

煮豆製造業の排水特性と工程内対策による汚濁負荷の削減

Drainage Properties of the Boiled-Beans Manufacturing Industry and Reducing the Pollutant Load by Taking Measures during the Production Process

岡井 隆 坂本 憲治
Takashi OKAI Kenji SAKAMOTO

要 旨

煮豆製造事業場の総合排水の特性を把握するため、連続採水により2時間を一区分とする試料を採取して水質を調査したところ、TOCは午前が1100~2900mg/L、午後が2800~10000mg/Lとなり、煮豆湯煮排水が排出される午前よりも午後の方が高くなった。現場調査や事業者への聴き取りにより、高濃度排水の発生源は、湯煮した黒豆を糖液へ浸漬する工程において、釜から床面へ漏えいする糖液であると特定することができた。事業者の協力を得て糖液の漏えい防止対策を講じたところ、総合排水のTOCは520~2000(平均1400)mg/Lとなり、対策前に比べて約60%減少した。

Abstract

In order to investigate the drainage properties of factories manufacturing boiled beans, we tested water samples that were taken consecutively at 2 hour intervals. The levels of TOC in the morning were measured at 1100-2900mg/L, and these levels increased to 2800-10000mg/L in the afternoon. Levels in the morning, when the water used for boiling was discharged, were lower than levels in the afternoon. Having conducted questionnaires and interviews with factory workers, liquid leaking from the cooking vats to the floor during the process of soaking boiled black beans in a solution of sugar was identified as the source of the highly concentrated drainage. After taking measures to prevent the leakage of the sugar solution, with the cooperation of factory workers, the TOC levels of the drainage dropped to 520-2000mg/L (1400mg/L on average). This is approximately a 60% decrease compared to the levels of TOC before preventative measures were implemented.

キーワード：煮豆製造事業場 工程内対策 糖液

I はじめに

平成29年工業統計調査¹⁾によると、本県における食品製造業の事業所数は、全製造業の約22%を占めており、表1に本県の水質汚濁防止法の届出に基づく食料品製造

業の業種別排水量別の特定事業場の数²⁾を示すが、業種別では、めん類製造業、豆腐・煮豆製造業、畜産食料品製造業の順に多く、この3業種で事業所数全体の60%を占めている。

表1 香川県の食料品製造業の業種別排水量別の特定事業所数(高松市を除く)

業種	排水量			合計
	日平均10m ³ 未満	日平均10 ~日最大50m ³	日最大50m ³ 以上	
めん類製造業	191	8	202	401
豆腐・煮豆製造業	91	2	98	191
畜産食料品製造業	54	11	72	137
みそ・しょう油等製造業	60	3	67	130
冷凍食品製造業	32	17	72	121
水産食料品製造業	38	9	55	102
上記以外の食料品製造業	59	2	73	134
合計	525	52	639	1216

また、排水量別にみると、めん類製造業、豆腐・煮豆製造業、みそ・しょう油等製造業については、事業所数の約半数は日平均10 m³未満であり、比較的小規模な事業所が多いという特徴がある。

小規模な食品製造業からの汚水は、高負荷で変動が大きく、処理にかかる負担が大きく、生産工程で生じる汚水処理に当たっては、汚水の性状及び量を把握し、汚濁負荷を削減するために工程内対策³⁾を行うことが汚水処理施設の設置費や維持管理費等の経費を節減するために重要である。

今回、事業所数の比較的多い煮豆製造業について、県内の事業場で排水特性を調査するとともに、どのような工程内対策がとれるか検討したので報告する。

II 方法

1 製造工程及び污水系統の整理

調査対象とした煮豆製造事業場(以下、「A事業場」という。)の製造工程と污水系統について、事業者からの聞き取りや現地調査により整理した(図1)。汚水は、原料の洗浄や湯煮後の煮汁の廃棄時、機械器具の洗浄や床清掃時に排出される。

2 試料採取及び分析方法

(1) 総合排水のスクリーニング調査(区分連続採水)

事業場の総合排水について排水特性を把握するため、最終放流口の直前の排水桝に定量ポンプを設置し、連続

採水により2時間を一区分とする試料を採取した。

(2) 総合排水のスポット調査(抽出採水)

排水桝へ流入する排水を直接プラスチック製の勺で受けて採取し、排水の発生源を事業者に聴取した。

(3) 水質試料の分析方法

水質試料の分析は、pH、EC、SS、TOC、COD_{Mn}、BOD、ヘキサン抽出物質については工場排水試験方法⁴⁾、糖についてはフェノールー硫酸法⁵⁾に従い行った。

