

ファインバブルを活用した溶存酸素の増加について

株式会社サイエンス 平江 真輝

ファインバブルの利用は、多くの産業に利用が広がり盛んに検討や研究されています。

私ども株式会社サイエンスでは、ファインバブル技術の活用を自社の製品活用だけでなく、応用利用として活用の場を広げたいと考えています。ファインバブルとはISO(国際標準規格)で定められた用語です。

気泡の直径によりマイクロバブルとウルトラファインバブルに区分され、総称がファインバブルとなります。マイクロバブルは直径が1マイクロメートル以上100マイクロメートル未満の泡であり、ウルトラファインバブルは1マイクロメートル未満となりました。

現在、家庭用の入浴に対するファインバブル製品を主としている弊社ですが、もともとは温浴施設を対象とした機器であり、その機器も水処理装置としてのファインバブルを活用した装置です。当初は、船のスクリューから発生する気泡の抑制を目的とした技術開発より、水槽試験設備のろ過システムとしての活用を行いました。水中での上昇速度の速い通常の気泡では上昇に伴う対流の発生することにより水面に浮上した懸濁物が水中に再度混ざる状態となることや気泡により懸濁物の粉砕がおこることにより、微細な気泡による懸濁物質の穏やかな浮上による分離は成功し、浮上処理としての水質向上となりました。この浮上分離層を浴槽に見立てることにより、入浴設備としての転用を行うことで、温浴施設の一つのメニューとしてのお風呂を手がけました。



赤水気泡処理

水産業や農業でのファインバブルの活用モデルとしては溶存酸素(DO)の上昇効率の高さがあります。ファインバブルの体積量に対する表面積の多さが有利性を生み出します。事例として魚の陸上養殖施設は、消費される溶存酸素を補うことが求められる為に曝気(エアレーション)が行われます。この際に通常の気泡で行う場合には、酸素の溶解効率が低い為に大きなコストロスとなっていることが多く、また飼育水のろ過には生物ろ過の工程が重要視され、微生物活動による酸素の消費は飼育対象の魚よりも高いことが必要な酸素量が増加する要因となります。そこで酸素溶解手法の開発はより高い溶存酸素状態をシステム内で維持することでコスト及び飼育状況の改善を計ることが可能になり且つ、ボンベガス等でのコスト的に高くなりやすい酸素供給をバックアップとして所有することもできます。ファインバブルが飼育環境の改善に繋がる期待値を高めるが、実際の運用では注意点もあります。魚の養殖に関する注意点としては、エラに対するファインバブルの進入と付着による窒息です。魚が微細な気泡に暴露さ

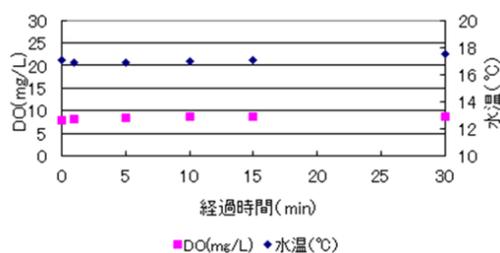
れる場合にはエラに気泡が詰まり、エラ内で気泡同士の結合や合一が発生する可能性が高く、これにより斃死の原因となります。また同時に魚体表面の保護粘膜のはく離も起こることがあります。この様に単なるエアレーションの代わりにファインバブルを採用することには留意が必要であり投入箇所や方法にはノウハウも必要となります。



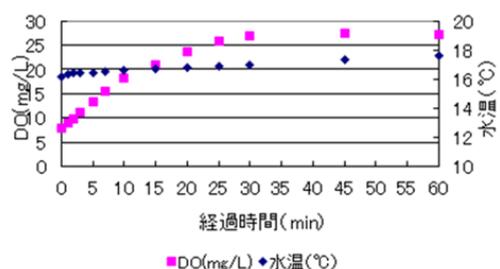
エラに詰まった気泡

農業においてファインバブルは、灌水に利用される水の溶存酸素量が低い場合に原水に空気をさらに取り込む工夫がなされたファインバブル発生機や発生ノズルにより、課題解決に繋がり改善となる場合がございます。気泡の大きさは一般的な泡がミリサイズですが、マイクロバブルは直径が10マイクロメートルから50マイクロメートルとなりウルトラファインバブルでは100ナノメートル(0.1マイクロメートル)です。

