日本産業機械工業会会長賞

「UASB による排水処理装置（とくとく-ぶぶぶ）」

株式会社エイブル

１．装置の詳細説明

１．１　従来の代表的な排水処理(好気性生物処理)

従来、排水処理は、好気性バクテリアによる生物分解処理法が主として用いられてきた。代表的な方式として、活性汚泥法や生物固定床法等がある。

これらはいずれも水中を好気状態(ブロワ等により水中に酸素を溶かした状態)にすることで、好気性バクテリアを活性化し、水溶性の汚れ(バクテリアにとっての餌)を捕食させ排水の浄化を達成している。

また、この方式の特徴として、水中の汚れを捕食したバクテリアは増殖する(汚泥転換する)ため、過剰に増殖したバクテリアは引き抜かなければならない。

引き抜かれたバクテリア(汚泥)は脱水処理により、固液分離され、汚泥脱水ケーキとして系外に排出され、産業廃棄物として処分される。含水率が高い脱水ケーキはその処理コストが大きく、問題となっている。

以上のように、従来の排水処理では、好気性状態にするための電力、増殖した汚泥の廃棄物処理に大きなコストをかけてきた。近年これらの処理による温室効果ガス排出が問題視されている。

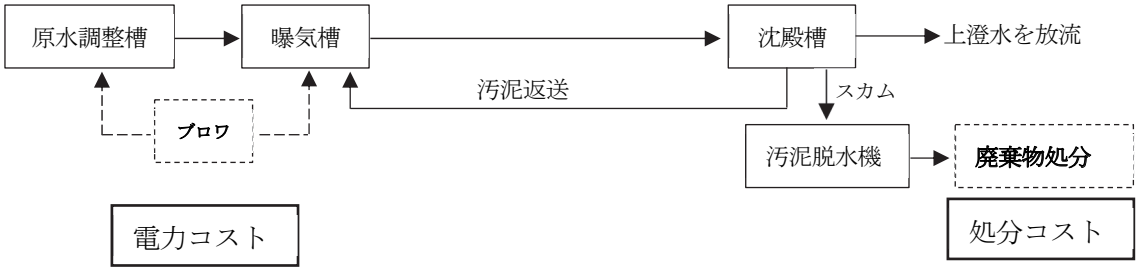

図１　従来の好気性処理(活性汚泥法)

１．２　新たな排水処理メタン発酵処理方法(嫌気性生物処理)

これら好気性処理に対し、嫌気性バクテリアによるメタン発酵処理方式【UASB 法】はかねてより注目されてきた方法である。

嫌気性バクテリアは、酸素の溶けていない水中で活動する水生バクテリアであり、この特性から、空気供給用のブロワを使う必要がない。従来法では電力コストの 50～80%を占めていたブロワが不要になり、大幅なコスト削減が可能である。

また、好気性バクテリアは汚泥転換率がBOD量に対して30%程度(CODcr量に対して20%)であるのに対し、嫌気性バクテリアは3%程度であり、汚泥処分コストが90%削減できる。

さらに、水中の有機物を分解する際に一部をメタンに変換するため、二酸化炭素排出量の削減と、発生したメタンをバイオガスとして回収し、エネルギーとして再利用できるため、環境負荷を減らすことができる。

これら多くのメリットを持ったUASB法であったが、従来技術では解決できない問題点があった。それは懸濁物質や油分が一定数値を超えると生物反応阻害を起こし、処理不能に陥ることである。油分30 mg/L、懸濁物質300～500 mg/Lが上限であった。

特に、大豆製品、菓子・デザート等製造工場、食肉・魚類加工工場、あるいはその他の食品製造排水のほとんどには多量の懸濁物質と油分が含まれているのが通常である。

したがって、従来のUASB法では上記を含まない排水、例えば、糖類・有機酸・α でんぷん・アルコール等の溶解性物質を含む排水に限定されていた。

従来の活性汚泥法	現状のメタン発酵装置UASB
・空気供給ブロワの電力コスト大 ・汚泥転換率大のため処理コスト大 ・CO_2排出量大	・空気供給ブロワの電力コスト50～80%減 ・汚泥転換率1/10のため処理コスト90%減 ・CO_2排出量小
現状のUASB法の問題点	
懸濁物質や油分を含まない一部の排水にしか適用できない。	

従来の排水処理と現状

本装置ではほとんどの食品工場でUASB法が適用可能である

１．３　本装置「UASBによる排水処理装置(とくとく-ぶぶぶ)」

本装置、「UASBによる排水処理装置(とくとく-ぶぶぶ)」は従来のUASB法では処理不能であった多量の懸濁物質と油分を含む排水を比較的容易な手法で処理可能とした。

