

# 発酵させた木質チップと草本バイオマスを投与したダイズの成長特性

三村 知彰・長菅 輝義\*

三重大学大学院生物資源学研究科 附属紀伊・黒潮生命地域フィールドサイエンスセンター附帯施設農場

## Application of fermented woody chips and herbaceous biomass to the soybean fields.

Tomoaki MIMURA and Kiyoshi NAGASUGA\*

<sup>1</sup>Field Science Center of Kii-Kuroshio life area, Graduate School of Bioresources, Mie University, 2072-2 Takanoo, Tsu, Mie, 514-2221, Japan

### Abstract

We applied fermented woody chips (woody chip) and herbaceous biomass (herb) to soybean fields before sowing as a soil conditioner. We also provided the fields of non-application, chemical fertilizer application (chemical fertilizer) and mixed application of cow and pig mature composts (compost) as the controls in the beginning seed stage, plant length was the longest in woody chip, and herb showed longer one than non-application. Similar tendency was found in stem weight, but seed weight of woody chips, herb and compost were lower than those of non-application and chemical fertilizer in the full maturity. These indicated that applications of both fermented woody chips and herbaceous biomass to the fields promote vegetative growth, not reproductive one of soybean plants. Applications of almost raw ones to the field may promote soybean seed production.

Keywords : Herbaceous biomass, Soybean, Vegetative growth, Woody chips

略表題：木質チップと草本を投与したダイズ

### 緒言

現代の農業では、農作物を栽培する際に多量の化成肥料と農薬を投入している。この内の化成肥料は、栄養含有量が高いために施肥量が堆肥と比較して少なく、省力的である。また、即効性があり、特に追肥の際には対象作物の重要な生育時期に散布するとピンポイントに肥効を発揮させることが出来る。しかし、肥効の良さ

は農作物の地上部の徒長と根の伸長抑制を招き易く、しばしば倒伏を助長する。また、化成肥料の多投入、継続投入は土壤中の微生物の多様性を劣化させ、地力の低下や近隣河川への流出による水質汚濁を招くなど、環境問題にまで発展する。化成肥料と農薬を多投した現代農業の問題点が近年顕在化している。

農林水産省は、農業の生産力向上と持続性の両立をめざす「みどりの食料システム戦略」を

2021年に策定し、その中で2050年までに農林水産業のCO<sub>2</sub>ゼロエミッション化の実現や、耕地面積に占める有機農業の取り組み面積を25%、100万haに拡大することなどの目標を掲げた。有機農業では、家畜の糞尿や食物残渣に含まれる栄養成分を植物が吸収しやすいように微生物に分解させた有機肥料を施肥しており、その利用によって土壤微生物の多様性を改善される。しかし、近年の市販堆肥は完熟に至る前に出荷されることが少なくなく、それらの施用は化成肥料と同様な病虫害被害を招くことが指摘されており<sup>1)</sup>、堆肥の施用が常に化成肥料施用の問題点の解決に繋がるとは言い難い。

著者らは、有機栽培の問題点の解決策として炭素循環農法に注目し、その研究を進めている。本農法では、家畜糞尿のような富栄養バイオマス分解して得た栄養分を農作物へ吸収させるのではなく、草木の茎葉のような炭素成分の豊富なバイオマスを多投入して土壤微生物を活性化させ、その過程で生成・発散される様々な酵素や生理活性物質を農作物の成長に利用させる。肥料を全く投与していない山林で植物が活発に成長し、病虫害による壊滅的な被害にもあわないことに着目し、山林と類似した土中環境を再現させて、環境に過大な負荷を掛けずに農作物栽培を行うことを目標としている。多量の植物バイオマスの確保と土壤への散布、それらの発酵に多大な労力と時間を要し、慣行法や有機農法と比べて効率に劣るため、これまで注目度が低かった。しかし、本農法ないしそれに類する農法が実践された農地では、粘土質の土壤も改善されたことが報告されており<sup>2)</sup>、収量も慣行法に大きく引けを取らないことが指摘されている<sup>3)</sup>。今後の持続型の農業体系への変換を考えた場合、本農法の要素を少しでも多く慣行法へ導入すること、或いは本農法に全面的に転換することが強く望まれる。

前報<sup>2)</sup>で、伐採後数年経過した竹をチップ

化して投与し、かつ栽培期間中にも市販のヨーグルト（乳酸菌）・納豆（納豆菌）・ドライイースト（酵母菌）および光合成細菌を培養して継続的に土壤へ投与したダイズの子実収量およびその関連要素を慣行栽培と比較したところ、当該農場においては粒大の異なる3品種で慣行栽培と同程度の子実収量が確保され、ダイズにおいては炭素循環農法が有効であること確認した。炭素循環農法で施用する植物バイオマスは竹以外にも木本の枝葉や草本も有効であり、これらは当該農場において竹よりも更に確保が容易である。これらのバイオマスの施用によっても慣行栽培と同程度の生産性を確保できれば、本栽培法の実践がより容易となり当該農場における持続的栽培方への転換の可能性も高まることが期待された。

