

- (47) ディスポーザ排水中の有機成分の効率的回収技術の開発に関する検討
Development of efficient technique for recovery of organic components from communiter
wastewater

篠原久志* 高山史哲** 楠田哲也***

Hisashi Shinohara*, Fumiaki Takayama**, and Tetsuya Kusuda***

ABSTRACT; Efficient recovery of organic components from wastewater with communiters is a future technique to be developed for sustainable society. This paper discusses techniques to recover organics, suspended and soluble, from communiter wastewater. In order to determine an optimal screen mesh size to collect suspended solids, TC, TN, and TP of separated solids in several kinds of communiter wastewater are examined. Availability of activated carbon and charcoal as adsorption media is also examined to recover soluble organics efficiently. The conclusions are that the optimal screen mesh size is 0.850mm for effective recovery of suspended organics; more than 25mg/L of activated carbon is necessary for that of soluble organics; and 1g of charcoal in 2.00 to 4.75mm of diameter adsorbs 0.5-0.75g of oil.

KEYWORDS; communiter wastewater, organic solids, screen, adsorption, recovery

1. はじめに

近年の深刻な環境問題として廃棄物排出量の増大とその処理処分がある。平成11年度において一般廃棄物は全国で1年間に5145万t排出されており、その中で生活系ゴミは約66%を占めている。現在、一般廃棄物の大部分は焼却により減量化され最終処分されている。生活系ゴミの内、生ゴミは含水率が高く、湿潤質量比で約50%を占めている。その重さ故、輸送にかかる負荷が大きく、また焼却の際には含水率の高さから焼却炉中の温度を低下させダイオキシン発生量の増大につながる²⁾と指摘されている。また、ゴミの収集場所において生ゴミ袋から発生する悪臭も問題である。さらに、生ゴミの焼却は有機資源の無効廃棄ともなる。

これらの問題を生じさせないためには、生ゴミを分離回収して有機資源として、再資源化すればよい。現在までに生ゴミの再資源化・再利用に関して様々な研究^{2),3)}がなされているが、その中でもディスポーザと下水管路を用いて生ゴミを下水処理場へ輸送し、有機成分を回収して再資源化するリサイクルシステムは我が国における現行制度による制約のためにほとんど検討されていない。この制約は、破碎生ゴミの管路内堆積、合流式下水道における雨天時の入水域への直接排水による汚濁、下水処理場への負荷の増大、発生汚泥量の増加などを回避するために設けられている。ただ、完全分流式で堆積があまり問題にならない場合、最初沈殿池直前における徹底した懸濁物質の回収により、他の問題は回避しうる。さらに、将来予想されている人口減少等により、下水処理場の処理能力に余裕が生じることが考えられる(一部の大都市では下水量がすでに減少し始めている)ので、ディスポーザの普及地区と速度を規制することにより、これらの問題を緩和することが出来る。

* 九州大学大学院工学府都市環境システム工学専攻 Department of Urban and Environmental Engineering, Graduate School, Kyushu University

** (株)日水コン Nissuicon Ltd.

*** 九州大学大学院工学研究院 Faculty of Engineering, Graduate School, Kyushu University

持続性の高い社会では、生ゴミの資源化は回避である。そこで、この資源化の一つの方策として直投型ディスポーザの導入と最初沈殿池直前での粒子態有機成分、及び溶存態有機成分の同時回収の限界について、検討することを目的とした。

2. 実験方法、装置、材料と解析

2. 1 ディスポーザ排水中の粒子態有機成分の回収技術の検討

(1) 破碎粒度の異なるディスポーザ排水のTC・TN・TP分布

本実験では、実験結果を定量的に評価できるようにするために国土交通省による標準生ゴミを使用した⁴⁾。この標準生ゴミの組成をTable 1に示す。

ディスポーザ排水中の粒子態有機成分をスクリーンを用いて回収することとし、回収効率の高くなるスクリーンメッシュサイズを決定するために、破碎粒度の異なるディスポーザ排水の全炭素(TC)、全窒素(TN)、全リン(TP)分布を求めてスクリーンメッシュサイズ毎のTC、TN、TPの回収率を算出することにした。

