

2 公害防止技術に関するもの

2.1 乙類しょうちゅう製造工場排水処理方式の検討

はじめに

近年とみに環境破壊に対する世論の目がきびしく小企業といえどもこの問題を無視してはその存在すら危ぶまれる現状である。本県を主とする南九州における乙類しょうちゅう製造工場はその規模が小さく、その上2、3の工場を除いては原料が原因とはいえ、操業度3～4ヶ月間と短かく季節産業の域を出ない。現在の排水規準は総排水量が50 m^3 以上の工場に適用されているが、これを乙類しょうちゅう工場についてみれば蒸溜廃液の量が概ね4 t 以上の工場が規制を受けることになる。昭和46酒造年度における本県下しょうちゅう製造工場をその蒸溜廃液推定排出量の規模別に分類すれば表一1のようである。この表にみられるようにいもを原料とする乙類しょうちゅう製造工場においては、1日当りの蒸溜廃液が4 t 以下の工場数は66.3%になり、これらの工場では工場総排水量が約50 t 以下になると推定され一応規制の対象外である。そして残余の33.7%のものは総排水量が50 t 以上の工場であり、しっかりした処理対策が必要である。しかしながら、今日の

浜崎幸男、山口 巖、西野勇実

社会情勢を考えると前者においても、何らかの排水処理対策、殊に外観上からも好ましくない蒸溜廃液の処理対策が望まれている現状である。吾々はこのような認識の上に立って乙類しょうちゅう製造工場の排水処理について検討を行なった。

表一1 蒸溜廃液排出量別工場数

1日当り蒸溜廃液排出量(t)	工場数
0 ～ 1	36
1 ～ 4	33 } 69 (66.3%)
4 ～ 10	22
10 ～ 15	7 } 29
15 ～ 20	0
20 ～ 30	4 } 35 (33.7%)
30 ～ 40	1 } 6
40 以上	1

(但し、大島地区を除く)

今いも製しょうちゅう製造工場における排水について例示すれば表2に示すとおりである。

表一2 いも製しょうちゅう工場排水例(註)

	温度 $^{\circ}C$	pH	SS	COD	BOD	排水量(m^3)
いも洗い水	24	5.2	2,507ppm	256ppm	511ppm	37.5
全上総負荷			94,013g	9,600g	19,162	
米洗い水	24	6.1	3,400	1,648	5,400	7.2
全上総負荷			24,480	11,866	38,880	
はっ酵槽冷却水	28	6.0	0	0.2	0.2	9.6
全上総負荷			0	2	2	
蒸溜機冷却水	62	6.0	0	0.2	0.2	221.0
全上総負荷			0	44	44	
蒸溜廃液	97	3.8	26,300	26,700	45,000	25.6
全上総負荷			673,280	683,520	1,152,000	
瓶洗い水	22	10.2	108	14	60	86.3
全上総負荷			9,320	1,208	5,178	
工場雑水	24	6.8	7	7	10	9.8
全上総負荷			69	69	98	

(註)

1日当り
 麴米 2.5 t
 生いも 12.5 t
 はっ酵もろみ
 約 19.8 m^3
 製品(25%)
 約 11.8 Kl の工場規模の例

表一2から明らかなようにいも製乙類しょうちゅう工場の排出水中の汚濁物の大部分は蒸溜廃液が占め、SSでは約82%、CODでは約97%、BODでは約95%となっており、これに次いで、いも洗いのSS負荷、米洗いのBOD負荷が大きい。これからいえることはこの蒸溜廃液の処理が適切になされるならば乙類しょうちゅう製造工場の廃水問題は大部分解決したに等しいことになる。しかしながらこの処理対策を考えると、本県乙類しょうちゅう製造工場は表一1でわかるように小規模のものが多く、操業日数も短かいので多額の経費を要する排水処理設備を設置することは到底不可能である。そこでわれわれは、蒸溜廃液処理法としてとりあえず1) 飼料とする方法、2) ろ過による方法、3) 遠心分離法、4) 連続式遠心薄膜蒸発装置による蒸発乾燥法、5) ドラムドライヤーによる直接乾燥法、6) 直接燃焼法、7) 薬剤による凝集沈殿法などについて検討したので報告する。なお上記(1)~(6)までについては別に詳しく報告したのでここでは簡単に述べることにする。

実験の方法および結果

I 牛豚を対象にそのまゝ飼料とする法

利用可能といわれる乳牛1日1頭当り10.2kg生廃液および豚1日1頭当り12.75kg生廃液(いずれも県畜産連調べ)を基礎にして計算すると本県においては豚だけでも充分その需給バランスは取れており、畜産家への運搬供給計画さうまく考えれば非常によい処理方法の一つと考えられる。乳牛を対象にするのが最良のように思われるが、本県は乳牛頭数が少なく数字の上では乳牛だけでは解決できない。昭和47年2月現在における県酒造組合連合会の調べでは全企業のうち約57%が蒸溜廃液の全量を生飼料として処理している。

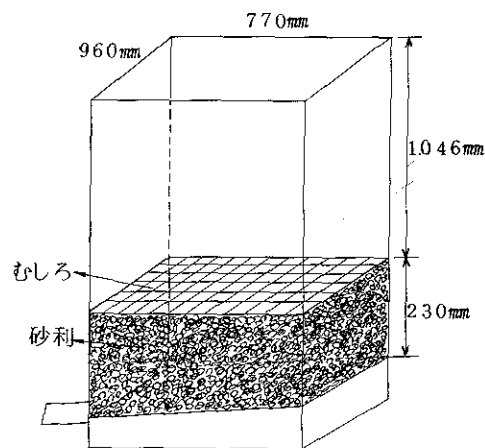
II ろ過による方法

II-1 むしろと砂利による自然ろ過法

II-1-1 実験に使った装置

この試験は零細な規模の企業のために行なったものである。この装置は図一1のようなタンクをコンクリートブロックで作る戸材としては上部に藁ムシロを1枚敷き、下部には砂利(上層部 径10mm, 下層部 径80mm)を敷いた簡単なものである。このタンクにポンプで蒸溜廃液を汲みこんだ後経時的にろ液量と残スラッジの液高を測定した。