本研究では、草本バイオマスや木質バイオマスチップを栽培土壤へ投与したダイズの成長や子実重を調査することを目的とし、一定程度発酵を進ませた有機物（草本バイオマス、木質チップ）を投与した区画で栽培したダイズと慣行および無肥料で栽培したダイズの子実肥大初期の成長パラメータと成熟期の子実重を比較した。処理の詳細は材料と方法にて説明する。

## 材料と方法

三重大学大学院生物資源学研究科附属フィールドサイエンスセンター附帯施設農場において、ダイズ品種フクユタカを供試して実験を行った。処理として、発酵させた木質チップを投与した木質チップ区、同じく発酵させた草本バイオマスを投与した草本区を設け、比較対象として慣行施用した慣行区、堆肥を施用した堆肥区、何も投与しなかった無施肥区の計5処理区を設けた。各試験区3m×3mを基礎とし、それぞれ2反復ずつ、計10区画15m×8mを実験圃場とした。各試験区はランダムに配置した。

木質チップ区には、該当農場内で2019年冬季に発生した温州ミカンやカキの剪定枝を2020年春季にチップ化し、場内の空地に1年間放置して自然発酵させたものを1区画当たり320L程度投与した。草本区には、2020年5月に場内に播種し、同年8月に刈取りして木質チップと同様に試験圃場の傍に放置して自然発酵させたソルガム地上部160L、および場内に同年7月に播種し、11月に刈り取って上記ソルガム傍に同じく放置して自然発酵させたダイズ茎部160Lを、それぞれ3m×3m区画内へ投与した。堆肥区には、牛糞と豚糞の混合堆肥を60L/a<sup>-1</sup>投与した。慣行区には、豆化成（3：10：10）と炭酸苦土石灰をそれぞれ10kg/a<sup>-1</sup>投与した。全区画に対し、2021年7月16日に畝間70cm、株間20cm、1株4粒播きした。発芽後、間引きして1株2本立てとした。

子実肥大始期の9月29日に成育調査を実施した。各区画3株を対象とし、葉色の調査には葉緑素計（SPAD-502Plu, KONICAMINOLTA社 日本）を用いた。成熟期に達した11月24日に、各区画から5個体ずつ計50個体を収穫し、十分に風乾させた後に収量調査を行った。各調査の処理間差は、マイクロソフトエクセルのアドインソフトであるStatcel2を用い、Tukey-Cramerの多重検定により検証した。

## 結果と考察

子実肥大始期の生育調査の結果を表1に示し

た。該当時期はダイズの成長量が最も重くなる時期と言われており<sup>5)</sup>、成長量を評価するのに最適な時期である。無施肥区では草丈、主茎節数および葉身長が最も短く、土壤への無投与は伸長成長を促進させなかったことが分かる。一方、草丈は木質チップ区と堆肥区が有意に長く、葉身長は堆肥区で最も長くかつ慣行区がそれに続き、木質チップ区と草本区も平均値では慣行区に劣ったが慣行区との間に有意差は確認できなかった。SPADには有意な処理間差は確認されなかった。このように、木質チップ区と草本区のダイズの外部形態は無施肥よりも大きく、かつ慣行区や堆肥区に比較しても見劣りしなかったことから、木質チップや草本バイオマスの土壤投与は、少なくともダイズにおいては化成肥料や有機肥料の投与に近い栄養成長促進効果を有することが示唆された。前報<sup>4)</sup>と異なり、本研究では事前に発酵させておいた木質チップや草本バイオマスのみを土壤へ投与し、それ以降は何も投与しなかったが農作物の栄養成長は促進された（表1）。投与した物質は前報と異なったものの主成分に大きな違いがあるとは考えられず、木質や草本バイオマスであっても播種前投与でダイズの栄養成長は十分促進されるものと判断された。

次に、成熟期の収量調査結果を第2表に示す。最終的な栄養成長量に相当する茎重は、無施肥区よりも慣行区と堆肥区で有意に重く、木質チップ区は両区と同等だった。草本区は全処理区との間に有意差を示さなかったものの比較

表1. 子実肥大始期の成育調査結果.

処理	草丈 (cm)	主茎節数	葉身長 (cm)	SPAD
無施肥	73.7a	10.7	11.5a	48.0
慣行	82.7b	11.8a	13.1ab	48.8
堆肥	88.2c	12.2a	13.7b	45.5
木質チップ	88.3c	12.2a	12.4ab	44.1
草本	78.9ab	11.2	12.4ab	45.7

異なるアルファベット間にはTukey-Cramerの多重検定により5%水準で有意差があることを示す。

表 2. 成熟期の収量調査結果.