ディスポーザの内部にはターンテーブルが設けられ内壁面に刃が固定されており、このターンテーブルと固定刃の間隙間と、ターンテーブルの回転により生ゴミをすりつぶして破碎するようになっているので資源回収にとっての最適粒度を調べるために、改造ディスポーザ(アナハイム社製、950-JFのターンテーブルを削り直径を5mm短くしたもの)、加工しないディスポーザ(TOTO社製、Model-333)、及びミキサーを用いて標準生ゴミを破碎し、粒度分布の異なる4種の試料(Sample A, Sample B, Sample C, Sample D)を作成した。試料の粒度別のTC、TN、TPをそれぞれ定量分析に供した。粒度分布、TC、TN、TPの測定はそれぞれ1回とした。各試料の調整方法をTable 2、粒径加積曲線をFig.1に示す。Fig.1においてSample Bを基準粒度の試料として、Sample AはSample Bより粒度が粗い試料、Sample C、Sample DはSample Bから二段階粒度を細かくした試料である。これら4種のうち、Sample Aが最も粒度が粗く、Sample Dが最も粒度が細かく、その中間でSample Bはやや粗く、Sample Cはやや細くなっている。

TC、TNの測定はCNコーダ(Yanaco社製、MT-700型)、TPはモリブデン青(アスコルビン酸)吸光光度法⁴⁾によった。

(2) 破碎粒度と有機酸生成速度の関係

有機成分の再資源化の手段としてメタン発酵を想定し、メタン発酵にかける際の有機酸生成までの過程を効率よく進行させるディスポーザ排水の破碎条件を検証するために、回収したディスポーザ排水の破碎粒度

Table 1 標準生ゴミの組成

Composition	Raw weight(g/cap/day)	Composition ratio(%)
Carrot	45	18
Cabbage	45	18
Peel of banana	25	10
Apple	25	10
Peel of grapefruit	25	10
Dried house mackerel(boiled)	25	10
Thigh bone of chicken(boiled)	20	8
Eggshell	5	2
Boiled rice	25	10
Used tea leaves	10	4
Total	250	100

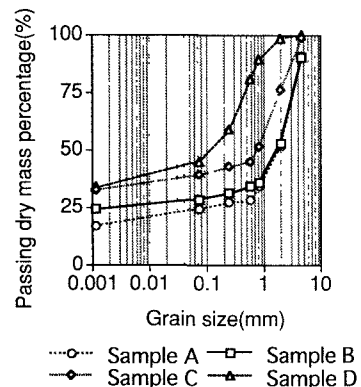


Fig.1 各試料の粒径加積曲線

Table 2 各試料の調整方法

Sample	破碎方法
A	粗く割るために改造したディスポーザで破碎
B	通常のディスポーザで破碎
C	通常のディスポーザ排水をミキサーで10秒間破碎
D	通常のディスポーザ排水をミキサーで1分間破碎

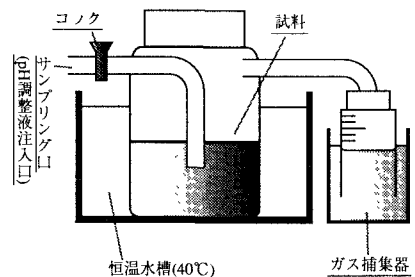


Fig.2 実験装置

と有機酸生成速度の関係を明らかにした。

各試料の含水率を99.1%に調整した後に120℃・223kPaで30分間滅菌し、あらかじめ同一条件下で120時間程度培養したデイスポーザ排水のGF/C通過液を植種した。気相部分を窒素置換した後、40℃に設定した恒温水槽中において滞留時間3日で培養し、12時間毎に液相をサンプリングするとともにNaOH溶液を用いてpHを6.8-7.2に調整した。そしてサンプリング後のGF/C通過液中の有機酸濃度を測定した。実験に用いた装置をFig.2に示す。

有機酸濃度の測定には高速液体クロマトグラフ(SHIMADZU社製、LC-10Avpシリーズ)を用いた。

(3) 下水へのデイスポーザ排水の混入による下水処理場への負荷量の増加

現在の下水管路内にデイスポーザ排水を排出することにより、下水処理場への負荷が増大する。下水中の懸濁物質はスクリーンによって回収できるが、回収できない物質はスクリーンを通過し、下水処理場へと流入する。本実験では、スクリーンを通過する物質により増加する負荷量について検討した。

福岡市のA下水処理場において、9:00、13:00、17:00の流入下水を採水し、各々の粒度分布を測定し、さらに粒径別のTC、TNを測定した。擬似的にデイスポーザ排水が混入した下水を作成するために、下水を採水した時間帯の流入下水量から算出した処理人口あたりの流入下水量と、1日にデイスポーザは3回使用されるとし標準生ゴミをデイスポーザによって下水管路に排出する際に必要な水量⁴⁾(5L/cap/day)から算出した1回当たりのデイスポーザ排水量から、下水に対するデイスポーザ排水の混入割合を決定し、デイスポーザ排水が混入した場合の粒度分布、及び、TC、TN分布を明らかにした。粒度分布を2回測定しその平均値として表した。また、TC、TNは2回分の粒度分布で篩い分けられた試料をコンポジットとして測定した。また、下水そのもの、下水の0.850mmの通過液、下水の0.850mmの通過液にデイスポーザ排水の0.850mm通過液を体積比で15:1で混入したものの各々のBOD、SSを測定した。BOD、SSはそれぞれ3回測定しその平均値を実験結果として表した。

