

機関番号：17102

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21780226

研究課題名 (和文) 有機性資源によるマルチ栽培が周辺水環境に及ぼす影響評価およびその利活用

研究課題名 (英文) Evaluation of effects to water quality in the soil and the surroundings using the organic resource mulching at upland

研究代表者

丸居 篤 (MARUI ATSUSHI)

九州大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号：80412451

研究成果の概要 (和文)：高圧で竹をすり潰した竹破砕物を用いたマルチ栽培が周辺水環境へ与える影響調査および、肥料効果、節水効果を評価した。また、有機性資源である竹破砕物を土壌へ鋤きこんだ後の分解速度を CENTURY MODEL を用いて評価した。その結果、環境負荷量が少なく、マルチ効果を発揮する竹チップ投入量は、2cm 程度の厚さであると考えられた。周辺の水環境への負荷を軽減するためには表面流出を抑えることが有効であると考えられた。

研究成果の概要 (英文)：The objective of this research was to evaluate the effect and influence to water quality in the soil and surroundings by covering the soil surface with the crushed bamboo. And the soil organic matter dynamics was also simulated with the CENTURY model after the crushed bamboo was put into the soil at farmland. As the results, the mulching of about 2 cm thick crushed bamboo was effective to prevent soil water consumption and to decrease the environmental load. In this simulation, it seemed that the crushed bamboo of which thickness was less than 2 cm can be applied.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：竹破砕物、マルチ栽培、環境負荷、節水効果、フミン物質、Century Model

1. 研究開始当初の背景

バイオマス・ニッポン総合戦略に象徴されるように、最近の持続的で循環型農業を普及させようとする気運が高まり、地域のバイオマス資源を使って持続可能な農業を模索するようになってきた。それは、家畜糞尿堆肥や間伐材を使った堆肥、生ごみによる堆肥など様々な展開を見せている。また、原油価格高騰から派生する最近の肥料高騰に伴って堆肥の需要が増加していることもあり、ますます地域での循環型農業は進むと考えられ

た。

このような背景から地域の資源が見直されてきているが、最近少しずつ注目を浴びているのが竹の利活用である。石油化学製品の普及以降から、竹はだんだん資源として使われなくなり、農山村地域の労働者不足等からも耕作放棄地や里山に竹が繁茂するようになった。人の手によって管理された竹林は美しく、竹の子狩りなど有効利用ができるが、人の手を離れた竹林は山の生態系を破壊し、土壌の構造の劣化から土砂崩れなども引き

起こすため、竹の有効利用および竹林の管理は重要な問題となっている。この竹林の管理と堆肥の需要が合致して、最近では竹を機械でチップ化・パウダー化して堆肥化し農業に利用する（以後、この利用方法を竹マルチと称す）動きが各地で起こっている。竹マルチは、水田をはじめとしてトマトやタマネギ、ホウレンソウなどの畑作やモモなどの果樹に用いられており、一部の農家の間では品質向上と抗菌の点から評判が良いようである。一般的にマルチ栽培では保水、保温、除草効果などが挙げられるが、竹チップなどの有機性資源マルチは降雨などにより成分が溶出し肥料として、或いは土壌中で分解され肥料として利用される効果もあると考えられる。竹パウダーのように植繊機を用いてより細かく粉碎すれば肥料効果も上がると考えられる。

ところで、大量に木材などのチップを農地などに散布することで周辺の水環境へ大きな影響を与えることがある。植物などが分解されて生成される不均質で難分解性のフミン物質（腐食物質）は、あらゆる環境中に広く分布する天然の有機化合物で、茶褐色ないし暗褐色を呈し、有機汚濁の原因物質にもなりうるものである。湖沼においてフミン物質の濃度は富栄養化の進行とともに増大することが指摘されている。また、木材チップなど由来のフミン物質が閉鎖的な水域に多量に存在した場合、その色のため水中光強度の減衰は極めて大きく底泥の汚泥化が進むと報告されている。さらに、フミン物質は上水処理を行う際に塩素と反応し発がん性物質のトリハロメタンを生成することが知られている。竹マルチ栽培においても、土壌中でこれらフミン物質が生成され流出する可能性は大きいと考えられる。