図一1 自然ろ過槽



II-1-2 結果

結果を表一3に示した。この表から槽内の原液投入の高さは処理時間24時間では30cmと55cmでは大した差がなくいずれもろ液収率41%前後となっている。

表一3 ムシロによる自然ろ過成績

処理時間 (hr)	0	2	5	8	12	17	24
原液 (品温25℃)							
ろ液量 (L)	-	-	366	526	613	713	826
スラッジ 厚み(mm)	300	-	250	220	200	180	170
ろ液量 (L)	-	60.1	90.1	108.9	125.1	148.8	163.9
スラッジ 厚み(mm)	550	490	440	420	390	340	320

また表一4に処理後の各区分の性状について示した。

表一4 各区分の性状

成分	区分	原 液	ろ 液	残スラッジ
水分 (%)		95.0	98.20	91.70
SS (ppm)		29,100	273	—

ろ液ははじめは多少白濁しているが約5分後には透明となる。SSは $\frac{1}{10}$ 以下に減少している。

II-1-3 まとめ

零細規模企業のためにしょうちゅう蒸溜廃液の自然ろ過試験を行なった。その結果次のことがわかった。

イ) 自然ろ過槽資材としては槽壁にコンクリートブロック、ろ材に玉砂利とムシロを用いて大体に満足できる結果を得た。

ロ) 玉砂利の厚さは25cm位で充分であった。

ハ) 自然ろ過法ではろ過に長時間を要し、ろ過槽は1日1回転がやっとである。

ニ) 投入すべき廃液の高さは60cm位まではそれ程能力が低下しない。

ホ) 設備としては1日当り廃液1ton処理にろ過槽1 m^2 を必要とし、更にこの1 m^2 の設計は高さ60cm、底面積1.7 m^2 として考えた方がよい。

ヘ) ろ過後の性状はろ液中のSSが $\frac{1}{10}$ 以下に減少し、肉眼的には殆んど透明であり、槽内に残ったスラッジは水分が約92%となり量的には投入廃液の約60%に減少する。このスラッジはまだ泥状であるがポンプアップが充分可能で積み出し作業には人力を要せず却って好都合である。

ト) この実験からの設備費試算は廃液1日1ton処理当たり約9,400円となった。

II-2 パドバン式フィルタープレスによるろ過分離法

II-2-1 実験に使った装置

パドバンデュプリコ フィルタープレス50型
ろ過板 50cm×50cm 4枚

このろ過機はケーキの取り除き作業以外は、すべて自動的に行なわれる。蒸溜廃液はポンプによって補整タンクに供給されろ過板に注入される。補正タンクの中があらかじめセットした以上になるとポンプの作動が止まり、タンク中の空気の膨張により圧搾機中に注入される。圧力が降下したときには再び最初の圧に達するまでポンプが作動するように工夫されている。このように廃液の注入とろ過が実際には短時間のポンプ作動だけで設定圧のもとに自動的に行なわれるように作られていて便利である。この実験では1サイクル5時間を想定して行なった。

II-2-2 試 料

実験に使った蒸溜廃液は日数を経過していたために腐敗臭を認めたが表一5にみられるような組成を示した。

表一5

固形分 (%)	全窒素 (%)	全 糖 (%)	SS (ppm)	COD (ppm)	BOD (ppm)
3.45	0.17	0.82	11,710	13,655	28,785

II-2-3 その他

ろ過助剤としてドレナー粕 (パルプ製造時に出るもの) およびシラス (火山灰土) を使用した。フィードの仕方は前者はボデーフィード、後者はプレコート式で行なった。また酵素剤としてセルラーゼ系酵素セルロシンA0 (上田化学) を使った。

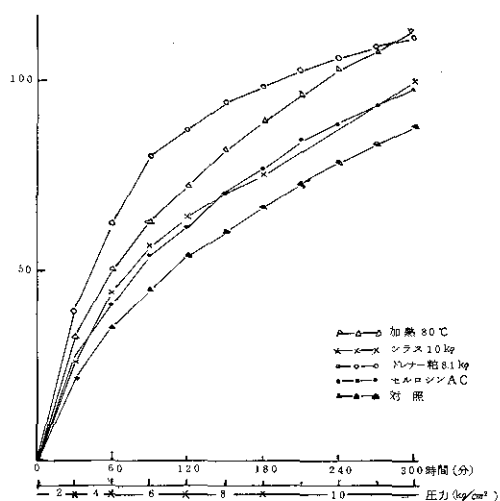
II-2-4 結 果

助剤としてシラスを使うと使用量が多くなる程効果が大きい。しかしながらろ過機の負荷量は一定しているのでシラスの量が多くなれば短時間で能力限度に達し処理量も少なくなる。このことはドレナー粕についても同様であった。これらの中で比較的良好な成績を収めたものと別に実際しょうちゅう工場では毎日排出される蒸溜廃液をその