2. 2 デイスポーザ排水中の溶存態有機成分の回収できる限界についての検討

(1) 吸着速度確認実験

デイスポーザ排水中の溶存態有機成分を回収できる限界を調べるために、回収手法として活性炭吸着について検討した。この回収手法の有効性を検討するために、デイスポーザ排水中の溶存態有機成分の活性炭への吸着平衡到達時間を実験的に求めた。

デイスポーザ排水中の活性炭の濃度別に吸着平衡到達時間を実験的に求めた。バイアル瓶にデイスポーザ排水のGF/C通過液の10倍希釈液と活性炭を1g/L、5g/L、25g/L、50g/L、100g/Lなるように濃度を変えて投入し20℃で攪拌した。攪拌時間を1-7時間として各時間のDOC濃度を測定した。実験は1回行い、測定はそれぞれ7回の平均を結果として用いている。なお、TOC濃度の測定は有機炭素分析計(SHIMADZU社製、TOC-500)によった。

(2) 現場吸着実験

実際にデイスポーザ排水を含んでいる下水中の溶存態有機成分の経時的な変化に対して、回収手段としての活性炭の有効性を検討した。

デイスポーザ排水を未処理のまま汚水とともに下水管渠に流しているマンションからの排水を毎時採水し、各試料に活性炭を10g/L、25g/L、50g/L、100g/L投入した。3時間(10分毎に攪拌)経過後のGF/C通過液の溶解性TOC(DOC)、DN、DP濃度を測定した。DOCの測定はそれぞれ7回の平均を結果として用いて、DN、DPの測定をそれぞれ1回ずつ行った。なお、DN、DP濃度の測定には、オートアナライザ(Bran + Luebbe社製、AA3)を用いた。

(3) 木炭による油の回収実験

デイスポーザの導入により、油が下水管路に今以上に排出される事態が予想される。油が下水管路内に投入されると、管路壁へ付着後に分解されガスを発生したり、下水処理場への負荷を増大させて、

嫌気分解速度を低下させる問題が生じる恐れがある。そこで油を別途回収する手法として木炭に付着させてスクリーンで油とともに回収する方法を考案し、木炭による油成分の回収限界を測定した。ポリ瓶内に水と油と木炭(粒径2.00-4.75mm)を入れて攪拌し、木炭と油の質量比を1:30、1:6、1:3とし、水と油の質量比を5:95とし、攪拌時間1-9時間毎の木炭に付着した油の質量を測定して油の回収率を求めた。木炭を投入する際に、木炭に油を先に付着させた場合と水を先に付着させた場合について検討した。

3. 結果

3. 1 ディスポーザ排水中の粒子態有機成分の回収技術の検討

(1) 破碎粒度の異なるディスポーザ排水のTC・TN・TP分布

各試料のTC、TN、TP分布と粒度分布をFig.3に示す。粒度が粗いSample Aでは、TCの60%程度は粒径0.850mm以上に存在し、0.075-0.850mmではTC、TNはほとんど存在せず、残りは0.075mm以下に存在する。

