

麦焼酎蒸留粕の減圧蒸留に関する研究

宮崎大学工学部 (学) ○太田 陽 (学) 安井 賢太郎 (正) 増田 純雄
 鹿児島工業高等専門学校 (正) 山内 正仁

1.はじめに

ロンドン条約により、焼酎蒸留粕（以下、焼酎粕）の海洋投棄の自主削減を行っている焼酎業界は、陸上処理への転換が課題となっている。又、環境問題が深刻化している中、農作物由来である焼酎粕の有効資源としての再資源化が求められている。そこで、その方法の一つとして筆者らは、焼酎粕を圧搾ろ過し、圧搾残渣物の飼料化、ろ液の資源化と焼酎粕すべてを有効利用する方法の検討を行っている。

筆者らの既往により、甘藷焼酎蒸留粕のろ液を減圧蒸留することでエタノールを主成分とする凝縮液を得ており、その凝縮液は生物学的脱窒の有機炭素源として有効利用できるとことを報告した。

本論文では、麦焼酎蒸留粕のろ液を減圧蒸留し、凝縮液を得るための最適条件と得られた凝縮液の成分について報告する。

2.実験装置と実験方法

実験装置は圧搾ろ過装置（図-1）と減圧蒸留装置（ウォーターバス付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り付けたもの）である。実験は麦焼酎蒸留粕（以下、麦粕）100gに稲ワラ4gを添加し、混合粉碎したもの（以下、混合試料）を圧搾ろ過装置で圧搾ろ過（条件；目開き10 μ m、圧搾ろ過時間10分）した。次に、圧搾ろ液を1Lの回転フラスコに300mL入れ、ウォーターバスで所定の温度60 $^{\circ}$ C,70 $^{\circ}$ C,80 $^{\circ}$ Cで減圧蒸留を行った。凝縮液はバキュームコントローラーで圧力を調整し、凝縮液を50mLずつ100mLまで回収した。なお、フラスコの回転数は150rpmとした。得られた凝縮液の成分分析はガスクロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィーを用いてアルコール及び有機酸類を測定した。

3.実験結果と考察

圧搾ろ過における圧力を変化させた時の圧搾残渣物の含水率と圧搾ろ液のSS濃度の関係を図-2に示す。残渣物の含水率は圧力の増加と共に図のように低下することが明らかである。また、SS濃度もそれと同じように圧力の増加に伴い減少する傾向にある。しかし、圧力20kPaにおいて、SS濃度が高くなっているのは、高圧のため、圧搾ろ過開始直後に目開きを通過する微細なSSが一度に大量流出したと考えられる。以上の結果より、減圧蒸留に用いるろ液は、含水率が低いこと、SS濃度が低いことが望ましいことから、圧搾ろ過時間10分、圧力15kPaで圧搾ろ過されたろ液を用いた。また、この時の麦粕原液の含水率は92.6%、SS濃度30220mg/Lであり、圧搾ろ液の含水率は81%、SS濃度3370mg/Lである。また、SS除去率は89%であった。

図-3に減圧蒸留時の圧力と蒸留温度を変化させたときの蒸留時間の変化を示す。蒸留後、最初の凝縮液50ml（以下、凝縮液①）と次の凝縮液50~100ml（以下、凝縮液②）を回収するのに要する時間は、ほぼ等しい。また、蒸留温度を固定し、圧力を下げると蒸留時間が短縮できることが分かる。圧力を固定し、蒸留温度

