## 羽黒高校生が取り組むマイクロバブル技術の新しい応用と展開

佐藤嘉\*,兼子拓也\*,川井悠史\*,國井賢美\*,齋藤豊\*,鈴木恭矢\*,

石川修一\*\*,加田謙一郎\*\*\*

E-mail:

satoyo@haguroko.ed.jp

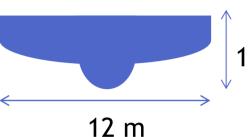
羽黒高等学校\*, (有)石川酒店\*\*, 鶴岡高専 創造工学科\*\*\*

# 水質改善

### 研究背景

湖沼などの閉鎖水域では汚濁物質が蓄積し易い。 マイクロバブルを供し水中の溶存酸素量を高めること で、BOD (生物化学的酸素要求量)を改善し、微生物 を活性化する。閉鎖水域における水質改善を行う。

### 実験方法



(容量:約100 m<sup>3</sup> = 100 ton

Fig.1 池の断面形状 (円形すり鉢状)



〇使用ポンプ; (水中ポンプ 40 L/min)

〇作動時間;20分毎

○期間;5月~11月下旬

Fig. 2 マイクロバブル発生器 (特許:第4621796号)

### 実験結果および考察





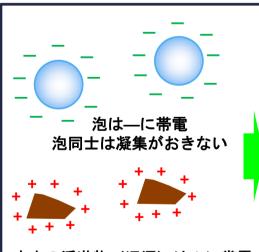
Fig. 3 羽黒校内にある池の外観写真

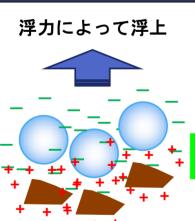
供給されたMBと撹拌作業により汚泥を半強制的に 浮き上がらせる→**オーバーフローによる除去が有効** 





Fig. 4 MB供給と撹拌作業による汚泥除去





短時間での水質改善 撹拌による **貧酸素化が懸念** 

水中の浮遊物(汚泥)は+に帯電

酸素を供給し続ける

オーバーフロー

による除去が効果的

○ ; MB ; 浮遊物 (汚泥など)

### Fig. 5 水中での物質(汚泥)吸着のモデル

Table 1 水質検査(分析)結果

検査項目	検査結果	単位	基準値	検査方法
一般細菌	$3.1 \times 10^{2}$	CFU/mL	100 以下	標準寒天培地法
大腸菌	検出せず	-	検出されないこと	特定酵素基質培地法
亜硝酸態窒素	0.004 未満	mg/L	0.04 以下	イオンクロマトグラフ法
硝酸態窒素及び 亜硝酸態窒素	0.1 未満	mg/L	10 以下	イオンクロマトグラフ法
塩化物イオン	10	mg/L	200 以下	イオンクロマトグラフ法
有機物(TOC)の量	21	mg/L	3 以下	全有機炭素計測定法

硝酸態窒素の値が極端に少ない。→藻の影響 MBには大腸菌群などを死滅させる効果があると 考えられる。

### 結論

大規模閉鎖水域において、短時間で 効率的に汚泥の除去が可能。

## 水耕栽培

### 研究背景



高度な水耕栽培 技術による 実用化の成功例

一つの苗からは 約15000個もの トマトが収穫 できる

Fig. 1 トマトの木(北海道恵庭市 えこりん村HP) マイクロバブル技術を活用すると、植物の成長に より高い効果が認められている。

簡易的な水耕栽培においてマイクロバブルを活用し、 種々の植物に与える影響を調査する。

### 実験方法

### 使用機器類;

○簡易水耕栽培用キット  $(600 \times 450 \times 200 \text{ mm})$ 〇ポンプ流量: 7-10 L/min ○マイクロバブル発生器 OマルチPHメーター

**OECメーター**(電導度計)

Fig. 2 簡易水耕栽培キット

栽培した植物; 0トマト

**Oアスパラガス** ○蒟蒻(こんにゃく) 市販されている 苗、株、種芋を使用

液体肥料を1~2週間に 1回程度使用

### 実験結果および考察







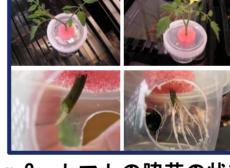


Fig.3 トマトの脇芽の状態 (右図:1週間後)





Fig. 5 蒟蒻の成長過程

(左上;投入直後、右上;2週間後、 左下: 4週間後、右下: 6週間後)