まま直ちに処理するのが立て前であることを考慮して試料液を80℃に加熱してからろ過剤なしにろ過した場合とを比較してみると図-2のようになった。

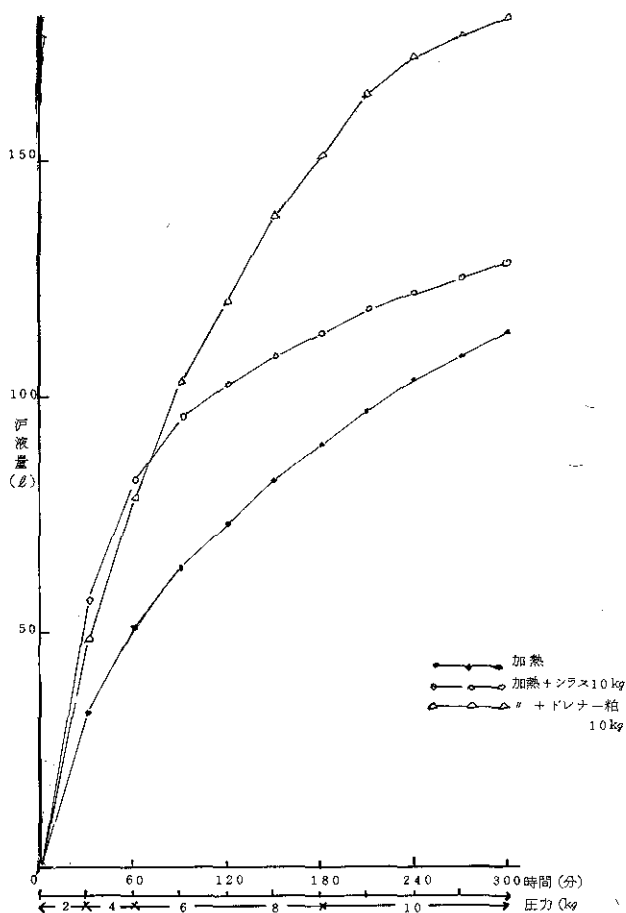
この図からも明らかなようにただろ過能力だけについて云えば助剤を加えずとも高温のうちに処理しさえすればかなりよい成績が得られる。即ち加熱した場合はそうでない場合(17~18℃)にくらべてろ液量で90分後約1.4倍、終了時の5時間後でも約1.3倍に達し明らかに温度効果が認められる。

図-2 加熱の効果



セルロシンACはそのセルラーゼ系酵素により、廃液中の粘度を落してろ過を容易にするという考えのもとに行なったが余り期待された効果はなかった。つぎに助剤を添加した上に80℃に加熱した場合の結果を図-3に示した。

図-3 加熱と助剤の効果



このように加熱だけの場合にくらべて、加熱した上にドレナー粕を使用した場合は2時間でろ液量が1.65倍、シラス添加の場合は1.4倍になり終了時の5時間後ではそれぞれ、1.6倍、1.4倍となった。このように温度と助剤使用の相乗効果はかなり大きいことがわかる。

以上行なった実験についての成績を表-6に示した。

表-6 フィルタープレスによるろ過実験成績

(5時間 1 サイクル)

項 目 条 件	原 液 処理量 kg	ろ 液			ろ 過 粕 (ケーキ)	
		収 得 量 kg	SS ppm	総固形分 ppm	収 得 量 kg	水 分 %
対 照 室 温 (18℃) 80℃	102.4	84.7	960	13,080	15.8	84.0
	121.0	106.2	270	13,970	15.1	83.1
シラス添加 10kg (18℃) 16kg	129.8	100.4	127	12,773	23.2	46.5
	107.4	73.6	260	13,868	22.5	40.5
ドレナー粕添加 2kg (18℃) 8.1kg	109.7	93.2	939	13,400	15.7	82.2
	130.6	107.3	4,100	18,400	17.4	70.8
シラス添加 (80℃) 10kg	150	121.0	819	12,680	21.5	48.2
ドレナー粕添加 (80℃) 10kg	196.3	170.2	2,386	13,600	18.7	63.0
セルロシンAC (80℃) 0.5%	111.2	92.1	750	14,630	13.3	85.1

表-6 からイ) ろ過能力の大きいものはろ液中に洩れてくるSSと総固形分が比較的大きい。

ロ) ケーキの水分は使ったろ過助剤によって相当大きな差違を生じ、シラスの場合は水分がよく切れていることがわかる。

さらにこの実験の後、同じ方法によって新しい蒸

溜廃液について温度の効果について追試を行なったがその結果は上記の場合と大体同じ傾向を示した。たゞ得られたケーキの水分は今回の場合がよく切れていて、品温30℃の時は80.6%、90℃の時は76.2%であった。また公害成分の推移について示した。(表-7-1および表-7-2)

表-7-1 品温30℃の場合

項目 区別	PH	固形分 %	SS ppm	全 糖 %	全窒素 %	COD ppm	BOD ppm
原 液	4.05	5.41	27,694	1.71	0.20	31,400	49,300
ろ 液	4.08	2.96	200	0.91	0.11	22,300	35,300

表-7-2 品温90℃の場合

項目 区別	PH	固形分 %	SS ppm	全 糖 %	全窒素 %	COD ppm	BOD ppm
原 液	4.1	5.71	28,540	1.78	0.22	33,500	46,000
ろ 液	4.15	3.37	100	0.99	0.12	23,800	37,000

II-2-5 まとめ

蒸溜廃液の排出量が1日当り約4m³以下の工場を対象としてフィルタープレスによる蒸溜廃液の固液分離を検討した結果次のことがわかった。

イ) フィルタープレスによるろ過では蒸溜廃液

の品温は高い方がかなりろ過しやすくなる。

ロ) シラス、ドレナー粕等の助剤を用いればフィルタープレスの能力は大きくなる。

ハ) 助剤はその使用割合がふえる程ろ過能力も増大する。

ニ) ろ過助剤を使ったケーキは水分が少なく、2～3日で風乾でき貯蔵に便利である。

ホ) 処理後のろ液は助剤を添加しない場合でもそのSSの減少が大きいがBOD値は単なるろ過だけでは殆んど除去されない。

ヘ) 1日(20時間)当り廃液1ton処理に要する設備費の試算は約24万円強である。

Ⅱ-3 藪田式フィルタープレスによるろ過分離法

Ⅱ-3-1 実験に使った装置

藪田式清酒ろ過機100D-50型で次のような仕様である。

ろ過枠段数 50枚 ろ過面積 86.3 m^2

枠内容積 0.86 m^3

ろ過機寸法

長さ 3890 mm ×巾 1220 mm ×高さ 1505 mm

Ⅱ-3-2 結果

使用した蒸留廃液は新鮮なもので品温 80°C 位、固形分約5.3%、水分約94.5%のものであった。

使用空気圧 6 kg/cm^2

原液送入 1.5 hr (廃液注入量 7.2 m^3)

