

焼酎蒸留粕を減圧蒸留して得られる凝縮液の性状特性

鹿児島高専 (学) ○二田 剛 佐藤 吉朗
 鹿児島高専 (正) 山内正仁 木原正人
 宮崎大学 (正) 増田純雄

1.はじめに

海洋汚染防止のため、ロンドン条約が産業廃棄物の海洋投棄処分の段階的禁止を決め、焼酎蒸留粕(以下、焼酎粕)も近い将来禁止される状況にある。そのため、焼酎粕の海洋投棄禁止に備えて、これまでに様々な陸上で処理・処分法が検討されている。

筆者らは、焼酎粕を効率良く有効利用するために、焼酎工場から排出される焼酎粕が 90℃以上の高温であること、また蒸留器の冷却排水の温度差が 50℃以上あることに着目し、これらの廃熱を有効利用して焼酎粕の減圧蒸留を行い、凝縮液(液分)と固形分に分離し、焼酎粕全てを資源として利用することを目的に研究を進めている。本文では凝縮液の性状特性について報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は市販のウォーターバス付きロータリーエバポレーターにバキュームポンプとバキュームコントローラーを取付けた簡単な装置である。実験は、O 酒造会社から排出された焼酎粕を 1L の回転フラスコに 300ml 入れ、ウォーターバスで所定の条件(70℃、80℃、90℃)まで温め、バキュームコントローラーで 75、150、225、375、525torr にセット後、フラスコの回転数 100rpm で開始した。各条件における凝縮液の回収時間は 60 分間とした。ただし、90℃75torr、150torr、80℃75torr については凝縮液量が 250mL に達した時点で蒸留を停止した。また、凝縮液の性状分析として、各温度における凝縮液を 250mL まで 50mL ずつ回収し、TC、TN を全有機炭素-窒素分析装置で測定した。さらに TC 成分を高速液体クロマトグラフィーで測定した。

3. 実験結果と考察

図-1 に蒸留温度 70℃、80℃および 90℃における凝縮液量の経時変化を示す。凝縮液量は時間の経過とともに逡増するが、その変化は減圧量が大きく、蒸留温度が高い程大きくなった。また、蒸留開始直後では、右上がりのほぼ直線的相関が見られたのに対し、蒸留時間が長くなるにつれて指数的増加が見られた。これは、

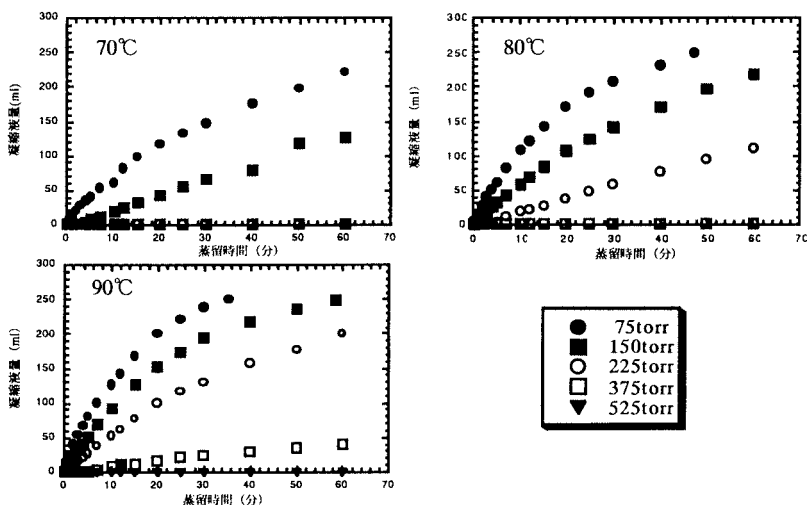


図-1 凝縮液量の経時変化

試料中の粘性が高まり、液分の蒸留を妨げているためと考えられる。例えば、90℃、75torr では蒸留開始直後から急激に増加し、3 分間で投入試料の約 1/6 (54mL) を凝縮液として回収できたのに対し、1/3 回収す

るのに 7 分、2/3 では 20 分と時間の経過とともに単位時間当たりに回収できる凝縮液量が減少している。以上のことから、焼酎粕から凝縮液を効率良く回収するためには、温度と圧力、蒸留時間（凝縮液量）が重要であることがわかる。図-2 に蒸留温度 70℃、80℃および 90℃における圧力と蒸留速度の関係を示す。蒸留速度は、図-1 の凝縮液量の経時変化で直線的に増加している蒸留開始直後の部分より求めた。蒸留速度は 70℃で 225torr、80℃で 375torr、90℃で 450torr から急激に速くなり、75torr においてそれぞれ 8.6mL/min、11.5mL/min、15.5mL/min であった。