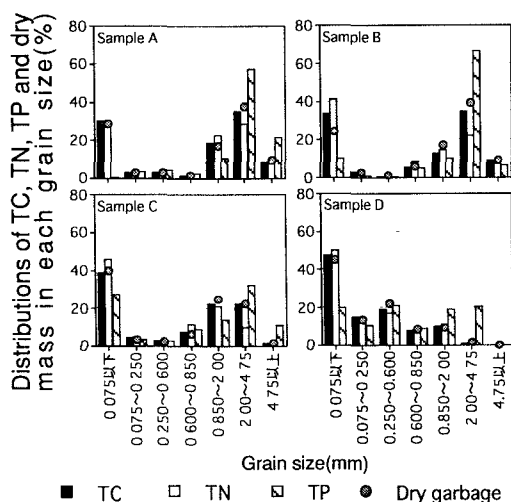


Fig.3 各粒径のTC、TN、TPの含有率

またTC、TN分布は、Sample A、Sample Bの粒度の粗い試料では粒径2.00-4.75mmと0.075mm以下の部分に存在するという2極化傾向を示したのに対し、Sample C、Sample Dの粒度の細かい試料では0.075mm以下の部分に顕著に存在した。TP分布もTC、TN分布と基本的には同様の傾向を示したが、Sample A、Sample Bの粒度の粗い試料ではその80%程度が0.850mm以上に存在した。粒度の粗いSample Aでは、Sample Bにおいて0.850-4.75mm中に存在していた成分が、ターンテーブルを削ったためにディスポーザによる破碎が不十分となり、4.75mm以上の成分が増加したものと考えられる。また、粒度の細かいSample C、Sample Dでは、Sample Bにおいて0.850mm以上に存在していた成分がミキサーによって更に破碎され、小粒径成分が増加したと考えられる。

各試料の粒径0.600mm以下、0.850mm-2.00mm、2.00mm以上の部分のTC、TN、TP分布と各サイズでの回収分のC/NをTable 2に示す。粒度の粗いSample A、Sample Bではスクリーンメッシュサイズを0.850mmと設定することで、TCの50-60%、TNの40-60%、TPの80-90%が回収可能であることが分かる。粒度の細かいSample CではSample A、Bと同程度の回収率を得るために必要なスクリーンメッシュサイズは0.600mmであるが、0.850mmでの回収率と比較すると増加分はそれほど多くないため0.850mmでも問題ないことが分かる。粒度の最も細かいSample Dではスクリーンメッシュサイズを0.250mmに設定しても回収率は不十分であった。スクリーンとしての機能の維持を考慮すると、最適スクリーンメッシュサイズは0.850mmとなる。ただ、0.850-2.00mmの間に好ましいメッシュサ

Table 3 スクリーンメッシュサイズのTC・TN・TP分布及びC/N回収率

SIZE (mm)		< 0.600	0.600 - 0.850	0.850 - 2.00	2.00 <
Carbon	Sample A	36.8	1.5	18.4	43.3
	Sample B	37.9	5.6	12.6	43.9
	Sample C	45.7	7.5	22.6	24.2
	Sample D	81.2	8.1	9.8	0.8
Nitrogen	Sample A	36.0	1.7	22.5	39.7
	Sample B	45.1	8.5	14.3	32.2
	Sample C	54.8	11.6	21.1	12.5
	Sample D	79.0	8.4	10.8	1.8
Phosphorus	Sample A	8.2	2.2	10.6	79.1
	Sample B	11.8	5.4	9.9	73.0
	Sample C	33.6	8.9	14.0	43.5
	Sample D	51.4	8.8	19.0	20.8

SIZE (mm)		0.600 <	0.850 <	2.00 <
C/N	Sample A	7.4	7.4	8.1
	Sample B	10.3	11.1	12.5
	Sample C	10.7	12.4	17.2
	Sample D	8.2	7.8	4.2

イズがあるかもしれないので、より詳細な検討を行うことにしている。

また、下水処理場での嫌気性消化においてC/Nで12-16がもっとも効率的に消化されるといわれているが⁵⁾、0.850mmスクリーンメッシュサイズで回収された各試料のC/Nはそれぞれ7.4、11.1、12.4、7.8であり、破碎後の粒度が粗いところでは、粒子態物質中に炭素と同時に窒素も多量に存在しているためC/Nが低く、粒度が細かいところでは炭素が少量になりC/Nが低くなっている。また、Sample AとSample BのTC、TN分布を比較すると、0.850mm以上にTCはSample A、Bは同程度存在し、TNはSample BよりSample Aの方が多く存在しており、C/Nに差が生じた。このことから破碎粒度を変えることにより、C/Nを操作できることが解る。

(2) 破碎粒度と有機酸生成速度の関係

全炭素の有機酸転換率の経時変化をFig.4に示す。

発酵開始12時間までは各試料とも転換率は低いが、粒度の最も細かいSample Dでは12時間経過後から、Sample B、Sample Cでは24時間経過後から、粒度が最も粗いSample Aでも24時間経過後から有機酸生成が確認された。Sample Aの36時間目に炭素転換率が低下しているが、これは分析のエラーと思われる。これにはメタン発酵の際に律速となると考えられる可溶化過程が関係しており、粒度の細かい試料では粒度の粗い試料と比べて同一体積における表面積が大きくなるので、可溶化が速くなされと考えられる。このことから、平均粒度と有機酸生成までの誘導時間の間には相関関係が認められ、粒度をかなり細くすることにより誘導期時間が短くなることが確認された。

