

課題9 間伐竹材を用いた有機肥料の開発

担当者：桧原 健一郎、谷坂 隆俊

■研究目的

竹は植物の中で最も成長度が早く、1日の成長量は最大で1メートルにも達する。また、地下茎で繁殖することから、驚異的な勢いで生育面積を拡大する。そのため、適切な管理がなされないとたちまち人が立ち入ることができない環境となり、周辺の農耕地にも悪影響を及ぼす。昨今、日本各地でこのような放棄竹林が問題となっており、淡路島においてもその面積が増大している。しかし、増えすぎた竹を良質な有機肥料に変えることができれば、竹は有用な植物資源となり得る。本研究は、竹材と農学を結びつけ、竹を粉碎した竹パウダーを有機肥料化して、農業資材として活用することにより、竹材を農業に再利用することを目的とする。

■平成30年度の達成目標

不要な間伐竹材を粉碎し、植繊機による膨潤処理を施して肥料化を促進→菌そう解析により、竹肥料ならびに竹肥料を施用した土壌における微生物の多様性を調査

■平成30年度研究方法

大学周辺の放棄竹林より竹を伐採し、昨年度導入した設備を用いて竹パウダーの作成を行った。得られた竹パウダーは約2ヶ月間嫌気発酵させ、得られた竹パウダーを用いて作物生育および土壌微生物への影響について調査を行った。

■平成30年度研究成果

【実験1：竹パウダーの製作】

前年度の補助事業において本課題の遂行に必要な設備(チップパー、植繊機等)を導入し、平成30年度はまずこれらの設備を使用して竹パウダーの製作に着手した。大学周辺の放棄竹林より竹を間伐し、竹粉碎機(チップパー)を用いて一次破碎を行った(図1A、B)。得られた竹破砕片を供試し、植繊機を用いて膨潤処理を行い、竹パウダーを作製した(図1C、D)。竹はセルロース繊維の密着が非常に強固であるため、一次破碎しただけの竹破砕片では田



図1. 竹パウダーの製作

畑に施用しても分解に長期間を要するが、膨潤処理を行った後のパウダーは繊維が微細に弛緩されており、表面積も著しく増大しているため高い被分解能を有すると推察された。竹

パウダーの製作には、教員と学生3名で竹の伐採から合わせて4時間程度要した。今後、南あわじ市と連携して竹を伐採する放棄竹林の選定などを進めていきたいと考えている。

製作した竹パウダーを蓄積し、肥料化を試みたが空気(酸素)の遮断が不十分で、十分な発酵が得られなかった。そこで空気を遮断した嫌気発酵により肥料化を試行した。約2ヶ月間、嫌気発酵させた竹パウダーは、外観上大きな変化はなかったが、甘い果実臭がしており、発酵が進んでいることが推察された。

【実験2：竹パウダーが作物生育に及ぼす影響】

発酵させた竹パウダー（以後竹パウダーと略す）の作物に対する影響を調査するため、基土（大学内土、10%パーミキュライト、淡路化成、ミハラゲン）のみの対照区と基土に竹パウダーを投与した竹パウダー区を用意し、コマツナ、カリフラワー、ソルガムの栽培を行った。今回の実験では、通常使用される竹パウダー（0.1%~10%：土の体積比あたり）量よりも多い30%で実施し、竹パウダーの大量投与が植物生育に及ぼす影響について調査した。移植後6週間で、カリフラワー、コマツナは著しい生育障害が見られ、コマツナでは対照区の1個体あたりの平均重量が30.6gだったのに対して、竹パウダー区では2.6gであった（図2A-D）。一方、ソルガムの草丈は131.8±14.1cm（対照区）、124.4±17.9cm（竹パウダー区）であり、有意差は認められなかったが、葉色は竹パウダー区で黄緑色となっており、窒素飢餓が起きていることが示唆された。窒素飢餓とは、大量の有機物や未完熟な堆肥を与えすぎることによって生じる窒素欠乏による生育障害である。今回の解析から竹パウダーを30%投与すると窒素飢餓による作物の生育障害を引き起こすこと、そして生育障害の程度は植物種によって大きく異なることが明らかとなった。現在、生育阻害が起きない最適な竹パウダー量について調査を行っているところである。

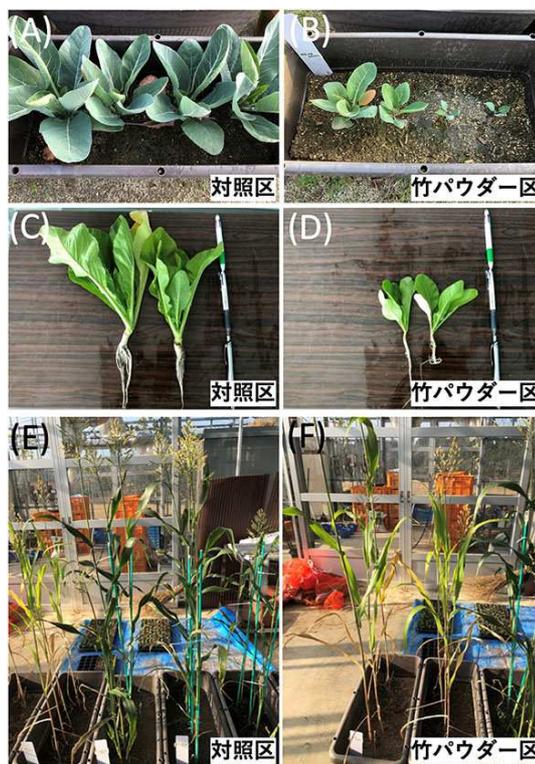


図2.竹パウダーの作物生育に及ぼす影響
各処理区移植後6週間目のカリフラワー(A,B)、
コマツナ(C,D)と12週間目のソルガム(E,F)の生育。

【実験3：竹パウダーが土壌に及ぼす影響】

30%竹パウダー投与は植物生育に大きな影響を及ぼしたため、次に竹パウダーが土壌に及ぼす影響について解析を行った。植物を栽培する上で土壌の酸性度（水素イオン濃度、pH）は重要な指標の1つである。そのため、発酵させた竹パウダーならびに実験2で用いた対照

