

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06337

研究課題名（和文）地域の木質バイオマスと糸状菌等を利用した高品質野菜栽培技術のメカニズムと普及

研究課題名（英文）Mechanism and dissemination of high quality vegetable cultivation technique using local wood biomass and filamentous fungi

研究代表者

宮沢 佳恵（MIYAZAWA, Kae）

東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・准教授

研究者番号：40370613

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：木質チップなどの高炭素資材を大量に投入して栽培する技術について、現地調査や生産者インタビュー、及び圃場試験を行った。その結果、通常の有機栽培等で使われる畜産堆肥や完熟堆肥を利用した場合と比べ、コマツナの収量と品質が高くなる傾向があること、またそれらの要因として土壌中の無機態窒素濃度やCO<sub>2</sub>濃度の影響は小さいことが明らかになった。こうした木質チップを利用して栽培を行っている複数の生産者へのインタビューと現地調査では、栽培に成功している農家の圃場には糸状菌が目視できるほど増加していること、硬盤層がないこと、さらに無機態窒素量が比較的少ないことが共通していた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

農業生産における物質循環の促進や、土壌の改善そして炭素貯留に関する技術や知見は持続的な農業生産や地球環境の保全のために最も重要である。本研究で対象としている技術は地域の木質系バイオマスを有効利用し、土壌を改善して土壌中の炭素貯留を増加する可能性のある技術であり、普及の面からも生産性や品質も同時に向上する可能性を明らかにした意義は大きい。また、耕地における微生物相の変化を伴う可能性のある技術であることから、学術的にも大変興味深い現象を捉えた研究である。

研究成果の概要（英文）：We conducted field surveys, interviews with farmers, and field trials on the cultivation technique using a large amount of high-carbon materials such as wood chips. We found that the yield and quality of Komatsuna tended to be higher than those using livestock manure or fully matured compost, and that the inorganic nitrogen concentration in the soil and CO<sub>2</sub> concentration had little effect on these factors. Interviews and field surveys with several farmers using these wood chips revealed that successful farmers had in common a visible increase in filamentous fungi in their fields, the absence of a soil hardpan layer, and relatively low inorganic nitrogen levels.

研究分野：環境保全型農業

キーワード：木質バイオマス 有機農業 葉菜類

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地域資源バイオマスを土壌に大量投入し、糸状菌等により分解させてから漉き込む土作りにより、高品質の葉菜類を栽培している生産者がいる。慣行栽培に比べ、食味も評価が高く、かつ生育期間が通常の栽培よりも短縮され、収量も高い。この栽培方法の特筆すべき点としては、堆肥化していない木質バイオマスを大量に投入することである。チップ化した大量の木質バイオマスと少量の米ぬかや鶏糞を土壌に投入し、木質チップに菌糸(接種ではなく土着のもの)が確認できてから土壌に漉き込み、葉菜類の播種をして栽培を行っている。この技術は、ハウス内に高CO<sub>2</sub>条件を作り出すことがわかっているが、現段階ではこの技術の効果のメカニズムが科学的に解明されていない。さらに、この技術に関して積極的な情報発信が行われていないにも関わらず、すでに10数件の生産者が取り入れ始めている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、当該技術のメカニズムを科学的に解明し、その技術の確立のための知見を得ることにより、地域資源バイオマスを使って農業における資源循環を促進することである。また、当該技術を取り入れている生産者のインタビューと現地調査により、今後の農業技術開発とその普及に資する知見を提供することである。

### 3. 研究の方法

#### 1) 生産者のハウス栽培におけるコマツナの栽培調査

木質バイオマスを大量に継続して投入しているハウスと、通常の有機農業等で使われる畜産堆肥を連用しているハウスの比較を行い、それぞれのハウスの環境条件(温度、湿度、CO<sub>2</sub>濃度)、コマツナの収量と品質、土壌の化学性の測定を9月、10月、11月のそれぞれの作期で行なった。ハウス自体の反復が取れないことから、2つのハウス内でそれぞれランダムに3か所を選び、それぞれ箇所コマツナと土壌のサンプリングを行った。

