

特集：臭気対策

2012 **3**

668. Vol.50. No.4

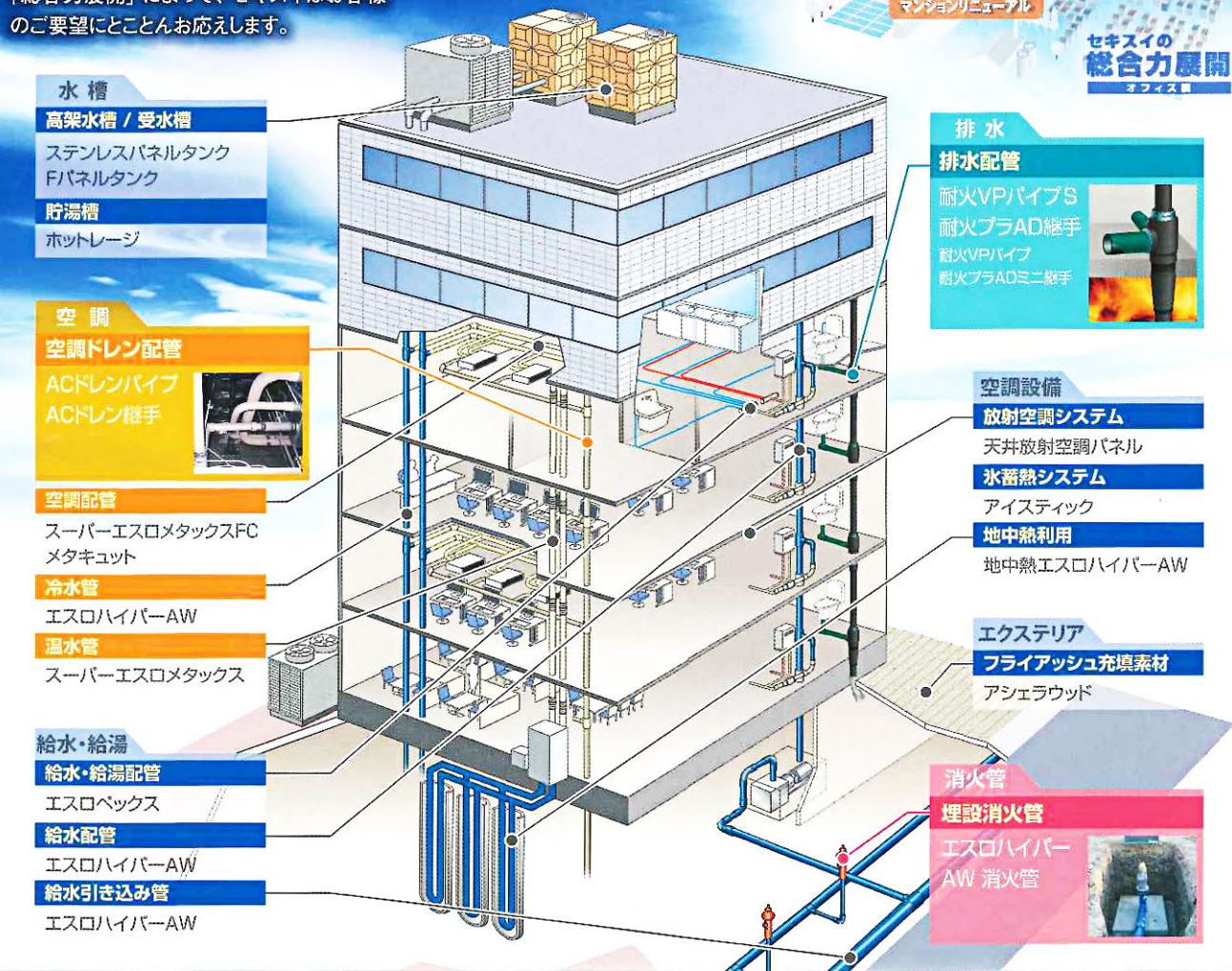
建築設備と配管工事

Heating Piping & Air Conditioning

幅広い製品展開 × 深いサポート体制

管材分野において長年の実績を誇る積水化学では際立つ技術と品質により、高機能かつ高性能な住宅・施設・ライフライン用製品を幅広い分野にてご提供。またセキスイグループ各社との協力体制によって配管や水槽の調査・診断からリニューアルや補修まで幅広いサポートも行っております。この製品展開とサポート体制の2本柱からなる「総合力展開」によって、セキスイはお客様の

