

令和元年6月5日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07960

研究課題名(和文)甘藷でん粉粕を活用した生分解性マルチシートの開発

研究課題名(英文)Development of biodegradable mulch sheet using sweet potato starch waste

研究代表者

岩崎 浩一 (IWASAKI, KOICHI)

鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・教授

研究者番号：90232652

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：甘藷でん粉製造時に発生する粕を新聞紙と混合して生分解性マルチシートを作成し、作物栽培に利用するための研究を行った。平成28年度に購入したシートマシンにより規定の配合のマルチシートを作成し、定温状態での室内実験ならびにほ場土壌に埋設した状態での分解特性を測定した。その結果、原料の配合としては、デンプン粕40%が適当であることを明らかにした。次に、試作マルチシート(25cm角)を貼り合わせたシートをほ場に敷設し、コマツナを栽培して生育や収量に与える影響を検討した。その結果、試作シートは、木炭を添加して色を濃くすることで、慣行マルチと同程度の作物収量を得られる事を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、鹿児島県の未利用資源である甘藷でん粉粕を有効利用し、かつポリエチレンマルチが抱える問題を解決するため、生分解性マルチシートを開発することを目的として行った。得られた成果は、原料パルプ(新聞古紙)に対して40%程度のデンプン粕を配合することで、慣行マルチと同程度の性能を有することを明らかにしたものである。また、配合割合を変化させると、分解期間が変化するという特性を活かせば、作物の生育期間に合わせて分解期間を変化させた生分解性マルチが製造可能であるという知見が得られた。これにより、未利用資源の有効利用と石油由来製品利用の削減に貢献する成果が得られたといえる。

研究成果の概要(英文)：Aiming the development of biodegradable mulch sheets using unused resources such as sweet potato starch waste, which leads to diminution of petroleum origin materials. Using the sheet machine, the trial sheets were produced mixing starch waste 40% with paper waste 60%. The sheet showed equivalent performance comparing with traditional polyethylene mulch sheet when it is used to cultivate Japanese mustard spinach, Komatsuna (*Brassica rapa* var. *perviridis*). We can expect the possibility of adjustable term for sheet decomposition by adjusting the mixing ratio of starch waste with paper waste. This means various sheet can be produced according to various demand of decomposition term with each crop characteristics.

研究分野：農業環境システム学

キーワード：マルチ栽培 甘藷でん粉粕 生分解性 生育環境

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

農業が環境に与える影響や食品の安全性、環境問題への関心の高まりから、農薬や化学肥料を使用した生産システムから、環境負荷物質の排出が少ない資材の開発などが望まれている。土壌表面をプラスチックフィルムなどで被覆するマルチは、多くの畑作栽培などに使用されており、その大部分は、ポリエチレン製のフィルム(ポリマルチ)である。しかし、石油価格の変動に大きく影響されること、作物収穫後にマルチの回収作業や運搬作業が必要であること、さらに、産業廃棄物としての処理が必要であることなどの問題がある。そこで、ポリマルチに代わる環境負荷の小さいマルチ資材の開発が望まれている。

2. 研究の目的

本研究は、鹿児島県の未利用資源である甘藷由来のデンプン粕を有効利用してポリマルチが抱える問題を解決可能な生分解性の紙マルチを開発することを目的としている。具体的には、主原料として新聞古紙をとりあげ、デンプン粕の混合割合によるマルチとしての特性を調べ、作物栽培への影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

再利用を目的に新聞古紙をマルチの主原料とし、そこにデンプン粕を加えてマルチを試作し、分解特性、強度などを調査した。また、作物栽培への適用性を確認するため、コマツナ栽培に適用した場合の栽培環境、雑草発生状況、作物生育、収量性を市販のマルチと比較検討した。

4. 研究成果

(1) マルチシートの試作

本研究では、角型シートマシン(図1)を使用して、主原料の新聞紙とデンプン粕の混合割合を変えたシートを試作した。角型シートマシンでは、原材料の性状により成形されるシートに残留する割合が変化するため、まず、新聞古紙とデンプン粕の歩留まりを調査した。その結果、歩留まり率は、新聞紙は88%、デンプン粕は80%であることが判明した。作成されるシートは、25cm×25cm、坪量は80g/m²であった。これにより、所定の原料割合でシートを試作する方法が明らかになった。