#### 2) 生産者のインタビュー・現地調査

この技術を取り入れている生産者へのインタビュー及び現地調査を行った。この技術や生産物に関してどのような情報を得て採用するに至ったのか、また、農業を始めてから今に至るまでの自身が生産する生産物の品質や、栽培技術に関するストーリーの収集も行った。技術採用後の栽培野菜や土壌の変化、消費者からのフィードバックについてもインタビューを行った。さらに、土壌の無機態窒素量や細菌/糸状菌比の測定を行った。

#### 3) 圃場試験による木質バイオマス資材の投入効果の検証

露地栽培において、短期間で糸状菌の発生を促進させ栽培している生産者の事例があったため、この生産者の資材の組み合わせの効果を検証する圃場試験を行った。具体的には、木質バイオマス資材として剪定枝、それと組み合わせ糸状菌の発生を促進させる資材として中熟堆肥が用いられていたことから、コントロール(資材投入なし)、剪定枝のみ、中熟堆肥のみ、剪定枝+中熟堆肥の処理を設定した。それに加え、中熟ではなく通常用いられる完熟堆肥を使用し、剪定枝+完熟堆肥の処理を加えた5処理とした。それぞれの資材をマルチ様に施用し、糸状菌が発生して子実体が観察されてから(写真1)浅くすき込んでコマツナの栽培を行い、コマツナの収量と品質、土壌の物理性や化学性の測定を行った。



[写真1]  
糸状菌の子実体発生の様子

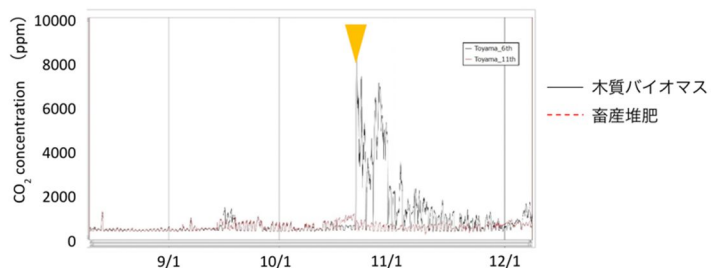
また、夏季の緑肥であるソルゴーを登熟するまで栽培し、炭素含有率を上げて漉き込み、同様の効果が見られるかどうかをキャベツ栽培にて検証し、キャベツの収量と品質、土壌の物理性や化学性の測定を行った。

### 4. 研究成果

#### 1) 生産者のハウス栽培におけるコマツナの栽培調査

二つのハウス間でコマツナ収量の差は見られなかったが、木質バイオマスを連用しているハウスではコマツナの糖度とグルタミン酸濃度が上昇した。特に、9月の暑い時期の作付けでは、畜産堆肥を連用しているハウスのコマツナの硝酸態窒素濃度が上がりグルタミン酸濃度が下がっていたのに対し、木質バイオマスを連用しているハウスではグルタミン酸濃度は他の作期と変わらず高くなっていた。栽培調査を行った二つのハウスの温度、湿度、土壌無機態窒素濃度に

差は見られなかった。木質バイオマスを連用しているハウスでは、9月の作付け終了後に木質バイオマスを投入したため、その直後から1ヶ月程度、ハウス内のCO<sub>2</sub>濃度は最大で6000ppmまで上昇した(図1)。しかし、CO<sub>2</sub>濃度の上昇と収量や品質において特に連動した動きは見られなかった。したがって、木質バイオマスを連用しているハウスと畜産堆肥を連用しているハウスで栽培されたコマツナの品質の差に、温度、湿度、土壌無機態窒素濃度、CO<sub>2</sub>濃度が関わっている可能性は低いと考えられた。



