

学 位 論 文 題 名

木質担体を用いた厨芥類の微生物分解処理

学位論文内容の要旨

微生物を繁殖させた担体を用いて厨芥類を分解処理する生ゴミ処理機の研究を行った。これまで廃棄物として焼却または埋め立て処理されてきた、厨芥類および木質廃棄物を資源として循環利用することを目的としている。

(1) 木質担体を用いる生ゴミの微生物分解処理および資源化

学生6名をモニターとして、毎日の生活から排出される生ゴミの種類と量を調査し、木質担体を使用する家庭用生ゴミ処理機を用いて微生物分解処理実験を行った。6名から排出される生ゴミは、生重量で0.66kg/dayで、木質担体（オガ屑）を4キロ（約25 l）使用した生ゴミ処理機で分解処理された。この結果をもとに、生ゴミ処理機を恒温室に設置し毎日一定量（0.7kg）ずつ生ゴミをを分解処理すると、担体温度は約33-39℃、含水率は約65-70%、pHは約8.5でほぼ一定した。

(2) 生ゴミ処理機の担体としての木質担体の性能

木質担体（オガ屑）の見かけ比重の低さは、生ゴミ処理機の攪拌を容易にし、高い空隙率、保水率、排水性は、微生物のための好気的な環境をつくるのに適していることを示した。また粒度によって、見かけ比重、空隙率、保水率、排水性の値が異なり、粒径の異なる粒子の配合具合で、空隙率、排水性を保存したまま保水率を大きくできることが明らかとなった。

生ゴミ処理機での使用に伴う木質担体の機能の変化を検討し、木質担体は処理機内で攪拌されることによって摩耗し、繊維化することが判明した。使用済みの木質担体は、空隙率が保存されているにも関わらず、好气的条件をつくることが出来なくなっていた。これは、木質担体屑粒子の繊維化とともに粒子表面に付着したフミン質の増加による保水性の向上に伴って、排水性が大きく減少したことによる。化学分析から、木質担体は生ゴミ処理過程でホロセルロースが減少し、生ゴミ由来の窒素、リン酸、カリウムなどのミネラル分が増加することが示された。したがって使用済みの木質担体は、肥料などに利用できることが示唆された。

(3) 使用済木質担体屑の利用

使用済木質担体（オガ屑）と分解水の肥料の肥料効果の検討するために、コマツナ (*Brassica campestris*)、ハツカダイコン (*Raphanus sativus* var. *radicula* DC.)、ビサイ (*Raphanus* sp.) のポット栽培を行なった。ポット栽培試験より使用済み木質担体および分

解水は肥料効果を有することが明らかとなった。

使用済木質担体のキノコの培養基質としての可能性を検討するために、ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*)、シイタケ (*Lentinula edodes*)、ハタケシメジ (*Lyophyllum decastes*)、マッシュルーム (*Agaricus bisporus*) を用いて、菌糸の伸長試験および栽培栽培を試みたところ、いずれのキノコにも菌糸の成長が見られ、ヒラタケはで子実体形成を確認した。したがって、使用済木質担体はキノコの培養基として利用できる可能性が示された。

以上結果より、使用済木質担体は農地や林地で有機肥料やキノコの培地などとして再利用できることが示され、木材の多段階利用および資源循環系確立に寄与しうることが示唆された。

(4) 生ゴミ分解に対する外的環境の影響

家庭用生ゴミ処理機を用いて、設置環境の温度および湿度を調整し、組成を限定したモデル生ゴミを投入量を変化させて分解実験を行い、環境条件の生ゴミ処理に及ぼす影響を検討した。その結果、木質担体（オガ屑）の温度、含水率は環境温度や湿度に応じて変化し、生ゴミ処理能は環境条件の変化に影響を受けていることを確認した。また、生ゴミとオガ屑の比率は分解挙動に大きく影響することが明らかとなった。

(5) 生ゴミ処理速度と環境条件

家庭用生ゴミ処理機をスケールダウンしたモデル装置およびモデルゴミを用いて、環境温度および木質担体（オガ屑）含水率の処理速度に対する影響、環境から侵入する微生物によって形成される微生物相を分析した。