区、竹パウダー区の土壌 pH を測定した (図 3A)。竹パウダーは、嫌気発酵に伴い、弱酸性を示した。一方、予想に反して竹パウダー区土壌では、栽培した植物種に関わらず、pH が対照区よりも高い傾向を示した。今回栽培したコマツナ、カリフラワー、ソルガムの生育に適した pH 値 (好適土壌酸度) は 5.5~6.5 であるため、今回の pH 値の変化のみで生育障害を説明することはできないが、少なくとも竹パウダー投入が土壌中与えた影響の 1 つを数値化できたと考えている。

さらに竹パウダーが土壌に与えた影響を調査するため、微生物に着目し、以下の実験を行った。竹パウダーの発酵前後ならびに実験 2 で用いた対照区土壌 (0 日目、28 日目) と竹パウダー区土壌 (28 日目) から DNA を抽出し、次世代シーケンスを用いて 16SrRNA の配列を取得する菌叢解析 (16SrRNA アンプリコン解析: ジーンウィズ社) を実施した。得られた結果から属レベルで微生物を分類したのち、出現頻度が高かったものをヒートマップで表したものを図 3B に示す。作製直後の竹パウダーと約 2

ヶ月間嫌気発酵させたものを比較すると、嫌気条件下に置くことにより、Enterococcus 属などの乳酸発酵を行う微生物の増加が観察された。また、0 日目と 28 日目の対照区土壌の比較では、土壌微生物に大きな変化が見られなかったが、28 日目の対照区と竹パウダー区を比較すると発酵させた竹パウダーや対照区には非常に少ない Rummeliibacillus 属や Emticicia 属の微生物が増加していた。また、竹パウダー区土壌では、今回検出された 220 属の微生物のうち、5 倍以上増加する菌種が 33 属、減少する菌種が 22 属見つかった。30% の竹パウダー投入による土壌菌叢の変化が作物の生育障害や土壌の pH 上昇と密接に関係している可能性が示唆された。

■平成 30 年度の達成目標の状況

竹パウダーの作成ならびに竹パウダー投与がもたらす作物生育阻害や土壌微生物への影響についてデータを得ることができた。今回の解析結果を踏まえ、作物生育に適した竹パウ

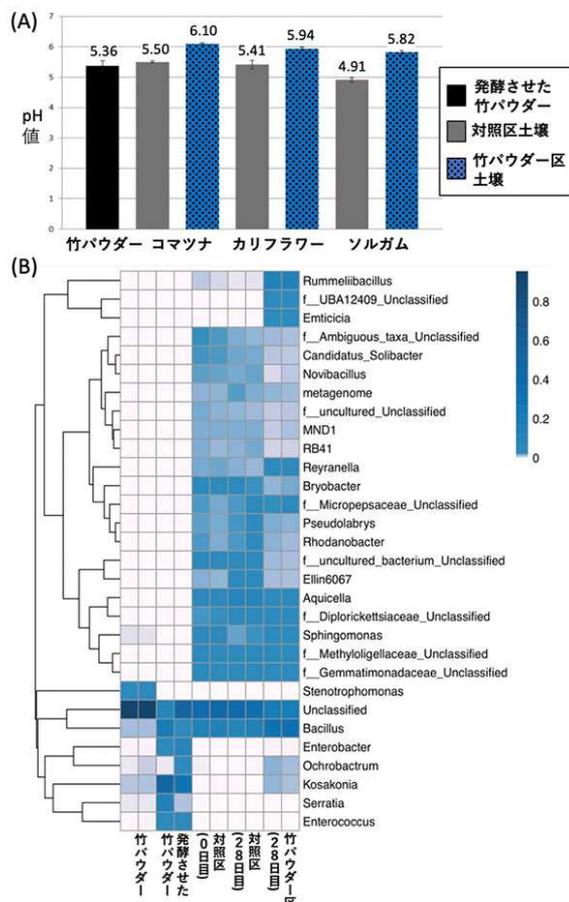


図3. 竹パウダーが土壌に及ぼす影響
(A) 2ヶ月嫌気発酵させた竹パウダーならびに各処理区の6週間後の土壌のpH。
(B) 菌叢解析から得られた竹パウダーや土壌における微生物のヒートマップ図。各2サンプルずつ解析を行った。

ダ一量の検証やその時に影響を及ぼす土壤微生物の変化などに着目して次年度以降に解析を進めていく予定である。

■最終目標の達成見込み

予備的実験であるが、竹パウダーの投入量を 1%程度にしてプランターで栽培するとコマツナやサニーレタスの生育が良好となる結果が得られている。次年度にフィールド圃場において竹パウダー投入量と作物生育の関係性について調査を行い、竹パウダーの土壤改良材としての効果について成果が得られることを期待している。

■研究成果の発表

なし