III 結果及び考察

1 水質調査

(1) 総合排水のスクリーニング調査結果

総合排水の水質調査は、平成30年7月19日、7月30日、8月29日に行ったが、汚濁濃度の変動が大きかった7月30日の結果を表2に示す。また、3日間の時間帯別TOCを図2に示すが、午前が1100~2900mg/L、午後が2800~10000mg/Lとなり、午前よりも午後の方が高く、日間の変動幅も午後の方が大きくなる傾向であった。

図1に示す汚水の発生源別に水質調査した結果では、①原料の洗浄排水のBODが1600mg/L、②煮豆湯煮排水が8600mg/L、③機械器具洗浄排水が3400mg/Lであり、②の汚濁濃度が比較的高いことや①及び②の汚水は午前中に排出され、③については午前、午後ともに排出されることが分かっているが、これらの調査結果からは午後に汚濁濃度が高くなる原因は分からなかった。

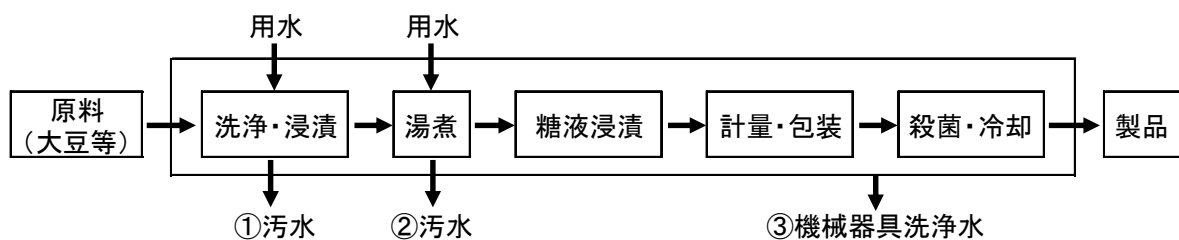


図1 A事業場における煮豆製造工程及び汚水の発生源

表2 A事業場の総合排水水質調査結果(平成30年7月30日)

採水時間	pH	EC mS/m	SS mg/L	TOC mg/L	COD _{Mn} mg/L	BOD mg/L	糖 mg/L	n-Hex mg/L
8:30-10:30	6.66	100	350	1100	1600	1900	750	0.6
10:30-12:30	6.83	72	340	2900	4700	4800	3900	0.6
12:30-14:30	4.72	49	110	4600	8000	6400	22000	1.5
14:30-16:30	3.79	50	68	10000	17000	14000	15000	1.0
平均	5.50	68	220	4700	7800	6800	10400	0.9

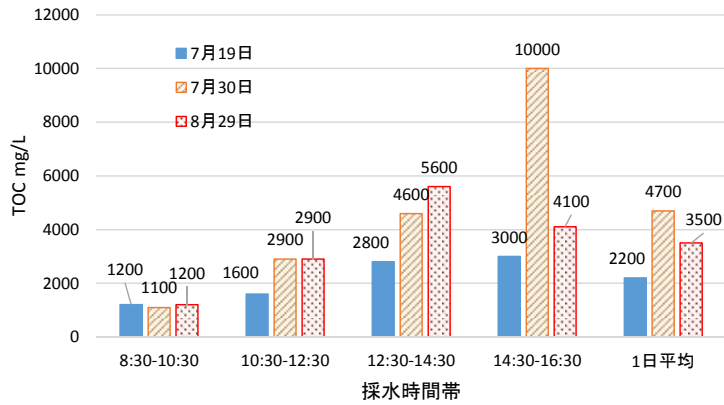


図2 総合排水の時間帯別 TOC (平成30年7月19日、7月30日、8月29日)

(2) 総合排水のスポット調査結果

7月30日の調査結果により調査時間帯を絞り、8月29日の午後に総合排水のスポット調査を行った結果、14時20分に僅かに着色し、粘性の高い排水の流出を認めた。

試料を採取後、その発生源について直ちに事業者へ聴取したところ、図1に示す糖液浸漬の工程において、糖液が床面に流出した可能性があるとのことであった。

当該試料を分析した結果、TOCは110000mg/Lと非常に高く、糖が230g/L(炭素換算97000mg/L)含まれており、高濃度排水の原因は糖液であるとほぼ考えられる。当日の時間帯別に採取した試料について、TOC及び糖の濃度を図3に示すが、TOCが糖の濃度に応じて変動している。

