

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Frank Kalemelawa
審査委員	主査 山本 定博 (印) 副査 西原 英治 (印) 副査 増永 二之 (印) 副査 藤間 充 (印) 副査 山口 武視 (印)
題目	STUDY ON SUSTAINABLE BANANA WASTE MANAGEMENT THROUGH COMPOST AND BIOCHAR PRODUCTION FOR SOIL AMELIORATION AND ENVIRONMENT PRESERVATION (土壌改良と環境保全のための堆肥化，炭化処理によるバナナ廃棄物の持続的管理に関する研究)
審査結果の要旨（2,000字以内）	
<p>サブサハラ地域の土壌肥沃度向上は、急増する人口を賄う食糧の持続的確保のために、喫緊の課題である。そのためには有機物の物質循環を基本とした土壌管理による持続的な農業生産システムの構築が必須である。アフリカ有数のバナナ生産国であるウガンダ共和国は、生産物の大半が国内消費され、都市部では大量のバナナ廃棄物が環境問題となっている。一方、バナナ生産農地は不十分な養分還元（収奪的管理）により肥沃度低下が深刻化しているが、バナナ廃棄物を農業利用するための知見は未だ不十分である。本研究では、土壌肥沃度改善のためのバナナ廃棄物の持続的および有効な利用法を提言するために、堆肥化および炭化処理の2つの方法について評価し、以下の新しい知見を得た。</p> <p>1. バナナ廃棄物（主に皮部分）の堆肥条件と堆肥の特性を調べ、有機物資材としてのバナナ堆肥の特性を明らかにした。</p> <p>バナナ廃棄物の堆肥化は好気条件と家畜ふん添加で大きく促進された。好気条件では最高温度が77～85℃に達したが、嫌気条件では50～60℃にとどまった。また、両区とも鶏ふん添加区の温度が最も高くなった。ウガンダには土抗中で有機物を嫌気発酵させる伝統的方法があるが、大量の廃棄物処理のためには好気的な堆肥化が適することが示された。バナナ廃棄物の高いpHのため、堆肥化が9以上の強アルカリ性下で進行した。そのため、堆肥化期間中、好気区でも硝化作用が抑制され、アンモニアの集積・揮散が認められた。</p> <p>バナナ堆肥は好気、嫌気条件ともpHが高く（9以上）、カリウムに富むことが特徴的で（有効態として130～175g K₂O kg⁻¹）。リン、カルシウム、マグネシウムの有効態含量は低く、カリウムの1/100程度であった。堆肥の現物1トンには、1haの面積のバナナ栽培に十分な有効態カリウム（50～70kg K₂O ha⁻¹）が含まれていると見積もられた。バナナ堆肥の全窒素含量は2%程度あ</p>	

り、堆肥としては低いレベルではないが、カリウム含量が高いため、窒素必要量を本堆肥で施与すると、土壌が強アルカリ性化し、幼植物栽培試験において発芽すら認められなかった。よって、本堆肥はカリウム供給資材（有機質カリウム肥料）として取り扱い、持続性の高い利用法として、施与量は一般の植物残渣堆肥の 1/10 程度が望ましいと結論した。

2. バナナ廃棄物の炭化条件（炭化温度：200, 400, 600°C, 加熱時間：1~4 時間, 材料の水分含量：0, 50, 80%）と炭化物の特性との関係を調べ、バナナ炭化物の土壌改良資材としての特性を明らかにした。

炭化物の生成（炭化物収率（BY）, 炭素残存率（CRR））には、炭化温度に加え、材料の水分条件が大きく影響した。200°Cの高水分条件では炭化物が生成しない場合があった。400, 600°Cでは、BY=21~46%, CRR=23~53%で、水分含量 80%区（新鮮物相当）において BY, CRR が顕著に低下した（0%区に対し最大 50%低下）。長時間の炭化は、低水分条件では BY, CRR を顕著に低下させたが、高水分条件ではその変化が小さかった。

また、バナナ廃棄物は水分共存下で炭化させると CEC の上昇（5→10~15 cmolc kg⁻¹）が認められ、炭化過程で生成される腐植物質との関連が示唆された。腐植物質の生成と腐植化度には炭化温度と水分条件が大きく影響し、600°Cではすべての条件で腐植化度の最も高い A 型腐植酸を含む炭化物が生成し、水分含量 50, 80%で腐植化度が最大となった。

バナナ炭化物は高 pH, 高カリウム資材であった。炭化物の pH は、200°Cでは 5 程度であったが、400°Cでは 10~11, 600°Cでは 12 以上に達した。炭化物の全窒素はいずれも 1.0~1.5%の範囲にあった。カリウム含量は 150~300 g K₂O kg⁻¹にも達し、堆肥の約 2 倍に相当し、水溶性を主とした。以上のことから、本資材は、土壌酸性矯正のために使用するとカリウムの過剰施与になるため、カリ肥料としての取り扱いを推奨した。また、炭化物生成条件としては、炭化温度 400°C以上で、炭化時間 1~2 時間で充分であること、さらに、より高い温度条件で、適度な水分を含む材料を用いると、養分保持等の機能性、より高い生物分解抵抗性を付与できることが示された。

以上、これまで知見が不足していたバナナ廃棄物の堆肥、炭化物の効果的調製方法と農業資材としての特性、および、これらを踏まえた適切な利用方法が明らかにされた。この研究成果は、有機性廃棄物の地域内循環を基本にした開発途上国における持続的農業生産システムの構築に活用でき、ウガンダのみならず他のバナナ生産国、開発途上国における持続的な食料生産にも貢献するものであり、新規性ととも有用性の高いものである。よって本論文は、博士（農学）の学位論文に値するものと判断した。