

(21) 高温好気処理法における 長期運転時の処理障害に関する研究

佐川 正浩^{1*}・田 庚昊¹・野村 宗弘¹・千葉 信男¹・中野 和典¹・西村 修¹

¹ 東北大学大学院工学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)

* m-sagawa@eco.civil.tohoku.ac.jp

高温好気処理法による豚舎廃棄物処理の長期運転試験を行い、処理障害因子として担体の物理的性状の変化と塩蓄積に焦点を当て、それらが有機物分解に与える影響について定量的評価を試みた。24時間サイクルの投入量最適条件では約100日間安定的な処理が行えたが、その後、反応温度が低下し、蓄積重量が増加する傾向を示し処理障害が確認された。223日間の連続処理後の担体の有効粒径は塊状化により約2倍となっており、担体粒径とATP濃度間の関係よりリアクター全体のATP濃度の低下率は約50%低下していたことが推測された。223日間のATP濃度の低下の実測値は約90%であり、塩の蓄積が微生物活性に影響を与えることが示された。これらの結果から処理障害は主に担体の塊状化と塩蓄積によって引き起こされることが明らかとなった。

Key Words : thermophilic oxid process, long-term treatment, masiveness, salinity, decomposition rate, ATP

1. はじめに

平成16年度における日本の一般廃棄物及び産業廃棄物の排出量はそれぞれ年間5,059万トン、41,700万トンであり、産業廃棄物の約21%を占める家畜ふん尿の総排出量は約8,769万トンに達している¹⁾。日本における家畜ふん尿の排出量はすでに農地の受容能力の限界に達したと推定されている。さらに、家畜の飼養頭数に地域的な偏りがあることから、地域によっては家畜ふん尿由来の窒素が環境に対する過大な負荷となり河川水中の硝酸態窒素濃度が20mg/l以上に達している事例も報告されている²⁾。豚ふん尿処理では、ふん量に比べ尿量が多い性状に鑑み、ふんと尿を分離し、ふんはコンポスト化、尿は活性汚泥法などを用いて処理することが基本とされている³⁾が、省力化や衛生管理面において様々な問題を抱えており、ふんと尿を分離せず効率的に処理する方法が強く求められている。そのような高濃度有機廃液処理法の一つとして近年開発された高温好気処理法が期待されている⁴⁾。

高温好気処理法はコンポスト化と同様に有機廃棄物を微生物により分解、安定化する処理法である。コンポスト処理との異なる特徴としては、反応槽に担体として充填した木材チップなどに好熱性微生物を付着さ

せ、投入した有機物を高温好気条件下で水と二酸化炭素まで分解させる処理法であり、SS濃度の高い高濃度有機廃液である豚ふん尿、食品加工廃液、醸造廃液、濃縮余剰汚泥などに適応可能な処理法である。反応槽への有機物投入速度を有機物の分解と同程度に管理するためほぼ完全な分解蒸発処理が行え、残渣と排水発生量はきわめて低く抑えられること⁵⁾である。また、水分を完全蒸発させるために必要なカロリーが不足する場合には食用油などの補助熱源を添加することもコンポスト処理と異なる点である⁶⁾。有機物の分解速度がアレニウス式に従うため、反応温度を高く維持すれば処理速度が高まることが分かっており⁸⁾、補助熱源の添加により高温が維持される高温好気処理法では有機物が高速で分解される。既往の研究により有機廃棄物の投入間隔を短縮することで反応温度を常に高く維持できること、処理効率(限界処理量)を23倍に改善できることが明らかとなった。さらに、投入サイクルを短縮することで処理に必要な補助熱源(食用油)の添加量を削減できることが明らかとなっている⁹⁾。

しかし、高温好気処理法による長期間処理に伴う処理障害の検討についてはまだ知見が乏しい。既往の研究によると長期運転時の処理障害について担体の劣化や塩濃度の上昇によって発生すること^{10,11)}が示唆されてい

るが、処理障害因子及び処理能力の低下について定量的評価がなされていない。

そこで本研究では高温好気法における長期間処理における処理障害因子として担体の性状の変化と塩蓄積に焦点を当て、それらが有機物分解に与える影響について定量的評価を試みた。また、本研究では、最高到達温度の低下・不安定化により至適温度範囲にある期間が短縮し処理率の低下が生じる現象や投入廃棄物に含まれる無機物や難分解性有機物による蓄積重量増加に加え処理率の低下による重量蓄積を生じる現象を高温好気処理法における処理障害と定義して高温好気処理の評価を行った。

2. 実験方法

(1) 実験試料

豚ふん尿を採取した宮城県 S 養豚場は平床式でふんと尿は分離して処理している。本研究では豚舎廃棄物のふん尿混合処理を想定し、別々に採取したふんと尿を含水率が 90% になるように混合したものを使用した。豚舎廃棄物は室温 4℃ の低温室に保存し、必要に応じて実験に用いた。補助熱源には市販の食用油(日清サラダ油)を用いた。各々の性状を表-1 に示した。担体は市販のコンポスト化用杉チップ(EH43101L 生ゴミイーター交換用バイオチップ, National)を使用した。

(2) 実験装置

豚舎廃棄物の処理実験には内径 310mm、幅 250mm、有効容量 19L の円筒形の高温好気処理ベンチスケール実験装置を用いた。図-1 に実験装置の概略図を示した。熱損失を少なくするため、反応槽は保温マントルで覆った。また、反応温度は熱電対を反応槽の中心部分に差し込み自動的に連続記録した。通気は反応槽下部の多孔性のアクリル板を通じて空気の分散を図り、コンプレッサーを用い 24 時間連続で行った。通気量はリアクター体積に対し約 100L/m³/min とした。攪拌は、豚舎廃棄物の投入時に 10min 行った。反応槽に担体として杉チップ 23kg、種菌として豚舎で作成したコンポスト 300g を添加した。反応槽内の混合物の初期水分率は 50% に調整した。更に、反応槽を天秤の上に設置して重量の変化を連続的に測定した。

リアクターから取り出した担体の有機物分解速度定数は、O₂Up Tester (Titech Inc. Japan) により酸素消費量の経時変化を測定して求めた。本装置の概略を図-2 に示した。本装置は恒温水槽で温度を一定に維持できる培養瓶とシリンダーで構成されている。瓶内に投入した担体と

基質の分解に伴い酸素が消費され二酸化炭素が発生する。ここで発生した二酸化炭素をソーダ石灰で吸収すると培養瓶内部の気圧が低下し、ビュレットの水位が上昇する。上昇した水位は酸素の消費量を示しているため、その水位の変動から酸素消費量が測定できる仕組みとなっている。有機物分解速度定数は酸素消費量の経時変化から算定した。

(3) 実験条件

a) 長期運転試験

既往の研究から廃棄物の投入サイクルを 24 時間とした場合の本リアクター条件に対する豚舎廃棄物および食用油(補助熱源として)の最適投入量は、それぞれ 300g/day, 45g/day であることが明らかとなっている⁹⁾。そ

表-1 豚舎廃棄物と食用油の性状

項目	豚舎廃棄物	食用油
BOD (mg/L)	40,000	—
COD _{Mn} (mg/L)	35,000	—
TOC (mg/L)	31,000	400,000
T-N (mg/L)	5,000	ND*
T-P (mg/L)	1,900	ND*
含水率 (%)	90	0
灰分率 (%)	2	0

ND*: 検出されず

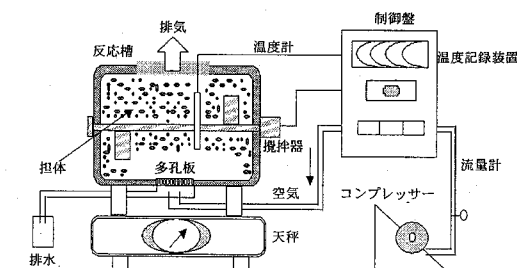


図-1 高温好気処理ベンチスケールリアクターの概略

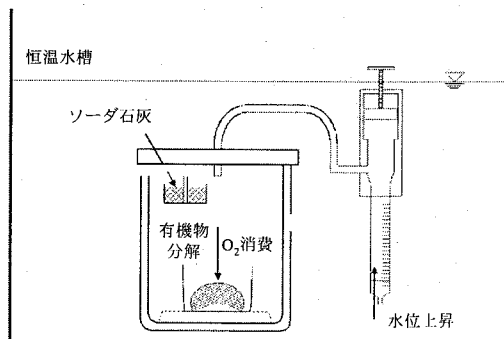


図-2 有機物分解速度測定装置の概略

の条件の下で高温好気処理の長期運転試験を試み、連続処理を223日間継続した。

b)担体の物理性状改善試験

長期運転試験が終了した224日目の担体を取り出し、塊状化した担体を粉碎機(T-351, Rong Tsong Iron Co., Taiwan)によって破壊した。破壊した担体2.3kgを反応槽に再充填し、再び豚舎廃棄物の処理運転を行った。

廃棄物の投入サイクルは24時間とし長期運転試験と同じ条件で有機廃棄物と補助熱源を投入した。連続処理は13日間継続した。

c)担体の粒径分布測定

反応槽から担体を500g取り出し、網ふるい(JIS呼び寸法、75 μ m~75mm)に入れ、振動ふるい機((株)篠原製作所)に設置しふるいを30分間振動させ担体を粒径で分画し、その分布を測定して粒径加積曲線を作成した。粒径の測定は粗粒分(75 μ m~75mm)についてのみ行った。担体の粒径は通過百分率50%にあたる有効粒径 D_{50} によって比較した。

d)分解速度定数測定試験

高温好気処理は微生物による分解に依存しているため、リアクターから取り出した担体表面には微生物が十分に存在していると考えられる。そこに豚舎廃棄物を添加するとそれに含まれる有機物は投入有機物の濃度に比例して消費されと考えられ、その消費速度は次の様に一次反応で表される。

$$dC/dt = -kC \quad (1)$$

ただし、 C : TC濃度、 k : 分解速度定数、 t : 時間である。ここでは、分解速度定数を比較することにより担体の有機物分解活性を評価した。

粒径の違いによる分解速度の差が生じることが予測されることから分解速度定数測定試験に使用する担体を予め粒径をふるいによって2.0~3.36mmに選別した。担体中の残留有機物の影響を最小限にするために残留有機物の除去を行った。担体100gを1,000mlフラスコに入れ、含水率を50%に調整し、60℃の恒温水槽に48時間静置し担体中の易分解性の残留有機物を分解させてから実験に用いた。フラスコ内を好氣的に保つためコンプレッサーを用いて空気を24時間連続で送った。通気量はフラスコの体積に対し約100L/m³/minとした。

O₂Up Testerの培養瓶内に担体5gと基質として豚舎廃棄物0.5gを投入し累計酸素消費量を測定した。温度は高温好気発酵において反応速度を最大にする温度範囲が55~60℃であるという既往の知見⁹⁾から、60℃とした。この際、基質由来の有機物分解速度を算定するため、担体に基質を添加し測定した系の酸素消費量から担体に基質を添加しなかった系の酸素消費量を引くことで基質由来の酸素消費量を算出し、この酸素消費量から

有機物分解量を算定した。有機物分解量の経時変化から分解速度定数を算定した。

e)ATP濃度測定

担体粒径とATP濃度との関係は、長期運転試験150日目の塊状化した担体を用いて検討した。担体はふるいによって粒径ごとに選別し、残留有機物を除去する処理を行った後、実験に用いた。

塩濃度とATP濃度との関係は、長期運転試験期間中に採取した担体を用いて検討した。担体はふるいによって粒径2.0mm~3.36mmに選別し、残留有機物を除去する処理を行った後、実験に用いた。

既往の研究からATP濃度は温度や基質投入後の経過時間により変化が生じることが予測されることから¹²⁾ATP濃度測定時期の調整を行った。分解速度定数測定に用いた培養瓶内に担体5gと基質として豚舎廃棄物0.5gを投入し約5時間経過した後ATP濃度測定を行った。培養瓶は60℃の恒温水槽に浸漬した。測定はATP測定キット(ルシフェールAS、明電舎)と光電子計数器(UDP-8000、明電舎)を用いて行った。

(4)分析方法

豚舎廃棄物と食用油の性状は下水試験方法に準じた分析手法で明かにした¹³⁾。TOCはTOC-5000(Shimadzu)により測定した。カロリーの測定にはデジタルカロリーメーター(小川サンプリング)を用い、T-N及びT-PはAuto Analyzer II(Sampler II、テクニコン)により測定した。反応槽内の含水率は担体を約5g採取し、105℃で約3時間乾燥し前後の重量差から求めた。反応温度は実験装置に付設した自動温度記録装置に出力させた。反応槽の重量は基質投入後に測定を行った。電気伝導度は反応槽内から担体を1g取り出し105℃で約3時間乾燥させた後にサンプルを100mlの蒸留水に溶解させ10分間超音波をかけ得られた上澄み液をDigital Conduct Meter(TOA, CM-15A)で測定して求めた。

3. 結果及び考察

(1)長期運転試験

図-3に高温好気処理法による豚舎廃棄物の長期運転試験の結果を示した。処理期間中に測定のために採取した合計約1.1kg以外の担体の抜き取り及び担体の交換は行わなかった。投入物の総量75.5kgに対し反応槽内の重量の増加は約2.65kgであった。高温好気処理によって投入物の約96.5%が消滅処理された。

反応槽内の温度は24時間毎に約20℃から70℃の範囲で規則的に変動をしているが、これは高温好気処理が1

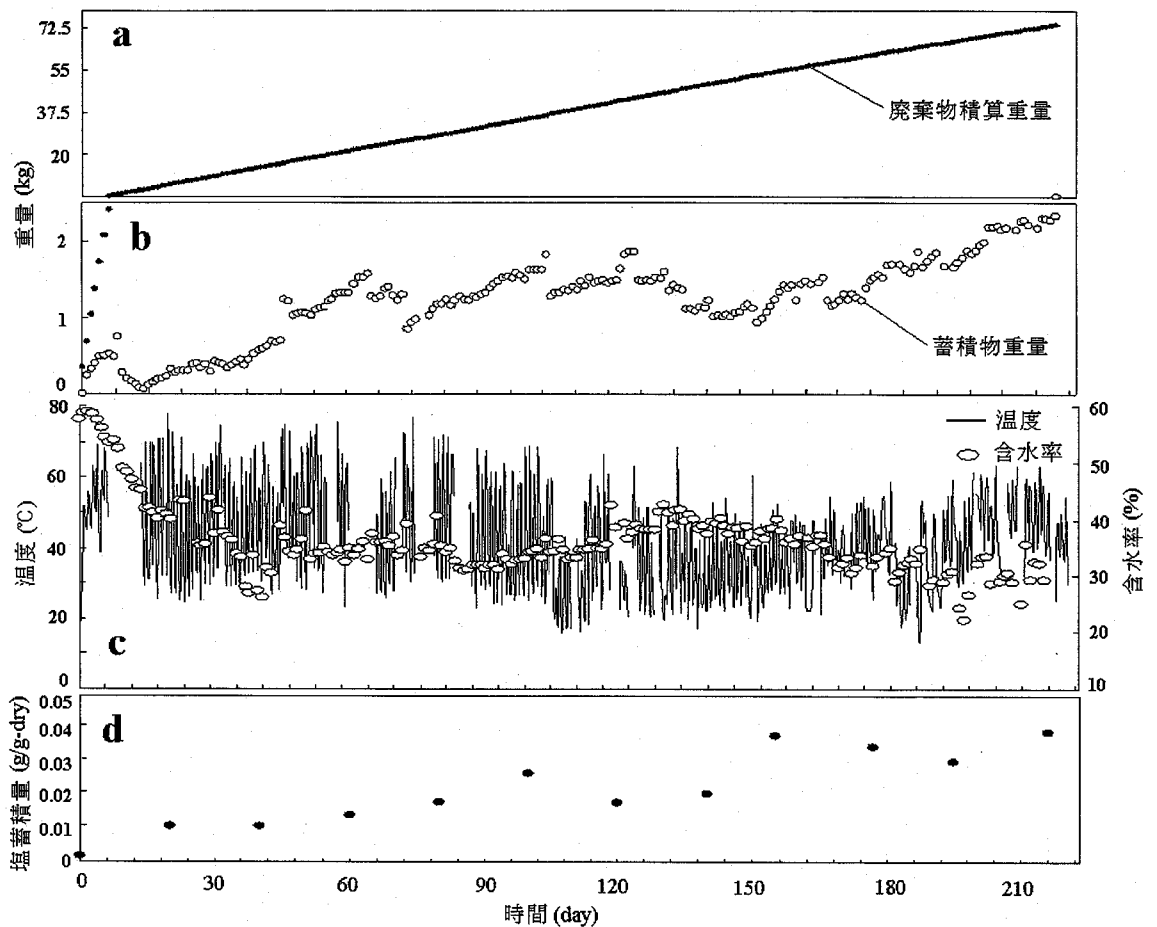


図3 高温好気処理法による豚舎廃棄物処理の長期運転試験における各パラメータの経時変化
(a)(b)投入した廃棄物積算重量及び反応槽内の蓄積物重量, (c)反応槽内の温度及び担体含水率, (d)反応槽内の塩蓄積量

サイクルの24時間で反応がほぼ終了していることを示している。最高到達温度を見ると運転開始から6日目に70℃に達し、その後、70℃付近で推移し約100日目までその傾向は続いた。しかし、処理開始から約100日目以降は最高到達温度が徐々に低下する傾向が見られ、約120日目以降から最高到達温度が約55℃付近で推移する傾向となった。このように、長期間連続的に処理運転を行うと処理障害が発生し反応温度の低下が引き起こされることが確認された。

図3(b)(c)に反応槽内の蓄積重量及び混合物の含水率の推移を示した。初期含水率は55%であるが、処理開始から5日目を最高点として含水率は大きく低下し、約40日目までに含水率は35%まで減少した。含水率と同時に蓄積重量も減少していることから、有機物の分解によって発生した熱によって投入された水分量以上の水分が蒸発して系外へ排出されたことが示されている。約40日目以降の含水率は、35～40%付近で推移し、蓄積重量は処理開始から約40日目に増加したがその後は約140日目まで蓄積重量約1.5kg付近で推移した。この期

間の含水率の変化と蓄積重量の増減が小さいことから投入された豚舎廃棄物が分解され投入される水分量とほぼ同量の水分が系外に排出されたと考えられる。処理開始から約140日目以降、蓄積重量が再び増加する傾向を示している。これは、投入された豚舎廃棄物の分解が十分に行われず投入された有機物と水分が同じ重量比で蓄積した結果であると考えられる。

以上の結果より長期運転試験において温度、含水率、蓄積重量の推移から処理開始から約100日目までは投入有機物が分解し投入された水分が系外へ排出され良好な高温好気処理が進行したが、処理の長期化に伴い処理障害が発生することが確認された。

(2) 長期運転試験における担体物理性状の変化

高温好気処理法における長期運転において担体の塊状化が処理能力を低下させる要因であると既往の研究により指摘されており¹⁰⁾、担体の塊状化の推移を定量的に評価するため異なる処理期間における担体の粒径分布の測定を行った。また、粒径の違いが微生物活性

に与える影響を評価することを目的として ATP 濃度を粒径ごとに測定した。図-4 に処理期間中の粒径分布の推移を示した。粒径分布は処理開始から 100 日目までは担体の D_{50} は開始時とほぼ同じであったが、反応温度の低下が生じ始める 120 日目から担体の粒径が大きくなる傾向を示した。運転終了時には D_{50} が 2.6mm となり、処理開始時の D_{50} と比較し約 2 倍となった。

表-2 に担体粒径と ATP 濃度の関係を示した。粒径が大きくなると ATP 濃度が低下する傾向となることが明らかとなった。図-4 の運転開始時と終了時における担体の有効粒径の変化から 223 日目におけるリアクター全体の各粒径の存在比を基にして ATP 濃度を試算すると処理開始時の約 50%程度に低下したと考えられた。ATP 濃度の低下は担体の塊状化による比表面積の減少や担体内部の嫌気化により微生物の活性が低下したことを意味している。担体の交換や抜き取りが行われないう高温好気処理においては、投入された廃棄物に含まれる有機物、塩分、分解し生成された腐植質が蓄積する¹⁴⁾。これらが、リアクター内の担体同士の結合を促進するため塊状化が発生し、塊状となった担体内部への酸素及び基質供給の悪化によって好気的な有機物分解速度の低下が生じたと推察される。本結果により長期処理運転において処理障害の要因の一つが担体の塊状化であることが確認できた。

(3) 塩蓄積による担体性状の変化

図-3(d)に長期連続処理運転における塩蓄積量の推移を示した。高温好気処理において処理日数の経過とともに塩蓄積量が増加することが確認された。コンポスト化処理における長期処理運転において塩濃度の上昇によって細菌の群集構造が変化し分解の効率を維持することが難しくなる¹⁵⁾ことが既往の研究により指摘されており、本結果から長期処理運転に伴う塩蓄積によって分解速度の低下が引き起こされたと推察される。

図-5 に全炭素濃度の経時変化を示した。分解速度定数は全炭素濃度の経時変化を式(1)によって近似すること求めた。表-3 に処理開始から 10 日目と 223 日目に採取した担体により測定した豚舎廃棄物の分解速度定数を示した。

223 日目の分解速度定数を処理開始から 10 日目と比較すると約 33%と大幅に低下している。本測定は担体粒径が等しい条件で行ったことから、粒径の影響は排除されており長期処理運転において反応槽内の粒径分布が変化しない場合でも処理障害が生じることが明らかとなった。

表-4 に担体の塩濃度と ATP 濃度の関係を示した。処理日数が経過すると ATP 濃度が低下することが明らか

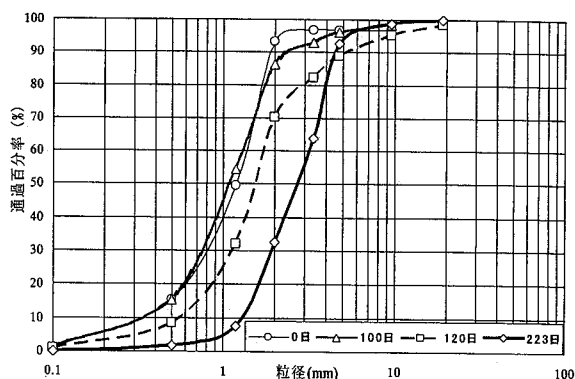


図-4 豚舎廃棄物の長期連続処理運転における担体の粒径分布の変化

表-2 担体粒径とATP濃度の関係

粒径(mm)	ATP濃度(ng/g-dry)	相対値
1.19~2.0	389	1.00
2.0~3.36	178	0.46
3.36~4.75	210	0.54
4.75~9.5	74.0	0.19

表-3 長期運転及び改善試験における分解速度定数

	経過日数	分解速度定数	相対値
長期運転試験	10日	0.319	1.00
	223日	0.105	0.33
改善試験	0日	0.180	0.56
	13日	0.161	0.50

表-4 担体の塩濃度とATP濃度の関係

塩蓄積量(g/g-dry)	経過日数	ATP濃度(ng/g-dry)	相対値
—	10日	468	1.00
0.038	155日	178	0.38
0.039	223日	45.5	0.10

となった。処理の長期化によって蓄積する微生物活性の阻害物質として塩やT-Nが考えられる。T-Nは既往の研究によりアンモニアガスとして約60%除去されることが報告されている¹²⁾。また、アンモニア発生によってpHの上昇が生じるが、ある程度pHが上昇すると、アンモニアがアンモニアガスとして揮散するので、コンポスト化に障害になるほどpHが上昇することはないと報告されており¹⁴⁾、本実験ではアンモニアによる阻害効果は低いと考えられる。ATP濃度の低下は処理の長期化に伴う塩の蓄積によって微生物活性が低下したことを意味していると考えられる。本結果から長期処理運転における処理障害が担体への塩蓄積によっても生じていることが明らかとなった。

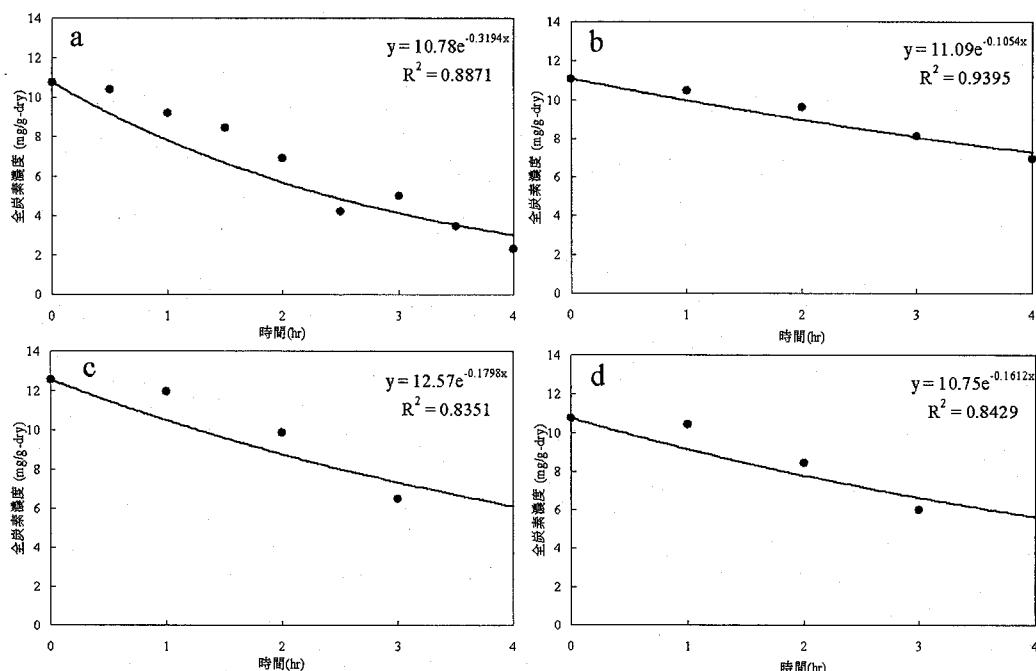


図-5 分解速度定数測定試験における全炭素濃度の経時変化
(a)長期運転試験開始から10日目の担体(b)長期運転試験開始から223日目の担体
(c)改善試験開始から0日目の担体(d)改善試験開始から13日目の担体

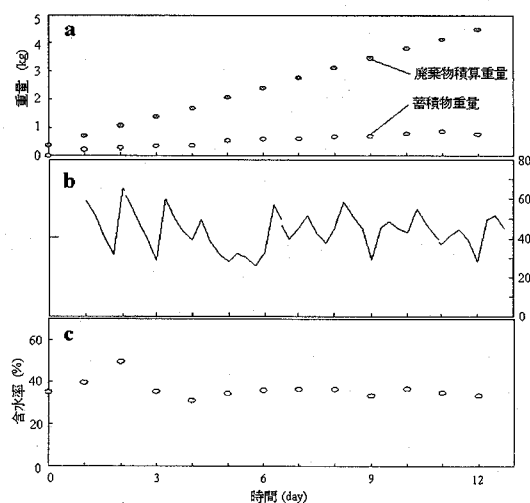


図-6 塊状化の破壊による高温好気処理法の改善試験における各パラメータの経時変化: (a)投入した廃棄物積算重量及び反応槽内の蓄積物重量, (b)反応槽内の温度, (c)担体含水率

(4) 担体の物理性状改善試験

既往の研究によると長期処理運転を行い処理障害の発生した担体の半分を杉チップに交換することにより処理障害が改善されたと報告されている¹⁰⁾。しかし、塊状化と塩濃度のどちらの要因が改善された結果なのかについての定量的な評価はできていない。そこで、本実

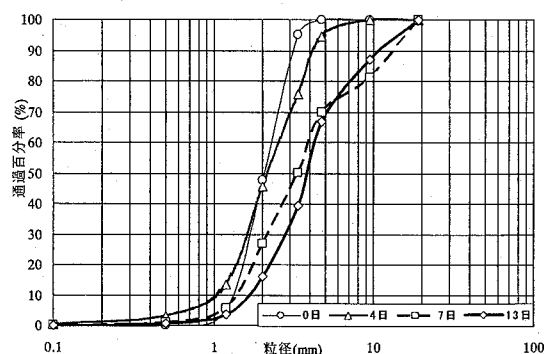


図-7 塊状化の破壊による改善試験における担体の粒径分布の変化

験では塊状化の原因に焦点を当てるため、長期処理運転が行われた担体を取り出し、塊状化した担体を破壊することで担体粒径を小さくし、担体に塩蓄積が生じた状態で再び処理運転を行った。

図-6に高温好気処理法による豚舎廃棄物の物理性状改善試験の結果を示した。投入物の総量は4.5kgに対し反応槽内の重量の増加は0.75kgであった。高温好気処理によって投入物の約83%が消滅処理されたが、長期運転試験と比較し分解率の低下が確認された。

図-6(a)(c)に反応槽内の混合物の含水率及び蓄積重量

の推移を示した。処理開始から3日目まで含水率が増加したが、その後、約35%付近で推移した。蓄積重量は処理開始から増加傾向を示した。含水率の変化が小さいことから投入された豚舎廃棄物の分解が十分に行われず投入された有機物と水分が蓄積したと考えられる。

図-6(b)に反応槽内の温度を示した。最高到達温度を見ると処理開始から2日目に65℃に達した。その後、温度の減少傾向が見られ、約50℃付近で推移した。

図-7に処理期間中の粒径分布の変化を示した。処理開始から4日目までは D_{50} の大きさはほとんど変化が見られなかったが7日目までに急激に D_{50} が大きくなる傾向が見られた。処理終了時には D_{50} が3.8mmとなり処理開始時の有効粒径と比較し約2倍となった。

本結果より反応温度は粒径を小さくすることによって処理障害因子の一つである塊状化が解消されたために一端は上昇したが、その後、再び担体の塊状化が再現されたため減少する傾向を示した。担体の粒径分布は長期運転試験と比較して早期に塊状化する傾向を示すことが明らかとなった。塊状化は主に反応槽に蓄積した物質が原因となって引き起こされることが示唆された。

表-3に処理開始時及び終了時の分解速度定数を示した。分解速度定数は担体の塊状化を破壊する以前より高い値を示しているが、長期運転の開始時よりは明らかに低く塊状化が解決されても、反応槽内に蓄積した物質の影響が大きく残ることが示された。

担体の物理性状改善試験において長期運転試験よりも早期に塊状化が発生した。このことから、塊状化した担体の破碎による改善効果が低いことが明らかとなった。また、本実験における分解速度定数の値より、長期間連続の処理運転の限界は塩分蓄積によって引き起こされるものと考えられる。

本研究で得られた結果より、高温好気処理プロセスの開発における検討課題である運転指標として有効粒径および塩蓄積量が有用であることが示された。図-3及び図-4から本実験装置及び実験条件における担体の塊状化による処理障害を防ぐためには担体の有効粒径を1.3mm以下に制御する必要がある。図-3から処理開始から100日目を処理障害開始時とすると塩蓄積による処理障害を防ぐためには担体の塩蓄積量を0.027g/g-dry以下に制御する必要がある。これら処理障害は担体の交換によって粒径分布の改善、塩蓄積量の減少による改善が期待できると考えられ、担体の有効粒径と塩蓄積量をモニタリングすることで、担体交換量及び交換時期の運転指標として活用できると考えられる。

4. まとめ

豚舎廃棄物の高温好気処理法における長期間処理と改善に関する実験を行い以下のような結果が得られた。

- (1) 既往の研究から求められた24時間サイクルの最適運転条件下で長期間処理運転を223日間行った結果、約100日目から処理障害が発生し処理が不安定となり、約140日目からは処理障害によって投入物の分解が十分に行われなくなる現象を確認することができた。
- (2) 異なる処理時間における担体の粒径分布の推移を定量的に評価した結果、有効粒径が大きくなると温度及びATP濃度が低下する傾向が明らかとなり、長期処理運転における処理障害因子の一つが反応槽内の担体の塊状化であることが示された。
- (3) 投入した廃棄物に含まれる塩分の蓄積によって有機物分解速度及びATP濃度の低下が引き起こされることが明らかとなり、担体の塊状化と塩分蓄積の両方が長期間の処理運転において処理障害を引き起こしていることが確認された。
- (4) 改善試験において非常に短期間に塊状化が再現されたことから、担体の塊状化が蓄積物によって促進されることが明らかとなり、塊状化した担体の破碎による改善効果は低いことが分かった。
- (5) 改善試験において塩蓄積によって分解速度定数及びATP濃度の低下が生じていることから、長期間処理運転の限界は塩分蓄積によって引き起こされるものと考えられる。

参考文献

- 1) 環境省：産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成16年度実績）について 2007年1月22日
- 2) 志村もと子，田淵俊雄（1997）畜産ふん尿の処理方法と河川の窒素濃度の関係，用水と排水，39（5），21-26.
- 3) 農山漁林文化協会（1995）畜産環境対策大辞典，61-69.
- 4) T.Mori, B.G. Liu and K.S. Cho : The treatment of highly concentrated organic wastewater by thermophilic oxic process complete oxidation of organic matter and evaporation, Jpn. J. Chem. Indust.,44(11), pp. 924-930, 1993.
- 5) 稲森悠平，林紀男，山海敏弘，須藤隆一：水環境改善技術開発のための最新展望，JETI，43(4)，pp. 104-109, 1995.
- 6) Yang Jea-Kyung :Recovery of resource and complete treatment of thickened excess sludge by using anaerobic digestion-thermophilic oxic process, The united graduate school of agricultural science, tottori university department of science for biological resource, Doctor's thesis, 1995.

- 7) Yang, J. K., Shimizu, Y., Cho, K.S. and Mori, T.: Significance of Calorie / Water (C/W) ratio in the treatment of highly concentrated organic matter by thermophilic oxic process, Jpn. J. Society on Wet Environ., Vol. 18, No. 7, pp. 583-588, 1995.
- 8) 西村修, 中野和典, 野村宗弘, 千葉信男, Joen, Kyoung-ho.: 高濃度有機廃棄物の生分解速度測定, 建設工学研究振興会年報, No.41, pp.13-18, 2006.
- 9) 濱中俊輔, 田庚昊, 伊藤史雄, 千葉信男, 中野和典, 西村修: 廃棄物投入サイクルの短縮による高温好気処理の改善効果, 土木学会論文集, No. 783/VII-34, 51-59, 2005.
- 10) 李瓊雨, 多田千佳, 西村修, 山田一裕, 須藤隆一: 高温好気発酵法による豚舎廃棄物の長期運転時の処理特性, 環境工学研究論文集, 第35巻, 21-27, 1998.
- 11) 井上高一, 関口達彦, 木村俊範: 家庭用生ごみ処理機における環境因子の変化と細菌相の変化, 日本微生物生態学会誌, 16巻1号, 4-12, 2001.
- 12) 李瓊雨: 高温好気発酵法による高濃度有機廃棄物の処理に関する研究, 東北大学大学院工学研究科博士論文, 1999.
- 13) 日本下水道協会: 下水試験方法, 1997
- 14) 藤田賢二: コンポスト化技術, 技報堂, 1993.

(2007.5.25受付)

Potential inhibitors in long-term operation of thermophilic oxic process
Masahiro SAGAWA¹, Kyoung-ho JEON¹, Munehiro NOMURA¹, Nobuo Chiba¹
Kazunori NAKANO¹ and Osamu NISHIMURA¹

Dept. of Civil Engineering, Tohoku University

The variation of physical properties of carrier and accumulation of salts in the thermophilic oxic process(TOP) reactor during long-term treatment of swine waste and their influence on decomposition rate of organic waste were examined. During long-term operation treatment test, the D_{50} of carrier became higher when inhibition of treatment was observed after continuous treatment for 100 days. Since the decomposition rate of organic waste could not be improved completely by destruction of massiveness of carrier, influence of salts accumulated in the reactor was considered not to be negligible. Massiveness of carrier and accumulation of salts during long-term operation of TOP resulted in also low ATP concentration in the reactor, revealing significance of these two factors on reducing microbial activity in the TOP reactor.