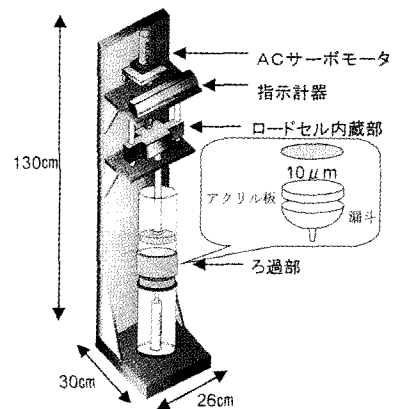


図-1 圧搾ろ過装置

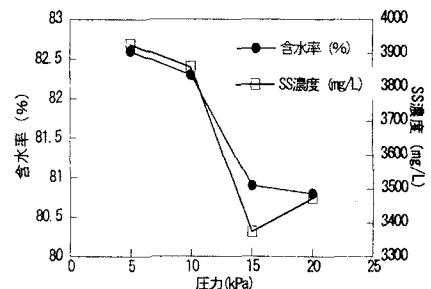


図-2 圧力と含水率及びSS濃度の関係

を下げると、圧力が高いところでは、圧搾ろ液が沸騰しなくなるので、凝縮液の回収には、蒸留温度に合わせて圧力も変えることが必要である。

表-1, 2 に減圧蒸留時の圧力と蒸留温度を変化させたときの凝縮液①, ②の各成分を示す。また、表-3 に甘藷焼酎蒸留粕(以下、甘藷粕)の凝縮液の成分を示す。表-1, 2, 3 から明らかのように麦粕の凝縮液の成分は、甘藷粕の凝縮液の成分とほぼ同類のものが得られた。凝縮液①, ②の主成分となるエタノールの濃度は10000~22000mg/L, 2000~5900mg/Lの範囲であった。また、凝縮液①でほとんどのエタノールを回収できたことが分かる。凝縮液②を得られた後、さらに減圧蒸留をしたが、回収した凝縮液中にアルコール成分はほとんどなかった。凝縮液①において圧力を下げると濃度が低くなる原因として、急激な圧力低下により、蒸留に多量の熱エネルギーが消費され、回転フラスコ内の温度が低下したためと考えられる。また、凝縮液①, ②を比べると、沸点の低いエタノールは沸点の高い酢酸に比べ、減圧蒸留開始直後に回収されることが分かる。凝縮液①, ②のpHは共に3.4~4.0の間であり、いずれの蒸留温度、圧力条件でも凝縮液①よりも凝縮液②のpHが低くなった。このことは凝縮液①よりも凝縮液②の酢酸の濃度が高いことから分かる。凝縮液のエタノール濃度と、図-3の蒸留時間を考慮すると、減圧蒸留条件は蒸留温度70℃、圧力21kPaで減圧蒸留直後に得られる凝縮液50mlが最も有効であることが分かる。

以上の結果と、麦粕が70℃以上の高温で排出されることから、この廃熱を利用し、減圧蒸留することで、得られたアルコールを生物学的脱窒の有機炭素源として有効利用できると考えられる。

4. 終わりに

麦粕の圧搾ろ液を減圧蒸留して得られた凝縮液の各成分を分析し、以下のような結果が得られた。1) 麦粕の凝縮液の成分は、甘藷粕とほぼ同類の成分であった。2) 麦粕中のエタノールは、すべての温度、圧力条件において蒸留開始直後に多く回収され、濃度は約17000mg/L(1.7%)であった。3) エタノールを回収する最適条件は、蒸留温度70℃、圧力21kPa、蒸留時間約13分であった。このことから麦粕のろ液を蒸留して初期段階で得られる凝縮液は甘藷粕の凝縮液と同様に生物学的脱窒の有機炭素源として利用できることが分かった。

なお、本研究の遂行にあたり、凝縮液の成分分析に、宮崎県食品開発センター応用微生物部の皆様にご協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 法元 隆浩: 焼酎蒸留粕の固液分離における圧力の影響に関する研究, 平成13年度 土木学会西部支部研究発表会 講演概要集, 2002
- 2) 安井 賢太郎: 焼酎蒸留粕の圧搾ろ液を減圧蒸留して得られる凝縮液の特性, 平成14年度 土木学会西部支部研究発表会 講演概要集, 2003

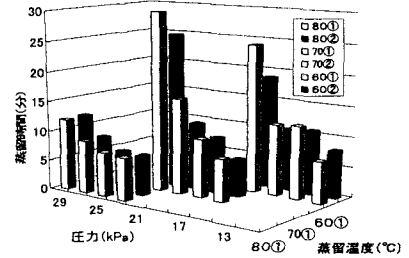


図-3 圧力と蒸留温度を変化させたときの蒸留時間

表-1 凝縮液①の成分表

成分	アルコール					有機酸		pH
	メタノール	エタノール	n-プロピルアルコール	トアミルアルコール	β-フェネチルアルコール	酢酸	酪酸	
沸点(°C)	64.7	78.3	97.2	88.2	122.1	118.1		
蒸留圧力	29(kPa)	5.4	19.752	137	9.9	250	310	3.58
	27	5.3	16.797	122	8.5	212	270	3.62
	25	8.8	16.114	119	6.1	209	275	3.63
	23	4.1	17.529	108	7.1	204	303	3.63
蒸留温度	70(°C)	5.9	20.094	130	11.3	197	302	3.64
	21	2.6	16.842	15	5.8	227	88	3.88
	19	0.0	10.985	10	4.8	186	86	3.95
	17	4.5	16.456	108	9.7	170	378	3.54
蒸留時間	17	15.3	21.553	135	12.5	193	365	3.58
	15	6.6	18.762	127	12.4	166	379	3.54
	13	7.6	17.619	123	6.4	177	266	3.63
	11	8.1	12.647	94	4.8	137	228	3.69

表-2 凝縮液②の成分表

成分	アルコール					有機酸		pH
	メタノール	エタノール	n-プロピルアルコール	トアミルアルコール	β-フェネチルアルコール	酢酸	酪酸	
沸点(°C)	64.7	78.3	97.2	88.2	122.1	161.6		
蒸留圧力	29(kPa)	0.0	3.263	19	0.0	237	367	3.55
	27	0.0	4.732	29	2.0	221	339	3.58
	25	2.9	4.625	29	1.3	210	359	3.56
	23	0.0	4.449	28	1.7	209	354	3.57
蒸留温度	70(°C)	0.0	2.114	13	0.0	175	391	3.59
	21	0.0	2.005	0	0.0	214	115	3.81
	19	0.0	3.081	0	1.3	187	106	3.84
	17	0.0	4.085	23	2.0	170	478	3.47
蒸留時間	17	2.4	2.605	14	1.3	179	460	3.5
	15	0.0	4.572	23	2.1	160	476	3.5
	13	2.3	4.279	28	1.3	180	303	3.59
	11	3.6	5.888	39	1.7	152	284	3.59

表-3 甘藷焼酎蒸留粕の凝縮液の成分

成分	アルコール					有機酸		アルテロド
	メタノール	エタノール	n-プロピルアルコール	トアミルアルコール	β-フェネチルアルコール	酢酸	酪酸	
凝縮液①	140~260	7200~23900	27~36	0.8~2.1	37~77	0~4.7	120~160	5~60
凝縮液②	20~60	1180~6300	0	0	41~72	0~5.5	160~210	0~15