

嫌気・好気複合消化におけるコンポスト添加の影響

信州大学工学部 正 松本 明人

アビームシステムズ(株) 真野 留菜子

○ 信州大学工学部工学系研究科 寺澤 雅登

1. はじめに

汚泥の生物学的安定化法として嫌気性消化および好気性消化がある。嫌気性消化は汚泥の減量化とともにメタンが回収でき、また処理入力エネルギーが少ないという省エネルギー型汚泥処理技術であるが、その一方で、処理時間がかかり、消化タンクが大型になる、脱離液中の窒素濃度が増大する、返流水による水処理プロセスへの負荷が増大するといった欠点を有している。それに対し、好気性消化は悪臭の発生が少ない、分離液の水質がよい、運転管理が比較的容易という長所を有しているが、運転時のエアレーションのため、エネルギーを大量に消費するというエネルギー消費型汚泥処理技術である。そこで当研究室では嫌気性消化と *Bacillus* 属細菌を含んでいるコンポストを種汚泥として添加した好気性消化を組み合わせ、両法の長所を引き出し、欠点を減らす処理法を開発すべく、実験をおこなったところ、きわめて高い汚泥分解率が得られている。ところで近年、高温の嫌気性消化汚泥には *Bacillus* 属細菌が含まれているという報告がある。そこで従来、種汚泥として好気性消化段階で加えていたコンポストの効果を評価するため、コンポストを添加する系と添加しない系を設定し、コンポスト添加が汚泥の処理効率にどのような影響を及ぼすかを調べた。

2. 実験方法

本実験の基質には、長野県 C 下水処理場の嫌気性消化汚泥（滞留時間 25～30 日、消化温度 37℃）を用いた。反応槽として 2L のメスシリンダーを用い、基質をコンポスト添加の系（RUN1）には 1200mL、無添加の系（RUN2）には 1000mL 注入後、それぞれに栄養塩として $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を 2.2mg/L、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を 41.8mg/L 添加した。なおコンポスト添加の系には *Bacillus* 属細菌を多く含んでいるコンポスト（海藻萬作有機：農業組合法人 セイブハイコン発売）を 10g/L 添加した。実験は温度 20℃の恒温槽内で、曝気量を 1.0L/L・min に設定し、おこなった。

3. 分析項目

好気性消化実験では、運転開始時、運転開始後 1、3、5、7、10、14、21 日目に反応槽内溶液の pH（ガラス電極法）、TOC（680℃燃焼触媒酸化／NDIR 方式）、アンモニア性窒素および硝酸性窒素濃度（イオンクロマトグラフ法）、SS および VSS（遠心分離法：3000rpm、15 分間）、ATP の測定をおこなった。測定した TOC、SS、VSS は消化液の蒸発分を補正して解析データとした。SS、VSS、TOC は下水道試験法に準じた。ATP はトリクロロ酢酸抽出法の後、ルシフェラーゼ、ルシフェリンによる生物化学発光法で測定した。

4. 実験結果および考察

図 1 に pH の経日変化を示す。実験開始時は両 RUN ともに pH7.2 であったが、その後急激に上昇し、RUN 1 では運転開始後 3 日目に最高値 9.3、RUN 2 では 1 日目に最高値 9.4 を示した。その後、pH は低下し、実験終了時には RUN 1 が 6.1、RUN 2 は 6.0 となった。pH の上昇は溶存していた二酸化炭素の脱気、pH の低下はアンモニアの除去などが原因と考えられる。なお今回の実験で観察された pH は活性汚泥法の至適 pH の範囲内であり、pH による VSS 分解への阻害はないと考えられる。またグラフは示さないが、DO 濃度は運転開始時と 14 日目をのぞき運転期間を通じて 6mg/L 付近で安定しており、14 日目を含め十分な酸素

が供給されていた。

図2にTOC濃度の経日変化を示す。運転開始時のTOC濃度はRUN1では720mg/L、RUN2では670mg/Lであったが、運転開始後1日目には両RUNとも1060mg/Lに急増した。そして両RUNとも運転開始後7日目に最大値となる1140mg/L、1120mg/Lに達した。TOCの上昇は汚泥の分解にともない生じた溶存成分によるものと考えられる。その後、液相中の有機成分は除去されていき、運転開始終了時にはそれぞれ380mg/L、350mg/Lまで低下した。

図3にVSS分解率の経日変化を示す。運転開始後1日目ではいずれもRUN1が37.2%、RUN2が24.4%と、コンポスト添加したほうが分解率は高かったが、3日目にはRUN1が48.4%、RUN2が49.6%となり、コンポスト添加の影響は見られなかった。その後、RUN1の場合は運転開始後7日目に最高VSS分解率53.8%に達した。一方、RUN2では運転開始後3日目の分解率が最大値であった。なおRUN1においても3日目に最大VSS分解率の90%が分解しており、いずれのRUNでもVSS分解から判断すると3日目までに汚泥分解はほぼ終了しているものと考えられる。