搾搾り 1.5 hr ケーキ取り出し 1.0 hr

取り出しケーキ水分 82～85%

このように1サイクル4時間で廃液処理 7.2 m^3 、

ケーキ水分82～85%となり原液量に対して

$\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ に圧縮できた。

Ⅱ-3-3 まとめ

普通のフィルタープレスと藪田式との相違点について検討した。その結果

イ) 80°C 位の高温廃液の圧搾ろ過状態は他のフィルタープレス式と殆んど同じである。

ロ) 藪田式ではプレス中に1.5時間汁液注入を行ない後は注入をストップして空気圧だけで圧搾してケーキを固いものにもって行こうとするが、他のフィルタープレスはプレスが一定圧に達してから汁液注入を自動的に最後まで行ない注入液圧によって圧搾を続け最後にはケーキを固い状態で取り出そうとする。結局は同じことであるが藪田式では時間的にやゝ効率がよくなっている。

ハ) 1日20hr(5回転)とすれば廃液1tonを処理するための設備費は約22万円強となる。

ニ) ろ過助剤を使わなくても相当にろ過能力があることが本機のすぐれた処である。

等が明らかになった。

なおこの事項は薩摩酒造株式会社のご厚意によりまとめたものであり、附記して謝意を表します。

Ⅱ-4 真空ろ過機によるろ過分離法

Ⅱ-4-1 実験に使った装置

IDF パイロットテスト機

(ろ過面積 0.35 m^2)

IDF リーフテスト器(ろ過面積 0.005 m^2)

上記の装置はいずれも石垣機工株式会社製のものである。

Ⅱ-4-2 結果

まづ、パイロットテストに先立ちリーフテスト器を使って予備実験を行なった。その結果を表-8に示す。

表-8 リーフテスト器による 汚過実験成績

番 号	原 液		汚 材		汚 過 時 間			真 空 度		ケ ー キ			汚 液		ケーキ水分		汚 過 速 度	原液汚過速度
	濃度 (%)	温度 ℃	汚 布	助 剤	min 吸 着	min 脱 水	min サイクル	mmHg 吸 着	mmHg 脱 水	mm 厚み	g 重さ	剝離性	量cc	清澄度	WB%	DB%	乾ケーキg/m ² hr	l/m ² hr
1	3.62	55℃	P606	FeCl ₃ 0.5% Ca(OH) ₂ 5%	30"	1'	3'	500	370	4	25	良	70	やや澄	76.7		9.8 (2.33)	271
2	"	40℃	"	"	1'	2'	6'	"	310	6	31	"	107	"	75.8		6.3 (15.0)	174
3	"	室温 19℃	"	"	1'	2'	6'	"	400	4.5	25	"	68	やや濁	78.3		4.58 (10.9)	127
4	"	"	"	"	1'30"	3'	9'	"	350	5.5	30	"	83	"	77.9		3.74 (8.9)	103
5	"	50℃	"	FeCl ₃ 0.3% Ca(OH) ₂ 3%	1'	2'	6'	"	500	2.5	22	やや 不良	30	"	88.3		2.81 (5.15)	77.6
6	"	40℃	"	"	1'30"	3'	9'	"	"	2.5	17	やや 不良	52	"	80.9		2.34 (4.33)	64.6

蒸溜廃液を処理するにあたっては、排出されるろ液およびケーキの後利用を考えた場合は助剤を添加しないほうが望ましい。そこで助剤を添加しないでテストを行なったが成功しなかった。さらに消石灰や塩化第二鉄をそれぞれ単独に添加してろ過試験を行なったが、いずれもうまくろ過されなかった。そこでこの両者を併用した処所期の目的を達成することができた。つぎにこれらの添加量を軽減すべく試験した結果は表-8のNo. 5, 6に

みられるように、ろ過速度が小さく得られたケーキの水分も81~88%と高いものであった。結果として、消石灰5%, 塩化第二鉄0.5%の併用が必要であることがわかった。また温度の影響も大きい。(No. 1~4)

以上の結果をもとにして、パイロットテスト機で試験を行ない、表-9のような結果を得た。

表-9 パイロットテスト機による 汚過実験成績

番	原 液		汚 材		汚 過 時 間			真 空 度		ケ ー キ		汚 液		ケーキ水分		汚 過 速 度		原 液 汚 加 速 度 l/m ² hr
号	濃 度 (W/V)	温 度 ℃	汚 布	助 剤	min 吸 着	min 脱 水	min サイクル	mmHg 吸 着	mmHg 脱 水	mm 厚	食さ gr	剝離性	量cc	清澄度	WB%	DB%	乾ケーキkg/m ² hr	
1	3.62	19℃	PF-303	FeCl ₃ 0.5% Ca(OH) ₂ 5%			3'	520	480	2.5~ 3.0	1.2/min 1.8/5	やや良		やや澄	75.2		6.43 (15.3)	178
2	"	"	"	"			4'	510	470	3	1.5/5	"		"	75.8		5.21 (12.4)	144
3	"	"	"	"			5'30"	500	460	3.5	1.15/5	良		"	74.4		4.24 (10.1)	117
4	"	"	"	"			8'	400	360	3.5	0.75/5	"		"	73.7		2.84 (6.76)	78.5

Ⅱ-4-3 まとめ

以上の結果から次のことがわかった。

イ) この型式の真空ろ過機を使って蒸溜廃液をろ過するには助剤の添加が必要であり、消石灰 5%, 塩化第二鉄 0.5% 添加の場合ろ過が良好でありケーキの水分の切れも良好である。

ロ) 蒸溜廃液の品温が高ければ、ろ過速度は大となる。

ハ) I D F パイロットテスト機、およびリーフテストの結果からパイロットテスト機の方が約 20% ろ過速度が低下する。

ニ) これらの結果から加温した場合、表-8 No.1 のリーフテストの結果の 20% 引きでスケールアップすることができると考えられる。これをもとにして $1\text{ m}^3/20\text{ hr}$ 即ち 50 l/hr 処理に必要なろ過面積を推定すれば $0.277\text{ (m}^2\text{)}/\text{m}^3/\text{Day}$ (20hr) となる。

