

産業廃水の実態調査について

化学課 比 嘉 三 利
*石 原 金 盛
宮 城 周 子
湧 上 洋

1. はじめに

本土復帰とともに、本県においても県の公害防止条例が施行され、工場廃水については、公共用水域に排出する量が日間平均50m³以上である工場又は事業場が規制の対象となった。しかし県内の企業に対して、今までにこの種の規制が十分に実施されていなかった関係上、廃水処理施設もほとんどの企業が施してなく、又公害に対する認識もとぼしい現状である。

よって当工業試験場においては、昭和47年9月～昭和48年2月の間、県内の産業廃水の実態を把握するために、まず比較的が多量の排水を出すパイン缶詰製造業外4業種の廃水を対象にそれらの水質、工程からの流出源及び廃水の排出状況などを調査した。その概要をまとめたので報告する。

2. 廃水の水質試験方法

測定項目はすべて JIS K 0102工場排水試験方法に準拠した。しかしpH値はガラス電極法による室内測定である。又pH-ヘキサン抽出物質測定用サンプルはポリエチレンビーカーでくみ取って採取し、現場において塩酸(1+1)でpHを4以下に調整した。

比較的不安定な成分はなるべく即日試験を実施したが、止むを得ない場合はサンプルを冷凍庫に保管した後測定した。

3. 調査概要

3-1、パイン缶詰製造業

県内(本島)にはパイン缶詰製造業が3企業10工場があり、又先島(八重山)にも同数程度の工場がある。製品のほとんどが本土に移出されていて、県の総移出量に占める比率が約2割で、製糖業に次ぐ産業である。

パイン缶詰製造は季節的なもので、年間操業日数は約120日～130日と短期間であり、又生産規模は最盛期で140トン/日のところが最大で、ほとんどの工場が40～70トン/日と小規模である。なおパイン果実は夏実と冬実とでは、その品質(糖分含有量、酸度など)に多少の相違がある。

3-1-1、廃水の排出状況

パイン廃水中には、パイン果皮、細片その他 雑物などが混入していて外観は濃黄濁色を呈している。現在のところ、ほとんどの工場が未処理のまま工場附近の河川、海域等に排出しており、そのためパイン果皮、くずなどが放流先の河床、海浜などに堆積して腐敗し、悪臭を放っており、環境衛生上好ましくない状態である。

廃水の流出源は工程図-1に示すように原料洗浄水、冷却水、それに床洗浄水、生活雑用水などであり、排出量が多いところで約1200トン/日、少ないところで約300トン/日(いずれも工場側算

定)であった。

3-1-2、廃水の水質試験結果

水質試験結果は表-1のとおりで、pH、COD値が県の規制基準をはるかに上まわっている。しかしpH値は採水してから数10時間経過した後、室内で測定したもので、酸発酵などのため低くなったものとも思われる。

COD値は基準の約10倍余の値がでており、高くでた原因はパイン果皮、くずなどの有機成分が多量に含まれていることによると考えられる。

表-1

パイン缶詰工場廃水分析結果

工場	項目	採水場所	採水日	外観	pH	mg/l COD(O)	mg/l SS	処理状況	備考
A	パイン工場	工場敷地内廃水溝	S47.9.7	黄濁	3.3	1,125.8	133	沈殿池による果皮、くずの除去	製造廃水
B	パイン工場	"	S47.9.8	黄濁	3.4	1,427.0	7	未処理	"

