

焼酎蒸留粕で作製したエコポットの量産化に関する基礎的研究

鹿児島高専（学） 下堂園 昭信 二田 剛 木原正人 山内正仁
宮崎大学（正） 増田純雄

1. はじめに

九州地区で発生する焼酎粕量の約半分量の24万4千tonを占める鹿児島県では、今尚13万3千tonの焼酎粕が海洋投棄処分されている。近い将来、我が国もロンドン条約を批准するとみられ、海洋投棄に替わる経済的にフィージブルで環境低負荷型の陸上処理技術を開発する必要性に迫られている。焼酎粕はCOD_{cr}濃度80,000～100,000mg/L程度の濃厚スラリー状有機物であり、そのままでは経済的にフィージブルな処理法は存在しないが、適切な固液分離操作を施せば、固、液部にそれぞれ最適な処理・有効利用法が適用できる。

鹿児島高専・(株)アシップ共同研究グループは焼酎粕に古紙を混合し、成型・加圧することで焼酎粕を固、液部に容易に分離でき、かつ、固形部については肥料成分を多量に含有する紙状製品（エコ製品）を作製する方法を確立した。そして、その具体的製品であるエコポットを作製する回分式の装置（エコポット作製装置）を開発した。本研究では、これまでの回分実験で得られた知見と従来の古紙ポット製造技術を利用して、焼酎粕に適したエコ資材量産化装置の開発を行い、若干の知見が得られたので報告する。

2. 装置の概要と試験方法

2.1 装置の概要

エコポット量産化装置の写真を図1に示す。本装置は、エコポットを1ショットで6個体（寸法；88×64×82H）作製でき、試料調製から成形・加圧工程まで自動化されている。次にポット作製方法について説明する。まず焼酎粕100kgに新聞古紙3kgの割合でパルパーに投入し、30分間粉碎後、試料（焼酎粕+古紙）をバットに移す。次に下金型（成型型）を180°反転させ、原料溶液（試料）中に浸し、成型型内側から吸引をかけ金網表面に試料を吸着させる。その後、再び180°反転させ、吸引脱水後、上金型（受取型）の吸引と吹出しのタイミングで、ポットを成型型から受取型、乾燥用のステンレス容器に移し、乾燥させ、エコポットを作製する。なお、本装置は金型を平面型に取替えることで、法面緑化基盤材の作製も可能である。



図-1 エコポット量産化装置

2.2 試験方法

2.2.1 エコポット原料の成分分析

まず量産化装置を稼働させるためには、試験材料である甘藷焼酎粕の性状と新聞古紙の物性を分析する必要があった。そこで、まず焼酎粕の含水率、蒸発残留物、強熱減量、SS濃度及び窒素成分を下水道試験法にしたがい測定した。また、焼酎粕に含まれる肥料成分の一つである窒素成分が固形画分、液画分のどちらに多く含まれているかを確認するために遠心分離器（3000rpm., 10min）で分離した焼酎粕のNH₄-N, NO₃-N, T-N量を測定した。つぎに古紙に含まれるインクから重金属が検出されることが予想されたため、古紙中のカドミウム（Cd）、水銀（Hg）、ヒ素（As）、鉛（Zn）、総クロム（T-Cr）含量を肥料分析法にしたがい測定した。古紙は回収率が最も高く、大量に入手可能で、かつ質が均一である新聞紙（M新聞紙：鹿児島県鹿児島市）を用いた。

2.2.2 エコポット生産試験

これまでに回分式のポット作製実験において、焼酎粕に含まれる固形分（SS分）の約98%は試料（焼酎粕+古紙）中の古紙繊維が金型表面でフィルターの役割をはたすため、ポット中に保持されることが明らかとなった。しかし、1個体のポットを加圧脱水するのに2.5分を要し、ポット量産化には問題を残した。その原因として1)真空ポンプの容量、2)試料中の固形分量が多いことが考えられた。また、ポット作製過程で生じる廃液のCOD_{cr}は40000～45000mg/Lであるため、後段の廃水処理（多段型UASB高速メタン発酵リアクター）装置で処理する場合、廃水の濃度が高く、廃水を希釈する必要があることがわかった。そこで本研究では、試料調製工程で試料を希釈し、真空ポンプの容量を7.5kW×4.2m³/min×-400mmHgから11kW×5.2m³/min×-400mmHgに

表-1 量産化装置の運転条件

成形	*1 秒	受取型下降停止	1.0 秒
成形ブロー	0.5 秒	受取型ブロー	0.6 秒
脱水	120 秒		
ポンプ容量		7.5kW×4.2m ³ /min×-400mmHg	
		11kW×5.2m ³ /min×-400mmHg	

*1 2倍希釈7秒 2倍希釈2秒 3倍希釈7秒

キーワード 焼酎蒸留粕、エコポット、量産化、資源循環、土木・農業用資材

連絡先 〒899-5193 鹿児島県始良郡隼人町真孝460-1 鹿児島工業高等専門学校土木工学科 TEL0995-42-9124

増大させ、脱水作用に及ぼす機械的問題点を表-1に示す運転条件で検討した。なお、金型内側の吸引孔は 2.5mm穴 × 10mm ピッチ（開孔率4.9%）ものを使用した。

3. 実験結果と考察

表-2 甘藷焼酎粕の性状

表-3 焼酎粕1Lあたりの固形部、液部のT-N量

3.1 甘藷焼酎粕の性状分析

表-2に甘藷焼酎粕性状を示す。焼酎粕はpHの低い、固形分を多く含む高濃度有機質廃液であることがわかる。窒素としては無機態窒素(NH₄-N、NO₃-N)が少ないことからその大部分が有機態窒素である。表-3に焼酎粕1Lあたりの固形部、液部のT-N量を示す。焼酎粕に含まれるT-N量は2380mgであり、この内、固形部に1870mg、液部に510mgの窒素が含まれることが明らかとなった。つまり、甘