このとき液体に対する投入する気体量が同じ場合、気泡の水面への上昇速度によりより小さなバブルが優位となり溶解効率が良くなります。ただし、ウルトラファインバブルは気泡としての寿命が長いため、バブル状態からのスムーズな溶存酸素への転換はマイクロバブルが早いことも特徴の一つです。



空気エアレーション



マイクロバブル酸素補給

今後もマイクロバブルとウルトラファインバブルの挙動の違いを上手く活用したさらなる研究開発を進めて参ります。

2022年度PFCセミナーのご案内

PFCでは、社会人を対象とした人材育成として、各種セミナーを開催しています。PFCコンソーシアムとも連携して社会のニーズを的確に反映させ、年間を通じてPFCセミナーⅠ（基礎編）、PFCセミナーⅡ（実践・応用編）、PFCセミナーⅢ（特別編）といった体系的なセミナーを実施しています。ご参加をお待ちしています。

PFCセミナー一覧（案）

研修 No.	セミナー分類	課題大項目	課題小項目	開催 予定時期	日数	受講料(税込)	
						一般	
1	PFCセミナーⅠ (講義・実習)	はじめのいっぽ栽培研修		5月31日～ 7月5日	7	¥100,000	
2		はじめのいっぽ栽培研修		1月上旬 ～2月中旬	7	¥100,000	
3	PFCセミナーⅡ (講義)	植物工場を 始める前に	「植物工場に対する期待」	7月	1	¥3,000	
4			「事業計画の立案」			¥3,000	
5			「施設と設備計画の立案」			¥3,000	
6		管理技術	「組織体制の構築とGAP」		8月	1	¥3,000
7			「販売管理の実際」				¥3,000
8			「生産管理の実際」				¥3,000
9		栽培技術	「養液栽培管理と設備」		9月	1	¥3,000
10			「養水分吸収と培養液処方」				¥3,000
11			「病害虫の防除」				¥3,000
12		環境制御技術	「環境計測技術」		10月	1	¥3,000
13			「環境制御設備の実際」				¥3,000
14			「植物生理と環境」				¥3,000
15		植物工場の実際	「太陽光型植物工場の実際」		11月	1	¥3,000
16			「太陽光型植物工場の実際」				¥3,000
17			「人工光型植物工場の実際」				¥3,000
18		植物工場にかかわる 最新研究	「話題1」		12月	1	¥3,000
19			「話題2」				¥3,000
20			「話題3」				¥3,000
21		PFCセミナーⅢ (講義)	SDGsと植物工場		8月	1	¥10,000(予定)
22			エネルギー問題と植物工場		10月	1	¥10,000(予定)
23	都市農業と植物工場		12月	1	¥10,000(予定)		

*詳細はホームページに順次掲載します。

*スケジュールおよび内容は変更なる場合があります。

*コンソーシアム会員には参加費割引の特典があります。詳細は、各セミナーの募集ページ（ホームページ）にてご案内します。

「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例調査」報告（令和4年3月発行）その1

一般社団法人日本施設園芸協会から、標記の報告が発信されました。ここではその内容を、日本施設園芸協会の許可を頂いて、数回に渡って連載します。

1. はじめに

1. 1 調査の背景

我が国の農業産出額の約 4 割を占める施設園芸は、1年を通じて新鮮な野菜を消費者に供給するために必要不可欠なものとなっている。しかし近年、施設園芸農家数は高齢化の進展などにより減少しているほか、温室の設置面積も平成 13 年には 53,516ha あったものが平成 30 年には 42,164ha に減少している¹。

今後、実需者ニーズを踏まえた野菜などの周年安定供給を保持するためには、生産性向上と所得の向上に向けた取組を推進し、魅力ある農業として確立する必要がある。

農林水産省では、一昨年まで「次世代施設園芸地域展開促進事業」を通して、ICT などを活用した高度な環境制御装置を備え、地域資源エネルギーの利用や施設の集積による施設園芸の大規模化と生産性の向上を図ってきた。

大規模施設園芸を展開するトップランナーの育成に加え、データ駆動型農業を実践した施設園芸の全国展開をより一層促進する取り組みとして、昨年度に続いて本年度も「次世代につながる営農体系確立支援事業のうちデータ駆動型農業の実践・展開支援（スマートグリーンハウス展開推進）」を実施した。本事業は、高度環境制御装置を取り入れた施設の面積を、事業実施年度を基準として翌々年度までに 3%以上増加させることを成果目標としている。