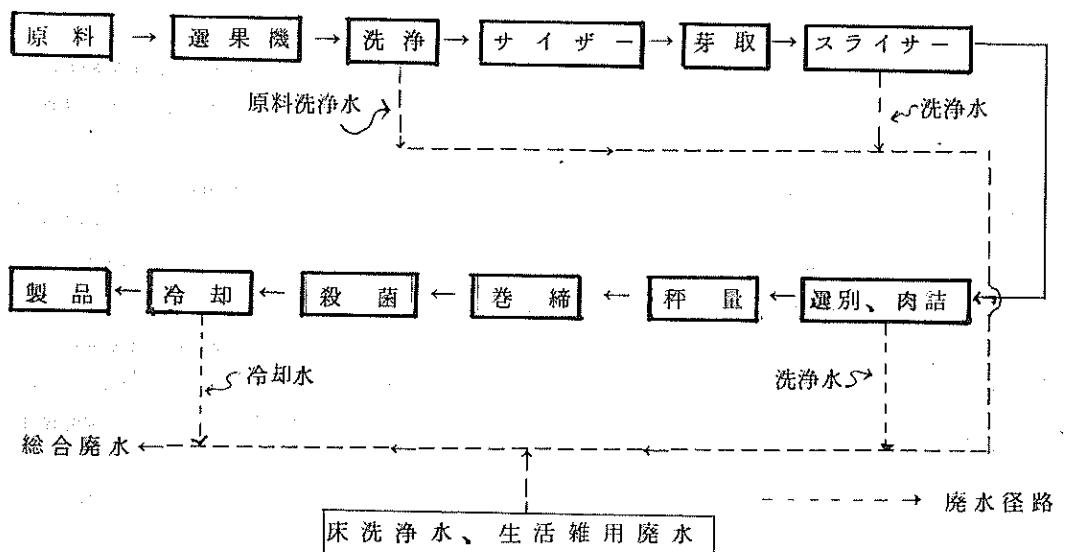
表-2

各工場の生産高と廃水量

工場	項目	生産高 トン/日	廃水量 m ³ /日	備考
A	パイン工場	140	800~1,200	※数値はすべて工場側算定である。
B	パイン工場	40	150~160	

図-1

パイン缶詰製造工程と廃水の出所



3-1-3、考 察

パイン工場廃水は混入した果皮、くずなどのため、汚濁負荷をきわめて高いものになっているので、製造工程から落ちこぼれるこれらのものを完全に回収して、廃水中への混入を防止すれば、もう少し汚濁負荷を軽減することができると思われる。しかし不可抗力に混入したものや、溶解した状態で存在する有機物の処理としては、散水ろ床法、活性汚泥法などの生物学的処理をしてゆかなければならないと考えられる。ただ、ここで問題となるのはパイン缶詰操業が季節的なものであり、又年間操業日数が短いので、この処理装置の維持管理面に困難性が予想される事である。

3-2、製紙（再生紙）業

県内には故紙を原料としてちり紙を再生している製紙工場が4工場あり、いずれも生産規模は小さい。又製品のほとんどが県内需要向けである。

3-2-1、廃水の排出状況

製紙工業は多量の用水を必要とするので、調査した工場の中には、用水節約のため製紙工程から出る白水を沈殿池を通して、工程に循環して使用しているところがあった。用水を循環使用していない工場の廃水量は多いところで約2,000トン/日以上であった。

製紙工場廃水で特に問題となるのは懸濁固形物である。これらの懸濁固形物のうち7~9割は沈降性のものであり、そのまま放流すると堆積して、いわゆるヘドロ公害の元となる。調査時には各工場とも未処理のまま排出していたので、廃水はコロイド状白濁を呈していて、放流先の河川、海浜などには紙くず、薬品その他の懸濁固形物が堆積していた。しかし、ほとんどの用水を循環して使用している工場の廃水は沈殿池において懸濁固形物が沈積して、廃水中の懸濁物は少なかった。

