

# ループ流式マイクロバブル発生新

## 型ノズルについて

—マイクロバブルは自然環境を回復させる—

(有) OK エンジニアリング 松永 大

### 1. はじめに

私の本業は自動車部品等を加工する専用工作機械の設計であるが、マイクロバブルを 10 年間研究している。マイクロバブルがライフワークになろうとしている。

2006 年、ループ流式マイクロバブル発生 ノズルを開発。特許を申請し今審査請求中である。

2010年に入って企業の研究・開発部門の問合せ、購入が増えてきた。数は少ないが特注も出てきた。200mL/min~100L/min までと幅が広い。100L/min の発生ノズルは食品関係の排水処理に使用されている。今後、排水処理に広く使用される状況である。

ここでは、マイクロバブルとは何か、ループ流式マイクロバブル発生ノズルの開発の経過と発生ノズルの特徴について書き、**当社のループ流式マイクロバブル発生ノズル**がどのような所で利用されているか紹介する。また、マイクロバブルが自然環境を回復する力を持っていることについて述べる。



80L/min (0.15MPa 時) 発生ノズル

### 2. マイクロバブルとは

#### (1) マイクロバブル径は数十ミクロン以下

マイクロバブルとは非常に微細な泡のことである。一般的には数十ミクロン以下の泡をマイクロ



加圧溶解タンクを通し発生

ブルと言っている。正確な規定はない。(1ミクロンは1,000分の1ミリ)目で見ると「泡」と言うよりも「白い濁り」に見える。ノズルに気体を自吸させない場合、水に含まれる気体の量によって濃さが決まる。例えば、加圧溶解タンクで十分気体を溶解させた水をこの新型ノズルで噴射すると上の写真のように「白い濁り」に見える。放置すると、水道水の場合3~4分の時間でほぼ元の透明な水に戻る。

#### (2) マイクロバブルはマイナスに帯電

マイクロバブルはマイナスに帯電している。このことによって、海水や界面活性剤が含まれている水の場合はマイクロバブルの発生量は多くなる。この時には自吸させた空気の大半が、マイクロバブルになる。この写真は海水で噴射 0.08 秒後の状態である。エアーを全開で自吸させている。(ホームページ「実験動画」を参照)

マイクロバブルは、マイナスの帯電により吸着、付着して浮上分離を可能にしている。

#### (3) マイクロバブルの効果

マイクロバブルの効果は、①生物の活性化②浮力と浮上分離 大きな洗浄力④流体の管内抵抗低減等が上げられる。その他の効果も研究されている。



排水、汚水等の浄化には、マイクロバブルの生物活性化の効果と浮上分離が大きな力を発揮する。それと溶存酸素濃度を効率よく高める効果もある。

### 3. マイクロバブルの研究と応用

マイクロバブルの研究は、20年ほど前から研究所レベルで行われていたが、現在、環境、食品、医学、工業まで色々な分野でマイクロバブルの特性の研究が行われ、応用も広がっている。特に生物活性化の効果、洗浄力の応用は先行しているようである。

マイクロバブルが世間で知られるようになったのは、11年前にNHKで「マイクロバブルと牡蠣養殖」(徳山高専の大成氏の実験)が放映されてからである。広島県の牡蠣養殖が赤潮で被害を受け、その対策として用いられたのがマイクロバブルである。この時、大きな副産物として牡蠣が倍のスピードで成長し、通常出荷まで2年かかるのに1年で出荷、30年ぶりに「ワカ」(身が柔らかくジューシーで非常にうまい)が復活した。これをきっかけに、養殖の分野では牡蠣、ホタテ、真珠、車えび、うなぎ、鯛などに活用が広がっている。マイクロバブルは養殖など漁業だけでなく、農業、工業、医療、分野に広がっている。

当社のマイクロバブル発生ノズルの利用から見ると、排水の浄化、オゾン洗浄、オゾン殺菌水、半導体関連の洗浄、メッキ関係、養殖利用実験、魚生簀、ズワイガニ生簀、船の生簀、海水魚の搬送実験、観賞用水槽(サンゴ、海水魚、アロワナ、ランチュウ・・・)水耕栽培、灌水栽培、液肥作り、風呂、シャワー、燃料改善など広い分野に利用されている。まだ、実験段階のものも多いが、着実に応用範囲は広がっている。今後は特に排水、汚水処理などの分野に普及するのではなかろうかと感じている。



ズワイガニの生簀



田んぼでの実験

### 4. 新型ノズルはループ流方式

#### (1) 新型ノズル発明のきっかけ

私がマイクロバブル発生ノズルを研究・開発し始めて11年目になる。4年前、八尾ものづくりグループと共同で製作した自動加圧溶解タンク装置を用いて、池でアオコの浮上分離の実験をする計画であったが、実験池を確保できなかった。そこで、田んぼにマイクロバブルを入れたらどうなるか、実験の為の実験をすることになった。

田んぼで実験中にマイクロバブルが見えなくなる現象(ステルスバブル)と出会ったのが、新型ノズル発明のきっかけである。

#### (2) ループ流方式の構造と発生メカニズム

私が今回開発したノズルは、既存のマイクロバブル発生メカニズムと異なっている。「新型ノズル」は、名付けて複合的多段階乱流方式=ループ流方式である。発生ノズルの原理は、ベンチュリー効果を補助的に使い、流れ方向が変わる部分で激しい乱流を起こしバブルを細かく粉砕する方式である。

気体自吸口から流入してきた気体は、気体自吸口の気液混合ループ流式攪拌室側端部で剪断されることによって細分化され、ループ流れで攪拌、剪断されながら一部が液体供給孔から供給された液体と衝突した際の乱流発生によりさらに細分化され、噴射口から噴出される。これらの工程で微細化される気泡発生メカニズムが、ループ流式バブル発生ノズルの特徴である。

ここで詳細に説明するスペースがないのでホームページの「特許公開」で詳細を参照いただきたい。

### (3) ループ流方式の機能と特徴

既存のノズルと比較して、この新型ノズルは機能性、シンプルさ、価格を総合的に判断すると高い評価を得るものと思っている。

新型ノズルは真空度が高い。50個ほどの試作で一番真空度の高かったノズルは**-0.087Mpa**であった。この時の流入水压は**0.3Mpa**。現在、真空度は**-0.093MPa (0.3Mpa時)**である。

水道水の蛇口に直接ホースをつなぎ新型ノズルから水道水を噴射すると、「ほんのり薄い白い濁り」に見える。マイクロバブル径のピークは35ミクロン前後である。

新型ノズルは、コロニーを造らないアオコに中和剤など凝固剤を使用しないで約1割のアオコを浮上させることができた。

この時バブルの寿命は10分以上であった。上の写真は7分後のもの。寿命から判断するとバブル径は10数μになる。この時の水压は**0.4Mpa**で前ページ写真の全自動加圧溶解タンクを使用した。



### 当社のノズルは次のような特徴がある。

マイクロバブルの発生効率が非常にいい。

構造がシンプルである。

流れの方向に取り付く。配管途中にストレートに取付けることが出来る。

ノズル攪拌部の真空度が高く、自吸量が多い。

## 5. マイクロバブル発生ノズルの種類

### (1) 標準品マイクロバブル発生ノズル

標準品は「OKE-MB01FJ」を始め4種類。

標準品は風呂だけでなく、前述のように広い分野に利用され始めている。



発生ノズルだけだと「牛乳色」とはいかないが、ほんのり薄い白色の「プチ温泉気分」にさせてくれる。多機能タイプである。

①浴槽に入ればマイクロバブルバスになる。

②シャワーヘッドを装着すれば、マイクロバブルシャワーになる。

③シャワー状態で空気を自吸させると大小の泡を含んだバブルシャワーとなる。

マイクロバブルバスで空気を自吸させるジャグジーになる。簡易ジェットバスになる。

### (2) 特注品のマイクロバブル発生ノズル

特注品の実績は200mL~100L/minまでの発生ノズル。当社は特注品を得意としている。

#### ①排水処理用の特注ノズル

排水処理用として100L/minの吐出量のマイクロバブル発生ノズルを12月に納品。1月、「設置は完了し、結果は、一番の悩みの酸素不足は一気に解決しました。」とのメールがあった。でもBOD削減効果が非常に大きかった為、調整・対策も必要だったとの事であった。いま順調に稼働している。このノズルはループ流式マイクロバブル発生ノズルの機構をそのまま応用したもので、気液体用の自吸口も設けている。



吐出量80L/minノズルで発生中

吐出量80L/minマイクロバブル発生ノズルに空気を少量自吸させてマイクロバブル発生状況をビデオ撮影した。ポンプにホースをかいして直接つなぎマイクロバブルを発生させた。撮影時の水压は0.08MPaであったが、これくらいの水压でも上の写真のように白濁した。当然ではあるが、吐出量が多



いと発生量が多いのを実感した。(詳しくはホームページトップの「実験動画」を参照のこと)

この大吐出量のノズルは海、川、湖の浄化や配管、パイプ等の洗浄に実践用として使用できる位の吐出量である。また、200~300L/min以上の吐出量のものでコンパクトに製作できることを確信した。