これまでの研究で、化学肥料やたい肥など肥料由来の硝酸態窒素が地下水へ浸透する負荷量を、マルチ栽培圃場において明らかにしてきた。農家の間では竹マルチの量は多いほど良いとされているが、環境への負荷を考慮した場合、投入量の限界量を示すことが必要である。竹から溶出する成分を分析して示し、農地に投入した場合、地下水や排水路など周辺の水環境へ与える影響を報告すべきであると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、降雨や灌漑によって竹破砕物から溶出する成分を分析し、畑地土壌中および地下水、表面流出水の水質に与える影響を検討した。また、ポット栽培実験により竹破

砕物の土壌面被覆による節水効果および肥料効果を検証すると共に、CENTURY モデルを用いて竹破砕物をすき込んだ後の土壌有機物動態を予測することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 竹の成分分析および竹破砕物から溶出する成分分析

実験室内において、降雨や灌漑による竹破砕物からの表面流出および地下へ与える影響を調査するため、ライシメータ試験を行った。実験試料にはモウソウチクを植繊機(エヌケイ技研：RUB-M)で圧力を加え磨り潰した繊維状の竹破砕物を使用した。ライシメータを2基準備し、竹破砕物を設置したマルチ区(a)と裸地の対照区(a)とした。また、表面流出の排出口がないライシメータをそれぞれマルチ区(b)と対照区(b)とした。ライシメータ試験装置は、内径20 cm、高さ100 cmの塩ビ製で、玉砂利を下部から5 cm敷き、寒冷紗の上に80 cmまさ土を充填した。まさ土はふるいにかけて、粒径を均一にし、密度が変化しないように一定につめた。土壌水分測定のためにTDRを、土壌溶液の各成分測定のために土壌溶液採取器をそれぞれ、深さ5cm、15cm、25cm、35 cm、65 cmに埋設した。マルチ区には風乾状態で400 gの竹破砕物を土壌表面から約10 cmの厚さで設置した。

竹破砕物からの溶出成分の流出が大きくなると考えられる大雨を想定し、チューブポンプを用いて4mm/hrの割合で蒸留水を72時間滴下した。表面流出、地下浸透、土壌溶液の3つの項目に分けて、それぞれ水量、pH、EC、 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、TN、TP、溶存有機炭素(DOC)の測定を行った。 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- の測定にはそれぞれポータブル水質計(TOADKK：IM-22P、WM-22EP、K-2031、NA-2011、CL-2021)を用いた。TNには亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光光度法、TPには、モリブデン青吸光光度法で測定を行った。測定機器にはポータブル簡易全窒素全りん計(TOADKK：TNP-10)を用いた。メンブレンフィルター(孔径0.45 μ m)を通過したものをDOCとし、燃焼触媒酸化-NDIR法で測定を行った。測定機器には全有機体炭素計(島津製作所：TOC-V CSH)を用いた。

(2) 節水効果および肥料効果

竹破砕物の土壌面被覆効果を検証するために、2 mm篩を通過したマサ土をワグネルポット(1/5000 a)に詰め、ポット栽培実験を行った。

① 節水効果

竹マルチ2cm区・4cm区、ビニルマルチ区、

対照区を2ポットずつ設け、黒大豆を温湿度一定(25°C, 70%)のファイトトロンで82日間栽培した。竹マルチ2cm区・4cm区は竹破砕物をそれぞれ2cm・4cmの厚さでマルチし、ビニルマルチ区は黒ビニールでマルチした。地表から深さ6cmのところをTDRを設置し、土壌内の体積含水率、温度、EC値を測定した。灌水条件は体積含水率が14%となった時に8mm灌水を行うこととした。

②肥料効果

対照区、竹マルチ2cm区、竹液1区、竹液2区を3ポットずつ設け貝塚圃場ガラス室で36日間、春菊のポット栽培実験を行った。竹マルチ区には竹破砕物を2cmの厚さでマルチし、竹液1区・2区には、それぞれ2cm・4cmマルチに相当する竹破砕物65g・130gからの抽出液を灌水した。さらに、元肥をN:P:K=800:800:800(mg)としたケースA、N:P:K=800:800:400(mg)としたケースBを用意し、計24ポットを用意した。栽培終了後に、春菊の乾燥質量を測定し、さらに塩酸処理を行いイオンクロマトグラフィーにより、カリウム含有率を測定した。