3-2-2、廃水の水質試験結果

総じて、どの工場もCOD、SS項目が県の規制規準以上の値がでている。COD値を高くしている原因としては廃水中の紙くずなどの有機性のものが考えられる。

表-3 製紙工場（ちり紙再生）の廃水分析結果

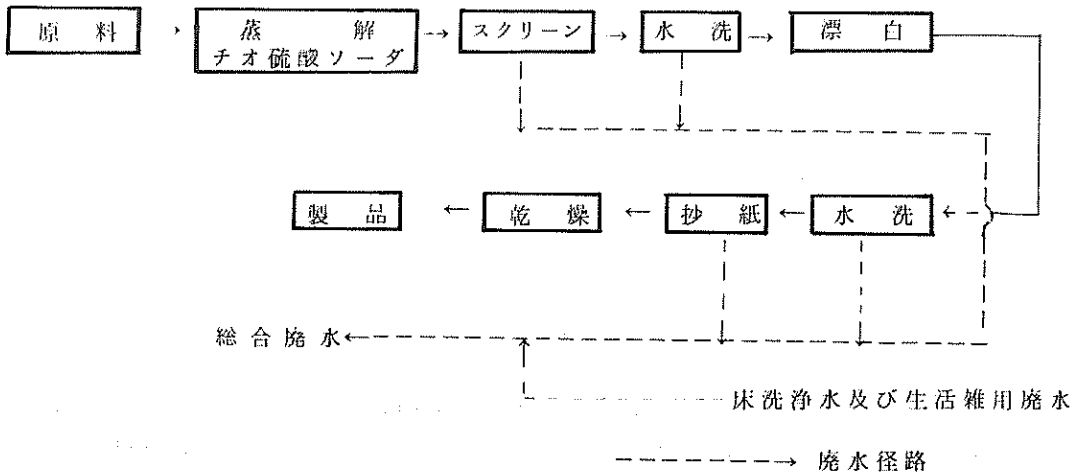
工場	項目	採水場所	採水日時	外観	pH	mg/l		処理状況	備 考
						COD(O)	SS		
A製紙工場		工場敷地内廃水溝	S47.10.18 15:00	白濁	7.6	230.6	337	未処理	用水は一部循環使用
B製紙工場		排出口	" 13:50	灰白濁	6.9	478.3	1,415	"	総合廃水
C製紙工場		"	" 11:20	白濁	7.2	172.9	184	"	用水は大部分循環使用

表-4 各工場の生産高と廃水量

工場	項目	生産高	廃水量 m ³ /日	備 考
B製紙工場	—————	2,500		
C製紙工場	4万~5万しめ/月	—————		

図 - 2

製紙工場（ちり紙再生）の工程と廃水の出所



3-2-3、考 察

製紙工場の廃水はコロイド状白濁を呈していて、混入している懸濁物のほとんどが微細なものであるため、このものの除去には自然沈降などの単純沈殿処理だけでは満足する効果が望めそうでない。よってその効率的な処理としては、凝集剤などを添加して化学的操作、物理的操作を加えて処理する必要がある。

調査時には、どの工場も廃水は未処理のまま排出していたが、近いうちに凝集沈殿装置を設置して廃水を処理する計画を持っており、このことが実現すれば廃水についての問題点はなくなると思われる。

3-3、製 糖 業

県内の製糖産業（原料粗糖）の移出額は全移出額の約6割を占め重要な産業である。しかし企業の乱立や原料の生産減などから、経営面では困難な問題が多いようである。

3-3-1、 廃水の排出状況

県内（本島）の5ヶ所の原料粗糖工場と1ヶ所の精製糖工場について廃水調査を行なった。原料粗糖工場においては30,000トン/日前後の水が使用され排出されている。廃水の流出源は図-3の工程図に示すように、コンデンサー冷却水、ドレン廃水、効用缶洗浄水、それに床洗浄水、生活雑用水などである。そのうちコンデンサー冷却水が総合廃水の約9割以上を占めており、冷却水には海水が利用されている。効用缶洗浄水は強アルカリ性であるが、ほとんどの工場が塩酸で中和した後放流しているため問題はない。しかし機械類に使用している潤滑油は床洗浄水に混って廃水中に大部入り込んできている。このものの処理として空気吹込浮上法を採用している工場ではほとんど分離処理されているようであるが、簡単なる槽式くみ取り方法を採用している工場はあまりかばしかなかった。