[図1]二つのハウスのCO<sub>2</sub>濃度の推移

## 2) 生産者のインタビュー・現地調査

この栽培技術を取り入れた経緯については、生産者によってさまざまであった。慣行農業を行っていた時に、土壌改良資材として分量を間違えてバーク堆肥を大量に施用したところから始めた生産者もいれば、有機農業や自然農法などさまざまな農法を用いて試行錯誤した末にこの農法に辿り着いたという生産者もいた。木質バイオマスを投入した栽培を行って失敗した例として、糸状菌が発生せず窒素飢餓が起きたこと、長雨の際に虫が大発生したこと等が挙げられた。いずれも畑の水捌けの改善や雨よけによって回避できたとのことであった。また、収量が慣行栽培よりも生育が早い場合があることや、食味が優れているという点が共通して回答された。現地調査では、生産に成功している農家に共通して観察されたこととして、畑の中で糸状菌(土壌中の菌糸や子実体など)が目視できるほど増加しており、硬盤層がなく、さらに無機態窒素量は比較的低いことであげられた。また、細菌に対する糸状菌の割合が、近隣の慣行農法の農家土壌に比べて高く、近隣の林床の土壌と同等の値となっていた。さらに、露地栽培において短期間(数ヶ月)で糸状菌の発生を促進させ栽培に成功している生産者は、木質バイオマスだけではなく、中熟堆肥を組み合わせて栽培をおこなっていたため、その技術の詳細について聞き取りを行い、資材の組み合わせの効果について3)において検証を行った。

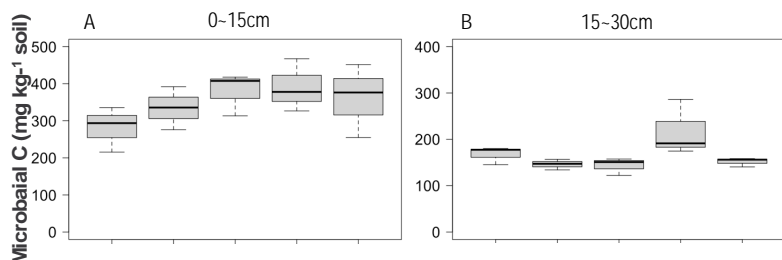
## 3) 圃場試験による木質バイオマス資材の投入効果の検証

土壌の硬盤層近辺(深さ15~30cm)の最大土壌硬度は、生産者の使っている資材の組み合わせである剪定枝+中熟堆肥の処理でコントロールに比べ低下していた。また、微生物バイオマス由来の炭素が、深さ15~30cmで剪定枝+中熟堆肥で他の処理に比べて増加する傾向が見られ(図2)、生産者の使っている資材の組み合わせで糸状菌の発生が多く見られたことと関連が示唆された。団粒構造は剪定枝のみ、剪定枝+中熟堆肥、そして剪定枝+完熟堆肥の処理でコントロールに比べて発達する傾向が見られた(図3)。

コマツナの収量および草丈は中熟堆肥のみ、および剪定枝+中熟堆肥の処理でコントロールに比べて増加した。しかし、中熟堆肥のみの処理では、コマツナの硝酸態窒素濃度が上昇し、アスコルビン酸の濃度が低下した。

これらの結果から、農家が用いている剪定枝と中熟堆肥の組み合わせは、それらを単独で使用するよりも、硬盤層の緩和や野菜の生産性と品質の向上に効果的である可能性が示された。

また、木質バイオマスの代わりに登熟するまで生育させ炭素含有率を高めた緑肥をすき込んだ場合には、糸状菌の菌糸や子実体を確認することができなかった。また、キャベツの収量の増加には繋がらなかった。