処理システム内は大きくUASB-TLPと可溶化の二つのシステムによって運用されている。

図２　納豆排水工場UASB実装置写真

（１）処理システム内説明①【UASB-TLP】

１）UASB-TLP 装置構造について

処理システム内装置の主体をなすのが当社のメタン発酵装置【UASB-TLP】である。

本体材質は、大型装置(リアクター容積 400 m^3 を超える装置)の場合コンクリート製、中型以下の場合 FRP 製で製作する。

メタン発生過程で副生成物として、炭酸ガスや硫化水素ガスも含まれ、これらは腐食性が強いため、耐腐食性に勝る FRP が有効である。

大型装置ではコンクリートにFRPコーティングを施し、中型以下ではFRPタンクを使用する。図 3 に UASB-TLP 本体図を示す。

槽内はじょうご型分離板を逆さまに配置し、2 段以上の分離槽で形成されている。

最下部に原水入口管、上部には集水装置を配置し、更に最上部にはバイオガス取出し管を設置する。

また、じょうご型分離板は順位、逆位のいずれも可能であり装置の大きさや排水の特性により、順あるいは逆位のいずれかを選択して設置する。

槽は大きく、下部～中部の反応ゾーン(乱流ゾーン)と上部の層流ゾーンに分けられる。

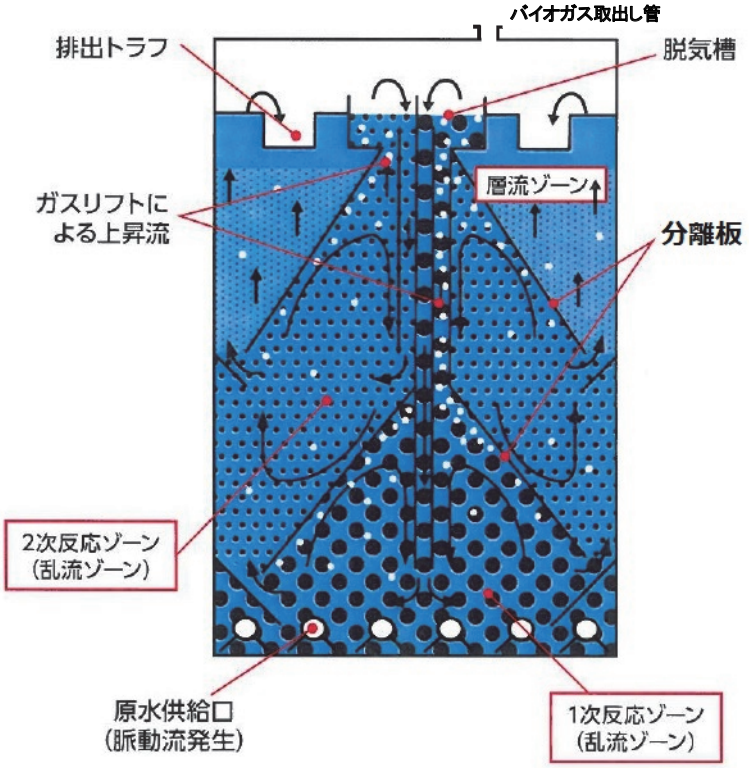

図 3　メタン発酵装置 UASB-TLP の概念図

①反応ゾーン

反応ゾーンでは、バイオガスの発生を利用した乱流が巻き起こるように設計されている。

まず、バイオガスの発生は、原水をパルス供給(2～5 分間に一回ポンプ ON)で送り込むことで、断続的に発生させる。これにより、装置内のバイオガスが一定間隔で吹き上がるため、強い撹拌力を得ることができる。

発生ガスはじょうご型分離板で中心部に集め、上部中央の脱気層まで、ガスリフト(ガスによるエアリフト)で、反応ゾーン内に上昇流を作りだす。ガスは水とグラニュールを上部に吹き上げた後、脱気層で気体と液体に分かれ、バイオガス取出し管から槽外に排出される。

ガスと分離した排水とグラニュールは、乱流ゾーンに流入し槽内の乱流を促進しながら、更に反応が進んでいく。

②層流ゾーン

上部の層流ゾーンでは、未反応の有機物が全体濃度の数パーセント存在するが、緩やかに層流を形成しながら仕上の分解を進める。

処理を終了した水は上部の排出トラフから排出される。

上記のように、UASB-TLP は他の単一層型 UASB とは大きく異なる構造を持ち、その反応性や槽内の菌体の動きに違いがある。

そのことについて、UASB-TLP の原理を交えつつ特殊な構造がもたらす効果について下記にて説明していく。

２）UASB-TLP の原理について

①メタン菌(嫌気性微生物)による分解反応

UASB の槽内には、グラニュールと称されるメタン菌の塊が排水の分解を行っている。

原水がメタン菌の表面や内部で接触し、分解反応が起こるが、この分解によりメタンガスが発生する。

メタン発酵における反応時間は原水の濃度や質によって異なるが、概ね 1～10 時間程度が必要である。

$$\underset{\text{酢酸(BOD、CODcr)}}{CH_3COOH} \xrightarrow{\text{メタン菌}} \underset{\text{メタン}}{CH_4\uparrow} + \underset{\text{二酸化炭素}}{CO_2\uparrow}$$

図４　メタン菌による酢酸の生物分解

②当社 UASB-TLP の反応性

当社 UASB-TLP は縦方向に 2～4 段に区切られた反応槽の中で、反応が進んで行く。

最下段(原水入口付近)では、酸発酵菌とメタン菌の混合体であり、上段に水が移動するにつれ、メタン菌比率が上がっていく。

他の単一層の装置に対して、多段反応を利用することで、より高性能を得ることができる。一般的に利用されている単一反応槽では、ターンオーバーと称されるガス浮上による上下逆転

流が発生するので、未反応原水が一部処理水側に流出して、水質を悪化させる。
本装置は当初から二層以上の縦型に反応槽を配置しているので、未反応流出率はほぼゼロとなり、良質の処理水を得ることができる。
さらに、最上段層においては概ね反応が終了した水を送り込む。ここでは、未反応の物質を更にポリッシングするが、ガス発生がわずかなので、発生ガスにより流れを乱されることなく通常の固液分離装置のように層流を形成しながらわずかに残存するBODを除去し、極端に処理水の質を上げることができる。
反応は各段で行われ、複数回調査したデータ(ジャム製造排水)では最下段での除去率は、CODcr76%、BOD82%、中段でCODcr87%、BOD95%、最上段でCODcr92%、BOD97%であった。
各段の内部、上下左右は、ほぼ同じ濃度であり、反応は完全混合系であることが示された。
反応は固体(菌体)と液体(排水)による固液反応である。
一般的に固液反応速度は粒径の二乗に反比例するといわれており、当社 UASB-TLP はグラニュール粒径に着目し設計されている。

③弊社グラニュールの反応性
原水の供給をパルス供給し、強い乱流を生むことは上記にて説明したが、そのほかにもいくつかの有用な効果をもたらす。
グラニュール菌体には自らが発生させたガスがまとわりつき、排水との接触が阻害される。強い乱流が菌体周辺のガスを取り除き接触阻害を防ぐことができる。
また、パルス供給で一気にガス浮上するグラニュールは水のせん断力により、一定以上の粒径に造粒しなくなる。
他社グラニュールは3～4 mm直径であるのに対し、当社グラニュールは0.5～2 mm直径である。粒径が小さく、菌体の表面積が増えるため、反応性が向上する。
社内実験では、他社グラニュールと当社グラニュールを比較したところ約4倍の性能を示した。