## 6. マイクロバブルと生物活性化

マイクロバブル研究の現状を学ぶため、第27回日本混相流学会・講演会に参加した。3日間で42の論文発表を聞き非常に勉強になり、刺激を受けた。特にマイクロバブルの生物活性化の力に魅了された。この中で興味を引いた3例を紹介する。

### (1) 窒素肥料を25%カットできた

兵庫県でマイクロバブルを水耕栽培に用いている(株)アグリポピュレーションジャパンの山根正義社長の話。マイクロバブルを入れるとサンチュの生育スピードは約2倍。ミニトマト、キュウリは夏季の果房の2倍、冬季の3倍。根は通常の2倍になるとのこと。また、窒素肥料は25%削減できた。マイクロバブルに含まれる窒素がどのようにして植物に吸収されるのかそのメカニズムは解明されていないが、将来の可能性として窒素肥料代が0円になるかもしれないとのこと。

窒素肥料が節約できた話には驚いた。窒素肥料がゼロになるかどうかは別としても大きな成果である。

持参されていたマイクロバブルで栽培した甘味の有るサンチュを試食した。マイクロバブルが当たったサンチュは、当らないものより甘味があり、約2割大きくなったとのこと。

### (2) マイクロバブル濃度で制御可能

「微生物に与えるマイクロバブルの影響」(細川雄太他9名)論文発表では、実験結果を簡単に言うと培養液のマイクロバブルが低濃度であれば「大腸菌の死滅期において死滅に対して抑制作用を持つ」つまり延命作用が働く。しかし、マイクロバブルが高濃度であると「誘導期、対数増殖期において大腸菌の増殖に対し抑制作用を示すことが観測された」。増殖をほぼ抑えている。まとめて「大腸菌に関してはマイクロバブル濃度によって制御の可能性が確認された」ことが発表された。

### (3) 焼酎の味がまろやかに

「マイクロバブルを用いた焼酎づくり」(氷室昭三氏他2名)によると「マイクロバブルを用いて焼酎を製造すると・・・、その味がまろやかになることを味覚センサーで確認でき、また、マイクロバブルを酵母に作用させることで、嫌気的条件下でも好氣的でも生物活性作用を示した。また、マイクロバブル処理時間に依存して酵母の増殖が活発になったことからマイクロバブルの酵母への生物活性作用を確認できた」とまとめている。



淀川河口の風景

## 7. おわりに

### (1) マイクロバブルの生物活性力

10年前、マイクロバブルを牡蠣に与えると倍のスピードで成長し、30年ぶりに非常にうまい「ワカ」が復活したと報じられた。今から約40年前までは広島海は牡蠣を1年で生育させる能力を持っていたことになる。それが今は非常に衰えている。マイクロバブルを与えた海水は40年前と同じような能力を回復したように見える。

水耕栽培では植物の生育を早めるとともに、2割ほど大きくなっていると報告されている。微生物の場合は嫌気性の大腸菌については、マイクロバブルの濃度によって増殖をコントロールされることが示された。焼酎づくりでは、マイクロバブル処理時間に依存して酵母の増殖が活発になったことの報告があった。また、当社のノズルを使用した排水処理ではBOD削減効果が大きかったと報告があった。マイクロバブルには、動植物を活性化させる力が非常に強い。

## (2) 自然環境復活をサポート

私は、マイクロバブル発生ノズルの開発を通じて **0.02MPa** の非常に低い水圧でマイクロバブルが発生することを経験している。この圧ではキャビテーションではなく自吸した空気を乱流によって粉碎する方式によってマイクロバブルが発生している。このような発生機構は自然界に無数に存在するようと思われる。しかし、特に都市部では河川の整備、海岸の埋め立てや護岸整備でその機能が弱くなっているのではなかろうか。

私は、生物を活性化させる力を持つマイクロバブルを使用すること自体が自然環境を復活し、守ることにつながると考えている。それを目的意識的に使えば、より効率的に環境を守ることになるのではなかろうか。多くの家庭で、多くの河川、池、湖で、海で、海岸で、下水処理場で、工場廃液処理に利用される時代が近い将来くることを感じている。

## (3) マイクロバブル環境浄化技術の確立を

マイクロバブルが廃水処理や汚水処理に利用されるのはこれからだと思っている。まだ、未確立の技術である。既存の処理システムをより簡素化にする可能性を秘めている。実際に環境浄化に携わっている技術者、研究者の皆さんが、マイクロバブルを利用され、マイクロバブルを用いた浄化技術を確立されることを期待している。当社としては、さらに効率の良いマイクロバブル発生ノズルの研究・開発に努め、マイクロバブル環境浄化技術の確立に寄与したい。

メール：[oke@s3.dion.ne.jp](mailto:oke@s3.dion.ne.jp)

<http://www.k3.dion.ne.jp/~matrix/>