(3) 竹破砕物の土壌中の有機物動態予測

CENTURYモデルを用いて竹破砕物を農地にすき込んだ際の分解率および、大豆栽培における土壌有機物動態の長期予測を行った。対象地区を福岡県糸島市の大豆畑地とし、シミュレーション期間を1977年から100年間とした。また、初年度のみ竹破砕物を投入する場合と、毎年竹破砕物を施用する場合を想定し、竹破砕物の分解率の把握と長期間の土壌への影響の評価を行った。竹破砕物は2cmマルチに相当する量を施用することとした。毎年大豆栽培のスケジュールは糸島JAと農家からの聞き込みにより作成した。気象データは糸島市の1977~2009年のものを使用し、地区データに関しては対象地区である糸島の畑地のデータを基にした。また、事前の調査から竹破砕物のC/N比は83、リグニン量はデタージェント法により0.2とした。

4. 研究成果

(1) 竹の成分分析および竹破砕物から溶出する成分分析

①竹の成分分析と降雨による溶出成分

モウソウチクを伐採後、竹チップと竹破砕物を作成し実験試料とした。竹の化学組成は質量比で炭素(C)47%、酸素(O)46%、水素(H)6%、窒素(N)1%であった。試料10cmを降雨(

44 mm/day)にさらに溶出成分を分析した結果、竹破砕物からはK⁺が420 ppm, TNが26.8 ppm, TPが28.9 ppm, DOCが285.5 ppm, EC値が1.1 mS/cmの溶出水が見られた。竹チップからはより高い値が見られ、とくにK⁺が920 ppm, EC値が4.6 mS/cmで高かった。EC値の上昇はK⁺濃度によるものと考えられる。

②竹破砕物マルチによるライシメータ試験

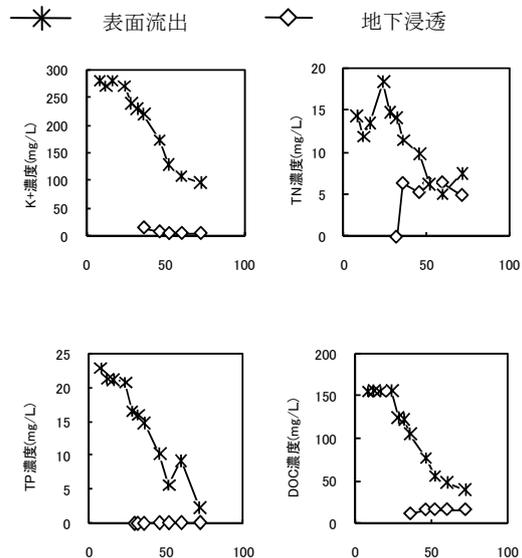


図1 マルチ区(a)における表面流出および地下浸透水中のK⁺,TN,TP,DOCの経時変化

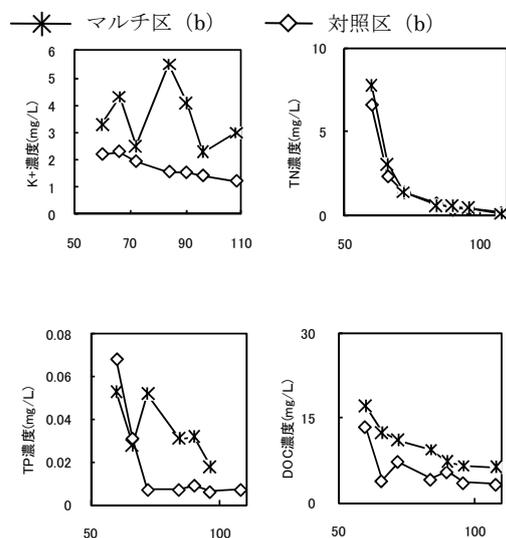


図2 マルチ区(b), 対照区(b)での地下浸透水中のK⁺,TN,TP,DOCの経時変化

竹破砕物(厚さ10cm)の溶出水では、実験開始後23時間で最大EC値1.6 mS/cm, TNでは19時間後に最大値46.0 mg/L, TPでは33時間後に最大値47.1 mg/L, DOCは33時間後に最大337.6 mg/Lを示し、どの値も時間経過とともに

低下した。150時間でそれぞれTN 206 mg, TP 236 mg, DOC 1660 mg, K⁺ 2232 mgが溶出し、環境負荷を与える可能性が見られた。また、溶出水には着色が見られた。