図1 角型シートマシン

(2) シートの分解特性

ほ場で使用した場合の土壌微生物による試作シートの分解特性を知るための、室内における基礎実験を行った。原料の種類や割合を変えた4種類のシート[新聞紙に対するデンプン粕の混合割合: 60・40・20・0%]を試作した。試作シートを幅2.5cm×長さ20cmに切った試験片を作製し、ほ場の土壌を充填したシャーレに試験片と土壌が密着するように張り付け、微生物が活発に活動する30℃に設定したインキュベータに保存した。1週間ごとに試験片の引張試験と厚さ測定を行った(図2)。

引張試験の結果から、破断力はシート成分により違いが生じることが分かった。混合割合0%(新聞紙のみ)のシートが最も破断力が大きくデンプン粕を混合することで破断力は低下した。破断力は時間経過とともに小さくなり、土壌微生物による分解がその要因だと考えられた。また、使用前のシートの引っ張り強度データから、デンプン粕を混合してもマルチャーによる畦への貼り付け作業が可能な強度を持っているのではないかと考えられた。また、混合割合によって分解速度が違うことから、作物の生育期間に合わせて混合割合を調整することで、作物毎に適当な時期に分解が完了する紙マルチが製造可能であるとの知見を得た。

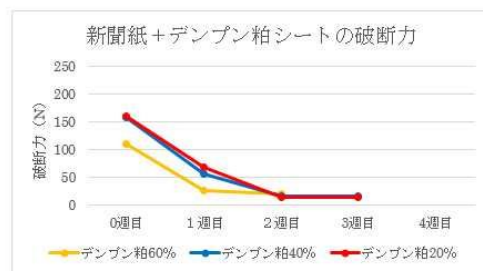


図2 試作シートの破断力の変化
(インキュベータ試験)

(3) ほ場における分解特性

シートをほ場に埋設した場合の分解特性を調査した。主原料の種類に違いの影響を明らかにするため、新聞紙以外にコピー用紙、段ボールを用い、デンプン粕の割合は40%で一定とした。試作シートを幅1.5cm×20cmに切り取った試験片を作成し、実験圃場実際に埋設した。2週間ごとに質量・厚さの測定と引張試験をおこなった。試験の結果から最も試験片の厚さや質量、破断力が保持されたのは、新聞紙を主原料としたシートであった(図3、図4)。

作物の栽培には最低でも30日近くかかるため、4週間から6週間ほどシートが保たれることが望まれる。よって実験結果より主原料は新聞紙が適していると考えられた。また、時間経過とともに保持率の減少もみられるため、新聞紙シートには生分解性も確認された。

今回の実験ではマルチシートの質量と厚さ，引張試験のみで比較していたため見た目が分解されているものでもあまり数値で表すことができなかった．今回の測定事項以外にもマルチシートの分解評価を検討することができれば，より詳しく分解特性を知ることができ，作物の生育に合わせたマルチの開発が行いやすいのではないかと考えた．また，本実験は冬季に行われたが，微生物がより活性化する夏季の埋設試験も必要となると考えた．