のご要望にとことんお応えします。



積水化学工業株式会社

「水膜による排ガス処理」と 「ビルピット臭気の無臭化」

＜水膜脱臭機バイオデオライザーと微細気泡散気管アクアブラスター＞

(株)アイエンス 吉田 憲史
Norifumi Yoshida

1. はじめに

当社はこれまで、脱臭機の開発と排水処理に携わり、水膜で臭気物質を捕捉する湿式スクラバーと硫化水素などを一切発生させない排水処理方式を生み出してきた。

いずれも、基本コンセプトは、『対処療法に頼るのではなく、根本的な問題解決に至ること』である。

排ガス処理とビルピットの無臭化は、処理方法が異なるので、排ガス処理については、2章から、ビルピット無臭化に関しては、2章をとばして、3章からお読みいただければと思う。

2. 水膜形成による排ガス処理

2-1 既存の脱臭装置の種類と特徴

まず現在、工場などの産業で使用されている既存の脱臭方式の種類と特徴について整理したいと思う。

脱臭装置には、大きく燃焼方式、吸着方式、洗浄方式の3つに分類される(光触媒・オゾンなどを上げる方もいるだろうが、脱臭効率と即効能力が低く、室内脱臭には適応できても産業の現場での排ガス処理には向かないことが多いので省かせていただく)。

しかし、いずれの方式も一長一短があり、現行の技術では、どれも満点を取れる方式はないのが実情である。

たとえば、燃焼方式は、常に火災や爆発の危険性があり、燃料費などのランニングコストが高く、VOC処理でもVOC成分は低下するが、

物性が変化するだけでアルデヒドが残留することもある。触媒燃焼の場合には、シリコン含有ガスなど触媒を閉塞させる成分が含まれていると処理ができないなど、排ガスの種類を選ぶことが多い。

活性炭などの吸着方式は、吸着材が破過した時点でまったく処理能力を失ってしまい、それに伴う交換に莫大な費用が掛かってしまう。

それらと比較すると、捕捉効率の限界点の低さと循環水の腐敗やその処理に問題があるが、安定感とコストパフォーマンスでは洗浄方式に軍配が上がる。

その洗浄方式の抱える問題を少しでも解決すべく開発された製品が、当社の『水膜』で臭気成分や塵埃を捕捉し、同時に循環水を浄化する湿式スクラバー『バイオデオライザー』であり、以下で詳しく述べさせていただく。

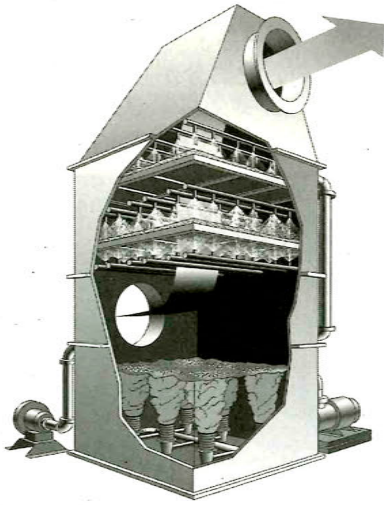
2-2 水膜での排ガス処理

これまでの一般的なスクラバーの充填材は、充填材を大量に積み上げなければ、接触効率が低く、充填するが故に汚泥や糸状菌などで閉塞し、圧力損失が上昇するという問題が発生していた。

