

オリーブオイル製造排水の実態調査と負荷低減対策の検討

Analysis of Wastewater from Olive Oil Production and
Proposals for Reducing the Amount of Pollution Generated.

岡井 隆 坂本 憲治* 高尾 美月
Takashi OKAI Kenji SAKAMOTO Mizuki TAKAO

要 旨

オリーブオイルの製造で排出される汚水等について、製造工程別に水質及び水量を調査し、汚濁負荷の高い機械器具の洗浄水について、負荷低減対策を検討した。油分については、吸着マットを併用したグリストラップにより、遠心分離機洗浄水のノルマルヘキサン抽出物質は約83%低下した。また、懸濁物質については、目開きの小さい篩ほど攪拌機洗浄水のSSの除去効果が高く、目開き0.6mmでは75%低下した。機械器具の洗浄水はペースト状のオリーブ果実を多く含むため、篩等による固液分離には限界があるものの、排水溝に流す前に固形分をできるだけ回収し、資源化の流れに乗せることが工程内対策として有効であると考えられた。

Abstract

We investigated the water quality and volume of wastewater generated by olive oil manufacturing and proposed ways of reducing the pollution in water used to clean highly polluting machinery (i.e., wash water). As for the oil content, the grease trap combined with the adsorption mat reduced the amount of n-hexane extracts in the centrifuged wash water by about 83%. As for the suspended solids (SS), we found that using a sieve with small mesh size was highly effective at removing SS from wash water after being agitated. Indeed, the amount of SS was reduced by 75% when using a mesh of 0.6 mm. Wash water contains a large amount of olive paste, so there is a limit to the amount of solid-liquid separation that can be achieved using tools such as sieves. However, it is possible to collect as much solid content as possible before dumping the water into the drain and we believe that reusing the solid content could be effective as an in-process way of reducing pollution.

キーワード：オリーブオイル 洗浄排水 負荷低減対策 グリストラップ 吸着マット 篩

I はじめに

本県におけるオリーブの収穫量は、令和元年度産が540.0tと全国シェアの約87%を占め、1位となっている¹⁾。収穫されたオリーブ果実は、オリーブオイルや塩漬け、化粧品など様々な商品に加工されている。今回、オリーブオイルの製造事業場において、

製造工程別に汚水の発生状況及び水質を調査し、排水の負荷低減対策について検討したので報告する。

II 方法

1 オリーブオイル製造における汚水の発生状況及び水質調査

オリーブオイルの製造工程を図1に示す。原料であるオリーブ果実の表面の汚れを取り除く水洗工程、果実をペースト状に砕く破碎工程、ペースト状になったオリーブを攪拌しオイルとして抽出できるようにする攪拌工程、ペースト状のオリーブからオイルとそれ以外の実や種などの固形分や水分を分離する遠心分離工程から成る。

これらの工程のうち、汚水は、水洗工程、遠心分離工程ならびに搾油後に各工程(水洗、破碎、攪拌、遠心分

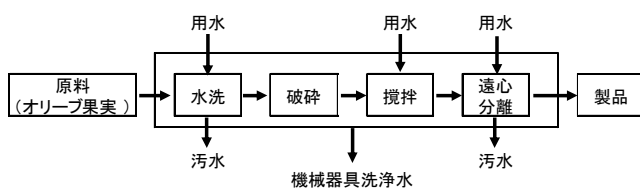


図1 オリーブオイル製造工程及び汚水の発生源

*香川県健康福祉部東讃保健福祉事務所

離)で使用された機械器具を洗浄する際に排出される。

調査を行った事業場では、MORI-TEM 社製の搾油機 Sintesi 200(2相分離型のデカンタ型遠心分離機を採用)を用い、ミッション種の果実を原料としてオイルを製造している。水洗工程で生じた汚水及び機械器具洗浄水は、事業場内床面の排水溝(幅約 30 cm、深さ約 20 cm)に流入し、排水溝の下流側に設置されたグリストラップを経て沈殿槽に一旦貯留され、沈殿・中和処理後に上澄みが場外に排出される。一方、遠心分離工程で生じる汚水は、オリーブ果実の残渣を多く含む泥状である(alperujoと呼ばれる²⁾)が、この事業場では500 Lタンクに回収された後、家畜飼料の原料として引き取られ再資源化されている。