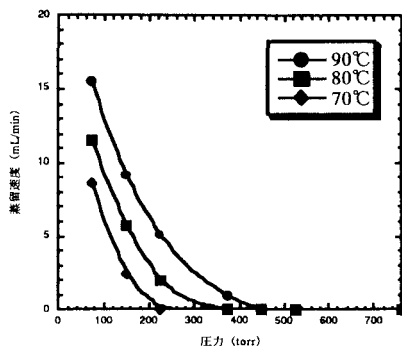


図-2 圧力と蒸留速度の関係

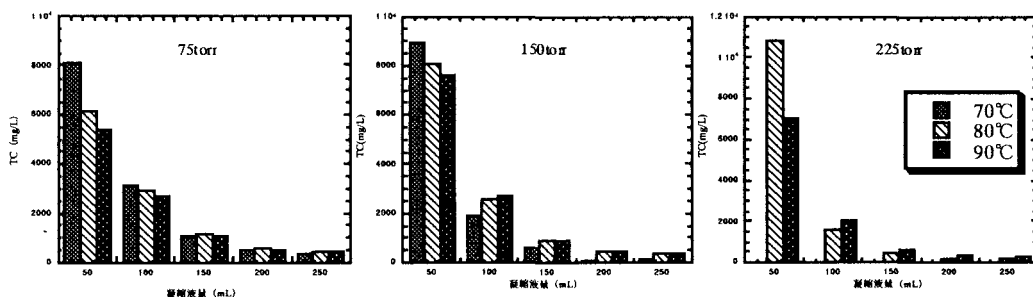


図-3 各凝縮液 50mL 中の TC 濃度

図-3 に各凝縮液中の TC 濃度を示す。TC は各条件とも蒸留開始直後の 50mL が最も高く、それ以降は急激に低くなった。また、温度が低く、圧力が高い程 TC は高かった。以上の結果から、凝縮液の TC 成分の回収は 80℃、225torr の条件が最適であった。しかし、この条件では図-2 で示した

ように蒸留速度が遅く、凝縮液の回収には長時間を要する。そのために有効利用という観点では問題点を残している。次に表-1 に凝縮液の液クロによる測定結果を示す。凝縮液の主成分はエタノールであり、他にメタノール、βフェネチルアルコール（β-ph-OH）などが含まれていた。またこの凝縮液は窒素分を含有しないため生物学的脱窒の有機炭素源として有効利用できる。さらに凝縮液回収後の固形分は飼料、肥料、蘇生紙の原料として有効利用できると考えられる。

表-1 蒸留開始直後の凝縮液 50mL に含まれる成分

項目	蒸留温度	70℃			80℃			90℃		
		75torr	150torr	225torr	75torr	150torr	225torr	75torr	150torr	225torr
metanol	(ppm)	102.1	129.7	85.2	119.8	156.3	82.2	108.8	128.9	
etanol	(%)	1.517	1.751	1.167	1.546	2.094	1.037	1.402	1.457	
n-plopanol	(ppm)	2.9	3.0	1.8	3.0	4.6	2.2	2.6	2.7	
I-butanol	(ppm)				2.2	5.2		1.9	2.3	
n-butanol	(ppm)					0.4				
I-amyl-alcohol	(ppm)	2.1	2.5		2.7	7.3	1.8	2.2	2.8	
acetion	(ppm)	1.8	2.2	1.8	2.3	4.2	2.2	2.1	2.7	
ethyl lactate	(ppm)	2.5	3.2	1.9	2.8	3.7	2.5	2.6	2.4	
furfural	(ppm)	18.9	1.4	15.6	2.2	2.5	3.1	1.3	4.9	
B-ph-ac	(ppm)	0.4	0.9	1.4	1.2	0.7	1.4	1.1	0.9	
B-ph-OH	(ppm)	69.5	95.6	72.1	95.5	109.2	82.2	90.5	86.2	

4.おわりに

本研究では、焼酎粕を減圧蒸留して凝縮液を回収し、その性状を調査した。その結果、焼酎粕中の有機成分は全ての条件において蒸留開始直後に多く回収されることがわかった。また、この有機成分を液クロで分析した結果、その主成分は 1~2%のエタノールであることが確認された。このことから、凝縮液は生物処理（脱窒）の際に不足する有機炭素源として有効利用できる。