（２）処理システム内説明②【可溶化】
本技術の特徴は、排水中に含まれる有機性懸濁物質(タンパク質、でんぷん粒子等)、油分を一度加圧浮上装置により浮上スカムとして分離し、可溶化槽にて水溶性の物質に変換(可溶化)させ、再び排水に混合してメタン分解させることにある。

１）可溶化の処理工程
本技術の基本的な排水処理工程をブロックフローとして図5に示す。
ブロックフロー中の加圧浮上装置によって、排水は水溶性有機物と、有機性懸濁物質や油分に分離される。分離された有機性懸濁物質と油分は可溶化槽に移され、10～30日間の滞留で70～90%程度可溶化される。

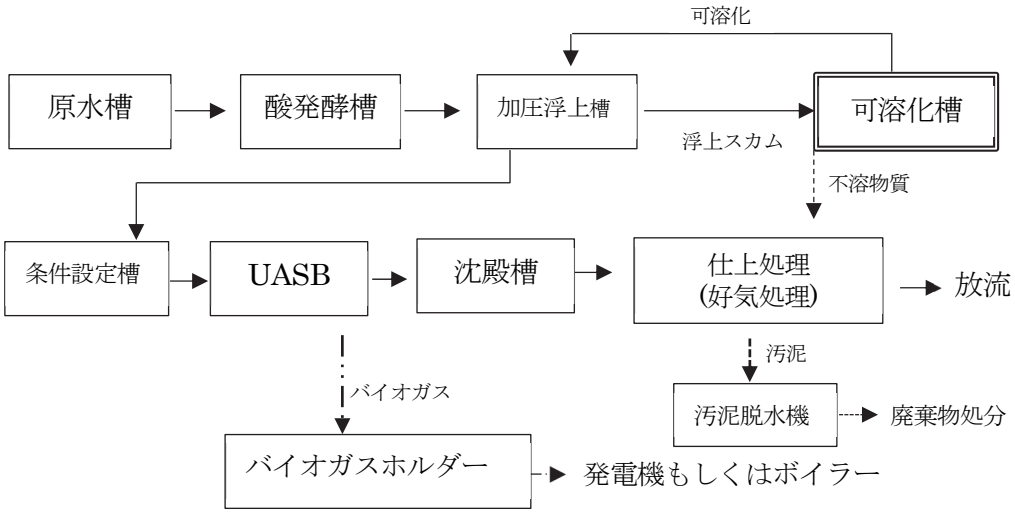

図５　装置ブロックフロー

これにより、一度分離した有機性懸濁物質と油分を再び排水中に戻し分解処理できるようになる(図 6)。可溶化された有機性懸濁物質と油分は原排水中の水溶性有機物とともに、UASB-TLP(生物処理槽)に送られ、分解される。

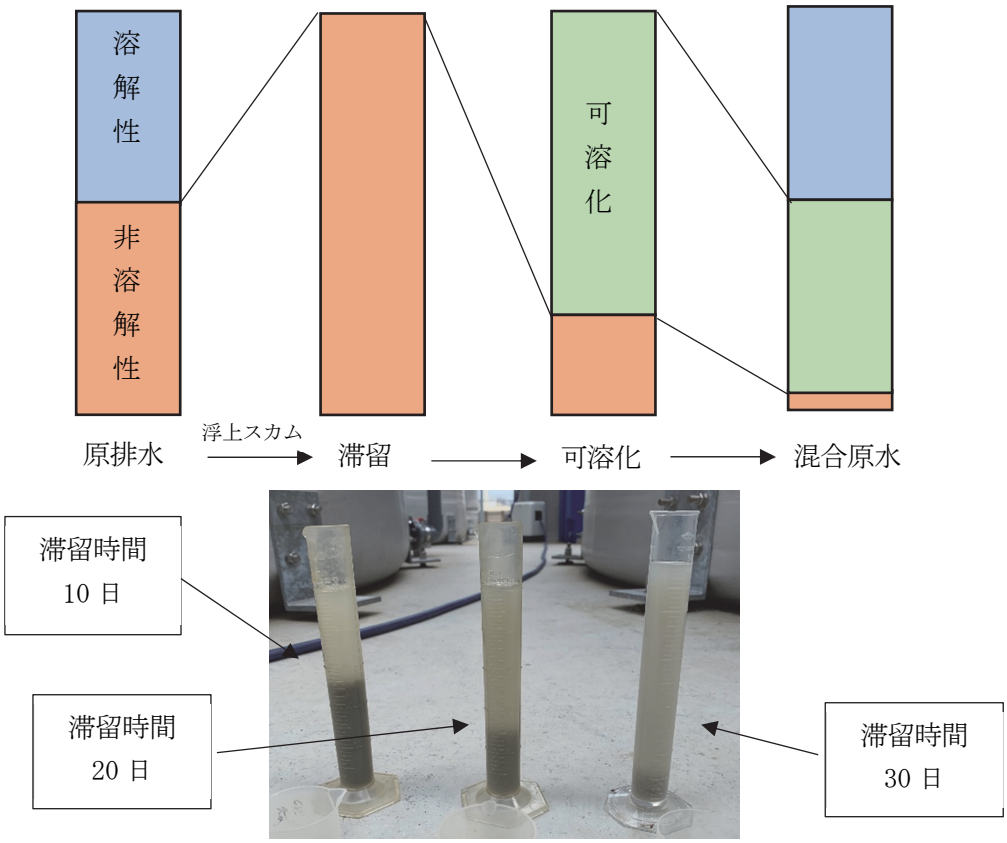

図６　排水の可溶化(写真　納豆排水の場合)

２）可溶化の原理

油分や固形物を含む排水から、浮上分離して高濃度に濃縮したスカムは、pH を中性に保つよう調整し、上下に分離しない程度の撹拌を継続することによって、約 30 日程度で油分や固形物が水中に溶け出す現象を発見した。