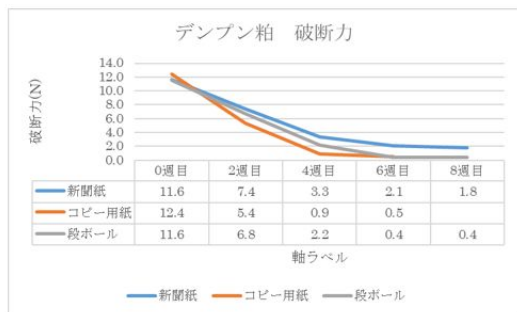


図3 破断力の推移（ほ場試験）

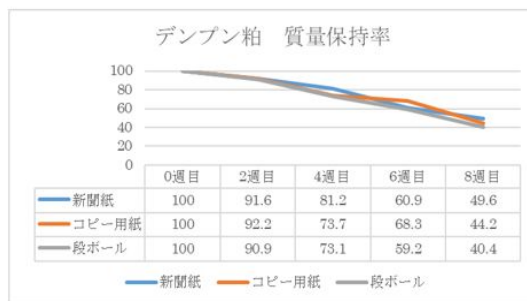


図4 質量保持率の推移（ほ場試験）

(4) 作物栽培へ及び影響

デンプン粕を新聞古紙と混合した生分解性マルチを試作してコマツナを栽培し，栽培環境や雑草発生状況，生育状況，収量を調査した．角型シートマシンでは，25cm角のシートしか作成できないので，20枚を作成し，4枚×5枚をデンプン糊で貼り合わせ97cm×121cmのシートを作成した．このシートを幅40cm，長さ80cmに成形した畦に敷設した．マルチの性能を比較するため，ポリマルチ，市販の生分解性マルチフィルム（あいあいマルチ）と何も敷設しない裸地区を設けた．この畦で各10株のコマツナを栽培し，生育環境（地温，pF値，収穫後の土壌C/N比），雑草（発生数，収量）ならびにコマツナの成長（草高，草丈，葉幅，収量など）を計測した（図5）．



図5 ほ場実験の様子

その結果，実験を通して，試作したデンプン粕シートは，水分保持効果，地温抑制効果が確認できたが，コマツナの生育・収量は市販のマルチに比べ劣っていた（図6-9）．試験区間にC/N比の差がみられず，水分不足になることもなかったため，コマツナの生育に最も影響を与えたのは地温であると考えられた．本実験での地温は地下10cmの位置を測定したが，初期成育時には作物の根が地下10cmまで達していないため，地下2cmや5cmの地温も測定する必要がある．

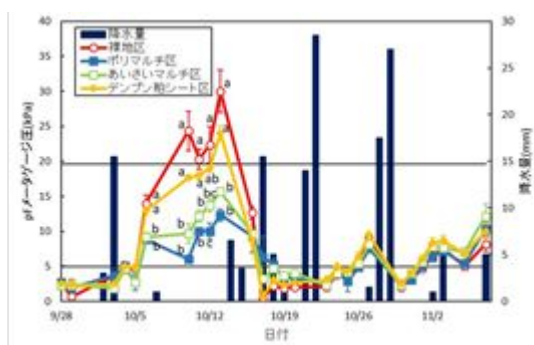


図6 pF値と降水量の推移

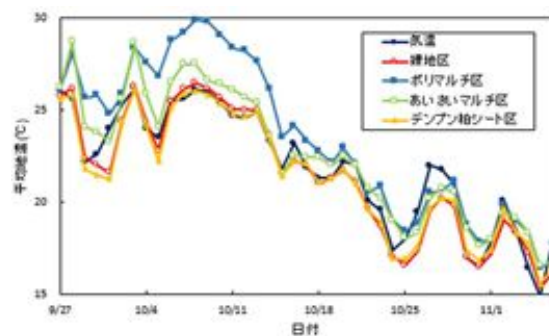


図7 平均地温の推移

紙マルチは地温を抑制する効果があり，今回の実験でもデンプン粕シート区でその効果が確認できた．今後は，この地温抑制効果を活かして，夏に高温障害のでやすいホウレンソウやミズナ，ダイコンなどで使用すると生育促進が期待できると考える．また，循環という考えから，サツマイモの栽培に用いることが重要であると考えられる．サツマイモの生育には高い地温が必要であることから，紙マルチを黒く着色するなどして，地温上昇効果を高めたマルチを開発することも必要であると考えた．