ホ) 廃液 1 m^3 当りの設備費は約 70 万円であり、その他の経費 (助剤費、動力費など) の合計は約 1,074 円である。

ヘ) この方式によれば連続的に処理できてしかも自動操作のため労力が少なくて済むことが利点である。

ト) 凝集剤を使わないとろ過できない点が、ケーキの飼料向けには困る点である。

Ⅲ 遠心分離法による固液分離

Ⅲ-1 実験に使った装置

石川島播磨重工業(株)製 スクリューデカンター
HS 30 L 型

Ⅲ-2 結果

蒸溜廃液をそのままスクリーデカンターにかけた場合、表-10 のような結果になった。

表-10 処理量と分離物成分との関係

1時間 当り 処理量	分離液の成分					ケーキ の水分 %
	BOD ppm	COD ppm	SS ppm	PH	SS 回収率 %	
原液	63,300	25,400	32,000	4.3	—	—
2.0 t	—	20,800	27,000	—	15.6	79.8
1.0	47,100	20,000	3,200	4.1	90.0	80.8
0.2	—	16,800	2,020	—	93.6	82.7

この場合処理能力を相当落して SS 除去に努力した場合でも SS 2,000 ppm, BOD 40,000 ~ 50,000 ppm の液しか得られなかった。またろ液とケーキの量的関係については 1 t/hr 処理の場合ケーキは水分約 81% 程度のものが 13 重量% 程度分離できる。

つぎに蒸溜廃液に凝集剤を加えた実験を行なった。凝集剤としてはケーキが飼料として使えるように人畜無害の有機性のものとして、フローナック (共和油脂(株)製) を使用した。使用量は原液中の SS に対して計算した。結果を表-11 に示した。

表-11 凝集剤使用による処理量と分離成分との関係

1時間 当り 処理量	凝集剤 使用量	分離液の成分				
		BOD ppm	COD ppm	SS ppm	PH	SS 回収率 %
原液	—	63,300	25,400	32,000	4.3	—
1.0 t	1%	44,600	17,500	7,800	4.2	75.6
0.2 t	10%	55,300	13,600	200	4.1	99.4

凝集剤を 10% 程度使用すると SS は 200 ppm まで減少するが BOD の除去率は悪くなり、処理能力も予想に反して低下した。

Ⅲ-3 まとめ

しょうちゅう廃液中の固形物分離の一方法として石川島播磨(株)製スクリーデカンターを用いて連続的に固液分離試験を行なった。その結果

イ) この実験では分離液のSS分離は不十分であり、肉眼的にも相当に白濁したものしか得られなかった。しかしケーキの水分は約81%程度で大体に満足できる固さと思われた。

ロ) 固形物の分離は約13%で、ケーキだけから言えば全体の約 $\frac{1}{8}$ に圧縮されて、ケーキの処理には有利であると云える。

ハ) ケーキを飼料として利用するために、特定の有機質凝集剤を使って分離試験を行なったが経済的使用率の範囲内では効果がなかった。また多量に使用した場合でもSS除去率を上げると極端に処理能力が低下した。

ニ) 1日(20hr)当り廃液1t処理に要する設備費を試算すると約29万円となった。
などがわかった。

IV 連続式遠心薄膜蒸発装置による蒸発乾燥法

IV-1 実験に使った装置

日立製作所製 日立ザンバイ遠心薄膜蒸発装置
(伝熱面積 0.3 m²)

IV-2 方法

ローター回転数 620 rpm
空転動力 0.4 KW 熱媒 スチーム
室内温度 9℃, 冷却水温 11℃

IV-3 結果

結果を示すと次のとおりである。

(表-12および表-13)

表-12 蒸気温度を約140℃とした場合の試験結果

実験 番号	チャージ モーター KW	蒸気圧 kg/cm ²	温 度 ℃				流 量 kg/hr			蒸発率 %	ボトム 乾燥物 水分 %	備 考
			原 液 フィード	蒸 気 出 口	ザンバイ ボトム	蒸 発 ペーパー	原 液 フィード	ボトム 乾燥物	蒸 発 ドレン			
1	0.35	3.0	12	140	55	100	11.2	0.2	11.0	98.2	9.8	緑がかった微粉状
2	0.40	3.0	12	141	55	100	20.4	1.8	18.6	91.2	38.9	ダンゴ状 (10~20φ)
3	0.45	3.0	12	141	55	100	12.0	1.0	11.0	91.8	10.9	小さなダンゴ状

表-13 蒸気温度を約165℃とした場合

実験 番号	チャージ モーター KW	蒸気圧 kg/cm ²	温 度 ℃				流 量 kg/hr			蒸発率 %	ボトム 乾燥物 水分 %	備 考
			原 液 フィード	蒸 気 出 口	ザンバイ ボトム	蒸 発 ペーパー	原 液 フィード	ボトム 乾燥物	蒸 発 ドレン			
4	0.40	6.3	12	165	55	100	13.2	0.3	12.9	96.8	6.5~ 10.0	茶褐色粉末状
5	0.40	6.3	12	165	55	100	17.1	0.6	16.5	96.5	11.8	同 上
6	0.41	6.3	12	165	60	100	27.7	1.2	26.5	95.6	26.0	小さなダンゴ状 (5φ)
7	0.40	6.3	12	165	75	100	32.6	6.1	26.5	81.3	63.4	やや大きなダンゴ 状 (10φ)
8	0.30	6.3	12	165	100	100	103	6.4	39.0	37.8	-	粘土状

使用する蒸気圧は低い方が乾燥物の焦げが少ないのではないかと考えて、最初表-12のように蒸気圧 3 kg/cm², 蒸気出口温度約 140℃で行な

った実験ではNo.1の場合が乾燥物の状態がよかった。温度を上げて165℃の条件下では、No.5(表-13)の場合が、乾燥物の状態は茶褐色を

帯びた粉末状であり、大体満足できる状態であった。これから、使用する蒸気圧は比較的高い方が効率的であることがわかった。

IV-4 まとめ

蒸溜廃液をそのまま蒸発乾燥して、粉末状態までもっていき、飼料として有効利用することを目的として実験を行ない次の結果を得た。

イ) この方法では蒸溜廃液を連続的にまた自動的にそのままの状態から直ちに乾燥粉末にまでもっていきけるのが便利である。

ロ) 乾燥粉末は水分約12%までなので長期の貯蔵に耐え、また混合飼料の一部として十分利用できるものと思われる。

ハ) 熱源費と動力費は約824円/tとなったが、乾燥物を飼料として利用するならその収入が750円/tとなり大体収支バランスはよい。

ニ) この方法ではろ液その他二次公害となるものが一切残らないのが大きな利点である。

ホ) 蒸発熱源に蒸気を使うのでザンバイの能力につり合ったボイラーが必要となり、廃液1t当りの処理設備費が割高になるのは止むを得ない。

ヘ) 廃液1日(20hr)当り1t処理に要する設備費の試算では約112万円となった。

V ドラムドライヤーによる直接乾燥方式

V-1 実験に使った装置

ダブルドラムドライヤー

(田中機械株式会社製)