表面流出が起こる場合は、流出水のEC, TN, TP, DOCの値は高く、着色もみられた。土壌中では、土壌面から15 cmのK⁺, TN, TP, DOCの濃度が高かった。物質収支の結果から、溶出成分の30%程度が表面から流出し、半分以上は土中残留と考えられ、とくにK⁺は肥料効果が期待できるほどの値となった(図1, 図2)。

(2) 節水効果および肥料効果

竹破砕物をマルチした大豆のポット栽培実験から、その節水効果は、厚さ2 cm, 4 cmともに20%程度でビニルマルチと同程度見込めると考えられた。また、竹破砕物をマルチした春菊のポット栽培実験では、乾燥質量は対照区と比べ2 cmマルチで減少し、竹抽出液(2 cm)は同程度、竹抽出液(4 cm)で30%程度増加した。一方で2 cmマルチ、竹抽出液(2 cm, 4 cm)の施用によってカリウム含有量は20~80%上昇した。したがって、竹破砕物の抽出液から肥料の効果が認められたが、竹破砕物には保水機能があり湿害を起こす可能性も示された。

(3) 竹破砕物の土壌中の有機物動態予測

竹破砕物を1回のみ(2 cm)施用した場合、土壌中の全有機炭素量は、約20年で施用しなかった場合とほぼ同じ値に落ち着くため、竹破砕物は20年でほとんど分解されることがCentury Modelにより予測された。また、マルチ厚さ2 cm程度(325 kg/a)であれば毎年投入してもC/N比は20程度に落ち着き、鋤きこみ1回を行うことで20を越えないと予測された。

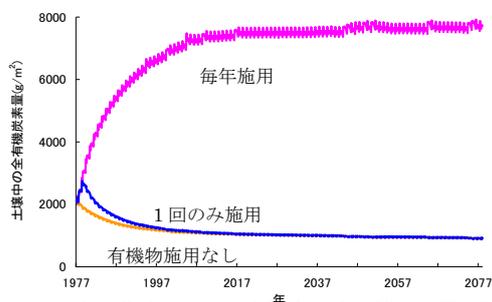


図3：大豆栽培における土壌中の全有機炭素量の推移

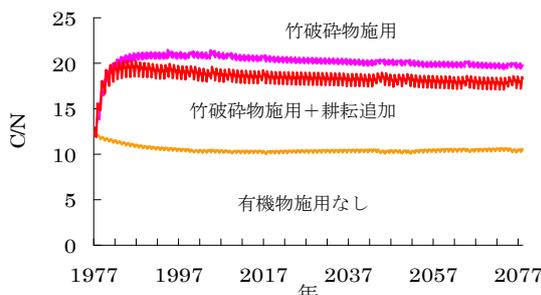


図4：大豆栽培における土壌中のC/Nの推移

以上から環境負荷量が少なく、マルチ効果を発揮する竹チップ投入量は、2 cm程度の厚さであると考えられた。さらに、周辺の水環境への負荷を軽減するためには表面流出が起こらない管理が有効であると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

丸居 篤, 凌祥之, 牧嶋健佐, 竹破砕物による土壌面被覆が畑地土壌中および周辺の水質に与える影響, 畑地農業, 査読無, 624号, 2010, pp.17-20

丸居 篤, 牧嶋健佐, 竹破砕物によるマルチングが畑地土壌中の保水と水質に与える影響, 査読無, 圃場と土壌, 42(10・11), 2010, pp.43-49

Shojiro OMOTO, Atsushi MARUI, Yoshiyuki SHINOGI, Mulching Effects and the Soil Organic Matter Dynamics in Crushed Bamboo Utilization at the Farmland, 査読無, Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University (in press)

[学会発表](計3件)

尾本翔次郎, 丸居 篤, 凌 祥之, 竹破砕物の土壌面被覆効果と土中投入後の有機物動態予測, 農業農村工学会, 2011, 福岡市(発表予定)

丸居 篤, 牧嶋健佐, 竹破砕物による土壌面被覆が畑地土壌中および周辺の水質に与える影響, 農業農村工学会, 2010年8月31日, 神戸市

牧嶋健佐, 丸居 篤, 有機性資源による土壌面被覆が畑地土壌中の水質に与える影響, 第90回農業農村工学会九州支部講演会, 2009年10月27日, 鹿児島市

6. 研究組織

(1)研究代表者

丸居 篤 (MARUI ATSUSHI)

九州大学・大学院農学研究院・助教

研究者番号：80412451

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし