

厨芥ごみ可溶化処理の効率化に関する実験的研究

山口大学工学部○吉川 昇 今井 剛 中川静香
山口大学工学部 浮田正夫 関根雅彦 樋口隆哉

1. 研究背景及び目的

わが国では平成元年度以降、年間約5,000万tの一般廃棄物が排出され、最終処分場の残余年数が非常に逼迫している。このような現状からごみの減容化が社会的に強く求められている。廃棄物の中でも厨芥ごみは含水率が高く、単独では自然でできないばかりか、他のごみと混合して燃やす場合にも焼却炉内の温度低下を引き起こす。また塩分を多く含有しているために、ダイオキシンの発生を引き起こす可能性がある。以上のことを解決するためには、厨芥ごみも分別することが必要である。そのためには各家庭での分別収集を推し進めるのが最良の方法であるが、厨芥ごみは保管しづらいため現状では難しい。そこで本研究では厨芥ごみをディスポーザにより破碎し、下水道に流すという分別方法について考える。現在、ディスポーザ排水を直接下水道に流すことは禁じられているので、前処理装置が必要となる。前処理装置では嫌気槽と好気槽を組み合わせる処理を行うが、今回はそのうち本装置内で律速段階になると考えられる、嫌気槽にのみ着目した。前処理装置により、メタン発酵まで処理を進められれば、メタンガスを有価エネルギーとして回収でき、資源化まで行うことができるが、そのためには処理槽の加温が必要となる。本研究で対象とするような一般家庭向けの小規模装置の場合は発生するメタンガス量が少ないのでその活用が難しく、加温に要したエネルギーを回収することも困難である。本研究はこのような背景に基づき、ディスポーザを用いた厨芥ごみ処理システムにおいて最低限の基質の可溶化が起こる、省エネルギーかつ効率的な処理条件とは何かについて検討する。

2. 実験装置及び方法

2.1 実験装置

実験装置概略図を図1に示す。槽内は常にガス循環装置によって攪拌されている。気相部のガスを循環させているため、槽内は常に嫌気状態に保たれている。槽内から越流した処理水は反応槽横に設置したポリタンクに流出する。発生したガスはガス量測定器にて捕集し定量する。なお立ち上げ時に種汚泥として消化汚泥を600mL投入した。

2.2 基質の調整

厨芥ごみとして表1に示す標準生ごみを使用する。反応槽に一日に6.5gの厨芥ごみと900mLの希釈水を投入する。反応槽への容積負荷は0.8kg-COD_{Cr}/m³/dayで、水理学的滞留時間は1.3日である。投入する厨芥ごみは前処理として水を加えながらディスポーザで直径3mm程度にまで破碎した。本研究では一般家庭でのディスポーザの使用を念頭においているので、厨芥ごみだけでなく厨房からの排水を模し、希釈水も流入させた。基質の各成分濃度を表2に示す。

2.3 槽内温度条件

メタン発酵は一般に35℃付近が至適温度とされる。温度が35℃以下の場合にはメタンは生成されにくいと予測される。13℃は合併処理浄化槽の最低設定温度である。13℃ではメタン生成が見込まれないばかりか嫌気性菌が活動できず、基質が全く処理されない状態も考えられる。また35℃、13℃の中間温度として25℃を採用した。以上のことから、実験装置は三段階（35℃、25℃、13℃）に温度を設定し、それぞれの条件下での処理性能を把握する（表3参照）。

2.4 栄養塩添加条件

微量金属類は微生物が生存する上で必要不可欠なものである。下水道には一般に様々なものが流入してくるため、十分量の金属類が含まれている。しかし家庭からの厨芥ごみのみを基質として投入する場合は微量金属類の欠乏により、処理に支障をきたすことが予測される。そのため、実験では表4に示す微量金属類を栄養塩として投入する。栄養塩の添加量は無添加、1/5量添加、添加の3種類とする。

3 実験結果及び考察

3.1 反応槽の立ち上げについて

反応槽の立ち上げ後、80日目までの処理水中のCOD_{Cr}濃度、T-N濃度、T-P濃度の経日変化の一例を図2に示す。立ち上げ後30日目くらいから各濃度がほぼ一定となり、槽内が安定したことがわかる。本実験装置は本来、後処理として好気槽を設置することを前提としているため、特に汚泥の流出防止対策をしていなかった。そのため立ち上げ時に投入した汚泥の流出により立ち上げ直後の各成分濃度が高かったと考えられる。したがって本装置の立ち上げ期間は約1ヶ月であると考えられる。

3.2 栄養塩添加の影響について

槽内温度が25℃の場合の栄養塩無添加（装置4）、1/5量添加（装置5）、添加（装置6）

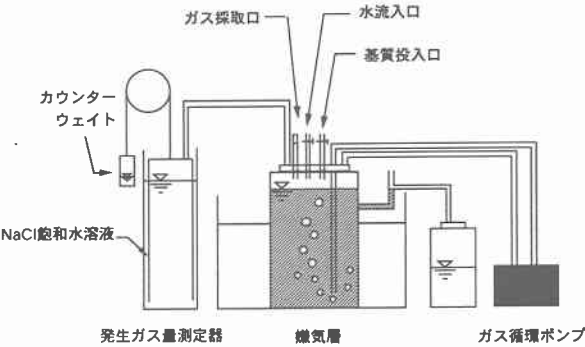


図1 実験装置概略図

表1 厨芥ごみ構成表

大項目	小項目	標準質量(g)
野菜類	にんじん	225
	キャベツ	225
果実類	バナナの皮	125
	リンゴ	125
	グレープフルーツの皮	125
その他	鶏のモモ又は手羽の骨	100
	魚（骨付き）	125
	鶏卵の殻	25
	米飯	125
	茶ガラ（水切り後）	50
計		1,250

表2 1日に投入した基質量

COD _{Cr} (mg/day)	938
T-N(mg/day)	31.4
T-P(mg/day)	12.4

表3 実験装置の運転条件

装置番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
温度	35℃			25℃			13℃		
栄養塩	無添加	1/5添加	添加	無添加	1/5添加	添加	無添加	1/5添加	添加

の場合の厨芥ごみの可溶化について考察する。表5から装置6は装置4の場合と比較して反応槽内から流出するVSSの値がほとんど変わらないにも関わらずSSを含むCOD_{Cr}の炭素換算値は1.9倍程度高かったことがわかる。これは溶解性COD_{Cr}が増加したためであり、栄養塩の添加により可溶化が進行したと考えられる。また、装置5は装置4とほとんど変わらない結果であり、栄養塩は1/5量添加では不十分であると考えられる。以上のことから、厨芥ごみの可溶化に対する栄養塩の添加の有効性が示されたと考えられる。

3.3 槽内温度の影響について

槽内温度が35℃、25℃、13℃で栄養塩無添加の装置(装置1、4、7)の場合のメタン生成について考察する。ただし装置7の場合についてはガス測定器の不具合のため、ガス発生量が把握できなかった。このため1/5量添加の装置8を代替とした。表6から装置1に関してはガス発生量(炭素換算値)が装置4、8に比べて顕著であったことがわかる。このことから槽内温度が35℃の場合には、メタン生成まで反応が進行していたと考えられる。一方槽内温度が25℃の場合の発生ガス量は35℃の場合の1/6であり、槽内温度が13℃の場合と比較すると6倍高かった。このことより槽内温度が25℃の場合はわずかながらメタン生成が生じていたと推察される。