分析項目	甘藷焼酎粕(原液)
pH	4.1
含水率 [%]	93.3
COD _{Cr} [mg/l]	90,700
蒸発残留物 [mg/l]	66,700
強熱減量 [mg/l]	62,000
SS [mg/l]	38,000
T-N [mg/l]	2,380
NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	141.4
NO ₃ ⁻ -N [mg/l]	24.8
P ₂ O ₅ [mg/kg]	664
K ₂ O [mg/kg]	1,320
CaO [mg/kg]	296
MgO [mg/kg]	248
粘度 [Pa・s]	0.098

甘藷焼酎粕(原液)	液部	固形部
2,380mg	510mg	1870mg

表-4 古紙の物性

項目	分析値
含水率	8.4%
カドミウム	not detected
水銀	not detected
ヒ素	not detected
鉛	not detected
総クロム	1.1ppm

藷焼酎粕に含まれる窒素分の約80%は固形部に由来している。したがって、試料(焼酎粕+古紙)を希釈し、エコポットの量産化を試みてもSS分の流出が抑制できれば、ポットの肥料成分(窒素)は保持できると考えられる。表-4に重金属成分の分析結果を示す。古紙中のT-Crは1.1ppmであったが、Cd、Hg、As、Znは全く検出されなかった。一般に乾燥土壌の平均T-Cr含量は100ppmであることから、古紙のインク成分には、土壌汚染につながる重金属成分は含有されていないことがわかった。

3.2 エコポット生産試験

図-2にエコポットの含水率と脱水時間の関係を示す。成形時間7秒、吸引ポンプの容量7.5kW × 4.2m³/min × -400mmHgでポットを作成した場合、ポットの含水率は脱水時間60秒で85%、120秒で77%であった。特に含水率85%以上(60秒以内)では、ポットの離型はできなかった。次に、真空ポンプの容量を11kW × 5.2m³/min × -400mmHgに増大させ同様な試験を行った。その結果、ポットの含水率は2倍希釈の場合、成形時間2秒、脱水時間60秒で76%、3倍希釈の場合、成形時間7秒、脱水時間50秒で76%となった。このことから、ポンプ容量を増大させることで、脱水時間を半分に短縮することが可能となった。しかし、脱水時間による真空圧の変化を観察した場合、脱水時間全体を通して真空圧の変化が小さいことからポンプの吸引性能は十分に引き出されていないと考えられる。したがって、ポンプの吸引性能を引き出すためには金型の吸引孔を大きくし、開孔率を上げ、金型部分の通気性を高める必要があると考えられる。あわせて脱水時間の短縮が期待できる。

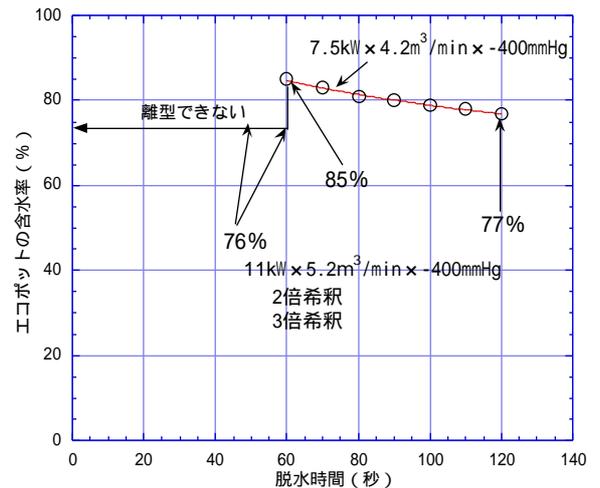


図-2 エコポットの含水率と脱水時間の関係

表-5 エコポットに含まれる窒素量

希釈倍率	T-N (g / 100g pot)	ポット重量 (g)	ポット当たりのN量 (mg)
2倍	2.04	5.9	120mg
3倍	1.95	5.6	110mg

表-5に の条件(真空ポンプの容量; 11kW × 5.2m³/min × -400mmHg、金型内側の吸引孔 2.5mm穴 × 10mm ピッチ(開孔率4.9%))で作製したエコポットに含まれる窒素量の分析結果を示す。T-N量は紙ポット100g当たり2倍希釈で2.04g、3倍希釈1.95gであった。このことから、希釈倍率が変化してもSS分が流出しなければ、ポットの肥料成分は維持されることがわかった。なお、本エコポット当たりの窒素量はそれぞれ120mg、110mgであり、植物の初期生育に必要な窒素分としては十分であると考えられる。

4. おわりに

本研究ではエコポット量産化装置の試運転を行い、以下の知見を得た。1) 焼酎粕に含まれる窒素成分の約80%は固形分に由来することが明らかとなった。このことから、焼酎粕を後段の廃水処理を考え希釈して使用してもポット側に固形分が保持されれば、ポットの肥料効果は期待できる。2) ポンプ容量を増大させることで、脱水時間を半分に短縮することが可能となった。3) 脱水時間による真空圧の変化を観察した場合、脱水時間全体を通して真空圧の変化が小さいことからポンプの吸引性能は十分に引き出されていないと考えられる。したがって、ポンプの吸引性能を引き出すためには金型の吸引孔を大きくし、開孔率を上げ、金型部分の通気性を高める必要があると考えられる。