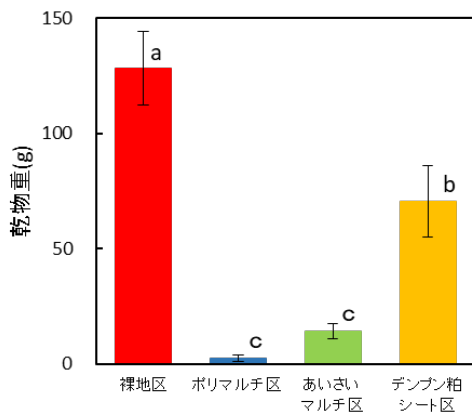


図 8 雑草の乾物重量

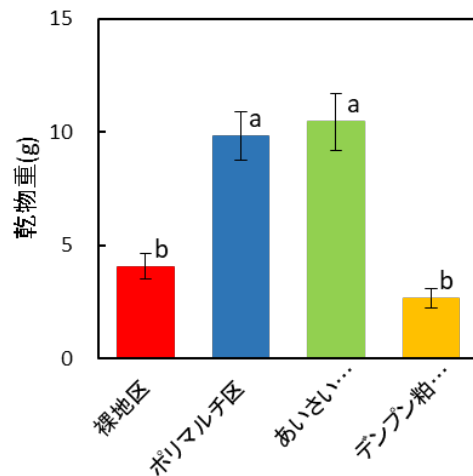


図 9 コマツナの乾物重量

(5) マルチシート色の影響

(4)の研究結果から、試作シート区のコマツナの成長が対照区に比較して良好とは言えない状況にあった原因がマルチシート色にあるのではとの考察から、マルチシート色を濃くして作物成長への効果を確認する試験を行った。

色を濃くするための材料として、主原料の新聞紙とデンプン粕に加えて土壤改良材として使用される木炭を添加することにした。新聞紙 5g、デンプン粕 3.33g に対して木炭の混入量を 0g、1g、3g、5g、10g にして 5 段階 (0~4) の色濃度のシートを作成した。作成原料とシートの色の濃さを Munsell Neutral Value Scale の相当値の色見本を図 10 に示す。

	新聞紙	デンプン粕	土壤改良剤 (炭)	色見本 (Munsell Neutral Value Scale)
試作紙0	5g	3.33g	—	(Lightest gray)
試作紙1			1g	(Light gray)
試作紙2			3g	(Medium-light gray)
試作紙3			5g	(Medium-dark gray)
試作紙4			10g	(Darkest gray)

図 10 木炭の添加量とシート色

実験にあたっては、25cm 各のシートを 4 枚貼り合わせて 50cm 角のシートとして使用した。このシートを幅 2cm、長さ 50cm に成形した畦に敷設した。試験区は対照区、裸地区、試作紙区 (0~4)、供試作物はコマツナとした。コマツナの生育期間を 2018/11/16~2019/1/25 (10 週間) とし、測定項目を地温、土壤水分、草高、草丈、葉幅、葉長、本葉数、雑草発生数とした。

草丈は、対照区が最も大きく、裸地区が最も小さくなった。試作紙区は色が黒いほど大きい傾向が見られた (図 11)。また、本葉数では試作紙 4 は、対照区と同等の本葉数であった。しかし、試作紙 3 はあまり本葉が出てこない結果となった。試作紙

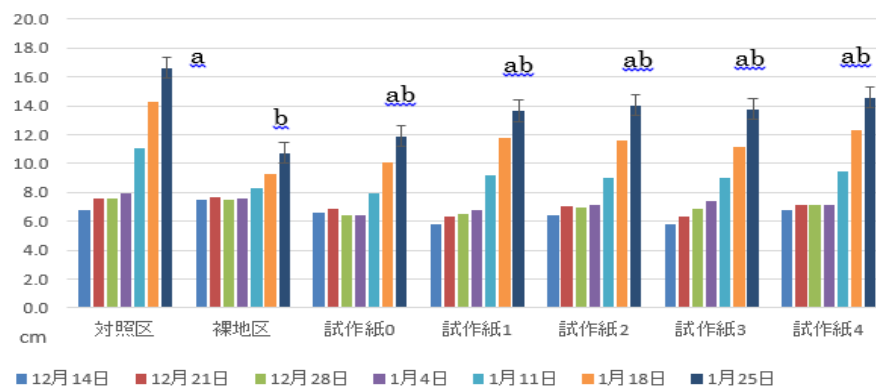


図 11 試験区ごとの草丈の推移

0, 1, 2 はほぼ同等であった (図 12)。生体重量の対照区と試作紙区では、生体重量には若干の差が見られた。試作紙区の中では、試作紙 4 の生体重量が最も大きかった。裸地区が最も小さかった。よって、試作紙の色が黒い方が生体重量は大きくなる傾向があるといえる (図 13)。雑草発生数は、裸地区と比べて、対照区、試作紙区は雑草の発生が少なかった。対照区と試作紙区の雑草発生数は同等であった。このことから、雑草発生抑制効果があるといえる (図 14)。