今回は、排水の負荷低減を目的とすることから、主として機械器具洗浄水を水質の調査対象とした。試料のサンプリング方法は、水洗工程の汚水については、水洗機中の汚水を柄杓で採取した。機械器具洗浄水については、機器に付着した固形分等をホースから流水で洗い流す際の排水をバケツで受け、目視で固形分が少なくなった時点で回収を止め、全体を計量し、均一になるよう混合したものを柄杓で採取した。遠心分離工程で生じる汚水は、500 L タンクに貯留された泥状物を柄杓で採取した。

水質の調査項目は、pH、COD_{Mn}、TOC、SS、ノルマルヘキサン抽出物質を選定し、JIS K0102 工場排水試験法に準じて測定した。但しSSについては、2 mmの篩を通さずに測定を行った。

2 排水の負荷低減対策(油分の除去)

場内排水溝に設置されているグリストラップについて油分の除去効果をみるため、1で採取した破砕機の洗浄水について、グリストラップ通過後の排水を柄杓で採水し、ノルマルヘキサン抽出物質、COD_{Mn}、TOC、SSを測定した。遠心分離機の洗浄水については、排水溝に流入する前に目開き2~3 mm程度のザル(家庭の台所で使用される汎用品)でろ過したものについて、油分の吸着マットを敷いたグリストラップに通過する前後の排水を採水し、破砕機の洗浄水と同じ項目で水質を測定した。

3 排水の負荷低減対策(懸濁物質の除去)

攪拌機の洗浄水については、洗浄初期の高濃度の洗浄水をバケツに採取し、2と同じザルにネット(商品名グリストネット L(旭化成ホームプロダクツ社製))を被せたものを通過する前後で試料を採取し、SSとTOCを測定した。また、同洗浄水について、目開きの異なる篩(目開き2.0 mm、1.0 mm、0.6 mm)を用い、篩を通過する前後のSS、TOCを測定し除去効果を調べた。

III 結果と考察

1 オリーブオイル製造における発生源別の汚水量及び水質

調査した日は約800 kgのオリーブ果実を原料に用いてオイルを製造していたが、機械器具の洗浄に要した水量は、水道の積算流量計の指示値から約1150 Lと見積もられ、水道の使用時刻からこのうち約850 Lが攪拌機、約170 Lが破砕機、約130 Lが遠心分離機の洗浄に使用されたと推定された。

表1に示した汚水量は、洗浄初期の高濃度の排水をバケツで回収した水量であり、全ての洗浄水を回収した量でないことに留意する必要がある。なお、2相型の搾油方法でオイルを製造する場合、1,000 kgのオリーブ果実につき100~120 Lの洗浄水を要し、

表1 オリーブオイル製造における発生源別の水質及び汚水量

発生源	pH	COD _{Mn} (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/L)	汚水量 (L)
水洗 (汚水)	7.6	420	290	610	59	—
破砕機 (洗浄水)	4.5	4,600	3,400	24,000	530	10
攪拌機 (洗浄水)	5.1	2,900	1,300	16,000	840	40
遠心分離機 (洗浄水)	5.2	2,800	2,000	20,000	2,900	20
遠心分離 (汚水)※1	4.9	19,000	13,000	50,000	—	—

※1 alperujoと呼ばれる。家畜飼料の原料として再資源化される。

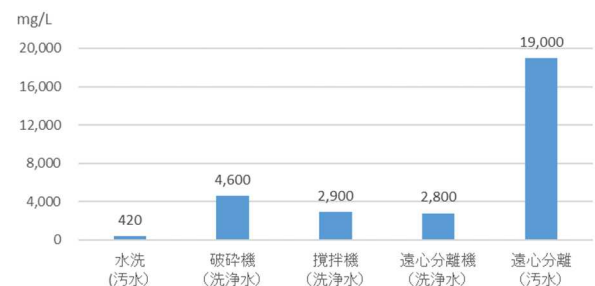


図2 発生源別汚水濃度(COD_{Mn})

alperujo が800～950 kg（水分60%、油分3%）発生する³⁾との報告がある。

発生源別のpHは、水洗工程が7.6であったが、機械器具の洗浄水や遠心分離工程で4.5～5.2と酸性であった。有機汚濁物質の濃度は遠心分離工程により生じる汚水のCOD_{Mn}が19,000 mg/Lと最も高く、次いで破砕機洗浄水が4,600 mg/L、攪拌機の洗浄水が2,900 mg/Lとなり、水洗工程の汚水が420 mg/Lと最も低かった（図2）。TOCやSSについて発生源別の濃度を比較するとCOD_{Mn}とほぼ同様の傾向であった。

