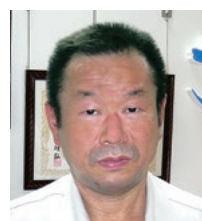


## 改善事例1

## 四国化工機(株) 阿南食品工場

散気管の取り替えて  
増産下にもかかわらず排水を安定化

機械・包装資材・食品の三つの事業を展開する四国化工機(株)。同社の「さとの雪」ブランドとして、豆腐を出荷する食品事業部門の阿南食品工場では2020年7月、排水処理場のばつ気で使用する散気管を従来のメンブレ式から(株)アイエンスの「アクアブラスター」(販売…長瀬産業(株))に取り替えたことにより、増産下にもかかわらず排水の安定化を実現させた。



阿南食品工場  
製造課 担当課長  
住友 秀明氏



▲桑野川と阿南食品工場。写真手前側が新生産棟

## 工場概要

所在地: 徳島県阿南市山口町大久保 48-1  
操業: 1989年  
敷地面積: 1万3409m<sup>2</sup>  
延床面積: 1万3035m<sup>2</sup>  
出荷品目: 絹ごし豆腐、木綿豆腐、充填豆腐、おからパウダー  
従業員数: 90人

常温で120日間保存可能な  
紙パック豆腐を初出荷

化学・食品産業用タンク装置メーカーとして1961年に創業した四国化工機。乳酸菌飲料用のプラスチックボ



▲今年5月に発売された紙パック入り豆腐「ずっとおいしい豆腐」。常温で120日間の保存ができる

トル充填シール機の開発を機に液体食品充填機メーカーの道を歩み始め、実績を積み重ねてきた。さらに絹ごし豆腐の製造機を手掛けたことをきっかけに、植田道雄名誉会長の「家内工業や零細企業が中心であった豆腐業界を乳業のように産業化したい」との強い思いの下、食品事業への進出も果たした。73年には食品部を設置、「さとの雪」ブランドで豆腐の製造・販売を開始した。阿南食品工場は89年に操業、日本初の本綿豆腐完全自動製造機や絹ごし豆腐完全自動製造機を開発し、ここから日持ちがするおいしいにがり100%の豆腐を世に送り出した。現在、食品事業の製品はこの阿南食品工場と、東日本の生産拠点である御殿場食品工場、

豆乳や清涼飲料を受託製造する富士小山食品工場(ともに静岡県)から出荷されており、豆腐の生産量については約40万丁/日に上る。そして阿南食品工場では今年に新生産棟が稼働し、5月には常温で120日間保存可能な紙パック豆腐「ずっとおいしい豆腐」の出荷が開始された。常温豆腐は国内の量販店では初の発売となる。

## 交換が不要な散気管はないか

阿南食品工場はもともと「Aグループ」のミカンの選果場とタケノコの加工場があった場所に建てられた。排水処理場はその当時から使用されていた非常に古い設備だったが、容量に余裕があったため、小さな改修のみで水槽な

どの構造物はそのまゝ使用し続けることができたという。同工場で使用する水量は約2000t/日、この中から約1500t、1700t/日が処理後、工場の隣を流れる桑野川に河川放流される。瀬戸内環境保全特別措置法(瀬戸内法)の縛りがあり、より厳しい基準値が定められており、徹底した管理が不可欠となる。生産量に季節変動が少なく、排水量も年間を通じて大きな変化がないのだが、大豆タンパク質主体による排水はとにかく分解が早い。汚濁物質を分解するための微生物だけでなく、多種多様な微生物が急激に繁殖し、これが管理を難しくする。「嫌気分解などによる腐敗が早いので、ためて調整することがなかなかで



1 木綿豆腐完全自動化製造機の一部。日本初の第1号機は1989年に開発された  
2 ばつ気槽に送る水量の調整を行う調整槽。最初にアクアブラスターを設置した水槽だ  
3 微生物を活性化させるばつ気槽。アクアブラスターによる効果的な散気と攪拌が行われている  
4 沈殿槽。水の透明度はかなり高い。写真右側の奥に見えるのは、底にたまった汚泥が固まらないようかき回す装置