これらは、食品工場等の原料に含まれている分解酵素の働き、または高濃度かつ多種類にわたって含まれるバクテリアから分解酵素が供給されていると理解しており多くの工場排水で同様の挙動を示し、再現性があった。

タンパク質（不溶性固形物） ―プロテアーゼ→ アミノ酸（水溶性）

動植物性油脂（不溶性固形物） ―リパーゼ→ グリセリン（水溶性） ＋ 脂肪酸（水溶性）

図７　可溶化槽内反応

３）可溶化装置

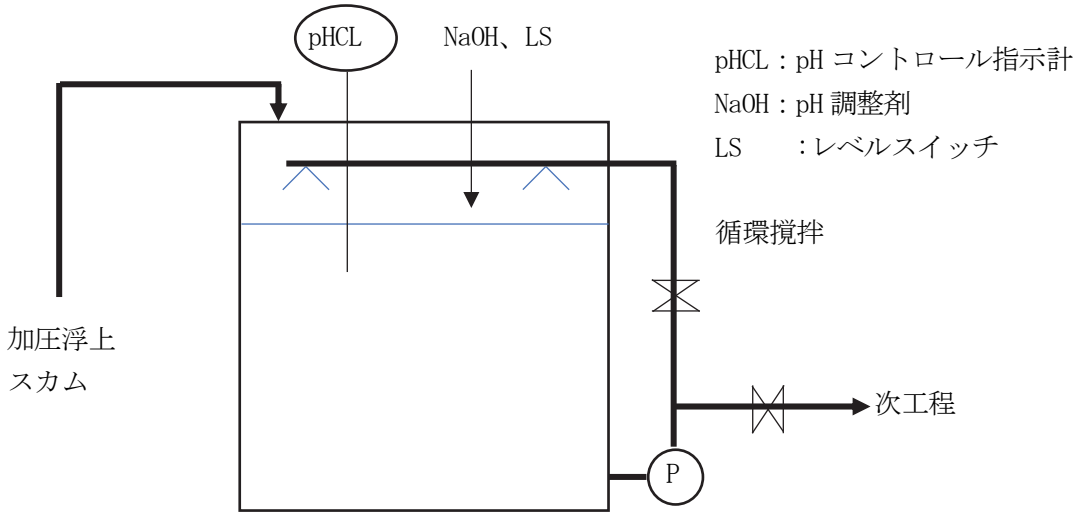

図８　汚泥可溶化槽

４）スーパー加圧浮上装置

可溶化の処理工程内で油分と懸濁物質を分離する装置である当社装置「スーパー加圧浮上装置」について下記に示す。

①装置原理

加圧浮上装置とは除去したい水中の粒子（懸濁物質や油分）に微細な空気の泡を付着させて、粒子全体を軽くし、水中から浮かせて分離し、下部から清澄な水を得る方法である。

上部に浮いた泥状の粒子はスキマーと呼ばれる掻き取り装置で分離される。

一般的に水中の粒子を沈めて除去する方法(沈降法)に比べ、浮かせて除去する方法(浮上法)は20倍以上の速さで分離させることができる。

したがって装置の面積が1/20程度になり、省スペースな装置である。

また、水質も一般的な沈殿装置を上回る良質なものを得ることができる。

微細な空気の作り方は、加圧タンクと呼ばれるタンクに6 kg/cm^{2}の圧力で空気を送り込み、併せて4〜5 kg/cm^{2}の圧力で水を送り込むことにより空気を水に溶かす。