精製糖工場廃水の排出量は原料粗糖工場のそれよりは少ない。その流出源はコンデンサー冷却水、工程洗浄水、床洗浄水、それに生活雑用水などであるが、その大半（約9割）はコンデンサー冷却水である。ここでも機械類に使用している潤滑油が廃水中に混入していて問題がある。

3-3-2、廃水の水質分析結果

総じて、どの工場廃水もpH、COD、SSの各項目は県の規制基準以下の値がでており、問題はないが、n-ヘキサン抽出物質はほとんどの工場廃水が許容基準以上の値がでている。n-ヘキサン抽出物質を除いて他の項目の値が低い原因としては、廃水のほとんどがコンデンサー冷却水（海水）であり、このものが汚染されにくいためだと考えられる。ただこの冷却水の温度が高い（30～43.5℃）くらいはあるが、一般に流路が長いので、放流する間に、自然冷却されるから問題はないと思われる。

3-3-3、考 察

製糖工場廃水はn-ヘキサン抽出物質の処理が急を要する。油分の除去法としては空気吹込み浮上分離、ろ槽式分離、乾草をつめたろ床等があるが、この内、最も効率のよい処理方法としては空気吹込みによる浮上分離が適する。油脂類は一般に水より比重が小さいから放置しておけば自然に水面に浮上するが乳化（エマルジョン状）しているものはなかなか分離しにくいものである。このような時、細かい気泡を廃水の中に吹込んでやると空気の泡が油滴に附着して浮上が促進される。実際にこの装置を自作して使用している工場の廃水はn-ヘキサン抽出物が許容基準以下の値がでている。よって、くみ取式で油分を回収している工場はこの種の装置を用いればもっとよい処理効果が期待できるものと考えられる。

製糖工場廃水分析結果

表一5

工場	項目	採水場所	採水日時	外觀	水温°C	pH	mg/l COD(O)	mg/l SS	ローヘキサン 抽出物mg/l	処理状況	備考
A	製糖第一工場	排出口	S48.2.6 11:20	灰色	38.3	7.6	15.8	49.5	2.5	処理	総合廃水
"	第二工場	"	S48.2.6 12:15	灰黒濁	39.8	7.7	13.6	25.0	2.9	"	"
B	製糖工場	工場敷地 内廃水溝	S48.2.7 10:50	"	36.5	7.5	15.3	2.0	25.3	一部処理	"
C	製糖工場	"	S48.2.7 15:30	濃黒濁	43.5	7.0	54.0	71.0	7.7	"	"
D	精製糖工場	"	S48.2.22 11:50	灰色	28.0	7.8	7.2	26.5	4.5	"	"
E	製糖工場	第一廃水溝	S48.2.22 14:45	淡黄色	31.0	7.6	5.8	7.5	6.9	未処理	主として冷却水
		第二廃水溝	S48.2.22 14:35	濃黄濁	22.5	6.2	46.2	274.0	15.8	"	ドレン廃水その他
F	製糖工場	第一排出口	S48.2.8 11:20	やや透明	30.0	7.4	6.4	6.5	7.0	"	主として冷却水
		第二排出口	S48.2.8 11:30	黒濁	—	7.0	20.8	92.0	—	"	ドレン廃水その他