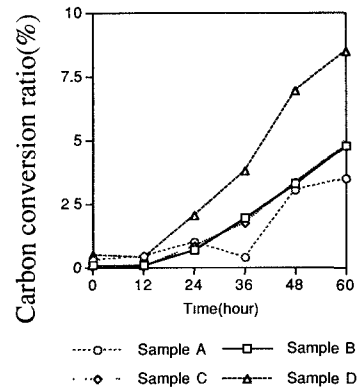


Fig.4 有機酸への炭素転換率の経時変化

(3) 下水へのディスポーザ排水の混入による下水処理場への負荷量の増加

採水した生下水、ディスポーザ排水を体積比で15:1で混入した下水(以下、混合下水と称す)の粒径加積曲線をFig.5に示す。今回採水した下水には粒径の大きい懸濁物質は少量しか存在していなかったため、混合下水の粒度分布はディスポーザ排水中の懸濁物質の量に支配された。混合下水中のTC、TN分布をFig.6に示す。混合下水の0.075mm以下の部分の乾燥質量に対してTCが非常に低かった。下水の0.075mm以下の溶液の強熱減量は9:00、13:00、17:00では、それぞれ6.3、6.2、3.1%となってお

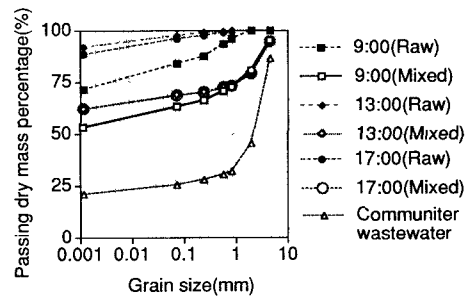


Fig.5 下水、混合下水の粒径加積曲線

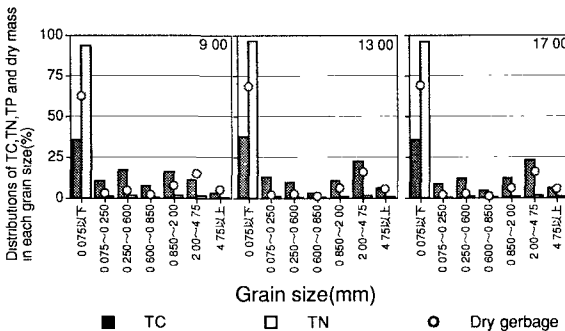


Fig.6 混合下水のTC、TN、TP分布及び粒度分布

Table 4 下水とディスポーザ排水の負荷量 (BOD、SS)

Time	Raw sewage	Sewage passing the screen (mesh size is 0.850mm)	Mixed liquid (sewage communiter wastewater=15 l(volume) passing the screen)
BOD 09:00	337	298	379
13:00	191	167	300
17:00	265	231	358
SS 09:00	423	370	377
13:00	150	127	190
17:00	150	137	193

unit mg/L

り、その乾燥質量のほとんどが無機物であったと考えられる。また、TNはほとんどが0.075mm以下の画分に存在していた。この窒素成分は下水によるものであった。生下水そのもの、生下水0.850mm通過液、混合下水の0.850mm通過液のBOD、SSをTable 4に示す。スクリーンを通すことにより下水のBODは減少したが、ディスポーザ排水が混入するとBODが100mg/L程度増加した。これらのデータは一例にしかすぎないのでさらに検討する必要がある。

3. 2 ディスポーザ排水中の溶存態有機成分の回収できる限界についての検討

(1) 吸着速度確認実験

ディスポーザ排水中のDOC濃度の経時変化をFig.7に示す。

活性炭の濃度が5g/L以下で吸着平衡に達するまで5時間以上を要し、実際の下水の処理場までの到達時間が3-4時間程度であることを考えると下水管路中での有機物吸着には5g/L以下の活性炭の濃度では不十分であると考えられる。それに対して、25g/L以上の活性炭濃度では3時間以内に吸着平衡に達し、下水管路中での有機物吸着に適用可能であった。50g/L以上の活性炭濃度では30分以内で大部分の吸着が終了することが解る。