ノルマルヘキサン抽出物質は、遠心分離機の洗浄水が2,900 mg/Lと高かった。なお、先述のとおり、alperujoは3%の油分を含むとされている。

以上のことから、回収・再資源化される遠心分離工程の汚水や汚濁濃度の低い水洗工程を除いた機械器具の洗浄水について、負荷低減対策を講じることが妥当であると考えられた。

2 排水の負荷低減対策（油分の除去）

（1）グリストラップを使用した場合

破砕機の洗浄水について、グリストラップ通過前後の水質を表2、図3に示す。

ノルマルヘキサン抽出物質は、グリストラップ通過前には530 mg/Lであったが、通過後には200 mg/L

表2 グリストラップ通過前後の破砕機洗浄水の水質の変化

発生源 採水箇所	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)
破砕機(洗浄水) グリストラップ前	530	4,600	3,400	24,000
破砕機(洗浄水) グリストラップ後	200	420	430	1,700

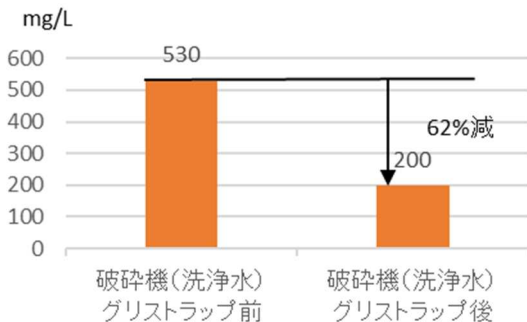


図3 グリストラップによる破砕機洗浄水のノルマルヘキサン抽出物質の除去効果

となり、約62%除去された。また、COD_{Mn}では約91%、TOCでは約87%、SSでは約93%それぞれ除去されており、高い除去効果が得られた。

（2）グリストラップに吸着マットを併用した場合
遠心分離機の洗浄水をザルでろ過したものについて、吸着マットを敷いたグリストラップ通過前後の水質を表3、図4に示す。

ノルマルヘキサン抽出物質は、対策を講じる前では2,300 mg/Lであったが、対策後で380 mg/Lとなり、約83%除去された。

（1）で述べたとおり、破砕機の洗浄水はノルマルヘキサン抽出物質が530 mg/Lであり、グリストラップ単独で62%除去されたが、更に油分を多く含む遠心分離機の洗浄水については、吸着マットの併用により除去率が約83%まで向上していることから、吸着マットの併用が効果的であることが示された。

表3 吸着マットを併用したグリストラップ通過前後の遠心分離機洗浄水の水質の変化

発生源 採水箇所	n-ヘキサン 抽出物質 (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)
遠心分離機(洗浄水) グリストラップと吸着マット前	2,300	2,700	2,000	6,400
遠心分離機(洗浄水) グリストラップと吸着マット後	380	900	550	3,400