処理	茎重 (g)	莢数	粒数	粒重 (g)	粒茎比
無施肥	4.48a	24.9	30.2	9.82	2.32a
慣行	6.45b	25.0	31.4	10.1	1.67ab
堆肥	6.57b	20.9	27.6	7.56	1.15b
木質チップ	6.92b	24.0	27.7	7.73	1.19b
草本	5.02ab	21.2	24.8	7.83	1.65ab

異なるアルファベット間にはTukey-Cramerの多重検定により5%水準で有意差があることを示す.

的軽かった. 莢数, 粒数および粒重に有意な処理間差は確認できなかったが, 無施肥区と慣行区が同程度に多く, それ以外の処理区は僅かに劣った. その結果, 粒茎比は無施肥区で最も高く, 堆肥区と木質チップ区は無施肥区に比較して有意に低く, 慣行区と草本区は全処理区との間に有意差を示さなかった. 前報<sup>4)</sup>では炭素循環農法区の粒重も重く子実生産も促進された可能性を確認することが出来たが, 本研究では木質チップ区や草本区の子実生産が促進された兆候を確認することは出来なかった.

ダイズの子実生産を促進させるには根粒菌によって生成されるウレイド態窒素を確保することが重要であり, 硝酸態窒素を土壌へ投与してダイズに吸収させても必ずしも子実生産は促進されない<sup>6)</sup>. 木質チップや草本バイオマスはC/N比が高く, 土壌に投与すると微生物によって分解される際に土壌中の窒素分が多量に消費される<sup>7)</sup>. しかし, 本研究では微生物による分解を進ませたものを投与しており, 木質チップ区においては原型を留めていなかった. 木質チップ区の子実の成長は堆肥区と類似したことから(表1, 2), 投与時の木質チップのC/N比は大きく低下し, かつ多量に投与したことによって堆肥区と同程度の硝酸態窒素或いはそれに類する窒素成分がダイズへ供給されたこと, および草本区においてもこれに類似した現象が生じていたと推測される.

このように, C/N比が極めて高い木本や草本バイオマスであっても微生物の分解が進んで発

酵されたものを多量に投与すれば堆肥と同様な窒素供給効果があると考えられた. しかし, ダイズにおいては発酵された植物バイオマスの投与は必ずしも子実生産を促進せず, 寧ろ発酵させずにC/N比が高い状態のものを投与した方が子実生産にも有効に作用することが推察された.

## 謝 辞

本研究の実施に当たり, 附帯施設農場の樋口伸一技術員には大変お世話になりました. ここに心から感謝の意を表します.

## 要 約

有機農業の発展版である炭素循環農法をダイズで実践するため, 発酵を進めた木質チップ(木質チップ区)と草本バイオマス(草本区)のみを播種前に試験圃場に投与し, 栽培した. 比較対象として無施肥区, 慣行量の化成肥料を投与した慣行区, および牛糞と豚糞の混合堆肥を投与した堆肥区をそれぞれ設けた.

子実肥大始期の草丈は木質チップ区が最も長く, 草本区も無施肥区よりは長かった. 成熟期の茎重も同様の傾向を示したが子実重は軽く, 炭素循環農法として木質チップや草本バイオマスの投与はともにダイズの栄養成長は促進されたが子実生産は促進されなかった. ダイズにおいては木質チップや草本バイオマスを発酵させずに投与すべきことが推察された.

## 引用文献

- 1) 河名秀郎 (2010) 第3章 肥料はなくても野菜は育つ  
-土についてかんがえたこと-。日経プレミアム  
シリーズ084ほんとうの野菜は緑が薄い。日経新聞社。  
東京。65-95.
- 2) 城雄二 (2010) 静かなブーム 炭素循環農法。現代農  
業10月号。農文協。東京。282-287.
- 3) 木村秋則 (2007) 第5章 自然栽培による米づくりの  
基本。無農薬・無肥料の技と心 自然栽培ひとすじに。  
創森社。東京。113-132.
- 4) 川村明里・長菅輝義・岩村優子・金井里帆・東千菜美・  
梅崎輝尚 (2015) 自然栽培したダイズの子実生産特性。  
三重大学フィールド研究・技術年報12: 1-7.
- 5) Board, J. E., Kahlon, C. S. (2011) 1. Soybean yield  
formation: what controls it and how it can be  
improved. In Soybean Physiology and Biochemistry,  
Prof. Hany El-Shemy (Ed.), Intech Open, Rijeka.
- 6) 有原文二 (2000) 第2章 作物としてのダイズの常識  
をとらえ直す。ダイズ 安定多収の革新技術 新しい  
成育のとらえ方と栽培の基本。農文協。東京。26-109.
- 7) 西尾道徳, 古在豊樹, 奥八郎, 中筋房夫, 沖陽子 (2000)  
8. 肥料の種類と施肥。農学基礎セミナー 作物の生  
育と環境。農文協。東京。127-138.