



Title	ACCELERATED STABILIZATION OF SOLID WASTE AND MONITORING OF MICROORGANISMS IN LAB-SCALE LANDFILL BIOREACTORS
Author(s)	グエン, ヌー サン
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48612
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 ^{グエン} ^{ヌー} ^{サン}
NGUYEN NHU SANG

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 2 2 0 7 7 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 20 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科環境・エネルギー工学専攻

学 位 論 文 名 ACCELERATED STABILIZATION OF SOLID WASTE AND MONITORING OF
MICROORGANISMS IN LAB-SCALE LANDFILL BIOREACTORS
(ラボスケールの埋立処分場バイオリクターにおける固形廃棄物の安定化促進と微生物モニタリング)

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 池 道彦

(副査)
教 授 加賀 昭和 教 授 栗津 邦男

論 文 内 容 の 要 旨

In Chapter 1, the aim and scope of this study were laid out. This study intended to elucidate the effect of aeration and leachate recirculation on stabilization of solid waste and development of microbial populations in landfill bioreactors. The landfill bioreactors are solid-state reactors where microorganisms degrade many components of solid waste resulting in the accelerated treatment of solid waste *in situ*.

In Chapter 2, the generation and disposal processes of solid wastes in Ho Chi Minh City, Vietnam were reviewed as a case study of the current situation of the solid waste management in Asian developing countries. Solid waste generation is significantly increasing with growth of urban population as well as GDP. The solid wastes with high biodegradable fractions emit heavily polluted odors and leachate from the landfill sites and cause serious environmental problems. Consequently, necessity of bioreactor landfills as a new disposal technology was discussed for the sustainable waste management.

In Chapter 3, microbial population dynamics and treatment performance of the solid waste in lab-scale conventional, anaerobic, and aerobic landfill reactors were studied. The conventional reactor (2.25 l) was operated without leachate recirculation and aeration, but the other reactors used leachate recirculation at 200 ml/d and without aeration (anaerobic bioreactor) or with aeration at 2 l/min (aerobic bioreactor). The respective final waste volumes on day 138 of the conventional, anaerobic, and aerobic reactors were approximately 75, 65, and 60% of the initial volumes. Leachate recirculation in the anaerobic bioreactor accelerated biochemical reactions and promoted methane production. However, leachate from the anaerobic bioreactor showed TOC and NH₄-N concentrations that were as high as those of the conventional reactor. Aeration lowered leachate production and methane concentration and decreased organic matter in the solid waste and leachate. Furthermore, the MPN value of *amoA* gene specific for ammonia-oxidizing bacteria reached 10⁵ MPN-copies/g-dry in the aerobic bioreactor, where nitrogen was effectively removed from the solid waste and leachate. During the first 72 days, the aerobic bioreactor's MPN value of fungal 18S rDNA was the highest among reactors, but it

decreased gradually. All reactors showed similar MPN values of eubacterial 16S rDNA, *nirS*, and *nirK*. The advances of aerobic landfill bioreactors for accelerative stabilization were shown. However, this method must consume energy for air supply.

In Chapter 4, intermittent aeration was studied as a method of the energy reduction. Three reactors were operated without aeration (control reactor, CR), with cyclical 6-h aeration at 2 l/min and 6-h non-aeration (intermittently aerated reactor, IAR), and with continuous aeration at 2 l/min (continuously aerated reactor, CAR). The performance of IAR with a half time of air supply was highest in the reactors on day 90. The respective solid weight, organic carbon, and waste volume on day 90 in CR, IAR, and CAR were 50.9, 39.1 and 47.5% ; 46.5, 29.3 and 35.0% ; 69, 38, and 53% of the initial values. Organic carbon and nitrogen compounds in leachate in IAR and CAR showed significant decreases in comparison to those in CR. There are significant differences of relative abundance of aerobic and anaerobic microorganisms among three reactors. The MPN value of the *mcrA* gene specific for methanogen drastically increased in IAR, where high methane production was observed. The acetate-utilizing methanogen, *Methanosarcinales*, became dominant to 56% of archaea in IAR. Nevertheless, the H₂-utilizing methanogen, *Methanobacteriales*, was the predominant archaea in CR and CAR, where methane production was not observed.

In Chapter 5, useful findings and knowledge obtained in this study were summarized. It was concluded that landfill bioreactors are a technology for improving landfills in Asian developing countries. High performance on solid waste degradation will be obtained by leachate recirculation and aeration. Organic carbon and nitrogen compounds in leachate will also show significant decreases in the aerobic reactors. Intermittently aerated landfill bioreactors will be a better form and possible method for accelerative stabilization of solid wastes and development of aerobic and anaerobic microbial populations with low energy consumption.

論文審査の結果の要旨

アジア地域における急激な経済発展は、大都市への極度な人口集中を招き、日々大量の廃棄物が排出されている。これに対し、収集、輸送、処理・処分を含めた廃棄物管理システムは、必ずしも良好に機能しているとは言えない状況にある。特に廃棄物処分場の整備は立ち遅れており、処分場から発生する浸出水や有害ガスによる健康被害・環境汚染は深刻化している。本論文は、廃棄物埋立処分場の安定化促進技術の開発を目的として、曝気と浸出水循環を導入した処分場バイオリアクターを実験室規模で構築し、その廃棄物安定化促進効果を評価するとともに、それに寄与している微生物群集をモニタリングした結果から、合理的な運転法について考察を行った一連の研究をまとめたものである。その成果を要約すると以下ようになる。

(1) 発展途上にあるアジア地域における廃棄物の発生状況と管理システムを、ベトナム・ホーチミン市を例としてまとめ、都市人口と GDP の増加に伴い、廃棄物発生量が増加しているにもかかわらず、廃棄物埋立処分場の運転管理が不適切である現状を指摘している。特に浸出水中の BOD/COD 比およびアンモニア性窒素濃度が高いことから、その改善技術として、生物機能を活用したバイオリアクター型埋立処分場の導入を提案している。

(2) 浸出水非循環式リアクター (conventional reactor ; CR)、浸出水循環式嫌気バイオリアクター (anaerobic bioreactor ; ANR)、および浸出水循環式連続曝気バイオリアクター (continuously aerated bioreactor ; CAR) を用いて、曝気および浸出水循環の導入による安定化促進効果を評価している。ANR では CR に比べて固形物中の有機物含有率が早期に低下し、メタン生成は促進されるが、浸出水中の有機物およびアンモニア性窒素濃度の顕著な低下は認められないこと、一方、CAR では固形物および浸出水中的有機物分解と窒素除去が促進されるとともに、メタン生成量も低くなることから、曝気および浸出水循環が処分場の安定化促進に有効であることを明らかにしている。また、CAR における窒素除去の促進は、アンモニア酸化細菌の有意な増加を反映したものであることを明らかにしている。

(3) 曝気によるエネルギー消費を抑えるために、浸出水循環式の間欠曝気バイオリアクター (intermittently aerated

bioreactor ; IAR) の安定化促進効果を評価し、窒素除去については CAR と同等の促進効果が得られること、廃棄物の重量・容積減少、および有機物除去については、CAR より IAR でむしろ促進されることを明らかにし、その優位性を示している。また、ANR、CAR と IAR では、それぞれ異なる真正細菌・古細菌の群集が形成されることを確認し、特に IAR では他と大きく異なる属種のメタン生成細菌が増加し、廃棄物安定化促進過程で大きな役割を果たした可能性を指摘している。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に廃棄物埋立処分場の安定化促進技術の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。