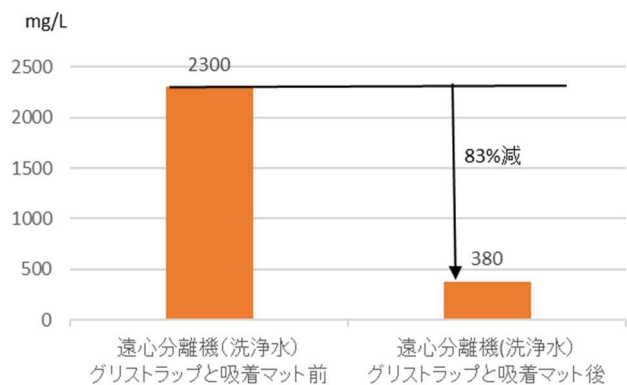


図4 吸着マット併用時のグリストラップによる遠心分離工程洗浄水のノルマルヘキサン抽出物質の除去効果

3 排水の負荷低減対策（懸濁物質の除去）

攪拌機の洗浄水について、ネットを被せたザルまたは篩の通過前後におけるSS、TOCの結果を表4、図5に示す。

SSは、対策を講じない場合、28,000 mg/Lである

のに対し、ネットを被せたザルを通過後は 25,000 mg/L となり、約 11 %の減少に留まったが、目開き 2.0 mm の篩を通過後は 20,000 mg/L、1.0 mm の篩では 10,000 mg/L、0.6 mm の篩では 7,100 mg/L と目開きが小さくなるにつれて減少し、最大で約 75 %減少した。

また、TOC は、対策を講じない場合、9,500 mg/L であるのに対し、ネットを被せたザルを使用した場合は 4,300 mg/L と約 55 %減少し、目開き 2.0 mm の篩を通過後は 6,600 mg/L、1.0 mm の篩では 4,100 mg/L、0.6 mm の篩では 3,600 mg/L となり、SS の除去に付随して最大で約 62 %減少した。

破砕機、攪拌機並びに遠心分離機の洗浄水はペースト状のオリーブ果実を多く含むため、篩を用いた固液分離には限界があるものの、そのすべてを沈殿槽に流入させると短期間に多くの沈殿物が堆積し、

表 4 ネットを被せたザルまたは目開きの異なる篩通過前後の攪拌機洗浄水の SS と TOC の変化

対策	なし	ザル+ネット	2.0mm篩	1.0mm篩	0.6mm篩
SS (mg/L)	28,000	25,000	20,000	10,000	7,100
TOC (mg/L)	9,500	4,300	6,600	4,100	3,600

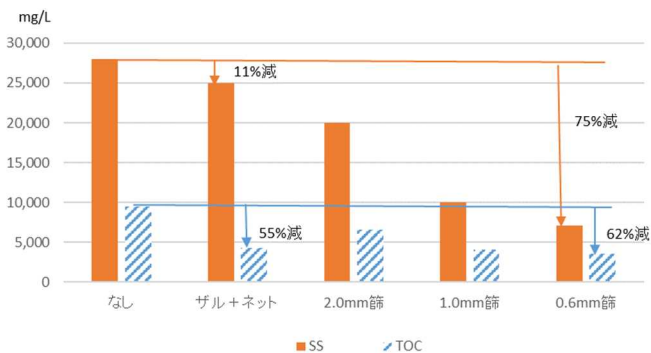


図 5 ネットを被せたザルまたは目開きの異なる篩による攪拌機洗浄水の SS と TOC の除去効果

汚泥の引抜きや廃棄に要する経済的負担が大きくなる。機械器具の洗浄水については、排水溝に流す前にザルや篩により固形分をできるだけ回収し、資源化の流れに乗せることが工程内対策として有効であると考えられる。

IV まとめ

オリーブオイル製造事業所において工程別排水の水質を調査した。また、油分についてはグリストラップや吸着マットによる除去効果を、懸濁物質についてはザルや篩による除去効果を検討し、次の結果が得られた。

- 1) 破砕機洗浄水についてグリストラップを通過させるとノルマルヘキサン抽出物質が約 62 %減少した。
- 2) 遠心分離機洗浄水について吸着マットを併用したグリストラップを通過させるとノルマルヘキサン抽出物質が約 83 %減少した。
- 3) 攪拌機洗浄水の SS は、ネットを被せたザルの使用により 11 %、目開き 0.6 mm の篩により 75 %それぞれ除去された。

文献

- 1) 香川県政策部統計調査課:うどん県統計情報コーナー(「オリーブ」の収穫量), <https://www.pref.kagawa.lg.jp/tokei/sogo/udonken/1001.html> (令和 4 年 9 月 22 日閲覧)
- 2) Olive oil waste treatment A Awad, H Salman YT Hung Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment, CRC Press, 810-893, (2004)
- 3) JOSE S. TORRECILLA: The Olive: Its Processing and Waste Management, 60, Nova Science Publishers, Inc., (2010)