伝熱面積 1.3 m²

熱源 5 kg/cm²の蒸気

V-2 結果

前濃縮を行わず浮遊固形物(SS)2~3%程度のうすい蒸溜廃液をそのままドラムドライヤーにかけて行なった。今回の実験では、廃液が約3倍に濃縮され水分87%位になるまでは試料がドラムの表面に乗り切らずドラムの空転があり非

能率的に思われた。

処理能力 65 kg/hr

乾燥後の製品 黄褐色の乾燥酵母様の芳香を有する薄板状乾燥物、水分約12%

V-3 まとめ

蒸溜廃液をそのまま蒸発乾燥して水分12%程度の乾燥物までもって行くことにより、蒸溜廃液からの排水を全くとなくし、乾燥物は飼料として有効利用することを目的としてドラムドライヤーによる試験を行ない次のような結果を得た。

イ) ドラムドライヤー方式のよい所は運転中殆んど故障がないことと乾燥物がきれいな状態で採れることであるが、蒸発水分が室内に多発することと、乾燥物の削り刃が磨耗して刃立てを頻繁に行なう必要があることは短所である。

ロ) この方式でも二次公害はまづ起らない。しかし廃液が古くなるとドラム表面からの蒸発蒸気中に悪臭が強くなることがあるから廃液は新鮮なうちに処理する必要がある。

ハ) ドラムドライヤー単独使用では設備費が割高となり廃液1日20hr1t処理に要する設備費は約94万円となったが、前濃縮機を併用すれば設備費は約60万円となりかなりの節減になる。

ニ) 動力費、熱源経費合計は724円/t(廃液)となったが乾燥物収入が750円/t(廃液)となりバランスは良い。

VI 直接燃焼方式による処理法

VI-1 スラッジキルンによる方法

蒸溜廃液を直接横型燃焼窯で燃焼させて灰化し、公害成分を一挙に消去することを目的としたものである。これは都合により、蒸溜廃液については試験を行なうことができず夏ミカン缶詰廃液(水分97%)を用いて行なった試験の結果について報告する。

Ⅴ-1-1 実験に使った装置

宇部工業(株)製 スラッジキラーGP-A型

Ⅴ-1-2 方法

キルン回転数 4 r. p. m 駆動電力 40KW

廃液投入温度 25℃, キルン内蒸発乾燥ゾーン温度 600℃, 同燃焼ゾーン 800℃

バーナー吹口炉内 1,350℃, 排出ガス温度 100℃

排風量 200m³/min の状態で試験を行なった。

Ⅴ-1-3 結果

水分 97% のミカン缶詰廃水をフィードして橙白色の灰を処理廃液に対して約 0.1% 排出した。

処理能力 1.5 t/hr

所要重油 135 l/G 重油/hr

所要電力費 45KW

Ⅴ-1-4 まとめ

イ) スラッジキラー方式のすぐれた点は、処理工程が単純で操作が簡易で故障が非常に少なく、うすい廃液をそのまま自動チャージできて、全自動式であり、人手を要せず、しかもその最終処理物は供給原液に対して僅かに $\frac{1}{1000}$ 程度の燃焼灰でありその仕末に困るようなことがないことである。廃物処理法としてはその処理原理の単純さ、故障少なく操作簡易という点は特に重要なことである。

ロ) ガス分解装置をそなえているのでしょうちゅう蒸溜廃液を処理する場合は二次公害は心配ない。

ハ) この装置は水分 97% 程度の廃液そのままでも効果的に処理できるが、前濃縮機を併用して固形物濃度を倍位に濃縮したものなら更にその効率は向上するという。

ニ) 装置の能力が増大し大型化すればそれだけ製作費は割安になる。

ホ) スラッジキラー方式では最終処理物は灰なので雑収入はない。

ヘ) 実験機の製作費で試算すれば、廃液 1 t を 1 日 20 hr で処理するに要する設備費は約 100 万円となるが前濃縮機を併用すれば約 63 万円となり、約 4 割程度の節減ができる。

