

<p>サブテーマ名：D 高速分子進化の環境応用 小テーマ名：D2 浄化槽微生物群集の最適化</p>
<p>サブテーマリーダー：埼玉大学大学院理工学研究科、教授、○定家 義人（○：小テーマ代表者） 研究従事者：（財）埼玉県中小企業振興公社、雇用研究員、浜野 圭一、山本 まみ （財）埼玉県中小企業振興公社、雇用技術員 辻 幸香、井上 里美 埼玉大学大学院理工学研究科、教授、松本 幸次 クラリス環境（株）、定家多美子、大内 正博、栃谷 和則、定家 綾</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>① 研究の概要： ・低曝気活性汚泥法の原理の解明と最適化。低曝気活性汚泥法を運用し、基本原理を解明した。 ・低曝気活性汚泥法により醸成する生理活性を持つ処理水の機能解析と応用。処理水は低曝気活性汚泥法を安定化し、家畜尿尿の場合は家畜尿尿堆肥の消臭を促すので、低曝気活性汚泥を低曝気消化した処理水（上澄み液）の生理活性を解析した。</p> <p>② 研究の独自性・新規性： ・低曝気活性汚泥法の原理の解明と最適化。曝気を下げただけで汚泥転換率を小さく出来ることを示した。 ・低曝気活性汚泥法により醸成する生理活性を持つ処理水の機能解析と応用。初めて科学的な分析を行った。</p> <p>③ 研究の目標： ・低曝気活性汚泥法の原理の解明と最適化。フェーズⅠでは予備調査を行い、フェーズⅡでは実証実験と基礎研究を行う。フェーズⅢでは各種浄化施設を改良する。 ・低曝気活性汚泥法により醸成する生理活性を持つ処理水の機能解析と応用。フェーズⅡでは現象を確認し、各種分析を試みる。フェーズⅢでは畜産業への普及を図る。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p>・低曝気活性汚泥法の原理の解明と最適化 従来の曝気型活性汚泥システムを低曝気運転すると汚泥生成が抑制され臭気の発生も軽減される。これを大型装置で実証実験した。浄化槽サンプルからDNAを抽出し、どのバクテリアゲノムにも存在するリボソーム遺伝子を解析することによって、バクテリアの種類と数を推定する（メタゲノム）解析を行った。</p> <p>・低曝気活性汚泥法により醸成する生理活性を持つ処理水の機能解析と応用 低曝気活性汚泥法では流入調整槽及び反応槽へ処理水に戻し、家畜尿尿の場合は家畜尿尿堆肥作成の過程で処理水を散布する。家畜尿尿を低曝気回分式浄化槽で処理すると2週間で悪臭（硫化水素とメチルメルカプトン）がなくなる。この上澄みを堆肥作成過程に散布する。1ヶ月で出来上がった堆肥は堆肥としての特性を備えていて、臭気が少ない。乳牛畜舎2カ所、養豚畜舎1カ所、畜産研究所（牛と豚）1カ所に低曝気回分式浄化槽を設置して消臭効果を確認した。</p>
<p>主な成果</p> <p>・低曝気活性汚泥法の原理の解明と最適化 (1) 食品加工工場浄化施設では低曝気にして3ヶ月経つと全体の20%を占めた<i>Anaerolinaecea</i>が消失し、未分類<i>Comamonadaceae</i>が全体の50%を占めるようになった。後者は硝酸還元・脱窒近縁菌である。低曝気法の予想原理を支持する結果であった。 (2) 低曝気運転して2年間にわたり汚泥の搬出がなかった大型レジャー施設の浄化施設汚泥に際立った主力菌の偏りはみられなかった。主力菌種群は半数がプロテオバクテリアで、アクチノバクテリア、バクテロイデテスが目立った。 (3) 家庭生ゴミを投入し続けて、3ヶ月を要してスターターとなる汚泥なしに立ち上げた600規模の低曝気運転実験槽の主力菌は脱窒能をもつフラボバクテリウムで、DNA解析した結果、生ゴミ自身がこのバクテリアに汚染されていた。この汚泥システムに牛乳排水を投与すると数週間で主力菌種がβプロテオバクテリアに入れ替わった。この主力菌群では食品加工工場の場合に見られた偏り(<i>Burkholderiales</i>)は見られなかった。 (4) ミルクステーションでは生乳を運搬したタンクローリーの洗浄水を低曝気処理するシステムを新設し、実証実験を行い、汚泥転換率が活性汚泥法に比べ非常に低くなることが確認された。</p>