このようにして作った加圧空気を大気圧に開放すると、外見上は真っ白な微細空気(気泡)ができる。

ここで析出した微細空気が粒子の表面あるいは粒子フロックの内部に入り込み、付着して全体を軽くして浮上させる。

粒子は気泡が付着しやすいように凝集剤によりフロックの粗大化及び多孔質化するほうが効果的である。

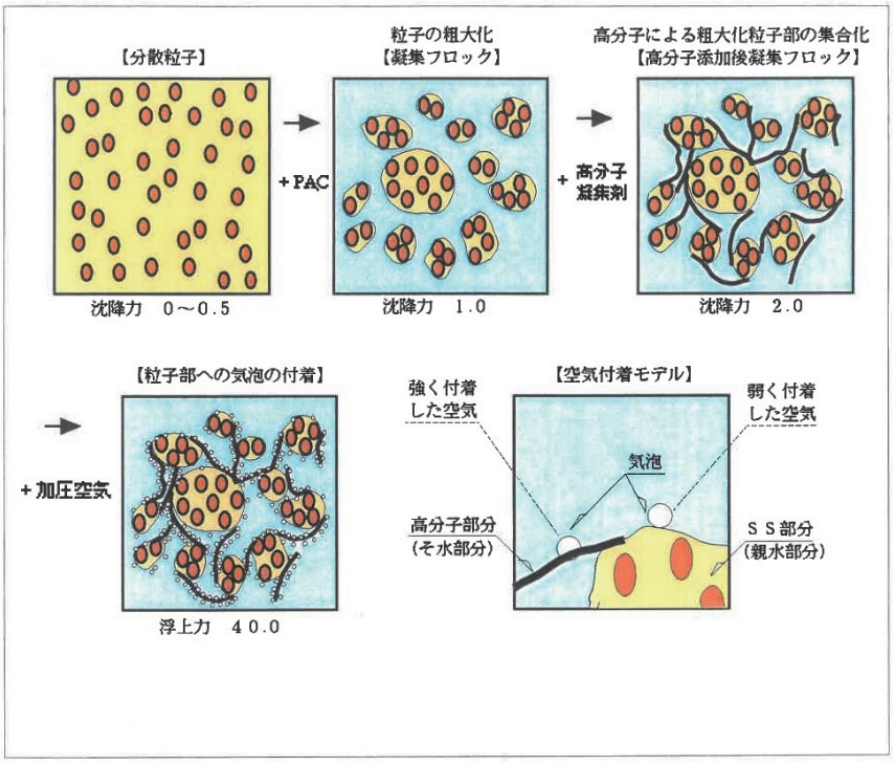

図9 加圧浮上装置の浮上原理

②装置構造

図10にスーパー加圧浮上装置の構造と一般的な加圧浮上装置の構造を示す。

原水と加圧水は垂直部で接触させるので、懸濁物質に対して微細気泡が付着しやすく、その結果として処理水に流出する懸濁物質を最小限にすることができる。

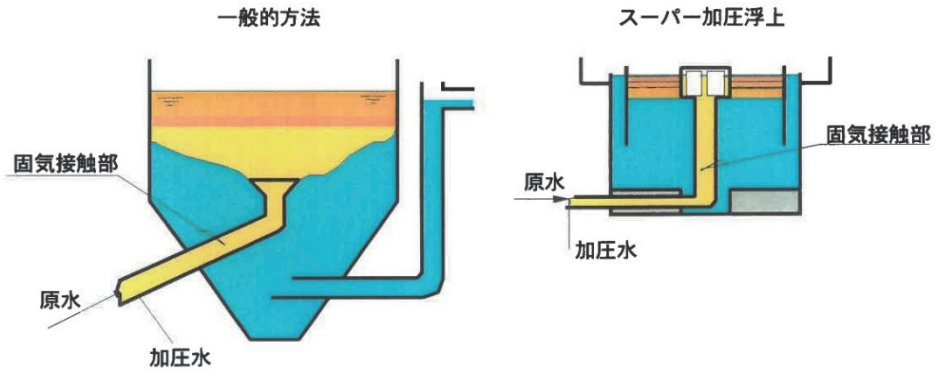

図 10　当社スーパー加圧浮上装置と一般的な加圧浮上槽との構造的な違い

１．４　環境負荷について

有機性懸濁物質や油分の可溶化によって、これまで適用することができなかった原料精製、製菓製パン、麺類製造、乳・肉・卵、園芸食品（ジャム、トマトジュース等）、水産加工、酒類、飲料、特殊食品、外食産業にUASB法を適用可能になった。

前述したとおり、UASB法は電力コスト、処理コストが低く、何よりも環境負荷の少ない優れた処理システムである。

表１にUASB法と活性汚泥法の年間二酸化炭素ガス発生量を比較したものを示す。これからの脱炭素社会において、UASB法は従来の活性汚泥法に対して、環境負荷が低いことが解る。本装置が、今までUASB法を適用できなかった工場で稼働することにより、省コストで環境負荷の低い新しい工場排水処理が実現可能になった。

表１　UASB法と従来活性汚泥法との二酸化炭素発生量比較
CODcr 1 t/日当たりの排水を基準とした比較

比較項目	UASB法	CO_2発生量 (t/年)	好気処理法	CO_2発生量 (t/年)
使用電力(kWh/年)	120,000	68.5	582,000	332
汚泥発生量(焼却処分量)	44	10.4	440	104
発電量(kWh/年)	288,000	-164	—	—
合計	-85.1		436	
UASBに対する、好気処理により発生するCO_2発生量	521.1 t-CO_2/年			

※換算係数　電力　0.571 kg-CO_2/kwh
汚泥焼却　236.4 kg-CO_2/kg-脱水ケーキ

２．開発経緯

２．１　開発経緯

（１）開発年表

2017 年 2 月～	UASB 法の欠点改善のための探索実験を開始
2017 年 2 月～3 月	不適要因である物質の分離方法探索
2017 年 3 月～10 月	不適要因物質の可溶化実験
2017 年 10 月～2018 年 2 月	実験結果を元に実装置を設計
2020 年 1 月	第 1 号機納入

（２）開発の趣旨(2017 年 2 月～)

以前より、懸濁物質の多い豆腐や納豆工場あるいはその他油分を含む排水では UASB 法による技術提案は難しいことと、実際に、排水中に一定の油分と一定以上の懸濁物質を含んでいる場合に UASB 法を適用したが成功に至らなかった事例が多くあることを見聞していた。

この状況において、その対策法について別の観点からいくつかの知見を有していたので、対策案を実験した。

（３）UASB 法への適用を可能にさせる手法の探索(2017 年 2 月～3 月)

１）手法は UASB 法に不適要因であるエマルジョンや、そうでない油分及び有機性懸濁物質を排水中から分離することを第一目標として実験に着手した。

一般的には微細気泡を用いる加圧浮上装置の適用が想定される。条件としては無薬注又は少量の高分子凝集剤の利用に限定した。実験して見た限りでは油分や懸濁物質の除去率は 30～40%程度であり、完全に分離することができなかった。PAC 等の無機凝集剤の添加により、除去率は上がったが、いたずらに汚泥を増加させるので検討外とした。

２）次に、UASB 方式では必須の前段酸発酵処理後の排水について、同様に加圧浮上処理を施した。その結果、油分や SS の除去率は 80～98%を得た。

実験は大豆を用いた製造排水、ハムソーセージ製造排水、デザート製造排水、菓子類製造排水、その他業界を代表する排水についても追加実験を行ったが、いずれも十二分な除去率を示し、処理水 n-Hex 30 mg/L、懸濁物質 100 mg/L 以下を得た。

排水中の懸濁物質等の分離方法は判明したが、問題は加圧浮上処理で 2～4%の懸濁物質濃度に濃縮した分離物（通称スカム）の処理方法である。

例えば、脱水処理は身近な技術として存在するが、油分を含む脱水ケーキを産業廃棄物として外部に出すことは一般的に禁止されている。

３）濃縮分離物可溶化の試み(2017 年 3 月～10 月)

そこで、浮上分離スカムの処理について別途検討を加えた結果として、pH3.5～5.5 程度でスカムを分離した後、pH を中性に保ち、撹拌しながら 10～30 日程度の滞留をさせることにより 70～90%が溶解することを突き止めた。油分やタンパクあるいは有機化合物が脂肪酸、グリセリン、アミノ酸、αでんぷん、その他の可溶性物質に変わったと思われる。

pH を中性に保つことにより、菌体が活性化して分解酵素を発生させたものと理解している。

また、油分が分解し難い動物性油脂の場合には少量の油分解酵素を添加することも効果的であった。

４）可溶化したスカムの処理(2017 年 10 月～2018 年 2 月)