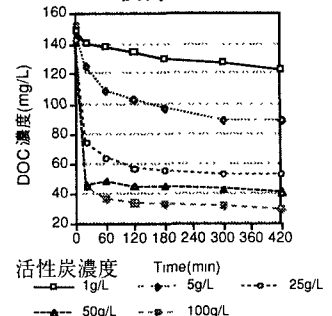


Fig.7 ディスポーザ排水中のDOC濃度の経時変化

(2) 現場吸着実験

2002年2月5、6日の横浜市ネーブルランドで採水した下水中のDOC濃度の経時変化をFig.8、DN濃度、DP濃度の経時変化をFig.9に示す。

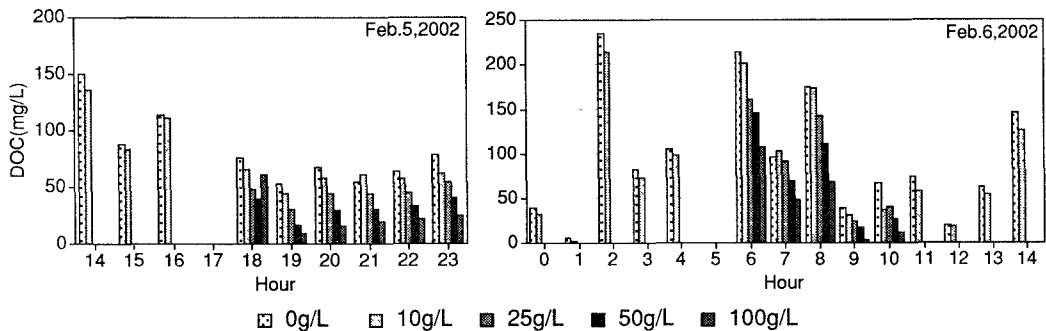


Fig.8 2002年2月5日(上)、2月6日(下)の下水中のDOC濃度の経時変化

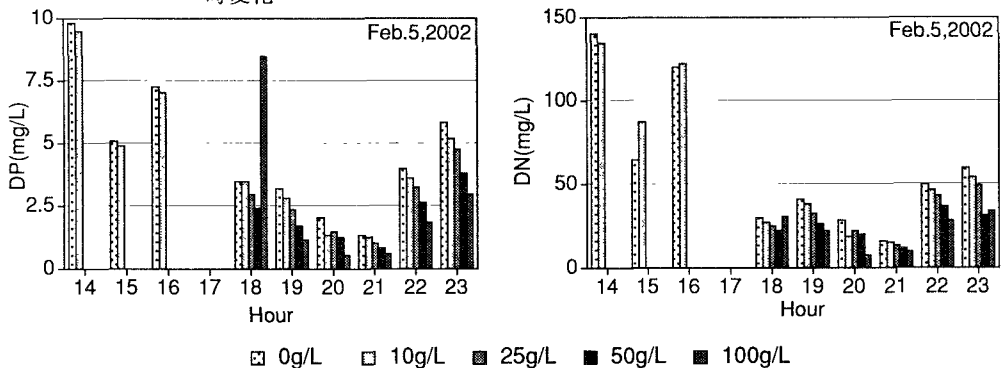


Fig.9 2002年2月5日の下水中のDN(左)、DP(右)の経時変化

Fig.8より、下水中にデスポーザ排水が混入する時間帯(6-10時、18-23時)では活性炭濃度25g/Lの下水中ではDOCの20-40%程度、50g/Lでは40-60%程度、100g/Lでは60-80%を吸着していることから、実際のデスポーザ排水が混入した下水中の溶存態有機物質の保持に活性炭は有効であることが確認された。またDOC率からみて活性炭濃度は25g/L以上が望ましいという結果となった。

またFig.9より、DN、DPも活性炭に吸着していた。しかし、活性炭へのDOCの吸着量と比較すると、DN、DPの吸着量は小さく、DNの吸着量は活性炭濃度の増加に伴って大きく変化せず、DPは活性炭濃度が100g/Lの時、活性炭に50%以上吸着した。

(3) 木炭による油の回収実験

攪拌時間当たりの木炭による油の回収量をFig.10に示す。粒径が2.00-4.75mmである木炭を用いて、油の付着量を測定した。木炭1gあたり油は0.5-0.75g付着しており、木炭の粒子を球体であると仮定して、Fig.10に示している単位表面積当たりの油の付着量を算出した。Fig.10より、油の付着量は、攪拌時間が長い場合でもほとんど変化がなかった。また、木炭の表面に先に水が付着している状態では、油を先に付着させたときの油の付着量の半分程度であった。

4. 考察

4.1 デスポーザ排水中の粒子態有機成分の回収技術

デスポーザ排水中のTC・TN・TP分布を明らかにすることにより、破碎粒度が粗い試料では、0.850mm以上の部分と0.075mm以下の部分にTC、TN、TPが偏って存在しているこ

