

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Effect of Different Aeration Method on Organic Matter Degradation during Composting
著者(和文)	PuspitalokaHapsari
Author(English)	Hapsari Puspitaloka
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11629号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中崎 清彦,竹下 健二,江頭 竜一,吉村 千洋,小山 光彦,戸田 龍樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11629号, Conferred date:2020/9/25, 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

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	Hapsari Puspitaloka	
		氏名	職名	氏名	職名
論文審査 審査員	主査	中崎 清彦	教授	小山 光彦	助教
	審査員	竹下 健二	教授	戸田 龍樹	教授
		江頭 竜一	准教授		
		吉村 千洋	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Effect of different aeration method on organic matter degradation during composting」と題し、英文で書かれ、以下の5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ることを述べたうえで、好気条件の維持が微生物を活性化するために必要不可欠であること、コンポスト化における通気方式の違い、すなわち、圧送式 (positive aeration: PA) と吸引式 (negative aeration: NA) が有機物分解に及ぼす影響はこれまで定量的に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、通気方式の違いが、コンポスト堆積層内のアンモニアの蓄積や温度分布に影響することで微生物の種類・活性・機能に作用して有機物分解に影響をあたえる可能性を考え、通気方式の違いが有機物分解に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。

第2章「Effect of ammonia on temperature-distributed composting in the small-scale composting reactor」では、温度をインキュベータ内で制御した小型コンポスト装置を用いて、アンモニアの蓄積が有機物分解に及ぼす影響を評価している。実用規模コンポスト堆積層内の温度分布を模擬するために、低温 (40°C)、および高温 (60°C) の異なる温度に制御した2基のコンポストリアクタを直列に連結し、圧送式では高温から低温方向に、吸引式では低温から高温方向に通気する実験をおこなっている。圧送式では2基目 (通気の出口側) のコンポスト温度が低いために水蒸気の凝縮ならびに有機物分解によって生じたアンモニアの水への溶解が起きるが、吸引式では通気の出口側温度が高いためアンモニアは揮散し、通気方式の違いにより顕著なアンモニアの濃度差が生じたとしている。しかしながら、このアンモニア濃度の差は、有機物分解速度、および微生物の増殖にほとんど影響せず、高濃度アンモニアのコンポスト微生物に対する阻害効果は小さいことを明らかにしている。

第3章「Effect of aeration method on organic matter degradation in the self-heated large-scale composting reactor」では、第2章でアンモニアの蓄積によるコンポスト微生物の阻害効果は小さいことが明らかになったことを受けて、微生物反応により自己発熱する大型コンポスト装置において、通気方式の違いがもたらす温度の分布と変化が有機物分解に及ぼす影響を評価している。圧送式ではリアクタの通気出口付近で温度が低くなるため水が凝縮して水分と潜熱がコンポスト層内に保持され、一方の吸引式ではリアクタの通気出口側の温度が高いため圧送式の約2倍量の水が蒸発して系外に持ち出されることで潜熱を損失し、その結果、圧送式のコンポスト堆積層に占める高温域の割合は吸引式と比較して顕著に増加することを確かめている。大型コンポスト装置から経時的に採取したコンポスト試料を用いて有機物分解率の経時変化を定量化したところ、圧送式における易分解性有機物の分解速度は吸引式よりも大きくなることを明らかにしている。さらに、圧送式は易分解性有機物分解の分解終了が早まったこととともない、難分解性有機物の分解開始時期も吸引式に比べて早まることを確かめている。これらの結果より、通気方式の違いによって温度分布とその変化が異なり、それが有機物分解速度に影響することを明らかにしている。

第4章「Effect of aeration method on microbial community and their catabolic function during composting」では、第3章で明らかになった通気方式の違いがもたらす温度分布と変化が、有機物分解速度に影響するメカニズムを解明するため、微生物叢解析ならびに微生物叢の機能予測解析をおこなっている。いずれの通気方式も易分解性有機物の分解速度が大きいときには *Bacillus* 属細菌が優占し、*Bacillus* 属細菌が易分解性有機物の主要な分解者であることを推定している。また、微生物叢の遺伝子データを用いて易分解性有機物の分解酵素の一つであるプロテアーゼ遺伝子の存在量を推定し、その存在量は両通気方式ともに同程度であることを確かめている。これらの結果から、通気方式の違いによるコンポスト温度の差は易分解性有機物の分解に関与する菌叢とその機能のいずれにも影響せず、圧送式の高い有機物分解速度は、高温環境における酵素活性の上昇に起因すると推定している。一方で、難分解性有機物の分解酵素であるセルラーゼ群の遺伝子存在量を調べた結果、エキソグルカナーゼのみが難分解性有機物の分解にともなって増加しており、セルロースをセロビオースに加水分解する過程がセルロース分解を律速していることを確かめている。圧送式のエキソグルカナーゼ存在量の増加時期は吸引式と比較して顕著に早まっており、これらの一連の結果から、圧送式における高温環境により易分解性有機物の分解が加速化したことが、後段のセルロース分解に関与する *Thermobifida* の出現時期を早めたと結論づけている。

第5章「General conclusions」では、以上の結果を総括している。

以上を要するに、本論文は有機性廃棄物の好気微生物処理プロセスであるコンポスト化において、最も重要な操作因子の一つである通気操作に焦点をあて、通気方式の違いが有機物分解速度に及ぼす影響を定量的に明らかにしている。これらの結果は、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、微生物プロセスに分子生物学的解析を用いる、微生物プロセス工学などの広範な分野に関して工学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。