スカムを可溶化できたことで、分離し、処理工程系外に排出する必要がなくなった。まだ不溶な油分や懸濁物質が 10%ほど残っているので、前段の浮上分離槽に戻すこととした。

再び分離することで、不溶物質が UASB 処理工程に混入することを防ぐことができ、再び可溶化工程に戻すことができる。また、後段の好気性生物処理により分解される割合が増え、廃棄物質処分量を更に減らすことができる。

本研究は 2018 年に概ね終了した。

３．独創性

有機性の工場排水を排出する業種は食品工業では数多く存在する。

また、製紙関係、化学関係、医製薬関係等合わせて 5,000 社以上あり、多くが UASB 方式に適用不可として見放されてきた。

40 年あまりの UASB 方式の歴史の中で、懸濁物質を分離する手法は存在したが、可溶化し、処理工程に戻す手法は存在しなかった。

これまで、UASB 法という電力コスト、産業廃棄物処理量ともに少なく、CO_2 排出量削減も可能な優れた技術の適用が一定の範囲に限られていた。

この状況の中で、全ての有機性排水に UASB 方式を適用させる方法としてシステム化した本装置「とくとく-ぶぶぶ」は、懸濁物質等の分離に加圧浮上設備を組み込み、分離した物質を可溶化槽にて可溶化して、排水中に含まれるほぼすべての汚泥物質を UASB 法で処理するというシステムを確立した初めての装置である。

３．１　処理第 1 段階

具体的にはまず、第 1 段階として、通常実施されている酸発酵工程を設ける。酸発酵工程においては、ばっ気等の空気撹拌は行われず機械撹拌によって実施する。

つまりは、水中に含有する物質を腐敗させることを目的としている。

物質は低分子化し、有機酸を生成する。その結果として pH が下がり、溶解性の油分は析出し易くなり、また、タンパク質は等電点に近づくためにデンプン、油分等を抱え込みながら析出、凝集する。

また、タンパク質を含まない排水においてもやや凝集力が低いが同じように凝集する。この反応は水中の pH が 3.5～6 の範囲で実現することができる。

またタンパク質を含まない排水においても、pH が下がり、更に一定の時間を経過することによって生成した乳酸カルシウム等によって凝集して、同じような挙動になる。

３．２　処理第 2 段階

第 2 段階は、析出した物質の濃縮工程である。析出物はタンパク、油分、デンプンその他の有機性物質である。

これらは非水溶性であるために分離技術は加圧浮上処理が適切である。

酸発酵処理後の排水に懸濁物質乾物当たり 0.1～1%程度の陽イオン性高分子凝集剤を添加してより大きなフロックを生成させ、加圧した空気を溶かした加圧水と接触させると析出物は浮上する。

排水の種類によっては高分子凝集剤の添加が不要の場合もある。

浮上物を分離すると水側の水質は油分や固形物のほとんどが除去され、UASB 処理に適した水になる。一方、分離した固形物側は 2～3%濃度のスラリーになる。

３．３　処理第 3 段階

第 3 段階においては、濃縮分離したスラリーの処理である。一般的には、スラリーは脱水機を利用して脱水ケーキとして系外に取り出した後に別途処分される。

しかし、本システムでは濃縮されたスラリーを可溶化した後に UASB によりメタン発酵処理する。

可溶化の方法が、工業的に成り立つ条件は

○第 1 に、濃縮を上げて貯槽を小さくすることにある。

○第 2 に、析出した固形物を効率よく可溶化することである。

可溶化の手法は、スラリーに含まれる各々の物質によって多少は異なるが、基本的には分解酵素の働きや腐敗菌によるもので、pH を 6～8.5、水温 25～40℃、撹拌機能を持たせることが必要である。

物質的に可溶化の方法は多少異なるが、例えば、大豆製造排水においては当初から大豆に含まれると思われる油分分解酵素やタンパク質分解酵素あるいは納豆菌と思われる働きで 10～30 日の滞留で 70～90%を水に可溶化することができた。

可溶化物は有機酸類やグリセリン、又はアミノ酸類であり、これらは容易に UASB 法によって処理することができる。

また、他の事例として、洋菓子製造排水や食肉等製造排水についても同様の結果を得た。

場合によっては、油脂分解酵素やタンパク分解酵素を添加することも有効である。

これらの操作を可溶化として表せば、可溶化の条件は概ね以下に示すとおりである。

pH	6.0～8.5
水温	20～40℃
撹拌	SS 成分が上下に分離しない程度の撹拌が必要
所要日数	10～30 日

また、生デンプンを多く含む排水の場合は 70℃以上に加熱して、デンプンを可溶化した後に酸発酵工程に戻すことも有効な手段の一つである。

以上の一連の手法を合理的かつ実用的な手法で確立、実施した例はほかに存在しない。

脱炭素社会の構築が風雲急を告げる中で、その答えの一つとなるべきものである。

本提案は、従来の原水側の制約を無くし、UASB 法を従来の何十倍もの市場に展開することにより脱炭素社会の実現の一助になり得る。

４．特許の有無

次のとおり、特許２件を取得済み、１件を出願中。

特許番号：特許第 4620383 号　/　名称：メタン発酵処理方法

特許番号：特許第 5560343 号　/　名称：メタン発酵処理装置

出願番号：特願 2020168701　/　名称：メタン発酵排水処理装置

５．性能

５．１　装置サイズ

国内の下水処理場や民間の工場排水処理方式として一般的な活性汚泥処理方式に比べ、1/30 の容積で処理できる。

５．２　消費電力

約 50～80%削減。

５．３　産業廃棄物発生量

約 90%削減。

５．４　バイオガス

処理時の発生気体中組成はメタンガスが 70～90%含まれるため、ボイラー設備や発電機への利用が可能である。

現在、本装置に利用されている UASB 装置が導入されている施設にて発電機一台当たり、バイオガス発生量 9 m^3/h において、25 kWh の発電が継続されており、トラブルは発生していない。

