

有機廃棄物の鉄触媒処理による多機能性人工腐植資材の開発

福嶋 正巳 [北海道大学大学院工学研究院／准教授]
菅野 新也 [株式会社大創 KET 研究所／代表取締役]
川口 真 [株式会社上田組／取締役総務部長]

背景・目的

北海道は畜産・水産業が盛んであるが、廃棄乳や加工残渣などの処理コストと環境負荷の問題を抱えている。また、製紙業からの廃棄物であるペーパースラッジ(PS)の処理コストが大きな問題になっている。腐植物質の生成にはタンパク等有機窒素、そしてリグニン等炭化水素が必要である。PSにはリグニンが、畜産・水産廃棄物には窒素源としてタンパクが豊富に含まれているため、これら組合せにより腐植物質に富む資材を人工的に調製できると考えられる。本研究は、PSと畜産・水産廃棄物の配合物を鉄触媒／熱処理法により、人工腐植資材へ転化する技術開発を目的とする。

内容・方法

本研究では、炭化水素源であるPSと有機窒素源である廃棄乳との組合せによる人工腐植資材の調製に関する検討を行った。赤玉土、廃棄乳、PSそして鉄触媒を加えて熱処理して調製した資材(PS-1)、赤玉土とPS(PS-2)及び赤玉土と廃棄乳(PS-3)から調製した人工腐植資材について、有害重金属(カドミウム、鉛、クロム)、及び栄養無機元素(カルシウム、アルミニウム、ケイ素、マグネシウム、鉄)の含有量を分析した。また、調製した資材をアルカリ水溶液により抽出し、腐植物質(HS)として腐植酸(酸沈殿分画、HA)とフルボ酸(酸可溶分画、FA)、そして非腐植成分(非-HS)を分離し各有機分画の含有量を分析した。さらに、カドミウムを含むホタテウロの腐植資材を調製してアルファルファによる植栽試験を行い、その生理活性に及ぼす影響とカドミウムの吸収量を解析することにより有機窒素源としての利用性を評価した。

結果・成果

原料のPS及びそれと廃棄乳を混合し調製した腐植資材中のカドミウム、鉛、クロムの含有量は、農水省が定めた肥料取締法の基準値を大きく下回り、有害性は無いことを確認した。また、栄養元素として作用する鉄の含有量は、PSと廃棄乳を混合して調製したPS-1とPSのみで調製したPS-2で高くなった。しかし、廃棄乳のみで調製したPS-3では鉄の含有量が大きく低下した。PSにはリグニンに由来するフェノール類が含まれており、人工腐植化に伴う酸化反応により、リグニンのメトキシフェノール類が鉄との錯形成能が高いフェノール

酸へ転化される。また、PSに含まれているセルロース類も熱処理により脱水縮合し、鉄と錯生成し易いフェノール類を生成する。ゆえに、PSは土壤に対する鉄の保持能を高める上で有用な原料であると考えられる。

表にPS-1、PS-2、PS-3資材1kg当たりに含まれるHA、FA、非-HS炭素の含有量をまとめた。HS(HAとFAの合量)の含有量は、廃棄乳とPSから調製したPS-1が最も高い値を示した。腐植物質の生成機構として、アミノ酸など窒素含有官能基がフェノール類の求核炭素へ付加する求核付加反応が挙げられる。ゆえに、原料としてフェノール類など炭化水素が主成分のPSのみ、あるいは窒素が豊富に含まれているタンパクが主成分の廃棄乳のみでは腐植化が十分に進行しないと考えられる。ゆえに、窒素源としての廃棄乳と炭化水素源としてのPSが資材に対して腐植物質を蓄積させる上で有用であると考えられる。また、HSは植物の生長に有用な鉄に対する錯形成が高いフェノール酸を多く含むため、鉄の保持に寄与したと考えられる。また表に各資材のHA/FA比が示されている。PS-1のHA/FA比は他の資材に比べても遙かに大きく、土壤肥沃度の指標であるHA含有率が高いことを示した。ゆえに、PSから高機能な腐植資材を調製する場合、廃棄乳など窒素を豊富に含む廃棄物と組み合わせが有用である。

表 PS 人工腐植資材中の腐植成分および非腐植成分の含有量
(単位: mg-C kg⁻¹)

人工腐植資材	HS	HA	FA	非-HS	HS/非-HS	HA/FA
PS-1	4186	3429	757	5356	0.78	4.53
PS-2	306	117	188	339	0.9	0.62
PS-3	793	424	369	2119	0.37	1.15

有機窒素源となりうるホタテウロから調製した腐植資材について検討を行った。アルファルファによる植栽試験において、ホタテウロ腐植資材の添加はクロロフィル量の増加など肥料効果を示したが、資材を添加していない場合に比べてカドミウム吸収量が有意に増加した。ゆえに、ホタテウロを直接使用することは困難である。

今後の展望

本研究の成果に基づき、(株)熊谷組が中心になり進めてきた「植林苗木・植生生産プロジェクト」と連動して事業化に向けた実証的検討を行う。また、本研究の共同研究企業である(株)上田組と(株)熊谷組が主体になって、植生基盤と植林用苗の生産・販売を目的とする法人を設立する予定である。それに係る生産施設等は道・循環資源利用促進施設整備費補助金支援で建設し、H29年度からの事業開始を目指す。また、適用廃棄物を拡げる目的で、有害物質を含む廃棄物、例えば、フッ素を含むPSなどの無害化に関する基礎検討を併せて行う。