汚泥微生物の組成はβプロテオバクテリアが目立ったが食品加工工場のような偏りはなかった。

(5) 下水道実験施設では実際の都市下水について、従来の活性汚泥法運転と低曝気運転を併用して実施し、低曝気運転では汚泥転換率が小さくなることを確認した。

複数の浄化施設で低曝気運転の有効性が確認されつつある。DNAによる汚泥微生物の分布の推定からわかったことは、酸素分圧を下げた結果として硝酸などを呼吸に使うバクテリアが主力菌群として登場することである。食品廃水の場合はこれが顕著であった。汚泥量の増加抑制と臭気の抑制が見られるのは複合効果で、発酵過程も含んだ呼吸形態の変化に起因するものと思われる。この原理は液体系であっても固形系であっても適用出来る。牛糞堆肥作成過程に適用出来ることも不思議なことではない。特殊なバクテリアを必要としないことも本法の特徴である。

- 低曝気活性汚泥法により醸成する生理活性を持つ処理水の機能解析と応用

乳牛尿尿の低曝気回分式処理では3ヶ月の処理で、βプロテオバクテリアが10%から32%に増え(*Burkholderiales*が8%から30%)、*Firmicutes*が50%から10%へ(*Clostridiales*が48%から6%)減った。上澄み水の組成分析は未完であるが、pH, BOD, COD, SS, N-hexan, P, SO₄, NO₃, 多糖(高分子、低分子)、タンパク質(高分子、低分子)、金属(Na, Si, Cu, B, S, Mg, Ca, K, P, Fe)、400程のメタボライトを解析した。

この処理上澄みを尿尿堆肥に散布し、作成に必要な1ヶ月に渡る堆肥中のバクテリア組成を解析したところ、低曝気回分処理に見られた変化はなく、ほぼ一定した組成が示された。堆肥としての特性は遜色なく、しかも消臭効果が現れた。

特許件数：3件 論文数：2件 口頭発表件数：3件

研究成果に関する評価

- 低曝気活性汚泥法の原理の解明と最適化
 - 国内外における水準との対比

従来は、酸素以外の電子受容体を議論することはまれである。また、DNA解析による汚泥微生物の解析もまれである。
 - 実用化に向けた波及効果

波及効果は未知であるが、方法論の認知の普及が障害となっている。
- 低曝気活性汚泥法により醸成する生理活性を持つ処理水の機能解析と応用
 - 国内外における水準との対比

低曝気処理した家畜尿尿の科学分析は恐らく初めてである。また、DNA解析による汚泥微生物の解析もまれである。
 - 実用化に向けた波及効果

波及効果は未知であるが、方法論の認知の普及が障害となっている。実験を行った畜産農家からの口コミで改良需要は大きい。

残された課題と対応方針について

専門家への方法論の普及と、改良現場の開拓。

	J S T負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計	
	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計		
人件費				7,467		6,044	13,511					10,700	4,600	2,383	17,683	31,194
設備費					3,150		3,150									3,150
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)				7,029	11,193	7,000	25,222					5,500	8,000	4,500	18,000	43,222
旅費				80	48	54	182									182
その他				510	282	557	1,349					387	387	437	1,211	2,560
小 計	0	0	0	15,086	14,673	13,655	43,414	0	0	0	16,587	12,987	7,320	36,894	80,308	

代表的な設備名と仕様 [既存(事業開始前)の設備含む]

J S T負担による設備：光学顕微鏡、PCR装置

地域負担による設備：冷却遠心機、シークエンサー

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。