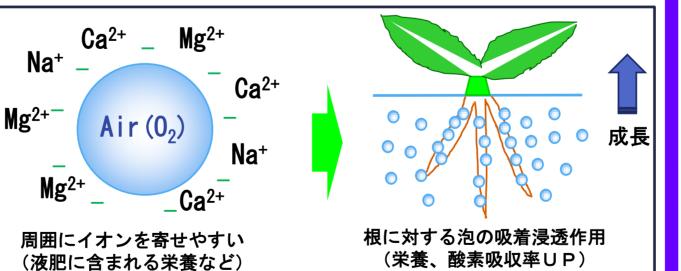


Fig. 7 水中根圏におけるMBの影響とイメージ

どの植物においても発根が著しく、成長することが確 認された。マイクロバブル供給による、溶存酸素量の 増加、根へのイオン供給が関係していると考えられる。

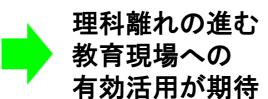
外気温、水温、液肥濃度、PH調整等が今後の課題。

### 結論

各種植物における水耕栽培での MB技術の有効性が示唆された。

### 今後の展望

地元の高専と私立高校がタイアップし、共同研究を行った実例である。 効果的なマッチングを行うことにより、学生を主体とした発表の機会の場、社会実践の場 を増やすことができる。今後も具体的な地域貢献としての形で進めていきたい。



# 燃焼効率改善

### 研究背景

熱エネルギー源を利用した動力機関の大半は、化石 燃料の燃焼を伴う。燃焼によって生み出される大気汚 染物質 (PM2.5、NOx) や温室効果ガス (CO<sub>2</sub>) 削減は国 際的課題として急務である。時代は低燃費化、エネル ギー利用における質の向上を目指すことにあり、利用 分野が多岐に渡るマイクロバブル(MB)技術は、燃料 分野での応用も期待される。

低コストでサイズが任意であり、小型軽量化が可能 な「旋回式気液せん断方式」の発生器に着目し、その 使用法と燃料に対するMBの影響を簡易的に調査する。

### 実験方法

〇アルコールランプの燃焼実験 使用燃料;エタノール(純度99.5%) (MB導入の有無のみでの比較)

○灯油バーナーの燃焼実験

使用燃料;灯油

┌ ◇灯油 (計3種類)→ ◇灯油+MB - ◇灯油+水+MB

(灯油:水=9:1)

乳化層

温度計測;放射温度計

### 実験結果および考察





の燃焼比較 (左:MB有 右:MB無)

Fig.2 発生器の使用による 灯油と水の乳化作用



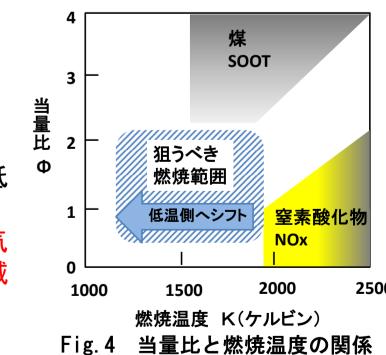
Fig. 3 フレームの状態と温度測定結果 左から; 灯油 (302°C), 灯油+MB (385°C), 灯油+水+MB (257°C)

フレーム外炎の違い 左; 細く長い 中央:太く短い 右; 特有の火花が確認

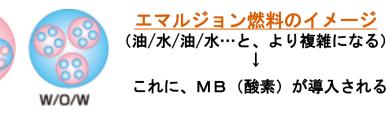
完全燃焼時の温度を低 下させることで、

PM2.5、NOxなどの大気 汚染物質の大幅な削減 が見込まれる。

0000







これに、MB(酸素)が導入される

エマルジョン燃料のイメージ

素)を含み、酸素の表面積割合が増加したことが考えられる。 (つまりは、短時間で瞬間的に燃えやすくなる → 完全燃焼) エマルジョン燃料は、水を包んでいる外側の油が燃え中の水が急激に沸騰して微爆発する

ことにより微粒子化し、空気との接触面積が飛躍的に増加するために、理論空気量に近い 空気量で完全燃焼をして燃焼効率が上がる。

<u>燃料の絶対量が減る</u>ため、空気量の絶対量もその分だけ減り、過剰空気も少なくて済む。 筒内で冷たい外気(過給)を加温するために使用される無駄な熱エネルギーを削減できる また、大きな熱エネルギーを持つ排気ガスがゆっくり排出されることになるため潜熱の損 出が減る効果がある。

Fig. 5 MB導入による燃焼効率改善と、エマルジョン燃料のイメージ

燃料の絶対量、混合割合、出力調査は今後の課題

結論

MB導入により燃焼効率が改善される。エマルジョン 燃料を生成し完全燃焼温度を下げることで、燃焼に伴 う大気汚染物質を減らせる可能性がある。