バイオデオライザーは、その充填材を『水膜』に変更することで、捕捉効率とメンテナンス効率を大きく改善することに成功した。

基本構造としては、排ガスをわずか40mmの厚みの金属製スクリーンを水平配置してガスの均等分圧を行い、そのスクリーン上に形成された20mm(正圧時)～50mm(陰圧時)の水膜

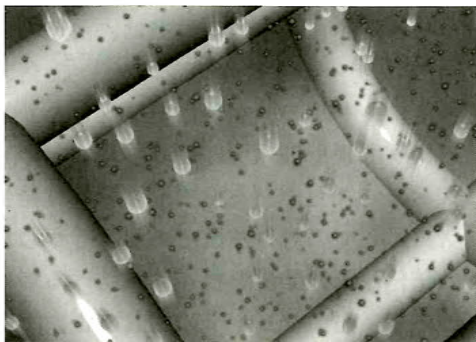
中を、下から上に気泡化された排ガスが垂直方向に抜けていく仕組みになっている（第1図）。



第1図 バイオデオライザー概要図

脱臭機の開発当初は、例に洩れず充填材を使用していたが、充填材を増やしても、L/G（リキッド／ガス＝ガスに対する水の量）比をいくら上げてても捕捉効率には限界があった。なぜ捕捉率が上がらないのか追求した結果、非常に単純なことに気が付いた。それは、マイクロ単位の世界をミリ単位に置き換えることで、理由が判明したのである。

第2図をご覧ください。通常、スクラバーのシャワー水滴の粒径は、1粒当たり150～300μ（霧で30～60μ）で、臭気物質は、およそ1～10μ、充填材の隙間の1辺は、2～5mm程度であるが、それをミリ単位に換算すると、水滴



第2図 臭気物質と水滴の関係

の大きさは、ソフトボールからバレーボール大で（霧でもピンポン玉～テニスボール）臭気物質は、仁丹～パチンコ玉大となり、充填材の1辺は、2,000～5,000mm、すなわち、さらに単位が上がって、「2～5m」という広い間隔である。そのため、いくら充填材を積み上げようが臭気物質から見ると、いくらでもすり抜ける隙間があったのである。

また、例えば気液接触したとしても水滴の表面張力で弾き飛ばされ、未捕集が出るのではないかという結論に至った。

そこで、水膜に垂直方向にガスを通すことが最も効率的であると考え、水膜の形成に行き着いたが、適正な圧力損失の水膜を形成するには、苦難の連続であった。最終的にスクリーンとL/Gを適正にコントロールすることに成功し現在の形状に至っている。

スクリーン1枚の大きさは、500×500×40mmで、重量は3.5kgのため、1人でも簡単に交換作業が行え、予備スクリーンを用意すれば、あらかじめ洗浄したものと取り換えることが可能なカートリッジ式であり、短時間でメンテナンス作業を終えられることも大きな特徴である。

ちなみに、スクリーンはステンレス製のため耐久性が高く、洗浄すれば何度でも使用できる構造となっている。

2-3 洗浄循環水浄化のしくみ

スクラバーのもう1つの弱点は、洗浄に用いた循環水の腐敗や、汚泥（スラッジ）の発生など循環水の取り扱いであるが、元来当社は、「アクアブラスター」（3章のビルピット無臭化で後述）という排水処理用の散気管メーカーで、排水処理プラントや処理設備の設計も行っているため、その経験を生かしたバイオデオライザーは、その点についても他製品と大きく異なる性能を持っている。

バイオデオライザーを開発したきっかけとなったのは、10年以上前に某自動車工場に既設スクラバーの循環水浄化にアクアブラスターを使用して頂いたところ、排ガス処理性能が飛躍