[図2]異なる資材を投入した処理における微生物炭素量

A: 深さ0-15cm

B: 深さ15-30cm

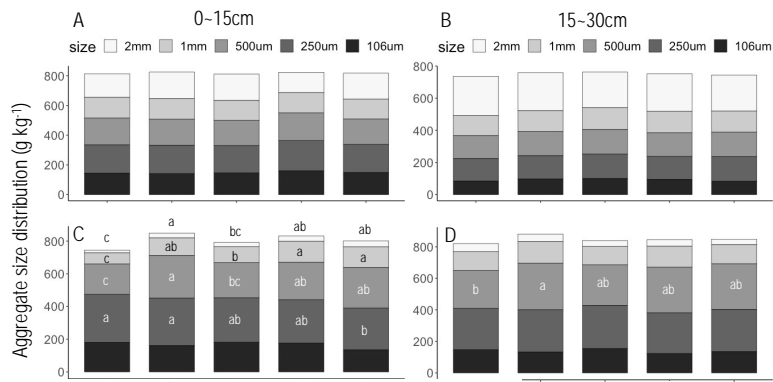
コントロール(資材投入なし)

剪定枝のみ

中熟堆肥のみ

剪定枝+中熟堆肥

剪定枝+完熟堆肥



[図3] 処理前 (A, B) とコマツナ収穫後 (C, D) の団粒組成。同じ大きさの団粒間において異なるアルファベットが示されている場合は、該当処理間で有意に団粒の量が異なることを示す。①～⑤は図2と同様。

本研究による現地調査、生産者インタビュー、および圃場試験によって、以下の点が明らかになった。第1に、本栽培法によってハウス内で高CO<sub>2</sub>条件は作り出されるものの、高CO<sub>2</sub>条件は資材の投与後1ヶ月程度で消失し、この栽培方法においてCO<sub>2</sub>濃度の増減が野菜の収量や品質の向上に直接影響を与えている可能性は低いことである。第2に、単に木質バイオマスを投入しただけでは糸状菌が発生するわけではなく、土壌の水分条件や気象条件などを考慮して投入資材の工夫が必要であるということである。第3に、雨よけのない露地栽培において木質バイオマスを投入して速やかに野菜の栽培を行うためには、木質バイオマスだけではなく中熟堆肥のように微生物活性の高い資材を同時に施用することが有効である可能性があることである。

いずれの生産者も、地域の木質バイオマスを主な投入資材として用い、無農薬・無化学肥料で栽培をおこなっている。この技術の成立条件がより明確に解明されることで、有機農業における収量の低下を抑え、土壌中の微生物炭素を増やし、土壌硬盤層の問題を軽減し、地域の物質循環を促進する技術として普及する可能性がある。今後は、さまざまな気象・土壌条件や異なる資材投入の処理を用いた試験を行い、技術開発につなげていく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kae Miyazawa	4. 巻 2022
2. 論文標題 Mechanism and dissemination of high quality vegetable cultivation technique using local wood biomass and filamentous fungi	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Impact	6. 最初と最後の頁 12-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21820/23987073.2022.4.12	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kae Miyazawa, Sohma Takanari	4. 巻 -
2. 論文標題 Mitigating soil compaction and improving vegetable yield and quality using immature compost	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kae Miyazawa, Yu-Chau Chen, Shunto Ishiguro	4. 巻 -
2. 論文標題 Extending the growth period of green manure can reduce the risk of soil organic matter loss due to priming effects	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Kae Miyazawa, Sohma Takanari
2. 発表標題 Mitigating soil compaction and improving vegetable yield and quality using immature compost
3. 学会等名 The 31st International Horticultural Congress（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kae Miyazawa, Yu-Chau Chen, Shunto Ishiguro
2. 発表標題 Extending the growth period of green manure can reduce the risk of soil organic matter loss due to priming effects
3. 学会等名 The 31st International Horticultural Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	石黒 峻登  (Shunto Ishiguro)		
研究協力者	チェン ユーチャウ  (Chen Yu-Chau)		
研究協力者	宮島 彩季  (Miyajima Saki)		
研究協力者	森田 琴  (Morita Koto)		
研究協力者	高成 壯磨  (Takanari Sohma)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	田口 翔一  (Taguchi Shoichi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
アラブ首長国連邦	UAE University			
マレーシア	University of Malaya			
イタリア	University of Marchae			
米国	Kansas State University			