５．５　処理水質

１）第一号機

水量　　：400 m^3/日

排出時間：16 時間/日

表２　第１号機水質条件

	原水水質	負荷量	処理水	放流基準
pH	5.0	―	8.3	5.8～8.6
BOD　【mg/L】	1960	1080 kg/日	10	80(60)
SS　【mg/L】	1740	200 kg/日	29	100(70)
n-Hex　【mg/L】	181	64 kg/日	10 以下	80

２）従来の UASB 法との比較

UASB 装置内にグラニュールを投入すると水質に徐々に慣れ、短時間だけ良好な水質を得ることができるが、油分や懸濁物質によるグラニュール表面付着による性能劣化が生じ、更に比重の軽い油分付着や粒子内発生ガス滞留のため比重が軽くなり、槽外へ流亡し、性能がゼロになる。新たにグラニュールを投入しても同じことを繰り返す。

本装置では油分や懸濁物質を可溶化することで、これら不具合を解消している。

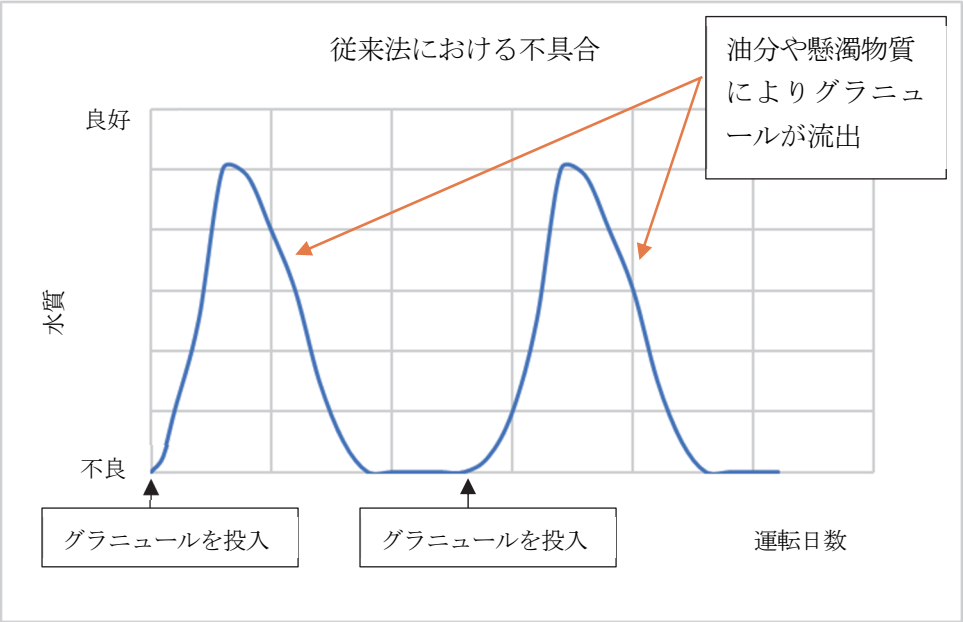

図 11　従来の UASB 法により納豆排水等を処理した場合の水質変化

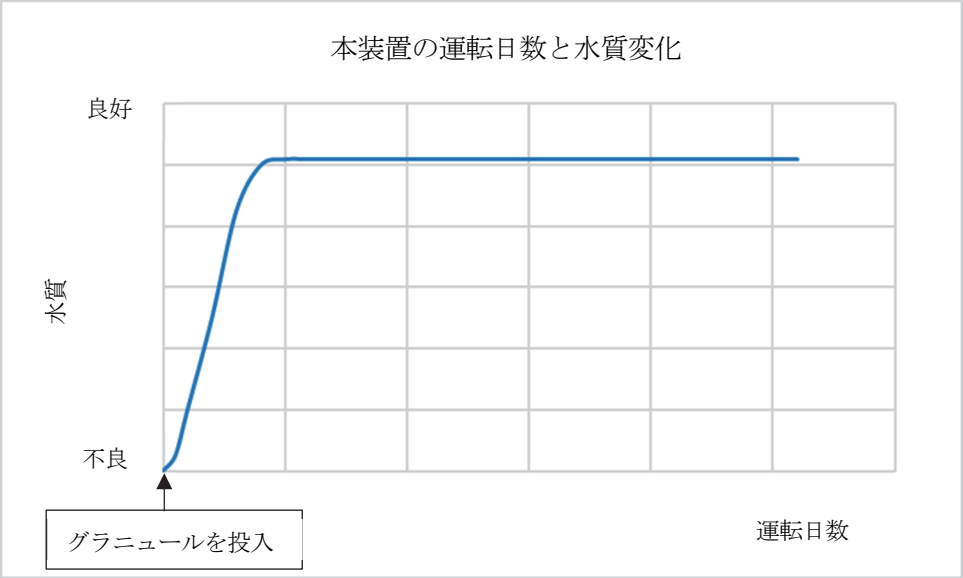

図 12　本装置「とくとく-ぶぶぶ」により納豆排水等を処理した場合の水質変化

６．経済性

第１号機に関して、表３に従来装置、本装置のイニシャルコスト、表４に従来装置、本装置のランニングコストを示す。

従来装置とは好気性生物処理装置「活性汚泥処理法」である。

活性汚泥処理法はブロワにより空気を供給し、排水中の汚れを好気性バクテリアにより処理する装置である。

表３　従来装置、本装置イニシャルコスト

イニシャルコスト	従来装置	申請装置
土木、建築費用	￥150,000,000	￥24,000,000
機械設備費用	￥120,000,000	￥216,000,000
合計	￥270,000,000	￥240,000,000

表４　従来装置、本装置ランニングコスト(1 年間当たり)

ランニングコスト	従来装置	申請装置
電気代	￥14,000,000	￥3,180,000
産業廃棄物処分費	￥14,235,000	￥1,095,000
薬品代	￥13,000,000	￥8,900,000
スチーム発生量	―	￥-11,500,000
メンテナンス費用	￥5,000,000	￥5,000,000
合計	￥46,235,000	￥6,675,000