的に向上し、メンテナンス期間も4倍以上に延長できたとの報告を受けたからである。

ほとんどの排ガスには、有機物が含まれているため、スクラバーで捕捉すると、それらを栄養源とする何らかの微生物が発生する。それが証拠に何もしなければ、微生物が自然発生し嫌気状態となることで腐敗臭が発生するのであるが、アクアプラスターを設置した場合、その酸素溶解力で微生物に「好気呼吸代謝」の生分解を行わせるため、腐敗及びスラッジの発生を抑制して水の劣化を防ぐことができる。これが名称に「バイオ」が付く所以であり、循環水も揮発分を補充するだけで、全量交換は不要となっている現場がほとんどである。一例ではあるが、水溶性VOC除去で使用している工場に至っては、納入して3年間、1度もスクリーンのメンテナンスや内部洗浄は行っていない現場もある。

また、ヤニ・タールなど、粘性の高い成分が含まれる排ガスの処理の場合には、アクアプラスターは必要不可欠と言えよう。

他社製スクラバーの循環水浄化にもアクアプラスターが使用されていることから、循環水の浄化能力の高さがお分かりいただけるのではないと思う。

2-4 バイオデオライザーの納入事例

これまで、工業系では、化学工場のホルムアルデヒドガスや半導体工場の水溶性VOCガスの除去、ゴム製品の加硫工程時の排ガス、塗装やワニス含浸、溶射工程の各種乾燥炉排ガス（写真1）を処理しており、食品系では、焼鳥工場や弁当工場、店舗では焼鳥及び焼肉チェーン店に納入している。

特に、乾燥炉排ガスなどヤニ・タールを含む排ガスは実績を積んでおり、平成17年に、広島県の塗装工場の電着塗装乾燥炉排ガス処理で使用されて成果を発揮して以来、9ヶ所の現場に合計12台のバイオデオライザーを納めている。

以上のことより、バイオデオライザーは、水膜を形成できることにより親水性の物質であれば、粘性のあるガスでも循環水が飽和限界を超

えない限り、かなりの高効率で臭気物質や塵埃を補足することが可能であり、カートリッジ式なのでメンテナンスも簡単に循環水も腐敗させないという、これまでには類を見ない湿式スクラバーであることをお分かりいただけたのではないと思う。

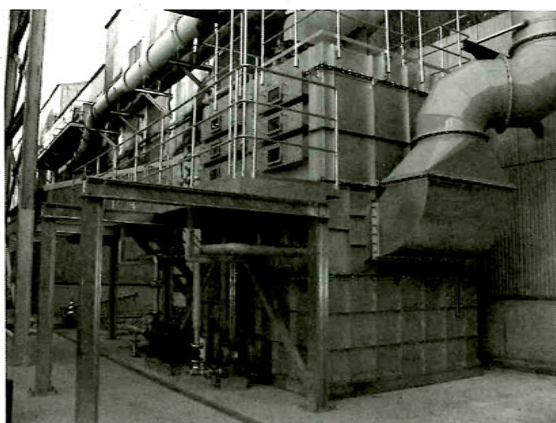


写真1 バイオデオライザー設置例

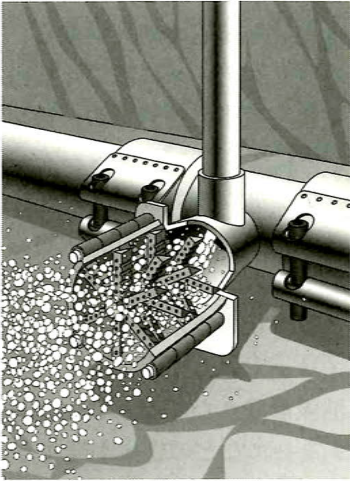
3. ビルピット臭気の無臭化

3-1 ビルピットの現況と腐敗メカニズム

ビルピットの無臭化と聞くと、「そんなことができるわけない」とここで読むのを止められる方もおられると思う。しかし、これまでの12年間、27件の排水処理と36件の塗装工場のカス池などの循環水腐敗防止を手掛けているが、すべての現場において硫化水素や低級脂肪酸などの腐敗臭気物質の発生を完全に抑制しており、リピート受注こそ頂いても、1度のクレームも発生していないので、是非とも読んで頂ければと思う。

