旬から6月下旬まで行った。その他、施肥及び灌水等の栽培管理はすべての処理区で同様とした。

2020年6月13日～8月8日まで、株から落果した果実を随時収穫し、果実重を測定した。また、1株当たりの果実数を調査した。果実は、離層形成する節を洗濯ばさみで止めて、収穫適期になると毎日、洗濯ばさみを取り外し、落果するか確認した。

2020年7月24日に各区3～5果ずつ収穫して大学に持ち帰り、研究室の室温で果皮が萎びてくるまで貯蔵し、下記項目を調査した。

調査は、果実の縦径・横径・果実重・糖度・酸度・グルタミン酸・果皮色（L*a*b*値）を測定した。

結果および考察：

・果実の横径は、竹100 kg区が他の処理区と比較し、54.5 mmと有意に大きかった（表1）。縦径、果形指数、果実重、糖度、酸度の調査項目は、処理区間で有意な差はみられなかった。

・果皮色は、対照区がL*値、a*値、b*値のすべてで他の処理区より高かった（表2）。

・グルタミン酸含量は、竹400 kg区で625 mg/Lと最も多く、次いで竹100 kg区で、対照区が最も少なかった（図1）。「笹サイレージ」を施用することで、うまみ成分であるグルタミン酸含量が増加することが明らかとなった。

・収量は、竹 400 kg 区が最も多く、次いで対照区であった（表 3）。ただし、この 2 処理区間には有意な差はみられなかった。竹 100 kg 区は、すべての処理区間で有意に少なかった。笹サイレージ 100 kg/10 a 区でもっとも収量が少ない結果となったため、収量面で考えると施用量が少なかったのではないかと考えられた。今後は、グルタミン酸含量の検討も含め、笹サイレージ 400 kg/10 a 以上施用していく必要があると考えられる。本研究では、すべての処理区で葉果比を揃えていなかったため、竹 400kg 区では 1 株当たりの収穫個数が 494 個と最も多く、1 果重および横径が小さくなった可能性が考えられる。これらのことから、今後は葉果比を揃えたうえで、再度検討する必要がある。

・以上の結果から、竹 400 kg/10 a 施用により、グルタミン酸含量および収量が最も多くなり、果実品質も他の処理区と差がみられなかったことから、笹サイレージのパッションフルーツへの施用の有用性は認められた。ただし、本研究は本年度が初年度のため、来年度以降も継続的に研究し、より正確なデータを蓄積していく必要がある。



写真1 笹サイレージ施用区



写真2 牛糞堆肥施用区

表1 笹サイレージの施用がパッションフルーツの果実品質に及ぼす影響

処理区	横径 (mm)	縦径 (mm)	果形指数	果実重 (g)	糖度 (Brix)	酸度 (%)
竹 400 kg 区	51.0 b ^z	61.6 a	83.1 a	48.9 a	14.6 a	2.5 a
竹 100 kg 区	54.5 a	63.6 a	85.8 a	58.0 a	13.6 a	2.6 a
対照区	51.8 b	62.9 a	82.3 a	52.3 a	14.5 a	2.5 a

^z:表中の異なる文字間には 5%水準で有意差あり(Tukey's test)

表2 笹サイレージの施用がパッションフルーツの果皮色に及ぼす影響

処理区	L*	a*	b*
竹 400 kg 区	35.7 b ^z	12.9 a	7.9 a
竹 100 kg 区	35.6 b	13.6 a	8.1 a
対照区	39.3 a	15.9 a	11.0 a

^z: 表中の異なる文字間には 5%水準で有意差あり (Tukey's test)

表3 笹サイレージの施用がパッションフルーツの収量に及ぼす影響

処理区	収量(kg)	1株当たりの 収穫個数	1果平均重 (g)
竹 400 kg	25.7 a ^z	494	52.6
竹 100 kg	23.6 b	424	56.9
対照区	25.1 a	481	52.8

^z: 表中の異なる文字間には 5%水準で有意差あり (Tukey's test)

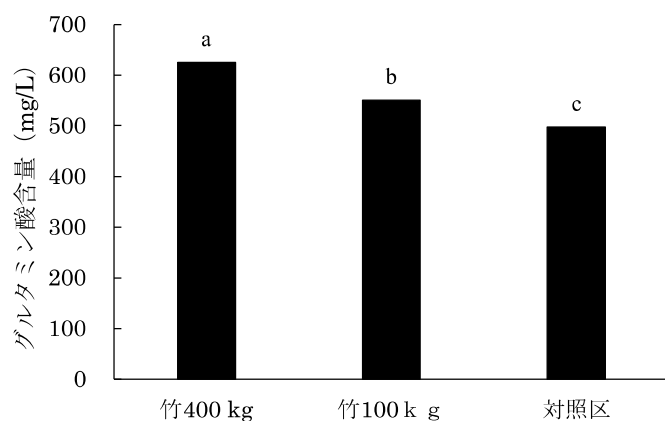


図1 各処理区のグルタミン酸含量

図中の異なる文字間には5%水準で有意差あり (Tukey's test)

次年度の計画：

・本年度の研究で「笹サイレージ」のパッションフルーツへの有用性は確認できた。

また、施用量を多くすることで、収量およびうまみ成分のグルタミン酸含量が増加すること明らかとなった。したがって、来年度は、「笹サイレージ」の施用量を本年度より増加させて 500 kg/10a と 1 t/10a とし、本年度と同様の調査研究を実施していく。