環境温度10-50℃における投入ゴミの重量減少率、炭酸ガス発生率は40℃にピークが見られた。このことから微生物の分解力を利用するためには、50℃以上の加温は不必要であることが示唆された。また10℃では著しく分解率が低下した。20-40℃では大きな差が見られず、この範囲が適温であると結論付けられた。微生物相は、環境温度および処理時間によって変化した。相の変化が処理速度に重大な影響を及ぼすことは無かった。

木質担体含水率を20-80木質担体%に変化させた条件下の投入ゴミの重量減少率は、20%では著しく低下し、また70%以上でもやや低下した。30-60%ではほぼ同程度の高い重量減少率が得られ、炭酸ガス発生率も同様の傾向を示し、また微生物濃度も同じ傾向を示した。分解率が著しく低下した含水率20%では酵母が優占種となった。したがって、このような低含水率下ではバクテリアの生育可能な水分活性の範囲を下回っていると考えられた。70%以上の高い担体含水率では、木質担体の最大保水量以上の水分が存在するため、通気のための通路が水でふさがれて部分的に嫌気条件になるため分解率が低下することになった。したがって、生ゴミ分解に適した木質担体含水率は、バクテリアの生育可能な水分活性以上の含水率を有し、木質担体の最大保水率以下の範囲である30-60%と結論づけられた。

以上のように、有機物を微生物分解させる際に、粉体化木質材料を担体として使用することによって、系内の含水率や温度が、それぞれ20-40℃および30-60%と広範囲にわたって良好な分解挙動を継続できることが判明し、粉体化木質担体が、有機物の微生物分解における良好な環境条件調整材としての特色を有し、実用的価値が高いことが明らかとなった。

学位論文審査の要旨

主査	教授	寺沢	実
副査	教授	高橋	邦秀
副査	教授	矢島	崇
副査	講師	玉井	裕

学位論文題名

木質担体を用いた厨芥類の微生物分解処理

本論文は、図56、表22を含む総頁数139の和文論文であり、他に参考論文10編が添えられている。

バイオマス廃棄物の有効利用が望まれており、いろいろな方法が考案され実用化されつつある。粉体化木質担体（オガ屑）を用いた微生物処理は、良く知られた方法でありながら、その有する特性・有用性について科学的な検討がなされていなかった。

本研究は、厨芥類を微生物分解処理する際の木質担体の有用性の検証およびその特色を明らかにすることを目的としておこなわれ、これまで廃棄物として焼却または埋め立て処理されてきた厨芥類および木質廃棄物を混合処理する事で、ともに資源として再生し、循環利用する事が出来ることが示された。成果の概要は以下の通りである。

（1）木質担体を用いる生ゴミの微生物分解処理および資源化

学生6名をモニターとして、毎日の生活から排出される生ゴミの種類と量を調査し、木質担体を使用する家庭用生ゴミ処理機を用いて微生物分解処理実験を行った。6名から排出される生ゴミは、生重量で0.66kg/dayで、木質担体を4キロ（約25l）使用した生ゴミ処理機で分解処理された。この結果をもとに、生ゴミ処理機を恒温室に設置し毎日一定量（0.7kg）ずつ生ゴミをを分解処理すると、担体温度は約33-39℃、含水率は約65-70%、pHは約8.5でほぼ一定した。

（2）生ゴミ処理機の担体としての木質担体の性能

木質担体の見かけ比重の低さは、生ゴミ処理機の攪拌を容易にし、高い空隙率、保水率、排水性は、微生物のための好気的な環境をつくるのに適していることを示した。また粒度によって、見かけ比重、空隙率、保水率、排水性の値が異なり、粒径の異なる粒子の配合具合で、空隙率、排水性を保存したまま保水率を大きくできることが明らかとなった。

生ゴミ処理機での使用に伴う木質担体の機能の変化を検討し、木質担体は処理機内で攪拌されることによって摩耗し、繊維化することが判明した。使用済みの木質担体は、空隙率が保存されているにも関わらず、好気的条件をつくるが出来なくなっていた。これは、木質担体屑粒子の繊維化とともに粒子表面に付着したフミン質の増加による保水性の向上に伴って、排水性が大きく減少したことによる。化学分析から、木質担体は生ゴミ処理過程でホロセルロースが減少し、生ゴミ由来の窒素、リン酸、カリウムなどのミネラル分が増加することが示された。したがって使用済みの木質担体は、肥料などに利用できるこ