ビルピットから発生する臭気は、前述のバイオデオライザーのようなスクラバー脱臭方式で、苛性ソーダ等の薬品併用で捕捉したり、常時、ポンプで水を汲み上げたりする方法が考えられてきたが、あくまでもそれは発生した臭気に対しての対処療法である。そうした方法では硫化水素の発生を根本的に防げるわけではないので、当然、ピットの腐食防止や下水道管の保護には至らない。

また、水中に酸素供給を行おうと、当社でも販売しているポンプで水平方向にジェット水流を発生する装置（第3図）を使用している現場も見受けられるが、そのレベルの酸素供給では、排水の負荷に負けてしまい、腐敗防止を行うのに最低限必要な溶存酸素濃度『2.0mg/L以上』を水槽全体に常時確保することは困難で、悪臭を絶つまでには至らないと断言できる。



第3図 ジェット水流発生装置スラッジイーター

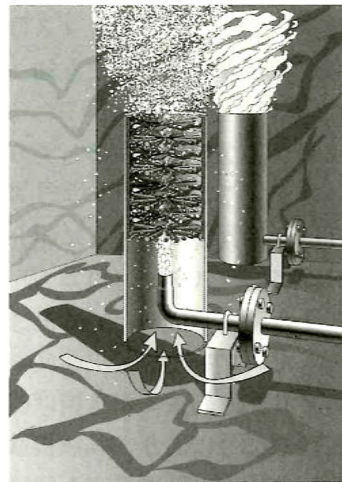
すなわち、ほとんどのビルピットで、溶存酸素濃度が2.0mg/L以下になっており、微生物は酸素不足を補うため、硫酸イオンや硝酸イオンで呼吸（嫌気呼吸）をはじめ、副生成物として硫化水素などの腐敗性の臭気物質を生成し、悪臭が発生するのである。

簡単な例として、ドブ川がなぜ黒く臭いのかというメカニズムを考えると、理解しやすいと思う。汚れた水（負荷）が川に流れ込むと、それを分解しようと微生物が急増するために、一気に大量の酸素を消費し、にわかに酸素不足となる。そして、酸素濃度が2.0mg/L以下となった時点で、硫酸イオンによる嫌気呼吸を行わざるを得なくなるために、代謝が『嫌気呼吸の代謝』となり、硫化水素を発生させて土中の鉄分と結びつくことで「硫化鉄」が生成され、真っ黒な色となりドブ川独特の硫化水素臭が発生するのである。

ビルピットでは、さらに負荷が高いので、嫌気呼吸から「嫌気発酵」の代謝へと移行し、酢酸や酪酸、プロピオン酸などの低級脂肪酸、いわゆる腐敗性の臭気物質が生成され、ビルピット特有の酸っぱい腐敗臭気となるのである。

3-2 溶存酸素量の改善法

そこで、酸素溶解効率と水の攪拌能力に優れたアクアブラスター（第4図）を底面にほぼ均等に設置し、微生物の『代謝』が人間と同じ酸素による『好気呼吸の代謝』になるような環境を整えることで、臭気の原因となる硫化水素や低級脂肪酸は一切発生しなくなる（写真2参照）。