※第１号機納入先への仕様報告の算出に基づく。

７．将来性

地球温暖化ガス排出量の削減は地球規模の必須要件である。本装置は、国策として示されている脱炭素社会実現のための一つの答えである。

水処理におけるコストや CO_2 排出量という従来の課題に対し、エネルギーを回収し、脱炭素社会を形作ることの一助となれるようになったのは、特質すべき事項といえる。費用対効果も優れており将来的な拡大を見込むことができる。

現在稼働している従来処理方式(活性汚泥法等)の排水処理設備は国内に無数に存在する。

それらが UASB 法に代わることで、電力コスト、産業廃棄物量削減、CO_2 排出量削減、エネルギー回収等、脱炭素社会の望まれる要件を満たすことができる。

本技術は国内の同業他社にも実施していただき、また国際的にはワールドワイドの特許申請を実施して、世界的普及を計りたいと考えている。

７．１　「とくとく-ぶぶぶ」による電力削減量及び CO_2 削減量の試算

〇2050 年における予想

①「とくとく-ぶぶぶ」を 800 社が採用することを想定する。

②一社当たりの排出 CODcr 量を 500 kg-CODcr/day(≒300 kg-BOD/day)と想定する。

（1）電力削減量

1）発電量

1日当たりのCODcr処理量は次式となる。

800社　×　500 kg-CODcr/day ＝ 400,000 kg-CODcr/day

上記より、1日当たりのメタン発生量が次式となる。

400,000 kg-CODcr/day×0.8×0.35 m^3-CH_4/kg-CODcr ＝ 112,000 m^3-CH_4/day

※除去率80%とする。

上記より1日当たりの発電量は次のようになる。

112,000 m^3-CH_4/day×25 kWh / 8 m^3-CH_4 ＝ 350,000 kWh/day・・・①

2）節電量

従来の装置から「とくとく-ぶぶぶ」に切り替えた場合、節電量は下記のようになる。

800社×500 kg-CODcr/day・社×1.4 kWh/kg-CODcr = 560,000 kWh/day・・・②

※従来装置からUASB式に切り替えた場合にCODcr1kg当たり1.4kWhの節電になる。

3）余剰熱量の利用

利用する発電機の発電効率は32%とする。残りの68%は排気及び冷却水ファンを通じて外部に排出されるが、排熱利用システムを利用することで48%を回収し、最終的なエネルギー効率は80%になる。

回収した熱はボイラー用水の余熱、暖房用、汚泥乾燥用、または原水が低水温の場合の原水昇温等に利用される。

これらの熱利用は、発電量に換算すると発電効率32%で発電した1)発電量の350,000 kWh/dayを上回る。

余剰熱量の利用 ＝ 350,000 kWh/day以上・・・③

①、②、③より、予想される電力削減量は1,260,000 kWh/dayとなり、約石炭火力発電所3基程の節電が可能となる。

（2）CO_2削減量

1）発電、節電によるもの

【電力削減量】×0.571kg-CO_2/kWh ＝ 719,460 kg-CO_2/day

＝ 719 t-CO_2/day・・・①

2）排水処理で発生する汚泥の減少分

従来法排水処理設備の汚泥発生量は、1日当たりのCODcr処理量の20%が汚泥として発生する。発生した汚泥は多くの水を含むため、脱水し、含水率85%程の脱水ケーキとなるため、下記のような量になる。

400,000 kg-CODcr/day×0.2×1/(1-0.85) ＝ 533 t-脱水ケーキ/day

本装置の脱水ケーキ発生量は従来法の1/10である。

そのため、脱水ケーキ量削減によるCO2削減量は下記になる。

533 t-脱水ケーキ/day×0.9×236.4 kg-CO_2/t-脱水ケーキ ＝ 113,401 kg-CO_2/day

＝ 113 t-CO_2/day・・・②

【CO_2削減量】＝ ①+② = 832 t-CO_2/day

火力発電所 CO_2 排出係数 1 kWh/kg-CO_2 とすれば、

832,000 kg-CO_2×1 kWh/kg-CO_2 ＝ 832,000 kWh/day

石炭火力発電所 2 基弱分の CO_2 排出量に匹敵する。

上記のとおり、本申請技術の採用によって、2050 年には

【節電量】1,260,000 kWh/day・・・石炭火力発電所約 3 基程度。

【CO_2削減量】832 t-CO_2/day・・・石炭火力発電所約 2 基分弱程度。

となる。

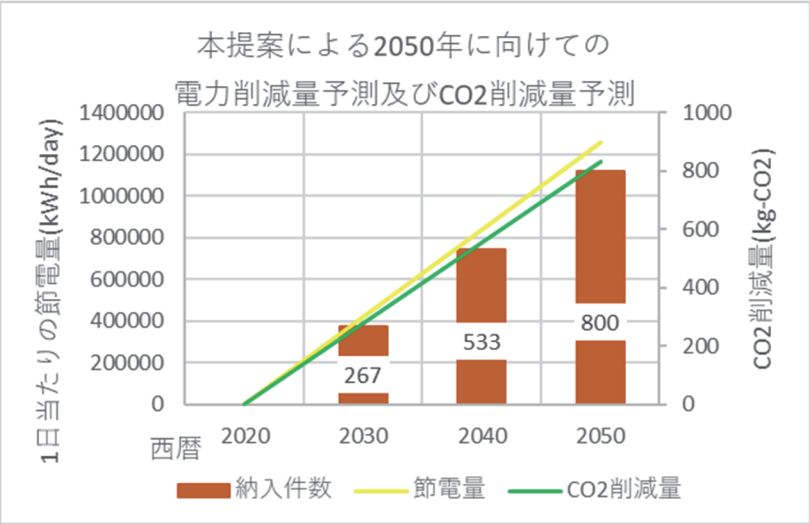

図 13　本提案による 2050 年電力削減量及び CO_2 削減量