とが明らかになった。破碎粒度の細かい試料では、0.850mm以上に存在していたTC、TN、TPの一部が粒径の小さい部分へ移行して0.075mm以下の部分に約50%存在するようになった。そこで使用可能なスクリーンメッシュサイズを決定するためにTC、TN、TPの回収率を算出した。メッシュサイズを0.850mmよりも小さくすると回収率が更に高くなるが、このサイズのものを実際に設置すると目詰まりが大きな問題となり、スクリーン前での水位上昇とスクリーン後の水位低下を引き起こしスクリーンへの負荷が増大すると考えられるので、スクリーンメッシュサイズはできるだけ大きい方が望ましい。これらのことから、使用可能性と回収効率を考慮して最適スクリーンメッシュサイズを0.850mmに決定した。

また、TC、TN、TPの回収率から見るとデスポーザ排水の破碎粒度が粗い程、回収率が高くなったが、有機酸生成速度から考慮すると破碎粒度が細かいほど、速くなる傾向が見られた。このことから、破碎粒度が粗い状態で回収し、メタン発酵にかける前に粒度を細かくすることが、生ゴミの再資源化を効率よく進行させることができると考えられる。

デスポーザ排水が下水中に混入することによって下水処理場への負荷量は増大する。山海、小塩らは、デスポーザ排水の負荷特性を明らかにするために、ゴミの組成を一定にした標準生ゴミを設定しデスポーザ使用時の必要水量を5L/cap/dayとしたとき、デスポーザを使用することで、1人1日当たりの排水量は200Lから205Lに、BODは200mg/Lから330mg/Lへと増加すると報告した⁴⁾。また、竹崎、清水らの調査報告によると、250gの標準生ゴミを含む5Lのデスポーザ排水のBODは5690mg/L、SSは7480mg/L、TNは261mg/L、TPは49.4mg/Lであった⁷⁾。負荷をできるだけ軽減させるために下水中の懸濁物質を最初沈殿池の前でスクリーンにより回収する。0.850mmスクリーンで回収できないで通過するBOD、SSは、生下水ではそれぞれ90%程度であった。標準生ゴミを用いたデスポーザ排水のBODは文献値で5500mg/Lであり、本実験で使用した下水と体積比で1:15で混入しているとすると、BODは522-660mg/L程度となる。この値を用いたスクリーンによるBODの除去率は

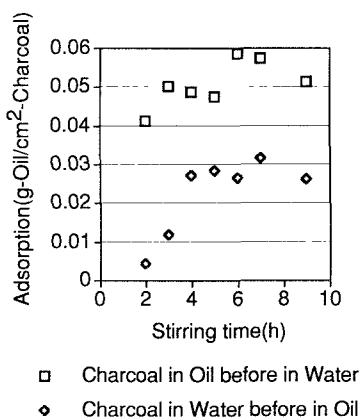


Fig.10 攪拌時間と木炭の単位表面積当たりの油の付着量の関係

40%程度である。0.850mmスクリーンで懸濁物質を回収することで、BODをある程度除去できうるが、それでもスクリーンの通過液でBODが300-380mg/L程度あるので、通過液中の有機成分のさらなる回収を考えるか処理能力の余裕を活かす程度に普及を抑えることが必要となる。

4. 2 ディスポーザ排水中の溶存態有機成分の回収できる限界についての検討

Fig.8、Fig.9において、活性炭濃度を高くするにつれてDOC(GF/C通過物)、DN、DP濃度が減少した。14-16時、0-6時の時間でのDOC、DN、DPの値が下水中にディスポーザ排水が存在すると考えられる時間帯(6-10時、18-23時)の時よりも高くなっていた。これは、6-10時・18-23時では、朝食・夜食の時間帯でありその時間に多くの家庭が、食器洗いに使用する水を利用してディスポーザを使用しており、また、洗面、洗濯、入浴がなされる可能性が充分にある時間帯であることから、さらに流量が増加することとなってDOC、DN、DP濃度が低い値を示したと考えられる。これに対して14-17時、0-6時では水の使用量が少なく、流量が少なくなっている状態で時々のトイレなどの使用によりDOC、DN、DP濃度が高い値を示したと考えられる。

木炭1gにつき油を0.5-0.75g付着することが可能であり、攪拌によって付着量はほとんど変化しなかった。攪拌時間を下水管路内の流下時間と考えると油の輸送回収に木炭が働くことが分かる。しかしながら、水を先に付着させた木炭では、油の付着量が半分程度となった。このことから、油を投棄する際に木炭の同時注入方式により高い回収率が得られることが分かる。