つぎに嫌気性消化、好気性消化を通してのトータルの分解率を以下の式で求める。

$$\text{嫌気性消化での消化率} + (100 - \text{嫌気性消化での消化率}) \times \text{好気性消化でのVSS分解率} / 100 \quad (\text{式-1})$$

本来、式-1において嫌気性消化での消化率でなくVSS分解率を用いるべきであるが、VSS分解率に関するデータがないことと値に大きな差がないと考えられるため、消化率で計算した。本実験の基質に用いた嫌気性消化汚泥の消化率は58.8%であり、それぞれのRUNの最大VSS分解率は53.8%および49.6%であることからRUN1のトータルの最大VSS分解率は81.0%、RUN2のVSS分解率は79.2%となった。

5 おわりに

下水汚泥を嫌気性処理したあと、好気性消化をおこなう嫌気・好気複合消化において、好気性消化段階での種汚泥としてのコンポスト添加の影響を調べたところ、コンポスト添加の効果は、運転開始後1日目には汚泥のVSS分解の促進という効果が見られたが、ほぼVSS分解が終了している運転開始後3日目でのVSS分解率(約50%)には効果が見られず、コンポスト添加はおこなわなくとも十分な処理が可能であることがわかった。なお本研究を通じて、消化汚泥を提供して下さった(財)長野県下水道公社千曲川下流管理事務所の皆様に感謝いたします。また本研究は三機工業株式会社との共同研究であることを付記する。

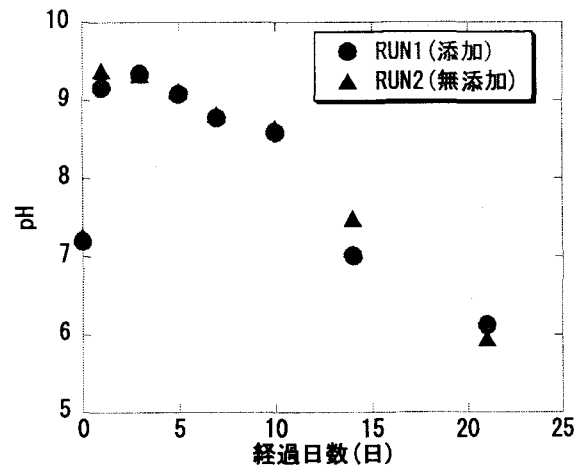


図1 pHの経日変化

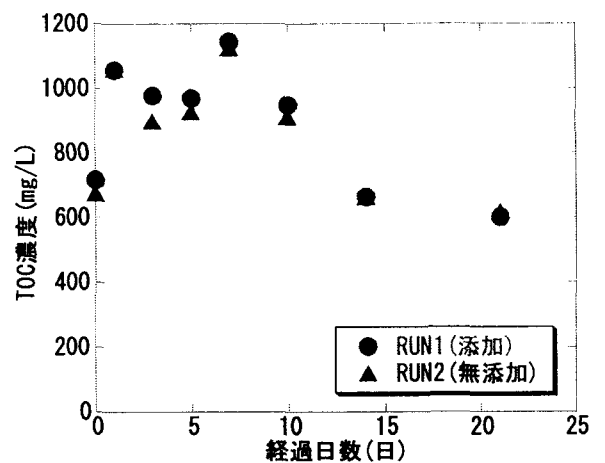


図2 TOC濃度の経日変化

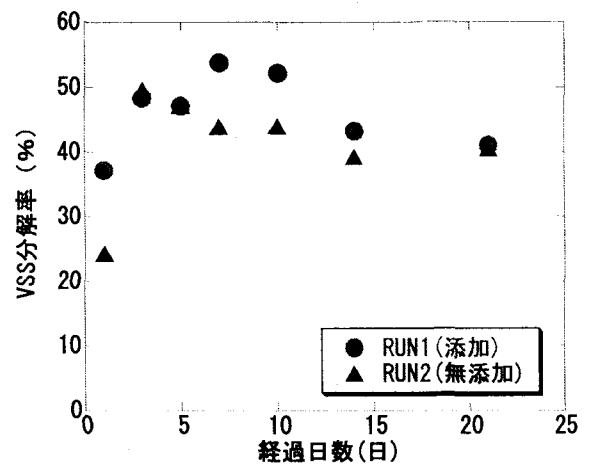


図3 VSS分解率の経日変化