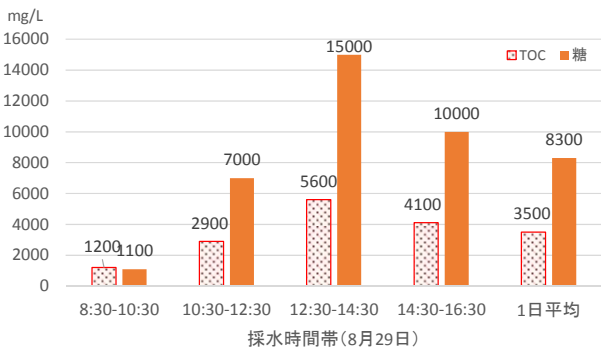


図3 総合排水の時間帯別 TOC 及び糖の濃度 (8月29日)

2 工程内対策及びその効果

(1) 工程内対策の実施

糖液への浸漬工程について事業者への聴き取り及び現地調査を行ったところ、煮豆を糖液に浸漬する際や浸漬した煮豆を引き上げる際に糖液が床面に漏れいしている状況が確認できた(写真1)。

事業者に対し8月29日の調査結果を説明したところ、煮豆湯煮排水については負荷が高いとの認識であったが、糖液については色が薄いこともあり、高負荷との認識はないとのことであった。また、決まった量が漏れいしているのではなく、日によって変わるとのことであった。

糖液は負荷が高いので、漏れ防止対策を講じるよう助言したところ、次の①、②の対策を講じることになった。

- ①糖液が床面に漏れいしないよう糖液の量を調整する。
- ②糖液に浸漬した煮豆の入ったカゴを引き上げる際に滴下する糖液の受け器を設置する。



写真1 煮豆の糖液の浸漬工程及び漏れ防止対策

(2) 工程内対策の効果

事業者による対策後、10月1日から5日までの5日間及び10月12日、19日、26日の計8日間、排水槽に定量ポンプを用いて8時間連続採取した試料について分析を行った。

結果、対策前の糖の濃度が3300～10400(平均7100)mg/Lであったのに対し、対策後は210～850(平均440)mg/Lと著しく減少していることが確認された(図4)。

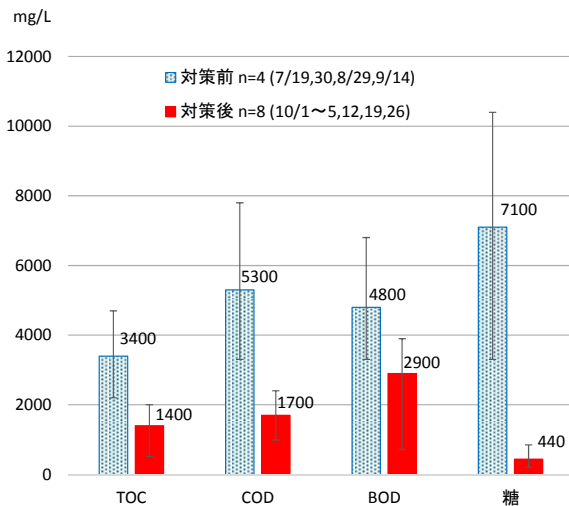


図4 工程内対策前後の総合排水の水質分析結果

TOCについても、対策前が2200～4700(平均3400)mg/Lであったところ、対策後は520～2000(平均1400)mg/Lとなり、約60%も減少した。

BODについても、対策前が3300～6800(平均4800)mg/Lであったところ、対策後が720～3900(平均2900)mg/Lとなり、今回実施した工程内対策が有効であったことが確認された。

IV まとめ

煮豆製造事業場の総合排水の特性を把握するため、スクリーニング調査の実施により高濃度排水が流出する時間帯を絞り込み、次に排水のスポット調査及び事業者からの聴取を行うことにより高濃度排水の発生源を特定することができた。

意図せず漏えいする糖液が、総合排水の濃度を押し上げていたが、適切に工程内対策を講じることにより濃度を下げられることを確認した。

なお、本成果については、香川県ホームページ「香川の環境」内の「事業場排水対策」のサイトで「小規模事業場等排水処理対策検討ガイドブック」として掲載⁶⁾し、事業者への啓発資料として活用しているため、合わせて参照されたい。

文献

- 1) 香川県の工業—平成29年工業統計調査結果報告書一、香川県政策部統計調査課, 11(2018)
<https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/etc/subsite/toukei/shoko/29kogyo.shtml>
- 2) 環境省：水質汚濁防止法施行状況調査(平成30年3月末現在)
- 3) 環境省水環境部閉鎖性海域対策室監修：第5次総量規制対応版小規模事業場排水処理対策全科, 45-60, 2002
- 4) 日本規格協会：工場排水試験方法 JIS K0102, 2016
- 5) 北村進一ほか：糖の定量法, 生物工学, 90, 790-793(2012)
- 6) 香川県ホームページ「香川の環境」
https://www.pref.kagawa.lg.jp/content/etc/subsite/kankyokanri/upfiles/sjjpgl170608115304_f05.pdf