第4図 アクアブラスター概要図

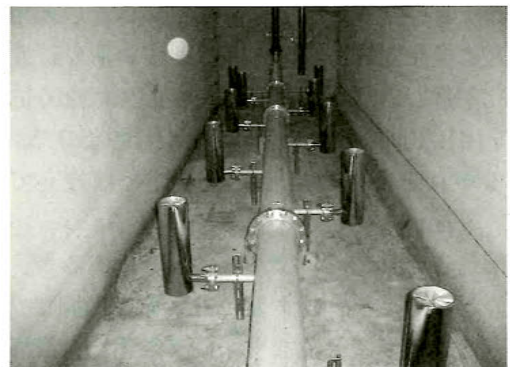


写真2 アクアブラスター配置例

アクアブラスターは、硫化水素を抑制するだけでなく、急速に水質の浄化も促し、薬注することなく、数時間でpH（ペーハー）が中性域に

入るので、ビルビットや下水道管のコンクリート壁が侵食されなくなることも大きな利点のひとつである。

硫化水素の発生がなくなることで、臭いだけでなく、制御盤などの周辺機器の錆の発生も防ぎ、漏電事故も予防できる。そうした事故防止とともにコンクリートの腐食も防げることから不動産の資産価値も守ることができるので、LCC（ロングサイクルコスト）低減につながり、大袈裟ではなく、一石五鳥ほどの効果がある。

付け加えると、ご存知の方も多いと思うが、硫化水素は700ppm以上の濃度で人間が死ぬ可能性があり、「1,000ppmで即死」するほど危険なガスで、毎年のようにメンテナンス作業時に数名の尊い命が奪われていることも知っておいていただきたい。

3-3 アクアブラスターのしくみ

後になったが、ここでアクアブラスターとは実際にどういう装置なのか簡単に紹介させていただく。アクアブラスター（第4図）とは、内部のノズルから時速140kmという高速で、プロワから送られたエアを噴射して、底部の水とスラッジをエアリフト効果で引き揚げ突起物に激しく衝突させることにより、気液接触による高効率酸素溶解と槽内の循環対流を同時に発生させることのできる装置である。世間でよく問われるナノバブル、マイクロバブルはその作用で普通に発生（H.P.動画参照）しているが、水質浄化が進むのは気泡径だけが要因ではなく、結果を出して問題解決を行うことが目的なので、敢えてそれを前面に出して謳うことは控えている。

構造も非常にシンプルな装置ではあるが、通常のゴムやセラミック製の散気管と比較しても酸素溶解効率に遜色なく、同風量当たり45%の電気消費量削減ができることや、一般的に塗装のカス池と言われる粘性のある塗料スラッジが多く混入した超高負荷の循環水槽で使用していただいても、そうそう閉塞することがなく、安定した能力を長期間発揮させることができるタ

フさも兼ね備えている。

また、似たような製品も出回っているが、酸素溶解効率を比較して戴くとその差は歴然で、酸素溶解効率が3倍以上（超微細気泡が発生している証拠）であることと（第5図）、また、下部から水を吸い上げる力が、およそ3倍近くあるので、比較対象とはならない。

3-4 アクアブラスターの実績例

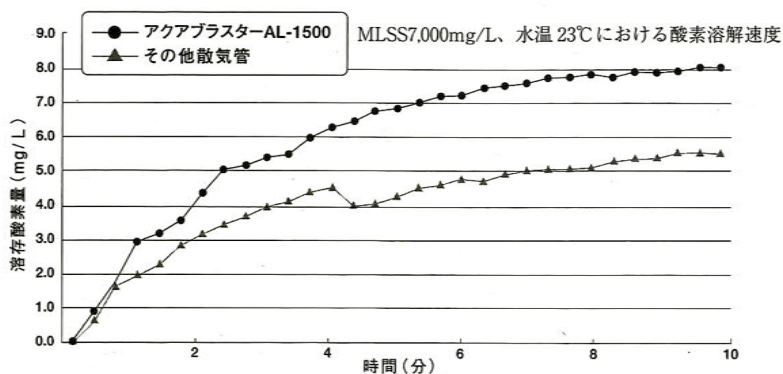
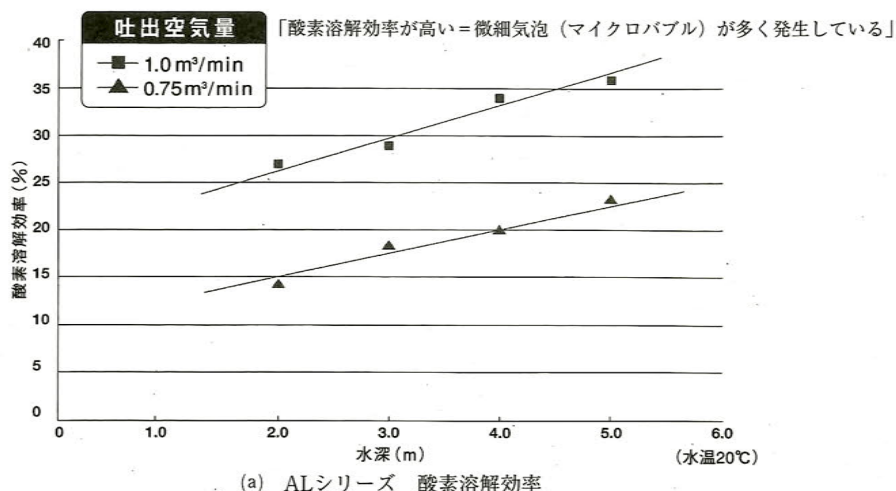
ここまで自信を持って言い切れるのは、12年以上の築き上げた前述の納入実績と、著名な研究機関でのバックデータに基づくものである。