4. 3 今後の課題

ディスポーザ排水中の粒子態有機成分の回収手法であるスクリーンの回収効率が高くなるメッシュサイズを、スクリーンによるTC、TN、TPの回収率と実用性から、0.850mmと決定した。そのため0.850mm程度のスクリーン(通常のスクリーンメッシュサイズは2-3mm程度)を用いた固液分離方式を開発する予定である。0.850mmは、非常に小さいサイズであるために目詰まりが大きな問題となる。現在、最小で1mmの振動式微細目スクリーンが開発されているので、今後は更に細かくするために0.850mmの振動式スクリーンを開発することを試みている。

ディスポーザ排水をメタン発酵させる際の有機酸生成速度と破碎粒度の関係を検証する実験ではSRTを3日間としたが、通常の消化槽タンクのSRTは約1ヶ月となっているので、さらに実験時間を延長してメタン生成効率を検討する予定である。

本実験ではディスポーザ排水を対象として行っているが、実際のリサイクルシステムで有機成分を回収する際にディスポーザ排水と汚水が混合した状態であるので、今後の課題として汚水に含めた輸送されたものからの固形物回収技術に関して検討する予定である。

ディスポーザによる破碎のし方でスクリーン通過液の成分を減らすことができる破碎形態について検討中である。ディスポーザ排水中の溶存態有機成分を回収する手法として活性炭吸着を考案し、検討実験を行った。実際に成分が変動するディスポーザ排水を含む下水に対して、活性炭濃度を25g/L以上にすると溶解性有機炭素(DOC)は活性炭に約40%以上吸着したことから、DOC吸着に活性炭は有効であった。しかしながら、その活性炭濃度は通常の下水のSS濃度の100倍以上であるので、実際に下水管に投入して使用することは難しい。そのため木炭による油分についても検討したが、管路輸送する過程で酸化分解を減少させ、吸着脱離を処理場で行えるような新たな方策について検討中である。

5. 結論

(1)破碎生ゴミ中のTC、TN、TP分布は粗粒度部分では粒径0.850mm以上に偏っており、細粒度部分ではTC、TN、TP分布は40-50%程度が0.075mm以下に存在した。

(2)ディスポーザ排水中の粒子態有機成分を回収する際の実用可能な最小スクリーンメッシュサイズは0.850mmである。

(3)破碎生ゴミの粒度が粗いとメタン発酵の際の有機酸生成までの誘導期時間は長くなり、逆に粒度が細かいと誘導期時間は短くなった。破碎粒度が細かいほど有機酸生成効率が高くなる。

- (4)デイスポーザ排水が混入した下水中の懸濁物質は0.850mmスクリーンにより回収可能であるが、通過液でも、BODは300-380mg/L程度あった。
- (5)活性炭のTOC吸着平衡に到達するまでの時間は活性炭濃度5g/L以下では5時間以上、25g/L以上では3時間以内であり、50g/L以上であれば30分以内であった。
- (6)成分が時間変動する、デイスポーザ排水の混入した下水に対して、活性炭は25g/L以上で溶存態有機成分回収の為に吸着担体として有効である。
- (7)活性炭濃度が25g/L以上では通常下水のSS濃度の100倍以上であるため、固定床型の回収方式を考える必要がある。
- (8)木炭1gで油を0.5-0.75g付着させることができ、攪拌時間が経過しても付着量は変化しないので油分の分離に有効である。

謝辞

なお、本研究は、平成13、14年度科学技術振興調整費による「都市ゴミの高付加価値資源化による生活排水・廃棄物処理システムの構築」の一環として行われたこと、及び、現地実験に際し横浜市下水道局、(財)下水道新技術推進機構、(株)日水コンから、多大なご配慮をいただいたことを記して謝意を表する。

参考文献

- 1)環境省：一般廃棄物の排出及び処理状況(平成11年度実績), 1999
- 2)李玉友ら：生ゴミの高温メタン発酵に及ぼす投入濃度の影響, 環境工学研究論文集, Vol.35, 1998
- 3)吉田隆：廃棄物の炭化処理と有効利用, 双文社, pp.1-296, 2001
- 4)山海敏弘ら：デイスポーザ排水の標準組成と負荷特性, 水環境学会誌, 第22巻, 第1号, pp.67-73, 1999
- 5)日本食品科学工学会編：新・食品分析法, 東京：光琳, pp.125-143, 1996
- 6)日本下水道協会編：下水道維持管理指針, pp.788, 1991
- 7)竹崎義則ら：デイスポーザ排水の負荷原単位設定(調査報告), 廃棄物学会誌, Vol.12, No.5, pp.312-321, 2001