地温の裸地区は、最高地温は最も高く、最低地温は最も低かった。試作紙4は、最高地温が他の試作紙区より高く、最低地温はほぼ同等で、日平均地温は高かった。よって試作紙区は、裸地区に比べて地温の変動が小さいと言える。

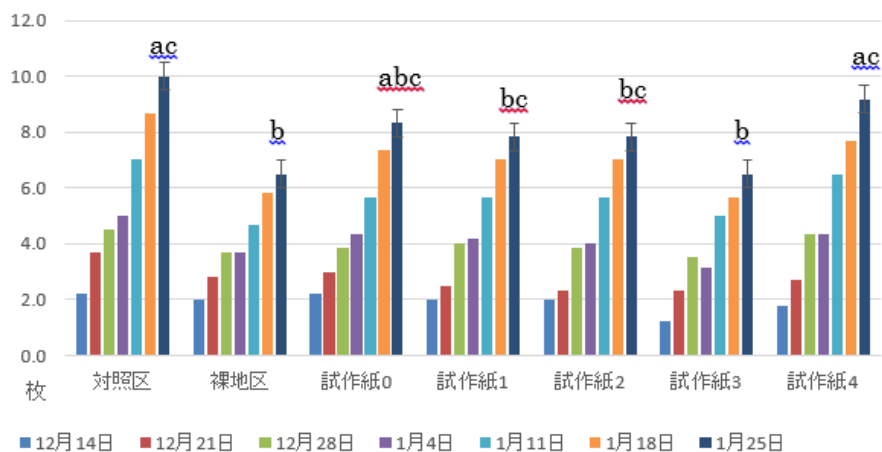


図 12 試験区ごとの本葉数の推移

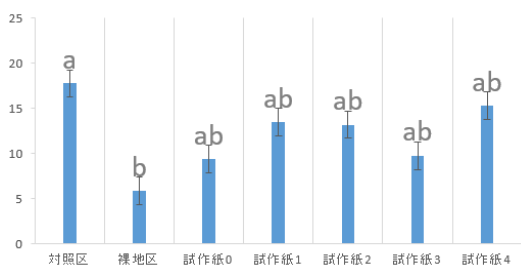


図 13 試験区ごとのコマツナの生体重

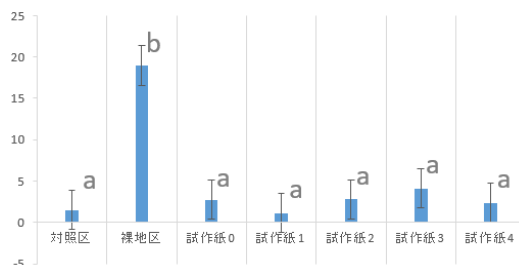


図 14 試験区ごとの雑草の生体重

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

福田美緒, 山田あかり, 末吉武志, 岩崎浩一, 鹿児島県の地域資源を用いた生分解性マルチ開発- 配合資源によるマルチの分解特性への影響 -, 農業食料工学会九州支部誌, 査読有, 67号, 2018, 1-5

〔学会発表〕(計 1 件)

福田美緒, 山田あかり, 末吉武志, 岩崎浩一, 鹿児島県の地域資源を用いた生分解性マルチ開発- 配合資源によるマルチの分解特性への影響 -, 農業食料工学会九州支部例会, 2018

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：末吉武志，丹野美咲，福田美緒，山田あかり，丸中啓士良

ローマ字氏名:SUEYOSHI Takeshi ,TAN-NO Misaki , FUKUDA Mio, YAMADA Akari , MARUNAKA Keisi rou

科研費による研究は，研究者の自覚と責任において実施するものです．そのため，研究の実施や研究成果の公表等については，国の要請等に基づくものではなく，その研究成果に関する見解や責任は，研究者個人に帰属されます．