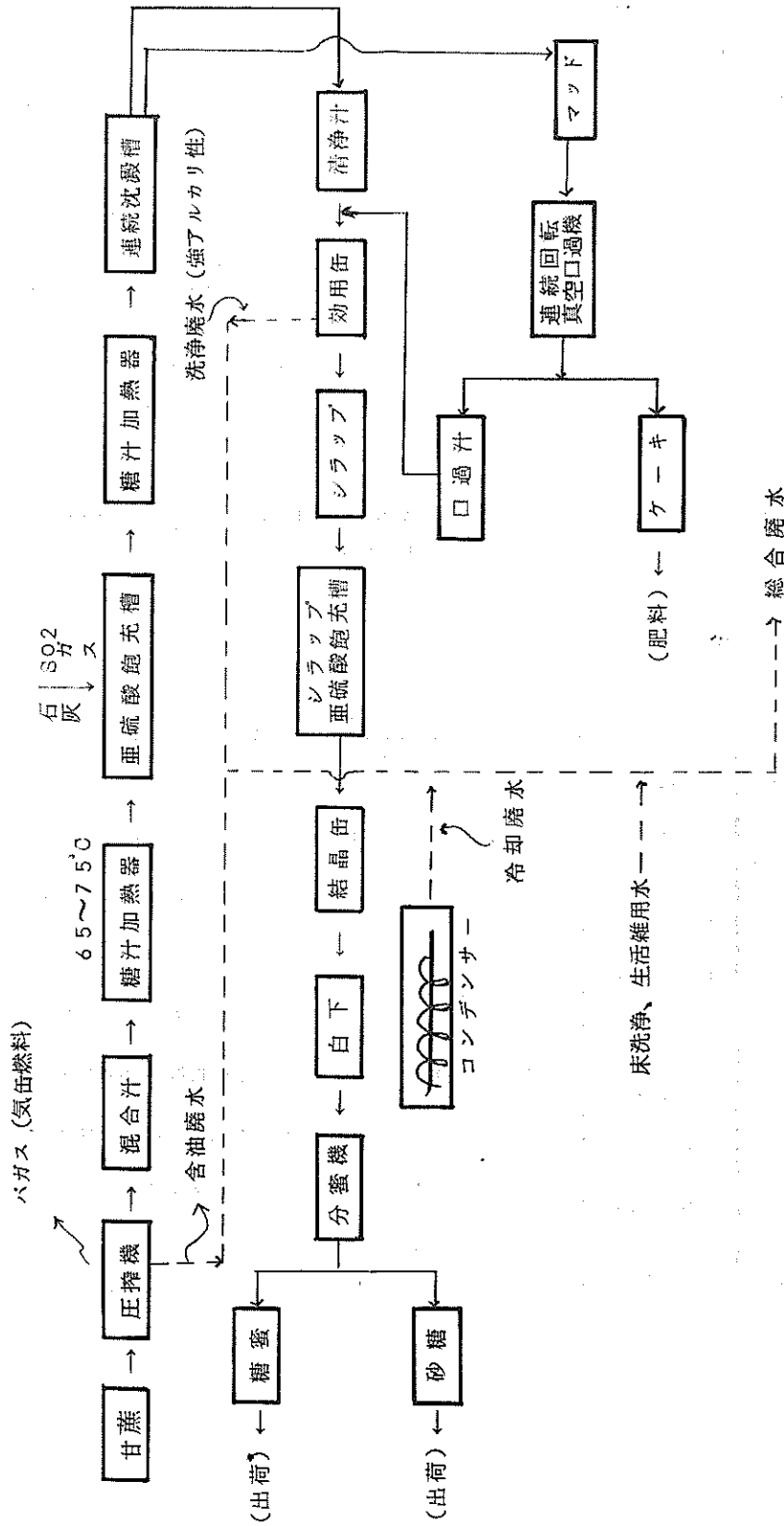
表一6

各工場の生産高と廃水量

工場	項目	生産高トン/日	廃水量 m ³ /日	備考
A	製糖第一工場	2,000	40,000	※数値はすべて 工場側算定
"	第二工場	950	15,000	
B	製糖工場	1,800	19,000	
C	製糖工場	2,000	36,000	
D	精製糖工場	100	11,700	
E	製糖工場	2,900	62,000	
F	製糖工場	2,100	36,080	