とが示唆された。

(3) 使用済木質担体の利用

使用済木質担体と分解水の肥料の肥料効果の検討するために、コマツナ(*Brassica campestris*)、ハツカダイコン(*Raphanus sativus* var. *radicula* DC.)、ビサイ(*Raphanus* sp.)のポット栽培を行なった。ポット栽培試験より使用済み木質担体および分解水は肥料効果を有することが明らかとなった。

使用済木質担体のキノコの培養基質としての可能性を検討するために、ヒラタケ(*Pleurotus ostreatus*)、シイタケ(*Lentinula edodes*)、ハタケシメジ(*Lyophyllum decastes*)、マッシュルーム(*Agaricus bisporus*)を用いて、菌糸の伸長試験および栽培栽培を試みたところ、いずれのキノコにも菌糸の成長が見られ、ヒラタケはで子実体形成を確認した。したがって、使用済みの木質担体はキノコの培養基として利用できる可能性が示された。

以上結果より、使用済みの木質担体は農地や林地で有機肥料やキノコの培地などとして再利用できることが示され、木材の多段階利用および資源循環系確立に寄与しうることが示唆された。

(4) 生ゴミ分解に対する外的環境の影響

家庭用生ゴミ処理機を用いて、設置環境の温度および湿度を調整し、組成を限定したモデル生ゴミを投入量を変化させて分解実験を行い、環境条件の生ゴミ処理に及ぼす影響を検討した。その結果、木質担体の温度、含水率は環境温度や湿度に応じて変化し、生ゴミ処理能は環境条件の変化に影響を受けていることを確認した。また、生ゴミとオガ屑の比率は分解挙動に大きく影響することが明らかとなった。

(5) 生ゴミ処理速度と環境条件

家庭用生ゴミ処理機をスケールダウンしたモデル装置およびモデルゴミを用いて、環境温度および木質担体含水率の処理速度に対する影響、環境から侵入する微生物によって形成される微生物相を分析した。

環境温度10-50℃における投入ゴミの重量減少率、炭酸ガス発生率は40℃にピークが見られた。このことから微生物の分解力を利用するためには、50℃以上の加温は不必要であることが示唆された。また10℃では著しく分解率が低下した。20-40℃では大きな差が見られず、この範囲が適温であると結論付けられた。微生物相は、環境温度および処理時間によって変化した。相の変化が処理速度に重大な影響を及ぼすことは無かった。

木質担体含水率を20-80%に変化させた条件下の投入ゴミの重量減少率は、20%では著しく低下し、また70%以上でもやや低下した。30-60%ではほぼ同程度の高い重量減少率が得られ、炭酸ガス発生率も同様の傾向を示し、また微生物濃度も同じ傾向を示した。分解率が著しく低下した含水率20%では酵母が優占種となった。このような低含水率下ではバクテリアの生育可能な水分活性の範囲を下回っていると考えられた。70%以上の高い担体含水率では、木質担体の最大保水量以上の水分が存在するため、通気のための通路が水でふさがれて部分的に嫌気条件になるため分解率が低下することになった。したがって、生ゴミ分解に適した木質担体含水率は、バクテリアの生育可能な水分活性以上の含水率を有し、木質担体の最大保水率以下の範囲である30-60%と結論づけられた。

有機物を微生物分解させる際に、粉体化木質材料を担体として使用することによって、系内の含水率や温度が、それぞれ20-40℃および30-60%と広範囲にわたって良好な分解挙動を継続できることが判明し、粉体化木質担体が、有機物の微生物分解における良好な環境条件調整材としての特色を有し、実用的価値が高いことが明らかとなった。

以上のように本研究は、厨芥類など易分解性のバイオマスを無臭の内に分解消滅させるためのマトリックスとして、粉体化木質担体の有用性を様々な角度から検証したものであ

り、その成果は学術的・応用的に高く評価される。よって、審査員一同は、堀沢 栄が博士（農学）の学位を受ける十分な資格があるものと認定した。