ト) この方式の欠点はキルンの単価が 1 基 3,000 万円以下では製作できないことで小規模工場では採用しにくい。

Ⅴ-2 小型スラッジ燃焼炉による直接燃焼方式

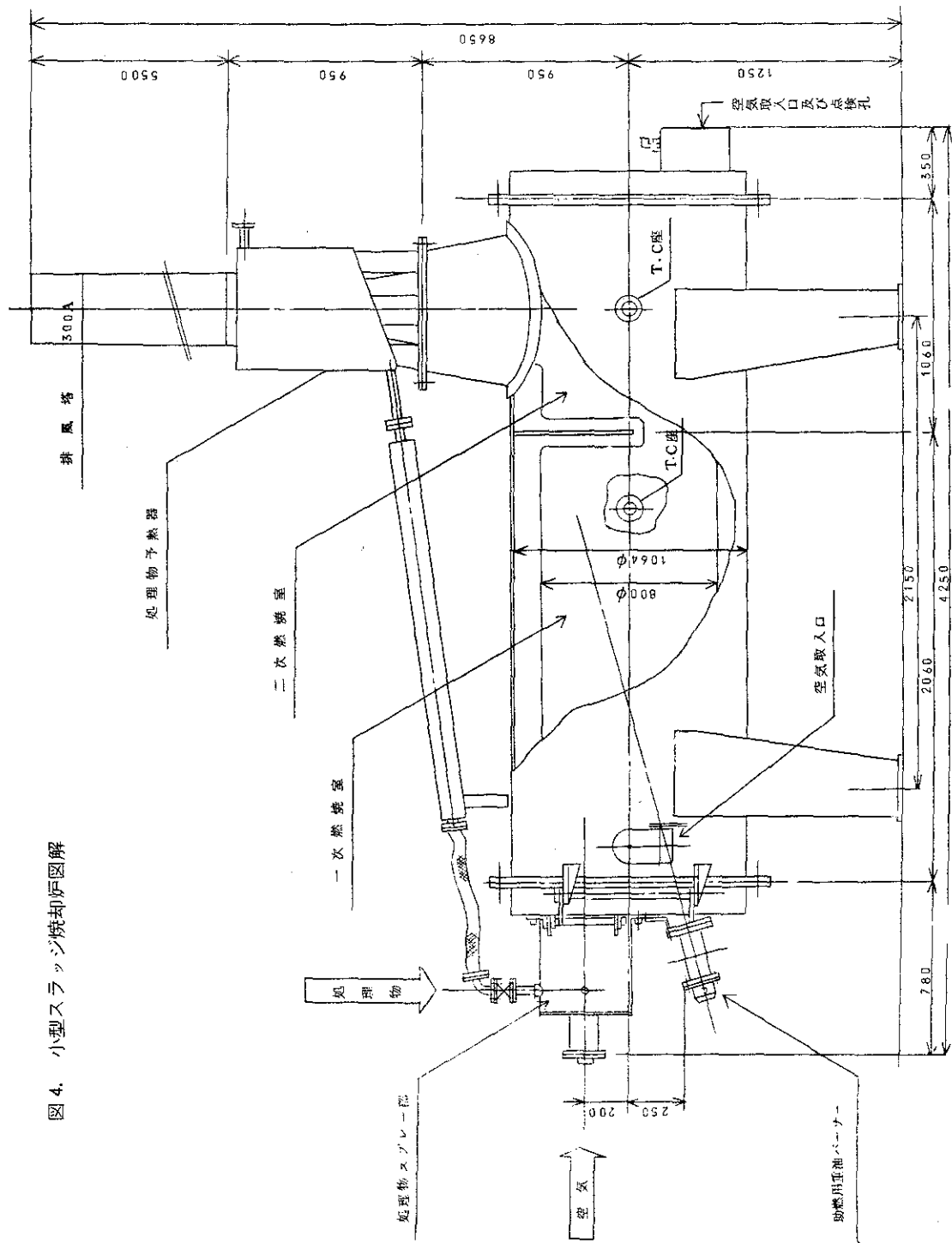
小規模しょうちゅう製造工場の蒸溜廃液処理装置として特別に設計試作して貰った小型焼却炉で蒸溜廃液の焼却実験を行なった。

Ⅴ-2-1 実験に使った装置

図-4 に示す。(宇部工業株式会社製)

これは一次燃焼室と二次燃焼室があり、煙突で予熱した廃液を炉内に送入し、これにバーナーからの火焰を直接吹きつけて燃焼させる仕組みになっている。

図 4. 小型スラッジ焼却炉図解



V-2-2 方法

一次燃焼室の温度 700℃

二次燃焼室の温度 420℃

チャージ量 100 l/hr

V-2-3 結果

上記の条件で管理した場合燃焼状態は良好であり煙突の煙は全く見えなかった。また短時間であったので廃液は完全燃焼し、灰分は殆んど排出して来なかった。消費燃料は 25 l 重油/100 l (廃液)

V-2-4 まとめ

蒸溜廃液を飼料として処理することもできずまたろ過その他で固液分離しても、ろ液、ケーキともに捨場のないという工場のためにシンプルな構造の小型焼却炉を試作して貰い焼却実験を行なった。その結果

イ) 構造が単純であるだけに予想外の燃料を必要とした。

ロ) 燃焼具合は良好で殆んど完全燃焼する。

ハ) 蒸溜廃液の場合、煙突からの煙、悪臭は認めなかった。

ニ) 燃料費その他必要経費は廃液 1 t 当り 2,160 円位とやや割高であるが、処理量の少ない工場では設備費、労力費などを勘案すると却って有利かも知れない。

ホ) 設備費は 100 万円/t/day (20hr) であるが、前濃縮機を併設すれば約 63 万円/t/day (20hr) とかなり安くなり小規模工場でも採用し易くなる。

ヘ) この装置によれば蒸溜廃液が簡単な方法で完全灰化され、しかも装置単価が低いことである。1 例として 150 l/hr 処理能力のもの即ち、3 t/day (20hr) 処理のものは 300 万円以下で製作できるとのことである。
などが明らかになった。

VII 凝集剤使用によるしょうちゅう蒸溜廃液処理

清酒製造工場において使われている凝集剤をしょうちゅう蒸溜廃液に使用して処理可能かどうかについて検討を行なった。

VII-1 方法

使用した薬品は次のとおりである。

イ. $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 20% 水溶液

ロ. ポリ塩化アルミニウム

(商品名 TAIPAC)

(Al_2O_3 として 1,000 ppm 水溶液にして使用, 以下 PAC と略)

ハ. 高分子凝集剤 (商品名 アコフロック)

(1,000 ppm 水溶液として使用, 以下 PAA と略)

方法としては蒸溜廃液に FeCl_3 液を相当量加え 10% NaOH 液で pH を 7.0 とする。(B. T. B. 試験紙) かきまぜながら PAC を加え最後に PAA を加えて軽くかきまぜ凝集を起させる。これを 60 目のサラン網に移し、左右に軽く動かしながら凝塊ならびにろ液を得る。凝集の良否はフロックの大きさ、および強さ、凝塊の状態を調べ、同時にろ液の濃淡、色調を肉眼的に観察した。

VII-2 結果

実験の結果を示すと表-14 のようである。

表-14

番号 項目	1	2	3	4	5	6	7
廃液	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
FeCl_3	15	15	10	10	20	20	15
PAC	75	50	75	100	50	75	100
PAA	10	10	10	10	10	10	10
凝集	良	良	やや良	やや良	やや良	良	良
ろ液	無色 ～淡黄色	赤褐色	濃赤 褐色	やや 淡赤褐色	淡赤 褐色	無色 ～淡黄色	無色 ～淡黄色

