

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Oxygen Deficiency in Composting - Inhibition and Recovery of Microbial Organic Matter Degradation
著者(和文)	NGUYENTHIEN PHUC
Author(English)	Thien Phuc Nguyen
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12292号, 授与年月日:2022年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中崎 清彦,江頭 竜一,吉村 千洋,藤井 学,小山 光彦,戸田 龍樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12292号, Conferred date:2022/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Thien-Phuc Nguyen	
論文審査 審査員	主査 審査員	氏 名	職 名	審査員	氏 名	職 名
		中崎 清彦	教授		小山 光彦	助教
		江頭 竜一	准教授		戸田 龍樹	教授
		吉村 千洋	教授			
		藤井 学	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Oxygen Deficiency in Composting - Inhibition and Recovery of Microbial Organic Matter Degradation」(コンポスト化における酸素欠乏-微生物による有機物分解の阻害と回復)と題し、英文で書かれ、以下の6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、増加し続ける有機性廃棄物の資源化においてコンポスト化が有用な微生物プロセスであり、微生物を活性化して廃棄物中の有機物を分解促進するためには好気条件の維持が必要不可欠であることを述べたうえで、(1)酸素供給速度の効果を調べるにあたって、他のパラメーターが同時に変動して有機物分解に影響するために、正しく評価されていないこと、(2)過剰な酸素消費による酸素欠乏が発生した場合にコンポスト化が回復するかどうか明らかにされていないことを指摘している。このような背景をふまえて、本論文では、コンポスト化における酸素欠乏の効果を独立的に評価し、コンポスト化微生物叢への阻害効果を明らかにするとともに、コンポスト化初期の酸素欠乏から有機物分解を回復させる操作を試み、微生物叢の応答と適応を解明することが目的であると述べている。

第2章「Literature review」では、コンポスト化における有機物分解に影響する因子を体系的にまとめたうえで、関連先行研究では他のパラメーター(リアクター規模の違いに伴う温度(熱損失)や含水率(水分損失)など)が同時に変動して有機物分解に影響するために、酸素供給速度の影響が正しく評価されていないことを指摘している。

第3章「Effects of oxygen supply rate on organic matter decomposition and microbial communities during composting in a controlled lab-scale composting system」では、酸素供給速度の違いによる有機物分解、酵素活性、微生物叢の変化を評価している。その結果、コンポスト化温度を一定に維持することにより、コンポスト化における有機物分解速度は酸素供給速度の増加に伴って上昇し、その後一定になることを明らかにしている。また、高い微生物活性を維持できる限界酸素供給速度が存在することを示している。さらに、限界酸素供給速度を下回ると有機物分解に関与する微生物の種組成が変化することを見出している。

第4章「Recovery of organic matter decomposition inhibited by oxygen deficiency at the early thermophilic stage of composting」では、第3章で明らかにした限界酸素供給速度を下回る通気条件を、有機物分解が最も活発なコンポスト化初期に短期間適用した後に好気条件に戻した場合に、微生物叢が回復して有機物の分解率が完全好気条件と同程度にまで回復するか否かを評価している。すなわち、酸素欠乏を完全好気状態に置き換えたコンポストの高温段階での有機物分解の回復、酵素活性、微生物叢の遷移を解析している。その結果、高温期初期の酸素欠乏は、中期に好気条件に戻しても有機物分解は完全には回復しないことを見出している。好気条件に戻した後の微生物叢の解析から、完全好気条件のコンポストで優占した微生物のうち4群が消失することを明らかにしている。微生物叢の非類似度解析ならびに主座標分析より、初期に酸素欠乏を起こしたコンポストの微生物叢は、好気条件に戻しても完全好気条件の微生物叢に類似したものに遷移しないために有機物分解能力が回復しないとしている。

第5章「Mitigation of oxygen deficiency in composting by turning」では、初期酸素欠乏を起こしたコンポストを好気条件に戻しても、いくつかの微生物が消失し有機物分解が回復しないことが第4章で判明したことに基づいて、コンポストの好気ゾーンと嫌気ゾーンを混合して均一化する攪拌操作(切り返し)により、有用な好気性菌が切り返し時に供給されて有機物分解が回復するという仮説を立て、異なる切り返し頻度が初期酸素欠乏させたコンポスト化における有機物分解の回復に及ぼす影響を解析している。これより、切り返し操作により酸素欠乏コンポストの有機物分解が回復すると同時に、微生物叢は完全好気条件のコンポストと比較して類似度が高いものが構築されることを見出している。これらの結果から、切り返し操作は有機物分解に大きく貢献する微生物叢を形成し、微生物の増殖に必要な栄養分(易分解性有機物など)を供給できると結論づけている。

第6章「Conclusions and recommendations」では、前章までの結果を総括している。以上を要するに、本論文はコンポスト化の高速化における最重要課題の一つである酸素欠乏に焦点をあて、酸素供給条件の変更時に通常生じる他パラメーターの変動の影響を排除して、酸素供給速度が有機物分解に及ぼす影響ならびに初期酸素欠乏からの有機物分解の回復を、微生物叢の網羅的解析により説明している。この成果は有機性廃棄物の利活用を対象にした廃棄物バイオマス工学に貢献が大きいばかりでなく、微生物プロセス工学や微生物生態学などの広範な分野に関して学術的に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。