本事業の中で、施設園芸・植物工場の全国実態調査を実施したので、その結果を報告する。

1. 2. 調査の目的

本調査の目的は、スマートグリーンハウスの展開推進に向けて、「データ駆動型の栽培体系の確立」の観点から、スマート化システムの導入・活用状況、及びそれに伴う労働生産性や収益性との関連について、実態調査・分析を行うものである。

全国実態調査は、環境制御技術が導入された概ね 1ha 以上の施設園芸や人工光型植物工場の事業者の数や施設および生産の概要、収益、課題などについて把握、整理し取りまとめたものである。

いずれの調査結果においても、生産面及び経営面で直面する課題の克服や目標の達成に向けて挑戦を続けている姿が見えるものであり、この結果が今後スマートグリーンハウスに関する取り組みに向かおうと考えている農業者や事業者、地方公共団体など、施設園芸の関係者の参考になれば幸いである。

なお、本調査は、特定非営利活動法人植物工場研究会

により行われた。各項目に記載されている内容は調査実施時点における回答結果をまとめたものであることを申し添える。

1. 3. 環境制御施設及び植物工場とは

環境制御をしている施設園芸及び植物工場とは、施設内で植物の生育環境（光、温度、湿度、CO₂濃度、養分、水分など）を制御して栽培を行う施設園芸のうち、一定の気密性を保持した施設内で、環境及び生育のモニタリングに基づく高度な環境制御と生育予測を行うことにより、季節や天候に左右されずに野菜などの植物を計画的かつ安定的に生産できる栽培施設のことである。

本報告では、これらの栽培施設を太陽光型、太陽光・人工光併用型、人工光型と分類している。

●太陽光型

温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、環境を高度に制御して周年・計画生産を行う施設で、人工光による補光をしていない施設。

なお、本調査では栽培施設面積が概ね 1ha 以上の太陽光型の施設を調査対象としている。

●太陽光・人工光併用型（以下、併用型という。）

温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、環境を高度に制御して周年・計画生産を行う施設で、特に人工光によって夜間など一定期間補光している施設。

●人工光型

太陽光を使わずに閉鎖された施設で人工光を利用し、高度に環境を制御して周年・計画生産を行う施設。

2. 大規模施設園芸及び植物工場の全国実態調査

2. 1. 調査の概要

（1）調査・分析の視点

本調査は、全国の施設園芸・植物工場における経営の実態を明らかにするとともに、施設概要、利用資源、生産管理や面積および労働生産性、コスト構造、従業員の労働時間に関する実態及び販路確保の状況に関して実態を整理した。

収支分析やコスト構造分析においては、栽培規模や労働生産性、販路等の実態がどの様な影響をもたらしているか、クロス集計による要因分析も行った。

（2）実施方法

本調査は、調査票の郵送・メール添付・FAX による配布および回収のほか、オンラインアンケートを実施した。調査票配布先は、各種新聞やニュースリリースで得た情報のほか、一般社団法人日本施設園芸協会、農林水産省地方農政局及び内閣府沖縄総合事務局農林水産部、都道府県の協力を得て収集した情報をもとに、調査対象とする事業者を抽出し、計 458 票の調査票を郵送、またはメール添付で配布した。そのほか、調査実施事業者の特定非営利活動法人植物工場研究会が配信している

ニュースレターおよび同会ウェブサイトにおけるオンラインアンケートのリンク配信および周知を図った。その結果として、オンライン回答も含め 149 票を回収（回収率 32.5%）、127 票の有効回答（有効回答率 27.7%）を得た。本回収率および有効回答率は、調査票の発送数に対するオンライン回答も含めた回収率・回答率である。

なお、各設問は当該質問への有効回答をもとに集計しているため、設問ごとに集計母数（以下、N 値）が異なる。また、回答割合は、小数点以下を四捨五入しているため、合計が 100%にならない場合がある。

図表 1 回収結果

対象	全国の植物工場及び大規模施設園芸事業者
調査期間	令和 3 年 11 月から令和 4 年 1 月
実施方法	調査票の郵送・メール・FAX およびオンラインアンケート
発送数	458 票 その他、オンラインアンケートのリンク配信など
回収数	149 票（うち集計対象外 16 票、太陽光概ね 1ha 未満 14 票）
回収率	32.5% ※
有効回答数	127 票
有効回答率	27.7% ※