平成11年に宝塚市と神戸市の一流ホテルの厨房排水ピットにアクアブラスターを設置させていただき、アクアブラスターとバイオの投入だけで、悪臭が発生しなくなり、水質も下水道放流基準値を下回るようになったことから、アイエンスの水質浄化事業が始まっている。

さらにメリットとして、強力な攪拌能力により水面の油膜形成もなくなることから、その油膜に産卵するハエなどの害虫が発生しなくなり、ホテルの客室にまで到達していた小バエの問題も解決している。

アクアブラスターの性能を示す排水処理の一例として、島津製作所滋賀工場（平成13年）や本社工場（平成19年）の厨房排水処理施設も納入しているが、私自身が非常に驚いたことは、設置10年目にあたる作年の5月5日に、滋賀工場に年に1度の定期点検作業を行ったが、河川放流処理ではなく下水放流処理仕様にも関わらず、処理水槽（ポリエチレンタンク）にタニシが発生するまでの浄化に至っている。厨房排水と鉍物系ノルマルヘキサン抽出物質が、12,000 mg/Lの排水を混合して浄化しているにも関わらずである。もちろん、活性汚泥は使用していないので、余剰汚泥は一切発生していない。

にわかには、信じがたいと思うが、「島津製作所2006年の環境報告書」にも当社のシステムが掲載されており、島津製作所のホームページからダウンロードできるので、一読頂ければと思う。



第5図

4. おわりに

最近では、日本最大手の製パン会社や生協のセントラルキッチンにも採用され、下水道放流が主流になってくる今後は、『悪臭や余剰汚泥を発生しない下水放流用排水処理システム』と言っても過言ではなく、日本国内はもちろんのこと、世界を見据えて販売活動を広げてくれる販売代理店も増えてきた。

ここまで読んで下さった方は、冒頭の当社のコンセプトがお分かりいただけたのではないかと思います。その反面、「胡散臭い」と思われた方もいらっしゃると思う。

特に、これまで水処理を下水処理設備の設計指針などを基に設計を行われてきた方などは、そう思われて当然のことであると思うが、(株)産業技術総合研究所、(財)新産業創造研究機構、(株)島津製作所、栗田工業(株)、韓国水資源公社 (K-

Water)でも共同研究やバックデータを取り、実際に販売も行っているのも、安心いただければと思う。

これから具体的に改善を考えている設計者の方には、是非とも現場をご覧いただき、実際に自分の目で確認されて、今後の提案に役立てていただければ幸いである。

【筆者紹介】

吉田 憲史

(株)アイエンス 代表取締役

〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-21-7

コーワ江戸堀ビル3F

TEL : 06-6225-2323 FAX : 06-6225-2552

E-Mail : n-yoshida@aience.co.jp

〈主なる業務歴及び資格〉

プラント設計歴13年 一級建築施工管理技士