図 3

製糖工場製造工程と廃水の出所



3-4、砕石業

県内の砕石工場はほとんどが本島北部地区に集中していて、原料には古期石灰岩を用い、建築用バラスを生産している。

3-4-1、廃水の排出状況

砕石工場廃水が規制の対象となるものは、懸濁固形物質である。調査した工場は、いずれも岩石をクラッシュした後、砕石とともに含有している粘土質、石粉その他 雑物を除去するために、海水で洗浄している。洗石は1回に約3～4時間続行していて、そのため洗浄廃水は赤土などの懸濁物を多量に含有し黄かつ色を呈している。

調査した工場の内2工場は、海岸を石積でせき止めた沈澱池を通して放流していたが、大部分の工場が直接海岸へ排出している現状であり、砕石工場附近の海水が広範囲にわたって赤土で汚染されており、未処理のまま排出することは明らかに海水汚濁を著しくする。

3-4-2、廃水の水質試験結果

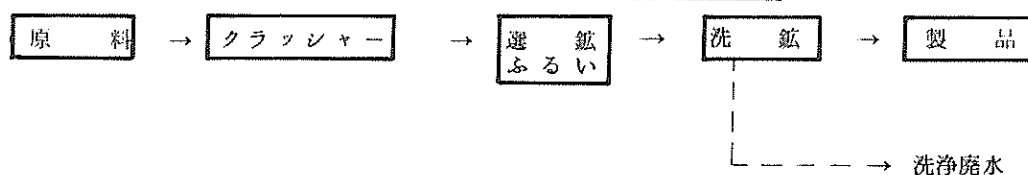
各工場の廃水分析結果は表-7のとおりで、未処理のまま排出している附近の海水のSS値は886～1,650 PPM と高い値を示しており、県の規制基準をはるかに越えている。

表-7 砕石工場廃水分析結果

工場	項目	採水日時	水温 ℃	pH	SS mg/l	備考
A 砕石工場		S 4 8.1.10 13:00	20.4	7.7	1,060	洗石廃水(未処理)
		" 13:30	21.8	8.2	8.5	沈澱池附近の海水(処理)
B 砕石工場		" 14:00	22.3	8.1	1,650	放流廃水附近の海水(未処理)
C 砕石工場		" 14:40	21.1	8.0	886	放流廃水附近の海水(未処理)
D 砕石工場		" 15:00	21.1	8.2	10	沈澱池附近の海水(処理)
		" 15:10	21.4	8.3	16	放流直前の沈澱池廃水(処理中)
E 砕石工場		" 15:40	21.5	8.1	940	放流廃水附近の海水(未処理)
		" 16:00	22.1	8.3	110	放流廃水附近の海水(未処理)

図 - 4

砕石工場の工程と廃水の出所



3-4-3、考 察

けん濁物質の分離操作には、沈降、口過、遠心分離などの物理的方法と、凝集剤添加等の化学的方法があるが、砕石洗浄水は大部分が粗大な粘土質、石粉を含有しているので、その処理法としては沈殿池による自然沈降方法が経費もあまり費やさず適すると思う。この場合の沈殿池は沈降率を上げるため、面積を広く取り、洗浄水の帯留時間が長いものがよい。実際に沈殿池を通して排出している洗浄水のSS値は沈殿池内が16PPm、沈殿池附近の海水が10PPmとなっており、この工場の沈殿池を通さず、直接海岸へ放流している附近の海水のSS値は940PPmと高い値を示す。このように沈殿池において大部分の赤土などが除去されており処理効果がでている。従って未処理のまま排出している工場は早急に附近海岸を石積でせき止めて沈殿池を設置して、海水の汚濁を防止しなければならない。又沈降した粘土質、細砂などは回収して道路などに利用できる。