※調査票の発送数に対するオンライン回答も含めた回収率および回答率

(3) 留意事項

本調査は、上記実施方法に基づき、日本施設園芸協会が毎年見直している配布先リストにある事業者には調査票を配布している。しかし、回答者は毎年同じではないため、データの継続性はなく、調査結果はその年ごとの回答者の実態を反映したものである。

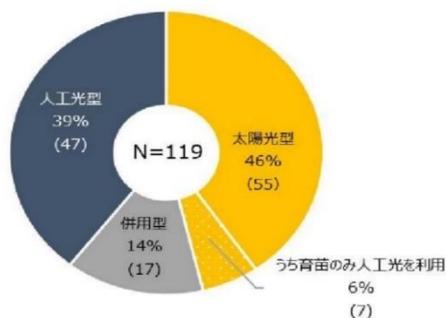
また、その年ごとに調査に協力をいただいた事業者の状況を取りまとめた結果であり、回収数からもわかる通り、全植物工場、施設園芸の実態を必ずしも正確に把握できていない可能性がある。本調査結果は、参考値として活用いただくことを推奨する。

2. 2. 結果の概要

(1) 回答事業者の施設及び組織について

① 施設の栽培形態

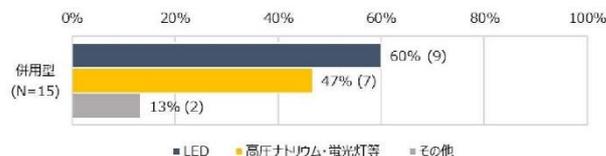
回答者の栽培形態の分布をみると、操業中と回答した計 119 施設のうち太陽光型が 46%、太陽光・人工光併用型（以下、「併用型」）14%、そして人工光型が 39% となっており、太陽光型と人工光型が栽培形態の大半を占める。なお、太陽光型については、そのうち 6%の施設で育苗時のみ人工光を利用している。



図表 1 栽培形態

1) 太陽光型および併用型

併用型にて導入している光源をみると、60%が LED、そして 47%が高圧ナトリウムランプもしくは蛍光灯等となっている。なお、同施設内で複数の光源を使用しているケースもみられる。

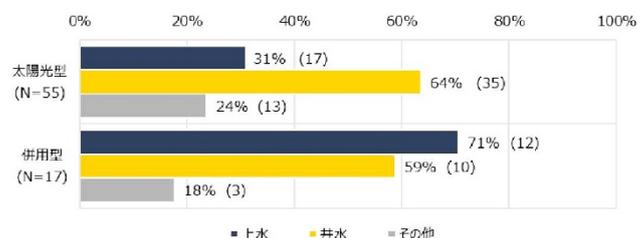


図表 2 光源（併用型）

*複数回答を含む

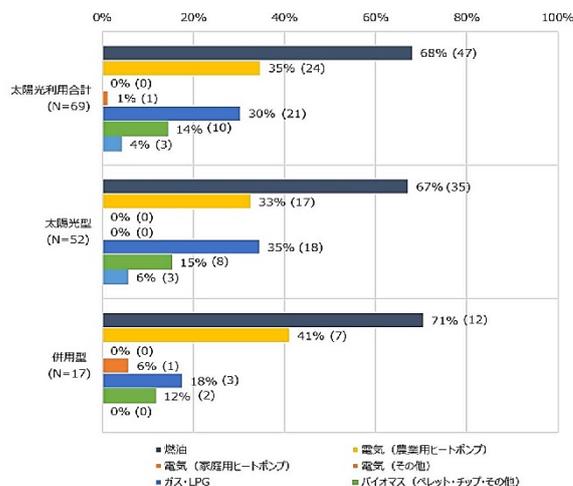
太陽光型および併用型施設にて栽培に使用する養液の原水（水源）については、太陽光型で井水が 64%、上水が 31%であるのに対して、併用型では、上水が 71%、そして井水が 59%を占めている。

さらに、暖房などの熱源の内訳をみてみると、太陽光利用合計（太陽光型および併用型）では燃油 68%、電気（農業用ヒートポンプ）35%、ガス・LPG 30%、バイオマス（ペレット・チップ・その他）14%、そして電気（その他）1%である。太陽光型および併用型それぞれの内訳は類似しているが、太陽光型では、燃油（67%）に次いでガス・LPG（35%）が電気（農業用ヒートポンプ）（33%）よりも若干多い。



図表 3 水源：養液用の原水（太陽光型・併用型）

*複数回答を含む



図表 4 暖房などの熱源（太陽光型・併用型）

*複数回答を含む