Ⅶ-3 まとめ

以上のことから次のことがわかった。

イ) 添加の方法(順序)は、実験の方法で述べた方法が最もよい結果を与えた。米洗米水のようにPAC添加後のpH補正は必要でないように思われた。(補正をすればフロックが小さくそして弱くなる。)PACの添加は2回にわたるよりもPAAの添加前に一度に加えたほうがよいようである。

ロ) FeCl_3 の添加量は最低 $30\text{ ml}/100\text{ ml}$ (廃液) 即ち FeCl_3 として廃液に対して3.6%が必要である。

ハ) FeCl_3 無添加でPAC-PAAだけでも凝集はするが、フロックは弱くろ液のSSの除去は不完全である。

ニ) PAC無添加では全体がゴムノリ様となり離水が容易でない。

ホ) 凝集法では液全体にフロックが拡がり沈降しないので傾斜法によっては固液分離ができず、処理物全体を脱水操作にける必要がある。またこの方法では最後に大量の赤褐色のスラッジが残るのでこのスラッジの処理について別途考える必要がある。

ヘ) 処理に要する費用を試算すれば廃液1 m^3 当たり4,735円となった。

Ⅶ-4 公害物質の除去率

Ⅶ-4-1 方法

さきに述べた方法に従って行なった。薬品等の使用量は次のとおりである。蒸溜廃液500 g , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20%溶液) 150 ml , 10% NaOH 150 ml PAC (1,000 ppm) 750 ml , PAA (1,000 ppm) 100 ml , 最後に水を加えて1660 ml とした。

処理後100目の金網上に移し金網を軽く左右に動かしてろ液を分離した。ろ液には微細なフロックがあったのでろ液を約4時間静置後、傾斜して試料液を作った。得られたろ液量は1130 ml スラッジは500 g (水分92.7%)であった。

試料液について常法により分析を行なった。計算は初発物質を500/1660倍(凝集剤添加による容量補正)した値に対して%で表示して残留率

$100 - \text{残留率}$ を除去率とした。

Ⅶ-4-2 結果

まず原液およびろ液についての分析結果を表15に示した。

表-15

項目 区分	固形分 %	SS ppm	全窒素 %	全糖 %	COD ppm	BOD ppm	灰分 %	pH
原液	5.54	28,936	0.23	1.69	28,620	51,850	0.41	4.1
ろ液	1.92	20	0.03	0.14	4,180	8,354	1.4	6.5
残留率	115	0.23	42.9	27.5	48.5	53.5	1167	—
除去率	—	99.8	57.1	72.5	51.5	46.5	—	—

Ⅶ-4-3 まとめ

以上の実験から次のようなことがわかった。

イ) SSの除去率は殆んど100%に近い。しかし、BODの除去率は約50%にとどまった。こ

のようにSSを除いては公害物質の除去は満足すべきものではなかった。

ロ) 固形物の含量が高くなる。これは灰分の増加にもみられることから凝集剤として加えた Al ,

Fe などがろ液のほうに溶出したためであろうと推定される。(その後 Fe について調べた処、40.7 ppm の値を得た。)

おわりに

1) 乙類しょうちゅう製造工場の排水処理を考える場合、諸廃水のうち蒸溜廃液処理法の研究が最も肝要であると想定した。

2) 県下乙類しょうちゅう製造工場の生産規模は依然として、大、中、小規模のものがそれぞれ存続しているのでこれ等のそれぞれに適用できそうな蒸溜廃液処理法を2～3選出して工場規模の実験検討を行なった。

3) ①蒸溜廃液をそのまま生飼料として畜産家に配給する計画、②ムシロろ過による自然ろ過法、③フィルタープレスによる連続圧搾ろ過方式およ

び真空ろ過法による連続ろ過方式、④スクリーデカンターによる連続遠心分離方式、⑤日立ザンバイ型薄膜蒸発乾燥方式、⑥ダブルドラムドライヤーによる表面乾燥方式、⑦キルンによる燃焼方式、⑧凝集剤による方法 等の実験を行ない、またそれらの設備費の試算を行なった。

4) 何れの型式もそれぞれ特徴をもち、どれを採用するかは各自の工場のそれぞれの事情を考慮の上それぞれが自分で決定すべきことであろう。

参 考 文 献

鹿児島県工業試験場：乙類しょうちゅうの製造工場排水処理方式の検討：昭和48年1月

2.2 廃水処理を目的とするしょうちゅう蒸溜廃液の食酢はつ酵原料への利用研究

まえがき

しょうちゅう蒸りゅう廃液の食酢原料としての利用については、既に蒸りゅう廃液そのままを原料として、着色濃厚なエキス分に富む食酢製品を得たが、⁽¹⁾原料廃液の汙過が技術的に困難とされておったため、廃液そのままを原料とした場合は貯蔵および製造中のトラブルが予想され実用化するに到らなかった。

最近水質汚濁防止法の制定ともなって、乙類しょうちゅう製造工場もこれの適用を受けることになった。当场としてもこの処理方式についての検討⁽²⁾を行なった結果、蒸りゅう廃液をバドバン式フィルタープレスによって固液分離する処理法を検討し、一部工場においては実用機として稼動を

東 邦雄 水元弘二 盛 敏

前田 フキ

始めた。

この処理法によった場合は透明な汙液とケーキを得ている。ケーキは飼料として用途が考えられるが汙液は他の排水でうすめて放流するしかない。

この清澄な汙液の利用法の一つとして今回は食酢はっこう特に速醸酢の原料としての適用について検討した結果、有効な食酢の原料であることを認めたので報告する。

実験および考察

1. しょうちゅう蒸りゅう廃液汙液の成分

実験に供した汙液は何れも、市内日しょうちゅう工場の蒸りゅう廃液をバドバンフィルタープレスで汙過直後のもの或は0℃で貯蔵のものを試料とした。