3-5、清涼飲料製造業

県内には、比較的大きな清涼飲料工場が4工場あり、主にびん詰を製造している。又製品は県内需要向けである。

3-5-1、廃水の排出状況

今のところ各工場とも未処理のまま工場附近の河川や海城へ排出している。清涼飲料工場廃水の流出源は洗びん工程からの洗浄水、それに原水の浄化装置と原液タンクの洗浄水、床洗浄水、などであるが、その内、洗びん工程からの洗浄廃液が廃水の大部分を占めている。洗びんには約3%苛性ソーダ溶液を使用していてその廃液は強アルカリ性である。又原水の浄化装置からは無機凝集剤などのスラッジがでて、1日に1回程度廃水中に混入して排出している。

3-5-2、廃水の水質試験結果

総じて、各工場の廃水はpH値が高く、又COD、BOD等の負荷も高い値がでている。

表 - 8

清涼飲料工場の廃水分析結果

工場	項目	採水場所	採水日時	外観	pH	mg/l	mg/l	SS mg/l	処理状況	備考
						COD(O)	BOD			
A	清涼飲料工場	排出口	S48.5.23	白濁	11.1	602.0	344	142.7	未処理	総合廃水
B	清涼飲料工場	"	S48.5.24	白濁	9.9	430.0	244	52.8	"	"