3.4 流出水中の各種溶解性成分からみた槽内への汚泥の蓄積について

表7に流出水中の溶解性COD_{Cr}、T-N、T-P量の1日あたりの平均値を各装置それぞれについて示す。3.2と同様に栄養塩を添加したものの方が溶解性COD_{Cr}量が高いことがわかる。このことから栄養塩の添加により可溶化が促進されたと考えられる。また、槽内温度が13℃ではガス発生はほとんどなくメタン発酵まで反応が進まなかったことは明白であるが、可溶化は低温時でも進行することがわかる。このことから糖類は可溶化されやすいと考えられる。また栄養塩の添加量が多いほど可溶化は促進された。一方、槽内温度が35℃の場合については溶解性COD_{Cr}量は13℃、25℃の場合に比べて高くなかったが、これはメタン発酵によりガス化した分低くなったと考えられる。溶解性T-N量は35℃、25℃では栄養塩の添加量が多いほど流出量が多い傾向にある。13℃では有機性窒素のアンモニア化があまり進んでおらず、栄養塩の添加量は影響しないことがわかる。このことから有機性窒素は低温では分解されにくいと考えられる。溶解性T-P量については13℃も35℃、25℃と同程度可溶化されていたことから、有機物に結合した形で存在するリンのリン酸化は低温でも進むと考えられる。

槽内温度を35℃に維持するコストは25℃に維持するものに比べて概算で2倍以上であり一般家庭に設置するものとしては合理的でないと考えられる。栄養塩の添加に要するコストは加温に要するコストと比べるとわずかに

であり、その効果を考えると添加すべきであると判断できる。したがって、25℃あるいはそれ以下の温度で可溶化の促進のために栄養塩を添加する条件が省エネルギーかつ効率的な運転条件であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、ディスポーザを用いた厨芥ごみ処理システムについて、様々な実験条件下での除去率等の比較検討を行った。その際、種汚泥として消化汚泥を用いた場合の立ち上げ期間は約1ヶ月であることがわかった。また、厨芥ごみの可溶化に対して、栄養塩の添加が有効であることが明らかとなった。さらに、槽内温度は25℃で栄養塩を添加することが、省エネルギーかつ効率的な運転条件であると推定された。

今後の課題としては、槽内の蓄積量を把握し、汚泥の引き抜き頻度の推定を行う。また、沈殿槽や好気槽を設けて、プロセス全体としての処理性能を評価する必要がある。

表4 栄養塩の添加条件

	FeCl ₂	NiCl ₂	CoCl ₂
添加	120mg	12mg	12mg
1/5量添加	24mg	2.4mg	2.4mg
無添加	—	—	—

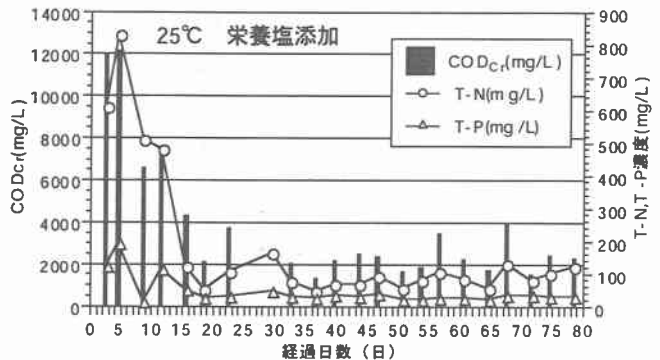


図2 装置6のSS込みの経日変化

表5 温度条件が25℃の場合の流出VSS及び流出COD_{Cr}(炭素換算値)

	装置4	装置5	装置6
VSS(mg/L)	0.25	0.21	0.22
COD _{Cr} 炭素換算値(mg/day/槽)	280	292	540

表6 栄養塩類が無添加の場合の発生ガス量(炭素換算値)

装置番号	1	4	8
平均発生ガス炭素換算値(mg-C/day/槽)	3.6	0.6	0.1

表7 1日あたりの流出水中の各種溶解性成分の平均値

槽内温度	35℃			25℃			13℃		
装置番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
流出溶解性COD _{Cr} (mg-COD/day)	360	310	460	510	430	730	530	650	720
流出溶解性T-N(mg/day)	23	18	38	17	24	32	15	13	16
流出溶解性T-P(mg/day)	18	11	13	15	14	20	10	12	21