きないのです。酸っぱい悪臭が発生するだけでなく、微生物バランスも崩れ、汚泥の活性が進まなくなるのです」と話すのは、長年、排水処理の管理を担当する製造課の住友秀明担当課長。

この課題を克服するため、住友担当課長は手探りで試行錯誤を重ね、何とか大きなトラブルを防いできた。ところが2015年ごろから今度はばつ気をするための散気管に問題が見られるようになる。同工場では従来、多数の細孔から微細気泡が供給されるメンブレン式の散気管を使用していたが、経年劣化で細孔の目が詰まり、やがては気孔（空気が漏れ出る穴）が開き、通気量が増え、散気効率が悪くなるばかりか、消費電力も増加した。

「メンブレン式は長くても10年ほどで交換が必要で、当工場では約200本も入れ替えなくてはならないので、そのたびに大きなコストを要します。

### ブロワーの内部圧力損失ゼロ 油分やSSがフィンで粉砕

アクアブラスターは激しい水流により効率的に酸素を溶解させることで、排水処理能力の向上や省エネ化などを実現できる特殊な散気管だ。円筒状の筐体の中に独自に開発した数段のフィン（特許取得済み…4749961号）が搭載されているのが最大の特徴。ポ

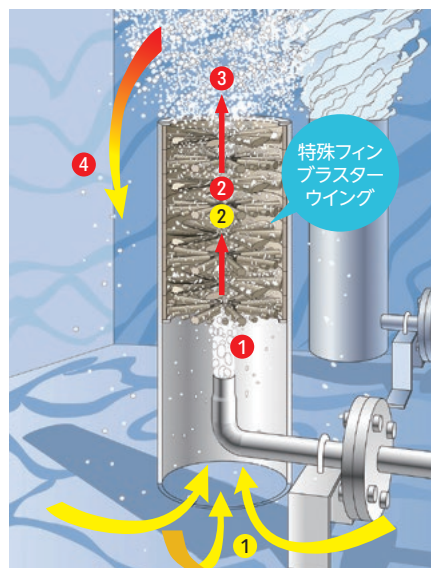
しかも、散気効率は最初は良くてもやがて悪くなり、消費電力も増えてしまいます。交換時期になって思い知らされたのですが、これがきっかけで交換が不要な散気技術はないものかと自分で調べてみるようになったのです」

こうした経緯の末、たどり着いたのが、産業排水処理事業や循環水浄化リサイクル事業、脱臭事業などを手掛けるアイエンスが開発した「アクアブラスター」だった。

ンプから送られてきたブロワーが筐体の下側から入ると、浮かんでいく途中でフィンに激しく衝突し攪拌され、旋回流と超微細な気泡が発生する。この仕組みで排水中の溶存酸素濃度が大きく上がり、汚濁物質を分解する微生物の活性化が図れるようになる。また、エアリフト効果により底の水と汚泥が上方に巻き上げられることで槽内の水が循環し、均一化が図られるほか、巻き上げられた油分やSS（浮遊懸濁物質）がフィンで粉砕され、微生物が捕食しやすい大きさになるため、より分解が進みやすくなる。

従来のメンブレン式の散気管ではど

図 アクアブラスターの構造



▲下から取り入れられた水とブロワーは、多段のフィンに激しく衝突し効果的に攪拌される



5 アクアブラスターの外観。右が円筒長が長い「ALタイプ」、左が円筒長が短い「ASタイプ」。水深によって使い分ける

うしても内部圧力の損失が発生し、目詰まりが起きれば、より悪化するが、アクアブラスターは送気管からブロワーをダイレクトに筐体内に送り込む仕組みのため、内部圧力損失はゼロ。ブロワーの負荷が下がることで、消費電力を大幅に削減できる。

「経年劣化による効率低下がなくなり、そして従来より長持ちするようになれば、トータルコストを大幅に下げられます。それが採用の最大の決め手でした。またアクアブラスターの構造



と効果に納得が得られたことも理由の一つです。実は豆腐の製造ラインでにがりや豆乳に混ぜる装置とほぼ同じ構造で、経験上、これは大きな攪拌効果が得られるとの確信が持てました。つまり、細かく切り刻めば刻むほど固形物質の表面積が増え、その後の処理で良い結果が得られるというわけです」

排水処理場の改修工事は19年10月に流量調整槽（2槽）から着手し、ばっ気槽（12槽）へと順次、従来のメンブレン式の散気管を全てアクアブラスタに取り替え、20年7月に完成した。

### 負荷は上がったが DO値を安定的にコントロール

改修後、同年7月末の稼働開始以降、35℃を上回る日が続いたものの、高温時にも沈殿槽を安定した状態で維持することができたという。また、負荷量は約5%増えたが、消費電力は従来に

比べて約10%抑えられた。いずれはここで生まれた余力で新生産棟の負荷増に対応する見通しだ。

新生産棟の一部稼働により、今年5月時点で生産量は約10%アップ、これに伴い排水量も同じ比率で増えて負荷も上がった。MLSS（活性汚泥浮遊物質）については従来の6000、7000mg/ℓから1万mg/ℓまで増加し、原理的には酸素溶解効率は低下しているが、アクアブラスターの導入後、何よりも実感した最大の手応えは、DO値（溶存酸素量）を安定的にコントロールできるようになったことだった。

「これまでも負荷に合わせてばっ気槽への送気量を自動で制御できるようにしていたのですが、結果的には過ばっ気になったり、溶存酸素が足りなくなってしまうとして、最終的な調整はベテランの経験と勘に頼らざるを得

ませんでした。それが管理基準でコントロールできるようになり、難しい理屈なしに誰でもDO値の設定が可能になりました。これは本当に大きなメリットでした」

### 散気管の変更だけで 大きな手応え

汚泥の排出量もほとんど増加していない。ランニングコストの低減効果で特に大きかったのは、沈殿槽の汚泥面コントロール用の高分子凝集剤だ。活性汚泥の性状が安定したことにより、着工前の19年夏季に比べ、着工後の20年夏季のピーク使用量では約50%削減できた。それだけ安定した排水処理ができていたという証しだ。改善に伴う設備投資はあったものの、散気管を取り替えるだけで想定以上の効果が得られたと住友担当課長は強調する。

「現在は新・旧の生産棟が並行して稼働し、フル生産に向けて生産量が



6



7



8

6 設備管理室に設置された排水処理場の集中監視制御盤。排水の状態をリアルタイムで把握することができる

7 ブローパンプ。計9台ある。負荷量は約5%増えたが、ブローの消費電力は従来に比べて約10%抑えられた

8 汚泥脱水機。含水率は84～85%に設定している。汚泥がほとんど臭わないのも、排水の状態が安定している証しだ

増えています。この一時的な増産に対応するためだけに加圧浮上装置を入れるなど1億円を超えるような大きな設備投資をすることは適切で

はありません。それが今回は散気管の変更だけで大きな手応えを得られたのですから、結果としてベストな選択になったと思います」

### 「挑戦を楽しむ」

今後は排水処理の完全自動化を目指すという。

「完全自動化ができれば、ベテランの技術者がいなくても、安心して管理ができるようになります。硝酸・亜硝酸の自動検出と連動したコントロールができるようになれば、決して不可能ではないと考えます」

長年、豆腐工場の排水処理と向き合ってきた住友担当課長。ベテラン技術者として若手に伝えたいメッセージがある。

「排水処理も省エネ化も省資源化も、確かに効果を上げることは重要ですが、それ以上に携わるスタッフ自身が『挑戦を楽しむ』という姿勢を常に大切にしたいですね。新しい技術を調べ、ヒントを見つけ、プランを立て、描いた計画を実現させる。失敗を繰り返すこともあります。その過程で得られた知見や気付きはきっとあるはずです。大切なのは何事も続けていくこと。研究者になったつもりで、難しい課題にも楽しんで向き合っています」