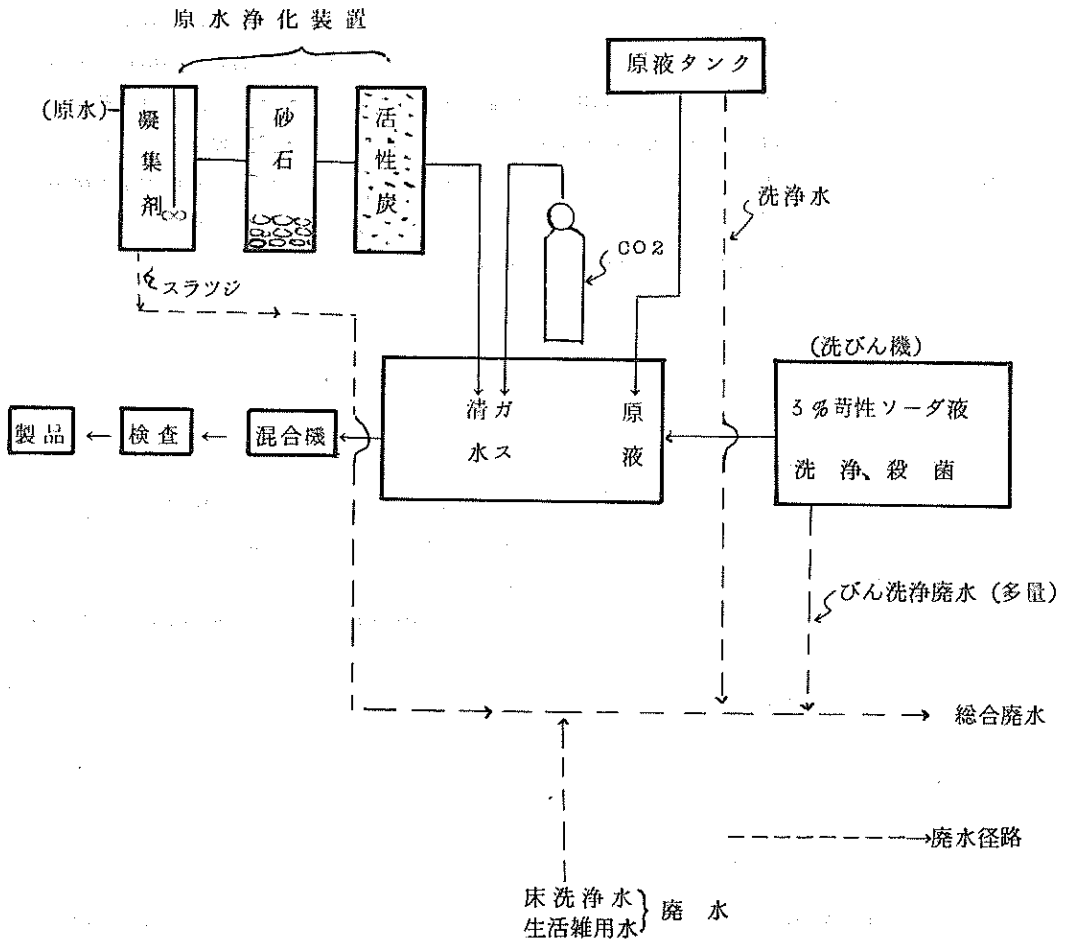
表-9

各工場の生産高と廃水量

工場	項目	生産高	廃水量	備考
A	清涼飲料工場	1,000ケース/時	600	※数値はすべて工場側算定である。
B	清涼飲料工場	1,000ケース/時	500	

図-5

清涼飲料工場製造工程と廃水の出所



3-5-3、考 察

洗びん工程からでる廃液が強アルカリ性であるので、このものの中和をしなければならない。又一般にCOD、BOD負荷も高く、これらの処理も必要となるが、将来どの工場も、沈殿池、pH調整などの予備処理は独自で行ない、下水道に直結して下水処理場で処理することになっており、予備処理を完全に行ない、下水処理場の処理の機能を低下させないようにすれば、廃水についての問題はなくなるものと考えられる。

〔参 考〕 「沖縄県公害の規制基準等に関する規則」より抜粋

汚 水 及 び 廃 液 の 基 準

検 査 項 目		許 容 限 度	
pH	水 素 イ オ ン 濃 度	5.8 ~ 8.6	
BOD	生 物 化 学 的 酸 素 要 求 量 (単 位 mg / l)	日 間 平 均	120
		最 大	160
COD	化 学 的 酸 素 要 求 量 (単 位 mg / l)	日 間 平 均	120
		最 大	160
SS	浮 遊 物 質 量 (単 位 mg / l)	日 間 平 均	150
		最 大	200
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 鉱油類含有量 (単 位 mg / l)		5	

備 考

- (1) 「日間平均」による許容限度は、1日の排出水の平均な汚染状態について定めたものである。
- (2) この表に掲げる基準は、1日当り平均的な排出水の量が50立方メートル以上である工場又は事業場に係る排出水について適用する。
- (3) 生物化学的酸素要求量についての基準は、海域及び湖沼以外の公共用水域に排出される排出水に限って適用し、化学的酸素要求量についての基準は、海域及び湖沼に排出される排出水に限って適用する。

4、ま と め

今回実施した各業種の廃水の水質はそれぞれの項目は違うけれど、県の規制規準を上まわっているのがほとんどである。しかし今回は1回採取での試験結果であり、今後も継続した廃水調査は必要である。

又調査時に自己の廃水を処理していた企業は、製糖業関係の一部工場が強アルカリ性廃液の中和と油分の除去、それに砕石業関係の一部工場が沈殿池による懸濁固形物の処理などであった。他のほとんどの業種は未処理のまま排出していた。

しかし、これら業種の内、製紙業関係の凝集沈殿による廃水処理装置の設置、清涼飲料業関係が沈殿池、PH調整などの予備処理装置を設置して市の下水道に接続する計画を持っていた。これらのことが実現すれば今後同企業の廃水についての問題はなくなるものと考えられる。

なお業種の中には廃水処理装置の設置について適当な敷地の確保と資金面にかかなりの難色を示しているところもあったが、将来生産活動の増加により、廃水量も多くなることが予想され、放流先の河川、海域の汚濁負荷をきわめて高くする恐れがある。従って未処理のまま排出することは好ましいことではなく、早急になんらかの対策を立てるべきである。

〔参考文献〕

- 1) JIS K 0102 工場排水試験方法
- 2) 通商産業省公害保安局監修：公害防止の技術と法規 水 質 編 (昭和47年)
- 3) 井出哲夫：食品工業の廃水処理 (1961) 光琳書院
G. P. ガーンハム著
- 4) 内藤、永岡共訳：水質汚染防止と産業廃液処理 (1957) 技報堂

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。